

1 NICT における新世代モバイル通信の研究開発

1 Researches on New Generation Mobile in NICT

安達文幸 小川博世 三浦 龍

ADACHI Fumiyuki, OGAWA Hiroyo, and MIURA Ryu

要旨

第2世代や第3世代の携帯電話や無線 LAN/MAN の急速な市場拡大を背景として、来るべき新しい世代の移動通信ネットワークの研究開発へ向けた関心が世界的に高まりつつある。NICT では 2002 年 4 月に新世代モバイルネットワーク研究開発プロジェクトをスタートさせ、既存の携帯電話ネットワークや無線 LAN、家庭内ネットワーク、高度道路交通情報システム (ITS)、次世代携帯電話ネットワーク (Beyond 3 G) などの各種無線アクセスネットワークをシームレス (境目のない) かつセキュア (安全性の高い) な統合を図るための要素技術の研究開発を進めてきた。本論文では、プロジェクトの全体概要について述べる。

R&D on new generation mobile network has attracted a growing interest over the world on the background of rapid market growth for 2nd and 3rd - generation cellular networks and wireless LANs/MANs. The National Institute of Information and Communications Technology (NICT) started the New Generation Mobile Network Project in April 2002, and has developed fundamental technologies to enable seamless and secure integration of various wireless access networks such as existing cellular networks, wireless LANs, home networks, intelligent transport systems (ITS), the Beyond-3G (B3G) cellular and other wireless access systems. This paper overviews the achievements of the project focusing on network and access technologies.

【キーワード】

MIRAIアーキテクチャ, シームレス通信, メディアハンドオーバー, モバイルリングネットワーク, モバイルイーサネット, OF/TDMA, ソフトウェア無線

MIRAI architecture, Seamless communications, Media handover, Mobile ring network, Mobile Ethernet, OF/TDMA, Software defined radio

1 まえがき

ここ数年、第2世代及び第3世代の携帯電話並びに無線 LAN (WiFi) の市場が急成長してきた。携帯電話は全世界の人々の必須アイテムの一つになり、ほぼすべてのノート PC は無線 LAN モデムを装備するようになった。さらに近い将来、次世代 (Beyond 3G あるいは B3G) 携帯電話や高速無線 LAN や MAN (metropolitan area network) や WAN (wide area network) が普及してくると期待されている。これらの新しいシステムは 2005 年、ITU において IMT-Advanced と公式に名称が定

義された^[1]。これらに加えて、地上波デジタル放送も今後急速に普及すると期待されている。このように、様々な形式の無線ネットワークが我々の生活の中に共存しつつある。このことは今後、多くのアクセス端末やログイン ID や番号を利用者が持つようになり、利用者が一つのネットワークから別のネットワークのサービスエリアに移動するたびに、通信を継続するためには異なる端末からログインあるいはダイヤルし直さなければならないことを意味している。

セキュリティの確保も無線ネットワークにとって重要である。無線は基本的に誰に対しても

オープンであり、送受信機さえあれば誰でも送信し受信できるが、それは同時に外部に情報が簡単に漏れ、また外部から攻撃を受けやすいことを意味し、これらの対策を怠ると無線ネットワークは信頼性の低い技術ということになり、重要な通信は任せられないことになる恐れがある。

こういった課題を根本的に解決するためには、システム中心の考え方からヒューマンセントリック(利用者中心)へと設計コンセプトをパラダイムシフトする必要がある。ヒューマンセントリックなアプローチでは、従来の情報伝送速度や通信容量を上げていくだけの考え方に加えて、通信の質を向上するという考え方が加わる。このようなアプローチの下、プロジェクトでは既存のネットワークと未来のネットワークをも含む異種ネットワークのシームレスかつセキュアな統合を実現するための要素技術の研究開発を実施することとなった。

NICT の新世代モバイルネットワーク研究開発プロジェクトは、4 か年計画で 2002 年 4 月にスタートした。このプロジェクトでは、様々な種類の無線ネットワークの統合を実現するための基本アーキテクチャとして「MIRAI (Multimedia Integrated network by Radio Access Innovation)」を提案している [2] - [4]。このアーキテクチャの下、プロジェクトは次の三つのコアテクノロジーに焦点を絞り研究開発を実施してきた。すなわち、(1) 移動環境において 100 Mbps 以上の伝送を可能とする広帯域無線伝送技術とソフトウェア無線技術、(2) モバイル環境においてシームレスかつユビキタスなネットワーキングを可能とするメディアハンドオーバー技術、(3) 異種ネットワーク間での認証処理を含む高速ハンドオーバーを可能とするセキュリティプラットフォーム技術である。また、これらの技術の有効性を実証評価するため、横須賀リサーチパーク (YRP) 内に屋外テストベッドを構築した。

