



Offen im Denken



Modulbeschreibung

M.Sc. Automation and Safety PO24

| | | | |
|---------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab | | | |
| Module title English | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab 1 | | | |
| Course title English | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab 1 | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 2 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| | | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| An Hand von 6 Praktikumsversuchen wenden die Studierenden das gelernte Vorlesungswissen konkret an. Die Umsetzung erfolgt durch die eigene Durchführung von Versuchen, das Aufnehmen von Messwerten, das konkrete Erleben der Wirkung von Rückführungen sowie die eigene Umsetzung von Rückführungen in verschiedenen Softwareumgebungen auf verschiedenen Hardwareplattformen. Semesterspezifisch werden die Grundlagenversuche um verschiedene Aspekte der Fehlererkennung und Schadendiagnose im Kontext der Systemüberwachung und/oder der Automatisierung modifiziert. Hierauf bezieht sich die zu erstellende Hausarbeit, die die Nutzung der aufgenommenen Daten sowie moderner Programmierumgebungen einschließt. Die Studierenden lernen im Kontext der Praktikumsversuche unterschiedlichste dynamische Systeme, unterschiedliche Regler, unterschiedliche Beschreibungsmittel im Zeit- und Frequenzbereich, Ein- wie Mehrgrößensysteme, unterschiedliche Programmierumgebungen für die reale Reglerentwicklung und Diagnose sowie unterschiedliche Hardwareplattformen kennen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Im Rahmen von Praktikums- bzw. Laborversuchen lernen Studierende die Grundlagen der methodischen Bestimmung dynamischer und Regelungstechnisch relevanter Systemgrößen an konkreten Beispielen kennen und anzuwenden (Modellbildung und Simulation, Elektrohydraulisches Servosystem, Inverses Pendel). Im Rahmen der zu erstellenden Hausarbeit erlernen die Studierenden die experimentellen Ergebnisse hinsichtlich der automatisierungstechnischen Performance zu bewerten bzw. zu überwachen (Fehlererkennung und Schadendiagnose). |
| Description / Content English |

On the basis of 6 practical experiments, the students apply the learned knowledge of the lecture. The realization takes place through the own execution of experiments, the recording of measured values, the concrete experience of the effect of feedback due to closed loops as well as the own implementation of closed loops in different software environments on different hardware platforms.

Semester-specific, the basic experiments are modified by various aspects of error detection and damage diagnosis in the context of system monitoring and/or automation. This refers to the seminar paper to be written, which includes the use of the recorded data as well as modern programming environments.

In the context of the practical experiments, the students learn a wide variety of dynamic systems, different controllers, different descriptions in time and frequency domain, single and multi-variable systems, different programming environments for real controller development and diagnostics as well as different hardware platforms.

Learning objectives / skills English

Within the scope of practical exercises and lab experiments, students learn and apply the basics of the methodical determination of dynamic and control-relevant system variables using concrete examples (modeling and simulation, electrohydraulic servo system, inverse pendulum). As part of the seminar paper to be written, the students learn to evaluate and monitor the experimental results in terms of automation performance (error detection and damage diagnosis).

Literatur

Die Literatur ist identisch mit der Literatur der zugrundeliegenden Lehrveranstaltungen zur Systemdynamik, Regelungstechnik und Regelungstheorie.

Als grundsätzliche Literatur für diese Veranstaltungen gilt: Lunze, J.: Regelungstechnik Bd. 1 und 2, Springer, alle Auflagen.

Die Vorbereitung erfolgt an Hand von konkreten Praktikumsskripten, die den Studierenden vorab zum Download und zur Vorbereitung zur Verfügung gestellt werden. Konkrete und weiterführende Literaturhinweise sind praktikumsspezifisch im Skript angegeben.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab | | | |
| Module title English | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab 2 | | | |
| Course title English | | | |
| Advanced Control and Diagnosis Lab 2 | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 4 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| | | 3 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| Bestandenes Advanced control and diagnosis lab 1, Anwesenheitspflicht | | | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| An Hand von 6 Praktikumsversuchen wenden die Studierenden das gelernte Vorlesungswissen konkret an. Die Umsetzung erfolgt durch die eigene Durchführung von Versuchen, das Aufnehmen von Messwerten, das konkrete Erleben der Wirkung von Rückführungen sowie die eigene Umsetzung von Rückführungen in verschiedenen Softwareumgebungen auf verschiedenen Hardwareplattformen. |
| Semesterspezifisch werden die Grundlagenversuche um verschiedene Aspekte der Fehlererkennung und Schadendiagnose im Kontext der Systemüberwachung und/oder der Automatisierung modifiziert. Hierauf bezieht sich die zu erstellende Hausarbeit, die die Nutzung der aufgenommenen Daten sowie moderner Programmierumgebungen einschließt. |
| Die Studierenden lernen im Kontext der Praktikumsversuche unterschiedlichste dynamische Systeme, unterschiedliche Regler, unterschiedliche Beschreibungsmittel im Zeit- und Frequenzbereich, Ein- wie Mehrgrößensysteme, unterschiedliche Programmierumgebungen für die reale Reglerentwicklung und Diagnose sowie unterschiedliche Hardwareplattformen kennen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Im Rahmen von Praktikums- bzw. Laborversuchen lernen Studierende die Grundlagen moderner regelungstheoretischer Verfahren des Zustandsraumes an konkreten Beispielen kennen (Beobachterbasierte Torsionsregelung, Störgrößenschätzung, etc.) sowie weitere Methoden mit konkreten Soft- und Hardwareplattformen im Vergleich umzusetzen. Im Rahmen konkret selbst zu erstellender Erweiterungen lernen die Studierenden die system- und automatisierungstechnische Performance zu bewerten bzw. zu überwachen (Fehlererkennung und Schadendiagnose). |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

On the basis of 6 practical experiments, the students apply the learned knowledge of the lecture. The realization takes place through the own execution of experiments, the recording of measured values, the concrete experience of the effect of feedback due to closed loops as well as the own implementation of closed loops in different software environments on different hardware platforms.

Semester-specific, the basic experiments are modified by various aspects of error detection and damage diagnosis in the context of system monitoring and/or automation. This refers to the seminar paper to be written, which includes the use of the recorded data as well as modern programming environments.

In the context of the practical experiments, the students learn a wide variety of dynamic systems, different controllers, different descriptions in time and frequency domain, single and multi-variable systems, different programming environments for real controller development and diagnostics as well as different hardware platforms.

Learning objectives / skills English

Within the scope of practical exercises and lab experiments, students learn the basics of modern and advanced closed-loop examples (observer-based torsion control, disturbance estimation, etc.) as well as other methods with specific software and hardware platforms. Within the context of own extensions to be made, the students learn to evaluate and monitor the system and automation performance (error detection and damage diagnosis).

Literatur

Die Literatur ist identisch mit der Literatur der zugrundeliegenden Lehrveranstaltungen zur Systemdynamik, Regelungstechnik und Regelungstheorie.

Als grundsätzliche Literatur für diese Veranstaltungen gilt: Lunze, J.: Regelungstechnik Bd. 1 und 2, Springer, alle Auflagen. Die Vorbereitung erfolgt an Hand von konkreten Praktikumsskripten, die den Studierenden vorab zum Download und zur Vorbereitung zur Verfügung gestellt werden. Konkrete und weiterführende Literaturhinweise sind praktikumsspezifisch im Skript angegeben.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Advanced System and Control Theory | | | |
| Module title English | | | |
| Advanced System and Control Theory | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Advanced System and Control Theory | | | |
| Course title English | | | |
| Advanced System and Control Theory | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Ding, Steven | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Themen sind die Analyse und Synthese der zeitdiskreten, Abtast- und Multiabtastsysteme sowie der vernetzten Regelungstechnischen Systeme. Im Rahmen dieser Vorlesung werden Standardmethoden für die Regelung und Beobachtung zeitdiskreter Systeme, Optimierungsverfahren vorgestellt. Ferner wird Modellierung von Multiabtastsysteme sowie der vernetzten Regelungstechnischen Systeme behandelt. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen Schemata zur Optimierung Regelungstechnischer Systeme lernen und in der Lage sein, diese anzuwenden. Sie sollen ferner lernen, vernetzte Regelungstechnische Systeme zu modellieren und analysieren. |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| This course is devoted to the analysis and synthesis of discrete-time, sampled-data, multi-rate sampled data and networked control systems. It consists of four parts. |
| Part I: Introduction and basics. In this part, basic concepts for discrete control systems are reviewed, including state feedback controllers, observer-based state feedback controllers, stability check and decoupling controller design. |
| Part II: Optimal control schemes. In this part, four optimal control schemes are introduced: |
| - Model predictive control (MPC) - linear quadratic regulator (LQR) - Dynamic programming - Calculus of variations and optimal control |
| Part III: Networked control systems. In this part, Multi-rate discrete-time systems, different types of networked control systems (NCS) are addressed. The focus is on the control-oriented modelling technique like lifting methods. |
| Part IV: LMI-aided system analysis and synthesis. In this part, design of H_2 and H_∞ controllers for discrete-time systems with unknown inputs and model uncertainties is presented. To this end, LMI (linear matrix inequality) technique is applied. |
| Learning objectives / skills English |

The students should be able to model different types of networked control systems. Moreover, they should be able to apply optimal control schemes to real discrete-time systems.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Advanced system and control theory“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] K. Zhou et al., Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996.
- [3] E.F. Camacho and C. Bordons, Model predictive control, Springer, 1999
- [4] F.L. Lewis, D. Vrabie, L. Vassilis, Optimal Control (3rd Edition) John Wiley & Sons, 2012

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Anlagen zur Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie | | | |
| Module title English | | | |
| Systems for generating and storing electrical energy | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Anlagen zur Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie | | | |
| Course title English | | | |
| Systems for generating and storing electrical energy | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Vennegeerts, Hendrik | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Veranstaltung behandelt die verschiedenen Arten der heutigen Elektrizitätserzeugung mit ihren jeweiligen Charakteristika und Restriktionen. Der Vorlesungsstoff umfasst in erster Linie die konventionellen Kraftwerkstypen einschließlich der Kernenergienutzung. Für den dominierenden Bereich der thermischen Kraftwerke werden eingangs die thermodynamischen Grundlagen vermittelt. Berücksichtigung findet auch die Einbindung der unterschiedlichen Kraftwerke in das elektrische Netz sowie die sich daraus ergebenden Konsequenzen hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten, Regelung, Eigenbedarf und Netzrückwirkungen. In der begleitenden Übung werden Beispiele zur Kraftwerksauslegung und -anwendung rechnerisch behandelt. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden verstehen die verschiedenen Prinzipien der Kraftwerkstechnik, können ihre die Planung und den Betrieb betreffenden Unterschiede und Charakteristika einordnen und die Wechselbeziehung mit dem elektrischen Energieversorgungsnetz auf Basis ihres Fachwissens aufzeigen. |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| The lecture deals with diverse plant types for electric power generation including their particular characteristics and restrictions. Main focus is on conventional plant types including nuclear. For the predominant group of thermal plants fundamentals of thermodynamics are conveyed first. Furthermore, integration of generation plants in el. power systems including consequences with regard to commitment, control, auxiliary power supply and retroactive effects are treated. The lectures are accompanied by calculation exercises for plant design and application. |
| Learning objectives / skills English |
| The students understand the diverse principles of power plant technologies; they are able to assess their characteristics and specifics with regard to plant design and operation, and to comprehend the interaction of generation plants and power systems based on their expertise. |

Literatur

H. Happoldt / D. Oeding / B. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, 2004

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Antriebstechnik | | | |
| Module title English | | | |
| Drive Engineering | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Antriebstechnik | | | |
| Course title English | | | |
| Drive Engineering | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Elektrische und fluidische Aktoren, Linearaktoren, Rotatorische Aktoren, Modellbildung Aktorik, Hydraulische Anlagen und Komponenten, Wirkungsgrad, Vergleich der Antriebskonzepte. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Antriebstechnik ist eine moderne und grundlegende Ingenieurdisziplin. Die Umsetzung von Kräften und Momenten, von translatorischen und rotatorischen Bewegungen erfolgt mit Hilfe konventioneller und unkonventioneller Aktorik. Die Veranstaltung Antriebstechnik konzentriert sich auf die Darstellung eines Überblicks der Antriebsprinzipien, der zugrundeliegenden Effekte, prinzipieller praktischer Realisierung sowie der Berechnung des Leistungs- und dynamischen Verhaltes. Das Ziel der Veranstaltung Antriebstechnik ist, den Studierenden die Grundlagen, deren Anwendung und Zusammenhänge zu vermitteln. Die Studierenden lernen den o.g. Kontext in seinen Grundlagen kennen und anzuwenden. |
| |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Electrical and fluidic actuators, linear actuators, Rotary actuators, modeling of actuators, hydraulic systems and components, efficiency, comparison of drive concepts |
| Learning objectives / skills English |
| The drive system is a modern and basic engineering discipline. The reaction of forces and torques, of translational and rotational movements is done using conventional and unconventional actuators. The lecture will focus on the presentation of an overview of the driving principles of the underlying effects, fundamental and practical implementation calculating the performance and dynamic behavior. The goal of the event is to impart the basics their applications and contexts. Students learn the o.g. Context in its basics and apply. |
| |

Literatur

- Janocha, H.: Actuators, Springer 2004.
- Findeisen, D. und F.: Ölhydraulik, Springer, 1994.
- Schröder, D.: Elektrische Antriebe, Springer, 2009.

| | | | |
|---------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Applied Computational Fluid Dynamics | | | |
| Module title English | | | |
| Applied Computational Fluid Dynamics | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Applied Computational Fluid Dynamics | | | |
| Course title English | | | |
| Applied Computational Fluid Dynamics | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| el Moctar, Bettar Ould; Peters, Andreas | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | 1 |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| In der Vorlesung wird die Anwendung moderner Software für numerische Strömungsmechanik im Entwurfs- und Optimierungsprozess bei der Entwicklung neuer Produkte sowie zur Lösung von Problemen bei bestehenden Produkten in verschiedenen Industriezweigen vermittelt. Die Verknüpfung mit der theoretischen und experimentellen Strömungsmechanik steht dabei im Vordergrund. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| In these lectures the use of modern software for computational fluid dynamics in the design and optimization process for new products as well as for solving problems with existing products in different engineering branches is described. The emphasis is on the link to the theoretical and experimental fluid dynamics. |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Die Studierenden werden befähigt, verschiedene Strömungsarten durch Einsatz moderner Software zu simulieren, Simulationsergebnisse zu beurteilen und sie zur Lösung von praxisrelevanten Problemen anzuwenden. Ferner werden sie lernen, wie man Kenntnisse aus der theoretischen Strömungsmechanik zur Vorbereitung von Simulationen einsetzt und wie man die Fehler aus verschiedenen Quellen in einer Simulation abschätzt. |
| Learning objectives / skills English |
| The students will be able to simulate different flow types using modern CFD-software, to evaluate simulation results and to apply them for solving of practical engineering problems. In addition, they will learn how to use knowledge from theoretical fluid dynamics to set up numerical simulations and how to estimate errors from various sources in flow simulations. |

| |
|------------------|
| Literatur |
|------------------|

- H. Herwig: Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2006.
- F. Durst: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2006.
- W.-H. Hucho: Aerodynamik der Stumpfen Körper, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2011.
- J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2008.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Biofluidmechanik | | | |
| Module title English | | | |
| Biofluidmechanics | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Biofluidmechanik | | | |
| Course title English | | | |
| Biofluidmechanics | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kowalczyk, Wojciech | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 1 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Inhalte der Lehrveranstaltung: |
| - Aufbau des Kreislaufsystems |
| - Blut als Strömungsmedium |
| - Transportphänomene |
| - Bilanzgleichungen |
| - Fluidmechanik der Blutströmung |
| - Künstliche Organe, Implantate |
| - Messung der Gefäßgeometrie und Strömungsparameter |
| - Numerische Methoden |
| - Fluid-Struktur-Wechselwirkung |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biofluidmechanischen Probleme mittels experimenteller und numerischer Verfahren selbständig zu bearbeiten. |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

Content of the course:

- Human circulatory system
- Blood as a flow medium
- Transport phenomena
- Balance equations
- Fluid mechanics of blood flow
- Artificial organs, implants
- Measurement of the geometry of blood vessels and flow parameters
- Numerical Methods
- Fluid Structure Interaction (FSI)

Learning objectives / skills English

In the course basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac point of view are conveyed. The students are able to work independently on biofluid mechanical problems applying experimental and numerical approaches.

