Modulhandbuch

Studiengang Master of Science Computer Science

Prüfungsordnung: 979-2013

Sommersemester 2018
Stand: 09. April 2018

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Kontaktpersonen:

Studiendekan/in:	Univ.-Prof. Stefan Wagner Institut für Softwaretechnologie Tel.: 0711 / 685-88455 E-Mail: stefan.wagner@informatik.uni-stuttgart.de
Studiengangsmanager/in:	Dr. Katrin Schneider Zentrale Dienste Informatik Tel.: 0711 / 685 88520 E-Mail: katrin.schneider@informatik.uni-stuttgart.de Dr. Stefanie Anstein Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung Tel.: 0711 / 81387 E-Mail: stefanie.anstein@ims.uni-stuttgart.de
Prüfungsausschussvorsitzende/r:	Univ.-Prof. Marc Toussaint Institut für Parallele und Verteilte Systeme Tel.: 0711 685 88376 E-Mail: marc.toussaint@informatik.uni-stuttgart.de
Fachstudienberater/in:	Dr. Katrin Schneider Zentrale Dienste Informatik Tel.: 0711 / 685 88520 E-Mail: katrin.schneider@informatik.uni-stuttgart.de Dr. Stefanie Anstein Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung Tel.: 0711 / 81387 E-Mail: stefanie.anstein@ims.uni-stuttgart.de
Stundenplanverantwortliche/r:	Apl. Prof. Ulrich Hertrampf Institut für Formale Methoden der Informatik Tel.: 7816-344 E-Mail: ulrich.hertrampf@f05.uni-stuttgart.de

Inhaltsverzeichnis

Präambel 7

Qualifikationsziele 8

100 Study Profiles 9

110 Visual Computing 10
111 Compulsory 11
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing 12
48460 Advanced Seminar Computer Science 14
112 Core 15
29430 Computer Vision 16
29440 Geometric Modeling and Computer Animation 18
29690 Real-Time Video Processing I 20
48500 Image Synthesis 21
48570 Practical Course Visual Computing 23
48620 Scientific Visualization 24
55630 Information Visualization and Visual Analytics 26
55640 Correspondence Problems in Computer Vision 28
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers 30
68720 Human-Computer Interaction 31
113 Extended 33
10120 Modellbildung und Simulation 34
29430 Computer Vision 36
29440 Geometric Modeling and Computer Animation 38
29470 Machine Learning 40
29690 Real-Time Video Processing I 42
48500 Image Synthesis 43
48570 Practical Course Visual Computing 45
48580 Reinforcement Learning 46
48600 Robotics I 48
48620 Scientific Visualization 50
48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering 52
55630 Information Visualization and Visual Analytics 53
55640 Correspondence Problems in Computer Vision 55
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers 57
68720 Human-Computer Interaction 58
114 Breadth 60
10080 Datenbanken und Informationssysteme 61
10250 Parallele Systeme 63
29480 Loose Coupling and Message Based Applications 64
29510 Service Computing 66
29580 Data Compression 68
29590 Digitale Systeme 69
29600 Digital System Design II 71
29640 Mikrocontroller 72
29680 Real-Time Programming 74
29710 Embedded Systems Engineering 76
29720 Mobile Computing 77
29730 Modelling, Simulation, and Specification 79
39250 Distributed Systems I 81
40680 Optimization 83
42900 Business Process Management 85
42910 Advanced Business Process Management 87

42920 Hardware-Software-Codesign 89
45730 Distributed Systems II 90
46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation 91
48480 Data Engineering 93
48540 Practical Course Embedded Image Processing 95
48550 Practical Course Information Systems 96
48560 Practical Course Robotics 97
48610 Robotics II 98
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems 100
51720 IT-Strategy 102
55600 Advanced Information Management 104
55610 Information Integration 106
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP 108
55740 Advanced Service Computing 110
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems 112
71740 System and Web Security 113
71760 Security and Privacy 115
78900 Introduction to Modern Cryptography 117
120 Autonomous Systems in Computer Science 119
121 Compulsory 120
48460 Advanced Seminar Computer Science 121
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems 122
122 Core 124
29430 Computer Vision 125
29470 Machine Learning 127
29590 Digitale Systeme 129
29690 Real-Time Video Processing I 131
29710 Embedded Systems Engineering 132
39250 Distributed Systems I 133
48580 Reinforcement Learning 135
48600 Robotics I 137
123 Extended 139
10250 Parallele Systeme 140
29430 Computer Vision 141
29470 Machine Learning 143
29580 Data Compression 145
29690 Real-Time Video Processing I 146
29710 Embedded Systems Engineering 147
29720 Mobile Computing 148
39250 Distributed Systems I 150
45730 Distributed Systems II 152
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing 153
48540 Practical Course Embedded Image Processing 155
48560 Practical Course Robotics 156
48580 Reinforcement Learning 157
48600 Robotics I 159
48610 Robotics II 161
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers 163
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems 164
68720 Human-Computer Interaction 165
78900 Introduction to Modern Cryptography 167
124 Breadth 169
10080 Datenbanken und Informationssysteme 170
10120 Modellbildung und Simulation 172
29440 Geometric Modeling and Computer Animation 174
29480 Loose Coupling and Message Based Applications 176
29510 Service Computing 178
29600 Digital System Design II 180

29640 Mikrocontroller 181
29680 Real-Time Programming 183
29730 Modelling, Simulation, and Specification 185
40680 Optimization 187
42900 Business Process Management 189
42910 Advanced Business Process Management 191
42920 Hardware-Software-Codesign 193
46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation 194
48480 Data Engineering 196
48500 Image Synthesis 198
48550 Practical Course Information Systems 200
48570 Practical Course Visual Computing 201
48620 Scientific Visualization 202
48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering 204
51720 IT-Strategy 205
55600 Advanced Information Management 207
55610 Information Integration 209
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP 211
55630 Information Visualization and Visual Analytics 213
55640 Correspondence Problems in Computer Vision 215
55740 Advanced Service Computing 217
71740 System and Web Security 219
71760 Security and Privacy 221
78900 Introduction to Modern Cryptography 223
130 Service Technology and Engineering 225
131 Compulsory 226
48460 Advanced Seminar Computer Science 227
48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering 228
132 Core 229
29480 Loose Coupling and Message Based Applications 230
29510 Service Computing 232
42900 Business Process Management 234
42910 Advanced Business Process Management 236
48480 Data Engineering 238
55600 Advanced Information Management 240
55610 Information Integration 242
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP 244
55740 Advanced Service Computing 246
133 Extended 248
10080 Datenbanken und Informationssysteme 249
22010 IT Service Management 251
29480 Loose Coupling and Message Based Applications 252
29510 Service Computing 254
42900 Business Process Management 256
42910 Advanced Business Process Management 258
46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation 260
48480 Data Engineering 262
48550 Practical Course Information Systems 264
55600 Advanced Information Management 265
55610 Information Integration 267
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP 269
55740 Advanced Service Computing 271
72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien 273
134 Breadth 275
10120 Modellbildung und Simulation 276
10250 Parallele Systeme 278
29430 Computer Vision 279
29440 Geometric Modeling and Computer Animation 281

29470 Machine Learning 283
29580 Data Compression 285
29590 Digitale Systeme 286
29600 Digital System Design II 288
29640 Mikrocontroller 289
29680 Real-Time Programming 291
29690 Real-Time Video Processing I 293
29710 Embedded Systems Engineering 294
29720 Mobile Computing 295
29730 Modelling, Simulation, and Specification 297
39250 Distributed Systems I 299
40680 Optimization 301
42920 Hardware-Software-Codesign 303
45730 Distributed Systems II 304
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing 305
48500 Image Synthesis 307
48540 Practical Course Embedded Image Processing 309
48560 Practical Course Robotics 310
48570 Practical Course Visual Computing 311
48580 Reinforcement Learning 312
48600 Robotics I 314
48610 Robotics II 316
48620 Scientific Visualization 318
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems 320
51720 IT-Strategy 322
55630 Information Visualization and Visual Analytics 324
55640 Correspondence Problems in Computer Vision 326
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers 328
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems 329
68720 Human-Computer Interaction 330
71740 System and Web Security 332
71760 Security and Privacy 334
78900 Introduction to Modern Cryptography 336
78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems 338

81150 Masterarbeit Computer Science 340

Präambel

The Master program Computer Science is one of the English study programs offered by the University of Stuttgart. It covers various scientific fields such as robotics, visual computing, service technology and engineering, database systems, and parallel as well as distributed systems. As Stuttgart is located right in the heart of the leading technology region in Europe, many well-known companies have their world or European headquarters here. Furthermore, research and development laboratories of international companies are located in Stuttgart. With these strong connections the University of Stuttgart offers excellent research and working environments with great job opportunities in industry as well as academia for talented and motivated students.

Qualifikationsziele

The students have to decide on one of the offered majors. The three majors differ in their focus with respect to Computer Science. "Autonomous Systems" combines courses in machine learning, artificial intelligence, decision making and robotics with sensors and actuators, hardware and software systems as well as parallel and distributed computing resources. "Service Technology and Engineering" aims to provide the scientific and technological foundations of services, to train people in the design and maintenance of service-oriented platforms and solutions. This major targets application domains such as mobility, communication, and product and production design. "Visual Computing" covers the entire visual computing pipeline by offering various lectures in the field of video processing, computer graphics, visualization, human machine interaction, and optimization.

In the first year, the students attend the compulsory modules, and select a predefined number of modules from the core, the extended, and the breadth catalog, respectively. The core catalog imparts a more extensive understanding and knowledge of the field of the major. The extended modules are courses to support the core modules with focused in-depht knowledge. The breadth catalog is offered to broaden the education in computer science in general. The third semester offers high flexibility as here electives can also be chosen from related Master programs, or the students can spend the semester abroad e.g. via the Erasmus Program. The fourth semester is reserved for the Master Thesis.

100 Study Profiles

Zugeordnete Module:	110	Visual Computing
	120	Autonomous Systems in Computer Science
	130	Service Technology and Engineering

110 Visual Computing

Zugeordnete Module:	111	Compulsory
	112	Core
	113	Extended
	114	Breadth

111 Compulsory

Zugeordnete Module:	46760	Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
	48460	Advanced Seminar Computer Science

Modul: 46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900022	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Andrés Bruhn Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modules covering mathematics, numerics, and stochastics fromBSc Informatikor BSc Softwaretechnik: • 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen *or* • 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker
12. Lernziele:	Students know the mathematical-theoretical foundations of visual computing and are able to apply them in the form of methods for computer graphics, visualization, image processing, and computer vision.
13. Inhalt:	This course covers the following topics: • Basics of affine and projective geometry, along with their use in computer graphics, especially in the rendering pipeline. • Differential calculus in 2Dand 3D, with applications in image processing and visualization. • Integral calculus in 2Dand 3D, with applications in visualization and rendering. • Ordinary differential equations, with examples from computer animation and flow visualization. • Partial differential equations for image processing. • Interpolation and approximation for geometry processing, visualization, and image processing. • Fourier analysis, Fourier transform, sampling theorem, and filtering, with examples from imaging. • Wavelet analysis, applied to image processing. Exercises deepen the understanding of the mathematical and theoretical foundations. Furthermore, they complement the lecture with hands-on partical applications and implementations. Practical exercises are partially with OpenGL and Matlab.

14. Literatur:	• P. Shirley, S. Marschner. Fundamentals of Computer Graphics, AK Peters, 2005 • J. Gallier. Geometric Methods and Applications - For Computer Science and Engineering, Springer, 2001 • W.Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007 • S. Lynch. Dynamical Systems with Applications using Matlab, Birkhäuser, 2004 • A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck. Discrete-time Signal Processing, Prentice Hall, second edition, 1999 • J. S. Walker. A primer on WAVELETS and Their Scientific Applications. Chapman und Hall/CRC, 2008 Optional German literature: • B. Jähne. Digitale Bildverarbeitung. Springer, 2005 • H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 1: Grundkurs. 5. Auflage, Teubner, 2005 • H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 2: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. 2. Auflage, Teubner, 2004 • H. R. Schwarz, N. Köckler. Numerische Mathematik. 6. Auflage, Teubner, 2006 • M. Oberguggenberger, A. Ostermann. Analysis für Informatiker. Springer, 2009 • J. Encarna,,o, W. Straßer, R. Klein. Graphische Datenverarbeitung 1. Oldenburg Verlag, 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 467601 Vorlesung Theoretische und Methodische Grundlagen des Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 46761 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 48460 Advanced Seminar Computer Science

2. Modulkürzel:	051900077	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students learn how to work with scientific literature for getting acquainted with a certain subject. They are able to extract the central statements from such publications, to collect and interpret additional data and to present their results to an audience.
13. Inhalt:	reading scientific literature &; present the contents to an audience
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the seminar
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484601 Advanced Seminar Computer Science
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48461 Advanced Seminar Computer Science (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 [48461] Advanced Seminar Computer Science (BSL), Vortrag zu einem Thema und schriftliche Ausarbeitung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Formale Methoden der Informatik

112 Core

Zugeordnete Module:	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29690	Real-Time Video Processing I
	48500	Image Synthesis
	48570	Practical Course Visual Computing
	48620	Scientific Visualization
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	68720	Human-Computer Interaction

Modul: 29430 Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900215	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Merkmalsextraktion und -repräsentation, des 3-D Maschinensehens, der Bildsegmentierung sowie der Mustererkennung. Er/sie kann Probleme aus dem Fachgebiet einordnen und diese selbständig mit den erlernten Algorithmen und Verfahren lösen.
13. Inhalt:	• Lineare Diffusion, Skalenräume • Bildpyramiden, Kanten und Eckendetektion • Hough-Transformation, Invarianten • Texturanalyse • Scale Invariant Feature Transform (SIFT) • Bildfolgenanalyse: lokale Verfahren • Bewegungsmodelle, Objektverfolgung, Feature Matching • Bildfolgenanalyse: globale Verfahren • Kamerageoemtrie, Epipolargeometrie • Stereo Matching und 3-D Rekonstruktion • Shape-from-Shading • Isotrope und anisotrope nichtlineare Diffusion • Segmentierung mit globalen Verfahren • Kontinuierliche Morphologie, Schockfilter • Mean Curvature Motion • Self-Snakes, Aktive Konturen • Bayessche Entscheidungsthorie der Mustererkennung • Klassifikation mit parametrischen Verfahren, Dichteschätzung • Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren • Dimensionsreduktion
14. Literatur:	• Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.

	• Bigun, J.: Vision with Direction, 2006. • L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001. • O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294301 Vorlesung Computer Vision • 294302 Übung Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	Correspondence Problems in Computer Vision
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 29440 Geometric Modeling and Computer Animation

2. Modulkürzel:	051900010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Guido Reina
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic computer graphics, for example: - 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	Students gain an understanding of the fundamental concepts and techniques of geometric modeling and computer animation. This includes theoretical and mathematical foundations, important algorithms, and implementation aspects as well as practical experience with modeling and animation tools such as Maya.
13. Inhalt:	This course covers foundations and methods for the modeling of scenes and for computer animation. This includes the representation of curves and surfaces, which are used by modeling and animation software for modeling of objects, description of the dynamics of parameters, or keyframe animation. Physically based animation describes motion via kinematic and dynamics laws of mechanics. Applications thereof include particle systems all the way to character animation and deformation. In particular, the following topics are covered: - Description and modeling of curves: differential geometry of curves, polynomial curves in general, interpolation, Bezier curves, B-splines, rational curves, NURBS - Description and modeling of surfaces: differential geometry of surfaces, tensor product surfaces, Bezier patches, NURBS, ruled surfaces, Coons pathes - Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, sudivision curves, subdivision surfaces - Overview of animation techniques - Keyframe animation, inverse kinematics - Physically based animation of points and rigid bodies: kinematics and dynamics - Particle systems: Reeves, flocking and boids, agent-based simulation

	- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implict integrators - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets - Basics of film production: camera, lighting, production process, storyboard
14. Literatur:	• D. Eberly, 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics. Morgan Kaufmann, 2000. • G. Farin: Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide. Morgan Kaufmann, 2002. • R. Parent: Computer Animation: Algorithms and Techniques. Morgan Kaufmann, 2002. • W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipies - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29441 Geometric Modeling and Computer Animation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29441] Geometric Modeling and Computer Animation (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing
13. Inhalt:	Introduction: analog/digital Television Cameras, Image sensors and their characteristics Image Filtering, Bayer Filter Motion Analysis video compression video communication video processing Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms
14. Literatur:	• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 • More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.
13. Inhalt:	The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering. Specifically, the class covers: • graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL • textures and procedural models • shading and shadow computations in rasterization pipelines • scene graphs, culling and level-of-detail approaches • physically based rendering and photo-realistic image synthesis • local shading and material models, especially the BRDF • the rendering equation • ray tracing and Monte-Carlo approaches • global illumination simulation (especialy by means of radiosity, distriubtion ray tracing and path tracing)
14. Literatur:	• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995. • J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990. • M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485001 Lecture Image Synthesis • 485002 Exercise Image Synthesis
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics
12. Lernziele:	During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).
13. Inhalt:	• OpenGL • Qt-Framework • Raytracing • Volume Rendering • Independent Project
14. Literatur:	• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999 • Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly,1999 • An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989 • Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485701 Lab Practical Course Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic concepts of Human Computer Interaction Basic concepts of Computer Graphics
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied. The following topics will be discussed: • Introduction, history, visualization pipeline • Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures) • PerceptionBasic concepts of visual mappings • Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering) • Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology) • Tensor fields, multivariate data • Highdimensional data and information visualization
14. Literatur:	• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005 • C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486201 Lecture Scientific Visualization • 486202 Exercise Scientific Visualization

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 55630 Information Visualization and Visual Analytics

2. Modulkürzel:	051900099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Koch
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic Human Computer Interaction
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of information visualization and visual analytics. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Topics covered in this course: - Perception and Cognition - Graphs and Networks - Hierarchies and Trees - Multi-dimensional and high-dimensional data visualization - Time series visualization - Visual Analytics - Software Visualization - Geospatial visualization
14. Literatur:	• Colin Ware. Visual Thinking for Design • Colin Ware. Information Visualization. Perception for Design • Edward Tufte. The Visual Display of Quantitative Infomation • Robert Spence. Design for Interaction • Jim Thomas. Illuminating the Path
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556301 Vorlesung und Übung Informationsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55631 Information Visualization and Visual Analytics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Erfolgreiche Übungsteilnahmen / excercises passed