本稿では、プロジェクトの全体概要を述べる。

2 研究開発体制

研究開発は、ワイヤレスアプリケーショングループ、モバイルネットワークグループ及びワイヤレスアクセスグループの三つの研究グループに

分かれて実施した。プロジェクト全体の企画・広報・イベント対応などは新世代モバイルプロジェクト推進室が担当し、外部有識者などからプロジェクトの進め方や成果に対する意見をもらうサポートメンバー会議を年 1 回開催してきた。また、業界や大学との共同研究を推進するため、コンソーシアムを組織した。NICT は更に実用化のための研究を支援するため、通信機器メーカや通信事業者への委託研究を実施してきた。これら NICT 内部の研究グループと委託研究先の外部研究グループは、新世代モバイル研究開発ユニットとして定期的に情報交換を行い、有機的な連携を図ってきた。図 1 にユニットの研究開発体制を示す。

また、海外との連携も積極的に実施した。オールボー大学(デンマーク)、キングスカレッジロンドン(英国)、サレー大学(英国)、北京郵電大学(中国)、清華大学(中国)、インド工科大学、ラトガース大学(米国)などの大学との共同研究や委託研究、研究者交流等を実施したほか、日中韓による共同シンポジウムの開催や EU コンソーシアムへの参加・寄与、タイやマレーシア等東南アジア各国でのワークショップ開催などを積極的に実施し、世界の動きをよく見た上で研究の方向性を絶えず確認するとともに、技術レベルの向上、人材育成、技術支援、国際標準化に向けた土台作りなどに寄与した。

3 システムとコアテクノロジー

本プロジェクトが目指す新しい世代の移動通信システムのコンセプトを図 2 に示す。このコンセプトでは、様々な世代の携帯電話や無線 LAN、将来のホームネットワークや ITS、デジタル放送などがシームレスに、しかもセキュアに統合される。2010 年ごろまでの実用化を目指している。NICT では、こうしたシステムを実現するに当たって基本となるアーキテクチャを提唱した。このアーキテクチャは、データ回線とシグナリング(制御)回線を分離し、シグナリング回線はデータ回線とは異なる種類の通信メディアを利用することによって、異種通信メディア間でのハンドオーバーや利用者の状況を考慮した QoS (Quality of Service) の提供を実現するもので、“MIRAI”と名

