

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 22 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560453

研究課題名(和文) 仮想伝搬路を用いたMIMO移動通信方式の研究

研究課題名(英文) Study on MIMO mobile communication systems with virtual channels

研究代表者

田野 哲 (DENNO, SATOSHI)

岡山大学・自然科学研究科・教授

研究者番号：80378835

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：送信アンテナに比較して受信アンテナ数が少ない無線通信のダウンリンクを対象として、ユーザスループットの大幅な向上を可能にする受信機の構成を提案した。提案法では仮想伝搬路というアイデアを用いて、非線形検出器に線形検波器の導入を可能にしている。そのため、提案法は非常に少ない演算量ながら、理論上界に近い特性を達成する。更には、誤り訂正符号等を適用した繰返し復号を適用する方式まで提案し、その優れた伝送特性を確認している。

研究成果の概要(英文)：I have proposed a new detector configuration that is able to increase the user throughput in downlinks of wireless communication systems where the number of receive antennas is much less than that of transmit antennas. The proposed detector applies an idea of virtual channels that makes it possible to introduce linear signal processing detectors in the non-linear signal processing detector. Hence, the proposed detector is much less complex than the original non-linear signal processing detector, although the proposed detector achieves the theoretical upper bound in transmission performance. Moreover, I have proposed iterative receiver that consists of the proposed detector and decoder of forward error correction coding. It is confirmed that the proposed iterative receivers achieve more superior transmission performance.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：MIMO

1. 研究開始当初の背景

遂に 3.9 世代移動通信である LTE (Long Term Evolution) では数百メガビット毎秒にまで達する。この通信の高速化には MIMO 技術が大きく貢献している。原理的には 1 ユーザに対しこのような高速通信が可能である。

但し、小型端末に搭載可能なアンテナの数が限られており、MIMO による更なるユーザスループットの向上は困難である。実際、従来の MIMO 技術を利用した場合、携帯端末のアンテナ数に制限によって、ユーザ当たりの通信速度が限定される。無論、より多くの無線の周波数帯域を利用すれば通信速度を向上できるが、周波数帯域の枯渇が問題となる今日、セルラー移動通信に適した帯域を新たに確保するには困難が予想される。従って、占有帯域を広げることなく通信の高速化を実現する MIMO 技術が次世代移動通信においては非常に重要である。

2. 研究の目的

そこで本応募課題ではユーザの視線に立ち返り、携帯端末のアンテナ数に制限がある通信環境でも、ユーザが望む各ユーザ当たりの通信速度を 4~5 倍にまで向上させることを目的とする。更に、電池駆動されるユーザ端末の消費電力低減も大きな目的の一つである。

3. 研究の方法

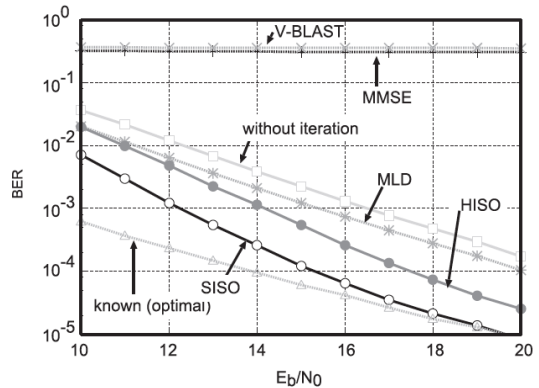
本応募課題ではまず、MIMO 受信機に“ 仮想伝搬路 ” という技術を導入し、受信アンテナが空間多重されて信号数よりも多い状況でも高品質な復号を試みる。そこでまず、復号可能な最大送信ストリーム数を明らかにする。次に、送信ストリーム数を更に増加させるために下記の技術の適用を検討する。

- (1) 伝送路の符号化、(2) 基底格子縮小の適用、(3) マルチユーザ MIMO への拡張

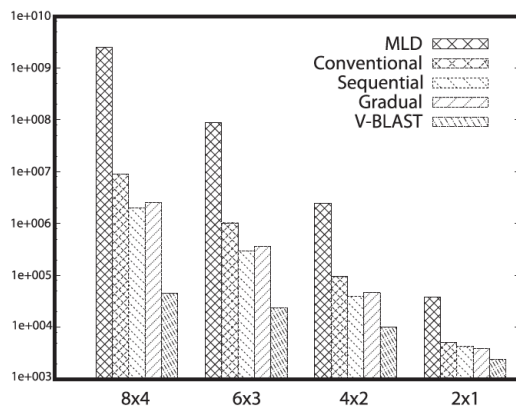
さらには、演算量の低減方法も上記と平行して検討を行う。

4. 研究成果

(1) 仮想伝搬路を適用した MIMO 受信機に繰返し復号の適用方法を提案した。提案方式では、MIMO 検波器では仮想伝搬路において逐次復号を行い、その位相に関する事後値を後段の誤り訂正復号器に入力する。誤り訂正復号の事後値を MIMO 検波器にフィードバックする。この処理を繰返すことで大幅な特性改善を可能にする。受信アンテナ数が 2 本であって、空間多重数を 4 とした場合、従来の仮想伝搬路を適用した方法に比較して、4dB 程度の特性改善効果が得られた。



(2) 仮想伝搬路を適用した MIMO 受信機の演算量低減方法として、フィルタの逐次生成法及び、及び仮想伝搬路の逐次検索法を提案した。提案法は特性の劣化なく、受信アンテナ数 2、空間多重数 4 の MIMO システムにおいて演算量を 60%、受信アンテナ数 4、空間多重数 8 の MIMO システムにおいて演算量を 30% 程度まで低減できることを示した。



(3) 仮想伝搬路に基底格子縮小を適用した MIMO 受信機を提案した。提案法を MIMO-OFDM に適用したところ、受信アンテナ数が一定の場合、空間多重数が増えてもダイバーシチオーダーが不変になることを明らかにした。実際、受信アンテナが 2 でも空間多重数を 10 としても、フロア誤りのない特性が達成出来た。

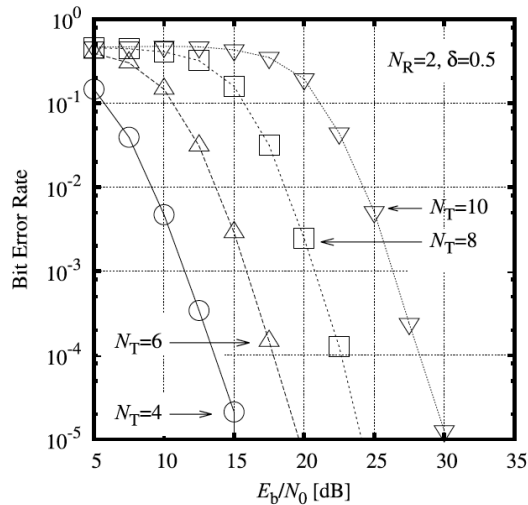


図1 . BER 特性

(4) 更なる高速通信をめざして、16QAMのための仮想伝搬路を適用した MIMO システムを提案した。提案したシステムのための、簡易なプリコーディング手法も提案している。提案システムにおいて、受信アンテナ数2、空間多重数4とした場合、プリコーディングにより特性を 25dB 程度改善できることを示した。

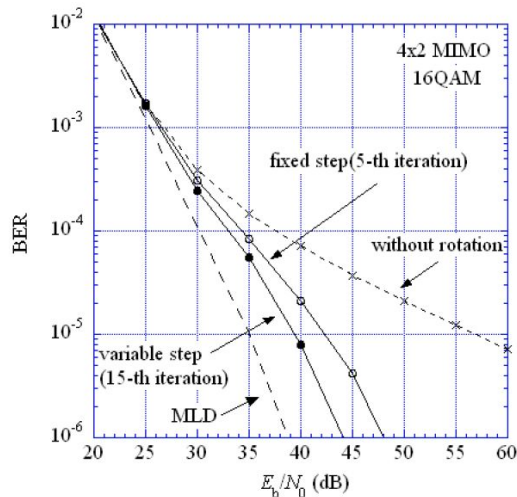


図2 . BER 特性

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(1) Tomoya Ohta, Satoshi Denno, and Masahiro Morikura, "A Reduced-Complexity Heterodyne Multiband MIMO Receiver with Estimation of Analog Devices Imperfection in a Baseband Feedback Loop." IEICE Trans. Commun., Vol.E96-B, No.6, pp.1540-1550, Jun. 2013.

(2) Shogo Yoshikawa, Satoshi Denno, and Masahiro Morikura, "Complexity Reduced Lattice-Reduction-Aided MIMO Receiver with Virtual Channel Detection," IEICE Trans. Commun., Vol.E96-B, No.1, pp.263-270, Jan. 2013.

(3) Satoshi Denno, Jun Imamura, and Masahiro Morikura, "A Virtual Layered Successive Detector with Adaptive Transmit Signal Phase Rotation for QAM," IEICE Trans. Commun., Vol.E95-B, No.10, pp.3232-3241, Oct. 2012.

(4) Satoshi Denno, Daisuke Umehara, and Masahiro Morikura, "A Least Bit Error Rate Adaptive Array for Multilevel Modulations," IEICE Trans. Commun., Vol.E95-B, No.1, pp.69-76, Jan. 2012.

(5) 大西 遼太, 田野 哲, 梅原 大祐, 守倉 正博, "仮想伝搬路判定を用いた逐次復号法のための演算量低減法," 信学論 (B), Vol.J94-B, No.12, pp.1585-1594, 2011.

(6) Jun Imamura, Satoshi Denno, Daisuke Umehara and Masahiro Morikura, "A Virtual Layered Space-Frequency Receiver Architecture with Iterative Decoding," IEICE Trans. Commun., Vol.E94-B, No.07, pp.1994-2002, July. 2011.

[雑誌論文](計 6件)

[学会発表](計 6件)

(1) Shogo Yoshikawa, Satoshi Denno, and Masahiro Morikura, "Complexity Reduced Lattice-Reduction-Aided MIMO Receiver with Virtual Channel Detection," Proceedings of the 6th international conference on signal processing and communication systems (ICSPCS), Gold Coast, Australia, Dec.12-14. 2012.

(2) Tomoya Ohta, Satoshi Denno, and Masahiro Morikura, "A Novel RF Devices Imperfection Estimation in Multiband MIMO Receivers with Baseband AGC." the proceedings of IEEE international symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications (IEEE PIMRC 2012), Sydney, Sept. 9-13, 2012

- (3) Shogo Yoshikawa, Satoshi Denno, and Masahiro Morikura, "A Lattice-Reduction-Aided MIMO Receiver with Virtual Channel Detection," Proceedings of 5th international conference on signal processing and communication systems (ICSPCS), Honolulu, USA, Dec.12-14. 2011.
- (4) Satoshi Denno, Jun Imamura, and Masahiro Morikura, "A Virtual Layered Signal Processing Receiver for 16-QAM with Transmit Signal Rotation," Proceedings of 5th international conference on signal processing and communication systems (ICSPCS), Honolulu, USA, Dec.12-14. 2011.
- (5) 大西遼太, 田野 哲, 守倉正博, " 仮想伝搬路ごとの THP, " 電子情報通信学会, 無線通信システム研究会, RCS2012-19, pp.97-102, 2012.
- (6) 大財秀徳, 田野 哲, " 仮想伝搬路に基底格子縮小を適用した多値変調用 MIMO 受信機, " 電子情報通信学会, 無線通信システム研究会, RCS2013-29, pp.37-42, 2013.

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

[その他]

該当無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田野 哲 (SATOSHI DENNO)

岡山大学 大学院自然科学研究科・教授

研究者番号: 80378835