



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT

Masterstudiengang

Medizintechnik

Modulhandbuch

WS 2020/2021

Prüfungsordnungsversion: 2019w

Teilauszug Abschnitt

Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study
Field Health and Medical Data Analytics

Modulhandbuch generiert aus *UnivIS*
Stand: 29.08.2021 23:47



Medizintechnik (Master of Science)

WS 2020/2021; Prüfungsordnungsversion: 2019w

1 M1 Medical specialisation modules (HMDA)

Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner

Low Power Biomedical Electronics

- Low-Power Biomedical Electronics, 5 ECTS, Heinrich Milosiu, WS 2020/2021 6

Medical Device Regulation

- Medical Device Regulation, 5 ECTS, Dozenten der beteiligten Fachgebiete, WS 2020/2021 8

Medical communications

Seminar Ethics of (Medical) Engineering

Clinical applications of optical technologies and associated fundamentals of anatomy

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)

- Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology 10

Biology, 2.5 ECTS, Julio Vera-Gonzalez, Xin Lai, Christopher Lischer, WS 2020/2021

Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology

- Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology, 11

2.5 ECTS, Julio Vera-Gonzalez, WS 2020/2021

Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy

2 M2 Engineering Core Modules (HMDA)

Algorithms of Numerical Linear Algebra

- Algorithms of Numerical Linear Algebra, 7.5 ECTS, Ulrich Rüde, WS 2020/2021 12

Applied Visualization

Deep Learning

- Deep Learning, 5 ECTS, Andreas Maier, Vincent Christlein, WS 2020/2021 14

Digitale Signalverarbeitung

- Digitale Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Andreas Brendel, WS 2020/2021 16

Digitale Übertragung

Functional Analysis for Engineers

- Functional Analysis for Engineers, 5 ECTS, Christoph Pflaum, WS 2020/2021 18

Geometric Modeling

- Geometrische Modellierung - VU, 5 ECTS, Marc Stamminger, Roberto Grosso, WS 19

2020/2021

Heterogene Rechnerarchitekturen Online

- Heterogene Rechnerarchitekturen Online, 5 ECTS, Marc Reichenbach, Thomas Heller, 21

Johannes Hofmann, WS 2020/2021

Information Theory and Coding

- Information Theory and Coding, 5 ECTS, Ralf Müller, WS 2020/2021 23

Kanalcodierung

- Kanalcodierung, 5 ECTS, Clemens Stierstorfer, WS 2020/2021 26

Künstliche Intelligenz I

- Künstliche Intelligenz I, 7.5 ECTS, Michael Kohlhase, WS 2020/2021 30

Künstliche Intelligenz II

UnivIS: 29.08.2021 23:47

3

Maschinelles Lernen für Zeitreihen

- Maschinelles Lernen für Zeitreihen, 5 ECTS, Björn Eskofier, Oliver Amft, WS 2020/2021 32

Optimierung für Ingenieure

Parallele Systeme

Pattern Analysis

Pattern Recognition

- Pattern Recognition, 5 ECTS, Andreas Maier, WS 2020/2021 34

Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)

- Reconfigurable Computing, 5 ECTS, Jürgen Teich, WS 2020/2021 36

Speech and Audio Signal Processing

Statistical Signal Processing

- Statistische Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Alexander Schmidt, WS 38

2020/2021

Transformationen in der Signalverarbeitung

Pattern Recognition (Lecture + Exercises)

Computer Graphics

- Computergraphik-VU, 5 ECTS, Marc Stamminger, WS 2020/2021 41

Reconfigurable Computing

3 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA)

A look inside the human body - gait analysis and simulation

UnivIS: 29.08.2021 23:47

4

- A look inside the human body - gait analysis and simulation, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, 44

WS 2020/2021

Auditory Models

Biomedizinische Signalanalyse

- Biomedizinische Signalanalyse, 5 ECTS, Björn Eskofier, Heike Leutheuser, WS 2020/2021 46

Computer Architectures for Medical Applications

Image and Video Compression

Interventional Medical Image Processing

- Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs), 5 ECTS, Andreas Maier, WS 48

2020/2021

Magnetic Resonance Imaging

- Magnetic Resonance Imaging 1, 5 ECTS, Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel, 50

WS 2020/2021

Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung

Multidimensional Signals and Systems

Visual Computing in Medicine

- Visual Computing in Medicine, 5 ECTS, Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg, WS 51

2020/2021, 2 Sem.

Wearable and Implantable Computing

- Wearable and Implantable Computing, 5 ECTS, Oliver Amft, und Mitarbeiter/innen, WS 54

2020/2021

Diagnostic Medical Image Processing

- Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs), 5 ECTS, Andreas Maier, WS 56

2020/2021

4 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA)

Architekturen der digitalen Signalverarbeitung

Body Area Communications

- Body Area Communications, 2.5 ECTS, Georg Fischer, WS 2020/2021 58

Human Computer Interaction

Image, Video, and Multidimensional Signal Processing

Knowledge discovery in databases

Lasertechnik für die Medizintechnik

- Lasers in Healthcare Engineering, 2.5 ECTS, Florian Klämpfl, WS 2020/2021 60

Medical Imaging System Technology

Molecular Communications

- Molecular Communications, 5 ECTS, Robert Schober, WS 2020/2021 61

Optical Technologies in Life Science

- Optical Technologies in Life Science, 5 ECTS, Sebastian Schürmann, Oliver Friedrich, 62

Maximilian Waldner, WS 2020/2021

Security in Embedded Hardware

Test- und Analyseverfahren zur Software-Verifikation und Validierung

- Test- und Analyseverfahren zur Softwareverifikation und -Validierung, 5 ECTS, Francesca 64

Saglietti, WS 2020/2021

Image Processing in Optical Nanoscopy

- Image Processing in Optical Nanoscopy, 5 ECTS, Harald Köstler, Gerald Donnert, WS 66

2020/2021

Low Power Biomedical Electronics

- Low-Power Biomedical Electronics, 5 ECTS, Heinrich Milosiu, WS 2020/2021 6

Project Magnetic Resonance Imaging sequence programming

- Project Magnetic Resonance Imaging sequence programming, 5 ECTS, Moritz Zaiß, An- 67

dreas Maier, WS 2020/2021

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung

- Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung, 5 ECTS, André Kaup, WS 69

2020/2021

Digital Health

- Digital Health, 5 ECTS, Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez, WS 2020/2021 71

5 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA)

Innovation technology Service

innovation

Innovation and leadership

- Innovation and Leadership, 5 ECTS, Assistenten, Kathrin M. Möslein, WS 2020/2021 73

Service innovation

Technology and innovation management

Implementing innovation

Modulbezeichnung:	Low-Power Biomedical Electronics (LBE)	5 ECTS
	(Low-Power Biomedical Electronics)	
Modulverantwortliche/r:	Christopher Beck	

Lehrende:	Heinrich Milosiu	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:
 Low-Power Biomedical Electronics (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Heinrich Milosiu)
 Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Heinrich Milosiu)

Inhalt:

- Device Physics and Noise
- Feedback Systems
- Ultra-Low-Power Digital Design
- Ultra-Low-Power Analog Design
- Low-Power Analog and Biomedical Circuits
- Biomedical Electronic Systems
- Bioelectronics/ Bio-Inspired Systems
- Energy Sources and Harvesting

Lernziele und Kompetenzen:

After this course the students have:

- Substantial knowledge on integrated ultra-low-power analog and digital design techniques
 - Ability to analyze and implement feedback systems
 - Ability to design low-power analog biomedical circuits
 - Substantial knowledge about low-power biomedical systems
 - Basic knowledge on bio-inspired systems
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

[2] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Low Power Biomedical Electronics (Prüfungsnummer: 68311)

(englische Bezeichnung: Low-Power Biomedical Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil
 an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Georg Fischer

Bemerkungen:

Vorlesung und Prüfung haben als Sprache "Deutsch".

Modulbezeichnung:	Medical Device Regulation (MDR) (Medical Device Regulation)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Heike Leutheuser	
Lehrende:	Dozenten der beteiligten Fachgebiete	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Medical Device Regulation (WS 2020/2021, Seminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Heike Leutheuser et al.)	

Inhalt:

Ein Medizinprodukt unterliegt während des gesamten Produktlebenszyklus gesetzlichen Anforderungen. Schon bei der ersten Umsetzung der Idee, bei der Entwicklung, dem Betrieb und Service ist die Kenntnis der immer komplexer werdenden Materie des Medizinprodukterechts unabdingbar. Der Zertifikatslehrgang bietet Ihnen in zehn Seminartagen einen umfassenden Einblick in das Medizinprodukterecht. Der Aufbau des Zertifikatlehrgangs orientiert sich an dem Prozess, der durchlaufen werden muss, um Medizinprodukte in den Markt zu bringen. Die ersten beiden Seminartage, die jedes Semester angeboten werden, sind obligatorisch für Studierende. Sie können auch einen Kurstag im folgenden Semester besuchen, wenn Ihnen dort ein Thema besser gefällt, es empfiehlt sich aber, das Seminar innerhalb eines Semesters zu absolvieren. Im Wintersemester angebotene Seminare:

- Einführung in das Medizinprodukterecht (obligatorisch)
- Risikomanagement in der Medizintechnik (obligatorisch)
- Klinische Prüfung
- Medizinische Produkte am Markt, in Betrieb und Anwendung
- Software für Medizinprodukte
- Einführung in eMaps

Im Sommersemester angebotene Seminare:

- Andere Länder, andere Sitten
- Medical device regulation
- Digital Health

Content

In order to introduce a medical device into the market it is essential not only to have the technical knowledge of the production process but also the rules and regulations of the entire product life cycle. As medical devices are products that have a medical purpose and are intended for the use of humans, manufacturers have to adhere to strict legal requirements. Consequently, knowledge of this evermore complex subject matter of medical device regulation is indispensable for any successful and competitive market entry. In order to receive 2.5 ECTS, you have to take part in 6 seminar days. The first two seminar days, which are offered every semester, are mandatory for students. If you prefer to join a course in the following semester, you can do so, but it is advisable to complete the seminar within one semester. The seminar topics for the winter semester:

- Introduction to the medical device law
- Risk management in Medical Engineering
- Clinical Evaluation
- Medical Products in the Market, in Operation and Application
- Software as a Medical Product

- Introducing eMaps

The seminar topics for summer semester:

- Other countries, other customs
- Medical device regulation
- Digital Health

Lernziele und Kompetenzen:

Die Teilnehmer geben die wichtigsten und entscheidenden Regelungen im gesetzlichen Rahmen der Medizinprodukte wieder und erläutern die Bedingungen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den entsprechenden Richtlinien, Gesetzen und Normen. Sie wenden die neu erworbenen Kenntnisse an, um zeitgerechte, notwendige Maßnahmen zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben zu ergreifen.

