

Dissertationspreis 2019

für ausgezeichnete Dissertationen

Dr.-Ing. Jens Steinwandt

“Advanced Array Processing Algorithms for Multi-Dimensional Parameter Estimation ”

Kurzfassung:

Die Entwicklung moderner drahtloser Informations- und Kommunikationssysteme stellt eine enorme Herausforderung an die Effizienz, Latenz und Zuverlässigkeit der digitalen Signalverarbeitungsalgorithmen dar. Dr.-Ing. Jens Steinwandt entwickelt und analysiert in seiner Dissertation zu dieser hochaktuellen Forschungsproblematik innovative und algebraische Verfahren zur Verarbeitung mehrdimensionaler Antennensignale unter gleichzeitiger Ausnutzung ihrer statistischen Eigenschaften. Es wird eine Vielzahl neuer Algorithmen zur unterraumbasierten, hochauflösenden Parameterschätzung vorgestellt, die eine signifikante Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei geringem Rechenaufwand erbringen. Bei der anschließenden analytischen Beschreibung der Leistungsfähigkeit der vorgestellten Verfahren werden die grundlegenden Zusammenhänge zur exakten Quantifizierung des durch Ausnutzung der Signalstruktur erzielbaren Gewinns in Abhängigkeit der physikalischen Parameter wie beispielsweise dem Signal-zu-Rausch-Verhältnis und der Antennenanzahl hergeleitet. Hierbei wurde zum ersten Mal analytisch gezeigt, dass einige dieser Algorithmen die theoretisch bestmögliche Schätzgenauigkeit erreichen. Die Ergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse aus der Dissertation finden Anwendung in zahlreichen interdisziplinären Forschungsgebieten, darunter beispielsweise die für 5G wichtige geometrische Kanalmodellierung für Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO)-Systeme oder die EEG/MEG-Analyse in der Biosignalverarbeitung.

Laudatio

Die rapide voranschreitende technische Innovation in drahtlosen Informations- und Kommunikationssystemen stellt immense Herausforderungen an die Effizienz, Latenz und Zuverlässigkeit der digitalen Signalverarbeitungs-komponenten. Dazu liegt der Fokus bei der Entwicklung neuartiger Algorithmen zur Daten- und Parametererfassung mittels Gruppenantennen zunehmend auf der Einbeziehung der anwendungsbezogenen statistischen und mehrdimensionalen Signaleigenschaften. Vor dem Hintergrund dieser hochaktuellen Forschungsproblematik stellt die Dissertation von Herrn Dr. Jens Steinwandt einen Meilenstein für die Entwicklung und die Analyse effizienter mehrdimensionalen Signalverarbeitungs-algorithmen zur Parameterschätzung in mehrkanaligen Gruppenantennensystemen dar.

Zunächst entwickelt Herr Dr. Steinwandt grundlegende algebraische Werkzeuge zur Verarbeitung mehrdimensionaler Signale unter gleichzeitiger Ausnutzung ihrer statistischen Eigenschaften, die zudem Anwendung in zahlreichen interdisziplinären Forschungsgebieten finden. Darauf basierend wird eine Vielzahl neuer Signalverarbeitungsalgorithmen zur unterraumbasierten, hochauflösenden Parameterschätzung vorgestellt, die eine signifikante

Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei geringem Rechenaufwand erbringen und das enorme Potenzial dieser neuen Algorithmen aufzeigen. Besonders beeindruckend ist die anschließende analytische Beschreibung der Leistungsfähigkeit der vorgestellten Verfahren.

Dabei werden die grundlegenden theoretischen Zusammenhänge zur exakten Quantifizierung des durch Ausnutzung der Signalstruktur erzielbaren Gewinns in Abhängigkeit der physikalischen Parameter wie beispielsweise dem Signal-zu-Rausch-Verhältnis und der Antennenanzahl hergeleitet. Hierbei wurde zum weltweit ersten Mal analytisch gezeigt, dass einige dieser Algorithmen asymptotisch die bestmögliche Schätzgenauigkeit erreichen. Die entwickelten Algorithmen und die gewonnenen Erkenntnisse sind daher von größter Bedeutung für zukünftige Kommunikationssysteme.

Die in der Dissertation von Herrn Dr. Steinwandt erzielten bahnbrechenden Ergebnisse zeichnen sich durch große Originalität aus und wurden bereits in zahlreichen renommierten IEEE-Fachzeitschriften und internationalen IEEE-Konferenzen publiziert, die in der Fachwelt bereits große Beachtung gefunden haben. Dies unterstreicht eindrucksvoll die äußerst große Signifikanz der erarbeiteten umfangreichen theoretischen Grundlagen und Zusammenhänge. Diese Doktorarbeit ist sehr gut strukturiert und in ausgezeichnetem Englisch verfasst. Insgesamt leistet die Dissertation von Herrn Dr. Steinwandt herausragende Pioniersarbeit auf dem Gebiet der mehrdimensionalen Parameterschätzung und liefert einen exzellenten wissenschaftlichen Beitrag zu einer hochaktuellen Forschungsproblematik.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Haardt