

# Modulbeschreibung

## M.Sc. Computer Engineering PO24

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Advanced Image Synthesis                   |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Advanced Image Synthesis                   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Advanced Image Synthesis                   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Advanced Image Synthesis                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Krüger, Jens                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung erläutert systematisch die grundlegenden Konzepte aktueller 3D-Umgebungen.<br/>                 Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Architektur von Graphikprozessoren</li> <li>- Low level und high level Shadersprachen</li> <li>- Graphik und Medienbibliotheken OpenGL und DirectX</li> <li>- interaktive Reflektions- und Refraktionsberechnung</li> <li>- Schattenberechnung</li> <li>- Einführung in radiometrische Größen</li> <li>- Radiosity</li> <li>- Irradiance Volumes</li> <li>- Precomputed Radiance Transfer</li> <li>- Ambient Occlusion</li> <li>- Terrain Rendering &amp; Synthese</li> <li>- Fur</li> <li>- High Dynamic Range Imaging</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden lernen in dieser Veranstaltung fortgeschrittene Algorithmen moderner Grafiksysteeme kennen. Aufbauend auf den Grundkenntnissen der 3D-Computergraphik werden Kenntnisse über Algorithmen und Konzepte zur Generierung und Visualisierung von 3D-Welten erworben. Die Studierenden verstehen die Funktionsweise aktueller Grafikengines wie sie z.B. in der Filmindustrie, aktuellen Spielen und virtuellen- bzw. erweiterten- Realitätssystemen zum Einsatz kommen.</p>  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

In this lecture, a number of state-of-the-art concepts of 3D environments are explained in a systematic way.

In particular the lecture contains topics such as:

- the architecture of graphics hardware,
- low- and high-level APIs,
- OpenGL and DirectX,
- interactive reflection and refraction,
- methods to simulate shadow,
- an introduction to radiometric quantities,
- radiosity,
- irradiance volumes,
- precomputed radiance transfer,
- ambient occlusion,
- terrain rendering and terrain synthesis,
- hair and fur rendering, and
- high dynamic range imaging.

### Learning objectives / skills English

After attending this lecture, students will be able to understand and implement state-of-the-art graphics algorithms. Students with a basic understanding of 3D computer graphics will learn advanced concepts that build on that foundation, including algorithms for the generation and visualization of interactive 3D worlds. Students who take this course will understand the workings of current graphics engines used in both the movie and game industry for virtual and augmented reality scenarios.

### Literatur

- Aktuelle Internetliteratur
- Eberly: 3D Game Engine Design, Morgan Kaufmann
- Fernando: GPU Gems Series, Addison-Wesley
- DeLoura et. al: Game Programming Gems Series, Charles River Media

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Cloud, Web & Mobile                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Cloud, Web & Mobile                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Cloud, Web & Mobile                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Cloud, Web, & Mobile                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weis, Torben                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| In dem Modul werden theoretische und praktische Aspekte des Cloud-Computing betrachtet. Dabei werden sowohl die verschiedenen Bereitstellungsmodelle (Dinge „as a Service“), als auch zugrundeliegende Technologien und Verfahren besprochen. Hierbei wird sowohl die Perspektive des Anbieters, als auch die des Nutzers betrachtet. Die Grundlagen der Virtualisierung, verteilte Dateisysteme und Datenbanken, Konsens- und Replikations-Protokolle und Sicherheitsaspekte hochgradig skalierender Anwendungen werden erklärt. Abschließend werden noch Grundlagen verschiedener Front-End-Technologien zur Entwicklung von Cloud-Anwendungen gezeigt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden verstehen Architekturen und Algorithmen, die es einem Rechenzentrums-Betreiber erlauben hochskalierbare und verlässliche Anwendungen auf Rechner Clustern auszuführen. Sie können Anwendungen entwickeln, welche auf solchen Plattformen ausgeführt werden können. Die Studierenden wissen, wie Abrechnungsmodelle/Kostenmodelle für Cloud-Computing aussehen und welche Arten von Anwendung sich hierfür eignen. Sie besitzen Kenntnisse über Front-End Technologien, welche die Cloud-Anwendungen Endnutzern zugänglich machen, z.B. Web Technologien oder mobile Anwendungen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| This lecture presents theoretical and practical aspects of cloud computing. Common cloud provisioning models (things “as a service”) as well as basic technologies and procedures are discussed. We view these aspects from both the users as well as the providers perspective. Fundamentals of virtualization, distributed file systems and databases, replication, consensus protocols and security aspects of highly scalable applications are explained. Rounding off the course are explanations of front end technologies used to develop cloud applications. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The students know and understand architectures and algorithms that enable datacenter operators to run highly scalable and reliable applications on computer clusters. They are able to develop applications that can be run on corresponding platforms. The students know common payment- and pricing-models for cloud computing as well as which model suits which application. They gained knowledge about front-end technologies that enable the usage of cloud applications for end-users, e.g. web technologies and mobile applications.

## Literatur

- L. Lamport: Paxos made simple
- Google: Paxos made live – an engineering perspective
- Google: Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data
- Google: The Google File System
- S. Gilbert, N. Lynch: Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web Services

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Compilerbau                                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Compiler construction                      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Compilerbau                                |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Compiler construction                      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Voigtländer, Janis                         |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             |                              |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Vorlesung behandelt die theoretischen Grundlagen und die Algorithmen von Compilern und Interpretern. Die Themen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in den Compilerbau</li> <li>- Syntax und Semantik von Programmiersprachen</li> <li>- Architektur von Compilern und Interpretern</li> <li>- Lexikalische Analyse</li> <li>- Syntaktische Analyse</li> <li>- Zwischendarstellungen von Programmen</li> <li>- Codegenerierung</li> <li>- Optimierungen</li> </ul> <p>Die Vorlesung wird durch praktische Übungen begleitet, die auf die Nutzung in der Vorlesung behandelte Algorithmen ausgerichtet sind. Im Verlauf des Semesters entwickeln und erweitern die Studierenden nach und nach einen kompletten Compiler für eine einfache Programmiersprache.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Veranstaltung verfolgt das duale Ziel, Studierenden einerseits die theoretischen und algorithmischen Grundlagen zu vermitteln, die für das Verständnis und das Design von Compilern und Interpretern notwendig sind, und ihnen andererseits die praktischen Probleme des Compilerbaus vor Augen zu führen. Die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erfordert die Entwicklung eines vollständigen Compilers, in dem in der Vorlesung behandelte Algorithmen praktisch umgesetzt werden.</p>   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

The lecture covers the theoretical foundations and the algorithms of compilers and interpreters. The main topics are:

- introduction to compiler construction
- syntax and semantics of programming languages
- architecture of compilers and interpreters
- lexical analysis
- syntactic analysis
- intermediate representations of programs
- code generation
- optimizations

The lecture is accompanied by hands-on exercises focusing on making use of the algorithms introduced in the lecture. Over the course of the semester, the students will incrementally develop and enhance a complete compiler for a simple programming language.

### **Learning objectives / skills English**

The lecture has the dual objective to provide students with the necessary theoretical and algorithmic foundations to understand and design compilers and interpreters on the one hand, and to expose them to practical aspects of developing a compiler on the other hand. Completing the exercises involves developing a full-fledged compiler based on the algorithms introduced in the lecture.

