

QoS を保証するスケーラブルな Mobile IPv6 通信方式の設計

劉 偉[†] 加藤 聰彦[†] 伊藤 秀一[†]

電気通信大学 大学院 情報システム学研究所[†]

1. まえがき

近年、第三世代携帯通信システムに代表される大規模モバイルインターネットが広く普及している。IETF が新たに標準化した Mobile IPv6 [1]も1つの基本プロトコルとしてこれらのネットワークに使われると考えられる[2]。このようなネットワークで MN による映像通信などのリアルタイム通信を提供するためには、QoS を保証するモバイル IP 通信の実現が求められる。このためには、MN が他のネットワークに移動した場合に、移動先アドレスを管理するのみでなく、必要な帯域などのネットワーク資源を、移動後の通信経路に沿って確保しなければならない。QoS を保証するモバイルの実現技法として、現在いくつかの検討が行われている [3-5]。しかし、これらの方式はすべてスケーラビリティに問題がある。すなわち、いずれの方式でも HA (Home Agent) など Mobile IP 固有のノードのほかに、途中のルータ (RSVP ルータや MPLS ルータも含む)が、MN と通信相手の CN のペアに関する個別の情報を管理する必要がある。これはバックボーンのルータに対しては大きな負担になると考えられる。

そこで筆者らは、MN の必要とする帯域などの情報は、HA を通じて、通信を行う CN と MN などのみが管理し、途中のルータはそれらを関知しないという、Mobile IPv6 と同程度のスケーラビリティを持つ QoS モバイル通信方式を検討している。本稿では、この提案で MN と CN の間に QoS 通信を行うための通信方式の概要について報告する。

2. 設計方針

提案する QoS モバイル通信方式の設計にあたり、以下のような方針を立てた。

- (1) 今回の検討では、モバイルインターネットバックボーンにおいて、MN が固定ホスト FH (Fixed Host) と通信する場合を想定する。
- (2) MN の外部リンクから FH までの通信経路を管理するために、MN の外部リンク上にわれわれが提案する通信方式を持つルータ VFA (Virtual Foreign Agent) を設置する。また、HA と FH、HA と VFA が有効なセキュリティアソシエーションを有するものとする。
- (3) バックボーンは MPLS ルータを用いて構成し、MPLS ルータ (LSR: Label Switching Router)は MN の移動情報を一切関知せず、FH と VFA のみが MN に関連する帯域情報を管理する。
- (4) FH、VFA の間に、CR-LDP (Constraint-based Routed Label Distribution Protocol)を用いて、一定の帯域を確保した LSP (Label Switched Path)を前もって確立して

おくこととする。その LSP (以下 CR-LSP と呼ぶ)の帯域は、想定されるリアルタイムトラフィック量に応じて、ネットワーク設計時に決定しておく。

(5) MN が FH と QoS 通信を行う時点で、MN は FH と使用帯域などを合意した上で、HA を通じて FH と VFA 間の太い CR-LSP の中に細い通信路を確立する。このようにしてできた CR-LSP 内の個別の通信路を Pathlet と呼ぶ。Pathlet の管理は、対応する VFA と FH のみで行う。

(6) Pathlet を確立する際に、CR-LSP の帯域が不足する場合は、FH、VFA は CR-LDP の手順に従って新たな CR-LSP を確立する。新たな CR-LSP 帯域の幅は実際のトラフィック条件により決められる。

3. 通信方式の概要

図 1 に本方式を設計するためのネットワーク構成を示す。MN は VFABa の下で FH との間の QoS 通信を開始し、その後、VFABb の下に移動する。本稿では、MN が常にいずれかの VFA と接続し、ホームネットワークに戻らないと想定する[2]。

3.1. CR-LSP の確立手順

モバイルバックボーンのすべての VFA と QoS 通信を行う FH は、起動されると CR-LSP を確立する。図 1 のネットワークで、FH が VFABb に CR-LSP を確立する手順は以下にとおりである(図 2 参照)。

- (1) FH は利用可能帯域情報から、FH から VFABb までの CR-LSP 確立には、LSR2/LSR4 を経由することを決定する。これは利用可能帯域が大きいためである。
- (2) FH は、LSR2/LSR4/VFABb の経路を ER-TLV (Explicit Route TLV)に、また要求する帯域を Traffic TLV にそれぞれ設定した Label Request Message を送出する。このメッセージは CR-LSP が確立される経路に沿って転送され、VFABb に到達する。
- (3) VFABb はこれに対して、Label Mapping Message を返送する。これは逆の経路を転送され、このメッセージの転送ノードが確立される CR-LSP のラベルを隣接する上流ノードに通知する。

CR-LSP が確立されると、各リンクの利用可能帯域

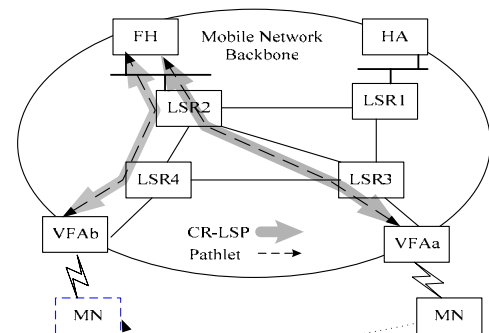


図 1 ネットワーク構成

が変更されるため、各リンクの新たな利用可能帯域を OSPF ですべての LSR に通知する。FH が、FH から LSR2 へのリンクの利用可能帯域を広告する手順を図 2 の後半に示す。

ここで注意すべき点は、この CR-LSP の帯域は固定的に確保されるわけではなく、QoS 通信のトラフィックが存在しない場合はベストエフォートトラフィックに利用される。QoS 通信のトラフィックが発生した場合、各 LSR によりその帯域を使って優先的に処理される。また、FH と HA は有効なセキュリティ機能を持っているため、Mobile IPv6 において CN と MN が通信を行う際の Return Routability Procedure を実行する必要はない。

3.2. Pathlet の確立手順

MN が特定の FH と QoS 通信を行う時点で、VFA から FH までの間に Pathlet を確立する。Pathlet は CR-LSP の帯域の一部を使用し、CR-LSP と同様に方向を有している。VFA が定期的に出しつつある Router Advertisement に V ビットを追加し、ルータが VFA の機能を持つことを示す。また、Router Advertisement にある Prefix Information Option の R ビットを設定して、VFA の完全な IP アドレスを広告する。

MN が Pathlet を確立するシーケンスを図 3 に示す。HA に移動登録した後に、MN が QoS 通信を開始する

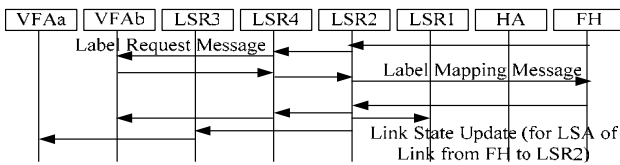


図 2 CR-LSP の確立シーケンス

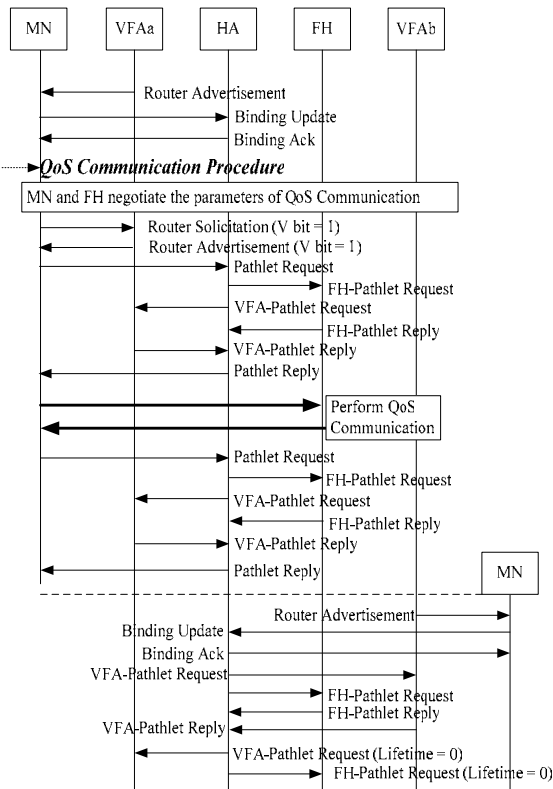


図 3 Pathlet 確立シーケンス

時点で、まず MN は通信相手の FH にどのような QoS パラメータ値を用いるかを問い合わせる。次に、MN は、Router Advertisement から VFAa の完全な IP アドレスをもらって、FH と話し合ったパラメータ値に従った Pathlet を確立するよう Pathlet Request メッセージで HA に要求する。

Pathlet Request メッセージを受け取ると、HA はそのメッセージから情報を取り出して、FH-Pathlet Request メッセージと VFA-Pathlet Request メッセージを組み立てて、FH と VFAa へそれぞれ送出する。

FH-Pathlet Request メッセージを受信した FH は、メッセージから情報を取り出し、CR-LSP の帯域から FH → VFAa の Pathlet を予約する。その結果は FH-Pathlet Reply メッセージとして HA へ伝えられる。同様に VFAa は VFAa → FH の Pathlet を確立して、その結果を VFA-Pathlet Reply メッセージとして HA に返す。そして、HA は Pathlet を確立した結果を Pathlet Reply メッセージに入れて MN に戻す。

Pathlet の確立が成功したら、MN と FH は QoS 通信を行う。Pathlet は生存時間で管理されるため、MN と FH が QoS 通信している最中に、MN は定期的に Pathlet Request メッセージを HA へ送信し、QoS 通信するための Pathlet を維持する。

次に MN が VFAB の下に移動すると、まず図 3 のように移動を検知して HA に登録する。HA は MN の Binding Update メッセージにより、MN の移動が分かって、FH と VFAB に対してそれぞれの FH-Request メッセージと VFA-Request メッセージを送信し、新しい Pathlet の確立を要求する。HA は新しい VFA の VFAB に対応する Pathlet を確立した後に、VFAa と FH へそれぞれメッセージを Life Time = 0 で送信し、古い FH と VFAa の間の Pathlet を明確に解放する。

4. おわりに

本稿では、MPLS によるモバイルインターネット上で、Mobile IPv6 と同程度のスケーラビリティを持つ QoS 保証 MN と FH のモバイル IP 通信方式について述べた。これにより、従来問題であったスケーラビリティの課題を解決することができると考えられる。

文 献

- [1] D. Johnson, Ed., "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, June 2004.
- [2] M. Wasserman, Ed., "Recommendations for IPv6 in Third Generation Partnership Project (3GPP) Standards," RFC 3314, Sep. 2002.
- [3] W. Chen and L. Huang, "RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Host," in Proc. of INFOCOM 2000, March 2000.
- [4] H. Chaskar and R. Koodli, "A Framework for QoS Support in Mobile IPv6," INTERNET-DRAFT, work in progress, available at draft-chaskar-mobileip-qos-01.txt, March 2001.
- [5] J. Choi, M. Kim and Y. Lee, "Mobile IPv6 Support in MPLS Network," INTERNET-DRAFT, work in progress, available at draft-choi-mobileip-ipv6-mpls-02.txt, Dec. 2001.
- [6] E. Rosen, Ed., "Multiprotocol Label Switching Architecture," RFC 3031, Jan. 2001.