

M-067

ネットワークモビリティ環境におけるネットワーク可視化システムの提案 Visualization System of Network Topology for NEMO Environment

阿部 春彦[†]
Haruhiko Abe

中村 直毅[‡]
Naoki Nakamura

菅沼 拓夫[†]
Takuo Suganuma

白鳥 則郎[†]
Norio Shiratori

1. はじめに

ユビキタス情報社会の実現に向けたシームレスなインターネット接続のための技術として、通信機器のモビリティを実現する MobileIPv6[1] や、サブネットワーク全体のモビリティを実現するネットワークモビリティ(NEMO) プロトコル[2] の実用化が期待されている。

このようなネットワークモビリティ化は、利便性が向上する半面、ノードの移動性によってネットワーク構成が頻繁に変化する。さらに、トンネル技術の導入に伴い、ネットワークの構成が複雑化するため、ネットワーク構成を正確に把握することは非常に困難である。

本稿では、ネットワークモビリティ環境における複雑化したネットワークネットワーク構成の可視化手法を提案する。

2. ネットワークモビリティ環境におけるネットワークの可視化に関する課題

2.1 ネットワークモビリティプロトコルの概要

ネットワークモビリティプロトコルでは、移動ノードである Mobile Node(MN) に対して、MN がネットワーク間を移動しても同じセッションを維持できる移動透過性と、MN の現在位置に関わらず通信相手が常に一定のアドレスで MN にアクセス可能となる常時発呼可能性を保証する。

これらを実現するため、Home Agent(HA) は、MN の持つ常に不変のアドレス Home Address(HoA) と移動先ネットワークでのアドレス Care of Address(CoA) の対応を管理し、MN の HoA へ送信されたパケットを CoA へ転送する。また、MN に相当する Mobile Router(MR) を導入し、MR の CoA と Mobile Network Prefix(MNP) の対応を管理することによって、MR に接続するノード Mobile Network Node(MNN) はモビリティの機能を持たずとも、MR と共にネットワークごとの移動が可能となる。

2.2 ネットワーク構成情報の可視化に関する課題

ネットワークモビリティ環境におけるネットワーク構成情報の可視化のため、以下の二つの課題が挙げられる。

1. トンネルによるネットワーク構成の複雑化

HA では、MR へパケットを転送する際、MR との間にトンネルを構成して、透過的にパケットを転送する。このトンネルによって、複数のルータを経由する場合にも、論理的には一本のリンクとなる。図 1 においては、HA1 と MR1 の間の経路が一本のリンクとしてみなされるため、中間の HA2 や MR2 において通信障害などが発

生じた場合、障害箇所の特定は困難である。したがって、トンネルによって構成された論理的なリンクだけでなく、物理的な通信路を正確に把握することは重要である。

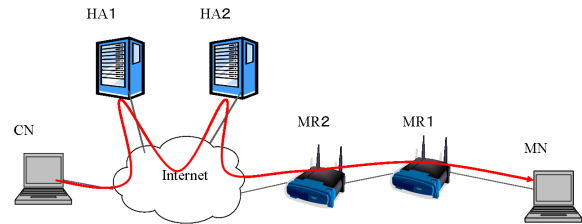


図 1: トンネルによる経路の複雑化

2. 効率的なネットワーク構成情報の取得

ネットワークモビリティ環境では、MR や MN の移動によってネットワーク構成が頻繁に変化する。常に最新のネットワーク構成を維持するには、ネットワークの構成情報を頻繁に取得することが要求されるため、通信帯域が圧迫されることが懸念される。したがって、通信帯域などのリソースを圧迫せずに、最新のネットワーク構成を維持するための情報の取得手法の確立が必要となる。

3. ネットワークモビリティ環境におけるネットワーク可視化方式の提案

3.1 提案手法の概要

本稿では、上記の HA・MR 間に形成されるトンネルによってネットワーク構成が複雑化する点に焦点をあて、トンネルによって形成された論理的なリンクに隠れている物理的な通信経路の可視化方式を提案する。

まず最初にネットワーク構成の情報として、トンネルによる論理的なリンクとそれ以外の物理的なリンクにより表されるネットワーク構成(論理的ネットワーク構成と呼ぶ)の情報を SNMP と ICMP を用いて取得する。次に、HA と MR から取得できるネットワークモビリティ環境特有の情報と論理的ネットワーク構成の情報を組み合わせ、ノードとノードの物理的な接続情報を表す物理的ネットワーク構成を取得する。さらに、取得した論理的・物理的ネットワーク構成の情報と、HA から取得される HA と MR 間のトンネルの情報を組み合わせ、トンネルに対応する論理的なリンクの物理的な通信経路を取得する。最後に、図 2 に示されたトンネルに対応する物理的な通信路の可視化を実現する。

