

電波をフレキシブルに利用する コグニティブ無線システム

ー試作システムの紹介と国際標準規格への取り組みー

「携帯電話のような無線端末が接続するシステムは、通信方式や周波数があらかじめ決められています。無線端末の接続先や使用するアプリケーションは場所や時間により異なるので、同一地域で複数のシステムを同時に運用する場合、電波の利用に偏りが生じます。その結果、効率的に電波を使用できず、通信速度が遅くなるなどの問題が発生します。このような問題を解決する『コグニティブ無線技術』について紹介します。」

石津 健太郎 (いしづ けんたろう)

ワイヤレスネットワーク研究所

スマートワイヤレス研究室 研究員

大学院修了後、2005 年より NICT 勤務。実証システム開発や国際標準化活動など精力的な研究開発を推進。東日本大震災後には、開発した機器を自ら展開して支援活動を実施。学生時代はボーイスカウト指導者。現在の趣味は、登山、水泳、ドライブなど。博士(情報科学)。

背景

携帯電話を使った無線によるデータ通信の利用は、1990 年後半にメール交換や簡単な情報提供サービスにより始まりましたが、特にスマートフォンが一般的になった 2010 年以降では、従来はケーブル(有線)接続によりパソコンでアクセスしていたような情報も、日々の生活の中で無線ネットワークを使って通信されるようになりました。無線ネットワーク通信の需要は爆発的に増加を続けており、今後はますます拡大することが予想されます。

無線通信を行うために必要な周波数は無線通信事業者や無線システムに割り当てられますが、特に 6GHz 以下の移動通信に適した周波数は割当てがひっ迫しています。利用者の需要に応えよ



うと様々な無線技術の研究開発が行われてはいますが、周波数の割当てには限界があり、電波を限りある資源と考えて、より効率的に利用することが求められています。その技術のひとつとして、「コグニティブ無線」と呼ばれる技術が注目されています。

コグニティブ無線とは、システムが周囲の電波環境を認識(センシング)して、その結果に基づいて最適な電波の利用方法を決定し、その決定に基づいて無線システムの機能を変更(再構築)する一連の技術を指します。例えば、運用されている複数の無線システムのうち、利用率が低い無線システム

を積極的に使用すれば、電波をより有効に利用できるようになります。

コグニティブ無線技術は、図1に示すように大きく2つに分類できます。「ヘテロジニアス型」は、運用中の無線システムのうち、利用率が低い等の観点から無線システムを選択し、無線資源に余裕がある無線システムを積極的に使用することにより、無線ネットワーク全体の通信速度や利便性を向上させます。「周波数共用型」は、地理的あるいは時間的に他システムへの電波干渉を与えないと判断される周波数を使用することで、新たな無線システムの運用を可能にします。

