Modulhandbuch
für den Masterstudiengang
Artificial Intelligence

2026-09-24

Hochschule Koblenz Campus Remagen
Fachbereich Mathematik, Informatik, Technik

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **3**

2 Pflichtmodule **4**
2.1 Computer Vision 4
2.2 Mathematische Logik 5
2.3 Advanced AI 6
2.4 Advanced Data Science 7
2.5 Oberseminar AI 8

3 Schwerpunktmodule Forschung **9**
3.1 Forschungsprojekt 9

4 Schwerpunktmodule Anwendung **10**
4.1 Ethik und Vertrauenswürdigkeit 10
4.2 Wissenschaftliche Datenanalyse 11
4.3 Artificial Intelligence I 12
4.4 Artificial Intelligence II 13
4.5 Machine Learning 14
4.6 Deep Learning 15

5 Wahlmodule Schwerpunkt Anwendung **16**
5.1 AI Lab 16

6 Wahlmodule **17**
6.1 Bayesianische Statistik 17
6.2 Sprachverarbeitung 18
6.3 Multiagentensysteme 19
6.4 Deduktionssysteme 20
6.5 Reinforcement Learning 21
6.6 Causal Inference 22
6.7 Biomedical Data Science 23
6.8 Time Series Analysis and Prediction 24
6.9 Computational Neuroscience 25

7 Weitere Module **26**
7.1 Masterarbeit 26
7.2 Masterkolloquium 27

1 Einleitung

Die Modulbeschreibungen enthalten neben inhaltlichen Informationen auch Angaben zu den vergebenen ECTS-Leistungspunkten, zum Zeitaufwand, zur Art des Leistungsnachweises, zu Unterrichtsformen und Literaturangaben. Zu jedem Modul ist eine verantwortliche Person für die Konzeption des Moduls angegeben.

Die aufgeführten Lehrenden sind z. B. für Prüfungen außerhalb des regulären Prüfungsangebots ansprechbar. Bei mehreren unter Abschluss genannten möglichen Prüfungsformen wird zu Beginn der Lehrveranstaltung die Prüfungsform verbindlich festgelegt. Die Erbringung dieser Leistungen ist dann die Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten.

Die genannten inhaltlichen Voraussetzungen für den Besuch eines Moduls sind lediglich Empfehlungen und bedeuten keine formale Zugangsbeschränkung, sondern stellen nur eine Orientierungshilfe zur Studienplanung dar. Dabei wird in der Regel jeweils auf die Inhalte von Modulen der Bachelorstudiengänge am Campus Remagen verwiesen. Details können bei den Modulbeauftragten oder Lehrenden erfragt werden. Studierende, denen inhaltliche Voraussetzungen fehlen, sollten sich diese vorher aneignen, um an den Veranstaltungen teilnehmen zu können.

Prüfungsleistungen sind benotete, Studienleistungen unbenotete Prüfungen. In Zweifelsfällen ist die Prüfungsordnung maßgeblich.

2 Pflichtmodule

2.1 Computer Vision

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder Hausarbeit oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Dellen	Sprache:	Englisch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen, N.N.		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Machine Learning		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence, M. Sc. Applied Mathematics, M. Sc. Applied Physics		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse in der Computer Vision und verstehen die Funktionsweise von Computer-Vision-Methoden zur Verarbeitung und Analyse von digitalen Bildern. Die Studierenden können Computer-Vision-Methoden im konkreten Anwendungskontext einsetzen. Sie in der Lage symbolische Information (z. B. 3D Modelle, Objektklassen, Deskriptoren) aus (hochdimensionalen) Bilddaten zu extrahieren.
Die Studierenden können abstrakte Algorithmen in einer konkreten Programmiersprache implementieren und können beurteilen, ob ein Problem mit den bekannten Methoden lösbar ist. Sie können die Methoden der Computer Vision mit Kenntnissen aus dem Maschinellen Lernen verknüpfen.

