

## 埋め込み IPv6 アドレスによる情報家電の管理手法に関する提案

黒木 秀和 井上 博之 荻野 司

{hidekazu, inoue, ogino}@ubiteq.co.jp

株式会社 IRI コビテック コビキタス研究所

### 概要

情報家電等において、機器毎に固有の IPv6 アドレスを埋め込んで出荷し、この埋め込まれた IPv6 アドレスを、機器の管理や保守に利用することが考えられている。これを実現するには、一般的な家庭やオフィスのネットワークに対して、埋め込まれた IPv6 アドレスの IP 経路到達性を確保することが必要となる。本稿では、ルータ装置と機器の連携によりこれを実現すると共に、機器内に複雑な IP 処理の実装を不要にする手法について提案し、出荷時に埋め込まれた固定の IPv6 アドレスを用いた機器の管理を実現する。複雑な IP 処理を機器に実装しないことで、機器開発において IP に関する機能の実装が簡単になると同時に、開発コストの削減が期待できる。また、ルータ装置に複雑な IP 処理を行わせることで、機器にかかる負荷を低減する事が期待できる。

## An Approach of Management Method using Embedded IPv6 Address for Information Appliances

Hidekazu Kuroki Hiroyuki Inoue Tsukasa Ogino

{hidekazu, inoue, ogino}@ubiteq.co.jp

IRI Ubiteq, Inc. Ubiquitous Laboratories, Tokyo, JAPAN

### Abstract

It is commonly thought that the utilization of an IPv6 address, which is pre-installed onto each of information appliances at the time of product shipment, is useful for the device management and maintenance. In order to realize this, it is necessary to establish an IP reachability of the pre-installed IPv6 address. In this paper, a method of achieving the IP reachability by router-device cooperation and eliminating implementation of highly complex IP processing in a device, so that the device management and maintenance is realized by use of a fixed and embedded IPv6 address. It is anticipated that the reduction of product development cost and work simplification of IP relating functionality development by this method. In addition, a process load reduction is also expected because of its simple IP processing on a device.

### 1 はじめに

現在、インターネットで広く利用されている IPv4 ではなく、その次世代版である IPv6<sup>[1]</sup> を利用した新しいサービスが考えられている。その一つとして潤沢なアドレス数が利用可能という IPv6 の最大の特徴を利用して、情報家電をは

じめとする機器に、製造時に IPv6 アドレスを埋め込んで出荷し、出荷後のメンテナンスやユーザサポートなどの機器の管理に役立てようという試みがある。

しかし、一般的には複雑な IP 処理を別途機器に実装しない限り、埋め込まれた IPv6 アドレス

を用いた通信は不可能である。

本稿では、機器が接続されたネットワークにおけるルータに、この複雑な IP 処理をさせることで、機器に複雑な IP 処理を実装することなしに、機器が埋め込まれた IPv6 アドレスを用いた通信が可能となるようにする手法について提案を行う。

## 2 埋め込みアドレスにおける問題点

情報家電等の機器は、そのユーザの家庭内ネットワークに設置されるため、上位 ISP は一定でない。さらに、ISP は自身が管理するアドレスに関する IP 通信しかルーティングしないのが一般的である。このため、それぞれの機器に埋め込んだ IPv6 アドレスは、インターネット全体とは通信することのできない孤立した IPv6 アドレスとなってしまう。

## 3 従来技術

上記で述べたような問題を解決する事が可能な技術として以下のようなものが存在する。

### 3.1 各種トンネル技術

IP-IP トンネル、IPsec、SSL-VPN 等、一般的に VPN に分類される技術を用いると、ネットワーク的に孤立した IPv6 アドレスを用いた通信を行うことができるようにするのは容易である。ただし、トンネル技術のプロトコル処理や、それに伴う暗号化・復号化といった処理を家電製品のような計算資源の限られた機器に実装しなければならない。