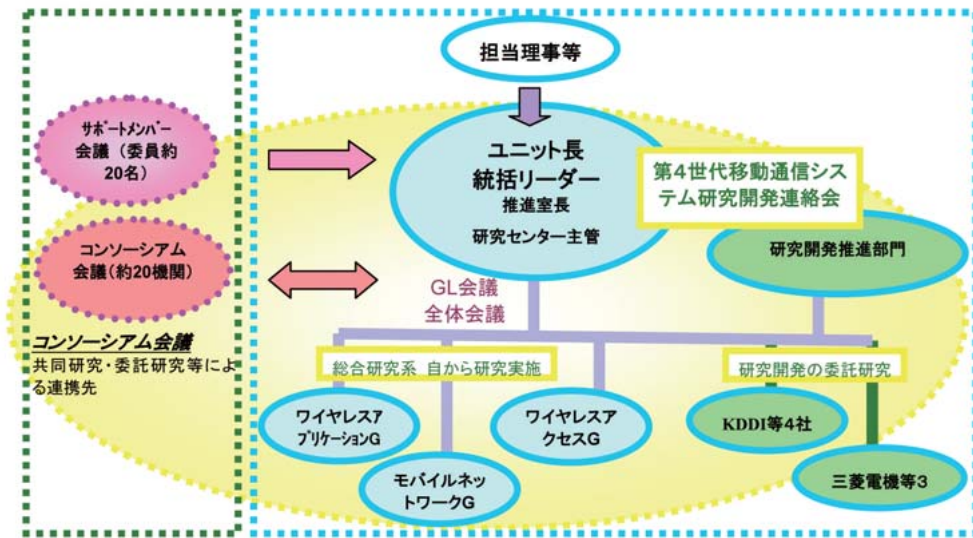


図1 新世代モバイル研究開発ユニットの研究開発体制

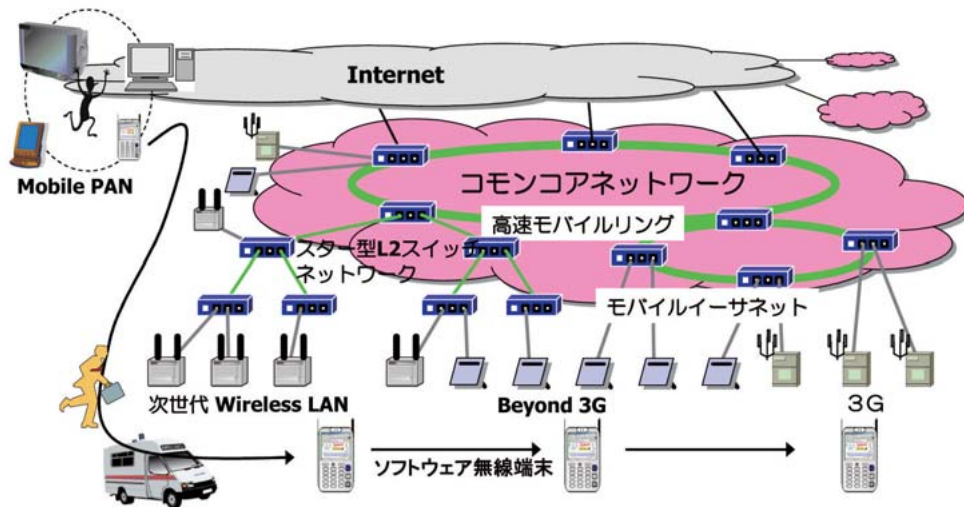


図2 新世代モバイルネットワークのコンセプト

付けられた[2]-[4]。

異種ネットワーク間の相互接続は、第2層(L2)あるいは第3層(L3)におけるスイッチングとモバイルIP技術によって実現される[5]。また、そのバックボーン回線としては、例えば1都市をカバーするような規模で、しかもトラフィックの分散を図ることのできる高速リングネットワークが適している[6]。利用者端末には、様々な通信システムを共通のハードウェアでソフトウェアを入れ

替えるだけで利用できるようにするソフトウェア無線(SDR)技術が必要になる[7]。これにより、利用者は異なるネットワークの間を移動する場合においてもシームレスなハンドオーバーを行い、途切れることなくスムーズに通信を継続することができる。さらに、このアーキテクチャにはモバイルパーソナルエリアネットワーク(モバイルPAN)の概念も含まれており、異なる種類の端末が互いに接続されるとともに、異種端末間でのハンド

オーバもサポートすると想定される。

以下、MIRAI アーキテクチャに基づく新世代モバイルネットワーク実現のために本プロジェクトで特に重点的に取り組んできたコア技術について概観する。

(1) 無線セキュリティプラットフォーム技術

この技術は、シームレスで使い勝手のよいネットワーク認証やサービス認証とプライバシー保護のための柔軟で効率的なセキュリティーキー(鍵)の配信を可能にするもので、L2におけるスイッチングネットワークで構成されるモバイルイーサネットに実装される[5]。将来はモバイル e-コマースなどのアプリケーションで標準方式の一つとして採用されることを目指している。

(2) メディアハンドオーバ技術

この技術は、同一ネットワーク内における高速ハンドオーバ、異種ネットワーク間におけるシームレスハンドオーバ及び異なる端末間において利用者の置かれた状況(位置、通信環境、端末機能など)に応じて行うコンテキストウェア対応異種端末間ハンドオーバを可能にするもので、各アプリケーションに対応した QoS (Quality-of-Service) の提供を可能にする[8][9]。

(3) 無線アクセス技術

この技術は、高速データ伝送と SDR 端末を実現する。前者は車などの高速移動環境で 100 Mbps 以上、固定のホットスポット環境で 1 Gbps 以上の伝送速度を目指す[10]。また後者は、ソフトウェアのみの切替えだけで共通のハードウェア上で複数の通信システムの利用を可能にする。最新の SDR 端末試作機では、W-CDMA を用いる第 3 世代携帯電話、IEEE802.11a 無線 LAN 及び地上波デジタル放送が、FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ) で構成される共通のハードウェアで動作する[7]。

4 標準化活動

プロジェクトの目的の一つに国際標準化活動への寄与がある。NICT は異種無線ハンドオーバ技術やモバイルイーサネット技術の成果を基に、2005 年、メディア独立ハンドオーバ方式と IEEE802 ベースのシステムとそれ以外のシステムとの間の相互接続方式を標準化するための新しい