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 55640 Correspondence Problems in Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900211	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science - Modul 29430 Computer Vision
12. Lernziele:	Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.
13. Inhalt:	• Basisverfahren: Block Matching, Detektion von Verdeckungen, Merkmalsfindung, Feature Matching • Optischer Fluss: Lokale und Globale differentiale Verfahren, Parametrisierungsmodelle, Konstanzannahmem, Daten- und Glattheitsterme, Numerik, Große Verschiebungen, Hochgenaue Verfahren • Stereorekonstruktion: Projektive Geometrie, Epipolargeometrie, Schätzung der Fundementalmatrix • Szenenfluss: Gemeinsame Schätzung von Struktur, Bewegung und Geometrie • Medizinische Bildregistrierung: Mutual Information, Elastische und krümmungsbasierte Regularisierung, Landmarks • Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisierung, Inkompressibler Navier Stokes Prior
14. Literatur:	• O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. • J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. • A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [55641] Correspondence Problems in Computer Vision (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers

2. Modulkürzel:	051900033	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze Pawel Wozniak
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of human computer interaction
12. Lernziele:	Broad understanding for methods and concepts of multimodal interactions of personal computers, in particular for mobile systems, vehicles, tedious devices and environments.
13. Inhalt:	• Interaction with mobile phones • User interfaces for vehicles • Interaction with intelligent environments • Interactive interfaces and gestures • Tangible user interfaces • Speech input and output • Camera-based interaction • Physiological sensors as interfaces between human and computer • Activities, context and emotions as input • Methods and techniques for designing user interfaces • Approaches for evaluating user interfaces
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556501 Lecture Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers • 556502 Exercise Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55651 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

Modul: 68720 Human-Computer Interaction

2. Modulkürzel:	051900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	051520005 Programmierung und Software-Entwicklung 051200005 Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. Sie lernen Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung, Implementierung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. Studierende können Benutzungsschnittstellen mit verschiedenen Methoden evaluieren und die erlernten Konzepte praktisch anwenden.
13. Inhalt:	Die Vorlesung vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion, historische Entwicklung • Prozesse zur Entwicklung von benutzbaren Schnittstellen • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten

	• Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
14. Literatur:	• Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004 • Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005 • Field, Andy, and Graham Hole, How to design and report experiments, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 687201 Vorlesung Human-Computer Interaction • 687202 Übung Human-Computer Interaction
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 68721 Human-Computer Interaction (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • 68722 Human-Computer Interaction (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

113 Extended

Zugeordnete Module:	10120	Modellbildung und Simulation
	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29470	Machine Learning
	29690	Real-Time Video Processing I
	48500	Image Synthesis
	48570	Practical Course Visual Computing
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I
	48620	Scientific Visualization
	48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	68720	Human-Computer Interaction

Modul: 10120 Modellbildung und Simulation

2. Modulkürzel:	051240010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik
12. Lernziele:	Beherrschung des grundsätzlichen Vorgehens in der Modellbildung. Kenntnis einer Auswahl diskreter und kontinuierlicher Modelle und entsprechender Simulationsmethoden. Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig numerische Methoden problemorientiert um- und einzusetzen.
13. Inhalt:	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die Grundlagen der Modellbildung und Simulation mit dem Ziel der Vorbereitung auf weiterführende Vorlesungen in diesem Bereich. Da Simulationsmethoden oft für viele verschiedene Problemklassen einsetzbar sind, ist die Vorlesung methodisch strukturiert. Den Hauptteil der Vorlesung bilden hierbei diskrete Modelle sowie deren Behandlung, aber auch kontinuierliche Modelle werden ergänzend gestreift. Ob diskrete Ereignissimulation, spieltheoretische Ansätze, Zelluläre Automaten, Räuber-Beute Modelle oder Fuzzy-Mengen: die verschiedenen Modellierungsansätze sind so vielfältig wie die Problemstellungen, auf die sie angewendet werden. Verkehrssimulation, Populationswachstum, Wahlen oder Regelung sind nur einige der Anwendungsbereiche aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften.
14. Literatur:	• Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung, Bungartz, H.-J., Zimmer, S., Buchholz, M., Pflüger, D., Springer Verlag, eXamen.press, 2013, ISBN 978-3-642-38656-6
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 101201 Vorlesung Modellbildung und Simulation • 101202 Übung Modellbildung und Simulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	10121	Modellbildung und Simulation (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Simulation Software Engineering	

Modul: 29430 Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900215	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Merkmalsextraktion und -repräsentation, des 3-D Maschinensehens, der Bildsegmentierung sowie der Mustererkennung. Er/sie kann Probleme aus dem Fachgebiet einordnen und diese selbständig mit den erlernten Algorithmen und Verfahren lösen.
13. Inhalt:	• Lineare Diffusion, Skalenräume • Bildpyramiden, Kanten und Eckendetektion • Hough-Transformation, Invarianten • Texturanalyse • Scale Invariant Feature Transform (SIFT) • Bildfolgenanalyse: lokale Verfahren • Bewegungsmodelle, Objektverfolgung, Feature Matching • Bildfolgenanalyse: globale Verfahren • Kamerageoemtrie, Epipolargeometrie • Stereo Matching und 3-D Rekonstruktion • Shape-from-Shading • Isotrope und anisotrope nichtlineare Diffusion • Segmentierung mit globalen Verfahren • Kontinuierliche Morphologie, Schockfilter • Mean Curvature Motion • Self-Snakes, Aktive Konturen • Bayessche Entscheidungsthorie der Mustererkennung • Klassifikation mit parametrischen Verfahren, Dichteschätzung • Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren • Dimensionsreduktion
14. Literatur:	• Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.

	• Bigun, J.: Vision with Direction, 2006. • L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001. • O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294301 Vorlesung Computer Vision • 294302 Übung Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	Correspondence Problems in Computer Vision
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 29440 Geometric Modeling and Computer Animation

2. Modulkürzel:	051900010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Guido Reina
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic computer graphics, for example: - 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	Students gain an understanding of the fundamental concepts and techniques of geometric modeling and computer animation. This includes theoretical and mathematical foundations, important algorithms, and implementation aspects as well as practical experience with modeling and animation tools such as Maya.
13. Inhalt:	This course covers foundations and methods for the modeling of scenes and for computer animation. This includes the representation of curves and surfaces, which are used by modeling and animation software for modeling of objects, description of the dynamics of parameters, or keyframe animation. Physically based animation describes motion via kinematic and dynamics laws of mechanics. Applications thereof include particle systems all the way to character animation and deformation. In particular, the following topics are covered: - Description and modeling of curves: differential geometry of curves, polynomial curves in general, interpolation, Bezier curves, B-splines, rational curves, NURBS - Description and modeling of surfaces: differential geometry of surfaces, tensor product surfaces, Bezier patches, NURBS, ruled surfaces, Coons pathes - Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, sudivision curves, subdivision surfaces - Overview of animation techniques - Keyframe animation, inverse kinematics - Physically based animation of points and rigid bodies: kinematics and dynamics - Particle systems: Reeves, flocking and boids, agent-based simulation

	- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implict integrators - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets - Basics of film production: camera, lighting, production process, storyboard
14. Literatur:	• D. Eberly, 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics. Morgan Kaufmann, 2000. • G. Farin: Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide. Morgan Kaufmann, 2002. • R. Parent: Computer Animation: Algorithms and Techniques. Morgan Kaufmann, 2002. • W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipies - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29441 Geometric Modeling and Computer Animation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29441] Geometric Modeling and Computer Animation (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 29470 Machine Learning

2. Modulkürzel:	051200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in Linear Algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire an in depth understanding of Machine Learning methods. The concepts and formalisms of Machine Learning are understood as generic approach to a variety of disciplines, including image processing, robotics, computational linguistics and software engineering. This course will enable students to formalize problems from such disciplines in terms of probabilistic models and the derive respective learning and inference algorithms.
13. Inhalt:	Exploiting large-scale data is a central challenge of our time. Machine Learning is the core discipline to address this challenge, aiming to extract useful models and structure from data. Studying Machine Learning is motivated in multiple ways: 1) as the basis of commercial data mining (Google, Amazon, Picasa, etc), 2) a core methodological tool for data analysis in all sciences (vision, linguistics, software engineering, but also biology, physics, neuroscience, etc) and finally, 3) as a core foundation of autonomous intelligent systems (which is my personal motivation for research in Machine Learning). This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is: • motivation and history • probabilistic modeling and inference • regression and classification methods (kernel methods, Gaussian Processes, Bayesian kernel logistic regression, relations) • discriminative learning (logistic regression, Conditional Random Fields) • feature selection • boosting and ensemble learning

	• representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning) • graphical models • inference in graphical models (MCMC, message passing, variational) • learning in graphical models • structure learning and model selection • relational learning
14. Literatur:	• *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/ (recommended: read introductory chapter) • *Pattern Recognition and Machine Learning* by Bishop, C. M.. Springer 2006.online: http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/ (especially chapter 8, which is fully online)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294701 Lecture Machine Learning • 294702 Exercise Machine Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing
13. Inhalt:	Introduction: analog/digital Television Cameras, Image sensors and their characteristics Image Filtering, Bayer Filter Motion Analysis video compression video communication video processing Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms
14. Literatur:	• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 • More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.
13. Inhalt:	The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering. Specifically, the class covers: • graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL • textures and procedural models • shading and shadow computations in rasterization pipelines • scene graphs, culling and level-of-detail approaches • physically based rendering and photo-realistic image synthesis • local shading and material models, especially the BRDF • the rendering equation • ray tracing and Monte-Carlo approaches • global illumination simulation (especialy by means of radiosity, distriubtion ray tracing and path tracing)
14. Literatur:	• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995. • J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990. • M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485001 Lecture Image Synthesis • 485002 Exercise Image Synthesis
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics
12. Lernziele:	During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).
13. Inhalt:	• OpenGL • Qt-Framework • Raytracing • Volume Rendering • Independent Project
14. Literatur:	• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999 • Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly,1999 • An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989 • Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485701 Lab Practical Course Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will aquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.
13. Inhalt:	Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's infomation gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area. • Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle • relations to stochastic optimal control theory • basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc) • model-based RL methods • theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max) • relational RL • inverse RL, learning from demonstration and instruction • information theoretic formulations of RL • modern policy search methods (and applications in robotics)
14. Literatur:	• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely availableonline.

	• (For robotics application) S .Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006. • (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely availableonline. • S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. http://planning.cs.uiuc.edu/
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485801 Lecture Reinforcement Learning • 485802 Exercise Reinforcement Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48581 Reinforcement Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48600 Robotics I

2. Modulkürzel:	051200999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint Duy Nguyen-Tuong
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire the basic methodologies to model, control and navigate robots, including trajectory planning, control of dynamic systems and object manipulation.
13. Inhalt:	The lecture will give an introduction to robotics, focusing on essential theoretical foundations of planning and controlling motion, state estimation and eventually object manipulation. Exercises in simulations and on a real robot are a core element of this lecture to gain practical experience. • motivation and history • (inverse) kinematics • path finding and trajectory optimization • (non-)holonomic systems • mobile robots • sensor processing (vision, range sensors) • simulation of robots and environments • object grasping and manipulation
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486002 Exercise Robotics I • 486001 Lecture Robotics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic concepts of Human Computer Interaction Basic concepts of Computer Graphics
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied. The following topics will be discussed: • Introduction, history, visualization pipeline • Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures) • PerceptionBasic concepts of visual mappings • Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering) • Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology) • Tensor fields, multivariate data • Highdimensional data and information visualization
14. Literatur:	• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005 • C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486201 Lecture Scientific Visualization • 486202 Exercise Scientific Visualization

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Stefan Funke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge on algorithms and data structures
12. Lernziele:	The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on dicrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.
13. Inhalt:	Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering • 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55630 Information Visualization and Visual Analytics

2. Modulkürzel:	051900099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Koch
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic Human Computer Interaction
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of information visualization and visual analytics. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Topics covered in this course: - Perception and Cognition - Graphs and Networks - Hierarchies and Trees - Multi-dimensional and high-dimensional data visualization - Time series visualization - Visual Analytics - Software Visualization - Geospatial visualization
14. Literatur:	• Colin Ware. Visual Thinking for Design • Colin Ware. Information Visualization. Perception for Design • Edward Tufte. The Visual Display of Quantitative Infomation • Robert Spence. Design for Interaction • Jim Thomas. Illuminating the Path
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556301 Vorlesung und Übung Informationsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55631 Information Visualization and Visual Analytics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Erfolgreiche Übungsteilnahmen / excercises passed

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 55640 Correspondence Problems in Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900211	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science - Modul 29430 Computer Vision
12. Lernziele:	Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.
13. Inhalt:	• Basisverfahren: Block Matching, Detektion von Verdeckungen, Merkmalsfindung, Feature Matching • Optischer Fluss: Lokale und Globale differentiale Verfahren, Parametrisierungsmodelle, Konstanzannahmem, Daten- und Glattheitsterme, Numerik, Große Verschiebungen, Hochgenaue Verfahren • Stereorekonstruktion: Projektive Geometrie, Epipolargeometrie, Schätzung der Fundementalmatrix • Szenenfluss: Gemeinsame Schätzung von Struktur, Bewegung und Geometrie • Medizinische Bildregistrierung: Mutual Information, Elastische und krümmungsbasierte Regularisierung, Landmarks • Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisierung, Inkompressibler Navier Stokes Prior
14. Literatur:	• O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. • J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. • A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [55641] Correspondence Problems in Computer Vision (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers

2. Modulkürzel:	051900033	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze Pawel Wozniak
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of human computer interaction
12. Lernziele:	Broad understanding for methods and concepts of multimodal interactions of personal computers, in particular for mobile systems, vehicles, tedious devices and environments.
13. Inhalt:	• Interaction with mobile phones • User interfaces for vehicles • Interaction with intelligent environments • Interactive interfaces and gestures • Tangible user interfaces • Speech input and output • Camera-based interaction • Physiological sensors as interfaces between human and computer • Activities, context and emotions as input • Methods and techniques for designing user interfaces • Approaches for evaluating user interfaces
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556501 Lecture Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers • 556502 Exercise Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55651 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

Modul: 68720 Human-Computer Interaction

2. Modulkürzel:	051900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	051520005 Programmierung und Software-Entwicklung 051200005 Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. Sie lernen Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung, Implementierung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. Studierende können Benutzungsschnittstellen mit verschiedenen Methoden evaluieren und die erlernten Konzepte praktisch anwenden.
13. Inhalt:	Die Vorlesung vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion, historische Entwicklung • Prozesse zur Entwicklung von benutzbaren Schnittstellen • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten

	• Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
14. Literatur:	• Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004 • Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005 • Field, Andy, and Graham Hole, How to design and report experiments, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 687201 Vorlesung Human-Computer Interaction • 687202 Übung Human-Computer Interaction
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 68721 Human-Computer Interaction (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • 68722 Human-Computer Interaction (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

114 Breadth

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	10250	Parallele Systeme
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	29580	Data Compression
	29590	Digitale Systeme
	29600	Digital System Design II
	29640	Mikrocontroller
	29680	Real-Time Programming
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	39250	Distributed Systems I
	40680	Optimization
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	42920	Hardware-Software-Codesign
	45730	Distributed Systems II
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	48480	Data Engineering
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48550	Practical Course Information Systems
	48560	Practical Course Robotics
	48610	Robotics II
	48640	Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
	51720	IT-Strategy
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55740	Advanced Service Computing
	60860	3D Scanner - Algorithms and Systems
	71740	System and Web Security
	71760	Security and Privacy
	78900	Introduction to Modern Cryptography

Modul: 10080 Datenbanken und Informationssysteme

2. Modulkürzel:	051200025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die erforderlichen Kenntnisse für Datenbankprogrammierer in angemessenem Umfang erworben.
13. Inhalt:	Die Vorlesung "Datenbanken und Informationssysteme" ist als Einstiegsveranstaltung in das Vertiefungsgebiet Datenbanksysteme konzipiert. Aufbauend auf dem Inhalt der Vorlesung "Modellierung" werden insbesondere Entwurfs- und Realisierungsaspekte von Datenbanksystemen betrachtet. Die Entwicklung, Installation und Administration von Datenbanksystemen bestimmen hier sowohl Stoffauswahl als auch Detaillierungsgrad. Als Grundlage für alle weiteren Betrachtungen wird ein Schichtenmodell zur Beschreibung eines allgemeinen Datenbanksystems vorgestellt. Darauf aufbauend werden die einzelnen Systemschichten im Detail diskutiert, die dort zu realisierenden Komponenten betrachtet sowie die jeweils vorherrschenden Algorithmen beschrieben und bewertet. Im Einzelnen werden folgende Aspekte vertieft: • Anwendungsprogrammierschnittstelle • Externspeicherverwaltung • DBS-Pufferverwaltung • Speicherungsstrukturen und Zugriffspfadstrukturen • Anfrageverarbeitung und Anfrageoptimierung • Transaktionsverarbeitung, Synchronisation • Logging und Recovery.
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • Th. Härder, E. Rahm, Datenbanksysteme, 2008. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. • R. Elmasri, S. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 2003.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 100802 Übung Datenbanken und Informationssysteme • 100801 Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 10081 Datenbanken und Informationssysteme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • Schriftliche oder mündliche Prüfungsleistung, 60 Min., Gewicht: 1.0, • Prüfungsvorleistung: Modalitäten werden in der ersten Vorlesung angegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 10250 Parallele Systeme

2. Modulkürzel:	051200065	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfahrungen aus dem Bereich Technische Informatik
12. Lernziele:	Grundlegende Kenntnisse im Bereich paralleler Systeme, z.B. Multi-Core CPUs und deren Programmierung.
13. Inhalt:	• Die Entwicklung vom klassichen Mikroprozessor zur Multi-Core CPUProgrammierung paralleler Rechnersysteme • Systolische Arrays, massiv parallele Systeme • Parallele Systeme aus verschiedenen Anwendungsdomänen: ausgewählte Fallbeispiele
14. Literatur:	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 102501 Vorlesung Parallele Systeme • 102502 Übung Parallele Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messing to solve (enterprise) application integration problems are understood.
13. Inhalt:	Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patters will be presented, the composability of these patters will explained.
14. Literatur:	• G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003. • M. Hapner et al: Java Messagin Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Prüfung schriftlich (60 min) oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.
13. Inhalt:	At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP. The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.
14. Literatur:	• S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005

