

## ネットワークリソースを考慮した IMS 高速セッションハンドオフ方式の検討

伊藤学<sup>†</sup> 小森田賢史<sup>†</sup> 千葉恒彦<sup>†</sup> 横田英俊<sup>†</sup>

IMS (IP Multimedia Subsystem) は、IP 上で品質を保証したマルチメディアサービスを提供するための呼制御基盤である。移動端末は、移動体通信網のみでなく無線 LAN などのアクセス網間を移動しながら IMS に接続し、VoIP 等のサービスを利用することが可能である。端末の移動の際には、サービス中断時間の短縮と、通信品質の維持が望まれる。しかしながら、IMS では移動後にサービス継続処理が行われるため再開までに時間を要し、また移動先のアクセス網によっては要求品質を満たすリソースが確保できない場合もある。そこで、本稿では移動前に移動先アクセス網で付与される IP アドレスの取得を行い、このアドレスを用いて SIP セッションの再確立を行うことで、サービス中断時間の短縮だけでなく、要求リソースを満たすアクセス網へ適切に移動可能な方式を提案する。また、提案方式の実装、実証実験を行い、その効果を示す。

### A Study on IMS-based fast session handoff considering available network resources

Manabu Itou<sup>†</sup> Satoshi Komorita<sup>†</sup> Tsunehiko Chiba<sup>†</sup>  
and Hidetoshi Yokota<sup>†</sup>

IMS is a call control infrastructure to provide IP-based multimedia services with quality assurance. It will be seen in the near future that users begin to connect to IMS and use VoIP services while roaming between not only cellular networks but also multiple wireless LAN networks. When roaming, low service downtime and communication quality maintenance are desired. However, the downtime will be long because the procedure to continue services is performed after moving, and the required resources may not be reserved at the new network. In this paper, we propose a method to reduce the downtime and to choose the new network that satisfies required resources by obtaining the new IP address that will be assigned in the new network and reestablishing the SIP session before moving. We implement and evaluate the proposed method, and show its effectiveness.

### 1. はじめに

IMS (IP Multimedia Subsystem) は、IP 上で品質を保証したマルチメディアサービスを提供するための呼制御基盤である。IMS はアクセス網と独立に構成され、IMS を利用する移動端末は、3G 網のみならず、無線 LAN、WiMAX 等の無線アクセス網を介して接続することが可能である。また IMS では、端末の移動等により接続するアクセス網が切り替わり、IP アドレスが変更された場合においても、サービスの継続を可能とする機能が提供される。移動端末が複数の無線インターフェースを同時に利用できる状況では、サービスを中断させることなく無線の切り替えを行うことが可能であるが、現状ではコストや消費電力の観点から、複数無線インターフェースを同時に利用できない端末や単一无線インターフェースしか持たない端末（以下、単一无線モード端末と呼ぶ）が多く存在する。このような端末に対して、サービス中断時間の短縮を目的とした標準 [1]や研究 [2][3]がされているが、IP レイヤにおいてシームレスなモビリティの提供を目的としており、移動先のアクセス網における通信品質の維持は考慮されていない。

VoIP 等の IP サービスでは、アクセス網間を端末が移動する際、サービス中断時間の短縮だけでなく通信品質の維持も望まれる。しかしながら、単一无線モード端末の場合、移動後に IP アドレス取得と SIP セッション再確立処理を含むサービス継続処理が行われるため、サービスの再開までに時間を要する。また、移動後の SIP セッション再確立処理時にリソース確保要求を行うことから、要求品質を満たすリソースが確保できないアクセス網へ移動している場合、所望のリソース確保ができず通信品質の維持が困難となる。

そこで本稿では、移動前に SIP セッション再確立処理を試みることで、サービス中断時間の短縮だけでなく、要求リソースを満たすアクセス網へ適切に移動可能な方式を提案する。また、提案方式の有効性を確認するため、実機に実装して評価実験を行い、端末が移動する際のサービス中断時間の改善について示す。

本稿では、まず第 2 章で、単一无線環境におけるセッションハンドオフの動作概要について述べる。次に、第 3 章でその問題点を述べ、第 4 章でその問題点を解決する方式を提案する。第 5 章で実験及び結果について述べ、第 6 章にて考察について述べ、最後に第 7 章でまとめとする。

<sup>†</sup> (株) KDDI 研究所  
KDDI R&D Laboratories, Inc.

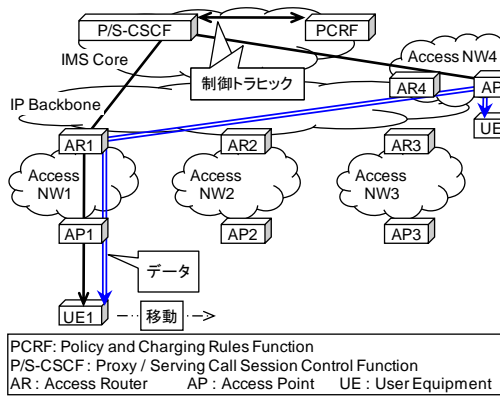


図 1 IMS ネットワーク構成  
 Figure 1 IMS Network Configuration

## 2. 単一无線モードにおける IMS セッションハンドオフ概要

### 2.1 IMS ネットワーク構成

図 1 に本稿で想定する環境における IMS 基本構成を示す。IMS コア内には、呼制御を行う SIP サーバである S-CSCF (Serving-Call Session Control Function), P-CSCF (Proxy-Call Session Control Function), リソース制御及びポリシー制御を行う PCRF (Policy and Charging Rules Function) などの IMS コア設備が設置されている。単一无線モード端末である UE (User Equipment) は、AP (Access Point) を介して無線アクセス網 (Access NW) に接続し、Access NW は IP 接続機能を提供する AR (Access Router) を介して IMS コアへ接続する。各 AR と IMS コアは、IP バックボーンを通して相互に通信可能である。本章では、アクセス網として無線 LAN アクセス網を想定して説明する。

### 2.2 単一无線モードにおける IMS セッションハンドオフ概要

図 2 に想定環境におけるセッションハンドオフの動作概要及びサービス中断時間を示す。尚、IPv6 基盤上で IMS を展開することを想定し、IP アドレスとして IPv6 を用いる。UE1 は無線 LAN のアクセスポイントである AP1 を介して Access NW1 へ接続されており、UE2 と SIP によるセッションを確立し VoIP による通信を行っているものとする (1)。UE1 は AP1 の電波強度低下などを契機に (2) AP サーチを行い、移動先 AP (AP2) を決定すると、接続するリンクを変更することで Access NW1 から

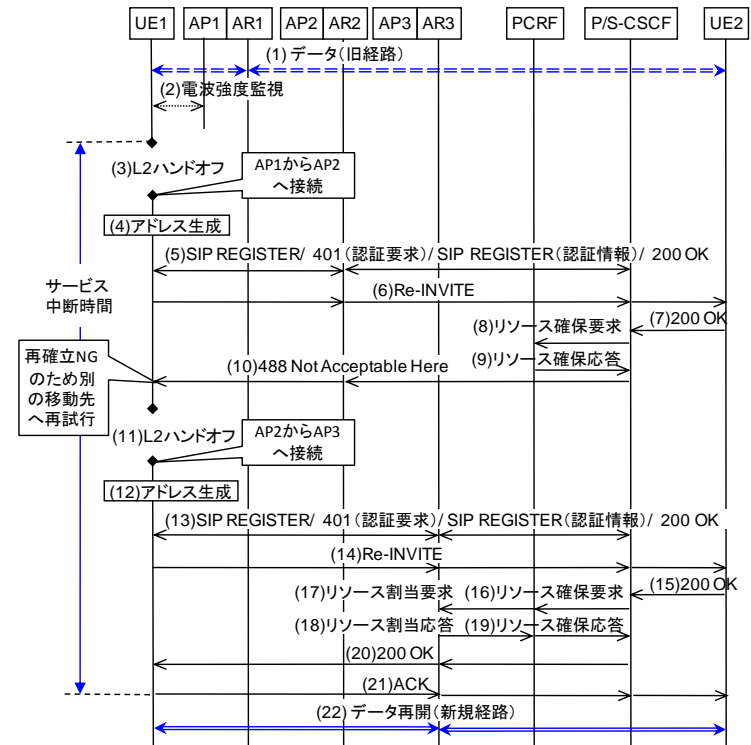


図 2 IMS におけるセッションハンドオフ動作手順  
 Figure 2 IMS-based Session Handoff Procedure

Access NW2 へ移動する (3)。UE1 は移動後、接続リンクの変更を契機に RS (Router Solicitation) を送信し、AR2 から RA (Router Advertisement) を受信することで Access NW2 での IPv6 アドレスを取得し (4)、SIP セッション再確立処理を行う。この再確立処理では、まず UE1 は SIP REGISTER メッセージにより、P-CSCF を経由し S-CSCF へ再登録を行い (5)、UE2 に対し Re-INVITE メッセージを用いた IPv6 アドレスの変更通知を行う (6)。P-CSCF は、Re-INVITE とその応答メッセージ (200 OK) (7) の SDP (Session Description Protocol) 情報をもとに PCRF に対し該当セッションのリソース確保要求を行う (8)。PCRF はその要求内容と Access NW2 のリソース状況及びポリシーに基づき、AR2 に対してリソース割当が可能かどうかを判断する。ここで、アクセス網の品質及びポリシー制御がアクセス網毎に異なることを想定し、図 1 の Access NW2 ではポリシー制御により UE1 の要求品質を満たすリソースが確保できないもの

