

## 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<sup>†</sup> 磯村 学<sup>‡</sup> 植原 啓介<sup>†</sup> 村井 純<sup>§</sup><sup>†</sup>慶應義塾大学 政策・メディア研究科 <sup>‡</sup>株式会社 KDDI 研究所 <sup>§</sup>慶應義塾大学 環境情報学部

## 1 はじめに

移動ネットワークとは、移動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。移動ネットワークを実現する技術は、Mobile IP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や飛行機等への応用が検討されている。

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。そのため、携帯電話の限られた帯域に合わせたアプリケーションの設定や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ず、結果、通信が非効率になってしまうという問題がある。

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。

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、システムの評価を行う。

## 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[1]。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 [2]を拡張し、システムを設計する。図1は、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 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

Adaptive Application in Mobile Network Environment

<sup>†</sup> Koshiro MITSUYA (mitsuya@sfc.wide.ad.jp)<sup>‡</sup> Manabu ISOMURA (isomura@kddilabs.jp)<sup>†</sup> Keisuke UEHARA (kei@wide.ad.jp)<sup>§</sup> Jun MURAI (jun@wide.ad.jp)Graduate School of Media and Governance, Keio University(<sup>†</sup>)KDDI R&D Laboratories(<sup>‡</sup>)Faculty of Environmental Information, Keio University (<sup>§</sup>)

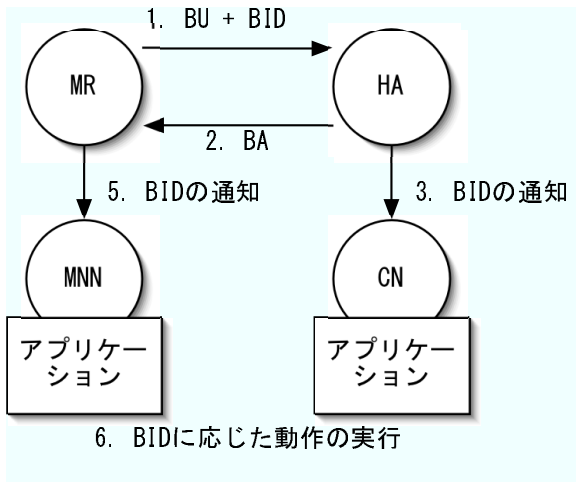


図 1: BID 通知機構概要

(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。したがって、MR から MNN、HA から CN に BID を通知することとする。

なお、BID を MNN および CN に通知するメッセージは、UDP/IPv6 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。

#### 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) [3] 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。

ビデオ会議アプリケーションとして、Quality Meeting (QM)[4] を利用した。予め EVDO 用と無線 LAN 用の設定ファイルを容易しておき、異なる BID が通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

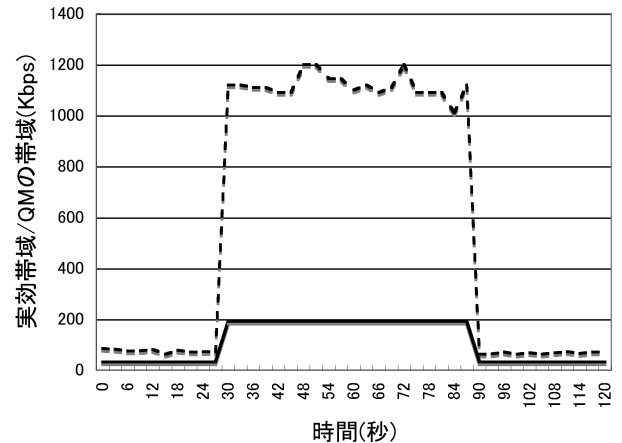


図 2: 実効帯域および QM の通信帯域

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 2 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] R. Wakikawa, et al., "Multiple Care-of Address Registration", Internet Draft, IETF, draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa-02.txt, Sep., 2003.
- [2] V. Devarapalli, et al., "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", Internet Draft, IETF, draft-ietf-nemo-basic-support-03.txt, Dec., 2004.
- [3] KAME Project, <http://www.kame.net/>
- [4] KDDI R&D Laboratories, "Quality Meeting", <http://avs.kddilabs.co.jp/qmeet/>