

インターネット協調管理プラットフォームを利用した IPv6 ネットワーク管理

藤崎智宏 森山 斉 浜田 雅樹

NTT ソフトウェア研究所 広域コンピューティング研究部

本稿では、インターネットにおいて複数の NMS の協調動作を支援するプラットフォームである Management Information Interchange (MII) の IPv6 ネットワーク管理への適用例について述べる。MII は、複数のネットワーク管理システム (NMS) が協調して管理する必要があるような大規模ネットワークにおいて、NMS の扱うデータに着目した協調管理方式である。MII の情報収集 / 送出機構を利用し、IPv4 NMS を用いて IPv6 ネットワークの管理を行うための手法の提案及び、管理の実例を紹介する。

Managing IPv6 Networks using MII

Tomohiro Fujisaki Hitoshi Moriyama Masaki Hamada

NTT Software Laboratories, Global Computing Laboratory

This paper describes how to manage IPv6 networks using MII. MII (Management Information Interchange) is a platform to support co-operation of multiple network management systems (NMS). One of MII's function is to capture packets and process them, and output processed packets to original destination. We apply this function to manage IPv6 network elements using IPv4 NMS. In this paper, we propose how to manage IPv6 networks using IPv4 NMS, and introduce an example using MII.

1 はじめに

ここ数年のインターネットの急速な発展に伴い、インターネットのベースとなっているインターネットプロトコルに関する様々な問題が顕在化してきた(現在のプロトコルバージョンは 4)。なかでも IP アドレスの不足、経路数の増加によるルータの負荷の増加は、インターネットの根幹に関わる問題である。更に、インターネットの利用法の多様化により、インターネットプロトコルに対する新たな機能付加の要求もあがっている。

これらの問題や、高機能化への要求を解決す

るために、IETF において次世代のインターネットプロトコル、IPv6 の標準化が進んでいる [2]。

現在のインターネットプロトコルである IPv4 から次世代プロトコル IPv6 への移行は、急激な切り替えではなく、混在期間において徐々に移行変わっていくことが予定されている。この移行期においては、IPv4 機器と IPv6 機器が混在したネットワークが構成される。

本稿では、この混在期間の初期において、IPv6 ネットワークの管理を IPv4 の管理システムを用いて行う手法について提案し、実運用 IPv6 ネットワークでの適用について述べる。

2 IPv6 とは

現在のインターネットに利用されているインターネットプロトコル (IPv4) は約 20 年前に規格化されており、現在でも基本的な部分はほとんど変更なく利用されている。インターネットが拡大する過程でいくつかの問題は発生したが、その都度対処、修正を行い、現在に至っている。

しかしながら、ここ数年の爆発的なインターネットの規模の拡大により、解決の困難な問題が顕在化してきている。中でも IP アドレスの不足、インターネットの複雑化による経路情報の肥大化は、インターネットの根幹に関わる問題となっている。

また、インターネットの利用が拡大し、インターネットの利用者・利用目的が多様化することにより、インターネット接続時の設定の簡素化、インターネット通信におけるセキュリティの確保、動画などのリアルタイム通信の実現といった新たな要求が発生している。

このような状況の中で、インターネットの標準化団体である IETF にて、次世代のインターネットプロトコル IPv6 (Internet Protocol version 6) の標準化が進んでいる。IPv6 は、以下のような特徴を持っている。

- 128bit のアドレス空間
現在の IPv4 (32bit) の、4 倍のアドレス長 (2^{96} 倍のアドレス数) を持つ。
- 経路集約を考慮したアドレス構造
階層化を強く意識したアドレス割り付けが行われる予定であり、経路制御を効率的に行うことを目指している。
- インターネットへの接続を容易にする Plug & Play 機構
アドレスなどの自動設定機構を標準として含んでおり、ネットワーク端子に差し込むだけでインターネットに接続できるといった Plug & Play が実現されている。
- セキュリティ機能を標準搭載
プロトコルレベルでパケットの認証および

暗号化の機構が組み込まれている。これにより、IPv6 を用いるあらゆるアプリケーションが通信セキュリティを確保できる。

- 画像などのストリーム通信をサポートする機構
リアルタイム性が要求されるトラフィックに対応するため、すべての IPv6 パケットには優先度およびフローラベルという情報が付加される。この情報を用い、画像などのストリーム系通信をルータが優先して扱うことを可能としている。