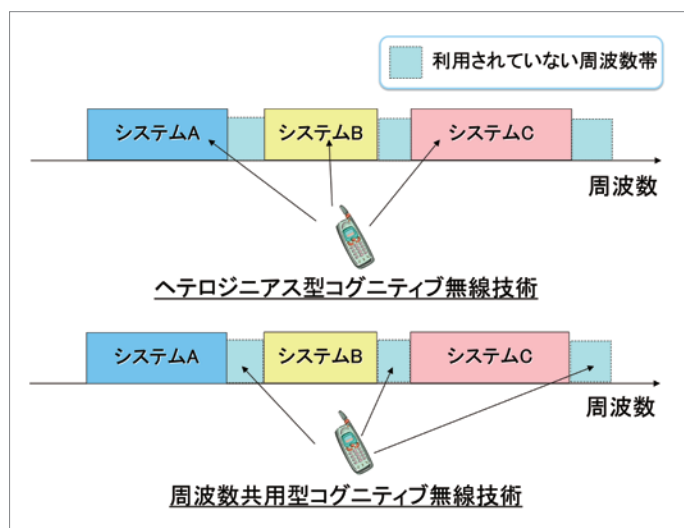


図1 コグニティブ無線技術の分類

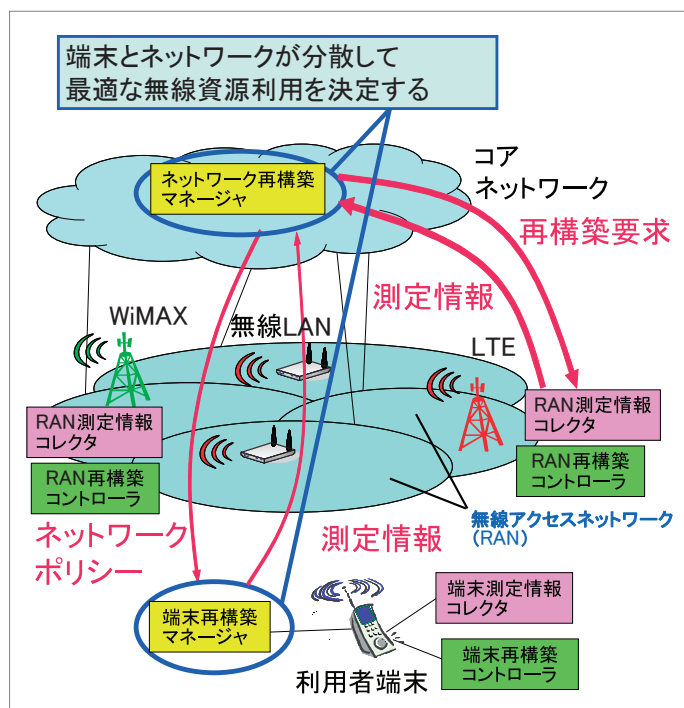


図2 コグニティブ無線ネットワークの構成

● コグニティブ無線システムの構成と試作

コグニティブ無線技術は、それぞれの端末に個別に適用しても効果はありますが、多くの端末に適用して協調して制御を行えば、より効率的な運用が可能です。特に、LTE、WiMAX、無線LANのような異なる無線システムから構築された「異種無線ネットワーク」では、図2に示すように複数の機器が協調制御された無線ネットワークを構築でき、端末や基地局の測定情報を

ネットワーク再構築マネージャに報告して、高速、安定、低料金など各無線システムの異なる特徴に着目した統計処理や高度な分析に基づく制御が可能になります。

ここでは、コグニティブ無線ネットワークの実現例として、2つの試作機を紹介します。まず、ヘテロジニアス型の実現例として、図3に示すコグニティブ無線ルータシステムがあります。このシステムでは、商用の異種無線ネットワークと利用者端末向けローカ

ル無線LANを「コグニティブ無線ルータ」と呼ばれる機器が中継します。ネットワーク再構築マネージャとコグニティブ無線ルータが協調して無線アクセスネットワークを選択しますので、利用者は使用する無線アクセスネットワークを気にせず、自動的に最適なものを利用できます。NICTでは、2010年9月から1年半の間、神奈川県藤沢市に500台のコグニティブ無線ルータを設置して大規模実証実験を行い、市町村規模での動作を評価しました。また、東日本

