Wahlpflichtfächer

Bachelorstudiengang

ROBOTIK

(BRO)

Inhaltsverzeichnis

1 Sprache und Kompetenzerwerb 3
Fachenglisch für Ingenieure 3
Geschäftsentwicklung und Gründung 4
2 Fachspezifische Wahlpflichtfächer 6
Katalog FWPM-A 6
Digitale Signalverarbeitung und Zustandsregelung 6
Embedded Systems und Feldbusse 7
Verteilte Systeme und Netzwerkkommunikation 9
Katalog FWPM-B 10
Entwicklungsprozesse und rechtliche Rahmenbedingungen 10
Mikrocomputertechnik 11
Deep Learning 12
3D Maschinelles Sehen 13
Requirements Engineering 15
Programmierung von Robotern 17
3 Spezialisierung Robotik 19
Vertiefung Industrielle Robotik 19
Dynamik von Industrierobotern 20
Automatisierung und Produktionstechnik 21
Kollaborative Robotik 22
Vertiefung Mobile Robotik 23
Lokalisierung und Kartierung 24
Flugdrohnen 25
Navigation und mobile Plattformen 26
Vertiefung Humanoid and Service Robotics 27
Human-Robot Interaction (HRI) 28
Spracherkennung und Sprachsynthese 29
Humanoide Robotik 30

1 Sprache und Kompetenzerwerb

Fachenglisch für Ingenieure

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
Fachenglisch für Ingenieure	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch

Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):

Bachelorstudiengang Robotik (Geschäftsentwicklung und Fachenglisch)

Bietet die Grundlage für Modul(e):	-
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	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

- Verfügen über einen erweiterten Wortschatz, verbesserte Kenntnisse und ein kritisches Verständnis der englischen Sprache auf dem Level B2;
- Verfügen über verbesserte Fähigkeiten im Sprechen, Hören, Lesen, Schreiben und Übersetzen der englischen Sprache auf dem Level B2;
- wissen, wie sie ihre Kenntnisse und ihr Verständnis der Sprache in neuen und vielfältigen fachspezifischen Kontexten anwenden können;
- können Englischkenntnisse 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 englischen Muttersprachler über Fachthemen unterhalten;
- können in fachlichen Kontexten grammatikalisch korrektes Englisch schreiben.

Inhalt

Der Kurs vermittelt englische Sprachkenntnisse auf dem Niveau B2 des europäischen Referenzrahmens und führt in ingenieurwissenschaftliche englische Fachterminologie ein.

Literatur und weitere Lernangebote

TBA

Sonstiges

Geschäftsentwicklung und Gründung

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
Geschäftsentwicklung und Gründung	Seminar	Deutsch

Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):

Bachelorstudiengang Robotik (Geschäftsentwicklung und Fachenglisch)

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	Semesterbegleitend im 3. Semester	Deutsch

Die erfolgreiche Erstellung des Portfolios ist Voraussetzung für die Vergabe der Credit Points.

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)

Die Studierenden

- 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, Teambildungsmaßnahmen, 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. Studierende in der Studienvariante BRO Dual wählen die Geschäftsidee in Absprache mit dem Praxispartner.

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

2 Fachspezifische Wahlpflichtfächer

Katalog FWPM-A

Digitale Signalverarbeitung und Zustandsregelung

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Bernhard Müller

Lehrperson(en):

Prof. Dr. B. Müller, Prof. Dr.-Ing. Sebastian Rauh

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Digitale Signalverarbeitung und Zustandsregelung	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Ingenieurmathematik (1), Ingenieurmathematik 2 (7), Grundlagen der Elektrotechnik (2), Grundlagen der Elektronik / Bauelemente (8), Systemtheorie (14)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- 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

- 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
  - Mathematische Modellbildung
  - Arbeitspunktlinearisierung
- Lösung der Zustandsgleichungen, Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
- Struktur und Entwurf von linearen Zustandsregelungen
- Struktur und Entwurf eines Luenberger Beobachters, Separationsprinzip
- Störgrößenkompensation

Embedded Systems und Feldbusse

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Florian Mühlfeld

Lehrperson(en):

Prof. Dr. Mühlfeld, Prof. Dr. Hagen

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Embedded Systems und Feldbusse	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):

Bietet die Grundlage für Modul(e):	Verteilte Systeme und Netzwerkkommunikation
Baut auf Modul(en) auf:	Grundlagen der Technischen Informatik und Betriebssysteme (4), Programmieren 1 und 2 (5 und 11)

Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)

Keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Grundlagen der Technischen Informatik und Betriebssysteme (4), Programmieren 1 und 2 (5 und 11)

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

- 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

Embedded Systems

- 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. Reißenweber, Feldbussysteme zur industriellen Kommunikation. Vulkan Verlag, 2017

Sonstiges

Verteilte Systeme und Netzwerkkommunikation

Dauer	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.-Ing. Sebastian Rauh

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Verteilte Systeme und Netzwerkkommunikation	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):

Bachelorstudiengang Robotik (Pflichtmodul, 4. Semester)

Bietet die Grundlage für Modul(e):	Keine
Baut auf Modul(en) auf:	Embedded Systems und Feldbusse

Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)

Keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Embedded Systems und Feldbusse

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

- 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

Katalog FWPM-B

Entwicklungsprozesse und rechtliche Rahmenbedingungen			
Dauer	**Turnus**	**Workload**	**ECTS-Credit Points**
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Christian Ziegler			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. C. Ziegler			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		**Lehr- und Lernformen**	**Unterrichtssprache**
Entwicklungsprozesse und rechtliche Rahmenbedingungen		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Keine			
Lernergebnisse			
Die Studierenden • beschreiben grundlegende klassische und agile Entwicklungsmodelle • wenden Entwicklungsmodelle auf die Entwicklung technischer Produkte und Services an • wenden Methoden der strukturierten Problemlösung an • geben rechtliche Rahmenbedingungen der Normgebung auf europäischer Ebene sowie der CE-Kennzeichnung an • beschreiben Robotik-relevante Normen und deren rechtliche Bedeutung • beschreiben den Prozess der Risikoanalyse und die damit verbundenen Pflichten für Roboterhersteller • erläutern wichtige Aspekte aus dem Themengebiet der Arbeitssicherheit • ordnen zentrale Aspekte des Geistigen Eigentums und des Patentrechts ein • beschreiben wichtige Aspekte des Qualitätsmanagements			
Inhalt			
• Klassische Entwicklungsprozesse • Agile Entwicklungsprozesse • Strukturierte Problemlösung • Überblick über relevante Normen und Grundlagen der CE-Kennzeichnung • Robotersicherheit und Arbeitsschutz • Geistiges Eigentum • Qualitätsmanagement			
Literatur und weitere Lernangebote			
• LINDEMANN, Udo. Handbuch Produktentwicklung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2016. • SCHNEIDER, André. Zertifizierung im Rahmen der CE-Kennzeichnung. Hüthig, 2008. • KREY, Volker; KAPOOR, Arun. Praxisleitfaden Produktsicherheitsrecht. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2014.			
Sonstiges			

Mikrocomputertechnik

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Heinz Endres

Lehrperson(en):

Prof. Dr. H. Endres

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Mikrocomputertechnik	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Grundlagen der Technischen Informatik und Betriebssysteme (4), Programmieren 1 (5) und Programmieren 2 (11)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- beschreiben den Aufbau und die Klassifizierung eines Digitalrechners
- verstehen das Zusammenspiel von CPU, Speicher, Peripherie und Bussystem
- sind in der Lage, selbstständig eine Mikrocomputerarchitektur für eine gegebene Anwendung auszuwählen
- verstehen das Konzept der Hardware-nahen Programmierung eines Mikrocontrollers
- beschreiben die Funktionsweise moderner Rechnerarchitekturen
- erklären die Notwendigkeit verschiedener Darstellungscodes

Inhalt

- Grundelemente eines Mikrocomputers und Mikrocontrollers
- Aufbau und Funktion eines Prozessors (Rechenwerk, Steuerwerk, Registersatz, etc.) auf Schaltungsebene
- Programmierung von Mikrocontrollern in Assembler-/Maschinensprache an einem ausgewählten Beispiel
- Übersicht über verschiedene Prozessor- und Mikrocontrollerarchitekturen
- Vor- und Nachteile verschiedener Darstellungscodes
- Codesicherung mit Fehlererkennung und Fehlerkorrektur
- Aufbau eines Halbleiterspeichers
- Überblick und Funktion moderne Rechnerarchitekturen

Literatur und weitere Lernangebote

- Thomas Beierlein, Olaf Hagenbruch, Taschenbuch Mikroprozessortechnik, 4. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2010.
- Christian Siemers, Axel Sikora, Taschenbuch Digitaltechnik, 3. Auflage. München: Carl Hanser Verlag GmbH, 2014.
- Gerd Walter Wöstenkühler, Grundlagen der Digitaltechnik, 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag GmbH, 2016.
- Klaus Wüst, Grundlagen Architekturen, Schaltungstechnik und Betrieb von Mikroprozessoren und Mikrocontrollern, 4. Auflage, Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2010.

Sonstiges

Deep Learning

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

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	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Maschinelles Lernen (23)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- beschreiben den Aufbau neuronaler Netze sowie die Funktion der einzelnen Netzwerkelemente
- zählen verschiedene Netzwerkstrukturen sowie dazugehörige Anwendungsbeispiele auf
- beschreiben die Algorithmik der Forward- und Backward Propagation
- erklären die Funktionsweise verschiedener Layertypen und Aktivierungsfunktionen im Detail
- führen die Anwendung neuronaler Netze im Rahmen der Bilderkennung aus
- beurteilen die Eignung neuronaler Netze im Hinblick auf die Datengrundlage und das gewünschte Ergebnis
- zählen verschiedene generative neuronale Netze auf
- 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

- 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, GAN, Autoencoder
- 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

- 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 Maschinelles Sehen

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

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	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Bildverarbeitung (16)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- 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 Punktewolken aus mehreren Bildern
- benutzen Punktewolken 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

- 3D-Kamerasysteme und 3D-Rekonstruktion:
  - TOF
  - Epipolargeometrie
  - Korrespondenzproblem
  - Deskriptoren (HoG, SIFT, etc.)
  - Optischer Fluss (kleiner Basisabstand)
  - Merkmalssuche (großer Basisabstand)
  - Stereosehen
  - Streifenlichtprojektion
- Stereo-Kamerakalibrierung
- Structure from motion (SfM)
- 3D position and pose estimation
- Punktewolken
- Einführung OpenCV (z.B. in Matlab)
- Anwendungsbeispiele: Mehrbild 3D Rekonstruktion, Objektverfolgung

Literatur und weitere Lernangebote

- MA, Yi: An Invitation to 3D Vision: From Images to Models, Springer-Verlag, 2004

- JÄHNE, Bernd: Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung, Springer-Verlag, 2012
- CORKE, Peter. Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB® second, completely revised. Springer, 2017

Sonstiges

Requirements Engineering

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

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	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Software Engineering und Cyber Security (15)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- Kennen die Requirements-Engineering-Aktivitäten nach IREB
- Kennen Techniken zur Erhebung von Anforderungen
- Kennen Techniken zur Abstimmung von Anforderungen
- Kennen Techniken zur Validierung von Anforderungen
- Kennen Techniken zur Spezifikation von Anforderungen
- Können Herausforderungen bei der Entwicklung von Anforderungen für eingebettete Systeme benennen
- Können Ziele spezifizieren
- Können Szenarien spezifizieren
- Können die Erfüllbarkeit von spezifizierten Anforderungen untersuchen
- Können Anforderungen auf Inkonsistenzen untersuchen und finden Defekte bezogen auf andere Anforderungen und auf die Intentionen der Stakeholder

Inhalt

- Requirements-Engineering-Aktivitäten nach IREB-Standard
  - Erhebung
  - Dokumentation
  - Verwaltung
  - Validierung
- Ziel- und szenariobasiertes Requirements Engineering für eingebettete Systeme
  - Der SPES-Ansatz
  - Zielmodellierung nach ITU
  - Szenariomodellierung nach ITU
  - Ziel- und szenariobasierte Vorgehen
- Requirements Engineering Analysen
  - 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

Programmierung von Robotern

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

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

- 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>

- 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>

- Architektur und Arbeitsumgebung
- Roboter Software-Architekturen
- Relevante Tools und Bibliotheken
- ROS-Industrial
- Simulation in Gazebo und Anwendungsbeispiele

Literatur und weitere Lernangebote

- 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 Spezialisierung Robotik

Vertiefung Industrielle Robotik

Industrielle Robotik			
Dauer	**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**
Dynamik von Industrierobotern (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Automatisierung und Produktionstechnik (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Kollaborative Robotik (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Robotik (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 BRO 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		Deutsch
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			

Dynamik von Industrierobotern

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Boris Bittner

Lehrperson(en):

Prof. Dr. B. Bittner

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Dynamik von Industrierobotern	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Roboter-Mechanik 1 (3) und Roboter-Mechanik 2 (9)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- 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

- Geschwindigkeit und Beschleunigung der kinematischen Kette
- Direkte und inverse Kinematik komplexer Industrieriboter
- Kraftregelung
- Newton-Euler und Lagrange-Gleichung
- Jacobi-Matrix
- Singularitäten
- Bahnplanung

Literatur und weitere Lernangebote

- 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

Automatisierung und Produktionstechnik

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Christian Ziegler

Lehrperson(en):

Prof. Dr. C. Ziegler

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Automatisierung und Produktionstechnik	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Roboter-Mechanik 1 (3) und Roboter-Mechanik 2 (9)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- beschreiben Elemente der Automatisierungstechnik
- wählen Handhabungsgeräte und Komponenten für einfache automatisierte Produktionsabläufe aus
- erklären wesentliche Aspekte der Bewegungsplanung
- analysieren Automatisierungsaufgaben und konzipieren einfache Automatisierungsprozesse mit elektromechanischer Aktorik
- wählen Greifer für bestimmte Aufgaben aus und berechnen auslegungsrelevante Parameter
- beschreiben die Einbindung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen in Produktionsprozesse
- nennen relevante Protokolle und Schnittstellen in der industriellen Kommunikation
- beschreiben die Anwendungsmöglichkeiten von IoT-Technologien im industriellen Umfeld

Inhalt

- Planung von automatisierten Fertigungsanlagen
- Handhabungsgeräte
- Handling und Bearbeitung mit industriellen Robotern
- Montageprozesse
- Auswahl und Berechnung von Greifern bzw. Endeffektoren
- SPS-Technik und industrielle Kommunikationstechnik
- Digitale Transformation im industriellen Umfeld

Literatur und weitere Lernangebote

- LAMB, Frank. Industrial Automation: Hands-On. McGraw-Hill Education, 2021
- HEIMBOLD, Tilo. Einführung in die Automatisierungstechnik: Automatisierungssysteme, Komponenten, Projektierung und Planung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2014
- HESSE, Stefan. Greifertechnik. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2011

Sonstiges

Kollaborative Robotik

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

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
Kollaborative Robotik	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Roboter-Mechanik 1 (3) und Roboter-Mechanik 2 (9), Regelungstechnik (21)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- nennen sicherheitsrelevante Normen im Umgang mit kollaborativen Robotern
- beschreiben Arten der Mensch-Roboter-Kollaboration
- 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 Sensorik zur Messung von Kräften/Momenten und deren Einsatz in kollaborativen Robotern
- nennen gängige Bahnplanungsalgorithmen im Kontext der kollaborativen Robotik
- beschreiben Methoden der elektromechanischen Kraftregelung
- geben ausgewählte Aspekte der Mensch-Roboter Interaktion an, u.a. multimodale Interaktion

Inhalt

- 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
- Grundlagen der Mensch-Roboter Interaktion im Kontext kollaborativer Robotik

Literatur und weitere Lernangebote

- FRANKE, Jörg (Hg.). Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2019
- BUXBAUM, Hans-Jürgen, Mensch-Roboter-Kollaboration, Springer Gabler, Wiesbaden, 2020
- K. M. Lynch and F. C. Park, Modern robotics: mechanics, planning, and control, Cambridge University Press, 2017.
- C. Bartneck, et. al, Mensch-Roboter-Interaktion: eine Einführung, Hanser, 2020.

Sonstiges

Vertiefung Mobile Robotik

Mobile Robotik

Dauer	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
Lokalisierung und Kartierung (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Flugdrohnen (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Navigation und mobile Plattformen (4 SWS)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):

Bachelorstudiengang Robotik (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 BRO 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	Deutsch

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

Lokalisierung und Kartierung

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Dorit Borrmann

Lehrperson(en):

Prof. Dr. D. Borrmann

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Lokalisierung und Kartierung	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Sensorik und Messtechnik (10), Statistik und Sensordatenfusion (13)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- 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

- 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

- SIEGWART, Roland; NOURBAKHSH, 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

Flugdrohnen

Dauer der LV	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. M. Schreier

Lehrperson(en):

Prof. Dr. M. Schreier

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Flugdrohnen	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Roboter-Mechanik 2 (9), Sensorik und Messtechnik (10), Regelungstechnik (21)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- 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

- 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

- 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

Navigation und mobile Plattformen

Dauer	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr. Dorit Borrmann

Lehrperson(en):

Prof. Dr. D. Borrmann

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Navigation und mobile Plattformen	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Roboter-Mechanik 2 (9)

Lernergebnisse

Die Studierenden

- 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

- 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

- 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. Stefan Friedrich			
Lehrperson(en):			
Die Lehrpersonen können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		**Lehr- und Lernformen**	**Unterrichtssprache**
Human-Robot Interaction (HRI) (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Speech Recognition and Speech Synthesis (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch
Introduction to Humanoid 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			

Human-Robot Interaction (HRI)

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemes-ter	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. Stefan Friedrich

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Human Robot Interaction (HRI)	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Sensors and Metrology (10)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- nennen Beispiele für die Anwendung von Service-Robotern
- zählen Kriterien auf, die für die Akzeptanz von Service Robotern von Bedeutung sind
- beschreiben und vergleichen interagierende Roboter anhand einer Taxonomie
- benennen, beschreiben und erkennen Gestaltungsprinzipien der HRI
- erläutern die Herausforderungen physischer Interaktion
- modellieren sozialkompatibles Roboterverhalten zur technischen Umsetzung
- ordnen die Anwendung von Robotern für soziale Aufgabengebiete kritisch ein
- üben effizientes Bearbeiten von wissenschaftlichen Fachartikeln und deren Kommunikation

Inhalt

- Mensch-Roboter-Interaktion und deren Bedeutung in Industrie- und Service-Robotik
- Anwendungen von Service-Robotern, z.B. in der Pflege, im Gesundheitswesen, im Haushalt, im Unterricht
- Grundlegende Modalitäten, Schnittstellen und Taxonomie zur Interaktion mit einem Roboter
- Soziale HRI, insb. Akzeptanz von Service-Robotern und sozialpsychologische Aspekte, Emotion, Vertrauen in autonome Systeme, Uncanny Valley, sozialkompatible Gestaltung von Robotern
- Physische HRI
- MRK-Modi und Grundzüge kollaborativer Robotik
- Computergestützte Umsetzung sozialen Verhaltens
- Grundzüge demonstrationsbasierten Lernens von Bewegungen
- Aktuelle Themen mit Relevanz für HRI, z.B. Verarbeitung natürlicher Sprache
- Fallstudien anhand Robotern wie NAO, Pepper oder Spot

Literatur und weitere Lernangebote

- BARTNECK, Christoph, et al. Mensch-Roboter-Interaktion: Eine Einführung. Carl Hanser Verlag KG, 2020
- O. Bendel, Hrsg., Soziale Roboter: Technikwissenschaftliche, wirtschaftswissenschaftliche, philosophische, psychologische und soziologische Grundlagen. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2021.
- S. Chernova und A. L. Thomaz, Robot Learning from Human Teachers. in Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning. Cham: Springer International Publishing, 2014.
- C. Jost u. a., Hrsg., Human-Robot Interaction: Evaluation Methods and Their Standardization, Bd. 12. in Springer Series on Bio- and Neurosystems, vol. 12. Cham: Springer International Publishing, 2020.

- Weitere aktuelle HRI-Paper werden als Teil des seminaristischen Unterrichts eigenständig durch die Studierenden bearbeitet.

Sonstiges

Spracherkennung und Sprachsynthese

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

- 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

- 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

- 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

Humanoide Robotik

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. Stefan Friedrich

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Humanoide Robotik	Seminaristischer Unterricht, Übung	Englisch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Human-Robot Interaction (30), Robot Mechanics 2 (9), Control Systems (21), Machine Learning (23)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- zählen Beispiele für bionisch optimierte/inspirierte Elemente in der Robotik auf
- differenzieren Modi beiniger Fortbewegung anhand dynamischer Größen
- formulieren Anforderungen für die Aufbau und die Struktur beiniger Plattformen
- beschreiben Anforderungen an die Regelungstechnik und -architektur des Systems
- simulieren zwei- oder mehrbeinige Plattformen mit Fokus auf die Dynamik der Bewegung, beispielsweise in Matlab/Simulink oder NVIDIA Isaac Sim
- wenden datengetriebene Verfahren der Optimierung oder des maschinellen Lernens an, um simulierte Laufmuster zu verbessern
- ordnen die heutigen und künftigen Anwendungsmöglichkeiten humanoider Roboter kritisch ein

Inhalt

- Anthropomorphe Gestaltung von Robotern und angewandte Bionik in der (humanoiden) Robotik
- Moden der beinigen Fortbewegung
- Aufbau und Struktur sowie Elemente von Roboterbeinen (Kinematik, Aktoren und Sensoren)
- Dynamik beiniger Plattformen und dynamische Simulation von Roboterlokomotion
- Black-Box Optimierung und Anwendung für humanoide Roboter
- Reinforcement Learning im Kontext der Fortbewegung auf Beinen
- Generierung von Bewegungsabläufen, z.B. Laufmuster
- Anwendungen von Laufmaschinen und humanoiden Robotern in Forschung und Industrie

Literatur und weitere Lernangebote

- 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.

- Weitere aktuelle Paper werden als Teil des seminaristischen Unterrichts eigenständig durch die Studierenden bearbeitet.

Sonstiges