	• G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004 • E. Wilde:"World Wide Web", Springer 1999 • M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008 • N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007 • Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008 • D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilley 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 29580 Data Compression

2. Modulkürzel:	051230110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires basic knowledge in mathematics.
12. Lernziele:	The students learn the concepts of data compression and acquire an understanding of different algorithms for data compression. Furthermore they will be able to implement and further develop the algorithms discussed in the course.
13. Inhalt:	• Shannon Entropy • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression
14. Literatur:	Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005. More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29581 Data Compression (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [29581] Data Compression (PL), schriftliche Prüfung,90 Min., Gewicht: 1.0 , written 90 Min. or oral 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Boad und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.
13. Inhalt:	• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc. • Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme • Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten • Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects • Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen
14. Literatur:	• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999 More literature is named in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This lectures requires the knowledge of "System Design I". Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.
12. Lernziele:	The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.
13. Inhalt:	• Presentation of a case study of a digital system • Simulatable specification of the syste • Architecture for Implementation using FPGAs' • Design and design tools for board integration • Implementation of a digital system • Verification of a digital system
14. Literatur:	Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999. More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects. Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.
12. Lernziele:	Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures. Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrokontrollern und kennen klassische Architekturen. • Historische Übersicht • Mikrocontroller-Architekturen • Einsatzgebiete von Mikrocontrollern • Befehlssatz klassischer Microcontroller • Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern • C-Programmierung von Mikrocontrollern
13. Inhalt:	Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a sinlge chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),

	consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc. Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers. Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1$. Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmierspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikropozessoren. Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.). Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar. Aus http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller
14. Literatur:	• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009 More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden **Gesamt: 180 Stunden**
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29680 Real-Time Programming

2. Modulkürzel:	051510301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Felix Krause
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Significant programming experience (not necessarily in real-time application) is highly advisable. • Knowledge of Ada, C/C++ and Unix is helpful, but not required.
12. Lernziele:	Students understand the standard terminology of deadline-driven, safety-critical real-time systems. They understand the issues that differentiate such systems from general software systems, and they know about available solutions, if any.
13. Inhalt:	1) General requirements and terminology of real-time systems 2) Deterministic execution: avoiding language-, implementation- and hardware-induced non-determinisms, coping with limited resources, storage estimation and management, execution time estimation 3) Fault tolerance: Faults and failure modes, N-version programming, voting, forward and backward recovery 4) Simple scheduling regimes: cyclic executives, deadline guarantees 5) Parallelism and priority scheduling regimes: processes, threads, tasks, run-time kernels, task management, interrupt handling 6) Synchronization and communication: semaphores, critical regions, monitors, protected objects, rendezvous, messaging 7) Control of shared resources 8) Distributed Systems: basic concepts, major issues
14. Literatur:	• Alan Burns and Andy Wellings: Real-Time Systems and Programming Languages, Addison Wesley, 1997 ... or later editions of the Burns/Wellings-Book, e.g., 4.ed. 2009 • Language reference manuals (C++, Java, Ada) are useful at times.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296801 Vorlesung mit Übung Real-Time Programming
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29681 Real-Time Programming (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Programmiersprachen und Übersetzerbau

Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.
13. Inhalt:	1. Introduction to embedded systems and their design constraints 2. Synthesis models and algorithms 3. System level synthesis 4. High level synthesis 5. Pipelined data path and controller design 6. Software task scheduling and schedulability analysis 7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment 8. Communication architectures for embedded systems
14. Literatur:	- Skript „Embedded Systems Engineering - G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005. - P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998. - P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering • 297102 Übung Embedded Systems Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze
12. Lernziele:	The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.
13. Inhalt:	1. Fundamentals of wireless data transmission 2. Media access for wireless networks 3. Location Management 4. Wireless Wide Area Networks 5. Wireless networks (local/personal) 6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration 7. Mobility in IP-networks 8. Transport layer protocols for mobile systems 9. Location of services 10. Mobile data access 11. Introduction 12. Wireless data transmission 13. Location Management 14. Wireless 15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS 16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth 17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management 18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP 19. Transport layers for mobile systems

	20. Location of services : Problem, JINI, UpnP 21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding
14. Literatur:	• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997 • James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998 • Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000 • Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002 • Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000 • Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.
13. Inhalt:	Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics: • Hierarchical concurrent state machine models, • Kahn process networks, synchronous data flow networks, • specification of timing, concurrency, and non-functional aspects, • object-oriented modeling of embedded systems, • event-driven simulation with the example of the SystemC library, • modeling levels with emphasis on transaction level modeling.
14. Literatur:	• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification". • Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency andTime in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004. • Black, D., Donovan,D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer AcademicPublishers, 2004.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification • 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden **Summe: 180 Stunden**
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Programmierung und Software-Entwicklung - Datenstrukturen und Algorithmen - Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	The Students will gain an understanding of the basic charasteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.
13. Inhalt:	1) Introduction to distributed systems 2) System models 3) Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4) Naming: Generating and Resolution 5) Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchonization of clocks 6) Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7) Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8) Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9) Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10) Mulitcast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms

14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 392502 Übungen Verteilte Systeme • 392501 Vorlesung Verteilte Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 40680 Optimization

2. Modulkürzel:	051200113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid basic knowledge in linear algebra and analysis. Basic programming skills.
12. Lernziele:	Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines, e.g. Machine Learning, Combinatorial Optimization, Computer Vision, Robotics, Simulation. The focus will be on continuous optimization problems (including as they arise from relaxations of discrete problems), including convex problems, quadratic und linear programming, but also non-linear black-box problems. The goal is to give an overview of the various approaches and mathematical formulations and practical experience with the basic paradigms.
13. Inhalt:	Optimization is one of the most fundamental tools of modern sciences. Many phenomena -- be it in computer science, artificial intelligence, logistics, physics, finance, or even psychology and neuroscience -- are typically described in terms of optimality principles. The reason is that it is often easier to describe or design an optimality principle or cost function rather than the system itself. However, if systems are described in terms of optimality principles, the computational problem of optimization becomes central to all these sciences. This lecture aims give an overview and introdution to various approaches to optimization together with practical experience in the exercises. The focus will be on continuous optimization problems and we will cover methods ranging from standard convex optimization and gradient methods to non-linear black box problems (evolutionary algorithms) and optimal global optimization. Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines. A preliminary list of topics is: • gradient methods, log-barrier, conjugate gradients, Rprop • constraints, KKT, primal/dual • Linear Programming, simplex algorithm • (sequential) Quadratic Programming • Markov Chain Monte Carlo methods

	• 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS • blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 406801 Vorlesung mit Übungen Optimization
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40681 Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4 SWS
12. Lernziele:	The course has the objective to provide knowledge about the essentional modelling constructs for workflows and their mapping to corresponding workflow languages. In addition, the life cycle of Workflow-based applications will be presented in detail and connected to the Architecture of Workflow Management Systems, which will also be presented. Moreover, the goal is to enable students to use workflow languages (in particular BPEL) in practice. In this respects students will also understand the fundamental approach process graphs, which is applied in workflow languages. Of great importance are , mechanisms for fault handling and exception handling - these will be explained in detail and students will be able to apply them.
13. Inhalt:	Workflows are IT realisations of business processes and are also considered an approach of significant importance for composition of applications. This course will introduce the foundations of this area, also known as Business Process Management BPM). 1) Historical Development of the Workflow Technology 2) Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...) 3) Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...) 4) Flow Languages (FDL, BPEL) 5) Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics) 6) Advanced funcitons (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation) 7) Two-level programming paradigm 8) Transactional support in workflows
14. Literatur:	• F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 • W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42901 Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Business Process Management
12. Lernziele:	Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.
13. Inhalt:	In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert. • Human Task Management • Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...) • Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch) • Process Monitoring • Process Mining • Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...) • Verdrahten von Komponenten (Global Models,...) • Anwendungsbereiche (Manufakturing, Compliance,...) • Prozessadaption und -flexibilität
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	42911 Advanced Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.
13. Inhalt:	This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign • 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is deepend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction
14. Literatur:	• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen • 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052010013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Kristof Klöckner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing Business Process Management
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.
13. Inhalt:	Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it. We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud. Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy. Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings. The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.
14. Literatur:	To be announced in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation • 466602 Excercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min. Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen. Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course
12. Lernziele:	The students obtain an overview the general data engineering process. Selected system-oriented and algorithmic details for each step and component of the data engineering process are covered such that students get detailed knowledge on possible solutions. The discussion enables students to develop data engineering solutions of their own.
13. Inhalt:	Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analysis. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include: • Data collection: how do we find relevant data sources? • Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed? • Data quality and data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected? • Data distribution:What modern technologies support the wide dissemination of data? • Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called meta-data describing the data processing?
14. Literatur:	There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books. • Xin Luna Dong and Divesh Srivastava.Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015. • Wanfei Fan and Floris Geerts.Fondations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.

	• AnHai Doan, Alon Halevy, and Zachary Ives. Principles of Data Integration. Morgan Kaufmann, 2012. • James Cheney, Laura Chiticariu, and Wang Chiew Tan.Provenance in Databases: Why, How, and Where. Foundations and Trends in Databases, Vol. 1, No.4, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484802 Exersice Data Engineering • 484801 Lecture Data Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48481 Data Engineering (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.
14. Literatur:	Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen.Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferrably C++
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200880	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I
12. Lernziele:	Students will aquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.
13. Inhalt:	This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own. Topics: • Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis) • Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems) • Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy) • Imitation learning (inverse reinforcement learning) • Policy search (model based and model free) • Model learning (forward and inverse models)
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486102 Exercise Robotics II • 486101 Lecture Robotics II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

2. Modulkürzel:	051200987	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solild knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire a conceptual overview of the challenges and research in intelligent autonomous systems. The course will emphasize the necessity of combining theory with integrated systems, namely the theoretical and computational foundations modeling and solving decision and behavioral problems and the integration in real-world autonomous systems that integrate perception, action and (on-board) computation. The course reflects the conceptual structure of the Major in Autonomous Systems by addressing the methodological foundations of (i) Computational Intelligence and Learning, (ii) Perception and Action, and (iii) System Integration.
13. Inhalt:	This course discusses the challenges and research in intelligent autonomous systems. It introduces to the basic foundations in the relevant disciplines to enable a holistic view on autonomous systems. This is done using a coherent formalization for concepts which are usually introduced separately. • motivation and history • challenges in autonomous systems • frameworks for modeling decision and behavioral problems • computational methods for solving such problems: planning, decision making • system integration • classical Artificial Intelligence and modern probabilistic AI • perception and image processing • learning from data (basic regression and classification) • learning applied in autonomous systems (Reinforcement Learning, adaptive control, system identification)
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486401 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

	• 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48641 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	52010014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Sven Lorenz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Vorlesung "Strategisches IT Management (IT Strategie)" vermittelt ein Verständnis von Management-Strategien, Konzepten und Theorien. Sie erläutert das Entwicklen von Strategien und die Bewertung von Optionen unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der Informationstechnologie im Zeitalter der Digitalen Transformation. Die Studierenden lernen die Bestandteile einer IT Strategie kennen und sind anschließend in der Lage, aus gegebenen Rahmenbedingungen in einem Unternehmen, wie z. B. der Unternehmensstrategie un der bestehenden IT-Landschaft, systematisch eine IT Strategie abzuleiten und weiterzuentwicklen. Dabei wird sowohl auf die ehemalige, projekthafte Entwicklung einer konkreten IT Strategie im Unternehmen eingegangen, als auch auf das strategische IT Management als permanenter Prozess mit den strategischen Aufgaben in der IT-Organistationsentwicklung, dem IT-Sourcing-Management, dem IT-Architektur-Management, dem IT-Qualitätsmanagement, dem IT-Innovationsmanagement sowie dem IT-Risikomanagement.
13. Inhalt:	Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung,

	IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.
14. Literatur:	• Vorlesungsskript • Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010 • Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010 • Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010 • G. Dern, Management von IT-Architekturen, VIEWEG, 2006 • Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Prüfungsleistung(PL), Schriftlich (90 min) oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 55600 Advanced Information Management

2. Modulkürzel:	051200099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Holger Schwarz
9. Dozenten:	Holger Schwarz Bernhard Mitschang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen aktuelle Konzepte zur Modellierung, Entwicklung, Verwaltung und Betrieb datenbankorientierter Anwendungen. Hierzu gehören Technologien und Standards zur XML-Verarbeitung und deren Integration in Datenbanksysteme sowie Konzepte und Systeme für Content Management und Datenmanagement in der Cloud.
13. Inhalt:	In dieser Veranstaltung werden insbesondere folgende Themen besprochen: • XML und Datenbanktechnologie (XML-Modellierung, XML-Speicherung, XML-Anfragesprachen, XML-Verarbeitung) • NoSQL Datenmanagement (Key value stores, MapReduce, triple stores, document stores, graph stores) • Content Management (Enterprise Content Management, Information Retrieval, Suchtechnologien)
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556002 Übung Advanced Information Management • 556001 Vorlesung Advanced Information Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1

	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051211001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course
12. Lernziele:	Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.
13. Inhalt:	The integration of heterogeneous data sources, i.e., combining data residing in different data sources to obtain a global view of the data relating to relevant entities, represents one of the major challenges in data management. Especially in the Big Data era, techniques for automatic, efficient, effective, and scalable integration is key to solving the issue of variety. The problem has been considered for decades, and this lecture will cover foundations of data integration as well as algorithmic and system aspects. In particular, this course will cover the following topics: • Distribution, autonomy, and heterogeneity as major challenges in data integration. • Types of data integration and associated architectures of integrating systems. • Query processing in integrating systems. • Overcoming schematic heterogeneities between integrated data sources (schema mapping and schema matching). • Getting a unified view of the data using duplicate detection and data fusion.
14. Literatur:	AnHai Doan and Alon Halevy and Zachary Ives. Principles of Data IntegrationMorgan Kaufmann;, 2012, ISBN 0124160441. Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556101 Vorlesung Information Integration • 556102 Übung Information Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Data Engineering

Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.
13. Inhalt:	Among the topics to be discussed in this course are: • Introduction to data warehousing • Data warehouse architecture • Data warehouse design • Extraction, transformation, load • ETL as a service • Introduction to analytics and analytic services • Real-time reporting • Online analytic processing • Data mining
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien • 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010015	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS) or Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)
12. Lernziele:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.
13. Inhalt:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.
14. Literatur:	Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.

	• S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005 • S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005 • Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004 • Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer) • 557402 Lecture Services and Security (Winter)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

Modul: 60860 3D Scanner - Algorithms and Systems

2. Modulkürzel:	051230002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsleistung (PL): schriftlich, 90 min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	052900002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solide Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache.
12. Lernziele:	• Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web, • Students are familar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles, • Students are familiar with common defense mechanisms.
13. Inhalt:	IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies. The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc. The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.
14. Literatur:	Will be announced in class
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717401 Vorlesung System and Web Security • 717402 Übung System and Web Security
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung System- und Websicherheit
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 71741 System and Web Security (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) zur Vorlesung und Übung System- und Websicherheit

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	052900004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse aus den Vorlesungen *Grundlagen der Informationssicherheit* (Bachelor) sowie *Introduction to Modern Cryptography* (Master) sind vorteilhaft, werden allerdings nicht zwingend vorausgesetzt. Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.
13. Inhalt:	This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from term to term, depending on the development of the field and the focus of the information security group. Possible topics include: • Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems • Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools? • Blockchains, Smart Contracts, and applications, such as cryptocurrencies, e.g., Bitcoin and Ethereum. • Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other? • Differential Privacy and Privacy-Preserving Data Mining: how to make use of information in (statistical) databases without revealing information about individuals? • E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious? • Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols

	• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security
14. Literatur:	Will be announced in class.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717601 Vorlesung Security and Privacy • 717602 Übung Security and Privacy
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Security and Privacy
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 71761 Security and Privacy (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Security and Privacy
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 78900 Introduction to Modern Cryptography

2. Modulkürzel:	052900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik wie sie in den ersten drei oder vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik/Mathematik vermittelt werden. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung *Grundlagen der Informationssicherheit* sind nützlich, aber keine zwingende Voraussetzung.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of cryptography. They will be able to judge and assess the security of cryptographic constructions used in practice (encryption schemes, digital signatures, messages authentication codes, etc.) and will be able to read scientific papers on cryptography.
13. Inhalt:	p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.ctl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.ctl:link { font-family: "Times New Roman"; } Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life when we do, for example, online shopping and online banking, pay with credit or debit card, open doors with electronic keys, or when we use social networks, instant messengers, online games, WiFi, mobile networks, or electronic currencies. Here, cryptography is essential in order to guarantee various central security properties such as secrecy and integrity of messages as well as authenticity of the communication partners. This course provides an introduction to modern cryptography. In the traditional approach to cryptography, cryptographers proposed, for example, encryption algorithms, and then others, cryptanalysts, tried to break them. In modern cryptography, cryptographers try to prove that their cryptographic constructions are secure under

	certain assumptions, even when attacked by powerful adversaries. Hence, cryptography turned from pure art to science. The course covers several fundamental cryptographic primitives, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. These primitives are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.), used by billions of people every day. The course presents common cryptographic constructions as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols. In the spirit of modern cryptography, we ask the following questions: What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we prove security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, we prove security or present attacks. This provides a deep understanding of the security/insecurity of the cryptography that surrounds us.
14. Literatur:	• Ralf Küsters and Thomas Wilke. Moderne Kryptographie - Eine Einführung. Vieweg + Teubner, 2011. • Jonathan Katz and Yehuda Lindell. Introduction to Modern Cryptography - Second Edition. CRC Press 2015.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789001 Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), • 78901 Introduction to Modern Cryptography (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Introduction to Modern Cryptography
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

120 Autonomous Systems in Computer Science

Zugeordnete Module:	121	Compulsory
	122	Core
	123	Extended
	124	Breadth

121 Compulsory

Zugeordnete Module:	48460	Advanced Seminar Computer Science
	48640	Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

Modul: 48460 Advanced Seminar Computer Science

2. Modulkürzel:	051900077	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Compulsory --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Compulsory --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students learn how to work with scientific literature for getting acquainted with a certain subject. They are able to extract the central statements from such publications, to collect and interpret additional data and to present their results to an audience.
13. Inhalt:	reading scientific literature &; present the contents to an audience
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the seminar
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484601 Advanced Seminar Computer Science
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48461 Advanced Seminar Computer Science (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 [48461] Advanced Seminar Computer Science (BSL), Vortrag zu einem Thema und schriftliche Ausarbeitung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Formale Methoden der Informatik

Modul: 48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

2. Modulkürzel:	051200987	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solild knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire a conceptual overview of the challenges and research in intelligent autonomous systems. The course will emphasize the necessity of combining theory with integrated systems, namely the theoretical and computational foundations modeling and solving decision and behavioral problems and the integration in real-world autonomous systems that integrate perception, action and (on-board) computation. The course reflects the conceptual structure of the Major in Autonomous Systems by addressing the methodological foundations of (i) Computational Intelligence and Learning, (ii) Perception and Action, and (iii) System Integration.
13. Inhalt:	This course discusses the challenges and research in intelligent autonomous systems. It introduces to the basic foundations in the relevant disciplines to enable a holistic view on autonomous systems. This is done using a coherent formalization for concepts which are usually introduced separately. • motivation and history • challenges in autonomous systems • frameworks for modeling decision and behavioral problems • computational methods for solving such problems: planning, decision making • system integration • classical Artificial Intelligence and modern probabilistic AI • perception and image processing • learning from data (basic regression and classification) • learning applied in autonomous systems (Reinforcement Learning, adaptive control, system identification)
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486401 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

	• 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48641 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

122 Core

Zugeordnete Module:	29430	Computer Vision
	29470	Machine Learning
	29590	Digitale Systeme
	29690	Real-Time Video Processing I
	29710	Embedded Systems Engineering
	39250	Distributed Systems I
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I

Modul: 29430 Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900215	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Merkmalsextraktion und -repräsentation, des 3-D Maschinensehens, der Bildsegmentierung sowie der Mustererkennung. Er/sie kann Probleme aus dem Fachgebiet einordnen und diese selbständig mit den erlernten Algorithmen und Verfahren lösen.
13. Inhalt:	• Lineare Diffusion, Skalenräume • Bildpyramiden, Kanten und Eckendetektion • Hough-Transformation, Invarianten • Texturanalyse • Scale Invariant Feature Transform (SIFT) • Bildfolgenanalyse: lokale Verfahren • Bewegungsmodelle, Objektverfolgung, Feature Matching • Bildfolgenanalyse: globale Verfahren • Kamerageoemtrie, Epipolargeometrie • Stereo Matching und 3-D Rekonstruktion • Shape-from-Shading • Isotrope und anisotrope nichtlineare Diffusion • Segmentierung mit globalen Verfahren • Kontinuierliche Morphologie, Schockfilter • Mean Curvature Motion • Self-Snakes, Aktive Konturen • Bayessche Entscheidungsthorie der Mustererkennung • Klassifikation mit parametrischen Verfahren, Dichteschätzung • Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren • Dimensionsreduktion
14. Literatur:	• Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.

