



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulhandbuch für den Studiengang

Master Robotics and Autonomous Systems 2019

Fassung vom 4. April 2024

Fachübergreifende Kompetenzen

Entrepreneurship in der digitalen Wirtschaft (EC5010-KP04, EC5010, EEntre)	1
----------------------------------------------------------------------------	---

Vertiefung

Ambient Computing und Anwendungen (CS4503-KP12, CS4503, AmbCompA)	3
Cyber Physical Systems (CS4504-KP12, CS4504, CPS)	5
Advanced Control and Estimation (RO4500-KP12, ACES)	7
Medizinische Robotik (RO5100-KP12, MedRob12)	9
Bio-inspired Robotics (RO5200-KP12, BR)	11
Autonomous Vehicles (RO5500-KP12, AVS)	13
Advanced Topics in Robotics (RO5800-KP12, ATRS)	15

Wahlpflicht

Informationssysteme (CS4130-KP06, CS4130, InfoSys)	17
Verteilte Systeme (CS4150-KP06, CS4150S14, VertSys14)	19
Parallelrechnersysteme (CS4170-KP06, CS4170S14, ParaRSys14)	21
Mustererkennung (CS4220-KP04, CS4220, Muster)	23
Aktuelle Themen Robotik und Automation (CS4290-KP04, CS4290, RobAktuell)	25
Medical Deep Learning (CS4374-KP06, MDL)	27
Neuroinformatik (CS4405-KP04, CS4405, NeuroInf)	29
Hardware/Software Co-Design (CS5170-KP04, CS5170, HWSWCod)	31
Künstliche Intelligenz 2 (CS5204-KP04, CS5204, KI2)	33
Sprach- und Audiosignalverarbeitung (CS5260-KP04, CS5260S14, SprachAu14)	35
Advanced Control and Estimation (RO4500-KP08, ACE)	37
Medizinische Robotik (RO5100-KP08, MedRob08)	39
Bio-inspired Robotics (RO5200-KP08, BRS)	41
Autonomous Vehicles (RO5500-KP08, AV)	43
Advanced Topics in Robotics (RO5800-KP04, RO5801-KP04, ATiR)	45
Advanced Topics in Robotics (RO5800-KP08, ATR)	46

Pflicht-Lehrmodule

Studierendentagung (PS5000-KP06, PS5000, ST)	48
Autonomous Systems (RO4000-KP12, AS)	50
Robot Learning (RO4100-KP08, RobLe)	52
Maschinelles Lernen und Computer Vision (RO4300-KP08, MLRAS)	54
Projektpraktikum Robotik und Autonome Systeme 1 (RO5000-KP12, ProPraRAS1)	56
Projektpraktikum Robotik und Autonome Systeme 2 (RO5001-KP12, ProPraRAS2)	58



Masterarbeit Robotics and Autonomous Systems (RO5990-KP30, MScRAS)	60
--------------------------------------------------------------------	----

Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation

Prozessführungssysteme (CS4660-KP04, CS4660, ProzFueSys)	61
Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (CS5275 T, AMSAVa)	63
Modulteil: Seminar Robotik und Automation (CS5280 T, SemRobAuta)	65
Path Planning and Control of Wheeled Robots (RO4210-KP04, PPaCWR)	66

Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul

Computergestützter Schaltungsentwurf (CS3110-KP04, CS3110, SchaltEntw)	68
Technische Zuverlässigkeit (CS4452-KP06, TechZuv)	70
Systemidentifikation (CS4480-KP04, Sysiden)	72
Cyber Physical Systems (CS4504-KP08, CPS8)	74
Intelligente Agenten (CS4514-KP12, IntAgents)	76
Constructive Cognitive Science (CS4521-KP12, CCS)	78
Computer Security (CS4702-KP06, CoSec)	80
Advanced Cryptology (CS4703-KP06, AdvCrypto)	82
Kryptographische Technik (CS4705-KP06, CryEng)	84
Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (CS4720-KP06, EEE)	86
Aktuelle Themen IT-Sicherheit (CS5195-KP04, AktTheITS)	88
Optimierung (MA4030-KP08, MA4030, Opti)	90
Rescue Robotics (RO5803-KP04, RR)	92

EC5010-KP04, EC5010 - Entrepreneurship in der digitalen Wirtschaft (EEntre)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Pflicht), Entrepreneurship, 3. Fachsemester • Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester • Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, 1. oder 2. Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Pflicht), Entrepreneurship, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • EC5010-V: Entrepreneurship in der digitalen Wirtschaft (Vorlesung, 2 SWS) • EC5010-Ü: Entrepreneurship in der digitalen Wirtschaft (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen der Veranstaltung erhalten die Studierenden unter anderem einen Einblick in den unternehmerischen Prozess, das Erkennen von Geschäftsmöglichkeiten sowie die Gestaltung und Veränderung von jungen Unternehmen. Daneben werden die Studierenden in die Lage versetzt, Geschäftsmodelle auf einfacher Ebene zu verstehen. Gleichzeitig umfasst die Veranstaltung die Strategieentwicklung, grundsätzliche Aspekte des unternehmerischen Marketing, Wachstumsformen und -strategien, Unternehmertum im Kontext etablierter Unternehmen sowie Social Entrepreneurship. • Bei der Behandlung der genannten Aspekte wird ein Schwerpunkt auf Gründungen in der digitalen Wirtschaft gelegt. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erkennen die wichtigsten Fragestellungen im Rahmen eines Gründungsprozesses und verfügen anschließend über breites Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen und der praktischen Anwendung zur Bedeutung des Entrepreneurships im volks- und betriebswirtschaftlichen Kontext. Sie können ihr Wissen abrufen und ergänzt um eigene Beispiele, in einem geänderten Kontext wiedergeben. Die Studierenden können Merkmale und Faktoren erfolgreicher Unternehmensgründungen erschließen und Gründungsideen anhand von Kriterien und erworbenen Methoden bewerten sowie eigenständig entwickeln und visualisieren. • Die Themen werden außerdem mit praktischen und aktuellen Schwerpunktthemen verknüpft, um so einen Anwendungsbezug darzustellen. • Einzelaspekte der Veranstaltung werden anhand von ausgewählten Fallstudien (in englischer Sprache) vertieft. • Die Studierenden können wissenschaftliche Grundlagen sowie spezialisiertes und vertieftes Fachwissen im Innovations- und Technologiemanagement erläutern und anwenden. • Die Studierenden können Arbeitsschritte bei der Lösung von Problemen auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten des Innovations- und Technologiemanagements planen und durchführen. • Die Studierenden können Ziele für die eigene Entwicklung definieren sowie eigene Stärken und Schwächen reflektieren, die eigene Entwicklung planen sowie mit Blick auf gesellschaftlichen Auswirkungen reflektieren. • Die Studierenden können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten sowie das eigene Kooperationsverhalten in Gruppen kritisch reflektieren und erweitern. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Portfolio-Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Christian Scheiner 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Entrepreneurship und Business Development • Prof. Dr. Christian Scheiner 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Bygrave & Zacharakis: The Portable MBA in Entrepreneurship - Wiley-Verlag: 2010 • Bygrave & Zacharakis: Entrepreneurship - Wiley-Verlag: 3. Auflage 2013 		

- Hisrich, Peters & Shepherd: Entrepreneurship - McGraw-Hill: International Edition 2010

Sprache:

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine
- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Modulprüfung(en):

- EC5010-L1 Entrepreneurship in der digitalen Wirtschaft, Portfolioprüfung, 100 % der Modulnote

Die Portfolioprüfung umfasst folgende Bestandteile:

- Gruppenarbeit(en), (Präsentation), 40 %
- (Online-)Prüfungen, 60 %

Studierende, bei denen diese Veranstaltung ein Pflichtmodul ist, haben Vorrang.

Die Anmeldung erfolgt zu Beginn des Semesters über Moodle. Weitere Anmelde- und prüfungsrelevante Fragen werden im Rahmen der ersten Vorlesungen geklärt.

(Ehemals EC5010)

CS4503-KP12, CS4503 - Ambient Computing und Anwendungen (AmbCompA)

Dauer: 2 Semester	Angebotsturnus: In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	Leistungspunkte: 12
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, 2. und/oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- Siehe CS4670 T: Ambient Computing (Vorlesung, 3 SWS)
- CS4503-S: Seminar Ambient Computing (Seminar, 2 SWS)
- CS4503-P: Projekt Ambient Computing (Projektarbeit, 3 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 120 Stunden Gruppenarbeit
- 120 Stunden Präsenzstudium
- 70 Stunden Selbststudium
- 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Lehrinhalte des Moduls Ambient Computing:
- Aktuelle Paradigmen in der Computertechnik
- Smarte Komponenten
- Software-Architekturen
- Kontext-sensitive Systeme
- Umgebungszintelligenz
- Interaktive ambiante Mediensysteme
- Ambient Computing Anwendungen (AAL)
- Ethische, legale und soziale Implikationen (ELSI)

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Ziele/Kompetenzen des Moduls Ambient Computing:
- Die Studierenden sind in der Lage, Möglichkeiten, Konzepte und Probleme Ambienter Systeme einzuschätzen
- Sie haben einen Überblick über die aktuellen Technologien und Systeme für die Entwicklung Ambienter Systeme
- Sie sind in der Lage, die aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ambient Computing zu verfolgen und zu beurteilen

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Portfolio-Prüfung

Modulverantwortlicher:

- [Prof. Dr.-Ing. Andreas Schrader](#)

Lehrende:

- [Institut für Telematik](#)
- [Prof. Dr.-Ing. Andreas Schrader](#)

Literatur:

- John Krumm: Ubiquitous Computing Fundamentals - CRC Press, 2009
- Stefan Poslad: Ubiquitous Computing: Smart Devices, Environments and Interactions - Wiley, 2009
- Uwe Hansman et al: Pervasive Computing - Springer, 2003

Sprache:

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag mit Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4503-L1: Ambient Computing und Anwendungen, Portfolioprüfung bestehend aus: 20 Punkten in Form eines Seminarpapiers mit Vortrag, 20 Punkten in Form einer Projektarbeit und 60 Punkten in Form einer mündlichen Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS4670 T)

CS4504-KP12, CS4504 - Cyber Physical Systems (CPS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, 2. und/oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe CS5150 T: Organic Computing (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) • Siehe CS5153 T: Drahtlose Sensornetze (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) • CS4504-S: Seminar Cyber Physical Systems (Seminar, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 220 Stunden Selbststudium • 120 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Organic Computing / Self-X-Systemeigenschaften • von Bewegung zu intelligentem Verhalten und System-/Maschinenverhalten • Design auf Selbstorganisation, Robustheit, Adaptivität, Flexibilität, Vertrauen • Analyse, Reverse-Engineering, Debugging von Maschinenverhalten • Entwurf von Experimenten und Vermessen von Verhalten • Modellierung von System-/Maschinenverhalten • Komplexität, Opazität, Obskürität, Vertrauen bei (KI-)Systemen und erklärbare KI • Architekturen von Organic-Computing-Systemen • Anwendungen von Self-X-Systemen • Grundlagen der drahtlosen Sensornetzwerke • Hardware-Aspekte von Sensorknoten • Physik und Protokolle der drahtlosen Kommunikation • Routing in drahtlosen Netzwerken • Zeitsynchronisation und Lokalisierung in drahtlosen Netzwerken • Datenmanagement und Datenverarbeitung in drahtlosen Netzwerken • Anwendungen von drahtlosen Netzwerken 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Prinzipien der Organic-Computing-/Self-X-Systeme auf beispielhafte Entwürfe anwenden. • Die Studierenden können die Prinzipien der Organic-Computing-/Self-X-Systeme erläutern. • Die Studierenden können System-/Maschinenverhalten in einem strukturierten und korrekten Ansatz analysieren. • Die Studierenden können die Vor- und Nachteile von Sensornetzen darstellen. • Die Studierenden können die Analyse, den Entwurf und die Evaluierung von Protokollen für Sensornetze umsetzen. • Die Studierenden können aktuelle Forschungsansätze zu Sensornetzen interpretieren und nachvollziehen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Dr. rer. nat. Javad Ghofrani 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • C. Müller-Schloer, S. Tomforde: Organic Computing Technical Systems for Survival in the Real World - Birkhäuser, 2017 		

- H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures of Wireless Sensor Networks - Wiley, 2005

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag und Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4504-L1: Cyber Physical Systems, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS5150 T, CS5153 T)

RO4500-KP12 - Advanced Control and Estimation (ACES)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jedes Semester	12

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- RO4500-V: Linear Systems Theory (Vorlesung, 2 SWS)
- RO4500-Ü: Linear Systems Theory (Übung, 2 SWS)
- RO5501-V: Graphische Modelle in der System- und Regelungstheorie (Vorlesung, 2 SWS)
- RO5501-Ü: Graphische Modelle in der System- und Regelungstheorie (Übung, 1 SWS)
- RO4500-S: Advanced Control and Estimation (Seminar, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 150 Stunden Selbststudium
- 150 Stunden Präsenzstudium
- 30 Stunden Präsenzübung
- 30 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Lehrinhalte der Veranstaltung Linear Systems Theory:
 - Vektorraum, Norm, lineare Operatoren
 - Eigenwerte, Eigenvektoren, Jordan'sche Normalform
 - Singulärwertzerlegung und Operatornorms
 - Kontinuierliche und diskrete lineare Systeme
 - Modellierung linearer Systeme und Linearisierung
 - Fundamentallösung der Zustandsgleichungen linearer Systeme
 - Laplacetransformation und z-Transformation
- Lehrinhalte der Veranstaltung Graphical Models in Systems and Control:
 - Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie, sowie diskrete und kontinuierlich verteilte Zufallsvariablen
 - Grundlegende Kenntnisse zu probabilistischen graphischen Modellen
 - Erweiterte Kenntnisse zu (Forney-)Faktorgraphen als probabilistisches graphisches Modell
 - Message Passing mittels Sum- und Max-Produkt Algorithmus
 - Gauß'sches Message Passing
 - Zustandsschätzung im probabilistischen Framework (Kalman Filter und Smoother inklusive Erweiterungen)
 - Parameterschätzung mittels Expectation Maximization
 - Expectation Propagation
 - Regelung auf Faktorgraphen
- Lehrinhalte des Seminars Advanced Control and Estimation:
 - Aktuelle Algorithmen in der stochastischen Signalverarbeitung, Parameterschätzung, Systemidentifikation und Regelung.

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Lernziele der Veranstaltung Linear Systems Theory:
 - Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Konzepte der linearen Algebra.
 - Die Studierenden verstehen die Grundlagen kontinuierlicher und diskrete linearer Systeme.
 - Die Studierenden können mechanische und elektrische Systeme mathematisch modellieren.
 - Die Studierenden können die Systemgleichungen im Zeitbereich und Frequenzbereich lösen und analysieren.
 - Die Studierenden entwickeln ihre mathematischen Fähigkeiten und Problemlösungskompetenz.
 - Die Studierenden verbessern ihre Fähigkeiten in der logischen Argumentation und mathematischen Beweisführung.
 - Die Studierenden können Forschung in der Regelungs- und Systemtheorie verfolgen und betreiben.
- Lernziele der Veranstaltung Graphical Models in Systems and Control:
 - Die Studierenden erwerben und vertiefen grundlegende Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Transformation diskret und kontinuierlich verteilter Zufallsvariablen.
 - Die Studierenden können einfache lineare Algorithmen wie das Kalman Filter mit Hilfe graphischer probabilistischer Modelle verstehen
 - Die Studierenden können Elemente von probabilistischen Algorithmen mit Hilfe graphischer probabilistischer Modelle zu neuen Algorithmen kombinieren.
 - Die Studierenden können fortgeschrittene Signalverarbeitung, Parameter- und Zustandsschätzprobleme, sowie Regelalgorithmen mit Hilfe graphischer probabilistischer verstehen, erweitern und auf relevante Probleme anpassen.
- Lernziele des Seminars Advanced Control and Estimation:
 - Die Studierenden können aktuelle wissenschaftliche Literatur recherchieren und verstehen.
 - Die Studierenden können aktuelle Algorithmen aus wissenschaftlicher Literatur nachbilden und evaluieren.

