

## モビリティをサポートした シームレスな QoS 経路確立方法に関する提案

三田 貴子<sup>†</sup> 上 豊樹<sup>†</sup> 荒牧 隆<sup>†</sup>

<sup>†</sup>松下電器産業(株) 次世代モバイル開発センター  
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘5番3号

E-mail: <sup>†</sup>{sanda.takako, ue.toyoki, aramaki.takashi}@jp.panasonic.com

あらまし リアルタイムアプリケーションのデータを、Mobile IPv6 over 無線 LAN などのモバイルネットワークを通して送受信する場合、端末のハンドオーバー時にも途切れることのない QoS のサポートが不可欠である。本稿は、端末がハンドオーバーする前に、プロキシを用いて新たな QoS 経路確立、又はその準備をすることにより、QoS の寸断を少なくする、又は回避する方法を提案する。

本提案は、現在 IETF NSIS ワーキンググループ[1]で議論されている NSIS QoS 機能の拡張を用いた、プロキシの選定方法や、新しいデータ送受信経路における利用可能リソースの調査方法、クロスオーバーノードの判定方法を具体的に述べる。またこれを利用した新しい QoS 経路の早期確立方法の一例も示す。更に NSIS における従来のクロスオーバーノード判定方法と、本提案の方法を比較し、本提案の優位性を示す。

キーワード QoS, NSIS, クロスオーバーノード, Mobile IPv6

## A proposal for seamless QoS support in mobile networks

Takako SANDA<sup>†</sup> Toyoki UE<sup>†</sup> and Takashi ARAMAKI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Next-Generation Mobile Communications Development Center,  
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

5-3 Hikarino-oka, Yokosuka City, Kanagawa, 239-0847 Japan

E-mail: <sup>†</sup>{sanda.takako, ue.toyoki, aramaki.takashi}@jp.panasonic.com

**Abstract** When real-time application data is exchanged through mobile network such as mobile IPv6 over wireless LAN, seamless QoS support during handover will be strongly expected. This paper proposes a method of minimizing/avoiding QoS interruption by preparing/establishing new QoS path(s) with proxy assistance prior to MN's move. The proposal expands NSIS QoS mechanisms which are being discussed in IETF NSIS WG [1]. A concrete way of proxy selection, available resource probing and crossover node (CRN) discovery are presented. An example of new QoS path establishment is also described.

The paper shows the advantage of the proposal by comparing it with existing ideas of CRN discovery in NSIS.

**Keyword** QoS, NSIS, CRN, Mobile IPv6

### 1. はじめに

近年、無線環境下でのインターネット接続利用者の数は増加している。携帯電話網や PHS 回線を用いた接

続の利用はもちろんであるが、現在では都市部の主要な駅の構内や空港、大型ショッピングモールなどで提供されている無線 LAN を通じてインターネット接続

サービスを受けることも可能である。これらの中には上位プロトコルに次世代インターネットプロトコルである Mobile IPv6 を試験的に用いている提供者もあり、無線 LAN の役割は固定無線アクセスの提供から、移動無線アクセスの提供へと変化しつつある。

Mobile IPv6 over 無線 LAN を用いた移動無線アクセスは高速伝送が可能でしかも安価なため、移動しながらのビデオストリーミングや VoIP、対戦型ゲームなど、様々な目的に利用されると考えられる。しかしながらこのようなサービスを提供する際、通信品質 (QoS) の保証が困難であることが大きな問題となっている。

現在 IP ネットワーク上に QoS を保証する代表的な技術として、DiffServ[3] と IntServ[4] がある。DiffServ は QoS をいくつかのクラスに分類し、パケット単位での優先制御を行う技術であるが、個々のフローに対しての QoS 保証は行われない。これに対し、IntServ は個々のフローに対して QoS を保証する技術である。IntServ では RSVP[5] と呼ばれるリソース予約プロトコルを用いて、データの送信を行う端末からデータの受信を行う端末への経路上の各 RSVP 対応ルータに、フローに対するリソース予約を行うことにより、QoS 経路を確立する。これによりデータはスムーズに伝送されるようになる。しかし各フローは、データの送信元端末と受信先端末の IP アドレスを含む情報で識別されているため、ハンドオーバーなどにより IP アドレスが変わった場合には、新たに QoS 経路を確立しなければならず、結果的に QoS 保証が破綻することとなる。さらに、新たに QoS 経路が設定された場合でも、ハンドオーバー前後において経路が重複する部分が発生した場合には、この重複する部分において二重のリソース予約が起ってしまう可能性もある。

