



## AFCEA Bonn e.V. Studienpreis 2021/2022 Kernthesen der Arbeit

|   |   |
|---|---|
| <b>Titel der Arbeit:</b>  | Cyclostationary Signal Detection and Doppler Rate Correction for LEO Nanosatellites in the ISM Band |
| <b>Tag der Einreichung:</b>   | 15.09.2019  |
| <b>Hochschule:</b>  | Universität der Bundeswehr München  |
| <b>Name des Verfassers:</b>   | OLt Jonas Hofmann   |
| <b>Betreuender Professor:</b>   | Andreas Knopp   |
| <i>Kurze Beschreibung (1 Seite !) der Kernthesen.<br/>Was ist die Quintessenz der Arbeit?</i>   |   |
| <p>Das Erkennen und Klassifizieren von Kleinstsatellitensignalen gewinnt durch die rasch ansteigende Anzahl von Satelliten im Orbit zunehmend an Bedeutung. Gleichmaßen können mit Signaldetektionskonzepten zivile Cognitive Radio Anwendungen realisiert werden, in denen temporär ungenutzte Frequenzbereiche wiederverwendet werden, während sie in militärischen SIGINT Applikationen einen entscheidenden Beitrag zur Aufklärung leisten. Allerdings gestaltet sich das Detektionsproblem schwieriger als in der terrestrischen Kommunikation: Kleinstsatelliten verfügen über eine geringe Sendeleistung und die Empfangsleistung an der Bodenstation schwankt stark im Laufe eines Überfluges. Besonders hohe Dopplerverschiebungen durch den LEO Orbit führen zu Frequenzunsicherheiten im Empfangssignal. Hinzu kommt, dass die Signale zahlreicher anderer Kommunikationsteilnehmer Interferenzen erzeugen. In diesem komplexen Umfeld gilt es, ein bestimmtes Signal zu erkennen.</p> <p>Die konkrete Problemstellung dieser Masterarbeit ist durch eine Kooperation zweier Forschungsgruppen an der UniBwM und der Naval Postgraduate School in Monterey, CA, motiviert, aber auf breite Anwendungsbereiche in der Weltraumkommunikation übertragbar. Es geht darum, Satelliten mit bekannter oder unbekannter Signalstruktur in einer stör- und interferenzbehafteten Umgebung aufzufinden und zu detektieren. Es wird also ein Detektor benötigt, der zuverlässig die Anwesenheit eines bestimmten Signals erkennt und dessen genaue Trägerfrequenz ermittelt, um das Signal im nächsten Schritt zu demodulieren. Veränderungen an der Signalstruktur des Senders können am gegebenen System dazu nicht mehr durchgeführt werden, weshalb das Gesamtszenario ähnlich zu einer nicht-kooperativen „Blind Detection“ in militärischen SIGINT Anwendungen ist. Herr Hofmann hat sich der These gewidmet, dass sich trotz der zeitabhängigen Dopplerverschiebung die Vorteile zyklstationärer Signaldetektion, insbesondere die Toleranz gegenüber Interferenz, wirksam nutzen lassen. Dazu verfolgt er den innovativen Ansatz, die begrenzte Auflösung einer FFT-Frequenzschätzung auszunutzen. So gelingt es, zyklstationäre Signalcharakteristika zuverlässig zu berechnen. Darauf aufbauend entwickelt er eine Detektionsstatistik, die Schwankungen in der Empfangsleistung mittels einer adaptiven Schwelle beherrscht. Interferierende Signale können durch sogenannte zyklische Frequenzen, die charakteristisch für jedes Kommunikationssignal sind, erkannt werden, sodass die Falschalarmrate minimiert wird. Die einzelnen Verarbeitungsschritte werden zu einem Algorithmus zusammengefügt, der das Doppler-korrigierte Signal der Demodulation zuführt. Die Wirksamkeit dieses theoretisch höchst anspruchsvollen Ansatzes demonstriert Herr Hofmann nicht nur mathematisch, sondern auch indem er den Algorithmus an originalen Daten von Satellitenüberflügen testet und das Satellitensignal robust detektiert.</p> <p>Diese Methode bietet eine breite Anwendung in der Detektion von Flugobjekten. Die Masterarbeit wurde als Poster auf der SmallSat Conference 2019 in Logan, UT, und als Konferenzbeitrag (IEEE Konferenz) sowie als Aufsatz in einem Journal vorgestellt.</p> |   |