	• Bigun, J.: Vision with Direction, 2006. • L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001. • O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294301 Vorlesung Computer Vision • 294302 Übung Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	Correspondence Problems in Computer Vision
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 29470 Machine Learning

2. Modulkürzel:	051200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in Linear Algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire an in depth understanding of Machine Learning methods. The concepts and formalisms of Machine Learning are understood as generic approach to a variety of disciplines, including image processing, robotics, computational linguistics and software engineering. This course will enable students to formalize problems from such disciplines in terms of probabilistic models and the derive respective learning and inference algorithms.
13. Inhalt:	Exploiting large-scale data is a central challenge of our time. Machine Learning is the core discipline to address this challenge, aiming to extract useful models and structure from data. Studying Machine Learning is motivated in multiple ways: 1) as the basis of commercial data mining (Google, Amazon, Picasa, etc), 2) a core methodological tool for data analysis in all sciences (vision, linguistics, software engineering, but also biology, physics, neuroscience, etc) and finally, 3) as a core foundation of autonomous intelligent systems (which is my personal motivation for research in Machine Learning). This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is: • motivation and history • probabilistic modeling and inference • regression and classification methods (kernel methods, Gaussian Processes, Bayesian kernel logistic regression, relations) • discriminative learning (logistic regression, Conditional Random Fields) • feature selection • boosting and ensemble learning

	• representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning) • graphical models • inference in graphical models (MCMC, message passing, variational) • learning in graphical models • structure learning and model selection • relational learning
14. Literatur:	• *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/ (recommended: read introductory chapter) • *Pattern Recognition and Machine Learning* by Bishop, C. M.. Springer 2006.online: http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/ (especially chapter 8, which is fully online)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294701 Lecture Machine Learning • 294702 Exercise Machine Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Boad und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.
13. Inhalt:	• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc. • Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme • Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten • Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects • Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen
14. Literatur:	• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999 More literature is named in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing
13. Inhalt:	Introduction: analog/digital Television Cameras, Image sensors and their characteristics Image Filtering, Bayer Filter Motion Analysis video compression video communication video processing Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms
14. Literatur:	• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 • More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.
13. Inhalt:	1. Introduction to embedded systems and their design constraints 2. Synthesis models and algorithms 3. System level synthesis 4. High level synthesis 5. Pipelined data path and controller design 6. Software task scheduling and schedulability analysis 7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment 8. Communication architectures for embedded systems
14. Literatur:	- Skript „Embedded Systems Engineering - G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005. - P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998. - P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering • 297102 Übung Embedded Systems Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Programmierung und Software-Entwicklung - Datenstrukturen und Algorithmen - Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	The Students will gain an understanding of the basic charasteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.
13. Inhalt:	1) Introduction to distributed systems 2) System models 3) Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4) Naming: Generating and Resolution 5) Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchonization of clocks 6) Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7) Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8) Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9) Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10) Mulitcast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms

14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 392502 Übungen Verteilte Systeme • 392501 Vorlesung Verteilte Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will aquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.
13. Inhalt:	Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's infomation gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area. • Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle • relations to stochastic optimal control theory • basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc) • model-based RL methods • theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max) • relational RL • inverse RL, learning from demonstration and instruction • information theoretic formulations of RL • modern policy search methods (and applications in robotics)
14. Literatur:	• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely availableonline.

	• (For robotics application) S .Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006. • (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely availableonline. • S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. http://planning.cs.uiuc.edu/
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485801 Lecture Reinforcement Learning • 485802 Exercise Reinforcement Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48581 Reinforcement Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48600 Robotics I

2. Modulkürzel:	051200999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint Duy Nguyen-Tuong
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire the basic methodologies to model, control and navigate robots, including trajectory planning, control of dynamic systems and object manipulation.
13. Inhalt:	The lecture will give an introduction to robotics, focusing on essential theoretical foundations of planning and controlling motion, state estimation and eventually object manipulation. Exercises in simulations and on a real robot are a core element of this lecture to gain practical experience. • motivation and history • (inverse) kinematics • path finding and trajectory optimization • (non-)holonomic systems • mobile robots • sensor processing (vision, range sensors) • simulation of robots and environments • object grasping and manipulation
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486002 Exercise Robotics I • 486001 Lecture Robotics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

123 Extended

Zugeordnete Module:	10250	Parallele Systeme
	29430	Computer Vision
	29470	Machine Learning
	29580	Data Compression
	29690	Real-Time Video Processing I
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	39250	Distributed Systems I
	45730	Distributed Systems II
	46760	Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48560	Practical Course Robotics
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I
	48610	Robotics II
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	60860	3D Scanner - Algorithms and Systems
	68720	Human-Computer Interaction
	78900	Introduction to Modern Cryptography

Modul: 10250 Parallele Systeme

2. Modulkürzel:	051200065	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfahrungen aus dem Bereich Technische Informatik
12. Lernziele:	Grundlegende Kenntnisse im Bereich paralleler Systeme, z.B. Multi-Core CPUs und deren Programmierung.
13. Inhalt:	• Die Entwicklung vom klassichen Mikroprozessor zur Multi-Core CPUProgrammierung paralleler Rechnersysteme • Systolische Arrays, massiv parallele Systeme • Parallele Systeme aus verschiedenen Anwendungsdomänen: ausgewählte Fallbeispiele
14. Literatur:	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 102501 Vorlesung Parallele Systeme • 102502 Übung Parallele Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29430 Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900215	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Merkmalsextraktion und -repräsentation, des 3-D Maschinensehens, der Bildsegmentierung sowie der Mustererkennung. Er/sie kann Probleme aus dem Fachgebiet einordnen und diese selbständig mit den erlernten Algorithmen und Verfahren lösen.
13. Inhalt:	• Lineare Diffusion, Skalenräume • Bildpyramiden, Kanten und Eckendetektion • Hough-Transformation, Invarianten • Texturanalyse • Scale Invariant Feature Transform (SIFT) • Bildfolgenanalyse: lokale Verfahren • Bewegungsmodelle, Objektverfolgung, Feature Matching • Bildfolgenanalyse: globale Verfahren • Kamerageoemtrie, Epipolargeometrie • Stereo Matching und 3-D Rekonstruktion • Shape-from-Shading • Isotrope und anisotrope nichtlineare Diffusion • Segmentierung mit globalen Verfahren • Kontinuierliche Morphologie, Schockfilter • Mean Curvature Motion • Self-Snakes, Aktive Konturen • Bayessche Entscheidungsthorie der Mustererkennung • Klassifikation mit parametrischen Verfahren, Dichteschätzung • Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren • Dimensionsreduktion
14. Literatur:	• Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.

	• Bigun, J.: Vision with Direction, 2006. • L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001. • O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294301 Vorlesung Computer Vision • 294302 Übung Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	Correspondence Problems in Computer Vision
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 29470 Machine Learning

2. Modulkürzel:	051200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in Linear Algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire an in depth understanding of Machine Learning methods. The concepts and formalisms of Machine Learning are understood as generic approach to a variety of disciplines, including image processing, robotics, computational linguistics and software engineering. This course will enable students to formalize problems from such disciplines in terms of probabilistic models and the derive respective learning and inference algorithms.
13. Inhalt:	Exploiting large-scale data is a central challenge of our time. Machine Learning is the core discipline to address this challenge, aiming to extract useful models and structure from data. Studying Machine Learning is motivated in multiple ways: 1) as the basis of commercial data mining (Google, Amazon, Picasa, etc), 2) a core methodological tool for data analysis in all sciences (vision, linguistics, software engineering, but also biology, physics, neuroscience, etc) and finally, 3) as a core foundation of autonomous intelligent systems (which is my personal motivation for research in Machine Learning). This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is: • motivation and history • probabilistic modeling and inference • regression and classification methods (kernel methods, Gaussian Processes, Bayesian kernel logistic regression, relations) • discriminative learning (logistic regression, Conditional Random Fields) • feature selection • boosting and ensemble learning

	• representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning) • graphical models • inference in graphical models (MCMC, message passing, variational) • learning in graphical models • structure learning and model selection • relational learning
14. Literatur:	• *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/ (recommended: read introductory chapter) • *Pattern Recognition and Machine Learning* by Bishop, C. M.. Springer 2006.online: http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/ (especially chapter 8, which is fully online)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294701 Lecture Machine Learning • 294702 Exercise Machine Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 29580 Data Compression

2. Modulkürzel:	051230110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires basic knowledge in mathematics.
12. Lernziele:	The students learn the concepts of data compression and acquire an understanding of different algorithms for data compression. Furthermore they will be able to implement and further develop the algorithms discussed in the course.
13. Inhalt:	• Shannon Entropy • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression
14. Literatur:	Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005. More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29581 Data Compression (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [29581] Data Compression (PL), schriftliche Prüfung,90 Min., Gewicht: 1.0 , written 90 Min. or oral 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing
13. Inhalt:	Introduction: analog/digital Television Cameras, Image sensors and their characteristics Image Filtering, Bayer Filter Motion Analysis video compression video communication video processing Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms
14. Literatur:	• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 • More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.
13. Inhalt:	1. Introduction to embedded systems and their design constraints 2. Synthesis models and algorithms 3. System level synthesis 4. High level synthesis 5. Pipelined data path and controller design 6. Software task scheduling and schedulability analysis 7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment 8. Communication architectures for embedded systems
14. Literatur:	- Skript „Embedded Systems Engineering - G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005. - P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998. - P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering • 297102 Übung Embedded Systems Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze
12. Lernziele:	The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.
13. Inhalt:	1. Fundamentals of wireless data transmission 2. Media access for wireless networks 3. Location Management 4. Wireless Wide Area Networks 5. Wireless networks (local/personal) 6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration 7. Mobility in IP-networks 8. Transport layer protocols for mobile systems 9. Location of services 10. Mobile data access 11. Introduction 12. Wireless data transmission 13. Location Management 14. Wireless 15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS 16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth 17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management 18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP 19. Transport layers for mobile systems

	20. Location of services : Problem, JINI, UpnP 21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding
14. Literatur:	• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997 • James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998 • Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000 • Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002 • Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000 • Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Programmierung und Software-Entwicklung - Datenstrukturen und Algorithmen - Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	The Students will gain an understanding of the basic charasteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.
13. Inhalt:	1) Introduction to distributed systems 2) System models 3) Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4) Naming: Generating and Resolution 5) Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchonization of clocks 6) Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7) Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8) Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9) Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10) Mulitcast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms

14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 392502 Übungen Verteilte Systeme • 392501 Vorlesung Verteilte Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is deepend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction
14. Literatur:	• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen • 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900022	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Andrés Bruhn Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Compulsory --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modules covering mathematics, numerics, and stochastics fromBSc Informatikor BSc Softwaretechnik: • 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen *or* • 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker
12. Lernziele:	Students know the mathematical-theoretical foundations of visual computing and are able to apply them in the form of methods for computer graphics, visualization, image processing, and computer vision.
13. Inhalt:	This course covers the following topics: • Basics of affine and projective geometry, along with their use in computer graphics, especially in the rendering pipeline. • Differential calculus in 2Dand 3D, with applications in image processing and visualization. • Integral calculus in 2Dand 3D, with applications in visualization and rendering. • Ordinary differential equations, with examples from computer animation and flow visualization. • Partial differential equations for image processing. • Interpolation and approximation for geometry processing, visualization, and image processing. • Fourier analysis, Fourier transform, sampling theorem, and filtering, with examples from imaging. • Wavelet analysis, applied to image processing. Exercises deepen the understanding of the mathematical and theoretical foundations. Furthermore, they complement the lecture with hands-on partical applications and implementations. Practical exercises are partially with OpenGL and Matlab.

14. Literatur:	• P. Shirley, S. Marschner. Fundamentals of Computer Graphics, AK Peters, 2005 • J. Gallier. Geometric Methods and Applications - For Computer Science and Engineering, Springer, 2001 • W.Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007 • S. Lynch. Dynamical Systems with Applications using Matlab, Birkhäuser, 2004 • A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck. Discrete-time Signal Processing, Prentice Hall, second edition, 1999 • J. S. Walker. A primer on WAVELETS and Their Scientific Applications. Chapman und Hall/CRC, 2008 Optional German literature: • B. Jähne. Digitale Bildverarbeitung. Springer, 2005 • H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 1: Grundkurs. 5. Auflage, Teubner, 2005 • H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 2: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. 2. Auflage, Teubner, 2004 • H. R. Schwarz, N. Köckler. Numerische Mathematik. 6. Auflage, Teubner, 2006 • M. Oberguggenberger, A. Ostermann. Analysis für Informatiker. Springer, 2009 • J. Encarna,,o, W. Straßer, R. Klein. Graphische Datenverarbeitung 1. Oldenburg Verlag, 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 467601 Vorlesung Theoretische und Methodische Grundlagen des Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 46761 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.
14. Literatur:	Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferrably C++
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will aquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.
13. Inhalt:	Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's infomation gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area. • Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle • relations to stochastic optimal control theory • basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc) • model-based RL methods • theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max) • relational RL • inverse RL, learning from demonstration and instruction • information theoretic formulations of RL • modern policy search methods (and applications in robotics)
14. Literatur:	• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely availableonline.