RSVP にモビリティ機能を加えた技術として MRSVP[6] が提案されているが、これは Mobile IP の三角経路に対して有効な技術であり、ルート最適化 (Route Optimization: RO) に対しては有効ではない。更に IntServ の問題点であるスケラビリティに関しては未解決のままである。

このような問題を解決するために、現在 IETF の NSIS (Next Steps in Signaling) WG[1] では、新たな仕様を決定するための議論が行われている[7]。本稿では NSIS QoS サポート機能を拡張しプロキシを用いた QoS 経路の早期確立を行うことによって、Mobile IPv6 over 無線 LAN 環境にシームレスな QoS 経路確立を与える方法を提案する。次章では NSIS QoS の基本的なメカニズムについて説明する。

## 2. NSIS による QoS 制御

NSIS WG では、IP ネットワーク上に QoS 制御を始めとする様々な制御を行うための、シグナリングプロトコルの仕様を作成している。NSIS の仕様[8]-[12]はドラフト段階ではあるが、主に次のような特徴を持つ

- トランスポート層のプロトコルである。
- ルーティングを行う層 (NSIS Transport Layer Protocol: NTL) と、シグナリング・アプリケーションの層 (NSIS Signaling Application Layer Protocol: NSLP) との 2 層より成る。
- セキュアである。
- NAT や Fire Wall をサポート
- AAA、Mobile IP、Context Transfer などを含む他のプロトコルをサポート

また、ヘテロジニアスな環境でもシームレスな QoS 保証が行えるよう、3GPP や ITU-T などの他の標準化団体とも協力体制を取っている。

シグナリング・アプリケーションとして考えられているのは主として QoS である。他のシグナリング・アプリケーションとして middle box[13]などが考えられているが、現在未着手である。

QoS シグナリング・アプリケーション (QoS NSLP[10]) は RSVP に似た概念を持つ。すなわち各フローに対して QoS 経路の確立を行う。しかしながら、RSVP が end-to-end でリソース予約を行っていたのに対し、QoS NSLP では peer-to-peer や end-to-peer でのリソース予約が可能である。すなわちデータを受信する端末だけでなく、任意の QoS NSLP 対応ノード (QoS NSIS Entity: QNE) がシグナリング・メッセージを送信する事ができ、また任意の QoS NSLP 対応ノードでシグナリング・メッセージを終端させることができる。

QoS NSLP では 4 つのシグナリング・メッセージが定義されている。RESERVE メッセージは各 QoS NSLP 対応ノードの適当なインタフェースに対しリソースの予約を行う。QUERY メッセージは任意の経路に関するリソースの空き状況を確認する、すなわち経路上の全ての QNE の外向き (データやメッセージが出て行く方向) インタフェースのリソース空き状況を集める。QUERY メッセージの終点ノードは、QUERY メッセージが集めた情報を RESPONSE メッセージにコピーし送信元に返す。この時 RESPONSE メッセージは QUERY メッセージが通ってきた経路と同じ経路を逆向きにたどる。NOTIFY メッセージはエラーなどを通知するために使われる。なお RESPONSE メッセージは QUERY メッセージに対してだけでなく、RESERVE や NOTIFY メッセージの返信メッセージとして使われても良いこととなっている。

