

(6) ユビキタスインタフェース技術

人間指向の新しいモバイルコミュニケーションを目指し、遍在する各種のデバイスや無線アクセスなどのリソースを、ユーザやアプリケーションに煩雑な設定や操作を強いることなく、効率かつ柔軟に利用可能とするための技術（ユビキタスインタフェース）の研究を行っている。

ユーザの移動やリソース状態の変化のある動的環境に自律的に適応し、シームレスなサービスを提供するインタフェースとして、環境適応型端末アーキテクチャを提案する。

おおた けん いそだ よしのり くらかけ しょうじ
太田 賢 磯田 佳徳 倉掛 正治

1. まえがき

屋外や家庭、オフィスなど、至る所に無線LAN（Local Area Network）アクセスや第3世代移動通信（IMT・2000：International Mobile Telecommunications・2000）システムの普及が進み、ユビキタスな高速無線アクセス環境が整いつつある。また、ユビキタスコンピューティング環境に向けて、情報家電やホーム/センサネットワークの研究開発も急速に進展している。一方、携帯機の高機能化も進んでいるが、携帯性の確保とコストの制約から、CPU（Central Processing Unit）、メモリ、バッテリーなどのリソースや画面、スピーカ、カメラ、操作系などの内蔵インタフェースの品質は、情報家電やPCなどのデバイスに比べて大きく

制限されている。そのため、ビデオ電話や音楽配信などの多くのリソースと高品質なインタフェースを要求するサービスを提供するには、携帯機自身の高機能化に加え、周辺のテレビやビデオカメラ、サラウンドスピーカなどのリッチな入出力能力と処理能力を持つデバイスを連携させるアプローチも必要である。至る所でネットワークに接続されたデバイスが組み込まれている環境では、携帯電話を持たずに移動しながらの通話が可能になると考えられる。

デバイス（入出力インタフェース）や無線アクセス（ネットワークインタフェース）は、利用可能範囲が限定された位置依存性を持ち、能力や機能において異なる属性を持つ多様なネットワークリソースである。ユーザの移動によってリソースの利用可能性が変化するため、サービス提供の際には、リソースの動的な発見と利用可能性の監視に基づいたリソースの切替え（ハンドオフ）が必要になる。ハンドオフは、どのメディア（ボイス、ビデオ）を、どのデバイス（内蔵デバイス、外部デバイス、相手端末）から、どのネットワークインタフェース（セルラ、無線LAN、Bluetooth^{*1}など）を介して転送するかを制御する複雑なセッション管理を必要とする。また、アプリケーションごとに必要なリソース種別が異なるのに加え、ユーザは利用リソースの選択に好みやユーザの状況（位置や他者の存在など）に基づくポリシーを持つため、適切なリソースの発見と選択アルゴリズムが必要とされる。

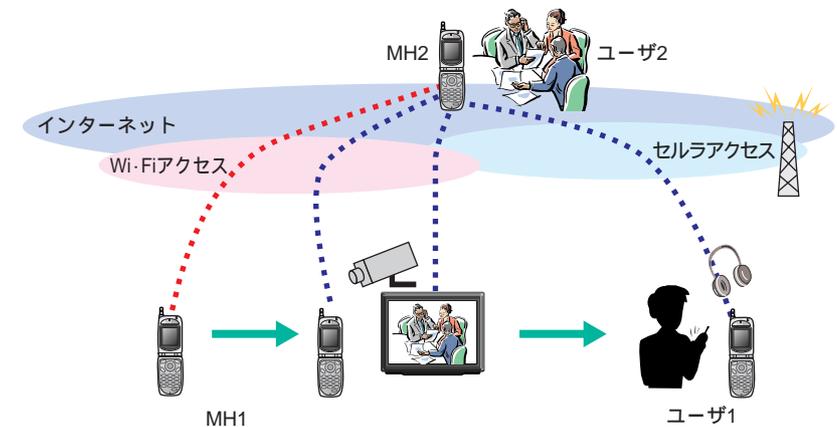
*1 Bluetooth：BluetoothTM 商標権者が所有している商標であり、ドコモはライセンスに基づき使用している。

本研究は、遍在するリソースの利用可能性の変化やセンサネットワークから獲得したユーザ状況への自律的な適応と、透過的なサービス提供を実現するユビキタスインタフェース技術基盤の確立を目指すものである。動的で複雑なユビキタス環境は、ユーザに煩雑な設定や選択操作を強いるとともに、アプリケーション独自のリソース選択や複雑なセッション管理機構の組み込みを要求し、開発を複雑化させるという問題がある。また、ハンドオフの際のデバイスや無線アクセスのセットアップとセッション再確立の遅延により、中断を許容しないボイスやビデオのメディア転送が途切れる可能性がある。

