Blinde GSM-Kanalschätzung mittels stationärer und zyklostationärer Statistik zweiter und höherer Ordnung

von

Thorsten Petermann und Karl-Dirk Kammeyer
Arbeitsbereich Nachrichtentechnik (ANT), Universität Bremen

In der modernen, digitalen Nachrichtenübertragung basieren nahezu alle Konzepte auf einer kohärenten Empfängerstruktur[1], die i.a. durch eine referenzdatengestützte Schätzung des Übertragungskanals realisiert wird. Diese sog. nicht-blinden Ansätze, wie z.B. der Least-Squares-Algorithmus (LS) oder die Cross-Correlation-Methode (CC), benötigen einen ständigen Overhead, der im GSM-Standard (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS) – auf dem sämtliche im vorliegenden Beitrag vorgestellten Ergebnisse basieren – ca. 22% eines Datenbursts beträgt. Der vollständige Verzicht auf den Overhead und die damit verbundene Ausnutzung des gesamten Bursts für Nutzdaten ist die Motivation für den Einsatz blinder Kanalschätzverfahren, wie dem von Boss, Jelonnek und Kammeyer entwickelten EVI (EIGENVECTOR APPROACH TO BLIND IDENTIFICATION), dem sog. W-SLICE Algorithmus (WS) von Fonollosa und Vidal oder der TXK-Methode von Tong, Xu und Kailath. Während die beiden erstgenannten Verfahren auf der Statistik höherer Ordnung (HOS - Higher Order Statistics) basieren, nutzt die TXK-Methode die zyklostationäre Statistik zweiter Ordnung (SOCS - Second Order Cyclostationary Statistics) aus.

Allen blinden Verfahren gemein ist zwar der Vorteil des entfallenden Overheads, die Schätzung des Übertragungskanals jedoch gelang bisher nur bis auf einen unbekannten komplexen Faktor, d.h. eine kohärente Empfängerstruktur war ohne Ausnutzung von *a-priori*-Information nicht möglich. Im Arbeitsbereich[1]Nachrichtentechnik der Universität Bremen ist es nun gelungen, diesen komplexen Faktor, basierend auf einer linearen MSE-Entzerrung der Empfangsdaten, zu schätzen. Die auf diese Weise optimierte blinde Kanalschätzung bildet dann die Grundlage für die Viterbi-Entzerrung im Sinne einer Maximum Likelihood Sequence Estimation (MLSE).

Einen weiteren Schwerpunkt dieses Beitrags bildet die Untersuchung der Anwendbarkeit zyklostationärer Verfahren ohne zusätzlichen Hardwareaufwand. Zyklostationäre Algorithmen erfordern die Ausnutzung von Diversität, z.B. durch Kreuzkorrelation der durch die Überabtastung des Empfangssignals entstehenden Polyphasen oder durch Verwendung von Antennen-Arrays, was jedoch einen deutlichen Mehraufwand in der Mobilstation bedeutet. Der Einsatz der GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) bei GSM ermöglicht jedoch einen Diversitätsgewinn durch getrennte Ausnutzung der Inphasen- und Quadratur-Komponenten des stationären Empfangssignals ohne zusätzlichen Hardware-Aufwand. Allen auf der Ausnutzung von Diversität basierenden Algorithmen ist jedoch ihre Empfindlichkeit gegenüber "singulären" Kanälen[2] gemein, weshalb sie im Vergleich zu den HOS-Verfahren im allgemeinen zu schlechteren Ergebnissen führen.

Der Vergleich von referenzdatengestützten und blinden Kanalschätz-Algorithmen auf der Basis von Bitfehlerraten (BER) verdeutlicht, daß zumindest die HOS-Ansätze (und hier vornehmlich der EVI) eine ernstzunehmende Alternative darstellen, führt man sich den Gewinn durch Ausnutzung des 22%igen Overheads vor Augen. Bemerkenswert ist darüber hinaus, daß diese Resultate aus der relativ geringen, durch die GSM-Burststruktur vorgegebenen Anzahl von 142 Abtastwerten hervorgehen. Ziel dieses Beitrags ist es nicht, eine Änderung des GSM-Standards vorzuschlagen; vielmehr soll der Anreiz gegeben werden, blinde Kanalschätzverfahren in zukünftige Überlegungen mit einzubeziehen.

[1]Eine Ausnahme bildet der sog. RAKE-Empfänger bei der Codemultiplex-Übertragung (CDMA).

[2]Kanäle, deren Polyphasen gemeinsame Nullstellen besitzen.