

<基本計画書>

セキュリティ強化に向けた移動物体高度認識レーダー基盤技術の研究開発

1. 目的

近年、世界各地にテロの脅威が拡散し、極めて深刻な状況となっており、特に不特定多数の人が集まり警備が比較的緩やかな地下鉄や空港ロビー、大規模集客施設（ショッピングモール、コンサート会場）等のいわゆる「ソフトターゲット」を標的としたテロが増加し、セキュリティ対策の強化が喫緊の課題となっている。

我が国も 2025 年大阪万博の開催を控えるなどセキュリティ対策の強化が喫緊の課題であるが、現在の技術では人が隠し持った危険物を遠方から検知することができない。

そのため、現在は、空港の保安区域等では、搭乗前の金属探知機検査、X 線による手荷物検査、監視カメラによる監視が実施されているが、ロビー等では人が隠し持った危険物を把握することができない状況である。

電波の特性として、周波数が高いほど危険物の形状判定を行う空間分解能は高く、システム（アンテナ）の小型化が可能であるが、電波の到達距離が短くなるため遠方からの可視化が難しい。

上記を勘案すると、75～110GHz 帯（W 帯）は、空間分解能が高いという点では、人が隠し持った危険物を可視化（イメージング/センシング）するのに適した帯域であり、かつ、低い周波数帯と比較しひっ迫の度合いが少ない帯域である一方で、電波の到達距離が短いため、遠方からの可視化については、研究開発が必要となる。

このため、本研究開発では、公共スペースのセキュリティ対策を強化するため、W 帯における複数の周波数帯でのセンシング/イメージング技術を開発し、人が隠し持った危険物を遠方から可視化することで、不審物を認識するシステムの基盤技術を確立するとともに、レーダー技術を W 帯に適用することで高い周波数帯の利用を促進し、電波の有効利用を図ることを目的とする。

2. 政策的位置付け

電波政策 2020 懇談会 報告書

第 3 章 制度見直しの方向性

1. 電波利用料の見直しに関する基本方針

(2) 電波利用共益事務の在り方

d) ミリ波・テラヘルツ分野：

ミリ波帯を利用した大容量通信システムや高精度レーダーの開発、100GHz 超の電波を利用するための基盤技術の開発及び試験を実施する。

3. 目標

本研究開発は、公共スペースのセキュリティ対策を強化するため、15m 程度離れた

対象物を測定可能な W 帯のレーダー及び 5m 程度離れた対象物を測定可能なイメージャを開発し、それらのセンシング／イメージング情報を統合し、高度な認識技術を活用することで、人が隠し持った危険物を認識するシステムの基盤技術の確立を目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

公共スペースのセキュリティ対策を強化するため、人が隠し持った危険物を可視化し不審物を認識するシステムのための基盤技術の確立に向けて、W 帯における複数の周波数帯でのセンシング／イメージング技術等の以下の要素基盤技術の研究開発を行う。

ア W 帯を使用したセンシング・イメージング技術

W 帯電波の透過・反射特性を利用し、公共スペースを移動する人が所持する不可視な不審物を離れた場所から検知できるセンシング／イメージング技術（①アクティブ型イメージング技術やパッシブ型イメージング技術を併用したハイブリッド型イメージング技術、②アクティブ型レーダー技術）の研究開発を行う。更に、課題イ「各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術」において、最適な性能が出るよう各技術の性能の向上を行う。

また、可搬型での運用に向けた小型化のため、小型化端末用アンテナ等の研究開発を行う。

イ 各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術

W 帯や赤外線で得られるイメージは、各種処理を実施しなければ、可視光線に比べ、著しく解像度が低く、雑音による劣化もあるため、映像信号処理技術、不審物認識技術、不審物認識データベース技術を利用し不可視な不審物を認識する研究開発を行う。不審物認識データベースは金属系刃物から順次種類を拡大し、不審物の対象物を拡大する。

また、課題ア及び課題イの要素基盤技術に加え可視光カメラ等の既存システムも含めて統合し、ネットワーク上でシステムとして動作するように最適化を行い、移動する人が隠し持つ危険物を判別するための不審物認識システムとしての有効性を実証する。

(2) 技術課題及び到達目標

技術課題

ア W 帯を使用したセンシング・イメージング技術

(a) センシング・イメージング技術の研究開発

W 帯電波に対する対象物の反射・透過特性を利用した不審物特定用 WUO (W-band Unidentified Object Detection) イメージャの研究開発を行う。