とする。該当セッションの要求するリソースが確保できない旨の応答を UE1 が受け取ると (9, 10), UE1 は通信品質を維持するため、再度 AP サーチを行い、別の Access NW へ移動する。ここでは、Access NW2 から Access NW3 へ移動する (11)。UE1 は移動後、Access NW3 での IPv6 アドレスを取得し (12)、SIP セッション再確立処理を再度行う (13, 14, 15)。P-CSCF は PCRF に対し該当セッションのリソース確保要求を行い (16)、PCRF は AR3 に対してリソース割当を行う (17)。AR3 でのリソース確保が成功し (18, 19, 20)、SIP セッション再確立処理が完了すると (21)、UE1 は新しい IPv6 アドレスを用いて UE2 との通信を再開できる (22)。このようにして、移動端末が SIP によるセッションを確立して通信をおこなっている際に、別のアクセス網への移動により IPv6 アドレスが変更されると、端末はセッションを再確立し、移動前のセッションと対応づけることでサービスの継続処理を行い、新しい通信経路でセッションを再開することができる。本稿では、この動作をセッションハンドオフと呼ぶ。

ここでサービス中断時間は、図 2 に示す通り UE1 が API との接続を切断して (3) から SIP セッション再確立処理が完了して UE1 が ACK を送信する (21) までの時間となる。

### 3. セッションハンドオフの問題点

#### 3.1 セッションハンドオフにおける要求条件

IMS では、複数無線インターフェースを同時に利用できない端末や単一无線インターフェースしか持たない端末がアクセス網間を移動する場合においても、シームレスかつ品質を保証したサービスを提供するために、以下の要求条件を満たす必要がある。

##### [要求条件 1] サービス中断時間の短縮。

IMS におけるセッションハンドオフでは、移動後に取得した新しい IPv6 アドレスを用いて再度 SIP セッションを確立し、移動前のセッションと対応づけることでサービスの継続処理を行う。しかしながら、これらの処理が完了するまでサービスが中断されるため、この時間を短縮することが望ましい。

##### [要求条件 2] 要求リソースを満たす移動先の選択。

サービス品質保証のために、移動後の SIP セッション再確立処理の際、リソース制御サーバである PCRF によりリソース割当もしくはポリシー制御が行われる。しかしながら、移動先のアクセス網で要求したリソースが確保できない場合、端末は通信継続のために低品質な通信を行うか、要求リソースが確保できるまで別のアクセス網へ移動することが考えられる。このため、移動する際に要求リソースを満たす移動先を適切に選択できることが望ましい。

#### 3.2 高速セッションハンドオフ技術

上記の要求条件 1 で述べた通り、サービス中断を引き起こす主な処理は、端末が移動後に行う新しい IPv6 アドレス取得と SIP セッション再確立の処理である。もし、端末側において、一つのインターフェースに複数の IP アドレスが割り当てられることを仮定できれば、FMIPv6 [1] で規定されるアドレス事前取得と転送トンネル確立の技術を利用して、これらの処理時間を短縮する方式が考えられる。FMIPv6 は、MIPv6 [4] におけるハンドオフを高速化する技術であるが、端末がアクセス網において構成する気付アドレス (CoA: Care-of Address) のみを利用した通信にも応用することが可能である。具体的には、FMIPv6 と同様の方法により移動先で使用する新しい IPv6 アドレスを移動前に取得し、移動後の SIP セッション再確立中は移動前のアクセス網からの転送トンネルを用いることで通信を継続する。

図 1 の想定環境において、FMIPv6 を利用した IMS 高速セッションハンドオフ方式の手順を図 3 に示す。UE1 は UE2 と通信中 (1) に、通信中の無線 LAN アクセスポイントである API の電波強度低下 (2) などを契機に AP サーチを行い (3)、移動先 AP (AP2) を決定すると、AP2 の BSSID を RtSolPr (Router Solicitation for Proxy Advertisement) により AR1 へ通知する (4)。AR1 は、RtSolPr を受信すると、該当 BSSID に対応する情報として AR2 のリンクレイヤアドレスと IPv6 アドレス、及びプレフィックスを PrRtAdv (ProxyRouter Advertisement) により UE1 へ通知する (5)。UE1 は PrRtAdv に含まれる情報に基づき、移動先で使用する新しい IPv6 アドレス (NCoA: New CoA) を生成する (6)。次に UE1 はこの IPv6 アドレスと現在使用している IPv6 アドレス (PCoA: Previous CoA) との対応を、FBU (Fast Binding Update) にて AR1 へ通知する (7)。AR1 は FBU を受信すると、UE1 が生成した NCoA を HI (Handover Initiate) により AR2 へ通知する (8)。同時に、この HI により AR2 に対してバッファ要求を行う。AR2 は、この NCoA が使用可能かどうかを判断し、HI に対する応答として HAck (Handover Acknowledgement) を AR1 へ送信する (9)。AR1 はその応答を FBack (Fast Binding Acknowledgement) で UE1 へ転送する (10)。FBack を送信した AR1 は、UE1 の PCoA 宛てのパケットを NCoA 宛てに転送するために双方向トンネルを確立する。この時点で、UE1 の PCoA 宛てのパケットは AR1 により AR2 へ転送され、HAck の送信を契機にバッファ可能となっている AR2 でバッファされる (11)。UE1 は Access NW2 へ移動し、接続するリンクの変更 (12) を検知すると、移動完了の旨を UNA (Unsolicited Neighbor Advertisement) により AR2 へ通知する (13)。UNA を受信した AR2 は、AR2 内でバッファしていたパケットを UE1 へ転送する (14)。このようにして UE1 は移動後、AR1 と UE1 との間に確立された双方向トンネルを利用して UE2 と通信を行う。そして、UE1 は UE2 との通信を維持しながら、SIP の再確立処理を行う (15~20)。ここで、UE1 がセッションの再確立が失敗した旨の通知を受け

