

B-1-203

マルチアンテナセンシングによる侵入検出のための電力変動検出に関する基礎検討

Fundamental Study of Power Change Detection by Intrusion for Multi-antenna Sensing

小川 研
Ken Ogawa山田 寛喜
Hiroyoshi Yamada山口 芳雄
Yoshio Yamaguchi新潟大学 工学部
Faculty of Engineering, Niigata University

1 まえがき

近年, MIMO システム等のアレーセンサにおける電波変動を利用した侵入検出システムに関する研究が精力的に進められている [1]. 現時点では, チャネル行列の変動などを利用した定性的な検出性能に関して検討が進められているが, 実応用を目指すためには, レーダやスペクトルセンシング [2] のように誤警報確率や見逃し確率を踏まえた定量的な検討が不可欠である. 本報告では, その基礎検討として, 白色ガウス雑音下での BPSK 信号におけるスペクトルセンシング技術の一つである「電力検出」に関して, SISO 構成の実験系を構築し, 理論, シミュレーション, 実験結果に関して報告する.

2 スペクトルセンシング理論

2.1 検出判定

スペクトルセンシングにおいて入力状態に対する検出判定の組み合わせは計 4 種類存在する. これらをまとめた検出確率表を表 1 に示す.

H_0 : 既存通信信号無し D_0 : 検出信号無し
 H_1 : 既存通信信号有り D_1 : 検出信号有り

表 1: 入力状態に対する検出判定の組み合わせ

$P(D_0 H_0)$	$P(D_1 H_0)$	P_D (Probability of Detection: 正常検出確率)
$P(D_0 H_1)$	$P(D_1 H_1)$	P_{FA} (Probability of False Alarm: 誤警報確率)
$P(D_1 H_0)$	$P(D_1 H_1)$	P_{MD} (Probability of MisDetection: 見逃し確率)

2.2 信号モデル

受信信号を $x(t)$, 雑音信号を $w(t)$ (複素ガウス信号) とおくと観測信号 $y(t)$ は次のように表せる.

$$H_0: y(t) = w(t) \quad (1)$$

$$H_1: y(t) = x(t) + w(t) \quad (2)$$

2.3 電力検出

電力検出は受信信号の電力を用いたスペクトルセンシング手法である. この手法は検出対象の信号形式 (変調形式) に依存しない. 受信信号電力推定値 T と閾値 γ を以下に示す.

$$T = \frac{B}{M} \sum_{n=1}^M y(t)y^*(t) \quad (3)$$

$$\gamma = NB \left(1 + \frac{Q^{-1}(P_{FA})}{\sqrt{M}} \right) \quad (4)$$

N は帯域内雑音電力密度, B は周波数帯域幅, M はサンプル数である. T が γ を越えれば H_1 , そうでなければ H_0 となる.

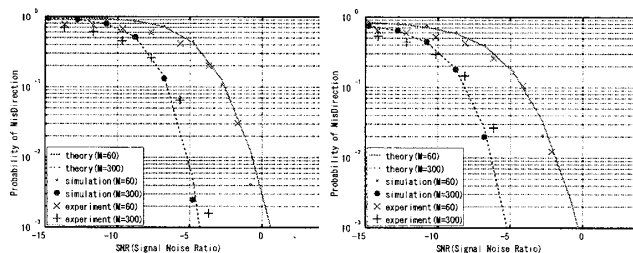
表 2: シミュレーション・実験諸元

キャリア周波数	2.4 [GHz]
シンボル数	[60, 300]
SNR	-14.8~3.2 [dB]
試行回数	10,000
誤警報確率 (P_{FA})	[10%, 1%]

3 計算機シミュレーション・実験

表 2 に理論, シミュレーション, 実験における諸元を示す. P_{MD} の変化を図 1, 2 に示す.

BPSK 信号を利用した電力検出におけるスペクトルセンシングの見逃し検出確率を理論, シミュレーション, 実験の面から確認した. なお, 基礎検討として今回の実験は, 発信器とオシロスコープを直結して行っている. 実験値と理論値・シミュレーション値の間にやや差があるが, それは「雑音電力の不確定性」にあると考えられる. 理論値・シミュレーション値においては雑音電力に差は少ないが, 実験においては約 2dB 程の差がある. 閾値を決める際の雑音電力と本来の雑音電力に差があるため, このような結果になったものと考えられる.

図 1: $P_{FA} = 1\%$ (0.01)図 2: $P_{FA} = 10\%$ (0.1)

4 まとめと今後の課題

本稿では侵入による電波伝搬変動検出のための基礎実験系を構築し, 測定器を直結した形で, 動作確認実験を行った. 今後は, 送受ともにアレーとした伝搬変動検出実験を行う予定である. なお, 理論式は雑音下での信号検出として導出されたものであり, センサ応用時の信号モデルとは異なる. 伝搬変動検出時のモデルに合わせた雑音+レイリー信号下でのレイリー変動成分の検出に関する理論構築も今後の課題である.

参考文献

- [1] 黒崎, 山田, 山口 “電波伝搬変化を利用した屋内侵入/位置検出に関する基礎検討”, 信学技報, Vol.AP2010-42, pp.25-30, 2010年7月.
- [2] 井上, 佐々木, 菊池, “IEEE802.22WRANにおける周波数領域を用いたスペクトラムセンシングの検討”, 信学技報, Vol.SR2008-66, pp.195-200, 2008年10月.
- [3] S.Shellhammer, S.Shankar N, R.Thadra, J.Tomic, “Performance of Power Detector Sensors of DTV Signals in IEEE 802.22 WRANs,” ACM, 2006.