

6 シームレスネットワーク技術

6 Seamless Networking Technologies

6-1 シームレスネットワーク技術の研究開発

6-1 Overview of Research and Development on Seamless Networking Technologies

森川博之 井上真杉 長谷川幹雄 村上 誉 マハムド カレド
 領木信雄 表 昌佑 チャンハグエン 南 正輝 寺岡文男
 MORIKAWA Hiroyuki, INOUE Masugi, HASEGAWA Mikio, MURAKAMI Homare,
 MAHMUD Khaled, RYOKI Nobuo, PYO Chang Woo, TRAN Ha Nguyen,
 MINAMI Masateru, and TERAOKA Fumio

要旨

新世代モバイル研究開発プロジェクトで取り組んできたシームレスネットワーク技術の研究開発の概要を紹介する。利用できる無線ネットワークとネットワークデバイスが多様化する新世代モバイルでは、通信速度の向上という量的改善のみならず、利便性の向上といった質的改善を図ることが鍵となる。本稿では、新世代モバイルネットワークの実現に向けて、「どこでも無線 LAN」、「シームレス無線ネットワーク」、「サービス/デバイス連携」、「実空間との融合」の四つのステップを示し、それぞれの技術課題を示す。そして具体的な取組としてメトロモバイルリング、シームレス通信アーキテクチャ MIRAI 等の研究開発を紹介する。

National Institute of Information and Communications Technology of Japan (NICT) completed a project on new-generation mobile communications networks for beyond 3G or 4G in March 2006. This paper presents our vision of new-generation mobile communications networks from networking perspective and their capabilities to be offered: fast and large-capacity handover, cross-network handover, cross-device handover, and interworking between real and cyber worlds. Then, Metro Mobile Ring network technology for the first capability, MIRAI architecture for the second and third capabilities, and other works are presented.

[キーワード]

シームレス, ハンドオーバー, コンテキスト適応
 Seamless, Handover, Context-aware

1 まえがき

NICT では 4 年間にわたる新世代モバイル研究開発プロジェクトを 2006 年 3 月に終了した。この間我々は、新世代モバイルの実現に向けて次に挙げる四つの技術ステップを経ることを念頭に置

き、それらにかかわる技術の研究開発を行ってきた^[1] (図 1)。

- (1) 「どこでも無線 LAN」—大規模かつ高速ハンドオーバー可能な無線インターネット環境の実現
- (2) 「シームレス無線ネットワーク」—異なる種類

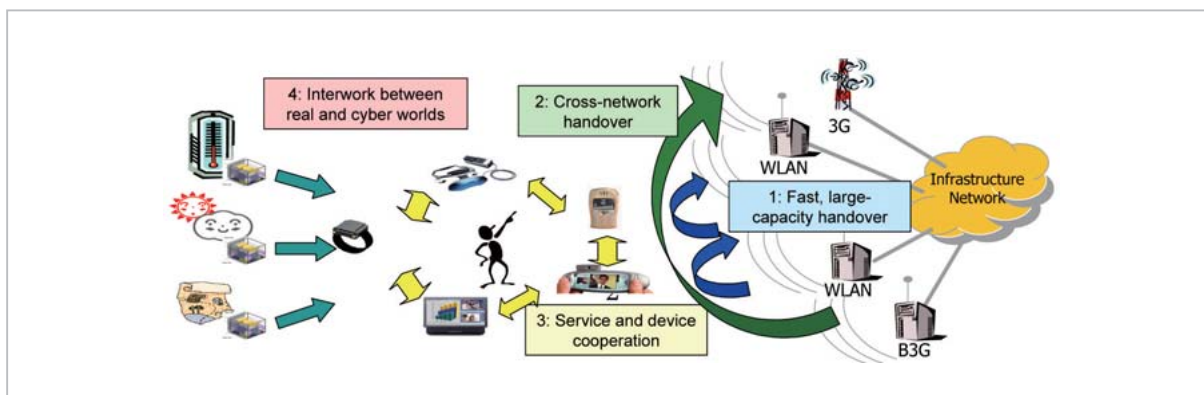


図1 新世代モバイルネットワークに向けた4ステップ

の無線アクセス手段をまたぐハンドオーバーによるシームレス通信の実現

- (3) 「サービス／デバイス連携」—通信デバイスや通信サービスの協調動作による新しい通信の実現
- (4) 「実空間との連携」—現実の物理世界とネットワーク上の仮想世界とを結び付けることによる新世界の実現