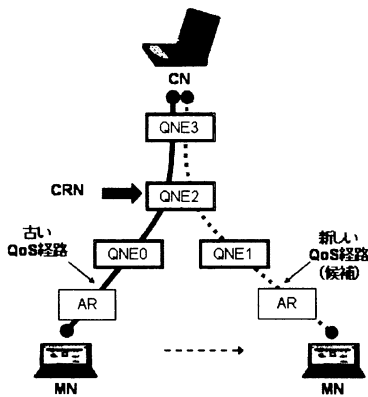


図 1. クロスオーバーノード (CRN)

NSISにおいて、同じフローに属するパケットは、フロー識別子によって識別される。フロー識別子はパケットの送信元や送信先の IP アドレス、ポート番号など、IP ヘッダから得られる情報で構成される。これに加え、端末の移動などにより IP アドレスが変わった場合にも同一セッションでのフローであることを識別するために、セッション識別子が使用される。セッション識別子は NSLP レベルで管理されるランダムで大きな値であり、セッションが終了するまで変わることは無い。

現在 NSIS WG では、端末が移動する前後の古い QoS 経路と、新しい QoS 経路の重複部分に対し、二重のリソース予約をするのを防ぐために、このフロー識別子とセッション識別子を利用することが検討されている。しかしながら具体的方法については、議論の途中である。

また、端末が移動する際 QoS を寸断なく保証するために、端末が移動する前に新しい QoS 経路を確立すること、または QoS 経路確立のための何かしらの準備をしておくことが提案されている[14]、しかしこれに対する具体的方法については提案されていない。

### 3. プロキシを用いた新しい QoS 経路確立準備

本稿ではフロー識別子とセッション識別子を利用し、端末が新しいサブネットワークに移動する前に新しい QoS 経路を確立する準備を行う方法を提案する。ここで「新しい QoS 経路を確立する準備」とは、図 1 に示す通り古い QoS 経路と新しい QoS 経路 (候補) とのクロスオーバーノード (Crossover Node: CRN) を特定すること、及び新しい経路上のリソースの空き状況を知ることとする。

更に本稿では、準備を行うと同時にリソース予約を

前もって行う方法の一例を示す。

提案を行うにあたり、以下の条件を仮定する。

- シグナリング・メッセージは、データが通る経路と同じ経路を通る。
- ネットワークは Mobile IPv6 をサポートしており、移動端末 (Mobile Node: MN) と、通信相手先端末 (Correspondent Node: CN) は経路最適化によりデータの送受信を行う
- MN と CN は QNE である。
- MN から CN に送られる (Uplink) データの経路と、CN から MN に送られる (Downlink) データの経路は必ずしも同じとは限らず、それゆえ Uplink データの CRN と、Downlink データの CRN は異なる場合もあり得る (異なることを前提とする)。

### 3.1. プロキシの特定

NSIS では任意の QNE によりシグナリング・メッセージを送信する事が可能であることを前章で述べた。そこで本提案では、MN がハンドオーバーした後に CN とのデータが送受信される、新しい経路上にある QNE を MN の代理 (プロキシ) とし、このプロキシが MN に代わって CN とシグナリング・メッセージを送受信することにより、CRN を特定し、かつ新しい経路上のリソースの空き状況を得る。

プロキシとして最も適しているのは MN がハンドオーバーする先の新しいアクセスルータ (Access Router: AR) である。なぜならば、MN から CN へ送られるデータ、及び CN から MN に送られるデータは必ず AR を通るので、MN 移動後の新しい経路上に存在することが特定される。よって、QNE である AR をプロキシとして利用ことにする。

MN がハンドオーバーを行う前に AR の情報 (IP アドレス、プリフィックス長、QNE であるかどうか、など) を得る方法は複数考えられる。例えば CARD プロトコル[15]を用いて、新しい AR に繋がっている AP からの情報を基に新しい AR の情報を得る方法や、AP-AR 対応情報を MN に持たせる方法などがある[2]。

### 3.2. プロキシを用いたリソース予約の準備

2 章で述べた QoS NSLP のメッセージである QUERY と RESPONSE の機能を拡張し、これらのメッセージをプロキシ-CN 間で送受信することにより、CRN の特定と、リソースの空き状況を得ることに利用する。

