ユビキタスゲートウェイによる移動環境の実現方式

加藤淳也† 豊野剛† 藤崎智宏†
†NTT 情報流通プラットフォーム研究所

1 ユビキタスゲートウェイの背景と目的

オフィスや家庭において、個人が保持し利用するネットワークデバイスが増えつつある、これらのデバイスを接続するための PAN (Personal Area Network) 環境も整い始めている。さらにモバイルシーンでも PAN 環境やそこに接続される機器を使い続けたいニーズが生じている。本論文ではオフィスや家庭のような基点となるネットワークと同一の環境が提供される移動可能な PAN の提案を行う。ユビキタスゲートウェイとはユーザと共に移動可能な PAN を実現する装置である。ゲートウェイの利用者はオフィスや家庭などのネットワーク環境を移動先で同一のプリフィックス空間を使い続けることができる。本論文では移動ネットワークの実現に必要な方式の検討を行う。

2 同一プリフィックス空間を共有するための実現方式

IPv6 インターネット上で移動性を確保する方式として MobileIPv6, Network Mobility (NEMO) などの様々な方式が提案されている。しかしながらホームネットワークと移動 PAN が同一のプリフィックス空間を共有することは難しい。既存プロトコルへの変更を最小限に抑え、ユビキタスネットワーク環境を実現する方式を議論する。

2.1 モバイルブリッジ方式

図 1 においてモバイルルータがホームネットワーク内に直接接続されている場合はレイヤ 2 ブリッジとして機能する。サーバと端末は同一セグメント上に存在すことになる。次にモバイルルータがホームネットワーク外の外部のネットワークに移動した場合、ホームネットワーク上の終端サーバと、モバイルルータは、フレームをカプセル化してインターネットを介して運ぶリモートブリッジとして動作する。ホームネットワークとモバイルルータの内部インターフェイスのそれぞれに存在するフレームを互いに転送しあうことで同一リンクの接続性を確保できる。このときモバイルルータと終端サーバ間の通信に MobileIPv6 などの位置透過な通信手段を用いることで、ホームネットワークの部分集合を自由に移動させることが可能となる。

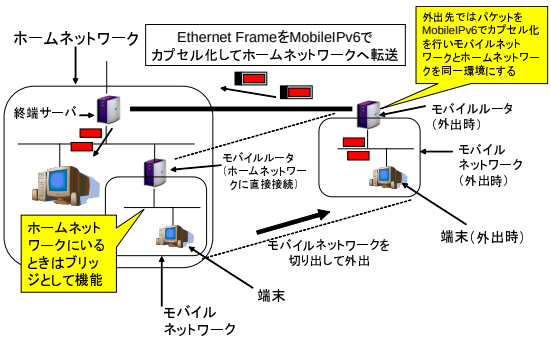

図 1: モバイルブリッジ方式による移動 PAN

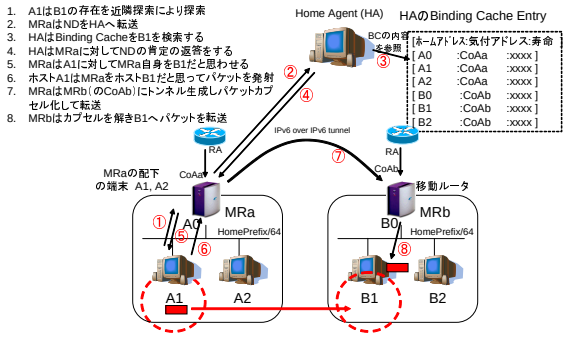

図 2: MobileIPv6 を利用したユビキタスゲートウェイ

2.2 MobileIPv6 を用いたユビキタスゲートウェイ

第 2.1 節で述べた方式は、リモートブリッジや VPN アクセスの手法を拡張したものであり、固定的に設置された拠点に対してリモートアクセスを行う方式である。したがってモバイルルータと共に移動する端末が、インターネット上のサーバと通信を行う場合、必ずホームネットワーク上の終端サーバを介して通信が行われるため、通信経路が非効率である。MobileIPv6 では経路最適化方式が導入されており移動端末は接続先の端末と直接通信を行う機能を持つ。節では複数のモバイルルータ間で同一プリフィックスを共有しつつモバイルルータ間の直接通信を可能とする経路最適化機構の導入を試みる。

図 2 は MobileIPv6 プロトコルを利用したモバイルルータの動作を示している。第 2.1 節で述べた方式とは異なり、各モバイルルータはいずれも対等な移動機能を有している。よってモバイルルータ間にサーバクライアントのような主従関係は存在しない。運用

The Protocol Design of Ubiquitous Gateway for Mobile Network Environment

† Jun-ya Kato (kato@syce.net)
† Tsuyoshi Toyono (toyono@nttv6.net)
† Fujisaki Tomohiro (fujisaki@syce.net)
NTT Information Sharing Platform Laboratories (†)