### 3.2 MIPv6 (Mobile IPv6)

あるノードが任意のネットワークに移動しても常に同じ IPv6 アドレスを利用して通信できる技術として規格化されたものが MIPv6<sup>[2]</sup>である。MIPv6 では次のような手法でノードの到達

性を確保している。

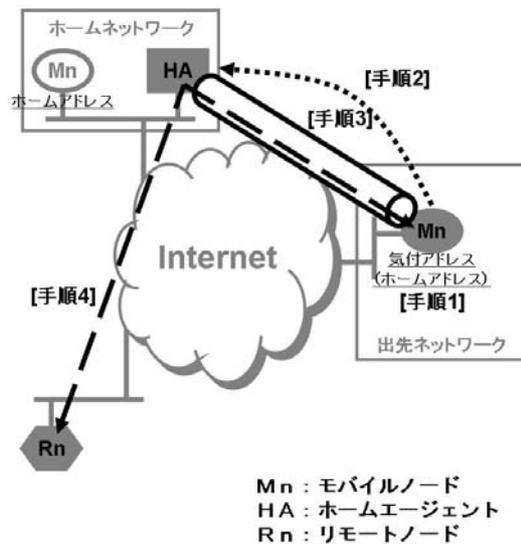


図 1 : MIPv6 の構成と手順

**[手順 1]** : モバイルノードが、出先ネットワークに接続され、そこで割り当てられた IPv6 アドレスを気付アドレスとする。

**[手順 2]** : モバイルノードは、気付アドレスを、自身のホームエージェントに登録する。

**[手順 3]** : モバイルノードとホームエージェントの間にトンネルを構築する。

**[手順 4]** : モバイルノードは構築されたトンネルを介して IP 経路到達性が確保されるため、リモートノードとの通信を行うことができる。

なお、MIPv6 では上記の**[手順 4]**において経路最適化を行うこともできるが、本稿ではその詳細は割愛する。

MIPv6 を用いるには、MIPv6 及びその必須技術である IPsec 関係のプロトコル処理を機器に実装しなければならない。

### 3.3 NEMO (Network Mobility)

MIPv6 はノード単体に対する技術であったが、ネットワークに対応するように拡張して規格化されたのが NEMO<sup>[3]</sup>である。NEMO の構成と

手順の概略を以下に示す。

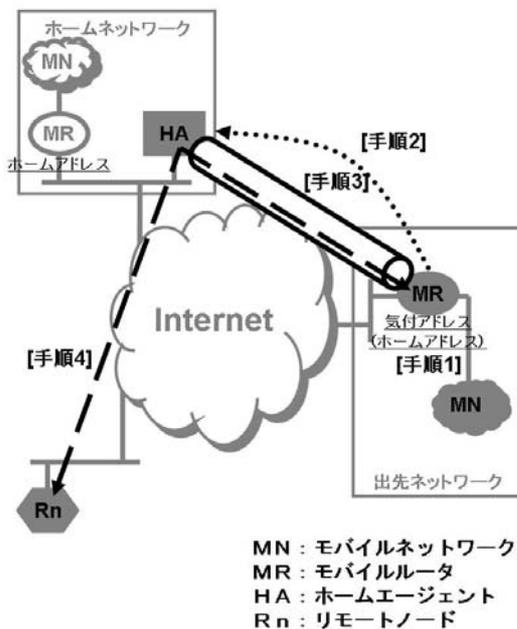


図 2 : NEMO の構成と手順

図 2 における動作手順で、[手順 1]～[手順 4] は、それぞれ MIPv6 における[手順 1]～[手順 4] のモバイルノードをモバイルルータに置き換えた手順とほぼ同じである。但し、[手順 2]において気付アドレスと共に、モバイルルータが持つモバイルネットワークのネットワークプレフィックスの登録を行う。

NEMO も MIPv6 と同様のプロトコル処理の実装が必要ではあるが、ノードではなくルータに実装する点異なる。したがってモバイルネットワーク内に含まれるノードは、特に複雑な IP 処理の実装を必要としない。

