安全保障技術研究推進制度　令和５年度採択大規模研究課題　中間評価結果

1.　評価対象研究課題

（１）研究課題名：衛星による測位・時刻同期の革新的な欺瞞対策技術の開発

（２）研究代表者：LocationMind 株式会社　柴崎　亮介

（３）研究期間　：令和５年度～令和８年度（予定）

2.　中間評価の実施概要

日時　　：令和７年１１月１８日

場所　　：ＴＫＰ新橋カンファレンスセンター

評価委員：未来工学研究所　理事長、上席研究員

東京大学　名誉教授

平澤　泠（委員長）

筑波大学　数理物質系　物理工学域　教授

岩室　憲幸

東京農工大学　名誉教授

宇野　亨

長岡技術科学大学　名誉教授、産学連携研究員

福島国際研究教育機構　研究開発部門

遠隔操作研究ユニット　ユニットサブリーダー

長崎総合科学大学　新技術創成研究所　特命教授

大石　潔

東京科学大学　工学院　電気電子系　教授

梶川　浩太郎

情報通信研究機構　主席研究員

門脇　直人

産業技術総合研究所　サイバーフィジカルセキュリティ研究部門

副研究部門長

川村　信一

慶應義塾大学　名誉教授

笹瀬　巌

東京工業大学（現　東京科学大学）名誉教授

蜂屋　弘之

元　東海大学　教授

森本　雅之

大阪大学　名誉教授、招へい教授

渡邊　尚

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究の進捗状況

研究の概要

測位衛星による測位・時刻同期システムは、自動運転、ドローン管制、高速無線通信システム等を支える社会インフラだが欺瞞や改竄攻撃に脆弱である。本研究では、現状有効な対策がないミーコニング[*1]に対し、無線指紋[*2]技術を活用した革新的な防御手法を開発する。

進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

（1）GNSS 衛星電波データ収集とデータセットの構築

「受信機、RF レコーダーなどで構成した 3 種類 GNSS 衛星電波データを定常的に受信する基地局を 1 箇所に設置する」という目標を達成し、継続的にデータ収集・評価を行っている。

（2）GNSS 衛星向けの無線指紋技術の研究開発

「各種類の GNSS 信号電波データにおいて適用可能な無線指紋技術 3 種類以上を検討し、データセット構築を開始する」を達成し、中間目標を完了した。今後は現状のシステムを維持しつつ、無線指紋データセットのベンチマーク化と公開、さらにチャネル起因特徴量の活用に向けた開発を進めていく。

（3）無線指紋技術を利用した GNSS 衛星認証アルゴリズムの研究開発

「各種類の GNSS 信号において無線指紋を用いた認証アルゴリズムの開発」を達成し、中間目標を完了した。今後は、さらなる精度向上のためのフィルタリング手法や別の識別アルゴリズムの検討を進めるとともに、性能評価実験および結果の検証を行い、特許出願や学術論文として成果発信を進めていく。

（4）ウォーターマークを埋め込んだ測位信号の設計

中間目標である「SDR やシミュレータなどを用いてパフォーマンスの初期評価が得られている。」に対して、複数ケースでのウォーターマーク方式のシミュレーション、1 ケースの SDR を用いた評価を実施し、受信時における課題を識別し、その対策を検討中であることから、一次評価まで進捗しており、中間目標としては、達成できていると判断している。残項目としては、識別した課題の対策方針を決定し、その方針でウォーターマークを識別できること、次年度の評価計画を行うことである。進捗は現段階で予定通りであり、おおむね順調である。

（5）GNSS ミーコニング攻撃の防御の実現性の評価

開発した無線指紋認証アルゴリズムの有効性を検証した。4 種類の評価指標（AUC, EER, Accuracy, FPR@95%TPR）を用いて性能を評価した結果、提案した攻撃検出モデルは、正常衛星と欺瞞攻撃衛星を高精度に識別できる有効な手法であることが実証された。

4. 中間評価の評点

A　進捗は順調であり、研究計画に沿って進めてよい。

5. 総合コメント

デバイス由来の特徴量によって同じ仕様で作製された衛星からの電波を識別できることが実証されたことは大きな成果である。指紋領域の利用という新規挑戦的なアイディアが検証された。また、提案時の指紋情報とウォーターマークの有効性を確認した。今後、実用化に向けた課題抽出と解決に向けて取り組んでいただきたい。

一方で、限られた収集データのみで研究が進められている。ストレージの問題を解決することで収集データを広げられるように、残された期間の計画を検討いただきたい。

また、学会発表、論文発表、特許等については十分とは言えないので、研究後半では進めていただき、十分な特許網を構築いただきたい。

6. 主な個別コメント

- 無線指紋の同定および識別の可能性を明らかにしており、最終目標達成の可能性はある。
- 中間評価目標をほぼ達成しており、今後の進捗に期待する。成果の実用化には課題があると思われるが、次フェーズで取り組んでいただきたい。
- 実用化に向けては、さらなるデータを用いた検討が必要である。
- 採択条件は満たしている。より多くの実験により、実証的に安定した成果を示すことを期待する。
- ４種類のデバイス起因の特徴量による無線指紋技術を用いて衛星識別ができることを明らかにしたことは評価できる。ウォーターマークを埋め込んだ設計に関しては、有効性を明確に示すことができるよう、詳細な検討を行う必要がある。
- 新たな可能性を秘めた研究成果が得られている。引き続き研究を進めていただきたい。
- 当初懸念事項の無線指紋が可能になり、懸念事項は払拭された。今後の進捗を期待したい。

---

*1　ミーコニング：正規 GNSS 信号を受信・再放送して受信機を欺く攻撃手法。リプレイアタックと同義であり、送信された信号を受信器が受信するタイミングがずれることにより、位置情報の誤差が生ずる。

*2　無線指紋：無線送信機が持つ微小なハードウェア特性の差異（製造誤差や部品ばらつき）により、同一機種間でも異なる電波波形特徴を示す現象。送信元の固有識別に利用される。