

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	07-202-1103A	Wahlpflicht

Modultitel	Advanced Statistics
Modultitel (englisch)	Advanced Statistics
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Statistik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Advanced Statistics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Übung "Advanced Statistics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Data Science
Ziele	<p>Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen - d.h. mehrdimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Inferenzkonzepte und deren Anwendung auf Regressionsmodelle - sowie den aktuellen Stand der Forschung im Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung und induktiven Statistik darstellen und beschreiben. Sie sind in der Lage, selbständig geeignete, dem aktuellen Forschungsstand entsprechende Methoden und Strategien zur Lösung statistischer Problemstellungen auszuwählen, anzuwenden sowie die ermittelten Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden können in Übungen die Charakteristika komplexer statistischer Problemstellungen erkennen, passende Modelle zu deren Modellierung auswählen und mittels geeigneter Schätzmethoden anpassen. Hierbei sind sie in der Lage, das Softwarepakete R als Werkzeug für statistische Analysen einzusetzen, die Programmierung einfacher Routinen durchzuführen und ihre erzielten Ergebnisse kritisch auszuwerten.</p>
Inhalt	Mehrdimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Inferenzkonzepte, Maximum-Likelihood-Schätzung und Likelihood-basierte Testverfahren, Generalisierte Lineare Regressionsmodelle
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 80 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Advanced Statistics" (2SWS)
	Übung "Advanced Statistics" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	09-202-2413	Wahlpflicht

Modultitel	Statistische Aspekte der Analyse molekularbiologischer und genetischer Daten Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Statistical Aspects of the Analysis of Molecular Biological and Genetic Data In-Depth Module
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur Genetische Statistik und biomathematische Modellierung (IMISE)
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Genetische Statistik und molekulare Datenanalyse" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h • Seminar "Aktuelle Probleme der genetischen Statistik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h • Übung "Praktische Analyse hochdimensionaler Daten" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M. Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul (Bereich "Life Science") • M. Sc. Informatik: Wahlpflichtmodul (Vertiefungsmodul) • M. Sc. Medizininformatik: Wahlpflichtmodul (Wahlpflichtbereich A) • M. Sc. Data Science (Anwendungsbereich)
Ziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Teilnehmenden grundlegende Konzepte und Prinzipien der Genetischen Statistik richtig anwenden. Sie verstehen Probleme molekularer Studienplanung, -durchführung, Datenanalyse und Interpretation. Die Teilnehmenden kennen wichtige Software- und Datenbankressourcen zur Analyse und Interpretation genetischer Daten und können diese anwenden.</p> <p>Die Teilnehmenden haben sich darüber hinaus mit aktuellen Problemen im Bereich der Analyse molekularer Daten selbstständig auseinandergesetzt.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Biologische Grundlagen - Statistische Grundlagen - Statistische Konzepte in der Genetik - Populationsgenetik - Genetische Studiendesigns und -planung - SNP (Single nucleotide polymorphism)-Array Technologie, Prozessierung, Qualitätsanalyse, Analyse von Variationen der Kopienzahl (Copy-number variations) - Genomweite Assoziationsstudien (GWAS) und weitergehende Analysen (z.B. X-Chromosom, Seltene Varianten, Scoring-Methoden, Imputation, Berücksichtigung von Populationsstrukturen, Metaanalysen, Interaktionsanalyse) - Genomische Annotation - Analysewerkzeuge - Online-Ressourcen

- Genexpressions-Array: Technologie, Prozessierung, Qualitätsanalyse
- Genexpressionsassoziationsanalysen, Genset-Anreicherung
- Metabolische Daten (Prozessierung, Analysen)
- Quantitative Merkmalsanalysen (QTLs) mit Schwerpunkt auf Expressions- und Metabolom-QTLs
- Integrative Analysen, Modelle

Teilnahmevoraussetzungen

Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
empfohlen: Teilnahme am Modul "Grundlagen der Biometrie" (09-202-4106) oder vergleichbare Kenntnisse

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 2	Vorlesung "Genetische Statistik und molekulare Datenanalyse" (4SWS)
Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (2 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Aktuelle Probleme der genetischen Statistik" (1SWS)
	Übung "Praktische Analyse hochdimensionaler Daten" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	09-MIN-WA004	Wahlpflicht

Modultitel	Medical Data Science
Modultitel (englisch)	Medical Data Science
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Medical Data Science der Medizinischen Fakultät
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Medical Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Medical Data Science" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science • M.Sc. Medizininformatik, Wahlpflichtbereich A
Ziele	<p>Nach aktiver Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die wichtigsten Methoden zur Arbeit mit verschiedenen Datentypen nennen und erklären; - Methoden zur Sicherstellung der Einhaltung ethischer und rechtlicher Vorschriften erklären; - die unterschiedliche Natur medizinischer Data-Science-Probleme zur Verbesserung der präventiven, diagnostischen und therapeutischen Entscheidungsfindung diskutieren; - die Anforderungen und Einschränkungen an die Arbeit mit Gesundheitsdaten benennen; - die Methoden für verantwortungsvolle Medical Data Science erklären. - Ziele für gegebene Fragestellungen der medizinischen Forschung aus Sicht der Data Science formulieren; - einen Ansatz zur Datenanalyse für ein gegebenes medizinisches Problem skizzieren; - mit sensiblen Daten arbeiten und Methoden anwenden, um die Einhaltung ethischer und rechtlicher Vorschriften zu gewährleisten; - Data-Science-Workflows generieren; - die wichtigsten Methoden anwenden, um mit verschiedenen Datentypen zu arbeiten; - FAIR-Datenmanagementpläne schreiben und in ihrer datengetriebenen Forschung anwenden.
Inhalt	<p>Dieses Modul gibt eine Einführung in Datenmanagement- und Analyseprozesse für reproduzierbare, wiederholbare und wiederverwendbare Datenanalysen. Das Modul vermittelt Wissen und Fähigkeiten der Datenanalyse insbesondere für die medizinische Entscheidungsfindung. Es wird der Umgang mit hochsensiblen, heterogenen und komplexen Daten vermittelt. Während des Kurses werden Best Practices für das Datenmanagement vorgestellt; verschiedene Beispiele für die Modellierung von Data-Science-Problemen für verschiedene medizinische Fragestellungen und Datentypen werden erforscht.</p>

- Die Studierenden lernen die Methoden und Werkzeuge für das Datenmanagement in Data Science kennen. Die Datenmanagement-Prozesse einschließlich der Erfassung, Speicherung, Sicherung, Verarbeitung und Archivierung von Daten werden behandelt.
- Die Studierenden verstehen die Ziele und Anforderungen der Datenanalyse aus der Perspektive der medizinischen Anwendung.
- Das Modul wird die Zugriffsanforderungen und -beschränkungen von Daten behandeln, mit besonderem Fokus auf die Wiederverwendung von Versorgungsdaten für die Forschung.
- Die Studierenden lernen die Anwendung der FAIR-Prinzipien, um die Zugänglichkeit, Zuverlässigkeit und Nutzbarkeit der Daten und Datenprodukte zu gewährleisten. Die Studierenden werden in der Lage sein, FAIR-Datenmanagementpläne zu erstellen, um die Reproduzierbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Datenanalyse-Artefakte sicherzustellen.
- Die Studierenden lernen heterogene Datenquellen in der Medizin kennen, einschließlich strukturierter und unstrukturierter Formen, vergleichen Datenanalysemethoden und entwerfen Datenanalyse-Pipelines.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Medical Data Science" (2SWS)
	Übung "Medical Data Science" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-201-2502	Wahlpflicht

Modultitel **Praktikum der IT-Sicherheit**

Modultitel (englisch) IT-Security Lab

Empfohlen für: 1./2./3. Semester

Verantwortlich Professur für Data Privacy and Security

Dauer 1 Semester

Modulturnus unregelmäßig

Lehrformen • Praktikum "IT-Sicherheit" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science
• Kernmodul der Praktischen Informatik im M.Sc. Informatik

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, Angriffe auf IT-Systeme aktiv zu verstehen, Gegenmaßnahmen zu erarbeiten und durchzusetzen.

Die Studierenden sind anschließend imstande, Sicherheitslücken selbstständig zu identifizieren, Angriffe zu implementieren und Sicherheitstechniken zu entwickeln.

Sie lernen arbeitsteilig und effizient im Team zu arbeiten, Probleme zu identifizieren und zielgerichtet zu lösen.

Inhalt Das Praktikum ist zweigeteilt. Im ersten Teil werden die Studierenden schrittweise an grundlegende Techniken und Werkzeuge herangeführt, mit einem direkten Anschluss an die im Modul „Grundlagen der IT-Sicherheit“ vermittelten Konzepte. Dabei kommen insbesondere Analysewerkzeuge für Programme und Netzwerkverkehr zum Einsatz, sowie typische Werkzeuge für Penetrationstests. Im zweiten Teil werden die Werkzeuge und Techniken auf konkrete Sicherheitsobjekte angewendet. Dies beinhaltet auch das Programmieren von automatisierten Abläufen mit dem Ziel, Teilnetze nach Schwachstellen zu durchsuchen oder umfangreiche Netzwerk-Mitschnitte mit Verfahren aus dem Machine Learning zu analysieren. Die Studierenden organisieren sich dabei selbstständig in Teams, und erarbeiten konkrete Zielstellungen, Analyse- und Ausführungspläne. Die Studierenden dokumentieren dabei ihr Vorgehen und präsentieren ihre Zwischenstände und Ergebnisse.

Das Praktikum richtet sich an Studierende, die entweder bereits Kenntnisse der IT-Sicherheit mitbringen oder dies im Rahmen der Vorlesung „Grundlagen der IT-Sicherheit“ parallel erwerben möchten.

Inhaltlich setzt das Praktikum detaillierte Kenntnisse und persönliches Interesse im Bereich Programmierung, Netzwerkprotokolle und Rechnernetze voraus, da beispielsweise Netzwerksniffer ohne diese Kenntnisse nicht sinnvoll eingesetzt werden können. Ein paralleler Erwerb dieser Kenntnisse ist didaktisch nicht

sinnvoll.

Ein Gespräch mit der Abteilung wird im Vorfeld zur Anmeldung empfohlen.

Teilnahmevoraussetzungen

vertiefte Kenntnisse im Bereich Programmierung (Python, Java, C oder C++), Netzwerkprotokolle und Rechnernetze sowie Grundkenntnisse in Machine Learning und in der IT-Sicherheit
Eine zeitgleiche Belegung des Moduls 10-201-2503 wird empfohlen.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (Präsentation (20 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen)), mit Wichtung: 1

Praktikum "IT-Sicherheit" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-201-2503	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen der IT-Sicherheit
Modultitel (englisch)	Introduction to IT-Security
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Data Privacy and Security
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen der IT-Sicherheit" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Grundlagen der IT-Sicherheit" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science • Kernmodul der Praktischen Informatik im M.Sc. Informatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe zu definieren, deren Spezifika zu benennen und zwischen ihnen zu unterscheiden - ausgewählte Bedrohungen der Computersicherheit zu erläutern und auf deren Gegenmaßnahmen einzugehen - Probleme der Netzwerksicherheit und dem Internet zu benennen - verbreitete Bewertungskriterien sicherer Software und System zu erläutern - ausgewählte Sicherheitsmodelle zu benennen und deren Eignung zu beurteilen - algorithmische Lösungsansätze zu erläutern und anzuwenden - im Rahmen des Security Engineering verschiedene Analysen zu erarbeiten
Inhalt	<p>Vorlesung "Grundlagen der IT-Sicherheit"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herangehensweisen, Modell, Konzepte und Verfahren der IT-Sicherheit - Bedrohungen und Angriffstechniken, z.B. Computerviren oder Pufferüberläufe - soziotechnische Bedrohungen wie Spam und Phishing - Gegenmaßnahmen wie Malwarescanner und Sandboxing - Internet- und Netzwerksicherheit - Herangehensweisen beim Security Engineering, z.B. BSI-Sicherheitsprozess - Sicherheitsmodelle, Standards und Zertifizierungen - Bewertungskriterien sicherer Software und Computersysteme <p>Übung "Grundlagen der IT-Sicherheit"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absicherung von Computersystemen - Kryptographie und deren Anwendungen - Security Engineering
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Grundlagen der IT-Sicherheit" (2SWS)
	Übung "Grundlagen der IT-Sicherheit" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2131	Wahlpflicht

Modultitel	Einführung in Soziale Netzwerke Kernmodul
Modultitel (englisch)	Introduction to Social Networks Key Module
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Rechnernetze und Verteilte Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Soziale Netzwerke" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 75 h Selbststudium = 105 h • Übung "Soziale Netzwerke" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kernmodul in Theoretischer Informatik im M. Sc. Informatik • Kernmodul in Praktischer Informatik im M. Sc. Informatik • M.Sc. Data Science (Ergänzungsbereich)
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul Soziale Netzwerke sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> - die mathematische Zusammenhänge und Verfahren sozialer Netzwerke sowie deren technischen Herausforderungen umfassend und anschaulich mündlich zu erläutern. - das Verständnis für mathematische Zusammenhänge und Verfahren sozialer Netzwerke zu erarbeiten, so dass Fragestellungen und Rechenaufgaben zu diesen mathematischen Zusammenhängen und Verfahren schriftlich bearbeitet bzw. gelöst werden können.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen Sozialer Netzwerke - Cold Start Problem und Viralität - Inhalts- und Strukturbasiert Empfehlungsverfahren - Konsumenten und Communities in sozialen Netzwerken - Metriken und Bewertung von Empfehlungsverfahren - Promotion Kampagnen und Spam-Erkennung - Angriffsresistente Empfehlungssysteme - Fallbeispiele: twitter, Instagram, YouTube, u.a.
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Rechnernetze" (10-201-2107), Modul "Internetanwendungen" (10-201-2106), Vertiefungsmodul "Rechnernetze und Internetanwendungen" (10-201-2102) oder gleichwertige Kenntnisse
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Soziale Netzwerke" (2SWS)
	Übung "Soziale Netzwerke" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2133	Wahlpflicht

Modultitel	Künstliche Neuronale Netze, Deep Learning, Maschinelles Lernen und Signalverarbeitung Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Artificial Neural Networks, Deep Learning, Machine Learning and Signal Processing In-Depth Module
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Neuromorphe Informationsverarbeitung
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Künstliche neuronale Netze und Maschinelles Lernen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Vorlesung "Signalverarbeitung und Deep Learning" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Seminar "KI" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Informatikmodul im M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik) • M.Sc. Data Science (Bereich Datenanalyse) • M.Sc. Informatik (Vertiefungsmodul) • M.Sc. Medizininformatik (Wahlpflichtbereich B)
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe aus den beiden Vorlesungen zu definieren und zu erklären - ausgewählte Verfahren und Algorithmen zu beschreiben und zu analysieren - algorithmische Lösungsansätze zu erklären und diese selbstständig auf Problemstellungen anzuwenden - Aufgabenstellung praktisch in Form eines Software-basierten Verfahrens zu lösen.
Inhalt	Die Studierenden sollen die grundlegenden überwachten und unüberwachten Lernverfahren und Algorithmen der Künstlichen Neuronalen Netze, des Deep Learnings und des Maschinellen Lernens sowie der Signalverarbeitung verstehen und die wesentlichen Lösungsansätze auf Problemstellung der industriellen und wissenschaftlichen Anwendungen anwenden können.
Teilnahmevoraussetzungen	Nicht für Studierende, die bereits am Kernmodul "Künstliche Neuronale Netze und Maschinelles Lernen" 10-202-2128 teilgenommen haben.
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Posterpräsentation (5 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (8 Wochen) im Seminar</i>	
	Vorlesung "Künstliche neuronale Netze und Maschinelles Lernen" (2SWS)
	Vorlesung "Signalverarbeitung und Deep Learning" (2SWS)
	Seminar "KI" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2137	Wahlpflicht

