

Wahlpflichtfächer

Bachelorstudiengang

ROBOTICS

(IRO)

Inhaltsverzeichnis

1 Language & Skills.....	3
Business Development and Entrepreneurship.....	3
German Intermediate B1.....	5
German Intermediate B2.....	6
German Advanced B2.....	7
2 Core Electives	8
Katalog FWPM-A	8
Embedded Systems and Field Buses	8
Digital Signal Processing and State Space Control	12
Distributed Systems and Network Communication	14
Katalog FWPM-B	16
Development Processes and Legal Basics	16
Simulation of Mechatronic Systems.....	18
Deep Learning.....	20
3D Machine Vision.....	22
Requirements Engineering.....	24
3 Specialization Modules.....	28
Vertiefung Industrial Robotics.....	28
Dynamics of Industrial Robots.....	29
Automation and Production Technology	30
Collaborative Robotics.....	31
Vertiefung Mobile Robotics.....	32
Localisation and Mapping	33
Aerial Drones	34
Navigation and Mobile Platforms.....	35
Vertiefung Humanoid and Service Robotics.....	36
Human Robot Interaction (HRI) I.....	37
Speech Recognition and Synthesis	38
Human Robot Interaction (HRI) II.....	39

1 Language & Skills

Business Development and Entrepreneurship			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Volker Bräutigam			
Lehrperson(en): Prof. Dr. V. Bräutigam			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Business Development and Entrepreneurship		Seminar	Englisch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO): Bachelorstudiengang Robotics (Modul Language & Skills)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Keine	
Baut auf Modul(en) auf:		Keine	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO) Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Sonstige Prüfungsleistung in Form eines Portfolios gemäß §7 SPO Die erfolgreiche Erstellung des Portfolios ist Voraussetzung für die Vergabe der Credit Points.	Semesterbegleitend	Englisch	
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls) Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • nutzen professionelle Fertigkeiten beim Aufbau eines neuen und der Diskussion eines bestehenden, ggf. eigenen, Geschäftsmodells, als Grundlage für die Gründung neuer oder die Innovation bestehender Unternehmen • wenden methodisches Wissen über unternehmerisches Denken und Handeln, Geschäftsmodelle, Präsentationstechniken, Teambuildingmaßnahmen, Kommunikationswege (z.B. Interviewsituation, Lego Serious Play), Marktrecherchetools an • planen der notwendigen Schritte bei der Gründung eines neuen Startups mit z.B. Überblick über die staatlichen Fördermöglichkeiten, persönlichen finanziellen Absicherungen, Patentrechte, Kennzahlen und Businessplan • wenden interdisziplinäre Fähigkeiten an, wie interkulturelle Kompetenzen, persönlichkeitsbildende Maßnahmen gemäß den Anforderungen der VUCA-Welt, Führungsverantwortung und Resilienz 			
Inhalt Das Seminar vermittelt Kenntnisse über die Gestaltung, den Aufbau und die Verwendung verschiedener Geschäftsmodelle. Für den Aufbau und Betrieb eines Geschäftsmodells sind neben der Idee ein geeignetes Team, besondere Formen der Mittelbeschaffung, besondere Präsentationsformen und besondere Merkmale des Geschäftsplans erforderlich. Dies wird durch den Einsatz eines Planspiels am Ende des Semesters praxisorientiert gefestigt und „gamifiziert“ am Markt getestet.			

Darüber hinaus ist es unerlässlich, die Persönlichkeit der Gründenden zentral weiterzuentwickeln, um damit zu einer ganzheitlich-kompetenzorientierten Entrepreneurship Education zu gelangen.

Ggf. Ausarbeitung am Beispiel einer eigenen Geschäftsidee im Technologieumfeld, im speziellen Robotik.

Literatur und weitere Lernangebote

- Osterwalder, Alexander; Pigneur, Yves (2010): Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Wiley Verlag
- Osterwalder, Alexander; Pigneur, Yves et al. (2014): Value Proposition Design: How to create Products and Services Customers Want (Strategyzers). Wiley Verlag
- Bijedic, Teita (2013): Entwicklung unternehmerischer Persönlichkeit im Rahmen einer Entrepreneurship Education. Hampp Verlag
- Ries, Eric (2011): The Lean Startup: How Constant Innovation Creates Radically Successful Businesses. Portfolio Pingu-in.

Sonstiges

German Intermediate B1			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Fakultät ANG			
Lehrperson(en):			
N.N.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
German Intermediate B1		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Robotics (Modul Language & Skills)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		German Intermediate B2	
Baut auf Modul(en) auf:		Keine	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • Verfügen über einen erweiterten Wortschatz, verbesserte Kenntnisse und ein kritisches Verständnis der deutschen Sprache auf dem Level B1; • Verfügen über verbesserte Fähigkeiten im Sprechen, Hören, Lesen, Schreiben und Übersetzen der deutschen Sprache auf dem Level B1; • wissen, wie sie ihre Kenntnisse und ihr Verständnis der Sprache in neuen und vielfältigen Kontexten anwenden können; • können Deutschkenntnisse durch Übersetzen und Aufsatzschreiben sowie durch Zusammenfassung von Material und Äußerung von Meinungen zu verschiedenen Themen auf dem Level B1 nachweisen; • können sich mit einem deutschen Muttersprachler über Kursthemen unterhalten; • können in formellen und informellen Kontexten grammatikalisch korrektes Deutsch zu schreiben. 			
Inhalt			
Der Kurs vermittelt deutsche Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des europäischen Referenzrahmens.			
Literatur und weitere Lernangebote			
TBA			
Sonstiges			

German Intermediate B2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Fakultät ANG			
Lehrperson(en):			
N.N.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
German Intermediate B2		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Robotics (Modul Language & Skills)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		German Intermediate B2	
Baut auf Modul(en) auf:		Keine	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • Verfügen über einen erweiterten Wortschatz, verbesserte Kenntnisse und ein kritisches Verständnis der deutschen Sprache auf dem Level B2; • Verfügen über verbesserte Fähigkeiten im Sprechen, Hören, Lesen, Schreiben und Übersetzen der deutschen Sprache auf dem Level B2; • wissen, wie sie ihre Kenntnisse und ihr Verständnis der Sprache in neuen und vielfältigen Kontexten anwenden können; • können Deutschkenntnisse durch Übersetzen und Aufsatzschreiben sowie durch Zusammenfassung von Material und Äußerung von Meinungen zu verschiedenen Themen auf dem Level B2 nachweisen; • können sich mit einem deutschen Muttersprachler über Kursthemen unterhalten; • können in formellen und informellen Kontexten grammatikalisch korrektes Deutsch zu schreiben. 			
Inhalt			
Der Kurs vermittelt deutsche Sprachkenntnisse auf dem Niveau B2 des europäischen Referenzrahmens.			
Literatur und weitere Lernangebote			
TBA			
Sonstiges			