本稿では、これらのポリシーの反映や環境の変化への適応、複雑性の隠蔽などの課題に対し、その対処をユーザやアプリケーション開発者の代わりに行うエージェントを導入するアプローチを取る、環境適応型端末アーキテクチャ (MAT : Mobile Adaptive Terminal architecture) を提案する。本アーキテクチャにおいて、端末上のエージェントは、リソース利用の可能性を監視し、ポリシーやユーザ状況に基づいてハンドオフやモダリティ (3.3項で記述) を決定した後、エンド・エンドの端末間でセッション管理のためのシグナリングやルーティング制御を行う。この際、アプリケーションからセッションの変化を隠蔽するため、物理リソースから独立した仮想ソケットを導入する。さらに、メディア転送の途切れを隠蔽するため、周囲のリソースの先行的なセットアップと新旧両方のリソースを同時に利用するプロアクティブ型ソフトハンドオフ方式を組み込んでいる。また、本稿では、MATに基づいて構築したテストベッドとそのアプリケーションとして、「追っかけ音楽サービス」の実装例について述べる。これはデバイスやRFID (Radio Frequency Identification) タグ、視覚センサなどが遍在した実験ハウス環境で、ユーザの位置に従った自動的な無線LANとセルラのハンドオフや近くのスピーカデバイスへの出力切替えを行うものである。

2. 背景

本章では、インターネット環境でモバイルビデオ電話を利用するシナリオを基にして、本研究の前提条件と必要な機能要素を示す (図1)。



	通路	会議室	屋外
ネットワーク インタフェース	Wi-Fi (無線LAN)	Wi-Fi (カメラとはBluetooth接続)	セルラ (ヘッドセットとBluetooth接続)
ビデオ出力	内蔵ディスプレイ	外部ディスプレイ	内蔵ディスプレイ
ビデオ入力	内蔵カメラ	Bluetoothカメラ	内蔵カメラ
ボイス出力	内蔵スピーカ	外部スピーカ	Bluetoothヘッドセット
ボイス入力	内蔵マイク	内蔵マイク	Bluetoothヘッドセット

図1 シームレスビデオ電話

2.1 シナリオ

最初にユーザ1は、自分の携帯機 (MH1とする) でビデオ電話アプリケーションを起動し、通信相手のユーザ2のMH2を呼び出す。各MHは、グローバルIPアドレスを保持し、移動のためIPアドレスが変化した場合、DNS (Domain Name System) の動的更新を行って、互いに到達性を確保するものと仮定する。また、MH1およびMH2は、複数のネットワークインタフェースを持ち、ホームネットワークやイントラネット上のローカルリソースを利用するため、プライベートIPアドレスも保持すること、全地球測位システム (GPS : Global Positioning System) やセンサネットワークからユーザの位置情報を取得できることを仮定する。一方、デバイスは、外部ネットワーク上のホストから到達可能なグローバルIPアドレスを持つグローバルデバイスと、プライベートIPアドレスを持つデバイスや、非IPデバイスなどの外部から直接通信不可能なローカルデバイスがあると仮定する。

図1に示すように、通路では、MH1がネットワークインタフェースの監視により、無線LAN (Wi-Fi) アクセスが利用可能であることを検出し、Wi-Fi経由でMH2とビデオ、ボイス入出力のセッションを確立する。次に、ユーザが会議室に移動すると、MH1は、入出力インタフェースの監視により、LAN接続の外部ディスプレイとスピーカ、Bluetoothカメラを発見する。そして、ポリシーに基づき、ビデオ、ボイス入出力を内蔵デバイスから外部のカメラ、

ディスプレイ、スピーカへとハンドオフすることを決定する。MH1はMH2に対して、外部ディスプレイ、スピーカのグローバルIPアドレスとポート番号を通知し、MH1を介さない経路でビデオ・ボイス出力が転送されるようにする。一方、グローバルIPアドレスを持たないBluetoothカメラの場合、MH1はBluetooth経路でビデオデータを入力し、無線LANを介してMH2に転送する経路を選択する。

ユーザが会議室から出ると、MH1は外部デバイスや無線LANの利用可能エリアから離れたことを検出し、ビデオ、ボイス入出力のセッションをセルラ経由の内蔵デバイスへと切り替える。

2.2 研究の背景

移動に応じた無線アクセスの切替技術がハンドオフと呼ばれるのに対し、デバイス切替えはサービスモビリティと呼ばれる。本研究のMATは、両方の切替えをサポートする統合的なアーキテクチャを提案する。

(1) 無線アクセスのハンドオフ

従来は、MobileIPをベースに、ハンドオフの高速化やパケットロスの最小化、制御トラフィックの削減のための拡張が行われている。Vertical Handoff [1]はソフトハンドオフや基地局におけるバッファリングを提案しており、IPマイクロモビリティプロトコルについては、階層化アーキテクチャに基づくシグナリングの局所化の方式を提案している。一方、MATは、エンド・エンドのアプローチ [2]と同様に、MobileIPなどのネットワーク層の移動サポートを仮定しない方式である。

(2) サービスモビリティ

MPA (Mobile People Architecture) [3]やICEBERG (Internet Cellular BEyond the thiRd Generation) [4]などのサービスモビリティシステムは、ユーザの位置やポリシーの管理、呼の転送を行うネットワーク上のエージェントにより、通信の発着信を行うデバイスを、固定/携帯電話、PCへと切り替えることを可能にしている。これらが通話中の切替えをサポートしていないのに対し、SIP (Session Initiation Protocol) [5]システムや位置指向のマルチメディアのためのモバイルエージェントシステム [6]では、セッションの再確立機構により、通話中のデバイス切替えを実現している。デバイス切替えのシステムとして、携帯端末とPC間のJava^{*2}アプリケーション移行システム [7]や、Webセッションの状態を保持したままデバイスの変更を可能とする技術 [8]も開発されている。

しかし、従来のセッション管理技術は、複数デバイスの同時利用やローカルデバイスと外部ホストの接続をサ

ポートしておらず、アプリケーション自身の対応を必要とする。また、情報家電やセンサなどの各デバイスがセッション管理機能を持つことを前提とするため、既存システムへの適合が課題である。MATは、端末指向のセッション管理技術によって、これらの問題を解決する。さらに、従来の技術では、セルラや内蔵デバイスへのハンドオフが完了する前に、利用中の無線LANや外部デバイスが利用不可能になると、通話や音楽配信が途切れる恐れがある。デバイスのウォームアップやセルラのダイヤルアップ接続などのセットアップ、セッション再確立のための遅延がこの問題を引き起こす。MATは、周囲のリソースの先行的なセットアップと新旧両方のリソースの同時利用により、この解決を図る。

3. 環境適応型端末アーキテクチャ MAT

図2(a)にエージェントをミドルウェアとするMATの構成を示す。本章では、図2(b)に示すハンドオフの手順に従ってMATの各モジュールを説明した後、シームレスハンドオフの手順を述べる。図中の「テーブル」は、仮想ソケットと各デバイス、無線アクセスを関連付けるセッション管理テーブル、「ポリシー」はユーザやアプリケーションの好みや要求を保持するリストである。また、通信プログラムは一般にソケットライブラリを利用して通信処理を行うが、MATはメディア入出力を行うアプリケーションの開発を支援するために、仮想ソケットライブラリを提供する。仮想ソケットの内部に、リソースのセットアップと解放、セッションが変化する際のルーチング、ソケットの作成・破棄などの処理が隠蔽され、アプリケーションは複雑なセッション管理から解放される。

3.1 構成

(1) インタフェース監視

このモジュールは、ネットワークインタフェースの監視と、SLP (Service Location Protocol) やJini^{*3}、UPnP (Universal Plug and Play)、UDDI (the Universal Description, Discovery and Integration)、Bluetooth SDP (Bluetooth Service Discovery Protocol) などのサービス/デバイス発見プロトコルにより、利用可能なリソースの発見や利用中のリソースの無効化の検出を行う。そして、変化を検出すると、ハンドオフ制御のモジュールを起動する。無線アクセスの利用可能性の判断メトリック

