

Optimierungsverfahren, Modellierung und Simulation

Modulbezeichnung	Optimierungsverfahren, Modellierung und Simulation
Modulverantwortlicher	T. Morgenstern
Modulniveau	Bachelor
EDV-B.	DSCB410
Modulumfang (ECTS)	7
Semester	4
Lernziele & Kompetenzen	<p>In diesem Modul wird einerseits trainiert, realitätsnahe Fragestellungen auf die abstrakten Instrumente der Mathematik abzubilden, die in den Grundlagenvorlesungen zu Mathematik und Statistik vermittelt wurden. Andererseits wird das prinzipielle Verständnis vermittelt, wie ausgewählte Optimierungs-Algorithmen hinter Machinellem Lernen funktionieren, was mit einem Bewusstsein für möglich Probleme einhergeht, und vor größeren Problemen im Umgang mit diesen schützt.</p> <p>Dazu gehört auch, anknüpfend an die in Data Mining und Grundlagen Maschinellen Lernens 1 erfolgten ersten Betrachtungen, eine Fortführung multivariater Analysis sowie linearer Algebra - maßgeschneidert als Grundlage für die darauf aufbauenden Optimierungsalgorithmen (Spezielle Funktionen, Grenzwerte und Stetigkeit, partielle und totale Differenzierbarkeit, Gradienten, Hesse-Matrix, vektorwertige Funktionen einschl. Jacobimatrix, Integrale) und spezielle Themen der Linearen Algebra (Gleichungssysteme).</p> <p>Fachliche Kompetenzen/Lernergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden sind in der Lage, bei Problemstellungen, die mit Hilfe von Methoden der Analysis oder linearen Algebra zu lösen sind, geeignete Variablen oder Funktionen zu definieren, und Gleichungen, Ungleichungen, Systeme selbiger, oder zu optimierende Kostenfunktionen aufzustellen. Ferner wird beherrscht, Lösungen auf Plausibilität zu prüfen und zu interpretieren.• Die Studierenden sind in der Lage, bei Problemstellungen, die mit Hilfe von Methoden der Statistik zu lösen sind, geeignete Merkmale oder Zufallsvariablen zu definieren, zu definieren, was als statistische Einheit bzw. als <i>eine</i> Durchführung des Zufallsexperimentes betrachtet wird, die Interpretation der abstrakten Voraussetzungen der anzuwendenden Verfahren (z.B. Unabhängigkeit von Stichprobenelementen) in die konkreten Problemstellung zu leisten, und zu beurteilen, ob die Voraussetzungen plausibel sind.• Ausgewählte Verfahren der numerischen Optimierung und Simulation (z.B. Gradientenabstieg und Varianten, EM-Algorithmus, Sampling) sind in Ihrer grundsätzlichen Funktionsweise verstanden, es besteht ein Bewusstsein für mögliche Probleme (suboptimale Lösungen, Konvergenzgeschwindigkeit). Dadurch sind die Studierenden in der Lage, Trainingsläufe des Maschinellen Lernens mit den entsprechenden Algorithmen erfolgreich durchzuführen. Dazu gehört auch, Hyperparameter geeignet zu wählen, bzw. diese durch geeignete Versuchsreihen zu optimieren.• Es können aufwandsbedingt nicht alle fürs Machinelle Lernen relevanten Optimierungsverfahren mit allen Facetten behandelt werden. Ziel des Moduls ist, die potenziellen Schwierigkeiten und Techniken exemplarisch aufzuzeigen, so dass die Studierenden bei anderen Verfahren später in der Lage sind, sich mit Hilfe von Literatur und Dokumentation entsprechender Softwarepakete auch in andere verfahren einzuarbeiten.• Spezielle Funktionen und deren Darstellung, wie z.B. lineare und quadratische Funktionen kennen• Konvexe Funktionen und deren Eigenschaften kennen• Grenzwerte und Stetigkeit konzeptuell verstanden, soweit wie nötig um Ableitung und Integral herleiten zu können• Totale Differenzierbarkeit, um den aus dem eindimensionalen bekannten Zusammenhang zwischen Stetigkeit und Differenzierbarkeit im Multivariaten abbilden zu können• Gradienten, Hesse-Matrix auch von speziellen Funktionen

- Grundlegende Kurvendiskussion, insb. Zusammenhang Definitheit der Hesse-Matrix zu Extremwerten und Sattelpunkten
- Konzept mehrdimensionaler Integrale
- Lösung von Gleichungssystemen, insb. direkte Ansätze (LU, Cholesky, QR, SVD) und iterative Ansätze vom Prinzip her (z.B. Jacobi)

Methodische Kompetenzen/Lernergebnisse

- Es wird beherrscht, zu einer konkreten Fallsituation aus den bereits aus früheren Modulen bekannten Instrumenten geeignete auszuwählen und die Problemstellung geeignet zu formalisieren. Die Lösungen werden primär mit Computerhilfe bestimmt, und dabei vorzugsweise auf Algorithmen zurückgegriffen, die bereits in früheren Modulen behandelt wurden. Das Vermitteln neuer Algorithmen steht also nicht im Vordergrund.
- Die Studierenden sind in der Lage, zu erkennen, welche aus einer großen Zahl von im Studium behandelten Verfahren auf eine konkrete Fragestellung anwendbar sind, und den konkreten Sachverhalt in einer für das jeweilige Verfahren geeigneten Weise zu modellieren.
- Die Studierenden sind in der Lage zu beurteilen, ob die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit bestimmter Verfahren in einem konkreten Anwendungsfall vorliegen.
- Die Studierenden sind in der Lage sich auf Basis der vermittelten fachlichen Kompetenzen vertiefende Inhalte selbstständig anzueignen
- Die fachlichen Inhalte können auf Anwendungen übertragen werden

Sozial- und Selbstkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, in einem konkreten Anwendungsfall selbst sinnvolle Annahmen zu treffen und diese zu begründen.

Lehr- und Lernform	Vorlesung mit Übung - oft am Computer
Assoziierte Module	-
Verwertbarkeit des Moduls	(s. Studiengangskonzept)
Inhaltliche Voraussetzungen	Lineare Algebra & Analysis für Analytics und Maschinelles Lernen
Voraussetzungen nach SPO	-
Prüfungsleistung	Klausur 90 Minuten + praktische Aufgaben