- Die Studierenden können Ergebnisse aus aktueller wissenschaftlicher Literatur reproduzieren, erweitern und publikumsgerecht präsentieren.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Modulverantwortliche:

- Prof. Dr. Philipp Rostalski
- Prof. Dr. Georg Schildbach

Lehrende:

- Institut für Medizinische Elektrotechnik
- Prof. Dr. Georg Schildbach
- Prof. Dr.-Ing. Christian Herzog

Literatur:

- Loeliger, Hans-Andrea; Dauwels, Justin; Hu, Junli; Korl, Sascha; Ping, Li; Kschischang, Frank R.: The Factor Graph Approach to Model-Based Signal Processing - Proc. IEEE, Vol. 95, No. 6, 2007
- Loeliger, Hans-Andrea: An Introduction to factor graphs - IEEE Signal Process. Mag., Vol. 21, No. 1, 2004
- Hoffmann, Christian; Rostalski, Philipp: Forschungsnahe aktuelle Artikel des IME
- Verschiedene: Forschungsnahe aktuelle Artikel

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO4500-L1: Advanced Control and Estimation, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 40min, 100% der Modulnote
- RO4500-S: Seminar Advanced Control and Estimation, muss bestanden sein

RO5100-KP12 - Medizinische Robotik (MedRob12)

Dauer: 2 Semester	Angebotsturnus: Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	Leistungspunkte: 12
-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- ME4030-V: Inverse Probleme bei der Bildgebung (Vorlesung, 2 SWS)
- ME4030-Ü: Inverse Probleme bei der Bildgebung (Übung, 1 SWS)
- CS4270-V: Medizinische Robotik (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4270-Ü: Medizinische Robotik (Übung, 1 SWS)
- CS5280-S: Seminar Robotik und Automation (Seminar, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 190 Stunden Selbststudium
- 150 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Einführung in inverse und schlecht gestellte Probleme anhand von ausgewählten Beispielen (u.a. Seismologie, Impedanztomographie, Wärmeleitung, Computertomographie, Akustik)
- Begriff der Schlechtgestellttheit eines inversen Problems (Hadamard)
- Singulärwertzerlegung und generalisierte Inverse
- Regularisierungsmethoden (z.B. Tikhonov, Phillips, Ivanov)
- Entfaltung
- Bildrestauration (Deblurring, Defokussierung)
- Statistische Methoden (Bayes, Maximum Likelihood)
- Computertomographie, Magnetic Particle Imaging

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden können den Begriff der Schlechtgestellttheit eines inversen Problems erläutern und gegebene inverse Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestellttheit unterscheiden.
- Sie sind fähig, inverse Problemstellungen der Bildgebung mathematisch zu formulieren und mit geeigneten numerischen Methoden (approximativ) zu lösen.
- Sie können die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens beurteilen.
- Sie beherrschen unterschiedliche Regularisierungsmethoden und sind in der Lage diese auf praktische Problemstellungen anzuwenden.
- Sie kennen Methoden zur Bestimmung eines geeigneten Regularisierungsparameters.
- Sie können Methoden der Bildrekonstruktion und -restauration auf reale Messdaten anwenden.
- Studierende können die Konzepte Vorwärts- und Rückwärtsrechnung anhand der Beispiele 3-Achs-Roboter und 6-Achs Roboter erklären.
- Sie können Methoden der medizinischen Robotik auf einfache praktischen Anwendungen übertragen.
- Sie können Methoden des Bewegungslernens auf einfache praktische Anwendungen übertragen.
- Sie können Muster für dynamische Berechnungen modifizieren, um eigene Konstruktionen zu berechnen.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Modulverantwortlicher:

- [Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard](#)

Lehrende:

- [Institut für Technische Informatik](#)
- [Institut für Medizinische Elektrotechnik](#)
- [Institut für Medizintechnik](#)
- [Institut für Medizinische Informatik](#)
- [Institut für Robotik und Kognitive Systeme](#)

Literatur:

- Kak and Slaney: Principles of Computerized Tomographic Imaging - SIAM Series 33, New York, 2001
- Natterer and Wübbeling: Mathematical Methods in Image Reconstruction - SIAM Monographs, New York 2001
- Bertero and Boccacci: Inverse Problems in Imaging - IoP Press, London, 2002
- Andreas Rieder: Keine Probleme mit inversen Problemen - Vieweg, Wiesbaden, 2003
- Buzug: Computed Tomography - Springer, Berlin, 2008
- J. -C. Latombe: Robot Motion Planning - Dordrecht: Kluwer 1990
- J.J. Craig: Introduction to Robotics - Pearson Prentice Hall 2002
- : Vorlesungsskript: Med. Robotik (400 Seiten Volltext)

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5100-L1: Medizinische Robotik, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 100% der Modulnote
- CS5280-S: Seminar Robotik und Automation, muss bestanden sein

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an Medizinische Robotik ist 100%)

(Anteil Institut für Medizintechnik an Inverse Probleme bei der Bildgebung ist 100%)

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an S ist 33%)

(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an S ist 33%)

(Anteil Institut für Technische Informatik an S ist 33%)

RO5200-KP12 - Bio-inspired Robotics (BR)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5202-V: Collective Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5202-Ü: Collective Robotics (Übung, 1 SWS) • RO5700-V: Evolutionary Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5700-Ü: Evolutionary Robotics (Übung, 1 SWS) • RO5200-S: Seminar Bio-inspired Robotics (Seminar, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 220 Stunden Selbststudium • 120 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Grundlagen • Selbstorganisation, Robustheit, Skalierbarkeit, Superlineare Speedups • Roboterschwärme zu Land, Wasser und in der Luft • mathematische Modellierung von Schwärmen und kollektives Entscheiden • Evolutionäre Optimierung • künstliche Evolution für Roboterverhalten und Robotermorphologien • Optimierung und Lernen im Roboterexperiment • Selbstständiges Einarbeiten in ein Teilgebiet der Service-Robotik anhand der Fachliteratur • Verfassen und Präsentation eines eigenen wissenschaftlichen Textes 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über biologisch inspirierte Ansätze. • Die Studierenden können Chancen und Herausforderungen von robusten und skalierbaren Robotersystemen erklären. • Die Studierenden Sie sind in der Lage, reaktive Steuerungen für Schwarmroboter zu implementieren, in Simulationen und auf mobilen Robotern anzuwenden. • Die Studierenden sind in der Lage, evolutionäre Algorithmen und Künstliche Neuronale Netzwerke zu implementieren und in einer Simulation auf Probleme aus der mobilen Robotik anzuwenden. • Die Studierenden können Herausforderungen der Evolutionären Robotik in ihrer Anwendung benennen sowie Lösungswege diskutieren. • Die Teilnehmer sind in der Lage, selbstständig wissenschaftliche Publikationen aus der Service-Robotik zu recherchieren, die Inhalte zu analysieren und zu verstehen. • Die Teilnehmer können Inhalte im Kontext ihrer Aufgabenstellung analysieren und wiedergeben. • Die Teilnehmer sind in der Lage, eine wissenschaftliche Arbeit eigenständig zu verfassen und vorzutragen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Dr. rer. nat. Javad Ghofrani 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nolfi, S., Floreano, D.: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines - MIT Press, 2001 • Hamann, H.: Swarm Robotics: A Formal Approach - Springer 2018 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen beider Teilmodule gemäß Vorgabe am jeweiligen Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5200-L1: Bio-inspired Robotics, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 2/3 der Modulnote
- RO5200-S: Seminar Bio-inspired Robotics, 1/3 der Modulnote

RO5500-KP12 - Autonomous Vehicles (AVS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jedes Wintersemester beginnend	12

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefung), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- RO5500-V: Vehicle Dynamics and Control (Vorlesung, 2 SWS)
- RO5500-Ü: Vehicle Dynamics and Control (Übung, 2 SWS)
- RO5502-V: Perception for Autonomous Vehicles (Vorlesung, 2 SWS)
- RO5502-Ü: Perception for Autonomous Vehicles (Übung, 2 SWS)
- RO5500-S: Technology of Autonomous Vehicles (Seminar, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 220 Stunden Selbststudium
- 80 Stunden Präsenzstudium
- 60 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Lehrinhalte der Veranstaltung Vehicle Dynamics and Control:
- Wiederholung Regelungstechnik und Festkörpermechanik
- Grundlegende Begriffe der Fahrdynamik
- Wichtige Fahrdynamikmodelle (longitudinale, laterale und vertikale Dynamik)
- Modellierung zentraler Komponenten (Motor, Getriebe, Bremse, Lenkung)
- Reifenmodelle
- Stabilitätsanalyse
- Fahreigenschaften
- Aktive Sicherheitssysteme
- Autonomes Fahren
- Lehrinhalte der Veranstaltung Perception for Autonomous Driving:
- Architektur autonom fahrender Systeme
- Tracking, Erkennung, Klassifizierung
- Modelle stochastischer Signale
- Transformationsbasierte Analyse stochastischer Signale
- Systemtheorie
- Parameterschätzung
- Lineare optimale Filter und adaptive Filter
- Graphische Modelle und dynamische Bayes Netze
- Neuronale Netze
- Hidden Markov Modelle, Kalman Filter, Partikel Filter, etc.
- Anwendungen im Bereich des autonomen Fahrens
- Lehrinhalte des Seminars Current Topics in Autonomous Vehicles:
- Aktuelle Algorithmen aus maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz zum Thema autonomes Fahren

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Lernziele der Veranstaltung Vehicle Dynamics and Control:
- Die Studierenden besitzen einen Überblick über grundlegende Begriffe und Konzepte der Fahrdynamik.
- Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis der Dynamik von Kraftfahrzeugen.
- Die Studierenden verstehen den Zweck und die Ziele von Fahrdynamikreglern.
- Die Studierenden können Modelle für den Entwurf von Fahrdynamikreglern herleiten.
- Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Regelungstechnik auf Fahrdynamikprobleme anwenden.
- Die Studierenden haben einen groben Überblick über den derzeitigen Stand aktiver Sicherheitssysteme, Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren.
- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, unabhängige Forschungs- und Entwicklungsarbeit in diesem Gebiet aufzunehmen und die wissenschaftliche Literatur zu lesen.
- Lernziele der Veranstaltung Perception for Autonomous Driving:
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über autonom fahrende Systeme.
- Die Studierenden lernen den Perception Layer in der Architektur von autonom fahrenden Systemen umfassend kennen.
- Die Studierenden erhalten eine umfassende Einführung in stochastische Signale.

- Die Studierenden beherrschen die Werkzeuge für die Analyse stochastischer Signale.
- Die Studierenden können verschiedene Modelle für stochastische Signale verwenden.
- Die Studierenden können Tracking Algorithmen entwerfen.
- Die Studierenden können algorithmische Lösungen für Entscheidungsprobleme unter Berücksichtigung von Vorinformation entwerfen.
- Lernziele des Seminars Current Topics in Autonomous Vehicles:
- Die Studierenden können aktuelle wissenschaftliche Literatur recherchieren und verstehen.
- Die Studierenden können aktuelle Algorithmen aus wissenschaftlicher Literatur nachbilden und evaluieren.
- Die Studierenden können Ergebnisse aus aktueller wissenschaftlicher Literatur reproduzieren, erweitern und publikumsgerecht präsentieren.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Setzt voraus:

- Regelungstechnische Systeme (RO4400-KP08)
- Technische Mechanik (RO1500-KP08)

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. Georg Schildbach

Lehrende:

- [Institut für Medizinische Elektrotechnik](#)
- Prof. Dr. Georg Schildbach
- PD Dr.-Ing. habil. Alexandru Paul Condurache

Literatur:

- Rajamani, R: Vehicle Dynamics and Control (2nd edition) - Springer, 2012, ISBN 978-1-4614-1432-2
- Mitschke, M; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge (5th edition) - Springer, 2014 (ISBN: 978-3-658-05067-2)
- Charles W. Therrien: Decision estimation and classification - J. Wiley and Sons, 1991.
- Simon Haykin: Adaptive Filter Theory - Prentice Hall, 1996
- Christopher M. Bishop: Pattern recognition and machine learning - Springer, 2006
- A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5500-L1: Vehicle Dynamics and Control, Klausur, 60min, 50% der Modulnote

- RO5500-L2: Perception for Autonomous Vehicles, Klausur, 60min, 50% der Modulnote

- RO5500-L3 Technology of Autonomous Vehicles; Seminar; unbenotet; 0% der Modulnote, muss bestanden sein

RO5800-KP12 - Advanced Topics in Robotics (ATRS)

Dauer: 2 Semester	Angebotsturnus: Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	Leistungspunkte: 12
-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefung), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- RO5800-V: Advanced Topics in Robotics (Vorlesung, 2 SWS)
- RO5800-Ü: Advanced Topics in Robotics (Übung, 1 SWS)
- RO5803-V: Rescue Robotics (Vorlesung, 2 SWS)
- RO5803-Ü: Rescue Robotics (Übung, 2 SWS)
- RO5802-S: Machine Learning in Medicine (Seminar, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 135 Stunden Präsenzstudium
- 95 Stunden Selbststudium
- 90 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung oder Gruppenarbeit
- 40 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Lerninhalte der Veranstaltung Advanced Topics in Robotics:
- Bahnplanung für Roboter
- Augmentierte Realität
- Design von Robotersystemen
- Intrakorporale Robotik
- Dynamik und Regelung für Roboter
- Lerninhalte der Veranstaltung Rescue Robotics:
- Besondere Anforderungen bei Katastropheneinsätzen und Auswirkungen auf Roboter
- Informationsinfrastruktur für Rettungssysteme
- Informationsaustausch zwischen Rettungsrobotern
- Befehls- und Kontrollsysteme für Such- und Rettungsroboter
- Taktische Kommunikation für kooperative SAR-Robotermissionen und Interoperabilität in einem heterogenen Team.
- Gestaltungsrichtlinien für menschliche Schnittstellen für Rettungsroboter
- Opfer- und Lebenszeichendetektion in Rettungsszenarien
- Vor-Ort Medizin und Bestimmung von Vitalzeichen
- Evaluation und Benchmarks von SAR-Robotern
- Lerninhalte des Seminars Machine Learning in Medicine:
- Einarbeitung in ein wissenschaftliches Themengebiet
- Bearbeitung einer wissenschaftlichen Problemstellung und ihrer Lösungsverfahren
- Präsentation und Diskussion der Thematik auf Englisch
- Mögliche Themen: Computer Aided Diagnosis, Gaussian Processes for Sensor Data Analysis, Motion Prediction, Correlation Methods for Motion Estimation, Tissue Thickness Estimation, Sensor Calibration