3.2 論理的ネットワーク構成の取得

MR 配下に形成された論理的ネットワーク構成は、以下の手順 1 から 4 により取得する。

1. 既知の MR を情報取得対象ノード(以後対象ノード)へ traceroute を実行し、Manager から対象ノードまでの経路の情報を取得する。

[†] 東北大学 電気通信研究所/情報科学研究科, Research Institute of Electrical Communication/Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

[‡] 東北大学 医学系研究科, Tohoku University School of medicine

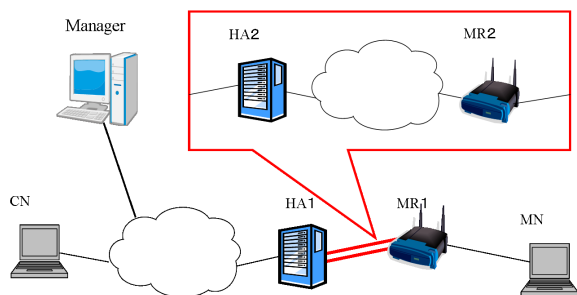


図 2: 可視化イメージ

2. 対象ノードに対して、対象ノードの HoA と CoA と HA のアドレス、対象ノードが MR か否か、MR であればサブネット側のインターフェース (ingress interface) 名と Mobile Network Prefix(MNP, MR の持つサブネットの Network Prefix) を SNMP (NEMO-MIB[4]) で取得する。
3. 対象ノードが MR の場合には、ingress interface の隣接ノードを SNMP(IPv6-MIB) から取得する。取得した隣接ノードのアドレスは Link Local Address(LLA) であるため [3]、ここで NEMO の CoA の自動生成のアルゴリズムを考慮し、対象ノードの持つ MNP と隣接ノードの LLA の下位 64bit を組み合わせにより CoA を導出する。
- 3'. 対象ノードが MR でない場合には、隣接ノードのリストの次のノードを対象ノードにして手順 1. に戻る。
4. 導出した隣接ノードの CoA のリストを対象ノードと関連付けて保存し、リスト内のノードを対象ノードにして 1. からの手順を再帰的に繰り返す。

なお、物理的ネットワーク構成取得のため、各 MR からアドレスを得た HA から、HA の管理する各 MR が管理する MNP のリストを取得しておく。

以上の手順により、既知の MR における論理的ネットワーク構成を取得する。

3.3 物理的ネットワーク構成の取得

物理的なネットワーク構成は以下の手順により取得する。

1. 論理的ネットワーク構成にて把握しているある MR を情報取得対象ノード (以後対象ノード) とする。
2. 対象ノードの CoA の Prefix と取得済みの MNP を比較する。
3. 対象ノードの CoA の Prefix といずれかの MNP が一致した場合、一致した MNP を持つ MR の下に対象ノードが接続していることが分かる。対象ノードの CoA の Prefix といずれの MNP も一致しなかった場合、接続先は固定もしくは管理外のネットワークであることが分かる。

4. 対象ノードと上流との接続関係を保存し、まだ上流との接続を確認していない MR を対象ノードとし、手順 2. に戻る。

以上の手順により、全 MR が物理的にどのノードの下に接続しているかが分かり、ネットワーク全体の物理的な構成を把握することができる。

3.4 トンネルに対応する物理的な通信路の可視化

トンネルに対応する物理的な通信路は、以下の手順 1 から 3 により取得する。

1. 可視化の対象のトンネルを形成する MR を対象ノードとする。
2. 物理的ネットワーク構成から、対象ノードの上流のノードを取得する。
3. 上流のノードが MR であれば、通信路が上流の MR とその HA とそれらをつなぐトンネルによって構成されているものとし、対象ノードを上流の MR として手順 2. へ戻り、再帰的にトンネルに対応する通信路を取得する。
- 3' 上流のノードが MR でなければ、物理的ネットワーク構成における対象 MR と HA 間のネットワーク構成をそのまま通信路とする。

以上の手順により、トンネルに対応した物理的な通信路の情報を取得することができ、図 2 に示すトンネルの可視化が可能となる。

4. まとめ

本稿では、ネットワークモビリティ環境において、トンネルによるネットワーク構成の複雑化に対応したネットワーク可視化方式を提案した。今後は、提案システムのプロトタイプを実装するとともに、効率的なネットワーク構成情報の取得方法などについて検討する。

謝辞

本研究の一部は、総務省 SCOPE プロジェクト (071502003) および科学研究費補助金 (19200005) の援助を受けて実施した。

参考文献

- [1] D. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC3775, 2004.
- [2] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert, "Network Mobility(NEMO) Basic Support Protocol", RFC3963, 2005.
- [3] I. Astic and O. Festor, "A Hierarchical Topology Discovery Service for IPv6 Networks", Network Operations and Management Symposium, 15-19 April 2002, pp.497-510
- [4] S. Gundavelli, G. Keeni, K. Koide and K. Nagami, "Network Mobility(NEMO) Management Information Base", RFC5488, 2009.