Inhalt

Eine Auswahl von Verfahren aus folgenden Themenbereichen: Grundlegende Methoden der Bildverarbeitung, Lokale Bilddeskriptoren (z. B. Harris, Sift), Bild-zu-Bild Abbildungen (Homographien), Clustering, Klassifikation, Bildsegmentierung (z. B. Graph Cuts), Bildsegmentierung und Labeling mit neuronalen Netzen, Stereoalgorithmen und 3D Rekonstruktion, Bewegungsanalyse und Tracking.

Literatur

E.Solem, Programming Computer Vision with Python, O'Reilly Media
R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer
D. A. Forsyth, J. Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, Pearson
R. Gonzales, R. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 1996

2.2 Mathematische Logik

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: mündliche Prüfung oder Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Fiedler	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Fiedler, Pakusa		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden erhalten einen tiefen Einblick in die mathematische Logik. Sie erfahren, wo die prinzipiellen Grenzen der Logik liegen, und verstehen, wie die Logik die Grundlage der symbolischen KI bildet. Dadurch sind sie in der Lage, komplexe KI-Systeme mit mächtigen Inferenzmaschinen auszustatten.

Inhalt

Aussagenlogik, Prädikatenlogik erster Stufe, die Grenzen der Logik, automatisierte Inferenz

2.3 Advanced AI

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Portfolio
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Englisch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Dellen, Fiedler, Pakusa, Assenov, Welsch, Steimers		
Zwingende Voraussetzungen:	Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, KI und Maschinellem Lernen.		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden haben einen Überblick über fortgeschrittene Methoden der KI und können aktuelle Forschungsliteratur verfolgen. Dabei geht es vor allem um die Grundideen der einzelnen Modelle und Konzepte.

Inhalt

In diesem Modul werden fortgeschritten Methoden und Konzepte aus dem Themenbereich der Künstlichen Intelligenz besprochen, wobei besonders relevante oder besonders aktuelle Themen ausgewählt werden. Mögliche Themengebiete sind u.a. Interpretierbare KI, Robuste und Resiliente AI, Meta-Learning, Causal and Counterfactual Machine Learning, Reinforcement Learning,Knowledge Representation, logikbasierte Systeme, wissensbasierte Systeme, Multiagentensysteme.

2.4 Advanced Data Science

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Portfolio
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Englisch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Dellen, Pakusa, Assenov, Welsch		
Zwingende Voraussetzungen:	Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, KI und Maschinellem Lernen.		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden haben einen Überblick über fortgeschritten Methoden des Data Science und sind damit in der Lage, die aktuelle Forschungsliteratur eigenständig zu verfolgen und eigenständig Methoden auszuwählen.

Inhalt

In diesem Modul werden fortgeschritten Methoden und Konzepte aus dem Themenbereich Data Science, Statistik und Data Engineering besprochen, wobei besonders relevante oder besonders aktuelle Themen ausgewählt werden. Für den Bereich Data Engineering ist das Erstellen vertrauenswürdiger und robuster Datenpipelines und deren Automatisierung zu nennen. Mögliche Themen aus Statistik und Data Science sind ausgewählte Methoden oder Modellklassen (z. B. kausale Inferenz, robuste Schätzungen, hochdimensionale Statistik, Bootstrap und Resampling,...). Auch Themen wir Kalibrierung, Environment- and Distribution Shift zur Validierung und Anpassung von Modellen werden besprochen.

2.5 Oberseminar AI

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1 oder 3	Vortrag	–	k.A.	30	30	1	SL: Vortrag
	Selbststudium			120	–	4	–
Summe	–	–	–	150	30	5	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Englisch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	N.N.		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können aktuelle Forschungsliteratur zu Anwendungen der KI (Schwerpunkt Anwendung) oder zu Methoden der KI (Schwerpunkt Forschung) verstehen, das Wesentliche herausfiltern und die Inhalte in einem Vortrag verständlich zusammenfassen. Das Seminar findet dabei in englischer Sprache statt.

Literatur

wird angegegeben.

