

BPA: Binding Proxy Agent を用いた Mobile IPv6 の運用

渡里 雅史[†] 湧川 隆次[‡] 村井 純[†]

慶應義塾大学 環境情報学部[†] 慶應義塾大学 政策・メディア研究科[‡]

概要

近い将来、世界中の携帯電話をはじめとする多くの移動体ノードに、Mobile IPv6(MIPv6) が搭載されることが想定される。ところが、すべてのノードが MIPv6 を実装できるとは限らない。そのため、移動体ノードとの通信は Home Agent を経由した非効率な通信経路となる。これらは、通信の遅延や資源の浪費をもたらす。本研究では、MIPv6 の普及を促進するため、MIPv6 非対応ノードのためのプロキシである、Binding Proxy Agent を提案する。MIPv6 非対応ノードと移動体ノードとの通信経路は、BPA によって最適化される。

1 研究の背景

Mobile IPv6(MIPv6) の標準化により、今後は、世界中の携帯電話をはじめとする移動体ノードに MIPv6 が搭載される。一方で、既存のノードや MIPv6 の機能を搭載できないノードが存在する。例えば、Low Cost Network Appliances(LCNA) は限られた機能しか持てない。また、アクセスの多いサーバでは、MIPv6 の Binding の機能を持つこと自体が負荷となってしまう。従って、今後のインターネットは、MIPv6 ノードと MIPv6 非対応ノードが混在したネットワークとなる。

MIPv6 ノードと MIPv6 非対応ノードが混在するネットワークでは、その多くの通信が Home Agent(HA) を経由した Triangle Routing や Bi-directional Tunneling と呼ばれる非効率な通信経路となる。これらは、パケットの遅延やネットワーク資源を浪費する。パケットの遅延は、音声や映像を扱う VoIP など、アプリケーションに大きな影響を与える。また、Mobile Node(MN) が移動先のネットワークに接続する場合、HA に対して集中的な負荷が掛かる。

2 研究の目的

本研究では、既存の MIPv6 仕様に影響を与えることなく、MIPv6 ノードと MIPv6 非対応ノード間で生じるパケットの遅延を低下させること、また Binding 機能の負荷分散を目的とする。

そのために Binding Proxy Agent を提案し、その設計、実装、および評価を行う。既存のノードをはじめ、LCNA やウェブサーバの様な MIPv6 の処理に CPU を使えないノードは、BPA によって最適化された経路での通信が可能となり、MIPv6 の普及を促進できる。

3 Binding Proxy Agent の概要

BPA における基本機能を以下に挙げる。

1. Mobile IPv6 の Return Routability(RR) の処理機能
 - (a) HoTI の検知および HoT の代理送信
 - (b) CoTI の検知および CoT の代理送信
2. Binding 情報の管理機能
 - (a) Binding Update の検知
 - (b) Binding Cache の作成
3. 適切な IPv6 オプションヘッダの付加・排除機能
 - (a) Routing Header Type 2 の付加
 - (b) Home Address Option Header の排除

BPA によって実現するモデルを図 1 に示す。BPA は、Correspondant Node(CN) の代理として Binding 情報の管理を行い、MN と BPA 間の通信経路を最適化する。これにより、MN と CN 間の通信経路は、MIPv6 非対応 CN の場合においても BPA によって最適化される。すなわち、HA を経由した通信を回避できる。

BPA は、CN に対する RR を検知することで、ネットワーク内に MN と通信するノードの存在を知り、CN の代わりに 1 と 2 の処理を行う。その後は、Binding Cache に一致するパケットを MN に配送する。この際 BPA は、Binding Cache を元にパケットの宛先を MN の Care-of Address に変更し、3(a) を行う。MN から CN 宛てのパケットは、BPA は 3(b) を行ったのち CN に配送する。

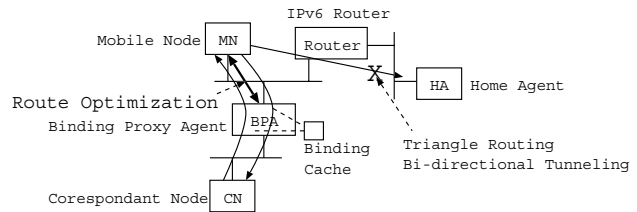


図 1: Packet Processing with Binding Proxy Agent

4 実装

BPA は、FreeBSD 4.6-RELEASE に KAME プロジェクトの IPv6 スタックを拡張して実装した。実装には、9月23日付けで公開されている snap を用いた。

BPA は、MN 以外との通信に関しては通常の IPv6 ルータとしての処理を行う。

5 評価

インターネットとの接続を持たないプライベートな IPv6 ネットワークを構築(図 1)し、評価を行った。MN および HA は、KAME プロジェクトの実装を用いた。

まず MN から BPA のネットワーク内の MIPv6 非対応 CN に対して ping6 プログラムを実行した。その結果、BPA において設計した機能の動作を確認できた。また MN の Binding Update List に CN のエントリが追加されていることを確認できた。

BPA の有効性を検証するために、MN から CN への RTT を測定した。測定は、図 1 のトポロジに加え、BPA を通常の IPv6 ルータに置き換えた場合で行った。さらに通常の MIPv6 同士間の通信との比較を行うために、CN を MIPv6 対応 CN に置き換えて行った。結果を表 1 にまとめる。

表 1: トポロジ別 MN CN 間の RTT(ms)

Topology and RTT	Min	Avg	Max
MN - BPA - IPv6 CN	1.213	1.271	2.317
MN - ルータ - IPv6 CN	1.962	2.014	3.144
MN - ルータ - MIPv6 CN	1.072	1.125	2.839

BPA を用いた場合の方が RTT を抑えることができた。BPA は、MN と HA 間の距離が遠い程、より効果的であることが確認できた。MIPv6 同士と比較すると若干の差が見られるが、BPA が提供する機能としては許容範囲内であると考えた。

6 まとめと今後

BPA の設計、実装、および評価を行った。今後は、複数の CN や MN のに伴う BPA の処理コストを測定し、評価を行う。

参考文献

- [1] David B. Johnson, Charles E. Perkins, Jari Arkko, "Mobility Support in IPv6", Internet-Draft, 1 June 2002.