



コグニティブ無線の標準化動向

Standardization Activities on Cognitive Radios

村上 誉 佐々木重信 吉野 仁

1. はじめに

コグニティブ無線とは、電波の状態を検知・認識し、それら进行处理・学習・判断し、適応的に変更するというサイクルを繰り返すことで、その時や場所に応じた最もふさわしい無線資源の利用や、無線サービスの提供を可能とする技術である。このコグニティブ無線の概念を J. Mittra が提唱⁽¹⁾してから十余年がたち、本技術は研究対象から実用検討のフェーズに移行しつつある。

これに対応して、ITU-R (International Telecommunication Union-Radio Communication Sector) ではコグニティブ無線が既存の周波数割当の仕組みに影響を与えるかどうかの規制事項の検討を、また、IEEE ではコグニティブ無線アーキテクチャなどの技術仕様の検討を行うなど、複数の団体において標準化活動が進められている。

本稿では、コグニティブ無線技術に関する標準化の動向について紹介する。なお、記載内容は執筆時(2010年8月)の状況に基づいている。

2. ITU-R におけるコグニティブ無線の動向

2.1 全体概要

ITU-R では、2007 年の World Radiocommunication Conference (WRC-07, 以下、ハイフンの後は開催年を示す)において、WRC-12 で解決すべき課題として、

村上 誉 正員 独立行政法人情報通信研究機構新世代ワイヤレス研究センター
E-mail homa@nict.go.jp
佐々木重信 正員: シニア会員 新潟大学工学部電気電子工学科
E-mail kojiro@eng.niigata-u.ac.jp
吉野 仁 正員 ソフトバンクモバイル株式会社ワイヤレスシステム研究センター
E-mail hitoshi.yoshino@mb.softbank.co.jp
Homare MURAKAMI, Member (New Generation Wireless Communications Research Center, National Institute of Information and Communications Technology, Yokosuka-shi, 239-0847 Japan), Shigenobu SASAKI, Senior Member (Faculty of Engineering, Niigata University, Niigata-shi, 950-2181 Japan), and Hitoshi YOSHINO, Member (Wireless System Research Center, Softbank Mobile Corporation, Tokyo, 135-8070 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.94 No.1 pp.43-46 2011年1月
©電子情報通信学会 2011

ソフトウェア無線とコグニティブ無線の検討が設定され (WRC-12 議題 1.19), 2011 年までの予定で ITU-R で検討が進められている。

図 1 に ITU-R でのコグニティブ無線の検討体制を示す。現在、周波数管理を扱う Working Party (WP) 1B を議題 1.19 の責任グループとして、2.2 で述べる規制事項の検討をしている。また、陸上移動通信、衛星、電波天文、電波伝搬などの検討を行っている WP が議題 1.19 の関連グループとして、専門の立場から WP1B をサポートしている。

更に、陸上移動通信を担う WP5A では、研究課題 (Q.241-1/5) を設定して、コグニティブ無線の基本概念、導入で期待される利点、共存技術などの技術上・運用上の事項に関する検討を行っており、2010 年中の ITU-R レポート作成を目指している。

2.2 規制事項の検討

本検討では、ソフトウェア無線とコグニティブ無線の定義、ITU-R 無線通信規則における位置付けなどを議論している。これまでの議論の結果、コグニティブ無線は無線通信業務そのものではなく技術であり、コグニティブ無線技術を使用した無線通信システムは、システムが属する無線通信業務に関する無線通信規則に従って運用すべきであるとされた。すなわち、コグニティブ無線技術の導入に際しては新たな規制事項は必要ないとの考えである。しかし、コグニティブ無線技術(特に動的周波数アクセス技術)を使用した無線通信業務から干渉があった場合に既存業務をどう保護するかが懸念されている。これに対しては、必要に応じて勧告やレポートを作成する方向である。

議題 1.19 に対する ITU-R の検討結果として、コグニティブ無線の ITU-R における定義⁽²⁾、各国の導入事例や導入時に想定される問題点などがまとめられている⁽³⁾。最終的な WRC-12 への入力としては、前述のとおり新たな規制事項は必要ないことを進言することになる。したがって、周波数は、従来どおり移動通信や衛星