WUO イメージャは、①パッシブ型イメージング技術とアクティブ型イメージング技術を併用したハイブリッド型イメージャと②アクティブ型レーダーのサブシステムで構築される。サブシステム毎にW帯内の異なる周波数帯を用いるため、対象物の周波数毎の反射・透過特性を反映した異なる対象物の映像情報が収集可能となる。

①のハイブリッド型イメージャの研究開発において、その性能は、人体の放射熱温度や自然照明温度、対象物の放射率の分布だけではなく、対象物近傍に焦点を絞るW帯電波収集用のレンズやアンテナ、低雑音信号増幅器、フィルターからなる受信器等の性能に依存する。このため、性能の向上には、人工照明器やレンズ、アレイセンサ等の技術開発及びそれらを統合した高感度のイメージャの技術開発が課題となる。

②のアクティブ型レーダーの研究開発では、W帯電波を対象物に放射し、対象物の反射特性に依存した反射波を観測することにより、人の位置（距離と方位）の測定及び不審物の所持の有無を検知する。既存の技術（車載用レーダー）では、レーダーの反射波からは人が不審物を所持しているかは判別ができない。このため、対象物を効率良くセンシング（測定）できるアンテナの配置や構成の最適化、雑音除去のための信号処理及び当該処理の高速化の技術開発が課題となる。

なお、上記研究開発を行う際は下記「イ」において、不審物認識時に要求される空間分解能や時間分解能を満足する技術レベルを考慮しつつ研究開発を行う。

(b) 小型化技術の研究開発

アクティブ型レーダーの小型化のため、アンテナ基板の設計、BF(Beam Forming)アンテナにおける指向性制御の研究開発を行う。

イ 各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術

(a) センサーフュージョン技術の研究開発

WUO イメージャの性能は、それを構成する各サブシステムの性能に依存し、一般に可視光カメラの映像に比べると空間分解能や階調等が低く雑音が高い。このため、高い信頼度で不審物の判別を行うことを目的に、映像信号処理から不審物か否かを判別する情報処理までを行うセンサーフュージョン技術の確立を目指し、①映像信号処理技術、②不審物認識技術、③不審物認識データベース構築技術の研究開発を行う。本研究開発を行う際は、不審物認識時に要求される空間分解能や時間分解能を満足する技術レベルを考慮し課題アと連携し研究開発を行う。

①では、各サブシステムの構成部品性能のばらつきを補正するキャリブレーション信号処理や各サブシステムの情報に対する雑音除去や位置合わせ（レジストレーション）等の映像解像度を改善する技術開発が課題となる。

②では複雑な実環境における不審物の認識を行うため、①の映像信号処理後の映像に対する物体認識を行う技術開発が課題となる。

③では、不審物を携帯する不審者が監視エリア内を移動する際、衣服内に隠さ

れた不審物の位置は絶えず変化し、同一の不審物であっても観測した不審物の形状は大きく異なるため、不審物形状の時間的変化を含め、②の不審物認識技術の際に参照するための最適なデータベースの技術開発が課題となる。

(b) システム統合化技術の研究開発

光学系イメージャである可視光カメラや赤外線カメラ等の既存システムとWUO イメージャを統合し不審物認識システムを開発する。この際、将来的にそれぞれのイメージャの設置台数が大幅に増大することが考えられるため、膨大な情報量から不審物の認識を正確かつ迅速に実行できる不審物ネットワーク及び不審者の行動と合わせて不審物の移動を自動的に追尾する機能の研究開発を行う。これらを踏まえ、最終的に空港・駅などの公共スペースでの利用シーンを想定し、人が隠し持った危険物を遠方から認識するシステムの実用可能性を評価する。

到達目標

ア W帯を使用したセンシング・イメージング技術

(a) センシング・イメージング技術の研究開発

検知距離 2～5m を目標に人が所持する不審物を衣服の上からイメージング画像を取得するイメージャ及び、検知距離 15m を目標に人の位置及び不審物からの反射特性情報を取得するレーダーシステムから構成された数センチ程度の解像度を持つWUO イメージャを開発する。

(b) 小型化技術の研究開発

検知距離 5m を目標に不審物の対象を金属系刃物と想定した上で、可搬・携帯可能なサイズで数キロ程度の重量まで小型化する。

イ 各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術

(a) センサーフュージョン技術の研究開発

WUO イメージャを用いた金属系刃物の映像収集や当該映像情報の雑音除去・解像度改善のための信号処理技術の開発、金属系刃物を判別するための不審物認識データベースの構築、物体検出アルゴリズムの開発を行い、歩いている人が金属系刃物を隠し持っている場合に認識率 50%以上で金属系刃物と認識することを目指すとともに、不審物認識データベースの不審物の種類を順次拡大する。