本稿ではこれら4ステップを紹介した上で、具体的に取り組んできた研究開発の概要を紹介する。

2 新世代モバイルへの展開

2.1 どこでも無線LAN

最初のステップでは、次世代無線LANの基地局が遍在することで広い利用エリアを実現し、IP対応携帯端末を使ってインターネットに接続できるようになる。ここでは、携帯端末を使用しながらの移動に伴う基地局の切替えが瞬時に行われ、VoIPやテレビ電話、ラジオや映像などの放送サービスなどのインターネット上で利用されているリアルタイムアプリケーションが移動しながらも円滑に実行できるようになる。これを実現するには、移動性、劣悪な無線リンク、携帯端末の制約などの点を考慮しながら、ネットワークの透過性を維持しつつアプリケーションの自律性を確保できるモバイルインターネットアーキテクチャの設計が必要である。併せて、高速(水平)ハンドオフ、ローミングサポート、異種サービス事業者間での垂直統合、自律分散型周波数割当てなどの技術も解決すべき課題となる。

2.2 シームレス無線ネットワーク

このステップでは、携帯電話網や無線LANといった複数の種類の無線ネットワークが併存し、端末も複数の無線ネットワークインタフェースを保持する。ユーザは、状況に合わせて適宜最適なネットワークを選択しシームレスに利用できるようになる。

例えば、普段は携帯電話網を利用して通信するが、無線LAN/Bluetooth/Zigbee/ウルトラワイドバンドの利用可能エリアに入ると自動的にそちらを選択することで、ユーザにとって通信速度の改善、利用料の低減、周波数利用効率の向上を図る。また、ネットワークが混雑して接続しづらい場合に、トラフィックを別の無線インタフェースに振り分けるといったことも可能となる。実現に向けては、高速垂直ハンドオーバー、低消費電力実現機構、プレゼンスサービス、ソフトウェア無線などを考えなければならない。

2.3 サービス／デバイス連携

このステップでは、ユーザの周囲に携帯端末・PC・家電など種々のデバイスが遍在するようになる。これらのデバイスをPAN(Personal Area Network)を介して連携させることで、新たなサービスが創出できる。

例えば、携帯端末で音声通話をしながら移動してオフィスに戻ってきたとき、目の前にあるデスクトップPCでテレビ電話のアプリケーションを起動し、携帯端末の音声通話をテレビ電話にハンドオーバーする、といったサービスモビリティが可能になる。さらに、携帯電話を、表示機能、テンキー入力機能、音声入出力機能、無線通信機能、

CPU 機能、メモリ機能などの機能の集合体としてとらえ、これらの機能を外部デバイスと適宜組み合わせることで、携帯電話のボタンでテレビを制御したり、テレビの画面を携帯電話の画面に転送したりすることも可能となる。身の回りに遍在するデバイスや機能をユーザ要求に応じて適宜連携させ、多種多様な創造的サービスを創出するのが「サービス／デバイス連携」である。高速サービス／デバイス発見機構、デバイス／サービス記述、コンテキスト管理、セキュリティ、プライバシー保護などの技術開発が必須となる。

2.4 実空間との連携

将来のモバイルネットワーク環境では、タグ、センサ、ロボット、ウェアラブル機器、家電など、ユーザのコンテキスト(時間・場所・個人)に強く依存する大量のノードがネットワーク接続される。それらを用いることで、アプリケーションが実空間情報を適宜取得し、それを使いこなすことが可能になる。実空間と仮想空間とが相互接続されることで新たな世界が創出されることが期待される。

実空間との融合を図ることができれば、今だけ、ここだけ、あなただけ、といった時間／位置／ユーザによるカスタマイズが可能となり、状況依存型サービスが実現できる。例えば、「最寄りの」プリンタを自動発見しての印刷サービスや、室内に設置された床センサや携帯端末に内蔵された加

速度センサから得られる情報を用いてユーザが今何をしているのかを推定し、それに応じて情報を配信するサービスなどが可能となる。これらを実現するには、状況取得／記述／管理ミドルウェアやセンサネットワークなどといったチャレンジングな課題を解決しなければならない。

3 具体的な取組

「どこでも無線 LAN」、「シームレス無線ネットワーク」、「サービス／デバイス連携」、「実空間との融合」の四つを実現すべく研究開発を進めた。

3.1 メトロポリタンエリアモバイルリングネットワーク

一つ目のステップの「どこでも無線 LAN」を実現するための技術である。東京のような大都市で 100 万人規模のユーザを収容し、VoIP などのインターネット上の様々なアプリケーションをモバイルユーザにストレスなく提供できる All IP のモバイルネットワークとそれを実現するネットワークノード“Localized Mobility Agent (LMA)”を提案した[2][3]。そのポイントは、利用者数が増加しても性能が低下しない「移動端末のルーティング情報の管理手法」と、端末が移動して接続するアクセスポイントが切り替わっても通信の瞬断をできる限り小さくする「高速ハンドオーバー技術」にある。概念を図 2 に示す。

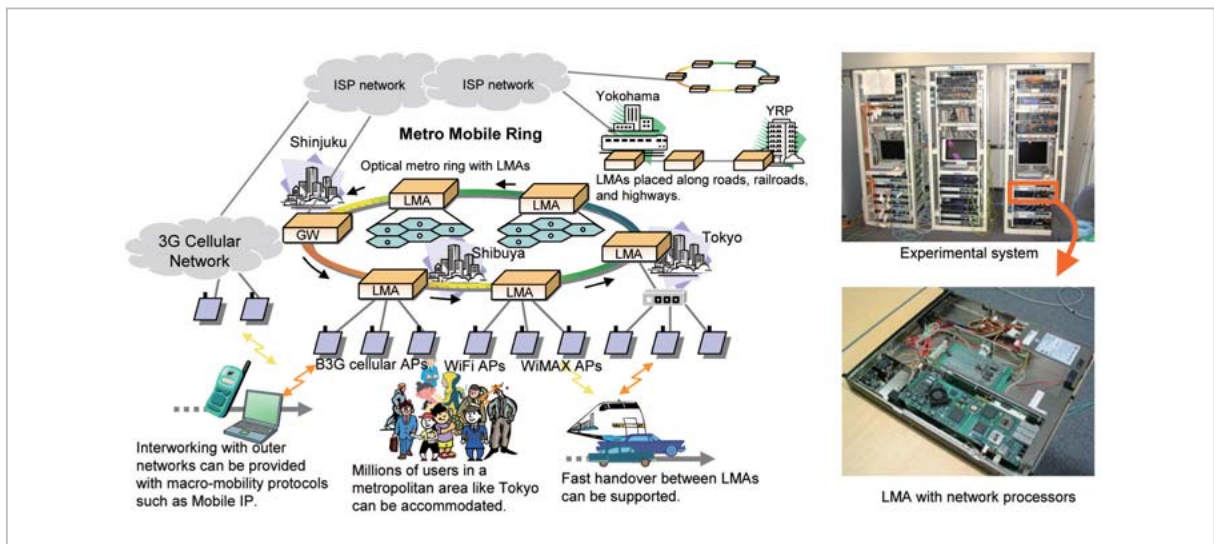


図2 メトロモバイルリングの展開イメージ(左)とネットワークプロセッサを用いて実装したLocalized Mobility Agent(LMA)で構築した実験システム(右)

大規模モバイルネットワークを従来の階層型アーキテクチャで構築すると、上位の階層のノードが管理するモバイル端末のルーティング情報が増えてルーティング負荷が高まり、スケーラビリティが低下する問題がある。これに対して提案方式では、フラットなネットワーク構造(リング型だけでなくライン型も可能)によりルーティング情報を分散して管理することで、スケーラビリティを向上させる。また、フラット構造を生かしてパケットをワイヤスピードで隣接 LMA に次々に転送することで高速ハンドオーバーも実現する。

都市部では、光ファイバをリング状につないだ光メトロリングが広く利用されている。その各拠点に LMA を配置することで提案ネットワークを実現することができる。LMA には、802.11 系や 802.16 系無線システム、次世代セルラー基地局などを接続する。リングネットワークは、一つの IP サブネットを構成し、別のリングネットワークや外部ネットワークとの間は Mobile IP などのマクロモビリティ技術により移動性を保証する。

前半の研究では LMA の機能を Linux PC 上にソフトウェア実装したシステムにより基本性能評価を行った[4]。後半は、ネットワークプロセッサを用いて実現した LMA で検証システムを構成し、性能評価を行った[5]。LMA 当たり十万人規模のユーザを収容する場合に、階層型ネットワークよりも遅延・スループット両面で優れていることなどを確認した。Mobile IPv4 では、LMA 間ハンドオーバーに 3～6 秒要するが、提案方式では、その 10 分の 1 程度にまで高速化が可能である。最終的には YRP 地区において NICT が構築した屋内外テストベッドネットワークを活用した実験ネットワークを構築し(図 3)、移動端末を自動車に搭載して走行しながらの通信検証実験を行い成功した[6]。

メトロモバイルリングが実用化されると、例えば JR 山手線を一周しながら高速な無線 LAN でインターネット上の映像配信、テレビ電話などのあらゆるサービスを楽しめるようになる。本技術の応用先は、メトロポリタンエリアに限らず、ビル・デパート、アミューズメント施設、鉄道・道路の沿線、小中の自治体など多数考えられる。現在、通信系企業での実用化試験が行われている。詳しくは文献[7]を参照されたい。

3.2 高速マクロハンドオーバー

同じく第 1 ステップにかかわる研究として、産学官共同プロジェクト“SIMPLE”(メンバーは NICT 無線通信部門・情報通信部門、東工大、慶應大、東大、株式会社ルート等)[8]を形成し、高速ハンドオーバー技術の検証を行った。一例を紹介する。MISP(Mobile Internet Services Protocol)、PDMA(Packet Division Multiple Access)を活用した高速ハンドオーバーネットワークを YRP に構築した(図 4)。5 GHz 帯で実験局免許を取得し、IEEE802.11aを 2 チャンネル分用いた 108 Mbps の物理伝送速度を備えた無線基地局と端末局を利用した。適正な無線信号強度が得られる環境であ

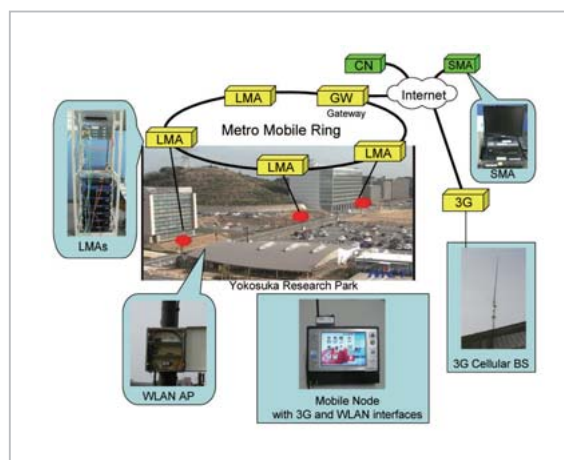


図3 メトロモバイルリングの屋外実験構成

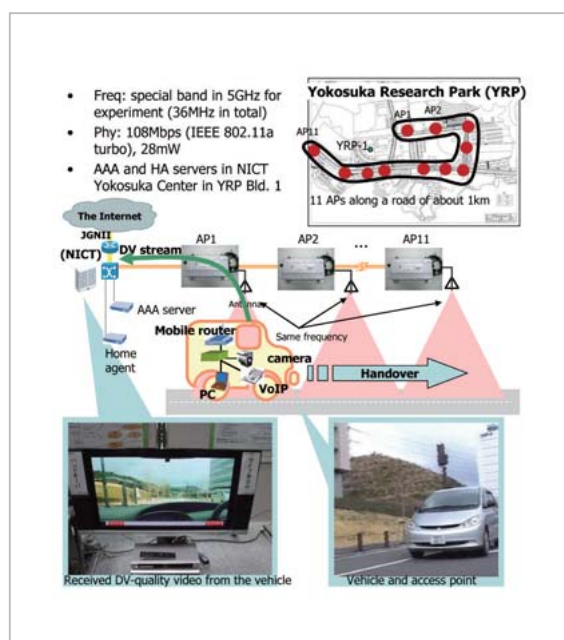


図4 SIMPLEプロジェクトによる高速ハンドオーバー実験

れば、無線基地局切替えに伴うパケットロスが発生しないことを確認した。およそ 15 Mbps の高品質映像を走行する自動車から送信し、無線基地局を経由してネットワーク側で受信・再生する系において、走行に伴って無線基地局を切り替えても映像が劣化しないことも確認した[9][10]。

3.3 MIRAI

二つ目のステップである「シームレス無線ネットワーク」を実現する技術である。これに向けて、MIRAI (Multimedia Integrated network by Radio Access Innovation) と呼ぶ新しい通信アーキテクチャ[11]を提案し、本アーキテクチャの具体化・機能向上に関する研究開発を進めた。MIRAI の特徴は、ユーザデータを伝達するパスと、発信や着信・位置情報・認証情報などの制御情報を伝達するパスとを、それぞれ制御用パスとデータ用パスとして論理的にだけでなく物理的にも分離できるようにし、それらを別々の無線ネットワーク上に設定できるという点にある[12](図5)。

独立した制御パスを用いてネットワーク上の MIRAI サーバとユーザの端末との間で制御情報を交換することにより、異種無線環境で必要となる発着信、位置通知、ネットワーク及び端末の利用前認証、利用可能無線アクセスネットワークの通知などを可能にしている。通常は制御ネットワークのみに接続すればよいことから、周波数利用効率の向上や端末の電力消費の低減などが図れる[13]。