グループ IEEE802.21 の立ち上げに寄与した[10]。このグループでは、2006 年までに仕様を最終決定するべく活動が続けられており、NICT から定期的に参加している。また ITU-R において B3G ネットワークを扱う WP8F においても、SDR 技術に関するレポート草案の作成に寄与した。

5 テストベッドにおける統合デモンストレーション

開発したコアテクノロジーの機能を実際に屋内外の無線環境において実証評価するためのテストベッドを横須賀リサーチパーク (YRP) 内に構築した。図 3 にテストベッドの概観を示す。YRP 地区は、地理的に都市部から離れた山に囲まれた環境にあり、電波を利用した試験を行うには良好な条件に恵まれている。テストベッドは、光ファイバとイーサネットからなるネットワークインフラストラクチャ、LAN スイッチ、ルーター、道路沿いや駐車場に最短で 20 m おきに設置し、無線 LAN のアクセスポイントを置くことができる基地局用ポール計 33 本とそれらに供給する電源等で構成される。また、7 階建ての建物の屋上には第 3 世代携帯電話の試験用基地局設備及び UHF 帯の地上波デジタル放送送信設備も設置した。これらの設備を用い、車により走行中の利用者における無線 LAN と携帯電話のシームレスハンドオーバ実験や無線 LAN と放送をソフトウェアで切り替える SDR 端末の実験を実施し、評価を行ってきた。

プロジェクトの最終年度にあたる平成 18 年 3 月に、これらの設備を用いた試作システムによる統合デモンストレーションを実施した。これは、新世代モバイルユニットの最終プロジェクト成果を発表する「新世代移動通信シンポジウム」、総務省が主催する「第 4 世代移動通信ワークショップ」及び欧州委員会の支援により世界各国でワークショップ開催活動を展開している「MOCCA/WWI ワorkshop」の三つのイベント、さらにはプロジェクトに対して外部有識者から意見とアドバイスをもらうサポートメンバー会議と連動した企画となり、国内外から多くの見学者が訪れた(図 4)。

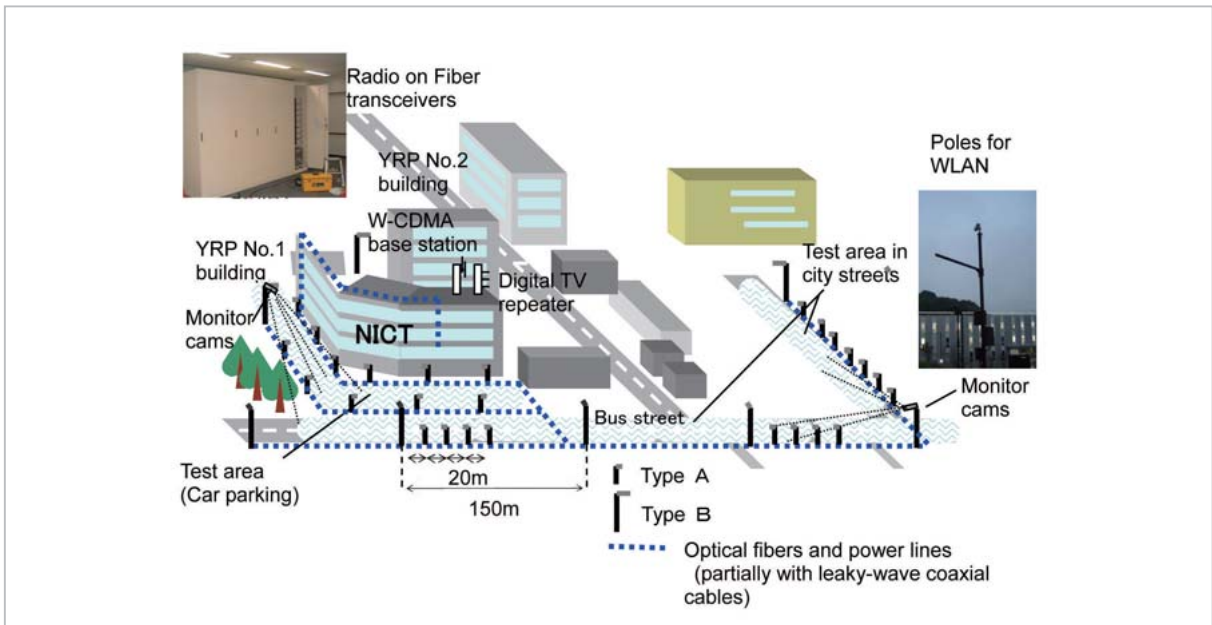


図3 YRP地区に構築したテストベッド



図4 統合デモンストレーション及びシンポジウムの様子

6 おわりに

2002年度から4か年計画でスタートした新世代モバイルネットワーク研究開発プロジェクトの活動概要を述べた。新世代モバイルネットワークの基本アーキテクチャとして提唱したMIRAIとそれを実現するためのコア技術について概観した。また、YRP地区に構築したテストベッドとそれを用いて実施したコアテクノロジーの統合デモンストレーションについて紹介した。