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Lernziele der Veranstaltung Advanced Topics in Robotics:
- Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der zugrundeliegenden mathematischen Methoden, besonders in der Dynamik, Optimierung, Sensordatenverarbeitung und Analyse von Algorithmen.
- Die Studierenden haben einen erweiterten Überblick über Anwendungsfelder der Robotik.
- Sie haben die Fähigkeit, selbständig neue Methoden auf der Basis der beschriebenen Methoden zu entwickeln, neue Anwendungen zu konzipieren, und grundlegende Verfahren vollständig zu implementieren.
- Lernziele der Veranstaltung Rescue Robotics:
- Die Studierenden beherrschen Werkzeuge zur Programmierung und Simulation von mobilen Rettungsrobotern. Sie haben einen guten Überblick in mobiler Robotik, Lokalisation und Pfadplanung in schwierigen Szenarien.
- Die Studierenden haben einen Einblick in die Arbeit und Kommandostrukturen von Rettungskräften. Sie kennen die Anforderungen an die Steuerung von Rettungsrobotern und die Kommunikation und Interaktion mit den Einsatzkräften.
- Die Studierenden haben einen Einblick in die medizinische Erstversorgung durch Rettungskräfte, sowie technische Lösungen zur Vermisstenortung, Vitalzeichenbestimmung und medizinischen Versorgung vor Ort.
- Lernziele der Veranstaltung Seminar Machine Learning in Medicine:
- Die Studierenden können ein wissenschaftliches Thema analysieren, beurteilen und entwickeln.
- Sie können die Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung und in einem mündlichen Vortrag verständlich darstellen
- Sie können eine wissenschaftliche Fragestellung in englischer Sprache präsentieren und diskutieren.
- Sie können das Thema in den wissenschaftlichen Kontext einordnen und differenzieren.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur, mündliche Prüfung und/oder Präsentation nach Maßgabe des Dozierenden

Setzt voraus:

- Robotik (CS2500-KP04, CS2500)

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard

Lehrende:

- Institut für Robotik und Kognitive Systeme
- Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard
- Prof. Dr. rer. nat. Floris Ernst

Literatur:

- Achim Schweikard, Floris Ernst: Medical Robotics - Springer, 2015, Jocelyne Troccaz (ed.): Medical Robotics, Wiley, 2009
- Tadokoro, Satoshi, ed.: Rescue robotics: DDT project on robots and systems for urban search and rescue. - Springer Science & Business Media, 2009. (ISBN: 978-1447157656).
- Siciliano, Bruno, and Oussama Khatib, eds.: Springer handbook of robotics. - Springer, 2016. (ISBN: 978-3319325507)

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- RO5800: Advanced Topics in Robotics - Keine
- RO5803: Rescue Robotics - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5800-L1: Advanced Topics in Robotics, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 100% der Modulnote
- RO5802-S: Machine Learning in Medicine, muss bestanden sein

CS4130-KP06, CS4130 - Informationssysteme (InfoSys)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, Beliebiges Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebiges Fachsemester • Master Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebiges Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Schwerpunktfach Software Systems Engineering, 2. oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2014 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4130-V: Informationssysteme (Vorlesung, 2 SWS) • CS4130-Ü: Informationssysteme (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Motivation von Knowledge Graphen und die Beziehung zum Semantic Web • Überblick über die W3C Semantic Web Sprachfamilie • Vergleich zwischen und das Zusammenspiel von Knowledge Graphen und generativer künstlicher Intelligenz wie etwa großer Sprachmodelle • Graph Neural Networks und deren Anwendungen im Bezug zu Knowledge Graphen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wissen: Studierende erwerben einen Überblick über Knowledge Graphen und des Semantic Webs sowie generativer künstlicher Intelligenz wie etwa große Sprachmodelle und Graph Neural Networks. • Fertigkeiten: Studierende können die Möglichkeiten und die Grenzen von Knowledge Graphen und des Semantic Webs beurteilen. Sie können die Folgen des Semantic Web Ansatzes für Datenmodellierung, Datenadministration und -verarbeitung und letztendlich für Applikationen abschätzen. Sie können Semantic Web Applikationen entwickeln. Sie können generative künstliche Intelligenz wie etwa große Sprachmodelle sowie Graph Neural Networks einsetzen, um Aufgaben für und ergänzend zu Knowledge Graphen zu lösen. Sie können über offene Forschungsfragen im Bereich der Knowledge Graphen und des Semantic Webs sowie im Vergleich zu generativer künstlicher Intelligenz und Graph Neural Networks diskutieren. • Sozialkompetenz und Selbständigkeit: Studierende arbeiten in Gruppen, um Übungsaufgaben und kleine Projekte zu bearbeiten. Selbständige praktische Arbeiten der Studierenden werden durch Übungen zum Teil direkt am Rechner gefördert. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Sven Groppe 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Informationssysteme • Prof. Dr. Sven Groppe 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • M. Kejrival, C. Knoblock: Knowledge graphs - MIT Press, 2021 • S. Groppe: Data Management and Query Processing in Semantic Web Databases - Springer, 2011 • W. L. Hamilton: Graph Representation Learning. In Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning - Springer International Publishing, 2020 		



- D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and language processing - Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2008
- D. Foster: Generative deep learning - Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2023

Sprache:

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4130-L1: Informationssysteme, Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Früherer Name: Webbasierte Informationssysteme

CS4150-KP06, CS4150SJ14 - Verteilte Systeme (VertSys14)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 6
-----------------------------	------------------------------------------------	------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung SSE, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Schwerpunkt Fach Software Systems Engineering, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- CS4150-V: Verteilte Systeme (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4150-Ü: Verteilte Systeme (Übung, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 60 Stunden Selbststudium
- 60 Stunden Präsenzstudium
- 40 Stunden E-Learning
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Einführung und Motivation
- Protokolle und Schichtenmodelle
- Nachrichtenrepräsentation
- Realisierung von Netzwerkdiensten
- Kommunikationsmechanismen
- Adressen, Namen und Verzeichnisdienste
- Synchronisation
- Replikation und Konsistenz
- Fehlertoleranz
- Verteilte Transaktionen
- Sicherheit

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Teilnehmer haben ein tiefgehendes Verständnis für die in verteilten Systemen zu lösenden Probleme wie Synchronisation, Fehlerbehandlung, Namensvergabe etc. entwickelt.
- Sie kennen die wichtigsten Services in verteilten Systemen wie Name Service, verteilte Dateidienste etc.
- Sie sind in der Lage, einfache verteilte Systeme selbst zu programmieren.
- Sie kennen die wichtigsten Algorithmen in verteilten Systemen z.B. zur Herstellung eines gemeinsamen Zeitverständnisses, zur Leader Election oder zum gegenseitigen Ausschluss.
- Sie können einschätzen, wann der Einsatz verteilter Systeme sinnvoll ist.
- Sie können einschätzen, welche Lösungen für verschiedene existierende bzw. noch zu erstellende verteilte Anwendungen im Internet eingesetzt werden müssen.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. Stefan Fischer

Lehrende:

- Institut für Telematik
- Prof. Dr. Stefan Fischer

- [Dr. rer. nat. Florian-Lennert Lau](#)

Literatur:

- A. Tanenbaum, M. van Steen: Distributed Systems: Principles and Paradigms - Prentice Hall 2006
- G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair: Distributed Systems - Concepts and Design - Addison Wesley 2012

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- CS4150-L1 Verteilte Systeme, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

CS4170-KP06, CS4170SJ14 - Parallelrechnersysteme (ParaRSys14)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Zertifikatsstudium Künstliche Intelligenz (Pflicht), Künstliche Intelligenz, 1. Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebiges Fachsemester • Master Informatik 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Informatik 2014 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4170-V: Parallelrechnersysteme (Vorlesung, 2 SWS) • CS4170-Ü: Parallelrechnersysteme (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Grenzen für Parallelverarbeitung • Modelle der Parallelverarbeitung • Klassifikation von Parallelrechnern • Multi/Manycore-Systeme • Grafikprozessoren (GPUs) • OpenCL • Programmierumgebungen für Parallelrechner • Hardwarearchitekturen • Systemmanagement von Manycore-Systemen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können unterschiedliche Parallelrechnerarchitekturen charakterisieren. • Sie können Modelle für parallele Verarbeitung erläutern. • Sie können gebräuchlichen Programmierschnittstellen für Parallelrechnersysteme anwenden. • Sie können entscheiden, welche Parallelrechnerklasse sich zur Lösung eines speziellen Problems eignet und wie viele Prozessoren sinnvoll einsetzbar sind. • Sie können die Vor- und Nachteile verschiedener Hardwarearchitekturen beurteilen. • Sie können Software für parallele Rechensysteme unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Hardwarearchitektur entwickeln. • Sie können unterschiedliche Verfahren zur Bestimmung der optimalen Taktfrequenz und Versorgungsspannung bei Mehrkernsystemen (Dynamic Voltage and Frequency Scaling, DVFS) miteinander vergleichen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • G. Bengel, C. Baun, M. Kunze, K. U. Stucky: Masterkurs Parallele und Verteilte Systeme - Vieweg + Teubner, 2008 • M. Dubois, M. Annavam, P. Stenström: Parallel Computer Organization and Design - University Press 2012 • B. R. Gaster, L. Howes, D. R. Kaeli, P. Mistry, D. Schaa: Heterogeneous Computing with OpenCL - Elsevier/Morgan Kaufman 2013 • B. Wilkinson; M. Allen: Parallel Programming - Englewood Cliffs: Pearson 2005 		

- J. Jeffers, J. Reinders: Intel Xeon Phi Coprozessor High-Performance Programming - Elsevier/Morgan Kaufman 2013
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization and Design - Morgan Kaufmann, 2013

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4170-L1: Parallelrechnersysteme, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

CS4220-KP04, CS4220 - Mustererkennung (Muster)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester • Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4220-V: Mustererkennung (Vorlesung, 2 SWS) • CS4220-Ü: Mustererkennung (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie • Grundlagen der Merkmalsextraktion und Mustererkennung • Bayes'sche Entscheidungstheorie • Diskriminanzfunktionen • Neyman-Pearson-Test • Receiver Operating Characteristic • Parametrische und nichtparametrische Dichteschätzung • kNN-Klassifikator • Lineare Klassifikatoren • Support-vector-machines und kernel trick • Random Forest • Neuronale Netze • Merkmalsreduktion und -transformation • Bewertung von Klassifikatoren durch Kreuzvalidierung • Ausgewählte Anwendungsszenarien: Akustische Szenenklassifikation für die Steuerung von Hörgeräte-Algorithmen, akustische Ereigniserkennung, Aufmerksamkeitserkennung auf EEG-Basis, Sprecher- und Emotionserkennung 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Grundlagen von Merkmalsextraktion und Klassifikation erklären. • Sie können die Grundlagen statistischer Modellierung darstellen. • Sie können Merkmalsextraktions-, Merkmalsreduktions- und Entscheidungsverfahren in der Praxis anwenden. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Signalverarbeitung • Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork: Pattern Classification - New York: Wiley 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters (mind. 50% der erreichbaren Punkte) sowie die erfolgreiche Abgabe der Projektaufgabe.

Modulprüfung:

- CS4220-L1: Mustererkennung, Klausur, 90 Min, 100% der Modulnote

Ist ersetzt durch CS5260-KP04 Sprach- und Audiosignalverarbeitung.

CS4290-KP04, CS4290 - Aktuelle Themen Robotik und Automation (RobAktuell)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Semester	Leistungspunkte: 4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. und/oder 2. Fachsemester • Master Informatik 2014 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • CS4660-KP04: Prozessführungssysteme (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) • CS5275 T: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) • CS5280 T: Seminar Robotik und Automation (Seminar, 2 SWS) • RO4210-KP04: Path Planning and Control of Wheeled Robots (PPaCWR) (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • s. Moduleile 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • s. Moduleile 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Philipp Rostalski 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Elektrotechnik • Institut für Multimediale und Interaktive Systeme • Institut für Signalverarbeitung • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Institut für Technische Informatik 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • s. Moduleile: 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		
Bemerkungen:		

Eines der gelisteten Teilmodule im Umfang von mindestens 4 ECTS muss gewählt werden.

(Besteht aus RO4210-KP04, CS5275 T, CS4660-KP04, CS5280 T)
(Wahl 1 aus allen)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Siehe gewähltes Modul

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Siehe gewähltes Modul

Modulprüfung(en):

- CS4290-L1: Aktuelle Themen Robotik und Automation, siehe gewähltes Modul

(Anteil Institut für Signalverarbeitung an Ausgewählte Methoden der Signalanalyse ist 100%)

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an Path Planning and Control of Wheeled Robots ist 0%)

(Anteil Institut für Multimediale und Interaktive Systeme an Prozessführungssysteme ist 100%)

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an S ist 33%)

(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an S ist 33%)

(Anteil Institut für Technische Informatik an S ist 33%)

CS4374-KP06 - Medical Deep Learning (MDL)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Vertiefungsmodul), Medizinische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4374-V: Medical Deep Learning (Vorlesung, 2 SWS) • CS4374-Ü: Medical Deep Learning (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 80 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheitsversorgung für Herzerkrankungen: • EKG-Signalanalyse zur Arrhythmieerkennung oder Schlafapnoe und für mobile Low-Cost-Geräte • MRT-Sequenzanalyse zur anatomischen Segmentierung und zeitlichen Modellierung • Multimodales Retrieval klinischer Fälle und Vorhersage: • Pathologie und semantische Bilderfassung und -lokalisierung • Analyse von Text / natürlicher Sprache (Radiologieberichte / Studienartikel) für multimodales Data Mining in Electronic Health Records (EHR) • Computergestützte Erkennung und Klassifizierung von Krankheiten: • CT Lungenknotenerkennung für die Krebsvorsorge mit Transferlernen • Schwach überwachte Anomalieerkennung und Biomarkererkennung • Interpretierbare und zuverlässige Deep Learning Systeme • Menschliche Interaktion und Korrektur innerhalb von Deep-Learning-Modellen • Visualisierung von Unsicherheiten und intern erlernten Darstellungen • Deep Learning Konzepte, Architekturen und Hardware • Faltungsnetzwerke, Residuales Lernen, Tiefe Netzwerke • Verlustfunktionen, Ableitungen, stochastische Optimierung • Azyklische Graphennetzwerke, generative adversariale Netzwerke • Cloud Computing, GPUs, Low Precision Computing, DL-Frameworks. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Bedeutung von Datensicherheit, Patientenanonymisierung und Ethik für klinische Studien mit sensiblen Daten. • Sie kennen Methoden und Werkzeuge zum Sammeln, Vorverarbeiten, Speichern und Annotieren großer Datensätze für das tiefe Lernen aus medizinischen Daten. • Sie haben ein gutes Verständnis für tiefe / faltungsneuronale Netzwerke für die allgemeine Datenverarbeitung (Signale / Text / Bilder), ihren Lernprozess und die Bewertung ihrer Qualität für neue Daten. • Sie verstehen die Prinzipien von schwach überwachtem Lernen, Transferlernen, Konzeptfindung und generativen adversarialen Netzwerken. • Sie wissen, wie man erlernte Merkmalsdarstellungen für die Interpretation und Visualisieren von hochdimensionalen abstrakten Daten untersucht. • Sie können moderne Netzwerkarchitekturen in DL-Frameworks implementieren und diese an gegebene Probleme in der Medizin anpassen und erweitern. • Sie haben einen breiten Überblick über aktuelle Anwendungen des tiefen Lernens in der Medizin in Forschung und klinischer Praxis und können ihr Wissen auf zukünftige Themen übertragen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Mattias Heinrich 		



Lehrende:

- [Institut für Medizinische Informatik](#)
- [Prof. Dr. Mattias Heinrich](#)

Literatur:

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio und Aaron Courville: Deep Learning - The MIT Press

Sprache:

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln und Programmieraufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4374-L1 Medical Deep Learning, mündliche Prüfung

CS4405-KP04, CS4405 - Neuroinformatik (NeuroInf)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	4

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester
- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Wahlpflicht in MIW, 6. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Organic Computing, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 2. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- CS4405-V: Neuroinformatik (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4405-Ü: Neuroinformatik (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 55 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Überblick über das Gehirn, Neurone und (abstrakte) Neuronenmodelle
- Lernen mit einem Neuron:* Perzeptrons* Max-Margin-Klassifikation* LDA und logistische Regression
- Netzwerkarchitekturen:* Hopfield-Netze* Multilayer-Perzeptrons* Deep Learning
- Methoden des unüberwachten Lernens:* k-means, Neural Gas und SOMs* PCA & ICA* Sparse Coding

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden verstehen die grundsätzliche Funktionsweise eines Neurons und des Gehirns.
- Sie kennen abstrakte Neuronenmodelle und können für die unterschiedlichen Ansätze Einsatzgebiete benennen.
- Sie können die grundlegenden mathematischen Techniken anwenden, um Lernregeln aus einer gegebenen Fehlerfunktion abzuleiten.
- Sie können die vorgestellten Lernregeln und Lernverfahren anwenden und teilweise auch implementieren, um gegebene praktische Probleme zu lösen.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Modulverantwortlicher:

- [Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz](#)

Lehrende:

- [Institut für Neuro- und Bioinformatik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Amir Madany Mamlouk

Literatur:

- S. Haykin: Neural Networks - London: Prentice Hall, 1999
- J. Hertz, A. Krogh, R. Palmer: Introduction to the Theory of Neural Computation - Addison Wesley, 1991
- T. Kohonen: Self-Organizing Maps - Berlin: Springer, 1995
- H. Ritter, T. Martinetz, K. Schulten: Neuronale Netze: Eine Einführung in die Neuroinformatik selbstorganisierender Netzwerke - Bonn: Addison Wesley, 1991



Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4405-L1: Neuroinformatik, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

Nach der alten MIW-Bachelor Prüfungsordnungsversion (bis WS 2011/2012) ist ein Wahlpflichtfach für das 4. Semester statt dem 6. Semester vorgesehen.