Learning Outcomes:

The participants reflect the most important and decisive regulations in the legal framework of medical devices. They explain the conditions, relationships and dependencies between the corresponding guidelines, laws and standards. You will be able to apply the newly acquired knowledge to take timely, necessary measures to comply with the legal requirements.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

Studien-/Prüfungsleistungen:

Medical Device Regulation (Prüfungsnummer: 76451)

(englische Bezeichnung: Medical Device Regulation)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Heike Leutheuser

Modulbezeichnung:	Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (Advances in Medical Systems Biology)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Julio Vera-Gonzalez	
Lehrende:	Julio Vera-Gonzalez, Xin Lai, Christopher Lischer	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie (WS 2020/2021, Seminar, 3 SWS, Julio Vera-Gonzalez)

Inhalt:

In this subject the students will be introduced to new approaches in medical systems biology. Medical systems biology aims to simulate, to analyse and to discuss biomedical mathematical models. This is a

multidisciplinary approach to understand biomedical systems. The following skills are expected from a student that has accomplished this subject.

- Literature research and discussion as well as performing a critical view of a topic.
- The ability to summarize and simplify broad biological information into a theoretical framework.
- To create and to simulate a mathematical model.
- To discuss the results from an in silico exercise and conclude biological insights from the model.

We evaluate these skills applying the principles of learning-by-doing.

Lernziele und Kompetenzen:

The students are faced to a real problem in biomedicine that they should solve and discuss in a report. The following learning goals should be satisfied to perform this exercise.

- Learning the basic concepts of molecular biology.
- Understanding the principles of systems biology and mathematical modeling.
- Applying the concepts of molecular biology to a specific biomedical problem to propose a theoretical framework.
- Analyse a real problem in biomedicine and propose a workflow to solve it.
- Evaluate the literature to enrich the biomedical knowledge of the theoretical framework.
- Create a mathematical model out of the theoretical framework to solve a biomedical problem

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

Studien-/Prüfungsleistungen:

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (Prüfungsnummer: 76461)

(englische Bezeichnung: Advances in Medical Systems Biology)

Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Julio Vera-Gonzalez

Bemerkungen:

Um die Themen des wöchentlich stattfindenden Seminars zu erfahren, wenden Sie sich bitte an Prof. Dr. Julio Vera-Gonzalez: julio.vera-gonzalez@uk-erlangen.de

Modulbezeichnung:	Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (IntSysMed_f_Eng) (Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Julio Vera-Gonzalez	
Lehrende:	Julio Vera-Gonzalez	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Julio Vera-Gonzalez et al.)

Inhalt:

Systems Biology is a novel approach, in which quantitative biomedical data are investigated using advanced computational tools for data analysis, modeling and simulation. The ultimate aim is to elucidate the structure and regulation of biochemical networks, giving support in the construction of hypotheses and the design of experiments to biomedical researchers, but also in the interpretation of high throughput patient biomedical data. The targeted audience are master students, PhD students and young post-docs in the area of Medical Engineering, Bioinformatics, Computational Biology and Bioengineering. Course Sections: 1. Introduction to the Systems Biology approach 2. Biological and biomedical highthroughput data processing and analysis 3. Biochemical network reconstruction and analysis 4. Mathematical modeling and simulation of biochemical systems Lernziele und Kompetenzen:

Aims: In this course the basic concepts and tools for data analysis, network reconstruction and modeling used in systems biology will be introduced, discussed and practiced. These concepts will be illustrated with real case studies from biomedicine.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

Studien-/Prüfungsleistungen:

Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (Prüfungsnummer: 165919)

(englische Bezeichnung: Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Julio Vera-Gonzalez

Organisatorisches:

For more information and registration please contact Prof. Dr. Julio Vera-Gonzalez:

julio.veragonzalez@uk-erlangen.de Bemerkungen:

Systems Biology is a novel approach, in which quantitative biomedical data are investigated using advanced computational tools for data analysis, modeling and simulation. The ultimate aim is to elucidate the structure and regulation of biochemical networks, giving support in the construction of hypotheses and the design of experiments to biomedical researchers, but also in the interpretation of high throughput patient biomedical data.

Modulbezeichnung: Algorithms of Numerical Linear Algebra (ANLA) 7.5 ECTS
(Algorithms of Numerical Linear Algebra)

Modulverantwortliche/r: Ulrich Rüde

Lehrende: Ulrich Rüde

Startsemester: WS 2020/2021

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 165 Std.

Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Algorithms of Numerical Linear Algebra (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Ulrich Rüde)

Exercises in Algorithms of Numerical Linear Algebra (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Sebastian Eibl)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Elementary Numerical Mathematics
 - Engineering Mathematics or Equivalent,
-

Inhalt:

- Vectors
- Matrices
- Vector Spaces
- Matrix Factorizations
- Orthogonalisation
- Singular Value Decomposition
- Eigenvalues
- Krylov Space Methods
- Arnoldi Method
- Lanczos Method
- Multigrid

Lernziele und Kompetenzen:

Providing students with a solid theoretical background for the foundations of modern solution techniques in Computational Engineering Literatur:

Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM 1997

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Algorithms of Numerical Linear Algebra (Prüfungsnummer: 352989)

(englische Bezeichnung: Algorithms of Numerical Linear Algebra)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil
an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Erstablægung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021, 2. Wdh.: WS 2021/2022 1.

Prüfer: Ulrich Rúde

Organisatorisches:

Lectures and Exercises will be mixed in a flexible way

Modulbezeichnung:	Deep Learning (DL) (Deep Learning)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier, Vincent Christlein	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Deep Learning (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Maier)		
Deep Learning Exercises (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Katharina Breininger et al.)		

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Introduction to Pattern Recognition

Inhalt:

Deep Learning (DL) has attracted much interest in a wide range of applications such as image recognition, speech recognition and artificial intelligence, both from academia and industry. This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises:

- (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks
- loss functions and optimization strategies
- convolutional neural networks (CNNs)
- activation functions
- regularization strategies
- common practices for training and evaluating neural networks
- visualization of networks and results
- common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet
- recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU)
- deep reinforcement learning
- unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE)
- generative adversarial networks (GANs)
- weakly supervised learning
- applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...)

The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.

Lernziele und Kompetenzen:

The students

- explain the different neural network components,
- compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,
- compare and analyze different CNN architectures,
- explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,
- explain deep reinforcement learning,
- explain different deep learning applications,
- implement the presented methods in Python,
- autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,
- effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,
- autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,
- discuss the social impact of applications of deep learning applications. Literatur:

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.
 - Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006
 - Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436 - 444 (28 May 2015)
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Deep Learning (Prüfungsnummer: 901895)

(englische Bezeichnung: Deep Learning)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

90-minütige schriftliche Prüfung über den Stoff der Vorlesung und der Übungen. 90 minute written exam about the lecture and the exercises. Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	Digitale Signalverarbeitung (DSV) (Digital Signal Processing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Walter Kellermann	
Lehrende:	Andreas Brendel, Walter Kellermann	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

- Digitale Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)
- Ergänzungen und Übungen zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Andreas Brendel et al.)
- Tutorium zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2020/2021, optional, Tutorium, 1 SWS, Andreas Brendel)

Empfohlene Voraussetzungen:

Vorlesung Signale und Systeme I & II

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Signale und Systeme II
 Signale und Systeme I

Inhalt:

The course assumes familiarity with basic theory of discrete-time deterministic signals and linear systems and extends this by a discussion of the properties of idealized and causal, realizable systems (e.g., lowpass, Hilbert transformer) and corresponding representations in the time domain, frequency domain, and z-domain. Thereupon, design methods for recursive and nonrecursive digital filters are discussed. Recursive systems with prescribed frequency-domain properties are obtained by using design methods for Butterworth filters, Chebyshev filters, and elliptic filters borrowed from analog filter design. Impulse-invariant transform and the Prony-method are representatives of the considered designs with prescribed time-domain behaviour. For nonrecursive systems, we consider the Fourier approximation in its original and its modified form introducing a broad selection of windowing functions. Moreover, the equiripple approximation is introduced based on the Remez-exchange algorithm.

Another section is dedicated to the Discrete Fourier Transform (DFT) and the algorithms for its fast realizations ('Fast Fourier Transform'). As related transforms we introduce cosine and sine transforms. This is followed by a section on nonparametric spectrum estimation. Multirate systems and their efficient realization as polyphase structures form the basis for describing analysis/synthesis filter banks and discussing their applications.

The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.

A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter
- wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit
- verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren
- verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an

- kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an

The students

- analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters
- apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance
- understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals
- understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks
- know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.

Literatur:

Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:

1. J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.
 2. A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.
 3. K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digitale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 35001)

(englische Bezeichnung: Digital Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Fernprüfungen werden in begründeten Ausnahmefällen angeboten.

Remote exams will be offered in exceptional cases.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Walter Kellermann

Modulbezeichnung: Functional Analysis for Engineers (FuncAnEng)

5 ECTS

(Functional Analysis for Engineers)

Modulverantwortliche/r: Christoph Pflaum

Lehrende: Christoph Pflaum

Startsemester: WS 2020/2021 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Functional Analysis for Engineers (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Christoph Pflaum)
Recitation of Functional Analysis for Engineers (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Phillip Rall)

Inhalt:

- vector spaces, norms, principal axis theorem
- Banach spaces, Hilbert spaces
- Sobolev spaces
- theory of elliptic differential equations
- Fourier transformation
- distributions

Lernziele und Kompetenzen:

Students learn advanced methods in linear algebra and basic concepts of functional analysis. Furthermore, students learn applications in solving partial differential equations. The course teaches abstract mathematical structures. Literatur:

- Lehrbuch: Dobrowolski, Angewandte Funktionalanalysis, Springer 2006.
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Functional Analysis for Engineers (Prüfungsnummer: 575129)

(englische Bezeichnung: Functional Analysis for Engineers)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil
an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Die Note ergibt sich aus einer 60minütigen Klausur. Voraussetzung zur Teilnahme an der Klausur ist die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Wilhelm Merz

Modulbezeichnung: Geometrische Modellierung - VU (GM-VU)
(Geometric Modeling)

5 ECTS

Modulverantwortliche/r: Marc Stamminger, Roberto Grosso

Lehrende: Marc Stamminger, Roberto Grosso

 Startsemester: WS 2020/2021

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

 Lehrveranstaltungen:

Geometric Modeling (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Roberto Grosso)

Tutorials to Geometric Modeling (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Daniel Zint et al.)