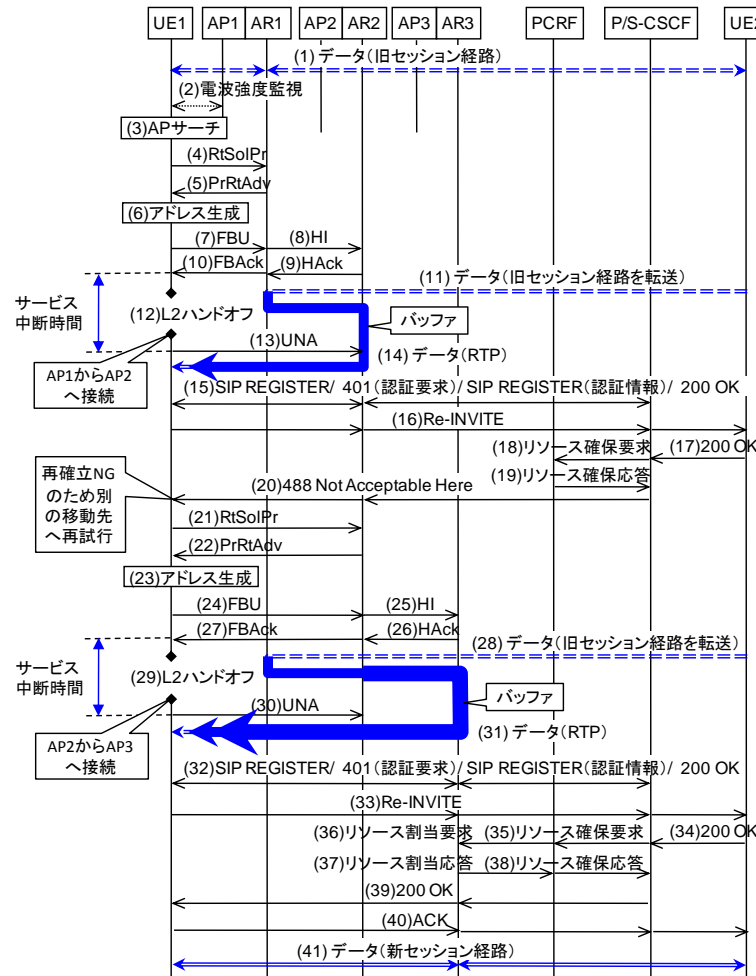


図3 FMIPv6を利用したIMSセッションハンドオフ手順  
 Figure 3 IMS-based Session Handoff Procedure by Using FMIPv6

取ると (20), これを契機に次の移動先である Access NW3 で使用する IPv6 アドレスを取得後, Access NW3 へ移動し (21~31), Access NW3 で再度 SIP の再確立処理を行

う (32~40). この間 UE2 からのデータは, AR1 により Access NW2 における UE1 のアドレス宛てに転送されるが, そのデータは AR2 が Access NW3 における UE1 のアドレス宛てに転送することとなる. SIP の再確立処理が完了すると, UE1 は UE2 と新しく確立した経路で直接通信が可能となる (41).

ここでサービス中断時間は, 図 3 で示す通り FBACk 受信 (10) から UNA 送信 (13) までの時間と, UE1 が Access NW2 から Access NW3 へハンドオフする際の FBACk 受信 (27) から UNA 送信 (30) までの時間の二回生じる. 以上のことから, FMIPv6 を利用した方式では, サービス中断時間の短縮は可能だが, 要求リソースを満たす移動先を適切に選択することができるとは言えない. そのため, 要求リソースが確保できるまで移動を繰り返し, その度にサービスの中断が発生することとなる. また, FMIPv6 のトンネルは FBU の lifetime と同じ値でタイマ管理されていることが多く, 移動を繰り返す過程でタイマが満了になりトンネルが削除されると, SIP セッションの再確立が完了するまでサービスが中断されることとなる.

#### 4. リソースを考慮した高速セッションハンドオフ方式の提案

##### 4.1 検討方針

IMS においてシームレスかつ品質を保証したサービスを提供するため, サービス中断時間の短縮に加えて, ハンドオフの際に要求リソースを満たすアクセス網へ適切に移動することを可能とする方式を検討する. 本稿では, 移動前に SIP セッションの再確立処理を試みることで, 事前に移動先でのリソース確保要求が可能なることに着目し, 移動前に移動先アクセス網で付与される IPv6 アドレスの取得を行い, このアドレスを用いて SIP セッションの再確立を行う方式を提案する. この提案方式により, 移動先のアクセス網で端末の要求品質を満たすリソースが確保できない場合には, 別のアクセス網への再試行を移動前に行うことが可能となる.

##### 4.2 提案方式概要

図 4 に提案方式の概要を示す. 図中では, UE1 が UE2 と通信中に Access NW1 から Access NW2 へ移動する際の様子を示している. UE1 は, 移動前に Access NW2 での IP アドレスを取得し, このアドレスを用いて通信できるよう, AR2 との間にトンネルを確立する. UE1 は, このトンネルを利用して SIP セッションの再確立を行う. SIP セッションの再確立処理が完了すると, UE2 からのデータは AR2 からトンネルを経由して, Access NW1 の UE1 へ転送される. その後, UE1 は Access NW2 へ移動する. その際, 端末は AR2 へデータの転送を解除するよう通知する. 端末は, 移動先での再確立処理が完了しているため, 移動後即座に通信を再開できる. 尚, 移動中は AR2 がデータをバッファし, UE1 の移動後に UE1 へバッファしたデータを転送する. これらの動作により, サービス中断時間を短縮するだけでなく, 要求リソースを満たすアクセス網へ適切に移動することが可能となる. この提案方式の動作詳細手順を次節で述べ

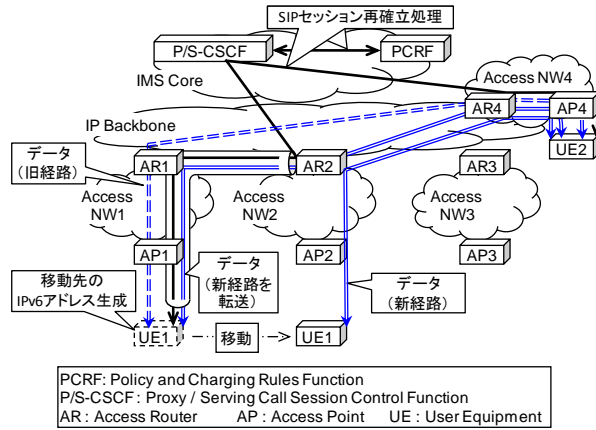


図 4 提案方式による IMS セッションハンドオフ動作概要

Figure 4 IMS-based Session Handoff Scheme by the Proposed Method

る。

#### 4.3 提案方式シーケンス

図 5 に提案方式であるリソースを考慮した高速セッションハンドオフ方式の動作詳細手順を示す。尚、図中では Access NW2 において端末の要求品質を満たすリソースが確保できないため、セッションの再確立に失敗し、端末は次の移動先である Access NW3 へ再試行を行う手順を示している。UE1 は無線 LAN のアクセスポイントである AP1 を介して、Access NW1 へ接続されており、UE2 と SIP によるセッションを確立し VoIP による通信を行っているものとする (1)。UE1 は通信中の無線 LAN アクセスポイントである AP1 の電波強度低下 (2) などを契機に、AP サーチを行い (3)、移動先の AP2 を決定すると、FMIPv6 での IPv6 アドレス取得と同様の手順で AR1 との RtSolPr/PrRtAdv (4, 5) により、移動先で使用する新しい IPv6 アドレス(NCoA)を生成する (6)。ここで、移動前の UE1 が、NCoA を用いて、AR2 経由で SIP セッション再確立処理を行えるようにするために、FMIPv6 で用いられる FBU をトンネル確立要求のトリガとして拡張し、接続中の AR1 ではなく移動先の AR2 へ通知する (7)。これにより、SIP セッション再確立後に確立される新しい経路上の (NCoA 宛) データを現在接続している Access NW1 へ転送させることが可能となる。FBU を受信した AR2 は、UE1 が生成した NCoA が使用可能かどうかを判断し、その応答として FBAck を UE1 へ送信する (8)。NCoA が有効な場合には、AR2 は、NCoA 宛てのデータを PCoA 宛てに転送する (およびその逆) ための双方向トンネルを確立する。次に、UE1 は