CS5170-KP04, CS5170 - Hardware/Software Co-Design (HWSWCod)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung SSE, Beliebige Fachsemester • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Master Informatik 2014 (Pflicht), Schwerpunktfach Software Systems Engineering, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 3. Fachsemester • Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Parallele und Verteilte Systemarchitekturen, 2. oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Pflicht), Schwerpunktfach Software Systems Engineering, 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS5170-V: Hardware/Software Co-Design (Vorlesung, 2 SWS) • CS5170-Ü: Hardware/Software Co-Design (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stufen und Phasen des Systementwurfs • Zielarchitekturen für Hw/Sw-Systeme • Systementwurf und -modellierung • Systemsynthese • Algorithmen zur Ablaufplanung • Systempartitionierung • Algorithmen zur Systempartitionierung • Entwurfssysteme • Leistungsanalyse / Schätzung der Entwurfsqualität • Systementwurf und Spezifikation mit SystemC • Anwendungsbeispiele 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, für eine gegebene Systembeschreibung eine geeignete Hardware/Softwarearchitektur zu bestimmen • Sie können die Vor- und Nachteile einzelner Implementierungsalternativen bestimmen und erläutern • Sie können Verfahren zur Systempartitionierung anwenden • Sie können nicht-formale Systembeschreibungen in formale Modelle umsetzen • Sie können die einzelnen Schritte der Systemsynthese erläutern • Sie können die Qualität von Systementwürfen abschätzen • Sie können Systembeschreibungen in SystemC erstellen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • F. Kesel: Modellierung von digitalen Systemen mit SystemC - Oldenbourg Verlag 2012 • Teich, J., Haubelt, C.: Digital Hardware/Software-Systeme. Synthese und Optimierung - Berlin: Springer 2007 		



Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5170-L1: Hardware/Software Co-Design, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

CS5204-KP04, CS5204 - Künstliche Intelligenz 2 (KI2)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester • Master Biomedical Engineering (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS5204-V: Künstliche Intelligenz 2 (Vorlesung, 2 SWS) • CS5204-Ü: Künstliche Intelligenz 2 (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Support Vektor Maschinen und Dualisierung • Klassifikation • Regression • Zeitreihenprädiktion • Lagrange Multiplikatoren • Sequentielle Minimale Optimierung • Geometrisches Schließen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können unter einer Vielzahl von möglichen Lernverfahren dasjenige auswählen, welches zu einer vorgelegten Anwendung passt. • Sie können das gewählte Verfahren an die Anwendung anpassen, wobei über die bloße Auswahl an Parametern weit hinausgegangen wird und auch mathematische Grundlagen aus unterschiedlichen Ansätzen zusammengefasst werden können, wobei innovative Verfahren für Anwendungen des Lernens entstehen. Den Ausgangspunkt bilden support vector Verfahren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • P. Norvig, S. Russell: Künstliche Intelligenz - München: Pearson 2004 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- CS5204-L1: Künstliche Intelligenz 2, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

CS5260-KP04, CS5260SJ14 - Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SprachAu14)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes zweite Semester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester • Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS5260-V: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS) • CS5260-Ü: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Spracherzeugung und Hören beim Menschen • Physikalische Modelle des auditorischen Systems • Dynamikkompensation • Spektralanalyse: Spektrum und Cepstrum • Spektralwahrnehmung und Maskierung • Sprachtraktmodelle • Lineare Prädiktion • Codierung im Zeit- und Frequenzbereich • Sprachsynthese • Geräuschreduktion und Echokompensation • Quellen-Lokalisation und räumliche Wiedergabe • Grundzüge der automatischen Spracherkennung 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden die Grundlagen der menschlichen Spracherzeugung und der entsprechenden mathematischen Modellierung beschreiben. • Sie können die auditorische Wahrnehmung des Menschen und die entsprechenden Signalverarbeitungsmethoden zur technischen Nachbildung des Hörens erläutern. • Sie können die Inhalte der statistischen Sprachmodellierung und Spracherkennung erklären und präsentieren. • Sie können die Signalverarbeitungsmethoden für die Quellentrennung und Messung akustischer Übertragungssysteme erläutern und anwenden. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Signalverarbeitung • Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition - Upper Saddle River: Prentice Hall 1993 • J. O. Heller, J. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals - IEEE Press 		

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und positiv bewertete Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5260-L1: Sprach- und Audiosignalverarbeitung, Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

Ist in der SGO MML als CS5260 (ohne SJ14) vermerkt.

RO4500-KP08 - Advanced Control and Estimation (ACE)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jedes Semester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. und 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO4500-V: Linear Systems Theory (Vorlesung, 2 SWS) • RO4500-Ü: Linear Systems Theory (Übung, 2 SWS) • RO5501-V: Graphische Modelle in der System- und Regelungstheorie (Vorlesung, 2 SWS) • RO5501-Ü: Graphische Modelle in der System- und Regelungstheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 120 Stunden Präsenzstudium • 70 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzübung • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte der Veranstaltung Linear Systems Theory: • Vektorraum, Norm, lineare Operatoren • Eigenwerte, Eigenvektoren, Jordan'sche Normalform • Singulärwertzerlegung und Operatornorms • Kontinuierliche und diskrete lineare Systeme • Modellierung linearer Systeme und Linearisierung • Fundamentallösung der Zustandsgleichungen linearer Systeme • Laplacetransformation und z-Transformation • Lehrinhalte der Veranstaltung Graphical Models in Systems and Control: • Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie, sowie diskrete und kontinuierlich verteilte Zufallsvariablen • Grundlegende Kenntnisse zu probabilistischen graphischen Modellen • Erweiterte Kenntnisse zu (Forney-)Faktorgraphen als probabilistisches graphisches Modell • Message Passing mittels Sum- und Max-Produkt Algorithmus • Gauß'sches Message Passing • Zustandsschätzung im probabilistischen Framework (Kalman Filter und Smoother inklusive Erweiterungen) • Parameterschätzung mittels Expectation Maximization • Expectation Propagation • Regelung auf Faktorgraphen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele der Veranstaltung Linear Systems Theory: • Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Konzepte der linearen Algebra. • Die Studierenden verstehen die Grundlagen kontinuierlicher und diskreter linearer Systeme. • Die Studierenden können mechanische und elektrische Systeme mathematisch modellieren. • Die Studierenden können die Systemgleichungen im Zeitbereich und Frequenzbereich lösen und analysieren. • Die Studierenden entwickeln ihre mathematischen Fähigkeiten und Problemlösungskompetenz. • Die Studierenden verbessern ihre Fähigkeiten in der logischen Argumentation und mathematischen Beweisführung. • Die Studierenden können Forschung in der Regelungs- und Systemtheorie verfolgen und betreiben. • Lernziele der Veranstaltung Graphical Models in Systems and Control: • Die Studierenden erwerben und vertiefen grundlegende Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Transformation diskret und kontinuierlich verteilter Zufallsvariablen. • Die Studierenden können einfache lineare Algorithmen wie das Kalman Filter mit Hilfe graphischer probabilistischer Modelle verstehen • Die Studierenden können Elemente von probabilistischen Algorithmen mit Hilfe graphischer probabilistischer Modelle zu neuen Algorithmen kombinieren. • Die Studierenden können fortgeschrittene Signalverarbeitung, Parameter- und Zustandsschätzprobleme, sowie Regelalgorithmen mit Hilfe graphischer probabilistischer verstehen, erweitern und auf relevante Probleme anpassen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortliche:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Philipp Rostalski 		

- Prof. Dr. Georg Schildbach

Lehrende:

- [Institut für Medizinische Elektrotechnik](#)
- Prof. Dr. Georg Schildbach
- [Prof. Dr.-Ing. Christian Herzog](#)

Literatur:

- [Loeliger, Hans-Andrea; Dauwels, Justin; Hu, Junli; Korl, Sascha; Ping, Li; Kschischang, Frank R.: The Factor Graph Approach to Model-Based Signal Processing - Proc. IEEE, Vol. 95, No. 6, 2007](#)
- [Loeliger, Hans-Andrea: An Introduction to factor graphs - IEEE Signal Process. Mag., Vol. 21, No. 1, 2004](#)
- Hoffmann, Christian; Rostalski, Philipp: Forschungsnahe aktuelle Artikel des IME
- Verschiedene: Forschungsnahe aktuelle Artikel

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO4500-L1: Advanced Control and Estimation, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 40min, 100% der Modulnote

RO5100-KP08 - Medizinische Robotik (MedRob08)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • ME4030-V: Inverse Probleme bei der Bildgebung (Vorlesung, 2 SWS) • ME4030-Ü: Inverse Probleme bei der Bildgebung (Übung, 1 SWS) • CS4270-V: Medizinische Robotik (Vorlesung, 2 SWS) • CS4270-Ü: Medizinische Robotik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 125 Stunden Selbststudium • 90 Stunden Präsenzstudium • 25 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in inverse und schlecht gestellte Probleme anhand von ausgewählten Beispielen (u.a. Seismologie, Impedanztomographie, Wärmeleitung, Computertomographie, Akustik) • Begriff der Schlechtgestellttheit eines inversen Problems (Hadamard) • Singulärwertzerlegung und generalisierte Inverse • Regularisierungsmethoden (z.B. Tikhonov, Phillips, Ivanov) • Entfaltung • Bildrestauration (Deblurring, Defokussierung) • Statistische Methoden (Bayes, Maximum Likelihood) • Computertomographie, Magnetic Particle Imaging 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können den Begriff der Schlechtgestellttheit eines inversen Problems erläutern und gegebene inverse Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestellttheit unterscheiden. • Sie sind fähig, inverse Problemstellungen der Bildgebung mathematisch zu formulieren und mit geeigneten numerischen Methoden (approximativ) zu lösen. • Sie können die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens beurteilen. • Sie beherrschen unterschiedliche Regularisierungsmethoden und sind in der Lage diese auf praktische Problemstellungen anzuwenden. • Sie kennen Methoden zur Bestimmung eines geeigneten Regularisierungsparameters. • Sie können Methoden der Bildrekonstruktion und -restauration auf reale Messdaten anwenden. • Studierende können die Konzepte Vorwärts- und Rückwärtsrechnung anhand der Beispiele 3-Achs-Roboter und 6-Achs Roboter erklären. • Sie können Methoden der medizinischen Robotik auf einfache praktischen Anwendungen übertragen. • Sie können Methoden des Bewegungslernens auf einfache praktische Anwendungen übertragen. • Sie können Muster für dynamische Berechnungen modifizieren, um eigene Konstruktionen zu berechnen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizintechnik • Institut für Robotik und Kognitive Systeme 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Kak and Slaney: Principles of Computerized Tomographic Imaging - SIAM Series 33, New York, 2001 • Natterer and Wübbeling: Mathematical Methods in Image Reconstruction - SIAM Monographs, New York 2001 • Bertero and Boccacci: Inverse Problems in Imaging - IoP Press, London, 2002 • Andreas Rieder: Keine Probleme mit inversen Problemen - Vieweg, Wiesbaden, 2003 		

- Buzug: Computed Tomography - Springer, Berlin, 2008
- J. -C. Latombe: Robot Motion Planning - Dordrecht: Kluwer 1990
- J.J. Craig: Introduction to Robotics - Pearson Prentice Hall 2002
- : Vorlesungsskript: Med. Robotik (400 Seiten Volltext)

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5100-L1: Medizinische Robotik, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 100% der Modulnote

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an Medizinische Robotik ist 100%)

(Anteil Institut für Medizintechnik an Inverse Probleme bei der Bildgebung ist 100%)

RO5200-KP08 - Bio-inspired Robotics (BRS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5202-V: Collective Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5202-Ü: Collective Robotics (Übung, 1 SWS) • RO5700-V: Evolutionary Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5700-Ü: Evolutionary Robotics (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 130 Stunden Selbststudium • 90 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Grundlagen • Selbstorganisation, Robustheit, Skalierbarkeit, Superlineare Speedups • Roboterschwärme zu Land, Wasser und in der Luft • mathematische Modellierung von Schwärmen und kollektives Entscheiden • Evolutionäre Optimierung • künstliche Evolution für Roboterverhalten und Robotermorphologien • Optimierung und Lernen im Roboterexperiment 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über biologisch inspirierte Ansätze. • Die Studierenden können Chancen und Herausforderungen von robusten und skalierbaren Robotersystemen erklären. • Die Studierenden sind in der Lage, reaktive Steuerungen für Schwarmroboter zu implementieren, in Simulationen und auf mobilen Robotern anzuwenden. • Die Studierenden sind in der Lage, evolutionäre Algorithmen und Künstliche Neuronale Netzwerke zu implementieren und in einer Simulation auf Probleme aus der mobilen Robotik anzuwenden. • Die Studierenden können Herausforderungen der Evolutionären Robotik in ihrer Anwendung benennen sowie Lösungswege diskutieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Dr. rer. nat. Javad Ghofrani 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nolfi, S., Floreano, D.: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines - MIT Press, 2001 • Hamann, H.: Swarm Robotics: A Formal Approach - Springer 2018 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen beider Teilmodule gemäß Vorgabe am jeweiligen Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5200-L1: Bio-inspired Robotics, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 100% der Modulnote

RO5500-KP08 - Autonomous Vehicles (AV)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jedes Semester	08
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. und 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5500-V: Vehicle Dynamics and Control (Vorlesung, 2 SWS) • RO5500-Ü: Vehicle Dynamics and Control (Übung, 2 SWS) • RO5502-V: Perception for Autonomous Vehicles (Vorlesung, 2 SWS) • RO5502-Ü: Perception for Autonomous Vehicles (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 140 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte der Veranstaltung Vehicle Dynamics and Control: <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung Regelungstechnik und Festkörpermechanik • Grundlegende Begriffe der Fahrdynamik • Wichtige Fahrdynamikmodelle (longitudinale, laterale und vertikale Dynamik) • Modellierung zentraler Komponenten (Motor, Getriebe, Bremse, Lenkung) • Reifenmodelle • Stabilitätsanalyse • Fahreigenschaften • Aktive Sicherheitssysteme • Autonomes Fahren • Lehrinhalte der Veranstaltung Perception for Autonomous Driving: <ul style="list-style-type: none"> • Architektur autonom fahrender Systeme • Tracking, Erkennung, Klassifizierung • Modelle stochastischer Signale • Transformationsbasierte Analyse stochastischer Signale • Systemtheorie • Parameterschätzung • Lineare optimale Filter und adaptive Filter • Graphische Modelle und dynamische Bayes Netze • Neuronale Netze • Hidden Markov Modelle, Kalman Filter, Partikel Filter, etc. • Anwendungen im Bereich des autonomen Fahrens 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele der Veranstaltung Vehicle Dynamics and Control: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen einen Überblick über grundlegende Begriffe und Konzepte der Fahrdynamik. • Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis der Dynamik von Kraftfahrzeugen. • Die Studierenden verstehen den Zweck und die Ziele von Fahrdynamikreglern. • Die Studierenden können Modelle für den Entwurf von Fahrdynamikreglern herleiten. • Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Regelungstechnik auf Fahrdynamikprobleme anwenden. • Die Studierenden haben einen groben Überblick über den derzeitigen Stand aktiver Sicherheitssysteme, Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren. • Die Studierenden werden in die Lage versetzt, unabhängige Forschungs- und Entwicklungsarbeit in diesem Gebiet aufzunehmen und die wissenschaftliche Literatur zu lesen. • Lernziele der Veranstaltung Perception for Autonomous Driving: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erhalten einen Überblick über autonom fahrende Systeme. • Die Studierenden lernen den Perception Layer in der Architektur von autonom fahrenden Systemen umfassend kennen. • Die Studierenden erhalten eine umfassende Einführung in stochastische Signale. • Die Studierenden beherrschen die Werkzeuge für die Analyse stochastischer Signale. • Die Studierenden können verschiedene Modelle für stochastische Signale verwenden. • Die Studierenden können Tracking Algorithmen entwerfen. • Die Studierenden können algorithmische Lösungen für Entscheidungsprobleme unter Berücksichtigung von Vorinformation entwerfen. 		