Modultitel	KI und Ethik Seminarmodul
Modultitel (englisch)	AI and Ethics Seminar Module
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Neuromorphe Informationsverarbeitung
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	• Seminar "AI and Ethics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Informatik: Seminarmodul • M.Sc. Bioinformatik • M.Sc. Medizininformatik • M.Sc. Data Science: Ergänzungsbereich
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einen wissenschaftlichen Text zur KI und Ethik zu analysieren, in eigenen Worten darstellen, - Inhalte aus solchen Texten geeignet aufbereitet darstellen - Fragestellung zu bearbeiten und zu diskutieren, - Eine wissenschaftliche Veröffentlichung zu verfassen, die den formellen Anforderungen einer Konferenz entspricht.
Inhalt	<p>Selbständige Bearbeitung einer aktuellen Forschungsarbeit zur KI und Ethik und Vortrag darüber.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lehrsprache: English oder Deutsch - Prüfungssprache: English oder Deutsch <p>Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis) oder zu Beginn der Veranstaltung durch den Dozenten/die Dozentin.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Kenntnisse im Bereich maschinelles Lernen / künstliche neuronale Netze sind empfehlenswert, aber nicht zwingend erforderlich
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (25 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (8 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "AI and Ethics" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2201	Wahlpflicht

Modultitel	Wissenschaftliche Visualisierung Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Scientific Visualization In-Depth Module
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Bild- und Signalverarbeitung
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Wissenschaftliche Visualisierung" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h • Praktikum "Wissenschaftliche Visualisierung" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Bioinformatik • M.Sc. Biologie • M.Sc. Data Science • M.Sc. Informatik • M.Sc. Medizininformatik • M.Sc. Wirtschaftspädagogik (zweites Fach Informatik) • Staatsexamen Lehramt Informatik
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Vertiefungsmodul Wissenschaftliche Visualisierung können die Studierenden alle Grundkonzepte der wissenschaftlichen Visualisierung skizzieren. Die Studierenden können beurteilen, welches wissenschaftliche Visualisierungsverfahren der für eine bestimmte Aufgabe am besten geeignete Ansatz ist. Die Studierenden können grundlegende Verfahren der wissenschaftlichen Visualisierung in Programmen selbständig implementieren.
Inhalt	<p>Das Modul umfasst eine Vorlesung und ein Praktikum, die beide zu belegen sind. Die wissenschaftliche Visualisierung beschäftigt sich mit der Nutzung der Computergrafik zur Generierung von Bildern und Animationen, die einer verbesserten Auswertung von Experimenten und Simulationen durch den Menschen dienen. Sie gehört in vielen Disziplinen zu den grundlegenden Techniken der Datenauswertung. Die Vorlesung behandelt vor allem Prinzipien, Methoden und erfolgreiche Beispiele zur Visualisierung von Felddaten, wie sie bei Simulationen und Messungen in Physik, Chemie, Meteorologie und den Ingenieurwissenschaften, aber auch der Medizin auftreten. Ferner werden Aspekte des Entwurfs von Visualisierungssystemen behandelt. Themen sind u. a. Datenpräsentation, Grundlagen aus Theorie und Anwendungsdomänen, direkte Visualisierung, geometrische Visualisierung, Direct Volume Rendering, topologische Visualisierung, struktur- und merkmalsorientierte Visualisierung, Visualisierungssysteme.</p> <p>Das Praktikum dient der eigenständigen Umsetzung von Verfahren aus der Vorlesung und aktuellen Publikationen, wobei auch Erfahrungen zur Entwicklung</p>

ganzer Visualisierungssysteme gewonnen werden.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (Präsentation (30 Min) mit schriftlicher Ausarbeitung) im Praktikum, Bearbeitungszeit (8 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Wissenschaftliche Visualisierung" (4SWS)
	Praktikum "Wissenschaftliche Visualisierung" (4SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2205	Wahlpflicht

Modultitel	Graphen und biologische Netze
Modultitel (englisch)	Graphs and Biological Nets
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Bioinformatik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Einführungsvorlesung Graphentheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 56 h Selbststudium = 86 h • Vorlesung "Aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich Graphen und biologische Netze" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 28 h Selbststudium = 43 h • Seminar "Seminar zur Spezialvorlesung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 28 h Selbststudium = 43 h • Praktikum "Praktikum" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 83 h Selbststudium = 128 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Biochemie • M.Sc. Bioinformatik • M.Sc. Biologie • M.Sc. Data Science • M.Sc. Medizininformatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Graphen und Biologische Netze" sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe und Konzepte der Graphentheorie zu formulieren und zu erklären, - biologische Fragestellungen als graphentheoretische Probleme zu modellieren und mithilfe geeigneter algorithmischer Ansätze zu lösen und - die Ergebnisse im Kontext der biologischen Fragestellung zu interpretieren und kritisch zu diskutieren.
Inhalt	<p>Grundvorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Eigenschaften von Graphen: Zusammenhang, Planarität, Kreise, Färbungen - Zufallsgraphen <p>Spezialvorlesung/ Seminar: aktuelle Forschungsthemen, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metabolische Netzwerke: Flussanalyse, Organisationen, Netzwerk-Evolution - Genregulationsnetzwerke: Dynamik, Stabilität, - Modelle komplexer biologischer Netzwerke: Wachsende Netzwerke, Skalenfreiheit, Selbstähnlichkeit <p>- Lehrsprache: englisch oder deutsch - Prüfungssprache: englisch oder deutsch</p> <p>Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg</p>

(Vorlesungsverzeichnis) oder zu Beginn der Veranstaltung durch den Dozenten/ die Dozentin.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Für die Vergabe von Leistungspunkten müssen alle vorgesehenen Studienleistungen erbracht sowie die Prüfungsleistung bestanden sein.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1 <i>Prüfungsvorleistung: • Referat (30 Min.) im Seminar, • Praktikumsleistung als schriftliche Ausarbeitung im Praktikum, Bearbeitungszeit 8 Wochen</i>	
	Vorlesung "Einführungsvorlesung Graphentheorie" (2SWS)
	Vorlesung "Aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich Graphen und biologische Netze" (1SWS)
	Seminar "Seminar zur Spezialvorlesung" (1SWS)
	Praktikum "Praktikum" (3SWS)

* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2207	Wahlpflicht

Modultitel Sequenzanalyse und Genomik

Modultitel (englisch) Sequence Analysis and Genomics

Empfohlen für: 1./3. Semester

Verantwortlich Professur für Bioinformatik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung mit integrierter Übung "Vorlesung Sequenzanalyse und Genomik" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 84 h Selbststudium = 129 h
- Vorlesung "Spezialvorlesung Sequenzanalyse und Genomik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 28 h Selbststudium = 43 h
- Praktikum "Sequenzanalyse und Genomik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 68 h Selbststudium = 128 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul im M.Sc. Biochemie
- M.Sc. Bioinformatik
- Wahlpflichtmodul im M.Sc. Biologie
- M.Sc. Data Science
- Vertiefungsmodul im M.Sc. Informatik
- M.Sc. Medizininformatik
- M.Sc. Wirtschaftspädagogik (zweites Fach Informatik)
- Lehramt Informatik

Ziele

Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Sequenzanalyse und Genomik" sind die Studierenden in der Lage

- Sequenzdaten im biologischen Kontext zu interpretieren,
- die grundlegenden Algorithmen zum Sequenzvergleich in hinreichender Tiefe zu verstehen, um die geeigneten Werkzeuge für konkrete Anwendungen auszuwählen,
- die grundlegenden Algorithmen zum Sequenzvergleich anzuwenden und in einfacher Weise zu modifizieren,
- einfache Aufgabenstellungen aus der vergleichenden Genomik eigenständig zu bearbeiten und
- die Ergebnisse der praktischen Arbeit zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind:

Vorlesung "Sequenzanalyse und Genomik":

- Exakte und approximative Suche in Sequenzdaten
- lokale und globale Alignierung von Sequenzen
- Phylogenetische Rekonstruktion in Theorie und Praxis

Eine Spezialvorlesung wird auf einem der folgenden Themengebiete angeboten:

- "Evolutionäre Algorithmen": Kombinatorische Optimierungs-Probleme; Simulated Annealing; Werte-Landschaften; Genetische Algorithmen; Genetic Programming
- "Hidden-Markov-Modelle in der Bioinformatik": Grundlagen von HMMs: Baum-

Welch- und Viterbi-Algorithmus; Parameterschätzung; paarweise Alignments mit HMMs; Profile-HMMs für Sequenzfamilien; multiple Alignments mit Lernen von Profile-HMMs.

- "Präbiotische Evolution": Astrophysikalische Grundlagen; Präbiotische Chemie; Chemische Reaktionsnetzwerke; Die RNA Welt und alternative Szenarien; Mathematische Modelle: Quasispecies, Hyperzyklus, und Co.; Der Genetische Code
- "Populationsgenetik": Einführung in die theoretischen Grundlagen und die Werkzeuge der Populationsgenetik sowie der Populationsgenomik.
- "Hochdurchsatzsequenzierung": Bioinformatische Definition von Genom und Gen; Erstellung und Auswertung von Omics-Daten wie Genome, Transcriptome und Proteome; Algorithmen zur Auswertung von großen Datenmengen aus der Hochdurchsatzsequenzierung, u.a. Hochgeschwindigkeitsalignmentsalgorithmen basierend auf Suffix Arrays und der Burrows Wheeler Transformation wie z.B. "BWA" und "BOWTIE"; Algorithmen zur Rekonstruktion von Genomen basierend auf De Bruijn Graphen.

Ein Praktikum wird auf einem der folgenden Themengebiete angeboten:

- "Nukleinsäuren": Praxisnaher Umgang mit Standard-Programmen (u.a. "blast", "clustal" und "muscle") zur genomweiten Suche und zum Sequenzvergleich; Suche nach strukturierter Information, wie z.B. proteinkodierenden Regionen, nicht-kodierenden RNAs oder regulatorischen Elementen in Genomen unter Zuhilfenahme aktueller Werkzeuge und Methoden (z.B. "Proteinortho", "RNAz" oder "Augustus"); Umgang mit Datenquellen wie dem "UCSC Genome Browser".
- "Phylogenetische Rekonstruktion": Rekonstruktion von Phylogenien mit Standard-Werkzeugen wie "phylip", "MEGA" oder "NeighborNet"; problemgerechte Auswahl einer Methode (Maximum Parsimony, Maximum Likelihood oder distanzbasiert); visuelle Darstellung von Ereignissen und Veränderungen auf evolutionären Zeitskalen (u.a. mit "TreeView" oder "iTOL")
- "Hochdurchsatzsequenzierung": Datenbanken und Standard-Dateiformate von Sequenzierdaten; Basisauswertung und Qualitätskontrolle von Daten aus Sequenzierungsexperimenten; Praktische Einführung in grundlegende Auswertungsprogramme wie "samtools", "bedtools" o.a. online zur Verfügung gestellten Auswertemethoden; Graphische Darstellung der Ergebnisse.
- "Populationsgenetik": Verfahren zur Analyse von Daten zu genetischen Polymorphismen und genomischer Diversität sowie mathematischer Modelle zur Modellierung von populationsgenetischen Effekten (wie Mutation, Drift und Selektion) in der Evolution.

In den Praktika wird zum selbstständigen Arbeiten angeleitet, nicht die Ergebnisse, sondern das Erstellen und Verfeinern von Lösungsansätzen stehen im Vordergrund. Die Umsetzung erfolgt über ein 2-wöchiges Blockpraktikum.

Eine Übung begleitet die Vorlesung, in der vorgestellte Algorithmen implementiert und vertieft und vorgestellte Programme angewandt werden.

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
- Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch

Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (15 Min.)</i>	
	Vorlesung mit integrierter Übung "Vorlesung Sequenzanalyse und Genomik" (3SWS)
	Vorlesung "Spezialvorlesung Sequenzanalyse und Genomik" (1SWS)
	Praktikum "Sequenzanalyse und Genomik" (4SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2303	Wahlpflicht

Modultitel	Logik in der Informatik
Modultitel (englisch)	Logic in Computer Science
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Grundlagen der Wissensrepräsentation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Logik in der Informatik" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 105 h • Übung "Logik in der Informatik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science: Ergänzungsbereich • M.Sc. Informatik: Kernmodul der Theoretischen Informatik
Ziele	Nach aktiver Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden vertraut mit den grundlegenden Konzepten und Resultaten der Logik in der Informatik. Sie können die Ausdrucksstärke und Komplexität einer Logik einschätzen und analysieren und für eine gegebene Anwendung eine geeignete Logik auswählen. Zudem sind sie in der Lage, typische Algorithmen für logische Schlussfolgerungsprobleme auszuführen, zu implementieren und an neue Logiken anzupassen.
Inhalt	<p>In diesem Modul werden Vorlesungen zu folgenden Themen angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortgeschrittene Themen der Logik Endliche Modelltheorie, Spiele, Sätze von Büchi, Fagin und Courcelle, 0/1-Gesetze - Datenbanktheorie Konjunktive Anfragen, Azyklizität, Beschränkte Baumweite, Datalog, probabilistische Datenbanken, Mappings und Views - Beschreibungslogik Ontologien, Subsumption, Komplexität, ALC und EL, Bisimulationen <p>Die Übungen sind vorlesungsbegleitend und ermöglichen eine eigenständige und vertiefende Beschäftigung mit dem Vorlesungsmaterial.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Logik" (10-201-2108-1) oder gleichwertige Kenntnisse
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Erwerb eines studienbegleitenden Übungsscheines (6 Übungsblätter mit Hausaufgaben, 1 Woche Bearbeitungszeit pro Übungsschein)*

	Vorlesung "Logik in der Informatik" (3SWS)
	Übung "Logik in der Informatik" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2345	Wahlpflicht

Modultitel **Software Engineering für KI-Systeme**

Vertiefungsmodul

Modultitel (englisch) Software Engineering for AI-enabled Systems

In-Depth Module

Empfohlen für: 1./3. Semester

Verantwortlich Professur für Softwaresysteme

Dauer 1 Semester

Modulturnus unregelmäßig

Lehrformen

- Vorlesung "Software Engineering für KI-Systeme" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 130 h
- Übung "Software Engineering für KI-Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
- Projekt "Software Engineering für KI-Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 110 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- Vertiefungsmodul M.Sc. Informatik
- Wahlpflichtmodul M.Sc. Data Science
- Ergänzungsbereich

Ziele

Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses sollten Studierende in der Lage sein

- Tradeoffs beim Entwerfen von Produkktivsystemen mit KI-Komponenten zu analysieren, verschiedene Qualitätseigenschaften zusätzlich zur Genauigkeit, wie z.B. Operationskosten, Latenz, Updatebarkeit, Erklärbarkeit zu analysieren;
- Produkktivsysteme, die robust gegenüber Fehlern von KI-Komponenten sind, zu implementieren;
- Fehlertolerante und skalierbare Daten-intensive Infrastrukturen zum Lernen, Ausliefern, Versionieren und Experimentieren von Modellen zu entwerfen;
- Qualität der gesamten Machine-Learning Pipeline durch Testautomatisierung und anderen Qualitätssichernden Techniken, einschließlich automatisierten Checks, Data Drifts, Feedback-Schleifen, sicher zu stellen;
- System zu bauen, die in Produktion getestet werden können und Deployment-Pipelines bauen, die vorsichtige Rollouts und Canary Testing ermöglichen
- Fairness, Ethik und Moral sowie Sicherheit beim Bauen von komplexen KI-basierten Systemen zu berücksichtigen
- Effektiv im Team, bestehend aus Softwaretechnikern und Data Analysten, zu kommunizieren.

