

複数航空機ブロードバンドデータリンク用追尾アレ ー技術の研究

著者	上羽 正純, 小林 聖
雑誌名	室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告
巻	24
ページ	22-24
発行年	2014-02
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009037

複数航空機ブロードバンドデータリンク用

追尾アレー技術の研究

上羽 正純*1, 小林 聖*2

1 まえがき

現在、地上においては、携帯電話、WiMAX、無線LAN等のワイヤレスアクセスシステムが普及し、いつでもどこでもブロードバンドの通信が可能な状況にある。さらに、近年東海道新幹線N700系、国際線を運航するエアラインにおいて、車内・機内での無線LANサービスが提供されつつある。このように航空機の運行状況の把握、或いは機内からのインターネットアクセス等のために周波数利用率の良いブロードバンドワイヤレス通信が必須な状況になりつつある。

一方、無人航空機を利用した画像伝送、通信中継向け利用等の様々な実験結果が報告されるとともに、それらの実用化に向けての技術課題検討がなされている。WRC(World Radiocommunication Conference)-2012では、無人機の遠隔監視制御のためのブロードバンドを含めたデータリンク専用の周波数帯域を割り当てのための技術課題の検討が開始されている⁽¹⁾。一方、無人航空機の飛行領域の拡大には、機体の飛行状況・搭載機器の状態を確実に収集し、地上に伝送するための遠隔監視制御系、特に通信品質保証されたブロードバンドワイヤレス通信システムが必須である。

本研究は、まず、上記ワイヤレスシステム実現のため、飛行する複数の航空機と地上との通信として、無人航空機と複数の地上局追尾アンテナによりMIMOシステムを構成したシステムを提案する。本システムについて追尾アンテナの駆動によりMIMO空間相関行列⁽²⁾の固有値を最大化する、或いは最低固有値をある値以下にならないようにする等の従来にないブロードバンドワイヤレス通信回線を実現する追尾アレー技術の可能性を確認した結果を報告する。

2 提案システム

図1に示すように、同一周波数を使用して通信を行う複数の無人航空機と複数の追尾アンテナを有する地上局から構成されるMIMOシステムを提案する。本システムの特徴は、航空機の推定位置・姿勢情報を用い、かつ、追尾アンテナのボアサイト方向を指定の方向に駆動させることにより複数無人航空機及び複数アンテナ(ただし同一地上局に設置)間のMIMOチャンネル特性を所望の性能となるように変化させる点にある。これにより総伝送速度の最大化や、最低保証速度の向上を狙う。本検討では、それを実現するアルゴリズムを考案するために、まず、簡単な例によりMIMOチャンネル行列の固有値を変化させることが可能なことを確認する。