	• (For robotics application) S .Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006. • (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely availableonline. • S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. http://planning.cs.uiuc.edu/
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485801 Lecture Reinforcement Learning • 485802 Exercise Reinforcement Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48581 Reinforcement Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48600 Robotics I

2. Modulkürzel:	051200999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint Duy Nguyen-Tuong
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire the basic methodologies to model, control and navigate robots, including trajectory planning, control of dynamic systems and object manipulation.
13. Inhalt:	The lecture will give an introduction to robotics, focusing on essential theoretical foundations of planning and controlling motion, state estimation and eventually object manipulation. Exercises in simulations and on a real robot are a core element of this lecture to gain practical experience. • motivation and history • (inverse) kinematics • path finding and trajectory optimization • (non-)holonomic systems • mobile robots • sensor processing (vision, range sensors) • simulation of robots and environments • object grasping and manipulation
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486002 Exercise Robotics I • 486001 Lecture Robotics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200880	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I
12. Lernziele:	Students will aquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.
13. Inhalt:	This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own. Topics: • Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis) • Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems) • Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy) • Imitation learning (inverse reinforcement learning) • Policy search (model based and model free) • Model learning (forward and inverse models)
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486102 Exercise Robotics II • 486101 Lecture Robotics II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers

2. Modulkürzel:	051900033	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze Pawel Wozniak
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of human computer interaction
12. Lernziele:	Broad understanding for methods and concepts of multimodal interactions of personal computers, in particular for mobile systems, vehicles, tedious devices and environments.
13. Inhalt:	• Interaction with mobile phones • User interfaces for vehicles • Interaction with intelligent environments • Interactive interfaces and gestures • Tangible user interfaces • Speech input and output • Camera-based interaction • Physiological sensors as interfaces between human and computer • Activities, context and emotions as input • Methods and techniques for designing user interfaces • Approaches for evaluating user interfaces
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556501 Lecture Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers • 556502 Exercise Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55651 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

Modul: 60860 3D Scanner - Algorithms and Systems

2. Modulkürzel:	051230002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsleistung (PL): schriftlich, 90 min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 68720 Human-Computer Interaction

2. Modulkürzel:	051900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	051520005 Programmierung und Software-Entwicklung 051200005 Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. Sie lernen Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung, Implementierung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. Studierende können Benutzungsschnittstellen mit verschiedenen Methoden evaluieren und die erlernten Konzepte praktisch anwenden.
13. Inhalt:	Die Vorlesung vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion, historische Entwicklung • Prozesse zur Entwicklung von benutzbaren Schnittstellen • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten

	• Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
14. Literatur:	• Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004 • Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005 • Field, Andy, and Graham Hole, How to design and report experiments, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 687201 Vorlesung Human-Computer Interaction • 687202 Übung Human-Computer Interaction
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 68721 Human-Computer Interaction (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • 68722 Human-Computer Interaction (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

Modul: 78900 Introduction to Modern Cryptography

2. Modulkürzel:	052900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik wie sie in den ersten drei oder vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik/Mathematik vermittelt werden. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung *Grundlagen der Informationssicherheit* sind nützlich, aber keine zwingende Voraussetzung.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of cryptography. They will be able to judge and assess the security of cryptographic constructions used in practice (encryption schemes, digital signatures, messages authentication codes, etc.) and will be able to read scientific papers on cryptography.
13. Inhalt:	p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.ctl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.ctl:link { font-family: "Times New Roman"; } Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life when we do, for example, online shopping and online banking, pay with credit or debit card, open doors with electronic keys, or when we use social networks, instant messengers, online games, WiFi, mobile networks, or electronic currencies. Here, cryptography is essential in order to guarantee various central security properties such as secrecy and integrity of messages as well as authenticity of the communication partners. This course provides an introduction to modern cryptography. In the traditional approach to cryptography, cryptographers proposed, for example, encryption algorithms, and then others, cryptanalysts, tried to break them. In modern cryptography, cryptographers try to prove that their cryptographic constructions are secure under

	certain assumptions, even when attacked by powerful adversaries. Hence, cryptography turned from pure art to science. The course covers several fundamental cryptographic primitives, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. These primitives are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.), used by billions of people every day. The course presents common cryptographic constructions as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols. In the spirit of modern cryptography, we ask the following questions: What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we prove security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, we prove security or present attacks. This provides a deep understanding of the security/insecurity of the cryptography that surrounds us.
14. Literatur:	• Ralf Küsters and Thomas Wilke. Moderne Kryptographie - Eine Einführung. Vieweg + Teubner, 2011. • Jonathan Katz and Yehuda Lindell. Introduction to Modern Cryptography - Second Edition. CRC Press 2015.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789001 Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), • 78901 Introduction to Modern Cryptography (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Introduction to Modern Cryptography
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

124 Breadth

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	10120	Modellbildung und Simulation
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	29600	Digital System Design II
	29640	Mikrocontroller
	29680	Real-Time Programming
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	40680	Optimization
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	42920	Hardware-Software-Codesign
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	48480	Data Engineering
	48500	Image Synthesis
	48550	Practical Course Information Systems
	48570	Practical Course Visual Computing
	48620	Scientific Visualization
	48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
	51720	IT-Strategy
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55740	Advanced Service Computing
	71740	System and Web Security
	71760	Security and Privacy
	78900	Introduction to Modern Cryptography

Modul: 10080 Datenbanken und Informationssysteme

2. Modulkürzel:	051200025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die erforderlichen Kenntnisse für Datenbankprogrammierer in angemessenem Umfang erworben.
13. Inhalt:	Die Vorlesung "Datenbanken und Informationssysteme" ist als Einstiegsveranstaltung in das Vertiefungsgebiet Datenbanksysteme konzipiert. Aufbauend auf dem Inhalt der Vorlesung "Modellierung" werden insbesondere Entwurfs- und Realisierungsaspekte von Datenbanksystemen betrachtet. Die Entwicklung, Installation und Administration von Datenbanksystemen bestimmen hier sowohl Stoffauswahl als auch Detaillierungsgrad. Als Grundlage für alle weiteren Betrachtungen wird ein Schichtenmodell zur Beschreibung eines allgemeinen Datenbanksystems vorgestellt. Darauf aufbauend werden die einzelnen Systemschichten im Detail diskutiert, die dort zu realisierenden Komponenten betrachtet sowie die jeweils vorherrschenden Algorithmen beschrieben und bewertet. Im Einzelnen werden folgende Aspekte vertieft: • Anwendungsprogrammierschnittstelle • Externspeicherverwaltung • DBS-Pufferverwaltung • Speicherungsstrukturen und Zugriffspfadstrukturen • Anfrageverarbeitung und Anfrageoptimierung • Transaktionsverarbeitung, Synchronisation • Logging und Recovery.
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • Th. Härder, E. Rahm, Datenbanksysteme, 2008. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. • R. Elmasri, S. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 2003.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 100802 Übung Datenbanken und Informationssysteme • 100801 Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 10081 Datenbanken und Informationssysteme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • Schriftliche oder mündliche Prüfungsleistung, 60 Min., Gewicht: 1.0, • Prüfungsvorleistung: Modalitäten werden in der ersten Vorlesung angegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 10120 Modellbildung und Simulation

2. Modulkürzel:	051240010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik
12. Lernziele:	Beherrschung des grundsätzlichen Vorgehens in der Modellbildung. Kenntnis einer Auswahl diskreter und kontinuierlicher Modelle und entsprechender Simulationsmethoden. Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig numerische Methoden problemorientiert um- und einzusetzen.
13. Inhalt:	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die Grundlagen der Modellbildung und Simulation mit dem Ziel der Vorbereitung auf weiterführende Vorlesungen in diesem Bereich. Da Simulationsmethoden oft für viele verschiedene Problemklassen einsetzbar sind, ist die Vorlesung methodisch strukturiert. Den Hauptteil der Vorlesung bilden hierbei diskrete Modelle sowie deren Behandlung, aber auch kontinuierliche Modelle werden ergänzend gestreift. Ob diskrete Ereignissimulation, spieltheoretische Ansätze, Zelluläre Automaten, Räuber-Beute Modelle oder Fuzzy-Mengen: die verschiedenen Modellierungsansätze sind so vielfältig wie die Problemstellungen, auf die sie angewendet werden. Verkehrssimulation, Populationswachstum, Wahlen oder Regelung sind nur einige der Anwendungsbereiche aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften.
14. Literatur:	• Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung, Bungartz, H.-J., Zimmer, S., Buchholz, M., Pflüger, D., Springer Verlag, eXamen.press, 2013, ISBN 978-3-642-38656-6
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 101201 Vorlesung Modellbildung und Simulation • 101202 Übung Modellbildung und Simulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	10121 Modellbildung und Simulation (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Software Engineering

Modul: 29440 Geometric Modeling and Computer Animation

2. Modulkürzel:	051900010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Guido Reina
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic computer graphics, for example: - 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	Students gain an understanding of the fundamental concepts and techniques of geometric modeling and computer animation. This includes theoretical and mathematical foundations, important algorithms, and implementation aspects as well as practical experience with modeling and animation tools such as Maya.
13. Inhalt:	This course covers foundations and methods for the modeling of scenes and for computer animation. This includes the representation of curves and surfaces, which are used by modeling and animation software for modeling of objects, description of the dynamics of parameters, or keyframe animation. Physically based animation describes motion via kinematic and dynamics laws of mechanics. Applications thereof include particle systems all the way to character animation and deformation. In particular, the following topics are covered: - Description and modeling of curves: differential geometry of curves, polynomial curves in general, interpolation, Bezier curves, B-splines, rational curves, NURBS - Description and modeling of surfaces: differential geometry of surfaces, tensor product surfaces, Bezier patches, NURBS, ruled surfaces, Coons pathes - Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, sudivision curves, subdivision surfaces - Overview of animation techniques - Keyframe animation, inverse kinematics - Physically based animation of points and rigid bodies: kinematics and dynamics - Particle systems: Reeves, flocking and boids, agent-based simulation

	- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implict integrators - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets - Basics of film production: camera, lighting, production process, storyboard
14. Literatur:	• D. Eberly, 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics. Morgan Kaufmann, 2000. • G. Farin: Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide. Morgan Kaufmann, 2002. • R. Parent: Computer Animation: Algorithms and Techniques. Morgan Kaufmann, 2002. • W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipies - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29441 Geometric Modeling and Computer Animation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29441] Geometric Modeling and Computer Animation (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messing to solve (enterprise) application integration problems are understood.
13. Inhalt:	Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patters will be presented, the composability of these patters will explained.
14. Literatur:	• G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003. • M. Hapner et al: Java Messagin Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Prüfung schriftlich (60 min) oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.
13. Inhalt:	At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP. The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.
14. Literatur:	• S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005

	• G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004 • E. Wilde:"World Wide Web", Springer 1999 • M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008 • N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007 • Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008 • D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilley 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This lectures requires the knowledge of "System Design I". Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.
12. Lernziele:	The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.
13. Inhalt:	• Presentation of a case study of a digital system • Simulatable specification of the syste • Architecture for Implementation using FPGAs' • Design and design tools for board integration • Implementation of a digital system • Verification of a digital system
14. Literatur:	Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999. More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects. Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.
12. Lernziele:	Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures. Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrokontrollern und kennen klassische Architekturen. • Historische Übersicht • Mikrocontroller-Architekturen • Einsatzgebiete von Mikrocontrollern • Befehlssatz klassischer Microcontroller • Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern • C-Programmierung von Mikrocontrollern
13. Inhalt:	Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a sinlge chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),

	consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc. Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers. Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1$. Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmierspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikropozessoren. Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.). Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar. Aus http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller
14. Literatur:	• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009 More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden **Gesamt: 180 Stunden**
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29680 Real-Time Programming

2. Modulkürzel:	051510301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Felix Krause
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Significant programming experience (not necessarily in real-time application) is highly advisable. • Knowledge of Ada, C/C++ and Unix is helpful, but not required.
12. Lernziele:	Students understand the standard terminology of deadline-driven, safety-critical real-time systems. They understand the issues that differentiate such systems from general software systems, and they know about available solutions, if any.
13. Inhalt:	1) General requirements and terminology of real-time systems 2) Deterministic execution: avoiding language-, implementation- and hardware-induced non-determinisms, coping with limited resources, storage estimation and management, execution time estimation 3) Fault tolerance: Faults and failure modes, N-version programming, voting, forward and backward recovery 4) Simple scheduling regimes: cyclic executives, deadline guarantees 5) Parallelism and priority scheduling regimes: processes, threads, tasks, run-time kernels, task management, interrupt handling 6) Synchronization and communication: semaphores, critical regions, monitors, protected objects, rendezvous, messaging 7) Control of shared resources 8) Distributed Systems: basic concepts, major issues
14. Literatur:	• Alan Burns and Andy Wellings: Real-Time Systems and Programming Languages, Addison Wesley, 1997 ... or later editions of the Burns/Wellings-Book, e.g., 4.ed. 2009 • Language reference manuals (C++, Java, Ada) are useful at times.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296801 Vorlesung mit Übung Real-Time Programming
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29681 Real-Time Programming (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Programmiersprachen und Übersetzerbau

Modul: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.
13. Inhalt:	Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics: • Hierarchical concurrent state machine models, • Kahn process networks, synchronous data flow networks, • specification of timing, concurrency, and non-functional aspects, • object-oriented modeling of embedded systems, • event-driven simulation with the example of the SystemC library, • modeling levels with emphasis on transaction level modeling.
14. Literatur:	• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification". • Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency andTime in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004. • Black, D., Donovan,D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer AcademicPublishers, 2004.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification • 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden **Summe: 180 Stunden**
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 40680 Optimization

2. Modulkürzel:	051200113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid basic knowledge in linear algebra and analysis. Basic programming skills.
12. Lernziele:	Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines, e.g. Machine Learning, Combinatorial Optimization, Computer Vision, Robotics, Simulation. The focus will be on continuous optimization problems (including as they arise from relaxations of discrete problems), including convex problems, quadratic und linear programming, but also non-linear black-box problems. The goal is to give an overview of the various approaches and mathematical formulations and practical experience with the basic paradigms.
13. Inhalt:	Optimization is one of the most fundamental tools of modern sciences. Many phenomena -- be it in computer science, artificial intelligence, logistics, physics, finance, or even psychology and neuroscience -- are typically described in terms of optimality principles. The reason is that it is often easier to describe or design an optimality principle or cost function rather than the system itself. However, if systems are described in terms of optimality principles, the computational problem of optimization becomes central to all these sciences. This lecture aims give an overview and introdution to various approaches to optimization together with practical experience in the exercises. The focus will be on continuous optimization problems and we will cover methods ranging from standard convex optimization and gradient methods to non-linear black box problems (evolutionary algorithms) and optimal global optimization. Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines. A preliminary list of topics is: • gradient methods, log-barrier, conjugate gradients, Rprop • constraints, KKT, primal/dual • Linear Programming, simplex algorithm • (sequential) Quadratic Programming • Markov Chain Monte Carlo methods

	• 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS • blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 406801 Vorlesung mit Übungen Optimization
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40681 Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4 SWS
12. Lernziele:	The course has the objective to provide knowledge about the essentional modelling constructs for workflows and their mapping to corresponding workflow languages. In addition, the life cycle of Workflow-based applications will be presented in detail and connected to the Architecture of Workflow Management Systems, which will also be presented. Moreover, the goal is to enable students to use workflow languages (in particular BPEL) in practice. In this respects students will also understand the fundamental approach process graphs, which is applied in workflow languages. Of great importance are , mechanisms for fault handling and exception handling - these will be explained in detail and students will be able to apply them.
13. Inhalt:	Workflows are IT realisations of business processes and are also considered an approach of significant importance for composition of applications. This course will introduce the foundations of this area, also known as Business Process Management BPM). 1) Historical Development of the Workflow Technology 2) Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...) 3) Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...) 4) Flow Languages (FDL, BPEL) 5) Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics) 6) Advanced funcitons (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation) 7) Two-level programming paradigm 8) Transactional support in workflows
14. Literatur:	• F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 • W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42901 Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Business Process Management
12. Lernziele:	Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.
13. Inhalt:	In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert. • Human Task Management • Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...) • Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch) • Process Monitoring • Process Mining • Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...) • Verdrahten von Komponenten (Global Models,...) • Anwendungsbereiche (Manufakturing, Compliance,...) • Prozessadaption und -flexibilität
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	42911 Advanced Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.
13. Inhalt:	This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign • 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052010013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Kristof Klöckner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing Business Process Management
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.
13. Inhalt:	Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it. We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud. Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy. Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings. The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.
14. Literatur:	To be announced in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation • 466602 Excercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min. Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen. Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course
12. Lernziele:	The students obtain an overview the general data engineering process. Selected system-oriented and algorithmic details for each step and component of the data engineering process are covered such that students get detailed knowledge on possible solutions. The discussion enables students to develop data engineering solutions of their own.
13. Inhalt:	Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analysis. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include: • Data collection: how do we find relevant data sources? • Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed? • Data quality and data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected? • Data distribution:What modern technologies support the wide dissemination of data? • Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called meta-data describing the data processing?
14. Literatur:	There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books. • Xin Luna Dong and Divesh Srivastava.Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015. • Wanfei Fan and Floris Geerts.Fondations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.

	• AnHai Doan, Alon Halevy, and Zachary Ives. Principles of Data Integration. Morgan Kaufmann, 2012. • James Cheney, Laura Chiticariu, and Wang Chiew Tan.Provenance in Databases: Why, How, and Where. Foundations and Trends in Databases, Vol. 1, No.4, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484802 Exersice Data Engineering • 484801 Lecture Data Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48481 Data Engineering (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.
13. Inhalt:	The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering. Specifically, the class covers: • graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL • textures and procedural models • shading and shadow computations in rasterization pipelines • scene graphs, culling and level-of-detail approaches • physically based rendering and photo-realistic image synthesis • local shading and material models, especially the BRDF • the rendering equation • ray tracing and Monte-Carlo approaches • global illumination simulation (especialy by means of radiosity, distriubtion ray tracing and path tracing)
14. Literatur:	• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995. • J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990. • M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485001 Lecture Image Synthesis • 485002 Exercise Image Synthesis
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen.Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics
12. Lernziele:	During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).
13. Inhalt:	• OpenGL • Qt-Framework • Raytracing • Volume Rendering • Independent Project
14. Literatur:	• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999 • Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly,1999 • An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989 • Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485701 Lab Practical Course Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic concepts of Human Computer Interaction Basic concepts of Computer Graphics
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied. The following topics will be discussed: • Introduction, history, visualization pipeline • Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures) • PerceptionBasic concepts of visual mappings • Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering) • Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology) • Tensor fields, multivariate data • Highdimensional data and information visualization
14. Literatur:	• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005 • C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486201 Lecture Scientific Visualization • 486202 Exercise Scientific Visualization

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Stefan Funke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge on algorithms and data structures
12. Lernziele:	The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on dicrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.
13. Inhalt:	Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering • 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	52010014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Sven Lorenz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Vorlesung "Strategisches IT Management (IT Strategie)" vermittelt ein Verständnis von Management-Strategien, Konzepten und Theorien. Sie erläutert das Entwicklen von Strategien und die Bewertung von Optionen unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der Informationstechnologie im Zeitalter der Digitalen Transformation. Die Studierenden lernen die Bestandteile einer IT Strategie kennen und sind anschließend in der Lage, aus gegebenen Rahmenbedingungen in einem Unternehmen, wie z. B. der Unternehmensstrategie un der bestehenden IT-Landschaft, systematisch eine IT Strategie abzuleiten und weiterzuentwicklen. Dabei wird sowohl auf die ehemalige, projekthafte Entwicklung einer konkreten IT Strategie im Unternehmen eingegangen, als auch auf das strategische IT Management als permanenter Prozess mit den strategischen Aufgaben in der IT-Organistationsentwicklung, dem IT-Sourcing-Management, dem IT-Architektur-Management, dem IT-Qualitätsmanagement, dem IT-Innovationsmanagement sowie dem IT-Risikomanagement.
13. Inhalt:	Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung,

	IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.
14. Literatur:	• Vorlesungsskript • Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010 • Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010 • Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010 • G. Dern, Management von IT-Architekturen, VIEWEG, 2006 • Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Prüfungsleistung(PL), Schriftlich (90 min) oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 55600 Advanced Information Management

2. Modulkürzel:	051200099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Holger Schwarz
9. Dozenten:	Holger Schwarz Bernhard Mitschang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen aktuelle Konzepte zur Modellierung, Entwicklung, Verwaltung und Betrieb datenbankorientierter Anwendungen. Hierzu gehören Technologien und Standards zur XML-Verarbeitung und deren Integration in Datenbanksysteme sowie Konzepte und Systeme für Content Management und Datenmanagement in der Cloud.
13. Inhalt:	In dieser Veranstaltung werden insbesondere folgende Themen besprochen: • XML und Datenbanktechnologie (XML-Modellierung, XML-Speicherung, XML-Anfragesprachen, XML-Verarbeitung) • NoSQL Datenmanagement (Key value stores, MapReduce, triple stores, document stores, graph stores) • Content Management (Enterprise Content Management, Information Retrieval, Suchtechnologien)
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556002 Übung Advanced Information Management • 556001 Vorlesung Advanced Information Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1

