

近似的メッセージ伝搬法に基づく通信路とデータの同時推定

藤塚 拓実

2016 年 11 月 22 日

目次

第 1 章	概要	2
第 2 章	はじめに	3
2.1	研究背景	3
2.2	大規模 MIMO(Massive MIMO)	3
2.3	研究目的	3
2.4	研究内容	4
2.5	論文構成	4
第 3 章	導出	5
3.1	近似的確率伝搬法 (Belief Propagation BP)	5
3.2	近似的メッセージ伝播法 (Approximate Message Passing AMP)	5
参考文献		6

第 1 章

概要

今日，2020 年までに，第 5 世代移動通信システム (5G) の国内での実用化に向けて，各研究機関，企業，大学が様々な研究・実験を実施している．

5G の中心的技術として，大規模 MIMO がある．大規模 MIMO とは，基地局のアンテナを大量に保有することで，無線通信のスループットの向上を図る通信技術である．

しかし，信号を復調する際，従来の計算方法では，アンテナ数の増加に伴い，爆発に計算量が増えてしまう．そこで，本研究では，大規模 MIMO の実現に向けて，復調の新たな計算方法として，人工知能の分野で提案された，近似的メッセージ伝播法 (AMP) を用いてシミュレーションを行った．

第 2 章

はじめに

2.1 研究背景

2020 年東京オリンピック・パラリンピック大会に向けて、日本国内の情報通信基盤 (ICT) を飛躍的に向上させる戦略が、総務省を中心として活発になっている。その戦略の一つとして、第 5 世代移動通信システム (以下「5G」) の実現がある。[1]

近年スマートフォンのような高機能端末が一般層へ広く普及したことを起爆剤として、動画配信等のブロードバンドサービスを中心に無線ネットワークにおけるデータトラフィックが爆発的に増大している。そのため、現行の 4G/LTE よりもさらに、超高速・大容量のモバイル通信ネットワークとして、5G の実現が求められる [2]。

2.2 大規模 MIMO(Massive MIMO)

5G の中心的役割を担う技術が、大規模 MIMO(massive MIMO) である。MIMO(Multiple Input Multiple Output) とは、送受信側が複数のアンテナを持ち合わせ持つことにより、データレート増加、ダイバーシチによる特性改善を図ることができるものである [3]。4G/LTE で既に使用されている MIMO では、基地局のアンテナは 2,4,8 本程度しか持ち合わせていないが、大規模 MIMO は、基地局のアンテナを 100 本以上まで増やしたものである。

本研究では、実用化に向けて、大規模 MIMO システムにおいて、ユーザから送信された信号、また、その通信路について推定することを想定する。

2.3 研究目的

大規模 MIMO では、100 本以上の基地局のアンテナの受信情報を効率的に演算し、送信信号を復調する必要がある。しかし、従来の MIMO の計算方法では、アンテナ数の上昇に伴って、計算量が指数オーダで上昇してしまうため、現実的な手法ではない。そこで、大規模 MIMO の受信データの復調にかかる計算量を減らすための新たな計算手法を確立することを本研究の目的とする。

2.4 研究内容

大規模 MIMO の復調の計算方法として、近似的メッセージ伝搬法 (Approximate Message Passing 以下「AMP」) を用いる。AMP は、人口知能分野で提案された確率伝播法 (Belief Propagation BP) を基礎として発展した統計学的手法であり、もともとは、圧縮センシングの分野で提案された手法である [4]。

AMP アルゴリズムを用いて、二つの行列の積の結果から、元の二つの行列を推定する体系的な理論は、参考文献 [5] の著者である樺島祥介氏らによって考案された。本研究では参考文献 [5] の理論を用いて、二つの行列を通信路と送信データとして、二つの行列の積の結果に白色雑音を足したものを大規模 MIMO のアンテナが受け取る受信信号として、通信路と送信データを同時に推定する。(図 2.1)

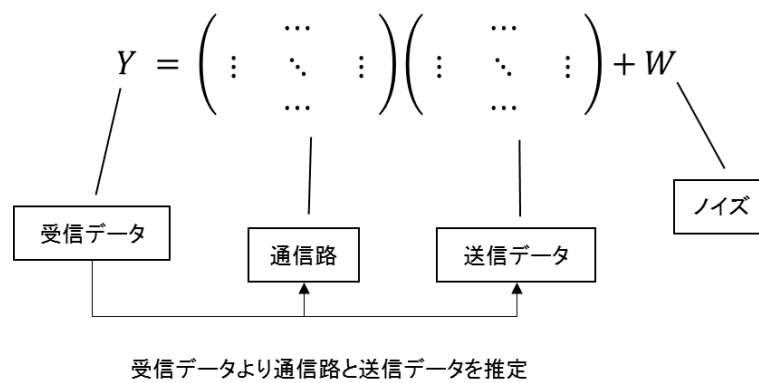


図 2.1 想定しているシステムの行列

2.5 論文構成

第 3 章

導出

3.1 近似的確率伝搬法 (Belief Propagation BP)

3.2 近似的メッセージ伝播法 (Approximate Message Passing AMP)

参考文献

- [1] 鈴木 茂樹, “2020 年に向けた情報通信基盤整備の戦略,” 2014, 2016 年 11 月 22 日閲覧
<https://www.nic.ad.jp/ja/materials/iw/2014/proceedings/d2/d2-suzuki.pdf>
- [2] 須山 聡, シン キュン, 小原 辰徳, 角 誠, 中島 光雅, 奥村 幸彦, “高周波数帯を用いた超高速 MassiveMIMO 伝送の基本特性”, 信学技報, 2014 年 3 月.
- [3] Abdera Goldsmith, “Wireless Communication”, Cambridge University Press, 2005, (訳) 小林 岳彦・岩切 直彦・大坐畠 智・幸谷 智・高橋 賢・森 香津夫・山崎 彰一郎, “ゴールドスミス ワイヤレス通信工学 基礎理論から MIMO, OFDM, アドホックネットワークまで”, 丸善株式会社, , p.297, 2007
- [4] D. L. Donoho, A. Maleki, and A. Montanari, “ Message-passing algorithms for compressed sensing, ” Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 2009.
- [5] Yoshiyuki Kabashima, Florent Krzakala, Marc Mzard, Ayaka Sakata, and Lenka Zdeborov, “Phase Transitions and Sample Complexity in Bayes-Optimal Matrix Factorization ” , IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 62, NO. 7, 2016