

ミリ波レーダーを用いた段階的スクリーニング方式による警備支援サービス

Security Support Service Providing Step-by-Step Screening Process Using Millimeter-Wave Radar

土橋 浩慶 DOBASHI Hironori

近年、公共施設に集まる不特定多数のソフトターゲットに対するセキュリティー対策の強化が喫緊の課題となっている。オープンエリアでは、警備が困難な場合や、人流の抑制などは利用者にストレスを与えたり、利便性を大きく損なったりする場合がある。

東芝グループは、ミリ波レーダーを用いた段階的スクリーニング方式の採用で、人流を抑制することなく安全性を確保できるセキュリティーシステムを開発している。オープンエリアにおいて、非接触かつ高スループットの実現が可能な警備支援サービスの提供を目指している。

The enhancement of security measures for large numbers of unspecified people in public facilities has become an issue of vital importance. To realize enhanced security in a large space, various problems must be overcome including the difficulty of securing open areas and the need for restraints on the flow of people, which may become a source of stress and inconvenience to them.

The Toshiba Group is engaged in the development of a security system in which a step-by-step screening process is implemented using millimeter-wave radar to ensure safety without restraining the flow of people. We are aiming to offer a security support service utilizing this system to provide the non-contact, high-throughput functionality required for securing large spaces.

1. まえがき

近年、世界各地でテロによる脅威が拡大しており、極めて深刻な状況である。特に、不特定多数の人が集まり警備が比較的緩やかな、鉄道施設や、空港ロビー、大規模集客施設（ショッピングセンターやコンサート会場）などのソフトターゲットを狙ったテロが増加しており、セキュリティー対策の強化が課題である。

現在、空港では、保安区域などで、搭乗前に金属探知機による検査や、X線による手荷物検査、防犯カメラによる監視などが行われている。

しかし、オープンエリアでは、利用者の利便性を損なわないことが重要である。人の流れを変えないようにするために、警備員の経験知に頼った、目視警備や監視カメラによる不審者あるいは不審行動者の検知を行っているが、これらの方法では、人が衣服の中などに隠し持った不審物を検知できない。加えて、今後の労働人口減少に伴って警備員などの雇用確保が困難となることが予想されており、より少人数で効率的に対応できる警備支援サービスが求められている。

このような背景から、オープンエリアでは、高いスループットを維持しながら、目に見えない不審物を非接触でより正確にスクリーニングするシステムへの要望が高まっている。

これを受けて、東芝グループは、ミリ波レーダー^(注1)を用

いた段階的スクリーニング方式により、人流を抑制することなく、非接触かつ高スループットで、不審物の検知・特定ができるセキュリティーシステムを開発している。

ミリ波レーダーは、次の点で優れている。

- (1) X線とは異なり、人体への影響が少ない。
- (2) 衣服を透過するため、隠し持った物体を検知できる。
- (3) 広帯域が取れるので、距離方向の解像度が高い。
- (4) 波長が短いため装置の小型化が容易であり、各方向の解像度を高めることも容易である。
- (5) 環境の影響（明暗や、雑音など）を受けにくい。

これらの特徴から、セキュリティーシステムの小型化や検知精度の向上も期待できる。更に、既存の監視システムの可視光カメラなどを組み込むことで、カメラ映像に不審物の検知位置を示すなど、警備員に分かりやすく提示することができる。

ここでは、次世代の警備を支援する警備支援サービスを実現するためのセキュリティーシステムのキー技術について述べる。

(注1) ミリ波は、直進性が非常に強く、雨や霧の影響を受けにくく、情報伝送容量が大きいという特徴を持つ。このミリ波をセンサーとして応用したのがミリ波レーダーで、離れた対象物との距離や速度、角度を測定できる。

2. 段階的スクリーニングの概要

オープンエリアの利用客の流れを止めずに不審物を検知・特定するためには、スループットの確保が課題である。総務省「電波資源拡大のための研究開発 (JPJ000254)」では、高いスループットを実現するために、2段階スクリーニング方式に関して研究開発を実施してきた⁽¹⁾。