	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051211001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course
12. Lernziele:	Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.
13. Inhalt:	The integration of heterogeneous data sources, i.e., combining data residing in different data sources to obtain a global view of the data relating to relevant entities, represents one of the major challenges in data management. Especially in the Big Data era, techniques for automatic, efficient, effective, and scalable integration is key to solving the issue of variety. The problem has been considered for decades, and this lecture will cover foundations of data integration as well as algorithmic and system aspects. In particular, this course will cover the following topics: • Distribution, autonomy, and heterogeneity as major challenges in data integration. • Types of data integration and associated architectures of integrating systems. • Query processing in integrating systems. • Overcoming schematic heterogeneities between integrated data sources (schema mapping and schema matching). • Getting a unified view of the data using duplicate detection and data fusion.
14. Literatur:	AnHai Doan and Alon Halevy and Zachary Ives. Principles of Data IntegrationMorgan Kaufmann;, 2012, ISBN 0124160441. Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556101 Vorlesung Information Integration • 556102 Übung Information Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Data Engineering

Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.
13. Inhalt:	Among the topics to be discussed in this course are: • Introduction to data warehousing • Data warehouse architecture • Data warehouse design • Extraction, transformation, load • ETL as a service • Introduction to analytics and analytic services • Real-time reporting • Online analytic processing • Data mining
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien • 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55630 Information Visualization and Visual Analytics

2. Modulkürzel:	051900099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Koch
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic Human Computer Interaction
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of information visualization and visual analytics. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Topics covered in this course: - Perception and Cognition - Graphs and Networks - Hierarchies and Trees - Multi-dimensional and high-dimensional data visualization - Time series visualization - Visual Analytics - Software Visualization - Geospatial visualization
14. Literatur:	• Colin Ware. Visual Thinking for Design • Colin Ware. Information Visualization. Perception for Design • Edward Tufte. The Visual Display of Quantitative Infomation • Robert Spence. Design for Interaction • Jim Thomas. Illuminating the Path
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556301 Vorlesung und Übung Informationsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55631 Information Visualization and Visual Analytics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Erfolgreiche Übungsteilnahmen / excercises passed

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 55640 Correspondence Problems in Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900211	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science - Modul 29430 Computer Vision
12. Lernziele:	Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.
13. Inhalt:	• Basisverfahren: Block Matching, Detektion von Verdeckungen, Merkmalsfindung, Feature Matching • Optischer Fluss: Lokale und Globale differentiale Verfahren, Parametrisierungsmodelle, Konstanzannahmem, Daten- und Glattheitsterme, Numerik, Große Verschiebungen, Hochgenaue Verfahren • Stereorekonstruktion: Projektive Geometrie, Epipolargeometrie, Schätzung der Fundementalmatrix • Szenenfluss: Gemeinsame Schätzung von Struktur, Bewegung und Geometrie • Medizinische Bildregistrierung: Mutual Information, Elastische und krümmungsbasierte Regularisierung, Landmarks • Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisierung, Inkompressibler Navier Stokes Prior
14. Literatur:	• O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. • J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. • A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [55641] Correspondence Problems in Computer Vision (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010015	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS) or Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)
12. Lernziele:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.
13. Inhalt:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.
14. Literatur:	Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.

	• S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005 • S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005 • Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004 • Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer) • 557402 Lecture Services and Security (Winter)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	052900002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solide Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache.
12. Lernziele:	• Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web, • Students are familar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles, • Students are familiar with common defense mechanisms.
13. Inhalt:	IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies. The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc. The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.
14. Literatur:	Will be announced in class
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717401 Vorlesung System and Web Security • 717402 Übung System and Web Security
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung System- und Websicherheit
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 71741 System and Web Security (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) zur Vorlesung und Übung System- und Websicherheit

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	052900004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse aus den Vorlesungen *Grundlagen der Informationssicherheit* (Bachelor) sowie *Introduction to Modern Cryptography* (Master) sind vorteilhaft, werden allerdings nicht zwingend vorausgesetzt. Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.
13. Inhalt:	This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from term to term, depending on the development of the field and the focus of the information security group. Possible topics include: • Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems • Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools? • Blockchains, Smart Contracts, and applications, such as cryptocurrencies, e.g., Bitcoin and Ethereum. • Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other? • Differential Privacy and Privacy-Preserving Data Mining: how to make use of information in (statistical) databases without revealing information about individuals? • E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious? • Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols

	• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security
14. Literatur:	Will be announced in class.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717601 Vorlesung Security and Privacy • 717602 Übung Security and Privacy
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Security and Privacy
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 71761 Security and Privacy (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Security and Privacy
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 78900 Introduction to Modern Cryptography

2. Modulkürzel:	052900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik wie sie in den ersten drei oder vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik/Mathematik vermittelt werden. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung *Grundlagen der Informationssicherheit* sind nützlich, aber keine zwingende Voraussetzung.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of cryptography. They will be able to judge and assess the security of cryptographic constructions used in practice (encryption schemes, digital signatures, messages authentication codes, etc.) and will be able to read scientific papers on cryptography.
13. Inhalt:	p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.ctl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.ctl:link { font-family: "Times New Roman"; } Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life when we do, for example, online shopping and online banking, pay with credit or debit card, open doors with electronic keys, or when we use social networks, instant messengers, online games, WiFi, mobile networks, or electronic currencies. Here, cryptography is essential in order to guarantee various central security properties such as secrecy and integrity of messages as well as authenticity of the communication partners. This course provides an introduction to modern cryptography. In the traditional approach to cryptography, cryptographers proposed, for example, encryption algorithms, and then others, cryptanalysts, tried to break them. In modern cryptography, cryptographers try to prove that their cryptographic constructions are secure under

	certain assumptions, even when attacked by powerful adversaries. Hence, cryptography turned from pure art to science. The course covers several fundamental cryptographic primitives, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. These primitives are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.), used by billions of people every day. The course presents common cryptographic constructions as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols. In the spirit of modern cryptography, we ask the following questions: What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we prove security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, we prove security or present attacks. This provides a deep understanding of the security/insecurity of the cryptography that surrounds us.
14. Literatur:	• Ralf Küsters and Thomas Wilke. Moderne Kryptographie - Eine Einführung. Vieweg + Teubner, 2011. • Jonathan Katz and Yehuda Lindell. Introduction to Modern Cryptography - Second Edition. CRC Press 2015.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789001 Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), • 78901 Introduction to Modern Cryptography (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Introduction to Modern Cryptography
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

130 Service Technology and Engineering

Zugeordnete Module:	131	Compulsory
	132	Core
	133	Extended
	134	Breadth

131 Compulsory

Zugeordnete Module:	48460	Advanced Seminar Computer Science
	48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

Modul: 48460 Advanced Seminar Computer Science

2. Modulkürzel:	051900077	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students learn how to work with scientific literature for getting acquainted with a certain subject. They are able to extract the central statements from such publications, to collect and interpret additional data and to present their results to an audience.
13. Inhalt:	reading scientific literature &; present the contents to an audience
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the seminar
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484601 Advanced Seminar Computer Science
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48461 Advanced Seminar Computer Science (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 [48461] Advanced Seminar Computer Science (BSL), Vortrag zu einem Thema und schriftliche Ausarbeitung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Formale Methoden der Informatik

Modul: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Stefan Funke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge on algorithms and data structures
12. Lernziele:	The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on dicrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.
13. Inhalt:	Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering • 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

132 Core

Zugeordnete Module:	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	48480	Data Engineering
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55740	Advanced Service Computing

Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messing to solve (enterprise) application integration problems are understood.
13. Inhalt:	Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patters will be presented, the composability of these patters will explained.
14. Literatur:	• G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003. • M. Hapner et al: Java Messagin Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Prüfung schriftlich (60 min) oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.
13. Inhalt:	At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP. The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.
14. Literatur:	• S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005

	• G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004 • E. Wilde:"World Wide Web", Springer 1999 • M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008 • N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007 • Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008 • D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilley 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4 SWS
12. Lernziele:	The course has the objective to provide knowledge about the essentional modelling constructs for workflows and their mapping to corresponding workflow languages. In addition, the life cycle of Workflow-based applications will be presented in detail and connected to the Architecture of Workflow Management Systems, which will also be presented. Moreover, the goal is to enable students to use workflow languages (in particular BPEL) in practice. In this respects students will also understand the fundamental approach process graphs, which is applied in workflow languages. Of great importance are , mechanisms for fault handling and exception handling - these will be explained in detail and students will be able to apply them.
13. Inhalt:	Workflows are IT realisations of business processes and are also considered an approach of significant importance for composition of applications. This course will introduce the foundations of this area, also known as Business Process Management BPM). 1) Historical Development of the Workflow Technology 2) Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...) 3) Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...) 4) Flow Languages (FDL, BPEL) 5) Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics) 6) Advanced funcitons (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation) 7) Two-level programming paradigm 8) Transactional support in workflows
14. Literatur:	• F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 • W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42901 Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Business Process Management
12. Lernziele:	Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.
13. Inhalt:	In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert. • Human Task Management • Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...) • Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch) • Process Monitoring • Process Mining • Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...) • Verdrahten von Komponenten (Global Models,...) • Anwendungsbereiche (Manufakturing, Compliance,...) • Prozessadaption und -flexibilität
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	42911 Advanced Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course
12. Lernziele:	The students obtain an overview the general data engineering process. Selected system-oriented and algorithmic details for each step and component of the data engineering process are covered such that students get detailed knowledge on possible solutions. The discussion enables students to develop data engineering solutions of their own.
13. Inhalt:	Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analysis. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include: • Data collection: how do we find relevant data sources? • Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed? • Data quality and data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected? • Data distribution:What modern technologies support the wide dissemination of data? • Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called meta-data describing the data processing?
14. Literatur:	There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books. • Xin Luna Dong and Divesh Srivastava.Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015. • Wanfei Fan and Floris Geerts.Fondations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.

	• AnHai Doan, Alon Halevy, and Zachary Ives. Principles of Data Integration. Morgan Kaufmann, 2012. • James Cheney, Laura Chiticariu, and Wang Chiew Tan.Provenance in Databases: Why, How, and Where. Foundations and Trends in Databases, Vol. 1, No.4, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484802 Exersice Data Engineering • 484801 Lecture Data Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48481 Data Engineering (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55600 Advanced Information Management

2. Modulkürzel:	051200099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Holger Schwarz
9. Dozenten:	Holger Schwarz Bernhard Mitschang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen aktuelle Konzepte zur Modellierung, Entwicklung, Verwaltung und Betrieb datenbankorientierter Anwendungen. Hierzu gehören Technologien und Standards zur XML-Verarbeitung und deren Integration in Datenbanksysteme sowie Konzepte und Systeme für Content Management und Datenmanagement in der Cloud.
13. Inhalt:	In dieser Veranstaltung werden insbesondere folgende Themen besprochen: • XML und Datenbanktechnologie (XML-Modellierung, XML-Speicherung, XML-Anfragesprachen, XML-Verarbeitung) • NoSQL Datenmanagement (Key value stores, MapReduce, triple stores, document stores, graph stores) • Content Management (Enterprise Content Management, Information Retrieval, Suchtechnologien)
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556002 Übung Advanced Information Management • 556001 Vorlesung Advanced Information Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1

	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051211001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course
12. Lernziele:	Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.
13. Inhalt:	The integration of heterogeneous data sources, i.e., combining data residing in different data sources to obtain a global view of the data relating to relevant entities, represents one of the major challenges in data management. Especially in the Big Data era, techniques for automatic, efficient, effective, and scalable integration is key to solving the issue of variety. The problem has been considered for decades, and this lecture will cover foundations of data integration as well as algorithmic and system aspects. In particular, this course will cover the following topics: • Distribution, autonomy, and heterogeneity as major challenges in data integration. • Types of data integration and associated architectures of integrating systems. • Query processing in integrating systems. • Overcoming schematic heterogeneities between integrated data sources (schema mapping and schema matching). • Getting a unified view of the data using duplicate detection and data fusion.
14. Literatur:	AnHai Doan and Alon Halevy and Zachary Ives. Principles of Data IntegrationMorgan Kaufmann;, 2012, ISBN 0124160441. Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556101 Vorlesung Information Integration • 556102 Übung Information Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Data Engineering

Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.
13. Inhalt:	Among the topics to be discussed in this course are: • Introduction to data warehousing • Data warehouse architecture • Data warehouse design • Extraction, transformation, load • ETL as a service • Introduction to analytics and analytic services • Real-time reporting • Online analytic processing • Data mining
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien • 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010015	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS) or Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)
12. Lernziele:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.
13. Inhalt:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.
14. Literatur:	Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.

	• S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005 • S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005 • Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004 • Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer) • 557402 Lecture Services and Security (Winter)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

133 Extended

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	22010	IT Service Management
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	48480	Data Engineering
	48550	Practical Course Information Systems
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55740	Advanced Service Computing
	72340	Cloud Computing: Konzepte und Technologien

Modul: 10080 Datenbanken und Informationssysteme

2. Modulkürzel:	051200025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die erforderlichen Kenntnisse für Datenbankprogrammierer in angemessenem Umfang erworben.
13. Inhalt:	Die Vorlesung "Datenbanken und Informationssysteme" ist als Einstiegsveranstaltung in das Vertiefungsgebiet Datenbanksysteme konzipiert. Aufbauend auf dem Inhalt der Vorlesung "Modellierung" werden insbesondere Entwurfs- und Realisierungsaspekte von Datenbanksystemen betrachtet. Die Entwicklung, Installation und Administration von Datenbanksystemen bestimmen hier sowohl Stoffauswahl als auch Detaillierungsgrad. Als Grundlage für alle weiteren Betrachtungen wird ein Schichtenmodell zur Beschreibung eines allgemeinen Datenbanksystems vorgestellt. Darauf aufbauend werden die einzelnen Systemschichten im Detail diskutiert, die dort zu realisierenden Komponenten betrachtet sowie die jeweils vorherrschenden Algorithmen beschrieben und bewertet. Im Einzelnen werden folgende Aspekte vertieft: • Anwendungsprogrammierschnittstelle • Externspeicherverwaltung • DBS-Pufferverwaltung • Speicherungsstrukturen und Zugriffspfadstrukturen • Anfrageverarbeitung und Anfrageoptimierung • Transaktionsverarbeitung, Synchronisation • Logging und Recovery.
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • Th. Härder, E. Rahm, Datenbanksysteme, 2008. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. • R. Elmasri, S. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 2003.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 100802 Übung Datenbanken und Informationssysteme • 100801 Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 10081 Datenbanken und Informationssysteme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • Schriftliche oder mündliche Prüfungsleistung, 60 Min., Gewicht: 1.0, • Prüfungsvorleistung: Modalitäten werden in der ersten Vorlesung angegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 22010 IT Service Management

2. Modulkürzel:	05091007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Kirstädter
9. Dozenten:	Jürgen Matthias Jähnert
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse, wie sie in den Modulen Kommunikationsnetze I und Communication Networks II vermittelt werden.
12. Lernziele:	Verstehen aller Aspekte der Service management. Der Studierende kennt die Konzepte des Serive Manegement und ist in der Anlage, Konzepte und Strategien für die Bereitstellung von IT Diensten zu erarbeiten.
13. Inhalt:	Die Vorlesung behandelt die Grundlagen des IT-Service-Managements. Das primäre Ziel des IT-Service-Managements ist es, die erbrachten IT-Dienstleistungen an den Anforderungen der Kunden auszurichten und für eine kontinuierliche Bereitstellung der IT-Services im Sinne der Kundenanforderungen zu sorgen. Kernbestandteil der sind Probleme und Lösungsansätzen im Umfeld des IT- Betriebs (Netze, Systeme und Dienste/ Anwendungen). Es werden die Konzepte und Technologien vermittelt, mit denen ein IT-Administrator operativ und ein IT-Architekt konzeptionell in Berührung kommen kann. Beispiele aus dem Rechenzentrum werden im Kontext des IT-Dienstleistungsprozesses betrachtet und die dafür in der Praxis gängigen Konzepte vertieft.
14. Literatur:	Selbständige Erschließung von Literatur (Bücher, Zeitschriften, Internet)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 220101 Vorlesung IT Service Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Zeile 16: Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	22011 IT Service Management (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Notebook-Präsentation
20. Angeboten von:	Kommunikationsnetze und Rechnersysteme

Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messing to solve (enterprise) application integration problems are understood.
13. Inhalt:	Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patters will be presented, the composability of these patters will explained.
14. Literatur:	• G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003. • M. Hapner et al: Java Messagin Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Prüfung schriftlich (60 min) oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.
13. Inhalt:	At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP. The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.
14. Literatur:	• S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005

	• G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004 • E. Wilde:"World Wide Web", Springer 1999 • M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008 • N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007 • Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008 • D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilley 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4 SWS
12. Lernziele:	The course has the objective to provide knowledge about the essentional modelling constructs for workflows and their mapping to corresponding workflow languages. In addition, the life cycle of Workflow-based applications will be presented in detail and connected to the Architecture of Workflow Management Systems, which will also be presented. Moreover, the goal is to enable students to use workflow languages (in particular BPEL) in practice. In this respects students will also understand the fundamental approach process graphs, which is applied in workflow languages. Of great importance are , mechanisms for fault handling and exception handling - these will be explained in detail and students will be able to apply them.
13. Inhalt:	Workflows are IT realisations of business processes and are also considered an approach of significant importance for composition of applications. This course will introduce the foundations of this area, also known as Business Process Management BPM). 1) Historical Development of the Workflow Technology 2) Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...) 3) Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...) 4) Flow Languages (FDL, BPEL) 5) Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics) 6) Advanced funcitons (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation) 7) Two-level programming paradigm 8) Transactional support in workflows
14. Literatur:	• F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 • W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42901 Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Business Process Management
12. Lernziele:	Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.
13. Inhalt:	In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert. • Human Task Management • Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...) • Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch) • Process Monitoring • Process Mining • Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...) • Verdrahten von Komponenten (Global Models,...) • Anwendungsbereiche (Manufakturing, Compliance,...) • Prozessadaption und -flexibilität
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	42911 Advanced Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052010013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Kristof Klöckner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing Business Process Management
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.
13. Inhalt:	Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it. We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud. Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy. Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings. The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.
14. Literatur:	To be announced in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation • 466602 Excercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min. Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen. Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course
12. Lernziele:	The students obtain an overview the general data engineering process. Selected system-oriented and algorithmic details for each step and component of the data engineering process are covered such that students get detailed knowledge on possible solutions. The discussion enables students to develop data engineering solutions of their own.
13. Inhalt:	Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analysis. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include: • Data collection: how do we find relevant data sources? • Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed? • Data quality and data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected? • Data distribution:What modern technologies support the wide dissemination of data? • Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called meta-data describing the data processing?
14. Literatur:	There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books. • Xin Luna Dong and Divesh Srivastava.Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015. • Wanfei Fan and Floris Geerts.Fondations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.

