



Modulhandbuch **Master Mechatronische und cyber-physische** **Systeme**

Fakultät Angewandte Naturwissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen
Prüfungsordnung 13.08.2020
Stand: 29.09.2021 11:44

Inhaltsverzeichnis

- MCS-1 Cyber Physical Systems
- MCS-2 Cooperative and autonomous systems
- MCS-3 Case Study Cooperative and autonomous systems
- MCS-4 Advanced Modeling and Simulation
- MCS-5 Case Study Mechatronic System Simulation
- MCS-6 Human Machine Interfaces
- MCS-7 Case Study VR/AR in System Engineering
- MCS-8 Additive Manufacturing (AM)
- MCS-9 Case Study Cyber-Physical production systems using AM
- MCS-10 Subject-related elective course (FWP)
- MCS-11 Functional Safety
- MCS-12 Mastermodul



MCS-1 Cyber Physical Systems

Modul Nr.	MCS-1
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Denk
Kursnummer und Kursname	MCS1101 Structure and Functions of Cyber Physical Systems MCS1102 Business Models for CPS
Lehrende	Prof. Dr. Frank Denk
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	6
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	6 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Structures and Functions of Cyber-Physical Systems

Neue Geschäftsmodelle cyber-physischer Systeme

Intelligente, selbstregelnde, sensorgestützte und vernetzte Produktionssysteme werden in naher Zukunft "intelligente Fabriken" ermöglichen. Am anderen Ende des Spektrums ist das industrielle Internet of Things (IIOT) im sozialen Bereich relevant geworden.



Das Hauptziel des Moduls ist das grundlegende Verständnis, die Analyse und das Erkennen der verschiedenen Funktionalitäten der Systemkomponenten innerhalb einer cyberphysikalischen Systemstruktur.

Die Entwicklung der IT-Technologie wirkt sich auf die globale Geschäftslandschaft aus. Kunden wechseln aus traditionellen Rollen, in Bezug auf das Unternehmen und in Interaktionen untereinander in Verbindung mit den sozialen Netzwerken. Die Lieferketten werden neu erfunden, wobei neue Maßstäbe in Bezug auf Zeit und Raum gesetzt werden müssen. Risiko, Chancen, Innovation und Kapital müssen jeweils neu verstanden werden. Die gleichzeitige Verwaltung innerhalb einer Organisation und die Koexistenz mit externen Ökosystempartnern erfordert neue Instrumente und neue Einstellungen. Geschäftsmodelle werden auf faszinierende Weise neu erfunden. Strategische Agilität wurde uns in gewisser Weise durch die Wirtschaftslage aufgezwungen.

Nach Abschluss dieses Moduls hat der Studierende die folgenden Lernziele erreicht:

Fachkompetenz:

- Eingebette Systeme (embedded systems) und Anwendungen;
- Drahtlose Technologien im Bereich Industrie und Haushalt;
- Intelligente Systeme für Sensor- und Aktoranwendungen;
- Konzept von IT-gesteuerten Geschäftsmodellen;
- Faktoren, die den Kundenwert bestimmen;
- Barrieren und Ermöglicher für moderne Geschäftsmodelle;

Methodenkompetenz:

- Verstehen, analysieren und synthetisieren von Informationen über Internettechnologien von Embedded-Computer- systeme;
- Kommunikation mit Anbietern von intelligenten Systemkomponenten wie z.B. intelligenten Sensoren und Aktoren;
- Diskussion wichtiger cybertechnische Fragen, wie z.B. die Robustheit und Realisierbarkeit von Kommunikationsschnittstellen.
- Verständnis von verschiedenen Geschäftskonzepte von cyberphysikalischen Systemen;
- Ermittlung und Analyse der verschiedenen Formen technischer Geschäftslösungen;
- Synthese der Kundenwerte;

Personale Kompetenz:

- Einfache Beschreibungen von Struktur und Funktionen der Cyber-Physibalsysteme erstellen.
- Erfassung und Übertragung der Systemterminologie
- Konstruktion einfacher Geschäftsmodelle eines cyberphysikalischen Systems.
- Erfassung und Übermittlung der Kundenbedürfnisse

Soziale Kompetenz:



- Arbeit in kleinen Gruppen, um den Überblick zu diskutieren und zu präsentieren.
- Präsentation und Diskussion realisierter Geschäftsmodelle für verschiedene Geschäftskonzepte.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Strukturen und Funktionen von Cyberphysikalischen Systemen:

Das Modul bildet die Grundlage für eingebettete system- und IT-bezogene Module in allen Studiengängen der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen;.

Neue Geschäftsmodelle für Cyber Physische Systeme:

Kann in jedem anderen Studiengang im Bereich New Economics eingesetzt werden.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Technische Informatik.

Inhalt

Structures and Functions of Cyber Physical Systems:

- Design of Embedded Computer Systems
- CPS Applications
- Internet of Things
- Ubiquitous Computing
- Industry 4.0 - Digital Manufacturing
- Sensors and Actors
- RFID
- IPv4 and IPv6
- International Standard OPC-UA
- Safety

New Business Models of Cyber Physical Systems:

- Customer Value from the Customer Process
- More Customers and More for the Customer
- Innovation and Personalization
- Silent Commerce
- Examples of New Business Models
- Analyzing
- Economics Calculations



Lehr- und Lernmethoden

Vorlesungen / Tutorials / Heimarbeit / Gruppenarbeiten
Whiteboard, Visualizer, Online-Lernportal (iLearn)

Empfohlene Literaturliste

- Structures and Functions of Cyber Physical Systems:
- Dietmar P.F. Möller: Guide to Computing Fundamentals in Cyber-Physical Systems; Concepts, Design Methods, and Applications; Springer-Verlag;
- Eva Geisberger/Manfred Broy: Living in a networked world; acatech STUDY 2015;
- New Business Models of Cyber Physical Systems:
- Henning Kagermann: IT Driven Business Models; Global Case Studies in Transformation; Wiley 2011
- Gassmann, Frankenberger: The St. Gallen Business Model Navigator; University of St. Gallen
-
- Acatech: Cyber-Physical Systems; acatech POSITION PAPER 2011



MCS-2 Cooperative and autonomous systems

Modul Nr.	MCS-2
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Aumer
Kursnummer und Kursname	MCS1103 Advanced Robotics MCS1104 Autonomous systems
Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Aumer
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	8
ECTS	8
Workload	Präsenzzeit: 120 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Gesamt: 240 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 120 Min.
Dauer der Modulprüfung	120 Min.
Gewichtung der Note	8 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Inhalte des Moduls Cooperative and autonomous systems befähigen die Studierenden, aufbauend auf den Grundlagen der Robotik fortgeschrittene Kenntnisse in der Robotik anzuwenden. Mit der Vernetzung mit autonomen Systemen wird die anwendungsorientierte Vermittlung der Methodik und Fachkompetenz der Robotik unterstützt.

Nach Absolvieren des Moduls Cooperative and autonomous systems können die Studierenden



- Aus den erlernten Methoden zu autonomen Systemen im Hinblick auf Lokalisierung, Navigation, Wegeplanung, Hinderniserkennung und Tracking anwendungsgerechte Lösungen erarbeiten
- Methoden der Robotik zielgerichtet analysieren und anwenden
- Die erzeugten Methoden in Simulationsmodellen einsetzen

Im Modul Cooperative and autonomous systems sollen folgende Kompetenzen vermittelt werden:

Fachkompetenz:

- Verstehen und Anwenden von Methoden autonomer Systeme
- Modellbildung der Umgebungsbedingungen und der Fahrzeugbeziehungen
- Anwenden der Methoden für die Lokalisierung von Fahrzeugen im Raum
- Anwenden von Methoden zur Hinderniserkennung und der Wegeplanung
- Analyse von Regelkreisen für autonome Systeme
- Verstehen und Anwenden der Denavit-Hartenberg-Beziehungen
- Verstehen und Anwenden der Vorwärts- und Inversen Kinematik
- Anwenden von Robotersimulationen und Programmierung von Robotern
- Verstehen und Anwenden der Funktionen für die kollaborative Zusammenarbeit von Robotern mit Menschen
- Verstehen und Anwenden von Methoden des Machine Learning, insbesondere künstlicher Intelligenz
- Verstehen unterschiedlicher Ansätze zum Aufbau von Montagelinien

Methodenkompetenz:

- Anwenden von Roboterprogrammierung
- Verifikation (Evaluierung) von Roboterbewegungen
- Anwenden der Lokalisierung, Navigation, Wegeplanung, und Hinderniserkennung autonomer Systeme
- Anwenden von berechneten Roboterbeziehungen in geeigneten Simulationssystemen

Personale Kompetenz:

- Lösung von komplexen Robotikthemen und deren Anwendung als autonome Systeme

Soziale Kompetenz:

- Die Studierenden sind in der Lage, autonome Systeme zu betrachten und ihre im Modul erworbenen Kompetenzen zu vertiefen und aufbereitet zu nutzen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Das Modul liefert die erforderlichen theoretischen Kenntnisse und Transfermöglichkeit für die Anwendung autonomer Systeme Mobilitätsplattformunabhängig für unterschiedliche



Einsatzszenarien bereitzustellen. Schnittstellen ergeben sich zur Mechatronik, Regelungstechnik, Elektrotechnik und Informatik.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenwesen, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Informatik.

Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung **Advanced Robotics** wird Wissen über wesentliche Themen, zu autonomen Robotersystemen vermittelt. Im Vordergrund stehen hier Assistenz-, Service- und mobile Roboter. In diesem Zusammenhang werden Richtlinien zu kollaborativen Roboter und mobilen Roboter behandelt. Darüber hinaus sind Roboter-System-Architekturen und Bahnplanung Thema der Vorlesung.

Das Fach **Autonomous Systems** behandelt vertiefte Inhalte der mobilen und kollaborativen Robotik. Dabei spielen 3D Hindernis- / Objekterkennung, Lokalisierung und Kartenerstellung, sowie Navigation und Wegeplanung eine entscheidende Rolle. Kognitive Systeme, Machine Learning und künstliche Intelligenz werden ebenso thematisiert.

Lehr- und Lernmethoden

Advanced Robotics and Autonomous Systems

Seminaristischer Unterricht mit gemeinsamen Übungen zur Vertiefung des Gelernten durch Anwendung

Besonderes

Die von den Studierenden erarbeiteten theoretischen Kenntnisse können in den Themen der zugehörigen Case Study im Modul MCS-3 selbständig analysiert und angewendet werden. Dadurch erfolgt eine Intensivierung des Wissenstransfers in die Praxis und die gezielte Vertiefung der erarbeiteten Fach- und Methodenkompetenzen durch Erkennung von Zusammenhängen und deren Evaluierung.

Empfohlene Literaturliste

- Siciliano B., Khatib O.: Handbook of Robotics. Springer.
- Corke P.: Robotics, Vision and Control. Springer.
- Craig J. J.: Introduction to Robotics. Pearson Education.
- Spong M. W.: Robot Modeling and Control. Wiley.



- Siegert H. J., Bocionek S.: Robotik: Programmierung intelligenter Roboter. Springer.
- Brillowski Klaus: Einführung in die Robotik - Auslegung und Steuerung serieller Roboter. Shaker-Verlag.



MCS-3 Case Study Cooperative and autonomous systems

Modul Nr.	MCS-3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Aumer
Kursnummer und Kursname	MCS1301 Case Study Cooperative and autonomous systems
Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Aumer Thomas Benesch
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Gewichtung der Note	6 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Das Modul "Case Study Cooperative and autonomous Systems" ermöglicht den Studierenden, das im Modul MCS-2 erworbene Wissen im Bereich der kooperativen und autonomen Systeme anzuwenden, eigenständig zu vertiefen und im Team fachrelevante Anwendungsbeispiele zu bearbeiten und analysieren.

Fachkompetenz:

- Verstehen und Anwenden von Methoden autonomer Systeme
- Modellbildung der Umgebungsbedingungen und der Fahrzeugbeziehungen
- Anwenden der Methoden für die Lokalisierung von Fahrzeugen im Raum
- Anwenden von Methoden zur Hinderniserkennung und der Wegeplanung



- Analyse von Regelkreisen für autonome Systeme
- Verstehen und Anwenden der Denavit-Hartenberg-Beziehungen
- Verstehen und Anwenden der Vorwärts- und Inversen Kinematik
- Anwenden von Robotersimulationen und Programmierung von Robotern
- Verstehen und Anwenden der Funktionen für die kollaborative Zusammenarbeit von Robotern mit Menschen
- Verstehen und Anwenden von Methoden des Machine Learning, insbesondere künstlicher Intelligenz
- Verstehen unterschiedlicher Ansätze zum Aufbau von Montagelinien

Methodenkompetenz:

- Anwenden von Roboterprogrammierung
- Verifikation (Evaluierung) von Roboterbewegungen
- Anwenden der Lokalisierung, Navigation, Wegeplanung, und Hinderniserkennung autonomer Systeme
- Anwenden von berechneten Roboterbeziehungen in geeigneten Simulationssystemen

Personale Kompetenz:

Die Case Study Cooperative and autonomous systems vermittelt den Studierenden die Lösung von komplexen Robotikthemen und deren Anwendung als autonome Systeme in Gruppen mit verteilten Aufgabenbereichen. Die Studierenden erlernen anwendungsbezogen das Analysieren, Anwenden und Evaluieren einer Aufgabenstellung in Bezug auf autonome Systeme.

Soziale Kompetenz:

Die Studierenden sind in der Lage, autonome Systeme anhand von Fallstudien zu betrachten und ihre im Modul erworbenen Kompetenzen in Gruppenarbeiten zu vertiefen und aufbereitet zu nutzen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Schnittstellen ergeben sich zur Mechatronik, Regelungstechnik, Elektrotechnik und Informatik.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenwesen, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Informatik.



