

アレイアンテナによる干渉軽減及び CoMP 接続による UAV 接続性に関する検討

Connectivity of UAV equipped with ULA using CoMP Transmission Under Inter-Cell Interference Environment

川上純平¹

Jumpei Kawakami

安達宏一¹

Koichi Adachi

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター¹

Advanced Wireless and Communication Research Center, The University of Electro-Communications

1 まえがき

通信端末との見通し内 (LoS: Line of Sight) となる確率が上がることや固定基地局 (BS: Base Station) とは異なり動的配置が可能となることから、無線通信機能を搭載した無人航空機 (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) が注目されている [1]. UAV そのものが通信端末となる場合及び UAV が中継局として動作する場合には、地上 BS との高品質な通信リンクの確立が必要となる。しかしながら、UAV と各 BS 間の良好なチャンネルによって接続 BS 以外からの干渉が大きくなり、通信品質が劣化して通信可能エリアが制限される [2]. そこで本稿では、UAV に線形アレイアンテナ (ULA: Uniform Linear Array) を具備し、さらに複数 BS が協調して UAV と通信を行う CoMP (Coordinated MultiPoint) を適用することで、UAV の通信可能エリアを拡大する検討を行う。

2 システムモデル

本検討では、BS が強度 λ [km^2] のポアソン点過程に従って一様配置された 3 セクタセルラーネットワークを想定する。高度 h [m] に M 個のアレイ素子からなる ULA を具備した UAV を配備し、チャンネル利得が高い順に N_{CoMP} 台の BS を接続 BS とする。UAV の受信 SINR が η_{th} [dB] を超えた場合、通信可能エリアとみなす。ULA は最もチャンネルの高い BS に対し垂直となるように向け、重み計算には MMSE (Minimum Mean Square Error) 規範を用いる。MMSE 規範の重み計算では ULA の出力と希望出力の誤差が最小となるように重みが計算されるため、最もチャンネル状態の良い接続 BS に対し利得を向けつつ干渉 BS からの干渉を軽減させるような重みが生成される。

3 提案方式

BS の配置と ULA の放射パターンによっては、アレイ利得を考慮する前後で UAV-BS 間チャンネル利得の順序が変わる可能性がある。そこで本検討ではアレイ利得を考慮したチャンネル利得が高い順に N_{CoMP} 台までを接続 BS として再度重み計算を行い、計算された SINR の最大値が更新されなくなるまで重みの更新を行う。

4 シミュレーション結果

シミュレーションエリアに UAV を 1 台配置し、全 BS は帯域幅 W [Hz] に渡って送信電力 P_{BS} [dBm] で信号を送信する。UAV は N_{CoMP} 台の接続 BS からの信号を希望信号とし、それ以外の BS からの信号を干渉信号とみ

なす。提案手法を用いたときの受信 SINR に関するヒートマップを図 1(a)~図 1(c) に示す。ULA を用いない場合、アレイの垂直方向に最大となる利得を向ける重みをつけた場合、繰り返しをしない MMSE 重みを用いる場合、提案する繰り返し MMSE 重みを計算する場合それぞれの通信可能エリア率を N_{CoMP} をパラメータとして図 1(d) に示す。提案方式により、 N_{CoMP} によらず高い SINR を得られる接続 BS の組を選べたことで通信可能エリア率を向上できていることが分かる。

表 1 シミュレーション諸元

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| シミュレーションエリア | 8660 × 8660 [m^2] |
| 強度 λ | 0.442 [$1/\text{km}^2$] |
| UAV の高度 h | 50 [m] |
| BS の送信電力 P_{BS} | 43 [dBm] |
| 帯域幅 | 20 [MHz] |
| η_{th} | 10 [dB] |
| アレイ素子数 M | 5 |

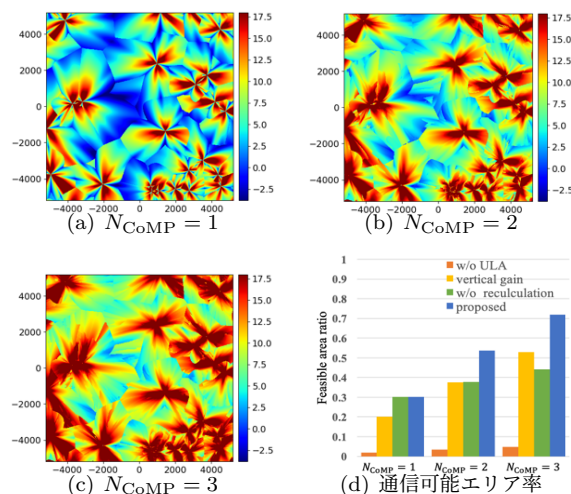


図 1 シミュレーション結果

5 むすび

本検討では CoMP 送信と ULA を用いることで UAV の通信可能エリアを拡大させることが可能であることを示した。CoMP 送信を行うことで他ユーザのスループットが低下する可能性があるため、今後はこのトレードオフ関係を考慮した接続 BS の組み合わせなどを検討する。

謝辞：本研究の一部は JSPS KAKENHI Grant Number JP18K04127 によって行われた。参考文献 [1] Y. Zeng, et al, *IEEE Commun. Mag.*, vol. 54, no. 5, pp. 36-42, May 2016. [2] E. Kalantari, et al, *IEEE Int. Conf. on Commun. Workshops*, pp.109-114, Paris, 2017