German Advanced B2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Fakultät ANG			
Lehrperson(en):			
N.N.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
German Advanced B2		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Robotics (Modul Language & Skills)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		German Intermediate B2	
Baut auf Modul(en) auf:		Keine	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • Verfügen über einen erweiterten Wortschatz, verbesserte Kenntnisse und ein kritisches Verständnis der deutschen Sprache auf dem Level B2; • Verfügen über verbesserte Fähigkeiten im Sprechen, Hören, Lesen, Schreiben und Übersetzen der deutschen Sprache auf dem Level B2; • wissen, wie sie ihre Kenntnisse und ihr Verständnis der Sprache in neuen und vielfältigen Kontexten anwenden können; • können Deutschkenntnisse durch Übersetzen und Aufsatzschreiben sowie durch Zusammenfassung von Material und Äußerung von Meinungen zu verschiedenen Themen auf dem Level B2 nachweisen; • können sich mit einem deutschen Muttersprachler über Fachthemen unterhalten; • können in fachlichen Kontexten grammatikalisch korrektes Deutsch zu schreiben. 			
Inhalt			
Der Kurs vertieft deutsche Sprachkenntnisse auf dem Niveau B2 des europäischen Referenzrahmens und führt in ingenieurwissenschaftliche deutsche Fachterminologie ein.			
Literatur und weitere Lernangebote			
TBA			
Sonstiges			

2 Core Electives

Katalog FWPM-A

Embedded Systems and Field Buses			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester (letztmalig im Wintersemester 2025/2026)	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Marian Daun			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. M. Daun			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache	
Embedded Systems and Field Buses	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Basics of Computer Engineering (4), Programming 1 und 2 (5 und 11)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> benennen und bewerten aktuelle Embedded Systeme und Mikrocontroller-Architekturen klassifizieren und analysieren verschiedene Embeddedstrukturen wählen geeignete Embedded Systeme aus, entwerfen diese und realisieren damit Anwendungen analysieren Synchronisationsmöglichkeiten und Fehlerquellen auf dem physikalischen Layer beschreiben das Funktionsprinzip der Datensicherungsschicht benennen und bewerten Vor- und Nachteile verschiedener Buszugriffsverfahren legen Bussysteme bezüglich Zykluszeiten, Anzahl Teilnehmer und weiterer Buseigenschaften aus. 			
Inhalt			
<u>Embedded Systems</u>			
<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsfelder, Begriffsdefinitionen und Anforderungen von Embedded Systeme und grundlegenden Funktionsgruppen: Mechanik, Sensorik, Informationsverarbeitung, Aktorik Aufbaustruktur von Embedded Systemen, Mikrocontrollersysteme/CPU/MCU, Hardware-/Software-CoDesign, Gleichzeitige und parallele Aufgabenbearbeitung, Definition Echtzeitverarbeitung, Echtzeitsysteme Entwicklungsschritte für ein Mikrocomputersystem, Embedded Entwicklungs-, Test- und Verifikationsumgebungen, Software Build Prozess Schnittstellen zur Peripherie, serielle Schnittstelle Polling versus ereignisgesteuerte Programmbearbeitung via Interrupts 			

- Exemplarische Funktionsgruppen im Detail: Digital I/O, Hardware Timer, A/D-Wandler

Feldbussysteme

- Digitale Kommunikation auf dem Physikalischer Layer
- Datensicherungsschicht
- Buszugriff
- Beispielhafte Feldbusse im Detail (CAN, Profibus, Profinet, EtherCAT)

Literatur und weitere Lernangebote

- Schnell, Gerhard; Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik, Verlag Vieweg Friedr. + Sohn 2006
- Klaus Wüst: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen, Schaltungstechnik und Betrieb von Mikroprozessoren und Mikrocontrollern, Verlag Springer 2010
- Helmut Bähring: Anwendungsorientierte Mikroprozessoren: Mikrocontroller und Digitale Signalprozessoren, Vieweg+Teubner Verlag, 2011
- B. Reißerweber, Feldbussysteme zur industriellen Kommunikation. Vulkan Verlag, 2017

Sonstiges

Model-based Systems Engineering			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester (ab Sommersemester 2027)	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Marian Daun			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. M. Daun			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Model-based Systems Engineering		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Software Engineering and Cyber Security (15)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • benennen und bewerten verschiedene Entwicklungslebenszyklusmodelle und deren Phasen • Wählen geeignete Modellierungssprachen für den Entwurf von Embedded Systems aus • Modellieren den Entwurf von Embedded Systems mit der SysML aus statisch/struktureller und dynamischer Sicht • Modellieren und Analysieren das interaktionsbasierte Verhalten von Embedded Systems mittels kommunizierender Zustandsautomaten und Sequenzdiagrammen • Analysieren das Entwurfsverhalten von Embedded Systems mit Petrinetzen auf Deadlocks und Lifelocks 			
Inhalt			
<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsfelder, Begriffsdefinitionen und Anforderungen von Embedded Systeme und grundlegenden Funktionsgruppen: Mechanik, Sensorik, Informationsverarbeitung, Aktorik • Entwicklungsparadigmen von Embedded Systemen, u.a. MAPE-Loop, Safety und Security, Echtzeitfähigkeit • Systemgrenze von Embedded Systems und Kontextabgrenzung • Modellierung von Embedded Systems mit SysML-Diagrammen, interaktionsbasierten Verhaltensmodellen und Petrinetzen • Analyse des Entwurfs Eingebetteter Systeme • Hierarchiegefüge von Embedded Systems • Statisch/struktureller Entwurf eingebetteter Systeme • Verhaltensspezifikation eingebetteter Systeme 			
Literatur und weitere Lernangebote			
<ul style="list-style-type: none"> • Object Management Group OMG: SysML Specification v1.7, OMG, 2024. 			