(b) システム統合化技術の研究開発

不審者の映像情報と不審物の映像情報の紐付けを行い、正確性と迅速性を兼ね備えた不審物ネットワークの開発を目指す。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

<2019 年度>

ア W帯を使用したセンシング・イメージング技術

(a) センシング・イメージング技術の研究開発

① ハイブリッド型イメージャ

- ・ W 帯照明、アレイセンサ、光学系を組み合わせたアクティブ型イメージャを設計・開発する。
- ・ アクティブ型イメージャについて、動的目標物を撮影するために、アレイセンサをレンズアンテナの焦点に追従できるような制御システムを設計・開発する。
- ・ アクティブ型及びパッシブ型イメージャの検知距離を伸ばし、イメージング画像の空間分解能を高めるために、高利得、低収差レンズアンテナを設計・開発する。

② アクティブ型レーダー

- ・ 不審物の有無を検出するレーダー装置を実現するためのアンテナ配置及びレーダー基板や機械走査部分の機構構成を設計・開発する。

(b) 小型化技術の研究開発

- ・ 小型化のためのアンテナ部、BF 用信号発生部、送信受信アンテナ制御方式の基礎設計を行う。

イ 各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術

(a) センサーフュージョン技術の研究開発

- ・ 映像解像度を改善する信号処理技術を検討する。
- ・ 不審物認識データベース（金属系刃物）を検討する。
- ・ 物体検出アルゴリズムを検討する。

(b) システム統合化技術の研究開発

- ・ 不審者と不審物の情報の集約方式を検討・開発する。
- ・ イメージャとのネットワークインターフェースを検討・開発する。
- ・ 複数イメージャデータ収集・配信のネットワーク制御方式を検討・開発する。
- ・ 複数のイメージャを用いた不審物トラッキング方式を検討・開発する。

<2020 年度>

ア W 帯を使用したセンシング・イメージング技術

(a) センシング・イメージング技術の研究開発

① ハイブリッド型イメージャ

- ・ アクティブ型イメージャの動作距離を延ばすため高出力化照明を開発する。
- ・ 誘電率等の違いを利用した検知の実証のため、複数周波数のアクティブ型イメージャを開発する。
- ・ パッシブ型とアクティブ型のハイブリッド型イメージャを開発し、画像処理の結果を用い性能を向上させる。

②アクティブ型レーダー

- ・前年度に試作したレーダーを評価し、改善点を洗い出し性能向上のため改良設計を行う。

(b) 小型化技術の研究開発

- ・BF アンテナ、BF 用信号発生回路、受信回路を開発する。

イ 各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術

(a) センサーフュージョン技術の研究開発

- ・映像解像度を改善する信号処理技術の開発及び評価を行う。
- ・不審物認識データベース（金属系刃物）を構築する。
- ・物体検出アルゴリズムを開発及び評価し、他の対象物への適用可能性を検討する。

(b) システム統合化技術の研究開発

- ・不審者と不審物の情報の集約方式の評価及び改良を行う。
- ・イメージャとのネットワークインターフェースを評価及び改良を行う。
- ・複数イメージャデータ収集・配信のネットワーク制御方式の評価及び改良を行う。
- ・不審物移動追跡用ネットワークハンドオフ方式の評価及び改良を行う。

<2021 年度>

ア W帯を使用したセンシング・イメージング技術

(a) センシング・イメージング技術の研究開発

①ハイブリッド型イメージャ

- ・実証実験に向け前年度の改良設計を反映したハイブリッド型イメージャを開発し、性能を評価する。

②アクティブ型レーダー

- ・実証実験に向け前年度の改良設計を反映したレーダー装置を開発し、性能を評価する。

(b) 小型化技術の研究開発

- ・可搬型 BF イメージャを開発し、性能を評価する。

イ 各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術

(a) センサーフュージョン技術の研究開発

- ・映像解像度を改善する信号処理技術の改良及び性能評価を行う。
- ・不審物認識データベースの改良及び性能評価を行う。
- ・物体検出アルゴリズムの改良及び性能評価を行う。

(b) システム統合化技術の研究開発

- ・不審物認識システムの統合評価実証試験を行う。

5. 実施期間

2019 年度から 2021 年度までの 3 年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び 2025 年度までの市場性を考慮した実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案及び研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来技術との差異を明確にし、既存の研究開発の成果を考慮するとともに、他システムへの影響を考慮した上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。