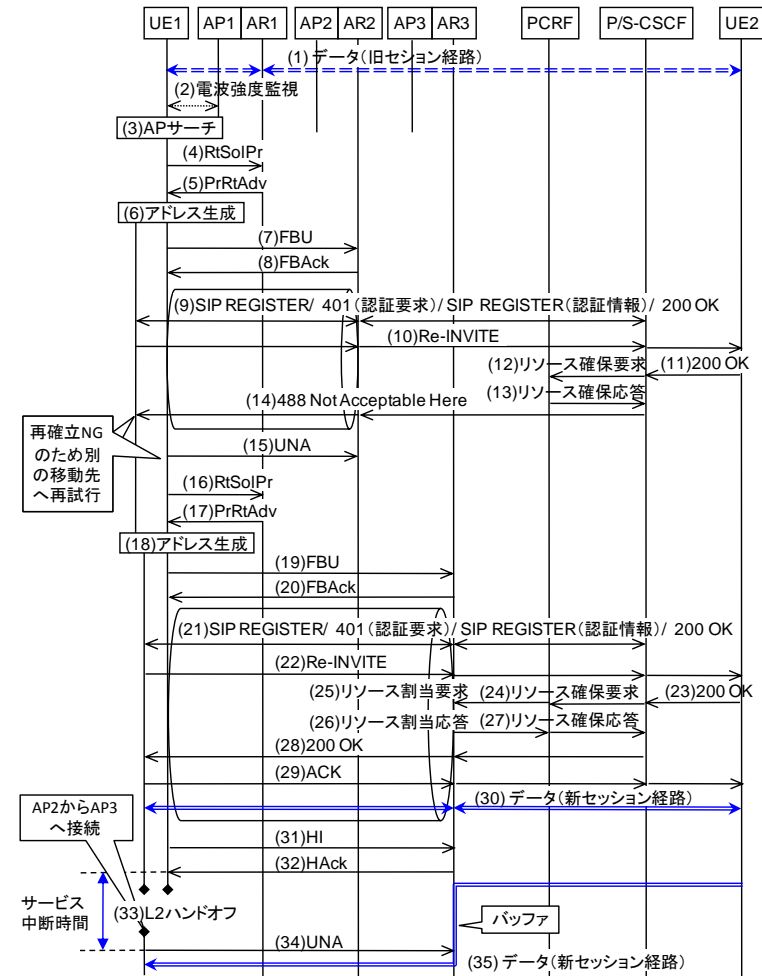


図 5 提案方式による IMS セッションハンドオフ手順

Figure 5 IMS-based Session Handoff Procedure by the Proposed Method

NCoA を用いて、SIP の再確立処理を行う (9~14)。UE1 からの SIP シグナリングは AR2 と UE1 との間に確立したトンネルを用いて送信される。ここでこの再確立処理において、UE1 がセッションの再確立が失敗した旨の通知を受け取ると、UE1 はトンネ

ルを削除するために、AR2へUNAを送信する(15)。そして、次の移動先である Access NW3へ再試行を行う。同様の手順で、AP3のBSSIDを用いて、移動先で使用される新しいIPv6アドレスを生成する(16~18)。UE1とAR3との間で双方向トンネル確立後(19, 20)、SIPセッションの再確立処理を行う(21~29)。SIPセッションの再確立処理が完了すると、UE2からのデータはUE1の新しいIPアドレス宛てに送信されるが、そのデータはAR3とUE1との間で確立されたトンネルを経由してAccess NW1のUE1へ転送される(30)。ここで、UE1が移動中の間はAR3でデータのバッファを行えるようにするために、UE1は移動する際にバッファ開始要求をAR3へ通知する必要がある。このバッファ開始要求のトリガとしてFMIPv6で用いられるHIのバッファフラグを利用するために、UE1がHIを送信できるよう拡張し、AR3へ通知する(31)。HIを受信したAR3は、その応答としてHACKをUE1へ送信し(32)、今までUE1へ転送していたデータをAR3内でバッファすることを開始する。HACKを受信したUE1は、Access NW3へ移動し、接続するリンクの変更(33)を検知すると、移動完了の旨をUNAによりAR3へ通知する(34)。UNAを受信したAR3は、AR3内でバッファしていたデータをUE1へ転送する(35)。また、このUNAによってAR3のトンネルは削除される。

ここでサービス中断時間は、図5で示す通りAccess NW1からAccess NW3へハンドオフする際のHACK受信(32)からUNA送信(34)までの時間となる。

## 5. 実装評価

### 5.1 実験ネットワーク構成

本提案方式の動作検証及びその有効性を確認するために、実機に実装し、実証実験

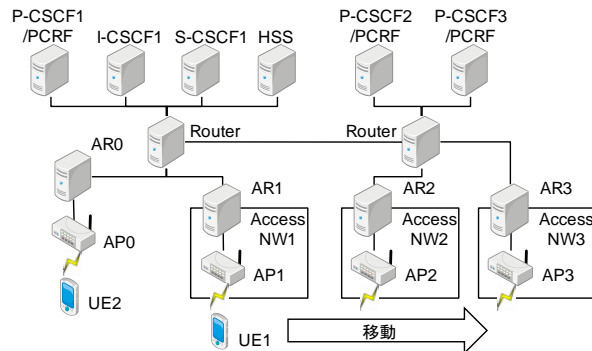


図6 実証実験に用いたネットワーク構成  
Figure 6 Experimental Network Configuration

表1 実験ネットワークの構成要素

Table 1 Experimental Network Components

ノード名	ハードウェア (CPU)	メモリ	OS
P-CSCF/PCRF I-CSCF S-CSCF HSS Router AR*	Core2Duo E8600 3.33GHz	4 GByte	Fedora 11
UE*	Android Dev Phone 1 ARMv6-compatible processor rev 2 (v6l) 384MHz	101MByte	Android 1.5r2
AP	IODATA WN-G54/R4		

