



AFCEA Bonn e.V. Studienpreis 2018 Kernthesen der Arbeit

Titel der Arbeit:	Kanalcodierung für kurze Blocklängen mit Polar-Codes
Tag der Einreichung:	31.08.2017
Hochschule:	Universität der Bundeswehr München
Name des Verfassers:	Michael H o l z
Betreuender Professor:	Univ.-Prof. Dr.-Ing Andreas Knopp

Kurze Beschreibung (1 Seite !) der Kernthesen.

Was ist die Quintessenz der Arbeit?

Internet-Of-Things (IoT)-Geräte sind die wichtigste neue Ziel-Applikation der nächsten Generation von Mobilfunksystemen. Dieser auch als „massive Machine Type Communications (mMTC)“ bezeichnete Markt umfasst Billionen Stückzahlen. Anforderungen an die Sensoren sind dabei kleine Bauform, niedrige Sendeleistung („ultra low power“), extreme Robustheit und lange Lebensdauer. Auch die Bundeswehr erkennt die Chancen von mMTC, bspw. in der vernetzten Operationsführung oder Lagerdarstellung. Im Gegensatz zu den meisten Mobilfunkoperatoren benötigt das Militär ebenso wie viele Industrien aber Technologien, die direkten Zugang des Sensors zu satellitengestützten Weitverkehrsnetzen erlaubt, da Basisstationen nicht existieren. Um aber geostationäre Satelliten mit kleinen IoT Sendern unter „low-power“ Bedingungen zu erreichen, bedarf es neuer, technologisch anspruchsvoller Wellenformen.

In der UniBwM ist ein komplexes nichtlineares Spread-Spectrum Modulationsverfahren patentiert worden. Herr Holz hatte die Aufgabe, einen angepassten Fehlerschutzcode zu entwerfen, zu simulieren und zu erproben. Wesentliche Schwierigkeit war die geschickte Gewinnung von „Soft“-Informationen aus der neuen Wellenform, um auch bei den avisierten, sehr kurzen Datenblöcken signifikante Codiergewinne zu erzielen. Die Kernthesen der Arbeit dazu sind:

- *Entwicklung eines anwendungsangepassten Fehlerschutzcodes:* Hierzu widmet sich Herr Holz den Polar-Codes, einer neueren Code-Gruppe, die für kurze Blocklängen vielversprechend ist, deren Leistungsfähigkeit aber generell noch umstritten ist. Er beschreibt in seiner Arbeit prägnant und auf das Problem bezogen die nötigen Methoden und Werkzeuge zum Entwurf und zur Erzeugung dieser Codes. Dabei beschränkt er sich nicht auf eine mögliche Lösung, sondern diskutiert versiert und systematisch verschiedene Ansätze, aus denen er dann den problembezogen optimalen auswählt. Er kann dabei nur auf komplexe Primärliteratur (Aufsätze, Journale) zurückgreifen, da Lehrbücher noch nicht verfügbar sind.
- *Gewinnung / Erzeugung von Soft-Informationen (Soft-Bits und LLRs):* Herr Holz identifiziert die wesentliche Herausforderung für das vorliegende mMTC-Szenario in der Erzeugung von Soft-Bits unter Zugrundelegung des neuen Übertragungsverfahrens. Er erdenkt eine eigene kreative Lösung. Von den Soft-Bits / LLRs hängt der erzielte Codiergewinn entscheidend ab.
- *Analyse / Erprobung:* Herr Holz erstellt eine leistungsfähige Computersimulation und bereitet die Implementierung des Codes in einen SDR-Hardwareaufbau vor. Eigenschaften der Übertragungstrecke einschließlich des Funkkanals werden stringent aus den Anforderungen der Anwendung abgeleitet. Es werden aussagekräftige Analysen durchgeführt, das System wird optimiert und der Vergleich mit dem Stand der Technik weist die Überlegenheit nach.

Herr Holz hat den für ihn komplett neuen Sachverhalt vollständig und wissenschaftlich korrekt durchdrungen und eine herausragende Ingenieursleistung erbracht. Erwähnenswert ist ferner, dass seine Lösung sofort nutzbar war und inzwischen eine darauf basierende, sichere mMTC Übertragung für die Bundeswehr praktisch gezeigt werden konnte.

Die Masterarbeit von Herrn Holz wurde von beiden Betreuern mit der *Bestnote 1.0* bewertet. Die Arbeit hat Eingang in den Aufsatz *C.A. Hofmann and A. Knopp, „Ultra-Narrowband Waveform for IoT Direct Access to GEO Satellites“, IEEE Internet of Things Journal (under review)* gefunden.