以下にこの手順を示す (図 2 参照)。

1. MN は自分が移動しようとしている先のサブネ

- ネットワーク、もしくは移動する可能性のある一つ以上サブネットワークのプロキシを特定して QUERY メッセージを送り、QoS 経路確立準備の依頼を行う。この QUERY メッセージは本来のパラメータの他に、MN が現在の QoS 経路に使用している、Uplink 方向及び Downlink 方向のフロー識別子及びセッション識別子を含む。
2. プロキシは MN から QUERY メッセージを受け取った後、この QUERY メッセージを CN に対して転送する (CN の IP アドレス情報は MN から送られたフロー識別子に含まれる)。
  3. プロキシから CN へのシグナリング・メッセージ経路 (すなわち、この経路が後に MN から CN へのデータ経路となる) 上の各 QNE はこの QUERY メッセージをインタセプトし、本来の QUERY 処理、すなわち利用可能リソースの情報をメッセージに付加する処理を行う。これに加え、いずれかのインタフェースに、QUERY が運んでいる Uplink 用フロー識別子、セッション識別子とのペアに対して、リソース予約が無いかどうかを確認する。もし存在した場合、そのインタフェースの IP アドレスが QUERY メッセージのパラメータとして付加される。結果として、QUERY メッセージが CN に到着した時、このメッセージは新しい QoS 経路 (候補) と古い QoS 経路の重複する部分のインタフェースを、MN に近い方から順番に全て含んでいる。  
また、この重複部分に予約されているリソースは、MN がハンドオーバーした後も CN との通信においても使われるので、QUERY 処理で利用可能リソースとして扱われる。
  4. QUERY メッセージを受け取った CN は、従来通り QUERY メッセージのパラメータを RESPONSE メッセージにコピーして、プロキシに向けて送信する。RESPONSE メッセージは従来通り、QUERY メッセージが通ってきた経路と全く同じ経路を逆方向にたどり、プロキシまで届けられる。RESPONSE メッセージを受け取ったプロキシは、Uplink 経路上の QNE により付加されたインタフェースの IP アドレスより、Uplink 方向両方の CRN を特定することができ、またこの経路上での利用可能リソース情報を得ることができる。  
これと同時に CN は新たに QUERY メッセージを作成し、プロキシに向けて送信する。この QUERY メッセージには、CN が受信した QUERY メッセージに含まれる、Downlink 用フロー識別子とセッション識別子の情報がコピーされる。

5. Uplink 方向の場合と同様、CN からプロキシへのシグナリング・メッセージ経路上の各 QNE は QUERY メッセージをインタセプトし、Downlink 用フロー識別子、セッション識別子のペアに対してリソース予約が無いかどうかを確認する。存在した場合は、インタフェースの IP アドレス情報を QUERY メッセージに付加する。
6. QUERY メッセージを受け取ったプロキシは、Downlink 経路上の QNE により付加されたインタフェースの IP アドレスより、Downlink 方向両方の CRN を特定することができ、またこの経路上での利用可能リソース情報を得ることができる。
7. Uplink 及び Downlink 双方向の CRN と空きリソース情報を得たプロキシは、この情報を保有しておき、MN が移動して来た際のリソース予約に用いても良い。また RESPONSE メッセージを使って MN に送っても良い、この場合 MN はハンドオーバー先サブネットワークを決定する手段に空きリソースの情報を利用することができる。

### 3.3. Fast State Installation

前節では、MN がハンドオーバーを行う前に、リソース予約のための準備をする方法を示した。本節ではこの方法を応用して、リソース予約の準備をすると同時にリソース予約そのものを行い、QoS 経路を確立する方法 (Fast State Installation) の一例を示す (図 3 参照)。

MN はハンドオーバー先サブネットワークを決定し、プロキシを特定すると、前節 1 で示した通り QUERY メッセージをこのプロキシに送る。この時 MN は新しいサブネットワークの情報を用いて、ハンドオーバーした際に用いる新しい IP アドレス (New Care of Address: NCoA) を自動生成し、この NCoA の情報も QUERY メッセージのパラメータとしてプロキシに送信する。