### **Literatur**

- Torben Aegidius Mogensen: Introduction to Compiler Design, Springer, 2018  
Aho, Sethi, Ullman, Compilers: Principles, Techniques, and Tools, Addison-Wesley, 2006 (Dragon book)  
A.W. Appel Modern Compiler Implementation in Java, Cambridge University Press, 1998 (Tiger book)  
Steven Muchnick, Advanced Compiler Design and Implementation, Morgan Kaufman Publishers, 1997 (Whale book)  
Keith D. Cooper and Linda Torczon, Engineering a Compiler, Morgan Kaufman Publishers, 2003 (Ark book)  
Randy Allen and Ken Kennedy, Optimizing Compilers for Modern Architectures, Morgan Kaufman Publishers, 2001

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Computer Graphics                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Computer Graphics                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Computer Graphics</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Computer Graphics                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Krüger, Jens                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung führt in die Grundlagen der Computergraphik ein. Sie stellt Begriffe und Algorithmen der Rastergraphik vor, führt in die wichtigsten Methoden der low level-Bildverarbeitung ein und erarbeitet Modellierungs- und Beleuchtungsmodelle der 3D-Graphik.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometrische Modelle, insbesondere Dreiecksmeshes und parametrische Linien und Flächen</li> <li>- Farbmodelle, Farbwahrnehmung</li> <li>- Beleuchtungssimulation</li> <li>- Reflexionen</li> <li>- Strahlverfolgungsalgorithmen</li> <li>- Beschleunigungsstrukturen</li> <li>- Geometrische Transformationen</li> <li>- Rastisierungsalgorithmen und APIs zur hardwarebeschleunigten Rasterisierung</li> <li>- Abtasttheorie</li> </ul>                             |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden lernen die grundlegenden Komponenten der Computergrafik kennen. Sie beherrschen die Grundlagen der geometrischen Modellierung sowohl mit polygonalen Primitiven als auch mittels parametrischer Beschreibung. Sie sind insbesondere in der Lage, für ein gegebenes Szenario die beste Repräsentation zu wählen. Weiterhin kennen sie die wichtigsten Eigenschaften der Aussehensmodellierung. Sie wissen, wie Licht und Farben simuliert, repräsentiert und wahrgenommen werden. Die Studierenden beherrschen die beiden grundlegenden Verfahren zur dreidimensionalen Bildgebung: die Strahlverfolgung und die Rasterisierung. Auch hier sind sie nicht nur in der Lage, beide Ansätze effizient umzusetzen, sondern auch das jeweils beste Verfahren für ein gegebenes Szenario auszuwählen.</p> |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

The lecture introduces the basics of computer graphic. It presents terms and algorithms of raster graphic, introduces the most important methods of low level image processing, and develops modeling and lightening models of 3D graphics.

Content in particular:

- Geometric models, in particular triangular meshes and parametric lines and surfaces
- Color Models and color perception
- Shading and lighting
- Reflections
- Ray-Tracing algorithms
- Ray-Tracing accelerations
- Geometric transformations
- Rasterization and APIs for hardware-aided rasterization
- Sampling Theory

### **Learning objectives / skills English**

The students learn the basic concepts of computer graphics. They will gain insight into the generation of geometric models, using both polygonal approximations, as well as parametric lines and surfaces. They will learn to differentiate between those two basic concepts, and will be able to choose the most appropriate representation for any given task. Furthermore, they will know the most important appearance modelling methods. They will understand the basics of both light and color simulation, representation, and perception. The students learn the two basic 3D rendering techniques, ray-tracing and rasterization. They will understand the strengths and weaknesses of both approaches, and are able to choose the most appropriate for any given scenario.

### **Literatur**

- Aktuelle Internetliteratur
- Foley, Van Dam, Feiner, Hughes ... Computer Graphics: Principles and Practice. Addison-Wesley
- Watt & Watt, Computer Graphics. Addison-Wesley
- Glassner, Principles of digital image synthesis. Morgan Kaufman

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Cooperation Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Cooperation Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Cooperation Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Cooperation Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Prilla, Michael                            |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Grundlagen und zu menschlicher Kommunikation, Kooperation und Kommunikation<br/>                 Grundlagen, Paradigmen und Konzepte rechnergestützter Gruppenarbeit<br/>                 Fallbeispiele für die IT-Unterstützung kooperativer Arbeit<br/>                 Besondere Kooperationssystem: Social Media, Augmented Reality, Reflexion, Sitzungsunterstützung<br/>                 Analyse und Entwurf von Benutzerschnittstellen gruppenorientierter Software<br/>                 Einführung und Evaluation von CSCW-Systemen<br/>                 Praktische Anwendung der erworbenen Kenntnisse in begleitendem Projekt</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden haben nach Abschluss des Moduls die Prinzipien der Gestaltung von CSCW-Systemen gelernt und kennen die wichtigsten technologischen Methoden zur Unterstützung sozialer Interaktion. Sie sind in der Lage, CSCW-Systeme kritisch zu diskutieren, zu gestalten und zu evaluieren.<br/>                 After completing the module, the students have learned principles of designing CSCW systems and know the most important technical methods for supporting social interaction. They are able to critically discuss CSCW systems as well as to design and evaluate them.</p>   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>Basics of human communication, cooperation and coordination<br/>                 Paradigms and concepts of computer-mediated group work<br/>                 Case studies for IT support of cooperative work<br/>                 Specific cooperation support such as Social Media, Augmented Reality, Meeting Support<br/>                 Analysis and Design of User Interfaces for Groupware<br/>                 Introduction and evaluation of CSCW systems<br/>                 Practical application of lecture contents in accompanying project tasks</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

After completing the module, students will have learnt the principles of designing CSCW systems and will be familiar with the most important technological methods for supporting social interaction. They will be able to critically discuss, design and evaluate CSCW systems.

After completing the module, the students have learnt principles of designing CSCW systems and know the most important technical methods for supporting social interaction. They are able to critically discuss CSCW systems as well as to design and evaluate them.

## Literatur

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Digital Games Research                     |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Digital Games Research                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Digital Games Research                     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Digital Games Research                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Masuch, Maic                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Hausarbeit                                 |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Veranstaltung konzentriert sich auf interdisziplinäre Aspekte digitaler Spiele, wobei je nach Schwerpunkt der Veranstaltung einzelne Themen genauer beleuchtet werden.  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Den Studierenden werden der Entwicklungsprozess sowie interdisziplinäre Aspekte digitaler Spiele als neuer Medientyp näher gebracht. Die Veranstaltung zielt darauf ab, den Studierenden aufzuzeigen, wie Spiele funktionieren, wie sie entwickelt werden, welche Konsequenzen ihre Nutzung mit sich bringt und wie sie als Instrument und Medium in verschiedensten Szenarien eingesetzt werden können. Es werden neueste Technologien und aktuelle Forschungsfragen berücksichtigt. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The course is focused on interdisciplinary aspects of digital game design and development, concentrating on single current aspects of digital games in detail.   |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students will learn about development and interdisciplinary aspects of digital games as new media type. The course aims to teach students about how games work, how they are developed and programmed, what consequences their usage has and how they can be used as tools. It addresses advanced technologies and current research questions. |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| Wird vorlesungsspezifisch ausgegeben / Lecture-specific |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Distributed Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Distributed Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Distributed Systems</b>                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Distributed Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weis, Torben                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 6  |                  | WiSe                         | E                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung befasst sich mit den grundlegenden Konzepten und Protokollen für verteilte Systeme.<br/>                 Die Vorlesung beginnt mit Grundlagen zur verteilten Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Serialisierung (ASN.1, CORBA XDR, SOAP)</li> <li>- Remote Procedure Calls</li> <li>- Verteilte Objekte</li> </ul> <p>und widmet sich dann wichtigen Basisalgorithmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische Uhren</li> <li>- Logische Uhren</li> <li>- Transaktionen</li> <li>- Synchronisation</li> <li>- Replikation und Konsistenz</li> <li>- Globaler Zustand</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen, Protokolle, Algorithmen und Architekturen Verteilter Systeme und können diese anwenden.</p>  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

The lecture presents important concepts and protocols for distributed systems.