*2 Java : 米Sun Microsystems社が提唱しているネットワークに特化したオブジェクト指向型開発環境である。

*3 Jini : 米Sun Microsystems社が提唱するJavaベースの分散システム技術。

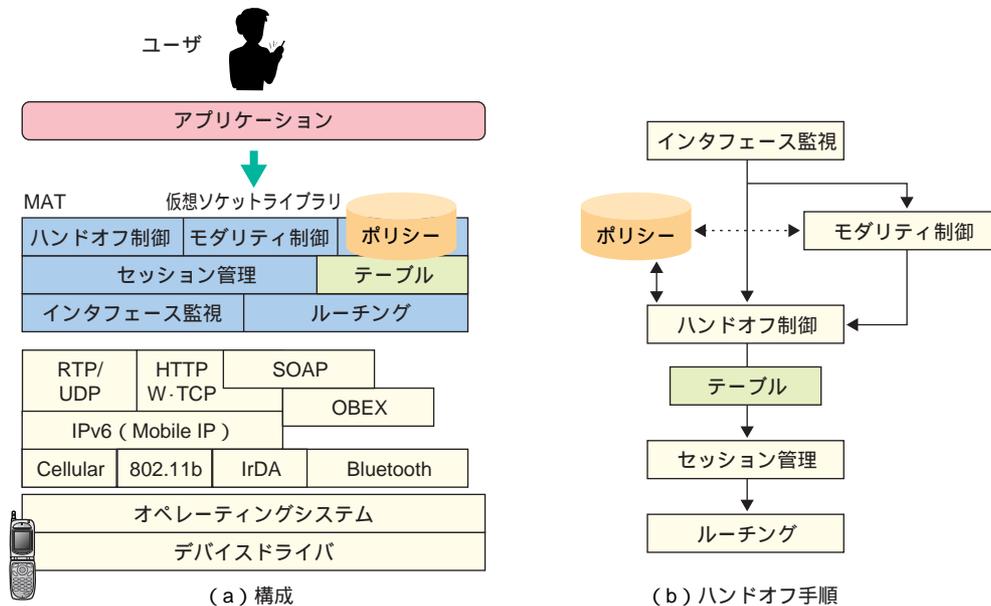


図2 環境適応型端末アーキテクチャ MAT

は受信信号強度やフレームエラー率であり、デバイスの場合にはユーザとデバイスの位置関係や距離が一般的である。各デバイスは、メディア入出力を行う IP アドレスやポート番号、転送/制御プロトコル、サービスエリアをサービスディレクトリへ登録する。サービスエリアは、場所の名称や緯度経度などの座標系で指定される。

(2) ハンドオフ制御

このモジュールは、その時点・場所で利用可能なリソースの情報からポリシーに従ってリソースを切り替えるかどうかを判断し、セッション管理テーブルの該当箇所を切替先のリソースの内容に更新する。例えば、ビデオ電話のユーザがビデオ入力インタフェースの選択に対して優先度に基づくポリシーを持つ場合、複数のカメラが利用可能な部屋では優先度の高いカメラが選択される。優先度以外にも、ディスプレイサイズやサラウンド機能、伝送速度、コストなどの属性を利用したルールや、センサネットワークから得られるユーザの状況に基づくアルゴリズムも考えられる。

(3) モダリティ制御

センサネットワークにより、エージェントに対してユーザが歩いているのか、座っているのか、他者が近くにいるのかといった状況が与えられれば、よりきめ細かなデバイス選択やメディアの提示・入力手段（モダリティ）を制御できる可能性がある。例えば、メールアプリケーションが到着したメールを身の回りのデバイスを使って提示する際、ユーザが静止している場合は近くの外部ディスプレイに全文を表示し、歩行中は外部スピー

ーカにより音声で再生、他者が近隣に存在する場合は内蔵ディスプレイに要約テキストを表示するなどの選択肢を制御できる。しかし、ユビキタス環境の各エリアにおいて、センサの種類やユーザ状況の認識方法・表現、アプリケーションの制御条件（例えば、メール読上げの音量設定など）が異なるため、環境全般にわたってグローバルなセンサ表現や条件によってルールを記述することは困難である。

本研究では、この問題に対し、環境の各エリアで、センサ値とアプリケーションの制御条件を組にしたローカルなルールを、ユーザや開発者に定義させる手法をとる。各エリア固有のセンサやその場所の意味や特性を反映したルールを構築することで、多様な実世界環境でもロバストに動作するシステムが実現できると考える。ただし、ユーザや開発者がルールを追加する負担を減らすために、システムの稼動中にその挙動を教示・修正して、ルールに反映させる、自律機構の検討が必要とされる。

(4) セッション管理

セッション管理モジュールは、ハンドオフ制御のモジュールをテーブル更新することによって起動される。図3に出力インタフェース切替えの際のセッション管理シーケンスを示す。グローバルデバイスの場合（図3(a)）、MH1はデバイスのセットアップ後、MH2にそのIPアドレスとポート番号を通知する。MH2は通知に従って自身のテーブルを更新し、MH1を経由せずに、直接外部デバイスにメディアを転送する。入力インタフェースを切替