制御パスを専用無線システムで実現するアプローチ[14]~[16]、既存無線システム上にオーバーレイして実現するアプローチ[17][18]に関する研究を進めた。本研究成果に基づき、ITU-R の Beyond 3G 及び TTC-ARIB 合同の IP2 に対して寄与した[19]。詳しくは文献[20]を参照されたい。

3.4 サービスモビリティ

三つ目のステップの「サービス／デバイス連携」を支える技術として、サービスモビリティプロキシを用いた機器間ハンドオーバー技術の研究にも取り組んできた[21][22]。ネットワーク上のサーバや既存通信相手端末へ手を加えることなく、多様な端末・機器間での通信のハンドオーバーを可能とし、多くの通信アプリケーションをサポートでき

る。PCに加えて、PDA、テレビ会議システムなどの市販通信機器、さらには開発したインターネット直接接続型スピーカー[23]との間でのハンドオーバーが実現されている。例えば、音声のみの通話から大型モニタを用いたテレビ会議システムに通話を中断することなく転送するといった、性能が異なる端末間での切替えが可能である。

後半の研究では、ネットワーク間ハンドオーバー技術、機器間ハンドオーバー技術及び位置情報プラットフォーム技術を融合した総合シームレス通信システムのプロトタイプを完成させた[24](図7)。ハンドオーバー機能を担うユビキタスネットワークサーバを、ISPなどの事業者ネットワーク上ではなく、むしろ家庭・企業・大学等のネットワークに配置することにより、多彩なモバイル機能をそのネットワークに属するユーザに対して提供するというコンセプトである。位置情報、利用

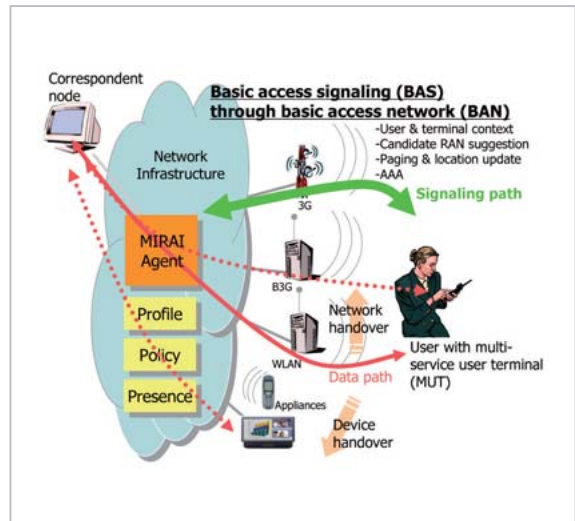


図5 「制御」と「データ」の経路を分離する MIRAI の概念

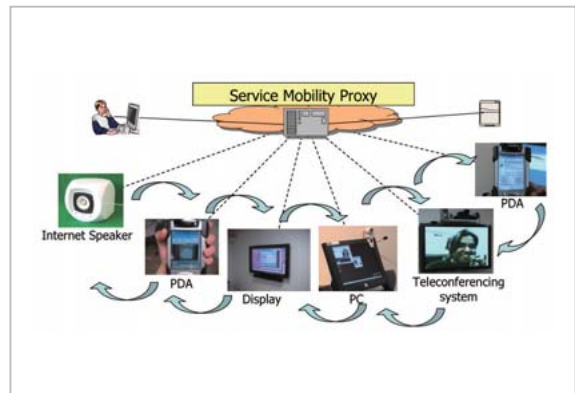


図6 サービスモビリティプロキシによる機器間ハンドオーバー

中のネットワーク状態、機器の処理能力・搭載機能等に応じて通信の切替えだけでなく、通信内容の品質制御や通信内容の変更を行う機能がある。

3.5 コンテキストウェアモバイルサービス

四つ目のステップの「実空間との連携」を支える技術に当たる。ユーザのコンテキスト情報を取り扱えるネットワーク環境の実現を目指し、各種センサやサービス／デバイス発見システムなどを設置したテストベッド環境を構築するとともに、コンテキスト適応型モバイルサービスミドルウェア、コンテキスト推定機構、高速サービス／デバイス発見機構などの開発を進めた(図8)。