Inhalt

Anhand eines ausgewählten Anwendungsbeispiels sollen die Studierenden mittels Literaturrecherche, ggf. eigenständigen kleinen Teilaufgaben etc. das Thema selbst zu er- und bearbeiten.

Beispiel Autonomes Systeme

- Eigenschaften der erforderlichen Regelkreises vernetzter Systeme
- Sensorik / Aktorik zur Fahrzeugsteuerung
- Lokalisierung und Mapping
- Wegeplanung, Tracking und Hinderniserkennung
- ...

Die Case Studies werden als sog. Prüfungsstudienarbeit abgeprüft, also keine klassische Prüfungsklausur.

Lehr- und Lernmethoden

Angeleitete Bearbeitung von Seminarthemen in Arbeitsgruppen. Begleitveranstaltungen / Präsentationen in Abhängigkeit des ausgewählten Themengebiets

Besonderes

Die Studierenden lernen ihre theoretischen Kenntnisse eigenständig in den Themen der Case Study zu analysieren und anzuwenden. Dadurch erfolgt eine Intensivierung des Wissenstransfers in die Praxis und die gezielte Vertiefung der erarbeiteten Fach- und Methodenkompetenzen durch Erkennung von Zusammenhängen und deren Evaluierung.

Empfohlene Literaturliste

- Siciliano B., Khatib O.: Handbook of Robotics. Springer.
- Corke P.: Robotics, Vision and Control. Springer.
- Craig J. J.: Introduction to Robotics. Pearson Education.
- Spong M. W.: Robot Modeling and Control. Wiley.
- Siegert H. J., Bocionek S.: Robotik: Programmierung intelligenter Roboter. Springer.
- Brillowski Klaus: Einführung in die Robotik - Auslegung und Steuerung serieller Roboter. Shaker-Verlag.



MCS-4 Advanced Modeling and Simulation

Modul Nr.	MCS-4
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Firsching
Kursnummer und Kursname	MCS1106 Advanced Modeling and Simulation
Lehrende	Prof. Dr. Peter Firsching Christoph Rappl
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	4
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	10 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Inhalte des Moduls **Advanced Modelling and Simulation** befähigt die Studierenden, zunehmend virtuell ablaufende Produktentstehungsprozesse durch gezielt ausgewählte und erstellte Modelle zu gestalten.

Nach Absolvieren des Moduls Advanced Modelling and Simulation können die Studierenden

- aus den erlernten Methoden zur experimentellen Modellbildung die erforderlichen Methoden anwendungsgerecht auswählen und in einen Modellierungsprozess einbringen.



- Methoden der experimentellen Generierung von Modellen dynamischer Systeme anwenden und die Modellergebnisse zielgerichtet analysieren,
- Die erzeugten Modelle in geeigneter Weise Simulationswerkzeugen zuzuordnen und einzusetzen.

Im Modul Advanced Modelling and Simulation sollen folgende Kompetenzen vermittelt werden:

Fachkompetenz:

Fachkompetenzen werden im Teilmodul Advanced Modelling and Simulation erworben:

- Verstehen und Anwenden von Methoden der experimentellen Modellbildung dynamischer Systeme
- Zusammenführen (Synthese) der Modellbildungsmethoden zu komplexen Gesamtmodellen
- Verstehen und Anwenden von Methoden des Machine Learning, insbesondere künstlicher, neuronaler Netze im Modellierungsprozess
- Verstehen unterschiedlicher Ansätze zum Aufbau von Simulationssystemen

Methodenkompetenz:

Methodenkompetenzen werden im Teilmodul Advanced Modelling and Simulation erworben:

- Anwenden von Zustandsautomaten für die Modellierung ereignisgesteuerter Systeme
- Verifikation (Evaluierung) von Modellbildungsergebnissen
- Anwenden von erzeugten Modellen in geeigneten Simulationssystemen
- Beurteilung der Tauglichkeit von Modellen für die Phasen eines Produktentstehungsprozesses.

Personale Kompetenz:

- Lösung von komplexen Modellierungs- und Simulationsaufgaben

Soziale Kompetenz:

- Die Studierenden sind in der Lage, die Problemstellungen aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und ihre im Modul erworbenen Kompetenzen situationsadäquat in Einzel- und Gruppengesprächen zu nutzen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Das Modul liefert die erforderlichen theoretischen Kenntnisse und das Transfervermögen. technische System in Form geeigneter Modelle für unterschiedliche Simulationsszenarien bereitzustellen. Damit sind Schnittstellen zu Studiengängen wie Maschinenbau, Mechatronik, Technische Informatik geschaffen.



Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Technische Informatik.

Inhalt

I Advanced Modelling and Simulation

1. Mathematical Models of Physical Systems
 - 1.1. Differential Equations of Physical Systems
 - 1.2. Linear Approximation of nonlinear System Equations
 - 1.3. Signal flow charts
 - 1.4. Transfer function of Linear Systems
 - 1.5. State space models of Linear Systems
 - 1.6. Discrete time systems
2. System identification by parameter identification
 - 2.1. Theoretical and experimental system analysis
 - 2.2. Parameter identification in time domain
 - 2.3. Parameters of 2nd and nth order time delay systems
 - 2.4. Parameter identification in frequency domain
3. Parameter estimation
 - 3.1. Principles of parameter estimation
 - 3.2. Least squares method
 - 3.3. Steepest descend method
 - 3.4. Parameter estimation of dynamic systems
 - 3.5. System models based on artificial neural networks
4. Event driven systems
 - 4.1. Introduction ? concepts of finite state machines
 - 4.2. Application examples ? sequential function chart
5. Mathematical Models of Physical Systems
 - 5.1. The concept of analogue computing
 - 5.2. Simulation scenarios and process models
 - 5.3. Block oriented vs. object oriented simulation
 - 5.4. Simulation systems overview



Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht mit Gruppenarbeit und gemeinsamen Übungen sowie Präsentationen zur Vertiefung des Gelernten durch Anwendung

Besonderes

Es wird besonderer Wert darauf gelegt, dass die Studierenden die im Teilmodul Advanced Modelling and Simulation erarbeiteten theoretischen Kenntnisse gezielt in den Themen der Case Study im Modul MCS-5 selbständig anwenden. Dadurch erfolgt eine Intensivierung des Wissenstransfers in die Praxis und die gezielte Vertiefung der erarbeiteten Fach- und Methodenkompetenzen durch Erkennung von Zusammenhängen und deren Evaluierung.

Empfohlene Literaturliste

Robert L. Woods, Kent L. Lawrence: Modeling and Simulation of Dynamic Systems. Prentice Hall, 1997

Isermann R.: Identification of dynamic systems. Springer-Verlag, 2011.

Ljung L., Glad T.: Modeling of dynamic systems. Prentice Hall, 1994

Dorf R. C., Bishop R. K.: Modern Control Systems. Pearson Educational International, 2017.

Kröse B., van der Smagt P.: An introduction to Neural Networks (PDF). 1996

Litz L.: Grundlagen der Automatisierungstechnik. Oldenbourg-Verlag, 2013.

Wernstedt J.: Experimentelle Prozeßanalyse. Oldenbourg-Verlag, 1989.



MCS-5 Case Study Mechatronic System Simulation

Modul Nr.	MCS-5
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Firsching
Kursnummer und Kursname	MCS1501 Case Study Mechatronic System Simulation
Lehrende	Prof. Dr. Peter Firsching
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Prüfungsarten	PStA
Gewichtung der Note	6 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Ergänzend zur anwendungsorientierten Vermittlung der Methodik und Fachkompetenz im Hinblick auf die parametrische und nichtparametrische Modellentwicklung sowie die Erzeugung ablauforientierter Vorgangsbeschreibungen unterstützt die **Case Study Mechatronic System Simulation** die eigenständige Vertiefung der Analyse, Synthese und Evaluierung von Modellierungs- und Simulationsaufgaben im Team.

Nach Absolvieren des Moduls Advanced Modelling and Simulation können die Studierenden

- aus den erlernten Methoden zur experimentellen Modellbildung die erforderlichen Methoden anwendungsgerecht auswählen und in einen Modellierungsprozess einbringen.



- Methoden der experimentellen Generierung von Modellen dynamischer Systeme anwenden und die Modellergebnisse zielgerichtet analysieren,
- Die erzeugten Modelle in geeigneter Weise Simulationswerkzeugen zuzuordnen und einzusetzen.

Fachkompetenz:

- Verstehen und Anwenden von Methoden der experimentellen Modellbildung dynamischer Systeme
- Zusammenführen (Synthese) der Modellbildungsmethoden zu komplexen Gesamtmodellen
- Verstehen und Anwenden von Methoden des Machine Learning, insbesondere künstlicher, neuronaler Netze im Modellierungsprozess
- Verstehen unterschiedlicher Ansätze zum Aufbau von Simulationssystemen

Methodenkompetenz:

- Anwenden von Zustandsautomaten für die Modellierung ereignisgesteuerter Systeme
- Verifikation (Evaluierung) von Modellbildungsergebnissen
- Anwenden von erzeugten Modellen in geeigneten Simulationssystemen
- Beurteilung der Tauglichkeit von Modellen für die Phasen eines Produktentstehungsprozesses.

Personale Kompetenz:

- Die Case Study Mechatronic system simulation vermittelt den künftigen Absolventen die Lösung von komplexen Modellierungs- und Simulationsaufgaben in Teams mit verteilten Aufgabenbereichen. Die Studierenden erlernen anwendungsbezogen das Analysieren, Synthetisieren und Evaluieren einer Aufgabenstellung in Bezug auf mechatronische Systeme.

Soziale Kompetenz:

- Die Studierenden sind in der Lage, die Problemstellungen aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und ihre im Modul erworbenen Kompetenzen situationsadäquat in Einzel- und Gruppengesprächen zu nutzen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Schnittstellen zu Studiengängen wie Maschinenbau, Mechatronik, Technische Informatik geschaffen.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Technische Informatik.



Inhalt

1. Introduction
 - 1.1 Project management of a working group
 - 1.2 Introduction working topics
2. Periodic reports of the working groups
3. Presentation of project results
 - 3.1 Midterm presentation
 - 3.2 Final presentation and written report

Lehr- und Lernmethoden

Angeleitete Bearbeitung von Seminarthemen in Arbeitsgruppen. Begleitveranstaltungen / Präsentationen externer Vortragender in Abhängigkeit des ausgewählten Themengebiets

Besonderes

Es wird besonderer Wert darauf gelegt, dass die Studierenden die im Modul MCS-4 Advanced Modelling and Simulation erarbeiteten theoretischen Kenntnisse gezielt in den Themen der Case Study selbständig anwenden. Dadurch erfolgt eine Intensivierung des Wissenstransfers in die Praxis und die gezielte Vertiefung der erarbeiteten Fach- und Methodenkompetenzen durch Erkennung von Zusammenhängen und deren Evaluierung.

Empfohlene Literaturliste

- Robert L. Woods, Kent L. Lawrence: Modeling and Simulation of Dynamic Systems. Prentice Hall, 1997
- Isermann R.: Identification of dynamic systems. Springer-Verlag, 2011.
- Ljung L., Glad T.: Modeling of dynamic systems. Prentice Hall, 1994
- Dorf R. C., Bishop R. K.: Modern Control Systems. Pearson Educational International, 2017.
- Kröse B., van der Smagt P.: An introduction to Neural Networks (PDF). 1996
- Litz L.: Grundlagen der Automatisierungstechnik. Oldenbourg-Verlag, 2013.
- Wernstedt J.: Experimentelle Prozeßanalyse. Oldenbourg-Verlag, 1989.



MCS-6 Human Machine Interfaces

Modul Nr.	MCS-6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Denk
Kursnummer und Kursname	MCS2101 Virtual Reality / Augmented Reality MCS2102 Mobile and adaptive HMI
Lehrende	Prof. Dr. Marcus Barkowsky Prof. Dr. Frank Denk
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	6
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 120 Min.
Dauer der Modulprüfung	120 Min.
Gewichtung der Note	12 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Vorlesungen "**Virtual Reality / Augmented Reality**" und "**Mobiles und adaptives HMI**" vermitteln grundlegendes Wissen über die wesentlichen Themen der digitalen Erweiterungsmöglichkeiten - der "Extended Reality" - von technisch realen Lösungen im Bereich der System Engineering Entwicklung. Im Vordergrund stehen hier Softwareapplikationen zur Realisierung des HMI "Human Machine Interface" über unterschiedliche Sinneswahrnehmungen und die technischen Konzepte zur Umsetzung des sinngemäßen Inhalts durch Controller wie z.B. einem HMD "Head Mounted Display". In diesem Zusammenhang werden die unterschiedlichen digitalen Erweiterungen und



Definitionen behandelt. Darüber hinaus sind die konzeptionelle Planung und Umsetzung von VR/AR-Projekten Thema der Vorlesung.

Nach Abschluss dieses Moduls hat der Schüler die folgenden Lernziele erreicht:

Fachkompetenz:

- Virtual and Augmented Reality Systeme und Anwendungen;
- Eingesetzte Technologien im Bereich der Virtual und Augmented Reality;
- Aktuelle Themen der ersten Generation für Extended-Reality-Anwendungen;
- Die Studenten können mobile Mensch-Maschine-Schnittstellen entwerfen, kritisieren und implementieren, die den Richtlinien für Nutzen, Benutzerfreundlichkeit, Benutzererfahrung und Erlebnisqualität entsprechen
- Sie verstehen die visuelle Wahrnehmung und Haptik des Menschen im Hinblick auf die Entwicklung effizienter grafischer Benutzeroberflächen.
- Analysieren eines definierten und realisierten Themas im Projektbereich von AR oder VR;
- Rollendefinition gemäß der Domänenhardware, Software oder des Systems innerhalb einer Gruppe;

Methodenkompetenz:

- Verstehen, analysieren und synthetisieren Sie Informationen über Technologien von Extended-Reality-Systemen;
- Kommunikation mit Anbietern von AR- und VR-Systemkomponenten wie z.B. Headsets;
- Besprechung wichtiger technischer Fragen wie Controller, Sichtfeld und Inside-Outside Tracking.
- Sammlung erster Erfahrungen im Designprozess, darunter Hintergrundinformationen wie das Passrecht
- Studenten sind in der Lage, Personas, Scribbles und Wireframes zu erstellen.
- Studierende wissen, wie sie ihr Design mit Web-Technologie, progressiven Web-Anwendungen und Native Android-Programmierung umsetzen können.

