

## 自己評価報告書

平成23年 4月 1日現在

機関番号：32660  
研究種目：若手研究 (B)  
研究期間：2008 ~ 2011  
課題番号：20760248  
研究課題名 (和文) MIMO コグニティブ無線における送信アンテナ数を認知するための実験的検討  
研究課題名 (英文) A Experimental Study on Detection Method for Recognizing Number of Parallel Transmitted Symbols in MIMO-Cognitive Wireless Communication  
研究代表者  
田久 修 (TAKYU OSAMU)  
東京理科大学・理工学部・助教  
研究者番号：40453815

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：移動体通信

## 1. 研究計画の概要

無線通信における周波数資源の枯渇問題に対する対策として、周波数利用効率を究極まで高める複数アンテナ技術 (MIMO) と、周波数利用状況を逐次観測し、未使用の周波数帯を探索して使用するコグニティブ無線が注目されている。MIMO 技術とコグニティブ無線を融合することで、相乗的に周波数利用効率を改善できる。しかし、自立分散ネットワークであるコグニティブ無線に MIMO を適用するためには、他の無線端末が送信に使用しているアンテナの本数をコグニティブ無線機が特定しなければならない。本研究は、MIMO 技術を適用したコグニティブ無線において、周波数を共有する無線端末が放出した信号を検出し、その端末の送信アンテナ数を認知する実験的検討である。実験より、送信アンテナ数の認知精度、さらに認知処理の複雑さを評価し、MIMO コグニティブ無線機の実現性を明確にする。

## 2. 研究の進捗状況

4 つのテーマを設定し、最終目標である MIMO のアンテナ本数 (より正確には並列送信数) の特定に必要な計算量等を明らかにする。

## (1) 信号検出に基づく並列数識別のための基礎検討 (成果 [学会発表] ⑤)

提案する信号識別法の有効性を、計算機シミュレーションによる模擬環境において、識別精度の評価及び、信号処理上での計算量を評価した。実施した結果、高い信号電力が必要になるが、並列送信数を識別が可能であること、時間同期が不要であることが明らかと

なった。時間同期不要という観点から、検出器の複雑さが抑えられることが明らかになっている。

## (2) 学習機能による並列数識別の高度化検討 (成果番号 [学会発表] ④)

並列数識別の高度化のため、検出信号の位相成分に着目した。平面上に受信信号点を投影することで、信号の変動を振幅と位相成分の両方を同時にとらえることができる。そこで、投影図を画像化し、それを学習機能である、サポート、ベクターマシーン (SVM) を用いて識別する方法を検討した。従来法に比べて、高い精度で識別が可能であり、識別法の高度化を実現している。

## (3) 空間に放射された信号の検出機構の構築 (成果番号 [学会発表] ①, ③)

参照となる信号について、任意信号発生器を用いて生成する機構を構築した。関連して、空間的に放射された信号を複数地点で検出する観測機構を構築した。これにより、既存の MIMO システム (例 IEE802.11n) などの信号伝搬を検出し、実環境の信号に対して、並列数の識別を適用することができる。より現実的な環境を想定した、実験が可能になった。

## (4) 同時並列送信による、既存システムの共有条件の導出 (成果番号 [学会発表] ②)

コグニティブ概念に基づき周波数の有効利用を検証するため、プライマリシステムとセカンダリシステムが空間共有を実施する際に、高効率な周波数利用を実現する共有条件を明らかにした。

### 3. 現在までの達成度

#### ②おおむね順調に進展している

MIMO の並列伝送数を特定するために、合理的な観点から識別手法を導出するだけでなく、SVM を活用した高度化を実現した。さらに、計算機シミュレーション上で有効性を検証し、MIMO・コグニティブ無線システムの実現の可能性を明らかにした。さらに、実験的環境の構築として、任意信号発生器による並列送信機構を構築し、最終年度に向けて、実証検証の土台を確立した。発展として、空間電波伝搬を検出する手法を構築することで、実運用システムにたいする信号検出評価を可能にしている。本評価を実施することで、本研究課題のさらなる実用化検討にむけて、進展が図れると期待している。また、当初目標であった、実装技術の公開は、関連研究である複数地点同時信号検出法について、平成 23 年 6 月の国際会議で発表予定であり、当初目標を達成しているといえる。しかし、最終的な FPGA を用いた、必要ゲート数等の評価は現在も継続しており、2011 年度末までに完了できるよう努めている。

### 4. 今後の研究の推進方策

FPGA による動作検証が課題となっている。同課題を取り組むにあたって、2 段階の項目を設定し、段階的に進めることで、最終目標である、並列送信数の識別法の実用化に向けた、複雑さおよび処理時間を評価する。ただし、FPGA は、取り扱いの習得に多くの時間がかかることが予想される。各段階で、識別手法の適用を試みることで、確実に成果を得るようにしている。

(1) 基本評価ボードによる処理方法の習得と評価検証

2009 年度に導入した、基本評価ボード（東京エレクトロニクス社製 TD-BD-TS102）を用いて実施する。本評価ボードは、初級者が、動作方法を理解するための基礎プログラムが豊富にあるため、着実に処理方法の習得が可能である。基本評価ボードは処理速度に限界があるが、研究進捗の 2. (1) で示した手法では、処理が単純化されているため、同ボードへの適用は可能との見通しを得ている。そこで、同基本評価ボードを用いて、並列送信数の識別に係る複雑さの検証を進める。

(2) 高速処理ボードによる評価検証

2008 年度に導入した、より高速な評価ボード（東京エレクトロニクス社製 TD-BD-APP100）による動作検証を進める。

(1) に使用した基本評価ボードに比べて処

理能力が高いため、学習機能を用いた高度な識別手法の検証可能である。最終的に、高度化された並列数識別法に必要な回路規模および処理時間を明確にし、MIMO・コグニティブ無線の実用性を明らかにする。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 7 件)

①□Osamu Takyu, Shunta Horie, Masahiro Furuichi, Takamasa Kimura, Takeo Fujii and Yohtaro Umeda, “Measurement method and result for Frequency Spectrum Sharing in Cognitive Radio” ‘Demonstration Session of Crowncom2011 (採録決定, 査読有り)

②□小金井 朗王, 田久 修, 関 洋亮, 榎田 洋太郎, “コグニティブMIMO無線システムにおける、プライマリシステムの伝送速度を保証する送信方法選択法の検討” ‘電子情報通信学会 総合大会 (東京都世田谷区) 2011 年 3 月

③□田久 修, 船津龍人, 榎田洋太郎, “PAPR を考慮した副搬送波割り当て法におけるシングルセル環境での評価” ‘電子情報通信学会 無線通信システム研究会 (RCS) (神奈川県横須賀市) 2011 年 3 月

④□古市雅洋, 田久 修, 榎田洋太郎, 藤井威生, 中川正雄, “MIMOコグニティブ無線通信におけるパターン認識による並列送信数識別に関する考察,” ‘電子情報通信学会, ソフトウェア無線研究会 (SR) SR2009-11, pp.69-74, 2009 年 5 月

⑤□Osamu TAKYU, Takeo FUJII, Yohtaro UMEDA, and Masao NAKAGAWA, “Detection Method for Recognizing Number of Parallel Transmitted Symbols in MIMO-Cognitive Wireless Communication” ‘IEEE ISITA 2008, December 2008 (査読あり)

他 2 件

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし