

mPAN における高速セッション制御手法の検討

福家義英[†] 峰野博史[†] 鈴木偉元^{††} 石川憲洋^{††} 水野忠則[†]
[†] 静岡大学 ^{††} 株式会社 NTT ドコモ

1 はじめに

昨今、IMS (IP Multimedia Subsystem) や固定系端末と移動系端末の通信を連携する FMC (Fixed Mobile Convergence) といったサービスが注目されている。IMS が実現すると All-IP 化した媒体機器による融合したマルチメディアサービスの提供が可能となり、移動した先々でユーザの持つ移動系端末から周りに存在する周辺機器のサービス利用を可能とする mPAN (Mobile Personal Area Network) のように、FMC を拡張したサービスの現実性が高まる。

このような背景の下、我々は制御ポイントとなる携帯電話がブロードバンドで接続されたホームネットワーク上の情報家電と mPAN を形成する環境を想定し、mPAN 内の入出力メディアストリーム(音声およびビデオ画像)をシームレスに周辺の入出力デバイスへ転送する方法を提案することで IMS の実現可能性を実証してきた [1]。しかし、IMS の持つ遅延問題に関しては未だ解決していない。

ここで、mPAN 環境における遅延短縮法の一つとして、ホームゲートウェイと情報家電が起動時に通信トラフィックの無いコネクションを張っておき、転送時に携帯電話の要求に応じて必要な通信トラフィックを復旧することでセッション確立時間を減少させる方法が考えられる。従って本稿では、その起動時特性を考慮し、かつ特性を活かした mPAN 環境内のコールフロー最適化およびシーケンス簡素化を行うことで、より高速なセッション制御を実現する手法を提案する。手法の有効性については、実装に基づいた実験により評価する。

2 mPAN

2.1 アーキテクチャ概要

図 1 に、システム全体のアーキテクチャを示す。本アーキテクチャは、通信相手 (CN)、mPAN を制御する携帯電話 (CP)、ホームネットワークに参加可能かつ mPAN に対応したディスプレイやスピーカ、固定電話といったデバイス (Dev)、ホームネットワークをインターネットと接続かつ mPAN に対応したホームゲートウェイ (GW) を基本構成要素とする。ここで、CN は mPAN であってもよい。制御メッセージには IMS 標準規格の SIP [2] を用いる。

GW で動作するバックツーパーバクユーザエージェント (B2BUA) は、プライベートネットワーク側とグローバルネットワーク側を担当する二つの SIP UA の機能を持つ。なお、SIP メッセージの統合配信を行う SIP サーバは B2BUA との統合を想定している。CP はインターネット上のノードと直接通信可能なネットワーク I/F と PAN を形成し、近隣のデバイスと通信可能なネットワーク I/F の二つを装備するものとする。CP の各ネットワーク I/F にはグローバルアドレス (gIP) とプライベートアドレス (pIP) が設定され、mPAN を形成可能とする。また、CN、CP、B2BUA は gIP を持ち、インターネットを介した直接通信が可能であると共に、B2BUA、CP、Dev は pIP を介してホームネットワーク内の通信を行う。現実には、SIP の REFER メソッド [3] と転送処理に特化するよう構築した OPTIONS メソッドを用いることで、CP を制御ポイントとした mPAN 制御、および CP 指示を反映する B2BUA を介した CN:Dev 間の 3PCC [4] によるメディアストリーム転送を実現している。

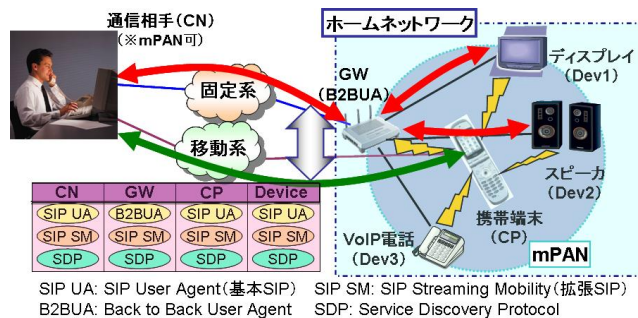


図 1 mPAN ストリーミングモビリティアーキテクチャ

2.2 遅延問題

図 1 中の固定系、移動系ネットワークの部分は IMS と想定できる。ここで、IMS はシステム制御に拡張性があるがメッセージサイズの大きい SIP を利用し、種々異なるネットワークを移動するため、セッションの EtoE で遅延が発生してしまう。このため制御反映までの遅れが存在し、ユーザに円滑なサービスが提供できない。実用化のためには特に影響が顕著に現れるセッション確立時間の短縮が不可欠である。

高速化に対する関連研究としては SIP メッセージ圧縮を考慮する SigComp [5] が挙げられるが、根本的なメッセージ数やセッション確立回数を減少させることはできない。一方、本研究では手順自体を最適化することでシグナリングメッセージの総合的な縮小を実現し、セッション制御の高速化を達成する。