The lecture starts with principles of distributed communication:

- Data serialization (ASN.1, CORBA XDR, SOAP)
- Remote procedure calls
- Distributed objects

The second part of the lecture presents important and often used distributed algorithms:

- Physical clocks
- Logical clocks
- Transactions
- Synchronisation
- Replication and consistency
- Global state

### **Learning objectives / skills English**

The students know the principles, protocols, algorithms and architecture of distributed systems are able to apply these to real world problems.

### **Literatur**

- 1 Coulouris/Dollimore/Kindberg: Distributed Systems - Concepts and Design, Addison-Wesley 2001 (3rd edition).
- 2 Tannenbaum/van Steen: Distributed Systems - Principles and Paradigms, Prentice Hall 2002.
- 3 Borghoff/Schlichter: Rechnergestützte Gruppenarbeit (in German), Springer 1998.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                            |                  |                              |                    |
| Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                      |                  |                              |                    |
| Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| <b>Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                      |                  |                              |                    |
| Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Ding, Steven   |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit spielen in der Automatisierungstechnik eine wichtige Rolle. Schlüsseltechnologien sind Fehlerdiagnose sowie fehlertolerante Systeme. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden statistische, daten-basierte und modellgestützte Methoden zur Fehlerdiagnose und zur fehlertoleranten Regelung sowie die erforderlichen Entwurfsalgorithmen und Tools vorgestellt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sollen in der Lage, statistische, daten-basierte und modellgestützte Methoden zur Fehlerdiagnose und zur fehlertoleranten Regelung anzuwenden.  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

A very critical and important issue concerning the design of automatic control systems with increasing complexity is to guarantee a high system performance over a wide operating range and meeting the requirements on system reliability and dependability. As one of the key technologies for the problem solution, advanced fault detection and identification (FDI) technology and fault tolerant systems (FTC) are receiving considerable attention. The objective of this course is to introduce basic model based FDI and fault tolerant schemes, advanced analysis and design algorithms and the needed tools.

The course consists of 6 parts.

Part I: Basic fault detection problems and the associated solutions.

The following two topics are addressed in this part:

- Basic statistical methods for change/fault detection
- Basic deterministic methods for change/fault detection

Part II: Basic data-driven methods

The following two topics are addressed:

- Basic data-driven methods for statistic processes
- A basic data-driven method for deterministic processes

Part III: model-based FDI methods

- Two essential problems
- Essentials: Modelling and residual generation
- Fault detection in stochastic systems
- Fault detection in deterministic systems

Part IV: Data-driven design of dynamic FDI systems

- Subspace identification technique (SIT) aided design of observer-based FDI systems

Part V: Fault isolation and identification schemes

- Basic isolation and identification methods
- Methods to a structural fault isolation (for dynamic processes)

Part VI: Fault-tolerant systems

### **Learning objectives / skills English**

The students should be able to apply statistical, data-driven and model-based FDI and FTC methods to real cases.

### **Literatur**

Steven X. Ding, Model-based fault diagnosis techniques, Springer-Verlag, 2008.

Selected publications in leading international journals.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Game Architecture and Design               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Game Architecture and Design               |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Game Architecture and Design</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Game Architecture and Design               |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Masuch, Maic                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | W/S              | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Veranstaltung fokussiert sich auf das Design und die Entwicklung digitaler Spiele, wobei folgende Themen abgedeckt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innovative Spieleideen</li> <li>- Produktionsprozess digitaler Spiele</li> <li>- Produktionswerkzeuge für Spiele</li> <li>- Projekt Engineering</li> <li>- Struktur von Spielen</li> <li>- Gameplay &amp; Game Balance</li> <li>- Playtesting, Qualitätssicherung und Spielspaß</li> <li>- Entertainment Interface Design</li> <li>- Interactive Storytelling</li> <li>- Character Development</li> <li>- Game Business</li> <li>- Zukunft der interaktiven Unterhaltung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Teilnehmer lernen ihr eigenes Computerspiel zu entwerfen und zu entwickeln, angefangen von der Idee bis zum voll spielbaren Prototyp. Die Lernziele sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Design und Entwurfsprinzipien digitaler Spiele kennen lernen</li> <li>- Arbeitsweise und Aufbau digitaler Spiele verstehen</li> <li>- Den Prozess der Entwicklung digitaler Spiele verstehen</li> <li>- Die Spieleindustrie kennen lernen</li> <li>- Entwurf und Entwicklung eines eigenen Spiels im Team</li> <li>- Intensive Anwendung von agilem Projektmanagement in einem Multimedia-Projekt</li> </ul>   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

The course focuses on the design and development of digital games covering the following topics:

- Game Innovation and Ideas
- The Production Process of Digital Games
- Game Production Tools
- Project Engineering
- Structure of Games
- Gameplay & Game Balance
- Playtesting, Quality Assurance and Fun
- Entertainment Interface Design
- Interactive Storytelling
- Character Development
- Game Business
- The Future of Interactive Entertainment

### **Learning objectives / skills English**

Students will learn to design and to develop their own computer game, from the very idea to a complete playable game prototype. The course teaches students the following:

- Learn about the design and development of computer games
- Learn how digital games work and what they are made of
- Understand the process of game development
- Understand the games industry
- Design and produce your own game in a team
- Learn intensively about project management of multimedia projects with the latest agile software design methodologies

### **Literatur**

- Fullerton, Tracy et al: Game Design Workshop, 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2008.
- Ernest Adams: Fundamentals of Game Design, 2nd Edition, New Riders, 2009.
- Jesse Schell: The Art of Game Design. A book of Lenses, Morgan Kaufmann, 2008.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Intelligent Learning Environments          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Intelligent Learning Environments          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Intelligent Learning Environments</b>   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Intelligent Learning Environments          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Chounta, Irene-Angelica                    |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  |                  | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Computer und „maschinelle Intelligenz“ werden häufig als Mittel zur Bewältigung der heutigen kritischen Bildungsherausforderungen diskutiert: Remote Learning, Lernen im eigenen Tempo, auf die eigenen Bedürfnisse und den eigenen Hintergrund abgestimmtes Lernen, Bereitstellung einer hochwertigen Bildung an und für alle.</p> <p>In diesem Kurs sind alle Masterstudenten mit technischem oder nichttechnischem Hintergrund willkommen. Im Laufe des Semesters werden wir Themen an der Schnittstelle von Künstlicher Intelligenz in der Bildung, Bildungstechnologien und Mensch-Computer-Interaktion behandeln und praktische Übungen durchführen, um unser Verständnis für intelligente Lerntechnologien zu vertiefen. Im Einzelnen werden wir Folgendes besprechen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in Bildungstechnologien</li> <li>Künstliche Intelligenz im Bildungswesen (AIED)</li> <li>Student Modeling</li> <li>Intelligente Tutorensysteme (ITS)</li> <li>Kollaborative Lernumgebungen / MOOCs</li> <li>Lernmanagementsysteme / Offene Bildungsressourcen</li> <li>Fairness, Rechenschaftspflicht, Transparenz und Ethik in AIED.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden lernen den aktuellen Stand der Forschung im Bereich der Bildungstechnologien mit einem Schwerpunkt auf Künstlicher Intelligenz im Bildungswesen kennen. Sie werden mit algorithmischen Techniken zur Modellierung von Kognition und Wissen vertraut gemacht und erkunden, wie diese Darstellungen in der Praxis eingesetzt werden. Die Studierenden erforschen verschiedene Lernumgebungen, die von „intelligenten“ Algorithmen unterstützt werden, und lernen den Einsatz von Technologie als Werkzeug und Mittel zur Orchestrierung des Lernens kennen.</p>   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

Computers and 'machine-intelligence' are frequently discussed as the means for addressing today's critical educational challenges: learning remotely, learning at one's own pace, learning according to one's needs and background, providing quality education to all and for all.

In this course, we welcome all master-level students with technical or non-technical background. Through the semester, we will cover topics on the intersection of Artificial Intelligence in Education, Educational Technologies, and Human-Computer Interaction and we will carry out hands-on exercises to deepen our understanding regarding intelligent learning technologies. Specifically, we will go over the following:

Introduction to educational technologies

Artificial intelligence in education (AIED)

Student Modeling

Intelligent Tutoring Systems (ITS)

Collaborative learning environments / MOOCs

Learning Management Systems / Open Educational Resources

Fairness, Accountability, Transparency and Ethics in AIED.

### Learning objectives / skills English

Students will learn about the state-of-the-art research in Educational Technologies with a focus on Artificial Intelligence in Education. They will familiarize with algorithmic techniques for modeling cognition and knowledge, and they will explore how these representations are used in practice. Students will explore various learning environments supported by „intelligent“ algorithms and will learn about using technology as a tool and means for orchestrating learning.

### Literatur

How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition (2000), National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9853>.

Handbook of design in educational technology (2013), Rosemary Luckin, Sadhana Puntambekar, Peter Goodyear, Barbara Grabowski, Joshua Underwood, and Niall Winters (eds).

International handbook of computer-supported collaborative learning (2021) Cress, U., Oshima, J., Rosé, C., & Wise, A. (2021). Computer-Supported Collaborative Learning Series, 19.

Ausgewählte Veröffentlichungen (Forschung/Nachrichtenartikel)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Interaktive Systeme                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Interactive Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Interaktive Systeme                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Interactive Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Prilla, Michael                            |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung behandelt fortgeschrittene Methoden und Techniken der Mensch-Computer-Interaktion. Insbesondere werden neue Formen der Interaktion wie zum Beispiel interaktive Informationsvisualisierungen, Sprach- und Gesteninteraktion und adaptive Nutzerschnittstellen diskutiert. Wo erforderlich, werden relevante Methoden des maschinellen Lernens eingeführt. Neben theoretischen Grundlagen werden aktuelle Systembeispiele und Forschungsergebnisse vorgestellt und diskutiert.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelle und modell-basierte Entwicklung interaktiver Systeme</li> <li>- Interaktive Informationsvisualisierung, Visual Analytics</li> <li>- Natural Interaction, interaktive Oberflächen</li> <li>- Tangible Interfaces, Interaktion bei Ubiquitous Computing</li> <li>- Perceptive Interfaces: natürlichsprachliche Schnittstellen, gestenbasierte Interaktion und Body Motion-Erkennung</li> <li>- Multimodale Schnittstellen, Fusion und Fission von Modalitäten</li> <li>- Nutzer- und kontext-adaptive Nutzerschnittstellen</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Konzepte, Modelle und Techniken zur Konzeption und Realisierung fortgeschrittener interaktiver Systeme und können diese im Zusammenhang darstellen und erläutern. Sie sind in der Lage, Interaktionsformen gezielt auszuwählen, zu gestalten und zu realisieren. Sie kennen wesentliche Forschungsfragen im Bereich innovativer interaktiver Systeme und können neue Entwicklungen einordnen und bewerten.</p>   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

The lecture covers advanced methods and techniques of human-computer interaction. In particular, novel forms of interaction are discussed, such as interactive information visualizations, speech and gesture recognition, and adaptive user interfaces. Where appropriate, pertinent machine learning methods are introduced. In addition to theoretical foundations, current system examples and research results will be presented and discussed.

Content overview:

- Models and model-based development of interactive systems
- Interactive information visualization and visual analytics
- Natural interaction, interactive surfaces
- Tangible interfaces, interaction in ubiquitous computing
- Perceptive interfaces: natural language user interfaces, gesture-based interaction, recognition of body movements
- Multimodal Interfaces, fusion and fission of modalities
- User-adaptive and context-adaptive user interfaces

### Learning objectives / skills English

The students know the essential concepts, models and techniques for the conceptual design and realization of advanced interactive systems and are able to represent and explain them in their respective context. They are able to select suitable forms of interaction as well as designing and realizing the interfaces. They are aware of the essential research questions in the area of innovative interactive systems and are able to classify and rate new developments.

### Literatur

- Preim, B., & Dachselt, R. (2015). Interaktive Systeme. Bd. 2 (3. Aufl.). Springer.
- Ware, C. (2013). Information Visualization – Perception for Design (3rd edition). Morgan Kaufmann
- Jacko, J. A., & Sears, A. (Eds.). (2012). The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications (3rd edition). CRC Press.
- Olsen, D. (1998). Developing User Interfaces: Morgan Kaufmann Publishers
- Card, S. K., MacInlay, J. D., & Shneiderman, B. (1999). Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. San Francisco, Cal.: Academic Press/Morgan Kaufman.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                              |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schiele, Gregor                                   |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                               | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6   | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                              | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                           |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in das Themengebiet des „Internet der Dinge“ (IoT), in dem Milliarden eingebetteter Systeme (Sensoren, Aktuatoren) in Echtzeit kontinuierlich Daten über die reale Welt im Internet verfügbar machen. Behandelte Themen sind insbesondere: Kommunikationsprotokolle (z.B. IEEE 802.15.4, NB-IoT, 6LoWPAN, MQTT), Sensordatenmodellierung und -verwaltung (z.B. linked data, RDF, SSN), Datenzugriff und Plattform-APIs (z.B. web-basierte Systeme, SPARQL, kontinuierliche Anfragen, Complex Event Processing). Neben der Vermittlung theoretischen Wissens, wird in der Übung – im Rahmen von Gruppenprojekten – die praktische Programmierung von IoT-Systemen vermittelt, z.B. mit Arduino-Geräten und Raspberry Pies. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Veranstaltung vermittelt Studierenden ein Verständnis des zukünftigen Internets der Dinge (IoT), der neu auftretenden Anforderungen sowie der technischen Grundlagen, Konzepte, Architekturen und Protokolle. Die Studierenden sollen diese sowohl theoretisch bewerten als auch praktisch einsetzen können, weswegen die Vorlesung von einer praktischen Übung begleitet wird. Schwerpunkte sind insbesondere die IoT-Gerätevernetzung und IoT-Systemsoftware. Hierbei sollen die Studierenden vor allem lernen, welche Unterschiede zu klassischen Internettechnologien und Systemen / Plattformen existieren und woraus diese resultieren.  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