Literatur

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, McGraw-Hill

Spurk, Aksel: Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Biomechanik | | | |
| Module title English | | | |
| Biomechanics | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Biomechanik | | | |
| Course title English | | | |
| Biomechanics | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kowalczyk, Wojciech | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Lehrveranstaltung beinhaltet folgende Themen: a) Einführung in die Anatomie und Funktionsweise des Bewegungsapparates, b) Tribologie der Gelenke und Endoprothesen, c) Möglichkeiten und Verfahren zur Modellierung und Beschreibung von biomechanischen Abläufen in einer Mehrkörper-Simulations-Umgebung (MKS), d) Verfahren der Messung von Bewegungsabläufen und Bewegungsanalyse, e) Bestimmung und Interpretation von Muskelaktivitäten mit dem Elektromyogramm (EMG), Die Vorlesungen werden von Vortragenden sowohl von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften als auch der Medizin gehalten. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus orthopädischer und kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biomechanischen Fragestellungen mittels moderner Verfahren selbstständig zu bearbeiten. |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| The course contains following topics: |
| a) Introduction to the anatomy and functionality of the musculoskeletal system, |
| b) Tribology of joints and endoprostheses, |
| c) Possibilities and procedures for modelling and description of biomechanical processes in a multi-body simulation environment, |
| d) Methods for the measuring of movement and motion analysis, |
| e) Determination and interpretation of muscle activities with the Electromyography (EMG), |
| The individual lectures are given by lecturers from both the Faculty of Engineering and the Faculty of Medicine. |
| Learning objectives / skills English |

In the course, basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac and orthopaedic point of view, is conveyed. The students are able to work independently on biomechanical problems applying modern procedures.

Literatur

Kummer: Biomechanik, Deutscher Ärzte-Verlag

Kapanji: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Thieme

Paul Brinckmann, Wolfgang Frobin, Gunnar Leivseth: Orthopädische Biomechanik, Thieme

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, McGraw-Hill

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Diagnosis and prognosis | | | |
| Module title English | | | |
| Diagnosis and prognosis | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Diagnosis and prognosis | | | |
| Course title English | | | |
| Diagnosis and prognosis | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Methoden der Schadendiagnose I – Signalbasiert Methoden der Schadendiagnose II – Modellbasiert |
| Methoden der Schadendiagnose III – Datenbasiert |
| Vorhersage von Lebensdauer und Restlebensdauer |
| Anwendungen |
| Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Praktika und Übungen durchgeführt. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Studierende erlernen die Grundprinzipien und Methoden der signal-, modell-, und datenbasierten Fehlererkennung und Schadendiagnose ebenso wie Prognosemethoden der Lebensdauer- bzw. Restlebensdauerbestimmung kennen und anzuwenden. |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Methods of damage diagnosis I - Signal-based |
| Methods of damage diagnosis II - Model Based |
| Methods of damage diagnosis III - Data-based |
| Prediction of lifetime and residual life |
| Applications |
| To illustrate the course content, exercises and practical exercises are carried out. |
| Learning objectives / skills English |
| Students learn the basic principles/fundamentals and methods of signal-, model-, and data-based error detection and damage diagnosis as well as prognosis methods of lifetime or residual life determination. |

| |
|------------------|
| Literatur |
|------------------|

Gertler, J.J.: Fault detection and diagnosis in engineering systems. New York, Dekker, 1998
Isermann, R.: (Hrsg.): Überwachung und Fehlerdiagnose. Moderne Methoden und ihre Anwendung bei technischen Systemen. VDI Verlag, Düsseldorf, 1994
Klein, U.: Schwingungsdiagnostische Beurteilung von Maschinen und Anlagen. 2., überarbeitete Auflage. Düsseldorf, Stahleisen, 2000
Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003
Weitere aktuelle Literatur vornehmlich aus Zeitschriftaufsätzen werden in den Veranstaltungsunterlagen benannt und aktualisiert.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Die Methode der finiten Elemente 1 | | | |
| Module title English | | | |
| Finite Element Method 1 | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Die Methode der finiten Elemente 1 | | | |
| Course title English | | | |
| Finite Element Method 1 | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kowalczyk, Wojciech | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 1 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Methode der finiten Elemente (FEM) hat sich zum Standardwerkzeug der Festigkeitslehre entwickelt. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die theoretischen Grundlagen der Methode. Den Hauptteil der Lehrveranstaltung bilden Rechenübungen und selbstständig zu bearbeitende praktische Aufgaben am Computer. Dabei werden ausgewählte Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem Z88Aurora bearbeitet. Der Schwerpunkt liegt bei der Behandlung linearer, statischer Probleme. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von linearen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus linearer Elastostatik selbstständig zu definieren und zu lösen. |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| The Finite Element Method (FEM) has become the standard tool in mechanics of materials. The lecture provides a brief introduction into the theoretical foundations of the method. The main part of the course consists of calculated exercises and practical problems to be worked on independently using a computer. Selected problems of mechanics of materials are solved using the FE software system Z88Aurora. Special emphasis is given to linear, static problems. |
| Learning objectives / skills English |
| The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of linear problems. The participants are able to apply an appropriate finite element formulation to define and resolve independently questions from the linear elastostatics. |

| |
|------------------|
| Literatur |
|------------------|

Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer

Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag

Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill

Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer

Betten: Finite Elemente für Ingenieure 1. Grundlagen, Matrixmethoden, Elastisches Kontinuum. Springer

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Die Methode der finiten Elemente 2 | | | |
| Module title English | | | |
| Finite Element Method 2 | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Die Methode der finiten Elemente 2 | | | |
| Course title English | | | |
| Finite Element Method 2 | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kowalczyk, Wojciech | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 1 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Als Fortführung der Übungen zur Methode der finiten Elemente werden nichtlineare und dynamische Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem ANSYS behandelt. Schwerpunkte sind große Deformationen, nichtlineares Materialverhalten, Dynamik und Kontaktprobleme. An ausgewählten Beispielen werden Lastschrittsteuerung sowie Lösungsoptionen vorgestellt, Hinweise zum Post-Processing gegeben und Ergebnisse diskutiert. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von nichtlinearen und dynamischen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus nichtlinearer und dynamischer Festigkeitslehre selbstständig zu definieren und zu lösen. |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| In continuation to the exercise classes of the finite element method non-linear and dynamical problems concerning mechanics of materials are considered and solved using the FE software ANSYS. Special emphasis is given to large deformations, non-linear material behaviour, dynamics, and contact problems. The proper selection of load steps, specific options of the solution process and advanced features of the post-processor are explained using selected examples. |
| Learning objectives / skills English |
| The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of non-linear and dynamical problems. The participants are able to independently apply an appropriate finite element formulation to define and solve questions from non-linear and dynamics mechanics of materials. |

| |
|------------------|
| Literatur |
|------------------|

Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer

Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag

Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill

Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer

Betten: Finite Elemente für Ingenieure 2. Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungsverfahren, Nichtlinearitäten.

Springer

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

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Vorlesung befasst sich mit den grundlegenden Konzepten und Protokollen für verteilte Systeme. |
| Die Vorlesung beginnt mit Grundlagen zur verteilten Kommunikation: |
| - Serialisierung (ASN.1, CORBA XDR, SOAP) |
| - Remote Procedure Calls |
| - Verteilte Objekte |
| und widmet sich dann wichtigen Basisalgorithmen |
| - Physikalische Uhren |
| - Logische Uhren |
| - Transaktionen |
| - Synchronisation |
| - Replikation und Konsistenz |
| - Globaler Zustand |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen, Protokolle, Algorithmen und Architekturen Verteilter Systeme und können diese anwenden. |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

The lecture presents important concepts and protocols for distributed systems.

The lecture starts with principles of distributed communication:

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

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

1 Coulouris/Dollimore/Kindberg: *Distributed Systems - Concepts and Design*, Addison-Wesley 2001 (3rd edition).

2 Tannenbaum/van Steen: *Distributed Systems - Principles and Paradigms*, Prentice Hall 2002.

3 Borghoff/Schlichter: *Rechnergestützte Gruppenarbeit* (in German), Springer 1998.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Energiewandlungsmaschinen | | | |
| Module title English | | | |
| Energy conversion machines | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Energiewandlungsmaschinen | | | |
| Course title English | | | |
| Energy conversion machines | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Brillert, Dieter; Schuster, Sebastian | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 1 | | | 3 |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Abtestat mit Präsentation | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Es wird ein Überblick über die unterschiedlichen Fluidenergiemaschinen gegeben mit Bezug zur nachhaltigen Versorgung der Gesellschaft mit Energie. Insbesondere wird der Fokus auf die Windenergieanlagen/Windturbinen gelegt, die mit ihrem Potenzial mit on- und offshore Anlagen erheblich zur Versorgung beitragen. Das Potenzial der Windenergie und die Umwandlung in elektrische Energie werden diskutiert. Dies wird begleitet durch die Betrachtung der Windenergie im Energiesystem, die Konzepte der Windturbinen inkl. der Aerodynamik, des mechanischen Aufbaus, des Betriebes sowie der Wartung der Anlagen. |
| Im Rahmen einer Seminararbeit in Gruppen wird eine bestehende Kleinwindkraftanlage betrachtet. Es ist das Ziel diese zu verbessern und die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Konzepte zu diskutieren. Die Verbesserung wird dann von der Gruppe konstruktiv umgesetzt und fertigungstechnisch begleitet. Ein Umbau der Kleinkraftwindanlage erfolgt im Labor des Fachgebietes. Im Windtunnel wird dann im Anschluss die Anlage vermessen und abschließend werden in einem Abtestat die Ergebnisse von der Gruppe vorgestellt und diskutiert. Das Seminar ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Empfohlene Voraussetzung für diese Lehrveranstaltung sind die bestandenen Prüfungen in Thermodynamik, Strömungsmechanik und Energiewandlung in Strömungsmaschinen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Sie (die Studierenden) verstehen den Aufbau einer Windkraftanlage/Windturbine und kennen die grundsätzlichen Herausforderungen und Zusammenhänge der Energiewandlung. Sie sind in der Lage in einem Projektteam zusammenzuarbeiten und können konstruktiv an einer Verbesserung einer Windkraftanlage arbeiten. |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

An overview of the different fluid energy machines is given with reference to the sustainable supply of society with energy. In particular, the focus is placed on wind turbines, which contribute significantly to the supply with their potential with on- and offshore turbines. The potential of wind energy and its conversion into electrical energy are discussed. This is accompanied by the consideration of wind energy in the energy system, the concepts of wind turbines including aerodynamics, mechanical construction, operation as well as maintenance of the turbines.

Within the framework of a seminar work in groups, an existing small wind turbine is examined. The aim is to improve it and discuss the advantages and disadvantages of the different concepts. The group then implements the improvement constructively and accompanies it in terms of production technology. The small wind turbine is converted in the department's laboratory. The system is then measured in the wind tunnel in the department's laboratory, and the results are presented and discussed by the group in a final test. Participation in the seminar is a prerequisite for the examination. Recommended prerequisites for this course are having passed the examinations in thermodynamics, fluid mechanics and Energy conversion in turbomachinery.

Learning objectives / skills English

You (the students) will understand the structure of a wind turbine and the basic challenges and interrelationships of energy conversion and you are able to work in a project team and contribute constructively to the improvement of a wind turbine.

Literatur

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Fahrzeugdynamik | | | |
| Module title English | | | |
| Vehicle Dynamics | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Fahrzeugdynamik | | | |
| Course title English | | | |
| Vehicle Dynamics | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Bruckmann, Tobias | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Innerhalb der Fahrzeugdynamik werden verschiedene Modellierungsansätze vorgestellt und hergeleitet, um die Dynamik von Kraftfahrzeugen zu beschreiben. Dazu zählen das lineare Einspurmodell, das nichtlineare Einspurmodell und das Zweispurmodell ohne und mit kinematischen Radaufhängungen. Des Weiteren werden verschiedene Reifenmodelle vorgestellt, die für den Reifen-Straßen-Kontakt benötigt werden. Hierbei werden auch verschiedene Kenngrößen des Fahrwerks erläutert. |
| Final wird die Mehrkörpersimulation von Fahrzeugen am Computer demonstriert. Durch die Software Adams/Car werden verschiedene Fahrmanöver simuliert und graphisch veranschaulicht. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sind fähig, - grundlegende Begriffe der Fahrzeugdynamik zu erklären - die dynamischen Kenngrößen von Fahrzeugen zu bestimmen - selbst Simulationsmodelle für Fahrzeuge zu erstellen - vorhandene Software zur Fahrzeugsimulation anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Within vehicle dynamics different modeling approaches are presented and derived to describe the dynamics of vehicles. These include the linear single-track model, the nonlinear single-track and twin-track model with and without kinematic suspensions. Furthermore, various tire models will be presented, which are needed for the tire-road contact. Here, various parameters of the suspension will be explained. |
| Final the multi-body simulation is demonstrated on the computer. With the software Adams/Car different maneuvers are simulated and graphically illustrated. |
| Learning objectives / skills English |

The Students are able to

- explain the fundamental definitions of vehicle dynamics
- determine the dynamic properties of vehicles
- develop simulation models of vehicles
- use available software for vehicle simulation and evaluate the results

Literatur

Schramm, D., Bardini, R., Hiller, M.: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen. Springer-Verlag 2018

Blundell, M.: The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics. SAE, 2004

Willumeit: Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik. Teubner, 1999

Gillespie, Th.: Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE, 1992

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Fahrzeugtechnik | | | |
| Module title English | | | |
| Vehicle Technology | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Fahrzeugtechnik | | | |
| Course title English | | | |
| Vehicle Technology | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Schramm, Dieter | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Fahrzeugtechnik ist heute eines der wichtigsten Technologiefelder, in dem Mechatronik als Entwicklungskonzept für technische Produkte umgesetzt wird. Das Automobil bildet dabei ein mechatronisches Gesamtsystem, das neben mechanischen Teilsystemen wie Fahrwerk oder Antriebsstrang auch viele nichtmechanische Systemkomponenten wie Regler, Sensoren, Bremshydraulik sowie die gesamte Informationsverarbeitung umfasst. Vor diesem Hintergrund ergibt sich für die Vorlesung folgende inhaltliche Gliederung: Grundlagen der Fahrzeugmechanik; Modellierung der Fahrzeugkomponenten (Rad-Fahrbahn-Kontakt, elektrischer und verbrennungsmotorischer Antriebsstrang); Modellierung der Längs-, Quer- und Vertikaldynamik eines Kraftfahrzeugs mit besonderem Schwerpunkt auf dem linearen Einspurmodell; Anwendungen der Fahrdynamiksimulation auf verschiedene konkrete Fragestellungen der Fahrzeugsystemtechnik; Einführung in die Funktion und Entwicklung von Fahrdynamikregelsystemen (wie z.B. ABS, ASR, ESP). Einführung in die Funktion und Entwicklung von Fahrdynamikregelsystemen (wie ABS, ASR, ESP, ACC) und Fahrerassistenzsystemen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken der Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs. |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Today, automotive engineering is one of the most important fields of technology in which mechatronics is implemented as a development concept for technical products. The automobile is an overall mechatronic system that includes not only mechanical subsystems such as the chassis or the drive train, but also many non-mechanical system components such as controllers, sensors, brake hydraulics, and the entire information processing. With this background, the lecture is structured as follows: Fundamentals of vehicle mechanics; Modeling of vehicle components (wheel-road contact, electric and combustion engine powertrain); Modeling of longitudinal, lateral and vertical dynamics of a motor vehicle with special emphasis on the linear single-track model; Applications of vehicle dynamics simulation to various concrete problems in vehicle systems engineering; Introduction to the function and development of vehicle dynamics control systems (such as ABS, ASR, ESP). ABS, ASR, ESP, ACC and driver assistance systems. |

Learning objectives / skills English

Students have knowledge and understanding of the design, functions, and interaction of vehicle systems and components.

