

Beyond5G を目指した MIMO 技術の高度化

Advancement of MIMO Technology Aimed at Beyond 5G

米田 海斗¹⁾, 長岡 裕¹⁾, 栗原 啓弥¹⁾
 指導教員 前山 利幸¹⁾

1) 拓殖大学 工学部電子システム工学科 前山研究室

キーワード：MIMO, チャネル推定, MMSE, ZF

1. はじめに

2030 年ごろ開始予定の第 6 世代移動通信システム(Beyond5G/6G)では MIMO 技術のさらなる高度化が必要となる。

本稿では MIMO 高度化研究の初期段階としてレイトレース法による解析ソフトで算出した伝達関数から ZF 法, MMSE 法の 2 種類のチャネル推定法について BER(Bit Error Rate)を用いた評価を行う。

2. MIMO とは

MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)とは、受信側と送信側で複数のアンテナを用いることで、マルチパス環境において相関の低い伝送路を構築し、伝送容量を拡大する技術である。

MIMO 技術は既に Wi-Fi をはじめとする様々な無線通信で利用されており、第 5 世代移動通信システム(5G)では高速な通信速度を実現するために必須の技術となっている。

3. チャネル推定について

チャネル推定とは信号が無線チャネルを経由した際に受けた減衰量や位相の回転量を推定することである。一般にチャネル推定はあらかじめ送受信側で定められたパイロット信号という信号を用いてその信号が受けた影響から通信チャネルの特性や状態を推定する。

推定したチャネル情報はノイズやマルチパスの

影響, MIMO 信号を分離し正確な信号を得るために用いられる。

4. 伝達関数の算出

拓殖大学工学部棟実験室 2-17 の伝搬環境を利用してレイトレース法による解析ソフトで伝達関数を算出する。また、その様子を図 1, シミュレーション諸元を表 1 に示す。

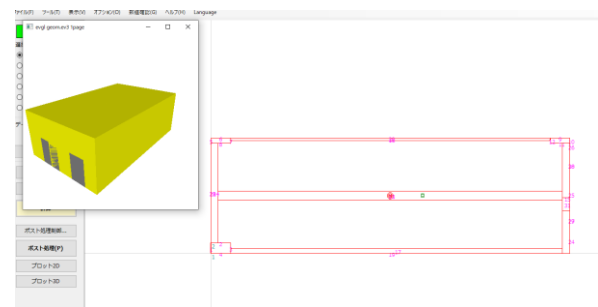


図 1 実験室 2-17 の伝搬モデル

表 1 シミュレーション諸元

MIMO	2×2
周波数	5GHz
変調方式	QPSK
送信機出力	1[W]
送信アンテナ間隔	0.5λ
受信アンテナ間隔	0.7λ

5. 評価方法

算出した伝達関数からチャンネル応答行列を計算し 1 次変調を QPSK, 2 次変調を OFDM 変調として、ZF 法, MMSE 法の 2 つのチャンネル推定を行うプログラムを作成した。また、各推定法について BER(Bit Error Rate)を用いた評価を行う。

6. 評価結果

受信信号のコンスタレーションを図 2 に、チャンネル推定による補正後のコンスタレーションを図 3 に示す。図 2 の補正前の信号では正確に復調できないほど各点が散らばっていたのに対して、図 3 では復調できるレベルにまで各点を補正できていることがわかる。

また、ZF 法, MMSE 法それぞれの場合での BER を表 2 に示す。表 2 を見ると MMSE 法の方がわずかにいい結果を得られていることが確認できる。これは ZF 法がノイズの影響を直接考慮していないため雑音を強調してしまっているためだと思われる。

表 2 各推定法の BER

	BER
ZF 法	0.031250
MMSE 法	0.023438

7. まとめ

本研究では実際の伝搬環境を利用し、各チャンネル推定でどの程度干渉を取り除けるかを評価した。その結果チャンネル推定によって受信信号をほとんど誤りなく復調できるレベルまで干渉を取り除けることが確認できた。

今後は各遅延波の干渉をプログラム上で再現しチャンネル推定に与える影響の評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 大鐘 武雄, 小川 恭孝, わかりやすい MIMO システム技術, 2009
- [2] 小川 恭孝, MIMO 技術の基本と応用, 2019
<https://apmc-mwe.org/mwe2020/pdf/tut19/WE6B-1.pdf>

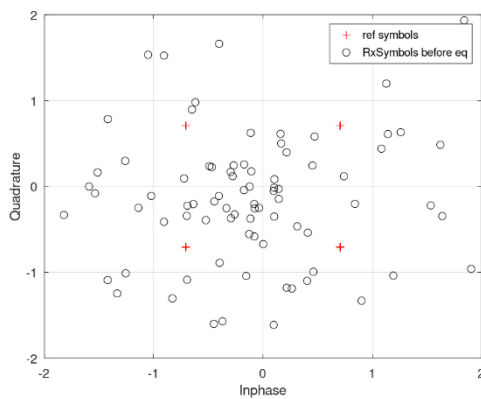


図 2 受信信号

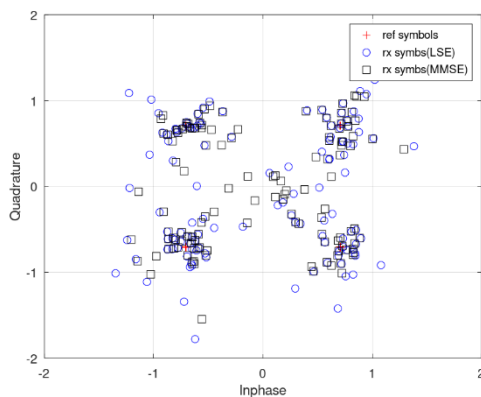


図 3 チャンネル推定による補正後の信号