える場合、MH1はそのデバイスにMH2のIPアドレスとポート番号を通知して直接MH2にメディア転送をさせるところが異なる。一方、ローカルデバイスの場合（図3(b)）、MH1は自身のテーブルを更新し、MH2からのメディア転送をデバイスに中継する。入力インタフェースの場合も同様に、MH1は自身のテーブルを更新し、デバイスからの入力をMH2に中継する。これらに対し、ネットワークインタフェースの切替は、MH1とMH2のみでシグナリングが行われる。MH1がMH2に新しいネットワークインタフェースのIPアドレスを通知すると、MH2は自身のテーブルをスキャンし、MH1の古いネットワークインタフェースのIPアドレスを含むエントリをすべて更新する。

このように、端末エージェントがセッションを管理するため、出力デバイスが指定のポートで受信する能力や入力デバイスが要求された宛先にメディアを送信する能力を持っていれば、ハンドオフが可能である。また、本アーキテクチャは、エンド・エンドのモデル以外に、エージェントを導入していない既存ホストのためのプロキシモデルにも対応する。この場合、既存ホストから隠蔽した形で、MH1とプロキシの間でセッション管理が行われる。

3.2 シームレスハンドオフ

途切れのないハンドオフを実現するためには、各インタフェースのセットアップ時間およびセッション管理のシグナリング時間を削減するか、先行処理やリソースの冗長的な利用によってその遅延を隠蔽する方法が考えられる。前者は、商用のセルラサービスやデバイスのセットアップ時間の削減を要求するため、既存システムへの適用性やコストに課題がある。本稿で提案するプロアクティブ型ソフトハンドオフ方式は、後者のアプローチに基づき、先行的な周辺リソースのセットアップ（プロアクティブ制御）と、切替中に新旧のインタフェースを冗長的に利用するソフトハンドオフ機構を組み合わせている。

プロアクティブ制御はハンドオフ制御のモジュールに組み込まれ、ユーザが今後、移動する可能性のある周辺エリア（準備エリアと呼ぶ）に存在するリソースを前もってセットアップする。準備エリアはユーザやアプリケーション

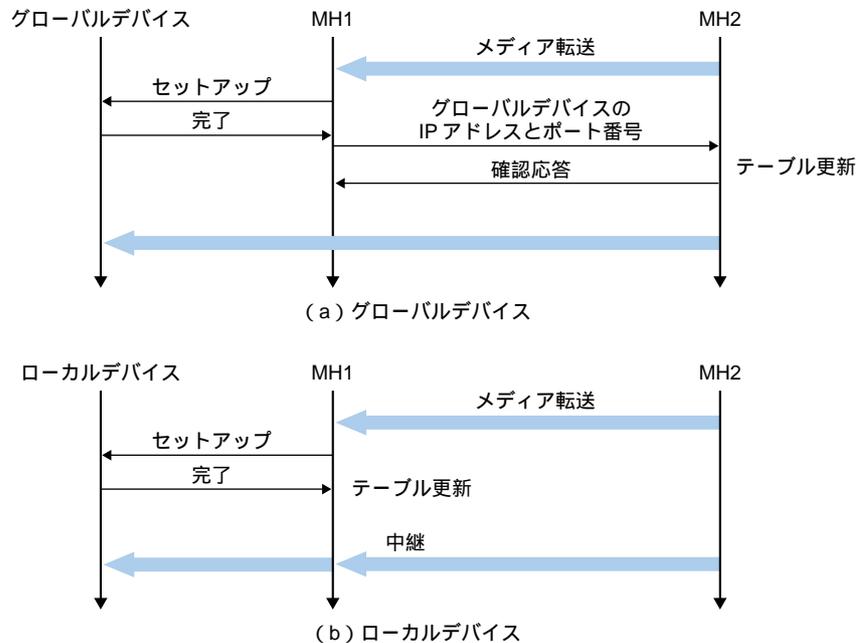


図3 出力インタフェース切替のセッション管理シーケンス

のポリシーとして、ユーザからの距離（半径20m以内や2ブロック以内など）で与えられる。ハンドオフ制御のモジュールはサービスディレクトリへの問合せによって、準備エリアに存在するリソースの情報を獲得し、ハンドオフポリシーに適合するリソース（例えば、高優先度のデバイスやそのエリアで選択されるべきネットワークインタフェース）に限定して先行的にセットアップを行う。また、セットアップされたものの、準備エリアからはずれたリソースは解放される。