Literatur

Eigenes Manuskript/Foliensatz

Schramm, D. et al.: Fahrzeugtechnik. Technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge. De Gruyter Oldenbourg, 2017

Schramm, D. et al.: Vehicle Dynamics. Springer Verlag, 2018 (also available in German and Chinese)

Schramm, D. et.al.: Vehicle Technology. De Gruyter Oldenbourg, 2018

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

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

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

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

The course consists of 6 parts.

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

The following two topics are addressed in this part:

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

Part II: Basic data-driven methods

The following two topics are addressed:

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

Part III: model-based FDI methods

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

Part IV: Data-driven design of dynamic FDI systems

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

Part V: Fault isolation and identification schemes

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

Part VI: Fault-tolerant systems

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Selected publications in leading international journals.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Functional Safety | | | |
| Module title English | | | |
| Functional Safety | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Functional Safety | | | |
| Course title English | | | |
| Functional Safety | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Studierenden werden mit den nachfolgenden Zusammenhängen vertraut gemacht (auch wenn sie in nachfolgenden unterschiedlichen Einzelveranstaltungen wiederholt und vertieft werden): Rechtliche Zusammenhänge und Normen über verschiedene Industriebereiche hinweg beginnend mit Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und Produktsicherheitsgesetz Zugehörige Begriffe und Methoden: Begriffe (Fehler, Ausfall, Versagen), Systematische und zufällige Fehler, Risikobeurteilung, Fehlermodelle, Ausfallraten, Common-Mode-Error, Anforderungen an Fehlererkennungs- und Diagnosemethoden, Beschreibung von Anforderungen SIL, ASIL, PFD, PFH bzw. POD, DR, FAR im Kontext von Diagnosemethoden Methoden zur Ausfall- und Risikominimierung sowie Funktionsabsicherung Funktionale Sicherheit nach IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849 Entwicklungs- und Verifikationsmethodik für den automatisierungstechnischen Kontext nach IEC 61508 |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden erlernen im Kontext technischer Systeme die Notwendigkeit, Begriffe, Normensysteme und Methoden zur Analyse und Beschreibung von Gefährdung, Risiko, Zuverlässigkeit und Sicherheit. Die Studierenden erlernen entsprechende Anforderungen zu stellen, Methoden zur Analyse und Beschreibung z. B. zur Nachweisführung anzuwenden sowie Zusammenhänge zur Produktentwicklung und zum Risikomanagement aufzuzeigen. Die Studierenden sind insbesondere mit den Normensystemen (z. B. IEC IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849) vertraut, kennen die Zusammenhänge zur Automatisierungstechnik. |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

The students become familiar with the following contexts (even if they are repeated and deepened in different following lectures):

Legal relationships and standards across different industrial sectors starting with Machinery Directive 2006/42/EG and the Product Safety Act.

Associated Terms and Methods: Terms (error, failure, malfunction), Systematic and Random Errors, Risk Assessment, Error Models, Failure Rates, Common-Mode Error, Requirements for Error Detection and Diagnostic Methods, Description of Requirements SIL, ASIL, PFD, PFH or POD, DR, FAR in the context of diagnostic methods

Methods for failure and risk minimization as well as securing functionality

Functional safety according to IEC 61508, EN 62061, and EN ISO 13849

Development and verification methodology for the automation context according to IEC 61508

Learning objectives / skills English

In the context of technical systems, students learn the necessity to use terms, standards systems and methods to analyze and describe hazards, risk, reliability, and safety. The students learn to define appropriate requirements, methods for analysis and description, e.g. to use procedures for verification management and to show connections to product development and risk management.

In particular, students are familiar with the standards systems (e.g. IEC 61508, EN 62061, and EN ISO 13849) and with the relationships to automation technology.

Literatur

Norm IEC 61508

Bertsche, B. et al.: Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme, Springer 2009

Verma, A.K. et al.: Reliability and Safety Engineering, Springer, 2009

Halang, W.A. (Hrsg): Funktionale Sicherheit, Springer, 2013

Nanda, M. et al. (Eds.): Formal Methods for Safety and Security -

Case Studies for Aerospace Applications, Springer, 2018

Braband, J.: Funktionale Sicherheit. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.)

Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer, 2019

Gilbert, G. et al. (Eds.): Safety Cultures, Safety

Models - Taking Stock and Moving Forward, Springer, 2019

Keller, H.B. et al. (Eds.): Technical Safety –

An Attribute of Quality - An Interdisciplinary Approach and Guideline, Springer, 2018

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Hochautomatisiertes Fahren und alternative Antriebssysteme | | | |
| Module title English | | | |
| Highly automated driving and alternative drive systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Hochautomatisiertes Fahren und alternative Antriebssysteme | | | |
| Course title English | | | |
| Highly automated driving and alternative drive systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Sieberg, Philipp | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Entwicklungen in der Fahrzeugsystemtechnik konzentrieren sich in zunehmendem Maße auf die Bereiche Elektromobilität, Fahrerassistenz und (hoch-)automatisiertes Fahren. Diese Themen werden in der Vorlesung ausführlich behandelt. |
| Der Begriff Elektromobilität umfasst dabei einerseits rein batterieelektrische Fahrzeuge, andererseits aber auch teilelektrifizierte Hybridantriebe sowie mögliche Energiespeichersysteme und Ladetechniken. Darüber hinaus werden neben alternativen Primärantrieben auch die Potenziale des konventionellen Verbrennungsmotors, auch mit alternativen Kraftstoffen, dargestellt. |
| Im Bereich des (hoch-)automatisierten Fahrens werden neben den technischen Grundlagen auch der aktuelle Stand der Einführung und die verkehrlichen Auswirkungen entsprechend ausgestatteter Fahrzeuge behandelt. |
| Darüber hinaus werden die Themen Gesamtfahrzeugentwicklung und Car2X-Kommunikation behandelt. |
| Neben den technischen Grundlagen liegt ein Schwerpunkt auf den Auswirkungen der neuen Technologien auf den Fahrzeugverkehr und deren Umweltauswirkungen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studenten haben einen fundierten Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand der Kraftfahrzeugtechnik sowie über zukünftige Entwicklungspotentiale. Sie kennen und verstehen den technischen Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken neuartiger Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs sowie die Auswirkungen neuer Technologien auf den Fahrzeugverkehr und die Umwelt. |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

Developments in vehicle systems engineering are increasingly focusing on the areas of electromobility, driver assistance, and (highly) automated driving. These topics are covered in detail in the lecture.

The term electromobility includes, on the one hand, purely battery electric vehicles but, on the other hand, also partially electrified hybrid drives, as well as possible energy storage systems and charging technologies. Furthermore, in addition to alternative primary drives, the potentials of the conventional combustion engine, also with alternative fuels, are presented.

In the area of (highly) automated driving, the current status of introduction and the traffic effects of correspondingly equipped vehicles will be dealt with in addition to the technical fundamentals.

In addition, the topics of complete vehicle development and Car2X communication will be covered.

In addition to the technical fundamentals, a focus is on the impact of the new technologies on vehicle traffic and their environmental impact.

Learning objectives / skills English

The students have a sound overview of the current state of development of automotive technology as well as future development potentials. They know and understand the technical structure, function and interaction of novel systems and components of a motor vehicle as well as the impact of new technologies on vehicle traffic and the environment.

Literatur

Eigenes Manuskript/Foliensatz

Schramm, D. et al.: Fahrzeugtechnik. Technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge. De Gruyter Oldenbourg, 2017

Schramm, D. et al.: Vehicle Dynamics. Springer Verlag, 2018 (also available in German and Chinese)

Schramm, D. et.al.: Vehicle Technology. De Gruyter Oldenbourg, 2018

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Kinematics of Robots and Mechanisms | | | |
| Module title English | | | |
| Kinematics of Robots and Mechanisms | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Kinematics of Robots and Mechanisms | | | |
| Course title English | | | |
| Kinematics of Robots and Mechanisms | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kecskemethy, Andrés; Geu Flores, Francisco | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Kinematik von Getrieben und Robotern. Folgende Aspekte werden erläutert: - Vektorräume - Kinetostatisches Übertragungsprinzip, Dualität der Bewegungs- und Kraftübertragung - Räumliche Bewegungen - Beschreibung von Drehungen (Euler-Winkel, Drehzeiger, Rodrigues-Parameter, Quaternionen) - Infinitesimale Drehungen - Kinematik serieller Ketten und Roboter, Denavit-Hartenberg-Parametrisierung - Kinematik geschlossener Schleifen (Zählung von Freiheitsgraden mit Grübler-Kutzbach-Kriterium, Kopplung von mehrschleifigen Systemen, kinematische Netze, Methode der kinematischen Transformatoren) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Vermittlung der theoretischen Grundlagen der kinematischen Zusammenhänge serieller und paralleler Roboter und Mechanismen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, selbständig industrierelevante Probleme aus kinematischer Sicht zu erarbeiten. |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Emphasis of the lecture is the kinematics of mechanisms and robots. The following aspects are regarded: - Vector spaces - Kinetostatic transmission, duality of transmission of motion and forces, power transmission - Parameterizations of rotations (Euler angles, rotation vector, Quaternions, Rodrigues parameters) - Infinitesimal rotations - Kinematics of serial chains and robots, Denavit-Hertenberg parameters - Kinematics of closed loops (counting of degrees of freedom using Grübler-Kutzbach formula, coupling of multiloop systems, kinematical networks, method of kinematical transformers) |
| Learning objectives / skills English |

Conveying of the theoretical foundations governing the kinematics of serial and closed spatial mechanisms. The students will develop the skills necessary to handle industry-relevant problems related to the kinematics of spatial motion.

Literatur

- Bottema , Roth: Theoretical Kinematics; Dover Publications
- Hunt: Kinematic Geometry of Mechanisms; Oxford Universits Press
- Altmann: Rotations, Quaternions and Double Groups; Dover Publications
- Paul: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control; The MIT Press

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Kognitive technische Systeme | | | |
| Module title English | | | |
| Cognitive Technical Systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Kognitive technische Systeme | | | |
| Course title English | | | |
| Cognitive Technical Systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| - Einführung |
| - Motivation |
| - Aufgabenfelder |
| - Prinzipien |
| - Agenten |
| - Verhaltenskoordination (bei Agenten) |
| - Verhaltensbeschreibung |
| - Modellbildung menschlicher Interaktion |
| - Kognitive Architekturen |
| - Wissensrepräsentation |
| - Planen, Handeln, Suchen |
| - Lernen |
| Tools I: Filterung |
| Tools II: Klassifikation und Lernen |
| Aktuelle Forschungsanwendungen des Lehrstuhls SRS aus dem Arbeitsbereich Kognitive Technische Systeme: |
| - Situations-Operator-Modellbildung |
| - Stabilisierung nichtlinearer dynamischer Systeme ohne Modellkenntnis |
| - Personalisierte, lernfähige und interaktive Fahrerassistenz |
| - Planungs- und Assistenzsysteme im Luftverkehr |
| - Lernfähige mobile Robotik |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |

Die Automatisierungstechnik ist – auf Grund ihres fachübergreifenden, system-orientierten Ansatzes – eine interdisziplinäre Ingenieurdisziplin. Das Ziel der Veranstaltung Kognitive Technische Systeme ist, die Studierenden mit den Grundlagen der modernen Informatik, mit Filtermethoden, mit Methoden der Künstlichen Intelligenz sowie der Kognitiven Technischen Systeme vertraut zu machen, so dass sie die Weiterentwicklung der Regelungs- und Automatisierungstechnik mit den Mitteln der kognitiven künstlichen Intelligenz im Sinne einer Erweiterung erkennen können, die zugrundeliegenden Methoden beherrschen und anwenden können.

Description / Content English

- introduction
- motivation
- Task fields basics
- principle
- agents
- Behavior coordination (with agents)
- behavioral description
- Modelling human interaction
- cognitive architectures
- knowledge Representation
- Planning, action, Search
- learning

Tools I: Filtering

Tools II: Classification and Learning

Current research applications of the Department of SRS the workspace Cognitive Technical Systems:

- Situations operator modeling
- Stabilization of nonlinear dynamic systems without model knowledge
- Personalized, adaptive and interactive driver Assistance
- Planning and assistance systems in aviation
- Adaptive mobile robotics

Learning objectives / skills English

Automation technology - due to their interdisciplinary, systems-oriented approach - is an interdisciplinary engineering discipline. The aim of the lecture Cognitive Technical Systems, is to familiarize the students with the basics of modern computer science, with filtering methods, with methods of artificial intelligence and cognitive technical systems, enabling them to recognize the development of control and automation technology with the means of cognitive artificial intelligence in the sense of an expansion, and to master and use the underlying methods.

Literatur

Alpaydin, E.: *Maschinelles Lernen*, Oldenbourg, 2008. (idt.: *Machine Learning*, MIT Press, 2003).