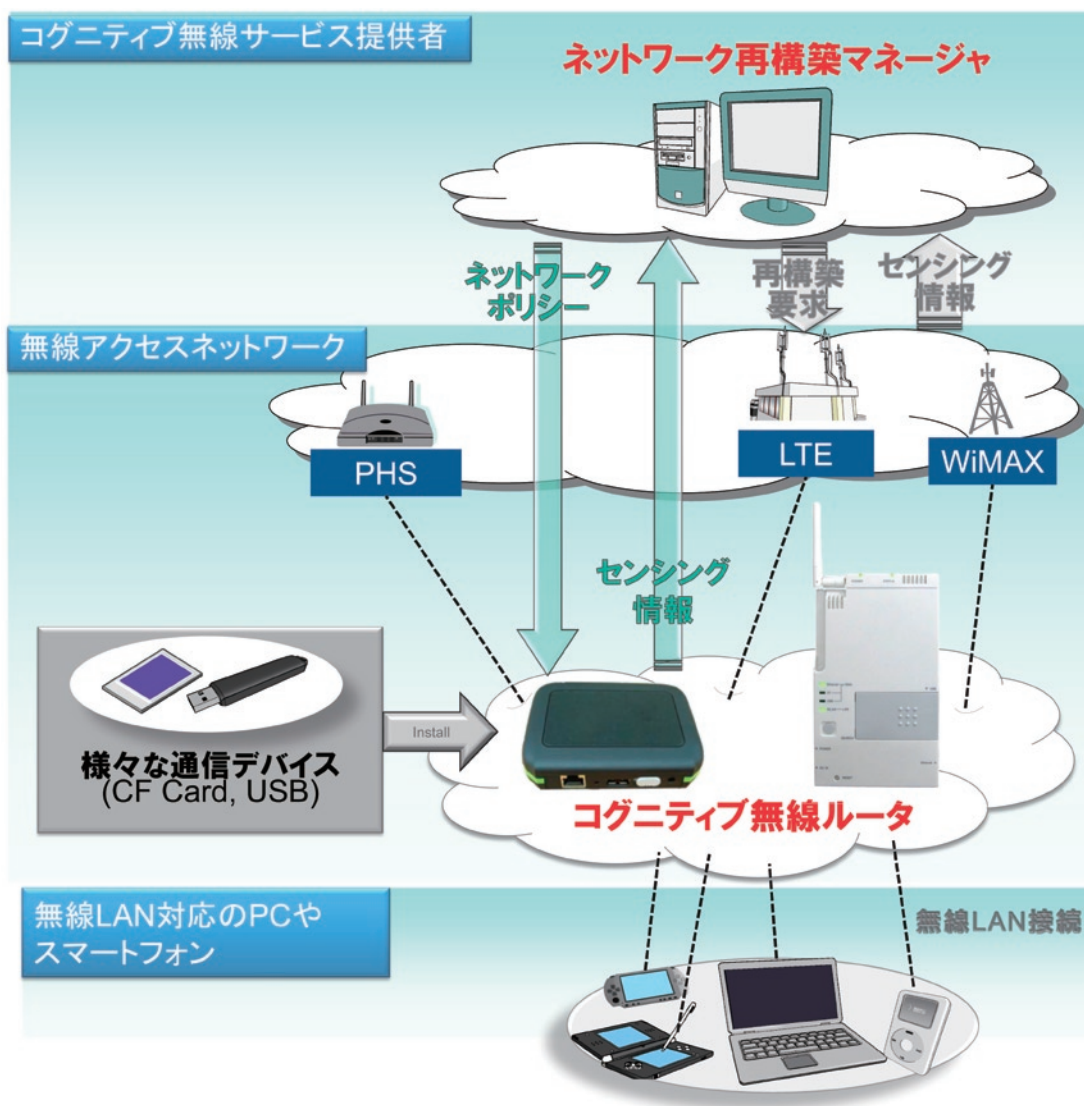


図3 ネットワークポリシーに基づき無線通信システムデバイスの選択制御が可能なコグニティブ無線ルータシステム（ヘテロジニアス型の一例）

大震災後には通信手段が失われた避難所や病院等に提供し、無線ネットワークの運用が不安定な状況でも安定した通信を提供できることが確認されました。

一方、周波数共用型の実現例として、図4に示す再構築可能なコグニティブ無線基地局とコグニティブ無線端末から構成されるシステムを開発しました。このシステムでは、基地局が400MHz～6GHzの周波数において電波強度測定、通信方式判定、電波干渉検出を行い、ネットワーク再構築マネージャはそのセンシング情報を受信した上で、空き周波数帯のデータベースを参照して電波干渉を与えない周波数と通信方式を決定します。基地局と端末は、ネットワーク再構築マネージャからの指示に基づき機能を再構築して通信を行います。

● 国際標準規格への取り組み

コグニティブ無線技術の一部は、様々な国際標準化規格として提案してきました。そのひとつであるIEEE1900.4は、コグニティブ無線ネットワークの基礎アーキテクチャとしては世界初の規格であり、NICTはその創設時から参画し、2009年2月に策定を完了させました。IEEEの他にも、NICTではITUや欧州の標準化団体においても、議論の初期段階からコグニティブ無線に関して研究開発した技術の提案を続けています。

● 今後の展望

さらなる電波の有効利用を行うため、テレビ放送周波数を利用して通信を行うための議論が

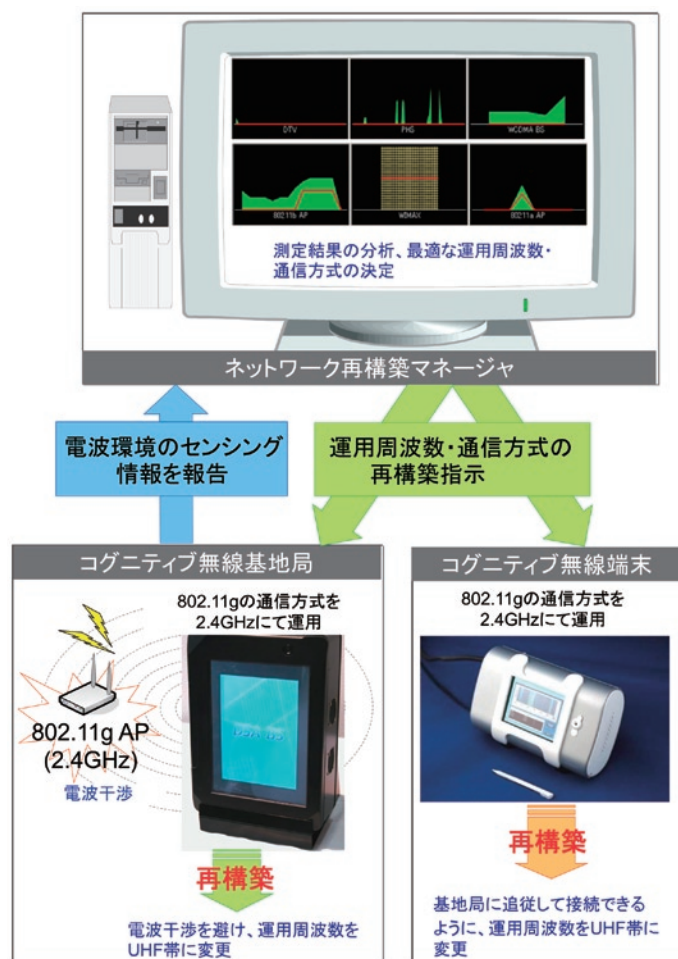


図4 電波環境センシングに基づき運用周波数と通信方式(PHY/MAC)の再構築が可能なコグニティブ無線システム(周波数共用型)の一例)

始まっています。このような周波数帯は「ホワイトスペース」とも呼ばれ、電波を有効に利用する技術の突破口として、世界でも技術基準の策定が始まっています。日本でも、総務省が2009年11月にホワイトスペース活用に向けた検討チームを発足させ、現在では具体的な技術基準の策定を検討しています。このような周波数の利用には、放送に影響を与えないことを確認する方式の研究開発や、日本独特の国土事情や周波数利用を考慮した慎重な技術検討が必要であり、現在、NICTでは要求される技術の開発を進めています。