

QAM 変調方式におけるブラインド MIMO システムの基礎検討

Fundamental Study on Blind MIMO System with Quadrature Amplitude Modulation

菅井幸平 †
Kohei Sugai

山田寛喜 ††
Hiroyoshi Yamada

山口芳雄 ††
Yoshio Yamaguchi

† 新潟大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science & Technology, Niigata University

†† 新潟大学工学部 情報工学科
Faculty of Engineering, Niigata University

1 まえがき

MIMO を用いたシステムは送受信の双方に複数のアンテナを用い、同一周波数で複数の独立な信号を送信し、これらの信号を受信側で分離することで大容量通信を行う技術であり、現在活発な研究が行われている。MIMO システムは複数の信号が送信されるため、各信号は空間的に多重化されていると考えることができる。空間多重されたストリームは、受信機で互いに干渉するため、分離・検出する手法が必要となる。信号分離手法として、基本的にはトレーニングシンボルを必要とせずに信号分離が可能である独立成分分析 (ICA Independent Component Analysis) を MIMO システムに適用するブラインド手法が提案されている。筆者らは既に QPSK, DQPSK 変調における ICA の特性をシミュレーションにより検討した。そこで、トレーニングシンボル数が少ない場合において、ICA のチャンネル推定が正確に行われることを確認した [1]。また、同じブラインド手法である CMA (Constant Modulus Algorithm) を MIMO システムに適用することも提案されている。本稿では計算機シミュレーションにより、MIMO システムにおける ICA と CMA の特性の比較を行い、ICA が有効となる条件を明らかにしている。

2 信号分離手法

ICA は受信信号のみから送信信号やチャンネル応答行列を求めるブラインド手法である。受信信号の各成分が統計的に独立となるように、具体的には受信信号の非ガウス性を最大化することによってウェイトを求める手法。ただし、推定された独立成分行列には元信号との位相回転の不定性が残る。

CMA はアレー出力の包絡線の歪成分が最小となるようにウェイトを制御し多重波・干渉波を抑圧するものである。今回は ILSP (Iterative Least Square Projection)-CMA と呼ばれる最尤推定に基づくアルゴリズムを用いた。ただし ICA と同様に、推定された行列には信号の位相回転の不定性が残ることになる。そのため本報告では ICA, CMA の位相補正のためにトレーニングシンボルを少数使用している。

3 計算機シミュレーションによる評価

伝搬環境はレイリーフェージング環境とし、1 送信信号あたりの散乱点数を 20 点とした。散乱点からの到来波は平面波を仮定しており、伝搬距離による電力の減衰は考慮しておらず、散乱円の半径の値はシミュレーション結果に影響を与えないものとした。SNR を 30dB, ト

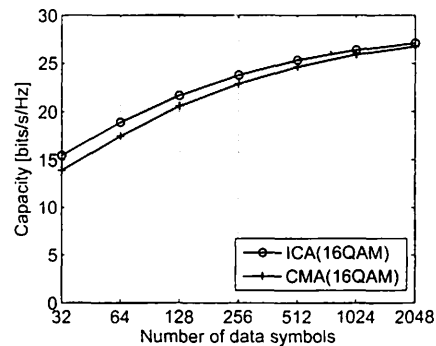


図 1 データシンボル数に対するチャンネル容量

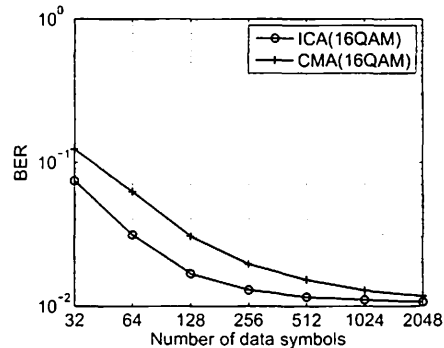


図 2 データシンボル数に対する BER 特性

レーニングシンボル数を 32 とした場合のデータシンボル数による ICA と CMA の比較・検討を行った。図 1 はチャンネル容量を示している。図より、データシンボル数が少ない場合において ICA の値が高くなっていることがわかる。図 2 は BER 特性を示している。データシンボル数が少ない場合において ICA の BER の値が CMA よりも低く、良い結果となっている。CMA は定包絡線の性質を利用した手法であり、QAM 変調などの振幅と位相による変調方式においてはその性能が十分に発揮されないためだと考えられる。

謝辞 本研究は、国際コミュニケーション基金の研究奨励金により実施されたものである。

参考文献

- [1] 菅井 幸平, 島田 裕平, 山田 寛喜, 山口 芳雄, “ICA を用いたブラインド MIMO システムに関する基礎的検討,” 信学技報, A・P2009-29, pp.105-110, 2009 年 5 月。