The so-called Internet of Things (IoT) is the next step in the evolution of the Internet and is widely expected to change our world in the most fundamental way. Billions of small embedded electronics will make our physical world „smart“, continuously delivering real time information about the state of people, physical structures and the environment, like movements, heat levels, pollution levels and air pressure. In addition, the world becomes 'programmable' and physical environments can be changed automatically by software services running in the Cloud.

This course introduces students to the Internet of Things (IoT), its challenges and technologies. Topics of interest include: communication protocols (e.g. IEEE 802.15.4, Nblot, 6LoWPAN, MQTT), data modelling and storage (e.g. ontologies, linked data, RDF, SSN), data access and platform APIs (e.g. web systems, SPARQL, continuous queries, complex event processing). Besides providing theoretical knowledge, the course also aims at teaching students how to use IoT technologies to realise real systems. To this end, students perform group projects to develop IoT software for current prototype hardware platforms like Arduino and Raspberry Pies.

### **Learning objectives / skills English**

The course introduces students into challenges, concepts and technologies of the Internet of Things (IoT). Students will learn the theoretical backgrounds. They will be able to analyse and assess existing IoT systems and will practise to design and implement new ones. The focus of the course will be on IoT networking and system software. Which concepts and technologies are used in IoT? How and why do they differ from existing Internet technologies? These questions will be answered in the course.

### **Literatur**

Aktuelle Forschungsveröffentlichungen  
Details werden in der Vorlesung diskutiert

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Learning Analytics                         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Learning Analytics                         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Learning Analytics                         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Learning Analytics                         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Chatti, Mohamed Amine                      |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>In den letzten Jahren hat Learning Analytics (LA) viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen, da Anwender, Institutionen und Forscher zunehmend das Potenzial sehen, das LA hat, um die Zukunft des technologie-basierten Lernens zu gestalten. LA ist ein aufstrebendes Data Science Forschungsgebiet, das sich mit der Entwicklung von Methoden beschäftigt, die Bildungsdaten nutzen, um den Lernprozess zu unterstützen. Erforschung und Entwicklung von LA-Systemen ist ein interdisziplinäres Feld, das Kompetenzen der Informatik, Psychologie, Pädagogik und Didaktik umfasst. LA basiert auf fundierten informatischen Methoden (Statistik, Visualisierung, Social Network Analysis, Machine Learning, Web/Data Mining, Recommender Systems, Visual Analytics, Big Data etc.), die auf das Lernen angewandt werden.</p> <p>Der erste Teil des Kurses bietet einen systematischen Überblick über dieses Gebiet und seine Schlüsselkonzepte durch ein Referenzmodell für LA, welches auf vier Dimensionen basiert, nämlich Daten, Umgebungen und Kontext (Was?), Akteure (Wer?), Ziele (Warum?) und Methoden (Wie?). Der zweite Teil des Kurses nimmt die vier Dimensionen des LA-Referenzmodells in den Fokus. Dafür werden aktuelle Methoden und Techniken zur Entwicklung innovativer LA-Systeme in Bezug auf jede dieser Dimensionen vorgestellt. Der letzte Teil des Kurses widmet sich aktuellen Trends und Themen der LA-Forschung, die im Rahmen eingeladener Vorträge vorgestellt und diskutiert werden.</p> <p>Die begleitenden Übungen sind praktische, projektartige Aufgabenstellungen. Ziel ist die Entwicklung und Evaluierung prototypischer LA-Komponenten, bei der die im Kurs erarbeiteten theoretischen Grundlagen Anwendung finden. Die Projekte werden im Verlauf der Vorlesung vorgestellt und diskutiert.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |

Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende:

Kenntnisse:

- die theoretischen und informatischen Grundlagen von Learning Analytics erklären
- einen systematischen Entwicklungsprozess für Learning-Analytics-Systeme beschreiben
- Voraussetzungen und Parameter für die Anwendung verschiedener Learning-Analytics-Methoden diskutieren
- aktuelle Trends und Forschungsfragen in Learning Analytics benennen

Fertigkeiten:

- adäquate Werkzeuge für die Implementation von Learning-Analytics-Systemen auswählen, diese praktisch anwenden und die erreichten Ergebnisse eigenständig beurteilen
- kleinere Learning-Analytics-Entwicklungsprojekte planen und umsetzen

Kompetenzen:

Basierend auf den im Modul erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten können Absolventen

- kreative Lösungen für Learning Analytics vorschlagen
- die Vor- und Nachteile verschiedener Learning-Analytics-Technologien abwägen
- in interdisziplinären Teams innovative Learning-Analytics-Systeme entwerfen und aufbauen

Verantwortung in Teams übernehmen

## Description / Content English

Learning Analytics (LA) has attracted a great deal of attention as practitioners, institutions, and researchers are increasingly seeing the potential that LA has to shape the future technology-enhanced learning landscape. LA is an emerging data science field that represents the application of big data and analytics in education. It deals with the development of methods that harness educational data sets to support the learning process. LA is an interdisciplinary field involving competences from computer science, cognitive psychology, and pedagogy. It leverages various computer science methods. These include statistics, big data, machine learning, data/text mining, information visualization, visual analytics, and recommender systems. The first part of the course will provide a systematic overview on this emerging field and its key concepts through a reference model for LA based on four dimensions, namely data, environments, context (what?), stakeholders (who?), objectives (why?), and methods (how?). In the second part of this courses, we will discuss various methods and techniques required to develop innovative LA systems, in relation to each dimension of the LA reference model. In the last part of the course, current topics and trends in LA research will be presented and discussed in invited talks. The presented methods and technologies will be further investigated and applied in small student projects carried out throughout the course.