Inhalt:

Die Vorlesung beschäftigt sich mit Methoden zur Modellierung dreidimensionaler Oberflächen. Typische Einsatzgebiete sind der rechnerunterstützte Entwurf (CAD, z.B. im Automobil- oder Flugzeugbau), die Rekonstruktion von Flächen aus Sensordaten oder die Konstruktion glatter Interpolationsflächen. Behandelt werden u.a. folgende Themen:

- Polynomkurven
- Bezierkurven, rationale Bezierkurven
- B-Splines
- Tensorproduktflächen
- Bezier-Dreiecksflächen
- polygonale Flächen
- Subdivision-Verfahren

This lecture is concerned with different aspects of modelling three-dimensional curves and surfaces. Typical areas of application are computer-aided design (CAD), reconstruction of surfaces from sensor data (reverse engineering) and construction of smooth interpolants. The lecture covers the following topics:

- polynomial curves
- Bézier curves, rational Bézier curves
- B-splines
- tensor product surfaces
- triangular Bézier surfaces
- polyhedral surfaces

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- erklären die Begriffe Polynomial-, Bezierkurven und B-Splines
- klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertung- und Subdivision-Verfahren für Bezier-Kurven und B-Splines
- veranschaulichen und ermitteln die Eigenschaften von Bezierkurven, rationalen Bezierkurven und B-Splines
- beschreiben Tensorproduktflächen und skizzieren Auswertungsalgorithmen
- erklären polygonale Flächen und Subdivision-Verfahren und veranschaulichen ihre Unterschiede und Eigenschaften
- lernen gängige Datenstrukturen zur Darstellung polygonaler Flächen kennen
- wenden die Verfahren der Geometrischen Modellierung an unterschiedlichen Beispiele an
- berechnen Bezierkurven und B-Splines
- führen Subdivision-Verfahren aus

Educational objectives and skills:

Students should be able to

- explain the meaning of the terms Polynomial and Bezier curves and B-Splines
- classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and BSplines

- describe and establish the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-Splines
- describe tensor product surfaces and illustrated evaluation algorithms
- explain polygonal surfaces and subdivision algorithms and depict their properties and differences
- get used with common data structures to represent polygonal surfaces
- apply geometric modeling algorithms to representative examples
- compute Bezier curves and B-Splines
- implement subdivision algorithms Literatur:
- Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung
- Farin: Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design
- de Boor: A Practical Guide to Splines
- Bartels, Beatty, Barsky: Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modeling
- Abramowski, Müller: Geometrisches Modellieren

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Geometric Modeling (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 796399)

Prüfungsleistung, elektronische Prüfung mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere Erläuterungen:

Klausur in elektronischer Form mit einem Anteil im Antwort-Wahl-Verfahren

Erstablesung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Roberto Grosso, 2. Prüfer: Marc Stamminger

Modulbezeichnung:	Heterogene Rechnerarchitekturen Online (HETRON) (Heterogeneous Computing Architectures Online)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Dietmar Fey, Marc Reichenbach	
Lehrende:	Thomas Heller, Johannes Hofmann, Marc Reichenbach	
Startsemester:	WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit:	k.A. Std.	Eigenstudium: 150 Std.
		Turnus: halbjährlich (WS+SS)
		Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Heterogene Rechnerarchitekturen Online (WS 2020/2021, Vorlesung, Marc Reichenbach et al.)	

Inhalt:

Whereas heterogeneous architectures and parallel computing has filled an academic niche in the past it has become now a commodity technique with the rising of multi-core processors and programmable graphic cards. Even FPGAs play a role hereby in a certain extent due to their increasing importance as accelerator hardware what is clearly observable in the scientific community. However, on one side parallel hardware like multi-core and GPUs are now available nearly for everybody and not only for a selected selection of people, who have access to a parallel supercomputer. On the other side the knowledge about programming of this commodity hardware, and we mean here in particular

hardwareorientated programming in order to squeeze out all offered GFlops and TFlops of such hardware, is still missing as well as the knowledge about the architecture details. To overcome this lack we offer this course HETRON.

The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores. On the other side we lay our focus on that we want to do with these different heterogeneous parallel architectures, namely the execution of parallel programs. Of course this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how parallel computing really works. This refers (i) to the comprehension which basic mechanisms of parallel computing exist, (ii) where are the limits of getting more performance with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures and parallel computing principles.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden ...

...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen.

...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären. ...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, HighPerformance- und High-Throughput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien. ...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Parallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln. ...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs.

...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und FastFourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen.

...erforschen und bewerten verschiedener Parallelisierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur.

...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings

...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Heterogene Rechnerarchitekturen Online (Prüfungsnummer: 275245)

(englische Bezeichnung: Heterogeneous Computing Architectures Online)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Dietmar Fey

Modulbezeichnung:	Information Theory and Coding (ITC) (Information Theory and Coding)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Ralf Müller	
Lehrende:	Ralf Müller	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Information Theory and Coding (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Ralf Müller et al.)		
Tutorial for Information Theory and Coding (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Ali Berekhi)		

Inhalt:

1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix 2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes' law, likelihood, Jensen's inequality
 3. Inference: inverse probability, statistical inference
 4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers
 5. Symbol codes: unique decodability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding
 6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform
 7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma
 8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity
 9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels
 10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel
 11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isn't everything
 12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm
 13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm
 14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth
 15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression
-
1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix
 2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayes'sches Gesetz, Likelihood, Jensen'sche Ungleichung
 3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz
 4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschev'sche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen
 5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraft'sche Ungleichung, Huffmancodierung
 6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation
 7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma
 8. Kommunikation über gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität
 9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle

10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gauß'sche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals
11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist
12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus
13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus
14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang
15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression

The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life. The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.

For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.

They calculate these quantities for memoryless sources and channels.

The students proof both the source coding and the channel coding theorem.

The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.

The students apply source compression methods to measure mutual information.

The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.

The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.

They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.

The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.

The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.

The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.

–

Die Studierenden wenden Bayes'sche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.

Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.

Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.

Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.

Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.

Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.

Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.

Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.

Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.

Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.

Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.

Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen.

Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.

Literatur:

MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (Prüfungsnummer: 36011)

(englische Bezeichnung: Information Theory and Coding)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Ralf Müller

Organisatorisches:

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) wird in der ersten Lehrveranstaltung mit den Studierenden vereinbart.

Bemerkungen:

Schlüsselwörter: ASC

Modulbezeichnung:	Kanalcodierung (KaCo) (Channel Coding)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Clemens Stierstorfer	
Lehrende:	Clemens Stierstorfer	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Übungen zur Kanalcodierung (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Clemens Stierstorfer) Kanalcodierung (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Clemens Stierstorfer)

Empfohlene Voraussetzungen:

Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.

It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Information Theory and Coding Digitale Übertragung

Inhalt:

- 1 Introduction and Motivation 1.1 Definition, Related Fields 1.2 Basic Principles 1.2.1 Schemes 1.2.2 How to Add Redundancy 1.2.3 Applications 1.3 Historical Notes
- 2 Fundamentals of Block Coding 2.1 General Assumptions 2.2 Transmission Channels 2.2.1 Discrete Time AWGN Channel 2.2.2 Binary Symmetric Channel (BSC) 2.2.3 Channels with Memory 2.3 Motivation for Coding 2.4 Fundamentals of Block Coding 2.4.1 Code and Encoding 2.4.2 Decoding
- 3 Introduction to Finite Fields I 3.1 Group 3.1.1 Orders of Elements and Cycles 3.1.2 Subgroups, Cosets 3.2 Field 3.3 Vector Spaces
- 4 Linear Block Codes 4.1 Generator Matrix 4.2 Distance Properties 4.3 Elementary Operations 4.4 Parity-Check Matrix 4.5 Dual Codes 4.6 Syndrome Decoding 4.7 Error Probability and Coding Gain 4.7.1 Error Detection 4.7.2 Error Correction - BMD 4.7.3 Error Correction - ML Decoding 4.7.4 Coding Gain 4.7.5 Asymptotic Results 4.8 Modifications of Codes 4.9 Bounds on the Minimum Distance 4.10 Examples for Linear Block Codes 4.10.1 Binary Hamming Codes ($q=2$) 4.10.2 Simplex Codes 4.10.3 Ternary Golay Code 4.10.4 Reed-Muller Codes
- 5 Linear Cyclic Codes 5.1 Modular Arithmetic 5.2 Generator Polynomial 5.3 Parity-Check Polynomial 5.4 Dual Codes 5.5 Discrete Systems over F_q 5.6 Encoders for Cyclic Codes 5.6.1 Generator Matrix 5.6.2 Non-Systematic Encoding 5.6.3 Systematic Encoding 5.6.4 Systematic Encoding Using $h(x)$ 5.7 Syndrome Decoding 5.7.1 Syndrome 5.7.2 Decoding Strategies 5.8 Examples for Linear Cyclic Block Codes 5.8.1 Repetition Code and Single Parity-Check Code 5.8.2 Binary Hamming Codes 5.8.3 Simplex Codes 5.8.4 Golay Codes 5.8.5 CRC Codes
- 6 Introduction to Finite Fields II 6.1 Extension Fields 6.2 Polynomials over Finite Fields 6.3 Primitive Element 6.4 Existence of Finite Fields 6.5 Finite Fields Arithmetic 6.6 Minimal Polynomials, Conjugate Elements, and Cyclotomic Cosets 6.7 Summary of Important Properties of Finite Fields 6.8 (Discrete) Fourier Transform over Finite Fields
- 7 BCH and RS Codes 7.1 The BCH Bound 7.2 Reed-Solomon Codes 7.3 BCH Codes 7.4 Algebraic Decoding of BCH Codes and RS Codes 7.4.1 Basic Idea 7.4.2 The Berlekamp-Massey Algorithm 7.5 Application: Channel Coding for CD and DVD 7.5.1 Error Correction for the CD 7.5.2 Error Correction for the DVD
- 8 Convolutional Codes 8.1 Discrete Systems over F 8.2 Trellis Coding 8.3 Encoders for Convolutional Codes 8.4 (Optimal) Decoding of Convolutional Codes 8.4.1 Maximum-Likelihood Sequence Estimation (MLSE) 8.4.2 Maximum A-Posteriori Symbol-by-Symbol Estimation
- 9 Codes with Iterative Decoding 9.1 State of the Art 9.2 Preliminaries 9.2.1 Check Equations 9.2.2 Repetition Code, Parallel Channels 9.2.3 Log-Likelihood Ratios (LLR) 9.3 Turbo Codes 9.4 LDPC Codes

Lernziele und Kompetenzen:

Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt.

Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets.

Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten.

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und

können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).

Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-SolomonCodes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und ReedSolomon-Codes. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD.

Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE) und demonstrieren diese beispielhaft.

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation. Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

—

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field. Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes). Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families. Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs.

Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples.

Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios

in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation).

Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German. Literatur:

- J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung
 - M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013
 - M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley & Sons, 1999
 - B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996
 - S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Kanalcodierung_ (Prüfungsnummer: 62701)

(englische Bezeichnung: Channel Coding)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Erlaubte Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner, ein Blatt Format A4 (oder entsprechende Fläche) mit eigenen, handschriftlichen Notizen; Prüfungssprache abhängig von der Wahl des Studierenden

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021, 2. Wdh.: WS 2021/2022

1. Prüfer: Clemens Stierstorfer

Modulbezeichnung:	Künstliche Intelligenz I (KI I) (Artificial Intelligence I)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase	
Lehrende:	Michael Kohlhase	
Startsemester:	WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit:	90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.
		Turnus: jährlich (WS)
		Sprache: Deutsch und Englisch
Lehrveranstaltungen:	Artificial Intelligence I (WS 2020/2021, Vorlesung, 4 SWS, Michael Kohlhase) Übungen zu Künstliche Intelligenz I (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Florian Rabe)	

Inhalt:

Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.

—
 This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference. Lernziele und Kompetenzen:

- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.
- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).
- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.

Sozialkompetenz

- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen

Learning Goals and Competencies

Technical, Learning, and Method Competencies

- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.
- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).
- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.
- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).

