

Unterabtastendes Mehrträger-Basisband-MIMO-System zur Ausnutzung breitbandiger Übertragungskanäle mit hohem Übersprechen

Franz G. Aletsee, Hochschule Augsburg

Um Datenraten weiter zu steigern, sind nach Shannon sowohl eine große analoge Bandbreite als auch eine hohe spektrale Effizienz erforderlich. Nach dem Stand der Technik kommen zeitversetzte Analog-Digital-Wandler (TI-ADC, engl. time-interleaved ADC) zum Einsatz, welche die bekannten Nachteile wie Verstärker-, Phasen- und Offsetfehler mit sich bringen. Eine weitere Möglichkeit die Datenraten zu steigern ist eine Parallelisierung der Datenübertragung vorzunehmen. Mit steigender Frequenz nehmen die Verkopplungen zwischen diesen parallelen Signalpfaden zu und führen zu einer Störung der Übertragung.

In der vorliegenden Arbeit wird ein neues Übertragungsverfahren mit dem Namen „Multicarrier enabled Baseband Subsampling Multiple-Input-Multiple-Output“ (MBS-MIMO) vorgeschlagen, theoretisch untersucht, evaluiert und praktisch erprobt. Der bekannte hybride Filterbankansatz mit unterabtastenden ADCs unter Verwendung der Modulationsart Discrete-Multitone (DMT) bzw. Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM) in Kombination mit MIMO ermöglicht es, Verkopplungen (Übersprechen) und Alias, verursacht durch die Unterabtastung, äquivalent zu betrachten.

Daraus ergeben sich Vorteile gegenüber dem Stand der Technik: Da Alias als separater MIMO-Kanal angesehen werden kann, können bekannte MIMO-Algorithmen ohne Anpassungen zur Entzerrung und Entkopplung angewendet werden. Die parallel angeordneten ADCs und die Orthogonalität der Subträger im Basisband erlauben eine massive Parallelisierung der Signalverarbeitung, wodurch die Taktraten reduziert werden und die Leistungsaufnahme sinkt. Zusätzlich entfallen die Nachteile der TI-ADCs, da diese von dem für das Übertragungssystem notwendigen Entzerrer ohne Zusatzaufwand kompensiert werden. Eine Phasenregelung kann vollständig entfallen, da die Phasen der ADCs zueinander nahezu beliebig aber zeitinvariant sein müssen (kohärente Abtastung). Aufgrund der Vorfilterung durch die analoge Filterbank wird die Aussteuerung reduziert, was das Quantisierungsrauschen verringert und somit die Kanalkapazität weiter steigert.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wird ein Sende- und Empfangssystem für Basisband- und Bandpasskanäle vorgeschlagen, mathematisch beschrieben, simulativ untersucht und experimentell bestätigt. Das Sendesystem führt durch Verkürzung der Haltedauer und Unterlassung der Filterung eine Expansion des Sendesignals im Frequenzbereich durch. Abschließend wird das bekannte stochastische Modell für MIMO-Systeme um Alias als separaten MIMO-Kanal erweitert und verifiziert.