2.1 移行期における IPv6 ネットワークの構成

現在の IPv4 ネットワークから IPv6 ネットワークにスムーズに移行する方法についての検討が IETF にて行われている。

2.1.1 デュアルスタック手法

ホストやルータの IPv4 から IPv6 への移行に関しては、文献 [4] に述べられている。移行初期の状態では、IPv4/IPv6 双方の通信機能を持ったデュアルスタック機器により移行が進み、IPv4/IPv6 相互の運用のために、IPv6 アドレスを用いて、IPv4 アドレスを表現する手法や、手動/自動で IPv6 パケットを IPv4 ネットワークを用いてトンネル転送する手法などが提案されている。

2.1.2 トランスレータ

IPv4, IPv6 間のプロトコル変換を行うことにより、IPv4 ノードと IPv6 ノードの通信を可能にする手法が検討されている [5]。プロトコル変換を行う装置をトランスレータと呼ぶ。トランスレータを用いることで、IPv4 から IPv6 への移行期に、IPv4 ノードと IPv6 ノードの混在ネットワークを構成し、混在状態を意識させないネットワークの構築も可能となる。

また、デュアルスタックノードと DNS を用いて、プロトコル変換を行わずにトランスレータと同等の透過的な混在ネットワークを構成するシステムも提案されている [1]。

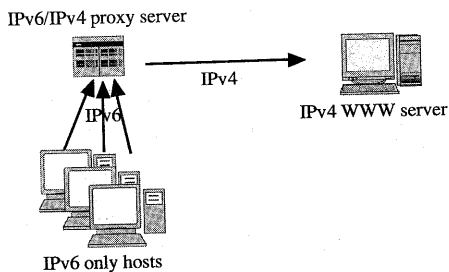


図 1: アプリケーションゲートウェイを用いた IPv4/IPv6 変換

2.1.3 アプリケーションゲートウェイ

WWW システムの Proxy サーバや、SOCKS[8] を用いることで、アプリケーションの利用するプロトコルに特化して IPv4、IPv6 の変換を行うことができる。アプリケーションゲートウェイを利用した IPv4/IPv6 混在ネットワークの構築例を図 1 に示す。

2.2 現状の移行手法の問題点

前節で述べたように、IPv4 ネットワークから IPv6 ネットワークへの移行をスムーズに行うための手法が提案されており、IPv4 ノードと IPv6 ノードの混在環境の構築が可能となっている。しかしながら、

- 個々のシステムの利用形態に応じ、上記移行手法がそのままでは適用が難しい場合も多い。
- 汎用のトランスレータを用いたアドレス変換手法の適用できないアプリケーションも存在する。

といった問題点がある。次節では混在環境におけるアプリケーションの利用に関し、ネットワーク管理アプリケーションという側面から問題点を提起し、この問題を開発中の協調管理プラットフォームである MII を用いて解決する手法について提案する。

3 MII による IPv6 ネットワーク管理

ある程度規模の大きいネットワークを管理する場合、NMS を利用することにより、管理の省力化を図ることができる。現在、IPv4 に対応した種々の NMS が存在し、利用目的、利用場所、利用形態等に応じて使い分けられている。規模の大きい IPv6 ネットワークを管理する場合に、これらの IPv4 NMS を利用することが可能であれば、ネットワークの管理運用が容易になる。

3.1 IPv6 への移行技術の利用

IPv4 の NMS を、IPv6 ネットワーク管理適用するために、前節で述べた IPv6 への移行技術の利用を検討する。

- デュアルスタック
IPv4/IPv6 デュアルスタックマシンを用いることで、混在ネットワーク上のすべての管理対象機器にアクセス可能な NMS ノードを構築可能である。しかしながら、両プロトコルをサポートした NMS は現状ほとんど存在せず、また、商用の NMS の動作するオペレーティングシステムで、IPv6 に正式に対応済のものは少ない。
- トランスレータ
トランスレータを介在することで、IPv4 NMS を用いた IPv6 機器の管理が可能となるが、汎用的なトランスレータは、
 1. 一般に、トランスレータはゲートウェイとして実装されるため、ネットワークの構成からの検討 / 構成の変更が必要となる。
 2. プロトコルによってはトランスレータでサポートできないものが存在する。

