

B-1-34

送信アンテナ分散配置による屋内侵入検出に関する一検討

Study on Indoor Intrusion Detection with Distributed Transmitters

黒崎雄太 田仲圭 山田寛喜 西森健太郎 山口芳雄
 Yuta Kurosaki Kei Tanaka Hiroyoshi Yamada Kentaro Nishimori Yoshio Yamaguchi

新潟大学大学院自然科学研究科
 Graduate School of Science & Technology, Niigata University

1 まえがき

近年、電波を用いた屋内侵入検出手法に関する研究が注目を集めている。これまでに単一の送信アンテナより送信した電波をアレーアンテナで受信し、信号部分空間の変動から侵入検出を行う手法が提案されている [1]。本稿では上記手法のコンセプトを用い、送信アンテナを分散的に複数配置した環境を想定し、侵入検出精度向上を目指した検討を行う。

2 信号部分空間を用いた侵入検出

文献 [1] ではアレーアンテナの信号部分空間の変化を利用して屋内侵入検出を行う手法を提案している。侵入検出には以下の評価式が用いられている。

$$P(t) = |v_{no}^H v_{ob}(t)| \quad (1)$$

ここで v_{no} は侵入がない状態における受信アレーアンテナの信号固有ベクトル、 $v_{ob}(t)$ は時間 t における信号固有ベクトルであり、 H は複素共役転置を表す。

3 ビームスペース変換による検出精度向上

本稿では屋内侵入検出精度向上を目的とし、ビームスペース変換に着目する。アレーアンテナの受信データに対するビームスペース変換は以下の式により行われる。

$$r_{bs}(t) = B^H r(t) \quad (2)$$

ここで、 $r(t)$ は時間 t におけるアレーアンテナの受信データ、 $r_{bs}(t)$ はビームスペース変換後の受信データ、 B はウエイト要素とした行列である。ビームスペース変換は受信データをビーム領域のデータに変換する。このことから、アレーアンテナの受信データに対しビームスペース変換を行い、式 (1) で評価した場合、変換行列 B のウエイトの決め方次第で特定の方向から到来する電波の変動のみに着目でき、侵入検出精度向上が可能であると考えられる。

4 計算機シミュレーション

シミュレーション諸元を表 1 に示す。本稿では、縦 10 [m]、横 8 [m]、高さ 2.7 [m] の屋内環境を想定し侵入検出評価を行う。送受のアンテナ配置は図 1 に従うものとする。屋内モデルの壁材質はコンクリートを想定し、比誘電率を 6.25、導電率を 0.0814[S/m] とした。侵入検出評価は侵入者に見立てたモデルを配置して行い、侵入者モデルは縦 0.3[m]、横 0.3[m]、高さ 1.7[m] の立方体形状とし比誘電率を 42.1、導電率 0.514[S/m] とした。なお、シミュレーションはレイトレス法を用いて行い、反射と回折合わせて 5 回までを考慮した。本稿でのビームスペースを用いた手法では、一例して図 2 の直交マルチビームから 2 ビームを用い、式 (1) で評価を行った。各ビーム w_i は以下のウエイトにより計算される。

$$w_i = [1, e^{-j\frac{2\pi(i-1)}{L}}, \dots, e^{-j\frac{2\pi(L-1)(i-1)}{L}}]^T \quad (3)$$

ここで L は素子数、 T は転置を表す。

侵入者モデルを図 1 の評価位置 5 に配置し、侵入検出評価を行った結果を図 3 に示す。評価は各送信アンテナ毎に行い、図 3 は試行回数 100 回の平均値である。このとき 1 試行におけるスナップショット数は 20 とした。これらの結果より、提案法では微小な伝搬変化を検出でき侵入検出精度を向上させることが可能であることがわかる。

5 まとめ

本稿では送信アンテナ分散配置環境において、ビームスペース変換を既存の侵入検出手法に適用することにより侵入検出精度を向上させることができることを示した。

謝辞 本研究は科研費（基盤研究（C）20560349）の助成により行われたものである。

参考文献

- [1] S. Ikeda, et al., IEICE Trans. Commun. Vol.E92-B No.7 pp.2406-2412, July 2009

表 1 シミュレーション諸元

受信アレー形状	ULA
受信アレー素子数	8
受信アレー素子間隔	0.5λ
周波数	2.4 [GHz]
SNR	20 [dB]
最大反射回数	5
最大回折回数	1

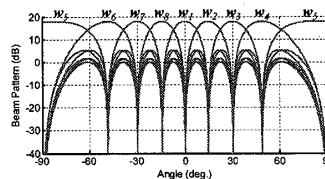


図 2 直交マルチビーム

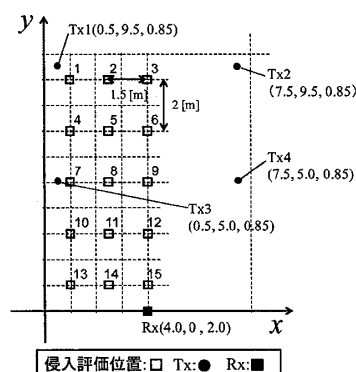


図 1 アンテナ配置

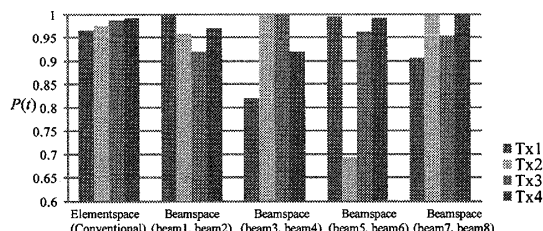


図 3 侵入検出評価結果