- Sanford Friedenthal, Alan Moore & Rick Steiner: A Practical Guide to SysML – The Systems Modeling Language. *Morgan Kaufmann OMG Press, 2014.*
- Nancy G. Leveson: Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied, MIT Press, 2012.

Sonstiges

Digital Signal Processing and State Space Control		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Bernhard Müller		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. B. Müller, Herr S. Iff		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Digital Signal Processing and State Space Control	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Engineering Mathematics (1), Engineering Mathematics 2 (7), Basics of Electrical Engineering (2), Basics of Electronics and Components (8), Systems Theory (14)		
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben zeitdiskrete lineare, zeitinvariante Systeme und deterministische Signale im Zeit- und Frequenzbereich • nennen wesentliche Eigenschaften von digitalen Signalen • wenden die diskrete Fouriertransformation (DFT) bzw. die schnelle Fouriertransformation (FFT) an • geben wesentliche Methoden und Entwurfsverfahren für nichtrekursive (FIR) und rekursive (IIR) Filter sowie Verfahren zur Spektralanalyse an • wenden Verfahren zur Spektralanalyse auf konkrete Beispiele an • entwerfen für einfache technische Systeme ein mathematisches Modell in Zustandsraumdarstellung • bilden mathematische Modelle durch Linearisierung vereinfacht ab • analysieren das Verhalten von linearen und zeitinvarianten dynamischen Systemen mit Hilfe der Zustandsgleichungen • nutzen Entwurfsverfahren zur Auslegung von Zustandsregelungen für Eingrößensysteme 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung zeitdiskreter Signale und Systeme im Zeitbereich • Beschreibung im Frequenzbereich: Fouriertransformation, Frequenzgang • Abtastung/Rekonstruktion, periodische Spektren, Alias-Effekt • Diskrete nichtrekursive (FIR) und rekursive (IIR) Filter, Übertragungsfunktion • Spektralbetrachtung für zeitdiskrete Signale • Herleitung einer linearen und zeitinvarianten Zustandsraumbeschreibung <ul style="list-style-type: none"> ○ Mathematische Modellbildung ○ Arbeitspunktlinearisierung • Lösung der Zustandsgleichungen, Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit • Struktur und Entwurf von linearen Zustandsregelungen 		

- Struktur und Entwurf eines Luenberger Beobachters, Separationsprinzip
- Störgrößenkompensation

Literatur und weitere Lernangebote

- Oppenheim, V.; Schafer, R. W.: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, 2. Auflage, Pearson Studium, 2004.
- Schüßler, H. W.: Digitale Signalverarbeitung 1 – Analyse diskreter Signale und Systeme, 5. Auflage, Springer-Verlag, 2008.
- Schüßler, H. W.: Digitale Signalverarbeitung 2 – Entwurf diskreter Systeme, Springer-Verlag, 2010.
- Föllinger, O.: Regelungstechnik, 12. Auflage, VDE Verlag, 2016.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 1, 9. Auflage, Springer-Verlag, 2013.

Sonstiges

Distributed Systems and Network Communication			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Markus Mathes			
Lehrperson(en): Prof. Dr. M. Mathes, Prof. Dr. W. Kullmann			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Distributed Systems and Network Communication		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> nennen verschiedene theoretischen Modelle für Verteilte Systeme, insbesondere die verschiedenen Arten der Transparenz wenden die Architekturprinzipien von verteilten Systemen an beschreiben die besonderen Herausforderungen hinsichtlich globaler Zeit, globalen Zuständen und Transaktionen entwickeln zu einer gegebenen Aufgabenstellung in strukturierter Form einen parallelen Algorithmus in der Programmiersprache Java nutzen nachrichten- und speichergekoppelte Techniken zur Programmierung von Verteilten Systemen wenden Techniken für die Skalierbarkeit von verteilten Systemen an wählen Techniken zur Lastverteilung, Replikation und Caching aus definieren die Grundlagen des Grid und Cloud Computing stellen Verfahren der Netzwerkkommunikation dar planen Einsatzkonzepte und passen die spezifischen Anforderungen entsprechend an stellen Übertragungsparameter korrekt ein evaluieren mögliche Realisierungen hinsichtlich der Übertragungseigenschaften 			

Inhalt

Verteilte Systeme

- Architektur von verteilten Systemen
- Transparenz in verteilten Systemen
- Name Services, globale Zeit, globaler Zustand, Transaktionen,
- Client-Server Architekturen, Netzwerkkommunikation und Protokolle für Remote Procedure Call, Remote Method Invocation
- Skalierbare Softwarearchitekturen, Prinzipien der Lastverteilung, Anwendung von Replikations- und Caching Techniken,
- Grid und Cloud Computing

Netzwerkkommunikation

- TCP-IP stack
- Osi-iso-Referenzmodell
- Serviceorientierte Architekturen
- Cloud Computing
- Verteilte Algorithmen

Literatur und weitere Lernangebote

- Steffen Heinzl, Markus Mathes: Middleware in Java, Springer Vieweg
- Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen: Distributed Systems – Principles and Paradigms
- Wendell Odom: Cisco CCNA Routing und Switching ICND2 200-101: Das offizielle Handbuch zur erfolgreichen Zertifizierung; dpunkt.verlag GmbH 2014
- Comer, Douglas E.: Internetworking with TCP/IP, Vol.1: Principles, Protocols, and Architectures, Prentice Hall International 2000
- Douglas E. Comer: Computernetzwerke und Internets; Verlag Pearson Studium, Prentice Hall, 2000

Sonstiges

Katalog FWPM-B

Development Processes and Legal Basics		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Christian Ziegler		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. C. Ziegler		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Development Processes and Legal Basics	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Keine		
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • benennen grundlegende Entwicklungsmodelle • wenden Entwicklungsmodelle auf die Entwicklung technischer Produkte an • geben rechtliche Rahmenbedingungen der Normgebung auf europäischer Ebene sowie der CE-Kennzeichnung und des Patentrechts an • beschreiben die rechtliche Bedeutung von Normen für die Produktentwicklung • zählen Robotik-relevanten, technischen Normen auf • beschreiben Methoden der Risikoanalyse und die damit verbundenen Pflichten für Roboterhersteller • beschreiben die Schritte zur Gefährdungsbeurteilung von Arbeitsplätzen und die damit verbundenen Pflichten für den Arbeitgeber • zählen rechtliche Aspekte aus dem Themengebiet der Arbeitssicherheit auf, ebenso wie Aspekte des Qualitätsmanagements 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsprozesse • Arbeitssicherheit • Überblick über relevante Normen • Grundlagen der CE-Kennzeichnung • Patentrecht • Risikoanalyse und Gefährdungsbeurteilung • Qualitätsmanagement 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> • SCHNEIDER, André. Zertifizierung im Rahmen der CE-Kennzeichnung. Hüthig, 2008. 		