Personale Kompetenz:

- Einfache AR/VR-Anwendungen konstruieren
- Erfassung und Übertragung der Systemterminologie

Soziale Kompetenz:

- Vorstellung individueller Technologielösungen und Einschränkungen angekündigter AR/VR-Projekte.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Virtual and Augmented Reality:



Das Modul bildet die Grundlage für HMI-Module in allen Studiengängen der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen.

Mobile and Adaptive HMI

Generische und grundlegende Themen sind enthalten und stellen Anwendungsfälle für alle Studiengänge der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen dar.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Technische Informatik.

Inhalt

Virtual and Augmented Reality:

- History in context
- VR and AR Technology
- Used form factor in AR and VR
- Current state of the first generation AR and VR
- Current issues in AR and VR
- Consuming Content in AR and VR
- Projects creation

Mobile and Adaptive HMI:

Perception:

- The human eye
- Human visual perception
- Higher cognitive processes
- Gestalt Theory

Human Machine interaction concepts:

- Cognitive background
- Utility, Usability, User Experience
- Quality of Experience

Designing for User Experience:

- 4 Steps of the design process
- Specific considerations for design on mobile devices
- Design principles for interactive Web applications using HTML, CSS, Javascript

Exercise on User Experience Design:

- Designing a sample application
- Refreshing HTML, CSS, Javascript



- Frameworks for Mobile Application Development
- Understanding Cordova and implementing the sample application

Native Application development with Android:

- Understanding the application live cycle
- Tools of Android development
- Guidelines for material design usage
- Implementing a sample application

Lehr- und Lernmethoden

Virtual Reality/Augmented Reality:

Vorlesungen / Tutorials / Heimarbeit / Gruppenarbeiten

Whiteboard, Visualizer Online-Lernportal (iLearn).

Human Machine Interfaces:

Der Kurs verwendet einen Seminarstil, der zwischen Vorlesungen und Übungsphasen abwechselt.

Empfohlene Literaturliste

Virtual and Augmented Reality:

- Paul Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies; John Wiley;
- Gartner: Hype Cycle Report 2018
- German Patent Search: <https://www.dpma.de>
- European Patent Search: <https://epo.org>
- US-Search: <http://patft.uspto.gov>

Mobile and Adaptive HMI:

- Bruce Goldstein, ?Sensation and Perception?, 10. Auflage, 2016, Cengage Learning, 10th edition, ISBN: 978-1305580299
- Jens Jacobsen, Lorena Meyer, ?Praxisbuch Usability und UX?, Rheinwerk Computing, ISBN: 978-8362-4423-7
- Jan Semler, ?App-Design?, Rheinwerk Design, 2016, ISBN: 978-3-8362-3453-5
- W3schools, Tutorials on HTML, CSS, Javascript, available online: <https://www.w3schools.com>
- Android, ?Up and Running with Material Design?, online: <https://developer.android.com/design/index.html>
- iOS, ?Human Interface Guidelines, iOS Design Themes?, online: <https://developer.apple.com/ios/human-interface-guidelines/overview/themes/>



MCS-7 Case Study VR/AR in System Engineering

Modul Nr.	MCS-7
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Denk
Kursnummer und Kursname	MCS2103 Case Study VR/AR in System Engineering
Lehrende	Prof. Dr. Frank Denk
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Gewichtung der Note	6 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

In der **Case Study VR/AR in System Engineering** sollen Studierende ausgewählte Beispiele thematisch im Sinne eines Projektteams mit unterschiedlich definierten Rollen und Arbeitspaketen bearbeiten. In einem ersten Review wird das Thema durch Recherchen erläutert und bestehende Lösungen aufgezeigt. Der Gesamttablauf des Bearbeitungsprozesses im Sinne einer "Value Chain" wird durch Recherche - Synthese - Design - Prototyp und Evaluierung realisiert.

Nach Abschluss dieses Moduls hat der Schüler die folgenden Lernziele erreicht:

Fachkompetenz:

- Virtual and Augmented Reality Systeme und Anwendungen;



- Die Studenten können mobile Mensch-Maschine-Schnittstellen entwerfen, kritisieren und implementieren, die den Richtlinien für Nutzen, Benutzerfreundlichkeit, Benutzererfahrung und Erlebnisqualität entsprechen
- Analysieren eines definierten und realisierten Themas im Projektbereich von AR oder VR;
- Erstellung einer Fallstudie: Abschlussbericht aller Gruppenmitglieder mit definiertem Generierungsprozess;

Methodenkompetenz:

- Verstehen, analysieren und synthetisieren von Informationen über Technologien von Extended-Reality-Systemen;
- Studenten sind in der Lage, Personas, Scribbles und Wireframes zu erstellen.
- Studierende wissen, wie sie ihr Design mit Web-Technologie, progressiven Web-Anwendungen und Native Android-Programmierung umsetzen können.

Personale Kompetenz:

- Einfache AR/VR-Anwendungen konstruieren
- Erfassung und Übertragung der Systemterminologie
- Die Übungen werden in kleinen Gruppen von je 4 Schülern durchgeführt und es wird ein Unterstützungs- und Peer-Review- Prozess zwischen den Gruppen eingerichtet.

Soziale Kompetenz:

- Vorstellung individueller Technologielösungen und Einschränkungen angekündigter AR/VR-Projekte.
- Verbesserung der Team- und Kommunikationsfähigkeiten, einschließlich fairer und produktiver Kritik an der Arbeit der anderen Gruppen

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Virtual and Augmented Reality:

Das Modul bildet die Grundlage für HMI-Module in allen Studiengängen der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen.

Mobile and Adaptive HMI

tbd.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorstudium Mechatronik, Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen, Technische Physik oder Technische Informatik.



Inhalt

- Project aquisition
- Role definition
- Preperation of summarized report
- Presentation

Lehr- und Lernmethoden

Selbststudium auf Basis von Themenpapier
Arbeit im Projektteam

Empfohlene Literaturliste

- Paul Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies; John Wiley;



MCS-8 Additive Manufacturing (AM)

Modul Nr.	MCS-8
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Scherbarth
Kursnummer und Kursname	MCS2104 Technologies of Additive Manufacturing MCS2105 AM production processes
Lehrende	Matthias Hien Prof. Dr. Stefan Scherbarth
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	8
ECTS	8
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 60 Stunden Gesamt: 120 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 150 Min.
Dauer der Modulprüfung	150 Min.
Gewichtung der Note	14 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

- Die Studierenden verstehen den Produktionsprozess der generativen Fertigung (Additive Manufacturing - AM) im Detail.
- Sie können die gängigen AM-Technologien benennen und transparent beschreiben.
- Die Studierenden können die AM-Prozesskette erklären.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der AM-Technologie ausführlich beschreiben.



- Die Studierenden können die wichtigsten wirtschaftlichen Prozesskennzahlen für die additive Fertigung berechnen.
- Die Studierenden kennen die Eckpfeiler für eine erfolgreiche Implementierung von metall-basierten AM-Technologien.
- Die Studierenden können die grundlegenden Konstruktionsregeln für einen metallbasierten AM-Prozess anwenden.
- Die Studierenden haben ein Verständnis für die Zukunftsperspektive der AM-Technologie.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Im Studiengang: MCS-8 Mastermodul: Masterarbeit, Masterseminar
Weiterführend: Promotion, bzw. Promotionsstudium

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorabschluss entsprechend der Studien- und Prüfungsordnung.

Inhalt

Additive Fertigung im Sinne 3D-Druck basiert auf einer Verkettung innovativer technischer Teildisziplinen. Diese werden entlang des gesamten Fertigungsprozesses dargestellt und in angemessener fachlicher Tiefe behandelt.

- Erfassung und Aufbereitung von 3D-Daten
- Ausführliche Behandlung ausgewählter Additiver Fertigungsverfahren
- Fertigungsgerechtes Konstruieren (Wahl von Formen und Strukturen, Stützstrukturen, Bionische Ansätze)
- Materialien (Kunststoffe, Metalle, Bindemittel, Klassifizierung, Eigenschaften)
- Fertigungsabläufe der Gesamtprozesskette

Additive bzw. durch 3D-Druck gefertigte Produkte ersetzen nicht einfach nur konventionelle Produkte. Die speziellen Eigenschaften des Fertigungsverfahrens ermöglichen neue und verfahrensspezifische Produkteigenschaften. Daraus wiederum ergeben sich spezifische Geschäftsmodelle bzw. Prozessabläufe, die so und nur so für die Additive Fertigung gültig sind. Folgende Themen umreißen diese speziellen Prozesse.

- Additive Manufacturing Produktionsprozess: Einführung, Klassifizierung und Definition
- Merkmale der generativen Fertigungstechnologie
- Technologieübersicht und Anwendungsbeispiele
- Wirtschaftliche Bedeutung der additiven Fertigungstechnologie
- Ökonomische Betrachtung des additiven Herstellungsprozesses



- Motivation für die Additivfertigung über den wirtschaftlichen Nutzen hinaus
- Erste erfolgreiche Schritte zur Nutzung der metallbasierten additiven Fertigung
- Konstruktionsregeln für die metallbasierte additive Fertigung
- Zukunftsperspektive des additiven Herstellungsprozesses

Beiträge von Experten aus der Industrie können die Vertiefung spezieller Themen übernehmen.

Lehr- und Lernmethoden

Lehrform: Seminaristischer Unterricht / Übung, Hausübungen

Medienform: Präsentation mit Beamer, Tafelanschrieb, Videos, Exponate, ergänzende Unterlagen über ilearn-Plattform

Besonderes

-

Empfohlene Literaturliste

Additive manufacturing: 3D printing for prototyping and manufacturing

Gebhardt, Andreas; (611 Seiten)

Carl Hanser Verlag; 2016

Additive Manufacturing Technologies

Gibson, Ian; 2014; (459 Seiten)

Springer Verlag; 2014

ausführliches Skript sowie ausgesuchte wissenschaftliche Veröffentlichungen über ilearn Plattform



MCS-9 Case Study Cyber-Physical production systems using AM

Modul Nr.	MCS-9
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Scherbarth
Kursnummer und Kursname	MCS2106 Case Study Cyber-Physical production systems using AM
Lehrende	Maja Köckeis Prof. Dr. Stefan Scherbarth
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Prüfungsarten	PStA
Gewichtung der Note	6 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

- Die Studierenden verstehen den Produktionsprozess der generativen Fertigung (Additive Manufacturing - AM) im Detail.
- Sie können die gängigen AM-Technologien benennen und transparent beschreiben.
- Die Studierenden können die AM-Prozesskette erklären.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der AM-Technologie ausführlich beschreiben.



- Die Studierenden können die wichtigsten wirtschaftlichen Prozesskennzahlen für die additive Fertigung berechnen.
- Die Studierenden kennen die Eckpfeiler für eine erfolgreiche Implementierung von metall-basierten AM-Technologien.
- Die Studierenden können die grundlegenden Konstruktionsregeln für einen metallbasierten AM-Prozess anwenden.
- Die Studierenden haben ein Verständnis für die Zukunftsperspektive der AM-Technologie.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Im Studiengang: MCS-8 Mastermodul: Masterarbeit, Masterseminar
Weiterführend: Promotion, bzw. Promotionsstudium

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorabschluss entsprechend der Studien- und Prüfungsordnung.

Inhalt

Themen, die im Rahmen der Case Study behandelt werden können:

- Entwicklungsunterstützender Einsatz
- Dezentrale Ersatzteilmontage
- Food-Printing
- Medizintechnische Anwendungen
- Bioprinting
- Reverse Engineering
- Tooling

Beiträge von Experten aus der Industrie können die Vertiefung spezieller Themen übernehmen. Die Case Studies werden als sog. Prüfungsstudienarbeit abgeprüft, also keine klassische Prüfungsklausur.

Lehr- und Lernmethoden

Gruppenarbeit, ILearn, Übungen, Präsentationen

Empfohlene Literaturliste

Additive manufacturing: 3D printing for prototyping and manufacturing

Gebhardt, Andreas; (611 Seiten)



Carl Hanser Verlag; 2016
Additive Manufacturing Technologies

Gibson, Ian; 2014; (459 Seiten)

Springer Verlag; 2014
ausführliches Skript sowie ausgesuchte wissenschaftliche Veröffentlichungen über ilearn
Plattform



MCS-10 Subject-related elective course (FWP)

Modul Nr.	MCS-10
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Firsching
Kursnummer und Kursname	Automotive Drive Systems Computer Networking and Secure Network Management Interactive Online (CNSM) FWP-Project Integrated Production Systems Introduction to Automata, Languages, and Computation Medical Image Processing for Interventional Applications Product Innovation Management in Emerging Markets Programming in C++ Python Tele-Experiments with Mobile Robots ERP Systems and Digital Transformation
Lehrende	Björn Franken Johannes Kigele Virtuelles Angebot vhb
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	FWP
Niveau	Postgraduate
SWS	0
ECTS	4
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 180 Stunden Virtueller Anteil: 60 Stunden Gesamt: 300 Stunden



Gewichtung der Note	4 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Deutsch, Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Im Rahmen des Moduls Fachwissenschaftliches Wahlpflichtfach können die Studierenden aus einem Angebot von verschiedenen FWP-Fächern wählen.

Den Studierenden wird unter anderem die Bearbeitung eines technischen Projektes angeboten, in dem sie in hohem Maße eigenverantwortlich und selbstorganisiert, dennoch aber angeleitet durch den Dozenten ein mit mechatronischen / cyberphysischen Systemen in Zusammenhang stehendes Thema bearbeiten.

