

大規模 MIMO の確率的見地と 5G への展開

A Probabilistic Perspective of Massive MIMO and its Evolution to 5G

衣斐 信介†

Shinsuke IBI†

†大阪大学 大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻

概要

東京五輪が開催される 2020 年までの第 5 世代 (5G) 携帯電話の実用化を目指し、現在、様々な議論が交わされている。今後、IoT (Internet of Things) の普及に伴い、2020 年までに総トラフィック量が現在の 1000 倍以上になると予想されている。また、単純にトラフィックが増加するだけではなく、トラフィック量が大幅に異なる多数のユーザが同時にワイヤレス接続を要求するケースにも対応しなければならない。これらの問題を解決するためには、本質的に、ワイヤレスリソースを拡大し、ある程度の集中リソース管理をする以外の方策はない。

周波数リソースの拡大を目指し、ヘテロジニアスネットワークを構成し、データのオフロードをすることも検討されているが、本稿では、空間リソースの拡大を目指した大規模 (Massive or large) MIMO (Multi-Input Multi-Output) 技術の有効性を紹介する。空間領域を利用する MIMO 技術は第 4 世代においても導入されているものの、空間が持つ自由度を最大限に活用しているものではなく、消極的な導入に留まっている。大規模 MIMO は数十から数百のアンテナを利活用することで、空間が有する潜在能力を最大限に引き出す方策である。その潜在能力の一つとして、MIMO 信号の最適検出である最尤検出 (MLD) と低算量型の空間線形フィルタリングの通信品質特性が、大規模 MIMO を利用することで同程度となることを解説する。

図 1 は MLD と線形フィルタリングの一種である ZF (Zero Forcing), MF (Matched Filtering) のビット誤り率 (BER: Bit Error Rate) 特性を示したものである。アンテナ冗長度 (受信アンテナ数/送信アンテナ数) を高めることにより、低演算量の検出器を用いたとしても、最適検出の MLD と同程度の BER 特性が得られるだけでなく、非常に低い送信電力で伝送が可能であるため、1bit あたりのコストという観点で大規模 MIMO は非常に魅力的なシステムと位置付けることができる。

最後に、大規模 MIMO が抱える技術的課題を紹介した上で、上記のような Cost-Efficient という観点が 5G のトレンドになると大規模 MIMO は優位な方式となることを明らかにする。

Abstract

This paper describe a fact that the massive (or large MIMO) is not only a technique for capacity enhancement, but also for cost-efficiency. The expensive hardware unit at the base station is replaced by massive utilization of parallel low-cost units. In terms of massive growth of traffic in the near future, wireless engineers should think of cost-efficiency more. If the cost efficiency becomes a trend of 5G consideration, the massive MIMO is a promising technique to meet the requirement.

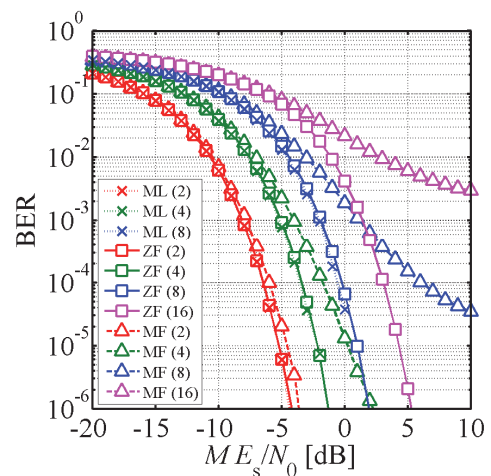


図 1 大規模 MIMO のビット誤り率特性
(受信アンテナ数は 128, 送信アンテナ数は凡例中の数字, 変調方式はグレイ符号化 QPSK)