Literatur:

Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch

Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

Deutsche Ausgabe:

Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2.​ Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2

Fächer)), "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Künstliche Intelligenz I (Prüfungsnummer: 535405)

(englische Bezeichnung: Artificial Intelligence I)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Michael Kohlhase

Modulbezeichnung:	Maschinelles Lernen für Zeitreihen (MLTS) (Machine Learning for Time Series)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Björn Eskofier, Oliver Amft	
Lehrende:	Björn Eskofier, Oliver Amft	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Maschinelles Lernen für Zeitreihen (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Björn Eskofier et al.)		
Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Leo Schwinn et al.)		

Empfohlene Voraussetzungen:

Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen „IntroPR“ und/oder „Pattern Recognition“/„Pattern Analysis“ wird empfohlen. Konzepte, die in „IntroPR“ vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt.

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Pattern Analysis
 Introduction to Pattern Recognition
 Pattern Recognition

Inhalt:

Die Vorlesung vermittelt Konzepte des Maschinellen Lernens speziell im Hinblick auf Anwendungen bei Zeitreihen. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt:

- Ein Überblick über die Anwendungsgebiete der Zeitreihenanalyse
- Methodische Grundlagen des Maschinellen Lernens (ML) für die Analyse von Zeitreihen, beispielsweise Gauß-Prozesse, Monte-Carlo Sampling und Deep Learning
- Design, Implementierung und Evaluation von ML Methoden, um Probleme in Zeitreihen zu adressieren
- Arbeitstechniken in bekannten Toolboxes zur Implementierung von relevanten Methoden, beispielsweise Tensorflow/Keras

Content

Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered:

- An overview of applications of time series analysis
- Fundamentals of Machine learning (ML) methods, such as Gaussian processes, Monte Carlo sampling methods and deep learning, for time series analysis
- Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems
- Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or Keras

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden sollen ein Verständnis für Zeitreihenprobleme und deren Lösungen in Applikationsgebieten der Industrie, Medizin, dem Finanzwesen, etc. entwickeln
- Die Studierenden erlernen Konzepte des Maschinellen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung auf Zeitreihen im Besonderen
- Die Studierenden erlernen die Charakteristika von Zeitreihendaten und werden zur Entwicklung und Implementierung von ML-Methoden angeleitet, um solche Daten in konkreten Fragestellungen zu modellieren, manipulieren und vorherzusagen.

Learning Objectives

- Students develop an understanding of concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc.
 - Students learn concepts of machine learning (ML) methods in general and tackling time series problems in particular
 - Students understand the characteristics of time series data and will be capable of developing and implementing ML methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems
Studon: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_3230441 Literatur:
 - Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT press, 2012
 - The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009
 - Deep Learning, Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016
 - Reinforcement Learning: An Introduction, Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, MIT press, 1998
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinelles Lernen für Zeitreihen (Prüfungsnummer: 428256)

(englische Bezeichnung: Machine Learning for Time Series)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	Pattern Recognition (PR) (Pattern Recognition)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Pattern Recognition (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Andreas Maier)		
Pattern Recognition Exercises (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Stephan Seitz et al.)		

Empfohlene Voraussetzungen:

- Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus
- The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.

- Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung
 - Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.
-

Inhalt:

Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:

- Bayesian classifier
- Logistic Regression
- Naive Bayes classifier
- Discriminant Analysis
- norms and norm dependent linear regression
- Rosenblatt's Perceptron
- unconstraint and constraint optimization
- Support Vector Machines (SVM)
- kernel methods
- Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)
- Independent Component Analysis (ICA)
- Model Assessment
- AdaBoost

Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:

- Bayes-Klassifikator
- Logistische Regression
- Naiver Bayes-Klassifikator
- Diskriminanzanalyse
- Normen und normabhängige Regression
- Rosenblatts Perzeptron
- Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen
- Support Vector Maschines (SVM)
- Kernelmethoden
- Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)
- Analyse durch unabhängige Komponenten
- Modellbewertung
- AdaBoost

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster
- erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren
- wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an
- beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung
- verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren Students
- understand the structure of machine learning systems for simple patterns
- explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques
- apply classification techniques in order to solve given classification tasks
- evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem
- understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python Literatur:
- Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001

- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009
 - Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Pattern Recognition (Prüfungsnummer: 41301)

(englische Bezeichnung: Pattern Recognition)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	Reconfigurable Computing (RC-VU) (Reconfigurable Computing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Reconfigurable Computing (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich)

Exercises to Reconfigurable Computing (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Jorge A. Echavarria et al.)

Inhalt:

Content:

Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution.

The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing

them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration.

After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:

- Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.
- Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.
- Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.
- Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.
- On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.
- Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.
- Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.

Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives and competencies:

Fachkompetenz

Wissen

- The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.

Verstehen

- The students understand the mapping steps, and optimization algorithms.
- The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.
- The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.
- The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.
- The students describe the design of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs.

Literatur:

- The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books)
- Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC
- Easy FPGA tutorials, projects and boards
- Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator)
- Symphone EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license)
- Icarus open-source Verilog simulator

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises) (Prüfungsnummer: 741941)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Oral examination (Duration: 30 min). The oral examination determines the final grade of the module.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Jürgen Teich

Organisatorisches:

Selection of this module prohibits the selection of the module "Reconfigurable Computing with Extended Exercises (RC-VEU)" by the student.

Bemerkungen:

Reconfigurable computing is an interdisciplinary field of research between computer science and electrical engineering.

Modulbezeichnung:	Statistische Signalverarbeitung (STASIP) (Statistical Signal Processing)	5 ECTS
-------------------	---	--------

Modulverantwortliche/r:	Walter Kellermann
-------------------------	-------------------

Lehrende:	Walter Kellermann, Alexander Schmidt
-----------	--------------------------------------

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
-----------------------------	-------------------	-----------------------

Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
----------------------	-----------------------	-------------------

Lehrveranstaltungen:

Statistische Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)

Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Alexander Schmidt)

Empfohlene Voraussetzungen:

Module ‚Signale und Systeme I‘ und ‚Signale und Systeme II‘, ‚Digitale Signalverarbeitung‘ oder gleichwertige

Inhalt:

The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications. The main topics are:

Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain Random variables (RVs), probability distributions and densities, expectations of random variables, transformation of RVs,

vectors of normally distributed RVs, time-discrete random processes: probability distribution and densities, expectation, stationarity, cyclostationarity, ergodicity, correlation functions and correlation matrices, spectral representations, principal component analysis (PCA), Karhunen-Loève transform (KLT). Estimation theory

estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound

Linear signal models

Parametric models (cepstral decomposition, Paley-Wiener theorem, spectral flatness), non-parametric models (all-pole, all-zero and pole-zero models, lattice structures, Yule-Walker equations, PARCOR coefficients, cepstral representation)

Signal estimation

Supervised estimation, problem classes, orthogonality principle, MMSE estimation, linear MMSE estimation for normally distributed random processes, optimum FIR filtering, optimum linear filtering for stationary processes, prediction and smoothing, Kalman filters, optimum multichannel filtering (Wiener filter, LCMV, MVDR, GSC)

Adaptive filtering

Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior

Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich

Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und -dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und -dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; ‚Principal Component Analysis‘, Karhunen-Loeve Transformation;

Schätztheorie

Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayes'sche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke

Lineare Signalmodelle

Parametrische Modelle (Cepstrale Zerlegung, Paley-Wiener Theorem, Spektrale Glattheit); Nichtparametrische Modelle: ‚Allpole‘-/‚Allzero‘-/‚Pole-zero‘-(AR/MA/ARMA) Modelle; ‚Lattice‘-Strukturen, Yule-Walker Gleichungen, PARCOR-Koeffizienten, Cepstraldarstellungen;

Signalschätzung

Überwachte Signalschätzung, Problemklassen; Orthogonalitätsprinzip, MMSE-Schätzung, lineare MMSE-Schätzung für Gaußprozesse; Optimale FIR-Filter; Lineare Optimalfilter für stationäre Prozesse; Prädiktion und Glättung; Kalman-Filter; optimale Multikanalfilterung (Wiener-Filter, LCMV, MVDR, GSC);

Adaptive Filterung

Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten.

Lernziele und Kompetenzen: The

students:

- analyze the statistical properties of random variables, random vectors, and stochastic processes by probability density functions and expectations as well as correlation functions and matrices and their frequency-domain representations
- know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes
- understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation
- analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems
- evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators. Die Studierenden

- analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen
 - kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen
 - verstehen die Unterschiede klassischer und Bayes'scher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung
 - analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;
 - evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer Literatur:
 - A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002 (englisch)
 - D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; Artech House, 2005 (englisch)
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Statistical Signal Processing (Prüfungsnummer: 64301)

(englische Bezeichnung: Statistical Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Durch Abgabe der Übungsblätter können Bonuspunkte für die Klausur erarbeitet werden. Wird die Klausur ohne Bonus nicht bestanden, darf der Bonus nicht angerechnet werden. Der Bonus verfällt dann auch für die Wiederholungsklausur. Es gilt folgende Abbildung (bei 100 erreichbaren Punkten in der Klausur): weniger als 4 Übungspunkte = 0 Bonuspunkte in der Klausur, 4 bis 4,5 Übungspunkte = 4 Bonuspunkte in der Klausur, 5 bis 5,5 Übungspunkte = 5 Bonuspunkte in der Klausur, 6 bis 6,5 Übungspunkte = 6 Bonuspunkte in der Klausur, 7 Übungspunkte = 7 Bonuspunkte in der Klausur. Fernprüfungen werden in begründeten Ausnahmefällen durchgeführt.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Walter Kellermann

Organisatorisches:

The course material and the timetable for the lecture and supplement course can be found on StudOn.

Extra points for the written exam can be obtained by handing in the homework. Please note:

- 1.) The homework is to be prepared in groups of two.
 - 2.) Copying from another group will result in zero points.
 - 3.) All calculations for arriving at an answer must be shown.
 - 4.) If you fail in the exam without extra points, they cannot be taken into account.
 - 5.) The extra points expire for the resit.
- 0 - 3.5 passed worksheets: 0 extra points for the written exam (based on 100 achievable points) 4 4.5
passed worksheets: 4 extra points
5 - 5.5 passed worksheets: 5 extra points 6 - 6.5 passed worksheets: 6 extra points

Modulbezeichnung:	Computergraphik-VU (CG-VU) (Computer Graphics)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Marc Stamminger	
Lehrende:	Marc Stamminger	
Startsemester:	WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit:	60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
		Turnus: jährlich (WS)
		Sprache: Deutsch und Englisch
Lehrveranstaltungen:	Computergraphik (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Marc Stamminger) Übungen zur Computergraphik (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, N.N.)	