といった問題点がある。

- アプリケーションゲートウェイ
管理プロトコル専用のアプリケーションゲートウェイを用いることで、一般的なトランスレータにおける、上記 2 の問題は解決でき

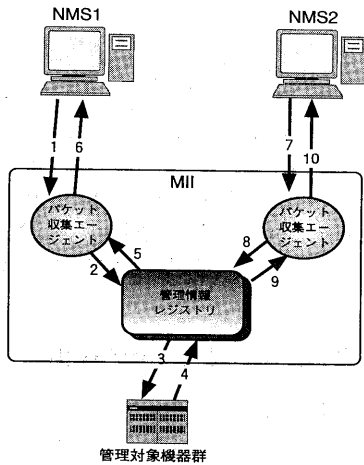


図 2: MII による NMS 間協調動作支援

るが、ネットワークシステムの構成変更が必要となる。

協調管理プラットフォーム Managed Information Interchange (MII) の管理情報収集 / 送出機構を利用することで、上記の問題を解決し、IPv4 NMS を用いて IPv6 ネットワークを効率よく管理することが可能となる。

3.2 MII とは

MII は、複数 NMS の効率的な協調動作を可能にするための協調管理プラットフォームである。主に、複数の NMS が重なりあった管理領域を持ちながら、互いに協調動作をする必要があるような環境の支援を目的としている [7]。以下で、MII の NMS 間協調動作支援の動作例について説明する。図 2 に MII の NMS 間協調動作支援機能の構造を示す。

1. NMS1 は、管理対象機器に対して管理情報の問い合わせを行う。
2. パケット収集エージェントは、NMS1 からの管理情報問い合わせのパケットを横取り

し、管理情報レジストリに対して、NMS1 の要求する情報がレジストリ中に存在するかどうかを問い合わせる。

3. 管理情報レジストリ中に NMS1 が必要とする情報が存在しない場合には、管理対象機器に対して問い合わせる。
4. 管理情報レジストリは、管理対象機器から得た情報をキャッシュする。
5. 管理情報レジストリは、得た情報をパケット収集エージェントに NMS1 への返答として送るよう依頼する。
6. パケット収集エージェントは、管理情報レジストリから得られた情報を、もとの管理対象機器から情報が送り返されて来たように、NMS1 に送り返す。
7. NMS2 から管理対象機器宛の問い合わせが発生した場合にも、パケット収集エージェントが問い合わせパケットを横取りし、管理情報レジストリに対して問い合わせる。
8. 管理情報レジストリは、問い合わせを受けた情報が、レジストリ中に存在するか調べ、存在した場合、キャッシュ情報を送り返す。
9. パケット収集エージェントは、管理情報レジストリから得られた情報を、もとの管理対象機器から情報が送り返されて来たように、NMS2 に送り返す。

3.3 MII の情報収集 / 送出機構

MII の情報収集 / 送出部は、パケット収集エージェントとして実装される。パケット収集エージェントのは、以下のような機能を持つ。

- ネットワーク上に流れるパケットを捕獲し、他者に通知する機能
あらかじめ指定された情報に基づき、パケットを捕獲し、フィルタリングなどの処理を行った後、指定された相手に通知する。

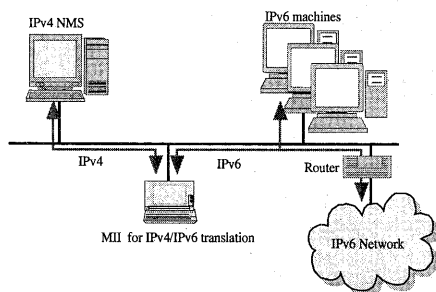


図 3: IPv4 NMS による IPv6 ネットワーク管理

- パケットを作成し、送出する機能
発信者アドレスを含め、指定された要求通りにパケットを生成し、送出する。

MII のパケット捕獲 / 送出機構を利用し、NMS が IPv4 で送出した管理パケットを IPv6 に変換すること、また、IPv6 管理対象機器からの返答パケットを IPv4 に変換し、NMS に通知することが可能である。

次節にて、MII の情報収集 / 送出機構を利用して構築した、IPv6 ネットワーク管理システムの概略について述べる。

4 IPv4 NMS を用いた IPv6 ネットワーク管理の実例

図 3 に、IPv4 NMS を用いて IPv6 ネットワークを監視するシステムの概略を示す。

4.1 管理プロトコル変換装置の動作

あらかじめ個々の IPv6 管理対象機器に対し、仮の IPv4 アドレスを割り振る。この IPv4 アドレスは、プライベートアドレス空間などを利用し、実ネットワークには存在しないアドレスを割当てて、IPv4 NMS はこの仮に割当てられたアドレスに対して、管理パケットを送出する。

収集エージェントは IPv4/IPv6 デュアルスタック装置(図 3 上の MII for IPv4/V6 translation)上で動作しており、仮の IPv4 アドレ

スと機器の実 IPv6 アドレスの対応表を持つ。収集エージェントは、ネットワーク上に流れるパケットをモニタし、管理対象宛の IPv4 仮アドレスのパケットを見つけると、対応した IPv6 ノードに対して IPv6 に変換したパケットを送出する。

