

Title of Project / Master Thesis:

Verschiedene Themen zu Compressed Sensing

Beschreibung:

Compressed sensing (CS) ist eine relative neue universelles Kompressionsverfahren. Es verschiebt die Komplexität vom Codierer zum Decodierer. Diese Eigenschaft macht CS sehr interessant für Anwendungen, bei denen der Codierer auf Knoten mit geringen Ressourcen laufen muss, die eine üblicherweise aufwändige Codierung nicht leisten können. Während Audio-, Bild- und Video-Kompressionsverfahren wie MP3, JPEG und H265 hochkomplexe Codiervorgänge verwenden, nutzt Compressed Sensing eine einfache lineare Projektion des Signals in einen niederdimensionalen Unterraum. Mit anderen Worten, ein langer Vektor wird mit einer breiten Matrix multipliziert. Dies führt zu einem unterbestimmten Gleichungssystem, welches normalerweise nicht eindeutig lösbar ist. Ist die gesuchte Lösung beispielsweise dünn besetzt (sparse), d.h. sie hat nur wenige von Null verschiedene Werte, kann eine eindeutige Lösung mit einer Wahrscheinlichkeit nahe Eins gefunden werden.

Compressed Sensing wird in vielen verschiedenen Anwendungen eingesetzt, so zum Beispiel bei der Magnetresonanztomographie (MRT), der Seismologie und der Photographie (1-Pixel-Kamera). Wir bieten eine Reihe von Themen für studentische Abschlussarbeiten an. Eine nicht vollständige Auswahl ist hier angegeben:

- Rekonstruktion mit konvexer Optimierung: Der Originalansatz von Compressed Sensing nutzt die l_0 -Norm, um dünn besetzte Lösungen zu garantieren. Dies führt zu nicht-konvexen Optimierungsproblemen. Die Relaxierung des Problems durch Verwendung der l_1 -Norm liefert in der Regel auch dünn besetzte Lösungen, überführt das CS-Problem aber in ein konvexes Optimierungsproblem. Nun können Methoden der konvexen Optimierung zur Lösung verwendet werden. Hier soll insbesondere die ADMM-Methode "Alternating Direction Method of Multipliers" betrachtet werden.
- Rekonstruktion mit probabilistischen Methoden: Ein anderer Ansatz nutzt das Vorwissen über dünn besetzte Signale aus probabilistischer Sicht aus. Die algorithmischen Lösungen nutzen häufig die Repräsentation des Systems durch einen Graphen und resultieren in sogenannten Message Passing Algorithmen (Belief Propagation). Im Speziellen soll der VAMP-Algorithmus (Vector Approximate Message Passing) betrachtet werden. Er ist zu implementieren und um die Möglichkeit zu erweitern, weitere struk-

turelle Eigenschaften des gesuchten Signals auszunutzen.

- Üblicherweise wird die Sensing-Matrix zufällig mit unabhängigen gaußverteilten Zahlen gebildet. In speziellen Kommunikationssystemen, z.B. der räumlichen Modulation, repräsentiert die Kanalmatrix die Sensing-Matrix. Sie ist also durch den Übertragungskanal gegeben. Bei frequenzselektiven Kanälen hat sie eine Toeplitz-Struktur und erfüllt nicht mehr die üblichen Eigenschaften, die an die Sensing-Matrix für mathematische Konvergenzbeweise gestellt werden. Trotzdem funktioniert das Message Passing auch hier. Es sollen grundlegende Untersuchungen durchgeführt werden.

Alle Themen können bezüglich ihrer Komplexität an die Randbedingungen für Bachelor- und Master-Arbeiten angepasst werden.

Chair: Prof. Dr.-Ing. Volker Kühn

Betreuer:

M.Sc. Daniel Franz

Email: daniel.franz@uni-rostock.de

Prof. Dr.-Ing. Volker Kühn

Email: volker.kuehn@uni-rostock.de