

4.6.3 Quantenoptimierung und KI-Anwendung

Quantenoptimierung und KI-Anwendung

Modulübersicht
EDV-Bezeichnung: QUCB630
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. NN
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): 6. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: Quantenoperationen und -algorithmen
Voraussetzungen nach SPO: Nach SPO sind keine formellen Voraussetzungen erforderlich.
<p>Fachliche Kompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • formulieren Optimierungsprobleme als QUBO- oder Ising-Modelle, • verstehen und erläutern Quantenverfahren wie Quantum Annealing, QAOA und variationale Methoden, • kennen die Grundlagen des Quantum Machine Learning (QML): Daten-Encoding, Quantum Feature Maps, variationale Klassifikatoren und Regressoren, QSVM, • vergleichen klassische und quantenbasierte Optimierungs- und Lernverfahren, • übertragen reale Anwendungsprobleme in geeignete Optimierungs- oder QML-Modelle, • bewerten die Aussagekraft und Grenzen quantenbasierter Verfahren kritisch. <p>Methodische Kompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • implementieren und simulieren Quantenalgorithmen und QML-Modelle mit Frameworks wie Qiskit, PennyLane oder D-Wave, • führen Experimente zur Evaluierung von Optimierungs- und ML-Verfahren durch, • analysieren Ergebnisse quantitativ und qualitativ, • dokumentieren und präsentieren wissenschaftlich fundierte Schlussfolgerungen. <p>Sozial- und Selbstkompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • arbeiten selbstständig und im Team an komplexen Programmier- und Analyseaufgaben, • planen und reflektieren den Forschungs- und Entwicklungsprozess, • kommunizieren Ergebnisse adressatengerecht und kritisch im interdisziplinären Kontext, • entwickeln Problemlösungs- und Bewertungskompetenz im Bereich moderner Quanten- und KI-Methoden.
Prüfungsleistungen: Quantenoptimierung und KI-Anwendung: Klausur, 120 Minuten

Labor Quantenoptimierung und KI-Anwendung: das Labor gilt als bestanden, wenn die Projekte erfolgreich bearbeitet und testiert wurden (Studienleistung).

Lehrveranstaltung: Quantenoptimierung und KI-Anwendung

EDV-Bezeichnung: QUCB631

Dozierende(r): Prof. Dr. NN

Umfang (SWS): 4

Turnus: Sommersemester

Art, Modus: Vorlesung, Pflichtfach

Lehrsprache: Deutsch

Studieninhalte:

- Grundlagen kombinatorischer Optimierung und formaler Problemklassifikation
- Formulierung von Optimierungsproblemen als QUBO- und Ising-Modelle
- Einführung in Quantenverfahren zur Optimierung: Quantum Annealing, Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA), Variationale Methoden (VQE, VQA)
- Grundlagen des Quantum Machine Learning (QML): Daten-Encoding und Quantum Feature Maps, Variationale Klassifikatoren / Regressoren, Quantum Support Vector Machines (QSVM)
- Vergleich klassischer und quantenbasierter Optimierungs- und Lernverfahren
- Analyse von Einsatzmöglichkeiten in realen Anwendungsfeldern (z. B. Clustering, Scheduling, Portfolio-Optimierung)
- Bewertung der Leistungsfähigkeit, Skalierbarkeit und praktischen Umsetzbarkeit
- Überblick über verfügbare Frameworks (Qiskit, PennyLane, D-Wave, Braket)

Empfohlene Literatur:

- Maria Schuld, Francesco Petruccione: Machine Learning with Quantum Computers, Springer, 2021.
- Arnab Das, Bikas K. Chakrabarti (Hrsg.): Quantum Annealing and Related Optimization Methods, Springer, 2005.
- Antoine Jacquier, Oleksiy Kondratyev: Quantum Machine Learning and Optimisation in Finance, Packt Publishing, 2022.
- Claudio Conti: Quantum Machine Learning: Thinking and Exploration in Neural Network Models for Quantum Science and Quantum Computing, Springer, 2024.
- Richard J. Lipton, Kenneth W. Regan: Quantum Algorithms via Linear Algebra: A Primer, MIT, 2014.

Lehrveranstaltung: Labor Quantenoptimierung und KI-Anwendung

EDV-Bezeichnung: QUCB632

Dozierende(r): Prof. Dr. NN

Umfang (SWS): 2

Turnus: Sommersemester

Art, Modus: Vorlesung, Pflichtfach

Lehrsprache: Deutsch

Studieninhalte:

- Implementierung und Simulation quantenbasierter Optimierungsverfahren (QAOA, VQE, Quantum Annealing)
- Modellierung praktischer Optimierungsprobleme als QUBO/Ising-Instanzen
- Entwicklung und Training einfacher QML-Modelle (Variational Quantum Classifier, QSVM)
- Nutzung und Vergleich verschiedener Quantenframeworks (Qiskit, PennyLane, D-Wave)
- Fallstudien: z. B. Hyperparameter-Tuning, Clustering, Portfolio-Optimierung
- Analyse der Ergebnisse und Bewertung quanten- vs. klassischer Methoden
- Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse im Team

Empfohlene Literatur:

- Siehe Quantenoptimierung und KI-Anwendung