

移動ネットワーク環境下でのアプリケーションの動的適応性

三屋 光史朗[†] 磯村 学[‡]

[†]慶應義塾大学 政策・メディア研究科 [‡]株式会社 KDDI 研究所

1 はじめに

移動ネットワークとは、そのネットワークに所属する移動ルータによって移動透過性が保証されるサブネットワークである。移動ルータは、移動透過性を実現するための機能を代表して実施するため、個々のノード自身は移動を意識することなくインターネットに接続できる [1]。移動ネットワークを実現する技術は、Mobile IP [2] の Host Mobility に対して Network Mobility (NEMO) と呼ばれ、パーソナルエリアネットワークや自動車、飛行機等への応用が検討されている [3]。

移動ルータは、複数の通信インターフェースを搭載し、それらを切り替えまたは同時利用するため、通信環境が動的に変化する。例えば、自動車に搭載される移動ルータの場合、駐車場やガソリンスタンドでは無線 LAN を使用し、道路走行中は携帯電話を使用することが想定される。一般に、無線 LAN は高帯域低遅延な狭域通信網であり、携帯電話は低帯域高遅延な広域通信網であるため、その通信環境は大きく異なる。しかし、現状では、アプリケーションが携帯電話の限られた帯域に合わせて設定されていたり、通常の輻輳制御ではこのような通信環境の変化に追従できないため通信が非効率になっている、という問題がある。

本研究の目的は、移動ルータの通信環境状態を移動ネットワーク上のノードまたその通信相手と共有することで、アプリケーションの振る舞いを状況に応じて変えることである。本研究では、これを、アプリケーションの動的適応性と定義する。アプリケーションが動的適応性を備えることにより、帯域の有効利用やより効率的な輻輳制御への応用できる。

本研究では、移動ルータ上の各通信インターフェースに ID を割当て、現在利用可能な通信インターフェースの ID を移動ネットワークまた移動ネットワークの通信相手に通知する機構を構築する。また、受信した ID に応じて、配信品質を動的に変化するビデオ会議システムを構築し、本研究で提案する手法の評価を行う。

なお、本研究は、KDDI 株式会社、株式会社 KDDI 研究所、京セラ株式会社、株式会社トヨタ IT 開発セ

ンターとの共同研究である。本研究で構築するシステムは、第 11 回 ITS 世界会議名古屋 [4]、慶應義塾大学ブースにてデモ展示を行う。

2 アプローチ

本研究における、アプリケーションの動的適応性とは、1) 移動ルータの通信環境状態を移動ネットワーク上のノードまたその通信相手と共有する機構、2) 移動ルータの通信環境状態に応じて振る舞いを変えるアプリケーションの 2 点によって実現される。

1) について：一般に、移動ルータを介した通信は、移動ルータが使用している通信インターフェースがボトルネックになっている。そのため、移動ルータを介した通信の品質は、移動ルータが使用している通信インターフェースが大きな決定要因になっている。そこで、本研究では、移動ルータを介した通信の終端同士で、移動ルータがどの通信インターフェースを利用しているかを共有する枠組を構築する。

Mobile IPv6 の拡張仕様として、移動ノード上の各通信インターフェースに Binding ID (BID) を割り当て、現在利用可能な BID を Binding Update (BU) に含め、通信相手に通知する機構が提案されている [5]。通信相手は、移動ノードが利用している通信インターフェースを検知できるため、アプリケーションの動的適応性に応用できる。

本研究では、同様のアプローチを NEMO に適用したシステムを提案する。移動ルータ上の各通信インターフェースに BID を割当て、現在利用可能な通信インターフェースの BID を移動ネットワークまた移動ネットワークの通信相手に通知する。

2) について：BID は単なる識別子であるため、それ自体には通信インターフェースの種類や特徴等の情報を含んでいない。本来なら、BID の意味することを移動ルータに問い合わせるような仕組みが必要であるが、本稿では対象外とする。したがって、アプリケーションの振る舞いは、BID に対応する形で定義される。

3 設計

本研究では、IETF で標準化が行われている NEMO Basic Support [6] を拡張し、システムを設計する。図 1 に、本研究で提案する BID 通知機構の概要を表す。

1. 移動ルータ (MR) が新しく Care of Address (CoA) を取得すると移動検知の処理が行われ、Home

Adaptive Application in Mobile Network Environment

[†] Koshiro MITSUYA (mitsuya@sfc.wide.ad.jp)