- KREY, Volker; KAPOOR, Arun. Praxisleitfaden Produktsicherheitsrecht: CE-Kennzeichnung-Gefahrenanalyse-Betriebsanleitung-Konformitätserklärung-Produkthaftung-Fallbeispiele. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2014.

Sonstiges

Simulation of Mechatronic Systems		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Stefan Friedrich		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. S. Friedrich		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Simulation of Mechatronic Systems	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Engineering Mathematics 1 (1), Basics of Electrical Engineering (2), Robot Mechanics 1 (3), Programming 1 (5), Robotics Lab 1 (6), Engineering Mathematics 2 (7), Robot Mechanics 2 (9), Systems Theory (14)		
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ausgewählte Modellierungswerkzeuge zur Entwicklung von Simulationsmodellen mechatronischer Systeme und stellen Simulations- und Modellparameter zielgerichtet ein • bilden informell beschriebene Wirkketten mechatronischer Teil- und Gesamtsysteme in mathematischen Modellen ab • nennen die Analogien zwischen den gängigen physikalischen Größen, den beschreibenden Gleichungen und den Verschaltungen von dynamischen Übertragungsgliedern unterschiedlicher physikalischer Domäne, wie elektrische, mechanische, fluide oder thermische Komponenten • beschreiben übergreifende Zusammenhänge in der Übertragungskette • geben die Wirkung von Simulations- und Modellparametern an • prüfen die gewonnenen Simulationsergebnisse in Bezug auf Plausibilität • wenden mathematische Grundlagen zur Modellierung mechatronischer Komponenten an • bewerten die Wirkung von Modellvereinfachungen (z.B. Linearisierung) und Unsicherheiten quantitativ • beschreiben die Anwendung und die Grenzen von Modellierungswerkzeugen und Simulation im Rahmen der Entwicklung mechatronischer Systeme 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von physikalischen Systemen, insb. Dynamik • Simulationstechnik und Modellierungsparadigmen: Signal- und Objektbasierte Vorgehensweise • Mathematische Grundlagen, u.a. numerische Integrationsalgorithmen, Ableitung, Diskretisierung • Generalisierte Netzwerkelemente und Analogien zwischen unterschiedlichen physikalischen Teilgebieten der Mechatronik, u.a. Mechanik, Elektrotechnik und deren gegenseitiger Verkopplung • Ausgewählte Grundlagen zur Modellierung ereignisdiskreter Systeme • Modellierung von Störgrößen und Unsicherheiten • Anwendungsbeispiele der Simulation linearer und nichtlinearer mechatronischer Systeme anhand ausgewählter state-of-the-art Simulationswerkzeuge 		

- Einordnung von Modellierung und Simulation im Kontext modellbasierter Entwicklung, Rapid Prototyping und Code Generierung, Functional Mockup Interface, Digitaler Zwilling, Cyber-Physische Systeme

Literatur und weitere Lernangebote

- N. Lobontiu, System Dynamics for Engineering Students, 2nd Ed., Elsevier / Academic Press, 2018.
- S. Das, Modeling and Simulation of Mechatronic Systems using Simscape, Springer, 2020.
- L. G. Birta and G. Arbez, Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour, Springer 2019.
- V. Damic and J. Montgomery, Mechatronics by Bond Graphs. Springer, 2015.
- W. M. Taha, A.-E. M. Taha, and J. Thunberg, Cyber-Physical Systems: A Model-Based Approach. Springer, 2021.
- M. Glöckler, Simulation mechatronischer Systeme: Grundlagen und Beispiele für MATLAB® und Simulink®, Springer, 2023.
- L. Lambert, Mechatronische Systeme: Modellbildung und Simulation mit MATLAB®/SIMULINK®, De Gruyter, 2022.
- T. L. Schmitt and M. Andres, Methoden zur Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme: Bondgraphen, objektorientierte Modellierungstechniken und numerische Integrationsverfahren, Springer, 2019.

Sonstiges

Deep Learning		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Rainer Herrler		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. R. Herrler		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Deep Learning	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Machine Learning (23)		
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau neuronaler Netze sowie die Funktion der einzelnen Netzwerkelemente • führen den Prozess des Anlernens auf Knotenebene aus • zählen verschiedene Netzwerkstrukturen sowie dazugehörige Anwendungsbeispiele auf • beschreiben die Algorithmik der Forward und Backward Propagation • führen die Anwendung neuronaler Netze im Rahmen der Bilderkennung aus • zählen verschiedene Arten von neuronalen Netzen auf • beurteilen die Eignung neuronaler Netze im Hinblick auf die Datengrundlage und das gewünschte Ergebnis • benennen die Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen des Transfer Learnings • wenden das Transfer Learning unter Zuhilfenahme von Softwaretools auf einfache Problemstellungen an • nutzen Softwaretools zur Entwicklung und Anwendung von neuronalen Netzen • definieren im Kontext des Deep Learnings Anforderungen an die benötigte Hardware 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion neuronaler Netze • Klassifizierung von „Deep Neural Networks“ (DNNs) • Bilderkennung mit DNN • Forward Propagation und Backward Propagation • Ausgewählte Arten neuronaler Netze, z.B. CNN, RNN, LSTM, DAG • Transfer Learning • Analyse und Optimierung neuronaler Netze • Software-Tools für Deep Learning Anwendungen • Deep Reinforcement Learning • Hardware für Deep Learning Anwendungen 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> • GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. Deep learning. MIT press, 2016 		

- OSINGA, Douwe. Deep Learning Cookbook: Practical Recipes to Get Started Quickly. " O'Reilly Media, Inc.", 2018.
- RASHID, Tariq. Neuronale Netze selbst programmieren: ein verständlicher Einstieg mit Python. O'Reilly, 2017.

Sonstiges

3D Machine Vision		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Volker Willert		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. V. Willert		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
3D Maschinelles Sehen	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Image Processing (16)		
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min	Englisch
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • benennen verschiedene 3D Abbildungstechniken • beschreiben die Funktionsprinzipien von 3D Abbildungstechniken • zählen anwendungsbezogenen Vor- und Nachteile von 3D-Abbildungsverfahren auf • geben das Vorgehen der Kamerakalibrierung von Stereosystemen an • nennen relevante Kalibrierparameter • erzeugen sich Punktwolken aus mehreren Bildern • benutzen Punktwolken zur Lagebestimmung von Objekten relativ zur Kamera • verfolgen Punkte und Objekte bei kleinen und großen Basisabständen • benennen grundlegende Funktionen der OpenCV Bibliothek für Anwendungen des 3D maschinellen Sehens • wählen Tools der OpenCV Bibliothek für Robotik-relevante Aufgaben aus 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Kamerasysteme und 3D-Rekonstruktion: <ul style="list-style-type: none"> ○ TOF ○ Epipolargeometrie ○ Korrespondenzproblem ○ Deskriptoren (HoG, SIFT, SURF, etc.) ○ Optischer Fluss (kleiner Basisabstand) ○ Merkmalsuche (großer Basisabstand) ○ Stereosehen ○ Streifenlichtprojektion • Stereo-Kamerakalibrierung • Structure from motion (SfM) • 3D position and pose estimation • Punktwolken 		

- Einführung OpenCV (z.B. in Matlab)
- Anwendungsbeispiele: Mehrbild 3D Rekonstruktion, Objektverfolgung

Literatur und weitere Lernangebote

- DAVIES, E. Roy. Computer vision: principles, algorithms, applications, learning. Academic Press, 2017
- SÜßE, Herbert; RODNER, Erik. Bildverarbeitung und Objekterkennung. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.
- JOSHI, Prateek; ESCRIVÁ, David Millán; GODOY, Vinicius. OpenCV By Example. Packt Publishing Ltd, 2016.
- CORKE, Peter. Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB® second, completely revised. Springer, 2017

Sonstiges

Requirements Engineering		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Marian Daun		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. M. Daun		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Requirements Engineering	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Software Engineering und Cyber Security (15)		
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache
Sonstige Prüfungsleistung in Form eines Portfolios gemäß §7 SPO	Semesterbegleitend	Englisch
Die erfolgreiche Erstellung des Portfolios ist Voraussetzung für die Vergabe der Credit Points.		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • Kennen die Requirements-Engineering-Aktivitäten nach IREB • Wenden Techniken zur Erhebung von Anforderungen an • Wenden Techniken zur Abstimmung von Anforderungen an • Wenden Techniken zur Validierung von Anforderungen an • Wenden Techniken zur Spezifikation von Anforderungen an • Können Herausforderungen bei der Entwicklung von Anforderungen für eingebettete Systeme benennen • Können Ziele spezifizieren • Können Szenarien spezifizieren • Untersuchen und bewerten die Erfüllbarkeit von spezifizierten Anforderungen • Untersuchen Anforderungen auf Inkonsistenzen und finden Defekte bezogen auf andere Anforderungen und auf die Intentionen der Stakeholder 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Requirements-Engineering-Aktivitäten nach IREB-Standard <ul style="list-style-type: none"> - Erhebung - Dokumentation - Verwaltung - Validierung • Ziel- und szenariobasiertes Requirements Engineering für eingebettete Systeme <ul style="list-style-type: none"> - Der SPES-Ansatz - Zielmodellierung nach ITU - Szenariomodellierung nach ITU - Ziel- und szenariobasierte Vorgehen • Requirements Engineering Analysen <ul style="list-style-type: none"> - Erfüllbarkeitsanalysen (Reasoning) - Modellverifikation - Statisches Testen von Anforderungen - Essentielle Systemanalyse 		
Literatur und weitere Lernangebote		

- Klaus Pohl, Chris Rupp: Basiswissen Requirements Engineering: Aus- und Weiterbildung nach IREB-Standard zum Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level. Dpunkt.verlag Heidelberg, 2021.
- Axel van Lamsweerde: Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications. Wiley, 2009.
- Stephen M. McMenamin, John F. Palmer: Essential Systems Analysis. Prentice Hall PTR, 1984.
- International Telecommunication Union: ITU-T recommendation Z.120: Message Sequence Chart (MSC).
- International Telecommunication Union: ITU-T recommendation Z.151: User Requirements Notation (URN)

Sonstiges

Robot Programming		
Dauer	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Dorit Borrmann		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. D. Borrmann		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Programmierung von Robotern	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Programmieren 1 (5) und Programmieren 2 (11)		
Lernergebnisse		
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> nennen ausgewählte proprietäre Roboter-Programmiersprachen geben verschiedene Arten der Roboter-Programmierung an entwickeln einfache Programme für stationäre Industrieroboter unter Anwendung von Überschleifbefehlen und Einbeziehung von Schnittstellen sowie darüber angebundene Sensoren nutzen grafische Programmierumgebungen zur Programm-Erstellung entwerfen ROS-Programme für mobile Roboter beschreiben die Informationsverarbeitung in ROS zählen relevante Tools und Bibliotheken zur Anwendung in ROS auf beschreiben das Vorgehen zur Entwicklung von Simulationen in Gazebo benennen die Anwendungsmöglichkeiten von ROS-Industrial und zählen Anwendungsbeispiele auf 		
Inhalt		
<u>Programmierung von Industrierobotern:</u> <ul style="list-style-type: none"> Proprietäre und standardisierte Roboter-Programmiersprachen Grundlagen der Bahnsteuerung Arten der Programmierung Aufbau von Roboterprogrammen Zugriff auf Schnittstellen Einbindung und Verwertung von Sensordaten Überschleifen Anwendung der Bewegungsmodi T1/T2/Auto Grafische Programmierung 		
<u>Robot Operating System (ROS):</u> <ul style="list-style-type: none"> Architektur und Arbeitsumgebung Roboter Software-Architekturen Relevante Tools und Bibliotheken ROS-Industrial Simulation in Gazebo und Anwendungsbeispiele 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> QUIGLEY, Morgan; GERKEY, Brian; SMART, William D. Programming Robots with ROS: a practical introduction to the Robot Operating System. " O'Reilly Media, Inc.", 2015. MAHTANI, Anil, et al. Effective robotics programming with ROS. Packt Publishing Ltd, 2016. 		

- PIRES, J. Norberto. Industrial robots programming: building applications for the factories of the future. Springer Science & Business Media, 2007.

Sonstiges

3 Specialization Modules

Vertiefung Industrial Robotics

Industrial Robotics			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
2 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	15
Verantwortlich für Module der Vertiefungsrichtung: Prof. Dr. Christian Ziegler			
Lehrperson(en): Die Lehrpersonen können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache	
Dynamics of Industrial Robots (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Automation and Production Technology (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Collaborative Robotics (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO): Bachelorstudiengang Robotics (Vertiefungsmodul, 6. und 7. Semester)			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO) Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Module des ersten Studienabschnitts (1. bis 4. Semester). Studierende in der Studienvariante IRO Dual wählen ihre Vertiefungsrichtung in Absprache mit dem Praxispartner. Ferner bieten die Praxispartner Gastvorlesungen zu verschiedenen Themen an.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
3 x schriftliche Prüfung	3 x 90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls) Die Lernergebnisse können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Inhalt Die Inhalte können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Literatur und weitere Lernangebote Die Literaturangaben können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Sonstiges			

Modul-Nr. 30 - Vertiefung „Industrial Robotics“		
Dynamics of Industrial Robots		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Christian Motzek		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. C. Motzek		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Dynamics of Industrial Robots	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Robot Mechanics 1 (3) und Robot Mechanics 2 (9)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • nutzen die Jacobi-Matrix zur Beschreibung der Geschwindigkeit der kinematischen Kette • nutzen die Jacobi-Matrix zur Beschreibung von Kräften und Momenten • bilden Kraftregelung in einem Cobot analytisch ab • wenden die Newton-Euler und die Lagrange Gleichung zur Beschreibung beschleunigter Bewegungen an • beschreiben die Bahnplanung für Industrieroboter mit bis zu 6 Achsen • erkennen Singularitäten und beschreiben Lösungsmöglichkeiten, um diese zu umgehen 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit und Beschleunigung der kinematischen Kette • Direkte und inverse Kinematik komplexer Industrieroboter • Kraftregelung • Newton-Euler und Lagrange-Gleichung • Jacobi-Matrix • Singularitäten • Bahnplanung 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> • MARECZEK, Jörg Grundlagen der Roboter-Manipulatoren–Band 1: Modellbildung von Kinematik und Dynamik, Springer, Berlin, 2020 • MARECZEK, Jörg. Grundlagen der Roboter-Manipulatoren–Band 2: Pfad-und Bahnplanung, Antriebsauslegung, Regelung, Springer, Berlin, 2020. 		
Sonstiges		

Modul-Nr. 31 – Vertiefung „Industrial Robotics“		
Automation and Production Technology		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Christian Ziegler		
Lehrperson(en): Prof. Dr. C. Ziegler		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Automation and Production Technology	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Robot Mechanics 1 (3) und Robot Mechanics 2 (9)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> nennen Elemente der Automatisierungstechnik konzipieren einfache Automatisierungsprozesse mit elektromechanischer Aktorik wählen Komponenten für einfache automatisierte Fertigungsabläufe aus zählen verschiedene Greifertechniken auf wählen Greifer für bestimmte Aufgaben aus berechnen auslegungsrelevante Parameter für Greifer beschreiben die Einbindung von SPS in Produktionsprozesse nennen relevante Protokolle und Schnittstellen in der industriellen Kommunikation beschreiben die Anwendungsmöglichkeiten von IoT-Technologien im industriellen Umfeld 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> Auswahl und Berechnung von Greifern Planung von automatisierten Fertigungsanlagen Handling und Bearbeitung mit industriellen Robotern Montageprozesse SPS-Technik Industrielle Kommunikation IoT im industriellen Umfeld 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> WELLENREUTHER, Günter; ZASTROW, Dieter. Automatisieren mit SPS: Theorie und Praxis. Springer-Verlag, 2005 HEIMBOLD, Tilo. Einführung in die Automatisierungstechnik: Automatisierungssysteme, Komponenten, Projektierung und Planung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2014 		
Sonstiges		

Modul-Nr. 32 - Vertiefung „Industrial Robotics“		
Collaborative Robotics		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Christian Ziegler		
Lehrperson(en): Prof. Dr. C. Ziegler, Prof. Dr. S. Friedrich		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Collaborative Robotics	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Robot Mechanics 1 (3) und Robot Mechanics 2 (9), Control Systems (21)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> nennen sicherheitsrelevante Normen im Umgang mit kollaborativen Robotern beschreiben Arten der Mensch-Roboter-Kollaboration auf ermessen das Automatisierungspotenzial durch den Einsatz von kollaborativen Robotern wählen sicherheitsrelevante Komponenten zur Ergänzung von kollaborativen Arbeitsplätzen aus bewerten den Aufbau kollaborativer Arbeitsplätze aus prozesstechnischer und sicherheitstechnischer Sicht beschreiben Arten und den Einsatz von Sensoren im Umfeld kollaborativer Roboter beschreiben gängige Bahnplanungsalgorithmen im Kontext der kollaborativen Robotik beschreiben Methoden der elektromechanischen Kraftregelung beschreiben Aspekte der Mensch-Roboter Interaktion, u.a. multimodale Interaktion 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsbereiche und Potenziale kollaborativer Roboter Arten der Mensch-Roboter-Kollaboration Sicherheitsrelevante Komponenten für kollaborative Arbeitsplätze Greifer in MRK-Anwendungen Gesetzliche Rahmenbedingungen (Normen und Standards) Aufbau und Gestaltung von kollaborativen Arbeitsplätzen Externe Sensorik und Bewegungsplanung für MRK-Anwendungen Drehmomenten-/Kraftsensoren in kollaborativen Robotern Regelungstechnische Konzepte zur Kraftsteuerung 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> FRANKE, Jörg (Hg.). Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2019 BUXBAUM, Hans-Jürgen, Mensch-Roboter-Kollaboration, Springer Gabler, Wiesbaden, 2020 		
Sonstiges		

Vertiefung Mobile Robotics

Mobile Robotics			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
2 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	15
Verantwortlich für Module der Vertiefungsrichtung: Prof. Dr. Dorit Borrmann			
Lehrperson(en):			
Die Lehrpersonen können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache	
Localisation and Mapping (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Aerial Drones (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Navigation and Mobile Platforms (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Robotics (Vertiefungsmodul 6. und 7. Semester)			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Module des ersten Studienabschnitts (1. bis 4. Semester). Studierende in der Studienvariante IRO Dual wählen ihre Vertiefungsrichtung in Absprache mit dem Praxispartner. Ferner bieten die Praxispartner Gastvorlesungen zu verschiedenen Themen an.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
3 x schriftliche Prüfung	3 x 90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Lernergebnisse können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Inhalt			
Die Inhalte können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Literatur und weitere Lernangebote			
Die Literaturangaben können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Sonstiges			

Modul-Nr. 30 - Vertiefung „Mobile Robotics“		
Localisation and Mapping		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Dorit Borrmann		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. D. Borrmann		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Localisation and Mapping	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Sensors and Metrology (10), Statistics and Sensor Data Fusion (13)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Funktion von Sensoren zur Umgebungswahrnehmung im Innen- und Außenbereich • nennen sensor- und anwendungsspezifische Herausforderungen bei der Umgebungswahrnehmung • unterscheiden Verfahren zur Erkennung von Land- und Wegmarken • beurteilen die Genauigkeit und Anwendungsgrenzen globaler Lokalisierungsmethoden • beschreiben den Partikel und Kalman Filter im Kontext der Lokalisierung • zählen Umgebungsmodelle auf • nutzen das Konzept der Odometrie zu Lokalisierung • nennen die Herausforderungen im Zusammenhang mit dem SLAM-Algorithmus • setzen den SLAM-Algorithmus in einer Hochsprache um 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Umgebungswahrnehmung im In- und Outdoorbereich • Erkennung von Land- und Wegemarken • GPS/IMU-basierte Lokalisierung • Partikel Filter und Kalman Filter in der Lokalisierung • Umgebungsmodelle • Odometrie im Kontext mobiler Plattformen • SLAM 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> • SIEGWART, Roland; NOURBAKSHI, Illah Reza; SCARAMUZZA, Davide. Introduction to autonomous mobile robots. MIT press, 2011. • THRUN, S.; Burgard, W.; Fox, D., Probabilistic Robotics, MIT Press, 2005 • KUDRIASHOV, Andrii, et al. SLAM Techniques Application for Mobile Robot in Rough Terrain. • NÜCHTER, Andreas. 3D robotic mapping: the simultaneous localization and mapping problem with six degrees of freedom. Springer, 2008 • HERTZBERG, J.; LINGEMANN, K.; NÜCHTER, A., Mobile Roboter - Eine Einführung aus Sicht der Informatik. Springer, 2012 		
Sonstiges		

Modul-Nr. 31 - Vertiefung „Mobile Robotics“		
Aerial Drones		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. M. Schreier		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. M. Schreier		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Aerial Drones	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Robot Mechanics 2 (9), Sensors and Metrology (10), Control Systems (21)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren Flugdrohnen und beschreiben typische Anwendungsgebiete • nennen Komponenten zur Energieversorgung und legen diese hinsichtlich Leistung und Kapazität aus • erläutern aerodynamische Aspekte von Flugdrohnen und wählen elektrische Antriebe und Propeller aus • beschreiben gängige Methoden zur Datenübertragung im Austausch mit bodengebundenen Stationen • formulieren und simulieren das dynamische Verhalten von Multikoptern im Zustandsraum • verstehen die Vorteile von Quaternionen gegenüber Eulerwinkel-basierter Drohnenmodelle • entwerfen und simulieren Positions- und Lageregelungen für Multikopter-Drohnen • beschreiben die Funktionsweise und Anwendung von Drohnen-Sensorik (Radar, Kamera, Lidar, IMU, ...) • planen den anwendungsspezifischen Leistungsbedarf von Flugdrohnen • verstehen die flugmechanischen Grundlagen von Starrflügel-Drohnen • nennen relevante gesetzliche Bestimmungen für den Betrieb von Flugdrohnen 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation und Anwendungsgebiete • Energieversorgung und elektrische Antriebstechnik • Aerodynamik und Propeller • Datenübertragung • Systemdynamik von Multikoptern • Positions- und Lageregelung von Multikoptern • Drohnen-Sensorik (Radar, Lidar, Kamera, Ultraschall, IMU, Magnetometer, Barometer, GNSS, ...) • Entwurf von Multikoptern • Flugmechanik von Starrflügel-Drohnen • Rechtliche Aspekte und Rahmenbedingungen 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> • BEARD, R. W. et al.: Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice. Princeton University Press, 2012 • NONAMI, K. et al.: Autonomous Flying Robots: Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles. Springer, 2010 • VALVANIS, K. P. et al.: Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Springer, 2015 		
Sonstiges		

Modul-Nr. 32 - Vertiefung „Mobile Robotics“		
Navigation and Mobile Platforms		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Dorit Borrmann		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. D. Borrmann		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Navigation and Mobile Platforms	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Robot Mechanics 2 (9)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau von landgebundenen sowie Wasser- und Unterwasserplattformen für mobile Roboter • nennen Lenkungsarten von radgetriebenen Robotern • beschreiben die Kinematik landgebundener Roboter • bewerten Ansätze zur lokalen und globalen Pfadplanung • beschreiben Methoden zur Hindernisumfahrung • handhaben Ansätze zur Hinderniserkennung und Hindernisumfahrung • führen anhand von Beispielen eine kartenbasierte Navigation nach unterschiedlichen Zielkriterien durch 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> • Landgebundene, Wasser- und Unterwasserplattformen mobiler Roboter • Lenkung radgetriebener Plattformen • Fortbewegungsarten • Kinematik landgebundener Roboter • Pfadplanung mit Wegekarten-, Zellkarten- und Potentialfeld-Verfahren • Hindernisumfahrung • Navigationsarchitekturen 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> • ANTONELLI, Gianluca; ANTONELLI, G. Underwater robots. Switzerland: Springer International Publishing, 2014. • CHATTERJEE, Amitava; RAKSHIT, Anjan; SINGH, N. Nirmal. Vision based autonomous robot navigation: algorithms and implementations. Springer, 2012 • HERTZBERG, J.; LINGEMANN, K.; NÜCHTER, A., Mobile Roboter - Eine Einführung aus Sicht der Informatik. Springer, 2012 		
Sonstiges		

