Moderne Fehlerkorrekturverfahren für effiziente, flexible Funkdatenübertragung

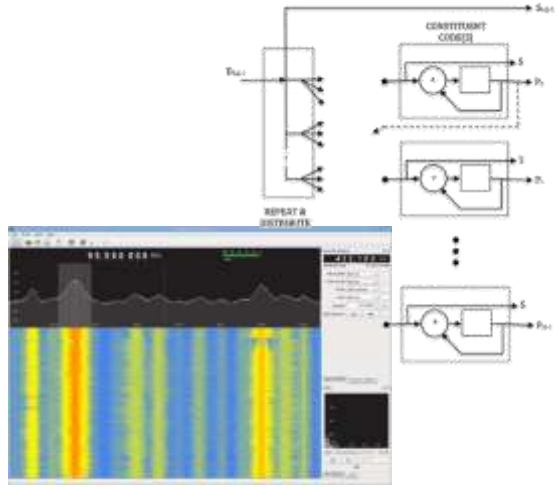
Hochschule Aalen

Code-Design, Codierung und Decodierung moderner und flexibler Kanalcodes für Software-Defined-Radios

Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE)

Jedes praktisch relevante digitale Übertragungsverfahren verfügt über ausgereifte Mechanismen für die automatische Korrektur von Übertragungsfehlern. Auf der Sendeseite wird mittels eines Kanalcodierers Redundanz (Prüfbits) in das Sendesignal eingefügt, mit der ein Empfänger Fehler so korrigieren kann, dass keine erneute Übertragung erforderlich ist. Die leistungsfähigsten bekannten Kanalcodes sind Low-Density-Parity-Check-(LDPC-) Codes, Polar-Codes und Turbo-Codes [1, 2], die mit Message-Passing-Algorithmen iterierend decodiert werden.

Aktuell finden innerhalb verschiedener internationaler Gruppierungen (z.B. IEEE, ETSI, EU, NATO) Bemühungen zur Standardisierung von Übertragungsverfahren für flexibel programmierbare Sende-/Empfangseinheiten (Software-Defined-Radios, SDRs) statt. Hierfür müssen an die jeweilige Anwendung anpassbare Modulationsverfahren (Wellenformen) und Fehlerkorrekturverfahren gemeinsam entworfen werden.



Source (License: CC BY-SA 4.0): AsciiWolf - Own work
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gqrx.png

Source (License: CC BY-SA 3.0):Mrcodeguy at English Wikipedia
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LDPC_encoder_Figure.png

Ziel Ihrer Arbeit ist es, Kanalcodierungs- und Modulationsverfahren moderner Kommunikationsstandards für SDR-basierte Wellenformen zu implementieren, auszuwerten sowie eventuelle Verbesserungspotenziale bezüglich des Codedesigns zu identifizieren und umzusetzen. Hierbei soll besonderer Wert auf Flexibilität bezüglich der Coderate und der unterschiedlichen Bandbreiten verschiedener Wellenformen gelegt werden.

Ihre Aufgabe ist es, einerseits – unter Nutzung vorhandener Bibliotheken – die Signalverarbeitungskette für Modulation und Codierung zu entwerfen und diese in einer selbst erstellten Simulation ausgiebig zu analysieren. Dazu werden Sie zuerst die Grundlagen der Verarbeitung von Soft-Information in der Kanaldecodierung [3] erarbeiten und literaturbekannte Verfahren für die Codierung und Decodierung der o.g. Codes erarbeiten und effizient implementieren. Nach einem Vergleich sollen Verfahren für das Code-Design der Codes dahingehend untersucht werden, um Verbesserungspotenziale zu bestehenden Standards bzw. Standardisierungsvorschlägen zu identifizieren.

Die Implementierung soll wahlweise in MATLAB, Python/SciPy, Julia oder C++ erfolgen.

Erste Vorkenntnisse in Fehlerkorrekturverfahren oder Graphentheorie sind wünschenswert, aber nicht notwendig.

Ansprechpartner (Erstbetreuer): Prof. Dr.-Ing. Stephan Ludwig

E-Mail: Stephan.Ludwig@hs-aalen.de

Telefon: +49 7361 576-5625

[1] S. J. Johnson, Iterative Error Correction. New York, USA: Cambridge University Press, 2010.
[2] S. J. Johnson, Introducing Low-Density Parity-Check Codes, online available: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.165.258&rep=rep1&type=pdf
[3] J. Hagenauer, E. Offer, and L. Papke, “Iterative decoding of binary block and convolutional codes,” in IEEE Transactions on Information Theory, vol. 42, no. 2, pp. 429–445, Mar. 1996.