(注) \*は提案方式のための機能追加を行ったノード

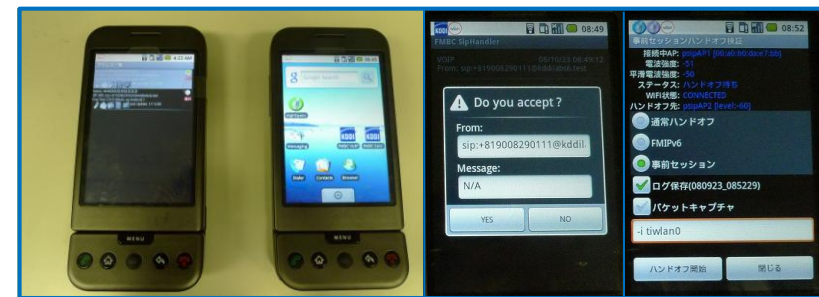


図7 実験に用いた端末と実装したアプリケーション  
(アドレス帳からVoIPアプリ起動(左), 着信画面(中), ハンドオフ検証ソフト(右))  
Figure 7 UEs and the Implemented Application

を行った。本実験ネットワーク構成を図6に、構成要素の諸元を表1に示す。本提案方式の機能実現のために機能追加を行ったノードを表中(\*)で示した。尚、アクセス網は無線LANを用いて構築した。IMSの構成要素であるP-CSCF, I-CSCF, S-CSCF, HSSには、オープンソースのOpenIMS [5]を用いた。PCRFには、オープンソースのUCT Policy Control Framework [6]を用いた。

今回の実験では、簡単のためP-CSCFとPCRFを同一マシンにセットアップし、Access NW毎にP-CSCF/PCRFを配置した。そして、Access NW2のポリシーをPCRFで設定することで、UE1の要求品質を満たすリソースを確保できないアクセス網を模

擬した。UE は、Android OS 上に IMS クライアント機能を実装 [7]したものを用いた。この UE と AR には、fmipv6.org [8]をベースに FMIPv6 を利用した高速 IMS セッションハンドオフ方式と提案方式の機能を実装した。使用した UE 及び実装した VoIP アプリケーションの外観を図 7 に示す。

### 5.2 評価・測定方法

評価指標として、セッションハンドオフの際のサービス中断時間を用いた。サービス中断時間については、通常のセッションハンドオフでは AP 切断から移動先の AP 接続までの時間、アドレス取得から SIP の再登録開始までの時間、SIP セッション再確立処理時間の合計処理時間とし、FMIPv6 利用方式と提案方式では、バッファ開始から AP 切断までの時間、AP 切断から移動先の AP 接続までの時間、AP 接続後からバッファ解除までの時間の合計処理時間とした。尚、移動先のアクセス網で端末の要求品質を満たすリソースが確保できずに別のアクセス網へ再試行を行う場合のサービス中断時間は、それぞれ図 2, 図 3, 図 5 に示した時間となる。測定では、図 6 で示した実験ネットワークにおいて、UE1 と UE2 が双方向にペイロードが 180 バイトの RTP (Real-time Transport Protocol) パケットを 20ms 間隔で送信中に、UE1 を Access NW1 から Access NW2 へ移動させた。さらに、Access NW2 で UE1 の要求品質を満たすリソースが確保できない状況を想定した場合の再試行を伴うセッションハンドオフについても測定も行った。測定はそれぞれ 5 回実施し、その平均値を測定結果とした。尚、ハンドオフトリガについては、接続中の AP の電波強度の指数平滑値 ( $A_t = \alpha A_{t-1} + (1-\alpha)a_t$ ) を監視し、閾値以下検出でハンドオフを起動させた。ここで、 $a_t$  は時刻  $t$  に取得した AP の電波強度、 $A_t$  は時刻  $t$  の計算結果であり、今回の実験では  $\alpha=0.5$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) とした。また、AP のサーチは行わずに、近隣の AP 情報はあらかじめ端末に保持させた。

### 5.3 結果

実験結果について、図 8 にサービス中断時間、図 9 に再試行を伴う場合のサービス中断時間について示す。実験結果から、通常のセッションハンドオフにおける AP 切断から移動先の AP 接続までの時間、アドレス取得から SIP の再登録開始までの時間、SIP セッション再確立処理時間はそれぞれ 1350msec, 5000msec, 1600msec であり、サービス中断時間は約 8 秒に達することが分かった。一方で、FMIPv6 利用方式と提案方式におけるバッファ開始から AP 切断までの時間、AP 切断から移動先の AP 接続までの時間、AP 接続後からバッファ解除までの時間はそれぞれ 650msec, 1350msec, 450msec であり、サービス中断時間は約 2.5 秒であった。FMIPv6 利用方式と提案方式ではアドレス取得から SIP の再登録開始までの時間を短縮でき、また SIP セッション再確立処理中はサービスが中断されないため、通常のセッションハンドオフと比較してサービス中断時間は約 5.5 秒短縮されている。再試行を伴う場合のサービス中断時間については、図 9 に示した通り、通常のセッションハンドオフでは再試行を行う度