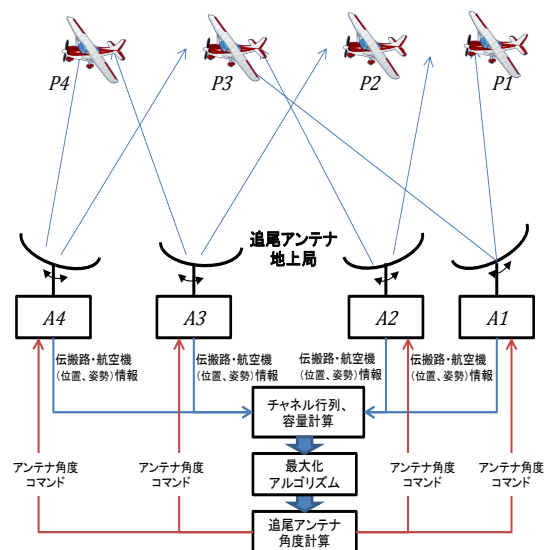


図1 提案システム

3 シミュレーションによる定性確認

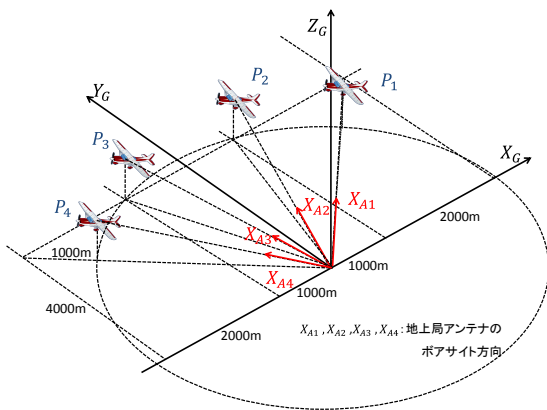


図2 追尾アンテナ地上局及び航空機配置

図1に示すアルゴリズムの実現可能性を確認するため、図2に示すように4つの無人航空機及び4つの地上局アンテナを配置した。この追尾するアンテナのボアサイト方向を一部航空機以外の方向にずらした場合について、MIMO空間相関行列の固有値を計算した。

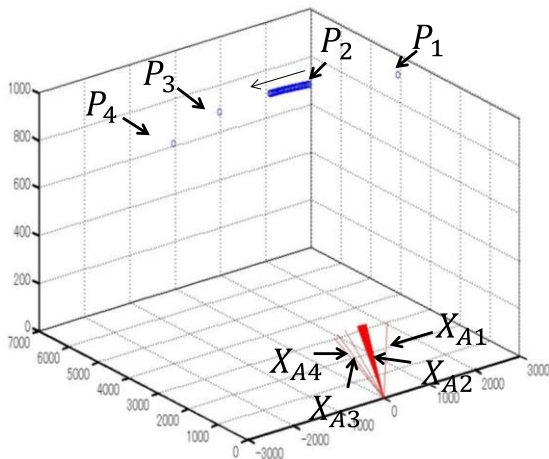


図3 航空機運動及びアンテナ追尾方向(CASE1)

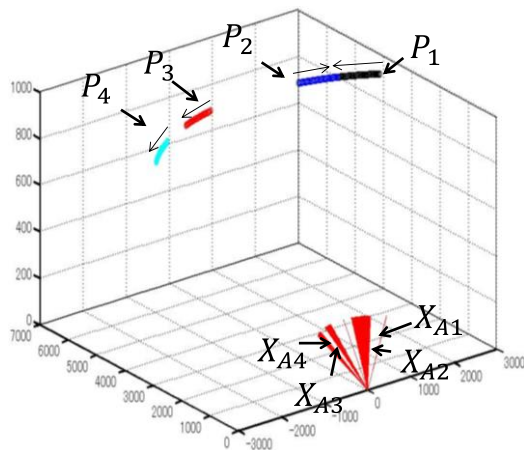


図4 航空機運動及びアンテナ追尾方向(CASE2)

簡単のため、2つのケース (CASE1 及び CASE2) でシミュレーションを行った。CASE1においては、P1, P3, P4は静止、P2のみ100秒間速度25m/sで飛行。飛行経路はt=0時の0-P2と0-P3より形成される円弧P2-P3上をP3方向に(図3)、CASE2においては、t=0時のP1-P2-P3-P4の円弧上において、P2のみZ_G軸を上からみて時計回りのP1方向へ、P1, P3, P4は反時計回り方向に同じ速度で飛行するものとした(図4)。

また、将来の実証実験の容易性を勘案し、周波数は2.4GHz帯、地上局アンテナには半値幅24°のパラボラアンテナ、無人航空機には無指向性アンテナの使用を想定した。

航空機P2(追尾対象)に対する地上局アンテナA2のボアサイト方向の角度ずれを-30°~+30°とした場合の、t=50秒における固有値の総和、最低固有値の変化を図5、6に示す。