## Learning objectives / skills English

After successfully completing the module, students can:

Knowledge:

- Explain the theoretical and technical foundations of learning analytics
- Systematically describe the development process of learning analytics systems
- Discuss requirements and parameters for the use of different learning analytics methods
- Identify current trends and research questions in learning analytics

Skills:

- Select adequate tools for the implementation of learning analytics systems, apply them in practice and assess the achieved results
- Effectively plan and implement small learning analytics projects

Competencies:

Based on the knowledge and skills acquired in the module, students can:

- Propose creative solutions for learning analytics
- Discuss the pros and cons of different learning analytics technologies
- Design and implement innovative learning analytics systems in interdisciplinary teams
- Take responsibility in project development teams

## Literatur

- J. Han, M. Kamber: Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann Publishers, Second Edition, 2006
- M. Ester, J. Sander: Knowledge Discovery in Databases. Techniken und Anwendungen. Springer Verlag, 2000
- C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006
- T. Munzner: Visualization Analysis and Design. CRC Press, 2014
- F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira (eds) Recommender Systems Handbook. Springer, Boston, MA.
- M. Ward, G. Grinstein, D.A. Keim: Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Application. A.K. Peters, Ltd, 2010
- C. Ware: Information Visualization: Perception for Design. Morgan Kaufmann, 2nd edition, 2004

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                               |                  |                              |                    |
| Lineare und Diskrete Optimierung mit Anwendungen auf Graphen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>   |                  |                              |                    |
| Linear and discrete optimization with applications to graphene      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                |                  |                              |                    |
| <b>Lineare und Diskrete Optimierung mit Anwendungen auf Graphen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>   |                  |                              |                    |
| Linear and discrete optimization with applications to graphene      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Gotzes, Claudia   |                  |                              | Mathe              |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur oder mündliche Prüfung                                      |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                          |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Teilnehmer erwerben die grundlegenden Kenntnisse zur Theorie und Algorithmik der linearen Optimierung. Dabei lernen sie auch Modellierungstechniken und Ansätze zur softwaretechnischen Realisierung kennen. Diese Kenntnisse versetzen die Teilnehmer in die Lage, eine insbesondere in ökonomischen Anwendungen wichtige Klasse von praktischen Problemen zu modellieren und zu lösen.</p> <p>Darauf aufbauend befassen wir uns mit der diskreten Optimierung, bei der als Definitionsbereich nicht mehr die reellen Zahlen zur Verfügung stehen, sondern eine endliche (oder abzählbar unendliche) Menge. Es gibt eine Vielzahl von Anwendungen für Methoden der diskreten Optimierung wie das Aufstellen von Fahrplänen, die Elektrizitätsproduktion, Telekommunikation und Zuschnittprobleme.</p> <p>Im letzten Teil der Vorlesung werden Graphen formal eingeführt und Lösungsalgorithmen sowohl für lineare als auch diskrete Optimierungsprobleme auf Graphen besprochen.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineare Ungleichungen</li> <li>- Darstellungssätze für Polyeder</li> <li>- Lösbarkeit linearer Ungleichungssysteme</li> <li>- Geometrie der Polyeder</li> <li>- Simplexmethode</li> <li>- Existenzsatz Diskrete Optimierung</li> <li>- Schranken und Dualität</li> <li>- Branch and Bound/Cut als Lösungsmethode</li> <li>- Netzwerk-Design</li> <li>- Kürzeste Wege</li> <li>- Maximalflüsse</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |

Die Studierenden sollen Grundlagen für die Lösung von einigen Optimierungsproblemen aus der Praxis kennenlernen. Dabei handelt es sich sowohl um mathematisch algebraische und geometrische Kenntnisse als auch um das Modellieren von Problemen bis zur algorithmischen Umsetzung der jeweils passenden Lösungsmethode. Gerne kann dies mit Programmier Techniken verknüpft werden.

### Description / Content English

The participants will acquire general knowledge about theory and algorithms within linear optimization. In that process they also learn modeling techniques and approaches for software realization. This knowledge enables the participants to model and solve an important class of practical problems, especially in economic applications. Building on this, we deal with discrete optimization, where the definition space is no longer the real numbers, but a finite (or countably infinite) set. There are a variety of applications for discrete optimization methods such as time-tabling, electricity production, telecommunications, and cutting problems. In the last part of the lecture, graphs are formally introduced and solution algorithms for both linear and discrete optimization problems on graphs are discussed.

Contents in detail:

- Linear inequalities
- Polyhedron representation theorems
- Solvability of linear inequality systems
- Geometry of polyhedra
- Simplex method
- Sentence for existence discrete optimization
- Bounds and duality
- Branch and Bound/Cut as solution method
- Network design
- Shortest path methods
- max flow problems

### Learning objectives / skills English

The students will learn the basics for the solution of some optimization problems from practice. This includes mathematical algebraic and geometric knowledge, as well as the modeling of problems up to the algorithmic implementation of the appropriate solution method. This can be combined with programming techniques.

### Literatur

Bertsimas, D., Tsitsiklis, J.N.: Introduction to Linear Optimization, Athena Scientific, 1997,  
Nemhauser, G.L., Wolsey, L.A.: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988,  
Burkard, R. E.; Zimmermann: Einführung in die Mathematische Optimierung, Springer, 2012,  
Jarre, F., Stoer, J.: Optimierung, Springer, 2004

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Master-Thesis (including colloquium)             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Master-Thesis (including colloquium)             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                             |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Kreditpunkte</b>                              |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 30   |                  | W/S                          | D/E                |
| <b>SWS Vorlesung</b>                             | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                          |                  |                              |                    |
| Masterarbeit                                     |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann. Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Master-Abschlussarbeit stellt eine Prüfungsleistung dar. Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient sie auch dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:<br>- Selbstlernfähigkeit,<br>- Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern),<br>- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,<br>- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation,<br>- im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies. This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:

- self-learning ability
- capacity of teamwork (working together with the supervisor)
- application of methods of project management
- communications skills: technical documentation and presentation,
- in case of an English presentation also practice of language skills

## Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Masterprojekt (M-CE)                       |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Master Project (M-CE)                      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Masterprojekt (M-CE)</b>                |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Master Project (M-CE)                      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Krüger, Jens                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 15   | W/S              | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  | 12                           |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Das Masterprojekt vereint theoretisches Wissen mit praxisnaher Anwendung. Es setzt sich zusammen aus einem praktischen und einem theoretischen Segment. Während des praktischen Teils erfolgt die Umsetzung eines Software- oder Hardware-Software-Systems. Begleitend dazu vertiefen die Studierenden ihr theoretisches Verständnis in einer Spezialvorlesung, einem Seminar oder Kolloquium.</p> <p>In der Regel arbeitet eine Projektgruppe von bis zu 12 Studierenden während eines Semesters an einer klar definierten Aufgabenstellung. Unter der professionellen Anleitung von Informatik-Dozenten setzen die Studierenden sowohl klassische als auch moderne Forschungsergebnisse in einem spezifischen Szenario um. Die Themen orientieren sich dabei an den Forschungsgebieten der jeweiligen Lehrstühle und decken beispielsweise Bereiche wie „Intelligente Netzwerke“ oder „Interaktive Systeme und Visualisierung“ ab.</p> <p>So bietet das Masterprojekt eine umfassende und praxisorientierte Gelegenheit, erlernte Fähigkeiten anzuwenden und zu vertiefen, und bereitet optimal auf künftige berufliche Herausforderungen in der Informatikbranche vor.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Das Masterprojekt fördert die Fähigkeit zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten, aufbauend auf den im Bachelor- und dem bis dahin fortgeschrittenen Masterstudium erworbenen Qualifikationen. Zusammen mit dem Masterseminar und der Masterarbeit ermöglicht es den Studierenden, sich unter Anleitung erfahrener Wissenschaftler in neue Forschungsergebnisse eines spezifischen Informatikgebiets einzuarbeiten.