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Algorithmik
kontinuierlicher Systeme

Inhalt:

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:

- Graphik Pipeline
- Clipping
- 3D Transformationen
- Hierarchische Display Strukturen
- Perspektive und Projektionen
- Sichtbarkeitsbetrachtungen
- Rastergraphik und Scankonvertierung
- Farbmodelle
- Lokale und globale Beleuchtungsmodelle
- Schattierungsverfahren
- Ray Tracing und Radiosity
- Schatten und Texturen

Contents:

This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:

- graphics pipeline
- clipping
- 3D transformations
- hierarchical display structures
- perspective transformations and projections
- visibility determination
- raster graphics and scan conversion
- color models
- local and global illumination models

- shading models
- ray tracing and radiosity
- shadows and textures

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder
- erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone
- beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten
- skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung
- vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik
- illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen
- erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline
- lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen
- klassifizieren Schattierungsverfahren
- bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity

Educational objectives and skills:

Students should be able to

- describe the processing steps in the graphics pipeline
- explain clipping algorithms for lines and polygons
- explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates
- depict techniques to compute depth, occlusion and visibility
- compare the different color models
- describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes
- explain the algorithms for rasterization and scan conversion
- solve problems with shading and texturing of 3D virtual models
- classify different shadowing techniques
- explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity

- Literatur:
- P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002
 - Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson
 - Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice
 - Rauber: Algorithmen der Computergraphik
 - Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik
 - Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "Informatik (Bachelor of Arts) (2

Fächer)), "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computer Graphics (Prüfungsnummer: 38211)

(englische Bezeichnung: Computer Graphics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Marc Stamminger

Computer Graphics (Prüfungsnummer: 38212)

(englische Bezeichnung: Computer Graphics)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

Übung: 50% der schriftlichen Aufgaben, etwa 10 Aufgabenblätter

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Marc Stamminger

Bemerkungen:

Vorlesungsunterlagen, Übungsblätter und die Klausur sind in englischer Sprache

Modulbezeichnung: A look inside the human body - gait analysis and (GAS) 2.5 ECTS simulation

(A look inside the human body - gait analysis and simulation)

Modulverantwortliche/r: Anne Koelewijn

Lehrende: Anne Koelewijn

Startsemester: WS 2020/2021

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 45 Std.

Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

A look inside the human body - gait analysis and simulation (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Anne Koelewijn)

Inhalt:

The aim of this lecture is to teach methods of gait analysis and simulation. Gait analysis experiments will be covered, as well as more modern approaches to gather walking data. Techniques to process gait analysis experiments are discussed, as well as dynamic models that can be used to create gait simulations. This lecture addresses the following topics:

- Measurement systems for gait analysis
- Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data
- Muscle biology, specific to force generation, and modelling of muscles
- Methods to calculate muscle activation from experimental data
- Energetics of walking
- Multibody dynamics
- Creating simulations of gait

Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives:

- Be familiar with the existing measurement options for gait analysis
- Know state-of-the art techniques to process gait analysis experiments
- Select an appropriate processing technique for a specific experiment
- Understand how gait could be simulated and where these simulations could be applied
- Know the function of the different components of the human body that are involved in locomotion

Literatur:

- Winter, David A. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley & Sons, 2009.
- Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

A look inside the human body - gait analysis and simulation (Prüfungsnummer: 68371)

Prüfungsleistung, schriftlich oder mündlich, Dauer (in Minuten): 120 Anteil
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Anne Koelewijn

Modulbezeichnung:	Biomedizinische Signalanalyse (BioSig) (Biomedical Signal Analysis)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Björn Eskofier	
Lehrende:	Björn Eskofier, Heike Leutheuser	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

- Biomedizinische Signalanalyse (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Felix Kluge et al.)
- Biomedizinische Signalanalyse Übung (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Arne Küderle)

Inhalt:

Im Rahmen der Vorlesung werden (a) die Grundlagen der Generation von wichtigen Biosignalen im menschlichen Körper, (b) die Messung von Biosignalen und (c) Methoden zur Analyse von Biosignalen erläutert und dargestellt.

Behandelte Biosignale sind unter anderem Aktionspotential (AP), Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG), Elektroenzephalogramm (EEG), oder Mechanomyogramm (MMG). Bei der Messung liegt der Fokus beispielsweise auf der Messtechnik oder der korrekten Sensor- bzw. Elektrodenanbringung. Im größten Teil der Vorlesung, Analyse von Biosignalen, werden Konzepte zur Filterung für die Artefaktreduktion, der Wavelet Analyse, der Ereigniserkennung und der Wellenformanalyse behandelt. Zum Schluss wird einen Einblick in überwachte Verfahren der Mustererkennung gegeben. The lecture content explains and outlines (a) basics for the generation of important biosignals of the human body, (b) measurement of biosignals, and (c) methods for biosignals analysis.

Considered biosignals are among others action potential (AP), electrocardiogram (ECG), electromyogram (EMG), electroencephalogram (EEG), or mechanomyogram (MMG). The focus during the measurement part is for example the measurement technology or the correct sensor and electrode placement. The main part of the lecture is the analysis part. In this part, concepts like filtering for artifact reduction, wavelet analysis, event detection or waveform analysis are covered. In the end, an insight into pattern recognition methods is gained.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- geben die Entstehung und Messung der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wieder
- erkennen Zusammenhänge zwischen der Entstehung der Biosignale des menschlichen Körper und dem gemessenen Signal
- verstehen die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik
- analysieren die wesentlichen Ursachen von Artefakten in Biosignalen und zeigen Filteroperationen zur Eliminierung dieser Artefakte auf
- wenden erworbenes Wissen über Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften an
- erwerben Schnittstellenkompetenzen zwischen Ingenieurwissenschaften und Medizin
- erlernen fachbezogene Inhalte klar wiederzugeben und argumentativ zu vertreten
- verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster
- arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich
- implementieren Algorithmen der Biosignalverarbeitung in MATLAB
- lösen Klassifikationsprobleme in MATLAB Students
- reproduce the generation and measurement of important biosignals of the human body
- recognize relations between the generation of biosignals and the measured signal
- understand the importance of biosignal analysis for medical engineering
- analyze and provide solutions to the key causes for artifacts in biosignals

- apply gained knowledge independently to interdisciplinary research questions of medicine and engineering science
 - acquire competences between medicine and engineering science
 - learn how to reproduce and argumentatively present subject-related content
 - understand the structure of systems for automatic classification of simple patterns
 - work cooperatively and act responsibly in groups
 - implement biosignal processing algorithms in MATLAB
 - solve classification problems in MATLAB Literatur:
 - R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley & Sons.
 - E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley & Sons.
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Biomedizinische Signalanalyse (Prüfungsnummer: 30701)

(englische Bezeichnung: Biomedical Signal Analysis)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

90-minütige schriftliche Klausur über den Stoff der Vorlesung und der Übungen. Elektronische Prüfung.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Felix Kluge

Modulbezeichnung:	Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs) (IMIP) (Interventional Medical Image Processing (online course))	5 ECTS
-------------------	--	--------

Modulverantwortliche/r: Andreas Maier

Lehrende: Andreas Maier

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
-----------------------------	-------------------	------------------------------

Präsenzzeit: k.A. Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Englisch
------------------------	------------------------	-------------------

Lehrveranstaltungen:

Medical Image Processing for Interventional Applications (VHB-Kurs) (WS 2020/2021, Vorlesung, 4 SWS, Julian Hoßbach et al.)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs)

Inhalt:

English Version:

This module focuses on recent developments in image processing driven by medical applications. All algorithms are motivated by practical problems. The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced.

The module starts with an overview on preprocessing algorithms such as scatter correction for xray images, edge detection, super-resolution and edge-preserving noise reduction. The second chapter describes automatic image analysis using feature descriptors, key point detection, and segmentation using bottom-up algorithms such as the random walker or top-down approaches such as active shape models. Furthermore, the module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization. The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.

Deutsche Version:

Das Modul ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet. Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert. Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt.

Das Modul beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung. Das zweite Kapitel beschreibt die automatische Bildanalyse mit Merkmalsdeskriptoren, Punkterkennung und Segmentierung mit Bottom-up-Algorithmen wie dem Random-Walker oder TopDown-Ansätzen wie aktiven Formmodellen. Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolargeometrie und Faktorisierung ab. Der letzte Teil des Moduls deckt nicht-starre Registrierung auf der Grundlage von Variationsmethoden und bewegungskompensierter Bildrekonstruktion ab.

Lernziele und Kompetenzen: English

Version:

The participants

- summarize the contents of the lecture.
- apply pre-processing algorithms such as scatter correction and edge-preserving filtering.
- extract information from images automatically by image analysis methods such as key point detectors and segmentation algorithms.
- calibrate projection geometries for single images and image sequences using the described methods.
- develop non-rigid registration methods using variational calculus and different regularizers.
- adopt algorithms to new domains by appropriate modifications.

Deutsche Version:

Die Teilnehmer

- fassen die Inhalte der Vorlesung zusammen.
 - wenden Vorverarbeitungsalgorithmen wie Streustrahlkorrektur und kantenerhaltende Filterung an.
 - extrahieren automatisch Informationen aus Bildern, indem sie Bildanalyseverfahren wie Punktdetektoren und Segmentierungsalgorithmen verwenden.
 - kalibrieren Projektionsgeometrien für Einzelbilder und Bildsequenzen mit den beschriebenen Methoden.
 - entwickeln nicht-starre Registrierungsmethoden mit Hilfe von Variationsrechnung und unterschiedlichen Regularisierungen.
 - wenden Algorithmen auf neue Modalitäten durch entsprechende Änderungen im Algorithmus an.
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Interventional Medical Image Processing (VHB-Kurs) (Prüfungsnummer: 41401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung: Magnetic Resonance Imaging 1 (MRI1) 5 ECTS

(Magnetic Resonance Imaging 1)

Modulverantwortliche/r: Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel

Lehrende: Frederik Laun, Armin Nagel, Andreas Maier

Startsemester: WS 2020/2021 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Magnetic Resonance Imaging 1 (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Frederik Laun et al.)

Magnetic Resonance Imaging 1 - Übung (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Frederik Laun et al.)

Inhalt:

In dem Modul werden ausführlich die physikalischen und technischen Grundlagen der MRT behandelt. Es werden der technische Aufbau eines MRTs und die physikalischen Grundlagen behandelt. Das Prinzip der Datenaufnahme wird anhand verschiedener Beispiele erläutert. Fehlkodierungen bei der Datenaufnahme führen zu Bildartefakten, die sich nicht in allen Fällen vermeiden lassen. Strategien zur Erkennung und Vermeidung von Bildartefakten werden erläutert. Eine große Stärke der MRT in der medizinischen Diagnostik ist die Möglichkeit Bilder mit verschiedenen Kontrasten und funktionelle Gewebeparameter aufzunehmen. Die Entstehung der häufig verwendeten T1 und T2 gewichteten Bildkontraste wird ausführlich diskutiert. Des Weiteren werden verschiedene MRT-Sequenztechniken besprochen.

Lernziele und Kompetenzen: The participants

- understand the principles, properties and limits of basic MRI techniques
- develop the ability to choose an appropriate basic MRI sequence and to set up the corresponding sequence parameters for a range of basic applications
- are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)", "Physik (Bachelor of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Magnetic Resonance Imaging 1 (Prüfungsnummer: 122337)

(englische Bezeichnung: Magnetic Resonance Imaging 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstblegung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Laun/Maier/Nagel (M30001)

Modulbezeichnung:	Visual Computing in Medicine (VCMed) (Visual Computing in Medicine)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg	
Lehrende:	Thomas Wittenberg, Peter Hastreiter	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Visual Computing in Medicine 1 (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Peter Hastreiter et al.)

