

Bachelorseminar: Mathematische Bild- und Datenanalyse

Betreuer: Martin Burger

Sprache: Deutsch

Benötigtes Vorwissen:

Grundlagen der linearen Algebra, Analysis und numerische Methoden

Zielgruppe:

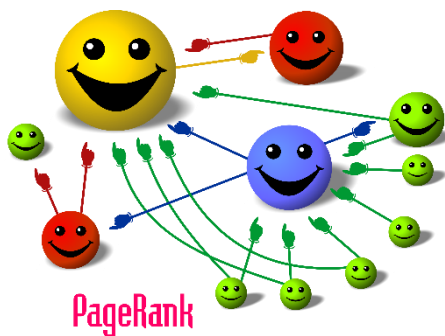
→ Studierende ab dem 5. (ev. 3.) Fachsemester der Studiengänge:

B.Sc. Mathematik / Technomathematik / Wirtschaftsmathematik

Inhalt:

Die Seminarteilnehmer beschäftigen sich mit aktuellen Themen der Bild- und Datenverarbeitung. Neben der mathematischen Modellierung der vorliegenden Probleme werden numerische Methoden zur Approximation von Lösungen, sowie reale Anwendungsszenarien diskutiert. Die Studierenden sollen sich hierbei sowohl den theoretischen Hintergrund als auch die praktische Lösung der vorgestellten Problemstellungen erarbeiten. Beispiele für Themen sind die folgenden Gebiete:

Google Page Rank



Google, Facebook und Twitter sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Scheinbar mühelos schaffen sie es, uns stets das zu zeigen, was uns interessiert. Dahinter steckt keine Magie sondern der bestechend einfache und doch geniale PageRank Algorithmus, benannt nach seinem Erfinder Larry Page. Er modelliert Websites als Knoten eines Graphen dar. Verweist eine Seite auf eine andere, werden die entsprechenden Knoten durch eine Kante verbunden. Somit entsteht ein

gerichteter Graph, der das Surfverhalten eines durchschnittlichen Internetnutzers beschreibt. Der PageRank weist nun jeder Website einen Wert zu, welcher angibt, wie häufig der Nutzer die entsprechende Seite besucht – je häufiger, desto relevanter ist die Seite.

Mathematisch gesprochen ist der PageRank die Lösung eines Eigenwertproblems der sogenannten Adjazenzmatrix des Graphen, wie man es aus der Linearen Algebra kennt. Führt man zudem eine positive Wahrscheinlichkeit dafür ein, dass der Internetsurfer die Seiten manchmal zufällig wechselt, erhält man eine Gleichung für den Graph-Laplace Operator.

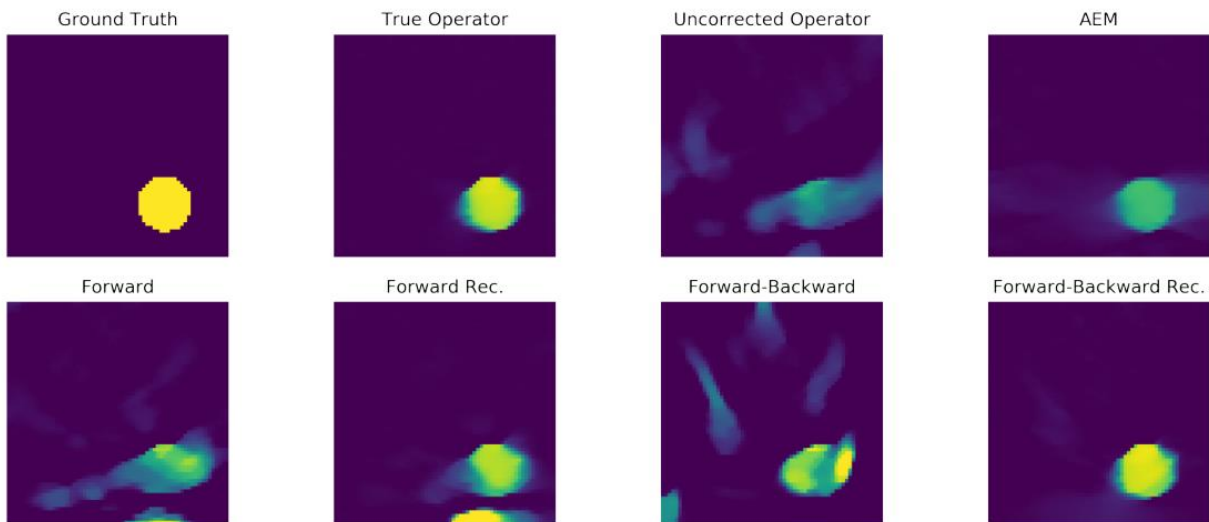
In diesem Seminar wollen wir die Modellierung der Internets als Graph verstehen und verschiedene Rankingtechniken vergleichen. Hierbei kann der Fokus sowohl auf der Implementierung als auch auf theoretischen Aspekten liegen.

Literatur:

- A.Yuan, J.Calder, B.Osting, A continuum limit for the PageRank algorithm, arXiv 2001.08973, 2020.

Operator-Korrektur in der Bildrekonstruktion

Bildrekonstruktion basiert häufig auf der Lösung großer linearer Gleichungssysteme, wobei der unbekannte Lösungsvektor das gesuchte Bild beschreibt und die Matrix den Vorwärtsoperator, der die Entstehung der indirekten Daten aus dem Bild beschreibt. In klassischen Modalitäten wie der Röntgen-Tomographie ist diese Matrix sehr genau bekannt, in vielen modernen Verfahren in der Biomedizin jedoch nur approximativ. Gründe dafür sind komplexe physikalische Prozesse, die nicht modelliert werden, oder auch Ungenauigkeiten bei der Position von Sensoren.



Ein aktueller Ansatz ist es solche Fehler im Operator durch Lernverfahren zu korrigieren, indem man eine Sammlung von bekannten Objekten (Bilder) und deren gemessene Daten verwendet.

In diesem Seminar wollen wir einfache Lernverfahren zur Operatorkorrektur kennenlernen und auch den Einfluß von Messfehlern verstehen. Hierbei kann der Fokus sowohl auf der Implementierung als auch auf theoretischen Aspekten liegen.

Literatur:

- S Lunz, A Hauptmann, T Tarvainen, CB Schönlieb, S Arridge, On learned operator correction, arXiv 2005.07069, 2020.