上 MR_a を固定し、他のモバイルルータを移動させると基点となるホームネットワークと、移動可能なホームネットワークの部分集合 (PAN) を実現することができる。モバイルルータとその配下の端末にはそれぞれ異なったホームアドレスが付与されている。これは MobileIPv6 に則ったアドレッシングであり、ホームリンクのプリフィックス空間 (HomePrefix/64) から払い出されている。またモバイルルータのエクスターナルインターフェイスにはアクセスルータから払い出された気付アドレスが付与されている。

端末間で通信が開始される前提として、モバイルルータは配下に接続される端末の Binding Update メッセージを生成する。MR_a は近隣探索機能などにより配下に接続されている端末 A1, A2 の存在を把握する。次に MR_a はホームエージェントに対してホームアドレスが A0, A1, A2 でそれに対応する気付アドレスが CoA_a である 3 つの Binding Update を送信する。MR_a が端末の Binding Update メッセージの生成を代行することにより、ホームエージェントは 3 台のモバイルノードが接続されていると認識する。

次に端末 A1 が MR_a の管轄する範囲を超えて端末 B1 と通信を行う場合について考える。A1 と B1 は同一のプリフィックスを共有しているのでリンクレイヤのアドレス解決を試みる。MR_a は A1 が発する、B1 を探索する近隣探索要求に対して代理応答を行う。このときモバイルルータは A1 が発した近隣探索要求をホームエージェントに転送する。ホームエージェントには B1 に対応する気付アドレス（MR_b のアドレス）を知っているので、MR_a に対して存在を肯定する返答を行う。このとき MR_b のアドレスも同時に通知する。MR_a はホームエージェントから通知された気付けアドレス（MR_b のアドレス）に対して IPv6 over IPv6 によるトンネルを生成し、A1 が B1 に向けて発したパケットをカプセル化して MR_b へ転送する。このようにホームエージェントに生成されている Binding Cache エントリと近隣探索要求への代理応答機能を備えることで、モバイルルータ間で経路を最適化しつつ同一のプリフィックスを共有した通信が可能である。

2.3 Network Mobility (NEMO) を用いた方式

図 3 は Network Mobility (NEMO) を利用した方式を示している。このときすべてのユーザ端末は同一のネットワークプリフィックス (HomePrefix/64) を共有している。よって端末は同一リンクスコープ内の通信が可能である。またホームエージェントに対して、各 MR はホームアドレスと気付アドレスと同時に配下のネットワークプリフィックスも通知する。NEMO プロトコルを用いている。HomePrefix/64 は複数のモバイルルータの配下に存在するので、図 3 に示す Binding Cache エントリが生成されている。HomePrefix/64 は MR_a,MR_b の配下に同時に存在することがわかる。さらに各モバイルルータは、自身の配下に接続されるユーザ端末の一覧を近隣探索機能などにより取得しておく。ホームエージェントに対してホスト経路を広告しておく。

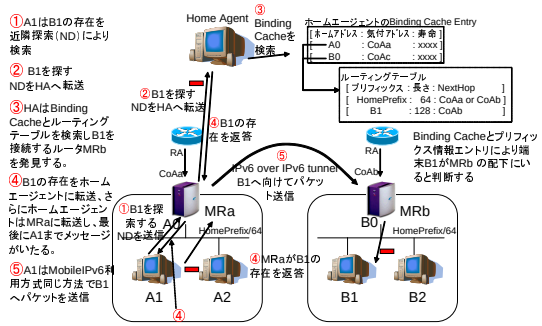

図 3: Network Mobility (NEMO) を利用したユビキタスゲートウェイ

以上の制御が行われた状態で、端末 A1 が端末 B1 と通信を行う状況を考察する。第 2.2 節で述べたように端末 A1 からみて B1 は同一のプリフィックスであるためリンクレイヤのアドレス解決が試られる。MR_a は A1 が発する近隣探索要求に対して代理応答を行いホームエージェントに問い合わせを行う。Binding Cache とルーティングテーブルエントリを参照し B1 の存在とその位置を MR_a に返答する。以下、第 2.2 節で述べた方式と同様に MR_b へパケットを再転送する。

3 結論と今後の課題

同一プリフィックス上ではアドレス解決は、データリンク層で行われる。第 2.1 節で述べた方式はフレームを位置透過な通信によりカプセル化する事で、レイヤ 2 の接続性を確保していた。第 2.2 節および第 2.3 節で述べた方式は、分散して配置された同一のプリフィックスに属する端末を識別するために、MobileIPv6/NEMO の Binding 情報を用いていることが特徴である。特に後者の場合は経路の最適化機能を取り込む事が可能である。今後は PAN の利用モデルや適応領域の検討を行い、最適な方式を決定したいと考えている。

参考文献

[1] 藤崎智宏, 加藤淳也, 豊野剛, 「ユビキタスゲートウェイによる個人向けネットワーク環境の構築」, 第 66 回情報処理学会全国大会, 2004 年 3 月.

[2] IETF NEMO 分科会, “Network Mobility (nemo),” URL `http://www.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html`.