Cacciabue, P.C.: *Modelling and Simulation of Human Behaviour in System Control*, Springer, 1998.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Machine Learning | | | |
| Module title English | | | |
| Machine Learning | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Machine Learning | | | |
| Course title English | | | |
| Machine Learning | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 1 | | | 3 |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Hausarbeit | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die wichtigsten Inhalte des Kurses sind: |
| - Grundlagen der Optimierungsstrategien |
| Anwendung von maschinellen Lernmodellen für Clustering, Klassifikation und Regression |
| - Grundlegender Entwurf von intelligenten Reglern mittels Reinforcement Learning |
| - Anwendung von Deep Learning und Implementierung von Netzwerkarchitekturen |
| Die verwendeten Datensätze sind Standard-Mathworks-Datensätze, öffentlich bekannte Datensätze (in Bezug auf Fehlererkennung und Diagnoseaufgaben) sowie SRS-Datensätze. |
| Der Kurs kann während des Semesters vollständig entkoppelt von Ort und Zeit durchgeführt werden, lediglich die Übungsaufgaben (als Voraussetzung für die Zulassung zur Hausarbeit) muss zu einem spezifischen Zeitpunkt erbracht sein. |
| Die Benotung erfolgt ausschließlich auf Basis der eigenständig zu erbringen Hausarbeit, die ebenfalls im Semester zu einem spezifischen Termin vorzulegen ist. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Studierende lernen die Grundlagen des Maschinellen Lernens, Maschinelle Lernmethoden umzusetzen und anzuwenden sowie an ausgewählten unbekannten Datensätzen individuell auszuprobieren. Im Vordergrund stehen die praktische Nutzung und Anwendung von Toolboxen, im Hintergrund steht die Methodik (Vorlesung, die online verfügbar ist). |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

The most important contents of the course are

- Basics of optimization strategies
- Application of machine learning models for clustering, classification and regression
- Basic design of intelligent controllers using reinforcement learning
- Application of deep learning and implementation of network architectures

The datasets used are standard Mathworks datasets, publicly known datasets (related to fault detection and diagnosis tasks) and SRS datasets.

The course can be carried out during the semester completely decoupled from time and place, only the exercises (as a prerequisite for admission to the term paper) must be completed at a specific time. Grading is based solely on the independent assignment, which must also be submitted on a specific date during the semester.

Learning objectives / skills English

Students learn the basics of Machine Learning, how to implement and apply machine learning methods and how to try them out individually on selected unknown data sets. The focus is on the practical use and application of toolboxes, with the methodology (lecture, available online) in the background.

Literatur

Vorlesungsbeschreibung mit weiterführenden Literaturangaben

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Manipulatortechnik | | | |
| Module title English | | | |
| Manipulator Technology | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Manipulatortechnik | | | |
| Course title English | | | |
| Manipulator Technology | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Bruckmann, Tobias | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| In dieser Vorlesung werden die wesentlichen Grundlagen der Robotik zusammengestellt, wobei sich die Betrachtungen in erster Linie auf Industrieroboter als frei programmierbare multifunktionale Manipulatoren konzentrieren. Im Einzelnen werden folgende Schwerpunkte behandelt: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Der Industrieroboter als mechatronisches System - Einführung der Bauformen und Gestaltungselemente wie Hebel, Gelenke und Antriebe - Grundlagen der Starrkörpertransformation (Rotationsmatrizen, homogene Transformationen) - Aufstellung der Roboterkinematik (direkte Kinematik, inverse Kinematik) - Modellierung der Kinematik nach Denavit-Hartenberg - Kinematik auf Geschwindigkeitsebene, Aufstellung der Jacobi-Matrix - Trajektorienberechnung (Trajektorienberechnung für einzelne Antriebe, synchronisierte Punkt-zu-Punkt-Bewegung mehrerer Antriebe, Vorgabe kartesischer Bewegungen) - Einfache Verfahren zur Kollisionsvermeidung auf Basis von Potentialfeldern <p>In Beispielen wird die Anwendung dieser Verfahren demonstriert.</p> |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| <p>Die Studierenden sind mit typischen Bauformen von Industrierobotern vertraut und in der Lage, die kinematische Beschreibung für Roboterarme aufzustellen. Sie sind in der Lage, Verfahren der Trajektorienberechnung anzuwenden. Die Studierenden sind für weiterführende Themen wie die Aufstellung der Dynamikgleichungen oder die Regelung von Manipulatoren vorbereitet.</p> |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

In this course, the basic equations of robotic systems are derived. The considerations mainly focus on industrial robots as free programmable multifunctional manipulators. In particular, these topics are treated:

- the industrial robot as a mechatronic system
 - introduction of typical structures and design elements like links, joints and drives
 - fundamental of rigid body transformations (rotation matrices, homogeneous Transformations)
 - formulation of robot kinematics (direct kinematics, inverse kinematics)
 - modelling of kinematics based on the Denavit-Hartenberg approach
 - velocity kinematics, formulation of the Jacobian
 - calculation of trajectories (trajectories for individual drives, synchronised point-to-point motion of multidrive systems, prescription of cartesian motion)
 - Simple approaches for collision avoidance based on potential fields
- Examples demonstrate the application of these methods.

Learning objectives / skills English

The students will become familiar with the typical constructions of industrial robots and will be in a position to set up the kinematic description of robot arm. They will be in a position to apply methods to compute the trajectories of a robot.

The students are prepared for subsequent topics like the modeling of the robot dynamics and the control of manipulators.

Literatur

Spong, M.; et. al.: Robot Modeling and Control. Wiley, 2006

Craig: Introduction to Robotics: Mechanism and Control. Addison Wesley, 1989.

Mc Kerrow: Introduction to Robotics. Addison Wesley, 1991.

Paul: Robot Manipulators. MIT Press, 1981.

Fu, Gonzales, Lee: Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. 1987

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

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann. Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |

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

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

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

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Mathematik E4 | | | |
| Module title English | | | |
| Mathematics E4 | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Mathematik E4 | | | |
| Course title English | | | |
| Mathematics E4 | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Christof, Constantin | Mathe | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Folgende Themen werden behandelt: Vektoranalysis - Potentialfunktionen und Kurvenintegrale - Integration in mehreren Veränderlichen - parametrisierte Flächen - Flächenintegrale - Flussintegrale - Der Satz von Green - Der Satz von Stokes - Der Satz von Gauß Partielle Differentialgleichungen - Einführung - Die Greenschen Formeln - Poissonsche Integralformeln für die Kreisscheibe und die Kugel - Distributionen (Grundlagen) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sind in der Lage, Potentialfunktionen von konservativen Vektorfeldern zu berechnen. Sie können die wichtigsten Flächen parametrisieren. Sie sind in der Lage, Flächen- und Flussintegrale zu berechnen und dazu die Integralsätze zu verwenden. Sie wissen was ein Randwertproblem ist und können dies für einfache Gebiete lösen. |
| Description / Content English |

The course deals with the following subjects:

Vector analysis

- Potential functions and line integrals

- Integration in several variables

- Parameterized surfaces

- Surface integrals

- Flow integrals

- Green's theorem

- Stoke's theorem

- Gauss's theorem

Partial differential equations

- Introduction

- Green's identities

- Poisson's integration equations over a circular disk and a sphere

- fundamentals of Distributions

Learning objectives / skills English

The students are able to compute potential functions of conservative vector fields. They know how to parametrize important surfaces. They are also able to calculate surface- and flow integrals and in so doing apply integral theorems. They know what a boundary value problem is and are capable of solving such problems for simple cases.

Literatur

Burg, Haf, Wille: Mathematik für Ingenieure, I-IV, 2002;

Marsden, Tromba: Vectoranalysis, 1996;

Kevorkian: Partial Differential Equations, 2000;

Renardy/Rogers: A first graduate course in Partial Differential Equations, 2004;

Evans: Partial Differential Equations, 2010.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Mehrgrößenregelung | | | |
| Module title English | | | |
| Modern Control Systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Mehrgrößenregelung | | | |
| Course title English | | | |
| Modern Control Systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Ding, Steven | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden Regelungstechnische Verfahren für MIMO-Systeme (Multiple Inputs and Multiple Outputs) vorgestellt, welche auf der so genannten Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme basieren, und deren Grundlage seit Anfang der 60er-Jahre unter dem Begriff „moderne Regelungstheorie“ entwickelt wurde. Anderes als die klassische Regelungstheorie, wo die Systemanalyse und der Reglerentwurf auf dem Übertragungsverhalten des betrachteten Systems basieren, gehen die Zustandsraumverfahren von der Gewinnung der Information über die Zustandsgrößen des Systems aus. Dies ermöglicht nicht nur einen tieferen Einblick in die strukturellen Eigenschaften des Systems und damit den Entwurf des so genannten Zustandsreglers, sondern auch eine effektive Nachbildung der Zustandsgrößen. Diese Technologie gewinnt in der Praxis zunehmend an Bedeutung. In dieser Vorlesung wird zunächst die Aufstellung von Zustandsraummodellen vorgestellt. Es folgt die Beschreibung der strukturellen Eigenschaften des Systems u.a. invariante Nullstellen, Polstellen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit. Vorgestellt werden ferner die so genannten Zustandsraumverfahren für den Reglerentwurf. Im Zusammenhang mit dem Entwurf des Zustandsreglers werden schließlich verschiedene Verfahren zum Entwurf des so genannten Beobachters zur Nachbildung von Zustandsgrößen bzw. Störgrößen vorgestellt. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden können Regelungstechnische Systeme im so genannten Zustandsraum modellieren und analysieren. Sie können Zustandsregler und unterschiedliche Typen von Beobachtern entwerfen. |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| In this course, the state space description of MIMO dynamic systems is first introduced. It is followed by the study on system structural properties like invariant zeros, poles, controllability and observability. Moreover, different methods of designing state feedback controllers, observer based state feedback controllers as well as optimal state feedback controllers are presented. The final part of this course is devoted to the design of state observers and unknown input observer. |
| Learning objectives / skills English |

The students should be able to model dynamic systems in the state space representation and to design state feedback controller and observers.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Mehrgrößenregelung“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] J. Lunze, Regelungstechnik II (Mehrgrößensysteme), 7. Auflage, Springer-Verlage, 2013
- [3] H. Unbehauen, Regelungstechnik II, 10. Auflage, Verlag-Vieweg, 2000.
- [4] G. F. Franklin, J. D. Powell and A. Emami-Naeni, Feedback control of dynamic systems, the 5th edition, Prentice Hall, 2006.
- [5] E. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern control systems, Pearson Prentice Hall, 10th edition, 2005.
- [6] C-T. Chen, Linear system theory and design, Oxford university press

| | | | |
|----------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems | | | |
| Module title English | | | |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems | | | |
| Course title English | | | |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Köppen-Seliger, Birgit | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Nach einer Einführung in Ziele und Bedeutung von Modellbildung und Simulation werden zunächst numerische Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (diverse implizite und explizite Ein- und Mehrschrittverfahren, andere Verfahren) und deren Eigenschaften (numerische Stabilität, lokale und globale Fehler, Eignung für steife DGLs, bei Sprüngen und für Schrittweitensteuerung) behandelt. Die Lösung partieller DGLs wird lediglich durch ein Beispiel mit Zeit- und Ortsdiskretisierung angedeutet. Das Kapitel über experimentelle Modellbildung befasst sich zunächst mit Vorgehensweise und Wahl der Testsignale. Es folgen Verfahren zur Gewinnung nichtparametrischer Modelle. Die direkte Parameterbestimmung aus Sprungantworten beschränkt sich auf einfache lineare dynamische Systeme. Für allgemeine Parameterschätzverfahren (wie sie in der „System Identification Toolbox“ von MATLAB implementiert sind) werden die zugrunde liegenden Modelle dargestellt. An einem Verfahren wird die Rückführung auf ein Least-Squares-Problem gezeigt und bezüglich weiterer Details auf die Vorlesung „State and Parameter Estimation“ verwiesen. Weitere Methoden werden nur als Ausblick angedeutet. Physikalische Grundlagen aus Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre werden in kurzer Form zusammengefasst. Die Anwendung erfolgt zur theoretischen Modellbildung (zur Gewinnung „rigoroser Modelle“) für zahlreiche Beispiele, so z.B.: Antrieb mit Gleichstrommotor, Pumpe und Kompressor, Ventil, Wärmetauscher, beheizter Behälter (Flüssigkeit, Gas, kochende Flüssigkeit und Dampf), Rührkesselreaktor mit chemischer Reaktion. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in ihren Eigenschaften beurteilen und für einen gegebenen Anwendungsfall auswählen können. Sie sollen verschiedene Verfahren zur experimentellen Systemidentifikation anwenden können. Sie sollen auch in der Lage sein, für einige einfache, in der Verfahrenstechnik wichtige, physikalische Systeme rigorose (theoretische) Modelle aufzustellen. |
| Description / Content English |

After an introduction into goals and significance of modelling and simulation, numerical methods for solving ordinary differential equations (various implicit and explicit single-step and multi-step methods, other methods) and their properties (numeric stability, local and global errors, suitability for stiff differential equations, for step inputs, and for step width control) are considered. For the solution of partial differential equations, there is only a hint by an example with space and time discretization.

The chapter „experimental modelling“ at first discusses principles and choice of test signals, followed by methods for gaining nonparametric models. For general parameter estimation methods, as they are contained in the MATLAB system identification toolbox, the basic models are presented. For one method, the reduction to a least-squares problem is shown; for further details the lecture refers to another lecture („state and parameter estimation“). Other methods are only mentioned as an outlook.

A short overview over physical fundamentals from mechanics, thermodynamics, and fluid dynamics is given. These fundamentals are applied for theoretical modelling (gaining rigorous models) for numerous examples, e.g., DC drive, pump and compressor, valve, heat exchanger, heated vessel (liquid, gas, boiling liquid, and vapour), stirring vessel reactor with chemical reaction.

Learning objectives / skills English

The students will be able to apply numerical methods for the solution of ordinary differential equations, and to evaluate their properties and suitability for a given application case. They are expected to apply various methods for experimental system identification. Also, they will be able to formulate rigorous (theoretical) models for some simple systems which are important in process industry.