上記結果より、CASE1の場合には、ボアサイト方向を+数度振ることにより最大固有値が増加する。

-12°振ることにより最小固有値が極大値をとる。

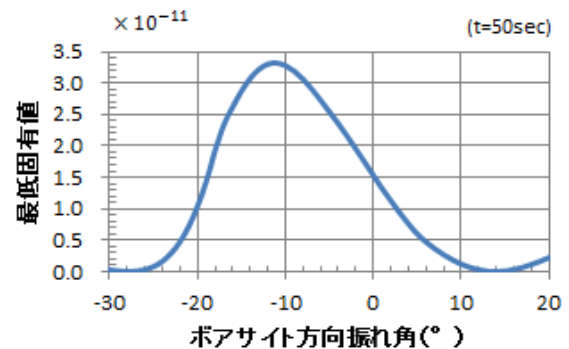
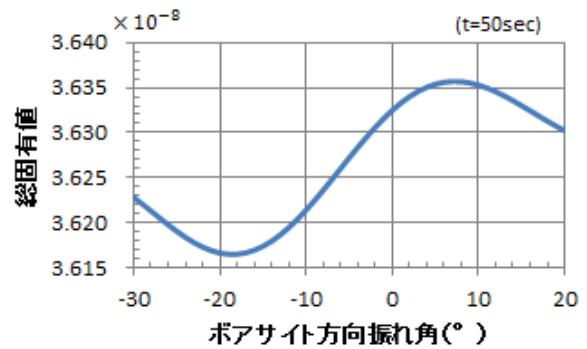


図5 固有値の変化(CASE1)

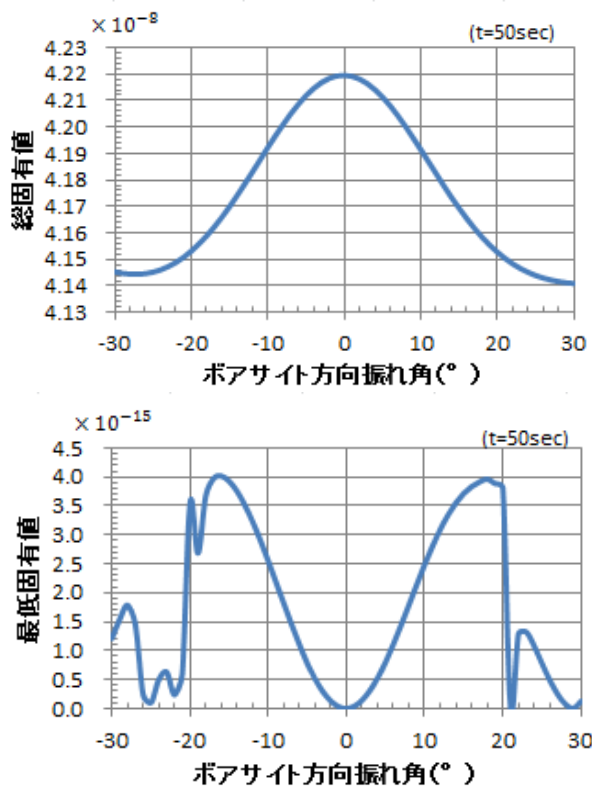


図6 固有値の変化(CASE2)

また、CASE 2 の場合には、例えば P2 無人機に対してボアサイトを向けたままの状態が総固有値が最大、一方、±十数度の方向にボアサイト方向を振ることにより、最低固有値が極大値をとるなど、最低固有値を最大化、或いは固有値の総和を最大化できるボアサイト方向振れ角が存在することが確認できた。

4 まとめ

複数無人航空機及び追尾アンテナを有する地上局間で形成される MIMO システムについて、追尾アンテナの積極的な操作により、固有値の総和あるいは最小固有値の最大化が可能であることを示した。今後は、提案システムの要となる最大化アルゴリズムの構築を行う。

また、本研究成果については、国内学会発表 1 件、国内特許 1 件の出願を行った。

文献

- (1) 総務省, ITU-R WRC-12(2012 年世界無線通信会議)の結果概要
http://www.soumu.go.jp/main_content/000163415.pdf
- (2) 大鐘武雄, 小川恭孝, わかりやすい MIMO システム技術, オーム社, 2009.