一方、ソフトハンドオフ機構はセッション管理モジュールに組み込まれ、ハンドオフの際に、セッション管理テーブルの古いセッションを維持したまま新しいセッションを追加することで、複数の冗長パスを利用可能にする。例えば、図3の出力インタフェースの切替の場合、MH1がソフトハンドオフフラグを有効にして、MH2にデバイスのIPアドレスを通知すると、MH2はMH1へのメディア転送のセッションを維持しつつ、グローバルデバイスとのセッションを確立する。このとき、MH2のテーブルには、MH1とそのデバイスの両方が送信先として設定され、冗長な転送が行われる。MH1がハンドオフ完了をMH2に通知すると、古いセッションは削除され、ソフトハンドオフが終了する。ネットワークインタフェースの切替についても同様であり、MH1がMH2に無線LANからセルラへのソフトハンドオフを通知すると、無線LANインタフェースを含むセッションを維持したまま、セルラのセッションがテーブルに追加される。MH2はこのテーブルに従って、MH1の

両方のネットワークインタフェースに送信する。また、MH1からMH2への送信にも両方のインタフェースが利用される。

4. 実装と評価

MATに基づき、実験ハウスにテストベッドを構築し、アプリケーションとして「追っかけ音楽サービス」を実装した。

4.1 テストベッド

セルラと無線LANインタフェースを備える携帯ノートPC (MH) では、MP3再生機能を備えたアプリケーションが実行され、MP3ストリーミング配信サーバ (CH) からRTP (Real-time Transport Protocol) パケットを受信し、再生を行う。配信サーバ上でエージェントが動作するエンド・エンドモデル (図4) と、プロキシ上にエージェントを配置するモデルの両方を実装した。

MH上のエージェントは、1秒周期でロケーションサーバからユーザの位置を、サービスディレクトリからサービス発見プロトコルSLPを介してリソース情報を獲得し、インタフェースの監視とハンドオフ制御を行う。ロケーションサーバは、位置が既知のRFIDリーダが読み取ったユーザIDを受け取り、ユーザの位置情報を更新する。また、各部屋の天井に設置された6つの広角カメラから獲得した撮像画像の差分検出による位置検出も実現している。

一方、実験ハウスのリビングに、オーディオ出力インタフェースを備えるスピーカデバイス (グローバルとローカルデバイス) と無線LANアクセスポイントを配置した。デバイスのサービスエリアはリビング、無線LANのエリアはリビングとその隣の玄関ホールとしてサービスディレクトリに登録される。セルラや内蔵スピーカは実験ハウスの内外で利用可能である。デバイス上にもRTPパケットを受信可能なMP3再生プログラムが動作している。

4.2 実験

テストベッド上で、セッション管理機構の動作実験とハンドオフ方式の性能評価を行った。ユーザポリシーとして無線LANと外部スピーカに優先度を付与し、隣接1ブロックを準備エリアとして設定した。図4に示すように、ユ

ーザがMHを携帯してリビングから玄関ホールに移動すると、隣接1ブロックの屋外で選択されるべきセルラが優先的にセットアップされる。一方、屋外から玄関ホールへ移動する際、隣接1ブロックのリビングの外部デバイスが優先的にセットアップされる。

まず、無線アクセスのハンドオフについて、リビングから玄関ホールに移動して屋外に出た際 (図4) の各無線インタフェースのスループット変化を図5に示す。リビングから玄関ホールへ移動すると、プロアクティブ制御が動作し、セルラ網の接続を始め、約10秒後に接続を完了する。次に時刻37秒で屋外に出たことが検出され、SOAP (Simple Object Access Protocol) によるソフトハンドオフのシグナリング (約2秒) の後、時刻39秒でセルラ網経由のパケット受信が始められる。以後、無線LANの品質が低下していくものの、セルラにより安定したスループットが提供され、シームレスなハンドオフが達成されている。

一方、比較のために実装した従来方式は、無線LANインタフェース速度を1秒周期で監視し、品質低下によってその速度が2Mbit/s以下になった際にセルラへハンドオフする。図5の時刻43秒で速度低下が検出された後、セルラ接続とシグナリングが行われ、時刻57秒でセルラの受信が開始されるため、長時間の途切れが生じている。

次に内蔵デバイスとグローバルデバイス間のハンドオフについて、図4に示すように屋外から玄関ホールに入って

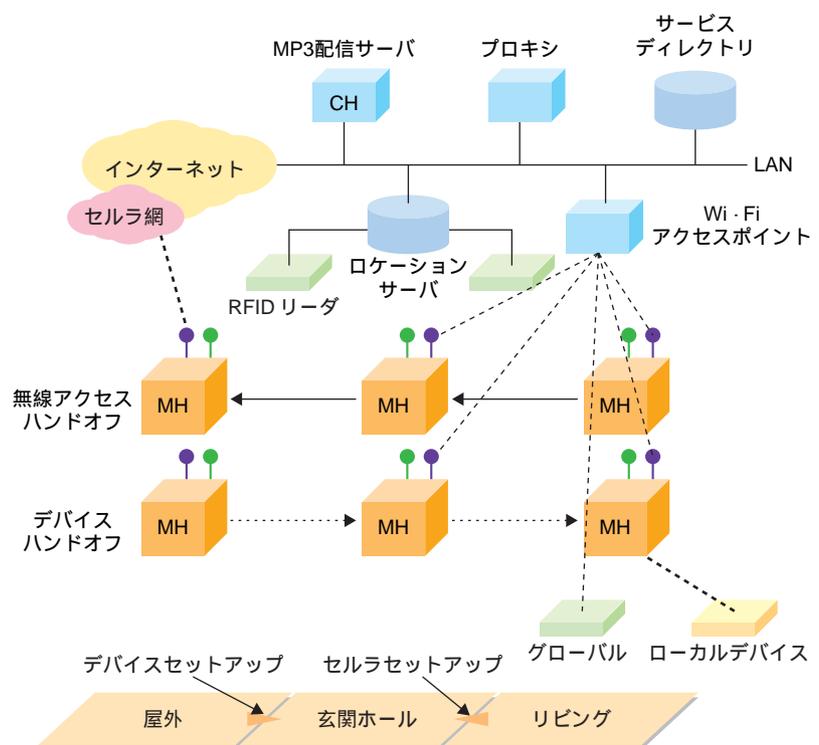


図4 テストベッド

リビングに移動する際のスループットを図6に示す。ユーザが玄関ホールにいる際にデバイスのセットアップ(約8秒)が先行的に行われ、リビングに入った際(時刻8秒)には、ソフトハンドオフのシグナリングの2秒の遅延の後、即座にハンドオフが完了する。本実験では、配信サーバからグローバルデバイスにRTPストリームが直接的にリダイレクトされ、自動でオーディオ出力が内蔵デバイスから外部スピーカへと切り替わったことを確認した。一方、ローカルデバイスに対しては、同一のLANに接続している無線LANインタフェースを介してMHが中継を行うことでハンドオフを達成できた。

一方、従来方式の場合、時刻8秒にセットアップを開始し、ハンドオフ完了は時刻18秒まで遅れる。また、シグナリングの遅延により、デバイスの切替えの際にオーディオ出力の途切れが生じている。提案方式がプロアクティブ制御により、ユーザ移動への追従性を向上できること、外部・内蔵スピーカの両方に出力するソフトハンドオフ機構により、再生の途切れを隠蔽できることを本実験により確認した。

5. あとがき

本稿では、遍在するデバイスや無線アクセスなどのリソースの変化に自律的に適応し、透過的なサービスを提供するユビキタスインタフェース技術として、環境適応型端末アーキテクチャMATを提案した。また、端末指向のセッション管理技術とシームレスなハンドオフ方式を提案し、実装と実験によってその有効性を確認した。

今後は、セキュアなセッションのハンドオフ、異なる入出力能力を持つデバイスのためのトランスコーディング機構の導入や複数の入出力デバイス間のメディア同期手法の検討などが課題である。

文献

[1] M.Stemm and R.H.Katz. Vertical handoffs in wireless overlay networks. Mobile Networks and Applications Vol.3, No.4, pp.335 - 350, 1998.
 [2] A.C.Snoeren,H.Balakrishnan, An end-to-end approach to host mobility, Proceedings of the sixth annual international conference on Mobile