Desweiteren werden Kurse angeboten, in denen die Studierenden die aktuellen Programmiersprachen erlernen bzw. vertiefen können, zum Beispiel Python oder C++.

Weitere Kurse vertiefen fachwissenschaftliche Themen auf dem Gebiet der mechatronischen und cyber-physischen Systeme.

Das Angebot wird jedes Semester überprüft und gegebenenfalls aktualisiert.

Nach Absolvieren des Modul FWP haben die Studierenden die im Teilmodul definierten Lernziele erreicht.

Im Modul FWP sollen folgende Kompetenzen vermittelt werden:

Fachkompetenz:

Die Kompetenzen ergeben sich aus dem gewählten FWP-Fach.

Methodenkompetenz:

Die Kompetenzen ergeben sich aus dem gewählten FWP-Fach.

Personale Kompetenz:

Die Kompetenzen ergeben sich aus dem gewählten FWP-Fach.

Soziale Kompetenz:

Die Kompetenzen ergeben sich aus dem gewählten FWP-Fach.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Alle Masterstudiengänge, in denen technisches Wissen zur Lösung komplexer Probleme vorausgesetzt wird.



Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Inhalt

Die Inhalte ergeben sich aus dem jeweiligen FWP-Fach.

Lehr- und Lernmethoden

Die Lehr- und Lernmethoden ergeben sich aus dem jeweilig gewählten FWP-Fach.

Besonderes

Im FWP-Fächerangebot befinden sich Kurse mit unterschiedlichen ECTS-Werten. Studierende werden darauf hingewiesen, Kurse so zu belegen dass mindestens 4 ECTS erreicht werden.

Die Art der Prüfung des gewählten FWP-Kurses richtet sich nach der jeweils gültigen Studien- und Prüfungsordnung.

Empfohlene Literaturliste

Die spezifische Literatur ergibt sich aus dem jeweiligen FWP-Fach.

Automotive Drive Systems

Ziele

Das Modul "Automotive and Industrial Drive Systems" stellt verschiedene elektrische Antriebssysteme vor, vermittelt die typischen Steuerungsmethoden und zeigt die besonderen Anforderungen im Automobil- bzw. Industrieumfeld. Das Thema gibt einen Überblick über elektrische Antriebssysteme für industrielle Anwendungen und in Fahrzeugen und stellt weitere nachhaltige Antriebskonzepte vor.

Die Studierenden erreichen die folgenden Lernziele:

Fachkompetenz:

- Fachgebiet Automobilelektrische Antriebssysteme
- Die Teilnehmer können Komponenten eines elektrischen Antriebsstrangs auflisten.



- Sie wissen, wie man die Pulsmuster einer Raum-Vektor-Modulation berechnet.
- Sie können die elektrochemischen Prozesse in Batterien beschreiben und ihr Verhalten erklären.
- Sie können Vor- und Nachteile eines elektrischen Antriebsstrangs gegenüber einem konventionellen, von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Fahrzeug gegenüberstellen.
- Sie können Hybridfahrzeugkonzepte und alternative Verbrennungsmotoren nennen.
- Sie können alternative Kraftstoffe auf ihre Anwendbarkeit im Automobil analysieren.
- Sie können verschiedene Antriebskonzepte für ihre Anwendung bewerten.
- Sonderfach Industrielle elektrische Antriebssysteme
- Die Teilnehmer verstehen den Aufbau eines mehrachsigen Bewegungssteuerungssystems.

Methodenkompetenz:

- Sie beherrschen die mathematischen Methoden einer feldorientierten Beschreibung von dreiphasigen elektrischen Maschinen.
- Sie können das dynamische Verhalten von dreiphasigen Synchron- und Asynchronmaschinen beschreiben.
- Sie können verschiedene Konstruktionsansätze für Drehzahlregelsysteme von elektrischen Antrieben nennen.
- Sie können Drehzahlregelsysteme für elektrische Antriebe entwickeln.

Personale Kompetenz:

- Erfassung und Übertragung der Systemterminologie.

Soziale Kompetenz:

- Die Schüler erarbeiten die Inhalte in Gruppen.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

keine

Inhalt

Automobile Electrical Drive Systems

1. Elektrischer Antriebsstrang

1.1. Motoren

1.2. Wechselrichtersteuerung mit Raumvektor-Modulation



1.3. Batterien

1.4. Ladekonzepte

2. Kraftstoffunterstützte Elektroautos

2.1. Brennstoffzellen

2.2. Hybridfahrzeuge

3. Nachhaltige Konzepte für Verbrennungsmotoren

3.1. Alternative Kraftstoffe

3.2. Alternative Verbrennungsmotoren

Industrial Electrical Drive Systems

1. Industrielle Antriebe

1.1. Allgemeine Eigenschaften

1.2. Energieeffizienzklassen

1.3. Bewegungssteuerung

1.4. Ladekonzepte

2. Dynamische Modelle von elektrischen Maschinen

2.1. Modellierung des dynamischen Verhaltens von Elektromaschinen

2.2. Clark / Park Transformation

2.3. Synchronmaschine mit dynamischem Modell

2.4. Asynchronmaschine mit dynamischem Modell

3. Geschlossener Regelkreis für elektrische Geräte

3.1. Allgemeiner Entwurf des Steuerungssystems



3.2. Drehzahlregelung für Gleichstrommaschinen

3.3. Entwurf der Steuerung für 3~ Maschinen

3.4. Direkte Drehmomentregelung

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeit

Empfohlene Literaturliste

R. Jurgen: Electric and Hybrid-Electric Vehicles. SAE international 2011.

J. Beretta: Automotive Electricity. Wiley 2010.

M. Ehsani / Y. Gao / S. Longo/ K. Ebrahimi: Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicle, 3. edition. CRC-Press 2019.

A. Emadi: Advanced Electric Drive Vehicles. CRC-Press 2015.

J. Erjavec: Hybrid Electric & Fuel Cell Vehicles, 2. edition. Delmar 2013.

I. Husain: Electric and Hybrid Vehicles, 2. edition. CRC-Press 2011.

A. Khajepour / S. Fallah / A. Goodarzi: Electric and Hybrid Vehicles. Wiley 2014.

B. Bose: Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall 2002.

G. Henneberger: Electrical Machines I. Lecture notes. Technical University Aachen 2002.

R. Dorf / R. Bishop: Modern Control Systems, 13. edition. Pearson Prentice Hall 2017.

Verschiedene Zeitschriften

Anwendungshinweise



Computer Networking and Secure Network Management Interactive Online (CNSM)

Ziele

Der Kurs ist in zwei Teile gegliedert:

Teil I: Grundlagen der Computervernetzung

Teil II: Sichere Verwaltung von Computernetzwerken

Teil I: Grundlagen der Computervernetzung

Zunächst wird das standardisierte ISO/OSI-Computernetzwerkmodell vorgestellt und mit dem auf RFC-Spezifikationen basierenden TCP/IP-Modell verglichen; die Rollen und Merkmale jeder der Schichten beider Modelle werden vorgestellt.

Die wichtigsten Protokolle und Dienste jeder Schicht, die für die Vernetzung der lokalen und entfernten Computer verwendet werden, werden ebenfalls in Form eines Top-Down-Ansatzes vorgestellt. Alle Protokolle werden mit Hilfe von virtuellen Fernlabors und Analysewerkzeugen wie Wireshark praktisch analysiert. Die Rollen und die Hauptmerkmale der Netzwerkkomponenten, d.h. Hub, Switch, Router und DNS-Server, werden ebenfalls angesprochen. Ihr Betrieb wird anhand der virtuellen Fernlabors und experimentellen virtualisierten Netzwerkkonfigurationen gezeigt und getestet. Es gibt auch ein Projekt (Programmierung einer einfachen Anwendung auf der Basis von TCP- und UDP-Sockets), das eine Voraussetzung für die Zulassung zur Abschlussprüfung ist.

Angebote Lehrressourcen: Tutorials, Laboranleitungen, virtualisierte Ready-Set-Netzwerkkonfiguration (auf den PCs der Studenten herunterladbar), Fallstudien, Foren, Prüfungsmuster, Supportmaterial für Studenten

Teil II: Sichere Verwaltung von Computernetzwerken

Zunächst werden die Rolle und die Ziele des Netzwerkmanagements (NM) für eine Organisation angesprochen. Verschiedene Standard- und private Management-Informationsbasen (MIB) und Remote-MIBs werden vorgestellt. Die verschiedenen Arten von Netzwerkmanagement-Tools, d.h. OpenNMS, NetFlow Collector, sowie die Netzwerkmanagementprotokolle SNMPv2/v3, NetFlow und OpenFlow-Netzwerkmanagementprotokolle werden auf der Grundlage virtualisierter, experimenteller virtueller Netzwerke und Software-Tools praxisnah vorgestellt.

Es werden auch Experimente zu den Grundlagen der Netzwerkangriffstypen Reconnaissance und DoS und deren Auswirkungen auf Netzwerkkomponenten und Netzwerkanwendungen durchgeführt, um praktische Erfahrungen zu sammeln. Es wird ein Verständnis für die Notwendigkeit von Schutzwerkzeugen und die verschiedenen Arten von Werkzeugen gewonnen. Legacy-Schutzwerkzeuge und andere Techniken zum Schutz der Netzwerkkomponenten (FW, IPS, VPN) werden behandelt. Darüber



hinaus werden sichere Managementkonzepte (z.B. Migration zu NGFW, NGIPS, Sandbox) zum Schutz gegen neue Arten von Angriffen (z.B. Lösegeld, Protokollanomalien) implementiert. Darüber hinaus wird das Bewusstsein für die Sicherheitsanforderungen von Organisationen an den Netzwerkschutz geschärft.

Angebotene Lehrmittel: Tutorials, Laboranleitungen, virtualisierte Ready-Set-Netzwerkconfiguration (auf Studenten-PCs herunterladbar), Fallstudien, Foren, Prüfungsmuster, Supportmaterial für Studenten

Kollaboratives und kumulatives Projekt für Teil II: Programmierung und Implementierung eines sicheren Software Defined Network (SDN) unter Verwendung von Snort als Detektor für Eindringlingsangriffe. Das Projekt wird in kollaborativer Weise von internationalen Teams von 2-3 Studenten durchgeführt. Das Projekt ist kumulativ, d.h. jeder Projektschritt basiert auf dem durch die vorhergehenden Schritte vorgegebenen Rahmen. Das Projekt ist obligatorisch für die Zulassung zur Abschlussprüfung.

Inhalt

Inhalt:

Teil I: Grundlagen der Computervernetzung

- Terminologie der Computernetzwerke
- Architektur von Computernetzwerken
- Anwendungsschicht
- Transportschicht
- Netzwerkschicht
- Multiprotokoll-Etikettenumschaltung (MPLS)
- Verdrahtete Netzwerke der Datenverbindungsschicht
- Drahtlose Netzwerke der Datenverbindungsschicht
- Multimedia-Technologie

Teil II: Sichere Verwaltung von Computernetzwerken

- Erhebungen zu den Grundlagen von Computernetzwerken
- Netzwerkmanagement (NM)-Architektur
- Management-Informationsbasen (MIBs)
- NM-Protokolle
- Verwaltung der Netzwerksicherheit
- Verwaltung des Netzwerkschutzes

Detaillierter Inhalt:

Teil I: Grundlagen der Computervernetzung

- Terminologie für Computernetzwerke
- Architektur von Computernetzwerken: ISO/OSI versus TCP/IP-Modelle, Rolle der Schichten, Schnittstellen und Protokolle zwischen den Schichten



- Anwendungsschicht: Dienste, Anwendungsprotokolle (HTTP, FTP, E-Mail, DNS)
- Transportschicht: TCP-Protokoll (Sockets, analysieren, Fehlerfälle), UDP-Protokoll (analysieren), Anwendungsprogrammierung mit TCP/UDP-Sockets
- Network Layer: Adressierung in globalen Netzwerken, Subnetting, Routing im Internet, Routing-Algorithmen, Routing-Protokolle (RIPV2 & OSPF), Routing-Tabellen, ICMP-Protokoll, Protokollanalysen, Router-Betrieb
- Multiprotokoll-Etikettenumschaltung (MPLS)
- Data Link Layer verkabelte Netzwerke: CSMA/CD-Protokoll, Ethernet-Versionen, Ethernet-Analysen, VLAN-Prinzip, WAN-Protokolle, Switch-Betrieb
- Drahtlose Netzwerke der Datenverbindungsschicht: CSMA/CA-Protokoll gemäß IEEE 802.11, Nachrichteanalyse, Access-Point-Betrieb
- Multimedia-Technologie: VoIP-Betrieb, RTP, RTCP, SIP, G.711, G.723-Protokolle, Analysen von VoIP-Protokollen

Teil II: Sichere Verwaltung von Computernetzwerken

- Erhebungen zu den Grundlagen von Computernetzwerken: MAC-Steuerung, TCP/IP-Stack, STP-Protokoll, VLANs, Subnetting, Routing-Algorithmen, Routing-Protokolle, Routing-Tabellen, QoS, CoS
- Netzwerkmanagement (NM)-Architektur: Referenzmodell, NM-Altfunktionen, Proxy-Architektur, richtliniengesteuerte Architektur, EVAS-NM-Architektur (Endpunkt-Visualisierung, Zugriff und Sicherheit), Software Defined Networks-Architektur (SDN), Mininet
- Management-Informationsbasen (MIBs): Standard- und private MIBs (MIB II, RMON1, RMON2, ASN.1), Sprache, Struktur der Managementinformation (SMI), grundlegende Kodierungsregeln (BER), NM-Systeme (OpenNMS, NetFlow Collector)
- NM-Protokolle: SNMPv2, Sicheres SNMPv3, NetFlow, NetCONF, OpenFlow für SDNs, Fallstudie basierend auf Mininet
- Verwaltung der Netzwerksicherheit: Vertraulichkeits-Integritäts-Verfügbarkeits-Modell, Verwaltung der Netzwerkzugangskontrolle (NAC), Legacy-NAC unter Verwendung von Std. IEEE 802.1X und RADIUS;
- Fallstudie: NAC unter Verwendung von Policy Governed Network CISCO-ISE; Verwaltung von Transport Layer Secure Connections (SSL, TLS); Verwaltung von Network Layer Security (IPSec und VPNs); Verwaltung von Network Access Decision Control unter Verwendung von Policy Engines
- Verwaltung des Netzwerkschutzes: Art der Angriffe (Aufklärung, Denial of Service (DoS), DDoS), Fallstudien von Netzwerkangriffen, Verwaltung von Schutzmethoden (Paketfilterung, ACL, PAT/NAT, FW, VLAN, Honeybots,