3 Schwerpunktmodule Forschung

3.1 Forschungsprojekt

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Projekt	–	k.A.	15	15	0,5	PL: Projektbericht und Vortrag
	Selbststudium			885	–	29,5	–
Summe	–	–	–	900	15	30	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Englisch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Dellen, Fiedler, Pakusa, Assenov, Welsch, Steimers		
Zwingende Voraussetzungen:	Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, KI und Maschinellem Lernen.		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Profil: Advanced AI		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können eine gegebene aktuelle Forschungsfrage aus der KI bearbeiten und die Ergebnisse wissenschaftlich korrekt und nachvollziehbar darlegen. Insbesondere soll sowohl die eigenständige Problemlösekompetenz, Forschungskompetenz und die Kooperation in einem Team geübt werden.

Projekt

In diesem Forschungsprojekt bearbeiten die Studierenden ein oder mehrere Forschungsprojekte eigenständig und in Kooperation im Team. Dabei sollen sie sich einen Überblick über den Stand der Forschung und die relevante Literatur erarbeiten und die Forschungslücke klar definieren. Diese dabei herausgearbeitete Frage wird dann einzeln oder in der Gruppe bearbeitet und es werden verschiedene Lösungsideen implementiert, ausprobiert und validiert. Die Studierenden schreiben am Ende ein eigenes kleines Papier und lernen so das Ausarbeiten eines wissenschaftlichen Texts in der KI. Sie werden dabei von einem oder einer Lehrenden betreut.

4 Schwerpunktmodule Anwendung

4.1 Ethik und Vertrauenswürdigkeit

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	SL: Projekt oder Hausarbeit
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Steimers	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Steimers, Lehrbeauftragte		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Programmierkenntnisse		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden zeigen einen souveränen Umgang mit den aktuell geltenden rechtlichen Regularien und können KI-Systeme in Übereinstimmung der ethischen Grundsätze entwickeln. Sie kennen das legislative Umfeld in Form verschiedener europäischer Verordnungen und internationaler Normen und sind dazu in der Lage, die für ein umzusetzendes konkretes KI-System, geltenden Anforderungen daraus zu extrahieren und im Zuge der Produktentwicklung umzusetzen. Sie haben die Grundlagen der Digitalethik und verschiedene ethische Modelle durchdrungen und können ihre Relevanz für die Umsetzung von KI-Systemen im internationalen Umfeld einordnen. Die Studierenden können ethische und technische Risiken von KI-Systemen gemäß anwendbarer Risikomanagement-Verfahren identifizieren, analysieren und bewerten. Weiterhin verstehen sie die Aspekte einer vertrauenswürdigen KI und können daraus risikomindernde Maßnahmen zur Steigerung der Zuverlässigkeit und Robustheit von KI-Systemen entwickeln und implementieren.

Inhalt

Grundlagen tiefer neuronaler Netze. Grundlagen der Ethik und ethische Leitlinien für künstliche Intelligenz. Relevante europäische Verordnungen für den Bereich der KI (KI-Verordnung, DSGVO, Maschinenverordnung). Verschiedene Aspekte vertrauenswürdiger künstlicher Intelligenz: Fairness, Privacy, Automatisierungsgrad und Kontrolle, Komplexität der Ausgabe und Verwendungsumgebung, Grad der Transparenz und Erklärbarkeit, Security, System Hardware, Technologische Ausgereiftheit. Verfahren wie LIME, LRP, Student-Teacher-Networks und Model Destillation zur Steigerung der Zuverlässigkeit und Robustheit von KI-Systemen.

Literatur

Steimers A, Schneider M. Sources of Risk of AI Systems. Int J Environ Res Public Health. 2022 Mar 18;19(6):3641. doi: 10.3390/ijerph19063641. PMID: 35329328; PMCID: PMC8951316

4.2 Wissenschaftliche Datenanalyse

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	90 (6 SWS)	90	3	PL: Portfolio
	Übung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	–
	Selbststudium			150	–	5	–
Summe	–	–	–	300	150	10	–

Modulbeauftragte(r):	Jaekel	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen, Jaekel, Friemert		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden lernen die für das Verständnis maschineller Lernverfahren nötigen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik und Datenanalyse. Sie sind in der Lage, saubere statistische Analysen und statistische Tests durchzuführen und statistische Daten aussagekräftig zu visualisieren.