今後は、プロジェクトで蓄積されたこれらのコアテクノロジーの成果を更に統合・進化させ、周囲の環境や条件を自動的に認識して最適なメディア・ネットワークを選択・ハンドオーバーすると

もに、自律的に無線ネットワークを構成するコグニティブ無線技術の研究開発に活用していく計画である。こうした技術は、我々の生活を豊かでかつ便利にしていくのみならず、災害時などいざという時にも安定してつながり、かつ切れにくい無線通信の実現に寄与し、我々の生活の安全性を高めることに貢献するものと期待される。

謝辞

本プロジェクトの立ち上げと推進に尽力した前横須賀無線通信研究センター長をはじめとするNICT関係者及び有益な助言と方向付けを頂いたサポートメンバー会議委員各位に深く感謝する。

参考文献

- 1 "Naming for International Mobile Telecommunications", Draft New Recommendation ITU-R M. [IMT.NAME], Doc. 8/114, ITU-R Study Group 8, Helsinki, Finland, Nov. 2005.
- 2 G.Wu, M.Mizuno, and P.Havinga, "MIRAI architecture for heterogeneous network", IEEE Commun. Mag., Vol.20, No.2, pp.126-134, Feb. 2002.
- 3 M.Inoue, K.Mahmud, H.Murakami, and M.Hasegawa, "MIRAI: a solution to seamless access in heterogeneous wireless networks", Proc. IEEE ICC 2003, Anchorage, May 2003.
- 4 H.Harada, M.Kuroda, H.Morikawa, H.Wakana, and F.Adachi, "The overview of the new generation mobile communication system and the role of software defined radio technology", IEICE Trans, Commun., Vol.E86-B, No.12, Dec. 2003.
- 5 M.Kuroda and G.Miyamoto, "Mobile Ethernet and its security toward ubiquitous network", Proc. WPMC'05, Aalborg, Denmark, Sep. 2005.
- 6 M.Inoue, K.Mahmud, H.Yokota, T.Kubo, and A.Idoue, "Scalable mobile core network architecture for all-IP wireless access", Proc. WPMC'03, Yokosuka, Japan, Oct. 2003.
- 7 H.Harada, "Software defined radio prototype toward cognitive radio communication systems", Proc. PIMRC'05, Berlin, Germany, Sep. 2005.
- 8 M.Hasegawa, U.Bandara, M.Inoue, K.Mahmud, and H.Morikawa, "Service mobility proxy for seamless handover between various devices", Proc. Advances in Pervasive Computing (A collection of contributions presented at PERVASIVE2004), pp.358-388, Apr. 2004.
- 9 U.Bandara, M.Minami, M.Hasegawa, M.Inoue, H.Morikawa, and T.Aoyama, "Design and implementation of an integrated contextual data management platform for context-aware applications", Proc. WPMC'04, Abano Terme, Italy, Sep. 2004.
- 10 H.Harada, C.Ahn, S.Takahashi, Y.Kamio, and S.Sampe, "Dynamic parameter controlled orthogonal frequency and time division multiple access", Proc. PIMRC'05, Berlin, Germany, Sep. 2005.
- 11 "Virtual bridge local area networks -Amendment 4 : Provider bridge", IEEE P802.lad/D2.0, Dec. 2003.



あだちふみゆき
安達文幸

東北大学大学院工学研究科教授(前無線通信部門新世代モバイル研究開発プロジェクト統括リーダー) 工学博士無線通信、移動通信



おがわひろよ
小川博世

新世代ワイヤレス研究センター長(旧無線通信部門研究主管) 工学博士無線通信、衛星通信、ミリ波通信



みうら りゅう
三浦 龍

新世代ワイヤレス研究センターユビキタスマイルグループサブリーダー(旧無線通信部門新世代モバイル研究開発プロジェクト推進室長) 博士(工学)無線通信、アレーアンテナシステム、高々度無線中継システム