

ADS-B位置検証の補強技術

監視通信領域 ※長縄 潤一、宮崎 裕己、田嶋 裕久
古賀 禎、北折 潤

1. はじめに

現在、航空路監視システムとしてADS-B導入に向けた取り組みが進められている。ADS-Bは航空機がGPS等で得た自機の位置情報を放送し、それを地上側で受信するシステムである。高精度かつ高頻度な位置情報を取得できる一方、不正な位置情報を検知できることが望ましい。これまでに当所ではWAMの受信局を活用した信号到達時間差による位置検証技術(TDOA法)に取り組んできた。本発表では、TDOA法で十分な性能が得られない場合に補強する技術を2種類紹介する。

< 略語一覧 >

ADS-B: Automatic Dependent Surveillance—Broadcast, WAM: Wide Area Multilateration

TDOA: Time Difference of Arrival, CPR: Compact Position Reporting, AOA: Angle of Arrival

2. CPR検証・レンジチェック

CPRとは緯度・経度をビット列に符号化(エンコード)する規格で、ビット数を節約するための工夫がなされている。そこで、ビット列から緯度・経度を復号(デコード)する際に、その工夫を活用した規格への適合性検証が国際的な技術文書であるRTCA DO-260Bに規定されている。不正検知は本来の目的ではないものの、検知に有効な場合がある。一例として、計算機シミュレーションの結果を図1に示す。正常な信号に途中から不正な信号を混合した場合に、不正な信号はCPR検証失敗となり、除去することができた。

< 手法の概要 >

CPRの2種類のデコード方法のうちLocally Unambiguous Decodingではデコードに使用した基準位置(過去位置)との差分が規定値以内かどうかを判定する。一方、Globally Unambiguous Decodingでは、ある信号を受信・デコードしたのち、さらに追加の信号を受信・デコードし、先の信号の検証に利用する。また、CPR検証にはADS-B位置が受信局の覆域内であることを確認するレンジチェックも含まれている。

3. TDOA法とAOA法の併用

アンテナをセクタ型やアレー型とすることで、航空機からの信号到来角(AOA)を測定できる。AOAは航空機までの方位と一致するため、AOA法をTDOA法と組み合わせると、ADS-Bの位置情報をより強固に検証できる。

提案法の実験を図2(a)の構成で実施した。TDOA測定とAOA測定を同時に行い、後処理で統合・分析した。後処理では、判定の基準となる検定量を計算したほか、不正な位置情報を模擬的に生成した。図2(b)に結果を示す。位置情報が不正な場合には、検定量が大きくなり、正当な位置情報との判別が可能であった。

さらに、提案法の性能概算を行った。一様な航跡を仮定した平均的な検知率を測定精度や受信局配置を変えながら机上計算した。その結果、TDOA法が性能低下する場合にはAOA法により性能補強でき、AOA精度が粗い場合でも一定の効果が期待できることを確認した。

4. まとめと今後の課題

ADS-B位置検証を補強する技術を2種類紹介した。このうち、TDOA法とAOA法の併用を実現するためにはAOA測定および周辺受信局との連携が必要となる。これはADS-BのみならずWAMやSSRにも有益な技術であり、航空路マルチセンサー向け高機能空中線の研究開発の一環として開発・評価を進める。

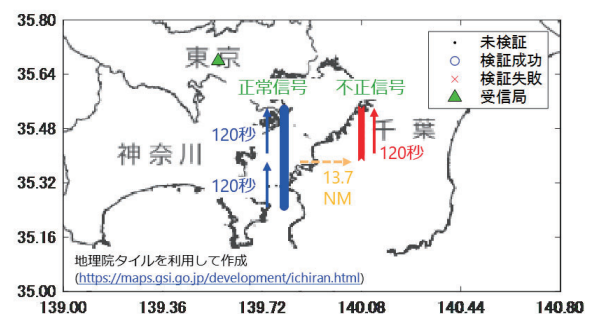
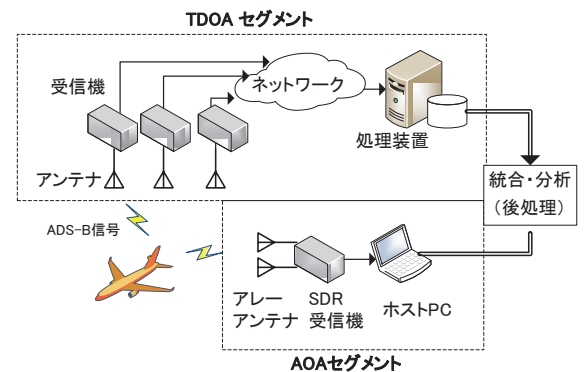
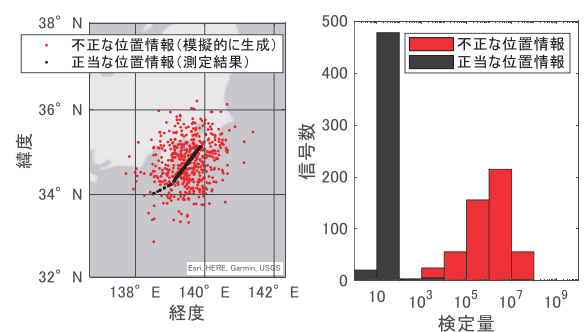


図1. CPR検証で不正信号が除去できる例
(計算機シミュレーションの結果)



(a) 実験の構成



(b) 実験結果

図2. TDOA法とAOA法の併用による位置検証

< 発表文献 >

信学技報, SANE2021-14, pp. 29-34, 2021年6月.

信学技報, SANE2021-44, pp. 65-70, 2021年11月.