Visual Computing in Medicine 2 (SS 2021, Vorlesung, Thomas Wittenberg et al.)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Algorithmik kontinuierlicher Systeme Computergraphik-VU

Inhalt:

Die Flut und Komplexität medizinischer Bilddaten sowie die klinischen Anforderungen an Genauigkeit und Effizienz erfordern leistungsfähige wie auch robuste Konzepte der medizinischen Datenverarbeitung. Auf Grund der Vielfalt an Bildinformation und ihrer klinischen Relevanz spielt der Übergang von der Messung medizinischer Bilddaten (u.a. MRT, CT, PET) hin zur Analyse der Bildinhalte eine wichtige Rolle. Durch die visuelle Wiedergabe der abstrakten Daten können sowohl technische als auch medizinische Aspekte anschaulich und intuitiv verstanden werden. Aufbauend auf einem Regelkreis zur Verarbeitung medizinischer Bilddaten werden im ersten Teil (Visual Computing in Medicine I) die Eigenschaften medizinischer Bilddaten sowie grundlegende Methoden und Verfahren der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung im Zusammenhang vermittelt. Beispiele aus der Praxis erläutern den Bezug zur medizinischen Anwendung. Darauf aufbauend werden im zweiten Teil (Visual Computing in Medicine II) konkrete Lösungsansätze für die Diagnose und Therapieplanung komplexer Krankheitsbilder erläutert. Es wird gezeigt, wie grundlegende Methoden ausgewählt und zu praktisch anwendbaren Gesamtkonzepten zusammengefasst werden. An Beispielen wird der Bezug zu Strategien und Anforderungen in der industriellen Entwicklung und klinischen Anwendung hergestellt. Ergänzend werden komplexe Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung ausführlich besprochen.

The flood and complexity of medical image data as well as the clinical need for accuracy and efficiency require powerful and robust concepts of medical data processing. Due to the diversity of image information and their clinical relevance the transition from imaging to medical analysis and interpretation plays an important role. The visual representation of abstract data allows understanding both technical and medical aspects in a comprehensive and intuitive way. Based on a processing pipeline for medical image data an overview of the characteristics of medical image data as well as fundamental methods and procedures for medical image analysis and visualization is given. Examples of clinical practice show the relation to the medical application. Based on VCMed1 the lecture VCMed2 discusses practical approaches for the diagnosis and therapy planning of complex diseases. It will be shown how fundamental methods are selected and integrated to practically applicable concepts. Examples demonstrate the relation to strategies and requirements in clinical practice and the industrial development process.

Additionally, complex methods of medical image analysis and visualization will be explained.

Lernziele und Kompetenzen:

Visual Computing in Medicine I

Die Studierenden

- erhalten einen Überblick zu Grundlagen und Unterschieden medizinischer Bildgebungsverfahren
- erwerben fundierte Kenntnisse über Gitterstrukturen, Datentypen und Formate medizinischer Bilddaten
- üben an Beispielen die Erkennung und Interpretation unterschiedlicher Bilddaten
- erwerben Kenntnisse zu Verfahren der Vorverarbeitung, Filterung und Interpolation medizinischer Bilddaten sowie zu grundlegenden Ansätzen der Segmentierung
- erlernen Prinzipien und Methoden der expliziten und impliziten Bildregistrierung und erhalten einen Überblick zu wichtigen Verfahren der starren Registrierung
- erwerben fundierte Kenntnisse zu allen Aspekten der medizinischen Visualisierung (2D, 3D, 4D) von Skalar-, Vektor-, Tensor- und Tensorfeldern
- erhalten an einfachen Beispielen einen ersten Eindruck, wie sich Visualisierung zur Steuerung von Bildanalyseverfahren und für die medizinische Diagnostik einsetzen lässt

students

- get an overview of the basic principles and differences of medical imaging methods,
- acquire profound knowledge about grid structures, data types and formats of medical image data,
- use sample data to recognize and interpret different image data,
- acquire knowledge about methods of preprocessing, filtering and interpolation of medical image data as well as on basic approaches of segmentation,
- learn the principles and methods of explicit and implicit image registration and get an overview of important procedures of rigid registration,
- acquire profound knowledge about all aspects of medical visualization (2D, 3D, 4D) of scalar, vector, tensor data,
- get a first impression of how visualization can be used to control image analysis and medical diagnostics.

Visual Computing in Medicine II

Die Studierenden

- erwerben aus Sicht der medizinischen Anwendung und konkreter Lösungsstrategien einen Einblick in komplexe Ansätze zur Bearbeitung wichtiger Krankheitsbilder
- lernen die Anforderungen an und die Verknüpfung von Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung zur Bearbeitung kardiologischer, neurologischer, onkologischer und strahlentherapeutischer Fragestellungen
- erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen
- erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildregistrierung mit nichtstarken Transformationen

- erhalten vertieftes Wissen zu komplexen und aktuellen Themen der medizinischen Visualisierung (u.a. Integrationsverfahren, Transferfunktionen, Beschleunigungstechniken mit Grafikhardware)

The students

- gain an insight into complex approaches to the treatment of important disease patterns from the point of view of medical application and specific solution strategies
- learn the requirements and the linking of methods of medical image analysis and visualization for the processing of cardiological, neurological, oncological and radiotherapeutic questions
- get an overview of complex disease pictures as a basis for effective and efficient solutions
- acquire advanced knowledge to process multimodal image data using advanced methods
- receive in-depth knowledge on complex and up-to-date topics of medical visualization (including integration procedures, transfer functions, acceleration techniques with graphics hardware)

Literatur:

- B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine, Morgan Kaufmann Verlag, 2013
 - B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Theory, Algorithms, and Applications, Morgan Kaufmann Verlag, 2007
 - H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009
 - P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010
 - E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Visual Computing in Medicine (Prüfungsnummer: 44811)

(englische Bezeichnung: Visual Computing in Medicine)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2021, 1. Wdh.: WS 2021/2022

1. Prüfer: Thomas Wittenberg

Modulbezeichnung:	Wearable and Implantable Computing (WIC) (Wearable and Implantable Computing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Oliver Amft	
Lehrende:	und Mitarbeiter/innen, Oliver Amft	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

WPF MT-MA-BDV ab 1 WPF MT-MA-MEL ab 1 WPF MT-MA-GPP ab 1 WPF MT-BA ab 5

Wearable and Implantable Computing (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Oliver Amft et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Ability to apply sensors, analyse signals, basic signal processing methods.
 - Ability to write scripts in Matlab, Python, or similar.
-

Inhalt:

The course provides an overview on the system design of wearable computing systems and implantable systems. Electronic design topics will be addressed, including bioelectronics, flexible electronics, electronics textile integration, multiprocess additive manufacturing. On the system functional level, frequent sensor and actuators and their designs for on-body and implantable systems are discussed. Powering and energy management concepts will be detailed, including processing and task scheduling, sparse sampling and sparse sample signal processing. Energy harvesting methods for wearable and implantable systems are analysed. Principles of biocompatibility and system validation for remote health monitoring are covered. Concrete design problems related to context awareness, energy-efficient context recognition, and mechanical design in medical applications are demonstrated, prototypes realised and discussed in mini-projects.

Submitting reports for all exercises is compulsory to be accepted for the oral exam.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

- Gain overview on context awareness, sensors and actuators for context management in digital health.
- Understand design concepts and apply/analyse wearable and implantable system design methods for accessories, smart textiles, skin-attachables using soft substrates, and encapsulation. *Analysieren*
- Analyse the electrical and physical principles, select and optimise on-body energy harvesting and power management techniques.

Evaluieren (Beurteilen)

- Apply system evaluation methods, assess and design for biocompatibility.

Erschaffen

- Create continuous context recognition and energy-efficient processing using sparse sampling, related signal and pattern processing methods.
- Create digital models of wearable systems.

Literatur:

Literature references will be provided during the lecture.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Wearable and Implantable Computing (Prüfungsnummer: 403776)

(englische Bezeichnung: Wearable and Implantable Computing)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Abgabe von Berichten zu allen Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Prüfung.

Submitting reports for all exercises is compulsory to be accepted for the oral exam.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Oliver Amft

Modulbezeichnung:	Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs) (DMIP-VHB) (Diagnostic Medical Image Processing (VHB course))	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: k.A. Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen: Medical Image Processing for Diagnostic Applications (VHB-Kurs) (WS 2020/2021, Vorlesung, 4 SWS, Julian Hoßbach et al.)		

Empfohlene Voraussetzungen: Ingenieurmathematik

Inhalt:

English version:

The contents of the module comprise basics about medical imaging modalities and acquisition hardware. Furthermore, details on acquisition-dependent preprocessing are covered for image intensifiers, flat-panel detectors, and MR. The fundamentals of 3D reconstruction from parallel-beam to cone-beam reconstruction are also covered. In the last chapter, rigid registration for image fusion is explained.

Deutsche Version:

Die Inhalte des Moduls umfassen Grundlagen der medizinischen Bildverarbeitung und Aufnahmeprinzipien. Darüber hinaus werden Details der Vorverarbeitung für Bildverstärker, Flachpaneldetektoren und MR erklärt. Die Grundlagen der Rekonstruktion von Parallelstrahl bis hin zur Kegelstrahl-Tomographie werden ebenfalls behandelt. Im letzten Kapitel wird starre Registrierung für Bildfusion erläutert.

Lernziele und Kompetenzen:

English Version: The participants

- understand the challenges in interdisciplinary work between engineers and medical practitioners.
- develop understanding of algorithms and math for diagnostic medical image processing.
- learn that creative adaptation of known algorithms to new problems is key for their future career.
- develop the ability to adapt algorithms to different problems.
- are able to explain algorithms and concepts of the module to other engineers.

