新世代モバイルネットワークにおける無線アクセス中継技術および関連技術に関する研究
(053103003)

Research and Development on Wireless Access Relay and Related Technologies for New Generation Mobile Networks

研究代表者
横田英俊　株式会社 KDDI 研究所
Hidetoshi Yokota　KDDI R&D Laboratories, Inc.

研究分担者
野原光夫[†]　米澤健也[†]　山本周[†]　千葉恒彦[†]　山口明[††]　鈴木龍太郎[††]　岩井誠人[††]
Mitsuo Nohara[†]　Kenya Yonezawa[†]　Shu Yamamoto[†]　Tsunehiko Chiba[†]　Akira Yamaguchi[††]
Ryutaro Suzuki[††]　Hisato Iwai[††]
[†]株式会社 KDDI 研究所　[††]株式会社国際電気通信基礎技術研究所
[†]KDDI R&D Laboratories, Inc.　[††]ATR

研究期間　平成 17 年度～平成 19 年度

概要

新世代モバイルネットワークを実現する上でキーとなる幾つかの技術の中から、特に国際的な標準化が重要な技術である 4 つの課題について取り組み、その研究開発結果を標準化活動に反映させた。主要な成果として、1) IEEE802.16 標準化会合において中継技術を扱う作業部会（Relay TG）の設立を成功させ、議長としてその運営に大きく貢献した、2) ITU-R WP4B 会合に提出した寄与文書が承認され、新勧告（Recommendation ITU-R S.1779）となった、3) ITU-R 勧告 P.1411 の屋根越え伝搬における伝搬損失推定式の適用周波数範囲の拡張を検討した結果を SG3 WP3K に寄与文書として入力し議長報告に掲載された、4) IETF 会合において、IPv4/IPv6 通信を行う際のセキュリティに関する提案が WG 文書となり、またモバイル環境における IPv6 高速移動技術に関する提案が RFC として承認されたことが挙げられる。本研究期間において口頭発表数 86 件、国際標準化提案数 35 件と精力的な活動を行うとともに、特許出願数も 15 件と知的財産の獲得にも努めた。

Abstract

Among several key technologies to realize new generation mobile networks, we selected 4 areas that require international standardizations. We conducted research and development on those areas and proposed the outcome to the appropriate standardization development organizations. The principal achievements are 1) in IEEE802.16, we successfully created the Relay Task Group (Relay TG) and contributed as the chair of the TG, 2) our contribution for ITU-R WP4B was approved and published as a new Recommendation (ITU-R S.1779), 3) our contribution for ITU P.1411 was documented in the chairman's report, 4) our Internet-Draft on the fast handover for 3G CDMA was approved as an RFC.

１．まえがき

移動通信を基礎とするモバイルネットワークは近年飛躍的な成長を遂げており、現在では最も重要な通信インフラの一つとなっている。今後さらにその重要性が高まり、ほとんどの人にとって「なくてはならないもの」になる日が遠くないと予想される。新世代モバイルネットワークは、従来のように通信が単一の無線メディアに依存する形態ではなく、複数の無線メディアをユーザーの環境や要求に応じて使い分けたり、従来の IPv4 と新しい IPv6 が混在する環境になると予想されている。さらに、新世代モバイルネットワークは、移動通信のみならず固定通信とも互いに相互補完・連携するものになるとも考えられている。以上のようなコンセプトは、新世代モバイルネットワークが単一のシステムではなく、異なる種々の方式・ネットワーク・サービスの複合体により表されることを意味する。単一のシステムで全てのエリア・全てのユーザーの要求に応えるより、環境やユーザーの要求に応じてその時点で最適な方式・ネットワークを使い分ける方が、全体として効率的・経済的にネットワークを構築・運用することができるからである。上記のような新世代モバイルネットワークのコンセプトを実現するためには、多くの技術課題をクリアする必要がある。それらは、無線方式や伝搬研究などの低位レイヤから、サービスなどの高位レイヤまで、広い範囲にわたる。本研究開発ではこれらの課題の中から、新世代モバイルネットワークの実現にキーとなる無線アクセス中継方式を主要課題とし、それをサポートする 3 つの課題をあわせて研究開発対象とした。