FW der nächsten Generation (NGFW), IPS der nächsten Generation (NGIPS), Verwaltung von Sandboxing-Schutz)

Laboraufträge:

- Verwaltung von statischem/RIPv2/OSPF-Routing
- Überwachung/Steuerung von CNs mit SNMP v2 & v3 und MIBII-Technologie
- Überwachung der CN-Sicherheit mit OpenNMS und SNMP
- Überwachung der CN-Sicherheit mit NetFlow Prot. und NetFlow Collector
- Konfigurieren/Analysieren des CN-Schutzes mit FW- und NAT-Tools
- Programmierung, Einsatz und Analyse verschiedener CN-Angriffe (Aufklärung, DoS)
- Konfigurierung/Analyse des VPN-basierten Schutzes des Datenverkehrs mit OpenVPN
- Konfigurieren/Analysieren des IPS-Schutzes mit Snort
- Konfigurieren/Analysieren von Netzwerk-Angriffen mit Cuckoo Sandbox
- Überwachen/Kontrollieren von SDN-basierten CNs mit Mininet

Alle Aufträge werden unter Verwendung des virtuellen Laborcontainers mit bereits installierten Netzwerkkomponenten und Softwarepaketen durchgeführt. Die Netzwerkkomponenten basieren auf virtuellen Maschinen und Open-Source-Softwaretools wie Wireshark, Vynos Router mit Unterstützung von MIBII und SNMPv2&3, NetFlow Agents, OpenNMS, NetFlow Collector, Snort, OpenVPN, Mininet und OpenvSwitch. Alle Zuweisungen sind für die Zulassung zur Prüfung obligatorisch.

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Virtuelles Seminar

Interaktionsformen mit dem System/Betreuer:

E-Mail, Kooperation Lerner/Betreuer bei der Aufgabenbearbeitung, Übungsaufgaben für Selbstlernbetrieb

Interaktionsformen mit Mitlernenden:

E-Mail, Forum



FWP-Project

Ziele

Im Rahmen des Moduls Fachwissenschaftliches Wahlpflichtfach wird den Studierenden die Bearbeitung eines technischen Projekts angeboten, in dem sie in hohem Maße eigenverantwortlich und selbstorganisiert, dennoch aber angeleitet durch den Dozenten ein, mit mechatronische / cyberphysischen Systemen in Zusammenhang stehendes Thema bearbeiten. Es wurden bereits folgende Projekte durchgeführt:

- 1 Integration of optical surface analytics in a CNC machine
- 2 RoboCup 2020

Nach Absolvieren des Projekts haben die Studierenden folgende Lernziele erreicht:

- Einordnung des Projektthemas in das Gesamtthema der mechatronischen und cyberphysischen Systeme
- Erarbeitung einer Projektorganisation zur erfolgreichen Umsetzung des Projekts
- Anwenden erlernten Wissens aus bereits absolvierten Modulen des Masterstudiengangs auf die spezifische Lösung der Projektaufgabe

Im Projekt sollen folgende Kompetenzen vermittelt werden:

Fachkompetenz:

Die erforderlichen Fachkompetenzen orientieren sich am gestellten Projektthema. Im Projekt 1 lag der Schwerpunkt der Fachkompetenzen auf

- Softwareentwicklung für embedded control
- Anwendung von Fachwissen aus dem Bereich Antriebstechnik und Messtechnik

Im Projekt 2 lag der Schwerpunkt der Fachkompetenzen auf:

- Anwendung des Wissens über kollaborative Roboter
- Umsetzung der Prinzipien cyberphysischer Systeme auf ein mobiles Robotersystem

Methodenkompetenz:

Die Studierenden verstehen die Zusammenführung von Methoden aus unterschiedlichen Fachgebieten zu einem komplexen Gesamtergebnis.

Personale Kompetenz:

Die Studierenden setzen sich mit Methoden der Projektorganisation auseinander. Sie erkennen Probleme im Projektablauf und erlernen, Lösungen in einer Teamstruktur mit verteilten Aufgaben zu bearbeiten.

Soziale Kompetenz:

Die Studierenden werden befähigt, sich über technische Probleme hinaus mit Teamstrukturen auseinanderzusetzen.



Inhalt

Die Inhalte ergeben sich aus dem jeweiligen Projektthema

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Angeleitete Teamarbeit

Seminaristische Vermittlung von Fachwissen, das im Projektteam nicht im erforderlichen Maße vorhanden ist (Beispiel: Spezielle Kenntnisse der PLC- oder Mikrocontrollerprogrammierung, Einsatz von industriellen Bussystemen)

Empfohlene Literaturliste

Die spezifische Literatur ergibt sich aus dem jeweiligen Projektthema

Integrated Production Systems

Ziele

Die Teilnehmer dieses Kurses erhalten einen Überblick über die Aufgaben eines Produktionsleiters in einem internationalen Unternehmen:

- Motivation, Philosophie und Ziele
- Methoden und Werkzeuge
- Erfahrungen aus der industriellen Praxis
- Überblick über die aktuelle Situation der Produktionssysteme von global agierenden Unternehmen

Nach Abschluss des Kurses "Integrierte Produktionssysteme" verstehen die Studierenden:

- die wesentlichen Merkmale des Lean-Konzeptes
- die Bedeutung der bestehenden Lean Principles
- die Prinzipien und Ziele des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und sind in der Lage, die wichtigsten entsprechenden Methoden und Techniken anzuwenden
- den Unterschied zwischen technologie- und prozessorientierter Produktion
- die Gründe für mögliche Strukturen und Grundprinzipien der globalen Produktion und der entsprechenden Lieferketten



- die Prinzipien und Ziele des TQM-Ansatzes und sind in der Lage, die wichtigsten entsprechenden Methoden und Techniken anzuwenden
- das Jidoka-Prinzip und die daraus resultierenden potenziellen Vorteile
- das TPM-Konzept mit seinen acht Säulen und dessen Anwendung
- die Stoff- und Energieflüsse von produzierenden Unternehmen sowie Einflussfaktoren und deren Quantifizierung
- die Bedeutung von Informationen in Produktionsprozessen
- die Terminologie und die Grundlagen von Lean Development und Lean Administration

Inhalt

- Historische Herleitung, Definition und Grundbegriffe traditioneller und integrierter Produktionssysteme (Taylorismus und seine Umsetzung durch Henry Ford); kritische Analyse der klassischen Methoden der Aufgabenverteilung; Lean Production als Lösungsansatz für die aufgezeigten Probleme.
- Beschreibung der Grundpfeiler integrierter Produktionssysteme (kontinuierlicher Verbesserungsprozess, Total Quality Management, Wertstrommethode, Flussprinzip, die Rolle der Mitarbeiter im Rahmen des Lean Managements)
- Methoden und Werkzeuge des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses: Ishikawa-Diagramm, Pareto-Analyse, A3-Bericht, 5-W
- Prozessorientierte Produktion: Differenzierung zur technologieorientierten Produktion, Beschreibung der Schlüsselemente der fließorientierten Produktion: Kanban, Just in Time, One Piece Flow, Heijunka
- Globale Produktionsnetzwerke im Kontext des Supply Chain Managements: Grundlagen des Supply Chain Managements, Supply Chain Strukturen, Supply Chain Strategien
- Grundlagen, Elemente und Instrumente des Total Quality Management (TQM): Kundenorientierung vor dem Hintergrund der Globalisierung, Mitarbeiterbindung und -unterstützung, Risiken bei der Umsetzung von TQM, Overall Equipment Efficiency (OEE) als Messgerät
- Jidoka und Low Cost Automation (LCA): Erklärung des Jidoka-Prinzips und der damit verbundenen Tools (Poka Yoke, Andon), Beschreibung der LCA-Philosophie (Fünf-Stufen-Konzept), Richtlinien und Checklisten für die Einführung von LCA-Systemen.
- Total Productive Maintenance (TPM): Beschreibung von sieben Schritten zur Realisierung von TPM, Überblick über TPM-Tools: Makigami, Wertstrommethode etc., Umsetzung des TPM-Konzeptes in die Praxis
- Material- und Energieeffizienz: Messmethoden zur Ermittlung von Verbräuchen, Strategien zur Verbrauchsreduzierung, Methoden zur



Erschließung der Energieeinsparpotenziale in der Praxis, Übertragung des Lean-Konzepts auf den Energiewertstrom

- Übertragung des Lean-Konzeptes auf die Informationsbereitstellung und -verteilung, CAD/CAM-Methoden, Product Lifecycle Management (PLM), Enterprise Resource Planning (ERP)
- Lean Development: Einführung in die Produktentwicklung nach dem Lean-Konzept, Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung des Produktentwicklungsprozesses, Instrumente zur Ergebnismessung.
- Lean Administration: Übertragung der Lean-Methoden auf Verwaltungs- und Managementprozesse, Identifizierung von Verwaltungsprozessen und entsprechenden Verschwendungsraten.
- Wiederholung der Inhalte und Vorbereitung der schriftlichen Prüfung

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Virtuelle Vorlesung

Kooperation zwischen Studierenden und Dozenten im Bearbeiten von Aufgaben, Übungen, Übungen zum Selbststudium, E-Mail

Cooperation between learner and supervisor in task processing, exercises, exercises for self-learning, e-mail

Introduction to Automata, Languages, and Computation

Ziele

Der Kurs vermittelt den Studierenden Grundkenntnisse in der Automatentheorie, in formalen Sprachen und der Berechenbarkeitstheorie. Diese Lehrinhalte der theoretischen Informatik stellen etablierte Elemente heutiger Curricula der Wirtschaftsinformatik und Informatik dar. Sie zeigen insbesondere Denkmuster und Strukturen auf, die als solide Basis für die gesamte Wirtschaftsinformatik und Informatik in ihren zahlreichen Facetten dienen. Der Kurs vermittelt damit die in den Studien- und Prüfungsordnungen der beteiligten Hochschulen geforderten Fähigkeiten, (wirtschafts-) informatische Probleme mittels etablierter Konzepte der Informations- und Kommunikationstechnologien zu lösen.

Die Lern- und Qualifikationsziele, die mit diesem Kurs erreicht werden sollen, lassen sich nach Kompetenzstufen unterteilen, die auf alle Bereiche der Informatik Anwendung finden, in denen die Theoretische Informatik (TI) als Grundlagenfach unterrichtet wird:



(1) Kompetenzstufe "*Wiedergabe*":

Nach erfolgreicher Beendigung dieses Kurses sind die Kursteilnehmer in der Lage, die Bedeutung verschiedener Automaten und formaler Sprachen für spezifische Entscheidungsprobleme der Informatik zu erkennen und wiederzugeben sowie zentrale Begriffe der TI zu definieren.

(2) Kompetenzstufe "*Wissen und Anwenden*":

Die Kursteilnehmer sind in der Lage, die erlernten Automaten, formalen Sprachen und Vorgehensweisen der theoretischen Informatik zur Modellierung und Lösung von Entscheidungsproblemen zu erklären und anzuwenden. Sie können die Komplexität von Problemen bewerten und daraus Algorithmen zu deren Lösung ableiten.

(3) Kompetenzstufe "*Probleme bearbeiten*":

Die Kursteilnehmer haben einen guten Überblick über grundlegende Konzepte der theoretischen Informatik. Dies erlaubt es ihnen, (wirtschafts-)informatische Problemstellungen (z. B. bei Fragen im Rahmen einer Bachelorarbeit) eigenständig zu analysieren und zu lösen. Sie sind darüber hinaus in der Lage, formale Aspekte (wirtschafts-)informatischer Fragestellungen mit Hilfe grundlegender Verfahren aus der Automaten-, Berechenbarkeits- und Komplexitätstheorie zu untersuchen.