YRP1 番館 2 階と 3 階の各所に、天井や壁に設置したアクティブ RFID タグリーダ、床に設置した荷重センサ、独自開発した Bluetooth を用いた屋内測位システム[25]を配置し、ユーザの位置を多様な手段でもって獲得できる実験環境を構築した。また、ネットスピーカ、テレビ会議システム、ディスプレイ、ライトなどの多様なデバイスをネットワークで接続した。また、ユーザの位置や状況に応じたサービス切替えやマンナビゲーションなどといったアプリケーションプロトタイプを、コンテキスト適応型サービスミドルウェア上に実装した[26]。さらに、多数のサービス／デバイスを即座にかつ低消費電力で発見できる無線通信モジュールとして図8右上に示す UI チップ[27]を開発しており、多様なデバイスが遍在するユビキタス環境下でのシームレスな端末間連携を可能とした。詳しくは文献[28]を参照されたい。

4 むすび

新世代モバイルの実現に向けて実施したネットワーク技術の研究開発の概要を紹介した。メトロモバイルリング技術は基本性能評価を実施して実用化の目的を立て、商用化を目指し検証中である。高速マクロハンドオーバの研究では、15 Mbps の高品位映像のロスレスハンドオーバを確認した。シームレス通信に関しては、新たな通信ネットワークモデルである MIRAI アーキテクチャを提唱し、異種ネットワーク間ハンドオーバに加えて端末間ハンドオーバも一元的に取り扱うユビキタスネットワークサーバによるシームレス通信

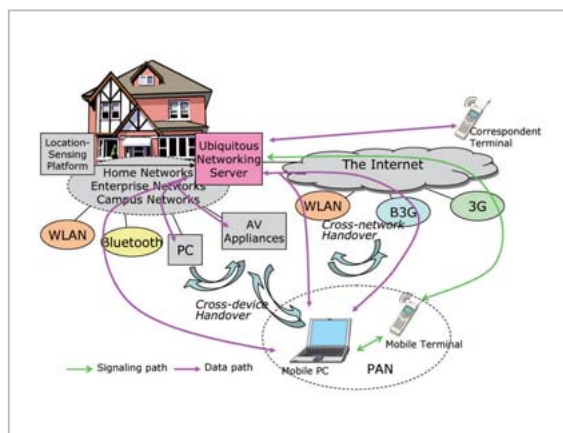


図7 ネットワーク間及び機器間ハンドオーバ機能を一元的に提供するユビキタスネットワークサーバ

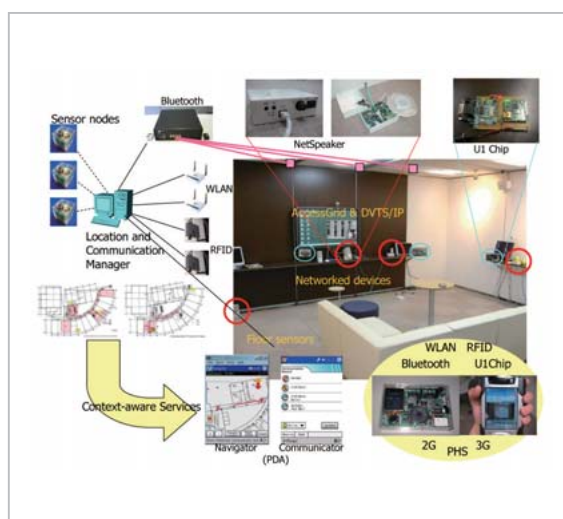


図8 各種センサや位置推定システムから構成されるスマートスペース

機構の提案などを行い、現在注目されている FMC の次に来るべきユビキタス通信のモデルを示した。また、ITU-R 等への貢献を行った。シームレス通信に対して、センサ等から得られるユーザや環境のコンテキスト情報を活用してコンテキストウェアネスの要素を組み込むことでユーザの利便性向上や通信サービスの高度化が可能であることを示した。

これらの研究を遂行するに当たって、システムではなく人間を中心に据えたモバイル利用環境の高度化を念頭に置き、多様なアプリケーションプロトタイプをテストベッド上に実装し、利用経験からのフィードバックを介して新世代モバイル環境のあり方を探るアプローチを主に取ってきた。現時点で新世代モバイル時代のキラーアプリケーションが明確になっているとは言い難いものの、