#### 4 拡張モバイルルータの提案

本章では、常に固定の IPv6 アドレスによる通信が可能となる MIPv6 技術に着目し、ネットワーク上に設置された特殊なルータにおいて、MIPv6 の IP 処理を行いつつ、機器に埋め込まれた IPv6 アドレスを用いた MIPv6 と同様の効

果を実現するために、NEMO を利用した手法を提示する。このルータを拡張モバイルルータと呼ぶことにする。

#### 4.1 構成要素

本稿で提案する拡張モバイルルータと連携するモバイルノードからなるシステムの構成要素として以下のものを定義する。

- モバイルノード
- モバイルルータ(拡張モバイルルータ)
- リモートノード
- ホームエージェント
- ホームネットワーク
- 出先ネットワーク
- ホームアドレス
- 気付アドレス

拡張モバイルルータは、本稿で提案する機能を持つモバイルルータである。モバイルノードは、拡張モバイルルータと連携するように機能追加されたモバイルノードとする。

他の構成要素<sup>[4]</sup>については MIPv6 及び NEMO と同じであるため説明は割愛する。

#### 4.2 前提条件

拡張モバイルルータと連携するモバイルノードにはあらかじめ以下の情報が埋め込まれているか格納されている必要がある。

- ホームアドレスとして用いる連続した 2 個の IPv6 アドレスからなるプレフィックス長が 127 のユニークな IPv6 ネットワークプレフィックス。
- ホームエージェントの IPv6 アドレス(ホスト名でも可能)。

#### 4.3 全体構成

拡張モバイルルータを用いたシステムの全体構成を、図 3 に示す。

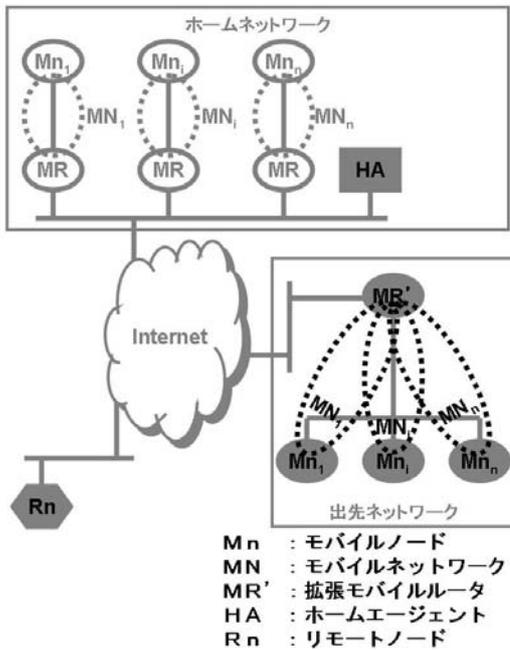


図 3 : 拡張モバイルルータを用いた構成(1)

#### 4.4 動作手順

拡張モバイルルータの設置場所であり、図 3 における出先ネットワークの詳細構成を図 4 に示す。図 4 における拡張モバイルルータと連携するモバイルノードの動作手順は以下の通りである。

**[手順 1]** : モバイルノードより、ルータ要請メッセージ(Router Solicitation Message)をリンクローカルスコープの全ルータマルチキャスト IPv6 アドレス(FF02::2)宛に送信する。

**[手順 2]** : 拡張モバイルルータは、ルータ要請メッセージを受け取ると、その送り元であるモバイルノード宛にルータ通知メッセージ(Router Advertisement Messages)を送信する。このルータ通知メッセージには、IPv6 ネットワークプレフィックスが含まれていなくても良い。

**[手順 3]** : ルータ通知メッセージを受信したモバイルノードは、通知されたルータ(拡張モバ

イルルータ)宛にモバイルノードに埋め込まれているプレフィックス長が/127 である IPv6 ネットワークプレフィックスに含まれる 2 つのアドレスのうち的一方(以下、ルータ側ホームアドレス)を拡張モバイルルータ宛に通知する。また、合わせてモバイルノードが持つモバイルノードのホームエージェントのアドレスも拡張モバイルルータ宛に通知する。

