

Dissertationspreis 2017

für ausgezeichnete Dissertationen

Dr.-Ing. Michael Fauß

“Design und Analysis of Optimal and Minimax Robust Sequential Hypothesis Test”

Kurzfassung:

Ein klassisches Problem in der Signalverarbeitung ist es, von verrauschten Beobachtungen auf den Zustand des beobachteten Systems zu schließen: Ist ein Sender aktiv oder nicht? Sind die Vibrationen einer Maschine im normalen Bereich oder liegt ein Defekt vor? Derartige Fragen werden in der statistischen Signalverarbeitung mittels Hypothesentests beantwortet. Diese sollen einerseits zuverlässig sein, das heißt geringe Fehlerwahrscheinlichkeiten aufweisen, und andererseits effizient, um mit so wenig Messungen wie möglich auszukommen. Um beiden Anforderungen zu entsprechen, werden in der Arbeit zwei Teilbereiche der Statistik zusammengeführt: die robuste und die sequentielle Statistik. Erstere befasst sich damit die Zuverlässigkeit statistischer Verfahren auch unter schwierigen Bedingungen zu garantieren, letztere damit statistische Verfahren zu beschleunigen, indem die Anzahl der Messungen an die tatsächlich beobachteten Daten angepasst wird. In der Arbeit wird erstmals ein systematischer Ansatz zum Entwurf von robusten sequentiellen Hypothesentests entwickelt. Es werden sowohl die theoretischen Grundlagen und Optimalitätsbedingungen hergeleitet als auch Algorithmen zur praktischen Implementierung vorgestellt. Einen Schwerpunkt bildet die Befassung mit der Rolle von „f-divergences“, welche als Maß für die Distanz zwischen zwei oder mehr Wahrscheinlichkeitsverteilungen dienen und eine Brücke zwischen robusten herkömmlichen Tests und robusten sequentiellen.

Laudatio

Der statistische Hypothesentest, insbesondere die Detektion von stochastischen Signalen, hat eine Vielzahl von Anwendungen, unter anderem in der Radartechnik, der Medizintechnik, dem Mobilfunk und in Frühwarnsystemen. Häufig soll dabei ein Ereignis oder ein Signal so schnell wie möglich detektiert werden, d.h. eine Entscheidung muss anhand weniger Beobachtungen getroffen werden; man denke an ein Erdbebenwarnsystem. Verfahren, die dies ermöglichen, basieren in der Regel auf einem Signalmodell, für das der Detektor optimiert wird. In der Praxis lässt sich ein solches Modell jedoch selten genau bestimmen. Die Leistungsfähigkeit entsprechender Detektoren kann daher stark durch Modellabweichungen beeinträchtigt werden. Statistisch robuste Verfahren lösen dieses Problem, indem die Modellunsicherheiten bereits beim Entwurf berücksichtigt werden.

Die Arbeit von Herrn Fauß beruht auf der Idee, die Zuverlässigkeit robuster Detektoren mit der Effizienz sequentieller Detektoren zu verbinden. Der herausragende wissenschaftliche Beitrag von Herrn Fauß besteht darin, eine allgemeine, in sich geschlossene Theorie minimax robuster sequentieller Tests entwickelt zu haben. Durch die Resultate seiner Arbeit sind wir in der Lage minimax optimale sequentielle Tests für verallgemeinerte Markov-Prozesse auf eine elegante Weise theoretisch zu charakterisieren und anschaulich zu interpretieren. Die Charakterisierung der unvoreilhaftesten Verteilungen durch ein statistisches Distanzmaß stellt dabei eine interessante Verbindung zu klassischen Arbeiten im Bereich der robusten Detektion her. Darüber hinaus hat Herr Fauß in seiner Arbeit die Methoden und Werkzeuge entwickelt, optimale und

minimax robuste sequentielle Tests numerisch effizient zu entwerfen. Dies ermöglichte es erstmals einen optimalen sequentiellen Test für ein autoregressives Modell zu implementieren.

Die Dissertation von Herrn Fauß überzeugt durch eine klare Gedankenführung und eine stringente Argumentationskette. Das behandelte Thema wird klar definiert und die Übergänge erschließen sich logisch. Die Methodik wird ausgehend vom Problem entwickelt und nicht umgekehrt.

Prof. Abdelhak Zoubir

Dr.-Ing. Michael Fauß

Technische Universität Darmstadt



Michael Fauß, geboren am 4. Februar 1986 in Seeheim-Jugenheim, begann 2005 mit dem Studium der Elektrotechnik an der TU Darmstadt. Nach dem Vordiplom wechselte er 2007 an die TU München, wo er Ende 2010 sein Studium abschloss. Seine Diplomarbeit zum Entwurf von Transceiver-Filtern in Relay-Netzwerken verfasste er während eines Aufenthalts an der University of Edinburgh in Schottland. Im Jahr 2011 begann er seine Promotion am Fachgebiet Signalverarbeitung der TU Darmstadt, die er im März 2016 mit Auszeichnung abschloss. Seitdem arbeitet er als Postdoktorand am Fachgebiet von Prof. Abdelhak Zoubir. Im Herbst 2017 verbrachte er auf Einladung von Prof. Vincent Poor einen sechswöchigen Forschungsaufenthalt an der University of Princeton. Die Schwerpunkte seiner Forschung sind robuste und sequentielle Verfahren in der statistischen Signalverarbeitung.