プロキシはこの NCoA に対し、妥当性チェック (Duplicate Address Detection: DAD) を行う。妥当だと判断されると、この NCoA を前節 2 の QUERY メッセージに含めて CN に送信する。

QUERY メッセージを受け取った CN は、Uplink 方向の空きリソースの情報、CRN の情報、及び MN の NCoA から生成される新しいフロー識別子の情報を得ることができる。この情報を用いて CN からプロキシに対して RESERVE メッセージを送り、uplink 方向のリソース予約を行う。ただしこの時

- CN から Uplink 用 CRN までの間は予約情報の更新を行う
- CRN からプロキシまでの間は、新しいリソース予約を行う。

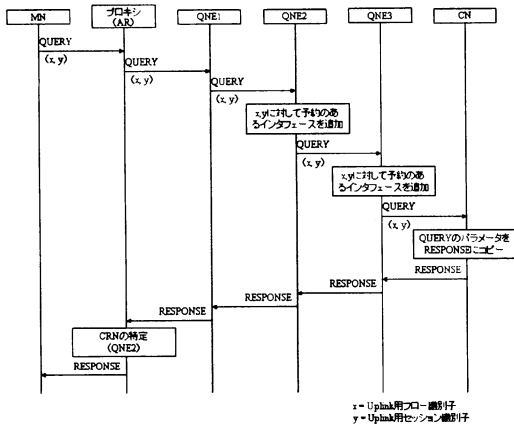


図 2. リソース予約準備のシーケンス図 (Uplink 方向)

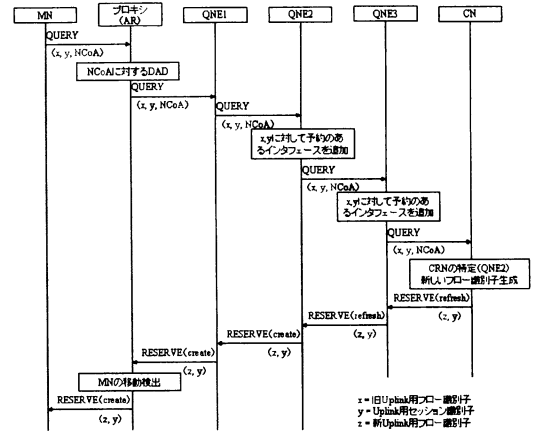


図 3. Fast State Installation のシーケンス図 (Uplink 方向)

この作業により、二重のリソース予約を回避することができる。

また Downlink 方向に関しても、前節 6 で得られた情報と、NCoA より生成される新しいフロー識別子の情報を用いて、同様にリソース予約を行うことができる。

MN が移動した後、プロキシ-MN 間の RESERVE が行われ、end-to-end の QoS 経路が確立される。

#### 4. 提案手法の有効性

現在 NSIS で提案されている CRN の特定方法には大きく分けて 3 種類ある [8]。

- A) ネットワークモニタリングによる方法
- B) データパケットモニタリングによる方法
- C) シグナリング・メッセージによる方法

このうち A) は、ネットワークのトポロジ (データ経路など) を周期的に NTLF レベルで監視する方法である。この方法はルータのロードバランスや故障などの理由による end-to-end のデータ経路を検出するために、NTLF に標準で実装されることが検討されている。この手法を使えば、ネットワークに他の余計な負荷をかけずに MN の移動と CRN を検出することができるが、MN が実際に移動した後、しばらくの時間が経ってからの検出ができず、QoS 経路の張り替えを迅速に行うことができない。

B) はデータパケットを NSLP レベルで監視し、データ経路の変化を検出する手法である。これも A) の場合と同様にネットワークに余分な負荷はかけないものの、MN が実際移動した後でないと、適用することができない。このため QoS の寸断が起こる。