段階的スクリーニングは、不審物を所持していない人物に対する不必要なチェックを回避し、スループットの向上を図ることができる。

2.1 一次スクリーニング

一次スクリーニングでは、ミリ波レーダーを用いて、不審物を所持している可能性のある人物を検出する。ミリ波レーダーで得た位置情報などを用いて、隣接設置している可視光カメラの映像から、不審物を所持している可能性のある人物の画像を切り出す。

一次スクリーニングで検出された人物にその場で警備員が声を掛けると、オープンエリアにおける利便性が低下する。この点から、切り出した人物の画像を基に複数の監視カメラ映像から、人物を追跡したり、居場所を特定したりすることで、警備員が携帯している端末に位置情報や人物画像などの情報を送り、警備員による声掛けを促す。

2.2 二次スクリーニング

一次スクリーニング後に、どのような不審物を所持しているかを特定するために、一次スクリーニングとは別の場所に二次スクリーニング用ミリ波レーダーを配備する。

二次スクリーニングでは、ミリ波レーダーから得られたデータに画像化処理を施すことで、人が見て分かりやすいイメージング画像を生成し、あらかじめ蓄積したデータベー

スの画像と比較することで、不審物を特定することが可能となる。

3. 段階的スクリーニングのシナリオ例

段階的スクリーニング方式のシナリオ例を図1及び図2に示す。

図1は、劇場や、美術館、コンサート会場などの施設への入場警備を想定したシナリオである。入り口に一次スクリーニング用ミリ波レーダーを、入場ゲート手前(検査室)に二次スクリーニング用ミリ波レーダーを設置することで、不審者をゲートから入場させない構成である。

図2は、ホテルやオフィスビルなどの施設内で、エレベーターに安全に搭乗するための警備を想定したシナリオである。ゲート付近に一次スクリーニング用ミリ波レーダーを、上層階へのエレベーターの手前(検査室)に二次スクリーニング用ミリ波レーダーを設置することで、不審者をエレベーターに乗車させない構成である。

なお、装置の配置を変えることで、様々なオープンエリアに適用できる。例えば、1か所だけでスクリーニングしたい場合は、一次スクリーニング用あるいは二次スクリーニング用のミリ波レーダーを、出入り口だけに配置するなどの構成も可能である。

4. ウォークスルー検査を実現するミリ波レーダー

ウォークスルー方式での警備支援サービスを実現するためには、処理速度の速さと検知精度の高さが重要である。ここでは、一次スクリーニングで不審物を検知するシステムと、二次スクリーニングで活用できる不審物特定技術について述べる。

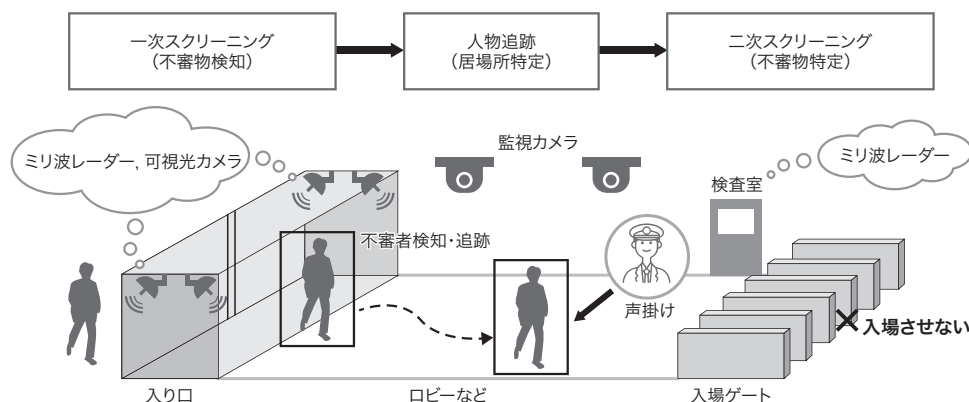


図1. 段階的スクリーニングのシナリオ例(1)