実空間との融合などの革新的なパラダイムシフトの可能性も指摘されている。それらを支えるセンサーネットワーク、コンテキスト適応通信、ユビ

キタスネットワークを包含する新世代ネットワークの研究開発が重要である。

参考文献

- 1 森川博之, 井上真杉, 長谷川幹雄, 領木信雄, “新世代モバイルネットワークへの展開”, 情報処理学会「情報処理」, 45巻8号, pp.812-816, 2004年8月.
- 2 M.Inoue, K.Mahmud, H.Yokota, T.Kubo, and A.Idoue, "Scalable Mobile Core Network Architecture for All-IP Wireless Access", WPMC, Vol.2, pp.18-22, Oct.2003.
- 3 H.Yokota, T.Kubo, A.Idoue, M.Inoue, and K.Mahmud, "Metro Mobile Ring for High-speed and Scalable Micro-mobility Management", IEEE LANMAN, pp.151-156, Apr.2004.
- 4 H.Yokota, T.Kubo, A.Idoue, M.Inoue, and K.Mahmud, "Study on Decentralized Micro-mobility Management for Large-scale Mobile Networks", IPSJ Journal, Vol.47, No.4, pp.1239-1247, Apr.2006. (in Japanese)
- 5 H.Yokota, T.Kubo, A.Idoue, N.Ryoki, and M.Inoue, "Network Processor Implementation of Scalable Micro-Mobility Management for Metropolitan Mobile Networks", WPMC, pp.1483-1487, Sep.2005.
- 6 C.W.Pyo, N.Ryoki, M.Hasegawa, M.Inoue, H.Yokota, T.Kubo, K.Takeuchi, and A.Idoue, "Scalable and Seamless Mobile Core Network Architecture", WPMC, Sep.2006.
- 7 井上真杉, 長谷川幹雄, マハムドカレド, 領木信雄, 表昌佑, チャンハグエン, 久保健, 横田英俊, 井戸上彰, 竹内和則, 山本周, “大容量モバイルインターネットに向けたモバイルリング”, 本特集.
- 8 SIMPLE Project, <http://www.simple-project.org/>
- 9 平原正樹, 森岡仁志, 真野浩, 太田昌孝, 大森幹之, 長谷川幹雄, 井上真杉, オク ゼウク, “無線LAN での Make-Before-Break ハンドオーバーの他方式比較とフィールド実証”, IEICE MoMuC研究会, pp.13-17, 2006年3月.
- 10 H.Morioka, H.Mano, M.Ohmori, M.Ohta, M.Inoue, M.Hasegawa, and M.Hirabaru, "Seamless Handover with Wireless LAN, Mobile IP, MISP and PDMA", WPMC, Sep.2006.
- 11 G.Wu, P.Havinga and M.Mizuno, "MIRAI Architecture for Heterogeneous Network", IEEE Commun. Mag., pp.126-134, Feb.2002.
- 12 M.Inoue, K.Mahmud, H.Murakami, M.Hasegawa, and H.Morikawa, "Novel Out-of-Band Signaling for Seamless Interworking between Heterogeneous Networks", IEEE Wireless Commun., Vol.11, No.2, pp.56-63, Apr.2004.
- 13 K.Mahmud, M.Inoue, H.Murakami, M.Hasegawa, and H.Morikawa, "Energy Consumption Measurement of Wireless Interfaces in Multi-Service User Terminals for Heterogeneous Wireless Networks", IEICE Trans. Commun., Vol.E88-B, No.3, pp.1097-1110, Mar.2005.
- 14 K.Mahmud, G.Wu, M.Inoue, and M.Mizuno, "Mobility Management by Basic Access Network in MIRAI Architecture for Heterogeneous Wireless Systems", IEEE Globecom, Nov.2002.
- 15 M.Inoue, K.Mahmud, H.Murakami, and M.Hasegawa, "MIRAI : A solution to seamless access in heterogeneous wireless networks", IEEE ICC, pp.1033-1037, May.2003.
- 16 K.Mahmud, M.Inoue, and H.Morikawa, "Variable Rate Transmission for Higher System Capacity in a Signaling-Only Wireless System", IEICE Trans. on Communications, Vol.E88-B, No.5, pp.2210-2214, May.2005.