Literatur

- Maier, Uwe: Vorlesungsskript „Modelling and Simulation of Dynamic Systems“ in Moodle
- Thomas, Philip: Simulation of Industrial Processes for Control Engineers. Butterworth Heinemann, 1999.
- Weitere umfangreiche Literaturliste zu den einzelnen Kapiteln in Moodle.

| | | | |
|--------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Neuroengineering für Human-Centered-Interaction | | | |
| Module title English | | | |
| Neuroengineering for Human-Centered Interaction | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Neuroengineering für Human-Centered-Interaction | | | |
| Course title English | | | |
| Neuroengineering for Human-Centered Interaction | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kirchner, Elsa | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Fachdiskussion und Vortrag | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Der Kurs „Neuroengineering for Human-Centered Interaction“ befasst sich mit der multidisziplinären Forschung im Kontext der Mensch-Maschine-Interaktion und den Anforderungen an Hard- und Software sowie Fragen der Datensicherheit bei der Nutzung personenbezogener Daten oder der Erstellung individueller Modelle. Für verschiedene Anwendungen in der Medizin und Rehabilitation, aber auch für neue Ansätze zum autonomen Fahren oder zur kognitiven Arbeitssicherheit können Hirnaktivitätsdaten genutzt werden, um menschliche Absichten automatisch und implizit zu erkennen, um zu verstehen, wie die Interaktion zwischen Mensch und Maschine individualisiert und an die tatsächlichen Bedürfnisse angepasst werden kann. In der Lehrveranstaltung werden verschiedene Ansätze zur Nutzung von Hirnaktivität sowie deren Nutzung in Kombination mit anderen Daten betrachtet, um sinnvolle Ansätze für multimodale Interaktion zu fördern. In diesem Zusammenhang wird auch auf die besonderen Herausforderungen bei der Nutzung von personenbezogenen Daten und maschinellem Lernen eingegangen. |
| Der Kurs behandelt die folgenden Anwendungsthemen und die dafür erforderlichen Grundlagen: |
| - Quelle der messbaren Gehirnaktivität – insbesondere das Elektroenzephalogramm - Technische und methodische Möglichkeiten der Aufzeichnung von Gehirnaktivität - verschiedene Arten der Nutzung von Gehirnaktivität für die Interaktion mit ihren Vor- und Nachteilen - Umgang mit Artefakten – Signalverarbeitung - Signalfusion und Maschinelles Lernen für die Interpretation von Gehirnaktivität - Effekt der Klassenverteilung, Transferlernen und Leistungsmetriken - Inhärent sichere Nutzung von Gehirnaktivität - speziellen Herausforderungen an die Verwendung personenbezogener Daten - Anwendungsbeispiele in Medizin, Assistenz und Prävention |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Konzepte und Prinzipien der Nutzung von Gehirnaktivität für die Mensch-Maschine-Interaktion anhand von Beispielen zu erläutern und die besonderen Herausforderungen des Schutzes personenbezogener Daten bei der Nutzung zu erklären. Sie verstehen die Quellen und Messmethoden für Hirnaktivität und den Rahmen der Interpretierbarkeit durch Signalverarbeitung und maschinelles Lernen. |

Description / Content English

The course „Neuroengineering for Human-Centered-Interaction“ addresses multidisciplinary research in the context of human-machine interaction and the requirements for hardware and software as well as data security issues when using personal data or creating individual models. For various applications in medicine and rehabilitation, but also for new approaches to autonomous driving or cognitive occupational safety, brain activity data can be used to automatically and implicitly recognize human intentions in order to understand how human-machine interaction can be individualized and adapted to actual needs. The course will consider different approaches to using brain activity and its use in combination with other data to promote meaningful approaches to multimodal interaction. In this context, the particular challenges of using personal data and machine learning will also be addressed.

The course covers the following application topics and the fundamentals required for them:

- source of measurable brain activity - especially the electroencephalogram
- technical and methodical possibilities of recording brain activity
- different ways of using brain activity for interaction with their advantages and disadvantages
- dealing with artifacts - signal processing
- signal fusion and machine learning for interpretation of brain activity
- effect of class distribution, transfer learning and performance metrics
- Inherently safe use of brain activity
- Special challenges to the use of personal data
- Application examples in medicine, assistance and prevention

Learning objectives / skills English

Students will be able to explain the main concepts and principles of using brain activity for human-machine interaction with examples, as well as specific challenges to protecting personal data when using it. They will understand the sources and measurement methods for brain activity and the framework of interpretability using signal processing and machine learning.

Literatur

- Zschocke, S. (1995). Klinische Elektroenzephalographie. Springer: Berlin, Heidelberg.
- Luck, S. J. (2005). An Introduction to the Event-related Potential Technique. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10):2128–2148.
- Graimann, B., Allison, B. Z., & Pfurtscheller, G. (2010). Brain-Computer Interfaces: Revolutionizing Human-Computer Interaction. (1 ed.) Springer Verlag.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., & Birbaumer, N. (2005). Human Brain-Computer Interface. In Motor Cortex in virtual Movements (A distributed System for distributed Functions ed., pp. 367-401). CRC Press.
- Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., and Vaughan, T. M. (2002). Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical Neurophysiology*
- Kirchner, E. A. et al. Intuitive interaction with robots - technical approaches and challenges. In Drechsler, R. & Kühne, U. (eds.) Formal Modeling and Verification of Cyber Physical Systems, 224–248 (Springer 2015).
- Elsa Andrea Kirchner; Intrinsische Intentionserkennung in Technischen Systemen, Editors: Steffen Hölldobler, In GI-Edition: Lecture Notes in Informatics, Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2014, Bonner Kölken Verlag, pages 119-128, 2015. ISBN: 978-3-88579-419-6.
- Kirchner, E. A. et al. Embedded Multimodal Interfaces in Robotics: Applications, Future Trends, and Societal Implications, Editors: S. Oviatt, B. Schuller, P. Cohen, D. Sonntag, G. Potamianos, A. Krueger, In The Handbook of Multimodal-Multisensor Interfaces, Morgan & Claypool Publishers, volume 3, chapter 13, pages 523-576, 2019. ISBN: e-book: 978-1-97000-173-0, hardcover: 978-1-97000-175-4, paperback: 978-1-97000-172-3, ePUB: 978-1-97000-174-7.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Nonlinear Control Systems | | | |
| Module title English | | | |
| Nonlinear Control Systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Nonlinear Control Systems | | | |
| Course title English | | | |
| Nonlinear Control Systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Ding, Steven | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Ziel der Lehrveranstaltung ist es, Grundkenntnisse der nichtlinearen Regelungstheorie zu vermitteln und neue Ansätze zur Analyse und zum Entwurf nichtlinearer Systeme vorzustellen. |
| Inhalt: Einführung, Analyse in der Phasenebene, Stabilitätstheorie, Linearisierung durch Rückkopplung, adaptive Regelung, Sliding-Mode-Regelung, Entwurf von Beobachtern für nichtlineare Systeme. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen nichtlineare regelungstechnische Systeme modellieren, deren Dynamik und Stabilität analysieren und geeignete Regler konzipieren und entwerfen. |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| During the last two decades, development of advanced nonlinear control system theory has received much attention. This course is devoted to the essentials of the nonlinear system analysis and to the introduction of some advanced methods of analyzing and designing nonlinear control systems developed in recent years. |
| First, different methods and tools for the description of nonlinear systems are introduced. Stability study with emphasis on the Lyapunov methods builds the basis for the further study. It is followed by the study on passive and dissipative systems, and presentation of different methods of nonlinear controller design including the feedback linearization, sliding control, adaptive control schemes and nonlinear observer design. |
| Learning objectives / skills English |
| The students should be able to model nonlinear control systems, to analyze the system dynamic behavior, in particular the stability using different methods, and to design nonlinear control systems for applications. |

| |
|------------------|
| Literatur |
|------------------|

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Nonlinear control systems“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] H. K. Khalil: Nonlinear systems, the 3rd edition, Prentice Hall, 2002.
- [3] J.-J. E. Slotine and W. Li, Applied nonlinear control, Prentice Hall, 1991

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Numerical Mathematics | | | |
| Module title English | | | |
| Numerical Mathematics | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Numerical Mathematics | | | |
| Course title English | | | |
| Numerical Mathematics | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Gotzes, Claudia | Mathe | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 6 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Folgende Themen werden behandelt: |
| 1. Fehleranalyse Darstellung von Zahlen, Gleitpunktzahlen, Rundungsfehler, Fehlerfortpflanzung, Fehlerfortpflanzung bei arithmetischen Operationen, Konditionierung |
| 2. Nichtlineare Gleichungen Die Sekantenmethode, das Newtonverfahren, Fixpunktverfahren, Nullstellen von Polynomen, Systeme nichtlinearer Gleichungen, das Newtonverfahren für Systeme |
| 3. Lineare Gleichungssysteme Die LR- und Cholesky-Zerlegung, die LR-Zerlegung, die Cholesky-Zerlegung, das Gaußsche Eliminationsverfahren, die QR-Zerlegung, Problem der kleinsten Quadrate, Iterative Lösungen, das Jacobi-Verfahren, das Gauß-Seidel-Verfahren, Konvergenzeigenschaften |
| 4. Bestimmung von Eigenwerten Die Potenzmethode, Gerschgorinkreise, die QR-Methode, Hessenbergmatrizen |
| 5. Gewöhnliche Differentialgleichungen Trennung der Veränderlichen und lineare Gleichungen, Einschrittverfahren, das Eulerverfahren, das verbesserte Eulerverfahren, das Runge-Kutta-Verfahren |
| 6. Interpolation Lagrange-Polynome, Interpolationsfehler, Dividierte Differenzen, Splines |
| 7. Integration Gaußsche Quadraturformeln |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen lernen, typische Probleme aus der Ingenieurmathematik mit numerischen Verfahren zu lösen, darunter lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Eigenwerte, Interpolation, Differentialgleichungen und Integration. Sie sollen lernen, abstrakt formulierte Methoden in eine konkrete Berechnung umzusetzen und diese Verfahren hinsichtlich Genauigkeit und Effizienz zu beurteilen. |

Description / Content English

The course deals with the following subjects:

1 Error Analysis

Representation of numbers, Floating-point-numbers, Rounding errors, Error Propagation, Error propagation in arithmetic operations, Condition numbers

2 Nonlinear equations

The method of Bisection, The secant method, Newton's method, Fixed point iteration, Polynomial equations, Systems of nonlinear equations, Newton's method for systems

3 Systems of Linear Equations

The LR and Cholesky Decomposition, The LR-Decomposition, The Cholesky Decomposition, Gauss Elimination and Back-Substitution, Pivoting strategies, The QR Decomposition, Data fitting; Least square problems, Iterative solutions, Jacobi Iteration (total-step-method), Gauss-Seidel-Iteration (single-step-method), Convergence properties

4 Finding Eigenvalues

The Power method, Localizing eigenvalues, The QR-method, Hessenberg matrices

5 Ordinary Differential Equations

Basic analytic methods, Separation of variables, Linear differential equations, One-step-methods, Euler's Method, Midpoint Euler, Two-stage-models, Runge-Kutta-methods

6 Polynomial Interpolation

Lagrange form of Interpolation Polynomial, Interpolation Error, Divided Differences, Spline Interpolation

7 Numerical Integration

Gaussian Quadrature

Learning objectives / skills English

The students will learn to solve typical problems in engineering-mathematics by numerical methods, among others: Linear and nonlinear systems, eigenvalues, interpolation, differential equations, and integration. They should learn to implement general methods into a practical computation and to evaluate them with respect to accuracy and efficiency.

Literatur

- 1 Gautschi, W. Numerical Analysis, Birkhäuser, 1997.
- 2 Hammerlin und Hoffmann. Numerische Mathematik, Springer, 1994.
- 3 Householder. A.S. Principles of Numerical Analysis, Dover Publications, 1974.
- 4 Kincaid,D. and Cheney, W. Numerical Analysis, Brooks/Cole Publishing, 1991.
- 5 Locher. Numerische Mathematik für Informatiker, 1993.
- 6 Philipps,C. and Cornelius, B. Computational Numerical Methods, Ellis Hoorwood.
- 7 Stoer, J. and Burlisch, R. Introduction to numerical Analysis, 2005.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Numerics and Flow Simulation | | | |
| Module title English | | | |
| Numerics and Flow Simulation | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Numerics and Flow Simulation | | | |
| Course title English | | | |
| Numerics and Flow Simulation | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Kempf, Andreas Markus | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Mündliche Prüfung | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung vermittelt detailliertes Verständnis numerischer Verfahren zur Simulation strömungsmechanischer Probleme (CFD, computational fluid dynamics). Die Inhalte gliedern sich in zwei Teile:

Teil 1: mathematische Grundlagen der Lösung von Transport- und Erhaltungsgleichungen

- Interpolationsverfahren, numerische Integration und Differentiation
- Finite Volumen Diskretisierung konvektiver und diffusiver Flüsse, Zeitintegration
- Druck-Geschwindigkeits Kopplung
- 3D-CFD, Simulation der turbulenten Strömung mit Reynolds-gemittelter Gleichungen, Simulation der turbulenten Strömung mit Grobstruktur-Modellen (LES)

Teil 2: Einführung in die Simulationspraxis am Beispiel von OpenFOAM

- Integration der Strömungssimulation im CAE Prozess, Grundkonzepte von OpenFOAM
- Simulation turbulenter, inkompressibler Strömungen
- Simulation kompressibler, reibungsfreier und reibungsbehafteter Strömungen
- Programmierung von Löser-Erweiterungen

Die Übung im Teil 1 wird durch Programmierung von Matlab Programmen begleitet, im Teil 2 wird die Bedienung von OpenFOAM vermittelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Studierende die die Vorlesung erfolgreich besucht haben:

1. Kennen die Stärken und Schwächen numerischer Verfahren im Kontext der Strömungssimulation
2. Sind in der Lage numerische Verfahren angepasst an die Problemstellung auszuwählen
3. Erwerben Verständnis für Quellen numerischer Fehler die für strömungsmechanische Probleme besonders wichtig sind
4. Verstehen die Methoden und sind in der Lage einfache Programme zur Lösung partieller Differentialgleichungen mit einer höheren Programmiersprache zu erstellen
5. Können komplexe CFD Programme anwenden um technische Probleme zu Simulieren
6. Können die Software OpenFOAM installieren und anwenden
7. Können selbstständig einfache Löser-Erweiterungen für OpenFOAM programmieren

Description / Content English

The lecture teaches detailed understanding of numerical methods for simulation of fluid flows (CFD, computational fluid dynamics). Main topics are split in two parts:

Part 1: mathematical basics of numerics for transport- and conservation-equations

- Interpolation methods, numerical differentiation and integration

- Finite volume discretisation of convective and diffusion fluxes, time integration methods

- Pressure-velocity coupling

- 3-D CFD, simulation of turbulent flows using Reynolds-averaged equations, large-eddy simulation (LES) of turbulence

Part 2: Introducton to fluid flow simulation with OpenFOAM

- Integration of CFD in the CAE process, basic concepts of OpenFOAM

- Simulation of turbulent, incompressible flows

- Simulation of compressible, viscous and inviscid flows

- Introduction to high-level programming with OpenFOAM

The tutorial seminar of Part 1 requires writing of Matlab programs. Tutorial seminar of Part 2 teaches the usage of OpenFOAM.

