

無線 LAN と共存するコグニティブ無線機器の提案

高橋由多加[†] 白石陽[†] 高橋修[†][†]公立ほこだて未来大学 システム情報科学部

1 はじめに

近年における無線技術の進歩は目まぐるしく、身の回りの様々な機器も無線化が進んでいる。中でもインターネットの普及に伴い家庭やオフィス、教育機関などで有線 LAN から無線 LAN への移行が行われており、広く利用されている。無線 LAN は IEEE802.11 で規格化されており、特定の周波数を用いて通信を行う。無線 LAN が通信を行う周波数帯の利用は基本的に無線免許が不要であるために、他にも多くの無線機器が同一周波数帯を使用し、電波の氾濫により電波干渉が発生する問題が起こっている。

2 電波干渉問題

無線 LAN にはいくつかの規格があり、それによって使用する周波数帯も異なる。表 1 に、現在広く使用されている無線 LAN 規格[1]と、使用周波数帯を示す。

表 1 主要無線 LAN 規格ごとの仕様

周波数帯	規格	チャンネル数
2.4GHz	802.11b	14
	802.11g	14
5GHz	802.11a	19

チャンネル[2]とは特定範囲内において複数の無線 LAN を稼働させるために、周波数を一定の間隔ごとに区切ったものである。例えば 2.4GHz 帯の場合、図 1 のように割り当てられている。

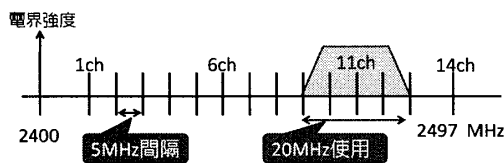


図 1 無線 LAN のチャンネル配置図

無線 LAN が通信を行う際は、使用チャンネルを中心に約 20MHz の周波数帯域幅を用いる。2.4GHz 帯で考えると、総チャンネル数と 1 つの無線 LAN が使うチャンネル幅から、1ch, 6ch, 11ch の 3 つを用いることで、複数の無線 LAN を同時に稼働させることができる。しかし、実際は他の無線 LAN や無線機器と使用チャンネルが重な

“Cognitive Radio Devices to Coexist with Wireless LAN”

Yutaka Takahashi[†], Yoh Shiraishi[†], Osamu Takahashi[†]

[†]School of System Information Science, Future University Hakodate

っている場合が多い。

使用チャンネルが重なる、つまり複数の無線システムが同一周波数を使用すると電波干渉が起こる。それによりスループットの低下やリンクの切断が起こり、通信に悪影響を及ぼすという問題がある。

3 研究目的

本研究では無線機器が周囲の電波使用状況や電波干渉などを状態として認識し、それに応じて動的に周波数を変更するというコグニティブ無線[3]の概念を用い、それを行う無線機器をコグニティブ無線機器と呼ぶものとする。「状態」は、観測対象の周波数における電波の電界強度で判断し、電界強度が 0 ならば、電波は存在せず、電界強度が低い値であるほど、電波干渉を受けにくいので、電波状態は良いものとなる。逆に、電界強度が高い値をとるほど、電波干渉を強く受けやすくなるので、状態は悪くなる。

コグニティブ無線機器が、無線 LAN や、その他同一周波数帯を使用する無線機器と使用チャンネルが重ならないように周波数を選択することで、電波干渉を避け、無線 LAN の使用周波数帯において共存を行うことを目的とする。本稿では、以上を実現するために重要な要素となる、コグニティブ無線機器が適切な周波数を選択するためのアルゴリズムの提案を行う。

4 提案手法

4.1 システム概要

本提案システムにおける、コグニティブ無線機器のシステム概要を図 2 に示す。

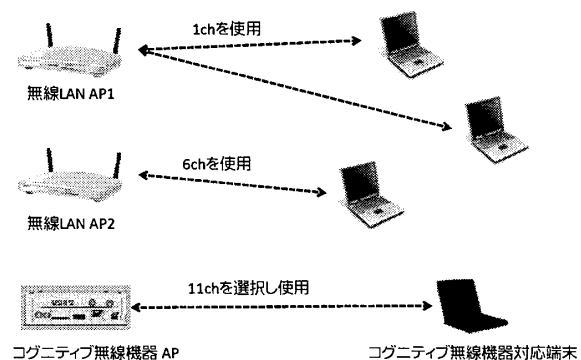


図 2 システム概要

コグニティブ無線機器にはアクセスポイント(AP)と対応端末(子機)が存在し、同一範囲内に無線 LAN が存在する環境において、AP が使用チャンネルを選択し、無

線 LAN が使用中のチャンネルを避けることで共存を図る。

4.2 キャリアセンス (搬送波検知)

キャリアセンスとは、ある周波数において電波 (搬送波) が存在するかを判断・検知することである。本研究では検知方法にスペクトラムセンシングにおけるエネルギー検出[4]を用いる。これは、受信信号の電界強度の大きさを基準に、閾値を設けて判定を行う方法で、検出対象の信号形式に依存しないという特徴を持つ。よって無線 LAN に限らず、他の無線機器の電波を検出することも可能となる。

