

Dortmunder Beiträge zu Kommunikationsnetzen und -systemen

Band 5

**Kai Daniel**

**Kontextsensitive Vernetzungsstrategien  
für avionische Sensorsysteme**

D 290 (Diss. Technische Universität Dortmund)

Shaker Verlag  
Aachen 2012

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Dortmund, Technische Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1193-7

ISSN 1867-4879

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zum Systementwurf und zur dynamischen Netzplanung für avionische Sensornetze und wurde im Rahmen des Projektes „*Airborne Remote Sensing for Hazard Inspection by Network Enabled Lightweight Drones (AirShield)*“ durchgeführt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des bundesweiten Sicherheitsforschungsprogrammes für die Jahre 2008-2011 gefördert wurde.

Vor dem Hintergrund unkontrollierter Schadstoffemissionen durch Großbrände oder Industrieunfälle stellt die zielgerichtete, zuverlässige und schnelle Aufklärung potenziell kontaminierter Umgebungen einen wesentlichen Erfolgsfaktor zur Eingrenzung und Bekämpfung von Gefahrenlagen dar. Derzeit sind Messungen durch ABC-Einheiten der Feuerwehren auf die unmittelbare Bodennähe beschränkt und liefern unzureichende Informationen über Art und Ausmaß von Kontaminationen. Die Erstellung von Ausbreitungsprognosen sowie Ableitung strategischer Entscheidungen, wie z.B. erforderliche Evakuierungen, werden durch das aktuelle Informationsdefizit erschwert.

Der Einsatz autonomer *Micro Unmanned Aerial Vehicles (MUAVs)* in einem Schwarm schafft demgegenüber einen erheblichen Mehrwert bei der Erkundung und Aufklärung kontaminierter Umgebungen. Angesichts knapper Funkressourcen im BOS-Bereich, im Speziellen im Bereich der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr, ist von temporären Verbindungsabbrüchen auf der Luft-Boden-Strecke (*Air-to-Ground, A2G*) auszugehen, so dass der Einsatz autonomer Agenten zwingend erforderlich ist, um eine zuverlässige Exploration zu gewährleisten. Um die Auswirkungen möglicher A2G-Verbindungsabbrüche zu kompensieren und zeitgleich die Explorationseffizienz aufrecht zu erhalten, ist die Kohärenz des avionischen Mesh-Netzes von zentraler Bedeutung. Bisherige Forschungsarbeiten fokussieren die Autonomie einzelner UAVs, vermaschte Sensornetze am Boden sowie die zentralistische oder deterministische Erkundung von Gebieten. Die kohärente Vernetzung autonomer Agenten unter Ausnutzung der kontrollierten Mobilität rechtfertigt demgegenüber eine weitergehende und detaillierte Analyse.

Ein wesentlicher Beitrag dieser Arbeit besteht im Entwurf kommunikationssensitiver Mobilitätsalgorithmen, die in der Lage sind die Kohärenz eines MUAV-Netzes aufrecht zu erhalten und im Extremfall eines vollständigen Verbindungsabbruches die Kohärenz durch geeignete kontrollierte Mobilität wiederherzustellen.

Hierzu werden deterministische wie auch zufallsbasierte Mobilitätsalgorithmen entwickelt und untersucht, die ein Gleichgewicht zwischen optimaler Netztopologie und Konnektivität auf Basis von Kanalmessungen und -schätzungen herstellen. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit werden die neu entwickelten Algorithmen *Cluster Breathing*, *Cooperation Repelling Walk* und *Smart Cube* mit makroskopischen Explorationsstrategien kombiniert. Hierbei werden die Interdependenzen zwischen Mikro- und Makromobilität im Hinblick auf Explorationseffizienz und Kommunikationsgüte für unterschiedliche Ausbreitungskanäle analysiert und bewertet. Die Leistungsbewertung zeigt, dass der Einsatz der vorgestellten kommunikationssensitiven Mobilitätsstrategien sowohl im Hinblick auf eine durchgängige Vernetzung als auch im Hinblick auf die Explorationseffizienz sehr gute Ergebnisse erzielt und aufgrund seiner Flexibilität und Robustheit rein-deterministischen Verfahren weit überlegen ist.