２．研究内容及び成果

（１）無線アクセス中継方式

IEEE802 標準化会合において、802.16WG 内にその中継技術（マルチホップ技術）を扱う調査部会（IEEE 802.16 MMR SG: Mobile Multi-hop Relay Study Group）を設立、さらに作業部会（Relay Task Group）への昇格を成功させた。特に Relay TG にて議長を務め（野原）、IEEE 802.16e への中継技術の追加による機能拡充を目指し標準化を行った。この活動を通じて中継技術の具体的提案の前提となる各種条件の検討作業において、中継局を利用した展開シナリオや評価条件等について提案を行うとともに、2007 年 7 月会合の成果としてドラフト初版(P802.16j/D1)を作成、以降コメント収集・解決を通じて 11 月会合後に D2、2008 年 1 月会合後に D3 版と改訂、

推敲を進めており、さらに 2008 年 3 月会合の成果として D 4 版を得た。また WG での標準案を得て上位の IEEE 標準化委員会(Standards Association: SA)でのスポンサー投票に進むべく、投票委員会を構成した。今後 IEEE 802LMSC Executive Committee (EC)での承認を得て、このスポンサー投票を行う予定である。

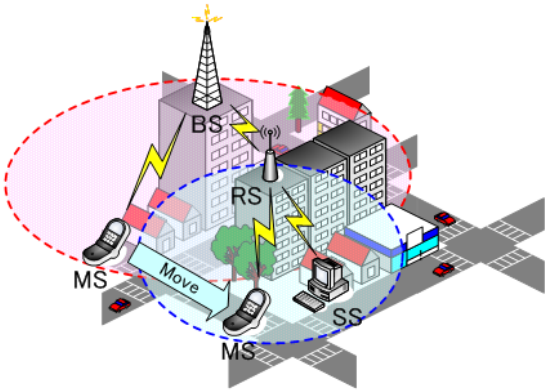

図 1 マルチホップ中継の概念図

（2）広帯域拡散信号を用いた無線通信方式

衛星通信システム容量の向上及び新規アプリケーション導入を目指し、日本から 3 つの適用例、(1)既存 FSS 信号への拡散信号の重畳システム、(2)狭域マルチビームを有する FSS システムでの CDMA 適用、(3)軸外輻射 EIRP 密度を低減するための二次変調としての拡散通信適用、に関する検討を継続した。平成 18 年 8 月の ITU-R WP4B 会合において勧告化案（DNR）が承認され、引き続く 9 月の ITU-R SG4 会合、及び平成 19 年 1 月まで実施した郵便投票においても各国の同意が得られた。この結果、上記 DNR が無事承認され、平成 19 年 1 月に新勧告（Recommendation ITU-R S.1779）となった。

（3）新世代移動通信用周波数開拓

東京都内及び埼玉県ふじみ野市において複数の周波数（0.8/ 2/ 5/ 8GHz 帯）を用いた伝搬損失の測定実験を実施した。本測定結果を用いて ITU-R 勧告 P.1411 の屋根越え伝搬における伝搬損失推定式の適用周波数範囲の拡張を検討した。具体的には、これまで 2GHz 以下が適用範囲であった推定式の範囲を 5GHz 以下にまで拡張した。本検討結果を SG3 WP3K に寄与文書として入力し、議長報告に掲載された。

（4）IPv6 ブートストラップ技術

IPv4 ネットワーク上で IPv6 通信路を確立するためのフレームワーク及びプロトコルの標準化を進めるために、セキュリティ面の考察に関する提案を行い、WG ドラフト（WG が正式に扱う提案文書）として承認された。また、モバイル環境における IPv6 ブートストラップ技術として、3G CDMA2000 ネットワークにおいてハンドオーバーを行う際に高速に通信路を確立する方式について提案を行い、審議の結果 RFC として承認され、採番待ちの状態（RFC Editor Queue）となった。さらに第 3 世代およびそれ以降の移動網への同技術適用のため、3GPP2 での提案を実施し、標準文書(X.S0054 シリーズ)へ採用された。

３．むすび

新世代モバイルネットワークを実現する上で重要となる技術として、(1)無線アクセス中継方式、(2)広帯域拡散信号を用いた無線通信方式、(3)新世代移動通信用周波数開拓、(4)IPv6 ブートストラップ技術を課題として研究開発を実施し、IEEE、ITU-R、IETF においてそれぞれ標準化活動を行い、研究成果を標準化文書として反映させた。本研究期間において口頭発表数 86 件、国際標準化提案数 35 件と精力的な活動を行うとともに、特許出願を通して知的財産の獲得にも努めた。

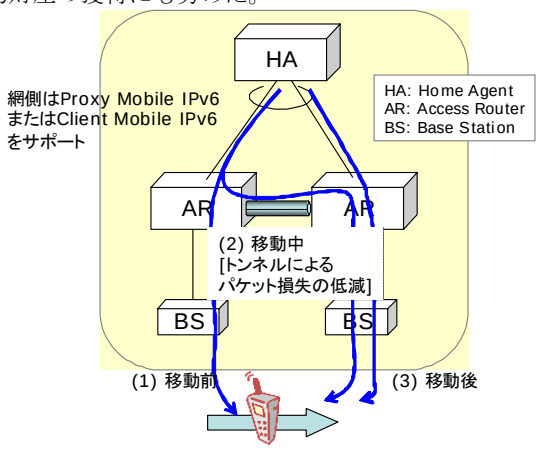

図 2 高速ハンドオーバー方式

【国際標準提案リスト】

[1] ITU-R Working Party 4B (WP4B), Doc. 4B/104, “Proposed Draft New Recommendation ITU-R S.[WIDEBAND] - Characteristics of fixed satellite service systems using wideband spreading signals,” 2005/11 提案、2006/8 修正、2007/1 採択

[2] IETF、“Mobile IPv6 Fast Handovers for 3G CDMA Networks”、2005/7 提案、2008/2 修正、2008/4 採択（採番待ち）

[3] IETF, “Softwire Security Analysis and Requirements”、2005/7 提案、2008/2 修正

【参加国際標準会議リスト】

[1] IEEE 802.16 第 43 回会合、テルアビブ（イスラエル）、2006/5/8-11

[2] ITU-R Working Party 4B (WP4B)、ジュネーブ（スイス）、2006/8/28-9/1

[3] 第 71 回 IETF 会合、フィラデルフィア（米国）、2008/3/9-14

【誌上発表リスト】

[1] 野原光夫、“特集「広帯域無線アクセスシステム」WiMAX 技術の最新動向”、ITU ジャーナル、Vol. 38, No. 3, pp. 16-19. (2008 年 3 月)

[2] N. Fuke et al., “Characteristics of Satellite System with Wideband Spreading Signals overlaid on FDMA Signals within the Same FSS Network,” 25th International Symposium on Space Technology and Science (2006/6)

[3] K. Yonezawa et al., “Frequency range extension of path loss prediction formula for over-rooftops propagation in microwave band”、2006 AP-S International Symposium（2006/7）

【申請特許リスト】

[1] 齊藤他、「無線通信方法および中継局」、日本、2005 年 9 月 2 日

[2] 金子他、「無線中継システムおよび方法」、日本、2005 年 12 月 5 日

[3] 齊藤他、「OFDMA 方式の中継通信方法、基地局、中継局及びプログラム」、日本、2006 年 6 月 10 日

【報道発表リスト】

[1] “KDDI 研究所、IEEE802.16 標準化会合でマルチホップ技術の Study Group を設立”、日経プレスリリース、2005 年 9 月 5 日