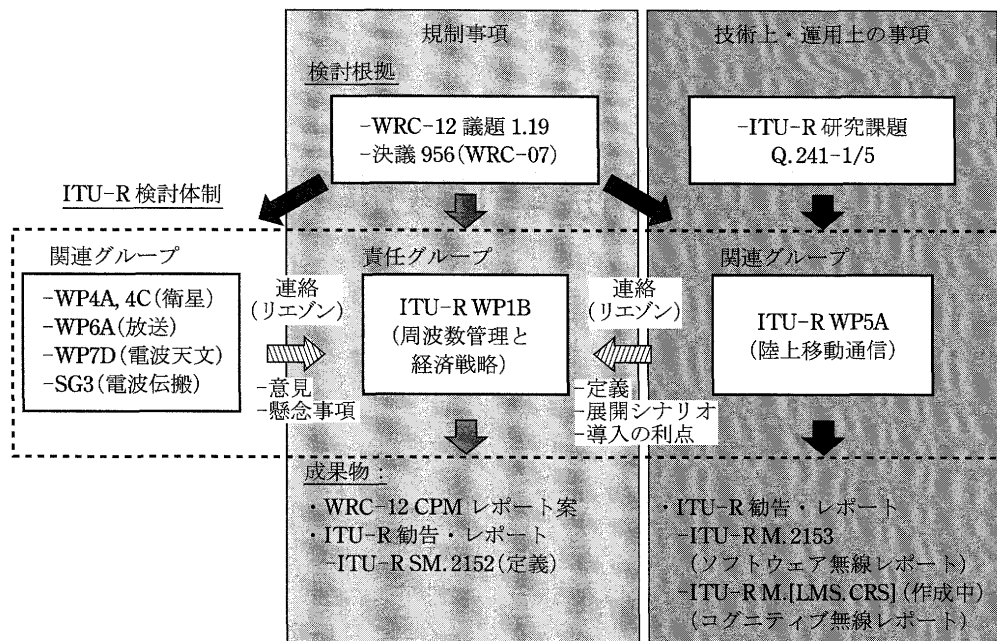


図1 ITU-Rにおけるコグニティブ無線の検討

通信といった無線通信業務に対して割り当てることになり、無線通信業務ではないコグニティブ無線への周波数割当やコグニティブ無線による周波数割当の議論がWRC-12で行われる可能性は小さくなっている。

3. IEEEにおけるコグニティブ無線の動向

IEEEでは、ある場所・時間で使用可能な複数の既存無線システムから適したものを組み合わせて使用するヘテロジニアス型と、ある場所・時間に使用されていない周波数を活用する技術であるホワイトスペース型のコグニティブ無線について、多面的に標準化を検討している。本章では、コグニティブ無線全般の標準化を検討しているIEEE SCC41と、TVホワイトスペースの標準化について検討しているIEEE 802の動向について概説する。

3.1 IEEE SCC41 (1900.x)の動向

1900.xは、2005年第1四半期にIEEE通信ソサイエティとIEEE EMCソサイエティによって立ち上げられた。その後、2007年3月に、IEEE Standards BoardによってStandards Coordinating Committee (SCC) 41⁽⁴⁾と改称された。SCC41には6 Working Group (WG)が存在するが、現在活発に活動が行われており、日本からの貢献も多数行われている1900.4 WG、1900.6 WG、ad hoc on White Space Radioの動向を紹介する。

3.1.1 IEEE 1900.4 WG

2009年2月に制定された1900.4仕様⁽⁵⁾では、図2に示すヘテロジニアス型コグニティブ無線の分散意思決定

のためのアーキテクチャや交換されるべき情報が定義されている。具体的には、ネットワーク側のNetwork Reconfiguration Manager (NRM)と、端末側のTerminal Reconfiguration Manager (TRM)が情報収集及び交換を行うことで、ネットワークを大局的に見たときに最適なリソースの利用について分散意思決定することが可能となる。各端末内のTRMは、本情報に基づき、ユーザの通信状況や選択の優先度を加味して端末の通信方式や通信周波数の変更や、パラメータの変更などを行う。