	• AnHai Doan, Alon Halevy, and Zachary Ives. Principles of Data Integration. Morgan Kaufmann, 2012. • James Cheney, Laura Chiticariu, and Wang Chiew Tan.Provenance in Databases: Why, How, and Where. Foundations and Trends in Databases, Vol. 1, No.4, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484802 Exersice Data Engineering • 484801 Lecture Data Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48481 Data Engineering (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen.Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55600 Advanced Information Management

2. Modulkürzel:	051200099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Holger Schwarz
9. Dozenten:	Holger Schwarz Bernhard Mitschang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen aktuelle Konzepte zur Modellierung, Entwicklung, Verwaltung und Betrieb datenbankorientierter Anwendungen. Hierzu gehören Technologien und Standards zur XML-Verarbeitung und deren Integration in Datenbanksysteme sowie Konzepte und Systeme für Content Management und Datenmanagement in der Cloud.
13. Inhalt:	In dieser Veranstaltung werden insbesondere folgende Themen besprochen: • XML und Datenbanktechnologie (XML-Modellierung, XML-Speicherung, XML-Anfragesprachen, XML-Verarbeitung) • NoSQL Datenmanagement (Key value stores, MapReduce, triple stores, document stores, graph stores) • Content Management (Enterprise Content Management, Information Retrieval, Suchtechnologien)
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556002 Übung Advanced Information Management • 556001 Vorlesung Advanced Information Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1

	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051211001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel
9. Dozenten:	Melanie Herschel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course
12. Lernziele:	Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.
13. Inhalt:	The integration of heterogeneous data sources, i.e., combining data residing in different data sources to obtain a global view of the data relating to relevant entities, represents one of the major challenges in data management. Especially in the Big Data era, techniques for automatic, efficient, effective, and scalable integration is key to solving the issue of variety. The problem has been considered for decades, and this lecture will cover foundations of data integration as well as algorithmic and system aspects. In particular, this course will cover the following topics: • Distribution, autonomy, and heterogeneity as major challenges in data integration. • Types of data integration and associated architectures of integrating systems. • Query processing in integrating systems. • Overcoming schematic heterogeneities between integrated data sources (schema mapping and schema matching). • Getting a unified view of the data using duplicate detection and data fusion.
14. Literatur:	AnHai Doan and Alon Halevy and Zachary Ives. Principles of Data IntegrationMorgan Kaufmann;, 2012, ISBN 0124160441. Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556101 Vorlesung Information Integration • 556102 Übung Information Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Data Engineering

Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.
13. Inhalt:	Among the topics to be discussed in this course are: • Introduction to data warehousing • Data warehouse architecture • Data warehouse design • Extraction, transformation, load • ETL as a service • Introduction to analytics and analytic services • Real-time reporting • Online analytic processing • Data mining
14. Literatur:	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien • 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min. • Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung • Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme

Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010015	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leymann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS) or Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)
12. Lernziele:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.
13. Inhalt:	This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.
14. Literatur:	Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.

	• S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005 • S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005 • Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004 • Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer) • 557402 Lecture Services and Security (Winter)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

Modul: 72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien

2. Modulkürzel:	52010018	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Uwe Breitenbücher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: - Service Computing - Loose Coupling and Message-based Applications
12. Lernziele:	The principles of Cloud Computing are understood. The difference between cloud native applications and immigrant cloud applications are clear. Basic IaaS, PaaS and SaaS features are clear. The concept of virtualization and containerization as well as provisioning and management can be applied. The main cloud platforms and their architectures are clear.
13. Inhalt:	• Service Models und Deployment Models (NIST Layering) • Virtualization (Virtual Machines, Hypervisors, OpenStack) • Scalability und Elasticity • Cloud Architectures (Principles, Loose Coupling, RPC vs. Messaging, Cloud Native, Cloud Immigrant) • Cloud Providers (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform) • Containerization (Docker und Kubernetes) • Data in Cloud Computing (NoSQL, CAP, BASE, Lambda Architecture) • Cloud Application Provisioning and Management Paradigms (Metamodelling, Programs vs. Models, Declarative vs. Imperative) • Cloud Application Provisioning and Management Technologies (TOSCA, Chef, Puppet, Amazon Cloud Formation, OpenTOSCA) • API Management (REST, Swagger, Security) • Cloud Computing Patterns
14. Literatur:	C. Fehling, F. Leymann et al.: "Cloud Computing Patterns", Springer 2014. T. Erl et al.: "Cloud Computing: Concepts, Technology und Architecture", Prentice Hall 2013.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723401 Vorlesung Cloud Computing: Konzepte und Technologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übung Cloud Computing: Konzepte und Technologien
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72341 Cloud Computing: Konzepte und Technologien (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1

	Klausur (60 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung "Cloud Computing: Concepts and Technologies" - wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben. Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen. Diese Prüfung kann auch in der Vertiefungslinie NICHT mit 46660 kombiniert werden!
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Powerpoint Präsentation
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

134 Breadth

Zugeordnete Module:	10120	Modellbildung und Simulation
	10250	Parallele Systeme
	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29470	Machine Learning
	29580	Data Compression
	29590	Digitale Systeme
	29600	Digital System Design II
	29640	Mikrocontroller
	29680	Real-Time Programming
	29690	Real-Time Video Processing I
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	39250	Distributed Systems I
	40680	Optimization
	42920	Hardware-Software-Codesign
	45730	Distributed Systems II
	46760	Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
	48500	Image Synthesis
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48560	Practical Course Robotics
	48570	Practical Course Visual Computing
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I
	48610	Robotics II
	48620	Scientific Visualization
	48640	Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
	51720	IT-Strategy
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	60860	3D Scanner - Algorithms and Systems
	68720	Human-Computer Interaction
	71740	System and Web Security
	71760	Security and Privacy
	78900	Introduction to Modern Cryptography
	78910	Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems

Modul: 10120 Modellbildung und Simulation

2. Modulkürzel:	051240010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik
12. Lernziele:	Beherrschung des grundsätzlichen Vorgehens in der Modellbildung. Kenntnis einer Auswahl diskreter und kontinuierlicher Modelle und entsprechender Simulationsmethoden. Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig numerische Methoden problemorientiert um- und einzusetzen.
13. Inhalt:	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die Grundlagen der Modellbildung und Simulation mit dem Ziel der Vorbereitung auf weiterführende Vorlesungen in diesem Bereich. Da Simulationsmethoden oft für viele verschiedene Problemklassen einsetzbar sind, ist die Vorlesung methodisch strukturiert. Den Hauptteil der Vorlesung bilden hierbei diskrete Modelle sowie deren Behandlung, aber auch kontinuierliche Modelle werden ergänzend gestreift. Ob diskrete Ereignissimulation, spieltheoretische Ansätze, Zelluläre Automaten, Räuber-Beute Modelle oder Fuzzy-Mengen: die verschiedenen Modellierungsansätze sind so vielfältig wie die Problemstellungen, auf die sie angewendet werden. Verkehrssimulation, Populationswachstum, Wahlen oder Regelung sind nur einige der Anwendungsbereiche aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften.
14. Literatur:	• Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung, Bungartz, H.-J., Zimmer, S., Buchholz, M., Pflüger, D., Springer Verlag, eXamen.press, 2013, ISBN 978-3-642-38656-6
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 101201 Vorlesung Modellbildung und Simulation • 101202 Übung Modellbildung und Simulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	10121	Modellbildung und Simulation (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Simulation Software Engineering	

Modul: 10250 Parallele Systeme

2. Modulkürzel:	051200065	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfahrungen aus dem Bereich Technische Informatik
12. Lernziele:	Grundlegende Kenntnisse im Bereich paralleler Systeme, z.B. Multi-Core CPUs und deren Programmierung.
13. Inhalt:	• Die Entwicklung vom klassichen Mikroprozessor zur Multi-Core CPUProgrammierung paralleler Rechnersysteme • Systolische Arrays, massiv parallele Systeme • Parallele Systeme aus verschiedenen Anwendungsdomänen: ausgewählte Fallbeispiele
14. Literatur:	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 102501 Vorlesung Parallele Systeme • 102502 Übung Parallele Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29430 Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900215	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Merkmalsextraktion und -repräsentation, des 3-D Maschinensehens, der Bildsegmentierung sowie der Mustererkennung. Er/sie kann Probleme aus dem Fachgebiet einordnen und diese selbständig mit den erlernten Algorithmen und Verfahren lösen.
13. Inhalt:	• Lineare Diffusion, Skalenräume • Bildpyramiden, Kanten und Eckendetektion • Hough-Transformation, Invarianten • Texturanalyse • Scale Invariant Feature Transform (SIFT) • Bildfolgenanalyse: lokale Verfahren • Bewegungsmodelle, Objektverfolgung, Feature Matching • Bildfolgenanalyse: globale Verfahren • Kamerageoemtrie, Epipolargeometrie • Stereo Matching und 3-D Rekonstruktion • Shape-from-Shading • Isotrope und anisotrope nichtlineare Diffusion • Segmentierung mit globalen Verfahren • Kontinuierliche Morphologie, Schockfilter • Mean Curvature Motion • Self-Snakes, Aktive Konturen • Bayessche Entscheidungsthorie der Mustererkennung • Klassifikation mit parametrischen Verfahren, Dichteschätzung • Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren • Dimensionsreduktion
14. Literatur:	• Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.

	• Bigun, J.: Vision with Direction, 2006. • L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001. • O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294301 Vorlesung Computer Vision • 294302 Übung Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	Correspondence Problems in Computer Vision
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 29440 Geometric Modeling and Computer Animation

2. Modulkürzel:	051900010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Guido Reina
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic computer graphics, for example: - 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	Students gain an understanding of the fundamental concepts and techniques of geometric modeling and computer animation. This includes theoretical and mathematical foundations, important algorithms, and implementation aspects as well as practical experience with modeling and animation tools such as Maya.
13. Inhalt:	This course covers foundations and methods for the modeling of scenes and for computer animation. This includes the representation of curves and surfaces, which are used by modeling and animation software for modeling of objects, description of the dynamics of parameters, or keyframe animation. Physically based animation describes motion via kinematic and dynamics laws of mechanics. Applications thereof include particle systems all the way to character animation and deformation. In particular, the following topics are covered: - Description and modeling of curves: differential geometry of curves, polynomial curves in general, interpolation, Bezier curves, B-splines, rational curves, NURBS - Description and modeling of surfaces: differential geometry of surfaces, tensor product surfaces, Bezier patches, NURBS, ruled surfaces, Coons pathes - Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, sudivision curves, subdivision surfaces - Overview of animation techniques - Keyframe animation, inverse kinematics - Physically based animation of points and rigid bodies: kinematics and dynamics - Particle systems: Reeves, flocking and boids, agent-based simulation

	- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implict integrators - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets - Basics of film production: camera, lighting, production process, storyboard
14. Literatur:	• D. Eberly, 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics. Morgan Kaufmann, 2000. • G. Farin: Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide. Morgan Kaufmann, 2002. • R. Parent: Computer Animation: Algorithms and Techniques. Morgan Kaufmann, 2002. • W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipies - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29441 Geometric Modeling and Computer Animation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29441] Geometric Modeling and Computer Animation (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 29470 Machine Learning

2. Modulkürzel:	051200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in Linear Algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire an in depth understanding of Machine Learning methods. The concepts and formalisms of Machine Learning are understood as generic approach to a variety of disciplines, including image processing, robotics, computational linguistics and software engineering. This course will enable students to formalize problems from such disciplines in terms of probabilistic models and the derive respective learning and inference algorithms.
13. Inhalt:	Exploiting large-scale data is a central challenge of our time. Machine Learning is the core discipline to address this challenge, aiming to extract useful models and structure from data. Studying Machine Learning is motivated in multiple ways: 1) as the basis of commercial data mining (Google, Amazon, Picasa, etc), 2) a core methodological tool for data analysis in all sciences (vision, linguistics, software engineering, but also biology, physics, neuroscience, etc) and finally, 3) as a core foundation of autonomous intelligent systems (which is my personal motivation for research in Machine Learning). This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is: • motivation and history • probabilistic modeling and inference • regression and classification methods (kernel methods, Gaussian Processes, Bayesian kernel logistic regression, relations) • discriminative learning (logistic regression, Conditional Random Fields) • feature selection • boosting and ensemble learning

	• representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning) • graphical models • inference in graphical models (MCMC, message passing, variational) • learning in graphical models • structure learning and model selection • relational learning
14. Literatur:	• *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/ (recommended: read introductory chapter) • *Pattern Recognition and Machine Learning* by Bishop, C. M.. Springer 2006.online: http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/ (especially chapter 8, which is fully online)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294701 Lecture Machine Learning • 294702 Exercise Machine Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 29580 Data Compression

2. Modulkürzel:	051230110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires basic knowledge in mathematics.
12. Lernziele:	The students learn the concepts of data compression and acquire an understanding of different algorithms for data compression. Furthermore they will be able to implement and further develop the algorithms discussed in the course.
13. Inhalt:	• Shannon Entropy • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression
14. Literatur:	Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005. More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29581 Data Compression (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [29581] Data Compression (PL), schriftliche Prüfung,90 Min., Gewicht: 1.0 , written 90 Min. or oral 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Boad und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.
13. Inhalt:	• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc. • Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme • Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten • Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects • Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen
14. Literatur:	• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999 More literature is named in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This lectures requires the knowledge of "System Design I". Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.
12. Lernziele:	The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.
13. Inhalt:	• Presentation of a case study of a digital system • Simulatable specification of the syste • Architecture for Implementation using FPGAs' • Design and design tools for board integration • Implementation of a digital system • Verification of a digital system
14. Literatur:	Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999. More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects. Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.
12. Lernziele:	Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures. Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrokontrollern und kennen klassische Architekturen. • Historische Übersicht • Mikrocontroller-Architekturen • Einsatzgebiete von Mikrocontrollern • Befehlssatz klassischer Microcontroller • Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern • C-Programmierung von Mikrocontrollern
13. Inhalt:	Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a sinlge chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),

	consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc. Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers. Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1$. Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmierspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikropozessoren. Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.). Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar. Aus http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller
14. Literatur:	• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009 More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden **Gesamt: 180 Stunden**
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29680 Real-Time Programming

2. Modulkürzel:	051510301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Felix Krause
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Significant programming experience (not necessarily in real-time application) is highly advisable. • Knowledge of Ada, C/C++ and Unix is helpful, but not required.
12. Lernziele:	Students understand the standard terminology of deadline-driven, safety-critical real-time systems. They understand the issues that differentiate such systems from general software systems, and they know about available solutions, if any.
13. Inhalt:	1) General requirements and terminology of real-time systems 2) Deterministic execution: avoiding language-, implementation- and hardware-induced non-determinisms, coping with limited resources, storage estimation and management, execution time estimation 3) Fault tolerance: Faults and failure modes, N-version programming, voting, forward and backward recovery 4) Simple scheduling regimes: cyclic executives, deadline guarantees 5) Parallelism and priority scheduling regimes: processes, threads, tasks, run-time kernels, task management, interrupt handling 6) Synchronization and communication: semaphores, critical regions, monitors, protected objects, rendezvous, messaging 7) Control of shared resources 8) Distributed Systems: basic concepts, major issues
14. Literatur:	• Alan Burns and Andy Wellings: Real-Time Systems and Programming Languages, Addison Wesley, 1997 ... or later editions of the Burns/Wellings-Book, e.g., 4.ed. 2009 • Language reference manuals (C++, Java, Ada) are useful at times.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296801 Vorlesung mit Übung Real-Time Programming
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29681 Real-Time Programming (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Programmiersprachen und Übersetzerbau

Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing
13. Inhalt:	Introduction: analog/digital Television Cameras, Image sensors and their characteristics Image Filtering, Bayer Filter Motion Analysis video compression video communication video processing Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms
14. Literatur:	• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 • More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.
13. Inhalt:	1. Introduction to embedded systems and their design constraints 2. Synthesis models and algorithms 3. System level synthesis 4. High level synthesis 5. Pipelined data path and controller design 6. Software task scheduling and schedulability analysis 7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment 8. Communication architectures for embedded systems
14. Literatur:	- Skript „Embedded Systems Engineering - G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005. - P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998. - P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering • 297102 Übung Embedded Systems Engineering
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze
12. Lernziele:	The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.
13. Inhalt:	1. Fundamentals of wireless data transmission 2. Media access for wireless networks 3. Location Management 4. Wireless Wide Area Networks 5. Wireless networks (local/personal) 6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration 7. Mobility in IP-networks 8. Transport layer protocols for mobile systems 9. Location of services 10. Mobile data access 11. Introduction 12. Wireless data transmission 13. Location Management 14. Wireless 15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS 16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth 17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management 18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP 19. Transport layers for mobile systems

	20. Location of services : Problem, JINI, UpnP 21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding
14. Literatur:	• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997 • James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998 • Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000 • Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002 • Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000 • Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.
13. Inhalt:	Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics: • Hierarchical concurrent state machine models, • Kahn process networks, synchronous data flow networks, • specification of timing, concurrency, and non-functional aspects, • object-oriented modeling of embedded systems, • event-driven simulation with the example of the SystemC library, • modeling levels with emphasis on transaction level modeling.
14. Literatur:	• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification". • Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency andTime in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004. • Black, D., Donovan,D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer AcademicPublishers, 2004.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification • 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden **Summe: 180 Stunden**
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Programmierung und Software-Entwicklung - Datenstrukturen und Algorithmen - Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	The Students will gain an understanding of the basic charasteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.
13. Inhalt:	1) Introduction to distributed systems 2) System models 3) Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4) Naming: Generating and Resolution 5) Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchonization of clocks 6) Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7) Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8) Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9) Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10) Mulitcast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms

14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 392502 Übungen Verteilte Systeme • 392501 Vorlesung Verteilte Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 40680 Optimization

2. Modulkürzel:	051200113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid basic knowledge in linear algebra and analysis. Basic programming skills.
12. Lernziele:	Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines, e.g. Machine Learning, Combinatorial Optimization, Computer Vision, Robotics, Simulation. The focus will be on continuous optimization problems (including as they arise from relaxations of discrete problems), including convex problems, quadratic und linear programming, but also non-linear black-box problems. The goal is to give an overview of the various approaches and mathematical formulations and practical experience with the basic paradigms.
13. Inhalt:	Optimization is one of the most fundamental tools of modern sciences. Many phenomena -- be it in computer science, artificial intelligence, logistics, physics, finance, or even psychology and neuroscience -- are typically described in terms of optimality principles. The reason is that it is often easier to describe or design an optimality principle or cost function rather than the system itself. However, if systems are described in terms of optimality principles, the computational problem of optimization becomes central to all these sciences. This lecture aims give an overview and introdution to various approaches to optimization together with practical experience in the exercises. The focus will be on continuous optimization problems and we will cover methods ranging from standard convex optimization and gradient methods to non-linear black box problems (evolutionary algorithms) and optimal global optimization. Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines. A preliminary list of topics is: • gradient methods, log-barrier, conjugate gradients, Rprop • constraints, KKT, primal/dual • Linear Programming, simplex algorithm • (sequential) Quadratic Programming • Markov Chain Monte Carlo methods

	• 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS • blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 406801 Vorlesung mit Übungen Optimization
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40681 Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki
9. Dozenten:	Martin Radetzki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.
13. Inhalt:	This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign • 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is deepend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction
14. Literatur:	• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen • 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

Modul: 46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900022	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Andrés Bruhn Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modules covering mathematics, numerics, and stochastics fromBSc Informatikor BSc Softwaretechnik: • 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen *or* • 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker
12. Lernziele:	Students know the mathematical-theoretical foundations of visual computing and are able to apply them in the form of methods for computer graphics, visualization, image processing, and computer vision.
13. Inhalt:	This course covers the following topics: • Basics of affine and projective geometry, along with their use in computer graphics, especially in the rendering pipeline. • Differential calculus in 2Dand 3D, with applications in image processing and visualization. • Integral calculus in 2Dand 3D, with applications in visualization and rendering. • Ordinary differential equations, with examples from computer animation and flow visualization. • Partial differential equations for image processing. • Interpolation and approximation for geometry processing, visualization, and image processing. • Fourier analysis, Fourier transform, sampling theorem, and filtering, with examples from imaging. • Wavelet analysis, applied to image processing. Exercises deepen the understanding of the mathematical and theoretical foundations. Furthermore, they complement the lecture with hands-on partical applications and implementations. Practical exercises are partially with OpenGL and Matlab.