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Setzt voraus:

- Regelungstechnische Systeme (RO4400-KP08)
- Technische Mechanik (RO1500-KP08)

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. Georg Schildbach

Lehrende:

- [Institut für Medizinische Elektrotechnik](#)
- Prof. Dr. Georg Schildbach
- PD Dr.-Ing. habil. Alexandru Paul Condurache

Literatur:

- Rajamani, R: Vehicle Dynamics and Control (2nd edition) - Springer, 2012, ISBN 978-1-4614-1432-2
- Mitschke, M; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge (5th edition) - Springer, 2014 (ISBN: 978-3-658-05067-2)
- Charles W. Therrien: Decision estimation and classification - J. Wiley and Sons, 1991.
- Simon Haykin: Adaptive Filter Theory - Prentice Hall, 1996
- Christopher M. Bishop: Pattern recognition and machine learning - Springer, 2006
- A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5500-L1: Vehicle Dynamics and Control, Klausur, 60min, 50% der Modulnote
- RO5500-L2: Perception for Autonomous Vehicles, Klausur, 60min, 50% der Modulnote

RO5800-KP04, RO5801-KP04 - Advanced Topics in Robotics (ATiR)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5800-V: Advanced Topics in Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5800-Ü: Advanced Topics in Robotics (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamik und Regelung für Roboter • Bahnplanung für Roboter • Augmentierte Realität • Design von Robotersystemen • Intrakorporale Robotik 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der zugrundeliegenden mathematischen Methoden, besonders in der Dynamik, Optimierung, Sensordatenverarbeitung und Analyse von Algorithmen. • Die Studierenden haben einen erweiterten Überblick über Anwendungsfelder der Robotik. • Sie haben die Fähigkeit, selbständig neue Methoden auf der Basis der beschriebenen Methoden zu entwickeln, neue Anwendungen zu konzipieren, und grundlegende Verfahren vollständig zu implementieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur, mündliche Prüfung und/oder Präsentation nach Maßgabe des Dozierenden 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Robotik (CS2500-KP04, CS2500) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Achim Schweikard, Floris Ernst: Medical Robotics - Springer, 2015, Jocelyne Troccaz (ed.): Medical Robotics, Wiley, 2009 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - RO5800-L1: Advanced Topics in Robotics, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote 		

RO5800-KP08 - Advanced Topics in Robotics (ATR)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5800-V: Advanced Topics in Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5800-Ü: Advanced Topics in Robotics (Übung, 1 SWS) • RO5803-V: Rescue Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5803-Ü: Rescue Robotics (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 105 Stunden Präsenzstudium • 95 Stunden Selbststudium • 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lerninhalte der Veranstaltung Advanced Topics in Robotics: • Bahnplanung für Roboter • Augmentierte Realität • Design von Robotersystemen • Intrakorporale Robotik • Dynamik und Regelung für Roboter • Lerninhalte der Veranstaltung Rescue Robotics: • Besondere Anforderungen bei Katastropheneinsätzen und Auswirkungen auf Roboter • Informationsinfrastruktur für Rettungssysteme • Informationsaustausch zwischen Rettungsrobotern • Befehls- und Kontrollsysteme für Such- und Rettungsroboter • Taktische Kommunikation für kooperative SAR-Robotermissionen und Interoperabilität in einem heterogenen Team. • Gestaltungsrichtlinien für menschliche Schnittstellen für Rettungsroboter • Opfer- und Lebenszeichendetektion in Rettungsszenarien • Vor-Ort Medizin und Bestimmung von Vitalzeichen • Evaluation und Benchmarks von SAR-Robotern 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele der Veranstaltung Advanced Topics in Robotics: • Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der zugrundeliegenden mathematischen Methoden, besonders in der Dynamik, Optimierung, Sensordatenverarbeitung und Analyse von Algorithmen. • Die Studierenden haben einen erweiterten Überblick über Anwendungsfelder der Robotik. • Sie haben die Fähigkeit, selbständig neue Methoden auf der Basis der beschriebenen Methoden zu entwickeln, neue Anwendungen zu konzipieren, und grundlegende Verfahren vollständig zu implementieren. • Lernziele der Veranstaltung Rescue Robotics: • Die Studierenden beherrschen Werkzeuge zur Programmierung und Simulation von mobilen Rettungsrobotern. Sie haben einen guten Überblick in mobiler Robotik, Lokalisation und Pfadplanung in schwierigen Szenarien. • Die Studierenden haben einen Einblick in die Arbeit und Kommandostrukturen von Rettungskräften. Sie kennen die Anforderungen an die Steuerung von Rettungsrobotern und die Kommunikation und Interaktion mit den Einsatzkräften. • Die Studierenden haben einen Einblick in die medizinische Erstversorgung durch Rettungskräfte, sowie technische Lösungen zur Vermisstenortung, Vitalzeichenbestimmung und medizinischen Versorgung vor Ort. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur, mündliche Prüfung und/oder Präsentation nach Maßgabe des Dozierenden 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Robotik (CS2500-KP04, CS2500) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Robotik und Kognitive Systeme 		

- Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard
- Prof. Dr. rer. nat. Floris Ernst

Literatur:

- Achim Schweikard, Floris Ernst: Medical Robotics - Springer, 2015, Jocelyne Troccaz (ed.): Medical Robotics, Wiley, 2009
- Tadokoro, Satoshi, ed.: Rescue robotics: DDT project on robots and systems for urban search and rescue. - Springer Science & Business Media, 2009. (ISBN: 978-1447157656).
- Siciliano, Bruno, and Oussama Khatib, eds.: Springer handbook of robotics. - Springer, 2016. (ISBN: 978-3319325507)

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- RO5800: Advanced Topics in Robotics - Keine
- RO5803: Rescue Robotics - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO5800-L1: Advanced Topics in Robotics, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 100% der Modulnote

PS5000-KP06, PS5000 - Studierendentagung (ST)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 6 (Typ B)
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Psychologie - Cognitive Systems 2022 (Pflicht), Psychologie, 3. Fachsemester • Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester • Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Pflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 3. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester • Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Pflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 3. Fachsemester • Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebiges Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 3. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • PS5000-S: Studierendentagung (Seminar, 4 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 155 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas (Poster und Vortrag) und schriftl. Ausarbeitung • 25 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Anfertigung einer wissenschaftlichen Veröffentlichung in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika • Anfertigung eines wissenschaftlichen Posters in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika • Präsentation eines wissenschaftlichen Posters in deutscher oder englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika • Vortrag in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika • Aktive Teilnahme an der wissenschaftlichen Diskussion • Aktive Teilnahme an einem wissenschaftlichen Peer-review Prozess 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben Erfahrung in der gründlichen Aufarbeitung eines wissenschaftlichen Themas • Sie haben die Befähigung ein wissenschaftlich komplexes Gebiet überblicksmäßig und zusammenhängend in einem Vortrag darzustellen • Sie haben Erfahrung in wissenschaftlichen Diskussionen • Sie haben die Fähigkeit in wissenschaftlichen Vorträgen kompetent zu fragen • Sie haben die Befähigung die eigenen Forschungsergebnisse in einem wissenschaftlichen Diskurs erfolgreich zu verteidigen • Sie haben Kenntnis über den Peer-review Prozess von Publikationen. • Sie haben die Befähigung zur konstruktiven Kritik in einem blinden Peer-review Prozess 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Lehrmodul 		
Modulverantwortliche:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels • Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Alle Institute und Kliniken der Universität zu Lübeck 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • wird individuell ausgewählt: 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Erfolgreiches Absolvieren mindestens eines Projektpraktikums.
- Anmeldung zu mindestens einem Projektpraktikum muss vorliegen.

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Termingerechte Einreichung der Prüfungsleistungen (u.a. Beitrag, korrigierter Beitrag, Poster, Reviews)
- Durchgängige Teilnahme an der Tagung

Da die Inhalte der Präsentation die Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika widerspiegeln sollen, wird der Studierende von der ausgebende Dozentin bzw. dem ausgebenden Dozenten des jeweiligen Projektpraktikums betreut, dessen Ergebnisse vorgestellt werden. Projektpraktika können bei Medizintechnikunternehmen, Hörakustik-Betrieben und IT-Firmen der Gesundheitsbranche sowie Krankenhäusern und Wissenschaftlichen Einrichtungen im In- oder Ausland durchgeführt werden. Obligatorisch ist die Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität.

Studierende, bei denen diese Veranstaltung ein Pflichtmodul ist, haben Vorrang.

(Anteil Institut für Medizintechnik an allem ist 75%)

(Anteil Medizinische Informatik an allem ist 25%)

RO4000-KP12 - Autonomous Systems (AS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jedes Wintersemester	12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 1. und 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4160-V: Echtzeitsysteme (Vorlesung, 2 SWS) • CS4160-Ü: Echtzeitsysteme (Übung, 2 SWS) • RO4001-V: Modellprädiktive Regelung (Vorlesung, 2 SWS) • RO4001-Ü: Modellprädiktive Regelung (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 140 Stunden Selbststudium • 120 Stunden Präsenzstudium • 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte der Veranstaltung Real-Time Systems: • Echtzeitverarbeitung (Definitionen, Anforderungen) • Prozessautomatisierungssysteme • Echtzeit-Programmierung • Prozessanbindung und Vernetzung • Modellierung ereignisdiskreter Systeme (Automaten, State Charts) • Modellierung kontinuierliche Systeme (Differentialgleichungen, Laplace-Transformation) • Einsatz von Entwurfswerkzeugen (Matlab/Simulink, Stateflow) • Lehrinhalte der Veranstaltung Model Predictive Control: • LQ Optimale Regelung und Kalman Filter • Konvexe Optimierung • Invariante Mengen • Theorie der Modellprädiktiven Regelung (MPC) • Numerische Optimierungsverfahren • Explizites MPC • Praktische Aspekte (Robustes MPC, Offset-freies Tracking, etc.) • Anwendungen von MPC 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele der Veranstaltung Real-Time Systems: • Die Studierenden sind in der Lage, die Problematik der Echtzeitverarbeitung zu beschreiben. • Sie sind in der Lage, echtzeitfähige Rechnersysteme in der Prozessautomatisierung (insbesondere SPS) zu erklären. • Sie sind in der Lage, Echtzeitsysteme in den IEC-Sprachen zu programmieren. • Sie sind in der Lage, Prozessschnittstellen und echtzeitfähige Bussysteme zu erläutern. • Sie sind in der Lage, ereignisdiskrete Systeme, insbesondere Prozesssteuerungssysteme, zu modellieren, zu analysieren und zu implementieren. • Sie sind in der Lage, kontinuierliche Systeme, insbesondere grundlegende Regelungssysteme, zu modellieren, zu analysieren und zu implementieren. • Sie sind in der Lage, Entwurfswerkzeuge für Echtzeitsysteme einzusetzen. • Lernziele der Veranstaltung Model Predictive Control: • Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über optimale Regelungsverfahren. • Die Studierende haben einen Einblick in die Grundlagen der numerische Optimierung. • Die Studierenden können modellprädiktive Regler für lineare und nichtlineare Systeme entwerfen. • Die Studierenden beherrschen verschiedene Werkzeuge, um modellprädiktive Regler zu implementieren. • Die Studierenden können systemtheoretische Eigenschaften von MPC-Reglern etablieren. • Die Studierenden haben Einblicke in mögliche Anwendungsgebiete für die modellprädiktiven Regelung. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Regelungstechnische Systeme (RO4400-KP08) 		

Modulverantwortliche:

- Prof. Dr. Georg Schildbach
- Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic

Lehrende:

- Institut für Medizinische Elektrotechnik
- Institut für Technische Informatik

- Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic
- MitarbeiterInnen des Instituts
- Prof. Dr. Georg Schildbach
- MitarbeiterInnen des Instituts

Literatur:

- R. C. Dorf, R. H. Bishop: Modern Control Systems - Prentice Hall 2010
- L. Litz: Grundlagen der Automatisierungstechnik - Oldenbourg 2012
- M. Seitz: Speicherprogrammierbare Steuerungen - Fachbuchverlag Leipzig 2012
- H. Wörn, U. Brinkschulte: Echtzeitsysteme - Berlin: Springer 2005
- S. Zacher, M. Reuter: Regelungstechnik für Ingenieure - Springer-Vieweg 2014
- F. Borrelli, A. Bemporad, M. Morari: Predictive Control for Linear and Hybrid Systems - Cambridge University Press, 2017 (ISBN: 978-1107016880)

Sprache:

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO4000-L1: Autonome Systeme, Teilnahme an den Klausuren beider Teilmodule

- RO4001-L1: Modellprädiktive Regelung, Klausur, 90 min, 50% der Modulnote

- CS4160-L1: Echtzeitsysteme, Klausur, 90min, 50% der Modulnote

RO4100-KP08 - Robot Learning (RobLe)

Dauer: 2 Semester	Angebotsturnus: Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	Leistungspunkte: 8
-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 1. und 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- CS4575-V: Sequence Learning (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4575-Ü: Sequence Learning (Übung, 1 SWS)
- CS4295-V: Deep Learning (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4295-Ü: Deep Learning (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 120 Stunden Eigenständige Projektarbeit
- 120 Stunden Selbststudium
- 60 Stunden Präsenzübung
- 60 Stunden Präsenzstudium

Lehrinhalte:

- Foundations and Deep Learning Basics (Learning Paradigms, Classification and Regression, Underfitting and Overfitting)
- Shallow Neural Networks (Basic Neuron Model, Multilayer Perceptions, Backpropagation, Computational Graphs, Universal Approximation Theorem, No-Free Lunch Theorems, Inductive Biases)
- Optimization (Stochastic Gradient Descent, Momentum Variants, Adaptive Optimizer)
- Convolutional Neural Networks (1D Convolution, 2D Convolution, 3D Convolution, ReLUs and Variants, Down and Up Sampling Techniques, Transposed Convolution)
- Regularization (Early Stopping, L1 and L2 Regularization, Label Smoothing, Dropout Strategies, Batch Normalization)
- Very Deep Networks (Highway Networks, Residual Blocks, ResNet Variants, DenseNets)
- Dimensionality Reduction (PCA, t-SNE, UMAP, Autoencoder)
- Generative Neural Networks (Variational Autoencoder, Generative Adversarial Networks, Diffusion Models)
- Graph Neural Networks (Graph Convolutional Networks, Graph Attention Networks)
- Fooling Deep Neural Networks (Adversarial Attacks, White Box and Black Box Attacks, One-Pixel Attacks)
- Physics-Aware Deep Learning (Physical Knowledge as Inductive Bias, PINN, PhyDNet, Neural ODE, FINN)
- Introduction to Sequence Learning (Formalisms, Metrics, Recapitulation of Relevant Machine Learning Techniques)
- Recurrent Neural Networks (Simple RNN Models, Backpropagation Through Time)
- Gated Recurrent Networks (Vanishing Gradient Problem in RNNs, Long Short-Term Memories, Gated Recurrent Units, Stacked RNNs)
- Important Techniques for RNNs (Teacher Forcing, Scheduled Sampling, h-Detach)
- Bidirectional RNNs and related concepts
- Hierarchical RNNs and Learning on Multiple Time Scales
- Online Learning and Learning without BPTT (Real-Time Recurrent Learning, e-Prop, Forward Propagation Through Time)
- Reservoir Computing (Echo State Networks, Deep ESNs)
- Spiking Neural Networks (Spiking Neuron Models, Learning in SNNs, Neuromorphic Computing, Recurrent SNNs)
- Temporal Convolution Networks (Causal Convolution, Temporal Dilation, TCN-ResNets)
- Introduction to Transformers (Sequence-to-Sequence Learning, Basics on Attention, Self-Attention and the Query-Key-Value Principle, Large Language Models)
- State Space Models (Structured State Space Sequence Models, Mamba)

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Students get a fundamental understanding deep learning basics such as backpropagation, computational graphs, and auto-differentiation
- Students understand the implications of inductive biases
- Students get a comprehensive understanding of most relevant deep learning approaches
- Students learn to analyze the challenges in deep learning tasks and to identify well-suited approaches to solve them
- Students will understand the pros and cons of various deep learning models
- Students know how to analyze the models and results, to improve the model parameters, and to interpret the model predictions and their relevance
- Students get a comprehensive understanding of most relevant sequence learning approaches
- Students learn to analyze the challenges in sequence learning tasks and to identify well-suited approaches to solve them
- Students will understand the pros and cons of various sequence learning models
- Students can implement common and custom sequence learning models for time series analysis, classification, and forecasting
- Students know how to analyze the models and results, to improve the model parameters, and to interpret the model predictions and their relevance

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. Sebastian Otte

Lehrende:

- [Institut für Robotik und Kognitive Systeme](#)
- MitarbeiterInnen des Instituts
- Prof. Dr. Sebastian Otte

Literatur:

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A.: Deep Learning - MIT Press (2016), ISBN 978-0262035613
- Nakajima, K., & Fischer, I.: Reservoir Computing: Theory, Physical Implementations, and Applications - Springer Nature Singapore (2021), ISBN 978-9811316869
- Sun, R., & Giles, C.: Sequence Learning: Paradigms, Algorithms, and Applications - Springer Berlin Heidelberg (2001), ISBN 978-3540415978
- Bishop, C. M.: Pattern Recognition and Machine Learning - Springer (2006), ISBN 978-0387310732
- Sutton, R., & Barto, A.: Reinforcement Learning: An Introduction - The MIT Press (2018), ISBN 978-0262039246
- François-Lavet, V., Henderson, P., Islam, R., Bellemare, M., & Pineau, J.: An Introduction to Deep Reinforcement Learning - Now Publishers Inc (2018), ISBN 978-1680835380
- Recent publications on the related topics:

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Admission requirements for taking the module:

- None

Admission requirements for participation in module examination(s):

- Successful completion of exercise assignments as specified at the beginning of the semester

Module Exam(s):

- CS4295-L1: Deep Learning, exam, 90 min, 50% of the module grade
- CS4575-L1: Sequence Learning, exam, 90 min, 50% of the module grade

RO4300-KP08 - Maschinelles Lernen und Computer Vision (MLRAS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 1. und 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS5450-V: Maschinelles Lernen (Vorlesung, 2 SWS) • CS5450-Ü: Maschinelles Lernen (Übung, 1 SWS) • CS4250-V: Computer Vision (Vorlesung, 2 SWS) • CS4250-Ü: Computer Vision (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 110 Stunden Selbststudium • 90 Stunden Präsenzstudium • 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte in der Veranstaltung Maschinelles Lernen: • Lernen von Repräsentationen • Statistische Lerntheorie • VC-Dimension und Support-Vektor-Maschinen • Boosting • Deep Learning • Grenzen der Induktion und Gewichtung der Daten • Lehrinhalte in der Veranstaltung Computer Vision: • Einführung in das biologische und künstliche Sehen • Sensoren, Kameras und optische Abbildungen • Bildmerkmale: Kanten, intrinsische Dimension, Hough-Transformierte, Fourier-Deskriptoren, Snakes • Tiefensehen, 3D-Kameras • Bewegungsschätzung und optischer Fluss • Objekterkennung • Beispielanwendungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele in der Veranstaltung Maschinelles Lernen: • Studierende können unterschiedliche Lernprobleme erläutern. • Sie können unterschiedliche Verfahren des maschinellen Lernens erklären und beispielhaft anwenden. • Sie können für eine gegebene Problemstellung ein geeignetes Lernverfahren auswählen und testen. • Sie können die Grenzen der automatischen Datenanalyse erkennen und erläutern. • Lernziele in der Veranstaltung Computer Vision: • Studierende können die Grundlagen des künstlichen Sehens verstehen. • Sie können die Auswahl und Kalibrierung von Kamerasystemen erklären und durchführen. • Sie können die wichtigsten Methoden zur Merkmalsextraktion, Bewegungsschätzung, und Objekterkennung erklären und umsetzen. • Sie können für unterschiedliche Problemen des künstlichen Sehens beispielhafte Lösungsansätze angeben. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Neuro- und Bioinformatik • Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth • Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Chris Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning - Springer ISBN 0-387-31073-8 • Vladimir Vapnik: Statistical Learning Theory - Wiley-Interscience, ISBN 0471030031 • Richard Szeliski: Computer Vision: Algorithms and Applications - Springer, Boston, 2011 		

- David Forsyth and Jean Ponce: Computer Vision: A Modern Approach - Prentice Hall, 2003

Sprache:

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen beider Teilmodule gemäß Vorgabe am jeweiligen Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO4300-L1: Maschinelles Lernen und Computer Vision, Eine mündliche Prüfung über die Inhalte beider Teilmodule, 100% der Modulnote

RO5000-KP12 - Projektpraktikum Robotik und Autonome Systeme 1 (ProPraRAS1)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5000-BP: Blockpraktikum RAS 1 (Blockpraktikum, 12 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 320 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 40 Stunden Schriftliche Ausarbeitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Projektaufgabe in einem konkreten Anwendungsszenario • Dokumentation, Präsentation, Motivation in heterogenen Umgebungen • Die Projektaufgabe ist stets in heterogene und lebendige Umgebungen eingebettet mit erheblichen Ansprüchen an Kommunikation über Einbindung, Planung, Schnittstellen, Ressourcen, etc. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis ausgewählter Aspekte der Robotik und autonomen Systeme. • Sie sind in der Lage, ausgewählte Aspekte der Robotik und autonomen Systemen zu realisieren. • Sie sind in der Lage Projektergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren. • Sie sind in der Lage, in einer Präsentation auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen einzugehen (z.B. Elevator Pitch etc.). • Sie haben Projekterfahrung in konkreten Anwendungsszenarien. • Sie haben grundlegende Kompetenzen im Bereich des Projektmanagements. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Philipp Rostalski 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Institut für Medizinische Elektrotechnik 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Anmeldung der Praktika beim Prüfungsausschussvorsitzenden ist obligatorisch für eine spätere Anerkennung. Die entsprechenden Formulare finden Sie im Downloadbereich der Studiengangshomepage. 		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum 		
<p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - RO5000-L1: Projektpraktikum Robotik und Autonome Systeme 1, Blockpraktikum mit Abschlussbericht, 100% der Modulnote 		
<p>Die Praktika können sowohl an der Universität zu Lübeck als auch an externen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Firmen der Robotik und Autonomen Systeme im In- und Ausland absolviert werden.</p>		
<p>Beide Projektpraktika können zu einem großen Praktikum zusammengelegt werden.</p>		
<p>(Anteil LE Informatik/Technik an BP ist 10%) (Anteil Institut für Technische Informatik an BP ist 30%)</p>		



(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an BP ist 30%)

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an BP ist 30%)

RO5001-KP12 - Projektpraktikum Robotik und Autonome Systeme 2 (ProPraRAS2)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5001-BP: Blockpraktikum RAS 2 (Blockpraktikum, 12 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 320 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 40 Stunden Schriftliche Ausarbeitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Projektaufgabe in einem konkreten Anwendungsszenario • Dokumentation, Präsentation, Motivation in heterogenen Umgebungen • Die Projektaufgabe ist stets in heterogene und lebendige Umgebungen eingebettet mit erheblichen Ansprüchen an Kommunikation über Einbindung, Planung, Schnittstellen, Ressourcen, etc. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis ausgewählter Aspekte der Medizinischen Ingenieurwissenschaft. • Sie sind in der Lage, ausgewählte Aspekte der Robotik und autonomen Systemen zu realisieren. • Sie sind in der Lage Projektergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren. • Sie sind in der Lage, in einer Präsentation auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen einzugehen (z.B. Elevator Pitch etc.). • Sie haben Projekterfahrung in konkreten Anwendungsszenarien. • Sie haben grundlegende Kompetenzen im Bereich des Projektmanagements. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Philipp Rostalski 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Institut für Medizinische Elektrotechnik • Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Die Anmeldung der Praktika beim Prüfungsausschussvorsitzenden ist obligatorisch für eine spätere Anerkennung. Die entsprechenden Formulare finden Sie im Downloadbereich der Studiengangshomepage.

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

Modulprüfung(en):

- RO5001-L1: Projektpraktikum Robotik und Autonome Systeme 2, Blockpraktikum mit Abschlussbericht, 100% der Modulnote

Die Praktika können sowohl an der Universität zu Lübeck als auch an externen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Firmen der Robotik und Autonomen Systeme im In- und Ausland absolviert werden.

Beide Projektpraktika können zu einem großen Praktikum zusammengelegt werden.

(Anteil LE Informatik/Technik an BP ist 10%)

(Anteil Institut für Technische Informatik an BP ist 30%)

(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an BP ist 30%)

(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an BP ist 30%)

RO5990-KP30 - Masterarbeit Robotics and Autonomous Systems (MScRAS)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Semester	Leistungspunkte: 30
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 4. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • Verfassen der Masterarbeit (betreutes Selbststudium, 1 SWS) • Kolloquium zur Masterarbeit (Vortrag (inkl. Vorbereitung), 1 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 870 Stunden Erarbeiten und Verfassen der Abschlussarbeit • 30 Stunden Präsentation mit Diskussion (inkl. Vorbereitung)
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Notwendige Vertiefungen im gewählten Themenbereich sind hier im Selbststudium durchzuführen. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können eine komplexe Aufgabestellung eines wissenschaftlichen Problems mit den Mitteln ihres Fachs lösen. • Sie haben die Kompetenz zur Planung, Organisation und Durchführung einer Projektarbeit. • Sie können komplexe Inhalte in schriftlicher und mündlicher Form präsentieren. • Sie haben sich zu einem grob umrissenen Thema Expertenwissen angeeignet. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche Ausarbeitung 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Studiengangsleitung Robotik und Autonome Systeme 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institute der Sektion Informatik/Technik • Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • wird individuell ausgewählt: 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen: <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - siehe Studiengangsordnung (z.B. bestimmte Mindest-KP erreicht)</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - siehe Studiengangsordnung</p> <p>Modulprüfung(en): - RO5990-L1: Masterarbeit Robotics and Autonomous Systems, Abschlussarbeit, 100% der Modulnote</p>		

CS4660-KP04, CS4660 - Prozessführungssysteme (ProzFueSys)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 4
-----------------------------	------------------------------------------------	------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation, Beliebige Fachsemester
- Master Psychologie 2016 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester
- Master Psychologie 2013 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2014 (Pflicht), Informatik, 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Medieninformatik, 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- CS4660-V: Prozessführungssysteme (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4660-Ü: Prozessführungssysteme (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 55 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Einleitung und Übersicht
- Incidents and Accidents
- Fehler, Versagen und Verantwortung
- Der Mensch als Faktor
- Mentale, konzeptuelle und technische Modelle
- Aufgabenanalyse und Aufgabenmodellierung
- Ereignisanalyse und Ereignismodellierung
- Arbeitsteilung und Automatisierung
- Situation Awareness
- Diagnostik und Kontingenz
- Interaktion in Echtzeit: Konzeption und Design
- Risiko und Sicherheit
- Betrieb und Sicherheit

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die wichtigsten Theorien, Methoden und Systeme zur Überwachung und Steuerung von Prozessen.
- Sie kennen die Definitionen und die Bedeutung der unterschiedlichen Verwendung der Begriffe Risiko und Sicherheit.
- Sie können einschätzen, was bei der Entwicklung missions- und sicherheitskritischer Mensch-Maschine-Systeme zu bedenken ist und wie methodisch vorzugehen ist.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur

Modulverantwortlicher:

- [Prof. Dr. phil. André Calero Valdez](#)

Lehrende:

- [Institut für Multimediale und Interaktive Systeme](#)
- [Prof. Dr. phil. André Calero Valdez](#)

Literatur:

- M. Herczeg: Prozessführungssysteme Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme und Interaktive Medien zur Überwachung und Steuerung von Prozessen in Echtzeit - München: de Gruyter - Oldenbourg-Verlag, 2014
- M. Herczeg: Software-Ergonomie: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme - 4. erweiterte und aktualisierte Auflage. De Gruyter Studium, 2018
- M. Herczeg: Interaktionsdesign - München: Oldenbourg-Verlag, 2006
- J. Reason: Human Error - Boston: Cambridge University Press, 1990
- J. Rasmussen, L. P. Goodstein, A. M. Pejtersen: Cognitive Systems Engineering - New York: Wiley, 1994



Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

CS5275 T - Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (AMSAVa)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	4

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation, 1. und/oder 2. Fachsemester
- Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- CS5275-V: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung, 2 SWS)
- CS5275-Ü: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 55 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Grundzüge der statistischen Signalanalyse
- Korrelations- und Spektralschätzung
- Lineare Schätzer
- Lineare Optimalfilter
- Adaptive Filter
- Mehrkanalige Signalverarbeitung, Beamformer und Quellentrennung
- Komprimierte Abtastung
- Grundzüge der Multiraten-Signalverarbeitung
- Nichtlineare Signalverarbeitungsalgorithmen
- Anwendungsszenarien in der Hörtechnik, Messung, Verbesserung und Restauration ein- und höherdimensionaler Signale, Messen von Schallfeldern, Rauschunterdrückung, Entzerrung (listening-room compensation), Inpainting

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden können die Grundlagen der stochastischen Signalbeschreibung und Optimalfilterung erläutern.
- Sie können die lineare Schätztheorie beschreiben und anwenden.
- Sie können die Grundlagen adaptiver Systeme beschreiben.
- Sie können Verfahren zur mehrkanaligen Signalverarbeitung beschreiben und anwenden.
- Sie können das Prinzip der komprimierten Abtastung beschreiben.
- Sie können Multiraten-Signalverarbeitung analysieren und entwickeln.
- Sie können verschiedene Anwendungen nichtlinearer, adaptiver Signalverarbeitungskonzepte darstellen.
- Sie sind in der Lage, lineare Optimalfilter und nichtlineare Signalverbesserungstechniken eigenständig zu entwerfen bzw. anzuwenden.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab

Modulverantwortlicher:

- Siehe Hauptmodul

Lehrende:

- [Institut für Signalverarbeitung](#)
- Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger

Literatur:

- A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und

- Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013
- S. Haykin: Adaptive Filter Theory - Prentice Hall, 1995

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

(Ist Modulteil von CS4290-KP04, CS4510, CS5400)
(Ist gleich CS5275)

Für Details siehe Hauptmodul.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben (mind. 50%) während des Semesters

Modulprüfung(en) im Hauptmodul:

- CS5275-L1: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung, schriftliche oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

CS5280 T - Modulteil: Seminar Robotik und Automation (SemRobAuta)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Semester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation, Beliebige Fachsemester • Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Anwendungsfach Robotik und Automation, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS5280-S: Seminar Robotik und Automation (Seminar, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 90 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung • 30 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt verschiedene Themengebiete / Seminarthemen aus der Robotik und der Künstlichen Intelligenz, die den Studierenden zur Wahl angeboten werden. • Diese erlernen das richtige Lesen wissenschaftlicher Texte, Recherchearbeiten, richtiges Zitieren und Strukturieren und das selbstständige Verfassen und die Präsentation eines eigenen wissenschaftlichen Textes als Vorbereitung auf Abschlussarbeiten. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmer sind in der Lage, selbstständig wissenschaftliche Publikationen aus der Robotik und Automation zu recherchieren, die Inhalte zu analysieren und zu verstehen. • Die Teilnehmer können Inhalte im Kontext ihrer Aufgabenstellung analysieren und wiedergeben. • Die Teilnehmer sind in der Lage, eine wissenschaftliche Arbeit eigenständig zu verfassen und vorzutragen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Hauptmodul 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Elektrotechnik • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Institut für Technische Informatik • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic • Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard • Prof. Dr. Philipp Rostalski 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
(Ist Modulteil von CS4290, RO5100-KP12)		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:		
- Keine		
(Anteil Institut für Robotik und Kognitive Systeme an S ist 33%)		
(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an S ist 33%)		
(Anteil Institut für Technische Informatik an S ist 33%)		

RO4210-KP04 - Path Planning and Control of Wheeled Robots (PPaCWR)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation, Beliebiges Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> RO4200-V: Path Planning and Control of Wheeled Robots (Vorlesung, 2 SWS) RO4200-Ü: Path Planning and Control of Wheeled Robots (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> 75 Stunden Selbststudium 45 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> Students are familiar with kinematic and dynamic modeling of wheeled mobile robots Students are familiar with path planning methods for wheeled robots and important issues Students are familiar with trajectory tracking control of wheeled mobile robots Students are able to implement the methods mentioned above using Matlab 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> Classification of wheeled mobile robots Types of wheels and wheel configurations Difference between mobile robots and robot arms Kinematic nonholonomic constraints on wheels Degrees of mobility, steerability, and maneuverability Forward kinematics (unicycle, differential-drive robot, car-like robot, n-trailer systems) Inverse kinematics Lagrange dynamic approach Newton-Euler approach Path planning vs trajectory planning Trajectory planning Path planning using artificial potential fields Planning via retraction Planning via cell decomposition Probabilistic planning Application of MPC Controller on wheeled robots Trajectory tracking Leader-Follower trajectory tracking control Control of multi-robot systems 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> Portfolio-Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> Prof. Dr. Georg Schildbach 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> Institut für Medizinische Elektrotechnik Prof. Dr. Behnam Miripour Fard 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> M.W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control - 2nd ed. John Wiley & Sons, 2020 R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza: Introduction to Autonomous Mobile Robots - MIT Press, 2011 B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo: Robotics - Modelling, Planning and Control - 3rd Edition, Springer, 2009 H. Choset, K. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. Kavraki, and S. Thrun: Principles of Robot Motion - Theory, Algorithms, and Implementation - MIT Press, 2005 		

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Dieses Modul kann nur als ein Modul aus dem Katalog Aktuelle Themen Robotik und Automation (CS4290-KP04, CS4290) belegt werden.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

RO4210-L1: Portfolioprüfung Path Planning and Control of Wheeled Robots mit insgesamt 100 Punkten, wie folgt aufgeteilt:

- 60 Punkte für Einreichung der Hausaufgaben
- 40 Punkte für einen E-Test

CS3110-KP04, CS3110 - Computergestützter Schaltungsentwurf (SchaltEntw)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester • Bachelor Informatik 2016 (Wahlpflicht), Kernbereich Informatik, Beliebige Fachsemester • Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor IT-Sicherheit 2016 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester • Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik Kernbereich, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Angewandte Informatik, 3., 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2012 (Wahlpflicht), Informatik Kernbereich, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS3110-V: Computergestützter Schaltungsentwurf (Vorlesung, 2 SWS) • CS3110-Ü: Computergestützter Schaltungsentwurf (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Abstraktionsebenen des Schaltungsentwurfs • Entwurfsablauf und Entwurfstrategien • Aufbau moderner FPGAs • Einführung in die Hardwarebeschreibungssprache VHDL • Modellierung von Standardkomponenten in VHDL • Betrachtung unterschiedlicher Abstraktionsgrade des Schaltungsentwurfs • Synthesegerechter Schaltungsentwurf • VHDL Simulationszyklus • Besonderheiten bei VHDL-Entwurf für FPGAs • Erstellung von Testumgebungen • High-Level-Synthese 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können anhand einer nicht-formalen Beschreibung eines digitalen Systems eine digitale Schaltung mit VHDL entwerfen • Sie können VHDL Beschreibungen simulieren und testen • Sie können den internen Aufbau von FPGAs erläutern • Sie können bestimmen, welche VHDL-Konstrukte in welche Hardwarestrukturen umgesetzt werden • Sie können den VHDL-Simulationszyklus erläutern • Sie können synthesesegerechte VHDL-Beschreibungen erstellen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Technische Grundlagen der Informatik 2 (CS1202-KP06, CS1202) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Literatur:		

- F. Kesel, R. Bartholomä: Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs - Oldenbour Verlag 2009
- C.Maxfield: The Design Warrior's Guide to FPGAs - Newnes 2004

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- CS3110-L1: Computergestützter Schaltungsentwurf, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

CS4452-KP06 - Technische Zuverlässigkeit (TechZuv)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4452-V: Technische Zuverlässigkeit (Vorlesung, 2 SWS) • CS4452-Ü: Technische Zuverlässigkeit (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundkonzepte • Zuverlässigkeitsanalyse • Qualifikationstests • Wartbarkeitsanalyse • Entwurfsrichtlinien für Zuverlässigkeit, Wartbarkeit und Software-Qualität 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Grundkonzepte der Technischen Zuverlässigkeit diskutieren • Sie können die Zuverlässigkeit von technischen Systemen mit mathematischen Modellen analysieren • Sie können Qualitätstests auswählen und anwenden • Sie können eine Wartbarkeitsanalyse durchführen • Sie können Entwurfsrichtlinien bei Entwurf zuverlässiger und wartbarer Systeme befolgen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • A. Birolini: Reliability Engineering: Theory and Practice - Springer 2013 • M. Rausand: Reliability of Safety-Critical Systems - Wiley 2014 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en): - CS4452-L1: Technische Zuverlässigkeit, Klausur, 90min, 100% der Modulnote		
Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 15.1.2020 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.		



CS4480-KP04 - Systemidentifikation (Sysiden)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig im Sommersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, 1. oder 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4480-V: Systemidentifikation (Vorlesung, 2 SWS) • CS4480-Ü: Systemidentifikation (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführende Themen: • Diskretisierung und zeitdiskrete Modelle • Kleinste Quadrate Schätzung • Hauptthemen: • Identifizierung parametrischer Modelle: Prädiktionsfehler Methode, Subspace Identifikation • Identifizierung nichtparametrischer Modelle • Datenbasierte Modelle • Modellvalidierung 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Verwendung und die grundlegenden Eigenschaften der verschiedenen Identifikationsmethoden einschließlich der kleinsten Quadrate Methode, der Prädiktionsfehler Methode, der Subspace Methode, der nicht-parametrischen Methoden und der datenbasierten Methode erklären. • Die Studierenden können Algorithmen zur Systemidentifikation formulieren und implementieren. • Die Studierenden sind in der Lage mathematische Modelle eines dynamischen Systems aus Input-Output-Daten mit Hilfe der verschiedenen Methoden, die in diesem Kurs vorgestellt werden, zu schätzen. • Sie können die Qualität der identifizierten Modelle bewerten. • Sie können die Matlab System Identification Toolbox verwenden, um lineare dynamische Modelle mittels verschiedener Methoden zu identifizieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Philipp Rostalski 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Elektrotechnik • Dr.-Ing. Hossameldin Abbas 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Karel J. Keesman: System Identification: An Introduction - Springer-Verlag London Limited 2011 • Lennart Ljung and Torkel Glad: Modeling of Dynamic Systems - Prentice Hall 1994 • Lennart Ljung: System Identification - Theory for the User - Prentice Hall 1999 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

- CS4480-L1: Systemidentifikation, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

CS4504-KP08 - Cyber Physical Systems (CPS8)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe CS5150 T: Organic Computing (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) • Siehe CS5153 T: Drahtlose Sensornetze (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 130 Stunden Selbststudium • 90 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Organic Computing / Self-X-Systemeigenschaften • von Bewegung zu intelligentem Verhalten und System-/Maschinenverhalten • Design auf Selbstorganisation, Robustheit, Adaptivität, Flexibilität, Vertrauen • Analyse, Reverse-Engineering, Debugging von Maschinenverhalten • Entwurf von Experimenten und Vermessen von Verhalten • Modellierung von System-/Maschinenverhalten • Komplexität, Opazität, Obskürität, Vertrauen bei (KI-)Systemen und erklärbare KI • Architekturen von Organic-Computing-Systemen • Anwendungen von Self-X-Systemen • Grundlagen der drahtlosen Sensornetzwerke • Hardware-Aspekte von Sensorknoten • Physik und Protokolle der drahtlosen Kommunikation • Routing in drahtlosen Netzwerken • Zeitsynchronisation und Lokalisierung in drahtlosen Netzwerken • Datenmanagement und Datenverarbeitung in drahtlosen Netzwerken • Anwendungen von drahtlosen Netzwerken 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Prinzipien der Organic-Computing-/Self-X-Systeme auf beispielhafte Entwürfe anwenden. • Die Studierenden können die Prinzipien der Organic-Computing-/Self-X-Systeme erläutern. • Die Studierenden können System-/Maschinenverhalten in einem strukturierten und korrekten Ansatz analysieren. • Die Studierenden können die Vor- und Nachteile von Sensornetzen darstellen. • Die Studierenden können die Analyse, den Entwurf und die Evaluierung von Protokollen für Sensornetze umsetzen. • Die Studierenden können aktuelle Forschungsansätze zu Sensornetzen interpretieren und nachvollziehen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Dr. rer. nat. Javad Ghofrani 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • C. Müller-Schloer, S. Tomforde: Organic Computing – Technical Systems for Survival in the Real World - Birkhäuser, 2017 • H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures of Wireless Sensor Networks - Wiley, 2005 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4504-L1: Cyber Physical Systems, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

CS4514-KP12 - Intelligente Agenten (IntAgents)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, 1. bis 3. Fachsemester • Zertifikatsstudium Künstliche Intelligenz (Pflicht), Künstliche Intelligenz, 1. Fachsemester • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebiges Fachsemester • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, 1. oder 2. Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, Beliebiges Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4514-P: Projektpraktikum Intelligente Agenten (Praktikum, 2 SWS) • CS4514-V: Intelligente Agenten (Vorlesung mit Übungen, 6 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 195 Stunden Selbststudium • 120 Stunden Präsenzstudium • 45 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Agenten, Mechanismen und Kollaboration: Intelligente Agenten und künstliche Intelligenz / Spieltheorie und soziale Wahl / Entwurf von Mechanismen, algorithmischer Entwurf von Mechanismen / Zusammenarbeit von Agenten, Regeln der Begegnung / Kontinuierlicher Raum / Erkenntnistheoretische Logik / Wissen und Sehen / Wissen und Zeit / Dynamische erkenntnistheoretische Logik / Wissensbasierte Programme • Wahrnehmung (Sprache und Sehen): Information Retrieval und Web-Mining-Agenten / Probabilistische Dimensionsreduktion, latente DeepL Inhalte, Themenmodelle, LDA, LDA-HMM / Repräsentationslernen für sequentielle Strukturen, Einbettungsräume, word2vec, CBOW, Skip-Gram, hierarchische Softmax, negatives Sampling / Sprachmodelle (1d-CNNs, RNNs, LSTMs, ELMo, Transformers, BERT, GPT-3/OPT und darüber hinaus), Inferenz natürlicher Sprache und Beantwortung von Anfragen / Computer Vision (2D-CNNs, Deep Architectures: AlexNet, ResNet) / Kombination von Sprache und Vision (CLIP (OpenAI) / LIT (Google) / data2vec (Facebook) / Flamingo (DeepMind), DALL-E und darüber hinaus) / Einbettung von Wissensgraphen mit GNNs, Kombination von einbettungsbasierter KG-Vervollständigung mit probabilistischen grafischen Modellen (ExpressGNN, pLogicNet), MLN-Inferenz und Lernen auf der Grundlage eingebetteter Wissensgraphen, GMNNs) • Planung, Kausalität und Reinforcement Learning: Planen und Handeln mit deterministischen Modellen, temporalen Modellen, nicht-deterministischen Modellen, probabilistischen Modellen / Standard-Entscheidungsfindung / Fortgeschrittene Entscheidungsfindung und Reinforcement Learning / Kausale Abhängigkeiten / Intervention / Instrumentale Variablen / Kontrafaktische / Kausale Planung / Kausales Reinforcement Learning • Im Projektpraktikum nutzen Studierende gängige (open source) Programmiersprachen und Werkzeuge des Data Science, um die in der Vorlesung Web-Mining-Agenten vermittelten Abstraktionen, Konzepte und Resultate in der praktischen Modellbildung und Verarbeitung von großen Datensätzen umzusetzen. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Für alle in den Kursinhalten unter den Gliederungspunkten aufgeführten Themen können die Studierenden die zentralen Ideen benennen, die jeweils relevanten Begriffe definieren und die Funktionsweise der zugehörigen Algorithmen anhand von Anwendungsbeispielen erklären. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Nele Rußwinkel 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Informationssysteme • Prof. Dr.-Ing. Nele Rußwinkel 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • J. Pearl, C. Glymour, and N.P. Jewell: Causal Inference in Statistics - A Primer - Wiley, 2016 • Y. Shoham, K. Leyton-Brown: Multiagent-Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations - Cambridge University Press, 		



2009

- S.J. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Pearson, 2020
- M. Ghallab, D. Nau, P. Traverso: Automated Planning and Acting - Cambridge University Press, 2016

Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- erfolgreiche Absolvierung des Projektpraktikums Intelligente Agenten CS4514-P

Modulprüfung(en):

- CS4514-L1: Intelligente Agenten, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Ersetzt CS4513-KP12)

CS4521-KP12 - Constructive Cognitive Science (CCS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
2 Semester	Jedes Semester	12
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, 1. bis 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • Human-Aware AI (Vorlesung, 3 SWS) • Models for human intelligent Assistance (Vorlesung, 3 SWS) • Human-Aware AI (Übung mit Projekt, 3 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 135 Stunden Präsenzstudium • 105 Stunden Selbststudium • 90 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 30 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Definition and Examples for Human-Centered and Human-Aware AI systems • Constructive Cognitive Science, Situation understanding and mental models • Explainable Human-AI Interaction • Cognitive Modelling especially cognitive architectures • Human-Robot Collaboration • Digital cognitive Twins and Physical Human Models • Intention recognition and Theory of Mind • Interactive task learning • Situated cognitive agents • Tracing the cognitive state of the human-in-the-loop 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Für alle in den Kursinhalten unter den Gliederungspunkten aufgeführten Themen können die Studierenden die zentralen Ideen benennen, die jeweils relevanten Begriffe definieren und die Funktionsweise der zugehörigen Algorithmen sowohl anhand von Anwendungsbeispielen erklären als auch anwenden. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungs- bzw. Projektaufgaben • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Nele Rußwinkel 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Informationssysteme • Prof. Dr.-Ing. Nele Rußwinkel 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • S.J. Russell: Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control - Penguin Books, 2020 • C.S. Nam, J.-Y. Jung, S. Lee (Eds.): Human-Centered Artificial Intelligence: Research and Applications - Elsevier, 2022 • J.R. Anderson: How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe? - Oxford University Press, 2007 • B. Sneiderman: Human-Centered AI - Oxford University Press, 2022 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4521-L1: Constructive Cognitive Science, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom WS 2022/23 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 4. Vertiefungsmodule gewählt werden.