1900.4仕様の策定後、WG内では二つのプロジェクト⁽⁶⁾が進められている。一つは、P1900.4.1で、1900.4仕様をより具体化するために、インタフェースや通信プロトコルについて検討が行われている。もう一つはP1900.4aで、1900.4仕様を拡張し、ヘテロジニアス無線アクセスネットワークだけではなく、ホワイトスペースの利用にも対応したアーキテクチャとインタフェースを定義するべく、検討が進められている。

3.1.2 IEEE 1900.6 WG

1900.6 WG⁽⁷⁾では、周波数センシングインタフェースとデータ構造を定義する1900.6仕様案を審議中で、間もなく正式な仕様となる見込みである。

本仕様案では、情報を収集・処理する機能であるCognitive Engine (CE)、情報を蓄積するData Archive (DA)と周波数センサ間におけるインタフェースを定めている。1900.6 WGでは、周波数センサは必ずしも通信デバイスに内包されるものばかりではないと想定し、CEが複数のセンサから情報を取得できるように仕様が検討されている。

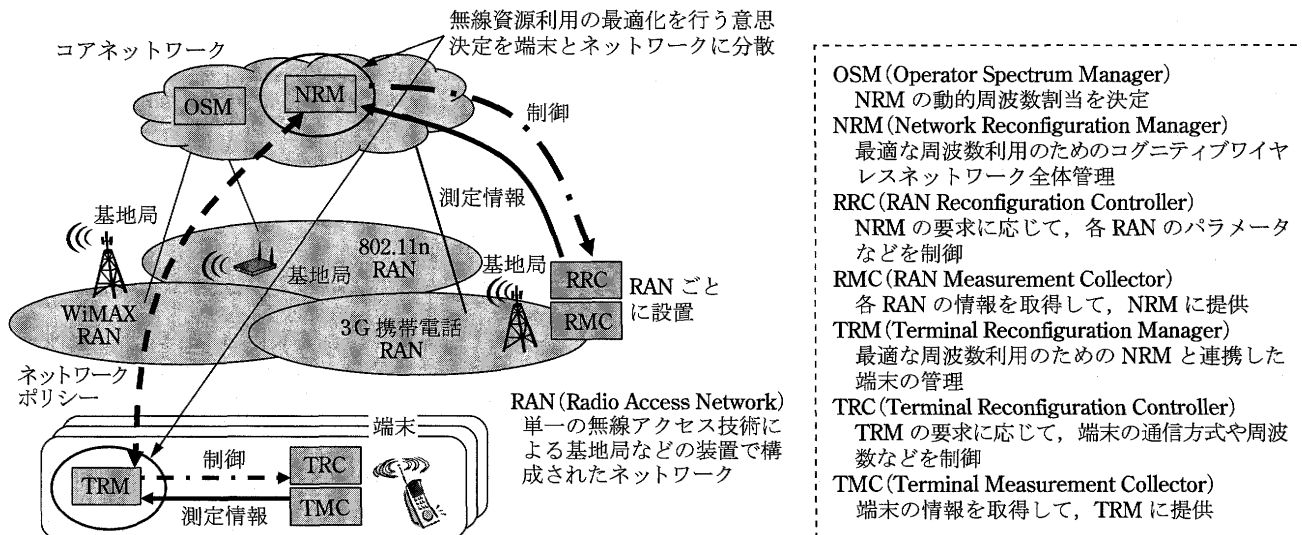


図2 IEEE 1900.4 アーキテクチャ

なお、1900.4仕様と1900.6仕様案は相互に補完しあうものであり、図2の1900.4アーキテクチャにおける測定情報として、センシング情報を利用する場合に、1900.6仕様案が活用されることが想定される。

3.1.3 ad hoc on White Space Radio

2010年3月にSCC41標準化委員会は、ホワイトスペース通信システムに求められるインタフェース（物理層・MAC層）に関する実現性や必要性について、検討を行うアドホックグループを形成することで合意した。ほかにもホワイトスペースに関する標準化グループが存在するため（例えば、IEEE 802.22, IEEE 802.11af, ECMA 392など）、それらにおいて不足している点や本アドホックが検討するものとの差異、SCC41内や802.19.1等の関連グループや関連仕様との連携の在り方などについて検討が進められている。