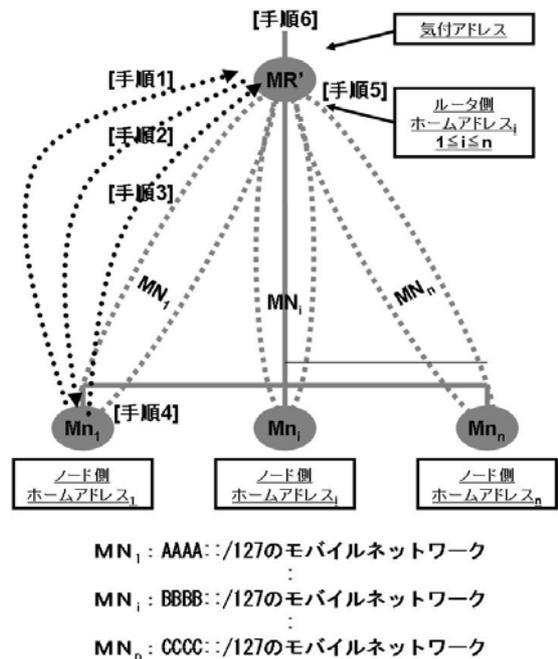


図 4 : 出先ネットワーク詳細構成及び手順

**[手順 4]** : モバイルノードにおいて、埋め込まれている IPv6 ネットワークプレフィックスに含まれる 2 つの IPv6 アドレスのうち[手順 3]で拡張モバイルルータに通知をしていない IPv6 アドレス(以下、ノード側ホームアドレス)を自身のネットワークインタフェースにプレフィックス長 127 で設定する。さらに、自身のデフォルトルータとして、ルータ側ホームアドレスを設定する。

**[手順 5]** : 拡張モバイルルータにおいて、ルータ側ホームアドレスを、モバイルノードとリンクローカルとなる側のインタフェースに対してプ

レフィックス長 127 で設定する。

[手順 6]：さらに拡張モバイルルータは、ルータ側ホームアドレスをホームアドレス、インターネットとつながっている側のインタフェースに設定されている IPv6 アドレスを気付アドレスとして NEMO の手順を用いてホームエージェント(ホームエージェントの IPv6 アドレスは[手順 3]で情報を取得済み。ホスト名であれば DNS でアドレスに変換する。)との間にトンネルを構築する。

以上のように動作することで、モバイルノードは、内部に複雑な IP 処理機能を持つことなく、埋め込まれた IPv6 アドレス(IPv6 ネットワークプレフィックス)を用いて他のノードと通信をすることが可能となる。

#### 4.5 複数のモバイルノード

出先ネットワークに複数のモバイルノードが存在した場合、各モバイルノードは、自身に埋め込まれた IPv6 アドレス(IPv6 ネットワークプレフィックス)を使って、拡張モバイルネットワークとの間にそれぞれ別個のモバイルネットワークを構築することになる。したがって、図 4 のように出先ネットワークの同一物理リンク上に、モバイルノード毎に異なる IPv6 ネットワークプレフィックスを持つモバイルネットワークが重なり合う状態となり、拡張モバイルルータは複数の(モバイルノード数だけの)ルータ側ホームアドレスを持つ。

#### 4.6 拡張モバイルルータ内の管理テーブル

拡張モバイルルータは、上記に示したように複数のモバイルノードからルータ側ホームアドレスの登録がなされ、各モバイルノード毎に NEMO の手順を用いてトンネルを構築するため各モバイルノード毎に動作に必要な情報を管

理する必要がある。各モバイルノード毎に拡張モバイルルータがもつ情報は、表 1 に示すようになる。

名前	内容
MRAddr	ルータ側ホームアドレス
Mnaddr	ノード側ホームアドレス
Prefix	Prefix 長
HAAddr	ホームエージェントのアドレス
Enable	このエントリーが有効か否かの情報