Inhalt

Der Kurs vermittelt die Grundlagen der Theoretischen Informatik (TI) in den Bereichen Automaten, Formale Sprachen und Berechenbarkeit. Im Speziellen deckt dieser Kurs folgende Themengebiete ab:

- Formale Sprachen und Automatentheorie
- Alphabete, Wörter, Sprachen. Informationsgehalt von Wörtern,
Sprachen zur Problembeschreibung (speziell: Entscheidungsprobleme)
- Deterministische und nichtdeterministische Endliche Automaten und deren Äquivalenz,



Minimierung von Automaten, Grenzen von endlichen Automaten

- Abschlusseigenschaften regulärer Sprachen
- Grammatiken und Chomsky Hierarchie
- Berechenbarkeitstheorie
- Mächtigkeit und Abzählbarkeit
- Turing Maschinen und äquivalente Varianten
(z.B. Mehrband-Turingmaschine, nichtdeterministische Turingmaschine)
- Kodierung von Turingmaschinen
- Grenzen der Berechenbarkeit: Methode der Diagonalisierung und Methode der Kolmogorov-Komplexität
- Satz von Rice
- Komplexitätstheorie
- Komplexitätsmaße

Gliederung:

Der Kurs gliedert sich insgesamt wie folgt:

1. **Endliche Automaten**

- a) Deterministische endliche Automaten (DFA)
- b) Nichtdeterministische endliche Automaten (NFA)

2. **Reguläre Ausdrücke und Sprachen**

- a) Reguläre Ausdrücke (RA) und Sprachen (RL)
- b) Äquivalenz von DFA, NFA und RA
- c) Eigenschaften von RL
- d) Pumping-Lemma für RL



e) Automatenminimierung

3. Kontextfreie Grammatiken und Sprachen

a) Kontextfreie Grammatiken (CFG) und Sprachen (CFL)

b) Parse-Bäume

c) Normalformen

d) Pumping-Lemma für CFL

e) Eigenschaften von CFL

4. Keller-Automaten

a) Keller-Automaten (PDA)

b) Äquivalenz von PDA und CFG

c) CYK-Algorithmus

5. Turing-Maschinen und Berechenbarkeit

a) Turing-Maschinen

b) Berechenbarkeit & Church-Turing-These

c) Alternative Berechnungsmodelle (Programmiersprachen)

6. Komplexitätsklassen

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Virtuelle Vorlesung

Interaktionsformen mit dem System/Betreuer:

Chat

Interaktionsformen mit Mitlernenden:

Forum



Medical Image Processing for Interventional Applications

Ziele

In diesem Kurs lernen Sie verschiedene Techniken kennen, um medizinische Bilder für den klinischen Einsatz oder als Vorverarbeitungsschritt zu verbessern. Von dort aus werden Methoden zur Bildanalyse vorgestellt und detailliert beschrieben. Sowohl eine optimale Nutzung der Daten als auch die Analyse des Bildinhalts sind wichtige Ziele für praktisch jede Anwendung der interventionellen Bildgebung. Die gezeigten Methoden umfassen Superauflösung, epipolare Konsistenz, tiefes Lernen und mehrere fortgeschrittene Rekonstruktionsmethoden.

Inhalt

Inhalt:

1. Einführung in den Kurs
- 2.1. Merkmale
- 2.2. Bildverbesserung
- 2.3. Super-Auflösung
- 2.4. Tiefes Lernen
- 3.0. Projektionsmodelle
- 3.1. Epipolare Geometrie
- 3.2. Faktorisierung
- 3.3. Segmentierung
- 4.1. Variationsrechnung
- 4.2. Wiederaufbau

Detaillierter Inhalt:

Ausgefeilte Methoden sind eine Voraussetzung für die Bildgebung, die bei medizinischen Eingriffen eingesetzt wird. Zusätzlich zu den in unserem Begleitkurs Medizinische Bildverarbeitung für diagnostische Anwendungen gezeigten Methoden untersuchen wir Methoden, die zur Bildanalyse und zur Bildverbesserung (wie z.B. die Entrauschung



von Bildern) eingesetzt werden, um eine optimale Anwendbarkeit im Hinblick auf die Überwachung eines Patienten sowie die richtige Diagnose und Behandlung zu gewährleisten.

Nach einer Einführung wird das Konzept der Merkmale erläutert und Merkmalsdeskriptoren, die häufig in den verschiedensten bildgebenden Verfahren verwendet werden, z.B. Vesselness, werden detailliert beschrieben.

Anschließend werden Filterverfahren mit und ohne Vorwissen sowie Techniken zur Akkumulation der Informationen aus mehreren Aufnahmen derselben Szene erarbeitet. Der Student wird auch mehrere dieser Methoden in Python implementieren.

Da sich tiefes Lernen entwickelt hat und sich in vielen Bereichen als eine der vielversprechendsten Möglichkeiten erwiesen hat, Daten zu analysieren und Lernmodelle für die weitere Verwendung zu erstellen, geben wir eine Einführung in neuronale Netze und diskutieren einige Anwendungen.

Als Nächstes werfen wir einen mathematisch inspirierten Blick auf Projektionsmodelle und die Entsprechungen von Bildpunkten aus zwei verschiedenen Kameraperspektiven, was schließlich zur Formulierung von Konsistenzbedingungen führt.

Darüber hinaus diskutieren wir Methoden zur Ultraschallabbildung und Segmentierung, einschließlich statistischer Formmodelle.

Im letzten Teil wird die Nützlichkeit der Variationsrechnung mit Anwendung in der Bildregistrierung gezeigt. Wir besprechen auch einige Methoden, wie mit Bewegung bei der Bildrekonstruktion umgegangen werden kann.

Der Student muss im Kurs mehrere Übungen lösen, die auch die Implementierung von Schlüsselmethoden in Python beinhalten.

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Virtuelle Vorlesung

Interaktionsformen mit dem System/Betreuer:

E-Mail, Übungsaufgaben für Selbstlernbetrieb

Interaktionsformen mit Mitlernenden:

Forum, E-Mail



Product Innovation Management in Emerging Markets

Ziele

Der Kurs "Product Innovation Management in Emerging Markets" richtet sich an zukünftige Manager und Unternehmer, die die Trends im Management von Produktinnovationen in einem Emerging-Markets-Kontext verstehen wollen. Der Kurs umfasst eine Kombination aus Online-Vorlesungen, Videos, Keynotes und Fallstudien, in denen sich die Teilnehmer mit dem Management von Produktinnovationen in aufstrebenden Volkswirtschaften beschäftigen. Die Kursinhalte umfassen:

Eine Einführung in das Produktinnovationsmanagement in Schwellenländern

Grundlegende Definitionen und Konzepte von aufstrebenden Märkten sowie Innovation

Klassifikation und Fallstudien von Innovationen aus Schwellenländern: z.B. Sparsame Innovation, Jugaad-Innovation, Reverse Innovation

Ein Diskurs über die Transformation von Forschungs- und Entwicklungs- und Innovationsstrategien

Aktuelle Trends und Ausblick auf das Produktinnovationsmanagement in Schwellenländern

Lernziele:

Die Studierenden werden ...

... mit der wissenschaftlichen Literatur über Produktinnovationsmanagement in Schwellenländern vertraut machen,

... grundlegende Konzepte von Innovation und aufstrebenden Märkten verstehen,

... verschiedene Arten von Innovationen aus den Schwellenländern kennen lernen,

... ihr Wissen über Innovation in Schwellenländern in Fallstudien anwenden und

... lernen, die Fallstudienmethode im Rahmen eines interdisziplinären Teams anzuwenden (Gruppenpräsentation)

Wichtige Informationen zur Prüfungsanmeldung:

- FAU-Studierende: Anmeldung über MeinCampus UND das vhb-Portal
- Studierende der Uni Bamberg: Anmeldung über das vhb-Portal



- Studierende anderer Hochschulen: Anmeldung über das Portal der vhb

Inhalt

Inhalt:

- 1 Allgemeine Informationen
- 2 Einleitung
- 3 Wie wir die aufstrebenden Märkte definieren
- 4 Wie wir Innovation definieren
- 5 Zwangsbasierte Innovation
- 6 Umgekehrte Innovation
- 7 Transformation von Strategien
- 8 Ausblick auf die Zukunft
- 9 Gruppenzuweisung

Detaillierter Inhalt:

- 1 Allgemeine Informationen - Kursbeschreibung - Kursstruktur - FAQ - Kursforum - Richtlinien für Fallstudien - Glossar
- 2 Einführung - Lernziele - Veränderung von Geschäftsmodellen - Lokalisierung - Internationalisierung - Zusammenfassung - Weitere Informationen
- 3 Wie wir Schwellenmärkte definieren - Lernziele - Was sind Schwellenmärkte - Merkmale - Vergleich zwischen entwickelten und aufstrebenden Märkten - Wachstumstreiber von Schwellenmärkten - Schwellenländer - BRICS - Vorteile der Geschäftstätigkeit in Schwellenmärkten - Klassifizierung der Länder - Zusammenfassung - Weitere Informationen
- 4 Wie wir Innovation definieren - Lernziele - Definitionen - Der Innovationsprozess - Schwellenländer als Innovationslabor - Innovationsansätze in Schwellenländern - Zusammenfassung - Weitere Informationen
- 5 Constraint-basierte Innovation - Lernziele - Einführung - Was ist Jugaad - Von Jugaad zur sparsamen Innovation - Was ist sparsame Innovation - Fallstudien - Zusammenfassung - Weitere Informationen



6 Reverse Innovation - Lernziele - Einführung - Was ist Reverse Innovation - Reverse Innovation gewinnt an Dynamik - Glokalisierung vs. Reverse Innovation - Reverse Innovation beginnt - Fallstudien - Zusammenfassung - Weiterführende Literatur

7 Transformation von Strategien - Lernziele - Stärken und Schwächen der BRIC-Länder - Geschäfte in Schwellenländern machen - Hauptrisiken in Schwellenländern - Zusammenfassung - Weiterführende Literatur

8 Zukunftsperspektiven - Lernziele - Entstehung globaler Giganten - Internationalisierungsmotive von Unternehmen in Schwellenländern - Unternehmenstypen und Internationalisierungsstrategien - Kommende Trends - Zusammenfassung - Weiterführende Literatur

9 Gruppenzuweisung

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Virtuelle Vorlesung

Interaktionsformen mit dem System/Betreuer:

Übungsaufgaben für Selbstlernbetrieb, Chat

Interaktionsformen mit Mitlernenden:

Chat, Forum, Gemeinsame Aufgabenbearbeitung

Programming in C++

Ziele

Die Lehrveranstaltung vermittelt in zwei Kursteilen die Grundlagen der Programmiersprache C++.

Teil 1 ist geeignet für Programmieranfänger und Teilnehmer mit C/C++-Grundkenntnissen. Teil 2 behandelt vor allem dynamische Objekte und C++-Spezialfragen und wendet sich an Fortgeschrittene. Die beiden Kursteile können unabhängig voneinander, oder auch im Zusammenhang in einem Semester bearbeitet werden.

Der Schwerpunkt der Lernumgebung liegt auf der praktischen Anwendung der vermittelten Konzepte und Syntaxelemente.

Lern-/Qualifikationsziele:



Im Teil 1 (Grundlagen) werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer befähigt, die Grundlagen einer objektorientierten Programmiersprache in Theorie und Praxis zu erlernen und zur Lösung von einfachen Anwendungsproblemen der Wirtschaftsinformatik einzusetzen.

Im Teil 2 werden fortgeschrittene Programmierkonzepte einer objektorientierten Programmiersprache vermittelt. Die Studierenden eignen sich dabei Kompetenzen und Erfahrungen zur Lösung komplexer Anwendungsproblemen der Wirtschaftsinformatik an.

Inhalt

Teil 1 C++ für Anfänger (statisch)

- 1 Einführung in die objektorientierte Programmierung: C++
 - 1.1 Entwicklung von C+
 - 1.2 Einführung in die Programmierumgebung: C++
- 2 Basis-Syntax in C++
 - 2.1 Ausdruck und Anweisung
 - 2.2 Datentypen
 - 2.3 Variablen
 - 2.4 Rechenoperatoren
 - 2.5 Funktionen
 - 2.6 Ein- und Ausgabe
- 3 Kontrollstrukturen
 - 3.1 Verzweigungen
 - 3.2 Schleifen
- 4 Felder und Zeichenketten
 - 4.1 Felder
 - 4.2 Strings (Zeichenketten)
 - 4.3 Sortieren
- 5 Paradigmen der Objekt-Orientierung (OO)
 - 5.1 Überblick
 - 5.2 Die wichtigsten Grundlagen
 - 5.3 Vorteile der objektorientierten Vorgehensweise
 - 5.4 Objekte
 - 5.5 Klassen
 - 5.6 Vererbung
 - 5.7 Abschließendes Beispiel



6 Das Klassenkonzept in C++

6.1 Was ist eine Klasse?

6.2 Attribute einer Klasse in C++

6.3 Methoden einer Klasse in C++

7 Beispielanwendung: KONTOVERWALTUNG

7.1 Anforderungen

7.2 Analyse

7.3 Deklaration einer Klasse

7.4 Hauptprogramm

7.5 Vollständiges Programm

8 Spezielle Klasseneigenschaften und –methoden

8.1 Konstruktoren

8.2 Destruktor

8.3 Elementinitialisierungsliste

8.4 Überladen von Funktionen/Methoden

8.5 Static

9 Vererbung

9.1 Motivation

9.2 Deklaration und Zugriffsrechte

9.3 Initialisierung

Teil 2: C++ für Fortgeschrittene (dynamisch)

1 Dateiverarbeitung & Fehlerbehandlung

1.1 Dateioperationen

1.2 Fehlerbehandlung

2 Referenzen und Zeiger

2.1 Definition von Zeiger

2.2 Dereferenzierung von Zeigern

2.3 Zugriffsmöglichkeiten bei Zeigern

2.4 Zeiger auf Felder

2.5 Referenz

2.6 Funktionsparameter als Zeiger oder als Referenz (call-by-reference)

2.7 Zeiger auf Zeiger

2.8 Elementoperatoren

2.9 Beispiel

3 Verwenden von Objekten



- 3.1 Der this-Zeiger
- 3.2 Objekte als Argumente
- 3.3 Objekt als Return-Wert
- 4 Speicherreservierung zur Laufzeit
 - 4.1 Lokale versus dynamische Speicherbelegung
 - 4.2 Dynamische Speicherverwaltung (new/delete)
- 5 Verkettete Listen
 - 5.1 Einfach verkettete Liste
 - 5.2 Sequentielle Container
 - 5.3 Doppelt verkettete Liste, Bäume, Graphen
- 6 Klassen
 - 6.1 Vererbung
 - 6.2 Mehrfachvererbung
 - 6.3 Polymorphismus (Vielgestaltigkeit)
 - 6.4 Abstrakte Klasse
- 7 Überladen von Operatoren
 - 7.1 Übersicht aller Operatoren
 - 7.2 Überladbare und nicht überladbare Operatoren
 - 7.3 Motivation zur Operatorüberladung
 - 7.4 Syntax der Operatorüberladung
 - 7.5 Beispiele
- 8 Templates
 - 8.1 Funktions-Templates
 - 8.1.1 Deklaration und Definition von Funktions-Templates
 - 8.1.2 Instanziierung
 - 8.1.3 Überladung
 - 8.2 Klassen-Templates
 - 8.2.1 Deklaration und Definition von Klassen-Templates

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Virtuelle Vorlesung



Übungsaufgaben, Übungsaufgaben für Selbstlernbetrieb, E-Mail

Die Teilnehmer werden intensiv durch E-Tutoren betreut.

Jeder Kursteil beinhaltet ein Skript mit vielen praktischen Beispielen.

Außerdem enthält jedes Kapitel Videotutorials, Lernzielkontrollen (Selbsttests) sowie Programmierübungen mit Musterlösungen.

In jedem Kursteil sind zudem zwei Programmierübungen anzufertigen, die vom E-Tutor korrigiert und bewertet werden und als Zugangsvoraussetzung zur angebotenen Präsenzprüfung dienen.

Python

Ziele

Die Vorlesung "Python" vermittelt Grundkenntnisse über die Programmiersprache Python. Python ist bereits weit verbreitet und wird in der Industrie eingesetzt.

Nach Abschluss dieses Moduls haben Studierende die folgenden Lernziele erreicht:

Fachkompetenz:

- o Programmiersprache Python
- o Typische Ausdrücke in der Programmierung

Methodenkompetenz:

- o Bestehenden Programmiercode verstehen, analysieren und ändern
- o Fehleranalyse und -bewältigung

Personale Kompetenz:

- o Einfache Python-Anwendungen konstruieren
- o Verständnis anderer pythonbasierte Programme und deren Funktionalität

Soziale Kompetenz:



- o Teamarbeit im Rahmen eines Projekts

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Bachelorabschluss in Mechatronik, Maschinenbau, Elektrotechnik oder Bachelorabschluss in Wirtschaftsingenieurwesen, technischer Physik oder Informatik.

Inhalt

- o Variablen
- o Wenn-Klauseln
- o Loops
- o Funktionen
- o Klassen
- o Inputs
- o Ausnahmen
- o GUIs
- o Dokumentation
- o Projekte
- o Decorators

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

In den Vorlesungen werden entsprechende theoretische Grundkenntnisse vermittelt. Anhand konkreter Beispiele können die Studierenden dieses Wissen auf Programmierübungen anwenden. Dabei steht die Methode des problemorientierten



Lernens im Vordergrund und soll die Fähigkeit zum selbständigen Erwerb von Wissen und Problemlösungskompetenz bei den Studierenden fördern.

Empfohlene Literaturliste

- Romano, Fabrizio: Learning Python; Packt Publishing (2018)

Tele-Experiments with Mobile Robots

Ziele

Die Idee dieses Kurses ist es, moderne Teleoperationen zu nutzen und die Robotik zugänglicher zu machen. Die Experimente, die Teil dieses Kurses sind, können über das Internet durchgeführt werden und beinhalten Experimente zur Roboterkinematik, zur Navigation von Remote-Rovern, zur Bahnplanung und zur Sensordatenerfassung und -verarbeitung. Der reale Roboter, der in den Experimenten verwendet wird, ist ein vierrädriger, ackermanngesteuerter, realer, radgesteuerter, mobiler Indoor-Roboter, der an unserer Abteilung speziell für ferngesteuerte Experimente entwickelt und gebaut wurde.

Inhalt

"Tele-Experiments with mobile robots" ist ein Versuch, grundlegende Robotertheorie und ihre Umsetzung zusammenzubringen, um den Studenten einen interessanten und praktischen Kurs zu bieten. Da dieser Tele-Kurs gleichzeitig als Teil der regelmäßigen Vorlesungen vor Ort genutzt wird, sind die Kursinhalte aktuell und jederzeit zugänglich. Die hier verfügbaren Erfahrungen umfassen eine sorgfältig ausgewählte Mischung aus realen und simulierten Roboterprinzipien. Verschiedene Themen im Bereich der Feldrobotik wie Kinematik, Navigationsprinzipien, Bahnplanung, theoretische Analyse und inverse Kinematik, Sensordatenerfassung und -verarbeitung werden diskutiert, und den Studenten werden vor Beginn der Experimente herausfordernde Quizaufgaben gestellt. Die Sensoren werden auch so ausgewählt, dass die Schülerinnen und Schüler verwirrende Ergebnisse erhalten und Zeit damit verbringen sollen, über die erfassten Sensorwerte und deren Interpretation nachzudenken. Zeitverzögerungskonzepte bei der Roboterteleoperation in Netzwerken mit variabler Bandbreite werden den Benutzern als Teil des unfreiwilligen Lernens ebenfalls transparent präsentiert.

Der Inhalt:

- 1) Kinematik eines auto-ähnlichen mobilen Roboters
- 2) Navigationssteuerung eines auto-ähnlichen mobilen Roboters



- 3) Bahnplanung eines autoähnlichen mobilen Roboters
- 4) Modellierung der Vorwärts- und Rückwärtskinematik eines Roboters mit Differentialantrieb
- 5) Sensordatenerfassung und -verarbeitung

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

virtuelles Praktikum

Interaktionsformen mit dem System/Betreuer:

E-Mail

Interaktionsformen mit Mitlernenden:

E-Mail

ERP Systems and Digital Transformation

Prüfungsarten

PStA



MCS-11 Functional Safety

Modul Nr.	MCS-11
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Firsching
Kursnummer und Kursname	MCS3101 Principles of Functional Safety MCS3102 Design of safe Systems
Lehrende	Alexander Grosch Prof. Dr. Roland Platz Georg Zembacher
Semester	3
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	6
ECTS	6
Workload	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 180 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	6 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Studenten erlernen in der Vorlesung Principles of Functional Safety Entwicklungen in den Bereichen der betrieblichen Sicherheit und des Arbeitsschutzes im Wandel der Zeit nachzuvollziehen. Funktionale Sicherheit wird im umfassenden Feld der Prozess- und Maschinensicherheit eingeordnet. Die Studierenden erarbeiten allgemeine Zielsetzungen und Einflussfaktoren bei der Anwendung von Sicherheitstechnik.



Die Studenten lernen die europäischen Verträge als Grundlage für Richtlinien, harmonisierte Normen und des Arbeitsschutzes kennen. In diesem Zusammenhang wird das europäische Gesetzgebungsverfahren in Bezug auf die Entwicklung von technischen Richtlinien und Normen vorgestellt.

Im Rahmen des Moduls erfolgt die Einarbeitung in relevante technische Richtlinien im Hinblick auf die Entwicklung von sicheren Maschinen und Prozessen. Eine detaillierte Betrachtung der Maschinenrichtlinie vermittelt den Studenten die nötigen Grundkenntnisse. Die Studenten lernen aktuelle Entwicklungen bei bestehenden Sicherheitsnormen und -richtlinien kennen. Dies ergibt sich aus der zukünftig starken Überschneidung von IT-Sicherheit und Maschinensicherheit im Zuge von Industrie 4.0, beim Einsatz von cyber-physischen Systemen.

Die Studenten können die Prozesse bei der Entwicklung von Normen nachvollziehen. Sie erkennen die Bedeutung von harmonisierten Normen, die im Hinblick auf die Entwicklung von Prozessen/Maschinen angewendet werden sollten, um eine Konformität zu europäischen Sicherheitsrichtlinien zu erreichen.

In dem Lernabschnitt werden darüber hinaus nationale und internationale Organisationen für Normung und Standardisierung vorgestellt. Im Zuge einer Normen-Recherche werden relevante Normen aus den Bereichen Sicherheit bzw. Funktionale Sicherheit ermittelt.

Die Studenten erlernen die Bedeutung und das Vorgehen bei einer CE-Zertifizierung. Im Rahmen der Erläuterung des CE-Zertifizierungsprozess erfolgt die Detailbetrachtung von Risikoanalyse und Risikominderung anhand von relevanten, internationalen Normen EN ISO 12100 und EN ISO13849 an ausgewählten Studienbeispielen. Im Zuge dieser Arbeiten wird der Einsatz spezieller Software zur systematischen Bewertung von Sicherheitsfunktionen vorgestellt.

Die Teilnehmer des Moduls gewinnen einen Einblick bei der Anwendung von statistischen Methoden in den Bereichen Sicherheitstechnik und Zuverlässigkeitsanalysen. Ein Überblick zu relevanten Parametern und Verteilungsfunktionen erfolgt anhand der Analyse von exemplarischen Datensätzen.

Die Studierenden erarbeiten in der Vorlesung Design of Safe Systems allgemeine Zielsetzungen und Einflussfaktoren bei der Anwendung von Sicherheitstechnik.

Die Studenten lernen anhand eines Beispielprojektes entlang der ISO 26262 ein Produkt unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen Methoden anzuwenden.

Im Rahmen des Moduls erfolgt die Einarbeitung in relevante technische Richtlinien im Hinblick auf die Entwicklung von sicheren Produkten und deren Entwicklungsprozesse sowie Werkzeuge.

Die Studenten lernen aktuelle Entwicklungen bei bestehenden Sicherheitsnormen und -richtlinien kennen. Dies ergibt sich aus der zukünftig starken Überschneidung von IT-Sicherheit und Produktsicherheit im Zuge von Industrie 4.0 und beim Einsatz von cyber-physischen Systemen.



Die Studenten erlernen die Bedeutung und das Vorgehen bei einer Entwicklungswerkzeug-Zertifizierung.

Die Teilnehmer des Moduls gewinnen einen Einblick bei der Anwendung von Methoden in den Bereichen Sicherheitstechnik. Ein Überblick zu relevanten Parametern und Verteilungsfunktionen erfolgt anhand der Analyse von exemplarischen Datensätzen.

Nach Absolvieren des Moduls Functional Safety haben die Studierenden folgende Lernziele erreicht.

Fachkompetenz:

- Die Studierenden haben ein fundiertes Basiswissen im Bereich der Sicherheitstechnik, insbesondere der Funktionalen Sicherheit aufgebaut.
- Die Studenten kennen und verstehen die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Prozesse in Bezug auf die Erstellung von technischen Richtlinien und daraus resultierenden harmonisierten Normen, sowie die Umsetzung der europäischen Vorgaben auf nationaler Ebene.
- Die Studenten sind mit den gängigen europäischen Richtlinien (Maschinenrichtlinie, Niederspannungsrichtlinie und Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit) vertraut und verstehen ihren Einfluss auf die Entwicklungsarbeiten bzw. bei der Anlagenbeschaffung.
- Die Studierenden kennen die grundlegenden technischen Normen, die bei der Einbindung von Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen sind. Insbesondere spielen in diesem Zusammenhang die Normen EN ISO 12100 und EN ISO 13849 im Rahmen des Moduls eine tragende Rolle.
- Die Studenten kennen den technischen Ablauf einer CE-Zertifizierung und verstehen die Auswirkungen auf den Entwicklungsprozess und bei der Maschinenbeschaffung. Sie sind sich über die rechtlichen Verbindlichkeiten, die im Zuge einer CE Zertifizierung gelten, bewusst.
- Die Studenten kennen und verstehen die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Prozesse in Bezug auf die Erstellung von technischen Produkten
- Die Studierenden kennen die grundlegenden technischen Normen, die bei der Einbindung von Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen sind. Insbesondere spielen in diesem Zusammenhang die Normen ISO 26262 im Rahmen des Moduls eine tragende Rolle.
- Die Studenten kennen den technischen Ablauf einer sicherheitsrelevanten Entwicklung und verstehen die Auswirkungen auf den Entwicklungsprozess und die Verantwortung von Auftraggeber und Lieferanten. Sie sind sich über die rechtlichen Verbindlichkeiten bewusst.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse zur statistischen Analyse von Datensätzen aus dem Bereich der Sicherheitstechnik und der Zuverlässigkeitsanalyse.

Methodenkompetenz:



- Die Studierenden erlangen die Fertigkeit eine gezielte Normen- und Richtlinienrecherche durchzuführen
- Mit dem fachlichen Grundwissen über Richtlinien, Normung und CE-Zertifizierung ist es den Studenten möglich, eine Risikoanalyse nach der Norm EN ISO 12100 grundlegend durchzuführen. Darüber hinaus besitzen die Studenten die Methodenkompetenz mittels entsprechender Sicherheitssoftware (SISTEMA) sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS) gemäß dem geforderten Performance Level PL auszulegen.
- Mit dem fachlichen Grundwissen über Richtlinien und Normen ist es den Studenten möglich, die Methodenkompetenz sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen umzusetzen.

Personale Kompetenz:

- Die Studenten eignen sich Fähigkeiten und Strategien an, mit denen sie im rasanten technologischen Umbruch, im Zuge der Industrialisierung 4.0, ihr Wissen in Bezug auf Sicherheitstechnik stetig aktualisieren können.
- Im Zuge des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ihre Verantwortung zu reflektieren, die bei der Gestaltung von neuen Prozessen, Maschinen oder Produkt hinsichtlich Sicherheitsaspekten unbedingt zu berücksichtigen sind.