Inhalt

Wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen; Deskriptive, explorative und induktive Statistik; Bayessche Statistik; Visualierung von Daten; Statistische Tests; Hauptkomponentenanalyse; Multiple lineare Regression; Logistische Regression; Monte-Carlo-Verfahren.

Literatur

Daniel Bättig, Angewandte Datenanalyse, Springer
Daniel Wollschläger, Grundlagen der Datenanalyse mit R, Springer.

4.3 Artificial Intelligence I

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Fiedler	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Fiedler, Pakusa, Assenov		
Zwingende Voraussetzungen:	Mathematische Logik		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen einen souveränen Umgang mit Verfahren der symbolischen Künstlichen Intelligenz, wozu neben einem grundlegenden Verständnis auch die Durchdringung der algorithmischen Details bis hin zur Fähigkeit der Weiterentwicklung für neue Anwendungsfälle gehört. Sie sind in der Lage, eine Problemstellung zu analysieren und kritisch zu reflektieren sowie auch in unvertrauten Situationen geeignete Methoden der symbolischen KI als Lösungsansatz auszuwählen, anzupassen, weiterzuentwickeln und zu implementieren.

Inhalt

Definition und Abgrenzung des Begriffs der Künstlichen Intelligenz sowie Erläuterung ihrer Grundlagen und historischen Entwicklung; intelligente Agenten als zentraler Begriff der KI; Strategien zum Problemlösen wie Suchverfahren, Spielstrategien und Constraint-Satisfaction; Aussagenlogik und Prädikatenlogik zum logischen Schließen, Wissensrepräsentation und Planverfahren.

Literatur

Stuart Russell, Peter Norvig: Künstliche Intelligenz, Pearson Studium, 4. Aufl., 2023

4.4 Artificial Intelligence II

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	SL: Portfolioprüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Fiedler	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Fiedler, Pakusa, Assenov		
Zwingende Voraussetzungen:	Artificial Intelligence I		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen einen souveränen Umgang mit Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) und haben einen umfassenden Blick auf das Gebiet erhalten. Sie verstehen KI als ganzheitlichen Ansatz, der bei der Wahrnehmung der Umwelt beginnt und über die Planung von Aktionen zur Erreichung eines Ziels führt und anschließend durch die Durchführung dieser Aktionen die Umwelt wieder verändert. Sie sind in der Lage, komplexe Problemstellungen, insbesondere auch aus dem Anwendungsgebiet ihres jeweiligen Bachelorstudiums, zu analysieren und kritisch zu reflektieren sowie geeignete Methoden der KI mit eigenen Ideen zu einem ganzheitlichen Lösungsansatz eigenständig zusammenzuführen, weiterzuentwickeln und anzuwenden.

Inhalt

Schlussfolgern mit unsicherem Wissen, mit Wahrscheinlichkeiten, über die Zeit hinweg und Schlussfolgern; probabilistische Programmierung; einfaches Entscheiden mit Nutzenfunktionen; komplexes Entscheiden mit Markow-Entscheidungsprozessen; Entscheiden in Multiagentenumgebungen.

Literatur

Stuart Russell, Peter Norvig: Künstliche Intelligenz, Pearson Studium, 4. Aufl., 2023

4.5 Machine Learning

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Portfolio
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Dellen	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen, Hudder, Jaekel, Steimers, Welsch		
Zwingende Voraussetzungen:	Mathekenntnisse (Analysis, Lineare Algebra, Stochastik), Programmierkenntnisse		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence, M. Sc. Applied Mathematics		

Lernziele und Kompetenzen

Ziel dieses Moduls ist der souveräne Umgang mit maschinellen und statistischen Lernverfahren, wozu neben einem grundlegenden konzeptionellen Verständnis auch die Durchdringung der algorithmischen Details bis hin zur Fähigkeit der Abwandlung für spezielle Anwednungsfälle gehört. Außerdem sind die Studierenden befähigt, die Ergebnisse eines Lernalgorithmus zu validieren und zu testen. Probleme vieler Lernverfahren wie Robustheit gegenüber verschiedenen Datensätzen ("distribution shift") und Limitierungen sind den Studierdenen bewusst und befähigen sie zur Interpretation und Bewertung der Ergebnisse im jeweiligen Anwendungskontext.