14. Literatur:	• P. Shirley, S. Marschner. Fundamentals of Computer Graphics, AK Peters, 2005 • J. Gallier. Geometric Methods and Applications - For Computer Science and Engineering, Springer, 2001 • W.Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007 • S. Lynch. Dynamical Systems with Applications using Matlab, Birkhäuser, 2004 • A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck. Discrete-time Signal Processing, Prentice Hall, second edition, 1999 • J. S. Walker. A primer on WAVELETS and Their Scientific Applications. Chapman und Hall/CRC, 2008 Optional German literature: • B. Jähne. Digitale Bildverarbeitung. Springer, 2005 • H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 1: Grundkurs. 5. Auflage, Teubner, 2005 • H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 2: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. 2. Auflage, Teubner, 2004 • H. R. Schwarz, N. Köckler. Numerische Mathematik. 6. Auflage, Teubner, 2006 • M. Oberguggenberger, A. Ostermann. Analysis für Informatiker. Springer, 2009 • J. Encarna,,o, W. Straßer, R. Klein. Graphische Datenverarbeitung 1. Oldenburg Verlag, 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 467601 Vorlesung Theoretische und Methodische Grundlagen des Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 46761 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik
12. Lernziele:	The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.
13. Inhalt:	The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering. Specifically, the class covers: • graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL • textures and procedural models • shading and shadow computations in rasterization pipelines • scene graphs, culling and level-of-detail approaches • physically based rendering and photo-realistic image synthesis • local shading and material models, especially the BRDF • the rendering equation • ray tracing and Monte-Carlo approaches • global illumination simulation (especialy by means of radiosity, distriubtion ray tracing and path tracing)
14. Literatur:	• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995. • J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990. • M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485001 Lecture Image Synthesis • 485002 Exercise Image Synthesis
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich oder mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	Sven Simon
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.
14. Literatur:	Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995 More literature is named in the lecture
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferrably C++
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics
12. Lernziele:	During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).
13. Inhalt:	• OpenGL • Qt-Framework • Raytracing • Volume Rendering • Independent Project
14. Literatur:	• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999 • Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly,1999 • An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989 • Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485701 Lab Practical Course Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will aquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.
13. Inhalt:	Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's infomation gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area. • Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle • relations to stochastic optimal control theory • basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc) • model-based RL methods • theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max) • relational RL • inverse RL, learning from demonstration and instruction • information theoretic formulations of RL • modern policy search methods (and applications in robotics)
14. Literatur:	• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely availableonline.

	• (For robotics application) S .Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006. • (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely availableonline. • S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. http://planning.cs.uiuc.edu/
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485801 Lecture Reinforcement Learning • 485802 Exercise Reinforcement Learning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48581 Reinforcement Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48600 Robotics I

2. Modulkürzel:	051200999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint Duy Nguyen-Tuong
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire the basic methodologies to model, control and navigate robots, including trajectory planning, control of dynamic systems and object manipulation.
13. Inhalt:	The lecture will give an introduction to robotics, focusing on essential theoretical foundations of planning and controlling motion, state estimation and eventually object manipulation. Exercises in simulations and on a real robot are a core element of this lecture to gain practical experience. • motivation and history • (inverse) kinematics • path finding and trajectory optimization • (non-)holonomic systems • mobile robots • sensor processing (vision, range sensors) • simulation of robots and environments • object grasping and manipulation
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486002 Exercise Robotics I • 486001 Lecture Robotics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200880	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Vien Ngo
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I
12. Lernziele:	Students will aquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.
13. Inhalt:	This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own. Topics: • Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis) • Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems) • Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy) • Imitation learning (inverse reinforcement learning) • Policy search (model based and model free) • Model learning (forward and inverse models)
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486102 Exercise Robotics II • 486101 Lecture Robotics II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic concepts of Human Computer Interaction Basic concepts of Computer Graphics
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied. The following topics will be discussed: • Introduction, history, visualization pipeline • Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures) • PerceptionBasic concepts of visual mappings • Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering) • Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology) • Tensor fields, multivariate data • Highdimensional data and information visualization
14. Literatur:	• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005 • C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486201 Lecture Scientific Visualization • 486202 Exercise Scientific Visualization

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich • 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)

Modul: 48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

2. Modulkürzel:	051200987	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Marc Toussaint
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solild knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.
12. Lernziele:	Students will acquire a conceptual overview of the challenges and research in intelligent autonomous systems. The course will emphasize the necessity of combining theory with integrated systems, namely the theoretical and computational foundations modeling and solving decision and behavioral problems and the integration in real-world autonomous systems that integrate perception, action and (on-board) computation. The course reflects the conceptual structure of the Major in Autonomous Systems by addressing the methodological foundations of (i) Computational Intelligence and Learning, (ii) Perception and Action, and (iii) System Integration.
13. Inhalt:	This course discusses the challenges and research in intelligent autonomous systems. It introduces to the basic foundations in the relevant disciplines to enable a holistic view on autonomous systems. This is done using a coherent formalization for concepts which are usually introduced separately. • motivation and history • challenges in autonomous systems • frameworks for modeling decision and behavioral problems • computational methods for solving such problems: planning, decision making • system integration • classical Artificial Intelligence and modern probabilistic AI • perception and image processing • learning from data (basic regression and classification) • learning applied in autonomous systems (Reinforcement Learning, adaptive control, system identification)
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486401 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

	• 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48641 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

Modul: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	52010014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Sven Lorenz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Core --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester ➞ Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Vorlesung "Strategisches IT Management (IT Strategie)" vermittelt ein Verständnis von Management-Strategien, Konzepten und Theorien. Sie erläutert das Entwicklen von Strategien und die Bewertung von Optionen unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der Informationstechnologie im Zeitalter der Digitalen Transformation. Die Studierenden lernen die Bestandteile einer IT Strategie kennen und sind anschließend in der Lage, aus gegebenen Rahmenbedingungen in einem Unternehmen, wie z. B. der Unternehmensstrategie un der bestehenden IT-Landschaft, systematisch eine IT Strategie abzuleiten und weiterzuentwicklen. Dabei wird sowohl auf die ehemalige, projekthafte Entwicklung einer konkreten IT Strategie im Unternehmen eingegangen, als auch auf das strategische IT Management als permanenter Prozess mit den strategischen Aufgaben in der IT-Organistationsentwicklung, dem IT-Sourcing-Management, dem IT-Architektur-Management, dem IT-Qualitätsmanagement, dem IT-Innovationsmanagement sowie dem IT-Risikomanagement.
13. Inhalt:	Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung,

	IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.
14. Literatur:	• Vorlesungsskript • Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010 • Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010 • Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010 • G. Dern, Management von IT-Architekturen, VIEWEG, 2006 • Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Prüfungsleistung(PL), Schriftlich (90 min) oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 55630 Information Visualization and Visual Analytics

2. Modulkürzel:	051900099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Koch
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic Human Computer Interaction
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of information visualization and visual analytics. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.
13. Inhalt:	Topics covered in this course: - Perception and Cognition - Graphs and Networks - Hierarchies and Trees - Multi-dimensional and high-dimensional data visualization - Time series visualization - Visual Analytics - Software Visualization - Geospatial visualization
14. Literatur:	• Colin Ware. Visual Thinking for Design • Colin Ware. Information Visualization. Perception for Design • Edward Tufte. The Visual Display of Quantitative Infomation • Robert Spence. Design for Interaction • Jim Thomas. Illuminating the Path
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556301 Vorlesung und Übung Informationsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55631 Information Visualization and Visual Analytics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Erfolgreiche Übungsteilnahmen / excercises passed

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs
20. Angeboten von:	Visualisierung

Modul: 55640 Correspondence Problems in Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900211	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn
9. Dozenten:	Andrés Bruhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker • Modul 10170 Imaging Science - Modul 29430 Computer Vision
12. Lernziele:	Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.
13. Inhalt:	• Basisverfahren: Block Matching, Detektion von Verdeckungen, Merkmalsfindung, Feature Matching • Optischer Fluss: Lokale und Globale differentiale Verfahren, Parametrisierungsmodelle, Konstanzannahmem, Daten- und Glattheitsterme, Numerik, Große Verschiebungen, Hochgenaue Verfahren • Stereorekonstruktion: Projektive Geometrie, Epipolargeometrie, Schätzung der Fundementalmatrix • Szenenfluss: Gemeinsame Schätzung von Struktur, Bewegung und Geometrie • Medizinische Bildregistrierung: Mutual Information, Elastische und krümmungsbasierte Regularisierung, Landmarks • Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisierung, Inkompressibler Navier Stokes Prior
14. Literatur:	• O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. • J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. • A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [55641] Correspondence Problems in Computer Vision (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

Modul: 55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers

2. Modulkürzel:	051900033	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze Pawel Wozniak
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester ➞ Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of human computer interaction
12. Lernziele:	Broad understanding for methods and concepts of multimodal interactions of personal computers, in particular for mobile systems, vehicles, tedious devices and environments.
13. Inhalt:	• Interaction with mobile phones • User interfaces for vehicles • Interaction with intelligent environments • Interactive interfaces and gestures • Tangible user interfaces • Speech input and output • Camera-based interaction • Physiological sensors as interfaces between human and computer • Activities, context and emotions as input • Methods and techniques for designing user interfaces • Approaches for evaluating user interfaces
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556501 Lecture Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers • 556502 Exercise Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55651 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

Modul: 60860 3D Scanner - Algorithms and Systems

2. Modulkürzel:	051230002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsleistung (PL): schriftlich, 90 min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

Modul: 68720 Human-Computer Interaction

2. Modulkürzel:	051900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
9. Dozenten:	Niels Henze wiss. Mitarbeiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective
11. Empfohlene Voraussetzungen:	051520005 Programmierung und Software-Entwicklung 051200005 Systemkonzepte und -programmierung
12. Lernziele:	Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. Sie lernen Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung, Implementierung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. Studierende können Benutzungsschnittstellen mit verschiedenen Methoden evaluieren und die erlernten Konzepte praktisch anwenden.
13. Inhalt:	Die Vorlesung vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion, historische Entwicklung • Prozesse zur Entwicklung von benutzbaren Schnittstellen • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten

	• Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
14. Literatur:	• Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004 • Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005 • Field, Andy, and Graham Hole, How to design and report experiments, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 687201 Vorlesung Human-Computer Interaction • 687202 Übung Human-Computer Interaction
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 68721 Human-Computer Interaction (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • 68722 Human-Computer Interaction (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme

Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	052900002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solide Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache.
12. Lernziele:	• Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web, • Students are familar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles, • Students are familiar with common defense mechanisms.
13. Inhalt:	IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies. The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc. The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.
14. Literatur:	Will be announced in class
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717401 Vorlesung System and Web Security • 717402 Übung System and Web Security
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung System- und Websicherheit
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 71741 System and Web Security (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) zur Vorlesung und Übung System- und Websicherheit

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	052900004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse aus den Vorlesungen *Grundlagen der Informationssicherheit* (Bachelor) sowie *Introduction to Modern Cryptography* (Master) sind vorteilhaft, werden allerdings nicht zwingend vorausgesetzt. Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.
13. Inhalt:	This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from term to term, depending on the development of the field and the focus of the information security group. Possible topics include: • Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems • Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools? • Blockchains, Smart Contracts, and applications, such as cryptocurrencies, e.g., Bitcoin and Ethereum. • Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other? • Differential Privacy and Privacy-Preserving Data Mining: how to make use of information in (statistical) databases without revealing information about individuals? • E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious? • Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols

	• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security
14. Literatur:	Will be announced in class.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717601 Vorlesung Security and Privacy • 717602 Übung Security and Privacy
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Security and Privacy
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 71761 Security and Privacy (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Security and Privacy
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 78900 Introduction to Modern Cryptography

2. Modulkürzel:	052900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters
9. Dozenten:	Ralf Küsters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik wie sie in den ersten drei oder vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik/Mathematik vermittelt werden. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung *Grundlagen der Informationssicherheit* sind nützlich, aber keine zwingende Voraussetzung.
12. Lernziele:	Students will acquire an in-depth understanding of cryptography. They will be able to judge and assess the security of cryptographic constructions used in practice (encryption schemes, digital signatures, messages authentication codes, etc.) and will be able to read scientific papers on cryptography.
13. Inhalt:	p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.ctl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.ctl:link { font-family: "Times New Roman"; } Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life when we do, for example, online shopping and online banking, pay with credit or debit card, open doors with electronic keys, or when we use social networks, instant messengers, online games, WiFi, mobile networks, or electronic currencies. Here, cryptography is essential in order to guarantee various central security properties such as secrecy and integrity of messages as well as authenticity of the communication partners. This course provides an introduction to modern cryptography. In the traditional approach to cryptography, cryptographers proposed, for example, encryption algorithms, and then others, cryptanalysts, tried to break them. In modern cryptography, cryptographers try to prove that their cryptographic constructions are secure under

	certain assumptions, even when attacked by powerful adversaries. Hence, cryptography turned from pure art to science. The course covers several fundamental cryptographic primitives, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. These primitives are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.), used by billions of people every day. The course presents common cryptographic constructions as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols. In the spirit of modern cryptography, we ask the following questions: What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we prove security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, we prove security or present attacks. This provides a deep understanding of the security/insecurity of the cryptography that surrounds us.
14. Literatur:	• Ralf Küsters and Thomas Wilke. Moderne Kryptographie - Eine Einführung. Vieweg + Teubner, 2011. • Jonathan Katz and Yehuda Lindell. Introduction to Modern Cryptography - Second Edition. CRC Press 2015.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789001 Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• V Vorleistung (USL-V), • 78901 Introduction to Modern Cryptography (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Introduction to Modern Cryptography
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

Modul: 78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems

2. Modulkürzel:	052010019	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann
9. Dozenten:	Frank Leyman Marina Bitsaki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Analysis Eventuell zusätzlich: Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung
12. Lernziele:	This course involves an introduction to game theory and its application in Service Science. It integrates with game theory and economics, aiming to understand and improve service systems. Emphases are on new economy and how socioeconomic principles apply in emerging business models including networked enterprises and e-marketplaces.

13. Inhalt:	• Basics of Service Systems
	• Firms - Basics of Industrial Organization
	• Introduction to Game theory
	  • Two-Person Zero-Sum Games
	  • Two-Person General-Sum Games
	  • Cooperative Games
	• Markets and strategic interaction in Networks
	• Applications in Service Systems
	  • Supply chains
	  • Smart urban transportation systems
	  • Healthcare service systems

14. Literatur:	Yoav Shoham, Kevin Leyton Brown, Multi-agent Systems: Algorithmic, Game-theoretic, and Logical Foundations, 2009.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789101 Lecture Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung "Einführung in die Spieltheorie mit Anwendungen in Service Systemen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 78911 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 • 78912 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Unbenotete Studienleistung (USL): Vortrag in der Übung Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung „Einführung in die Spieltheorie mit Anwendungen in Service Systemen"
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Powerpoint Präsentation
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

Modul: 81150 Masterarbeit Computer Science

2. Modulkürzel:	020900121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	30 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 4. Semester
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The student must have successfully passed modules from the MSc program comprising 60 LP. If admission to the Master program was conditional on the completion of certain additional modules or the proof of certain skills, these conditions have to be satisfied at the point of registering the master thesis.
12. Lernziele:	The Master thesis shows that the student is able to independently complete a defined research task in Computer Science within a fixed period, following scientific methodology, and to present the results in an adequate way.
13. Inhalt:	The content depends on the thesis topic, which is set by an examiner from the area of Computer Science, taking into account the Major selected by the student. As a part of the Master Thesis a talk about the content of the thesis has to be given by the student.
14. Literatur:	Will be announced by the examiner.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	81151 Masterarbeit Computer Science (PL), Sonstige, Gewichtung: 1 written Thesis (PL) and a talk about the thesis
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme