

# Weiterbildender Masterstudiengang Robotik und Maschinelles Sehen



## Weiterbildender Masterstudiengang Robotik und Maschinelles Sehen

- » Modalität: online
- » Dauer: 2 Jahre
- » Qualifizierung: TECH Technische Universität
- » Aufwand: 16 Std./Woche
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

Internetzugang: [www.techtute.com/de/informatik/weiterbildender-masterstudiengang/weiterbildender-masterstudiengang-robotik-maschinelles-sehen](http://www.techtute.com/de/informatik/weiterbildender-masterstudiengang/weiterbildender-masterstudiengang-robotik-maschinelles-sehen)

# Index

01

Präsentation

---

Seite 4

02

Ziele

---

Seite 8

03

Kompetenzen

---

Seite 18

04

Kursleitung

---

Seite 22

05

Struktur und Inhalt

---

Seite 32

06

Methodik

---

Seite 54

07

Qualifizierung

---

Seite 62

# 01

# Präsentation

In einer Welt, in der künstliche Intelligenz und Robotik zahlreiche Sektoren rapide verändern, wird eine Spezialisierung in Bereichen wie dem maschinellen Sehen von entscheidender Bedeutung. Die zunehmende Interaktion zwischen Maschinen und Menschen und die Notwendigkeit, visuelle Informationen effizient zu verarbeiten, schaffen einen Bedarf an hochqualifizierten Fachleuten. Dieses Programm stellt sich dieser Herausforderung, indem es fortgeschrittene Kenntnisse in diesen aufstrebenden Disziplinen vermittelt. Die Studenten werden sich mit erweiterter Realität, künstlicher Intelligenz, industriellen Technologien und visueller Informationsverarbeitung in Maschinen beschäftigen. Dank der 100%igen Online-Methode können die Studenten ihre Studienzeiten an ihre persönlichen und beruflichen Umstände anpassen und so eine hochmoderne Weiterbildung in einer völlig flexiblen Umgebung absolvieren.



“

*Entwickeln Sie grundlegende Fähigkeiten in den Bereichen Robotik und Maschinelles Sehen, indem Sie sich jetzt in diesen weiterbildenden Masterstudiengang von TECH einschreiben”*

Der Aufstieg von Künstlicher Intelligenz und Robotik verändert die technologische, wirtschaftliche und soziale Landschaft weltweit. Eine Spezialisierung in Bereichen wie maschinelles Sehen ist von entscheidender Bedeutung, um in dieser Ära des rasanten Fortschritts und der disruptiven Veränderungen die Nase vorn zu haben. Die zunehmende Interaktion zwischen Maschinen und Menschen sowie die Notwendigkeit, visuelle Informationen effizient zu verarbeiten, erfordern hochqualifizierte Fachleute, die sich diesen Herausforderungen stellen und Innovationen vorantreiben können.

Der Weiterbildende Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen bietet eine umfassende Weiterbildung in diesen aufstrebenden Disziplinen und deckt unter anderem Themen wie Augmented Reality, Künstliche Intelligenz und visuelle Informationsverarbeitung in Maschinen ab. Die Studenten profitieren von einem theoretisch-praktischen Ansatz, indem sie die neuesten Entwicklungen in der Robotik und dem maschinellen Sehen kennenlernen und lernen, wie sie dieses Wissen in realen Umgebungen anwenden können.

Darüber hinaus ist das Programm zu 100% online, so dass die Studenten ihr Studium an ihre persönlichen und beruflichen Umstände anpassen können, was die Vereinbarkeit des Lernens mit ihren eigenen Verpflichtungen erleichtert. Sie haben Zugang zu qualitativ hochwertigem Lehrmaterial, wie z. B. Videozusammenfassungen, essentielle Lektüre und vertiefende Videos, die ihnen einen umfassenden Überblick über Robotik und maschinelles Sehen vermitteln.

Somit ist der Weiterbildende Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen eine einzigartige Gelegenheit für Informatiker, die sich auf einem hart umkämpften Arbeitsmarkt profilieren und spezielle Fähigkeiten in einem Bereich mit großem Wachstumspotenzial erwerben möchten.

Dieser **Weiterbildender Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt. Die hervorstechendsten Merkmale sind:

- ◆ Die Entwicklung von Fallstudien, die von Experten der Informatik präsentiert werden
- ◆ Der anschauliche, schematische und äußerst praxisnahe Inhalt vermittelt alle für die berufliche Praxis unverzichtbaren wissenschaftlichen und praktischen Informationen
- ◆ Praktische Übungen, bei denen der Selbstbewertungsprozess zur Verbesserung des Lernens genutzt werden kann
- ◆ Sein besonderer Schwerpunkt liegt auf innovativen Methoden bei der Entwicklung von Robotern und maschinellem Sehen
- ◆ Theoretische Vorträge, Fragen an den Experten, Diskussionsforen zu kontroversen Themen und individuelle Reflexionsarbeit
- ◆ Die Verfügbarkeit des Zugangs zu Inhalten von jedem festen oder tragbaren Gerät mit Internetanschluss



*Beherrschen Sie Techniken des maschinellen Sehens und werden Sie Experte für Bildanalyse und 3D-Vision-Systeme“*

“

*Entdecken Sie, wie die Robotertechnologie in verschiedenen Bereichen wie der Medizin und der Weltraumforschung eingesetzt werden kann, was Ihren Wertbeitrag erheblich steigert“*

Zu den Dozenten gehören Fachleute aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften, die ihre Erfahrungen in dieses Programm einbringen, sowie anerkannte Spezialisten aus führenden Unternehmen und renommierten Universitäten.

Die multimedialen Inhalte, die mit den neuesten Bildungstechnologien entwickelt wurden, ermöglichen der Fachkraft ein situiertes und kontextbezogenes Lernen, d. h. eine simulierte Umgebung, die ein immersives Fortbildung bietet, die auf die Ausführung von realen Situationen ausgerichtet ist.

Das Konzept dieses Programms konzentriert sich auf problemorientiertes Lernen, bei dem die Fachkraft versuchen muss, die verschiedenen Situationen aus der beruflichen Praxis zu lösen, die während des gesamten Studiengangs gestellt werden. Dabei wird sie durch ein innovatives interaktives Videosystem unterstützt, das von anerkannten Experten entwickelt wurde.

*Bringen Sie Ihre Projekte voran, indem Sie die Anwendung von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen in der Robotik erforschen.*

*Verbessern Sie Ihre Fähigkeiten bei Planungs- und Steuerungsalgorithmen für die Entwicklung intelligenter und effizienter Roboter.*



# 02 Ziele

Das Hauptziel des Weiterbildenden Masterstudiengangs in Robotik und Maschinelles Sehen ist es, Experten auf dem Gebiet der Robotik fortzubilden und ihnen eine solide theoretische und praktische Grundlage in wichtigen Bereichen wie Maschinelles Sehen, mobile Robotik und künstliche Intelligenz in der Robotik zu vermitteln. Die Studenten lernen, fortschrittliche Robotersysteme zu entwerfen und zu entwickeln, die effizient und kollaborativ sind, die Interaktion zwischen Mensch und Roboter verbessern und die Sicherheit in verschiedenen Umgebungen gewährleisten.



“

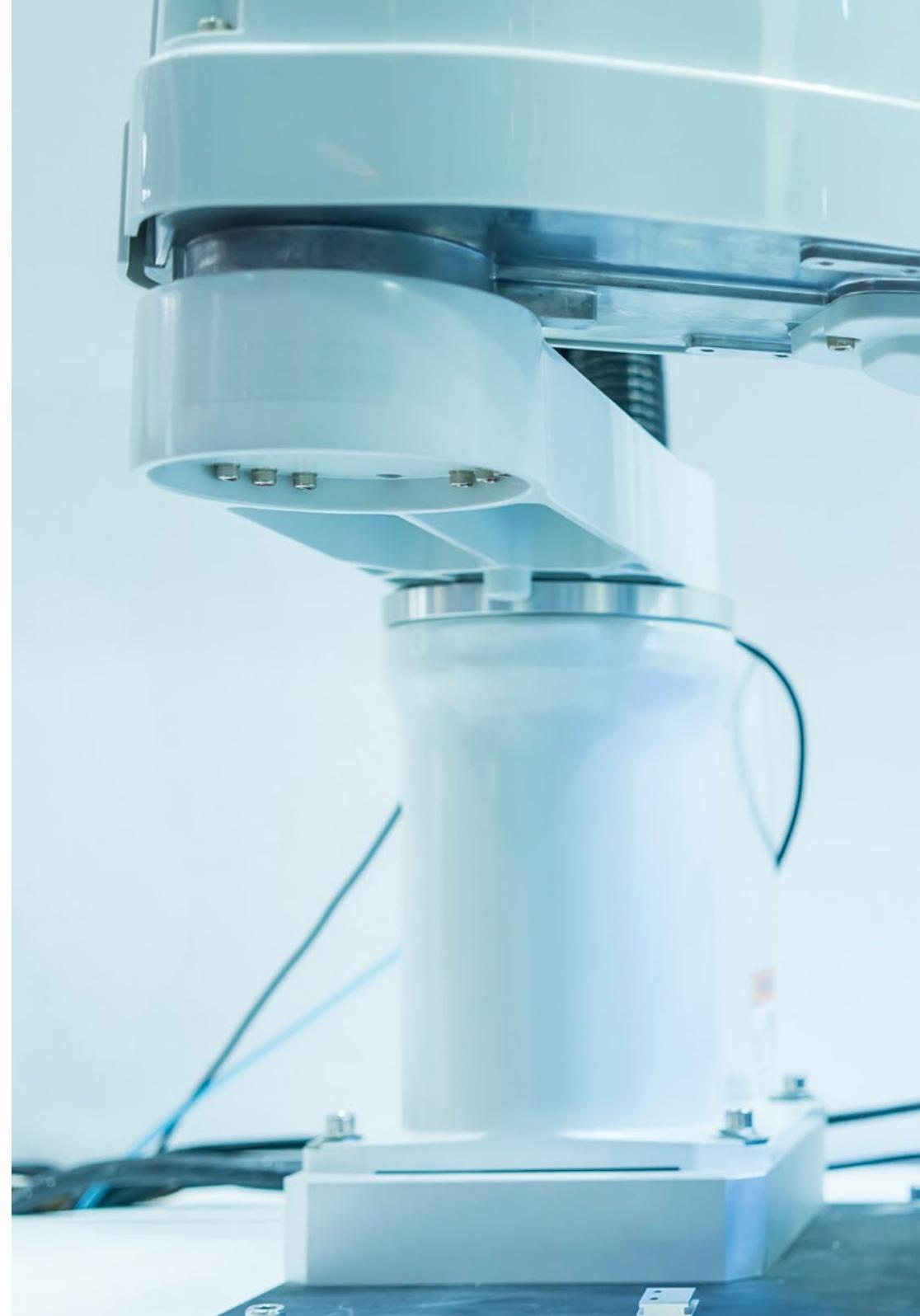
*Vertiefen Sie sich in die Schlüsselbereiche der Robotik und werden Sie Experte für die Entwicklung innovativer Lösungen"*



## Allgemeine Ziele

---

- ◆ Entwickeln der mathematischen Grundlagen für die kinematische und dynamische Modellierung von Robotern
- ◆ Vertiefen des Einsatzes spezifischer Technologien für die Erstellung von Roboterarchitekturen, Robotermodellierung und -simulation
- ◆ Generieren von Fachwissen über Künstliche Intelligenz
- ◆ Entwickeln der in der industriellen Automatisierung am häufigsten verwendeten Technologien und Geräte
- ◆ Erkennen der Grenzen aktueller Techniken, um Engpässe bei Roboteranwendungen zu identifizieren
- ◆ Erhalten eines Überblicks über die Geräte und Hardware, die in der Welt der industriellen Bildverarbeitung eingesetzt werden
- ◆ Analysieren der verschiedenen Bereiche, in denen die Bildverarbeitung eingesetzt wird
- ◆ Erkennen, wo die technologischen Fortschritte in der Bildverarbeitung derzeit liegen
- ◆ Bewerten des Forschungsstandes und der Perspektiven für die nächsten Jahre
- ◆ Schaffen einer soliden Grundlage für das Verständnis von Algorithmen und Techniken der digitalen Bildverarbeitung
- ◆ Bewerten grundlegender Computer-Vision-Techniken
- ◆ Analysieren fortgeschrittener Bildverarbeitungstechniken
- ◆ Präsentieren der Bibliothek Open 3D
- ◆ Analysieren der Vorteile und Schwierigkeiten der Arbeit in 3D anstelle von 2D
- ◆ Einführen in neuronale Netze und Untersuchung ihrer Funktionsweise
- ◆ Analysieren von Metriken für das richtige Training
- ◆ Analysieren vorhandener Metriken und Instrumente
- ◆ Untersuchen der Pipeline eines Bildklassifizierungsnetzes
- ◆ Analysieren neuronaler Netze zur semantischen Segmentierung und ihrer Metriken





## Spezifische Ziele

---

### Modul 1. Robotik. Roboterdesign und -Modellierung

- ◆ Vertiefen der Verwendung der Gazebo-Simulationstechnologie
- ◆ Beherrschen der Anwendung der Robotermodellierungssprache URDF
- ◆ Entwickeln von Fachwissen in der Nutzung des Robot Operating System
- ◆ Modellieren und Simulieren von Manipulatorrobotern, mobilen Landrobotern, mobilen Flugrobotern und Modellieren und Simulieren von mobilen Robotern im Wasser

### Modul 2. Intelligente Agenten Anwendung von Künstlicher Intelligenz auf Roboter und *Softbots*

- ◆ Analysieren der biologischen Inspiration von Künstlicher Intelligenz und intelligenten Agenten
- ◆ Beurteilen des Bedarfs an intelligenten Algorithmen in der heutigen Gesellschaft
- ◆ Bestimmen der Anwendungen von fortgeschrittenen Techniken der Künstlichen Intelligenz auf intelligente Agenten
- ◆ Aufzeigen der engen Verbindung zwischen Robotik und Künstlicher Intelligenz
- ◆ Ermitteln der Bedürfnisse und Herausforderungen der Robotik, die mit intelligenten Algorithmen gelöst werden können
- ◆ Entwickeln konkreter Implementierungen von Algorithmen der Künstlichen Intelligenz
- ◆ Identifizieren der Algorithmen der Künstlichen Intelligenz, die sich in der heutigen Gesellschaft etabliert haben, und ihre Auswirkungen auf das tägliche Leben

### Modul 3. Deep Learning

- ◆ Analysieren der Familien, aus denen sich die Welt der künstlichen Intelligenz zusammensetzt
- ◆ Kompilieren der wichtigsten *Deep Learning-Frameworks*
- ◆ Definieren von neuronalen Netzen
- ◆ Vorstellen der Lernmethoden für neuronale Netze
- ◆ Begründen von Kostenfunktionen
- ◆ Festlegen der wichtigsten Aktivierungsfunktionen
- ◆ Prüfen von Regularisierungs- und Standardisierungstechniken
- ◆ Entwickeln von Optimierungsmethoden
- ◆ Einführen der Initialisierungsmethoden

### Modul 4. Robotik in Industrieller Prozessautomatisierung

- ◆ Analysieren des Einsatzes, der Anwendungen und der Grenzen von industriellen Kommunikationsnetzwerken
- ◆ Festlegen von Maschinensicherheitsstandards für eine korrekte Konstruktion
- ◆ Entwickeln von sauberen und effizienten Programmierstechniken in PLCs
- ◆ Vorschlagen neuer Wege zur Organisation von Operationen unter Verwendung von Zustandsautomaten
- ◆ Demonstrieren der Implementierung von Kontrollparadigmen in realen SPS-Anwendungen
- ◆ Besitzen von grundlegendem Wissen über den Entwurf von pneumatischen und hydraulischen Installationen in der Automatisierung
- ◆ Identifizieren der wichtigsten Sensoren und Aktoren in der Robotik und Automatisierung

### Modul 5. Automatische Steuerungssysteme in der Robotik

- ◆ Erwerben von Fachwissen für den Entwurf von nichtlinearen Controllern
- ◆ Analysieren und Studieren von Steuerungsproblemen
- ◆ Beherrschen von Steuerungsmodellen
- ◆ Entwerfen von nichtlinearen Controllern für Robotersysteme
- ◆ Implementieren von Controllern und Auswerten dieser in einem Simulator
- ◆ Identifizieren der verschiedenen bestehenden Steuerungsarchitekturen
- ◆ Untersuchen der Grundlagen der Bildverarbeitungssteuerung
- ◆ Entwickeln der fortschrittlichsten Steuerungstechniken wie prädiktive Steuerung oder auf maschinellem Lernen basierende Steuerung

### Modul 6. Algorithmen zur Roboterplanung

- ◆ Bestimmen der verschiedenen Arten von Planungsalgorithmen
- ◆ Analysieren der Komplexität der Bewegungsplanung in der Robotik
- ◆ Entwickeln von Techniken zur Umgebungsmodellierung
- ◆ Untersuchen der Vor- und Nachteile der verschiedenen Planungstechniken
- ◆ Analysieren zentralisierter und verteilter Algorithmen für die Roboterkoordination
- ◆ Identifizieren der verschiedenen Elemente der Entscheidungstheorie
- ◆ Vorschlagen von Lernalgorithmen zur Lösung von Entscheidungsproblemen

### Modul 7. Maschinelles Sehen

- ◆ Ermitteln, wie das menschliche Sehsystem funktioniert und wie ein Bild digitalisiert wird
- ◆ Analysieren der Entwicklung der industriellen Bildverarbeitung
- ◆ Bewerten von Bilderfassungstechniken
- ◆ Erwerben von Fachwissen über Beleuchtungssysteme als wichtiger Faktor in der Bildverarbeitung
- ◆ Identifizieren der vorhandenen optischen Systeme und Bewertung ihrer Verwendung
- ◆ Untersuchen der 3D-Vision-Systeme und wie diese Systeme den Bildern Tiefe verleihen
- ◆ Entwickeln der verschiedenen Systeme, die außerhalb des für das menschliche Auge sichtbaren Bereichs existieren

### Modul 8. Anwendungen und Stand der Technik

- ◆ Analysieren des Einsatzes der maschinellen Bildverarbeitung in industriellen Anwendungen
- ◆ Bestimmen der Bedeutung der Vision für die Revolution der autonomen Fahrzeuge
- ◆ Analysieren von Bildern in der Inhaltsanalyse
- ◆ Entwickeln von *Deep-Learning*-Algorithmen für medizinische Analysen und *Machine Learning*-Algorithmen zur Unterstützung im Operationssaal
- ◆ Analysieren des Einsatzes der Bildverarbeitung in kommerziellen Anwendungen
- ◆ Ermitteln, wie Roboter dank maschinellem Sehen Augen haben und wie das in der Raumfahrt eingesetzt wird
- ◆ Klären der Frage, was *Augmented Reality* ist und wo sie eingesetzt wird
- ◆ Analysieren der Cloud-Computing-Revolution
- ◆ Präsentieren des Stands der Technik und der Perspektiven für die kommenden Jahre

### Modul 9. Techniken des Maschinellen Sehens in der Robotik: Bildverarbeitung und -Analyse

- ◆ Analysieren und Verstehen der Bedeutung von Bildverarbeitungssystemen in der Robotik
- ◆ Bestimmen der Eigenschaften der verschiedenen Wahrnehmungssensoren, um die am besten geeigneten Sensoren für die jeweilige Anwendung auszuwählen
- ◆ Bestimmen der Techniken, mit denen Informationen aus Sensordaten extrahiert werden können
- ◆ Anwenden von Werkzeugen zur Verarbeitung visueller Informationen
- ◆ Entwerfen digitaler Bildverarbeitungsalgorithmen
- ◆ Analysieren und Vorhersagen der Auswirkungen von Parameteränderungen auf die Algorithmusleistung
- ◆ Evaluieren und Validieren der entwickelten Algorithmen anhand der Ergebnisse

### Modul 10. Visuelle Wahrnehmungssysteme für Roboter mit Maschinellern Lernen

- ◆ Beherrschen der Techniken des maschinellen Lernens, die heute im akademischen Bereich und in der Industrie am häufigsten eingesetzt werden
- ◆ Vertiefen in die Architekturen neuronaler Netze, um sie effektiv auf reale Probleme anzuwenden
- ◆ Wiederverwenden bestehender neuronaler Netze in neuen Anwendungen mit Hilfe von *Transfer Learning*
- ◆ Identifizieren neuer Anwendungsbereiche für generative neuronale Netze
- ◆ Analysieren des Einsatzes von Lerntechniken in anderen Bereichen der Robotik wie Lokalisierung und Kartierung
- ◆ Entwickeln aktueller Technologien in der Cloud, um auf neuronalen Netzen basierende Technologien zu schaffen
- ◆ Untersuchen des Einsatzes von Bildverarbeitungs-Lernsystemen in realen und eingebetteten Systemen

### **Modul 11. Visuelle SLAM. Simultane Positionsbestimmung und Kartierung von Robotern mit Hilfe von Computer Vision Techniken**

- ◆ Spezifizieren der Grundstruktur eines Systems zur gleichzeitigen Lokalisierung und Kartierung (SLAM)
- ◆ Identifizieren der grundlegenden Sensoren, die bei der gleichzeitigen Lokalisierung und Kartierung (Visual SLAM) verwendet werden
- ◆ Bestimmen der Grenzen und Möglichkeiten von visuellem SLAM
- ◆ Erarbeiten der Grundbegriffe der projektiven und epipolaren Geometrie, um Bildprojektionsprozesse zu verstehen
- ◆ Identifizieren der wichtigsten visuellen SLAM-Technologien: Gaußsche Filterung, Optimierung und Schleifenschlusserkennung
- ◆ Detailliertes Beschreiben, wie die wichtigsten visuellen SLAM-Algorithmen im Detail funktionieren
- ◆ Analysieren, wie man die Anpassung und Parametrisierung von SLAM-Algorithmen durchführt

### **Modul 12. Anwendung von Technologien der virtuellen und erweiterten Realität auf die Robotik**

- ◆ Bestimmen des Unterschieds zwischen den verschiedenen Arten von Realitäten
- ◆ Analysieren der aktuellen Standards für die Modellierung virtueller Elemente
- ◆ Untersuchen der am häufigsten verwendeten Peripheriegeräte in immersiven Umgebungen
- ◆ Definieren geometrischer Modelle von Robotern
- ◆ Bewerten von Physik-Engines für die dynamische und kinematische Modellierung von Robotern
- ◆ Entwickeln von *Virtual Reality*- und *Augmented Reality*-Projekten

### **Modul 13. Roboterkommunikations- und Interaktionssysteme**

- ◆ Analysieren von aktuellen Strategien zur Verarbeitung natürlicher Sprache: heuristisches, stochastisches, auf neuronalen Netzen basierendes, verstärkungsbasiertes Lernen
- ◆ Bewerten der Vorteile und Schwächen der Entwicklung bereichsübergreifender oder situationsbezogener Interaktionssysteme
- ◆ Identifizieren der Umweltprobleme, die gelöst werden müssen, um eine effektive Kommunikation mit dem Roboter zu erreichen
- ◆ Festlegen der Werkzeuge, die für die Verwaltung der Interaktion benötigt werden, und Unterscheiden der Art der Dialoginitiative, die verfolgt werden soll
- ◆ Kombinieren von Strategien zur Mustererkennung, um die Absichten des Gesprächspartners zu erkennen und am besten auf sie zu reagieren
- ◆ Bestimmen der optimalen Ausdrucksfähigkeit des Roboters auf der Grundlage seiner Funktionalität und Umgebung und Anwendung von Techniken zur Emotionsanalyse, um seine Reaktion anzupassen
- ◆ Vorschlagen von hybriden Strategien für die Interaktion mit dem Roboter: stimmlich, taktil und visuell

### Modul 14. Digitale Bildverarbeitung

- ◆ Untersuchen kommerzieller und Open-Source-Bibliotheken für die digitale Bildverarbeitung
- ◆ Bestimmen, was ein digitales Bild ist, und die grundlegenden Operationen bewerten, um mit ihnen arbeiten zu können
- ◆ Darstellen von Filtern in Bildern
- ◆ Analysieren der Bedeutung und Verwendung von Histogrammen
- ◆ Einführen von Werkzeugen zur pixelweisen Bearbeitung von Bildern
- ◆ Vorschlagen von Bildsegmentierungswerkzeugen
- ◆ Analysieren morphologischer Operationen und ihrer Anwendungen
- ◆ Bestimmen der Methodik der Bildkalibrierung
- ◆ Bewerten von Methoden zur Segmentierung von Bildern mit konventionellem Sehvermögen

### Modul 15. Fortgeschrittene digitale Bildverarbeitung

- ◆ Prüfen fortgeschrittener digitaler Bildverarbeitungsfilter
- ◆ Bestimmen von Werkzeugen zur Konturextraktion und -analyse
- ◆ Analysieren von Objektsuchalgorithmen
- ◆ Demonstrieren der Arbeit mit kalibrierten Bildern
- ◆ Analysieren mathematischer Techniken zur Analyse von Geometrien
- ◆ Bewerten verschiedener Optionen der Bildkomposition
- ◆ Entwickeln von Benutzeroberflächen

### Modul 16. 3D-Bildverarbeitung

- ◆ Untersuchen eines 3D-Bildes
- ◆ Analysieren der für die 3D-Datenverarbeitung verwendete Software
- ◆ Entwickeln von open3D
- ◆ Bestimmen der relevanten Daten eines 3D-Bildes
- ◆ Demonstrieren von Visualisierungswerkzeugen
- ◆ Einstellen von Filtern zur Rauschunterdrückung
- ◆ Vorschlagen von Werkzeugen für geometrische Berechnungen
- ◆ Analysieren der Methoden zur Objekterkennung
- ◆ Bewerten von Methoden der Triangulation und der Szenenrekonstruktion

### Modul 17. Faltungsnetzwerke und Bildklassifizierung

- ◆ Generieren von Fachwissen über faltige neuronale Netze
- ◆ Festlegen von Bewertungsmaßstäben
- ◆ Analysieren der Funktionsweise von CNNs für die Bildklassifizierung
- ◆ Bewerten der *Data Augmentation*
- ◆ Vorschlagen von Techniken zur Vermeidung von Überanpassungen Overfitting
- ◆ Prüfen verschiedener Architekturen
- ◆ Kompilieren von Inferenzmethoden

### Modul 18. Erkennung von Objekten

- ◆ Analysieren der Funktionsweise von Objekterkennungsnetzen
- ◆ Prüfen der traditionellen Methoden
- ◆ Festlegen von Bewertungsmaßstäben
- ◆ Identifizieren der wichtigsten Datensätze, die auf dem Markt verwendet werden
- ◆ Einreichen von Vorschlägen für Architekturen des *Two Stage Object Detector*
- ◆ Analysieren der *Fine Tuning*-Verfahren
- ◆ Untersuchen der verschiedenen *Single Shot*-Architekturen
- ◆ Einrichten von Algorithmen zur Objektverfolgung
- ◆ Durchführen von Entdeckung und Überwachung von Personen

### Modul 19. Bildsegmentierung mit *Deep Learning*

- ◆ Analysieren, wie semantische Segmentierungsnetze funktionieren
- ◆ Evaluieren traditioneller Methoden
- ◆ Prüfen von Bewertungsmaßstäben und verschiedenen Architekturen
- ◆ Untersuchen von Videobereichen und Wolkenpunkten
- ◆ Anwenden der theoretischen Konzepte anhand verschiedener Beispiele

### Modul 20. Fortgeschrittene Bildsegmentierung und fortgeschrittene Computer-Vision-Techniken

- ◆ Generieren von Fachwissen über den Einsatz von Werkzeugen
- ◆ Prüfen der semantischen Segmentierung in der Medizin
- ◆ Identifizieren der Struktur eines Segmentierungsprojekts
- ◆ Analysieren von Autoencodern
- ◆ Entwickeln von *Generative Adversarial Networks*



“

*Machen Sie sich bereit für die Robotik-Herausforderungen der Zukunft und tragen Sie zum Fortschritt der Technologie in verschiedenen Sektoren bei”*

# 03

## Kompetenzen

Während des Weiterbildenden Masterstudiengangs in Robotik und Maschinelles Sehen werden die Studenten eine breite Palette von Kompetenzen entwickeln, die sie befähigen, sich im Bereich der Robotik auszuzeichnen. Sie erwerben grundlegende Fähigkeiten in den Bereichen Roboterprogrammierung, eingebettete Systeme, Navigation und Lokalisierung sowie in der Implementierung von Algorithmen für maschinelles Lernen. Darüber hinaus lernen sie, komplexe Probleme bei der Entwicklung und Steuerung von Robotersystemen anzugehen und sich mit ethischen und sicherheitstechnischen Herausforderungen bei der Entwicklung innovativer und effektiver Lösungen in verschiedenen Industriezweigen auseinanderzusetzen.



“

*Vertiefen Sie Ihr Verständnis von Algorithmen des maschinellen Lernens, um die Autonomie und Entscheidungsfähigkeit von Robotern zu verbessern”*



## Allgemeine Kompetenzen

---

- ◆ Beherrschen der heute am häufigsten verwendeten Virtualisierungstools
- ◆ Entwerfen virtueller Roboterumgebungen
- ◆ Untersuchen der Techniken und Algorithmen, die jedem Algorithmus der Künstlichen Intelligenz zugrunde liegen
- ◆ Entwerfen, Entwickeln, Implementieren und Validieren von Wahrnehmungssystemen für die Robotik
- ◆ Entwickeln von Systemen, die die Welt des Sehens und seiner Funktionen verändern
- ◆ Beherrschen von Erfassungstechniken, um ein optimales Bild zu erhalten
- ◆ Entwickeln von Tools, die verschiedene *Computer-Vision*-Techniken kombinieren
- ◆ Aufstellen von Regeln für die Problemanalyse

“

*Analysieren Sie Navigations- und Lokalisierungstechniken, um eine reibungslose und sichere Bewegung von Robotern in dynamischen Umgebungen zu gewährleisten“*





## Spezifische Kompetenzen

---

- ◆ Identifizieren von multimodalen Interaktionssystemen und deren Integration mit dem Rest der Roboterkomponenten
- ◆ Umsetzen eigener *Virtual* und *Augmented Reality* Projekte
- ◆ Vorschlagen von Anwendungen in realen Systemen
- ◆ Untersuchen, Analysieren und Entwickeln bestehender Methoden zur Wegplanung durch einen mobilen Roboter und einen Manipulator
- ◆ Analysieren und Definieren der Strategien für die Implementierung und Wartung von Wahrnehmungssystemen
- ◆ Festlegen von Strategien für die Integration eines Dialogsystems als Teil des grundlegenden Roboterhaltens
- ◆ Analysieren der Fähigkeiten zur Programmierung und Konfiguration von Geräten
- ◆ Untersuchen von Kontrollstrategien, die in verschiedenen Robotersystemen verwendet werden
- ◆ Bestimmen, wie ein 3D-Bild aufgebaut ist und welche Eigenschaften es hat
- ◆ Etablieren von Methoden zur 3D-Bildverarbeitung
- ◆ Kennen der Mathematik hinter den neuronalen Netzen
- ◆ Vorschlagen von Inferenzmethoden
- ◆ Erstellen von Fachwissen über neuronale Netze zur Objekterkennung und deren Metriken
- ◆ Identifizieren der verschiedenen Architekturen
- ◆ Untersuchen der Verfolgungsalgorithmen und ihrer Metriken
- ◆ Identifizieren der gängigsten Architekturen
- ◆ Anwenden der richtigen Kostenfunktion für das Training
- ◆ Analysieren öffentlicher Datenquellen (*Datasets*)
- ◆ Prüfen verschiedener Kennzeichnungsinstrumente
- ◆ Entwickeln der wichtigsten Phasen eines auf Segmentierung basierenden Projekts
- ◆ Untersuchen von Filteralgorithmen, Morphologie, Pixelmodifikation und anderer
- ◆ Generieren von Fachwissen über *Deep Learning* und Analysieren, warum jetzt
- ◆ Entwickeln von *Convolutional Neural Networks*

# 04

## Kursleitung

Der Weiterbildende Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen verfügt über ein hochqualifiziertes Dozententeam, das sich aus Experten für Robotik, Informatik und Ingenieurwesen zusammensetzt, die alle über eine hervorragende Erfolgsbilanz im akademischen und beruflichen Bereich verfügen. Darüber hinaus verfügen sie über Erfahrung in der Forschung und Entwicklung innovativer Robotiklösungen und haben an Großprojekten in verschiedenen Branchen gearbeitet. Dies verleiht allen Inhalten einen ausgeprägten praktischen Ansatz, der aus der eigenen Erfahrung der Dozenten stammt.





“

*Fördern Sie Ihre Karriere mit einer hochwertigen Qualifikation, die von engagierten und führenden Robotik-Experten unterstützt wird"*

## Internationaler Gastdirektor

Seshu Motamarri ist Experte für **Automatisierung und Robotik** und verfügt über mehr als **20 Jahre Erfahrung** in verschiedenen Branchen wie **E-Commerce, Automobil, Öl und Gas, Lebensmittel und Pharma**. Im Laufe seiner Karriere hat er sich auf **technisches Management** und Innovation sowie auf die Einführung neuer Technologien spezialisiert, wobei er stets nach **skalierbaren und effizienten** Lösungen suchte. Außerdem hat er maßgeblich zur Einführung von Produkten und Lösungen beigetragen, die sowohl die Sicherheit als auch die Produktivität in **komplexen industriellen Umgebungen** optimieren.

Er hatte auch Schlüsselpositionen inne, darunter die des **leitenden Direktors für Automatisierung und Robotik bei 3M**, wo er funktionsübergreifende Teams zur Entwicklung und Implementierung fortschrittlicher Automatisierungslösungen leitete. Bei Amazon leitete er in seiner Funktion als **Technical Lead** Projekte, die die globale Lieferkette erheblich verbesserten, wie z. B. das halbautomatische Verpackungssystem „SmartPac“ und die robotergestützte **intelligente Kommissionier- und Staulösung**. Seine Fähigkeiten in den Bereichen Projektmanagement, Betriebsplanung und Produktentwicklung haben es ihm ermöglicht, bei Großprojekten großartige Ergebnisse zu erzielen.

International ist er für seine Leistungen im IT-Bereich anerkannt. Er wurde von Jeff Bezos mit dem prestigeträchtigen **Amazon Door Desk Award** ausgezeichnet und hat den **Excellence in Manufacturing Safety Award** erhalten, der seinen praxisorientierten technischen Ansatz widerspiegelt. Darüber hinaus war er ein „**Bar Raiser**“ bei Amazon, der an über **100 Vorstellungsgesprächen** als objektiver Bewerter im Einstellungsprozess teilgenommen hat.

Darüber hinaus hält er mehrere Patente und Veröffentlichungen in den Bereichen **Elektrotechnik** und funktionale Sicherheit, was seinen Einfluss auf die **Entwicklung fortschrittlicher Technologien** unterstreicht. Seine Projekte wurden weltweit umgesetzt, vor allem in Regionen wie Nordamerika, Europa, Japan und Indien, wo er die Einführung nachhaltiger Lösungen in der Industrie und im **E-Commerce** vorangetrieben hat.



## Hr. Seshu, Motamarri

---

- Leitender Direktor für globale Fertigungstechnologie bei 3M, Arkansas, USA
- Direktor für Automatisierung und Robotik bei Tyson Foods
- Hardware-Entwicklungsleiter III bei Amazon
- Leiter für Automatisierung bei Corning Incorporated
- Gründer und Mitglied von Quest Automation LLC
- Masterstudiengang in Elektro- und Elektronikingenieurwesen an der Universität von Houston
- Hochschulabschluss in Elektro- und Elektronikingenieurwesen an der Andhra University
- Zertifizierung in Maschinenwesen von TÜV Rheinland

“

*Dank TECH werden Sie mit  
den besten Fachleuten der  
Welt lernen können”*

## Leitung



### Dr. Ramón Fabresse, Felipe

- ♦ Leitender Software-Ingenieur bei Acurable
- ♦ NLP-Software-Ingenieur bei Intel Corporation
- ♦ Software-Ingenieur bei CATEC in Indisys
- ♦ Forscher im Bereich Flugroboter an der Universität von Sevilla
- ♦ Promotion Cum Laude in Robotik, autonomen Systemen und Telerobotik an der Universität von Sevilla
- ♦ Hochschulabschluss in Computertechnik an der Universität Sevilla
- ♦ Masterstudiengang in Robotik, Automatik und Telematik an der Universität von Sevilla



### Hr. Redondo Cabanillas, Sergio

- ♦ Spezialist für Forschung und Entwicklung im Bereich Machine Vision bei BCN Vision
- ♦ Leiter des Entwicklungs- und Backoffice-Teams, BCN Vision
- ♦ Projektleiter und Entwicklung von Lösungen für Maschinelles Sehen
- ♦ Tontechniker, Media Arts Studio
- ♦ Technisches Ingenieurwesen in der Telekommunikation, Spezialisierung in Bild und Ton an der Polytechnischen Universität von Katalonien
- ♦ Hochschulabschluss in Künstliche Intelligenz Angewandt auf die Industrie, Autonome Universität von Barcelona
- ♦ Höherer Ausbildungszyklus in Ton, CP Villar

## Professoren

### Íñigo Blasco, Pablo

- ◆ Software-Ingenieur bei PlainConcepts
- ◆ Gründer von Intelligent Behavior Robots
- ◆ Robotik-Ingenieur am Fortgeschrittenen Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnologien CATEC
- ◆ Entwickler und Berater bei Syderis
- ◆ Promotion in Wirtschaftsinformatik an der Universität von Sevilla
- ◆ Hochschulabschluss in Computertechnik an der Universität von Sevilla
- ◆ Masterstudiengang in Softwaretechnik und Technologie

### Hr. Campos Ortiz, Roberto

- ◆ Software-Ingenieur, Quasar Science Resources
- ◆ Software-Ingenieur bei der Europäischen Weltraumorganisation (ESA-ESAC) für die Mission Solar Orbiter
- ◆ Ersteller von Inhalten und Experte für Künstliche Intelligenz im Kurs: „Künstliche Intelligenz: Die Technologie der Gegenwart und Zukunft“ für die Provinzregierung von Andalusien, Euroformac-Gruppe
- ◆ Wissenschaftler in Quantencomputing, Zapata Computing Inc
- ◆ Hochschulabschluss in Computertechnik an der Universität Carlos III
- ◆ Masterstudiengang in Informatik und Technologie an der Universität Carlos III

### Hr. Rosado Junquera, Pablo J.

- ◆ Fachingenieur für Robotik und Automatisierung
- ◆ Systemingenieur für Automatisierung und Steuerung in der FuE bei Becton Dickinson & Company
- ◆ Ingenieur für Logistik-Steuerungssysteme bei Amazon Dematic
- ◆ Ingenieur für Automatisierung und Steuerung bei Aries Ingeniería y Sistemas
- ◆ Hochschulabschluss in Energie- und Werkstofftechnik an der Universität Rey Juan Carlos
- ◆ Masterstudiengang in Robotik und Automatisierung an der Polytechnischen Universität von Madrid
- ◆ Masterstudiengang in Wirtschaftsingenieurwesen an der Universität von Alcalá

### Dr. Jiménez Cano, Antonio Enrique

- ◆ Ingenieur bei Aeronautical Data Fusion Engineer
- ◆ Forscher in europäischen Projekten (ARCAS, AEROARMS und AEROBI) an der Universität von Sevilla
- ◆ Forscher für Navigationssysteme am CNRS-LAAS
- ◆ Entwickler des LAAS MBZIRC2020-Systems
- ◆ Gruppe für Robotik, Vision und Kontrolle (GRVC) an der Universität Sevilla
- ◆ Promotion in Automatisierung, Elektronik und Telekommunikation an der Universität von Sevilla
- ◆ Hochschulabschluss in Automatik und Industrieelektronik an der Universität von Sevilla
- ◆ Hochschulabschluss in technischem Ingenieurwesen in Computersystemen an der Universität von Sevilla

**Dr. Alejo Teissière, David**

- ◆ Ingenieur für Telekommunikation mit Spezialisierung auf Robotik
- ◆ Postdoktoranden-Forscher im Rahmen der europäischen Projekte SIAR und Nix ATEX an der Universität Pablo de Olavide
- ◆ Systementwickler bei Aertec
- ◆ Promotion in Automatik, Robotik und Telematik an der Universität von Sevilla
- ◆ Hochschulabschluss in Telekommunikationstechnik an der Universität von Sevilla
- ◆ Masterstudiengang in Automatisierung, Robotik und Telematik an der Universität von Sevilla

**Dr. Pérez Grau, Francisco Javier**

- ◆ Leiter der Abteilung für Wahrnehmung und Software bei CATEC
- ◆ R&D Project Manager bei CATEC
- ◆ R&D Project Engineer bei CATEC
- ◆ Außerordentlicher Professor an der Universität von Cadiz
- ◆ Außerordentlicher Professor an der Internationalen Universität von Andalusien
- ◆ Forscher in der Gruppe Robotik und Wahrnehmung an der Universität Zürich
- ◆ Forscher am Australischen Zentrum für Feldrobotik an der Universität von Sydney
- ◆ Promotion in Robotik und autonomen Systemen an der Universität von Sevilla
- ◆ Hochschulabschluss in Telekommunikationstechnik und Computer- und Netzwerktechnik an der Universität Sevilla



**Hr. Gutiérrez Olabarría, José Ángel**

- ♦ Ingenieur mit Spezialisierung auf maschinelles Sehen und Sensoren Projektmanagement, Softwareanalyse und -design und C-Programmierung von Qualitätskontroll- und Industriecomputeranwendungen
- ♦ Marktmanager im Eisen- und Stahlsektor, zuständig für Kundenkontakte, Personalbeschaffung, Marktpläne und strategische Konten
- ♦ Computer-Ingenieur, Universität von Deusto
- ♦ Masterstudiengang in Robotik und Automatisierung, ETSII/IT Bilbao
- ♦ Diplom für Weiterführende Studien des Doktorandenprogramms in Automatisierung und Elektronik, ETSII/IT Bilbao

**Dr. Caballero Benítez, Fernando**

- ♦ Forscher in den europäischen Projekten COMETS, AWARE, ARCAS und SIAR
- ♦ Hochschulabschluss in Telekommunikationstechnik an der Universität von Sevilla
- ♦ Promotion in Telekommunikationstechnik an der Universität von Sevilla
- ♦ Titular-Professor für Systemtechnik und Automatik an der Universität von Sevilla
- ♦ Assoziierter Redakteur der Zeitschrift Robotics and Automation Letters

**Dr. Lucas Cuesta, Juan Manuel**

- ♦ Senior Software Ingenieur und Analyst bei Indizen - Believe in Talent
- ♦ Senior Software-Ingenieur und Analyst bei Krell Consulting und IMAGiNA Artificial Intelligence
- ♦ Software-Ingenieur bei Intel Corporation
- ♦ Software-Ingenieur bei Intelligent Dialogue Systems
- ♦ Promotion in Elektronische Systemtechnik für Intelligente Umgebungen an der Polytechnischen Universität von Madrid
- ♦ Hochschulabschluss in Telekommunikationstechnik an der Polytechnischen Universität von Madrid
- ♦ Masterstudiengang in Elektronische Systemtechnik für Intelligente Umgebungen an der Polytechnischen Universität von Madrid

**Hr. Enrich Llopart, Jordi**

- ♦ Technologie-Direktor bei Bcnvision - Maschinelles Sehen
- ♦ Projekt- und Anwendungingenieur, Bcnvision - Maschinelles Sehen
- ♦ Projekt- und Anwendungingenieur, PICVISA Machine Vision
- ♦ Hochschulabschluss in Ingenieurtechnik in Telekommunikation, Spezialisierung auf Bild und Ton an der Ingenieurschule von Terrassa (EET) / Polytechnische Universität von Katalonien (UPC)
- ♦ MPM - Master in Projektmanagement, Universität La Salle – Universität Ramon Llull

### **Dr. Riera i Marín, Meritxell**

- ◆ Entwicklerin von Deep Learning Systemen bei Sycal Medical, Barcelona
- ◆ Forscherin, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Marseille, Frankreich
- ◆ Software-Ingenieurin, Zhilabs, Barcelona
- ◆ IT-Technikerin, Mobile World Congress
- ◆ Software-Ingenieurin, Avanade, Barcelona
- ◆ Telekommunikationsingenieurwesen an der UPC, Barcelona
- ◆ Master of Science: Fachrichtung Signal, Bild, eingebettete Systeme, Automatik (SISEA) in IMT Atlantique, Pays de la Loire - Brest, Frankreich
- ◆ Masterstudiengang in Telekommunikationsingenieurwesen an der UPC, Barcelona

### **Hr. González González, Diego Pedro**

- ◆ Softwarearchitekt für auf Künstliche Intelligenz basierende Systeme
- ◆ Entwickler von Anwendungen für Deep Learning und Machine Learning
- ◆ Softwarearchitekt für eingebettete Systeme für Eisenbahnsicherheitsanwendungen
- ◆ Entwickler von Linux-Treibern
- ◆ Systemingenieur für Gleisanlagen
- ◆ Ingenieur für eingebettete Systeme
- ◆ Deep Learning-Ingenieur
- ◆ Masterstudiengang in Künstlicher Intelligenz von der Internationalen Universität von La Rioja
- ◆ Wirtschaftsingenieur der Universität Miguel Hernández

### **Fr. García Moll, Clara**

- ◆ Junior Ingenieurin für visuelle Datenverarbeitung bei LabLENI
- ◆ Ingenieur für Computer Vision, Satellogic
- ◆ Full Stack Developer, Catfons Gruppe
- ◆ Audiovisuelle Systemtechnik, Universität Pompeu Fabra (Barcelona)
- ◆ Masterstudiengang in Computer Vision, Autonome Universität von Barcelona

### **Hr. Olivo García, Alejandro**

- ◆ Vision Application Engineer bei Bcnvision
- ◆ Hochschulabschluss in Industrietechnologie an der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen, UPCT
- ◆ Masterstudiengang in Wirtschaftsingenieurwesen an der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen, UPCT
- ◆ Forschungslehrstuhl-Stipendium: MTorres
- ◆ Programmierung in C# .NET in Anwendungen von Maschinellern Sehen

### **Hr. Bigata Casademunt, Antoni**

- ◆ Wahrnehmungsingenieur am Computer Vision Center (CVC)
- ◆ Ingenieur für Machine Learning bei Visium SA, Schweiz
- ◆ Hochschulabschluss in Mikrotechnologie von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL)
- ◆ Masterstudiengang in Robotik der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL)

**Hr. Solé Gómez, Àlex**

- ◆ Forscher bei Vicomtech in der Abteilung Intelligente Sicherheitsvideoanalyse
- ◆ MSc in Telecommunications Engineering, Erwähnung in Audiovisuelle Systeme von der Polytechnischen Universität von Katalonien
- ◆ BSc in Telecommunications Engineering and Services Engineering, Erwähnung in Audiovisuelle Systeme, Polytechnische Universität von Katalonien

**Hr. Higón Martínez, Felipe**

- ◆ Ingenieur für Elektronik, Telekommunikation und Informatik
- ◆ Ingenieur für Validierung und Prototyping
- ◆ Anwendungsingenieur
- ◆ Support-Ingenieur
- ◆ Masterstudiengang in Fortgeschrittene und Angewandte Künstliche Intelligenz, IA3
- ◆ Ingenieur für Telekommunikation
- ◆ Hochschulabschluss in Elektrotechnik an der Universität von Valencia

**Hr. Delgado Gonzalo, Guillem**

- ◆ Forscher für Computer Vision und Künstliche Intelligenz bei Vicomtech
- ◆ Ingenieur für Computer Vision und künstliche Intelligenz bei Gestoo
- ◆ Junior-Ingenieur bei Sogeti
- ◆ Hochschulabschluss in Audiovisuelle Systemtechnik an der Polytechnischen Universität von Katalonien
- ◆ MSc in Computer Vision an der Autonomen Universität von Barcelona
- ◆ Hochschulabschluss in Informatik an der Aalto University
- ◆ Hochschulabschluss in Audiovisuelle Systeme, UPC – ETSETB Telecoms BCN

# 05

## Struktur und Inhalt

Der Weiterbildende Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen ist so aufgebaut, dass eine umfassende und spezialisierte Weiterbildung in diesem Bereich gewährleistet ist. Das Programm erstreckt sich über mehrere Module, die mit grundlegenden Konzepten beginnen und nach und nach zu komplexeren und spezifischeren Themen übergehen. Die Studenten haben die Möglichkeit, sich mit der Konstruktion, Programmierung und Steuerung von Robotern sowie mit Bildverarbeitungsalgorithmen und Techniken des maschinellen Lernens vertraut zu machen.



“

*Verbessern Sie Ihr Studium durch einen praktischen und theoretischen Ansatz, der es Ihnen ermöglicht, sich echten Herausforderungen in der Welt der Robotik zu stellen”*

## Modul 1. Robotik. Roboterdesign und -modellierung

- 1.1. Robotik und Industrie 4.0
  - 1.1.1. Robotik und Industrie 4.0
  - 1.1.2. Anwendungsbereiche und Anwendungsfälle
  - 1.1.3. Teilbereiche des Fachwissens in der Robotik
- 1.2. Roboter-Hardware und Software-Architekturen
  - 1.2.1. Hardware-Architekturen und Echtzeit
  - 1.2.2. Roboter-Software-Architekturen
  - 1.2.3. Kommunikationsmodelle und *Middleware*-Technologien
  - 1.2.4. Software-Integration mit dem *Robot Operating System (ROS)*
- 1.3. Mathematische Modellierung von Robotern
  - 1.3.1. Mathematische Darstellung von starren Körpern
  - 1.3.2. Rotationen und Translationen
  - 1.3.3. Hierarchische Zustandsdarstellung
  - 1.3.4. Verteilte Zustandsdarstellung in ROS (TF-Bibliothek)
- 1.4. Roboterkinematik und -dynamik
  - 1.4.1. Kinematik
  - 1.4.2. Dynamik
  - 1.4.3. Unterbetätigte Roboter
  - 1.4.4. Redundante Roboter
- 1.5. Modellierung und Simulation von Robotern
  - 1.5.1. Technologien zur Robotermodellierung
  - 1.5.2. Robotermodellierung mit URDF
  - 1.5.3. Roboter-Simulation
  - 1.5.4. Modellierung mit Gazebo-Simulator
- 1.6. Manipulator-Roboter
  - 1.6.1. Arten von Manipulator-Robotern
  - 1.6.2. Kinematik
  - 1.6.3. Dynamik
  - 1.6.4. Simulation

- 1.7. Mobile Bodenroboter
  - 1.7.1. Arten von mobilen Bodenrobotern
  - 1.7.2. Kinematik
  - 1.7.3. Dynamik
  - 1.7.4. Simulation
- 1.8. Mobile Flugroboter
  - 1.8.1. Arten von mobilen Flugrobotern
  - 1.8.2. Kinematik
  - 1.8.3. Dynamik
  - 1.8.4. Simulation
- 1.9. Mobile Wasserroboter
  - 1.9.1. Arten von mobilen Wasserrobotern
  - 1.9.2. Kinematik
  - 1.9.3. Dynamik
  - 1.9.4. Simulation
- 1.10. Bio-inspirierte Roboter
  - 1.10.1. Humanoide
  - 1.10.2. Roboter mit vier oder mehr Beinen
  - 1.10.3. Modulare Roboter
  - 1.10.4. Roboter mit flexiblen Teilen (*Soft-Robotics*)

## Modul 2. Intelligente Agenten. Anwendung von Künstlicher Intelligenz auf Roboter und *Softbots*

- 2.1. Intelligente Agenten und künstliche Intelligenz
  - 2.1.1. Intelligente Roboter. Künstliche Intelligenz
  - 2.1.2. Intelligente Agenten
    - 2.1.2.1. Hardware-Agenten. Robots
    - 2.1.2.2. Software-Agenten. *Softbots*
  - 2.1.3. Robotik-Anwendungen
- 2.2. Die Verbindung zwischen Gehirn und Algorithmus
  - 2.2.1. Biologische Inspiration für künstliche Intelligenz
  - 2.2.2. In Algorithmen implementiertes logisches Denken. Typologie
  - 2.2.3. Erklärbarkeit von Ergebnissen in Algorithmen der Künstlichen Intelligenz
  - 2.2.4. Entwicklung von Algorithmen bis hin zum *Deep Learning*



- 2.3. Lösungsraum-Suchalgorithmen
  - 2.3.1. Elemente der Lösungsraumsuche
  - 2.3.2. Lösungsraum-Suchalgorithmen bei Problemen der Künstlichen Intelligenz
  - 2.3.3. Anwendungen von Such- und Optimierungsalgorithmen
  - 2.3.4. Suchalgorithmen angewandt auf maschinelles Lernen
- 2.4. Automatisches Lernen
  - 2.4.1. Automatisches Lernen
  - 2.4.2. Überwachte Lernalgorithmen
  - 2.4.3. Unüberwachte Lernalgorithmen
  - 2.4.4. Algorithmen für Verstärkungslernen
- 2.5. Überwachtes Lernen
  - 2.5.1. Methoden des überwachten Lernens
  - 2.5.2. Entscheidungsbäume für die Klassifizierung
  - 2.5.3. Support-Vektor-Maschinen
  - 2.5.4. Künstliche neuronale Netzwerke
  - 2.5.5. Anwendungen des überwachten Lernens
- 2.6. Unüberwachtes Lernen
  - 2.6.1. Unüberwachtes Lernen
  - 2.6.2. Kohonen-Netze
  - 2.6.3. Selbstorganisierende Karten
  - 2.6.4. K-Means Algorithmus
- 2.7. Verstärkungslernen
  - 2.7.1. Verstärkungslernen
  - 2.7.2. Agenten auf Basis von Markov-Prozessen
  - 2.7.3. Algorithmen für Verstärkungslernen
  - 2.7.4. Verstärkungslernen angewandt auf Robotik
- 2.8. Probabilistische Inferenz
  - 2.8.1. Probabilistische Inferenz
  - 2.8.2. Arten der Inferenz und Definition der Methode
  - 2.8.3. Bayessche Inferenz als Fallstudie
  - 2.8.4. Nichtparametrische Inferenztechniken
  - 2.8.5. Gaußsche Filter

- 2.9. Von der Theorie zur Praxis: Die Entwicklung eines intelligenten Roboteragenten
  - 2.9.1. Einbindung von Modulen des überwachten Lernens in einen Roboteragenten
  - 2.9.2. Einbindung von Modulen des Verstärkungslernens in einen Roboteragenten
  - 2.9.3. Architektur eines durch künstliche Intelligenz gesteuerten Roboteragenten
  - 2.9.4. Professionelle Werkzeuge für die Implementierung des intelligenten Agenten
  - 2.9.5. Phasen der Implementierung von KI-Algorithmen in Roboteragenten

### Modul 3. Deep Learning

- 3.1. Künstliche Intelligenz
  - 3.1.1. *Machine Learning*
  - 3.1.2. *Deep Learning*
  - 3.1.3. Die Explosion des *Deep Learning*. Wieso jetzt?
- 3.2. Neuronale Netze
  - 3.2.1. Das neuronale Netz
  - 3.2.2. Einsatz von neuronalen Netzen
  - 3.2.3. Lineare Regression und Perceptron
  - 3.2.4. *Forward Propagation*
  - 3.2.5. *Backpropagation*
  - 3.2.6. *Feature Vectors*
- 3.3. *Loss Functions*
  - 3.3.1. *Loss Functions*
  - 3.3.2. Typen von *Loss Functions*
  - 3.3.3. Auswahl von *Loss Functions*
- 3.4. Aktivierungsfunktionen
  - 3.4.1. Aktivierungsfunktionen
  - 3.4.2. Lineare Funktionen
  - 3.4.3. Nichtlineare Funktionen
  - 3.4.4. *Output vs. Hidden Layer Activation Functions*
- 3.5. Regularisierung und Standardisierung
  - 3.5.1. Regularisierung und Standardisierung
  - 3.5.2. *Overfitting and Data Augmentation*
  - 3.5.3. *Regularization Methods: L1, L2 and Dropout*
  - 3.5.4. *Normalization Methods: Batch, Weight, Layer*

- 3.6. Optimierung
  - 3.6.1. *Gradient Descent*
  - 3.6.2. *Stochastic Gradient Descent*
  - 3.6.3. *Mini Batch Gradient Descent*
  - 3.6.4. *Momentum*
  - 3.6.5. *Adam*
- 3.7. *Hyperparameter Tuning* und Gewichte
  - 3.7.1. Hyperparameter
  - 3.7.2. *Batch Size vs. Learning Rate vs. Step Decay*
  - 3.7.3. Gewichte
- 3.8. Bewertungsmetriken für neuronale Netze
  - 3.8.1. *Accuracy*
  - 3.8.2. *Dice Coefficient*
  - 3.8.3. *Sensitivity vs. Specificity/Recall vs. Precision*
  - 3.8.4. *Kurve ROC (AUC)*
  - 3.8.5. *F1-score*
  - 3.8.6. *Matrix-Verwirrung*
  - 3.8.7. *Cross-Validation*
- 3.9. *Frameworks* und *Hardware*
  - 3.9.1. Tensor Flow
  - 3.9.2. Pytorch
  - 3.9.3. Caffe
  - 3.9.4. Keras
  - 3.9.5. Hardware für die Trainingsphase
- 3.10. Erstellung neuronaler Netze - Training und Validierung
  - 3.10.1. *Dataset*
  - 3.10.2. Aufbau des Netzes
  - 3.10.3. Training
  - 3.10.4. Visualisierung der Ergebnisse

## Modul 4. Robotik in der Automatisierung von industriellen Prozessen

- 4.1. Entwurf von automatisierten Systemen
  - 4.1.1. Hardware-Architekturen
  - 4.1.2. Speicherprogrammierbare Steuerungen
  - 4.1.3. Industrielle Kommunikationsnetzwerke
- 4.2. Fortgeschrittenes elektrisches Design I: Automatisierung
  - 4.2.1. Entwurf von Schalttafeln und Symbologie
  - 4.2.2. Strom- und Steuerkreise. Harmonische
  - 4.2.3. Schutz- und Erdungselemente
- 4.3. Fortgeschrittenes elektrisches Design II: Determinismus und Sicherheit
  - 4.3.1. Maschinensicherheit und Redundanz
  - 4.3.2. Sicherheitsrelais und Auslöser
  - 4.3.3. Sicherheits-PLCs
  - 4.3.4. Sichere Netzwerke
- 4.4. Elektrische Betätigung
  - 4.4.1. Motoren und Servomotoren
  - 4.4.2. Frequenzumrichter und Steuerungen
  - 4.4.3. Elektrisch betriebene Industrierobotik
- 4.5. Hydraulische und pneumatische Betätigung
  - 4.5.1. Hydraulische Konstruktion und Symbolik
  - 4.5.2. Pneumatischer Aufbau und Symbolik
  - 4.5.3. ATEX-Umgebungen in der Automatisierung
- 4.6. Messwertaufnehmer in der Robotik und Automation
  - 4.6.1. Positions- und Geschwindigkeitsmessung
  - 4.6.2. Kraft- und Temperaturmessung
  - 4.6.3. Messung der Anwesenheit
  - 4.6.4. Sensoren für das Sehen
- 4.7. Programmierung und Konfiguration von speicherprogrammierbaren Steuerungen PLCs
  - 4.7.1. PLC-Programmierung: LD
  - 4.7.2. PLC-Programmierung: ST
  - 4.7.3. PLC-Programmierung: FBD und CFC
  - 4.7.4. PLC-Programmierung: SFC

- 4.8. Programmierung und Konfiguration von Geräten in Industrieanlagen
  - 4.8.1. Programmierung von Antrieben und Steuerungen
  - 4.8.2. HMI-Programmierung
  - 4.8.3. Manipulator-Roboter-Programmierung
- 4.9. Programmierung und Konfiguration von industriellen Computeranlagen
  - 4.9.1. Programmierung von Bildverarbeitungssystemen
  - 4.9.2. SCADA/Software-Programmierung
  - 4.9.3. Netzwerk-Konfiguration
- 4.10. Implementierung von Automatismen
  - 4.10.1. Entwurf einer Zustandsmaschine
  - 4.10.2. Implementierung von Zustandsautomaten in PLCs
  - 4.10.3. Implementierung von analogen PID-Regelsystemen in PLCs
  - 4.10.4. Wartung der Automatisierung und Codehygiene
  - 4.10.5. Simulation von Automatismen und Anlagen

## Modul 5. Automatische Steuerungssysteme in der Robotik

- 5.1. Analyse und Entwurf von nichtlinearen Systemen
  - 5.1.1. Analyse und Modellierung nichtlinearer Systeme
  - 5.1.2. Rückkopplungskontrolle
  - 5.1.3. Linearisierung durch Rückkopplung
- 5.2. Entwurf von Kontrolltechniken für fortgeschrittene nichtlineare Systeme
  - 5.2.1. *Sliding Mode* Steuerung (*Sliding Mode Control*)
  - 5.2.2. Lyapunov und Backstepping-Steuerung
  - 5.2.3. Passivitätsbasierte Steuerung
- 5.3. Architekturen der Steuerung
  - 5.3.1. Robotik-Paradigma
  - 5.3.2. Architekturen der Steuerung
  - 5.3.3. Anwendungen und Beispiele von Kontrollarchitekturen
- 5.4. Bewegungssteuerung für Roboterarme
  - 5.4.1. Kinematische und dynamische Modellierung
  - 5.4.2. Steuerung im Gelenkraum
  - 5.4.3. Kontrolle im operativen Bereich

- 5.5. Steuerung der Aktuatorkraft
  - 5.5.1. Kontrolle der Kraft
  - 5.5.2. Impedanz-Steuerung
  - 5.5.3. Hybride Steuerung
- 5.6. Mobile Bodenroboter
  - 5.6.1. Gleichungen der Bewegung
  - 5.6.2. Steuerungstechniken für Bodenroboter
  - 5.6.3. Mobile Manipulatoren
- 5.7. Mobile Flugroboter
  - 5.7.1. Gleichungen der Bewegung
  - 5.7.2. Steuerungstechniken für Flugroboter
  - 5.7.3. Manipulation in der Luft
- 5.8. Steuerung basierend auf Techniken des maschinellen Lernens
  - 5.8.1. Kontrolle durch überwachtes Lernen
  - 5.8.2. Kontrolle durch *Reinforcement Learning*
  - 5.8.3. Kontrolle durch überwachtes Lernen
- 5.9. Vision-basierte Kontrolle
  - 5.9.1. Positions-basiertes *Visual Servoing*
  - 5.9.2. Bildbasiertes *Visual Servoing*
  - 5.9.3. Hybrides *Visual Servoing*
- 5.10. Prädiktive Steuerung
  - 5.10.1. Modelle und Zustandsschätzung
  - 5.10.2. MPC angewandt auf mobile Roboter
  - 5.10.3. MPC angewandt auf UAVs

## Modul 6. Algorithmen zur Roboterplanung

- 6.1. Klassische Algorithmen zur Planung
  - 6.1.1. Diskrete Planung: Zustandsraum
  - 6.1.2. Planungsprobleme in der Robotik. Modelle für Robotersysteme
  - 6.1.3. Klassifizierung von Planern
- 6.2. Das Problem der Trajektorienplanung bei mobilen Robotern
  - 6.2.1. Formen der Umgebungsdarstellung: Graphen
  - 6.2.2. Algorithmen zur Graphensuche
  - 6.2.3. Eingabe von Kosten in Netzwerke
  - 6.2.4. Suchalgorithmen in schweren Graphen
  - 6.2.5. Algorithmen mit beliebigem Winkelansatz
- 6.3. Planung in hochdimensionalen Robotersystemen
  - 6.3.1. Hochdimensionale Robotik-Probleme: Manipulatoren
  - 6.3.2. Direktes/inverses kinematisches Modell
  - 6.3.3. Sampling-Planungsalgorithmen PRM und RRT
  - 6.3.4. Planung unter dynamischen Beschränkungen
- 6.4. Optimale Stichprobenplanung
  - 6.4.1. Probleme der stichprobenbasierten Planer
  - 6.4.2. RRT\* probabilistisches Optimalitätskonzept
  - 6.4.3. Wiederverbindungsschritt: dynamische Beschränkungen
  - 6.4.4. CForest. Parallelisierung der Planung
- 6.5. Tatsächliche Implementierung eines Bewegungsplanungssystems
  - 6.5.1. Globales Planungsproblem. Dynamische Umgebungen
  - 6.5.2. Aktionskreislauf, Sensorisierung. Beschaffung von Informationen aus der Umgebung
  - 6.5.3. Lokale und globale Planung
- 6.6. Koordination in Multi-Roboter-Systemen I: Zentralisiertes System
  - 6.6.1. Problem der Multi-Roboter-Koordination
  - 6.6.2. Kollisionserkennung und -auflösung: Trajektorienmodifikation mit Genetischen Algorithmen
  - 6.6.3. Andere bio-inspirierte Algorithmen: Partikelschwärmen und Feuerwerk
  - 6.6.4. Algorithmus zur Kollisionsvermeidung durch Wahl des Manövers

- 6.7. Koordination in Multi-Roboter-Systemen II: Verteilte Ansätze I
  - 6.7.1. Verwendung von komplexen Zielfunktionen
  - 6.7.2. Pareto-Front
  - 6.7.3. Multi-Objektive evolutionäre Algorithmen
- 6.8. Koordination in Multi-Roboter-Systemen III: Verteilte Ansätze II
  - 6.8.1. Planungssysteme der Ordnung 1
  - 6.8.2. ORCA-Algorithmus
  - 6.8.3. Hinzufügen von kinematischen und dynamischen Einschränkungen in ORCA
- 6.9. Theorie der Entscheidungsplanung
  - 6.9.1. Entscheidungstheorie
  - 6.9.2. Sequentielle Entscheidungssysteme
  - 6.9.3. Sensoren und Informationsräume
  - 6.9.4. Planung der Unsicherheit von Sensoren und Aktoren
- 6.10. Planungssysteme mit Verstärkungslernen
  - 6.10.1. Ermittlung der erwarteten Belohnung eines Systems
  - 6.10.2. Techniken des Lernens mit mittlerer Belohnung
  - 6.10.3. Inverses Verstärkungslernen

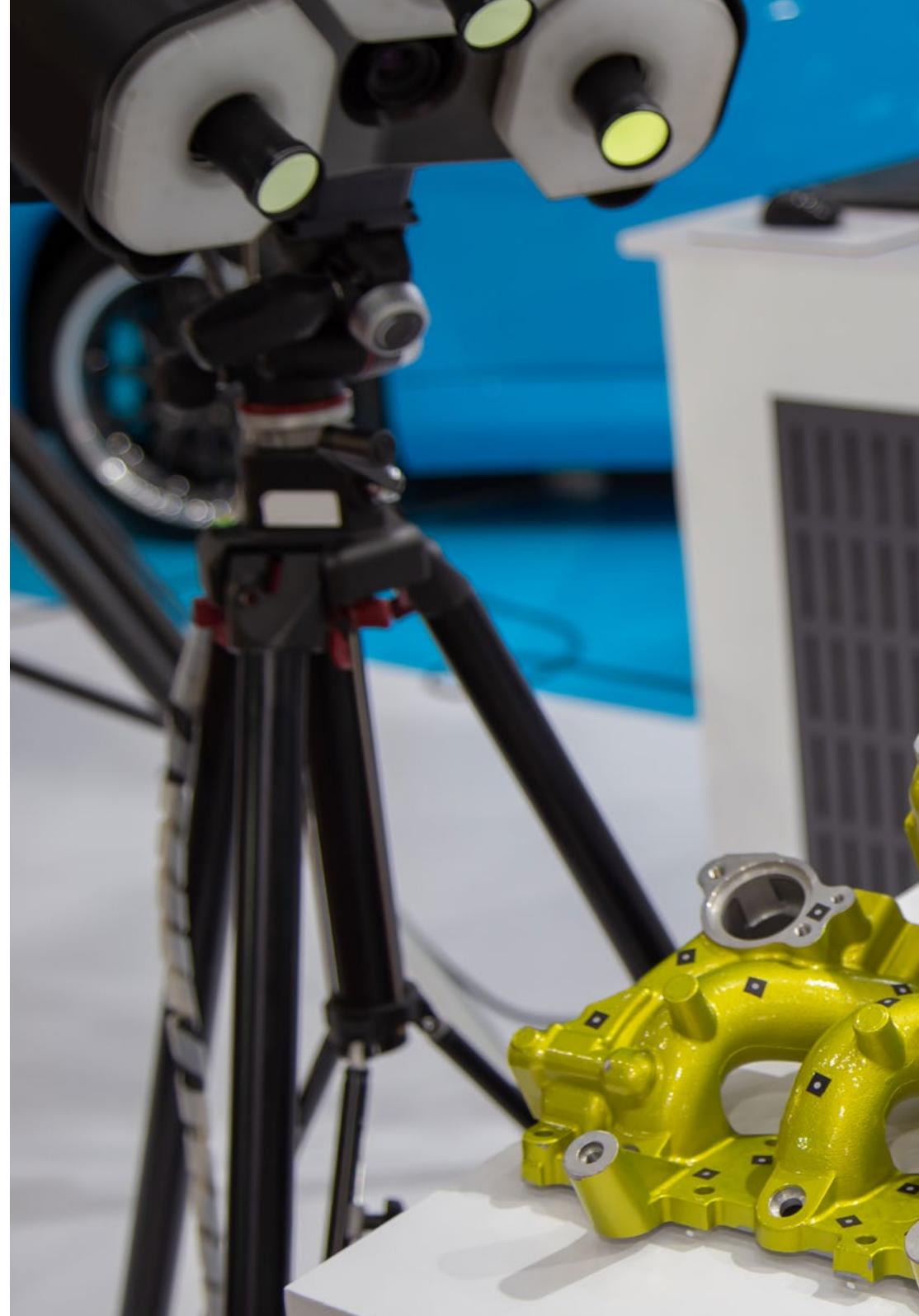
## Modul 7. Maschinelles Sehen

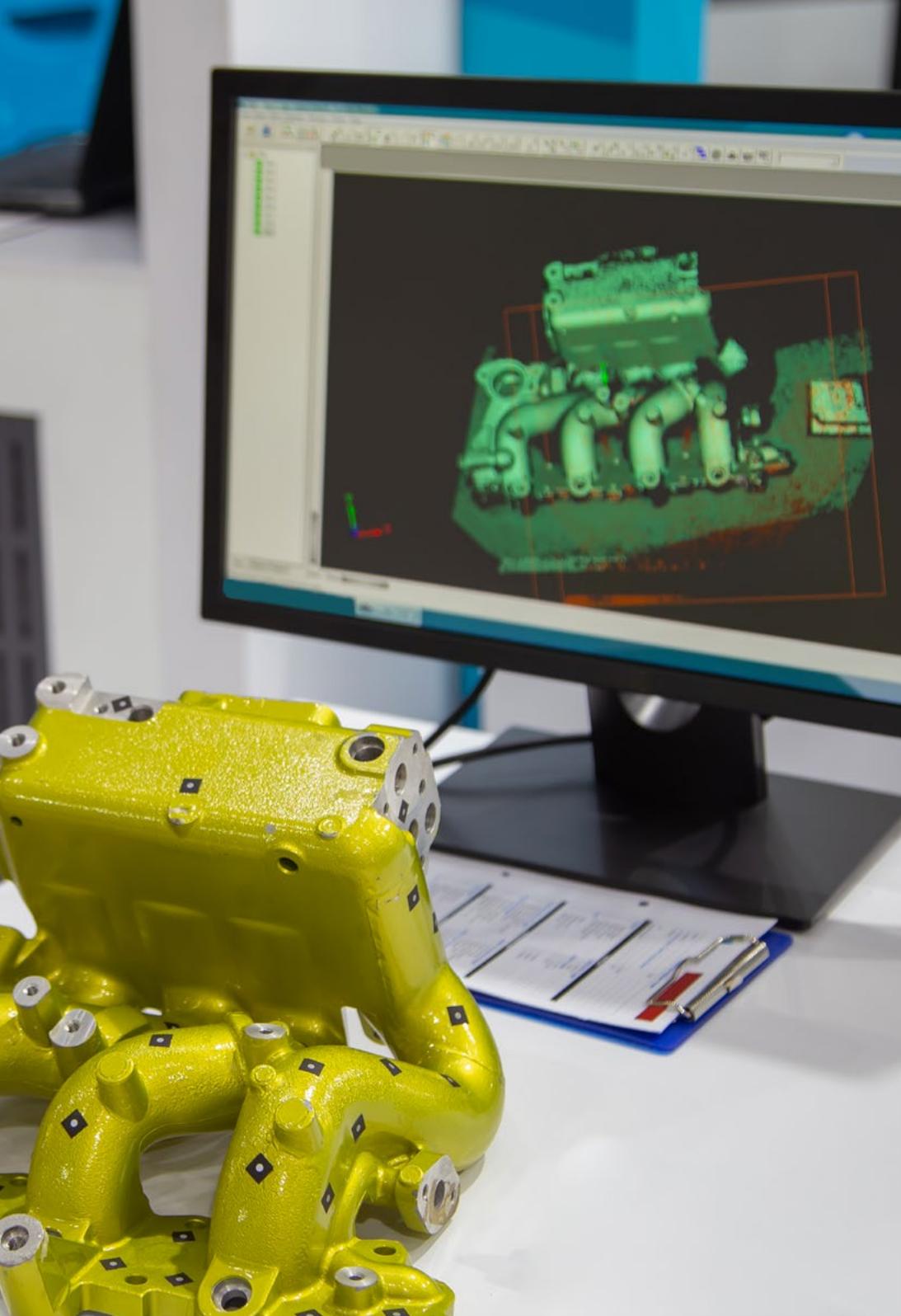
- 7.1. Menschliche Wahrnehmung
  - 7.1.1. Das menschliche Sehsystem
  - 7.1.2. Farbe
  - 7.1.3. Sichtbare und nicht sichtbare Frequenzen
- 7.2. Chronik der industriellen Bildverarbeitung
  - 7.2.1. Grundsätze
  - 7.2.2. Evolution
  - 7.2.3. Die Bedeutung der industriellen Bildverarbeitung
- 7.3. Digitale Bildgestaltung
  - 7.3.1. Das digitale Bild
  - 7.3.2. Bildtypen
  - 7.3.3. Farbräume
  - 7.3.4. RGB
  - 7.3.5. HSV und HSL
  - 7.3.6. CMY-CMYK
  - 7.3.7. YCbCr
  - 7.3.8. Indiziertes Bild
- 7.4. Bildgebende Systeme
  - 7.4.1. Wie eine Digitalkamera funktioniert
  - 7.4.2. Die richtige Belichtung für jede Situation
  - 7.4.3. Schärfentiefe
  - 7.4.4. Resolution
  - 7.4.5. Bildformate
  - 7.4.6. HDR-Modus
  - 7.4.7. Kameras mit hoher Auflösung
  - 7.4.8. Kameras mit hoher Geschwindigkeit
- 7.5. Optische Systeme
  - 7.5.1. Optische Grundsätze
  - 7.5.2. Konventionelle Ziele
  - 7.5.3. Telezentrische Ziele
  - 7.5.4. Arten von Autofokus
  - 7.5.5. Brennweite
  - 7.5.6. Schärfentiefe
  - 7.5.7. Optische Verzerrung
  - 7.5.8. Kalibrierung eines Bildes
- 7.6. Beleuchtungssysteme
  - 7.6.1. Die Bedeutung der Beleuchtung
  - 7.6.2. Frequenzgang
  - 7.6.3. LED-Beleuchtung
  - 7.6.4. Außenbeleuchtung
  - 7.6.5. Arten von Beleuchtung für industrielle Anwendungen. Auswirkungen
- 7.7. 3D-Erfassungssysteme
  - 7.7.1. Stereosehen
  - 7.7.2. Triangulation
  - 7.7.3. Strukturiertes Licht
  - 7.7.4. *Time of Flight*
  - 7.7.5. *LIDAR*

- 7.8. Multispektrale
  - 7.8.1. Multispektralkameras
  - 7.8.2. Hyperspektralkameras
- 7.9. Nicht sichtbares Nahspektrum
  - 7.9.1. IR-Kameras
  - 7.9.2. UV-Kameras
  - 7.9.3. Umwandlung von nicht-sichtbar in sichtbar durch Beleuchtung
- 7.10. Andere Frequenzbänder
  - 7.10.1. Röntgenstrahlen
  - 7.10.2. Terahertzstrahlung

## Modul 8. Anwendungen und Stand der Technik

- 8.1. Industrielle Anwendungen
  - 8.1.1. Bildverarbeitungsbibliotheken
  - 8.1.2. Kompaktkameras
  - 8.1.3. PC-gestützte Systeme
  - 8.1.4. Industrielle Robotik
  - 8.1.5. *Pick and Place* 2D
  - 8.1.6. *Bin Picking*
  - 8.1.7. Qualitätskontrolle
  - 8.1.8. Vorhandensein und Fehlen von Komponenten
  - 8.1.9. Kontrolle der Dimensionen
  - 8.1.10. Kontrolle der Etikettierung
  - 8.1.11. Rückverfolgbarkeit
- 8.2. Autonome Fahrzeuge
  - 8.2.1. Fahrerassistenz
  - 8.2.2. Autonomes Fahren
- 8.3. Maschinelles Sehen für die Inhaltsanalyse
  - 8.3.1. Nach Inhalt filtern
  - 8.3.2. Moderation visueller Inhalte
  - 8.3.3. Verfolgungssysteme
  - 8.3.4. Identifizierung von Marken und Logos
  - 8.3.5. Kennzeichnung und Klassifizierung von Videos
  - 8.3.6. Erkennung von Szenenänderungen
  - 8.3.7. Extraktion von Texten oder Credits





- 8.4. Medizinische Anwendungen
  - 8.4.1. Erkennung und Lokalisierung von Krankheiten
  - 8.4.2. Krebs und Röntgenanalyse
  - 8.4.3. Fortschritte in der industriellen Bildverarbeitung auf der Covid-19
  - 8.4.4. Assistenz im Operationssaal
- 8.5. Raumfahrtanwendungen
  - 8.5.1. Analyse von Satellitenbildern
  - 8.5.2. Maschinelles Sehen für die Erforschung des Weltraums
  - 8.5.3. Mission zum Mars
- 8.6. Kommerzielle Anwendungen
  - 8.6.1. *Control stock*
  - 8.6.2. Videoüberwachung, Haussicherheit
  - 8.6.3. Kameras zum Parken
  - 8.6.4. Kameras zur Bevölkerungskontrolle
  - 8.6.5. Radarkameras
- 8.7. Bildverarbeitung in der Robotik
  - 8.7.1. Drohnen
  - 8.7.2. AGV
  - 8.7.3. Vision in kollaborierenden Robotern
  - 8.7.4. Die Augen der Roboter
- 8.8. Erweiterte Realität
  - 8.8.1. Funktionsweise
  - 8.8.2. Geräte
  - 8.8.3. Anwendungen in der Industrie
  - 8.8.4. Kommerzielle Anwendungen
- 8.9. *Cloud Computing*
  - 8.9.1. Plattformen für *Cloud Computing*
  - 8.9.2. Des *Cloud Computing* zur Produktion
- 8.10. Forschung und Stand der Technik
  - 8.10.1. Die wissenschaftliche Gemeinschaft
  - 8.10.2. Woran wird gearbeitet?
  - 8.10.3. Die Zukunft des maschinellen Sehens

## Modul 9. Techniken des Maschinellen Sehens in der Robotik: Bildverarbeitung und -analyse

- 9.1. Computer Vision
  - 9.1.1. Computer Vision
  - 9.1.2. Elemente eines Computer Vision Systems
  - 9.1.3. Mathematische Werkzeuge
- 9.2. Optische Sensoren für die Robotik
  - 9.2.1. Passive optische Sensoren
  - 9.2.2. Aktive optische Sensoren
  - 9.2.3. Nichtoptische Sensoren
- 9.3. Bildakquisition
  - 9.3.1. Bilddarstellung
  - 9.3.2. Farbraum
  - 9.3.3. Digitalisierungsprozess
- 9.4. Bildgeometrie
  - 9.4.1. Linsenmodelle
  - 9.4.2. Kamera-Modelle
  - 9.4.3. Kalibrierung der Kamera
- 9.5. Mathematische Werkzeuge
  - 9.5.1. Histogramm eines Bildes
  - 9.5.2. Convolution
  - 9.5.3. Fourier-Transformation
- 9.6. Vorverarbeitung von Bildern
  - 9.6.1. Rauschanalyse
  - 9.6.2. Bildglättung
  - 9.6.3. Bildverbesserung
- 9.7. Bildsegmentierung
  - 9.7.1. Kontur-basierte Techniken
  - 9.7.2. Histogramm-basierte Techniken
  - 9.7.3. Morphologische Operationen
- 9.8. Erkennung von Bildmerkmalen
  - 9.8.1. Erkennung von Points of Interest
  - 9.8.2. Merkmal-Deskriptoren
  - 9.8.3. Merkmalsabgleich

- 9.9. 3D-Vision-Systeme
  - 9.9.1. 3D-Wahrnehmung
  - 9.9.2. Merkmalsabgleich zwischen Bildern
  - 9.9.3. Geometrie mit mehreren Ansichten
- 9.10. Computer Vision basierte Lokalisierung
  - 9.10.1. Das Problem der Roboterlokalisierung
  - 9.10.2. Visuelle Odometrie
  - 9.10.3. Sensorische Fusion

## Modul 10. Visuelle Wahrnehmungssysteme für Roboter mit maschinellem Lernen

- 10.1. Unüberwachte Lernmethoden angewandt auf Computer Vision
  - 10.1.1. *Clustering*
  - 10.1.2. *PCA*
  - 10.1.3. *Nearest Neighbors*
  - 10.1.4. *Similarity and Matrix Decomposition*
- 10.2. Methoden des überwachten Lernens, angewandt auf Computer Vision
  - 10.2.1. „Bag of Words“-Konzept
  - 10.2.2. Support-Vektor-Maschine
  - 10.2.3. *Latent Dirichlet Allocation*
  - 10.2.4. Neuronale Netze
- 10.3. Tiefe neuronale Netze: Strukturen, *Backbones* und *Transfer Learning*
  - 10.3.1. *Feature*-Erzeugungsschichten
    - 10.3.1.1. VGG
    - 10.3.1.2. Densenet
    - 10.3.1.3. ResNet
    - 10.3.1.4. Inception
    - 10.3.1.5. GoogLeNet
  - 10.3.2. *Transfer Learning*
  - 10.3.3. Die Daten. Vorbereitung für das Training
- 10.4. Maschinelles Sehen mit Deep Learning I: Erkennung und Segmentierung
  - 10.4.1. Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen YOLO und SSD
  - 10.4.2. Unet
  - 10.4.3. Andere Strukturen

- 10.5. Maschinelles Sehen mit Deep Learning II: *Generative Adversarial Networks*
  - 10.5.1. Bild-Superauflösung mit GAN
  - 10.5.2. Realistische Bilder erstellen
  - 10.5.3. *Scene Understanding*
- 10.6. Lerntechniken für Lokalisierung und Kartierung in der mobilen Robotik
  - 10.6.1. Erkennung von Schleifenschlüssen und Re-Lokalisierung
  - 10.6.2. *Magic Leap. Super Point und Super Glue*
  - 10.6.3. *Depth from Monocular*
- 10.7. Bayessche Inferenz und 3D-Modellierung
  - 10.7.1. Bayessche Modelle und „klassisches“ Lernen
  - 10.7.2. Implizite Oberflächen mit Gaußschen Prozessen (GPIS)
  - 10.7.3. 3D-Segmentierung mit GPIS
  - 10.7.4. Neuronale Netzwerke für die 3D-Oberflächenmodellierung
- 10.8. *End-to-End*-Anwendungen von tiefen neuronalen Netzwerken
  - 10.8.1. *End-to-End*-System. Beispiel für die Identifizierung von Personen
  - 10.8.2. Objektmanipulation mit visuellen Sensoren
  - 10.8.3. Bewegungserzeugung und -planung mit visuellen Sensoren
- 10.9. Cloud-Technologien zur Beschleunigung der Entwicklung von *Deep Learning*-Algorithmen
  - 10.9.1. Verwendung von GPUs für *Deep Learning*
  - 10.9.2. Agile Entwicklung mit Google IColab
  - 10.9.3. Ferngesteuerte GPUs, Google Cloud und AWS
- 10.10. Einsatz von Neuronalen Netzwerken in realen Anwendungen
  - 10.10.1. Eingebettete Systeme
  - 10.10.2. Einsatz von neuronalen Netzwerken. Nutzung
  - 10.10.3. Netzwerkoptimierungen beim Einsatz, Beispiel mit TensorRT

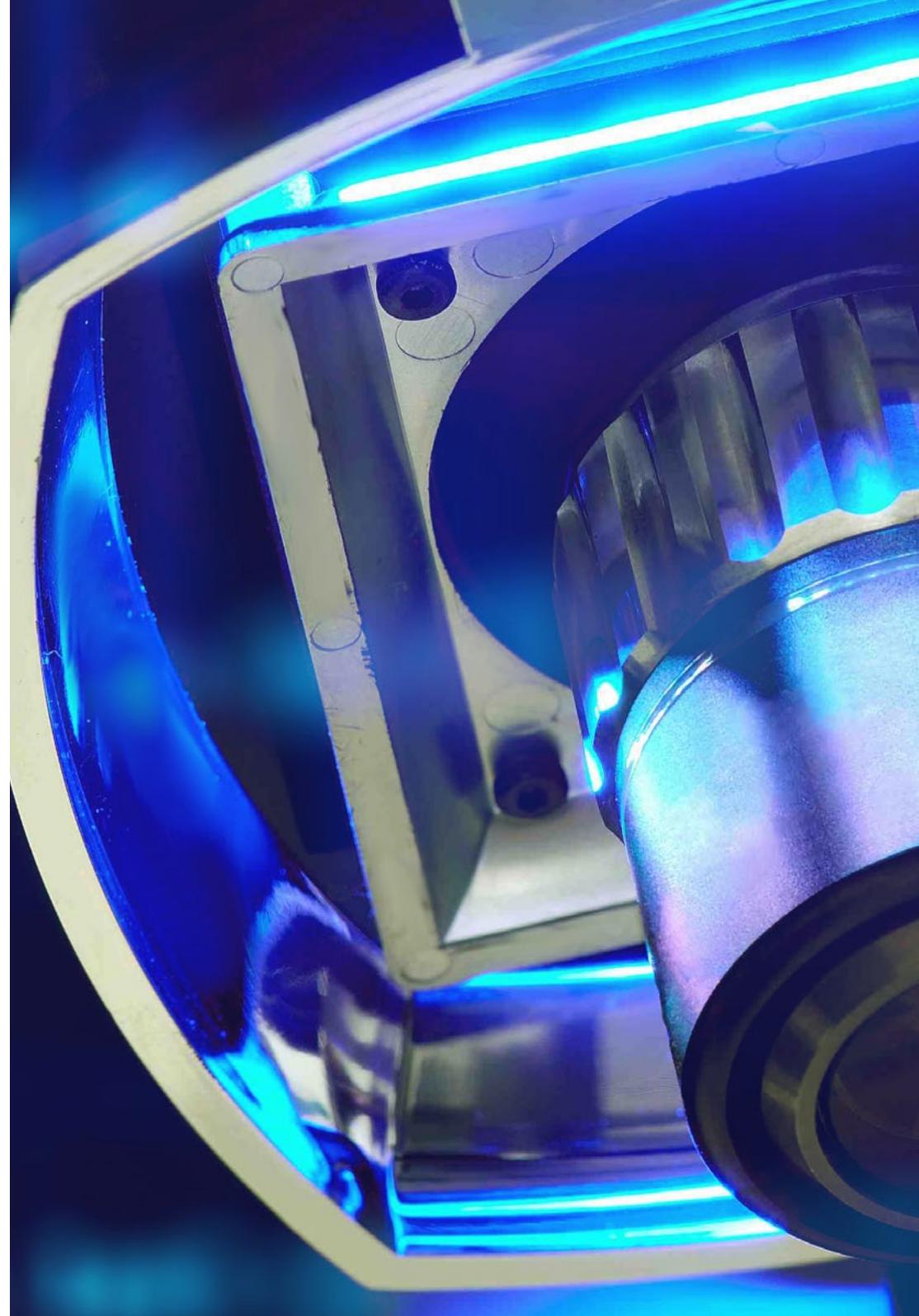
## Modul 11. Visuelle SLAM. Simultane Positionsbestimmung und Kartierung von Robotern mit Hilfe von Computer Vision Techniken

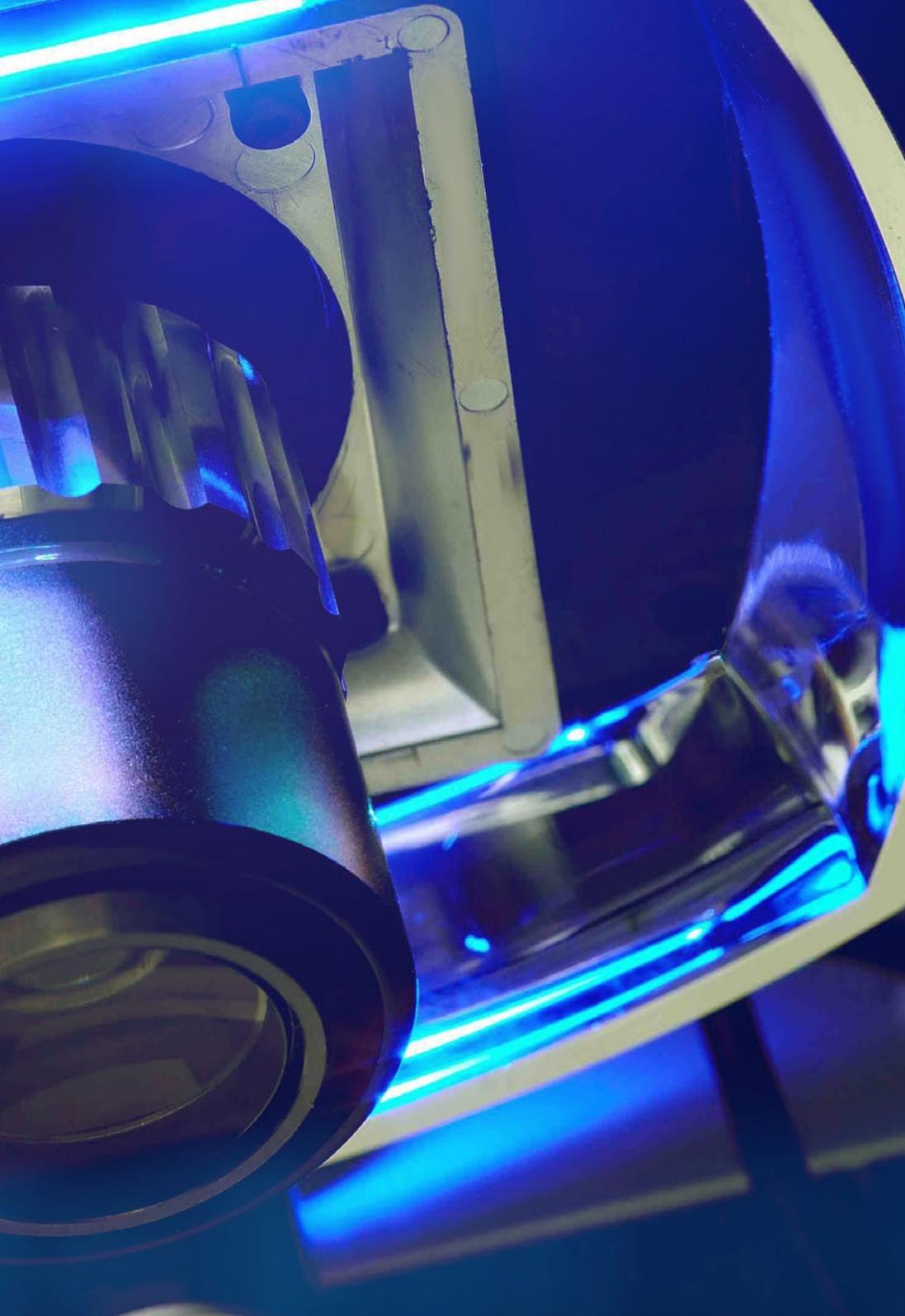
- 11.1. Simultane Positionsbestimmung und Kartierung (SLAM)
  - 11.1.1. Simultane Positionsbestimmung und Kartierung. SLAM
  - 11.1.2. SLAM-Anwendungen
  - 11.1.3. Funktionsweise von SLAM
- 11.2. Projektive Geometrie
  - 11.2.1. *Pin-Hole*-Modell
  - 11.2.2. Schätzung der intrinsischen Kammerparameter
  - 11.2.3. Homographie, Grundprinzipien und Schätzung
  - 11.2.4. Grundlegende Matrix, Prinzipien und Schätzung
- 11.3. Gaußsche Filter
  - 11.3.1. Kalman-Filter
  - 11.3.2. Informationsfilter
  - 11.3.3. Abstimmung und Parametrisierung des Gauß-Filters
- 11.4. Stereo EKF-SLAM
  - 11.4.1. Geometrie der Stereokamera
  - 11.4.2. Merkmalsextraktion und Suche
  - 11.4.3. Kalman-Filter für Stereo-SLAM
  - 11.4.4. Stereo EKF-SLAM Parameterabstimmung
- 11.5. Monokulares EKF-SLAM
  - 11.5.1. Parametrisierung von *Landmarks* in EKF-SLAM
  - 11.5.2. Kalman-Filter für monokulares SLAM
  - 11.5.3. Monokulare EKF-SLAM Parameterabstimmung
- 11.6. Erkennung von Schleifenverschlüssen
  - 11.6.1. *Brute-Force*-Algorithmus
  - 11.6.2. FABMAP
  - 11.6.3. Abstraktion mit GIST und HOG
  - 11.6.4. *Deep Learning*-Erkennung
- 11.7. *Graph-SLAM*
  - 11.7.1. *Graph-SLAM*
  - 11.7.2. RGBD-SLAM
  - 11.7.3. ORB-SLAM

- 11.8. *Direct Visual SLAM*
  - 11.8.1. Analyse des *Direct Visual* SLAM Algorithmus
  - 11.8.2. LSD-SLAM
  - 11.8.3. SVO
- 11.9. *Visual Inertial SLAM*
  - 11.9.1. Integration von Inertialmessungen
  - 11.9.2. Geringe Kopplung: SOFT-SLAM
  - 11.9.3. Hohe Kopplung: Vins-Mono
- 11.10. Andere SLAM-Technologien
  - 11.10.1. Anwendungen jenseits des visuellen SLAM
  - 11.10.2. *Lidar-SLAM*
  - 11.10.3. *Range-Only* SLAM

## Modul 12. Anwendung von Technologien der virtuellen und erweiterten Realität auf die Robotik

- 12.1. Immersive Technologien in der Robotik
  - 12.1.1. Virtuelle Realität in der Robotik
  - 12.1.2. Erweiterte Realität in der Robotik
  - 12.1.3. Gemischte Realität in der Robotik
  - 12.1.4. Unterschied zwischen Realitäten
- 12.2. Konstruktion von virtuellen Umgebungen
  - 12.2.1. Materialien und Texturen
  - 12.2.2. Beleuchtung
  - 12.2.3. Virtueller Klang und Geruch
- 12.3. Robotermodellierung in virtuellen Umgebungen
  - 12.3.1. Geometrische Modellierung
  - 12.3.2. Physikalische Modellierung
  - 12.3.3. Standardisierung von Modellen
- 12.4. Modellierung der Roboterdynamik und -kinematik: Virtuelle Physik-Engines
  - 12.4.1. Physik-Engines. Typologie
  - 12.4.2. Konfiguration einer Physik-Engine
  - 12.4.3. Physik-Engines in der Industrie





- 12.5. Die in der virtuellen Realität am häufigsten verwendeten Plattformen, Peripheriegeräte und Tools
  - 12.5.1. Virtual Reality-Betrachter
  - 12.5.2. Peripheriegeräte für die Interaktion
  - 12.5.3. Virtuelle Sensoren
- 12.6. Erweiterte Realitätssysteme
  - 12.6.1. Einfügen von virtuellen Elementen in die Realität
  - 12.6.2. Arten von visuellen Markern
  - 12.6.3. Technologien der erweiterten Realität
- 12.7. Metaversum: virtuelle Umgebungen mit intelligenten Agenten und Menschen
  - 12.7.1. Avatar-Erstellung
  - 12.7.2. Intelligente Agenten in virtuellen Umgebungen
  - 12.7.3. Aufbau von VR/AR-Umgebungen für mehrere Benutzer
- 12.8. Erstellung von *Virtual Reality*-Projekten für die Robotik
  - 12.8.1. Entwicklungsphasen von *Virtual Reality*-Projekten
  - 12.8.2. Einsatz von *Virtual Reality*-Systemen
  - 12.8.3. Ressourcen für die *Virtual Reality*
- 12.9. Erstellung von *Augmented Reality*-Projekten für die Robotik
  - 12.9.1. Entwicklungsphasen von *Augmented Reality*-Projekten
  - 12.9.2. Einsatz von *Augmented Reality*-Projekten
  - 12.9.3. *Augmented Reality*-Ressourcen
- 12.10. Roboter-Teleoperation mit mobilen Geräten
  - 12.10.1. Mobile Mixed Reality
  - 12.10.2. Immersive Systeme mit Sensoren für mobile Geräte
  - 12.10.3. Beispiele für mobile Projekte

## Modul 13. Roboterkommunikation und Interaktionssysteme

- 13.1. Spracherkennung: stochastische Systeme
  - 13.1.1. Akustische Modellierung von Sprache
  - 13.1.2. Verdecktes Markowmodell
  - 13.1.3. Linguistische Modellierung von Sprache: N-Grammatiken, BNF-Grammatiken
- 13.2. Spracherkennung: *Deep Learning*
  - 13.2.1. Tiefe neuronale Netze
  - 13.2.2. Rekurrente neuronale Netze
  - 13.2.3. LSTM-Zellen
- 13.3. Spracherkennung: Prosodie und Umgebungseffekte
  - 13.3.1. Umgebungsgeräusche
  - 13.3.2. Erkennung mehrerer Partner
  - 13.3.3. Sprachpathologien
- 13.4. Verstehen natürlicher Sprache: Heuristische und probabilistische Systeme
  - 13.4.1. Syntaktisch-semantisches Parsing: linguistische Regeln
  - 13.4.2. Heuristisches regelbasiertes Verstehen
  - 13.4.3. Probabilistische Systeme: logistische Regression und SVMs
  - 13.4.4. Verstehen auf der Grundlage von neuronalen Netzen
- 13.5. Dialogmanagement: Heuristische/probabilistische Strategien
  - 13.5.1. Absicht des Gesprächspartners
  - 13.5.2. Vorlagenbasierter Dialog
  - 13.5.3. Stochastisches Dialogmanagement: Bayessches Netz
- 13.6. Dialogmanagement: Fortgeschrittene Strategien
  - 13.6.1. Verstärkungsbasierte Lernsysteme
  - 13.6.2. Auf neuronalen Netzen basierende Systeme
  - 13.6.3. Von der Sprache zur Absicht in einem einzigen Netz
- 13.7. Antwortgenerierung und Sprachsynthese
  - 13.7.1. Eine Antwort verfassen: von der Idee zum kohärenten Text
  - 13.7.2. Sprachsynthese durch Verkettung
  - 13.7.3. Stochastische Sprachsynthese
- 13.8. Dialoganpassung und Kontextualisierung
  - 13.8.1. Dialogische Initiative
  - 13.8.2. Anpassung an den Sprecher
  - 13.8.3. Anpassung an den Kontext des Dialogs

- 13.9. Roboter und soziale Interaktionen: Erkennung, Synthese und Ausdruck von Emotionen
  - 13.9.1. Paradigmen der künstlichen Stimme: Roboterstimme und natürliche Stimme
  - 13.9.2. Emotionserkennung und Stimmungsanalyse
  - 13.9.3. Emotionale Sprachsynthese
- 13.10. Roboter und soziale Interaktionen: Fortgeschrittene multimodale Schnittstellen
  - 13.10.1. Kombination von Sprach- und Berührungsschnittstellen
  - 13.10.2. Erkennung und Übersetzung von Gebärdensprache
  - 13.10.3. Visuelle Avatare: Übersetzung von Sprache in Gebärdensprache

## Modul 14. Digitale Bildverarbeitung

- 14.1. Entwicklungsumgebung für Computer Vision
  - 14.1.1. Bibliotheken für Computer Vision
  - 14.1.2. Programmierumgebung
  - 14.1.3. Visualisierungstools
- 14.2. Digitale Bildverarbeitung
  - 14.2.1. Pixel-Beziehungen
  - 14.2.2. Bildbearbeitung
  - 14.2.3. Geometrische Transformationen
- 14.3. Pixel-Operationen
  - 14.3.1. Histogramm
  - 14.3.2. Transformationen von Histogrammen
  - 14.3.3. Operationen an Farbbildern
- 14.4. Logische und arithmetische Operationen
  - 14.4.1. Additionen und Subtraktionen
  - 14.4.2. Produkt und Bereich
  - 14.4.3. And/Nand
  - 14.4.4. Or/Nor
  - 14.4.5. Xor/Xnor
- 14.5. Filter
  - 14.5.1. Masken und Faltung
  - 14.5.2. Lineare Filterung
  - 14.5.3. Gefiltert nach Linie
  - 14.5.4. Fourier-Analyse

- 14.6. Morphologische Operationen
  - 14.6.1. *Erodieren und Dilatieren*
  - 14.6.2. *Schließen und Öffnen*
  - 14.6.3. *Top hat* und *Black hat*
  - 14.6.4. Kontur-Erkennung
  - 14.6.5. Skelett
  - 14.6.6. Füllen von Löchern
  - 14.6.7. *Konvexe Hülle*
- 14.7. Werkzeuge zur Bildanalyse
  - 14.7.1. Kantenerkennung
  - 14.7.2. Erkennung von blobs
  - 14.7.3. Kontrolle der Dimensionen
  - 14.7.4. Farbprüfung
- 14.8. Segmentierung von Objekten
  - 14.8.1. Bildsegmentierung
  - 14.8.2. Klassische Segmentierungstechniken
  - 14.8.3. Echte Anwendungen
- 14.9. Bild-Kalibrierung
  - 14.9.1. Bild-Kalibrierung
  - 14.9.2. Kalibrierungsmethoden
  - 14.9.3. Kalibrierungsprozess in einem 2D-Kamera-Roboter-System
- 14.10. Bildverarbeitung in realer Umgebung
  - 14.10.1. Problemanalyse
  - 14.10.2. Bildbearbeitung
  - 14.10.3. Merkmalsextraktion
  - 14.10.4. Endgültiges Ergebnis

## Modul 15. Fortgeschrittene digitale Bildverarbeitung

- 15.1. Optische Zeichenerkennung (OCR)
  - 15.1.1. Vorverarbeitung von Bildern
  - 15.1.2. Erkennung von Text
  - 15.1.3. Texterkennung
- 15.2. Code-Lesung
  - 15.2.1. 1D-Codes
  - 15.2.2. 2D-Codes
  - 15.2.3. Anwendungen
- 15.3. Suche nach Mustern
  - 15.3.1. Suche nach Mustern
  - 15.3.2. Muster auf Basis von Graustufen
  - 15.3.3. Konturbasierte Muster
  - 15.3.4. Muster auf der Grundlage geometrischer Formen
  - 15.3.5. Andere Techniken
- 15.4. Objektverfolgung mit konventionellem Sehen
  - 15.4.1. Hintergrund-Extraktion
  - 15.4.2. *Meanshift*
  - 15.4.3. *Camshift*
  - 15.4.4. *Optical flow*
- 15.5. Gesichtserkennung
  - 15.5.1. *Facial Landmark Detection*
  - 15.5.2. Anwendungen
  - 15.5.3. Gesichtserkennung
  - 15.5.4. Erkennung von Emotionen
- 15.6. Überblick und Ausrichtungen
  - 15.6.1. *Stitching*
  - 15.6.2. Bildkomposition
  - 15.6.3. Fotomontage
- 15.7. *High Dinamic Range (HDR) and Photometric Stereo*
  - 15.7.1. Erhöhter Dynamikbereich
  - 15.7.2. Bildkomposition zur Konturverbesserung
  - 15.7.3. Techniken für den Einsatz von dynamischen Anwendungen

- 15.8. Bildkompression
  - 15.8.1. Bildkompression
  - 15.8.2. Kompressortypen
  - 15.8.3. Techniken zur Bildkomprimierung
- 15.9. Videoverarbeitung
  - 15.9.1. Bildsequenzen
  - 15.9.2. Videoformate und Codecs
  - 15.9.3. Lesen eines Videos
  - 15.9.4. Rahmenverarbeitung
- 15.10. Reale Anwendung der Bildverarbeitung
  - 15.10.1. Problemanalyse
  - 15.10.2. Bildbearbeitung
  - 15.10.3. Merkmalsextraktion
  - 15.10.4. Endgültiges Ergebnis

## Modul 16. 3D-Bildverarbeitung

- 16.1. 3D Bild
  - 16.1.1. 3D Bild
  - 16.1.2. 3D-Bildverarbeitungssoftware und Visualisierungen
  - 16.1.3. Metrologie-Software
- 16.2. Open 3D
  - 16.2.1. Bibliothek für 3D-Datenverarbeitung
  - 16.2.2. Eigenschaften
  - 16.2.3. Installation und Nutzung
- 16.3. Daten
  - 16.3.1. 2D-Bildtiefenkarten
  - 16.3.2. *Pointclouds*
  - 16.3.3. Normalitäten
  - 16.3.4. Oberflächen
- 16.4. Visualisierung
  - 16.4.1. Datenvisualisierung
  - 16.4.2. Kontrollen
  - 16.4.3. Web-Visualisierung

- 16.5. Filter
  - 16.5.1. Abstand zwischen Punkten, *Outliers* eliminieren
  - 16.5.2. Paso-Alto-Filter
  - 16.5.3. *Downsampling*
- 16.6. Geometrie und Merkmalsextraktion
  - 16.6.1. Extrahieren eines Profils
  - 16.6.2. Messung der Tiefe
  - 16.6.3. Volumen
  - 16.6.4. Geometrische 3D-Formen
  - 16.6.5. Pläne
  - 16.6.6. Projektion eines Punktes
  - 16.6.7. Geometrische Abstände
  - 16.6.8. *Kd Tree*
  - 16.6.9. *Features* 3D
- 16.7. Registrierung und Meshing
  - 16.7.1. Verkettung
  - 16.7.2. ICP
  - 16.7.3. *Ransac* 3D
- 16.8. 3D-Objekterkennung
  - 16.8.1. Suche nach einem Objekt in der 3D-Szene
  - 16.8.2. Segmentierung
  - 16.8.3. *Bin picking*
- 16.9. Oberflächenanalyse
  - 16.9.1. *Smoothing*
  - 16.9.2. Einstellbare Oberflächen
  - 16.9.3. *Octree*
- 16.10. Triangulation
  - 16.10.1. Von *Mesh* zu *Point Cloud*
  - 16.10.2. Triangulation von Tiefenkarten
  - 16.10.3. Triangulation von ungeordneten *PointClouds*

## Modul 17. Faltungsnetzwerke und Bildklassifizierung

- 17.1. Faltungsneuronalen Netze
  - 17.1.1. Einführung
  - 17.1.2. Faltung
  - 17.1.3. CNN *Building Blocks*
- 17.2. Arten von CNN-Bezügen
  - 17.2.1. *Convolutional*
  - 17.2.2. *Activation*
  - 17.2.3. *Batch normalization*
  - 17.2.4. *Polling*
  - 17.2.5. *Fully connected*
- 17.3. Metriken
  - 17.3.1. Confusion Matrix
  - 17.3.2. *Accuracy*
  - 17.3.3. Präzision
  - 17.3.4. *Recall*
  - 17.3.5. *F1 Score*
  - 17.3.6. *ROC Curve*
  - 17.3.7. *AUC*
- 17.4. Wichtigste Architekturen
  - 17.4.1. AlexNet
  - 17.4.2. VGG
  - 17.4.3. Resnet
  - 17.4.4. GoogleLeNet
- 17.5. Klassifizierung von Bildern
  - 17.5.1. Einführung
  - 17.5.2. Analyse der Daten
  - 17.5.3. Vorbereitung der Daten
  - 17.5.4. Training des Modells
  - 17.5.5. Modell-Validierung
- 17.6. Praktische Überlegungen zum CNN-Training
  - 17.6.1. Auswahl des Optimierers
  - 17.6.2. *Learning Rate Scheduler*
  - 17.6.3. Überprüfung der *Trainings-Pipeline*
  - 17.6.4. Training mit Regularisierung
- 17.7. Bewährte Verfahren beim Deep Learning
  - 17.7.1. *Transfer Learning*
  - 17.7.2. *Fine Tuning*
  - 17.7.3. *Data Augmentation*
- 17.8. Statistische Auswertung der Daten
  - 17.8.1. Anzahl der Datensätze
  - 17.8.2. Anzahl der Etiketten
  - 17.8.3. Anzahl der Bilder
  - 17.8.4. Datenausgleich
- 17.9. *Deployment*
  - 17.9.1. Speichern und Laden von Modellen
  - 17.9.2. Onnx
  - 17.9.3. Inferenz
- 17.10. Fallstudie: Bildklassifizierung
  - 17.10.1. Datenanalyse und -aufbereitung
  - 17.10.2. Testen der *Trainings-Pipeline*
  - 17.10.3. Training des Modells
  - 17.10.4. Modell-Validierung

## Modul 18. Erkennung von Objekten

- 18.1. Objekterkennung und -verfolgung
  - 18.1.1. Erkennung von Objekten
  - 18.1.2. Anwendungsbeispiele
  - 18.1.3. Objektverfolgung
  - 18.1.4. Anwendungsbeispiele
  - 18.1.5. Oclusiones, *Rigid and No Rigid Poses*
- 18.2. Bewertungsmetriken
  - 18.2.1. IOU - *Intersection Over Union*
  - 18.2.2. *Confidence Score*
  - 18.2.3. *Recall*
  - 18.2.4. Präzision
  - 18.2.5. *Recall–Precision Curve*
  - 18.2.6. *Mean Average Precision (mAP)*
- 18.3. Traditionelle Methoden
  - 18.3.1. *Sliding window*
  - 18.3.2. *Viola Detector*
  - 18.3.3. *HOG*
  - 18.3.4. *Non Maximal Supresion (NMS)*
- 18.4. Datasets
  - 18.4.1. Pascal VC
  - 18.4.2. MS Coco
  - 18.4.3. *ImageNet (2014)*
  - 18.4.4. *MOTA Challenge*
- 18.5. *Two Shot Object Detector*
  - 18.5.1. R-CNN
  - 18.5.2. *Fast R-CNN*
  - 18.5.3. *Faster R-CNN*
  - 18.5.4. *Mask R-CNN*
- 18.6. *Single Shot Object Detector*
  - 18.6.1. SSD
  - 18.6.2. YOLO
  - 18.6.3. *RetinaNet*
  - 18.6.4. *CenterNet*
  - 18.6.5. *EfficientDet*
- 18.7. *Backbones*
  - 18.7.1. VGG
  - 18.7.2. *ResNet*
  - 18.7.3. *Mobilenet*
  - 18.7.4. *Shufflenet*
  - 18.7.5. *Darknet*
- 18.8. *Object Tracking*
  - 18.8.1. Klassische Ansätze
  - 18.8.2. Partikelfilter
  - 18.8.3. Kalman
  - 18.8.4. *Sorttracker*
  - 18.8.5. *Deep Sort*
- 18.9. Bereitstellung
  - 18.9.1. Plattform für Datenverarbeitung
  - 18.9.2. Backbone Auswahl
  - 18.9.3. Framework Auswahl
  - 18.9.4. Optimierung des Modells
  - 18.9.5. Modellversionierung
- 18.10. Studie: Erkennung und Überwachung von Personen
  - 18.10.1. Erkennung von Personen
  - 18.10.2. Verfolgung von Personen
  - 18.10.3. Re-Identifizierung
  - 18.10.4. Zählen von Menschen in Menschenmengen

## Modul 19. Bildsegmentierung mit *Deep Learning*

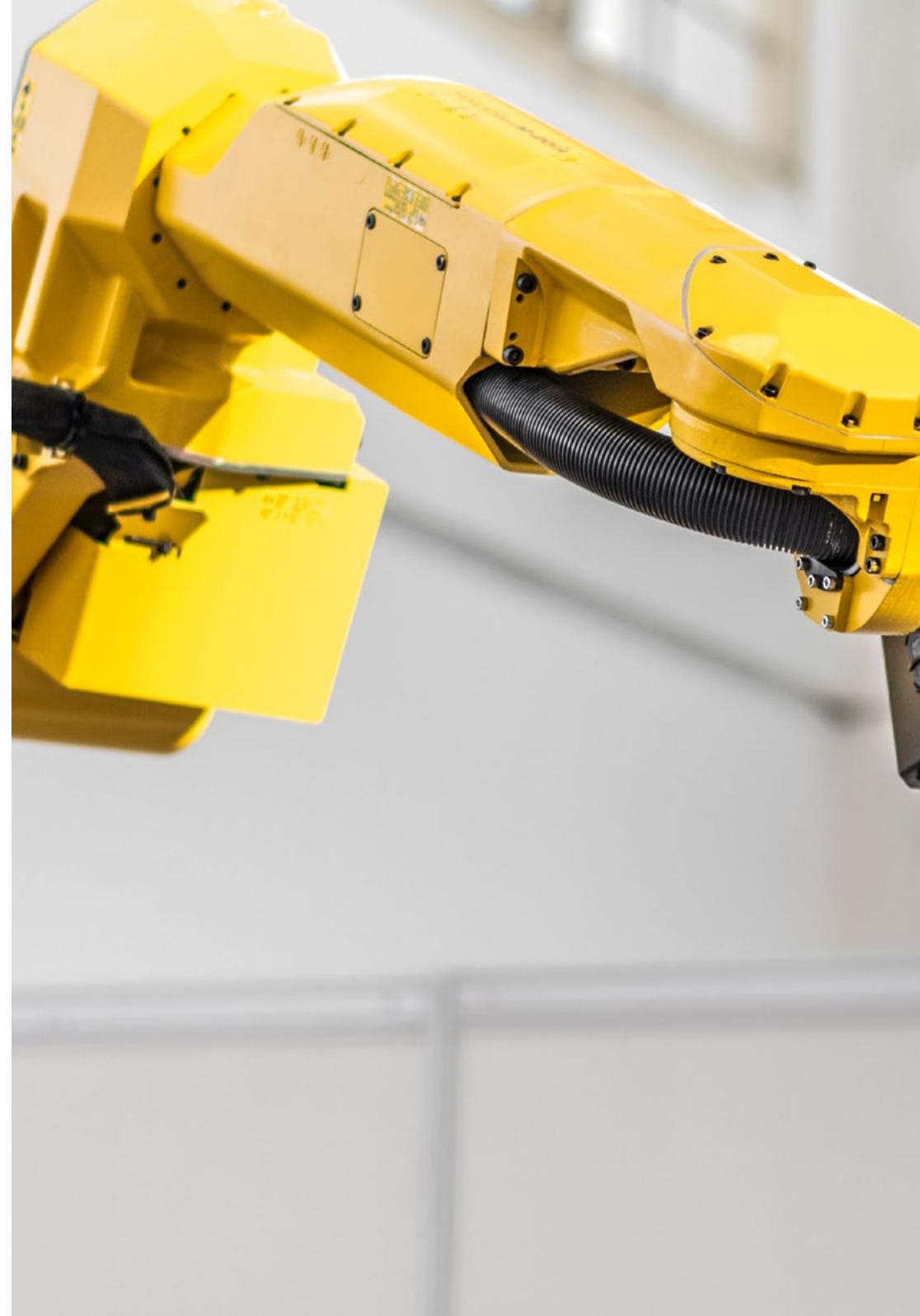
- 19.1. Objekterkennung und Segmentierung
  - 19.1.1. Semantische Segmentierung
    - 19.1.1.1. Anwendungsfälle von Semantische Segmentierung
  - 19.1.2. Instanziierte Segmentierung
    - 19.1.2.1. Anwendungsfälle instanziierte Segmentierung
- 19.2. Bewertungsmetriken
  - 19.2.1. Ähnlichkeiten mit anderen Methoden
  - 19.2.2. *Pixel Accuracy*
  - 19.2.3. *Dice Coefficient (F1 Score)*
- 19.3. Kostenfunktionen
  - 19.3.1. *Dice Loss*
  - 19.3.2. *Focal Loss*
  - 19.3.3. *Tversky Loss*
  - 19.3.4. Andere Funktionen
- 19.4. Traditionelle Segmentierungsmethoden
  - 19.4.1. Schwellenwertanwendung mit Otsu und Riddlen
  - 19.4.2. Selbstorganisierte Karten
  - 19.4.3. *GMM-EM algorithm*
- 19.5. Semantische Segmentierung mit Deep Learning: FCN
  - 19.5.1. FCN
  - 19.5.2. Architektur
  - 19.5.3. FCN Applikationen
- 19.6. Semantische Segmentierung mit Deep Learning: U-NET
  - 19.6.1. U-NET
  - 19.6.2. Architektur
  - 19.6.3. Applikation U-NET
- 19.7. Semantische Segmentierung mit *Deep Learning*: Deep Lab
  - 19.7.1. *Deep Lab*
  - 19.7.2. Architektur
  - 19.7.3. *Deep Lab Applikation*

- 19.8. Instanziierte Segmentierung mit *Deep Learning*: Mask RCNN
  - 19.8.1. Mask RCNN
  - 19.8.2. Architektur
  - 19.8.3. Implementierung eines Mas RCNN
- 19.9. Video-Segmentierung
  - 19.9.1. STFCN
  - 19.9.2. Semantisches Video CN
  - 19.9.3. *Clockwork Convnets*
  - 19.9.4. *Low-Latency*
- 19.10. Segmentierung von Punktwolken
  - 19.10.1. Punktwolke
  - 19.10.2. *PointNet*
  - 19.10.3. *A-CNN*

## Modul 20. Fortgeschrittene Bildsegmentierung und fortgeschrittene *Computer Vision* Techniken

- 20.1. Datenbank für allgemeine Segmentierungsprobleme
  - 20.1.1. *Pascal Context*
  - 20.1.2. *CelebAMask-HQ*
  - 20.1.3. *Cityscapes Dataset*
  - 20.1.4. *CCP Dataset*
- 20.2. Semantische Segmentierung in der Medizin
  - 20.2.1. Semantische Segmentierung in der Medizin
  - 20.2.2. *Datasets* für medizinische Probleme
  - 20.2.3. Praktische Anwendung
- 20.3. Anmerkungswerkzeuge
  - 20.3.1. *Computer Vision Annotation Tool*
  - 20.3.2. *LabelMe*
  - 20.3.3. Andere Werkzeuge
- 20.4. Segmentierungstools mit verschiedenen *Frameworks*
  - 20.4.1. Keras
  - 20.4.2. Tensorflow v2
  - 20.4.3. Pytorch
  - 20.4.4. Andere

- 20.5. Projekt antischen Segmentierung. Die Daten, Phase 1
  - 20.5.1. Problemanalyse
  - 20.5.2. Eingabequelle für Daten
  - 20.5.3. Analyse der Daten
  - 20.5.4. Vorbereitung der Daten
- 20.6. Projekt antischen Segmentierung. Training, Phase 2
  - 20.6.1. Auswahl des Algorithmus
  - 20.6.2. Training
  - 20.6.3. Bewertung
- 20.7. Projekt antischen Segmentierung. Ergebnisse, Phase 3
  - 20.7.1. Feineinstellung
  - 20.7.2. Präsentation der Lösung
  - 20.7.3. Schlussfolgerungen
- 20.8. Autokodierer
  - 20.8.1. Autokodierer
  - 20.8.2. Architektur eines Autokodierer
  - 20.8.3. Rauschunterdrückungs-Autoencoder
  - 20.8.4. Automatischer Einfärb-Autoencoder
- 20.9. Generative adversarische Netze (GANs)
  - 20.9.1. Generative adversarische Netze (GAN)
  - 20.9.2. DCGAN-Architektur
  - 20.9.3. Bedingte GAN-Architektur
- 20.10. Verbesserte generative adversarische Netze
  - 20.10.1. Überblick über das Problem
  - 20.10.2. WGAN
  - 20.10.3. LSGAN
  - 20.10.4. ACGAN





“

*Verbessern Sie Ihre Fähigkeiten in den Bereichen Roboterdesign, -programmierung und -steuerung mithilfe von Algorithmen für maschinelles Sehen und maschinelles Lernen"*

# 06 Methodik

Dieses Fortbildungsprogramm bietet eine andere Art des Lernens. Unsere Methodik wird durch eine zyklische Lernmethode entwickelt: **das Relearning**. Dieses Lehrsystem wird z. B. an den renommiertesten medizinischen Fakultäten der Welt angewandt und wird von wichtigen Publikationen wie dem **New England Journal of Medicine** als eines der effektivsten angesehen.



“

*Entdecken Sie Relearning, ein System, das das herkömmliche lineare Lernen hinter sich lässt und Sie durch zyklische Lehrsysteme führt: eine Art des Lernens, die sich als äußerst effektiv erwiesen hat, insbesondere in Fächern, die Auswendiglernen erfordern"*

## Fallstudie zur Kontextualisierung aller Inhalte

Unser Programm bietet eine revolutionäre Methode zur Entwicklung von Fähigkeiten und Kenntnissen. Unser Ziel ist es, Kompetenzen in einem sich wandelnden, wettbewerbsorientierten und sehr anspruchsvollen Umfeld zu stärken.

“

*Mit TECH werden Sie eine Art des Lernens erleben, die an den Grundlagen der traditionellen Universitäten auf der ganzen Welt rüttelt*”



*Sie werden Zugang zu einem Lernsystem haben, das auf Wiederholung basiert, mit natürlichem und progressivem Unterricht während des gesamten Lehrplans.*



*Der Student wird durch gemeinschaftliche Aktivitäten und reale Fälle lernen, wie man komplexe Situationen in realen Geschäftsumgebungen löst.*

## Eine innovative und andersartige Lernmethode

Dieses TECH-Programm ist ein von Grund auf neu entwickeltes, intensives Lehrprogramm, das die anspruchsvollsten Herausforderungen und Entscheidungen in diesem Bereich sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene vorsieht. Dank dieser Methodik wird das persönliche und berufliche Wachstum gefördert und ein entscheidender Schritt in Richtung Erfolg gemacht. Die Fallmethode, die Technik, die diesem Inhalt zugrunde liegt, gewährleistet, dass die aktuellste wirtschaftliche, soziale und berufliche Realität berücksichtigt wird.

**“** *Unser Programm bereitet Sie darauf vor, sich neuen Herausforderungen in einem unsicheren Umfeld zu stellen und in Ihrer Karriere erfolgreich zu sein“*

Die Fallmethode ist das am weitesten verbreitete Lernsystem an den besten Informatikschulen der Welt, seit es sie gibt. Die Fallmethode wurde 1912 entwickelt, damit Jurastudenten das Recht nicht nur auf der Grundlage theoretischer Inhalte erlernen. Sie bestand darin, ihnen reale komplexe Situationen zu präsentieren, damit sie fundierte Entscheidungen treffen und Werturteile darüber fällen konnten, wie diese zu lösen sind. Sie wurde 1924 als Standardlehrmethode in Harvard etabliert.

Was sollte eine Fachkraft in einer bestimmten Situation tun? Mit dieser Frage konfrontieren wir Sie in der Fallmethode, einer handlungsorientierten Lernmethode.

Während des gesamten Kurses werden die Studenten mit mehreren realen Fällen konfrontiert. Sie müssen ihr gesamtes Wissen integrieren, recherchieren, argumentieren und ihre Ideen und Entscheidungen verteidigen.

## Relearning Methodology

TECH kombiniert die Methodik der Fallstudien effektiv mit einem 100%igen Online-Lernsystem, das auf Wiederholung basiert und in jeder Lektion verschiedene didaktische Elemente kombiniert.

Wir ergänzen die Fallstudie mit der besten 100%igen Online-Lehrmethode: Relearning.

*Im Jahr 2019 erzielten wir die besten  
Lernergebnisse aller spanischsprachigen  
Online-Universitäten der Welt.*

Bei TECH lernen Sie mit einer hochmodernen Methodik, die darauf ausgerichtet ist, die Führungskräfte der Zukunft zu spezialisieren. Diese Methode, die an der Spitze der weltweiten Pädagogik steht, wird Relearning genannt.

Unsere Universität ist die einzige in der spanischsprachigen Welt, die für die Anwendung dieser erfolgreichen Methode zugelassen ist. Im Jahr 2019 ist es uns gelungen, die Gesamtzufriedenheit unserer Studenten (Qualität der Lehre, Qualität der Materialien, Kursstruktur, Ziele...) in Bezug auf die Indikatoren der besten spanischsprachigen Online-Universität zu verbessern.



In unserem Programm ist das Lernen kein linearer Prozess, sondern erfolgt in einer Spirale (lernen, verlernen, vergessen und neu lernen). Daher wird jedes dieser Elemente konzentrisch kombiniert. Mit dieser Methode wurden mehr als 650.000 Hochschulabsolventen mit beispiellosem Erfolg in so unterschiedlichen Bereichen wie Biochemie, Genetik, Chirurgie, internationales Recht, Managementfähigkeiten, Sportwissenschaft, Philosophie, Recht, Ingenieurwesen, Journalismus, Geschichte, Finanzmärkte und -instrumente fortgebildet. Dies alles in einem sehr anspruchsvollen Umfeld mit einer Studentenschaft mit hohem sozioökonomischem Profil und einem Durchschnittsalter von 43,5 Jahren.

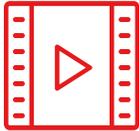
*Das Relearning ermöglicht es Ihnen, mit weniger Aufwand und mehr Leistung zu lernen, sich mehr auf Ihre Spezialisierung einzulassen, einen kritischen Geist zu entwickeln, Argumente zu verteidigen und Meinungen zu kontrastieren: eine direkte Gleichung zum Erfolg.*

Nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen der Neurowissenschaften wissen wir nicht nur, wie wir Informationen, Ideen, Bilder und Erinnerungen organisieren, sondern auch, dass der Ort und der Kontext, in dem wir etwas gelernt haben, von grundlegender Bedeutung dafür sind, dass wir uns daran erinnern und es im Hippocampus speichern können, um es in unserem Langzeitgedächtnis zu behalten.

Auf diese Weise sind die verschiedenen Elemente unseres Programms im Rahmen des so genannten Neurocognitive Context-Dependent E-Learning mit dem Kontext verbunden, in dem der Teilnehmer seine berufliche Praxis entwickelt.



Dieses Programm bietet die besten Lehrmaterialien, die sorgfältig für Fachleute aufbereitet sind:



### Studienmaterial

Alle didaktischen Inhalte werden von den Fachleuten, die den Kurs unterrichten werden, speziell für den Kurs erstellt, so dass die didaktische Entwicklung wirklich spezifisch und konkret ist.

Diese Inhalte werden dann auf das audiovisuelle Format angewendet, um die Online-Arbeitsmethode von TECH zu schaffen. All dies mit den neuesten Techniken, die in jedem einzelnen der Materialien, die dem Studenten zur Verfügung gestellt werden, qualitativ hochwertige Elemente bieten.



### Meisterklassen

Die Nützlichkeit der Expertenbeobachtung ist wissenschaftlich belegt.

Das sogenannte Learning from an Expert festigt das Wissen und das Gedächtnis und schafft Vertrauen für zukünftige schwierige Entscheidungen.



### Übungen für Fertigkeiten und Kompetenzen

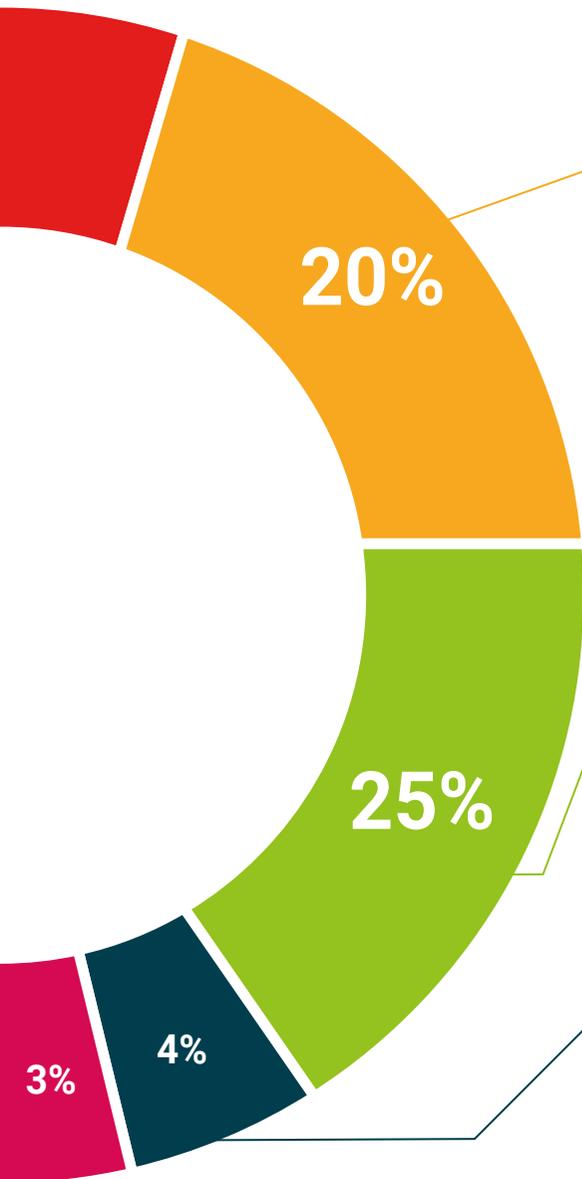
Sie werden Aktivitäten durchführen, um spezifische Kompetenzen und Fertigkeiten in jedem Fachbereich zu entwickeln. Übungen und Aktivitäten zum Erwerb und zur Entwicklung der Fähigkeiten und Fertigkeiten, die ein Spezialist im Rahmen der Globalisierung, in der wir leben, entwickeln muss.



### Weitere Lektüren

Aktuelle Artikel, Konsensdokumente und internationale Leitfäden, u. a. In der virtuellen Bibliothek von TECH hat der Student Zugang zu allem, was er für seine Fortbildung benötigt.





#### Case Studies

Sie werden eine Auswahl der besten Fallstudien vervollständigen, die speziell für diese Qualifizierung ausgewählt wurden. Die Fälle werden von den besten Spezialisten der internationalen Szene präsentiert, analysiert und betreut.



#### Interaktive Zusammenfassungen

Das TECH-Team präsentiert die Inhalte auf attraktive und dynamische Weise in multimedialen Pillen, die Audios, Videos, Bilder, Diagramme und konzeptionelle Karten enthalten, um das Wissen zu vertiefen.

Dieses einzigartige Bildungssystem für die Präsentation multimedialer Inhalte wurde von Microsoft als "Europäische Erfolgsgeschichte" ausgezeichnet.



#### Testing & Retesting

Die Kenntnisse des Studenten werden während des gesamten Programms regelmäßig durch Bewertungs- und Selbsteinschätzungsaktivitäten und -übungen beurteilt und neu bewertet, so dass der Student überprüfen kann, wie er seine Ziele erreicht.



07

# Qualifizierung

Der Weiterbildender Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen garantiert neben der präzisesten und aktuellsten Fortbildung auch den Zugang zu einem von der TECH Technologischen Universität ausgestellten Diplom.



“

*Schließen Sie dieses Programm erfolgreich ab und erhalten Sie Ihren Universitätsabschluss ohne lästige Reisen oder Formalitäten"*

Dieser **Weiterbildender Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt.

Sobald der Student die Prüfungen bestanden hat, erhält er/sie per Post\* mit Empfangsbestätigung das entsprechende Diplom, ausgestellt von der **TECH Technologischen Universität**.

Das von **TECH Technologische Universität** ausgestellte Diplom drückt die erworbene Qualifikation aus und entspricht den Anforderungen, die in der Regel von Stellenbörsen, Auswahlprüfungen und Berufsbildungsausschüssen verlangt werden.

Titel: **Weiterbildender Masterstudiengang in Robotik und Maschinelles Sehen**

Anzahl der offiziellen Arbeitsstunden: **3.000 Std.**



\*Haager Apostille. Für den Fall, dass der Student die Haager Apostille für sein Papierdiplom beantragt, wird TECH EDUCATION die notwendigen Vorkehrungen treffen, um diese gegen eine zusätzliche Gebühr zu beschaffen.

zukunft

gesundheit vertrauen menschen  
erziehung information tutoren  
garantie akkreditierung unterricht  
institutionen technologie lernen  
gemeinschaft verpflichtung  
persönliche betreuung innovation  
wissen gegenwart qualität  
online-Ausbildung  
entwicklung institutionen  
virtuelles Klassenzimmer sehen

**tech** technologische  
universität

Weiterbildender  
Masterstudiengang  
Robotik und Maschinelles Sehen

- » Modalität: online
- » Dauer: 2 Jahre
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Aufwand: 16 Std./Woche
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

# Weiterbildender Masterstudiengang Robotik und Maschinelles Sehen