C) の方法は RSVP のソフトステート管理のように、一定周期でシグナリング・メッセージを送受信し、経路の変化を見る手法も含まれ、この場合ネットワークに負荷をかける上に A) や B) の場合同様迅速な処理はできない。しかし本提案のように MN の移動とシグナリング・メッセージの送信を組み合わせる場合、CRN を早期に特定することができる上、前もって新しい経路にリソースの予約を行うことができるので、QoS の寸断のないシームレスな QoS 経路確立を行うことができる。

表 1. 本提案による CRN の特定方法と NSIS での従来の方法との比較

	NW への負荷	CRN 特定 の迅速性	QoS の寸断
ネットワークモニタリング	軽い	とても遅い	長時間の断絶
データパケットモニタリング	軽い	遅い	寸断が起きる
シグナリング・メッセージ (本提案)	やや重い	早い	殆ど起きない

#### 5. まとめ

本稿では、Mobile IPv6 の MN が、QoS の保証された経路を通じて CN と通信を行っている最中に別サブネットワークに移動する際、寸断のない QoS 保証を受けるための手法について提案した。また本手法を用いると、古い経路と新しい経路の重複部分に二重のリソース予約を行うことを回避することもできる。

1. 本手法は次の手順による。
2. MN は CARD プロトコルなどを用いて移動先サブネットワークのプロキシを特定し、NCoA と

現在使用しているフロー識別子、セッション識別子をプロキシに送る

3. プロキシはフロー識別子、セッション識別子情報を含んだシグナリング・メッセージを CN と送受信することにより CRN を特定する。

4. NCoA より新しいフロー識別子を生成し、プロキシと CRN 間に新しいリソース予約を行う。

CRN と CN 間は予約情報を更新する。

この手法は、プロキシ-CN 間で 1 ラウンドトリップ以上のシグナリング・メッセージの送受信を行うものの、QoS 経路の早期確立に対して極めて有効な方法であると言える。

Signaling Protocol” ,  
draft-manyfolks-signaling-protocol-mobility-00  
(work in progress), January 2004

[15] Liebsch, M. and et al., "Candidate Access Router Discovery", draft-ietf-seamoby-card-protocol-06  
(work in progress), December 2003

## 文 献

- [1] IETF NSIS WG Charter,  
<http://www.ietf.org/html.charters/nsis-charter.html>
- [2] 阿相啓吾 他, "高速ハンドオーバーのシグナリング軽減手順の提案", 電子情報通信学会総合大会報告, B-6-49, 2004
- [3] S. Blake, D. Black, M. Calson, E. Davies, Z. Wang and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", RFC2475, December 1998
- [4] R. Braden, D. Clark and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC1633, June 1994
- [5] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, September 1997.
- [6] W. Chen and L. Huang, "RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts", in proc. IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM), Apr. 1997
- [7] H. Chaskar, Ed, "Requirements of a Quality of Service (QoS) Solution for Mobile IP", RFC3583, September 2003
- [8] R. Hancock (editor), "Next Steps in Signaling: Framework", draft-ietf-nsis-fw-05 (work in progress), October 2003
- [9] H. Schulzrinne and R. Hancock, "GIMPS: General Internet Messaging Protocol for Signaling", draft-ietf-nsis-ntlp-01 (work in progress), February 2004
- [10] Sven Van den Bosch, Georgios Karagiannis and Andrew McDonald "NSLP for Quality-of-Service signalling", draft-ietf-nsis-qos-nslp-02 (work in progress), February 2004
- [11] M. Stiernerling, H. Tschofenig, M. Martin and C. Aoun, "NAT/Firewall NSIS Signaling Layer Protocol (NSLP)", draft-ietf-nsis-nslp-natfw-01 (work in progress), February 2004
- [12] H. Tschofenig and D. Kroeselberg, "Security Threats for NSIS", draft-ietf-nsis-threats-04 (work in progress), February 2004
- [13] P. Srisuresh, J. Kuthan, J. Rosenberg, A. Molitor and A. Rayhan, "Middlebox communication architecture and framework", RFC3303, August 2002
- [14] Roland Bless, et. Al., "Mobility and Internet