

# 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<sup>1</sup>  
Jumpei Kawakami

安達宏一<sup>1</sup>  
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<sup>1</sup>  
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 $\lambda [\text{km}^2]$ 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 $h [\text{m}]$ に $M$ 個のアレイ素子からなるULAを具備したUAVを配備し、チャネル利得が高い順に $N_{\text{CoMP}}$ 台のBSを接続BSとする。UAVの受信SINRが $\eta_{\text{th}} [\text{dB}]$ を超えた場合、通信可能エリアとみなす。ULAは最もチャネルの高い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間チャネル利得の順序が変わることがある。そこで本検討ではアレイ利得を考慮したチャネル利得が高い順に $N_{\text{CoMP}}$ 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 $W [\text{Hz}]$ に渡って送信電力 $P_{\text{BS}} [\text{dBm}]$ で信号を送信する。UAVは $N_{\text{CoMP}}$ 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 $N_{\text{CoMP}}$ をパラメータとして図1(d)に示す。提案方式により、 $N_{\text{CoMP}}$ 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	$8660 \times 8660 [\text{m}^2]$
強度 $\lambda$	$0.442 [\text{km}^2]$
UAVの高度 $h$	50 [m]
BSの送信電力 $P_{\text{BS}}$	43 [dBm]
帯域幅	20 [MHz]
$\eta_{\text{th}}$	10 [dB]
アレイ素子数 $M$	5

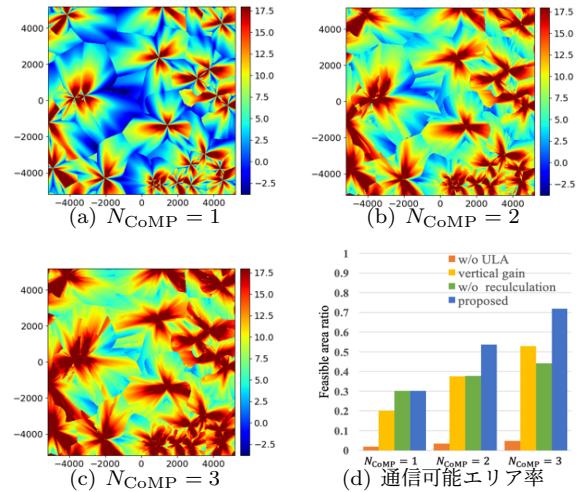


図1 シミュレーション結果

## 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できることを示した。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