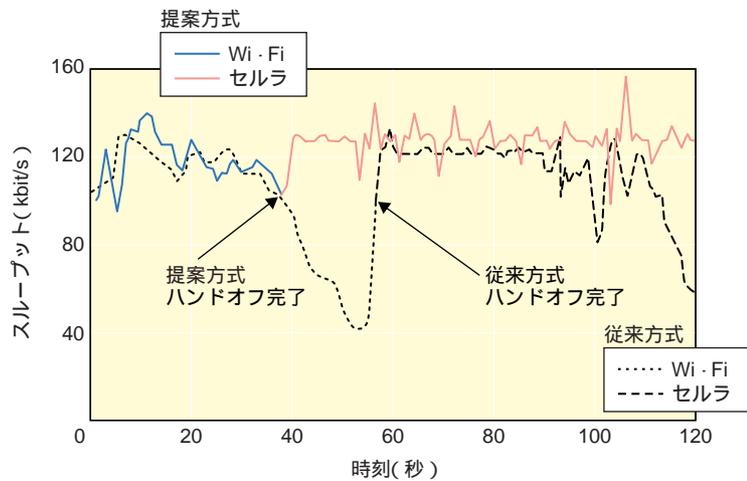


図5 無線アクセスハンドオフ

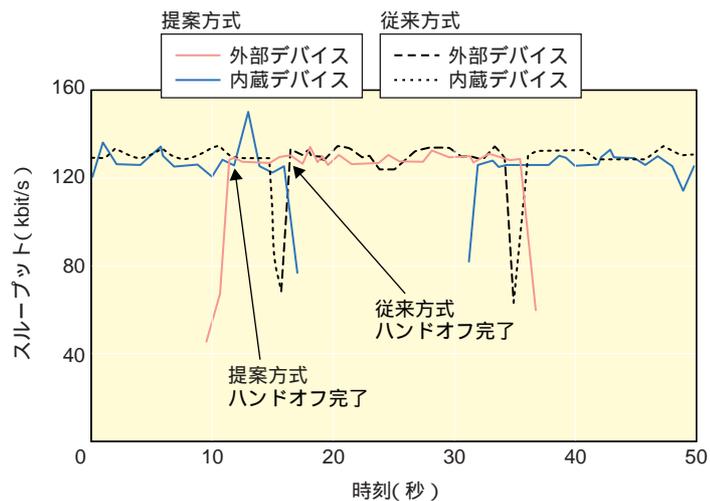


図6 デバイスハンドオフ

computing and networking, p.155 - 166, August, 2000.

[3] P.Maniatis, M.Roussopoulos, E.Swierk, M.Lai, G.Appenzeller, X.Zhao, and M.Baker.The Mobile People Architecture. ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), July 1999.
 [4] H.J.Wang, B.Raman, C.Chuah, R.Biswas, R.Gummadi, B.Hohlt, X.Hong, E.Kiciman, Z.Mao, J.S.Shih, L.Subramanian, B.Y.Zhao, A.D.Joseph, and R.H.Katz. ICEBERG:An Internet-core network architecture for integrated communications. IEEE Pers. Comm., (Special Issue on IP - based Mobile Telecommunication Networks.), 2000.
 [5] MH1ndley, H.Schulzrinne, E.Schooler, and J.Rosenberger. SIP: session initiation protocol, May 1999.IETF RFC 2543.
 [6] J.Bacon, J.Bates, and D.Halls. Location - oriented multimedia. IEEE Personal Communications Vol.4, No.5, pp.48 - 57, 1997.
 [7] H.Chu and S.Kurakake. ROAM (Resource-aware application migration) system. The 5th World Multi - Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001), July 2001.
 [8] H.Song, H.Chu, N.Islam, S.Kurakake, and M.Katagiri, Browser State Repository Service, Proceedings of First International Conference, Pervasive 2002, Zürich, Switzerland, August 26 - 28, 2002. Springer: Lecture notes in computer science LNCS 2414.

用語一覧

Bluetooth SDP : Bluetooth Service Discovery Protocol
CPU : Central Processing Unit
DNS : Domain Name System
GPS : Global Positioning System (全地球測位システム)
ICEBERG : Internet CELLular BEyond the thiRd Generation
IMT - 2000 : International Mobile Telecommunications - 2000
(第3世代移動通信)
IPv6 : IP version6
IrDA : Infrared Data Association
LAN : Local Area Network
MAT : Mobile Adaptive Terminal architecture
(環境適応型端末アーキテクチャ)
MPA : Mobile People Architecture
OBEX : OBject EXchange protocol
RFID : Radio Frequency IDentification
RTP : Real - time Transport Protocol
SIP : Session Initiation Protocol
SLP : Service Location Protocol
SOAP : Simple Object Access Protocol
UDDI : the Universal Description, Discovery and Integration
UDP : User Datagram Protocol
UPnP : Universal Plug and Play (ユニバーサルプラグアンドプレイ)
W - TCP : TCP Profile over W - CDMA
Wi - Fi : Wireless Fidelity