4.3 周波数選択アルゴリズム

コグニティブ無線機器アクセスポイントが使用可能な周波数 (チャンネル) を探し出し、利用に至るまでの周波数選択アルゴリズムを以下に示す (図 3)。なお、本アルゴリズムでは、キャリアセンスを 2 種類に分類し、使い分けしている (表 2)。

表 2 キャリアセンスの種類

高速キャリアセンス (図 3: ①, ②)	電波の観測時間を短くし、周波数分解能を低くすることで速度を重視。
精密キャリアセンス (図 3: ④)	ある程度の電波の観測時間を設け、周波数分解能を高くすることで速度より精度を重視。

まず、コグニティブ無線機器は初回起動時に高速キャリアセンスを行う (図 3: ①, ②)。これは、使用周波数を決定し、通信が可能となるまでの時間を短くするためである。

一度リンクが確立した後は、精密キャリアセンス (図 3: ④) を行うことで、電波検出精度を高める。精密キャリアセンスは常に一定の間隔で周囲の電波環境を監視し続ける。一定時間分のキャリアセンス情報が集まった段階で、チャンネルごとの電力のピーク値、平均値を算出し、定められた閾値に基づき、各チャンネルにおける電波の有無を判断する。その結果に応じて現在のチャンネルを使い続けるか、他のチャンネルや周波数帯に移るべきかを判断する。

すべての周波数帯において空きチャンネルが無い場合は、2.4GHz 帯と 5GHz 帯の両センシング結果から、状態が最良の周波数帯とチャンネルを選択する (図 3: ③)。

5 実験・評価

周波数選択アルゴリズムを評価するためのシミュレータを作成し、実験を行う。シミュレータは、スペクトラムアナライザで得た周波数毎の電界強度のデータを入力として、周波数帯毎のチャンネル使用の有無を判断できるものとする。評価ではチャンネルの検出精度、検出速度を計測する。結果に応じて高速/精密キャリアセンスの電波観測時間、周波数分解能の最適値を検討し、必要があればアルゴリズムの改善を行い、最終的にはソフトウェア無線機の GNU Radio[5]を用いた実機実装を行い、実環

境でのキャリアセンスからリンク確立、通信を行うといった基本的な動作の実現を目指す。

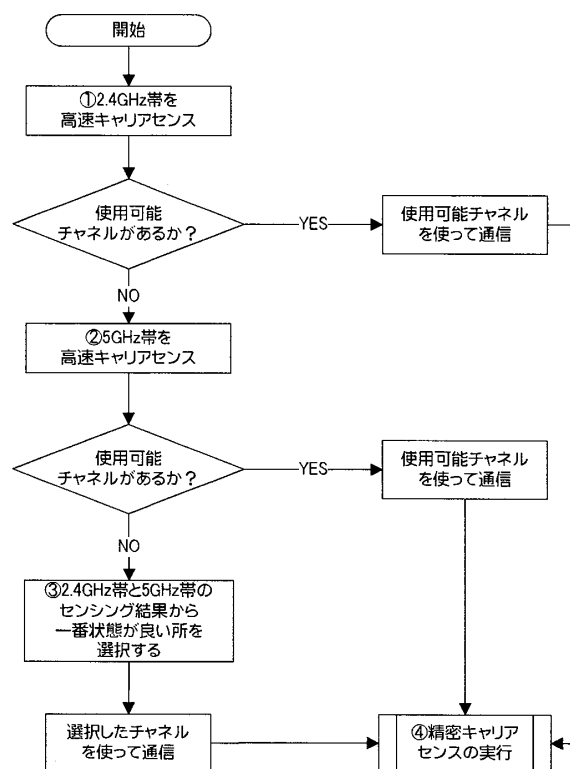


図 3 周波数選択アルゴリズム (メイン)

6 まとめ

本稿では、コグニティブ無線機器が、無線 LAN や無線 LAN と同一周波数帯を使用する他無線機器との電波干渉を避けて、周波数帯共用を行う方式の提案を行った。これにより、電波干渉からなるスループットの低下やリンクの切断を回避・低減することが期待される。今後は周波数選択アルゴリズムのシミュレーションを行った上で、ソフトウェア無線機(GNU Radio)での実機実装により評価を行う。

参考文献

- [1] IEEE, "Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", 2007
- [2] 守倉 正博, 久保田 周治, "802.11 高速無線 LAN 教科書", 株式会社インプレス R&D, 2008
- [3] 根日屋 英之, 小川 真紀, "ワイヤレスブロードバンド技術", 東京電機大学出版局, 2006
- [4] 篠塚 他, "IEEE802.22 WLAN 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.108, No. 250, pp.195-200, 2008
- [5] GNU Radio, <http://gnuradio.org/redmine/wiki/gnuradio>