Inhalt

Überwachtes und Unüberwachtes Lernen, Hochdimensionale Daten und Fluch der Dimension, Merkmalsextraktion, Clustering, Bewertung von Clustering-Verfahren, selbstorganisierende Karten, Hauptkomponentenanalyse (WdH) und Dimensionsreduktion, Indepependent Component Analysis, Klassifikation, logistisch als Wdh., als Wdh. SVM, Trees, RandomForest, Neuronale Netze, Universal Approximation Theorem, Kostenfunktionen für Klassifikation und Regression, Backpropagation-Algorithmus, Varianten des BP-Algorithmus, Neuronale Netzwerke mit Feedback und/oder lateralen Verbindungen (RNNs), Bewertung von Modellen und Kreuzvalidierung, Grundlagen des Reinforcement Learning, sowie eine Auswahl an folgenden Themen: Boosting, Sparse Methods wie Lasso, Sparse Sensing, unkonventionelle neuronale Netze.

Literatur

Murphy, Probabilistic Machine Learning: An Introduction, MIT Press
Kroese, Botev, Taimre, Vaisman, Data Science and Machine Learning, Chapman & Hall/CRC

4.6 Deep Learning

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Portfolio
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Dellen, Jaekel	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen, Hudde, Jaekel, Steimers, Welsch		
Zwingende Voraussetzungen:	Machine Learning		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence, M. Sc. Applied Mathematics		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden haben ein eingehendes Verständnis für die Grundlagen neuronaler Netzwerke, kennen die Konzepte des Trainings, Validierens und Testens und können auch bekannte Architekturen und Modelle einem speziellen Anwendungszwecke entsprechend modifizieren. Sie kennen die wesentlichen empirischen Stärken und Schwächen von tiefen neuronalen Netzen und können die Ergebnisse kritisch interpretieren. Dazu gehört neben dem theoretischen Wissen auch die praktische Implementierung mit geeigneten Frameworks.

Inhalt

Aktuelle Entwicklungen und Anwendungen, historischer Abriss, Abgrenzung von klassischen Lernverfahren, Feedforward, Konvergenz in tiefen Netzen, Convolutional und Variational Autoencoder, Recurrent Neural Networks, Long-Short-Term-Memory (LSTM)-Netze, Netzwerkarchitekturen mit Attention-Mechanismus, Zeitreihenvorhersage sowie eine Auswahl aus folgenden Themen: Convolutional Neural Networks, VGG-Netzwerk, ImageNet, Deep Residual Networks (ResNet), Transformer, Diffusion Models, Anomalieerkennung, Deep Reinforcement Learning, Frameworks, GPU Programmierung, tiefe komplexwertige neuronale Netze, Themen aktueller Forschung.

Literatur

Murphy, Probabilistic Machine Learning: An Introduction, MIT Press
Zhang, Lipton, Zachary, Li, Mu and Smola, Dive Into Deep Learning, arXiv:2106.11342.
Chollet, F. (2021). Deep Learning with Python (2nd ed.). Manning Publications.

5 Wahlmodule Schwerpunkt Anwendung

5.1 AI Lab

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Praktikum	–	k.A.	60	30	2	PL: Bericht und Vortrag
	Selbststudium			240	–	8	–
Summe	–	–	–	300	30	10	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Englisch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Dellen, Fiedler, Steimers		
Zwingende Voraussetzungen:	Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, KI und Maschinellem Lernen.		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Profil: Applied AI		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können eine gegebene Fragestellung mit KI-Methoden bearbeiten und die Ergebnisse wissenschaftlich korrekt und nachvollziehbar darlegen. Insbesondere soll sowohl die eigenständige Problemlösekompetenz und deren Integration in ein Team geübt werden.

Inhalt

In diesem Modul wird eine eher anwendungsorientierte Fragestellung mit KI-Methoden praktisch bearbeitet, wobei die Datenvorbereitung, die Auswahl eines geeigneten KI-Modells und die Implementierung und Validierung von den Studierenden eigenständig und in Teamarbeit vorgenommen wird. Die Dozentin oder der Dozent moderiert und betreut diesen Prozess, gibt aber keine Lösungen vor. Die Studierenden stellen am Ende ihren Lösungsansatz, die gewählten Methoden und die Ergebnisse vor und üben so die Kommunikation von Ergebnissen der KI.

6 Wahlmodule

6.1 Bayesianische Statistik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Hausarbeit oder Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Wolf	Sprache:	Deutsch
Turnus:	etwa jedes dritte Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik I, Programmierkenntnisse in R		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studentinnen und Studenten sollen das Grundkonzept die Bayesianischen Statistik verstehen und Stärken und Schwächen im Vergleich zur klassischen Statistik beurteilen können. Sie sollen in der Lage sein, für konkrete Anwendungen ein Bayesianisches Modell aufzustellen und in einer geeigneten Programmierumgebung zu implementierten.

Inhalt

Grundkonzept (Paradigma, Update-Schritt von der a priori zur a posteriori Verteilung, Vorhersageverteilung), Schätz- und Testverfahren, Einfluss der a priori Verteilung und Vergleich mit der klassischen Statistik, Regressionsmodelle, MCMC-Verfahren (Metropolis-Hastings, Gibbs-Sampler), Bayesianische Netzwerke, Fallstudien in Anwendungsbereichen (z. B. Inzidenzrate von Krankheiten, Schätzung von quantitativen trait loci, operationales Risiko, etc.).

Literatur

C. Robert, The Bayesian Choice, 2007.
G. Casella, C. Robert, Monte Carlo Statistical Methods, 2005.
A. Gelman, J.B. Carlin, Bayesian Data Analysis, 2013.
J.M. Marin, C. Robert, Bayesian Essentials with R, 2013.

6.2 Sprachverarbeitung

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Portfolioprüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Fiedler	Sprache:	Deutsch
Turnus:	nach Bedarf und Möglichkeit	Standort:	RAC
Lehrende:	Fiedler		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Kenntnisse der Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die Funktionsweise sprachverarbeitender Systeme und sind in der Lage, eine modernes sprachverarbeitendes System anzuwenden und weiterzuentwickeln.

Inhalt

Sprachverstehen, Sprachgenerierung, maschinelle Übersetzung

6.3 Multiagentensysteme

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Portfolioprüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Fiedler	Sprache:	Deutsch
Turnus:	nach Bedarf und Möglichkeit	Standort:	RAC
Lehrende:	Fiedler		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Grundlagen der Künstlichen Intelligenz		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die unterschiedlichen Architekturen und Strategien von Multiagentensystemen und sind in der Lage, Multiagentensystem zu konzipieren, zu entwickeln und anzuwenden.

Inhalt

Agentenarchitekturen, Strategien, Agentenkommunikation, kollaborative Agenten, smarte Agenten, Schwarmintelligenz

6.4 Deduktionssysteme

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Portfolioprüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Fiedler	Sprache:	Deutsch
Turnus:	nach Bedarf und Möglichkeit	Standort:	RAC
Lehrende:	Fiedler		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Kenntnisse der mathematischen Logik und Grundlagen der Künstlichen Intelligenz		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die unterschiedlichen Architekturen und Strategien von Deduktionssystemen und sind in der Lage, Deduktionssysteme zu konzipieren, zu entwickeln und anzuwenden.