[‡] Manabu ISOMURA (isomura@kddilabs.jp)

Graduate School of Media and Governance, Keio University([†])

KDDI R&D Laboratories([‡])

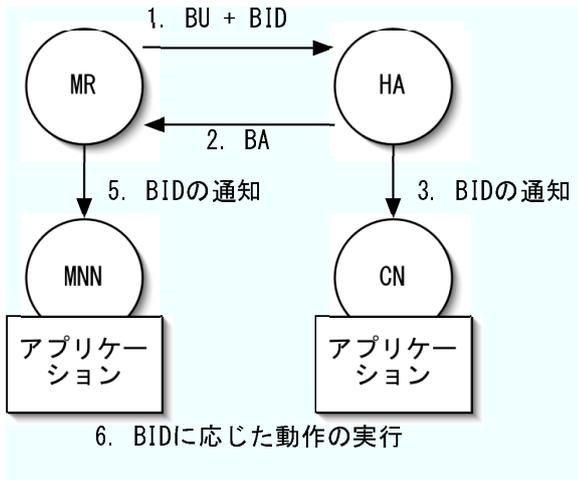


図 1: BID 通知機構概要

Agent (HA) に CoA が検知されたインターフェースに対応する BID を含む BU を送信する。2. BU が正しく処理されると、HA は Binding Acknowledgment (BA) を MR に送信する。3. この際に、HA は Correspondent Node (CN) に対して検知された BID の通知を行う。4. BA を受信した MR は、Binding が正しく処理されたと判断し、該当する BID を移動ネットワークに所属するノード (MNN) に対して通知する。5. BID を受け取ったノード (CN, MNN) のアプリケーションは、BID に応じた動作を実行する。

BID の通知は、BID に対応する Binding が有効になり次第、迅速に通知されるべきである。Binding が有効になったと判断できるタイミングは MR と HA で異なり、MR は BA の受信後、HA は BA を送信後である。NEMO では MR と HA 間の双方向トンネルを必ず経由する通信になるため、一般的に、MNN は MR に近接し、CN は HA に近接していると考えられる。また、MR の外部接続性は不安定かつ遅延の大きな無線リンクであるため、MR から CN に通知する場合、信頼性や即時性に欠けることが懸念される。したがって、一般的に HA は CN を意識しないが、本機構では MR から MNN、HA から CN に BID を通知することとする。

BID を MNN および CN に通知するメッセージは UDP/IP_{v6} を使用し、移動ルータの HoA、移動ネットワークのプレフィックス、BID を含める。図 2 に、そのパケットフォーマットを示す。

BID 通知メッセージは、本体部 (BID notification main) および、MNP option、BID option で構成される。本体部には、メッセージの種類を識別するための type、パケット全体の長さを示す len、どの MR に関する通知かを識別するために HoA を hoa に格納する。MNP option には、メッセージの種類を識別するため

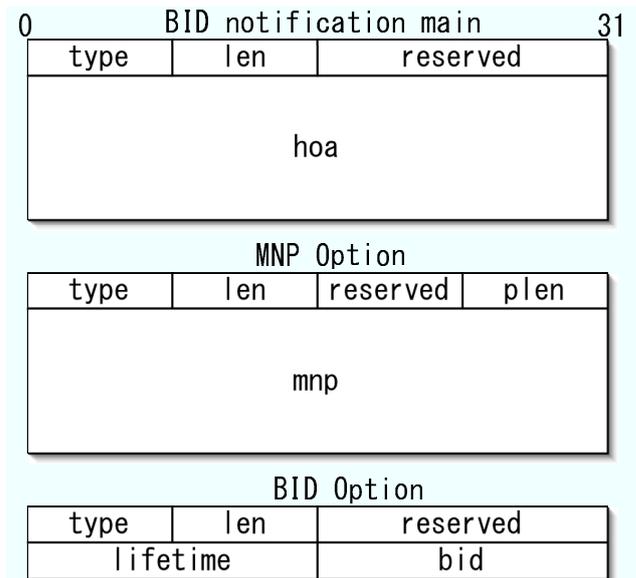


図 2: BID 通知機構パケットフォーマット

の type、パケット全体の長さを示す len、移動ネットワークのプレフィックス長を示す plen、どの移動ネットワークに関する識別のために移動ネットワークのプレフィックス (MNP: Mobile Network Prefix) を mnp に格納する。また、BID option には、メッセージの種類を識別するための type、パケット全体の長さを示す len、通知する BID のライフタイムを示す lifetime、該当する BID を bid に格納する。なお、移動ルータが複数の通信インターフェースを同時に利用可能な場合は、複数の BID option を含める。