Vertiefung Humanoid and Service Robotics

Humanoid and Service Robotics			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
2 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	15
Verantwortlich für Module der Vertiefungsrichtung: Prof. Dr. Marian Daun			
Lehrperson(en):			
Die Lehrpersonen können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache	
Human Robot Interaction (HRI) I (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Speech Recognition and Speech Synthesis (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Human Robot Interaction (HRI) II (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch	
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Robotics (Vertiefungsmodul 6. und 7. Semester)			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Module des ersten Studienabschnitts (1. bis 4. Semester). Studierende in der Studienvariante IRO Dual wählen ihre Vertiefungsrichtung in Absprache mit dem Praxispartner. Ferner bieten die Praxispartner Gastvorlesungen zu verschiedenen Themen an.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
3 x schriftliche Prüfung	3 x 90 min	Englisch	
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Randbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Lernergebnisse können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Inhalt			
Die Inhalte können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Literatur und weitere Lernangebote			
Die Literaturangaben können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Sonstiges			

Modul-Nr. 30 - Vertiefung „Humanoid and Service Robotics“		
Human Robot Interaction (HRI) I		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Stefan Friedrich		
Lehrperson(en):		
Prof. Dr. S. Friedrich		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Human Robot Interaction (HRI) I	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse		
Robot Mechanics 2 (9), Sensors and Metrology (10)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> nennen Beispiele für die Anwendung von Service-Robotern zählen Kriterien auf, die für die Akzeptanz von Service Robotern von Bedeutung sind wählen Mensch-Roboter Schnittstellen kontextbezogen aus beschreiben Ansätze zur multimodalen Kommunikation beurteilen die Dialoggestaltung am Beispiel eines humanoiden Roboters beschreiben sozialkompatible Gestaltungsprinzipien nennen Anwendungsbeispiele und Möglichkeiten von visuellen Erkennungsverfahren im Kontext der Service-Robotik 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> Anwendung von Service-Robotern, z.B. in der Pflege, im Haushalt, im Unterricht Akzeptanz von Service-Robotern Mensch-Roboter Schnittstellen Multimodale Kommunikation Dialoggestaltung Sozialkompatible Gestaltung von Robotern und soziale HRI Anwendungsbeispiele zur visuellen Erkennung von Gesten, Aufmerksamkeitsstatus, Gemütszustand/Gesichtsausdruck, Alter 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> SIEGWART, Roland; NOURBAKSH, Illah Reza; SCARAMUZZA, Davide. Introduction to autonomous mobile robots. MIT press, 2011 BARTNECK, Christoph, et al. Mensch-Roboter-Interaktion: Eine Einführung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2020 MAHAPATRA, Abhijit; ROY, Shibendu Shekhar; PRATIHAR, Dilip Kumar. Multi-body Dynamic Modeling of Multi-legged Robots. Springer Nature, 2020 		
Sonstiges		

Modul-Nr. 31 - Vertiefung „Humanoid and Service Robotics“		
Speech Recognition and Synthesis		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Martin Spiertz		
Lehrperson(en): Prof. Dr. M. Spiertz		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Speech Recognition and Synthesis	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Machine Learning (23)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung) Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> nennen und erläutern Grundlagen der Audioanalyse und Sensorik analysieren Spracheigenschaften anhand cepstraler Analyse- und Synthesemethoden, bspw. Mel-Filterbank und Phase Vocoder planen Datenakquise und –verwaltung für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz analysieren und entwerfen Neuronale Netze in aktuellen Software-Bibliotheken analysieren und interpretieren existierende Softwarepakete zur Sprachsteuerung implementieren objektorientierte Software in Python erlangen die Qualifikation in der Audiosignalverarbeitung und des Maschinellen Lernens Probleme zu erkennen und Lösungsansätze zu erarbeiten 		
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> Objektorientierte Programmierung in Python Sprachsignalverarbeitung vom Mikrofon zum Quelle-Filter-Modell der Sprache Sprachsynthese mit Vocoder Klassifikation mit Künstlichen Neuronalen Netzen Echtzeitfähigkeit auf Low-Budget-Hardware Implementierung eines Keywordspotter unter der MIT-Lizenz 		
Literatur und weitere Lernangebote <ul style="list-style-type: none"> GOODFELLOW, I et.al. Deep Learning. mitp, 2018 RABINER L. R. et. al.. Theory and Applications of Digital Speech Processing. Financial Times Prentice Hall, 2010 		
Sonstiges		

Modul-Nr. 32 - Vertiefung „Humanoid and Service Robotics“		
Human Robot Interaction (HRI) II		
Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Stefan Friedrich		
Lehrperson(en): Prof. Dr. S. Friedrich		
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Human Robot Interaction (HRI) II	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Robot Mechanics 2 (9), Control Systems (21), Machine Learning (23)		
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)		
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> nennen Methoden der bionischen Optimierung zählen Beispiele für bionisch optimierte/inspirierte Elemente in der Robotik auf bilden Teile des menschlichen Bewegungsapparates als kinematisches Modell ab beschreiben den Aufbau von 2- und mehrbeinigen Plattformen formulieren Anforderungen an die Aktorik von beinigen Plattformen differenzieren Moden der beinigen Fortbewegung formulieren auf Grundlage der Kinematik und den Moden der Fortbewegung Anforderungen an die Regelungstechnik des Systems entwickeln kinematische Modelle für beinige Plattformen beschreiben Human-inspired Learning und Human Transfer Learning am Beispiel von humanoiden Robotern beschreiben die Anwendung von Reinforcement Learning um Bewegungsmuster zur Fortbewegung beiniger Roboter zu entwickeln 		
Inhalt		
<ul style="list-style-type: none"> Methoden der bionischen Optimierung Ausgewählte Beispiele für angewandte Bionik in der Robotik Anthropomorphe Gestaltung von Robotern 2- und mehrbeinige Plattformen Moden der beinigen Fortbewegung (Gehen, Laufen, Springen) Kinematische Beschreibung von beinigen Plattformen Aufbau, Elemente und Struktur von Bein-Kinematiken Human-inspired Motion und Human Transfer Learning Reinforcement Learning im Kontext der beinigen Fortbewegung 		
Literatur und weitere Lernangebote		
<ul style="list-style-type: none"> KAJITA, Shuuji, et al. Introduction to humanoid robotics. Springer Berlin Heidelberg, 2014. HARADA, Kensuke; YOSHIDA, Eiichi; YOKOI, Kazuhito (Hg.). Motion planning for humanoid robots. Springer Science & Business Media, 2010 GOSWAMI, Ambarish; VADAKKEPAT, Prahlad (Hg.). Humanoid robotics: a reference. Netherlands: Springer, 2019. 		

Sonstiges