表 1：拡張モバイルルータ内のモバイルノードエントリー管理テーブル

#### 4.7 複数のホームネットワーク

上記では、出先ネットワークに接続されるモバイルノードが属するホームネットワークは同一としていたが、それぞれ別のホームネットワークに属していても問題はない。よって、図 5 のようなシステム構成も可能である。

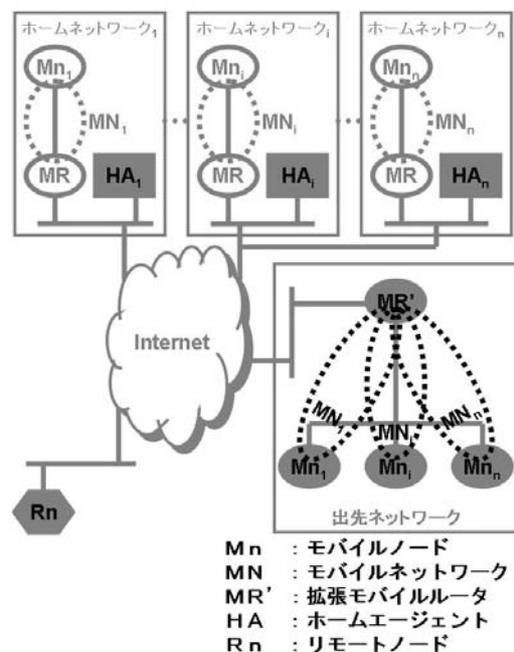


図 5：拡張モバイルルータを用いた構成(2)

## 5 現状と今度の課題

上記手法の実装及び評価は、まだ行っていない。実装には、以下の点が重要と考えている。

- 拡張モバイルルータの負荷とスケーラビリティ。
- 出先ネットワークにおけるモバイルノードの離脱に伴う拡張モバイルルータ上のエントリー削除とリソースの回収。

また、今回の手法では以下の点で制限や特殊な機能の実装を必要とする。

- モバイルノードに埋め込む IPv6 ネットワークプレフィックスは、プレフィックス長が 127 の場合しか考慮していない。
- ホームエージェントのアドレスを取得するのに MIPv6 におけるホームエージェント探索ではなく、モバイルノードにあらかじめ格納している。
- モバイルノードから拡張モバイルルータに情報を通知する通信アプリが必要。

特にモバイルノードは一般の情報家電に相当するため、複雑な IP 処理と同様に特別な通信アプリの実装も避けたい。以上の点を踏まえて、今後改良していきたいと考えている。

## 6 まとめ

本研究では、情報家電をモバイルノードとし、モバイルノードに複雑な IP 処理(トンネル処理、MIPv6 等)を実装することなく、埋め込まれた IPv6 アドレス(IPv6 ネットワークプレフィックス)を用いた通信を可能とする拡張モバイルルータの手法を提案した。これにより出荷時にあらかじめ埋め込んだ IPv6 アドレス(IPv6 ネットワークプレフィックス)を用いた一元的な情報家電の管理を行うことができる。また、拡張モバイルルータに複雑な IP 処理を集約させることにより、計算資源の限られた情報家電にかか

る処理負荷や開発コストを低減することができる。

## 謝辞

本研究にあたり、ご協力を頂いた株式会社 IRI ユビテックユビキタス研究所の諸氏に深く感謝します。

## 参考文献

- [1] Deering, S. and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC 2460, December 1998.
- [2] Johnson, D., Perkins, C., and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.
- [3] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, and P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC3963, Jan 2005.
- [4] Manner, J. and M. Kojo, Eds., "Mobility Related Terminology", RFC 3753, June 2004.
- [5] T. Narten, E. Nordmark, and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", RFC2461, December 1998.
- [6] S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", RFC2462, December 1998.
- [7] A. Conta and S. Deering, "Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification", RFC2463, December 1998.
- [8] 島慶一, "IPv6 Mobility 最新事情", IJ Technical WEEK 2004, November 2004
- [9] 島慶一, "IPv6 Mobility の動向", Interop Tokyo 2005, June 2005.