Deutsche Version:

- Die Teilnehmer
- verstehen die Herausforderungen in der interdisziplinären Arbeit zwischen Ingenieuren und Ärzten.
 - entwickeln Verständnis für Algorithmen und Mathematik der diagnostischen medizinischen Bildverarbeitung.
 - erfahren, dass kreative Adaption von bekannten Algorithmen auf neue Probleme der Schlüssel für ihre berufliche Zukunft ist.
 - entwickeln die Fähigkeit Algorithmen auf verschiedene Probleme anzupassen.
 - sind in der Lage, Algorithmen und Konzepte des Moduls anderen Studenten der Technischen Fakultät zu erklären.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Diagnostic Medical Image Processing (Prüfungsnummer: 41501)

(englische Bezeichnung: Diagnostic Medical Image Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Andreas Maier

Diagnostic Medical Image Processing (Prüfungsnummer: 41501)

(englische Bezeichnung: Diagnostic Medical Image Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	Body Area Communications (BAC) (Body Area Communications)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Georg Fischer	
Lehrende:	Georg Fischer	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch
Lehrveranstaltungen: Body Area Communications (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Georg Fischer)		

Inhalt:

Contents: The Lecture and exercise deals with the following topics:

- Introduction to Body Area Communications
- Electromagnetic Characteristics of Human Body
- Electromagnetic Analysis Methods
- Body Area Channel Modeling
- Modulation/Demodulation
- Body Area Communication Performance
- Electromagnetic Compatibility Consideration

Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives

- Students understand the challenges in designing Body Area Communication (BAC) systems
- Students can conduct basic design decisions with BAC systems, like frequency and modulation selection
- Students understand electromagnetic wave propagation in bodies
- Students understand the frequency dependent loss and propagation behavior of electromagnetic waves
- Students can analyze the communication performance of a BAC system
- Students can evaluate Electromagnetic Compatibility of a BAC system
- Students can assess the field strength inside body and relate it to regulatory limits like SAR (Specific Absorption rate), frequency dependent maximum electrical and magnetic field strength
- Students can sketch block diagrams of BAC systems
- Students can derive channel models for BAC

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Body Area Communications (Prüfungsnummer: 816185)

(englische Bezeichnung: Body Area Communications)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Prüfungssprache nach Wahl der Studierenden

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Georg Fischer

Modulbezeichnung:	Lasers in Healthcare Engineering (LASHE) (Lasers in Healthcare Engineering)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Florian Klämpfl	
Lehrende:	Florian Klämpfl	
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Lasers in Healthcare Engineering (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Florian Klämpfl)	

Empfohlene Voraussetzungen:

The course targets senior Bachelor and Master students who are interested in gaining knowledge about medical applications of lasers. The course combines lecture material (approximately 60%) and practical training (approximately 40%). The course is suitable for students with diverse educational background and no prior knowledge of laser and laser technology is required although general understanding of physics is presumed.

Inhalt:

- Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation;
- Laser tissue interaction processes and Monte-Carlo simulation method;
- Introduction to Optical Coherence Technology;
- Lasers for medical applications;
- Lasers for production of medical tools;
- Optical diagnostic and treatment methods in medicine: laser surgery, Raman spectroscopy, optical phantom preparation and characterization;

Lernziele und Kompetenzen:

Students...

- Would know the fundamentals of laser tissue-interaction process.
- Will understand principles of tissue / phantom optical properties characterization.
- Will be able to perform characterization of basic optical properties of tissues.
- Will gain basic understanding and practical experience with Optical Coherence Tomography (OCT).
 - Will be familiar with potential applications of laser in medicine and healthcare
- Will become familiar with international (English) professional terminology.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Studien-/Prüfungsleistungen:

Lasertechnik für die Medizintechnik (Prüfungsnummer: 74601)

(englische Bezeichnung: Medical Laser Technology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

Bemerkungen:

 Lasertechnik für Master Medizintechnik

Modulbezeichnung:	Molecular Communications (MolCom) (Molecular Communications)	5 ECTS
--------------------------	---	--------

Modulverantwortliche/r:	Robert Schober
--------------------------------	----------------

Lehrende:	Robert Schober
------------------	----------------

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Molecular Communications (WS 2020/2021, Vorlesung, 4 SWS, Robert Schober)

 Tutorial for Molecular Communications (WS 2020/2021, Übung, Sebastian Lotter)

Inhalt:

Conventional communication systems employ electromagnetic waves for information transmission. This approach is suitable for typical macroscopic applications such as mobile communication. However, newly emerging applications in biology, nanotechnology, and medicine require communication between so-called nano-machines (e.g. nano-robots and nano-sensors) with sizes on the order of nano and micro-meter. For such device sizes electromagnetic waves cannot be used for efficient information transmission. Instead Molecular Communication, an approach that is also widely used in natural biological systems, has to be applied. In Molecular Communication, transmitter and receiver communicate by exchanging information-carrying molecules. The design of molecular communication systems requires a basic understanding of relevant biological processes and systems as well as their communication theoretical modelling and analysis. The course is structured as follows: 1) Introduction to Molecular Communication; 2) Biological Nano-Machines; 3) Molecular Communication in Biological Systems; 4) Synthetic Molecular Communication Systems; 5) Mathematical Modelling and Simulation; 6) Communication and Information Theory for Molecular Communication; 7) Design of Molecular Communication Systems; 8) Applications for Molecular Communication Systems.

Lernziele und Kompetenzen:

The students learn how to design synthetic molecular communication systems. They develop an understanding of natural communication processes in biological systems and how to harness these natural processes for the construction of man-made molecular communication systems. The students also learn how to analyse, model, and simulate molecular communication systems.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Molecular Communications (Prüfungsnummer: 454183)

(englische Bezeichnung: Molecular Communications)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Robert Schober

Modulbezeichnung: Optical Technologies in Life Science (OTLS) 5 ECTS

(Optical Technologies in Life Science)

Modulverantwortliche/r: Sebastian Schürmann

Lehrende: Oliver Friedrich, Maximilian Waldner, Sebastian Schürmann

Startsemester: WS 2020/2021 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Optical Technologies in Life Science (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sebastian Schürmann et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse im Bereich Optik und Zellbiologie

Inhalt:

- Anwendungen optischer Messmethoden im Bereich der Zellbiologie und Medizin
- Mikroskopie: Grundlegende Konzepte und Kontrastverfahren, Auflösungsvermögen und Grenzen, Aufbau und Komponenten von Lichtmikroskopen, Fluoreszenz-Mikroskopie
- Anwendungen von Fluoreszenz-Mikroskopie im Life Science Bereich, Verfahren zur Markierung biologischer Strukturen und Vorgänge in Zellen
- Epifluoreszenz-, Konfokal-, Multiphotonen-Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele
- Optische Endoskopie und Endomikroskopie in Forschung und Klinik
- Super-Resolution Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele für optische Bildgebung jenseits der beugungsbedingten Auflösungsgrenze

Content

- Application of optical methods in the field of cell biology and medicine
- Microscopy: Basic concepts, methods to enhance contrast, optical resolution and limits, components and setup of light microscopes, fluorescence microscopy
- Applications of fluorescence microscopy in life sciences, methods for labeling of biological structures and cellular processes
- Epi-fluorescence, confocal and multiphoton microscopy, concepts and application examples
- Optical endoscopy and endomicroscopy in research and clinics
- Super-resolution microscopy, concepts and applications for optical Imaging beyond the diffraction Limit of Resolution

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die grundlegenden Konzepte und technische Umsetzung optischer Technologien im Bereich Life Sciences und kennen typische Anwendungsbeispiele
- vergleichen und bewerten verschiedene technische Ansätze im Hinblick auf wissenschaftlich Fragestellungen
- können Vor- und Nachteile verschiedener Technologien, sowie konzeptionelle und praktische Limitationen einschätzen und bei der Analyse wissenschaftlicher Ansätze und Ergebnisse berücksichtigen

- können selbstständig vertiefende Informationen zu technischen Lösungen, Materialien und Methoden im Bereich der Mikroskopie und Spektroskopie sammeln, strukturieren, und für die zielgerichtete Planung wissenschaftlicher Experimente auswählen
- können wissenschaftliche Fragestellungen und technische Ansätze in Kleingruppen kritisch diskutieren und gemeinschaftlich Ansätze zur Beantwortung von Forschungsfragen mit Hilfe optischer Technologien entwickeln

Learning objectives and competences: Students

- understand the basic concepts and specific technical approaches to optical technologies in life sciences and identify typical applications examples.
- can analyze and compare different technical approaches to scientific research questions.
- can summarize advantages and disadvantages of different technologies and assess theoretical and practical limitations with regard to experimental approaches and results.
- can find, collect and structure in-depth information on technical solutions, materials and methods in the areas of microscopy and spectroscopy, in order to plan scientific experiments. Literatur:
- Michael W. Davidson et al: Microscopy Primer, <http://micro.magnet.fsu.edu>, umfassendes OnlineLehrwerk über grundlegende Mikroskopieverfahren und neuesten technischen Entwicklungen
- Bruce Alberts: Molecular Biology of the Cell, 4th Edition, New York, Garland Science Publisher. Standardlehrwerk für die Zellbiologie.
- Ulrich Kubitschek: Fluorescence Microscopy: from Principles to Biological Applications, Wiley-VCH Verlag.
- Douglas Chandler & Robert Roberson: Bioimaging: Current Concepts in Light and Electron Microscopy, Jones and Bartlett Publishers.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Life Science Engineering (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Optical Technologies in Life Science (Prüfungsnummer: 57301)

(englische Bezeichnung: Optical Technologies in Life Science)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Oliver Friedrich

Modulbezeichnung:	Test- und Analyseverfahren zur Softwareverifikation und -Validierung (TestAn-SWE) (Test and Analysis Techniques for Software Verification and Validation)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Francesca Saglietti	
Lehrende:	Francesca Saglietti	
Startsemester:	WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester
		Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Software Test and Analysis (Software Verification and Validation) (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Francesca Saglietti)

Übungen zu Software Test and Analysis (Exercises in Software Verification and Validation) (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Marc Spisländer)

Inhalt:

Das Modul befasst sich zunächst mit der Bewertung der Relevanz eingebetteter Software in komplexen Automatisierungssystemen. In Abhängigkeit vom Grad der zu übernehmenden Sicherheitsverantwortung werden anschließend zahlreiche Test- und Analyseverfahren unterschiedlicher Rigorosität behandelt, die sich jeweils zur Überprüfung der Entwicklungskorrektheit (Verifikation) bzw. der Aufgabenangemessenheit (Validierung) eignen.

Content:

The module starts with approaches aimed at evaluating the relevance of embedded software in complex control systems. Depending on the degree of the underlying safety relevance, several testing and analysis techniques at different levels of rigour are successively introduced; their application helps checking the correctness of the product developed (verification) resp. the appropriateness of the task specified (validation).

Lernziele und Kompetenzen:**Die Studierenden**

- analysieren die Relevanz eingebetteter Software in komplexen Automatisierungssystemen anhand von Fehlerbäumen und kausalen Relationen;
- unterscheiden verschiedene Testverfahren hinsichtlich ihrer Erfüllung struktureller, kontrollflussbasierter bzw. datenflussbasierter Codeüberdeckungskriterien sowie ihres Fehlererkennungspotenzials;
- bewerten die Angemessenheit von Testfallmengen mittels Mutationstesten;
- überprüfen die Korrektheit von Modellen und Programmen anhand axiomatischer Beweisverfahren und Model-Checking-Verfahren.

Learning objectives and competencies:**The students**

- analyse the relevance of embedded software in complex control systems by means of fault trees and causal relations;
- distinguish between different testing techniques in terms of their achievement of structural, control flow based resp. data flow based code coverage criteria and their fault detection capabilities;
- evaluate the adequacy of test case sets by means of mutation testing;
- check the correctness of models and programs by means of axiomatic proofs and model checking.