現在、隔週で電話会議が開催されるなど活発に議論が行われており、方向性と他グループとの差異が明確化できれば、今後新WGを設立することも考えられる。

3.2 IEEE 802でのTVホワイトスペース関連動向

2004年に米国連邦通信委員会（FCC）は、地上波TV放送がデジタル方式に完全移行した後、地域や時間によって使用されていない周波数帯（TVホワイトスペース、以下TVWSと略す）について、免許不要での二次利用を認める規制制定提案⁽⁸⁾を发出し、その後利用が正式に認められた^{(9), (10)}。

これに対してIEEE 802委員会では、2005年1月から802.22WGを設置⁽¹¹⁾し、TVWSを利用した地域無線ネットワーク（WRAN: Wireless Regional Area Network）の物理層及びMAC層の標準化を進めている。本節ではTVWSをめぐる標準化について、IEEE

802.22の概要と、関連するIEEE 802WGの動向を紹介する。

3.2.1 IEEE 802.22の概要

FCCはTVWSの利用にあたり、当該周波数を利用するTV放送やワイヤレスマイクに影響を及ぼさないように、利用周波数、送信電力、干渉などの条件を定めている。特に、干渉については、事前に機器が利用する周波数が干渉を与えないことの確認に加え、利用中も周期的に干渉を与えていないことの確認を求めている。

IEEE 802.22ではこれらの条件を満たし、既存無線システムを保護するためのコグニティブ無線機能として以下のような機能を盛り込んでいる⁽¹²⁾。

(1) ジオロケーション機能

基地局（BS: Base Station）やユーザ用通信設備（CPE: Customer Premise Equipment）の位置情報を取得し、利用可能な周波数の情報をデータベースから取得する。

(2) スペクトルセンシング機能

TV放送などの信号の検出を行う。802.22仕様では、BSとCPEの両方で本機能の実装が必須となっているが、入出力要素と条件のみを規定し、方法については規定していない。

(3) スペクトルマネージャ機能

ジオロケーションやスペクトルセンシングなどの情報を基に送信電力や利用周波数の制御を行う。また、利用中の周波数で既存システムの存在を検出したときの切換えを行う。

(4) その他

802.22仕様では既存無線システムを保護するため、BSがCPEの伝送パラメータを制御し、BSに登録されたCPEのみ情報伝送が可能である。また、WRANの運用周波数でのTV放送信号などの存在を周期的にチェックするため、BSと全CPEが一時的に送信を止める仕組みが存在する。

3.2.2 IEEE 802の各WG動向

802.22 WGでは802.22仕様について、ドラフト標準⁽¹³⁾がWGで承認されており、修正後に正式仕様化のための投票が行われる見込みである。その他、既存システムを保護するための付加的ビーコン信号や展開例といった標準が制定されつつある^{(14), (15)}。

一方、無線LANの標準化を行っている802.11 WGでは、2010年1月からTVWSを利用した無線LANの標準化を行う802.11afを設置し、現在ドラフト標準の作成作業を進めている。

また、異なるIEEE 802無線規格の共存について検討する802.19 WGでは、TVWSにおけるIEEE 802等の標準が互いに共存する手法について、IEEE 802.19.1として2010年1月から標準化を開始した。これはあくまで共存手法の標準化であり、特定の物理層・MAC層の標準化とは性格が異なる。現在は、技術的要求条件をまとめ、それに基づく提案募集を行っている段階である。

4. ま と め

本稿では、コグニティブ無線の標準化を行っているITU-R及びIEEEの動向を概説した。コグニティブ無線技術に関する標準化は複数並行して進んでおり、本技術の実用化への期待度の高さがうかがわれる。各標準化団体が議論している内容・領域はそれぞれ異なるため、必ずしも競合するものではなく、複数が組み合わせられて使用されることが想定される。

