

氏名	征矢 隼人
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	甲 第 689 号
学位授与の日付	平成30年3月20日
学位授与の要件	信州大学学位規程第5条第1項該当
学位論文題目	コグニティブ無線における周波数資源の高効率利用に向けた無線システム認識
論文審査委員	主査 准教授 田久 修 教授 笹森 文仁 准教授 白井 啓一郎 准教授 西新 幹彦 教授 佐々木 重信 (新潟大学)

論文内容の要旨

近年、第5世代移動通信システムやIoT(Internet of Things)等の新たな無線通信技術の登場により、無線通信の需要が高まっている。一方で必要とされる周波数帯域の不足が深刻な問題となっている。しかしながら実際の割り当て済み周波数における利用率は時間や場所によっては高くない。そこで現在ではコグニティブ無線が注目されている。コグニティブ無線とは場所や時間及び周波数帯域によって異なる無線の利用状況を検知し、有効かつ最適な利用を行う無線技術である。コグニティブ無線技術は無線機の電波利用環境のセンシング方法により、ヘテロジニアスネットワーク型と周波数共用型の二種類に分類される。本研究で扱う周波数共用型コグニティブ無線技術は、無線機が、各システムに割り振られていない空き周波数、もしくは各システムに割り振られているが利用されていない周波数や時間スロット等の無線リソースをセンシングにより認識し、その空き周波数及び空き時間を使って利用者の必要とするリソースを確保し通信を行う技術である。

周波数共用型コグニティブ無線においては、既存ユーザーであるプライマリシステム(PS:Primary System)の周波数利用状況が時間的に変動する。そのため、周波数の二次利用を計画するセカンダリシステム(SS:Secondary System)は、周波数利用状況を高速かつ高精度に把握する必要がある。これをPSにおける無線システム認識の課題と称する。周波数利用状況の正確な把握のために、本研究では他の無線システムとの周波数共用利用におけるチャンネル選択規範として、既存ユーザーによる平均的なチャンネルの利用頻度を示す占有率(COR:Channel Occupation Rate)、及び、マルコフモデルに基づく過去の利用状態との継続度を示す遷移率(CTR:Channel Transition Rate)を用いる。COR/CTRの推定では、無線システムのチャンネルアクセスをスペクトラムセンシングで検出し、一定時間における検出結果の統計量としてCOR/CTRの推定値が算出される。そのため、センシング結果に誤りが生じると、COR/CTRの推定精度が劣化する。これまでにCOR/CTRの推定法が検討されているが、高い推定精度と処理の低複雑さを両立できてはいない。本研究では、これらを両立するCOR/CTR推定法を提案する。センシング誤りを抑制するため、時間軸上で連続する検出結果、及び、仮のCTR推定結果に基づく状態確率の更新処理からセンシング結果の状態を修正する。その際、センシング結果の信頼性を二つの閾値により評価し、高信頼とするセンシング結果から仮のCTRを推定し、低信頼とするセンシング結果に限定して状態を更

新する。また, COR 推定に基づく最小平均二乗誤差規範による簡便な二重閾値を設計する。提案法の有効性は計算機シミュレーションにより示す。

また, コグニティブ無線における実際の利用を考える際に, 通信を確立する SS における送信者であるマスタと受信者であるスレーブはアクセスチャンネルに自由度があるため, アクセスチャンネルが一致しないチャンネル不整合問題が生じる。これは SS における無線システム認識における課題である。SS において通信を確立する前に, マスタ, スレーブが接続しているチャンネルを探索する必要がある。この探索プロトコルをランデブと呼ぶ。過去にランデブチャンネル法を提案し, ランデブに要する時間を最小化する最適な受信機接続割合を検討がされているが, マスタがスレーブに発信する制御信号の回数に関して考慮されていない。制御信号の発信は, チャンネルを優先的に利用できる PS への干渉となるだけでなく, 二次利用する SS 間での干渉となる恐れや SS の消費電力の増加の恐れがあるため, できる限り制御信号の発信回数を少なく抑えることが必要である。過去の検討では, 他の無線機との周波数競合が考慮されず, 共通認識を得るための情報を取得する方法が具体的に検討されていない。本研究では, 学習型占有率測定法に基づくランデブチャンネル法を新たに改良した。提案法では, スレーブのアクセスチャンネルにルールを設けた。一方, マスタは, スレーブが選択したチャンネルを既存システムが占有する平均的な割合 (占有率) を用いて推定することにより, より少ないチャンネルの探索範囲でランデブが完了できる。その結果, 高速なランデブチャンネル法を少ない制御信号の送信回数で実現できる。

以上の PS 及び SS の無線システム認識における提案を行うことにより, コグニティブ無線における周波数の高効率利用が可能となる。