4 実装・評価

移動ルータに EVDO および無線 LAN を搭載し、移動ネットワークを構築した。KAME Project で公開されている NEMO 実装 (SHISA) [7] を拡張し、本システムの実装を行った。SHISA では、モビリティソケットと呼ばれるインターフェースを利用することにより、Binding の追加/変更/削除の情報を得ることができる。BID 通知アプリケーションは、この枠組を利用し、Binding の変化を監視した。BID 通知先は、MR および HA で、予め設定しておく。

SHISA では、移動検知デーモンが通信インターフェースが監視し、CoA の取得または解放を、モビリティソケットを介して他の SHISA デーモンに通知する。この移動検知デーモンに通信インターフェースと BID の対応を持たせることにより、CoA に該当する BID も同時に通知することを可能にした。

ビデオ会議アプリケーションとして、Quality Meeting (QM)[8] を利用した。予め EVDO 用と無線 LAN 用の設定ファイルを用意しておき、異なる BID が通

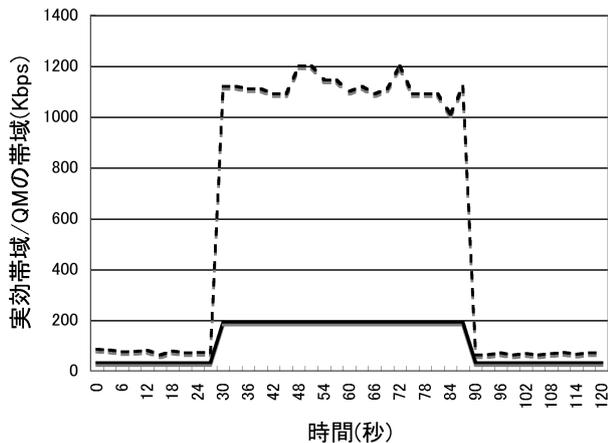


図 3: 実効帯域および QM の通信帯域

知された際にアプリケーションを再起動し、通知された BID に対応した設定ファイルを読み込むようにした。設定は、EVDO 使用時:32Kbps, 無線 LAN 使用時:192Kbps という内容である。

図 3 に、EVDO から無線 LAN、無線 LAN から EVDO に切り替わる際の、MNN から CN 向けの実効帯域 (図中、破線) および QM の帯域 (実線) の変化を示す。インターフェースを切替えた際に、QM の通信帯域が変化し、実効帯域に応じた通信が行われていることが確認できる。また、主観的にも、無線 LAN のエリアでは、EVDO 使用時に比べ、動画や音声の品質が大幅に向上することが確認できた。

5 まとめ

本研究では、移動ルータの通信環境状態を共有するために、移動ルータ上の通信インターフェースに ID を割当て、現在利用可能な通信インターフェースの ID を移動ネットワーク上のノードおよびその通信相手に通知する機構を構築した。また、受信した ID に応じて、配信品質を動的に変化させるビデオ会議システムを構築し、評価を行った。結果、通信環境への動的適応性が有効であることが確認できた。

参考文献

[1] T. Ernst. Network Mobility Support in IPv6. PhD Thesis, University Joseph Fourier, Grenoble, France, Oct., 2001.

[2] C.E. Perkins and D.B. Johnson. Mobility support in IPv6. In Proceedings of the Second Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'96), Rye, New York, USA, November 1996.

[3] T. Ernst, et al. Network Mobility from the InternetCAR perspective. Journal of Interconnection Networks (JOIN), Vol.4, No.3, Sep., 2003.

[4] 第 11 回 ITS 世界会議名古屋. <http://www.itswc2004.jp/>. Oct., 2004.

[5] R. Wakikawa, et al. Multiple Care-of Address Registration. Internet Draft, IETF, draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa-02.txt, Sep., 2003.

[6] V. Devarapalli, et al. Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol. Internet Draft, IETF, draft-ietf-nemo-basic-support-03.txt, Dec., 2004.

[7] KAME Project. <http://www.kame.net/>. Jan., 2005.

[8] KDDI R&D Laboratories. Quality Meeting, <http://avs.kddilabs.co.jp/qmeet/>. Jan, 2005.