Inhalt

first-order theorem proving, higher-order theorem proving, interactive theorem proving, proof planning

6.5 Reinforcement Learning

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Klausur oder Hausarbeit oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Jaekel	Sprache:	Deutsch
Turnus:	nach Bedarf und Möglichkeit	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Machine Learning		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die Konzepte, das grundlegende Design und die mathematisch algorithmischen Grundlagen des Reinforcement Learnings (RL). Dazu gehören die Konzepte des Zustands, des Rewards und der Aktion des Agenten ebenso wie die Bellmann-Gleichungen und Markov-Entscheidungsprozesse. Auf algorithmischer Seite können Sie Ansätze wie Temporal Difference Learning, State-Action-Reward-State-Action (SARSA) und Q-Learning einordnen. Weiterhin können Sie Actor-Critic Models und Policy basierte Ansätze hinsichtlich ihrer algorithmischen Eigenschaften einordnen. Ebenso sollen Sie mit der Verknüpfung von Deep-Learning mit RL vertraut sein. Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze vergleichen und für ein konkretes Anwendungsproblem die geeignetsten Methoden auswählen. Ebenso können sie diese in einer Programmierumgebung (z. B. Gymnasium) umsetzen und die Ergebnisse bewerten. Schließlich sind sie in der Lage, die aktuelle Forschungsliteratur im Bereich RL zu verfolgen und eigene Forschungsfragen zu formulieren.

Literatur

R.S. Sutton, A.G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, second edition, The MIT Press, 2018.
H. Ding,Z. Ding, S.Zhang (eds), Deep Reinforcement Learning: Fundamentals, Research and Applications, Springer, 2020.

6.6 Causal Inference

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Klausur oder Hausarbeit oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	N.N.		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Statistik 1 oder Wissenschaftliche Datenanalyse		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die Grundprobleme der kausalen Inferenz und die wichtigsten Paradigmen (Potential Outcomes and Structural Equations). Sie sind mit den wichtigsten Ansätzen zur Adjustierung bei kausaler Inferenz (Propensity scores, Back-Door und Front-Door Adjustierung) und auch mit zeitabhängigen Adjustierungen (z. B. Optimal Dynamic Treatment Regines) vertraut. Sie können für eine konkrete Datensituation einschätzen, ob und welche der Methoden geeignet sind und diese Analysen in einer Progreammiersprache umsetzen (z. B. in R oder Python).

Literatur

B. A. Brumback, Fundamentals of Causal Inference: With R, Chapman & Hall/Crc, 2021.
J. Pearl, Causal Inference in Statistics: A Primer, 2016.
J. Peters, D. Janzing, B. Schölkopf, Elements of Causal Inference: Foundations and Learning Algorithms, The MIT Press, 2017

6.7 Biomedical Data Science

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Klausur oder Hausarbeit oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	N.N.		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Statistik 1 oder Wissenschaftliche Datenanalyse, Maschine Learning		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind mit den Spezifika biomedizinscher Daten vertraut. Dazu gehören sowohl Patientenakten, aber auch Daten Omics-Daten und klinische Daten. Sie können aktuelle Ansätze aus der KI und dem maschinellen Lernen für Risikostratifikation, Dynamische Behandlungsstrategien und Präzisionsmedizin einordnen. Sie kennen sich mit den Risiken und Schwierigkeiten der Implementation von datengetriebenen Systemen in der Gesundheitsversorgung vertraut und beitzen eine Urteilskompetenz für damit zusammenhängende regulatorische und ethische Fragen.

Literatur

P. Szolovits, D. Sontag, Machine Learning for healthcare, MIT open courseware, 2019. https://ocw.mit.edu/courses/6-s897-machine-learning-for-healthcare-spring-2019/download/.

6.8 Time Series Analysis and Prediction

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Klausur oder Hausarbeit oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	N.N.	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	N.N.		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Statistik 1 oder Wissenschaftliche Datenanalyse, Maschine Learning		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind mit den Grundkonzepten der linearen und nichtlinearen Zeitreihenanalyse vertraut. Sie besitzen Kompetenzen in der Erstellung und IOnferenz von linearer gaussischen und nichtlinearer nichtgaussischen Zeitreihen. Dazu gehören auch Filter und Glätter (Kalman-Filter, Particle Filter) und die entsprechenden Methoden zur Datenassimilation. Sie haben auch einen ersten Überblick zu Deep-Learnung Methoden zur Zeitreihenvorhersage und Methoden aus der funktionalen Datenanalyse sowie Fragen der Kausalität.