2.3 遅延緩和に対する検討

図 2 に既存方式におけるコールフローを示す。メディアストリームの返納と切断に関するコールフロー、および各コールフローの詳細については [1] で述べ、本稿ではセッション制御時の高速化に関して言及する。

システムにおける SIP サーバへの各機器の登録処理は、CN や CP が通信サービス利用時に行うのに対し、B2BUA や各 Dev はシステム起動時に行う。この差は安定した電力供給環境かどうかの端末想定の違いである。B2BUA はシステムにおける云々 Proxy であり、同機で並列動作する SIP サーバ同様、サーバとしての役割も担う。

しかし、早期に SIP サーバへの登録が済んだとしても B2BUA:Dev 間の接続は行われぬ。既存方式におけるセッション確立手順はすべての場合において CP が起点となっているためである。また、既存方式における基本メディアストリーム転送時には CP が 3PCC によって B2BUA:Dev 間を常時管理するが、このような方法は CP の負担を増加させる原因となり、mPAN の設計ポリシーに反する。必要時のみ制御メッセージを送受信すべきである。以上から、B2BUA に各 Dev の情報を予め管理する上で CP が関与する必要がないことは明確であり、ここに改善点を見出せる。

3 mPAN における高速セッション制御手法

図 3 に提案方式におけるコールフローを示す。ただし、図 2 同様、メディアストリームの返納と切断に関しては割愛する。本方式の特徴は、ホームネットワーク上にある各 Dev が起動時に B2BUA とメディアストリーム接続を行い、Sleep 状態を待ち状態として待機する起動時処理にある。ここで、Sleep 状態とはメディアストリーム接続中に通信トラフィックを流さない機器負担の軽微な状態である。起動時処理により B2BUA と各 Dev 間の接続は完了しているため、mPAN 内には CP が CN からのメディアストリームを効率よく転送できる環境が準備されていることになる。

Low Latency Session Control Technique for Mobile Personal Area Networks
 Yoshihide Fuke[†] Hiroshi Mieno[†] Hideharu Suzuki^{††}
 Norihiro Ishikawa^{††} Tadanori Mizuno[†]
[†] Shizuoka University
^{††} NTT DoCoMo, Inc.

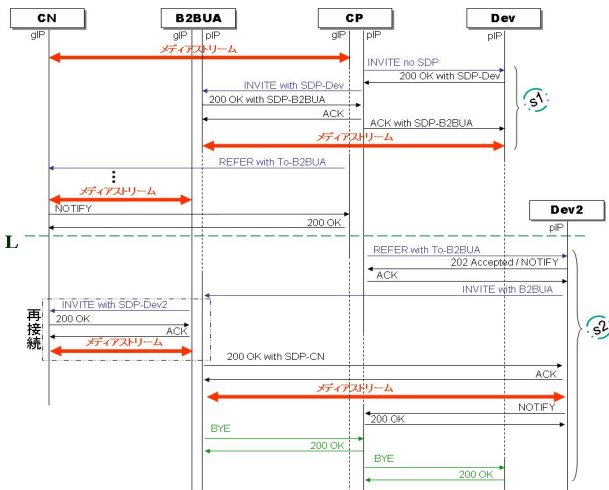


図 2 既存方式における転送コールフロー

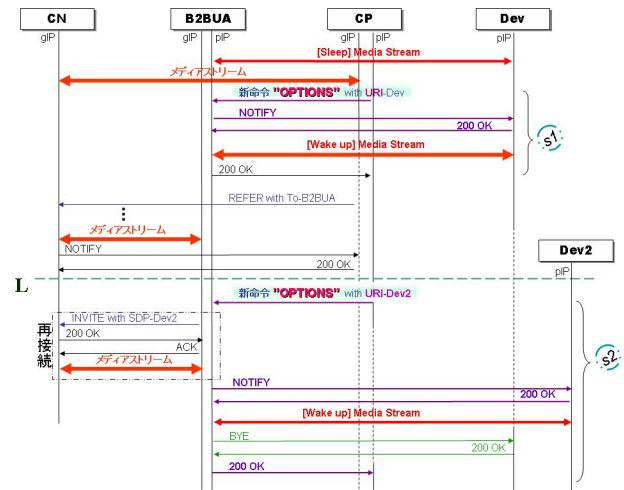


図 3 提案方式における転送コールフロー

3.1 基本メディアストリーム転送

図 3 における破線 L 上部が該当コールフローである。本方式では非 3PCC 型の mPAN 制御を実現するため、CP:B2BUA および CP:Dev の間にコネクションは確立させず、CP は転送開始の指示のみを B2BUA に行う。これによって mPAN 内の制御シーケンスが簡素化でき、CP における転送時のコネクション負荷も既存方式の 1/3 に減少する。転送メッセージを受理した B2BUA は指示に従って Sleep している対象 Dev へ Wake up 要求を出し、停止しているメディアストリームを復旧させる。復旧時間は微小である。以上の処理が図中 s1 に該当するが、本方式ではさらなる高速化を図るため、転送要求メッセージには従来の命令を用いず、転送制御に最適化した新命令 OPTIONS を用いる。

