

船舶に対するドローンを用いた GNSS スプーフィングについて

GNSS Spoofing Using Drones Against Vessels

横田 健太郎 久保 信明
Kentaro Yokota Nobuaki Kubo

東京海洋大学

The Tokyo University of Marine Science and Technology

1. まえがき

GNSS に対するスプーフィングは、SDR の登場により、安価に行うことが容易となっており、その脅威は格段に高まっている。また、船舶交通における GNSS への依存度は、極めて高い状況であり、船舶乗員の人手不足も相まって、運航をシステムに依存する傾向が高まっている中、船舶に対する GNSS スプーフィングの脅威は非常に大きなものがある。

このような情勢下にあって、GNSS スプーフィング防御策について様々な研究がなされている。一方で、それを打破するスプーフィングを実施する研究はあまり行われていない。そのため、この部分に着目し、特に船舶に対して、ドローンを活用した GNSS スプーフィング手法を研究する。

2. スプーフィング手法の検討

船舶に対するスプーフィング手法を以下の項目に分けて検討し、ドローンを活用する手法について検討した。

(1) 対象船舶に認知させない

スプーフィングの目的からすると、船舶のシステム化が進む中、システム及び乗員に容易に看破されないスプーフィング手法を考える必要がある。

(2) スプーフィング対策を打破

スプーフィング信号の到来方位角による検知や、到来時間の差による検知等各種あるもの (図 1⁽¹⁾) に対し、実装されているかどうかにもよるが、以下のものをできる限り打破する必要がある。

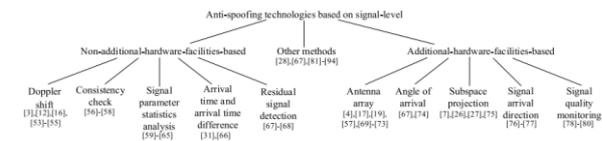


FIGURE 9. The categories of anti-spoofing technologies based on signal-level.

図 1 各種スプーフィング防御手段

(3) 船舶という特殊性の考慮

船舶に対するスプーフィングでは、船舶の受信アンテナは海面から高い位置 (約 20m 程度以上を想定) に設置されていることから、標高の低い陸地 (海岸) からのスプーフィングでは、受信アンテナに対して高度が足りない可能性がある。

3. ドローンを活用したスプーフィング手法

ある程度行動が制約される海域に焦点を絞り、あらかじめ Lime GNSS SDR により信号を生成しておく。対象船舶の GNSS アンテナ直上約 10m を、船舶を追従する形でドローンに飛行させ、ドローンから事前に生成した信号を送信する。

ドローンを活用することで、前項の課題は概ね解消でき、対象船舶からはドローンの飛来を発見することは困難かつある一定時間ドローンは飛行できることから、長時間にわたるスプーフィングでなければ問題なく、効果的であると考えた。

4. スプーフィングシミュレーション

東京湾を湾外に向かう航路において、合計 300 秒のシナリオにおいて①180 秒経過した時点でスプーフィングを開始してそのままスプーフィング信号を強くしていく場合と、②ジャミングの後にスプーフィングを行う場合の 2 つのシミュレーションを、Dr. Alexander Rügamer (Fraunhofer Institute for Integrated Circuits IIS) に作成して頂いた。

このシミュレーションについては、理想的な環境として、対象船舶の受信機ではスプーフィング信号も完全に同期がとれている状況としており、結果としては両方のシナリオともにスプーフィングに成功している。

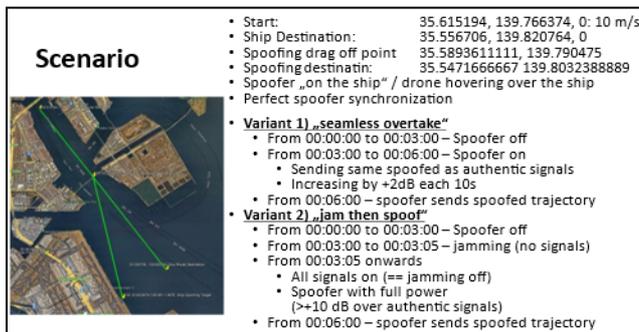


図 2 スプーフィングシミュレーション詳細

5. 以後の方針

対象 GNSS を船舶が主に用いている GPS L1 帯域に絞り Lime GNSS SDR を用いて実際に信号を生成する。また、実施場所は浦賀水道航路北上コース (約 2NM) に限定し、北上する船舶に対して東西方向に位置をずらすことを目標とする。

さらに、対象船舶の受信機との時刻同期及び周波数オフセットが違うもの場合についてシミュレーションを用い追加で確認していく。



図 3 スプーフィング対象海域

参考文献

- (1) Wu, Zhijun, et al. "Spoofing and anti-spoofing technologies of global navigation satellite system: A survey." IEEE Access 8 (2020): 165444-165496.