Literatur:

Lehrbuch der Softwaretechnik (Band 1), Helmut Balzert, 2000

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master

of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Test- und Analyseverfahren zur Software-Verifikation und Validierung (Prüfungsnummer: 32001)

(englische Bezeichnung: Testing and Analytical Procedures in Software Verification and Validation)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Die Prüfungsteilnehmer wählen unmittelbar vor Prüfungsbeginn die Prüfungssprache. Wechsel ist während der Prüfung möglich.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstabledung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Francesca Saglietti

Modulbezeichnung:	Image Processing in Optical Nanoscopy (IPNano)	5 ECTS
	(Image Processing in Optical Nanoscopy)	
Modulverantwortliche/r:	Harald Köstler	
Lehrende:	Gerald Donnert, Harald Köstler	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:
 Image Processing in Optical Nanoscopy (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, Harald Köstler)

Inhalt:

The module includes two interlinked topics. First, an introduction to the techniques of optical imaging (e.g. for biological specimen) with a special focus on recently evolving super-resolution techniques beyond the diffraction barrier. Second, the students will be given an overview of existing numerical techniques in imaging processing especially for image deblurring. The focus lies on algorithms based on sparse coding and deep learning methods. Additionally one makes use of information about the imaging system. The algorithms are applied to optical imaging and implemented in Matlab or Python. Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Anwenden

Bildverarbeitungsalgorithmen in Matlab implementieren.

Analysieren

Verschiedene Methoden der hochauflösenden Mikroskopie unterscheiden.

Evaluierten (Beurteilen)

Algorithmen der Bildverarbeitung an realen Daten validieren.

Literatur:

The relevant scientific literature are current publications that are provided during the course.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Optical Technologies (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Image Processing in Optical Nanoscopy (Prüfungsnummer: 21351)

(englische Bezeichnung: Image Processing in Optical Nanoscopy)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Harald Köstler

Organisatorisches:

Interessenten melden sich per Mail bei harald.koestler@fau.de

Modulbezeichnung: Project Magnetic Resonance Imaging sequence 5 ECTS programming
 (MRIpulseq)
 (Project Magnetic Resonance Imaging sequence programming)

Modulverantwortliche/r: Moritz Zaiß

Lehrende: Moritz Zaiß, Andreas Maier

Startsemester: WS 2020/2021 Dauer: 1 Semester Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Project Magnetic Resonance Imaging sequence programming (WS 2020/2021, Praktikum, Andreas Maier et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Voraussetzung für die Übung sind Kenntnisse entsprechend der Vorlesung Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] von Prof. Dr. Laun. Auskunft: moritz.zaiss@uk-erlangen.de

Inhalt:

In diesem Modul werden die Grundlagen der MR Sequenzprogrammierung vermittelt. Grundlegende Sequenzen wie FID, Spinecho, und Gradientenecho werden in dieser Übung von den Studierenden selbst in Python programmiert. Zudem wird auch die grundlegende Bildrekonstruktion anhand der simulierten und aufgenommenen Daten in Python geschrieben und ausgeführt, bis hin zu radialer Bildgebung und iterativer Rekonstruktion. Die Sequenzen werden in einem Format erstellt, welches direkt von MR Scannern interpretierbar ist (<https://pulseq.github.io>), Teil der Übung wird daher sein die erstellten Sequenzen an einem realen MRT Gerät im Zentrum für Medizinische Physik und Technik einzusetzen und Signale von Gegenständen und Probanden zu erzeugen und zu MRT-Bildern zu rekonstruieren. Grundlegende Kenntnisse in Python sind hilfreich, können aber auch in der Übung erworben werden. Für die zugehörige praktische Übung inkl. Präsenzübung werden zusammen maximal 5 ECTS Punkte vergeben.

Lernziele und Kompetenzen:

Ziel ist es, MR-Sequenzen für einen echten MR-Scanner zu programmieren und diese dort anzuwenden, um MR-Bilder zu erzeugen. Die Sequenzen werden in einem Format erstellt, welches direkt von MR Scannern interpretierbar ist (<https://pulseq.github.io>), Teil der Übung wird daher sein die erstellten Sequenzen an einem realen MRT Gerät im Zentrum für Medizinische Physik und Technik einzusetzen und Signale von Gegenständen und Probanden zu erzeugen und zu MRT-Bildern zu rekonstruieren. Literatur: <https://pulseq.github.io>

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Studien-/Prüfungsleistungen:

Project Magnetic Resonance Imaging sequence programming (Prüfungsnummer: 76591)

(englische Bezeichnung: Project Magnetic Resonance Imaging sequence programming)

Prüfungsleistung, Übungsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Für die praktische Übung werden 2.5 ECTS Übung vergeben, für praktische Übung inklusive Selbststudium-Projekt mit Vorführung in der Folgewoche zusammen 5 ECTS Punkte.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung: Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (IVMSP) 5 ECTS
(Image, Video, and Multidimensional Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: André Kaup

Lehrende: André Kaup

Startsemester: WS 2020/2021 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, André Kaup)

Übung zu Bild-, Video- und mehrdimensionaler Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Andreas Spruck)

Empfohlene Voraussetzungen:

Vorlesung Signale und Systeme I und II

Inhalt:

Point operations

Histogram equalization, gamma correction

Binary operations

Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing

Color spaces

Trichromacy, red-green-blue color spaces, color representation using hue, saturation and value of intensity

Multidimensional signals and systems

Theory of multidimensional signals and systems, impulse response, linear image filtering, power spectrum, Wiener filtering

Interpolation of image signals

Bi-linear interpolation, bi-cubic interpolation, spline interpolation

Image feature detection

Image features, edge detection, Hough transform, Harris corner detector, texture features, cooccurrence matrix

Scale space representation

Laplacian of Gaussian, difference of Gaussian, scale invariant feature transform, speeded-up robust feature transform

Image matching

Projective transforms, block matching, optical flow, feature-based matching using SIFT and SURF, random sample consensus algorithm

Image segmentation

Amplitude thresholding, k-means clustering, Bayes classification, region-based segmentation, combined segmentation and motion estimation, temporal segmentation of video

Transform domain image processing

Unitary transform, Karhunen-Loeve transform, separable transform, Haar and Hadamard transform, DFT, DCT

Lernziele und Kompetenzen: Die

Studierenden

- verstehen Punktoperationen an Bilddaten und Gamma-Korrektur
- testen die Wirkung von Rangordnungs- und Medianfiltern an Bilddaten

- unterscheiden und bewerten verschiedene Farbräume für Bilddaten
- erklären das Prinzip der zwei-dimensionalen linearen Filterung für Bildsignale
- berechnen und bewerten die zweidimensionale diskrete Fourier-Transformierte eines Bildsignales
- bestimmen vergrößerte diskrete Bildsignale mit Methoden der bilinearen und Spline-Interpolation
- überprüfen Bilddaten auf ausgewählte Textur-, Kanten- und Bewegungsmerkmale
- analysieren Bild- und Videodaten auf Merkmale in unterschiedlichen Scale-Spaces
- erläutern und beurteilen Methoden für das Matching von Bilddaten
- segmentieren Bilddaten durch Programmierung von einfachen Klassifikations- oder ClusteringVerfahren
- verstehen das Prinzip von Transformation auf Bilddaten und können diese an Beispielen anwenden.

The students

- understand point operations for image data and gamma correction
- test the effects of rank order and median filters for image data
- evaluate and differentiate between different color spaces for image data
- explain the principle of two-dimensional linear filtering for image signals
- calculate and evaluate the two-dimensional discrete Fourier transform of an image signal
- determine enlarged discrete image signals by bi-linear and spline interpolation
- verify image data for selected texture, edge and motion features
- analyze image and video data for features in different scale spaces
- explain and evaluate methods for the matching of image data
- segment image data by implementing basic classification and clustering methods
- understand the principle of transformations on image data and apply them exemplarily

Literatur:
J.-R. Ohm: *Multimedia Content Analysis*, Springer, 2016

J. W. Woods: *Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding*, Academic Press, 2nd edition, 2012

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 63121)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: André Kaup

Bemerkungen:

This lecture replaces the previous lecture Visual Computing for Communication (VCC).

Modulbezeichnung:	Digital Health (Digital Health) (Digital Health)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Oliver Amft	

Lehrende: Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez		
Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen: Digital Health (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Oliver Amft et al.)		

Inhalt:

Digital health is a branch of digital medicine that integrates and leverages multisource and multimodal data for medical knowledge extraction and decision support across a wide range of preventive, diagnostic, and therapeutic applications. The course starts by introducing the basic properties of medically relevant data sources and their different modalities. The course introduces the medical benefits of using ubiquitous technologies for data collection, in particular, between hospital visits. The process of medical data integration in clinical information systems and in digital health applications ("Digitale Gesundheitsanwendungen", DGA) is discussed. The German DGA regulations and their consequences are introduced, in particular relating to digital health application qualification and data privacy. Privacy preserving techniques are discussed and applied. Subsequently, data interpretation in telemedicine and digital biomarker design are analysed regarding context recognition and personalisation methods and algorithms. Decision support systems are dissected regarding their components and data analysis algorithms. Finally, the concept, realisation, and application of digital health twins in medicine is developed. The exercises will include practical experiments and implementation tasks, e.g. smartphone apps, 3D digital twin modelling, and data analysis for decision support.

Lernziele und Kompetenzen:

Learning goals and competences:

- Understand the data sources and modalities in digital medicine.
- Understand the German DGA regulation and issues relating to data privacy.
- Understand the processes of data integration in clinical information systems and DGAs.
- Apply ubiquitous technology (ambient, mobile, wearable, implantable) for digital health.
- Apply context recognition and personalisation methods to qualify ubiquitous system data.
- Apply data-based privacy preserving techniques (obfuscation) in DGAs (Smartphone apps).
- Design and implement digital biomarkers based on multimodal data.
- Design and apply digital health twins.
- Design medical decision support systems based on multimodal data. Literatur:

Up-to-date literature recommendations are provided during the lectures.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digital Health (Prüfungsnummer: 68341)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstblegung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Oliver Amft

Bemerkungen:

Online via Zoom and videos via StudOn. Grading: Oral exam (online, 30 min).

Modulbezeichnung:	Innovation and Leadership (InnLead) (Innovation and Leadership)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Kathrin M. Möslein	
Lehrende:	Kathrin M. Möslein, Assistenten	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:
Innovation and Leadership (WS 2020/2021, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Kathrin M. Möslein et al.)

Inhalt:

Creating a sustainable innovative environment is a leadership task. In order to succeed at this task, leaders must develop innovative abilities to deal with the challenges inherent in a business environment characterized by fluid, unstructured and changing information. The aim of this course is to get an overview of how to structure leadership systems towards innovation, how leaders can motivate to foster innovative thinking and what new forms of innovation (e.g. open innovation) mean for the definition of leadership.

Lernziele und Kompetenzen: The students:

- will understand and explore the theories and practicalities of leadership in open innovation contexts.
 - will gain knowledge on leading and communicating innovation and translate it in leadership behavior in real case contexts.
 - learn to assess, reflect and feedback the impact of practical leadership for innovation.
 - can independently define new application-oriented problem solving in e-business in relation to the economic impact for businesses, along with solving problems using the appropriate methods.
 - discuss possible solutions in groups and present their research results.
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Innovation and leadership (research project)

(englische Bezeichnung: Innovation and leadership (research project))

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Portfolio (100%): presentation, project report (Präsentation, Projektbericht 100%)

Erstblegung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

Innovation and leadership (presentation)

(englische Bezeichnung: Innovation and leadership (presentation))

Studienleistung, Präsentation weitere

Erläuterungen:

Portfolio (100%): presentation, project report (Präsentation, Projektbericht 100%)

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

Bemerkungen:

For IIS students 4 SWS, 5 credits (new module handbook)