既存方式と本方式を比較すると、s1 における処理が改善される。改善率が顕著であることは接続確立時間の有無、メッセージ数およびメッセージサイズのすべてから明らかである。ただし、s1 以降の手続きについては最適であるため変更しない。

3.2 拡張 OPTIONS 命令

OPTIONS は SIP 仕様を定めた RFC3261 規格によって定義される命令である。本方式では規格の枠組みを超えない範囲でこの OPTIONS 命令を拡張し、コネクションの確立、SDP 呼応、状態遷移の制御、および ACK を必要としない情報伝達に特化した高速転送要求として構築、これを採用している。拡張した主たるヘッダ内容は以下の通りである。

- ・ Media Type Header
転送メディアタイプについて記述
- ・ Contact Header
転送先 Dev の URI について記述
- ・ Cn Header
CP の通信相手 CN の URI について記述

また、単一 mPAN における複数 CP の存在は既存方式では想定されていないが、現実的には必要不可欠な課題である。よって、本方式ではこれを考慮し、転送コールフローにおける排他制御をモデル化、OPTIONS メソッドに組み込むことで汎用性のある処理を実現している。

3.3 デバイス間メディアストリーム転送

図 3 における破線 L 下部が該当コールフローである。起動時処理によって B2BUA と新たな転送先 Dev2 の間についても接続が完了しており、さらに mPAN 管理に 3PCC を用いないため、CP では基本メディアストリーム転送時における s1 と処理を統一することが可能である。また、Dev2 のコーデックが Dev1 と同じであれば CN:B2BUA 間の再接続が省略可能となるため、最良の場合、ここではメディアストリーム接続の手続きを必要としない。

3.4 CP へのメディアストリーム返納と切断

本方式では mPAN の管理に 3PCC を用いないため、既存方式における CP:B2BUA および CP:Dev 間の切断手続きが省略可能である。また、既存方式では図 2 の s1,s2 で mPAN

の管理手法を変更していたため、返納処理におけるコールフローが場合によって受理されず、デッドロックに陥る危険性を持っていた。しかし、本方式では管理手法を統一しているため、安定してシステムを駆動することが可能である。

4 実装および性能評価

現在、本稿で述べた転送の全工程および拡張 OPTIONS 命令、単一メディアストリーム転送、複数 mPAN 通信への対応等その他の諸機能についても実装しており、デバイス間メディアストリーム転送以外の機能については動作確認も終了しているため、該当部についてはコールフローの正確性が実証できている。

また、性能評価として既存方式と提案方式における s1 部で発生する平均処理時間（実測値）、および関連研究として 2.2 項で挙げた SigComp の理論値を比較した。SigComp の理論値としては SIP メッセージ圧縮における最良ケースを仮定し、算出している。実験結果を表 1 に示す。表 1 より、既存方式に比べて約 90[%]、SigComp に比べて約 84[%] の遅延短縮を達成しており、提案方式がより高速な転送を実現していることがわかる。

表 1 転送時間比較

	既存方式	SigComp	提案方式
転送 s1	230.25[ms]	138.15[ms]	22.75[ms]

5 おわりに

本稿では、mPAN 環境における起動時特性により可能となる mPAN 環境内のコールフロー最適化およびシーケンス簡素化によって、より高速なセッション制御を実現する手法を提案した。さらに、実装に基づいた実験より性能を評価し、手法の有効性について実証した。提案手法では、コールフロー最適化によって制御に用いるメッセージ数およびメッセージサイズの削減を可能とし、シーケンス簡素化によってセッション確立回数の減少を達成する。また、総じて CP における消費電力の低下といった効果も得られ、これは mPAN の設計ポリシーに準じている。

今後は理論値とともにより詳細な実測値を評価し、IMS における遅延問題改善について考察する。

参考文献

- [1] 峰野博史, 他, “モバイル PAN におけるストリーミングモビリティの実装と評価,” DICOM 2006, pp.933-936,2006.
- [2] H. Schulzrinne, et al., “SIP: Session Initiation Protocol,” IETF RFC 3261, 2002.
- [3] R. Sparks, “The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method,” IETF RFC 3515, 2003.
- [4] J. Peterson, et al., “Best Current Practices for Third Party Call Control (3pcc) in the SIP,” IETF RFC 3725, 2004.
- [5] R. Price, et al., “Signaling Compression (SigComp) ,” IETF RFC3320, 2003.