

MPLS を用いたスケーラブルな QoS モバイル通信方式の設計

劉 偉 植野 誠史 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、Mobile IP[1]を基本プロトコルとするモバイルインターネットの普及が進んでいる。今後は、移動する端末に対しても映像通信などのリアルタイム通信を行う、QoS を保証するモバイル通信の実現が要求されると考えられる。これに対して筆者らは、移動端末 (MN: Mobile Node)の使用帯域などの詳細な QoS 情報を、HA (Home Agent)、FA (Foreign Agent)、CN (Correspondent Node)などの Mobile IP の処理を行うノードのみに行わせ、その他のルータには詳細情報を管理させないスケーラブルなモバイル QoS 通信方式を検討している[2]。本方式は MPLS を用いて、HA/FA/CN の間にふと束の帯域保証 LSP (Label Switched Path)を確立し、その中に個別の MN の QoS 保証通信用の Pathlet と呼ぶ細いコネクションを確立するという二重の構造を用い、Pathlet の管理は HA/FA/CN のみに行わせる。本稿ではこの通信方式の詳細な設計について述べる。

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) [2]と同じようにモバイルインターネットバックボーンにおいて、MN が FA/HA を通じて CN と通信する場合を想定する。モバイルインターネットバックボーンは MPLS ルータから構成し、任意の HA、FA、CN の間に、帯域を保証した LSP を CR-LDP (Constraint-based Routing Label Distribution Protocol) [3]を用いて確立しておく (この LSP を CR-LSP と呼ぶ)。ただし、HA が CN から MN のホームアドレス宛の packets を取り込むことができるよう、CN から HA への CR-LSP は 1 つ手前の MPLS ルータでラベルを取り外す PHP (Penultimate Hop Popping)を使用することとする。

(2) MN が特定の CN と QoS 通信を行う時点で、HA を通じて、Pathlet を確立する。Pathlet は方向を有しており、MN が FA から CN にデータを転送する方向の Pathlet を Up-Pathlet、CN から HA と FA 経由で MN にデータを転送する方向の Pathlet を Down-Pathlet と呼ぶ。Pathlet の確立要求は、MN から HA に送信され、HA が対応する CN と FA にそれぞれ Down-Pathlet と Up-Pathlet の要求を転送する。HA/FA/CN はそれぞれ自分がデータを転送する Pathlet について、CR-LSP の帯域を越えない範囲で確立を許可する。

(3) Mobile IP の登録と同様に、Pathlet の確立にも生存時間 (Life Time)を持たせる。MN は定期的に Pathlet の確立要求メッセージを送り出し、その Pathlet を維持する。HA、CN、FA は生存時間までに、リソースを要求するメッセージを受け取らなかったら、その Pathlet を暗黙に解放する。Pathlet を確立するメッセージの Life Time を 0 にすれば、明示的に Pathlet を解放することができる。

(4) Pathlet を確立する際に、CR-LSP の帯域が不足する場合は、HA/FA/CN は CR-LDP の手順に従って新たな CR-LSP を確立する。ネットワークのそれぞれリンクにおいて QoS 保証通信のために割り当て可能な帯域の情報は、CR-LSP を確立した後に OSPF により交換する。その情報を基づいて各ノードは次に確立する CR-LSP の経路を決定し、それに基づいて CR-LDP における Explicit Route[3]を設定する。

3. プロトコルの詳細設計

移動端末 MN が FAa のネットワークに移動して QoS 通信を開始し、その後 FAb のネットワークに移動した場合のシーケンスを図 1 に示す。MN はまず HA に登録する。その後 MN が QoS 通信を開始する時点で、まず MN は通信相手の CN 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 はそのパラメータ値に従った Pathlet を確立するよう HA に要求する。これは Pathlet Request メッセージにより行う。

Pathlet 確立に関するメッセージの持つパラメータを図 2 に示す。Pathlet は MN と CN のアドレスとポート番号の 4 つ組みで識別される。このため Pathlet Request は、CN のアドレス、CN/MN のポート番号を含む。MN のアドレスはこのメッセージの IP ヘッダから取り出す。また FA のアドレスに対応する気付けアドレス (CoA) とメッセージを一意に識別する Identification を含む。さらに Down-Pathlet と Up-Pathlet の QoS パラメータを含む。QoS パラメータとしては CR-LDP で使用される、PDR (Peak Data Rate)、PBS (Peak Burst Size)、CDR (Committed Data Rate)、CBS (Committed Burst Size)、EBS (Excess Burst Size)などを使用する。

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、CN-Pathlet Request メッセージと FA-Pathlet Request メッセージを組み立てて、CN、FA へ送出する。また Down-Pathlet の HA→FA の部分を確立するために必要な帯域を確保しその管理情報を更新する。CN-Pathlet Request および FA-Pathlet Request メッセージのパラメータは、図 2 に示すとおりである。

CN-Pathlet Request メッセージを受信した CN は、メッセー

“Design of Scalable QoS Mobile Communication Using MPLS”
Wei Liu, Seiji Ueno, Toshihiko Kato and Shuichi Itoh
University of Electro-Communications