Soziale Kompetenz:

- Die Studierenden erlangen die Fertigkeit, in gemischten Entwicklungsteams zusammenzuarbeiten. Besonders wird hier auf klare Kommunikation und Konfliktmanagement eingegangen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

- Kenntnisse zu Normung und Normenrecherche
- Statistische Methoden
- Methoden für das Gestalten von sicheren Maschinen und Prozessen

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

-

Inhalt

Principles of Functional Safety

- Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz im Wandel der Zeit
- Grundlagen und Begriffe der Sicherheitstechnik
 - 2.1 Abgrenzung von System- und Funktionale Sicherheit



2.2 Ziele und Einflussfaktoren bei der Entwicklung von Sicherheitskonzepten

- Gesetzliche Rahmenbedingungen in Europa in Bezug auf Sicherheitstechnik
 - Sicherheit und Arbeitsschutz auf Basis der europäischen Verträge
 - Entwicklung von Sicherheitsnormen auf Basis von europäischen Richtlinien
 - Zukünftige Entwicklungen hinsichtlich der Zusammenführung von IT-Sicherheit und Funktionaler Sicherheit
- Europäische Richtlinien für die Entwicklung von sicheren Maschinen
 - Relevante Richtlinien für Funktionale Sicherheit
 - Maschinenrichtlinie 2006/42/EC
- Normen für Sicherheitstechnik
 - Historische Entwicklung im Bereich Normung
 - Definitionen und Begriffe aus dem Bereich Normung
 - Bedeutung, Anwendung und Entwicklung von Normen
 - Harmonisierte Normen
 - Internationale und nationale Standardorganisationen
 - Hierarchien und Gruppierungen bei Normen
 - Vorstellung und Vergleich von Normen aus dem Bereich der Funktionalen Sicherheit.
 - Vorgehen bei der Normenrecherche mit prakt. Übungen
- CE-Zertifizierung
 - CE-Zertifizierungsprozess
 - Auswirkungen und Einfluss der CE-Zertifizierung auf den Entwicklungsprozess und bei der Maschinenbeschaffung
 - Rechtliche Verbindlichkeiten aufgrund der CE-Zertifizierung und Vorteile des CE-Zertifizierungsprozesses im Überblick
- Risikoanalyse gemäß der Norm EN ISO 12100 anhand von Beispielen
- Risikoreduzierung und Auslegung von Sicherheitsfunktionen unter Berücksichtigung der Norm EN ISO 13849 anhand von Beispielen
- Statistische Methoden im Bereich Sicherheitstechnik und der Zuverlässigkeitsanalyse

Design of Safe Systems

- Nutzung eines Projektbeispiels: Elektrische Lenkung ohne redundantes mechanisches Getriebe
- Vokabular zur Funktionalen Sicherheit
- Management der funktionalen Sicherheit
 - Projektunabhängiges Sicherheitsmanagement
 - Sicherheitsmanagement in der Konzeptphase und Entwicklung
 - Sicherheitsmanagement nach Produktionsbeginn
- Konzeptphase



- Item-Definition
- Initialisierung des Sicherheitslebenszyklus
- Analyse des Sicherheitsintegritätsniveaus und Risikobewertung
- Funktionales Sicherheitskonzept
- Systemproduktentwicklung
 - Systementwicklung und -integration
 - Produktentwicklung Hardware
 - Beginn der Hardwareentwicklung
 - Analyse der Sicherheitsanforderungen an die Hardware
 - Hardware-Design
 - Quantitative Anforderungen an Zufallsfehler
 - Bewertung der zufälligen Fehlereinflüsse auf die Sicherheitsziele
 - Hardware-Integration und Test
 - Produktentwicklungssoftware
 - Beginn der Softwareentwicklung
 - Spezifikation der Sicherheitsanforderungen an die Software
 - Software-Architektur und Design
 - Software-Implementierung
 - Softwaremodul-Test
 - Software-Integration und Test
 - Software-Validierung nach den Sicherheitsanforderungen
- Produktion und Nutzung
 - Produktion
 - Nutzung, Wartung und Ende der Nutzungsdauer
- Unterstützende Prozesse
 - Schnittstellen
 - Festlegung der Sicherheitsanforderungen
 - Konfigurations- und Änderungsmanagement
 - Verifizierung
 - Dokumentation
 - Qualifizierung von Software-Tools
 - Qualifizierung von Hardwarekomponenten
 - Qualifizierung von Softwarekomponenten
- ASIL und SIL - Sicherheitsorientierte Analyse
 - Zerlegung und Konfektionierung
 - Koexistenzkriterien
 - Fehlerabhängigkeiten
 - Sicherheitsanalyse
- Richtlinienunterstützung für ISO 26262 basierend auf ISO/TS 16949 und IEC 61508



Lehr- und Lernmethoden

Im Modul wird ein Rahmen für selbstorganisiertes Lernen geschaffen, um die Studenten bei der Weiterentwicklung der fachlichen und methodischen Kompetenzen zu unterstützen.

Neben den Theorieinputs werden Interaktionsübungen und Problemlösungsaufgaben als zentrale Methoden genutzt. Durch angeleitete Arbeitsaufträge werden die Studierenden aktiv bei der Erarbeitung von Lerninhalten miteinbezogen. Praktische Übungen und die Präsentation der Ergebnisse ermöglicht es den Studierenden, Themen in der Tiefe zu verstehen. Darüber hinaus werden ihre Kommunikations- und Teamkompetenz gefördert.

Besonderes

Übungen zur Risikoanalyse und zur Auslegung von Sicherheitsfunktionen haben die Intention, die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse zu vertiefen und neugewonnene Fähigkeiten praxisnah anzuwenden. Aufgaben werden in Arbeitsgruppen erarbeitet und anschließend vorgestellt.

Das Präsentieren von Lösungen und die Diskussion der Ergebnisse vermitteln Fertigkeiten, die im modernen Arbeitsumfeld eines Ingenieurs unabdingbar sind.

Empfohlene Literaturliste

- Funktionale Sicherheit von Maschinen : praktische Anwendung der DIN EN ISO 13849 praktische Anwendung der DIN EN ISO 13849; Gregorius, Carsten; Berlin; Beuth Verlag; 2016; ISBN: 9783410252498
- Zertifizierung im Rahmen der CE Kennzeichnung Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien; Schneider Andre; Berlin; VDE Verlag; 2018; ISBN 978-3-8007-4473
- Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen : Umsetzung der Europäischen Maschinenrichtlinie in der Praxis ; [Inhalt: ISO 13849-1, IEC 62061]; Gehlen; Erlangen; Publicis Publ.; 2010; ISBN: 9783895783661
- Handbook of reliability, availability, maintainability and safety in engineering design; Stapelberg; London; Springer; 2009; ISBN: 9781848001749
- Reliability engineering; Rao, Singiresu; Boston; Pearson; 2015 ; ISBN: 9780136015727
- Automotive SPICE® in der Praxis: Interpretationshilfe für Anwender und Assessoren von Markus Müller (Autor), Klaus Hörmann (Autor), Lars Dittmann (Autor), Jörg Zimmer (Autor), ISBN-13: 978-3864903267
- ISO 26262
- IEC 61508



- Norm EN ISO12100
- Norm EN ISO 13849
- Maschinenrichtlinie 2006/42/EC



MCS-12 Mastermodul

Modul Nr.	MCS-12
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Firsching
Kursnummer und Kursname	MCS3103 Masterthesis MCS3104 Masterseminar
Semester	3
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	0
ECTS	24
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 660 Stunden Gesamt: 720 Stunden
Prüfungsarten	Kolloquium, Masterarbeit, schriftl. Prüf.
Gewichtung der Note	24 von 90 ECTS
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Das Masterstudium Mechatronische und cyber-physische Systeme wird mit einer Masterarbeit abgeschlossen. Dabei sollen die Studierenden nachweisen, dass sie innerhalb einer vorgegebenen Frist eine bestimmte Aufgabe selbständig und erfolgreich bearbeiten und wissenschaftlich begründet theoretische und praktische Kenntnisse zur Lösung eines Problems anwenden können. Nach erfolgreichem Abschluss der Masterarbeit sind die Studierenden in der Lage, komplexe wissenschaftliche/technische Aufgabenstellungen selbständig zu bearbeiten. Sie lösen Probleme mit Hilfe digitaler Methoden und Werkzeuge und beherrschen vernetzte cyberphysische Systeme. Die während des Studiums vermittelten Lehrinhalte werden dabei in Form einer wissenschaftlichen Arbeit angewendet. Die Problemstellung ist innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens selbständig zu analysieren, zu strukturieren und zu



bearbeiten. Dies trainiert die Fähigkeit zur selbständigen Bearbeitung von technischen Problemstellungen eines größeren zusammenhängenden Themas und zur Aufbereitung der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form. Ziel ist es, unter anderem, die Fähigkeit zur transparenten Dokumentation der Ergebnisse zu vertiefen und anzuwenden.

Neben der Masterarbeit (22 ECTS) ist auch das Masterseminar (2 ECTS) Bestandteil dieses Moduls. Das Masterseminar besteht aus zwei Teilen, die zu einem erfolgreichen Abschluss des Moduls bestanden werden müssen. Zur Vorbereitung auf die Masterarbeit ist die Teilnahme an der Seminarreihe "Career Start into German Technology Companys" verpflichtend. Die Seminare / Workshops werden als Blockveranstaltungen im Laufe der ersten beiden Studiensemester angeboten. Die Veranstaltungen decken eine Vielzahl von Themengebieten ab, die für die Erstellung der Masterarbeit von großer Bedeutung sind. Neben wissenschaftlichen Arbeitsweisen werden den Studierenden auch Rahmenbedingungen des deutschen Arbeitsmarktes und Bewerbungsprozesse nahegebracht. Zum Bestehen dieses Seminars ist ein schriftlicher Leistungsnachweis zu erbringen. Der zweite Teil des Masterseminars besteht aus dem Kolloquium. Nach Abgabe der Masterarbeit wird diese in einer ungefähr 15-minütigen Präsentation vorgestellt und anschließend verteidigt. Die Gewichtung der beiden Teile des Masterseminars ist 1 ECTS Seminarreihe "Career Start into German Technology Companys" und 1 ECTS Kolloquium.

Fachkompetenz

Die Studierenden werden befähigt, sich in technische Aufgabenstellungen vertiefend einzuarbeiten, Probleme eigenständig zu analysieren und diese zu lösen.

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein Problem aus dem weitläufigen Bereich der mechatronischen und cyber-physischen Systeme wissenschaftlich fundiert zu bearbeiten.

Methodenkompetenz

Die Fähigkeit, ein umfangreiches Problem aus den Ingenieurwissenschaften selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten und zu lösen, ist dabei das übergeordnete Ziel der Methodenkompetenz.

Personale Kompetenz

Selbständige, eigenverantwortliche und selbstdisziplinarische wissenschaftlich, methodische Bearbeitung eines praxisrelevanten, abgrenzbaren (Teil-)Projektes in einem studiengangbezogenen Umfeld sowie schriftliche, eigenständige Dokumentation in Form einer wissenschaftlichen Arbeit schulen und verlangen personale Kompetenzen.

Soziale Kompetenz

Die Studierenden verbessern ihre Sozial-, sowie Schnittstellenkompetenz durch die intensive Kommunikation mit den Betreuern an der Technischen Hochschule und im kooperierenden Industriebetrieb.



Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Der Masterstudiengang Mechatronische und cyberphysische Systeme befähigt zum wissenschaftlichen Arbeiten. Der Masterabschluss berechtigt eine anschließende Promotion.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Zulassungsvoraussetzungen sind die erfolgreich abgeschlossenen Fallstudien inklusive der wissenschaftlichen Ausarbeitungen der Projektthemen.

Die Anmeldung der Masterarbeit setzt voraus, dass mindestens 30 ECTS Kreditpunkte erzielt wurden - siehe Studien- und Prüfungsordnung.

Inhalt

Das Thema der Masterarbeit wird von einem Professor der beteiligten Hochschulen oder von einem kooperierendem Unternehmen gestellt. Darüber hinaus sind die Studierenden befähigt, eigene Themen vorzuschlagen. Die Betreuung und inhaltliche Begleitung findet über einen Hochschulprofessor der THD statt.

In der Masterarbeit sind enthalten:

- Darstellung des Standes der Wissenschaft und Technik des bearbeiteten Themas
- Beschreibung der Methodik und des Ablaufs des eigenen theoretischen und experimentellen Vorgehens samt Konzepterstellung
- Entscheidungsfindung bezüglich der günstigsten Problemlösung
- Die Einbindung der eigenen Arbeiten in die Arbeit der betreuenden Institute/ Fakultäten und eventueller Industriepartner
- Bericht über eigene Veröffentlichungen
- Bericht über erfolgte/mögliche Förderanträge im Rahmen des Themas
- Erstellen von Versuchsaufbauten und Programmen
- Durchführung von Messungen und Testläufen einschließlich deren Auswertung
- Wissenschaftliche Dokumentation der erreichten fachlichen Ergebnisse und deren Bewertung
- Literaturstudium

Durch die Erstellung einer Masterarbeit sollen die Studierenden ihre Fähigkeit nachweisen, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in einer selbständigen, wissenschaftlichen Arbeit umzusetzen.

An die Masterarbeit schließt sich ein Kolloquium als mündliche Prüfung an. Die Studierenden präsentieren ihre Masterarbeit und verteidigen sie.



Lehr- und Lernmethoden

Anleitung zu eigenständiger Arbeit nach wissenschaftlichen Methoden durch den jeweiligen Betreuer.

Seminare, Workshops

Kolloquium

Besonderes

Der Themeninhalt der Masterarbeit kann von Studierenden frei und individuell gewählt werden. Das Thema muss von dem betreuenden Professor anerkannt werden. Des Weiteren ist eine Themenbearbeitung in Kooperation mit einem Unternehmen sowie die Bearbeitung eines Forschungsthemas an der Fakultät möglich.

Empfohlene Literaturliste

Vom Studierenden eigens gewählte Literatur zum spezifischen Fachgebiet.

Hilfestellung zum wissenschaftlichen Arbeiten:

- Eco, Umberto: Wie man eine wissenschaftliche Abschlussarbeit schreibt; 13. Auflage; UTB Verlag; Wien; 2010.
- Scheld, Guido: Anleitung zur Anfertigung von Praktikums-, Seminar- und Diplomarbeiten sowie Bachelor- und Masterarbeiten; 7. Auflage; Fachbibliothek Verlag; Büren; 2008.
- Rossig, Wolfram; Prätsch, Joachim: Wissenschaftliche Arbeiten: Leitfaden für Haus- und Seminararbeiten, Bachelor- und Masterthesis, Diplom und Magisterarbeiten, Dissertationen; 7. Auflage; Teamdruck; Weyhe; 2008.
- Standop, Ewald; Meyer, Matthias: Die Form der wissenschaftlichen Arbeit; 18. Auflage; Quelle & Meyer; Wiebelsheim; 2008.