本会においても、ソフトウェア無線研究会(SR)を中心に多くの優れた研究報告が行われており、その一部は標準化団体で採用されている。今後も、研究開発のみならず、多くの日本人研究者の標準化活動への貢献が期待される場所である。

文 献

- (1) J. Mitra III and G.Q. Maguire Jr., "Cognitive radio: making software radios more personal," IEEE Pers. Commun., vol. 6, no. 4, pp. 13-18, Aug. 1999.
- (2) ITU-R, "Definitions of software defined radio (SDR) and cognitive radio system (CRS)," Report ITU-R SM. 2152, 2010.
- (3) ITU-R WP1B, "Draft CPM text on WRC-12 agenda item 1.19," ITU-R Document 1B/267-E (Annex 5), July 2010.

- (4) <http://www.scc41.org/>
- (5) "IEEE standard for architectural building blocks enabling network-device distributed decision making for optimized radio resource usage in heterogeneous wireless access networks," IEEE Std 1900.4-2009, Feb. 2009.
- (6) S. Filin, H. Harada, H. Murakami, K. Ishizu, and G. Miyamoto, "IEEE draft standards P1900.4.1 and P1900.4a for heterogeneous type and spectrum sharing type cognitive radio systems," Proc. of PIMRC '09, pp. 1-6, Sept. 2009.
- (7) C. Sun, H.N. Tran, Y.D. Alemseged, and H. Harada, "IEEE P1900.6 standard for sensing information exchange of cognitive radio system," Proc. of WPMC 2009, no. SP5-6, Sept. 2009.
- (8) Federal Communications Commission, In the Matter of Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands, Notice of Proposed Rule Making, ET Docket 04-186, Nov. 2004.
- (9) Federal Communications Commission, In the Matter of Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands, First Report & Order and Further Notice of Proposed Rule Making, ET Docket 04-186, Oct. 2006.
- (10) Federal Communications Commission, In the Matter of Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands, Second Report & Order, ET Docket 04-186, Nov. 2008.
- (11) <http://www.ieee802.org/22/>
- (12) A.N. Mody and G. Chouinard, "IEEE 802.22 wireless regional area networks—enabling rural broadband wireless access using cognitive radio technology—," Doc. IEEE 802.22-10-0073r3, June 2010.
- (13) IEEE P802.22/D4.0, "Draft standard for wireless regional area networks part 22: cognitive wireless RAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: policies and procedures for operation in the TV bands," Aug. 2010.
- (14) IEEE P802.22/D7.0, "IEEE draft standard for local and metropolitan area networks—part 22.1: Standard to enhance harmful interference protection for low power licensed devices operating in TV broadcast Bands," July 2010.
- (15) IEEE P802.22.2/D1.0, "Draft recommended practice for the installation and deployment of IEEE 802.22 system," Aug. 2010.

(平成22年8月27日受付 平成22年9月26日最終受付)



むらかみ ひろのり
村上 誉 (正員)

平9北大・工・電子卒。平11同大学院修士課程了。同年郵政省通信総合研究所(現独立行政法人情報通信研究機構)。平15-17デンマークオールボー大客員研究員。現在、独立行政法人情報通信研究機構ユビキタスマバイルグループ主任研究員。無線通信プロトコル、モバイルネットワーク、コグニティブ無線に関する研究に従事。



ささき しげお
佐々木 重信 (正員:シニア会員)

昭62長岡技科大・工・電子卒。平4同大学院博士後期課程満期退学。同年から新潟大に勤務し、現在、同大学・工・電気電子・教授。平11-12カリフォルニア大サンディエゴ校客員研究員。平15-18独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員併任。ワイドバンド無線通信システム、コグニティブ無線技術の研究に従事。博士(工学)。



よし の
吉野 仁 (正員)

昭61東京理科大・工・電気卒。昭63同大学院修士課程了。同年日本電信電話株式会社入社。平4NTT移動通信網(現NTTドコモ)株式会社。平14から、ITU-R WP5A(元WP8A)WG5(新技術・新システム)議長。現在、ソフトバンクモバイル株式会社ワイヤレスシステム研究センター担当部長。博士(工学, 東工大)。平6年度本会論文賞受賞。