- 17 M.Inoue, K.Mahmud, H.Murakami, M.Hasegawa, and H.Morikawa, "Design and Implementation of Out-Of-Band Signaling for Seamless Handover in Wireless Overlay Networks", IEEE ICC, Jun.2004.
- 18 M.Inoue, K.Mahmud, H.Murakami, M.Hasegawa, and H.Morikawa, "Context-based Network and Application Management System for Seamless Services in Heterogeneous Networks", IPSJ Journal, Vol.46, No.9, pp.2236-2249, Sep.2005. (in Japanese)
- 19 "Wireless internet for heterogeneous networks", Chapter 5 of Annex 8 of ITU-R Report M.2038, pp.94-99, Jan.2004.
- 20 井上真杉, 長谷川幹雄, 村上誉, マハムドカレド, 森川博之, "共通シグナリング機構と状況適応シームレスネットワーク", 本特集.
- 21 M.Hasegawa, M.Inoue, and H.Morikawa, "Service Mobility in MIRAI Architecture", WPMC, Sep.2005.
- 22 M.Hasegawa, M.Inoue, H.Murakami, and H.Morikawa, "Cross-Network and Cross-Device Handover among Mobile, PAN and Shared Terminals by MIRAI Architecture", WPMC, Sep.2006.
- 23 M.Hasegawa, U.Bandara, M.Inoue, and H.Morikawa, "Cross-Device Handover using Simple Network Oriented Devices", WPMC, pp.402-406, Sep.2004.
- 24 M.Inoue, M.Hasegawa, H.Morikawa, "Decentralized Ubiquitous Networking Server for Context-aware Seamless Services", VTC Spring, May/Jun.2005.
- 25 U.Bandara, M.Hasegawa, M.Inoue, H.Morikawa, and T.Aoyama, "Design and Implementation of a Bluetooth Signal Strength Based Location Sensing System", IEEE Radio and Wireless Conference (RAWCON), pp.319-322, Sep.2004.
- 26 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", WPMC, pp.266-270, Sep.2004.
- 27 Y.Taguchi, S.Saruwatari, M.Hasegawa, M.Inoue, H.Morikawa, and T.Aoyama, "U1-Chip : Wireless Communication Module for Fast Service Discovery", UbiComp 2004, Sep.2004.
- 28 長谷川幹雄ほか, "コンテキストウェアサービスモビリティとスマートスペース", 本特集.



もりかわ ひろゆき
森川博之

東京大学大学院新領域創成科学研究科
基盤情報学専攻助教授 新世代ネット
ワーク研究センターネットワークアー
キテクチャグループ客員研究員兼務
(旧無線通信部門モバイルネットワ
ークグループリーダー兼務) 博士(工学)
ユビキタスネットワーク、モバイル
ネットワーク



いのうえ まさひろ
井上真彰

新世代ネットワーク研究センターネット
ワークアーキテクチャグループ研究
マネージャー(旧無線通信部門モバ
イルネットワークグループ主任研究員)
博士(工学)
ユビキタスネットワーク、モバイル
ネットワーク



はせがわ けんお
長谷川幹雄

新世代ワイヤレス研究センターユビキ
タスマバイルグループ主任研究員(旧
無線通信部門モバイルネットワークグ
ループ主任研究員)
ユビキタスネットワーク



むらかみ けんお
村上 誉

新世代ワイヤレス研究センターユビキ
タスマバイルグループ研究員(旧無線
通信部門モバイルネットワークグル
ープ研究員)
IPモビリティ技術、無線対応トランス
ポートプロトコル、ネーミング技術



MAHMUD Khaled

バングラデッシュ国North South大学
コンピュータサイエンス工学科助手
(旧無線通信部門モバイルネットワ
ークグループ専攻研究員) 博士(工学)
無線ネットワーク



つばた のぶひろ
領木信雄

連携研究部門産学連携グループ九州リ
サーチセンター専攻研究員(旧無線通
信部門モバイルネットワークグル
ープ専攻研究員) 博士(情報工学)
モバイルネットワーク・ユビキタス
ネットワーク



表 昌佑(PYO Chang Woo)

新世代ワイヤレス研究センターユビキ
タスマバイルグループ専攻研究員(旧
無線通信部門モバイルネットワークグ
ループ専攻研究員) 博士(工学)
ユビキタスマバイルネットワーク、ア
ドホックアクセス制御、コグニティブ
アドホックネットワーク



TRAN Ha Nguyen

新世代ワイヤレス研究センターユビキ
タスマバイルグループ専攻研究員(旧
無線通信部門モバイルネットワークグ
ループ専攻研究員) 博士(情報理工学)
モバイルネットワークワーキング、ユビキ
タスコンピューティング



みなみ まさひろ
南 正輝

芝浦工業大学工学部電子工学科講師
(旧無線通信部門モバイルネットワ
ークグループ専攻研究員兼務) 博士(工
学)
ユビキタスコンピューティング/ネッ
トワーキング、センサネットワーク、
位置情報システム



てらかわ ふみお
寺岡文男

慶應義塾大学理工学部情報工学科教授
新世代ネットワーク研究センターネット
ワークアーキテクチャグループ専攻
研究員兼務(旧無線通信部門モバ
イルネットワークグループ専攻研究員兼
務) 博士(工学)
インターネット、分散システム