Learning objectives / skills English

Students which attended the lecture:

1. Are aware of strengths and weaknesses of numerical schemes in the context of flow simulation
2. Are capable to choose the adequate numerical methods for a particular flow problem
3. Learned to understand the sources of numerical errors, especially their importance in context of flow simulation
4. They understand the numerical methods and their computational implementation; they are capable to write simple programs for solution of partial differential equations using a high level programming language
5. They can apply complex CFD software for solution of practical flow problems
6. Can install and use OpenFOAM
7. Are capable to write simple solver extensions using the OpenFOAM library functions

Literatur

Lecture slides, über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Operationsverstärker Praktikum | | | |
| Module title English | | | |
| Operational Amplifier Lab | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Operationsverstärker Praktikum | | | |
| Course title English | | | |
| Operational Amplifier Lab | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Weimann, Nils | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| | | 3 | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Mündliche Prüfung | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Das Ziel dieses Praktikums ist das Verständnis der grundlegenden Funktionsweise und Eigenschaften von Operationsverstärkern (OpAmps). Ihre Einsatzmöglichkeiten in elektronischen Schaltungen sollen die Studenten zu eigenen Schaltungsentwürfen und einem besseren Verständnis von komplexen Schaltungen führen. Beginnend mit der Messung und Auswertung der wichtigsten Parameter eines OpAmps werden Schaltungen wie Addierer, Multiplizierer, Verstärker und aktive Filter berechnet und untersucht. Abschließend werden Oszillatoren und Generatoren entwickelt und getestet. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sind in der Lage, Schaltungen mit Operationsverstärkern zu berechnen und die theoretischen Ergebnisse an Hand von Messungen zu kontrollieren. |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| The aim of practical exercise is the understanding of the basic functionality and qualities of operational amplifiers (OpAmps). Their application potential in electronic circuits should lead the students to own circuit ideas and a better understanding of complicated circuits. Beginning with the measurement and evaluation of the most important parameters of OpAmps circuits like adder, multiplicators, amplifiers and active filters are calculated and measured. Finally, oscillators and generators are developed and tested. |
| Learning objectives / skills English |
| The students are able to calculate circuits based on operational amplifiers and to check the theoretical results with help of measurements. |
| Literatur |

Praktikumsunterlagen (als Download verfügbar)

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Power System Operation and Control | | | |
| Module title English | | | |
| Power System Operation and Control | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Power System Operation and Control | | | |
| Course title English | | | |
| Power System Operation and Control | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Vennegeerts, Hendrik | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur, Referat | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Das Elektrische Energieversorgungsnetz ist ein großes dynamisches System. Ein Ziel der Lehrveranstaltung ist, verschiedene dynamische Vorgänge, die durch Kurzschlüsse, Blitzschläge, Schalthandlungen hervorgerufen werden, vorzustellen und zu diskutieren. Die Algorithmen für eine computerbasierte Simulation werden kurz beschrieben und die bekanntesten Softwarewerkzeuge vorgestellt. Weiterhin werden Methoden zur Regelung der Frequenz und Spannung erläutert. Ein Überblick wird gegeben ebenfalls über die Netzeleittechnik, soweit diese für die Regelung, Steuerung und Überwachung des Netzes aus der Sicht der Netzdynamik relevant ist. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden verstehen die Betriebsweise elektrischer Netze, sie kennen, wie Spannung, Leistung und Frequenz geregelt werden und welche Betriebsmittel als Stellglieder hierfür zur Verfügung stehen. Sie wissen, welche transienten und dynamischen Phänomene infolge von Störungen im Netz auftreten und welche Auswirkungen sie haben können. |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Power system is a large-scale dynamic system. One of the objectives of the lecture is to discuss main issues of power system dynamics caused by disturbances like short circuits, lightning strokes and switching actions. The algorithms for computer-based time and frequency domain simulation techniques will be described shortly and some of the most popular software packages introduced. Furthermore, methods for power system control to maintain voltage and frequency standards will be discussed. An overview will also be given about the structure of the energy management systems. |
| Learning objectives / skills English |
| Students know how power systems are operating, how voltage, power and frequency are controlled and which means are available for these controls. They know the most important phenomena caused by different disturbances in power systems as well as the consequences they may cause. |

Literatur

- P. Kundur: Power System Stability and Control, EPRI, McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-035958-X.
D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Verlag Berlin, 2004

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Product Engineering | | | |
| Module title English | | | |
| Product Engineering | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Product Engineering | | | |
| Course title English | | | |
| Product Engineering | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Lobeck, Frank | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Aufbauend auf vorherigen Vorlesungen aus dem Grundstudium dient diese Vorlesung als Einführungsveranstaltung in den Studienschwerpunkt Produkt Engineering. Bestandteil der Vorlesung ist die Wertschöpfungskette im Unternehmen mit Interaktion (Produktentwicklung und -zulassung, AV, Produktion, Materialfluss/Logistik, Quality Management (QM) und Normung), die aktuellen IT- Werkzeuge des Produktdatenmanagements, sowie als Beispiel die Entwicklung und Produktion in der Medizintechnik (Anforderungsprofil, Zulassungsprozedur, Produktentwicklung, Produktion) und das Quality Management. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Den Studierenden werden die Wertströme entlang der Wertschöpfungskette und die daraus resultierenden Grundzüge für eine integrierte Produktgestaltung vermittelt. Sie sind danach in der Lage, die vielfältigen Aspekte und Tätigkeitsfelder im Produkt Engineering zu überblicken. |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Based on previous lectures from Bachelor courses the present lecture is the introductory course to the major field of study of Produkt Engineering. Part of the lecture is the value adding chain in the enterprise including interaction (product development and product accreditation, production planning, production, material flow and logistics, quality management (QM), and standardization), the current IT-tools of product data management as well as example the development und production in biomedical engineering (requirement profile, accreditation, product development, production) and QM. |
| Learning objectives / skills English |
| The students will get to know the processes along the value adding chain including the resulting basics of integrated product design. Afterwards, they will be able to see the variety and fields of work in Produkt Engineering. |

| |
|------------------|
| Literatur |
|------------------|

Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur: Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Prozessautomatisierung | | | |
| Module title English | | | |
| Process Automation | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Prozessautomatisierung | | | |
| Course title English | | | |
| Process Automation | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Louen, Chris | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Idee dieser Lehrveranstaltung ist ein Überblick über praxisrelevante Methoden, Gerätetechnik (Hard- und Software) und Vorgehensweisen für die Entwicklung von Automatisierungsgeräten bis hin zur Projektabwicklung der Prozessleittechnik für komplexe Produktionsanlagen zu geben. Kontinuierliche Prozesse, Chargenprozesse mit Rezeptfahrweisen sowie Stückprozesse und die zugehörigen Begriffe werden definiert. Petrinetze zur Beschreibung ereignisdiskreter Systeme werden weiterführend behandelt, bis hin zu Analysemethoden. Zur Beschreibung von Automatisierungsaufgaben werden weiterhin RI-Fließbilder, Funktionspläne (FBD und SFC) und (nur andeutungsweise) strukturierte sowie objektorientierte Methoden betrachtet. Grundlagen der Hardware und der Software werden unter den für die Thematik relevanten Aspekten betrachtet und knapp zusammengefasst (die Echtzeit-Thematik wird weitgehend der Vorlesung Echtzeit-Systeme überlassen). Das Kapitel Rechnerkommunikation in der Automatisierungstechnik beschreibt Schnittstellen und Protokolle, die als Feldbusssysteme in der Automatisierungstechnik zur Anwendung kommen. Es wird gezeigt, wie Automatisierungsfunktionen (Regelung, Steuerung, Zeitglieder, ..) und universelle Automatisierungssysteme (SPS, PLS) per Software realisiert werden können. Zur Feldgeräte-technik gehören Grundkenntnisse über Explosionsschutz, Signalübertragung im Feld (klassisch, Feldbus, Remote-I/O-Systeme), Software-Integration intelligenter Feldgeräte, Stellgerätetechnik (Ventile) sowie eine kurze Einführung in die Prozessmesstechnik. Das Engineering der Prozessleittechnik im Anlagenbau sowie Fragen der Zuverlässigkeit und Sicherheit bilden den Abschluss. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen Automatisierungsfunktionen beschreiben, analysieren, planen und mit Rechnersystemen, einschließlich PLS und SPS, realisieren können. Es sollen die Grundlagen zur kritischen Bewertung geeigneter Vorgehensweisen, Methoden und Tools gelegt werden. Eine eigenständige kritische Bewertung wird allerdings erst später in Verbindung mit einer entsprechenden Praxiserfahrung möglich sein. |
| Description / Content English |

The idea of this lecture is a survey on application, equipment technology (hard- and software) and development of automation devices up to project management of process control systems for complete production plants. Continuous processes, batch processes with recipes as well as piece processes and the relevant terms will be defined.

To describe and analyze event discrete systems petri nets will be discussed.

For the description of automation tasks P&I diagram, function block diagram and sequential function chart will be considered.

Basic aspects of process control hard- and software will be summarized (details on the topic of real time can be found in the lecture Real time systems). Next the communication in process control systems with fieldbus is discussed.

Furthermore the software realization of automation functions (control, timer, ...) and process control systems (PLC, PCS) will be shown.

Within the discussion of field devices, basic knowledge of explosion protection, signal transmission (field-bus, remote I/O), software integration of intelligent field devices, actuators as well as a short introduction of process measurement technology will be given.

Finally the plant engineering of process control systems as well as safety and reliability issues will be explained.

Learning objectives / skills English

The students should be able to describe automation functions, analyze and plan them. Furthermore they should be able to implement them using computer systems, including DCS and PLC. They should have the fundamentals for critical evaluation of methods and tools, though an independent judgement will be possible only after some practical experience in industry.

Literatur

Louen, Chris: Vorlesungsskript „Prozessautomatisierung“;
Früh, K.F.; Maier, Uwe (Hrsg.): Handbuch der Prozessautomatisierung. Oldenbourg-Industrieverlag, 4. Auflage, 2009.
Anmerkung: Es gibt keine Literatur in dieser Zusammenstellung von Themen. Für jedes Thema werden andere Bücher in den Vorlesungsunterlagen empfohlen, aber hiervon sind jeweils nur Teile relevant.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Prozessautomatisierungstechnik | | | |
| Module title English | | | |
| Process Control Engineering | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Prozessautomatisierungstechnik | | | |
| Course title English | | | |
| Process Control Engineering | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk, Jelali, Mandana | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Grundbegriffe der Automatisierungstechnik, Netzdarstellung mit Petri-Netzen, Automatisierungsstrukturen, Prozessrechner-Hardware, Sensoren und Aktoren, Software für die Echtzeit-Datenverarbeitung, technische Ausprägung von Prozessrechensystemen, Datenkommunikation in verteilten Automatisierungssystemen, Steuern und Regeln mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), Zuverlässigkeit und Sicherheit von Automatisierungssystemen Vorlesungsbegleitende Übungen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |

Zentrales Lernziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen,

- die Beschreibung sequentieller Abläufe bei Automatisierungssystemen mit Hilfe von Petri-Netzen vorzunehmen,
- die Besonderheiten der Hardware von Digitalrechnern einschließlich der Prozessperipherie sowie der notwendigen Sensoren und Aktoren für den Online-Einsatz im Rahmen der Automatisierung technischer Prozesse zu erkennen,
- den Aufbau eines Echtzeit-Betriebssystems und die speziellen Probleme der Echtzeitprogrammierung zu verstehen,
- den Datenaustausch innerhalb dezentral organisierter Automatisierungssysteme durch die Wahl geeigneter Bussysteme zu realisieren,
- SPS als Automatisierungsgeräte einzusetzen.

Im Detail sollen Kenntnisse zu folgenden Themengebieten vermittelt werden:

- Grundbegriffe der Automatisierungstechnik
- Einsatzgebiete und Beispiele
- Netzdarstellung mit Petri-Netzen
- Automatisierungsstrukturen
- Prozessrechner-Hardware
- Prozessperipherie
- Sensoren und Aktoren
- Aufbau eines Echtzeit-Betriebssystems
- Programmiersprachen
- Spezielle Probleme der Echtzeit-Programmierung
- Technische Ausprägung von Prozessrechensystemen
- Datenkommunikation in verteilten Automatisierungsstrukturen
- Lokale Netzwerke
- Feldbusse
- Steuern und Regeln mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS)
- Zuverlässigkeit und Sicherheit von Automatisierungssystemen.

Description / Content English

Basic notion on automation engineering, network representations, petri-nets, automation structures, process computer-hardware, sensors and actuators, software for real-time data processing, technical characteristics of process computer systems, controllers and regulators with Programmable logic controller(PLC), reliability and security of and in automated systems, lecture-accompanied exercises.

Learning objectives / skills English

The central aim of the course is to put the students in a position where:

- They can describe sequential processes in automation systems using petri-nets,
- They can recognize the particularities of the hardware of digital computers including the process peripherals and the essential sensors and actuators for the online usage in the scope of automating technical processes,
- They can understand the structure of a real-time operating system and the special issues related to real-time programming,
- They can realize the data exchange within decentralized organized automation systems by choosing appropriate bus systems,
- They can use SPS as automation devices.

Knowledge on the following topics should be transmitted in a detailed way:

- Basic terms related to automation engineering
- Areas of application and examples
- network representations with petri-nets
- automation structures,
- process computer-hardware,
- sensors and actuators,
- Structure of a real-time operating system
- Programming languages
- special issues related to real-time programming,
- technical characteristics of process computer systems,
- Data communication in distributed automation structures,
- Local networks
- Field busses,
- controllers and regulators with Programmable logic controller(PLC)
- reliability and security of and in automated systems

Literatur

Vorlesungsskript (online) und ergänzende Literatur

Braun; Speicherprogrammierbare Steuerungen in der Praxis; 2. Aufl. Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 2000

Lauber, Göhner; Prozessautomatisierung; 13. Aufl. Berlin: Springer 1999

Schnell; Bussysteme in der Automatisierungstechnik; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 1994

Schnieder; Methoden der Automatisierung; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 1999

Wellenrether, Zastrow; Automatisieren mit SPS; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 2001

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Qualitative Methoden der Regelungstechnik 2: Automaten und Netze | | | |
| Module title English | | | |
| Qualitative Methods in Automation 2: Automata and Nets | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Qualitative Methoden der Regelungstechnik 2: Automaten und Netze | | | |
| Course title English | | | |
| Qualitative Methods in Automation 2: Automata and Nets | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Ingenieurwissenschaftliche Anwendungsfelder für Automaten und Netze |
| - Vorbereitungen: Zeit, Logik, Modelle |
| - Zustandsautomaten: Theorie, Umsetzung und Anwendung |
| - Petrinetze: Theorie, Variationen, Umsetzung und Anwendung |
| - Hybride Modellbildung |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Regelungs- und Automatisierungstechnik ist – auf Grund ihres fachübergreifenden, systemorientierten Ansatzes – eine moderne und grundlegende Ingenieurdisziplin. In zahlreichen Anwendungen der Automatisierungstechnik, z. B. Verkehrstechnik, Logistik, Ablaufsteuerungen etc. bzw. verwandter Disziplinen wie der Zuverlässigkeitstechnik kommen häufig qualitative Methoden der Regelungstechnik zum Einsatz, z. B. als Zustandsautomaten, Petrinetze, farbige Petrinetze etc. Die Veranstaltung führt in deren grafentheoretische Grundlagen ein, stellt die Zusammenhänge zur Regelungstheorie wie zur Systemtheorie dar. Studierende sollen die entsprechenden Zusammenhänge und Begriffe erlernen und anzuwenden beherrschen. |

| |
|------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Scientific engineering applications for machines and networks |
| - Preparations: Time, logic, models |
| - State Machines: Theory, Implementation and Application |
| - Petri nets: theory, variations, implementation and application |
| - Hybrid Modeling Description (English): |
| Learning objectives / skills English |

The control and automation technology - due to their interdisciplinary, system-oriented approach - is a modern and basic engineering discipline. In numerous applications of automation technology, such as transportation, logistics, process controls, etc. or related disciplines such as reliability engineering often qualitative methods of control technology are used, for example, as state machines, Petri nets, colored Petri nets, etc. The event will introduce the theoretical principles of graphs and links to control theory and to systems theory. Students should learn the corresponding relationships and concepts and to apply them.

Literatur

- J. Lunze: Automatisierungstechnik, 2003
- L. Litz: Grundlagen der Automatisierungstechnik, 2005
- E. Alpaydin: Maschinelles Lernen, 2008
- A. Angermann et al: Matlab, Simulink, Stateflow, 2005
- V. Thurau: Algorithmische Graphentheorie, 2004
- U. Kiencke: Ereignisdiskrete Systeme, 2006

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems | | | |
| Module title English | | | |
| Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems | | | |
| Course title English | | | |
| Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Überblick über die Architektur automatisierter Systeme, Aufbau und Funktion von Automatisierungssystemen, SPS-Programmierung (klassische IEC 61131-3-Sprachen, objektorientierte Erweiterung der IEC 61131-3-Sprachen), Bussysteme und Bewegungssteuerung. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden lernen die Grundlagen der industriellen Automatisierung mit Schwerpunkt auf speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Dies umfasst einen Überblick über Steuerungs- und Regelungstechnik und die Grundlagen der Normen IEC 61131-3, wie sie in gängigen SPS-Systemen implementiert sind. Darüber hinaus wird ein Überblick über gängige Netzwerktopologien und Bewegungssteuerung gegeben. Die Studierenden lernen, Steuerungsaufgaben mit Hilfe von Kontaktplänen, Funktionsblöcken, Anweisungslisten, strukturiertem Text und strukturierten Flussdiagrammen sowie kontinuierlichen Funktionsplänen zu implementieren. Darüber hinaus lernen die Studenten in der Vorlesung und in praktischen Übungen, wie man mit Hilfe der Programmierplattform CODESYS einfache Programme auf einem industriellen SPS-System erstellt, Fehler behebt, lädt und ausführt. |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Overview of automated systems architecture, Design and function of automation systems, PLC programming (Classic IEC 61131-3 Languages, Object-oriented extension of IEC 61131-3 languages), Bus systems and motion control. |
| Learning objectives / skills English |

Students learn the fundamentals of industrial automation with a focus on Programmable Logic Controllers (PLCs). This comprises an overview of open loop and closed loop control and the fundamentals of IEC 61131-3 standards as implemented in common PLC systems. In addition, an overview of common network topologies and motion control is presented. The students learn to implement control tasks using ladder diagram, function blocks, instruction list, structured text, and structured flow charts, as well as continuous function charts. Further, the students learn in the lecture and hands-on practical exercises how to create, troubleshoot, load and run simple programs on an Industrial PLC system using the CODESYS programming platform.

Literatur

- K.-H John und M. Tiegelkamp: IEC61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Springer, 2001.
- G. Wellenreuther und D. Zastrow: Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis, Vieweg Verlag, 2005.
- B. Vogel-Heuser und A. Wannagat: Modulares Engineering und Wiederverwendung mit CoDeSys V3, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2009.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Regelungstechnisches Aufbaupraktikum | | | |
| Module title English | | | |
| Advanced Control Lab | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Regelungstechnisches Aufbaupraktikum | | | |
| Course title English | | | |
| Advanced Control Lab | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Ding, Steven | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| | | 3 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Im Rahmen des Aufbaupraktikums sollen die Studierenden an Versuchsständen mit realen Regelstrecken verschiedene Regelungsmethoden, die Umsetzung regelungstechnischer Konzepte und deren Online-Implementierung kennen lernen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen in der Lage sein, die im Labor vorhandenen regelungstechnischen Systeme zu modellieren und zu analysieren und ferner geeignete Regler zu entwerfen. |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| The students learn how to develop a control scheme for a given process and how to realize the developed controller on-line under real application conditions. For this purpose, different laboratory systems with real plants and design software (MATLAB) are available. |
| Learning objectives / skills English |
| The students are able to model and analyze different laboratory systems and to develop suitable control schemes. |

| |
|------------------------------------------------------------|
| Literatur |
| AKS internal document: Instruction to Advanced Control Lab |

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Regelungstheorie | | | |
| Module title English | | | |
| Control Theory | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Regelungstheorie | | | |
| Course title English | | | |
| Control Theory | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | 1 | |
| Studienleistung | | | |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Zustandsraummethoden und Mehrgrößensysteme, Zustandsraum, Beobachtbarkeit etc., Steuerbarkeit etc., Reglerentwurf, Beobachterentwurf, Entwurfsverfahren, Entwurf von Folgeregelungen, Stabilität von Regelungssystemen, Ljapunov Stabilität, Modelreference Regelungen, Linear quadratisch optimale Regelungen, Beobachtergestützte Regelungen, Moderne Methoden |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden werden hier in die Lage versetzt, regelungstechnische Probleme selbstständig zu formulieren und zu lösen. |
| |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| State space and Multi-Input, Multi-Output systems, state space, observability etc, controllability etc., control design, observer design, design approaches, design of servo systems, stability of control systems, Lyapunov stability, model-reference control, linear quadratic optimal control, observer-based control, advanced approaches |
| Learning objectives / skills English |
| The students will be enabled to formulate, analyze, and synthesize MIMO-control tasks by themselves. |

| |
|-----------------------------------------------------------|
| Literatur |
| Ogata; Modern control engineering; Int. Ed. Prentice Hall |
| Lunze; Regelungstechnik II; Springer |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Robotik-Anwendungen | | | |
| Module title English | | | |
| Robotic Applications | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Robotik-Anwendungen | | | |
| Course title English | | | |
| Robotic Applications | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Bruckmann, Tobias | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 1 | | | 2 |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Projektergebnisse, Präsentation, Dokumentation der Projektarbeiten | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| In dieser Veranstaltung erlernen die Teilnehmer die Grundlagen zur Realisierung moderner Robotik-Anwendungen. Dazu gehört eine Einführung in Kreativitätstechniken, die systematische Erfassung von Anforderungen an ein System sowie die Konzeptionierung und Umsetzung von automatisierten Lösungen. In der Veranstaltung werden die Grundlagen für die mechatronische Auslegung solcher Systeme erlernt (z.B. Einsatz von Mikrocontrollern, Sensoren und Aktuatoren). Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Auslegung und Entwicklung eines Robotersystems in Teamarbeit. Dazu wird in der ersten Vorlesungsstunde eine Aufgabenstellung präsentiert, die von den jeweiligen Teams in Form eines Projekts gelöst werden muss. Während der Veranstaltung muss der Projektfortschritt von den Teams kontinuierlich dokumentiert und präsentiert werden Während des Seminars wird Anwesenheit erwartet. Das unentschuldigte Fehlen kann zum Ausschluss von der Veranstaltung führen! |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sind in der Lage, den Einsatz von Automatisierungslösungen mit ihren individuellen Anforderungen zu verstehen, Lösungen zu konzeptionieren und praxisgerecht auszulegen. Weiterhin sind die Studierenden mit dem Einsatz typischer technischer Komponenten von Robotersystemen vertraut. Die Teams lernen, die richtigen Technologien und Methoden zielgerecht einzusetzen und üben die Organisation eines Entwicklungsprojekts sowie die Präsentation der Projektergebnisse. |
| Description / Content English |

In this course, participants learn the basics for realizing modern robotics applications. This includes an introduction to creativity techniques, the systematic collection of requirements for a system, as well as the conceptual design and implementation of automated solutions. In the course, the fundamentals for the mechatronic design of such systems are learned (e.g. use of microcontrollers, sensors and actuators). The focus of the course is the design and development of a robot system in teamwork. For this purpose, a task is presented in the first lecture hour, which must be solved by the respective teams in the form of a project. During the course, the progress of the project must be continuously documented and presented by the teams. During the seminar, attendance is expected. Unexcused absence may lead to exclusion from the event!

Learning objectives / skills English

The students are able to understand the use of automation solutions with their individual requirements, to conceptualize solutions and to design them in a practical manner.

Furthermore, the students are familiar with the use of typical technical components of robot systems.

The teams learn to use the right technologies and methods in a targeted manner and practice organizing a development project and presenting the project results.

Literatur

Siegwart, R., Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2004. ISBN 978-0262195027

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Robust Control | | | |
| Module title English | | | |
| Robust Control | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Robust Control | | | |
| Course title English | | | |
| Robust Control | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Ding, Steven | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Robuste Regelung ist ein Forschungs- und Entwicklungsgebiet, dem in den letzten 20 Jahren große Aufmerksamkeit ununterbrochen gewidmet wurde. Ziel der Vorlesung ist es, Grundkenntnisse der robusten Regelung zu vermitteln und neue Ansätze zum Entwurf robuster Regler vorzustellen. |
| Die Vorlesung besteht aus vier Teilen. Es werden dabei die Systemstrukturen, Parametrisierungen von Reglern und Beobachtern sowie Standard-entwurfsverfahren für Systeme mit Störgrößen oder Modellunsicherheit behandelt. Ferner werden Faktorisierungstechnik sowie LMI- (linear matrix inequality) Technik vorgestellt. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden sollen in der Lage sein, Systeme mit Störgrößen und Modellunsicherheit beschreiben und analysieren zu können. Ferner sollen sie einfache robuste Regler. |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| Due to its importance in practice, robust control technique is one of the research and development fields in control engineering, which continuously received the most attention during the last two decades. The focus of this course is the introduction to the essentials of the robust control theory, to the computational tools and some design methods. |
| The course consists of four parts. In Part I, Introduction, the system configurations and internal stability of feedback loops are addressed. Part II, Control system configurations, parameterizations, and tools, is dedicated to parameterizations of stabilization controllers as well as observers and their configurations. The major mathematical tool is the factorization technique. In Part III, System analysis, controller design and design tools, standard robust control schemes, the so-called H ₂ and H _{inf} control schemes as well as the associated mathematical knowledge are introduced. Moreover, the LMI (linear matrix inequality) technique for the system analysis and design is presented. Part IV, Robust controller design for uncertain systems, deals with systems with model uncertainties. Some basic schemes are introduced. |
| Learning objectives / skills English |
| The students will be able to model and analyze uncertain control systems and to design different robust controllers. |

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Robust control“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] K. Zhou, Essentials of robust control, Prentice Hall, 1998
- [3] S. X. Ding, Data-driven design of fault diagnosis and fault-tolerant control systems, Springer-Verlag, 2014

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Safe Systems | | | |
| Module title English | | | |
| Safe Systems | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Safe Systems | | | |
| Course title English | | | |
| Safe Systems | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 8 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| | | | 6 |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Hausarbeit, Kolloquium | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Im Rahmen des Seminars werden konkrete theoretische und praktische Aufgabenstellungen grundsätzlich (je nach Aufgabe) analysiert, bewertet, simuliert und praktisch umgesetzt. Hierbei handelt es sich um Aufgabenstellungen, die von den Prüfer/inne/n der Pflichtfächer des Profils gestellt werden und sich konkret an der Ausrichtung des Profils orientieren. Möglich sind ebenfalls herausfordernde aktuelle Fragestellungen, die im Rahmen von Industriekooperationen zu bearbeiten sind. Jedes Seminar beinhaltet Fragestellungen im Kontext der Automatisierungstechnik, der Sicherheit, der Zuverlässigkeitstechnik, der Diagnose oder der Prognose in unterschiedlichen methodischen oder anwendungspraktischen Feldern der Ingenieurwissenschaften. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Ziel des Seminars ist die Anwendung und Umsetzung erworbenen Wissens im Rahmen einer regelmäßig (wöchentlich) betreuten Kleingruppe sowie das Erlernen der Arbeit im Team. Hierbei sollen die Studierenden eine konkrete Rolle im Team einnehmen und gemeinsam mit den anderen Teammitgliedern eine komplexe Aufgabe vollständig gemeinsam lösen und das Ergebnis gemeinsam vertreten. Hierbei sollen grundsätzlich möglichst viele Kompetenzen (Recherche, schriftliche Ausarbeitung, Präsentation, Programmierung,) vom Team als Ganzes gezeigt werden. Die Studierenden sollen durch ihre Teilnahme sowohl soziale Kompetenzen wie auch fachliche Fähigkeiten erlernen und zeitgerecht zur Anwendung bringen. |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| In the context of this seminar concrete theoretical and practical tasks will be analyzed (depending on the task), evaluated, simulated, and applied in practice. These are tasks set up by the lecturers of the compulsory subjects of the profile and are specifically oriented towards the orientation of the program. Also possible to be integrated are challenging current issues that need to be solved within industrial cooperations. Each seminar includes questions in the context of automation technology, safety, reliability engineering, diagnosis, or prognosis in different methodical or application-practical fields of engineering. |
| Learning objectives / skills English |

The aim of the seminar is the application and implementation of the acquired knowledge in the context regularly (weekly) supervised small groups as well as experiencing the work as a team. Here, the students should take a concrete role in the team. Together with the other team members a complex task has to be solved together, also the results presentation has to be realized together. In principle, as many competences as possible (research, written elaboration, presentation, programming, ...) should be done by the team as a whole. Through their participation, students should learn both social skills and professional skills and apply them in a timely manner.

Literatur

Aktuelle Literatur wird aufgabenspezifisch typischerweise in Form von Zeitschriftenaufsätzen zur Verfügung gestellt.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Sensoren für Fortgeschrittene - Anwendungen, Schnittstellen und Signalverarbeitung | | | |
| Module title English | | | |
| Advanced Sensors - Applications, Interfacing and Signal Processing | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Sensoren für Fortgeschrittene - Anwendungen, Schnittstellen und Signalverarbeitung | | | |
| Course title English | | | |
| Advanced Sensors - Applications, Interfacing and Signal Processing | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Schramm, Dieter; Hesse, Benjamin | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D/E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Diese Vorlesung baut auf der Bachelor-Vorlesung „Sensorik und Aktuatorik“ oder ähnlichen einführenden Vorlesungen zur Sensorik oder Mechatronik auf. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf komplexen Sensoranwendungen und deren Integration in mechatronische Systeme. Dabei werden auch Themen wie Verbindungstechnik, Sensorabschirmung und Signalverarbeitung behandelt. Speziell bei der Signalverarbeitung werden Filterentwurf, adaptive Filter und Messrauschen behandelt. |
| Gliederung: |
| - Sensorcharakteristik |
| - Fortgeschrittene Anwendungen |
| - Sensor Schnittstellen |
| - Signalverarbeitung |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden verstehen Anwendungen komplexer Sensorik in mechatronischen Produkten. Sie sind in der Lage, Sensoren entsprechend den Anforderungen und der Einbaumgebung auszuwählen und kennen Methoden zur Auslegung geeigneter Filter. |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

This course is based on the bachelor course „Sensorik und Aktuatorik“ or any other introductory course on sensors or mechatronics. The course on Advanced Sensorics will focus on more complex applications of sensors and their integration into mechatronic systems. This course will also focus a lot on interfacing circuits, sensor shielding and signal processing to complete the path from signal collection, preparation and making it available in some useful form for the Electronic Control Units to use them. This will include among others definition of noise, designing digital and adaptive filters.