Im Laufe des Projekts erlernen die Studierenden nicht nur die Aneignung wissenschaftlicher Konzepte, Spezifikationen und Prä-Algorithmen, sondern auch deren praxisnahe Umsetzung in konkrete Systeme oder Subsysteme. Sie werden angeleitet, größtmögliche Selbstständigkeit in der Problemanalyse, Aufgabenverteilung und Einarbeitung in spezifische Teilaufgaben zu zeigen.

Die abschließende Synthese der Ergebnisse und deren klar strukturierte, zeitgebundene Präsentation spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle im Projekt. Der Schwerpunkt liegt zudem auf Teamarbeit: Die Studierenden erfahren, wie effektive Koordination und Zusammenarbeit im Team zur erfolgreichen Umsetzung von theoretischem Wissen in praxisrelevante Lösungen beitragen.

Diese strukturierte Herangehensweise stärkt umfassend die Fähigkeit der Studierenden zur kollaborativen Arbeit in wissenschaftlichen Teams und bereitet sie optimal auf zukünftige Aufgaben in der Forschung und Entwicklung vor.

### Description / Content English

The Master Project integrates theoretical knowledge with practical application. It comprises both a practical and a theoretical segment. During the practical part, a software or hardware-software system is implemented. Concurrently, students deepen their theoretical understanding in a specialized lecture, seminar, or colloquium.

Typically, a project group of up to 12 students works on a clearly defined task throughout a semester. Under the professional guidance of computer science lecturers, students apply both classic and modern research findings to a specific scenario. The topics are aligned with the research areas of the respective chairs and cover areas such as „Intelligent Network Systems“ or „Interactive Systems and Visualization“.

Hence, the Master Project offers a comprehensive and practice-oriented opportunity to apply and deepen learned skills, optimally preparing students for future professional challenges in the field of computer science.

### Learning objectives / skills English

The Master Project enhances the ability for independent scientific work, building on the qualifications acquired in the Bachelor's program and ongoing Master's studies. Together with the Master Seminar and the Master Thesis, it enables students to immerse themselves in new research findings of a specific computer science field under the guidance of experienced scientists.

Throughout the project, students not only learn to acquire scientific concepts, specifications, and pre-algorithms but also how to practically implement them into specific systems or subsystems. They are guided to demonstrate the utmost independence in problem analysis, task distribution, and familiarization with specific sub-tasks.

The final synthesis of results and their clear, time-bound presentation also play a crucial role in the project. Emphasis is additionally placed on teamwork: students experience how effective coordination and collaboration within a team contribute to the successful implementation of theoretical knowledge into practice-relevant solutions.

This structured approach extensively strengthens the students' ability for collaborative work in scientific teams, optimally preparing them for future tasks in research and development.

### Literatur

Wird individuell gewählt.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Modellierung nebenläufiger Systeme         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Modelling of Concurrent Systems            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Modellierung nebenläufiger Systeme</b>  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Modelling of Concurrent Systems            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| König, Barbara                             |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Nebenläufige Systeme – von denen verteilte Systeme ein Spezialfall sind – können von einem Benutzer oft schwer überschaut werden. Bereits kleine Beschreibungen oder Programme können unvorhersehbares Verhalten hervorrufen. Außerdem stößt man dabei auf Probleme (Deadlocks, wechselseitiger Ausschluss), die bei sequentiellen Systemen nicht auftreten können. Daher werden in dieser Vorlesung entsprechende Modellierungstechniken und Analysemethoden vermittelt, die zum besseren Verständnis solcher Systeme führen.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transitionssysteme</li> <li>- Verhaltensäquivalenzen (Trace-Äquivalenz, Bisimulation)</li> <li>- Prozesskalküle (CCS, pi-Kalkül)</li> <li>- Petri-Netze (mit Partialordnungstechniken)</li> <li>- Graphtransformationssysteme</li> <li>- Programmiersprache Google Go</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden sollen Kenntnisse über verschiedene Modellierungstechniken für nebenläufige Systeme erwerben. Insbesondere sollen sie Prozesskalküle, Petri-Netze und Graphtransformationssysteme und ihre Einsatzgebiete kennenlernen. Neben den Modellen selbst sollen die Studierenden auch Analyse- und Spezifikationstechniken, wie beispielsweise Verhaltensäquivalenzen und Partialordnungstechniken anwenden können und ihre Eignung abschätzen lernen. Insbesondere soll in dieser Veranstaltung der Umgang mit formalen Beschreibungsmethoden geübt werden.</p>  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

Concurrent system - of which distributed systems are a special case - are often hard to understand from a user's perspective. Already small specifications or programs can lead to unforeseeable behaviours. Furthermore problems (such as deadlocks, mutual exclusion) arise which do not occur in sequential systems. Therefore, this course will teach modelling and analysis techniques which lead to a better understanding of such systems.

Table of contents:

- transition systems
- behavioural equivalences (trace equivalence, bisimulation)
- process calculi (CCS, pi-calculus)
- Petri nets (with partial order techniques)
- graph transformation systems
- programming language Google Go

### Learning objectives / skills English

The students will acquire knowledge about different modelling techniques for concurrent systems. Especially they will learn about process calculi, Petri nets and graph transformation systems and the areas where such models are applied. Apart from the models and modelling languages the students will apply analysis and specification techniques, such as behavioural equivalences and partial order techniques and learn to judge their adequacy and appropriateness. One of the main aims is to practice the use of formal modelling languages.

### Literatur

- R. Milner: Communication and Concurrency. Prentice Hall, 1989.
- W.J. Fokkink (2000): Introduction to Process Algebra, Springer, 2000.
- Aceto, Ingolfsdottir, Larsen, Srba: Reactive Systems: Modelling, Specification and Verification, Cambridge University Press, 2007
- Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien (Vieweg+Teubner, 2010).

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Modellierung, Analyse, Verifikation        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Modelling, Analysis, Verification          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Modellierung, Analyse, Verifikation</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Modelling, Analysis, Verification          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| König, Barbara                             |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Neben dem Einsatz auf dem Gebiet der Hardware-Verifikation halten Analyse- und Verifikationstechniken immer stärker Einzug in das Gebiet der Software-Verifikation.</p> <p>Vor der Anwendung dieser Techniken ist es notwendig, das zu verifizierende System zu modellieren bzw. eine formale Semantik der zu behandelnden Programmiersprache anzugeben. Diese Vorlesung soll eine Einführung in die Gebiete Modellierung, Analyse und Verifikation geben.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Datenflussanalyse <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixpunkttheorie</li> <li>- Monotone Frameworks</li> <li>- Worklist-Algorithmus</li> <li>- Anwendungsbeispiele: Compiler-Optimierung, Java Bytecode Verifier</li> </ul> </li> <li>2. Grundlagen der abstrakten Interpretation <ul style="list-style-type: none"> <li>- Galois-Verbindungen</li> <li>- Sichere Approximation von Funktionen</li> <li>- Abstraktionsverfeinerung</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden sollen Kenntnisse auf dem Gebiet der Verifikation und Analyse von Programmen erlangen. Dabei sollen sie Datenflussanalyse, deren Grundlagen (Fixpunkttheorie, monotone Frameworks) und ihre Anwendungen kennenlernen. Außerdem sollen sie Methoden aus dem Bereich der abstrakten Interpretation anwenden und deren Eignung für die Programmverifikation abschätzen können.</p>  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

Apart from being used in the area of hardware verification, analysis and verification techniques are being increasingly applied in software verification. Before using such techniques, the system to be verified has to be modelled or the considered programming language has to be equipped with a formal semantics. This course will give an introduction into modelling, analysis and verification.