Literatur

Trantafyllopoulos, K. Bayesian Inference of State Space Models. Springer Verlag 2021.
Murphy, K.P. Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics. The MIT Press, 2023

6.9 Computational Neuroscience

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1, 2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Hausarbeit oder Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	15 (1 SWS)	15	0,5	
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Dellen	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence, M. Sc. Applied Mathematics		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der informationsverarbeitenden Eigenschaften des Nervensystems und seiner Bestandteile (Nervenzellen, Synapsen und Netzwerke). Sie begreifen die verschiedenen Stufen der Informationsverarbeitung im Gehirn und verstehen Grundprinzipien der Verarbeitung von Sinneseindrücken. Sie können Werkzeuge und Analysemethoden der Computational Neuroscience anwenden und ausgewählte Bestandteile des Nervensystems mit mathematischen oder computergestützten Methoden modellieren. Sie können Bezüge zu Themen der Computer Vision und des Maschinellen Lernens herstellen und Modelle der Computational Neuroscience auf KI-Anwendungen übertragen.

Inhalt

Neuronenmodell, elektrische Eigenschaften der Zellmembran und Aktionspotentiale, sensorische Systeme und Informationsverarbeitung, synaptische Plastizität und Lernregeln, Netzwerkverhalten und Dynamik.

Literatur

P. Dayan and L.F. Abbott, Theoretical Neuroscience, MIT Press
Christof Koch, Biophysics of Computation: Information Processing in Single Neurons, Oxford University Press

7 Weitere Module

7.1 Masterarbeit

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4	Projekt	–	k.A.	750	7,5	25	PL: Abschlussarbeit
Summe	–	–	–	750	7,5	25	–

Modulbeauftragte(r):	Studiengangsleiter	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	alle Prüfende des Fachbereichs im Sinne der PO		
Zwingende Voraussetzungen:	mindestens 60 CP		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Fähigkeit zur selbständigen Bearbeitung eines konkreten Problems der Künstlichen Intelligenz, zum selbständigen Erwerb wissenschaftlicher Kenntnisse aus Fachveröffentlichungen und zur Präsentation der Arbeitsergebnisse. Typische Kompetenzen sind das eigenständige Arbeiten, das Übersetzen eines Problems in ein Modell, die Fähigkeit, sich schnell in neue Problemfelder einzuarbeiten, Problemlösungskompetenz und die Fähigkeit, wissenschaftliche Sachverhalte schriftlich darzustellen.

Projekt

Unterstützung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten und selbständige Anfertigung der Masterarbeit.

Bemerkungen

Weitere Rahmenbedingungen sind der Prüfungsordnung zu entnehmen.

Literatur

Aktuelle Publikationen, je nach Thema

7.2 Masterkolloquium

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4	Vortrag	–	k.A.	60	2	2	benoteter Vortrag
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	2	5	–

Modulbeauftragte(r):	Studiengangsleiter	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	alle Prüfende des Fachbereichs im Sinne der PO		
Zwingende Voraussetzungen:	alle übrigen Module müssen erfolgreich abgeschlossen sein		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	M. Sc. Artificial Intelligence		

Lernziele und Kompetenzen

Übersichtsartige Präsentation von komplexeren Zusammenhängen und eigenen Arbeitsergebnissen, Herstellen von Verbindungen zwischen der eigenen Masterarbeit und weiteren fachbezogenen Fragestellungen in der Diskussion, Umgang mit Präsentationssoftware.

Inhalt

Präsentation und Diskussion der Masterarbeit.

Bemerkungen

Weitere Rahmenbedingungen sind der Prüfungsordnung zu entnehmen

Literatur

Masterarbeit, aktuelle Publikationen, je nach Thema