施設の入り口に一次スクリーニング用ミリ波レーダーとカメラを設置し、入場ゲート手前(検査室)に二次スクリーニング用ミリ波レーダーを設置するシナリオである。

Example (1) of step-by-step screening scenarios

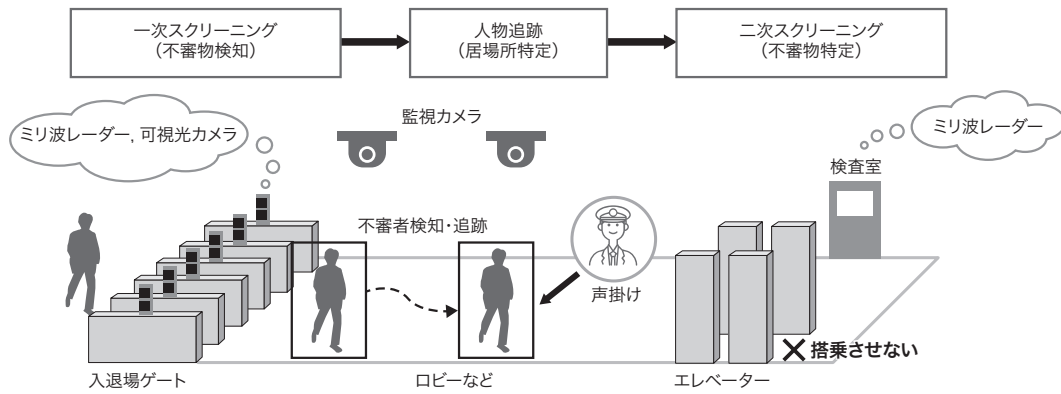


図2. 段階的スクリーニングのシナリオ例(2)

施設内入退場ゲート付近に一次スクリーニング用ミリ波レーダーを設置し、上層階へのエレベーターの手前(検査室)に二次スクリーニング用ミリ波レーダーを設置するシナリオである。

Example (2) of step-by-step screening scenarios

4.1 一次スクリーニング用不審物検知システム

複数のミリ波レーダーを歩行者が通過する場所の両サイドに配置することで、ウォークスルー方式で不審物の検知を行うシステムである。

複数のミリ波レーダー、及び歩行者の前面と背面を撮影する2台のカメラを配置して、実際のゲートを模擬した不審物検知システムを製作した。通常でゲートを通過する歩行者をミリ波レーダーで観測して、AI技術を用いて不審物を検知する。更に、カメラ映像から人物を検出する機能を搭載しており、ミリ波レーダーで検知した不審物の位置情報を基に、不審物の位置を人物画像に重畳表示する。

図3に、歩行実験の結果を示す。比較的大きな不審物を身体に密着させて衣服の中に隠し持った状態で、不審物がゲートを通過するシナリオを想定している。図3のように、不審物の有無をその場で検知して、その位置を分かりやすく表示するリアルタイムセンシングが可能であることを確認した。

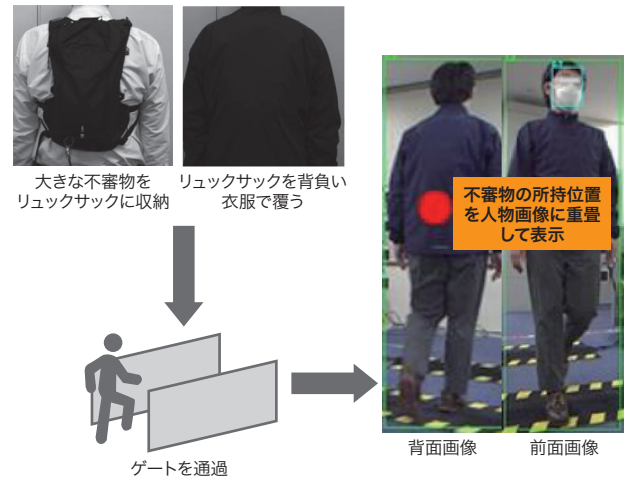


図3. 一次スクリーニングゲートでの歩行実験

比較的大きな不審物を身体に密着させて衣服の中に隠し持った歩行者がゲートを通過した際に、その場で不審物を検知できる。

Walk-through experiments at first screening gate

4.2 二次スクリーニング用不審物特定技術

ミリ波レーダーのデータから、高精細電波イメージング画像を生成して、不審物を特定する技術を開発している⁽²⁾。これは、面状に配置したアンテナがミリ波反射信号を捉えて、位相合成により画像化する技術を応用したものである。

対象物体以外の余分な虚像が映らない高精細なイメージング画像を生成するためには、照射するミリ波の半波長間隔(約2mm)で測定することが必要であり、アンテナ設置数やデータ量が膨大になるという問題があった。

そこで、互いに素となる半波長以上の間隔で測定した二つのイメージング画像を合成することで、虚像を打ち消す特性を活用して、測定数を削減しても高精細画像を得ることができた(図4)。更に研究開発を進めた結果、半波長間

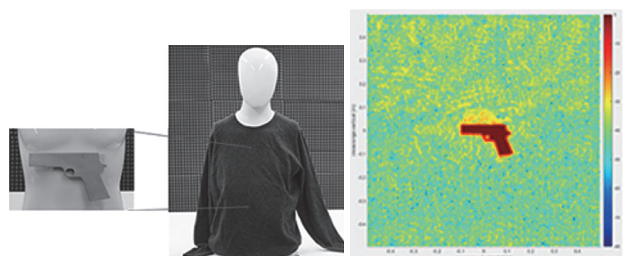


図4. 二次スクリーニング場所でのミリ波レーダーのイメージング画像例

対象の不審物以外の余分な虚像が映らない、高精細なイメージング画像を生成できる。

Example of image obtained by millimeter-wave radar at second screening position

隔で測定する場合の9%以下の測定数で、図4と同等レベルのイメージング画像の生成を実現した。

また、測定数の大幅な削減は、アンテナやセンサーの設置数、及びメモリー量の削減につながり、システム導入時のコストを抑えられる。

4.1節の不審物検知システム及び4.2節の不審物特定技術について、これまでに原理検証を行ってきたが、現在はその成果を基に、プロトタイプ機の試作に向けた各種設計及び評価を進めている。

5. あとがき

オープンエリアの安全・安心を実現する警備支援サービスのために、ミリ波レーダーを用いたセキュリティーシステムを開発中である。

このシステムは、ミリ波レーダーを用いた段階的スクリーニング方式であり、ウォークスルー方式で、非接触かつ高スループットでの不審物検知を実現することが可能である。

近年、国内でも、オープンエリアでテロに相当する行為が頻発しており、段階的スクリーニング方式を用いたセキュリティーシステムを提供する警備支援サービスを通して、安全・安心な世の中の実現に貢献していく。

この成果の一部は、総務省「電波資源拡大のための研究開発 (JPJ000254)」における委託研究「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 (2019年度～2021年度)」によって得られたものである^{(1), (3)}。

文献

- (1) 国立研究開発法人 情報通信研究機構, ほか, “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”. 「電波資源拡大のための研究開発」第15回成果発表会予稿集, 東京, 2022-05, 総務省, 2022, p.5-16.
- (2) 東芝, “テロ対策に最適な高性能電波イメージング技術を開発 -ミリ波レーダーを活用して衣服の下に隠した危険物の検知をウォークスルー方式で実現, 公共スペースで通行を妨げない警備システムの構築を促進し, テロの未然防止に貢献-”. 研究開発ニュース. <<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/19/1909-02.html>>, (参照 2022-06-24).
- (3) Dobashi, H. et al. “A Two-stage Walkthrough Screening of Persons with Concealed Threat Objects using a Millimeter-wave Radar and an Imager”. 24th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications(WPMC). Okayama, 2021-12, WPMC, 2021, p.177-182.



土橋 浩慶 DOBASHI Hironori
東芝インフラシステムズ(株)
セキュリティ・自動化システム事業部 企画部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.