Topics in detail:

1. Data flow analysis

- Fixed-point theory
- Monotonous frameworks
- Worklist algorithm
- Application examples: compiler optimization, java bytecode verifier

2. Foundations of abstract interpretation

- Galois connections
- Safe approximation of functions
- Abstraction refinement

### Learning objectives / skills English

The students should gain knowledge about verification and analysis of programs. In particular they should get acquainted with data flow analysis, its foundations (fixed-point theory, monotonous frameworks) and its applications. Furthermore, they should be able to apply methods from abstract interpretation and to evaluate their adequacy in program verification.

### Literatur

- Flemming Nielson, Hanne Riis Nielson, Chris Hankin: Principles of Program Analysis. Springer-Verlag, 1999.
- Edmund M. Clarke, Orna Grumberg, Doron A. Peled: Model Checking. MIT Press, 2000.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Peer-to-Peer Systeme                       |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Peer-to-Peer Systems                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Peer-to-Peer Systeme</b>                |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Peer-to-Peer Systems                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weis, Torben                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Peer-to-Peer (P2P) Systeme stellen eine Alternative zu heute verbreiteten Client-Server-Modellen dar, die Vorteile in den Bereichen Fehlertoleranz, Ausfallsicherheit, Privatsphäre und Kosten bringen können. Diese Vorlesung beleuchtet verschiedene Aspekte und Architekturen von Peer-To-Peer Systemen. Gemäß einem Schichtenmodell werden aufbauend auf im Internet verfügbaren Kommunikationsprimitiven, Probleme der Verbindungsherstellung (NAT, STUN), der Aufbau und das Routing in Overlay-Netzen (Gnutella, Chord, ...), verschiedene Anwendungstypen (Filesharing, Messaging, ...) und Anforderungen bezüglich Sicherheit und Verfügbarkeit diskutiert. Zum Ende werden als Anwendungsbeispiele föderierte Social Media Netze und Blockchains inklusive angrenzender Technologien vorgestellt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden verstehen wie P2P-Systeme funktionieren, insbesondere, wie sie strukturiert sind, wie ein Computer dem Netz beitreten oder es verlassen kann, und wie Daten in einem P2P-Netzwerk gespeichert und wiedergefunden werden können. Des Weiteren wissen sie, welche Vor- und Nachteile P2P-Systeme im Vergleich zu Client-/Server-Systemen haben, und sie verstehen die Funktionsweise ausgewählter bekannter Anwendungen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Peer-to-Peer (P2P) systems provide an alternative to client/server architectures which are common today. They can provide advantages in aspects like fault tolerance, availability, privacy, and cost. This lecture highlights various aspects and architectures used in P2P systems. On the basis of a layer model, we show how currently available internet communication primitives can be used to handle connection establishment (NAT, STUN), construct routing overlay networks (Gnutella, Chord, ...), different application types (file sharing, messaging, ...), and discuss requirements on security. Finally, we discuss application examples of federated social media, blockchains, and related technologies. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The students understand how P2P systems work, i.e. how they are structured, how nodes can join or leave the network, and how data can be stored and retrieved in P2P networks. Furthermore, students know in which scenarios P2P systems can improve upon client/server systems and where to expect limitations of the P2P approach, and they understand the principles of selected applications.

### Literatur

Peer-to-Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies (Andy Oram)  
P2P Netzwerke: Algorithmen Und Methoden (Mahlmann & Schindlhauer)  
Unter Vorbehalt: Peer-to-Peer Systems and Applications (Steinmetz)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Scientific Visualization                   |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Scientific Visualization                   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Scientific Visualization</b>            |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Scientific Visualization                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Krüger, Jens                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung führt in die Grundlagen der wissenschaftlichen Datenvisualisierung ein. Sie stellt Begriffe und Algorithmen zur effizienten Behandlung diskreter Datenstrukturen vor. Zur Motivation der Visualisierung solcher Daten dienen Beispiele aus der medizinischen Bildgebung und der numerischen Simulation. So werden der Aufbau eines CT-Scanners und die damit erzeugten Datensätze näher erläutert sowie grundlegende Verfahren aus der numerischen Simulation zur Lösung einfacher, gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen beispielhaft dargestellt. Zur Visualisierung skalarer Daten werden direkte Ansätze, wie z.B. Schichtverfahren und Strahlverfolgung, aber auch indirekte Methoden, wie z.B. Marching Squares bzw. Marching Cubes, besprochen. Des Weiteren werden mehrere Verfahren zur Strömungsvisualisierung erläutert, z.B. glyphenbasierte Darstellung, linienbasierte Integrationsmethoden, dichte Strömungsvisualisierung und topologische Methoden. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden lernen in dieser Veranstaltung die grundlegenden Algorithmen moderner Visualisierungssysteme kennen. Sie werden anhand einiger Beispiele aus der medizinischen Bildgebung und dem wissenschaftlichen Rechnen die Herkunft und die Eigenschaften üblicher Datensätze erklären können. Grundlegende Konzepte wie Interpolation, Triangulation und Filtermethoden werden bekannt sein. Sie werden verschiedenen Datentypen passende Visualisierungsansätze zuordnen können. Sie beherrschen die interaktive Darstellung und Analyse von großen skalaren Bild- und Volumendaten, Vektorfeldern, Terraindaten sowie Daten aus weiteren Informationsquellen.  |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Description / Content English</b> |
|--------------------------------------|

This lecture is an introductory course in scientific data visualization. Particular emphasis is put on the representation and processing of discrete data structures. The course starts with the source of scientific data, such as computed tomography, and numerical approximations to partial differential equations. These methods serve as examples for typical data sources for scientific visualization. The main part of the lecture is concerned with methods for the visualization of scalar and vector valued volumetric datasets. For scalar datasets, the methods covered include slicing, ray casting, marching squares, and marching cubes. For flow fields, concepts such as glyphing, line based, dense, and topological visualization methods are discussed.

### Learning objectives / skills English

Students who attend this lecture will be able to understand and implement state-of-the-art scientific visualization algorithms. They will gain detailed knowledge about the source of typical datasets from both measurements, as well as simulations. They will understand basic concepts such as interpolation, triangulation, and filtering. They will be able to choose the most appropriate visualization technique for a number of scenarios, including analysis of large scalar and vector valued volumes, terrains, and information lacking spatial components.

### Literatur

- Aktuelle Internetliteratur
- Nielson, Hagen, Müller: Scientific Visualization . IEEE Computer Society Press
- Earnshaw, Wiseman: An Introductory Guide to Scientific Visualization. Springer Verlag
- Schumann, Müller: Visualisierung - Grundlagen und allgemeine Methoden. Springer Verlag