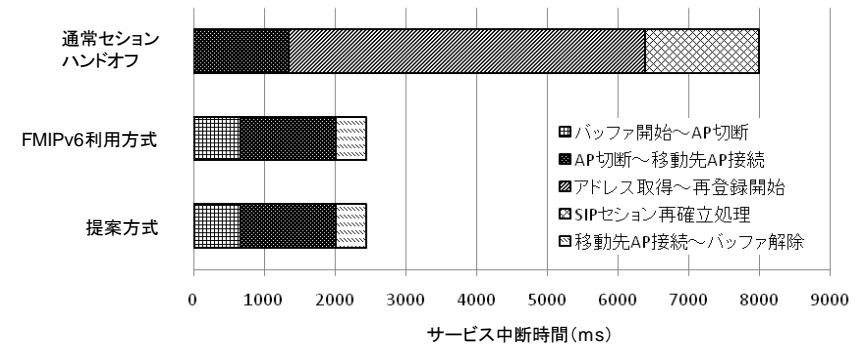


図 8 サービス中断時間  
 Figure 8 Service Downtime

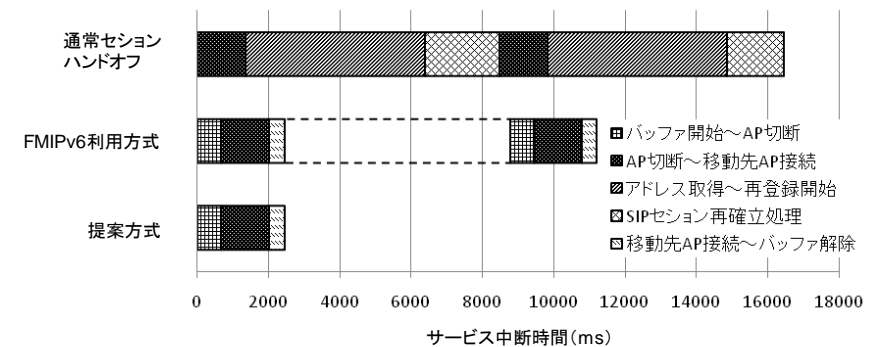


図 9 サービス中断時間 (再試行)  
 Figure 9 Service Downtime (Retry)

にサービス中断時間が延長されている。そして、FMIPv6 利用方式では再試行を行う度にサービスの中断が断続して生じている。一方で、提案方式では再試行を伴う場合でもサービス中断時間は変わらないことが確認できた。

## 6. 考察

本実験より、提案方式の動作、及びその有効性を確認できた。移動前に SIP セッションの再確立を行うことで、要求リソースを満たすアクセス網へ適切に移動が可能のため、サービス中断時間の短縮及びサービスが中断される回数を削減することが可能となった。今後の動作検証として、トンネルを利用したことによるオーバーヘッドが通信品質に与える影響を評価する必要がある。

今回の実装では、端末に Android Dev Phone 1 を使い、既存方式及び提案方式の制御を Android アーキテクチャに備えられている Java の API メソッドを利用して Android アプリケーション上に実装したため、各処理に時間を要し、サービス中断時間が長くなっている。従って、実用化に向けた実装の際には、Linux の Native アプリケーション上に実装する必要がある。

## 7. おわりに

本稿では、無線 LAN アクセス網間を移動しながら IMS に接続してサービスを利用する環境において、サービス中断時間の短縮と通信品質の維持が必要であることを述べた。これらを満たすため、移動前に SIP セッション再確立処理を行うことで、サービス中断時間の短縮だけでなく、要求リソースを満たすアクセス網へ適切に移動可能な方式を提案し、実証実験によりその動作と有効性を示した。最後に日頃御指導頂く KDDI 研究所秋葉所長に深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) R. Koodli.: Mobile IPv6 Fast Handovers, IETF RFC 5568 (2009).
- 2) Yong, L. Wentao, C. Depeng, J. Lieguang, Z.: Seamless handoff scheme for real-time application in the wireless IPv6 networking, Anti-counterfeiting, Security and Identification. ASID, pp.136-139 (2008)
- 3) HAN, Y, TERAOKA, F.: SCTPmx: An SCTP Fast Handover Mechanism Using a Single Interface Based on a Cross-Layer Architecture, Trans. IEICE, Vol.E92-B, No.9, pp. 2864-2873 (2009).
- 4) D. Johnson, C. Perkins, and J. Arko.: Mobility Support in IPv6, IETF RFC 3775 (2004).
- 5) OpenIMS, <http://www.openimscore.org/>
- 6) UCT Policy Control Framework, [http://uctimsclient.berlios.de/policy\\_control\\_howto.html](http://uctimsclient.berlios.de/policy_control_howto.html)
- 7) 小森田賢史, 伊藤学, 千葉恒彦, 横田英俊: Android 端末における IMS クライアントの設計と実装, 通信方式研究会.CS, Vol.2009 (2009)
- 8) fmipv6.org, <http://www.fmipv6.org/>