CS4702-KP06 - Computer Security (CoSec)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4702-V: Computersicherheit (Vorlesung, 2 SWS) • CS4702-P: Computersicherheit (Praktikum, 3 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium • 75 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Angewandte Kryptografie in Systemen und Protokollen: Übersicht über gängige Verfahren und ihre Anwendungen • Effiziente und sichere Implementierung von gängigen Krypto-Verfahren: Langzahlarithmetik, effiziente Exponentiation, Constant-Time-Algorithmen etc. • Physische Implementierungsangriffe und Gegenmaßnahmen: Fehlerinjektionsangriffe, passive Physische Angriffe wie SPA/DPA und Timing-Angriffe, moderne Inferenzmethoden und zugehörige Kryptanalysemethoden, Klassen von Schutzmaßnahmen • Virtualisierungssicherheit und Mikroarchitekturangriffe: Sicherheitskonzepte im Betriebssystem und Hypervisor, Mikroarchitekturangriffe wie Cache Angriffe, Spectre etc., Maßnahmen zur Wiederherstellung der Systemsicherheit • Trusted Computing und Hardware-Assisted System Security: Funktionsweise TPMs, Secure Elements and Trusted Execution Environments, Grundlagen und kryptographische Techniken, Designgrundlagen für sichere Systeme 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können ein tiefes Verständnis kryptographischer Methoden und deren Anwendungen in Kommunikationssystemen demonstrieren • Sie können sichere und effiziente kryptographische Primitive konstruieren und sicher in Computersystemen implementieren • Sie können Methoden und Algorithmen für effiziente Langzahlarithmetik erklären • Sie können grundlegende Seitenkanalangriffe auf Systemen mit physischem Zugriff oder Shared Systems mit Code-Execution-Rechten durchführen • Sie können für kryptographische Primitive Schutzmaßnahmen vor speziellen physischen Angriffen implementieren • Sie können die Sicherheit bereits existierender Primitive evaluieren 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung oder Klausur • Hausarbeit 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Cybersecurity (CS2250-KP04) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Thomas Eisenbarth 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für IT-Sicherheit • Prof. Dr. Thomas Eisenbarth 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • S. Mangard, E. Oswald & T. Popp: Power analysis attacks: Revealing the secrets of smart cards - Vol. 31, Springer Science & Business Media, 2008 • D. Stinson: Cryptography: Theory and Practice - 4th ed., CRC Press, 2018 • : Aktuelle Literatur 		

Sprache:

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- wechselt, wird zu Semesteranfang bekannt gegeben

Modulprüfung(en):

- CS4702-L1: Computer Security, mündliche oder Portfolio-Prüfung, wird zu Semesteranfang bekannt gegeben

Die Veranstaltungen dieses Moduls sind auch Teil von CS4515-KP12.

CS4703-KP06 - Advanced Cryptology (AdvCrypto)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Advanced Cryptology (Vorlesung, 3 SWS) • Übung Advanced Cryptology (Seminaristischer Unterricht mit Übungen, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Konkrete Sicherheit und asymptotische Sicherheit: Vergleich beider Ansätze in Bezug zu Modes of Operations • Block-Ciphers: Feistel Networks, Substitution-Permutation Networks, Designprinzipien, Lineare Kryptanalyse, Differentielle Kryptanalyse • Authenticated Encryption • Sichere Mehrparteienberechnungen: Preprocessing Modell, Absicherung von Algorithmen gegen Seitenkanalangriffe, MPC-in-the-Head (für ZK-Beweise) • Obfuscation: Nicht-Machbarkeit (BlackBox), Machbarkeit (indistinguishable Obfuscation) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die grundlegenden theoretischen Objekte der Kryptographie erklären und anwenden • Sie sind in der Lage, aktuelle Konzepte der Kryptographie zu verstehen • Sie können ein tieferes Verständnis kryptographischer Methoden demonstrieren • Sie verstehen grundlegende Verbindungen zwischen theoretischen und praktischen Aspekten der Kryptographie • Sie sind in der Lage, aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zur Kryptografie zu verstehen und zu erklären 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten • Hausarbeit 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Thomas Eisenbarth 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für IT-Sicherheit • Dr Sebastian Berndt 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Katz, Lindell: Introduction to Modern Cryptography - 2nd ed., CRC Press, 2014 • Cramer, Damgård, Nielsen: Secure Multiparty Computation and Secret Sharing - 1st ed., Cambridge University Press, 2015 • Barak: An Intensive Introduction to Cryptography - Lecture Notes 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Eine Vorlesung in LaTeX aufschreiben
- Bearbeitung der Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Präsentation einer wissenschaftlichen Publikation

Modulprüfung(en):

- CS4703-L1 Advanced Cryptology, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom SS 2023 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.

CS4705-KP06 - Kryptographische Technik (CryEng)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebige Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4705-V: Kryptographische Technik (Vorlesung, 2 SWS) • CS4705-Ü: Kryptographische Technik (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Implementierung der Finite-Feld-Arithmetik für kryptographische Anwendungen • Stream-Chiffren: Entwurf und Hardware-Implementierung • Block-Chiffren: Entwurf, Hardware-Implementierung und leichte Verschlüsselungsalgorithmen • Hash-Funktionen: Entwurf und Hardware-Implementierung; Entwurf und Hardware-Implementierung • Kryptographie mit öffentlichem Schlüssel über GF(2^m): Entwurf und Implementierung • Wahre und Pseudozufallszahlengeneratoren (TRNG): Entwurf und Implementierung; Entwurf, Test und Hardware-Implementierung • Physikalisch unklonierbare Funktionen (PUFs): Design-Herausforderungen und Hardware-Architekturen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden werden mit dem Konzept der kryptographischen Technik und den damit verbundenen Themen vertraut gemacht. • Sie können ihre Kenntnisse über eine Kryptographie und angewandte Kryptographie erweitern und vertiefen • Sie können sich mit den Konzepten der Hardware-Sicherheit besser vertraut machen. • Sie können eine effiziente Implementierung der Finite-Feld-Arithmetik in Hardware und deren Anwendungen in der Kryptographie erlernen. • Sie können die Techniken zur Hardware-Implementierung von kryptographischen Algorithmen erlernen. • Sie können ein tiefes Verständnis verschiedener Strukturen und Designs von Strom- und Blockchiffrierungen nachweisen. • Sie können sich in Richtung Hardware und physische Sicherheit wie TRNG, PUFs weiterbilden. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Dr.-Ing. Saleh Mulhem 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Ferguson, Niels, Bruce Schneier, and Tadayoshi Kohno: Cryptography Engineering: Design Principles and Practical Applications - 2012 • Koç Ç.K.: Cryptographic Engineering - Springer, Boston, MA, (2009) • Wachsmann, Christian, and Ahmad-Reza Sadeghi: Physically unclonable functions (PUFs): Applications, models, and future directions - Morgan & Claypool Publishers, 2014 • Johnston, David: Random Number Generators Principles and Practices: A Guide for Engineers and Programmers - Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2018 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4705-L1: Kryptographische Technik, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 20.4.2022 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Entrepreneurship in digitalen Technologien vom 27.03.2023 kann dieses Modul von Studierenden Master EdT SGO ab 2020 im Bereich fachspezifische Wahlmodule gewählt werden.

CS4720-KP06 - Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (EEE)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4720-V: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (Vorlesung, 2 SWS) • CS4720-Ü: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 70 Stunden Präsenzstudium • 25 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Verlustleistung von Halbleitern • Verlustleistung digitaler Schaltungen, insbesondere CMOS • Power Management in Hard- und Software (Sleep Modes, DVS, FS, Undervolting) • Energieeffizientes Systemdesign (Anwendungen) • Energy Harvesting und Transiently Powered Computing (TPC) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen ein tiefgehendes Verständnis von Hard- und Software-Mechanismen zur Bewertung und Entwicklung energieeffizienter eingebetteter Systeme • Sie besitzen ein tieferes Verständnis für die elektrotechnischen Grundlagen der Verlustleistung digitaler Systeme • Sie können die Verlustleistung von Systemen auf jeder Ebene analysieren und geeignete Methoden zur Erhöhung der Effizienz anwenden • Sie können eine Vielfalt von Standardtechniken anwenden, um Energy-Efficiency by Design zu erreichen. • Sie können Energie-autonome modellieren und bewerten. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Technische Informatik • Dr. Ulf Kulau 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Ulf Kulau: Course: Energy Efficiency in Embedded Systems A System-Level Perspective for Computer Scientists - EWME, 2018 • David Harris and N. Weste: CMOS VLSI Design ed. - Pearson Education, 2010 • Jan Rabaey: Low Power Design Essentials (Integrated Circuits and Systems) - Springer, 2009 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben während des Semesters		
Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 20.4.2022 kann dieses Modul mit 5 KP von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden. Nachtrag WS 2023/24: Das gilt auch für das Modul mit 6 KP.		



CS5195-KP04 - Aktuelle Themen IT-Sicherheit (AktTheITS)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Semester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester • Master IT-Sicherheit 2019 (Pflicht), IT-Sicherheit, 3. Fachsemester • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS5195-S: Aktuelle Themen IT-Sicherheit (Seminaristischer Unterricht, 2 SWS) • CS5195-P: Aktuelle Themen IT-Sicherheit (Projektarbeit, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 45 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Ergebnisse im Bereich IT-Sicherheit • Entwurf und Realisierung eines sicheren Systems für ein komplexes Anwendungsszenario und dessen Sicherheitsanalyse 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich IT-Sicherheit • Die Studierenden haben praktische Erfahrung bei der Konstruktion und Analyse von Rechnersystemen und Netzwerken im Hinblick auf sicherheitskritische Anforderungen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Thomas Eisenbarth 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für IT-Sicherheit • Institut für Theoretische Informatik • Prof. Dr. Maciej Liskiewicz • Prof. Dr. Rüdiger Reischuk • Prof. Dr. Thomas Eisenbarth • Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Publikationen abhängig von der Thematik: - 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- wechselt, wird zu Semesteranfang bekannt gegeben

Modulprüfung(en):

- CS5195-L1: Aktuelle Themen IT-Sicherheit, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Im Wintersemester werden die Organisation und Lehre vom ITS durchgeführt, wobei Professor Thomas Eisenbarth die Verantwortlichkeit besitzt.

Im Sommersemester werden die Organisation und Lehre vom TCS durchgeführt, wobei Professor Rüdiger Reischuk die Verantwortlichkeit besitzt.

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 30.1.2023 kann dieses Modul für Master SGO ab WS 2019 im Bereich 5. Wahlpflicht gewählt werden.

MA4030-KP08, MA4030 - Optimierung (Opti)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Sommersemester	Leistungspunkte: 8
-----------------------------	------------------------------------------------	------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Bachelor Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Pflicht), Mathematik, 8. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Informatik 2019 (Wahlpflicht), Freier Wahlpflichtbereich, Beliebige Fachsemester
- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Pflicht), Mathematik, 8. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 2. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2016 (Wahlpflicht), Vertiefung, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Numerische Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 6. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Analysis, 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- MA4030-V: Optimierung (Vorlesung, 4 SWS)
- MA4030-Ü: Optimierung (Übung, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 130 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 90 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Lineare Optimierung (Simplexverfahren)
- Nichtlineare Optimierung ohne Nebenbedingungen (Gradientenverfahren, CG, Newtonverfahren, Quasi-Newton, Globalisierung)
- Nichtlineare Optimierung mit Gleichungs- und Ungleichungsnebenbedingungen (Lagrange-Multiplikatoren, Active Set-Verfahren)
- Stochastische Verfahren im maschinellen Lernen

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Studierende können reale Probleme als numerische Optimierungsprobleme modellieren.
- Studierende verstehen zentrale Optimierungsstrategien.
- Studierende können zentrale Optimierungsstrategien erklären.
- Studierende können zentrale Optimierungsstrategien vergleichen und bewerten.
- Studierende können zentrale Optimierungsstrategien numerisch umsetzen.
- Studierende können numerische Ergebnisse bewerten.
- Studierende können angemessene Optimierungsstrategien für praktische Aufgabenstellungen auswählen.
- Fachübergreifende Aspekte:
- Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.
- Studierende besitzen Implementierungserfahrung.
- Studierende können praktische Probleme abstrahieren.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Voraussetzung für:

- Nichtglatte Optimierung und Analysis (MA5035-KP05)

Setzt voraus:

- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)
- Analysis 2 (MA2500-KP09)
- Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki

Lehrende:

- Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung
- Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki
- Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann

Literatur:

- J. Nocedal, S. Wright: Numerical Optimization - Springer
- F. Jarre: Optimierung - Springer
- C. Geiger: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben - Springer

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Voraussetzungen genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Unbenotete Prüfungsvorleistungen sind Übungsaufgaben sowie deren Präsentation. Diese müssen vor der Erstprüfung bearbeitet und positiv bewertet worden sein.

Modulprüfung(en):

- MA4030-L1: Optimierung, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100 % der Modulnote

RO5803-KP04 - Rescue Robotics (RR)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • RO5803-V: Rescue Robotics (Vorlesung, 2 SWS) • RO5803-Ü: Rescue Robotics (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Besondere Anforderungen bei Katastropheneinsätzen • Informationsinfrastruktur für Rettungssysteme • Informationsaustausch zwischen Rettungsrobotern • Befehls- und Kontrollsysteme für Such- und Rettungsroboter • Taktische Kommunikation für kooperative SAR-Robotermissionen und Interoperabilität in einem heterogenen Team • Gestaltungsrichtlinien für menschliche Schnittstellen für Rettungsroboter • Opfer- und Lebenszeichendetektion in Rettungsszenarien • Vor-Ort Medizin und Bestimmung von Vitalzeichen • Evaluation und Benchmarks von SAR-Robotern 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden beherrschen Werkzeuge zur Programmierung und Simulation von mobilen Rettungsrobotern. Sie haben einen guten Überblick in mobiler Robotik, Lokalisation und Pfadplanung in schwierigen Szenarien. • Die Studierenden haben einen Einblick in die Arbeit und Kommandostrukturen von Rettungskräften. Sie kennen die Anforderungen an die Steuerung von Rettungsrobotern und die Kommunikation und Interaktion mit den Einsatzkräften. • Die Studierenden haben einen Einblick in die medizinische Erstversorgung durch Rettungskräfte, sowie technische Lösungen zur Vermisstenortung, Vitalzeichenbestimmung und medizinischen Versorgung vor Ort. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Robotik und Kognitive Systeme • Prof. Dr. rer. nat. Floris Ernst 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - RO5803: Rescue Robotics - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en): RO5803-L1: Rescue Robotics, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote		