

特別研究報告書

クラウド無線アクセスネットワークにおける
ビームフォーミング法と不確実性を考慮したモデル

指導教員 福田エレン秀美 助教
山下信雄 教授

京都大学工学部情報学科
数理工学コース
平成 26 年 4 月入学

谷川 航

平成 31 年 1 月 25 日提出

摘要

第5世代移動通信システム(5G)の導入が世界中で進められている。2020年代の通信トラフィックは、2010年の1000倍になると想定されている。これに応えるため5Gは大容量かつ遅延の少ないネットワークであることが求められる。その5Gのアーキテクチャの1つであるCloud Radio Access Network(CRAN)は、従来基地局が併せ持っていた信号の処理(Baseband Unit, BBU)と送受信の2つの機能を分割し、クラウド上(Central Processor)でBBUの機能を集約した構成をしており、ネットワーク全体の状態を把握しながら通信を管理することができる。この無線資源割り当て問題をビームフォーミング法という。CRANの基地局とCentral Processorのリンクをフロントホールといい、CRANではCentral Processorが常にネットワークの状況を把握するためにフロントホールに大きな制約がかかる。これを改善するために基地局にBBU機能の一部を残した構成のアーキテクチャにFog Radio Access Network(FRAN)がある。

本論文では、クラウド無線アクセスネットワークにおいて消費電力を最小化するようなビームフォーミング法について、 l_0 ノルムを用いてフロントホールの制約を考慮するモデルを構築する。 l_0 ノルムは離散的な構造をしているため、そのままモデルを解くことは難しい。本論文では、 l_0 ノルムの値を場合分けして固定しモデルを解く方法と、 l_0 ノルムを近似してモデルを解く方法を導く。さらに、モデルに不確実性を考慮したロバスト最適化問題を提案する。この問題には、不確実集合の中からサンプルを抽出し、その中で最悪なケースにおいても制約が満たされるようなアルゴリズムを考える。また、これらのアルゴリズムを実装し、数値シミュレーションを行う。その結果、近似を用いるアルゴリズムの方が場合分けを用いる方法に比べて実行時間の点において優位であることが分かった。また、不確実性を考慮したモデルでは、不確実性が大きいほど目的関数の値が悪化した解が得られ、ロバスト性が考慮されていることを示した。最後には、これらのアルゴリズムを改良する際に有用であると考えられる分枝限定法と半正定値計画問題への変換について考える。