Structuring:

- Characteristics of Sensors
- Advanced Applications
- Sensor Interfacing Circuits
- Signal Processing

Learning objectives / skills English

Students understand applications of complex sensor technology in mechatronic products. They are able to select sensors according to the requirements and the installation environment and know methods for designing suitable filters.

Literatur

Fraden, Handbook of Modern Sensors - Physics, Design, and Applications. Springer 2010

PowerPoint presentations in English and German

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| State and Parameter Estimation | | | |
| Module title English | | | |
| State and Parameter Estimation | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| State and Parameter Estimation | | | |
| Course title English | | | |
| State and Parameter Estimation | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Ding, Steven | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Zur Modellierung (mathematische Beschreibung) eines dynamischen Systems werden vollständige Informationen über die Modellstruktur, die Zustandsgrößen und die Modellparameter benötigt. In dieser Vorlesung werden Methoden - zur Zustandsschätzung
- zur Parameteridentifikation
- zur Systemidentifikation behandelt. Ferner werden Methoden zur direkten Identifikation von Reglern und Beobachtern vorgestellt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen verschiedene Methoden zur Zustandsschätzung und Parameteridentifikation kennenlernen und diese in Form von Algorithmen umsetzen können.

Description / Content English

A dynamic system is well described by its model structure, state variables and model parameters. In practice, they are often unknown and should be identified or estimated. In this course, basic methods for the identification and estimation of state variables and system parameters are introduced.

The course consists of four thematic blocks.

In Block I, State estimation - Kalman filter and observer schemes, different types of Kalman filters and observer schemes are introduced on the assumption that the system model and parameters are available, including

- state estimation in static processes
- State estimation in (linear) dynamic processes
- H₂ optimal observer.

In Block II, Parameter identification -

Least squares parameter estimation schemes, parameter identification is dealt on the assumption of a given system structure. Topics like parameter estimation in static processes, parameter estimation in dynamic processes and recursive algorithms are addressed.

In case that the system is a block box, system identification is needed. In Block III, System identification - Subspace identification methods (SIM), the basic ideas and procedure of SIM are first introduced. It is followed by some standard SIMs. Block IV, SIM-added identification of kernel and image representations and data-driven design of feedback controllers and observers, is dedicated to the introduction of some data-driven design methods for controllers and observers.

Learning objectives / skills English

The students should learn basic state estimation and parameter identification methods and be able to implement them in form of algorithms.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „State and parameter estimation“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] T. Kailath and A. Sayed and B. Hassini, Linear estimation, Prentice Hall, 1999.
- [3] R. Isermann and M. Münchhof, Identification of Dynamic Systems Springer-Verlag, 2011
- [4] B. Huang and R. Kadali, Dynamic Modeling, Predictive Control and Performance Monitoring - A Data-driven Subspace Approach. Springer-Verlag, London 2008
- [5] S. X. Ding, Data-driven design of fault diagnosis and fault-tolerant control systems, Springer-Verlag, 2014.

| | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Systemtechnik und Systemoptimierung | | | |
| Module title English | | | |
| Systems Engineering and Optimization | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Systemtechnik und Systemoptimierung | | | |
| Course title English | | | |
| Systems Engineering and Optimization | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander; Marrenbach, Frank | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | SoSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Referat oder Mündliche Prüfung | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind: |
| - Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik |
| - Industrielle Problemstellungen und systemtechnischer Ansatz |
| - Systemanalyse, Systemgestaltung, Arbeitsprinzipien |
| - Systemmethodik des Technischen Managements |
| - Anwendung der Systemmethodik |
| - Planungs- und Problemlösungstechniken |
| - Systemoptimierung, Unternehmensoptimierung |
| - Entscheidungsfindung im technischen Planungsprozess |
| - Ausgewählte Verfahren des Operations Research |
| - Lernende Organisation und Logistik-Lernstatt |
| - Einfluss auf die Fabrik- und Betriebsorganisation |
| - Fallstudien. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, das Systemdenken und den Systemansatz im industriellen Umfeld zu verstehen, die fachlichen Grundlagen zu beherrschen, Systeme zu analysieren und zu optimieren, Methoden und Techniken auszuwählen, anzuwenden und anzupassen, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren. |
| Description / Content English |

Main topics of the lecture are:

- Systems Engineering Application and Development
- Problems in Industry and Systems Engineering Approach
- Systems Analysis, Systems Design, Operation Principles
- System Methodology of Technical Management
- System Methodology Application
- Problem Solving and Planning Techniques
- System Optimization, Enterprise Optimization
- Decision Making in the Technical Planning Process
- Selected Methods of Operations Research
- Learning Organization and Logistics Learning Centre
- Relation to Plant Organization
- Case Studies

Learning objectives / skills English

The students will gain interdisciplinary knowledge and skills. They are able to understand the systems engineering approach and its application in industrial content, to understand the fundamental principles, to analyze and optimize systems, to select, to apply and modify the methods and techniques, to work in teams to prepare a scientific documentation, to give a successful presentation and discuss the solutions.

Literatur

- Furterer, S. (2021): Systems Engineering.
- David D. Walden, ESEP, Garry J. Roedler, ESEP, Kevin J. Forsberg, ESEP, R. Douglas Hamelin, Thomas M. Shortell (2023). Systems engineering handbook : a guide for system life cycle processes and activities. 5th ed. Hoboken, N.J. : Wiley.
- Huang, C.-Y., Dekkers R., Chiu S.F., Popescu D., Quezada L. (2023). Logistics Engineering and Management. In: Intelligent and Transformative Production in Pandemic Times. Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Ma, Yongsheng (2023). Advanced Theory and Applications of Engineering Systems Under the Framework of Industry 4.0: Proceedings of 2022 International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications. Springer Nature Singapore.
- Bruns, M. (2013). Systemtechnik: Ingenieurwissenschaftliche Methodik zur interdisziplinären Systementwicklung. Springer.

| | | | |
|----------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien | | | |
| Module title English | | | |
| System reliability and limp-home strategies | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien | | | |
| Course title English | | | |
| System reliability and limp-home strategies | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 1 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| - Mathematische Grundlagen der Statistik |
| - Systemzuverlässigkeit |
| - Notlaufkonzepte |
| - Anwendungen |
| Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Übungen durchgeführt. |
| Die Veranstaltung wird durch den Lehrbeauftragten Bodenröder, DLR Braunschweig durchgeführt. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Studierende erlernen die Grundlagen der Zuverlässigkeitstechnik einschließlich der notwendigen statistischen Grundlagen. Aufbauend auf diesen Methoden lernen die Studierenden den Entwurf von Maßnahmen zum Umgang mit ausfallenden Komponenten und Systemen bzw. den robusten Entwurf ausfallarmer bzw. -sicherer Systeme (Notlaufkonzepte) konzeptionell kennen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die erlernten Methoden an Beispielen der industriellen Praxis wiederzuerkennen sowie in neuen Kontexten einzubringen. |

| |
|-----------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| - Mathematical Foundations of Statistics |
| - System reliability |
| - Fail-safe operation |
| - Applications |
| Exercises are executed to illustrate the contents of the course. |
| The course will be held by the lecturer Bodenröder, DLR Braunschweig. |
| Learning objectives / skills English |

Students learn the fundamentals of reliability engineering, including the necessary statistical foundations. Based on these methods, the students learn conceptually how to design methods for dealing with failing components and systems or how to design robust low-loss or safe systems (Fail-safe operation). The students will be able to recognize the learned methods using examples of industrial practice and to integrate them in new contexts.

Literatur

- Bertsche, B.; Lechner, G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau, Springer, 2004
Echtle, K.: Fehlertoleranzverfahren
Koch, M.; Schmidt M.: Deterministische und stochastische Signale. Bonn : Ferd. Dümmler, 1994
Meyna, A.; Pauli, B.: Taschenbuch der Zuverlässigkeitstechnik und Sicherheitstechnik, Hanser, 2002
Montenegro, S.: Sichere und fehlertolerante Steuerungen, Fachbuchverlag, 1999
Rakowsky, U.K.: System-Zuverlässigkeit, LiLoLe, Hagen, 2002
Weitere aktuelle Literatur vornehmlich aus Zeitschriftaufsaßen werden in den Veranstaltungsunterlagen benannt und aktualisiert.

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Theorie statistischer Signale | | | |
| Module title English | | | |
| Theory of Statistical Signals | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Theorie statistischer Signale | | | |
| Course title English | | | |
| Theory of Statistical Signals | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Czylwik, Andreas | ET | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | D | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| 2 | 2 | | |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Klausur | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Nach einer Einführung in den Begriff der Wahrscheinlichkeit werden Zufallsvariablen ausführlich behandelt. Hierzu gehören die verschiedenen Beschreibungsmöglichkeiten durch Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion sowie charakteristische Funktion. Weiterhin werden die Eigenschaften von Funktionen von Zufallsvariablen besprochen. Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Zufallsprozesse, die als eine Erweiterung von Zufallsvariablen um die Dimension der Zeit eingeführt werden. Insbesondere werden Momente zweiter Ordnung wie die Autokorrelationsfunktion, die Kreuzkorrelationsfunktion sowie die entsprechenden Leistungsdichtespektren behandelt. Es werden spezielle Zufallsprozesse mit großer praktischer Bedeutung wie Gauß-, Poisson- und Schrötrauschprozesse besprochen. Abschließend werden Anwendungen wie optimale Filter und Modulation diskutiert. In den Übungen werden die Inhalte der Veranstaltung vertieft. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Sehr viele Vorgänge (aus der Physik, Technik, Wirtschaft, Biologie ...) lassen sich nicht einfach durch deterministische Zusammenhänge beschreiben, sondern benötigen statistische Ansätze. Hierzu sind Absolventen in der Lage, die Konzepte von Zufallsvariablen und Zufallsprozessen in praktischen Problemstellungen einzusetzen. |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description / Content English |
| After a sound introduction in the notion of probability, stochastic variables will be discussed in detail. To that belong the different description possibilities through probability density function, probability distribution function and characteristic function. Beyond that, the properties of functions from stochastic variables will be handled. Stochastic processes which are extended from stochastic variables in time dimension will be emphasized on. Second-order moments such as the autocorrelation function, the cross correlation function as well as the corresponding power spectral density will be particularly discussed. Special stochastic processes of great practical importance such as the Gauss's and Poisson's processes will be handled. In conclusion, applications like optimal filters and modulation will be discussed. The contents will be deepened in exercises. |

Learning objectives / skills English

A lot of processes (from physics, economics, biology, technology ...) cannot be described only with deterministic relationships, but need statistical methods.

Students who have completed this course should be able to apply the concepts from stochastic variables and stochastic processes in practical problems.

Literatur

A. Papoulis: Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1984

| | | | |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Modulname laut Prüfungsordnung | | | |
| Vision-based Control | | | |
| Module title English | | | |
| Vision-based Control | | | |
| Kursname laut Prüfungsordnung | | | |
| Vision-based Control | | | |
| Course title English | | | |
| Vision-based Control | | | |
| Verantwortung | Lehreinheit | | |
| Röttgermann, Sebastian; Söffker, Dirk | MB | | |
| Kreditpunkte | Turnus | Sprache | |
| 5 | WiSe | E | |
| SWS Vorlesung | SWS Übung | SWS Praktikum/Projekt | SWS Seminar |
| | | | 3 |
| Studienleistung | | | |
| | | | |
| Prüfungsleistung | | | |
| Hausarbeit, Präsentation | | | |
| Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung | | | |
| | | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung / Inhalt Deutsch |
| Dieses Seminar bietet eine fundierte Einführung in die Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung und Machine Vision mit besonderem Fokus auf deren Anwendung in der Robotik. Ziel ist es, Studierende mit den theoretischen Konzepten und praktischen Methoden der bildbasierten Robotersteuerung und -regelung vertraut zu machen. |
| Im Vorlesungsteil des Seminars werden grundlegende Kenntnisse zu Robotikplattformen – von Industrierobotern bis hin zu autonomen Systemen – aufgegriffen und vertieft. Dies schafft die notwendige Basis für die Auseinandersetzung mit fortgeschrittenen Steuerungs- und Regelungsverfahren, insbesondere dem Image-Based und Position-Based Visual Servoing. Ergänzend werden weitere Algorithmen zur visuellen Regelung vorgestellt und analysiert. |
| Im interaktiven Seminarteil erarbeiten Studierende in Zweiergruppen spezifische Fragestellungen aus dem Themenfeld anhand aktueller wissenschaftlicher Literatur. Die Ergebnisse werden in Fachvorträgen präsentiert und in anschließenden Diskussionsrunden kritisch reflektiert. Durch diesen praxisnahen Ansatz werden sowohl die fachlichen als auch die methodischen Kompetenzen im Bereich der bildgestützten Robotik vertieft. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch |
| Studierende lernen und sind in der Lage mit folgenden Sachverhalten umzugehen: - Fähigkeit zur Anwendung digitalen Bildverarbeitung sowie Machine Vision Algorithmen - Verständnis zur Modellierung von Robotern und Roboterplattformen (Manipulatoren, UAV, UGV) mittels Anwendung kinematischer Grundlagen - Verständnis von Image-Based und Position-Based Visual Servoing Methoden und deren Anwendung - Kompetenz zum Design eines Vision-based Controllers - Diskussion und Vorstellung von themenbezogener Literatur - Präsentation von Rechercheergebnisse vor einem Publikum |

| |
|--------------------------------------|
| Description / Content English |
|--------------------------------------|

This seminar provides a comprehensive introduction to the fundamentals of digital image processing and machine vision, with a particular focus on their application in robotics. The aim is to equip students with both theoretical concepts and practical methods for vision-based robot control and regulation.

The lecture component of the seminar revisits and deepens fundamental knowledge of robotic platforms, ranging from industrial robots to autonomous systems. This foundation enables students to explore advanced control and regulation techniques, particularly Image-Based and Position-Based Visual Servoing. Additionally, further algorithms for visual control are introduced and analyzed.

In the interactive seminar component, students work in pairs to investigate specific research questions within the field based on current scientific literature. Their findings are presented in expert talks and critically discussed in subsequent discussion sessions. Through this practice-oriented approach, students enhance both their technical expertise and methodological skills in vision-based robotics.

Learning objectives / skills English

Students learn and are able to handle the following aspects:

- Ability to apply digital image processing and machine vision algorithms
- Understanding of the modeling of robots and robot platforms (manipulators, UAVs, UGVs) using kinematic fundamentals
- Understanding of image-based and position-based visual servoing methods and their applications
- Competence in designing a vision-based controller
- Discussion and presentation of topic-related literature
- Presentation of research results to an audience

Literatur

Corke, P. I. (1996). *Visual Control of Robots: high-performance visual servoing*. Taunton, UK: Research Studies Press.

Corke, P. I. (2017). *Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB®* second, completely revised (Vol. 118). Springer.

Chaumette, F., & Hutchinson, S. (2006). Visual servo control. I. Basic approaches. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 13(4), 82-90.

Weitere nach aktuellem Bedarf.