

Dr.-Ing. Markus Gardill

„Charakterisierung und Entwurf von kleinen Gruppenantennen zur Winkelschätzung für ultrabreitbandige industrielle FMCW-Radarsysteme“

Kurzfassung

Neben der allgemein bekannten satellitengestützten Ortung mit Hilfe von Satellitensystemen, wie zum Beispiel GPS, wird insbesondere die Ortung in Innenräumen und in Industriebereichen immer wichtiger. Die technische Implementierung solcher Ortungssysteme auf der Basis der Nutzung elektromagnetischer Wellen im Hoch- und Höchsthfrequenzbereich – allgemein als RADAR bekannt - ist im Vergleich zu anderen Signalträgern wie Licht- oder Ultraschallwellen besonders attraktiv. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Entwurf und der vorausgehenden notwendigen Modellierung und Charakterisierung von Ultra-Breitbandigen Gruppenantennen für ein neuartiges industrielles Radarsystem. Der Frequenzbereich dieses Radarsystems reicht von 6 GHz bis 9 GHz, was einer relativen Bandbreite von 40 % entspricht. Durch diese hohe Bandbreite kann eine sehr feine Ortsauflösung erreicht werden, die Verwendung von Gruppenantennen zusammen mit speziell entworfenen Signalverarbeitungsalgorithmen ermöglicht neben der Entfernung- eine simultane Winkelschätzung. Da FMCW-Radarsysteme nach dem Stand der Technik typischerweise schmalbandige Systeme sind, sind traditionelle Methoden für die Charakterisierung von Antennen, für den Entwurf von Einfallswinkel-Schätzalgorithmen, sowie für die Entwicklung von Gruppenantennen nicht ausreichend. In einem ganzheitlichem Ansatz werden diese Komponenten kritisch untersucht, wo nötig erweitert und schlussendlich angewendet, um neuartige UWB Gruppenantennen und Signalverarbeitungsalgorithmen zu entwerfen, Prototypen zu implementieren und deren überlegene Leistungsfähigkeit anhand von Messungen aufzuzeigen.

Laudatio

Die drahtlose Ortung von Menschen und Dingen wie zum Beispiel Maschinen oder Maschinenteilen, Robotern oder Roboterarmen, Waren und anderen Gütern in Industrieumgebungen hat zunehmende Bedeutung, Stichpunkt Industrie 4.0. Die technische Implementierung solcher Ortungssysteme auf der Basis der Nutzung elektromagnetischer Wellen im Hoch- und Höchsthfrequenzbereich ist im Vergleich zu anderen Signalträgern wie Licht- oder Ultraschallwellen besonders attraktiv. Von großem Vorteil sind hier insbesondere die stürmischen Entwicklungen im Bereich der Hochfrequenzelektronik und der Mikroelektronik insgesamt, die heute die Realisierung kostengünstiger Systemlösungen zunehmend ermöglichen. Ortungssysteme lassen sich auf Basis verschiedener Prinzipien entwickeln, wobei für die Ortung im industriellen Umfeld insbesondere die Radar-basierte Ortung die Hauptrolle spielt - und zwar speziell die Ortungstechniken auf Basis von FMCW-Radarverfahren (FMCW: Frequency Modulated Continuous Wave).

Die heute ausgezeichnete Dissertation von Herrn Dr. Gardill setzt sich mit der ultrabreitbandigen (UWB: Ultra Wideband) FMCW-Radar-Ortung für industrielle Anwendungen auseinander. Herr Gardill untersucht hier innovative Antennentechniken für die Schätzung des Einfallswinkels (DOA: Direction of Arrival) elektromagnetischer Wellen in einem neuartigen UWB-FMCW-

Sekundärradarsystem. Die Bandbreite des dabei betrachteten Systems ist extrem hoch und beträgt 40% (von 6 bis 9 GHz); sie liegt damit deutlich über der Bandbreite von herkömmlichen Systemen, die typische Bandbreitewerte kleiner 10% aufweisen. Herr Gardill beschäftigt sich in seiner Arbeit konkret mit dem Entwurf von Gruppenantennen mit extrem hohen Bandbreiten, bei denen die bekannten Methoden für den Antennenentwurf nicht ausreichen, sondern neu auftretende Effekte beherrscht werden müssen. Diese Herausforderung betrifft nicht nur den Antennenentwurf, sondern erstreckt sich von der Modellierung der Systemeigenschaften der Gruppenantennen über die Implementierung von DOA-Schätzalgorithmen bis hin zur Charakterisierung der Antennen, denn die hohe Bandbreite von 40% erfordert eine innovative Weiterentwicklung des gesamten Antennenentwicklungsprozesses.

Der besondere Verdienst der Arbeit von Herrn Gardill besteht darin, dass er hierfür erstmals eine „Antenna in the Loop“-Methodik und damit einen gesamtheitlichen holistischen Entwicklungsprozess für die Winkelschätzung bei UWB-FMCW-Radarsystemen entwirft und implementiert. Dabei betrachtet er gleichermaßen den Antennenentwurf und die Signalverarbeitung sowie deren gegenseitige Wechselwirkungen. Durch diese gemeinsame Betrachtung der bisher viel zu oft isoliert voneinander behandelten wissenschaftlichen Teildisziplinen der Hochfrequenztechnik sowie der Signalverarbeitung stellt Herr Dr. Gardill ein neues informationstechnisches Konzept auf, das auch weit über den in seiner Doktorarbeit beschriebenen Anwendungsfall, z.B. beim Entwurf und der Implementierung neuartiger ultrabreitbandiger MIMO Funkssysteme, Anwendung finden kann.

Prof. Robert Weigel

Dr.-Ing. Markus Gardill
Universität Erlangen-Nürnberg



Herr Dr. Markus Gardill, geboren am 31.01.1985 in Bamberg, studierte von 2005 bis 2008 im Studiengang Elektrotechnik, Elektronik, und Informationstechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2008 wurde er in den Elitestudiengang Systeme der Informations- und Multimediatechnik des Elitenetzwerkes Bayern aufgenommen, welchen er 2010 mit Auszeichnung zum Dipl.-Ing. abschloss. Für seine Diplomarbeit zum Thema „An UMTS Jammer Triggering User-Equipment Inter-RAT Cell Reselection“ wurde er mit dem EADS/Cassidian Argus Award 2010 sowie dem SEW Eurodrive Studienpreis 2011 ausgezeichnet. Ab Oktober 2010 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Technische Elektronik der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. Hier beschäftigte er sich hauptsächlich mit dem Entwurf von Algorithmen zur UWB Radar-Signalverarbeitung, dem Entwurf von Antennen und Antennenarrays für industrielle Radar Systeme, sowie der Bearbeitung verschiedenster industrieller Forschungsprojekte im Bereich der Kommunikations-, Mess- und Lokalisierungstechnik. Ab 2014 leitete er am Lehrstuhl für Technische Elektronik die Gruppe „Radio Communication Technology“, in der er gemeinsam mit einem internationalen Forscherteam verschiedenste Projekte in den Fachgebieten Kommunikations- und Radarsysteme, sowie Antennen und Messtechnik beantragte und bearbeitete. Zudem war er mit dem Aufbau und der Leitung des interdisziplinären Labors für Embedded Wireless Systems der Lehrstühle für Hochfrequenztechnik, Digitale Übertragung und Technische Elektronik der FAU Erlangen-Nürnberg betraut. Seine Promotion zum Dr.-Ing. schloss er mit einer Dissertation zum Thema „Characterization and Design of Small Array Antennas for Direction-Of-Arrival Estimation for Ultra-Wideband Industrial FMCW Radar Systems“ im Juni 2015 mit Auszeichnung ab. Von September 2015 bis Oktober 2016 arbeitete Herr Dr. Gardill in der Vorausentwicklung von bildgebenden Mess- und Prüftechniken bei der Robert Bosch GmbH in Bamberg und leitete dort das Center of Competence for Non-Destructive Testing. Seit Oktober 2016 ist er bei der InnoSenT GmbH als Senior Software Developer für automotive Radarsysteme tätig. Neben einem intensiven Engagement in der Lehre ist Herr Dr. Gardill unter anderem als Reviewer für IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques und verschiedene Konferenzen tätig. 2015 wurde er in das Technical Committee 9 – Digital Signal Processing – der IEEE Microwave Theory and Techniques Society aufgenommen.