After taking this course, among others, students should be able to

- analyze tradeoffs for designing production systems with AI-components, analyzing various qualities beyond accuracy such as operating cost, latency, updateability, and explainability
- implement production-quality systems that are robust to mistakes of AI components
- design fault-tolerant and scalable data infrastructure for learning models, serving

- models, versioning, and experimentation
- ensure quality of the entire machine learning pipeline with test automation and other quality assurance techniques, including automated checks for data quality, data drift, feedback loops, and model quality
- build systems that can be tested in production and build deployment pipelines that allow careful rollouts and canary testing
- consider fairness, and security when building complex AI-enabled systems
- communicate effectively in teams with both software engineers and data analysts

Inhalt

Der Kurs vermittelt Wissen zum Management, Anforderungsanalyse und Bau von Softwaresystemen, die eine signifikante Machine-Learning bzw. KI-Komponente beinhalten. Der Kurs diskutiert, wie man eine Idee zusammen mit einem KI-Modell (z.B. in Form von Skripten oder Jupyter Notebooks) aufgreift und dies als Teil eines skalierbaren, wartbaren Systems (z.B. App, Web Anwendung, IoT Anwendung) ausliefert. Anstelle des Fokus auf die Modellierung oder die KI Algorithmen zu legen, nimmt der Kurs eine Arbeitsbeziehung mit einem Data Scientists an und fokussiert auf das Design, Implementierung, Betrieb und Gewährleistung des umliegenden Softwaresystems. Insbesondere sind Inhalte hierbei Projekt- und Teammanagement, Anforderungsanalyse, Architektur von SW/ML Systemen, Experimente, MLOps, Testing und Deployment von KI-Systemen, Validität und Fairness.

Der Kurs zielt auf Softwaretechniker und -entwickler ab, die verstehen wollen, welche spezifischen Herausforderung beim Arbeiten mit KI-Komponenten existieren und an Datenwissenschaftlern, die verstehen wollen, wie man von einem Prototyp bzw. einfachen KI Modell in die Produktion geht. Der Kurs hilft somit bei der Kommunikation und Zusammenarbeit beider Rollen.

The course takes a software engineering perspective on managing, requirements engineering, and building software systems with a significant machine learning or AI component. It discusses how to take an idea and a model developed by a data scientist (e.g., scripts and Jupyter notebook) and deploy it as part of scalable and maintainable system (e.g., mobile apps, web applications, IoT devices). Rather than focusing on modeling and learning itself, this course assumes a working relationship with a data scientist and focuses on issues of design, implementation, operation, and assurance and how those interact with the data scientist's modeling. The content includes project and team management, requirements engineering for AI systems, architecture for SW systems, experimentation, MLOps, testing and deployment of AI-systems, validity and fairness.

This course is aimed at software engineers who want to understand the specific challenges of working with AI components and at data scientists who want to understand the challenges of getting a prototype model into production; it facilitates communication and collaboration between both roles.

Teilnahmevoraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme am Modul "Künstliche Neuronale Netze, Maschinelles Lernen und Signalverarbeitung" (10-202-2133) oder "Foundations of Machine Learning" (10-201-2315) oder eines gleichwertigen KI/ML-Moduls.

Literaturangabe

Building Intelligent Systems (Geof Hulton), Apress, ISBN-10: 1484234316.
 Building Machine Learning Powered Applications von Emmanuel Ameisen (ISBN: 9781492045113)
 ML Ops: Operationalizing Data Science von David Sweenor, Steven Hillion, Dan Rope, Dev Kannabiran, Thomas Hill, Michael O'Connell (ISBN: 9781492074656)
 Managing Data Science von Kirill Dubovikov (ISBN: 9781838826321)
 Accelerated DevOps with AI, ML & RPA: Non-Programmer's Guide to AIOps & MLOps von Stephen Fleming (ISBN: 978-1702763653)
 Agile-AI von Carlo Appugliese, Paco Nathan, William S. Roberts (ISBN: 9781492074977)
 Practical Fairness von Aileen Nielsen (ISBN: 9781492075738)
 Machine Learning Logistics von Ted Dunning & Ellen Friedman (ISBN: 978-1-491-

99759-8)

Accelerate: The Science of Lean Software and DevOps: Building and Scaling High Performing Technology Organizations von Nicole Forsgren und Gene Kim und Jez Humble (ISBN: 978-1942788331)

Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Projektarbeit zu den Themen der Vorlesung, Bearbeitungszeit: 14 Wochen</i>	
	Vorlesung "Software Engineering für KI-Systeme" (4SWS)
	Übung "Software Engineering für KI-Systeme" (2SWS)
	Projekt "Software Engineering für KI-Systeme" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2353	Wahlpflicht

Modultitel **Advanced Topics in Software Engineering**

Modultitel (englisch) Advanced Topics in Software Engineering

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Abteilung Softwaresysteme

Dauer 1 Semester

Modulturnus unregelmäßig

Lehrformen • Seminar "Advanced Topics in Software Engineering" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Informatik (Seminarmodull)
• M.Sc. Data Science (Ergänzungsbereich)

Ziele

Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses sollten Studierende in der Lage sein

- Selbstständig fortgeschrittene Themen und Techniken aus der Wissenschaft im Bereich der Softwaretechnik zu recherchieren, analysieren, zusammenfassen und bewerten
- Wissenschaftliche Methodologien bei der Aufbereitung des Themas anwenden, so dass systematisch, valide und fundiert ein Thema selbstständig aufbereitet werden kann
- Komplexe Themen der Softwaretechnik verstehen
- Vorträge und Ausarbeitungen selbstständig verfassen und vortragen zu können und dabei Soft Skills, wie z.B. solides, ansprechendes Foliendesign, Vortragshaltung und tiefe der Präsentation und Ausarbeitung umsetzen zu können

Students should be able after the successful complete of the course to:

- Survey, analyze, summarize, evaluate, and review advanced techniques and topics from software engineering research in an independent and autonomous manner
- Know and apply research methodologies on your own for a topic in a systematic, sound, reliable way
- Understand complex topics in software engineering
- Independently conduct and give presentations and scientific work and, this way, be able to produce excellent and deep slides, presentations, and essays.

Inhalt

Das Seminar wird wechselnde und moderne Methoden der Softwaretechnikforschung aufbereiten und analysieren. So werden Themen in den Bereichen Automated Software Engineering, KI-basiertes Software Engineering und Trends in Software Engineering Konferenzen adressieren. Dabei kann eine Mixtur von Aufbereitungsarten vorkommen, wie z.B. Literaturrecherchen (bei dem dutzende bis hunderte von Artikeln recherchiert, zusammengefasst und aufbereitet werden), Spezialanalysen (bei denen systematisch Forschungspapiere, Tools und Frameworks von bestimmten Themen in der Tiefe aufbereitet werden) und Implementierungen (bei denen z.B. Replikationen von bestehenden Arbeiten oder das Ausimplementieren von neueren Arbeiten vorgenommen werden).

This seminar will review and analyze changing, modern methods and techniques from software engineering research. Exemplary topics may include automated software engineering, AI-based software engineering, and recent trends in software engineering conferences. In this regard, we will have a mixture of different types of approaches for doing the seminar, such as literature reviews (in which dozens to hundreds of papers are reviewed and summarized), special topic analysis (in which research papers, tools, and frameworks for a specific topic are systematically analyzed), and implementations (in which concrete coding is performed for, e.g., the replication of existing work or the implementation of novel techniques).

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
- Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch.

Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (25 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Advanced Topics in Software Engineering" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-DIH-0001	Wahlpflicht

Modultitel	Verfahren und Anwendungen in den Digital Humanities
Modultitel (englisch)	Methods and Applications in the Digital Humanities
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Juniorprofessur für Computational Humanities
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Einführung in grundlegende Verfahren und Anwendungen der Digital Humanities" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Praktischer Einsatz von Verfahren und Anwendungen in den Digital Humanities" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Praktikum "Projektarbeit" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 120 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science • M.Sc. Digital Humanities • M.Sc. Journalismus
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Verfahren und Anwendungen in den Digital Humanities" sind die Studierenden in der Lage:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) grundlegende Forschungsfelder und Forschungsansätze sowie auch aktuelle Trends und Herausforderungen in den Digital Humanities zu skizzieren, 2) konkrete Methoden und Tools zur Durchführung von Digital Humanities-Forschungsprojekten korrekt anzuwenden, 3) zu entscheiden, welches Verfahren der für eine Aufgabe am besten geeignete Ansatz ist.
Inhalt	<p>Das Modul umfasst eine Vorlesung zur Einführung in grundlegende Verfahren und Anwendungen in den Digital Humanities. Diese Verfahren und Anwendungen werden in einer begleitenden Übung praktisch erprobt und in einem Praktikum von den Studierenden in Projektarbeiten eigenständig angewandt.</p> <p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theoretische Grundlagen der Digital Humanities - Kurzer geschichtlicher Überblick zu Methoden und Anwendungen in den Digital Humanities - Aktuelle Trends und Herausforderungen in den Digital Humanities - Typische Tätigkeiten und Arbeitsabläufe in einem Digital Humanities-Projekt - Systematisierung bestehender Methoden und Anwendungen - Vorstellen konkreter Methoden aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Text, Bild, Musik, etc.) der Digital Humanities. <p>Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau einer grundlegenden "Digital Humanities"-Toolbox und praktische Anwendung der Verfahren und Anwendungen aus der Vorlesung

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit: schriftliche Ausarbeitung (8 Wochen) und Präsentation (30 Min.), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Einführung in grundlegende Verfahren und Anwendungen der Digital Humanities" (2SWS)
	Übung "Praktischer Einsatz von Verfahren und Anwendungen in den Digital Humanities" (2SWS)
	Praktikum "Projektarbeit" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-BI01	Wahlpflicht

Modultitel	Statistisches Lernen
	Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Statistical Learning
	In-Depth Module
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Integrative Bioinformatik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • E-Learning-Veranstaltung "Grundlagen des statistischen Lernens" (0 SWS) = 0 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 60 h • Seminar "Grundlagen des statistischen Lernens" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h • Übung "Statistisches Lernen mit R" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Bioinformatik • M.Sc. Data Science • M.Sc. Digital Humanities • M.Sc. Informatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Statistisches Lernen" sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Verfahren der Statistik korrekt anzuwenden, - verschiedene Verfahren des Maschinellen Lernens zu erklären, zu vergleichen, und zu komplexen Workflows zu verbinden und - Workflows der (bio)informatischen Datenanalyse in der Statistiksprache R zu implementieren.
Inhalt	<p>Seminar und Praktikum "Grundlagen des statistischen Lernens"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wahrscheinlichkeitsbegriff, deskriptive Statistik, Verteilungen, statistisches Testen - Statisches Lernen, lineare Regression, Klassifikation - Resampling-Methoden, Modellwahl, Regularisierung - Supervised und unsupervised (machine) learning, Dimensionsreduktion - Explorative Datenanalyse - Hochdimensionale systembiologische Daten, multiples Testen - Einführung in die reproduzierbare Datenanalyse und Programmieren in R anhand von Beispieldatensätzen - Storytelling with data
Teilnahmevoraussetzungen	Grundkenntnisse in Statistik oder Biometrie oder gleichwertige Kenntnisse
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (10 elektronische Testate (Bearbeitungsdauer je 3 Tage))</i>	
	E-Learning-Veranstaltung "Grundlagen des statistischen Lernens" (0SWS)
	Seminar "Grundlagen des statistischen Lernens" (2SWS)
	Übung "Statistisches Lernen mit R" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS01	Pflicht

Modultitel Skalierbare Datenbanktechnologien 1

Modultitel (englisch) Scalable Database Technologies 1

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Professur für Informatik (Datenbanken)

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Skalierbare Datenbanktechnologien 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Vorlesung "Skalierbare Datenbanktechnologien 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Skalierbare Datenbanktechnologien" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science

Ziele

Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Skalierbare Datenbanktechnologien 1" sind die Studierenden in der Lage verschiedene verteilte und parallele Datenmanagementsysteme anzugeben.

Sie können Eigenschaften und Architekturen von Integrationssystemen sowie Techniken zur Anfragebearbeitung und -optimierung in verteilten und parallelen Datenbanksystemen erklären.

Die Studierenden sind imstande wissenschaftliche Publikationen aus dem Bereich moderne Datenbanktechnologien, Cloud und Big Data zu erläutern und zu präsentieren.

Sie vermögen aktuelle Datenbanktechnologien selbständig in einer schriftlichen Ausarbeitung zu beurteilen.

Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Ansätze in der Gruppe zu diskutieren.

Inhalt

Es werden mindestens zwei der folgenden Vorlesungen angeboten. Zwei Vorlesungen und das Seminar werden ausgewählt.

Vorlesung Mehrrechner-Datenbanksysteme

- Klassifikation von Mehrrechner-DBS
- Architektur von Verteilten DBS
- Datenverteilung
- Verteilte und parallele Anfrageoptimierung
- Transaktionsverwaltung in Verteilten DBS
- Replizierte DBS
- Cluster-DBS (Shared Disk).

Vorlesung Cloud Data Management

- Cloud Computing, Infrastrukturen und Dienste
- Verteilte Dateisysteme
- MapReduce Konzept, MapReduce im Kontext von Datenbanken
- Anwendungsimplementierung in verteilten Umgebungen und
- Optimierungstechniken
- Large-scale Datenanalyse, Analyse-Frameworks

Vorlesung Data Mining

- Skalierbare Algorithmen zur Analyse von großen Datenmengen
- Arbeit mit hochdimensionalen Daten
- Analyse von Datenströmen
- Netzwerkanalyse
- Assoziationsregeln, Clusteranalyse, Empfehlungsdienste
- Large-Scale Machine Learning

Vorlesung Implementierung von Datenbanksystemen I

- Aufbau von DBS (Schichtenmodell)
- Externspeicherverwaltung: Dateiverwaltung, Einsatz von Speicherhierarchien,
- Disk-Arrays, nicht-flüchtige Halbleiterspeicher
- Pufferverwaltung: Lokalität, Speicherallokation, Seitenersetzung
- Satzverwaltung: Satzadressierung, lange Felder, Column stores
- Indexstrukturen für DBS: B-Bäume, Hash-Verfahren, Grid-File, Text-Indizes, etc.
- Implementierung relationaler Operationen: Selektion, Joins, Sortierung
- Anfragebearbeitung: Übersetzung/Interpretation, Query-Optimierung.

Seminar Forschungsseminar Datenbanken

- Präsentieren und Diskussion von Arbeiten aus dem Gebiet der Datenbanktechnologie oder verwandten Gebieten
- Die Themenstellung richtet sich nach den aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Datenbanktechnologie bzw. verwandten Gebieten.
- Im Rahmen des Seminars ist eine Ausarbeitung zu einem Teilthema anzufertigen und über ihren Inhalt vorzutragen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Skalierbare Datenbanktechnologien 1" (2SWS)
	Vorlesung "Skalierbare Datenbanktechnologien 2" (2SWS)
	Seminar "Skalierbare Datenbanktechnologien" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS201	Wahlpflicht

Modultitel **Mathematische Grundlagen der Datenanalyse**

Modultitel (englisch) Mathematical Foundations of Data Analysis

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Humboldt Professur für Künstliche Intelligenz

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Mathematische Grundlagen der Datenanalyse" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Mathematische Grundlagen der Datenanalyse" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science: Bereich Datenanalyse

Ziele

Nach der aktiven Teilnahme am sind die Studierenden in der Lage

- die Definitionen der Standardbegriffe der Datenwissenschaft und die damit verbundenen mathematischen Begriffe zu verstehen
- die mathematischen Beweise für die Funktionsweise häufig verwendeter Techniken zu verstehen
- die Algorithmen zu implementieren und Beispiele mit einem Computerprogramm (Julia) zu berechnen
- eine wissenschaftliche Präsentation zu halten

After actively taking part in the course, the students should understand

- The definitions of the standard tools in Data science, and understand the connections to the underlying mathematical ideas.
- Understand the mathematical proofs of how commonly used techniques work.
- Implement the algorithms and compute examples with a computer program.
- Present material beyond the class material through a project.

Inhalt

Lineare Algebra

- Unterräume
- Orthogonalität
- die Pseudo-inverse
- die Singluarwertzerlegung

Wahrscheinlichkeitstheorie

Thematische Schwerpunkte

- Netzwerkanalyse: Graphen und Laplace Matrix, das Spektrum eines Graphen, Markov-prozesse in Netzwerken, und Zentralitätsmaße. (2)
- Maschinelles Lernen: Daten, Modelle, Lernen, Regression im Statistischen Modell, Principal Component Analysis (Methode zur Dimensionsreduktion), und Support Vector Machines (Methode zur binären Klassifikation)
- Topologisch Datenanalyse: Simpliziale Komplexe und Homologie
- Matrizen und Tensoren: Matrizen von niedrigem Rang und Tensoren

Das Modul wird in englischer Sprache gehalten. Lehr- und Prüfungssprache ist

englisch.

Linear Algebra

- Subspaces
- Orthogonality
- The Pseudoinverse
- Singular value decomposition

Probability Theory

Afterwards we have 4 Thematic topics

- Network Analysis: graphs and the Laplace matrix, the spectrum of a graph, Markov processes in networks, centrality measures.
- Machine Learning: data, models, learning, regression in statistical models, principle component analysis (methods of dimension reduction), and support vector machines (methods of binary classification)
- Topological Data Analysis: simplicial complexes and homology
- Matrices and Tensors: matrices of low rank and tensors

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Projektarbeit (8 Wochen) mit schriftlicher Ausarbeitung</i>	
	Vorlesung "Mathematische Grundlagen der Datenanalyse" (2SWS)
	Seminar "Mathematische Grundlagen der Datenanalyse" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS204	Wahlpflicht

Modultitel Optimization in Machine Learning and AI

Modultitel (englisch) Optimization in Machine Learning and AI

Empfohlen für: 1./3. Semester

Verantwortlich Humboldt-Professur für Künstliche Intelligenz

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Optimization in Machine Learning and AI" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Optimization in Machine Learning and AI" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science (Datenanalyse)

Ziele

Nach aktiver Teilnahme am Kurs sind die Studierenden in der Lage:

- die grundlegenden mathematischen Konzepte der konvexen Optimierung zu verstehen
- den Unterschied zwischen Online- und Offline-Optimierungsverfahren zu verstehen
- die Leistung von Optimierungsalgorithmen aus der Perspektive des statistischen Lernens zu analysieren
- Optimierungsmethoden auf Probleme des maschinellen Lernens anzuwenden
- Git für das Gruppenprojekt zu verwenden

Inhalt

- Einführung in die Konvexität
- Einführung in Programmierprobleme
 - Lineare Programme
 - Quadratische Programme
- Primäre und duale Probleme und die primäre duale Lücke
- Stochastische Optimierungsprobleme
- Optimierung in massiven modernen KI-Werkzeugen
- Fehleranalyse
- Numerische Optimierungsverfahren
 - Zeilensuchalgorithmus
 - Naiver Gradientenabstieg
 - Verbesserung des Gradientenabstiegs-Algorithmus
 - Taylor-Erweiterung und Newtonsche Methode von 1d bis nd

Das Modul wird in englischer Sprache gehalten. Lehr- und Prüfungssprache ist Englisch.

- Introduction to convexity
- Introduction to Programming problems
 - Linear programs
 - Quadratic programs
- Primal and dual problems and the primal dual gap

- Stochastic optimization problems
- Optimization in massive modern AI tools
- Error analysis
- Numerical optimization methods
 - Line search algorithm
 - Naive Gradient Descent
 - Improving the Gradient Descent algorithm
 - Taylor expansion and Newton's Method from 1d to nd

Teilnahmevoraussetzungen

Kenntnisse der Grundrechenarten, Statistik und Algorithmus werden empfohlen.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 2	Vorlesung "Optimization in Machine Learning and AI" (2SWS)
Posterpräsentation (5 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (8 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Optimization in Machine Learning and AI" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS401	Wahlpflicht

Modultitel	Computational Modeling in Human-Computer Interaction
Modultitel (englisch)	Computational Modeling in Human-Computer Interaction
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Junior Research Group Computational Interaction and Mobility, ScaDS.AI
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Computational Interaction and User Modeling" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h • Seminar "Computational Interaction and User Modeling" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 105 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science (Bereich Datenanalyse/Machine Learning) • M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik) • M.Sc. Informatik (Kernmodul der angewandten und praktischen Informatik)
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aktuelle wissenschaftliche Arbeiten im Bereich des Computational Modelings in der Mensch-Maschine Interaktion (HCI) systematisch aufzuarbeiten und zu analysieren - Eigene KI-basierte Modelle zur Evaluation von Nutzerschnittstellen oder zur Modellierung des menschlichen Interaktionsverhaltens zu entwickeln - Eine wissenschaftliche Veröffentlichung zu verfassen, die den formellen Anforderungen einer internationalen Konferenz entspricht.
Inhalt	<p>Dieses Modul bietet eine Einführung für Studierende, die ein grundlegendes, aber anwendbares Verständnis von computergestützten Ansätzen im Gebiet der Mensch-Maschine Interaktion (HCI) suchen und selbst ein eigenständiges Forschungsprojekt im Bereich der computergestützten Nutzermodellierung durchführen wollen. Die initialen Vorlesungen geben einen kompakten Überblick über den Forschungsbereich der Mensch-Maschine Interaktion und stellen aktuelle Forschungshighlights vor. Weiterhin wird den Studierenden ein Basiswissen des wissenschaftlichen Schreibens vermittelt. Basierend auf diesen Grundlagen werden die Studierenden in Gruppen eigenständige Forschungsarbeiten verfassen.</p> <p>Das Modul wird mit 4-5 Vorlesungen zu den folgenden Themen eingeleitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to HCI - Computational Interaction and User Modeling - Current Research Trends in Computational Interaction - Scientific Writing <p>Mit diesen Vorlesungen wird den Studierenden ein grundlegendes Verständnis vermittelt, welche Bedeutung die Nutzermodellierung für den Bereich der Mensch-Maschine Interaktion hat, wo die Potenziale von computergestützten Modellen liegen und wie wissenschaftliche Arbeiten verfasst werden.</p>

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
 - Prüfungssprache: Englisch
- Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

- Grundkenntnisse in Python erforderlich und Kenntnisse von ML Frameworks (bspw., Pytorch, Tensorflow, Keras) wünschenswert
- Teilnahme an mindestens einem der folgenden Module: 10-202-2133, -2345, -2135.

Literaturangabe

- Oulasvirta et al., "Computational Rationality as a Theory of Interaction": <https://doi.org/10.1145/3491102.3517739>
- Howes et al., "Towards machines that understand people", <https://doi.org/10.1002/aaai.12116>
- Banovic et al., "Modeling and Understanding Human Routine Behavior", <https://doi.org/10.1145/2858036.2858557>
- Ebel et al., "On the forces of driver distraction: Explainable predictions for the visual demand of in-vehicle touchscreen interactions", <https://ciao-group.github.io/papers/Paper2.pdf>
- HCI Lectures: <https://hci-lecture.org>

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Computational Interaction and User Modeling" (1SWS)
	Seminar "Computational Interaction and User Modeling" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS501	Wahlpflicht

Modultitel **Advanced Deep Learning**

Modultitel (englisch) Advanced Deep Learning

Empfohlen für: 1./3. Semester

Verantwortlich Professur für Datenbanken

Dauer 1 Semester

Modulturnus unregelmäßig

Lehrformen

- Vorlesung "Advanced Deep Learning" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Advanced Deep Learning" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- M.Sc. Data Science (Datenanalyse)
- M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik)
- M.Sc. Informatik (Kernmodul der angewandten Informatik)

Ziele

Nach aktiver Teilnahme an diesem Kurs sollten die Lernenden in der Lage sein:

1. Fortgeschrittene Konzepte und Modelle im Deep Learning zu definieren und zu erklären,
2. Den Zusammenhang zwischen den geometrischen Eigenschaften des Datendomäne und den Netzwerkmodellen (induktive Verzerrungen) zu definieren und zu erklären,
3. Fortgeschrittene Anwendungsbereiche des Deep Learning (wie Graph-Learning, Deep Generative Modeling, unüberwachtes Repräsentationslernen oder Reinforcement Learning) zu verstehen und zu erklären,
4. Eine wissenschaftliche Publikation im Bereich Deep Learning zu verstehen und zu erklären,
5. Eine wissenschaftliche Präsentation zu halten,
6. Eine wissenschaftliche Publikation vorzubereiten und zu verfassen.

After actively participating in this course, learners should be able to

1. Define and explain advanced concepts and models in Deep Learning,
2. Define and explain the link between the geometric properties of the data domain and network models (inductive biases),
3. Understanding and explain advanced deep learning application domains (such as graph learning, deep generative modelling, unsupervised representation learning, or Reinforcement Learning),
4. Understand and explain a scientific publication in the field of Deep Learning,
5. Give a scientific presentation,
6. Prepare and write a scientific publication.

Inhalt

Diese Vorlesung behandelt fortgeschrittene Themen des Deep Learning, beginnend mit den Besonderheiten innerhalb des maschinellen Lernens. Es werden fortgeschrittene überwachte Modelle wie Residualnetze, Transformatoren und graphische neuronale Netze untersucht. Anschließend werden wir uns mit fortgeschrittenen unüberwachten und generativen Modellen beschäftigen, darunter

GANs, VAEs und Diffusionsmodelle, bevor wir mit Deep Reinforcement Learning und ethischen Überlegungen zum Deep Learning abschließen.

Empfohlene Vorkenntnisse: Die Studierenden sollten in die Grundlagen des Deep Learning und des maschinellen Lernens eingeführt worden sein, typischerweise durch eine Einführungsvorlesung oder einen Kurs. Ein allgemeines Verständnis grundlegender Konzepte der linearen Algebra und der Wahrscheinlichkeitsrechnung wird ebenfalls erwartet, tiefgreifende Kenntnisse sind jedoch nicht erforderlich.

This lecture covers advanced topics in deep learning, beginning with its distinctive features within the field machine learning. It explores advanced supervised models like residual networks, transformers, and graph neural networks. We will then go into advanced unsupervised and generative models, including GANs, VAEs, and diffusion models, before concluding with deep reinforcement learning and ethical considerations in deep learning

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache abgehalten. Die Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungs-
punkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Präsentation (15 min) mit schriftlicher Ausarbeitung (8 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Advanced Deep Learning" (2SWS)
	Seminar "Advanced Deep Learning" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	07-202-2302	Wahlpflicht

Modultitel	Multivariate Datenanalyse und Data Mining
Modultitel (englisch)	Multivariate Statistics and Data Mining
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Statistik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • E-Learning-Veranstaltung "Multivariate Datenanalyse und Data Mining" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 140 h Selbststudium = 200 h • Übung "Multivariate Datenanalyse und Data Mining" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science • M.Sc. Volkswirtschaftslehre (Economics)
Ziele	<p>Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen, d.h. Verfahren zur Dimensionsreduktion, Clusteranalyse, Diskriminanzanalyse, Klassifikations- und Assoziationsverfahren und künstliche neuronale Netze sowie den aktuellen Stand der Forschung im Bereich der Multivariaten Statistik sowie des Data Mining darstellen und beschreiben.</p> <p>Sie sind in der Lage, selbständig geeignete Methoden zur Lösung volks- und betriebswirtschaftlicher Problemstellungen auszuwählen, anzuwenden sowie die ermittelten Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu bewerten. Hierbei erweitern sie ihren Wissensstand neben statistischen Ansätzen um aus der Informatik entlehnte Methoden des Maschinenlernens.</p> <p>Die Studierenden können in Übungen die Charakteristika umfangreicher multivariater Datensätze erkennen, mittels geeigneter Methoden die Anzahl der zu analysierenden Dimensionen reduzieren sowie mittels Klassifikations- und Assoziationsverfahren Ähnlichkeiten und komplexe Zusammenhänge in den Daten offenlegen. Sie sind in der Lage, die Statistiksoftwarepakete R und SPSS als Werkzeuge statistischer Analysen einzusetzen und ihre erzielten Ergebnisse kritisch auszuwerten.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Aufgaben, Ziele und Konzepte multivariater Analysen - Methoden der multivariaten Statistik: Hauptkomponenten- und Faktorenanalyse, Clusteranalyse, Diskriminanzanalyse - Methoden des Maschinenlernens: Klassifikationsbäume, Assoziationsregeln, Künstliche Neuronale Netze
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	E-Learning-Veranstaltung "Multivariate Datenanalyse und Data Mining" (4SWS)
	Übung "Multivariate Datenanalyse und Data Mining" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2104	Wahlpflicht

Modultitel	Neuromorphe Informationsverarbeitung Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Neuromorphic Information Processing In-Depth Module
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Neuromorphe Informationsverarbeitung
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Neuronal Computing" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Vorlesung "Neurobionische Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Spikende Neuronale Netze" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 120 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik) • M.Sc. Data Science (Bereich Datenanalyse) • Vertiefungsmodul im M.Sc. Informatik • Lehramt Informatik • M.Sc. Medizininformatik (Wahlpflichtbereich B) • Wahlpflichtmodul im M.Sc. Wirtschaftsinformatik • M.Sc. Wirtschaftspädagogik (zweites Fach Informatik)
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe aus den beiden Vorlesungen zu definieren und zu erklären - ausgewählte Verfahren und Algorithmen zu beschreiben und zu analysieren - algorithmische Lösungsansätze zu erklären und diese selbstständig auf Problemstellungen anzuwenden - Aufgabenstellungen praktisch in Form eines Software-basierten Verfahrens zu lösen.
Inhalt	<p>Vorlesung "Neuronal Computing"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informationstheorie - Neurone als Rechner - Bidirektionale Kontaktierung von Neuronen - Signalverarbeitung von Nervensignalen - Modular und Population Coding - Unitary Events Analysis - Nerven-Maschine-Schnittstellen <p>Vorlesung "Neurobionische Systeme"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funktionsweise Neurone - Grundorganisation Gehirn - Funktionsweise Synapsen

- Neuronale Netze
- Selbstorganisation
- Bioanaloge/Bioinspirierte neuronale Netze
- Anwendungen bionischer Systeme

Seminar "Spikende Neuronale Netze"

- Anwendung der wesentlichen Lösungsansätze auf Problemstellung der industriellen und wissenschaftlichen Anwendungen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Posterpräsentation (5 Min. Präsentation) mit schriftlicher Ausarbeitung (8 Wochen) im Seminar</i>	
	Vorlesung "Neuronal Computing" (2SWS)
	Vorlesung "Neurobionische Systeme" (2SWS)
	Seminar "Spikende Neuronale Netze" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2138	Wahlpflicht

Modultitel	Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen
Modultitel (englisch)	Artificial Intelligence in Healthcare
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Neuromorphe Informationsverarbeitung
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h • Praktikum "Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Informatik (Kernmodul im Bereich technische und angewandte Informatik) • M.Sc. Medizininformatik (Wahlpflichtbereich B) • M.Sc. Data Science (Ergänzungsbereich)
Ziele	<p>Nach aktiver Teilnahme am Modul "Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen" sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung von Machine Learning in Medizin zu erläutern - Mögliche Probleme bei solchen Anwendungen zu identifizieren - Ethische Bedenken zu diskutieren - künstliche neuronale Netze-/Machine Learning-Verfahren und Algorithmen zu beschreiben und selbständig zu implementieren
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überwachte / Unüberwachte ML-Ansätze zur Verbesserung der Diagnose und Behandlung von Patienten - Beurteilung und Erklärbarkeit von ML-Modellen - Bias und Fairness - Personalisierte Medizin <p>Praktikum: Implementierung von konkreten Anwendungsfällen mit R/Python und Erstellung eines Berichts</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lehrsprache: Englisch oder Deutsch - Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch <p>Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Kenntnisse im Bereich maschinelles Lernen / künstliche neuronale Netze sind empfehlenswert.
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung im Praktikum (Implementierung von konkreten Anwendungsfällen mit R/Python und Erstellung eines kurzen Berichts), Bearbeitungszeit: 8 Wochen</i>	
	Vorlesung "Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen" (2SWS)
	Praktikum "Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2140	Wahlpflicht

Modultitel	Ausgewählte Verfahren und Techniken für Soziale Netzwerke Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Selected Methods and Techniques for Social Networks In-Depth Module
Empfohlen für:	2./4. Semester
Verantwortlich	Lehrstuhl Rechnernetze und Verteilte Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar "Soziale Netzwerke" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 120 h • Praktikum "Soziale Netzwerke" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 180 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Informatik (Vertiefungsmodul) • M.Sc. Data Science (Ergänzungsbereich)
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Ausgewählte Verfahren und Techniken für Soziale Netzwerke" sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wichtige Veröffentlichungen auf dem Gebiet Soziale Netzwerke zu verstehen, zusammenzufassen, sowie umfassend und anschaulich in einem Referat zu präsentieren, - mit anderen Studierenden über die Ergebnisse von wichtigen Veröffentlichungen zu diskutieren und - kooperativ im Team eigene Verfahren und Techniken für Soziale Netzwerke zu entwickeln und dazu passende Applikationen zu planen und zu implementieren. - im Rahmen einer Projektarbeit für eine komplexe Problemstellung im Bereich Soziale Netzwerke selbständig eine Softwarelösung zu entwerfen, fehlerfrei zu entwickeln und deren Ergebnisse umfassend zu testen und anschaulich zu präsentieren.
Inhalt	<p>Selbstständige Bearbeitung und Präsentation wegweisender Veröffentlichungen auf dem Gebiet soziale Netzwerke.</p> <p>Selbstständiger Entwurf und Entwicklung von Verfahren und Techniken für die Verbreitung digitaler Inhalte über soziale Netzwerke.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an mindestens einem der beiden Module 10-202-2127 oder 10-202-2131. Das Modul 10-202-2140 und die Module 10-202-2129 sowie 10-202-2130 schließen sich gegenseitig aus.
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit, mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (Bearbeitungsdauer 4 Wochen)</i>	
	Seminar "Soziale Netzwerke" (2SWS)
	Praktikum "Soziale Netzwerke" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2218S	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen Komplexer Systeme (S)
Modultitel (englisch)	Foundations of Complex Systems (S)
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Schwarmintelligenz und Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen Komplexer Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Grundlagen Komplexer Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kernmodul der Praktischen Informatik im M.Sc. Informatik • M.Sc. Data Science • Lehramt Informatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Grundlagen Komplexer Systeme" sind die Studierenden in Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe beispielhafter komplexe Systeme zu formulieren und zu erklären, - für mindestens ein ausgewähltes komplexe System (z.B. Schwarmssysteme, diskrete Simulationssysteme oder Zellularautomaten) grundlegende Funktionsprinzipien zu analysieren und - diese Funktionsprinzipien selbständig so einzusetzen, dass das System zur Lösung von Problemstellungen eingesetzt werden kann.
Inhalt	<p>Es muss eine der folgenden Vorlesungen und das Seminar gewählt werden.</p> <p>Vorlesung "Diskrete Simulation": Simulationsparadigmen, Grundlagen von Warteschlangen/Bediensystemen, Formale Modelle für Diskrete Ereignissysteme und Systemspezifikation, Ein- und Ausgabemodellierung, Simulationssprachen, Parallele/Verteilte Simulation.</p> <p>Vorlesung "Zellularautomaten": Berechnungsmächtigkeit, Selbstreproduktion, Schnelles Sortieren, Synchronisations- und Markierungsprobleme, Diskretisierung kontinuierlicher Systeme, Modellierung realer Phänomene.</p> <p>Vorlesung "Verfahren der Schwarm Intelligenz": Ameisenalgorithmen, Schwarmalgorithmen, Prinzipien der Selbstorganisation in biologischen Systemen und ihre Nutzung in der Informatik.</p> <p>Seminar "Grundlagen Komplexer Systeme": Das Seminar behandelt ergänzende Arbeiten zu den Themen der Vorlesungen und befasst sich mit aktuellen wissenschaftlichen Abhandlungen aus den komplexen Systemen.</p>

Teilnahmevoraussetzungen Die Module "Grundlagen Komplexer Systeme (S)" (10-202-2218S) und "Grundlagen Komplexer Systeme (V)" (10-202-2218V) schließen sich gegenseitig aus.

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Grundlagen Komplexer Systeme" (2SWS)
Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (2 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Grundlagen Komplexer Systeme" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2218V	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen Komplexer Systeme (V)
Modultitel (englisch)	Foundations of Complex Systems (V)
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Schwarmintelligenz und Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen Komplexer Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Vorlesung mit seminaristischem Anteil "Grundlagen Komplexer Systeme 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kernmodul der Praktischen Informatik im M.Sc. Informatik • M.Sc. Data Science • Lehramt Informatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Grundlagen Komplexer Systeme" sind die Studierenden in Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe beispielhafter komplexe Systeme zu formulieren und zu erklären, - für mindestens ein ausgewähltes komplexe System (z.B. Schwarmssysteme, diskrete Simulationssysteme oder Zellularautomaten) grundlegende Funktionsprinzipien zu analysieren und - diese Funktionsprinzipien selbständig so einzusetzen, dass das System zur Lösung von Problemstellungen eingesetzt werden kann.
Inhalt	<p>Es muss die Vorlesung mit seminaristischem Anteil "Verfahren der Schwarmintelligenz" sowie eine der beiden Vorlesungen "Diskrete Simulation" oder "Zellularautomaten" gewählt werden.</p> <p>Diskrete Simulation: Simulationsparadigmen, Grundlagen von Warteschlangen/Bediensystemen, Formale Modelle für Diskrete Ereignissysteme und Systemspezifikation, Ein- und Ausgabemodellierung, Simulationssprachen, Parallele/Verteilte Simulation.</p> <p>Zellularautomaten: Berechnungsmächtigkeit, Selbstreproduktion, Schnelles Sortieren, Synchronisations- und Markierungsprobleme, Diskretisierung kontinuierlicher Systeme, Modellierung realer Phänomene.</p> <p>Verfahren der Schwarm Intelligenz: Ameisenalgorithmen, Schwarmalgorithmen, Prinzipien der Selbstorganisation in biologischen Systemen und ihre Nutzung in der Informatik</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Die Module "Grundlagen Komplexer Systeme (S)" (10-202-2218S) und "Grundlagen Komplexer Systeme (V)" (10-202-2218V) schließen sich gegenseitig aus.

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Grundlagen Komplexer Systeme" (2SWS)
	Vorlesung mit seminaristischem Anteil "Grundlagen Komplexer Systeme 2" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2220	Wahlpflicht

Modultitel	Komplexe Systeme
	Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Complex Systems
	In-Depth Module
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Schwarmintelligenz und Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Komplexe Systeme I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Vorlesung "Komplexe Systeme II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Seminar "Komplexe Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science • M.Sc. Digital Humanities • Vertiefungsmodul im M.Sc. Informatik • M.Sc. Wirtschaftsinformatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Komplexe Systeme" sind die Studierenden in Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe beispielhafter komplexe Systeme zu formulieren und zu erklären, - für ausgewählte komplexe Systeme (z.B. Schwarmssysteme, diskrete Simulationssysteme oder Zellularautomaten) grundlegende Funktionsprinzipien zu analysieren, - Vor- und Nachteile verschiedener komplexer Systeme vergleichend zu diskutieren und - Funktionsprinzipien komplexer System selbständig auszuwählen und so einzusetzen, dass sie zum Lösen von Problemstellungen eingesetzt werden können.
Inhalt	<p>Es werden mindestens zwei der folgenden Vorlesungen angeboten:</p> <p>Diskrete Simulation: Simulationsparadigmen, Grundlagen von Warteschlangen/Bediensystemen, Formale Modelle für Diskrete Ereignissysteme und Systemspezifikation, Ein- und Ausgabegabemodellierung, Simulationssprachen, Parallele/Verteilte Simulation.</p> <p>Zellularautomaten: Berechnungsmächtigkeit, Selbstreproduktion, Schnelles Sortieren, Synchronisations- und Markierungsprobleme, Diskretisierung kontinuierlicher Systeme, Modellierung realer Phänomene.</p>

Verfahren der Schwarm Intelligenz:

Ameisenalgorithmen, Schwarmalgorithmen, Prinzipien der Selbstorganisation in biologischen Systemen und ihre Nutzung in der Informatik.

Teilnahmevoraussetzungen

Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn bereits das Modul 10-202-2218, 10-202-2218S oder 10-202-2218V absolviert wurde.

Die Module "Komplexe Systeme" (10-202-2220) und "Komplexer Systeme (P)" (10-202-2220P) schließen sich gegenseitig aus.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 2	Vorlesung "Komplexe Systeme I" (2SWS)
	Vorlesung "Komplexe Systeme II" (2SWS)
Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (2 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Komplexe Systeme" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2346	Wahlpflicht

Modultitel	Automated Software Engineering Vertiefungsmodul
Modultitel (englisch)	Automated Software Engineering In-Depth Module
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Softwaresysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	unregelmäßig
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • E-Learning-Veranstaltung "Advanced Software Engineering" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Advanced Software Engineering" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Recent Trends in Software Engineering" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefungsmodul M.Sc. Informatik • Wahlpflichtmodul M.Sc. Data Science, Ergänzungsbereich
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul Automated Software Engineering sind die Studierenden in der Lage verschiedene Aktivitäten in der Softwareentwicklung zu automatisieren. So sind Studierende durch das grundlegende Verständnis von fortgeschrittenen Softwaretechnologien und (meta-heuristischen) Optimierungstechniken in der Lage, Tests automatisiert zu generieren, optimale Softwarekonfigurationen automatisiert zu finden, und Software automatisiert zu analysieren bzw. durch Prompt Engineering zu generieren.</p> <p>Durch eine Mischung an Lehrformen werden unterschiedliche Qualifikationen erreicht. Die Videovorlesung „Advanced Software Engineering“ befähigt die Studierende Optimierungs- und Suchprobleme im Feld des Software Engineerings zu erkennen, auszuformulieren und zu lösen. Sie sind weiterhin in der Lage selbst Algorithmen zu implementieren und Zielfunktionen zu definieren. Sie erkennen selbstständig Problemfälle bei der Nutzung von KI in der Automatisierung der Softwareentwicklung und können diese durch verbessertes Prompting (d.h. Anfragen-Engineering) lösen. Darüber hinaus werden sie befähigt Analysen von Softwaresystemen bzw. Repositories durchzuführen für einen möglichen KI-Einsatz im Software Engineering.</p>
Inhalt	<p>Das Modul stellt Konzepte, Theorien und Algorithmen für metaheuristische Optimierungsverfahren vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Single-State Optimization (z.B., Hill Climbing, Simulated Annealing) - Multi-State Optimization (z.B., evolutionäre Algorithmen) - Multi-Dimensional Optimization (z.B. NSGA-II, IBEA) - Constraint Satisfaction Problem Solving

Das Modul vermittelt weiterhin moderne Softwareanalysetechniken und stellt neueste Verfahren des Prompt Engineerings und Designs vor.

Verzahnt werden diese Inhalte mit Themen des Software Engineerings (Konfigurationsoptimierung, Testgenerierung, Codeanalyse, etc.).

Darüber hinaus bzw. alternativ in Ausrichtung an neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen werden Grundlagen im Bereich von Software- und/oder Repositoryanalysen vermitteln.

Das Seminar stellt wechselnde Themenkomplexe bei der Automatisierung des Software Engineerings dar, wie z.B. Automatic Code Repair, Prompt Engineering und Design, Automatic Bug Detection und Performance Tuning. Basierend auf diesem Thema erarbeiten die Studierenden den Stand der Forschung und implementieren, reproduzieren bzw. rekombinieren bestehende Ansätze oder entwickeln neuartige Ansätze.

Teilnahmevoraussetzungen

Teilnahme am Modul "Künstliche Neuronale Netze, Deep Learning, Maschinelles Lernen und Signalverarbeitung" oder "Grundlagen des maschinellen Lernens" nicht kombinierbar mit Modul "Grundlagen des Automated Software Engineering"

Literaturangabe

Handbook of Metaheuristics, Fred W. Glover, Gary A. Kochenberger, Springer Science & Business Media, 2006.
Machine Learning, Tom Mitchell, McGraw-Hill Education, 1997.
Essentials of Metaheuristics, Sean Luke, 2013.
A Field Guide to Genetic Programming, Riccardo Poli, William B. Langdon, Nicholas Freitag McPhee, Lulu Pr, 2008.

Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 3	
	E-Learning-Veranstaltung "Advanced Software Engineering" (2SWS)
	Übung "Advanced Software Engineering" (2SWS)
Seminarvortrag (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (8 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Recent Trends in Software Engineering" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-202-2350	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen des Automated Software Engineerings Kernmodul
Modultitel (englisch)	Fundamentals of Automated Software Engineering Key Module
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Softwaresysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	unregelmäßig
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Advanced Software Engineering" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Advanced Software Engineering" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kernmodul M.Sc. Informatik im Bereich Praktische Informatik • Wahlpflichtmodul M.Sc. Data Science, Ergänzungsbereich
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul Grundlagen des Automated Software Engineering sind die Studierenden in der Lage verschiedene Aktivitäten in der Softwareentwicklung zu optimieren und automatisieren. So sind Studierende durch das grundlegende Verständnis von fortgeschrittenen Softwaretechnologien und (meta-heuristischen) Optimierungstechniken in der Lage, Tests automatisiert zu generieren, optimale Softwarekonfigurationen automatisiert zu finden, und Software automatisiert zu analysieren bzw. durch Prompt Engineering zu generieren.</p> <p>Die Videovorlesung "Advanced Software Engineering" befähigt die Studierenden Optimierungs- und Suchprobleme im Feld des Software Engineerings zu erkennen, auszuformulieren und zu lösen. Sie sind weiterhin in der Lage selbst Algorithmen zu implementieren und Zielfunktionen zu definieren. Sie erkennen selbstständig Problemfälle bei der Nutzung von KI in der Automatisierung der Softwareentwicklung und können diese durch verbessertes Prompting (d.h. Anfragen-Engineering) lösen. Darüber hinaus werden sie befähigt Analysen von Softwaresystemen bzw. Repositories durchzuführen für einen möglichen KI-Einsatz im Software Engineering.</p>
Inhalt	<p>Das Modul stellt Konzepte, Theorien und Algorithmen für metaheuristische Optimierungsverfahren vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Single-State Optimization (z.B., Hill Climbing, Simulated Annealing) - Multi-State Optimization (z.B., evolutionäre Algorithmen) - Multi-Dimensional Optimization (z.B. NSGA-II, IBEA) - Constraint Satisfaction Problem Solving <p>Das Modul vermittelt weiterhin moderne Softwareanalysetechniken und stellt neueste Verfahren des Prompt Engineerings und Designs vor. Verzahnt werden diese Inhalte mit Themen des Software Engineerings</p>

(Konfigurationsoptimierung, Testgenerierung, Codeanalyse, etc.).
Darüber hinaus bzw. alternativ in Ausrichtung an neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen werden Grundlagen im Bereich von Software- und/oder Repositoryanalysen vermitteln.

Teilnahmevoraussetzungen

Gegenseitiger Ausschluss des Kernmoduls "Grundlagen des Automated Software Engineering" und des Vertiefungsmoduls "Automated Software Engineering" (10-202-2346).

Literaturangabe

Handbook of Metaheuristics, Fred W. Glover, Gary A. Kochenberger, Springer Science & Business Media, 2006.
Essentials of Metaheuristics, Sean Luke, 2013.
A Field Guide to Genetic Programming, Riccardo Poli, William B. Langdon, Nicholas Freitag McPhee, Lulu Pr, 2008.

Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Advanced Software Engineering" (2SWS)
	Übung "Advanced Software Engineering" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-DIH-1002	Wahlpflicht

Modultitel	Computational Methods for Empirical Research
Modultitel (englisch)	Computational Methods for Empirical Research
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Computational Humanities
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Computational Methods for Empirical Research" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 120 h • Seminar "Computational Methods for Empirical Research" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 180 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science: Ergänzungsbereich • M.Sc. Digital Humanities • M.Sc. Informatik: Ergänzungsbereich
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Computational Methods for Empirical Research" beherrschen die Studierenden folgende Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung der Grundlagen empirischer, inhaltsbasierter Forschung - Nutzung computergestützter Verfahren für empirische Forschungsabläufe - Operationalisierung empirischer Forschungsfragen mit computerbasierten Verfahren - Reflexion theoretischer Grundannahmen, Forschungsdesigns und -erkenntnisse - Grundverständnis computergestützter Mixed Methods
Inhalt	<p>Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einem begleitenden Seminar. In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen für computergestützte Tools und Methoden in der empirischen Forschung vermittelt. Im Seminar werden diese Grundlagen dann anhand von Lektüretexten, praktischen Aufgaben und Referaten weiter vertieft. Die erlernten Fertigkeiten werden in einer eigenständigen Projektarbeit synthetisiert.</p> <p>In diesem Modul erlernen die Studierenden computerbasierte Tools und Methoden, um aus diversen Inhaltstypen automatisch Ausprägungen von Variablen zu ermitteln. Dabei werden konkret Methoden der Mustererkennung, des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz vorgestellt und gelehrt, wie empirische Fragestellungen mit diesen Methoden operationalisiert werden. Hier wird besonderer Wert auf Multimodalität (Text, Bild, Ton) und die Einbettung theoretischer Vorannahmen Wert gelegt. Die Inhalte lassen sich folgendermaßen beschreiben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Rolle von Theorie in der empirischen inhaltsbasierten Forschung - Forschungsdesign und typische Workflows - Mixed Methods (Kombination aus qualitativen und quantitativen Methoden) - Messvariablen, Klassen, Kategorien - Messfehler - Annotation - Hypothesen

- Operationalisierung
- Medientypen, Inhalte
- Computerbasierte Verfahren zur multimodalen und automatischen Extraktion von Variablen
- Mustererkennung, Maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz
- Beurteilung von Datenqualität

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
- Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch

Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

Algorithmen und Datenstrukturen 1+2 oder 10 Leistungspunkte in der angewandten Informatik

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit: Projektbericht (8 Wochen) und Präsentation (30 Min.), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Computational Methods for Empirical Research" (2SWS)
	Seminar "Computational Methods for Empirical Research" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-DIH-1003	Wahlpflicht

Modultitel Computational Spatial Humanities

Modultitel (englisch) Computational Spatial Humanities

Empfohlen für: 2./3. Semester

Verantwortlich Professur für Computational Humanities

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen

- Vorlesung "Computational Spatial Humanities" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 120 h
- Seminar "Computational Spatial Humanities" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 180 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- M.Sc. Data Science: Ergänzungsbereich
- M.Sc. Digital Humanities
- M.Sc. Informatik: Ergänzungsbereich

Ziele

Ziel dieses Moduls ist die Vermittlung von Kompetenzen in der computergestützten Auswertung raumbezogener Daten im Kontext geisteswissenschaftlicher Fragestellungen. Die erlernten Fähigkeiten und ein praxisnaher Einblick in digitale geographische Forschung befähigen zur späteren interdisziplinären wissenschaftlichen Arbeit. Diese kann sich etwa im Bereich der Globalisierungsforschung anschließen welche mit dem ReCentGlobe einen wichtigen Schwerpunkt am Forschungsstandort Leipzig darstellt.

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage,

- grundlegende Begriffe der Spatial Humanities zu definieren und die dahinterliegenden Konzepte zu erklären,
- Methoden und Werkzeuge des raumbezogenen Distant Readings sowie der geographischen Informationssysteme (GIS) sicher und zweckmäßig anzuwenden,
- realweltliche Datensätze mit Raumbezug zu analysieren und sie im Kontext ihrer Entstehung zu interpretieren
- wissenschaftliche Ansätze der Spatial Humanities für die Eignung zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen zu bewerten

Inhalt

- Abgrenzung physischer Geographie von Humangeographie und Überblick zu etablierten, digitale Methoden
- Einführung in Raumkonzepte, Raumbegriffe und Verräumlichungsprozesse
- Grundlagen der Kartographie (Koordinatensysteme, Kartenprojektionen, Zweck und Formsprache von Karten)
- Grundlagen Geographischer Informationssysteme (Datenformate, Transformationen, Abfragen, Datenintegration)
- Grundlagen der Geo-Visualisierung in den digitalen Geisteswissenschaften (Vorgehensweise, Werkzeuge, Abbildung von Granularität, Unschärfe, Datenprovenienz)
- Multimediale Quellen für raumbezogene Forschung

- Georeferenzierung, Geotagging und Geo-Annotation zur Erschließung von Quellenmaterial
- Statistische und computergestützte qualitative Auswertung geotemporaler Datensätze (Einbeziehung von Vorannahmen, visuelle Autokorrelationen und Rahmenbedingung für die Interpretation)
- Grundlagen von Deep Maps

Im Seminar werden die Vorlesungsinhalte durch Gruppenarbeit sowie Vorträge gemeinschaftlich um praxisnahe Themen ergänzt.
Die erlernten Fertigkeiten werden in einer eigenständigen Projektarbeit synthetisiert.

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
 - Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch
- Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit: Projektbericht (8 Wochen) und Präsentation (30 Min.), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Computational Spatial Humanities" (2SWS)
	Seminar "Computational Spatial Humanities" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-DIH-1004	Wahlpflicht

Modultitel	Cultural Analytics
Modultitel (englisch)	Cultural Analytics
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Professur für Computational Humanities
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Cultural Analytics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 120 h • Seminar "Cultural Analytics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 180 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science: Ergänzungsbereich • M.Sc. Digital Humanities • M.Sc. Informatik: Ergänzungsbereich
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Cultural Analytics" beherrschen die Studierenden folgende Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überblick zu Forschungsparadigmen der Cultural Analytics - Reflexion theoretischer Grundlagen von Cultural Analytics - Anwendung wissenschaftlicher Standards und Methoden - Operationalisierung von Forschungsfragen und Konzeption von Forschungsdesigns - Nutzung computergestützter Verfahren für die Analyse und Visualisierung von Kulturdaten
Inhalt	<p>In zunehmendem Maße wurden in den letzten Jahren ganz unterschiedliche Kulturartefakte wie Bücher, Zeitschriften, Bilder, Games, Filme und Musik massendigitalisiert. Damit ergeben sich aus wissenschaftlicher Perspektive ganz neue Möglichkeiten der quantitativen Analyse und explorativen Visualisierung, die häufig als Cultural Analytics zusammengefasst werden.</p> <p>Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einem begleitenden Seminar. In der Vorlesung werden die Grundlagen der „Cultural Analytics“ vermittelt. Im Seminar werden diese Grundlagen dann anhand von Lektüretexten, praktischen Aufgaben und Referaten weiter vertieft. Die erlernten Fertigkeiten werden in einer eigenständigen Projektarbeit synthetisiert.</p> <p>Die Inhalte lassen sich folgendermaßen beschreiben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theoretische Grundlagen der Cultural Analytics - Diskussion bestehender Cultural Analytics-Studien - Planung und Durchführung von Experimenten - Methoden des Humanities Data Mining - Informationsvisualisierung und Visual Analytics - Interpretation quantitativer Muster in kulturellen Korpora <p>- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch</p>

- Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch
Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Manovich, Lev (2020). Cultural Analytics. MIT Press.
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit: Projektbericht (8 Wochen) und Präsentation (30 Min.), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Cultural Analytics" (2SWS)
	Seminar "Cultural Analytics" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS101	Wahlpflicht

Modultitel	Skalierbare Datenbanktechnologien 2
Modultitel (englisch)	Scalable Database Technologies 2
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Informatik (Datenbanken)
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Skalierbare Datenbanktechnologien 3" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h • Vorlesung "NoSQL-Datenbanken" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h • Übung "NoSQL-Datenbanken" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Skalierbare Datenbanktechnologien 2" sind die Studierenden in der Lage verschiedene Architekturen aktueller Datenbankanwendungen anzugeben.</p> <p>Sie können Verfahren zur Verarbeitung großer Datenmengen erläutern.</p> <p>Die Studierenden sind imstande aktuelle Datenbanktechnologien und Verfahren zur Verarbeitung und Analyse großer Datenmengen anzuwenden.</p> <p>Sie sind in der Lage, selbstständig Anfragen durchzuführen.</p>
Inhalt	<p>Vorlesung NoSQL-Datenbanken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwaltung großer Datenmengen in verteilten Clusterumgebungen - Kategorisierung und Eigenschaften von NoSQL-Datenbanksystemen - Vergleich von NoSQL-Systemen zu relationalen Datenbanksystemen - Partitionierung, Konsistenz, Replikation - Key-Value, Document Stores und Extensible Record Stores - Graphdatenbanken <p>Übung NoSQL-Datenbanken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verständnisaufgaben zum Inhalt der Vorlesung - Praktische Arbeit mit realen, teilweise sehr großen, Datensätzen - Formulierung und Ausführung von Anfragen in den jeweiligen Sprachen verschiedener Datenbankimplementierungen - Umgang mit den Anbindungen an gängige Programmiersprachen <p>Außerdem wird mindestens eine der folgenden Vorlesungen angeboten. Eine Vorlesung wird ausgewählt.</p> <p>Vorlesung Data Warehousing</p>

- Architektur von Data Warehouse-Systemen
- Mehrdimensionale Modellierung
- Datenintegration, Datenbereinigung, ETL-Werkzeuge
- Performance-Techniken: Indexstrukturen, materialisierte Sichten, parallele Datenbanken
- Data Mining-Verfahren
- Anwendungen von Datawarehouses

Vorlesung Implementierung von Datenbanksystemen II

- Synchronisation: Serialisierbarkeit, Sperrverfahren, Deadlock-Behandlung,
- Mehrversionenverfahren, sonstige Synchronisationsansätze
- Logging und Recovery: Fehlermodell, Logging-Strategien, Checkpoint-Ansätze, Crash-Recovery, Media-Recovery
- Erweiterte Transaktionsmodelle (geschachtelte Transaktionen, verkettete Transaktionen, etc.)
- DB-Benchmarks.

Vorlesung Datenintegration

- Überblick zur Integration verteilter, heterogener Datenbestände
- Verteilung, Autonomie und Heterogenität
- Eigenschaften von Integrationssystemen
- Architekturen von Integrationssystemen
- Anfrageverarbeitung
- Schemamanagement
- Datenfusion

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Testat (60 Min) in der Übung "NoSQL-Datenbanken"</i>	
	Vorlesung "Skalierbare Datenbanktechnologien 3" (2SWS)
	Vorlesung "NoSQL-Datenbanken" (1SWS)
	Übung "NoSQL-Datenbanken" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS102	Wahlpflicht

Modultitel **Big Data Praktikum**

Modultitel (englisch) Big Data Project

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Professur für Informatik (Datenbanken)

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen • Praktikum "Big Data Praktikum" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Big Data Praktikum" sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Datenbank-/Big-Data-Technologien anzuwenden.

Sie können selbständig Anfragen formulieren und ausführen.

Die Studierenden sind imstande, Algorithmen zur effizienten Verarbeitung großer Datenmengen zu implementieren.

Inhalt

- Entwurf und Realisierung einer Anwendung oder eines Algorithmus unter Verwendung von existierenden Big Data Frameworks und Technologien,
- Anfertigung eines Entwurfs zur Darstellung des Konzepts und der Architektur zur geplanten Implementierung unter Einbeziehung des jeweils verwendeten Frameworks,
- Implementierung einer Anwendung und zur Verfügung stellen eines dokumentierten, ausführbaren Programms oder Ablaufplans,
- Präsentation der Anwendung und Ergebnisse des Praktikums

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (3 Testate a 60 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Big Data Praktikum" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS104	Wahlpflicht

Modultitel	Data Preparation & Cleaning
Modultitel (englisch)	Data Preparation & Cleaning
Empfohlen für:	2./4. Semester
Verantwortlich	Professur für Informatik (Datenbanken)
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Data Wrangling" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Praktikum "Data Wrangling" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science: Bereich Skalierbares Datenmanagement
Ziele	<p>Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studenten in der Lage die notwendigen Prozesse der Datenaufbereitung zu erläutern. Hierfür können sie prozessspezifische Verfahren bzgl. der Datenextraktion, Qualitätsbewertung, und Datenbereinigung nennen und erklären. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, Verfahren der Datenintegration anzuwenden und zu realisieren.</p>
Inhalt	<p>Dieses Modul befasst sich mit der Analyse und Aufbereitung von Daten, um diese für anwendungsspezifische Analysen bereitzustellen. Aufgrund existierender Datenqualitätsprobleme ist eine Qualitätsanalyse und die sich daraus ergebene Datenbereinigung sowie Datenintegration unabdingbar. Hierfür finden diverse Verfahren Anwendung u.a. Machine-Learning basierte Verfahren für die Datenintegration.</p> <p>- Lehrsprache: englisch oder deutsch - Prüfungssprache: englisch oder deutsch Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis) oder zu Beginn der Veranstaltung durch den Dozenten/die Dozentin.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Data Wrangling" (2SWS)
Praktikumsleistung (4 Testate (Bearbeitungsdauer je 3 Wochen)), mit Wichtung: 1	Praktikum "Data Wrangling" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS105	Wahlpflicht

Modultitel	Datenschutz von Anonymisierung bis Zweckbindung
Modultitel (englisch)	Data Privacy from Anonymization to Purpose Limitation
Empfohlen für:	2./4. Semester
Verantwortlich	Professur für Data Privacy and Security
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Datenschutz von Anonymisierung bis Zweckbindung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Anwendung von Datenschutzverfahren" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science: Bereich Skalierbares Datenmanagement • M.Sc. Informatik: Kernmodul der Praktischen Informatik oder Angewandten Informatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Datenschutz kompakt von Anonymisierung bis Zweckbindung" verfügen die Studierenden über ein umfassendes Verständnis der gesellschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Ziele des Datenschutzes. Sie erwerben detaillierte theoretische und praktische Kenntnisse von grundlegenden Anonymisierungsverfahren und Anonymitätsmaßen. Dazu gehört auch die Abgrenzung der wesentlichen Fachbegriffe des Datenschutzes, insbesondere von denen aus der Datensicherheit. Die Studierenden können Datenschutzlösungen auf unterschiedlichen technischen und organisatorischen Ebenen anwenden und bewerten, sowie Systeme nach dem Standard-Datenschutzmodell absichern. Sie können technische Datenschutzlösungen im Internet zielführend einsetzen, z.B. Mix-Kaskaden, TOR, Freenet oder DoNotTrack.</p>
Inhalt	<p>Die Vorlesung führt in die gesellschaftlichen Grundlagen und Zielstellungen des Datenschutzes ein. Sie bietet einen breit angelegten Überblick über technische Lösungen des Datenschutzes mit Fokus auf Datenschutz im Internet. Zu diesen Lösungen zählen Anonymisierungsverfahren, Verfahren zum Verbergen der IP-Adresse oder der Urheberschaft von Informationen, sowie Ansätze zum Datenselbstschutz. In der Übung werden diese Konzepte an praktischen Beispielen vertieft.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Betriebs- und Kommunikationssysteme" (10-201-2004) oder gleichwertige Kenntnisse.
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Datenschutz von Anonymisierung bis Zweckbindung" (2SWS)
	Übung "Anwendung von Datenschutzverfahren" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS106	Wahlpflicht

Modultitel	Verschlüsseltes Datenmanagement auf privaten Daten
Modultitel (englisch)	Encrypted Data Management on Private Data
Empfohlen für:	2./4. Semester
Verantwortlich	Professur für Data Privacy and Security
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Verschlüsseltes Datenmanagement auf privaten Daten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Neue Verfahren für verschlüsseltes Datenmanagement" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Data Science: Bereich Skalierbares Datenmanagement
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul „Verschlüsseltes Datenmanagement auf privaten Daten“ verfügen die Studierenden über die erforderlichen theoretische und praxisbezogene Fähigkeiten zur Analyse, Implementierung und Bewertung von technischen Lösungen zur sicheren, datenschutzkonformen Auslagerung von Datenbankinhalten an Dritte bzw. in die Cloud. Dazu gehören vertiefte Kenntnisse der Sicherheitsgarantien, die technische Lösungen wie verschlüsselte Indexe, verschlüsselte Bucketization, Fragmentierung, Blockchain etc. bieten können. Die Studierenden können eine sinnvolle Zuordnung von Angreifermodellen zu Einsatzszenarien und dazu passenden Schutzmaßnahmen vornehmen. Sie besitzen die Kenntnisse zur Integration von Schutzmaßnahmen in bestehende Systeme unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Performanzkriterien, sowie die Fähigkeit zur strukturierten Präsentation derartiger Aspekte.
Inhalt	Im Fokus dieses Moduls steht das Auslagern von Datenbankinhalten an Dritte, z.B. im Rahmen von Cloud-Lösungen, Containervirtualisierung oder Database-as-a-Service. In der Vorlesung werden dazu zunächst spezifische Angreifermodelle und Einsatzszenarien thematisiert. Diesen werden dann passende technische Maßnahmen wie verschlüsselte Indexe oder Blockchain gegenübergestellt. Im Seminarteil des Moduls müssen die Studierenden diese Kenntnisse anwenden, um neuartige Schutzmaßnahmen in diesem Fachgebiet zu präsentieren und kritisch zu hinterfragen, bzw. um neuartige Einsatzszenarien auf ihre Absicherbarkeit mit bekannten Maßnahmen hin zu bewerten.
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Skalierbare Datenbanktechnologien 1" (10-INF-DS01) oder gleichwertige Kenntnisse
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (15 Min.) im Seminar</i>	
	Vorlesung "Verschlüsseltes Datenmanagement auf privaten Daten" (2SWS)
	Seminar "Neue Verfahren für verschlüsseltes Datenmanagement" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS108	Wahlpflicht

Modultitel **Aktuelle Datenschutzverfahren aus der Forschung**

Modultitel (englisch) Recent Data Privacy Approaches from Research

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Professur für Data Privacy and Security

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen • Seminar "Aktuelle Datenschutzverfahren aus der Forschung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science: Bereich Skalierbares Datenmanagement
• M.Sc. Informatik: Seminarmodul

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Aktuelle Datenschutzverfahren aus der Forschung" verfügen die Studierenden über die Fähigkeit, sich in komplexe neue Datenschutzmaße, -techniken und -verfahren einzuarbeiten. Sie können Konzepte aus der Forschung kritisch analysieren und bewerten, und auf ihre Anwendbarkeit für bestimmte Einsatzszenarien hin evaluieren. Die Studierenden können diese Konzepte Fachfremden verständlich und überzeugend präsentieren und Alternativansätze gegenüberstellen.

Inhalt Das Seminar stellt die Studierenden vor die Aufgabe, für sie neue, komplexe Datenschutzprobleme und Datenschutzlösungen zu verstehen und zu bewerten, und diese so aufzubereiten und zu präsentieren, dass sie für Personen ohne Datenschutz-Fachwissen verständlich werden.

Teilnahmevoraussetzungen Teilnahme am Modul "Datenschutz von Anonymisierung bis Zweckbindung" 10-INF-DS105 oder gleichwertige Kenntnisse. Es ist möglich, das Modul 10-INF-DS105 parallel zur Teilnahme am Seminar zu absolvieren.

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 20 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Aktuelle Datenschutzverfahren aus der Forschung" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS202	Wahlpflicht

Modultitel Probabilistisches Maschinelles Lernen

Modultitel (englisch) Probabilistic Machine Learning

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Humboldt Professur für Künstliche Intelligenz

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Probabilistic Machine Learning" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Probabilistic Machine Learning" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science: Bereich Datenanalyse

Ziele

Nach der aktiven Teilnahme am sind die Studierenden in der Lage

- die Definitionen und Konzepte hinter Standardwerkzeugen für maschinelles Lernen zu verstehen
- Standardalgorithmen für maschinelles Lernen auf Daten anzuwenden
- die Programmiersprache Python und Jupyter zur Datenanalyse und zur Anpassung von Algorithmen für maschinelles Lernen zu verwenden
- die Berechnungen, Mathematik und Statistik, die grundlegenden Algorithmen für maschinelles Lernen zugrunde liegen, zu verstehen

After actively taking part in the course, the students should

- Understand the definitions and concepts behind standard machine learning tools
- Be able to apply standard machine learning algorithms to data
- Be able to use Python and Jupyter notebooks for data analysis and implementation of machine learning algorithms
- Understand the computations, mathematics, and statistics underlying basic machine learning algorithms

Inhalt

Regressionsmodelle

- Lineare Regression: Frequentistisch und Bayesianisch
- Nichtlineare Regression: Frequentistisch und Bayesianisch

Grafische Modelle

- Mixtures of Gaussians, Latent Dirichlet Allocation
- Markov chain Monte Carlo and Expectation Maximization

Tiefe Neuronale Netze

- Variations-Autoencoder und Dimensionsreduktion
- Stochastik Gradientenabstieg und Optimierung im großen Maßstab
- Automatisierte Differenzierung
- Architekturen neuronaler Netze

Das Modul wird in englischer Sprache gehalten. Lehr- und Prüfungssprache ist englisch.

Regression models:

- Linear regression -- Frequentist and Bayesian
- Nonlinear regression -- Frequentist and Bayesian

Graphical models

- Mixtures of Gaussians and Latent Dirichlet Allocation
- Markov chain Monte Carlo and Expectation Maximization

Deep Neural Networks

- Variational autoencoders and dimension reduction
- Stochastic gradient descent and large-scale optimization
- Automated differentiation
- Architectures of neural networks

Teilnahmevoraussetzungen

Kenntnisse in Linearer Algebra und Grundlegende Wahrscheinlichkeit

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Projektarbeit (8 Wochen) mit schriftlicher Ausarbeitung</i>	
	Vorlesung "Probabilistic Machine Learning" (2SWS)
	Seminar "Probabilistic Machine Learning" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS203	Wahlpflicht

Modultitel Einführung in die Informatik für Data Science

Modultitel (englisch) Introductory Computing for Data Science

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Humboldt Professur für Künstliche Intelligenz

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Introductory computing for Data Science" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 145 h
- Praktikum "Introductory computing for Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 125 h Selbststudium = 155 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science (Datenanalyse und Statistik)

Ziele

Nach aktiver Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden dazu in der Lage, Git zu verwenden und effizienten Python-Code zu schreiben, um Daten mit aktuellen ML-Techniken wie Deep Neural Networks, PCA, k-means, Reinforcement Learning, Manifold Learning usw. zu analysieren und zu visualisieren. Ziel dieses Kurses ist es, den Studierenden die algorithmischen Konzepte, die Ansätze zur Übersetzung ihrer Algorithmen in Python-Code und schließlich die Möglichkeit zu vermitteln, ihren Code zu optimieren oder die geeignete Python-Bibliothek oder das entsprechende Modul zu finden, die an ihre Bedürfnisse angepasst sind. In diesem Kurs werden mehrere Python-Module vorgestellt, darunter NumPy, Scipy, Pandas, Matplotlib, Scikitlearn, Tensorflow und mehr. Als semesterbegleitende Übungsmöglichkeit, werden individuelle Hausaufgaben und Gruppenprojekte vergeben.

At the end of this course, students should be able to use Git and write efficient Python code to analyze and visualize data using recent ML techniques such as Deep Neural Networks, PCA, k-means, Reinforcement learning, Manifold learning, etc... This course aims to provide the students with the algorithmic concepts, the approaches to translating their algorithms into Python code and finally, how to optimize their code or find the appropriate Python library or module adapted to their needs. Several Python modules will be introduced in this course, such as NumPy, Scipy, Pandas, Matplotlib, Scikitlearn, Tensorflow and more. And to allow students to practice during the course constantly, individual homework will be given, and group projects along this course. The sum of students' effort in contributing to the lecture, group projects and homework will yield their overall marks.

Inhalt

- Introduction to Git
- Introduction to Python
 - Control flow, list comprehension, and functions
 - Data structures: list, array, set and dict
 - Numpy basics
 - Advanced indexing and broadcasting

- Scipy
- Pandas: basics and advanced usages
- Structuring an ML project
 - Introduction to ML Strategy
 - Setting up the project goal
 - Comparing the model's performance to human-level
 - Carrying out the error analysis
 - Mismatched training and dev/test sets
- Introduction to visualization tools
 - Pyplot
 - Seaborn
- Numerical optimization methods
 - Line search algorithm
 - Naive Gradient Descent
 - Improving the Gradient Descent algorithm
 - Taylor expansion and Newton's Method from 1d to nd
 - Scipy modules for numerical optimization
- OOP (Object Oriented programming)
 - Notions of classes and objects in Python
 - Polymorphism and Inheritance
- Machine learning tools
 - Scikit learn
 - PyTorch and TensorFlow
- Extra resources:
 - Statmodels and patsy
 - PyMc3 and Arviz
 - Apache arrow
 - SQL and NoSQL databases
 - Linux Admin System

Das Modul wird in englischer Sprache gehalten. Lehr- und Prüfungssprache ist Englisch.

Teilnahmevoraussetzungen

Grundkenntnisse in Arithmetik, Statistik, Analysis, linearer Algebra und Algorithmen empfohlen
alternativ:

1. Stroud and Booth, (2020), Advanced Engineering Mathematics, Bloomsbury
2. Silberschatz, A. et al. (2012), Operating System Concepts, Wiley.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Programmieraufgaben, mit Wichtung: 3	Vorlesung "Introductory computing for Data Science" (3SWS)
Projektarbeit, mit Wichtung: 2	Praktikum "Introductory computing for Data Science" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS301	Wahlpflicht

Modultitel Aktuelle Trends in Data Science

Modultitel (englisch) Current Trends in Data Science

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Leitung des Instituts für Informatik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Aktuelle Trends in Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
- Übung "Aktuelle Trends in Data Science" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Aktuelle Trends in Data Science" sind die Studierenden in der Lage, Begriffe und Verfahren eines aktuellen Themas im Bereich Data Science zu benennen und zu erklären.

Sie können ausgewählte Verfahren und Algorithmen analysieren, beurteilen und diese selbstständig auf Problemstellungen anwenden.

Die Studierenden sind imstande, verschiedene Ansätze in der Gruppe zu diskutieren.

Inhalt Wechselnde aktuelle Themen und Trends im Bereich Data Science, die sich besonderer Aktualität erfreuen. Die Veranstaltung kann auch von Gästen des Instituts für ein eigenes Lehrangebot genutzt werden, das nicht in die bestehenden Module passt. Der konkrete Inhalt wird im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Aktuelle Trends in Data Science" (2SWS)
	Übung "Aktuelle Trends in Data Science" (1SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-201-2219S	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen der Parallelverarbeitung (S)
Modultitel (englisch)	Foundations of Parallel Processing (S)
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Professur für Schwarmintelligenz und Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen der Parallelverarbeitung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Grundlagen der Parallelverarbeitung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kernmodul der Praktischen Informatik im B.Sc. Informatik • B.Sc. Digital Humanities • Lehramt Informatik • M.Sc. Data Science • M.Sc. Wirtschaftspädagogik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Grundlagen der Parallelverarbeitung (S)" sind die Studierenden in Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe und Konzepte der Parallelverarbeitung zu formulieren und zu erklären, - grundlegende parallele algorithmische Verfahren und Rechnermodelle (u.a. Sortieralgorithmen, Hardware-Addition) zu analysieren und zu vergleichen und für grundlegende algorithmische Probleme selbständig parallele Lösungsverfahren zu entwerfen.
Inhalt	<p>Es wird eine der folgenden Vorlesungen und das Seminar gewählt.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung "Parallele Algorithmen": Grundlegende Konzepte und Bewertungskriterien für parallele Algorithmen, PRAM-Modell, Parallele Algorithmen für grundlegende Probleme wie Sortieren oder Mergen, Grundlagen von Hardware Algorithmen. - Vorlesung "Parallele Berechnungsmodelle": Grundlegender Aufbau von Parallelrechnern, Einführung in realistische Parallelerchnermodelle, Varianten des BSP-Modells, Varianten des LogP-Modells', Auswirkungen der Modelle auf den Entwurf von Algorithmen, Algorithmische Lösung von Beispielproblemen. - Vorlesung "Rekonfigurierbare Rechensysteme": Einsatzbereiche rekonfigurierbarer Rechensysteme, Typen rekonfigurierbarer Rechensysteme, Aufbau von Field Programmable Gate Arrays (FPGAs), Theoretische Konzepte der Rekonfigurierbarkeit, Grundlegende Algorithmen zu dynamischer Rekonfiguration - Vorlesung "Entwurf und Implementierung paralleler Algorithmen": Parallele Plattformen, Entwurfsprinzipien, Analytische Modellierung, Parallele Programmierung für nachrichtengekoppelte und speichergekoppelte Parallelrechner, Matrixmultiplikation, Sortieren, Graphenalgorithmen, Diskrete Optimierung, Dynamische Programmierung. - Seminar "Grundlagen der Parallelverarbeitung": Das Seminar behandelt

ergänzende Arbeiten zu den Themen der Vorlesungen und befasst sich mit aktuellen wissenschaftlichen Abhandlungen aus der Parallelverarbeitung.

Teilnahmevoraussetzungen

Teilnahme am Modul "Algorithmen und Datenstrukturen 1" (10-201-2001-1) oder gleichwertige Kenntnisse.
Die Module 10-201-2219S und -2219V schließen sich gegenseitig aus.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	Vorlesung "Grundlagen der Parallelverarbeitung" (2SWS)
Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (2 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Grundlagen der Parallelverarbeitung" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-201-2219V	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen der Parallelverarbeitung (V)
Modultitel (englisch)	Foundations of Parallel Processing (V)
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Professur für Schwarmintelligenz und Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen der Parallelverarbeitung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Vorlesung mit seminaristischem Anteil "Grundlagen der Parallelverarbeitung 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kernmodul der Praktischen Informatik im B.Sc. Informatik • B.Sc. Digital Humanities • Lehramt Informatik • M.Sc. Data Science • M.Sc. Wirtschaftspädagogik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Grundlagen der Parallelverarbeitung (V)" sind die Studierenden in Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe und Konzepte der Parallelverarbeitung zu formulieren und zu erklären, - grundlegende parallele algorithmische Verfahren und Rechnermodelle (u.a. Sortieralgorithmen, Hardware- Addition) zu analysieren und zu vergleichen und - für grundlegende algorithmische Probleme selbständig parallele Lösungsverfahren zu entwerfen.
Inhalt	<p>Studierende wählen die grundlegende Vorlesung "Parallele Algorithmen" und eine weiterführende Vorlesung.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung "Parallele Algorithmen": Grundlegende Konzepte und Bewertungskriterien für parallele Algorithmen, PRAM-Modell, Parallele Algorithmen für grundlegende Probleme wie Sortieren oder Mergen, Grundlagen von Hardware Algorithmen. <p>Weiterführende Vorlesungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung "Parallele Berechnungsmodelle": Grundlegender Aufbau von Parallelrechnern, Einführung in realistische Parallelrechnermodelle, Varianten des BSP-Modells, Varianten des LogP-Modells, Auswirkungen der Modelle auf den Entwurf von Algorithmen, Algorithmische Lösung von Beispielproblemen. - Vorlesung "Rekonfigurierbare Rechensysteme": Einsatzbereiche rekonfigurierbarer Rechensysteme, Typen rekonfigurierbarer Rechensysteme, Aufbau von Field Programmable Gate Arrays (FPGAs), Theoretische Konzepte der Rekonfigurierbarkeit, Grundlegende Algorithmen zu dynamischer Rekonfiguration <p>In unregelmäßigen Abständen wird die grundlegende Vorlesung durch die folgende Vorlesung ersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Entwurf und Implementierung paralleler Algorithmen": Parallele Plattformen, Entwurfsprinzipien, Analytische Modellierung, Parallele Programmierung für

nachrichtengekoppelte und speichergekoppelte Parallelrechner,
Matrixmultiplikation, Sortieren, Graphenalgorithmen, Diskrete Optimierung,
Dynamische Programmierung.

**Teilnahmevoraus-
setzungen**

Teilnahme am Modul "Algorithmen und Datenstrukturen 1" (10-201-2001-1) oder
gleichwertige Kenntnisse.
Die Module 10-201-2219S und -2219V schließen sich gegenseitig aus.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leis-
tungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Grundlagen der Parallelverarbeitung" (2SWS)
	Vorlesung mit seminaristischem Anteil "Grundlagen der Parallelverarbeitung 2" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS103	Wahlpflicht

Modultitel	Praktikum für Data Warehousing und Data Mining
Modultitel (englisch)	Data Warehousing and Data Mining Project
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Professur für Informatik (Datenbanken)
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Praktikum für Data Warehousing und Data Mining" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Praktikum für Data Warehousing und Data Mining" sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Datenbank-/Big-Data-Technologien anzuwenden.</p> <p>Sie können selbständig Anfragen formulieren und ausführen.</p> <p>Die Studierenden sind imstande, Integrationsverfahren sowie Techniken zur Anfragebearbeitung und -optimierung durchzuführen.</p> <p>Sie sind in der Lage, Algorithmen zur effizienten Verarbeitung großer Datenmengen anzuwenden bzw. zu implementieren.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Praktische Realisierung eines Data-Warehousing- und Data-Mining-Projektes - Datenimport und -bereinigung (Objektkonsolidierung, Normalisierung, ...) - Definition und Erstellung eines Data Cubes und OLAP-Analysen - Anwendung und Implementierung verschiedener Data Mining Algorithmen unter Verwendung von existierenden Big Data Frameworks und Technologien <p>Je nach Interesse des Studierenden kann der Schwerpunkt des Praktikums entweder auf Data Warehousing oder auf Data Mining gelegt werden.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (3 Testate a 60 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Praktikum für Data Warehousing und Data Mining" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS601	Wahlpflicht

Modultitel	Multimodales Maschinelles Lernen in der Molekularen Biomedizin: Methoden und Anwendungen
Modultitel (englisch)	Multimodal Machine Learning in Molecular Biomedicine: Methods and Applications
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Professur für Datenbanken
Dauer	1 Semester
Modulturnus	unregelmäßig
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Multimodales Maschinelles Lernen in der Molekularen Biomedizin" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Praktikum "Multimodales Maschinelles Lernen in der Molekularen Biomedizin" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 180 h Selbststudium = 210 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Data Science (Anwendungsbereich) • M.Sc. Bioinformatik (Informatikbereich) • M.Sc. Medizininformatik (Wahlpflichtbereich B)
Ziele	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einen Überblick über multimodale maschinelle Lernverfahren (ML-Verfahren) in der biomedizinischen Forschung zu geben sowie ihren Einsatz in der biomedizinischen Diagnostik zu diskutieren (Fokus auf Genomik, Transkriptomik, Einzelzellanalysen, räumliche Transkriptomik), - Daten für Training und Validierung von multimodalen ML-Verfahren in der Biomedizin vorzubereiten, - Training und Validierung von ausgewählten multimodalen ML-Verfahren anzuwenden, - regulatorische Rahmenbedingungen für den Transfer der ML-Verfahren in die Anwendung, z.B. Softwarekomponente in In-vitro-Diagnostika, zu benennen.
Inhalt	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <p>Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in Multimodale Maschinelle Lernverfahren (Definition) - Grundlagen des maschinellen Lernens (Methodenübersicht) - Bedeutung von Multimodalen ML-Verfahren in der Molekularen Biomedizin <p>Molekulare Biomedizinische Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übersicht Arten von molekularen biomedizinischen Daten (genetische Daten, zelluläre Daten, Daten für die Beschreibung von Zell-Zell-Interaktionen) - Aufbereitung der Daten (Vorverarbeitung und Normalisierung, biomedizinische Ontologien und Standards für Datenformate) - Integration heterogener Datenquellen - Methoden der Integration, Harmonisierung und Normalisierung von molekularen Daten <p>Multimodales maschinelles Lernen in der molekularen Biomedizin</p>

- Feature Engineering (Erstellen von Merkmalen aus Daten, Umwandlung/Imputation fehlender oder ungültiger Merkmale, Dimensionsreduktion, Feature Selektion)
- Modellierung (Modellauswahl, -training, -evaluation)
- Klassische ML Methoden in der molekularen Biomedizin (z. Bsp. Multivariate Regression, Random Forests)
- Moderne ML Methoden in der molekularen Biomedizin (Variational Autoencoder, generative Modelle für multimodale Einzelzellaten)
- Populationsbasierte vs. Individuen-spezifische Modelle
- Besonderheiten und Limitationen der behandelten Methoden

Anwendungen:

- Anwendungen in der Biomedizin (Anwendungen in der Molekular- und Zellbiologie, Multimodale Einzelzellanalysen, Spatial Transcriptomics)
- Multimodales maschinelles Lernen in der klinischen Forschung, Diagnostik und personalisierten Medizin (z.B. Zellannotation, Vorhersagemodelle für Diagnose und Prognose, Konzept von Digitalen Zwillingen in der Biomedizin)
- Multimodale maschinelle Lernverfahren für In-vitro-Diagnostika (Einführung in Vorschriften für die Zulassung von In-vitro-Diagnostika, Software-Lebenszyklus, Research Software Engineering, Interoperabilität, Beispiele für biomedizinische Softwareanwendungen in der personalisierten Medizin)

Praktikum (Blockpraktikum):

Begleitend zur Vorlesung (2 SWS) wird ein Blockpraktikum (2 SWS) angeboten in dem die Studierenden selbständig Aufgaben zu ausgewählten Themen der Vorlesung bearbeiten.

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
 - Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch
- Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

Grundkenntnisse in Statistik, Genetik und Molekularbiologie sowie Fortgeschrittene Kenntnisse in R und Python notwendig.

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Posterpräsentation (10 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Multimodales Maschinelles Lernen in der Molekularen Biomedizin" (2SWS)
	Praktikum "Multimodales Maschinelles Lernen in der Molekularen Biomedizin" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS02	Wahlpflicht

Modultitel **Masterseminar Data Science**

Modultitel (englisch) Master's Seminar: Data Science

Empfohlen für: 4. Semester

Verantwortlich Studiengangsverantwortlicher Master of Science Data Science

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Semester

Lehrformen • Seminar "Masterseminar Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Masterseminar Data Science" sind die Studierenden in der Lage sich selbstständig in aktuelle Forschungsthemen der Data Science einzuarbeiten.

Sie können selbstständig die zugehörige Literatur auswählen und analysieren, sowie das Thema angemessen in einer Gruppe präsentieren.

Inhalt In jedem Semester bieten mehrere Abteilungen Absolventenseminar an, das im Rahmen des Masterseminars belegt werden kann. Die Seminare behandeln aktuelle Forschungsthemen aus einem Forschungsgebiet der jeweiligen Abteilung.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Masterseminar Data Science" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS03	Wahlpflicht

Modultitel **Master Seminar ScaDS.AI**

Modultitel (englisch) Master's Seminar ScaDS.AI

Empfohlen für: 4. Semester

Verantwortlich Geschäftsführer ScaDS.AI

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Semester

Lehrformen • Seminar "Masterseminar ScaDS.AI" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Data Science

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul "Master Seminar ScaDS.AI" sind die Studierenden in der Lage sich selbstständig in aktuelle Forschungsschwerpunkte des ScaDS.AI einzuarbeiten.

Sie können selbstständig die zugehörige Literatur auswählen und analysieren, sowie das Thema angemessen in einer Gruppe präsentieren.

Sie erlernen die Kerninhalte der eigenen Arbeit in Form eines Posters zu präsentieren.

Inhalt Die Studierenden nehmen an den internen 2-wöchentlichen Arbeitsgruppenseminaren des ScaDS.AI teil. Die Seminare behandeln aktuelle Forschungsthemen des ScaDS.AI. Die Forschungsthemen variieren von Semester zu Semester. Eine aktuelle Themenübersicht findet sich hier: <https://scads.ai/research/>.

Studierende wählen aus den Themen aus und beteiligen sich an der Diskussion in den Seminaren. Zu einem der Seminartermine stellen die Studierenden ein Referat zu ihrer Masterarbeit als eigenes Forschungsthema vor und beantworten Fragen dazu.

Zudem nehmen die Studierenden an zwei wissenschaftlichen Postersessions in Form von Tages-Blockveranstaltungen teil (sog. General Assembly Meetings des ScaDS.AI). Im Rahmen ihrer Prüfungsvorleistung präsentieren die Studierenden ihren Arbeiten als Poster zu einem der Termine.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Referat 60 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Wissenschaftliches Poster (Bearbeitungszeit: 6 Wochen)*

Seminar "Masterseminar ScaDS.AI" (2SWS)

Master of Science Data Science

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-INF-DS100	Wahlpflicht

Modultitel **Bio-Image Data Science**

Modultitel (englisch) Bio-Image Data Science

Empfohlen für: 4. Semester

Verantwortlich Professur für Informatik (Datenbanken)

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Bio-Image Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
- Praktikum "Bio-Image Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- M.Sc. Data Science (Anwendungsbereich)
- M.Sc. Bioinformatik (Informatikbereich)
- M.Sc. Medizininformatik (Wahlpflichtbereich B)

Ziele

Die Studierenden lernen den vollständigen Arbeitsablauf gängiger Mikroskopie / Bio-image Datenwissenschaftsprojekte, sodass sie in der Lage sind, ein wissenschaftliches Datenanalyseprojekt in diesem Kontext eigenständig durchzuführen. Sie werden mit den üblichen bio-image Analysealgorithmen und Arbeitsabläufen vertraut sein, und wissen, wie sie diese entsprechend einem wissenschaftlichen Ziel auswählen und die Qualität der abgeleiteten Ergebnisse messen können. Der Besuch der Vorlesung und die Durchführung der Praktika qualifizieren die Studierenden, als Bio-image Datenwissenschaftler in der Pharmaindustrie oder in der biologischen Grundlagenforschung zu arbeiten.

Students learn the full workflow of common bio-image data science projects to a degree that they can execute a scientific data analysis project in this context on their own. They will be familiar with common bio-image analysis algorithms and workflows, how to choose them according to a scientific goal, and how to measure quality of derived results. Attending the lecture and executing the practicals qualifies the students to work as bio-image data scientist in the pharmaceutical industry or basic biological research.

Inhalt

Während der Vorlesungen lernen die Studierenden:

- Grundlagen der Mikroskopie
- Bilddatenmanagement
- Bildanalyse für die Mikroskopie
- Qualitätssicherung
- Überwachtes und unüberwachtes maschinelles Lernen für Pixel-, Objekt- und Bildklassifikation/-clustering
- Deep Learning Denoising und Segmentierung
- Multimodale Generative Künstliche Intelligenz + große Sprachmodelle für die Bio-Bildanalyse
- Prompt-Engineering

Die Praktika ermöglichen es den Studierenden, die gelehrt Techniken praktisch anzuwenden, und gegen Ende des Semesters werden sie eine komplexe Aufgabe lösen.

During the lectures, students will learn:

- Basics of microscopy image acquisition
- Image Data Management
- Microscopy image analysis
- Quality Assurance
- Supervised and unsupervised machine learning for pixel, object and image classification / clustering
- Deep Learning techniques for image denoising and segmentation
- Multi-modal Generative Artificial Intelligence + Large Language Models for bio-image analysis
- Prompt-Engineering

The practicals allow the students to apply the taught techniques practically and towards the end of the semester they will solve a complex task.

- Lehrsprache: Englisch oder Deutsch
 - Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch
- Die Festlegung hierzu erfolgt vor der Moduleinschreibung auf elektronischem Weg (Vorlesungsverzeichnis).

Teilnahmevoraussetzungen

Grundlegende Python-Programmierung Kenntnisse sind erforderlich.
Basic Python Programming Skills are required.

Literaturangabe

- Bioimage Data Analysis Workflows – Advanced Components and Methods. Editors: Kota Miura, Nataša Sladoje. 2022 <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-76394-7>
 - A Hitchhiker's guide through the bio-image analysis software universe. Haase et al. FEBS Letters. Volume 596, Issue 19 p. 2472- 2485 <https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/1873-3468.14451>
 - Bio Image Analysis Notebooks, Haase et al. 2024 DOI: 10.5281/zenodo.10465773 <https://haesleinhuepf.github.io/BioImageAnalysisNotebooks/>
- Weitere Hinweise zu relevanter Literatur erfolgen in der Lehrveranstaltung.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 45 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsbericht im Praktikum (Darstellung der Lösung einer komplexen Aufgabe zum Nachweis der Befähigung wissenschaftlichen Arbeitens im Kontext Bildanalyse für Mikroskopie; Umfang: 5 Seiten Bearbeitungszeit 8 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Bio-Image Data Science" (2SWS)
	Praktikum "Bio-Image Data Science" (2SWS)