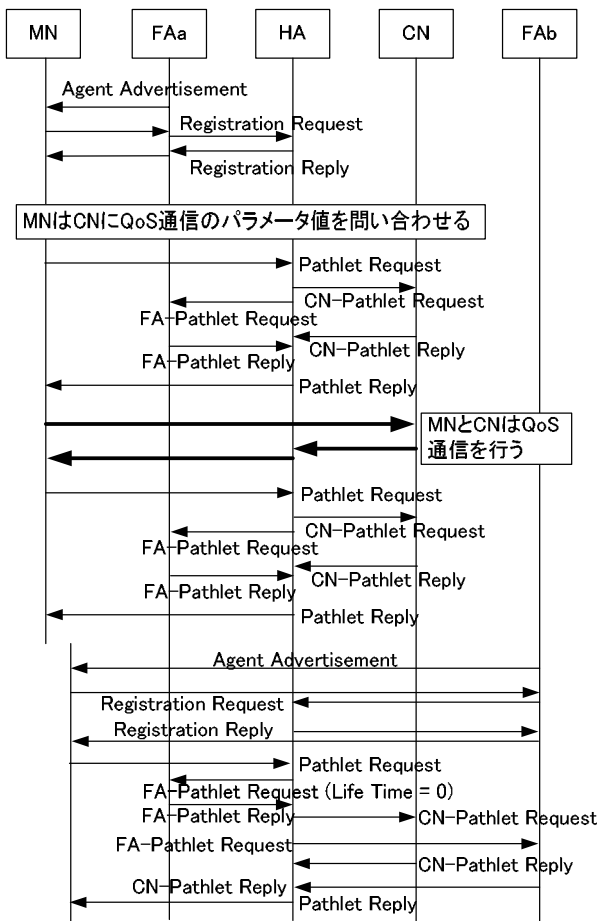


図 1 Pathlet に関するシーケンス

Life Time	Life Time	Life Time
CNのアドレス	MNのホームアドレス	CNのポート番号
CNのポート番号	CNのポート番号	MNのホームアドレス
MNのポート番号	MNのポート番号	CNのポート番号
CoA	Identification	MNのポート番号
Identification	Down-Pathlet QoS	Identification
Down-Pathlet QoS	CN-Pathlet Request	Up-Pathlet QoS
Up-Pathlet QoS		FA-Pathlet Request
Pathlet Request		
Life Time	Life Time	Life Time
Identification	Identification	Identification
Code	Code	Code
Down-Pathlet QoS	Down-Pathlet QoS	Up-Pathlet QoS
Up-Pathlet QoS	CN-Pathlet Reply	FA-Pathlet Reply
Pathlet Reply		

図 2 Pathlet メッセージのパラメータ

ジから情報を取り出し、Down-Pathlet の CN→HA の部分について、CR-LSP から QoS 通信用の帯域を予約する。その結果は CN-Pathlet Reply メッセージとして HA へ伝えられる。その際、Life Time と Down-Pathlet の QoS パラメータは Request の

ものから変更される場合がある。同様に FA-Pathlet Request メッセージを受信した FA は、対応する Up-Pathlet の帯域を予約し、その結果を FA-Pathlet Reply メッセージとして HA に返す。

HA はこの 2 つ Reply メッセージと自管理している Down-Pathlet の HA→FA 部分の予約状況により、Life Time の最小値を Pathlet Reply メッセージの Lifetime として Pathlet Reply メッセージを MN に返す。この Pathlet Reply メッセージは HA から直接 MN に返されるため、HA から FA へはカプセル化して転送することになる。Down-Pathlet (CN→HA、HA→FA の 2 つの部分)か Up-Pathlet の帯域の予約が失敗した場合は、予約が成功した部分を解放し、失敗したという結果を Pathlet Reply メッセージとして MN に通知する。

Pathlet の確立が成功したら、MN と CN は QoS 通信を行う。MN と CN 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。この場合は上記の手順が繰り返される。

次に MN が FAb のネットワークに移動すると、まず図 1 のように移動を検知し HA に登録する。次に MN は Pathlet Request メッセージを HA に転送する。HA は FA の移動を検知しているため、まず FAa に対してこれまでの Up-Pathlet を解放する。これは FA-Pathlet Request メッセージを Life Time = 0 で送信することにより行われる。次に CN と FAb に対してそれぞれの Request メッセージを送信する。

HA/FA/CN は自身が管理している Pathlet の Life Time が経過すると、対応する Pathlet の部分を解放する。また HA は MN の登録自身が無効になると、その MN に対応する全ての Pathlet を解放する手順を行う。

4. おわりに

本稿では、先に筆者らが提案した MPLS を用いたモバイルインターネット上で、リソースを確保した QoS 通信を実現する方式の詳細設計を行った。帯域を保証したふと束の LSP と、その中で個別の QoS 通信のコネクションである Pathlet とを用いることにより、個別の情報は HA/FA/CN のみが管理することを可能としている。MN は新たな移動登録した後に Pathlet Request メッセージを HA へ送り出し、HA が FA と CN と協調して、QoS 通信するための Pathlet を確立する。Pathlet には生存時間が与えられ、通信を続ける MN は定期的に Request を送信する。

参考文献

- [1]: C. Perkins, Ed., "IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, Aug. 2002.
- [2]: 劉偉, 植野, 加藤, "MPLS による帯域保証パスを用いた QoS モバイル通信方式の提案," FIT2002, M-30, Sep. 2002.
- [3]: B. Jamoussi, Ed., "Constraint-Based LSP Setup using LDP," RFC 3212, Jan. 2002.