同様に、管理対象 IPv6 ノードからの返答パケットを捕獲し、IPv4 に変換して NMS に返答する。図 4 に、NMS の実行例を示す。

4.2 IPv4 パケットの捕獲

IPv4/IPv6 の相互変換をゲートウェイでなく、トラフィックをモニタして行うことにより、

- ネットワークの物理的 / 論理的構成を変更せずに IPv4/IPv6 混在ネットワークの管理が行える
- 対応するアプリケーションやプロトコルごとのフィルタを容易に行える

といった利点がある。

一方、捕獲のために、割り振った仮 IPv4 アドレスに対するパケットを破棄する必要がある。

現在は、IPv4 NMS が存在する出口のルータにて、割り振った仮アドレス宛のパケットの転送を止めることにより、捕獲を実現している。

5 考察

今後、以下の点に関して、検討を進めていく。

1. 耐故障性の確保

現状、パケット収集エージェントは NMS と同一ネットワーク上に一つだけ存在する。このため、パケットエージェントに故障が発生すると、IPv6 ネットワーク全体の監視が出来なくなる。文献 [3] で提案しているような、分散オブジェクトシステムの名前空間管理機構を利用した手法を用い、収集エージェントに対する耐故障性を実現することを検討中である。

2. パケット捕獲方法

現在、仮の IPv4 アドレスを用いた変換を

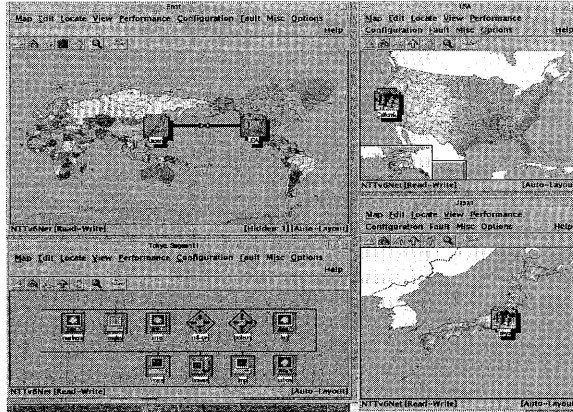


図 4: IPv4 NMS による IPv6 ネットワーク管理の実現例

行っているが、この IPv4 アドレス宛のパケットを、IPv4 NMS が設置されている出口のルータにてフィルタしている。既存のネットワークの設定を変更せずに変換を行うために、パケット収集エージェント動作マシンをブリッジとして使用する、などの手法について検討を進めている。

3. アドレス対応方式

現在、パケット収集エージェントにて、静的な変換テーブルを用いて、仮 IPv4 アドレスと実 IPv6 アドレスの変換を行っている。DNS を用いる方法や、[5] のような手法を用い、設定の手間なく変換を出来るような手法について検討している。

6 まとめ

既存の IPv4 NMS を用いて IPv6 ネットワークを管理するシステムを、MII の情報収集/送出機構を利用して実現した。IPv4 ネットワーク管理を行う数多くの商用/フリーの NMS を、IPv6 ネットワークに適用可能であり、IPv6 ネットワークへの移行の初期の段階において、IPv6 機器を管理するために有効に利用可能である。

参考文献

- [1] Jim Bound. Assignment of ipv4 global addresses to ipv6 hosts (aiih), March 1998. Internet Drafts.
- [2] S. Deering and R. Hinden. Internet protocol, version 6 (ipv6) specification, August 1998. Internet Drafts.
- [3] T Fujisaki, M Hamada, et al. A scalable fault-tolerant network management system built using distributed object technology. In *Proc. 1st Int'l Enterprise Distributed Object Computing Workshop*, pages 140-148, IL, 1997. IEEE Computer Society, IEEE Computer Society Press.
- [4] R. E. Gilligan and E. Nordmark. Transition mechanisms for ipv6 hosts and routers, August 1998. Internet Drafts.
- [5] Erik Nordmark. Stateless ip/icmp translator (sitt), August 1998. Internet Drafts.
- [6] 浜田雅樹, 藤崎智宏, 犬束敏信, and 蔭山克禎. インターネットにおける協調管理プラットフォームの提案. 情報処理学会 分散システム運用技術研究会 研究報告 98-DSM010, pages 31-36, 1998.
- [7] 陣崎 明 and 小林 伸治. Socks64:socks プロトコルを用いた ipv4-ipv6 相互接続ゲートウェイ. <http://www.v6.wide.ad.jp/Papers/socks64/>.