

次世代IP用のネットワーク・インターフェース管理機構

三須健太郎 山本和彦
奈良先端科学技術大学院大学
{kentar-m, kazu}@is.aist-nara.ac.jp

概要

次世代インターネットプロトコル IPv6 では、アドレス等の自動設定機能が規定されており、ホストは単にネットワークに接続するだけで通信可能になるはずである。しかしながら、自動設定機能が利用できるのは今のところホストに限られており、ルータには適用できない。また、利用者の意思を反映してホストでも自動設定機能を制限したい場合もある。そこで、利用者の指定した設定情報をシステムに反映させる機構が必要であると考えた。設定情報をシステムに反映させる機構は存在しているが、標準的な機構が存在しないため、利用者は、機構毎に異った設定法が必要であった。そこで本研究では、標準的な設定機構になりうるネットワーク・インターフェース管理機構とその機構を実装するのに必要なカーネルとユーザー・レベルの通信機構であるカーネルソケットを提案する。

Network interface management mechanism for IPv6

Kentaro Misu and Kazuhiko Yamamoto
Nara Institute of Science and Technology
{kentar-m, kazu}@is.aist-nara.ac.jp

Abstract

This paper proposes the network interface management mechanism for IPv6 and kernel socket. The former manages user policy on the system. The latter aggregates communication mechanisms between kernel and user level application. These mechanisms allow flexible configuration.

1 はじめに

インターネットの普及にともない、現在使われているインターネット・プロトコル IPv4[1] では解決できない問題があることがわかってきた。例えば、32ビットしかない IPv4 アドレスの枯渇問題や実時間通信に対応できない問題などである。そのような問題に対処するため、次世代インターネット・プロトコル、IPv6[2] が提案された。IPv6 は、IPv4 の長所を受け継ぎ、無駄を省き、将来必要となるだろうと予想される新機能を付け加えた設計となっている。

IPv6 の新機能の1つは、アドレスや経路情報などの自動設定機能[3]である。IPv4 にも DHCP[4] を用いた自動設定機能が存在したが、IPv6 の自動設定は、広大な IPv6 アドレス空間を利用してより簡単な自動設定方法になっている。

IPv6 の自動設定において、通信の中継をするルータが情報を提供する側であるのに対し、通信の中継をしないホストは情報を取得する側と立場が正反対になる。このように、IPv6 では、通信の中継をするルータと中継をしないホストでは全く挙動が異なる。

ルータはホストが自動設定をするのに必要な情報を提供しなければならない。そのためには、ルータを設定する機構が必要である。

また、ルータとホストのどちらにもなれる実装において、ルータとホストのどちらで動作するかを指定しなければならない。この指定は利用者の意思によるもので、この意思を反映する機構も必要である。

上記のような設定機構が複数あり、機

構毎に設定手順が違えば利用者に混乱を招きかねない。そこで、利用者の意思を統合的に反映する機構を提案する。この機構は、ネットワーク・インターフェースに依存しているので「ネットワーク・インターフェース管理機構」と名付けた。また、利用者はシステムを通常ユーザー・レベルで利用していることから、この機構もユーザー・レベルで実装するのが良いと考えた。

さらに、ネットワーク・インターフェース管理機構をユーザー・レベルで実装するために不可欠なカーネルとユーザー・レベルとの通信機構として「カーネルソケット」を提案する。

2 ネットワーク・インターフェース管理機構

ネットワーク・インターフェース管理機構は、ユーザー・レベルのデーモンプロセスとして動作し、システムの利用者が記述した設定ファイルに従った動作をするよう、カーネルや他のプロセスの手配をする機構である。

設定ファイルでは、まずルータかホストかを指定できるようになっているべきである。例えば設定ファイルに

```
config host;
```

と記述してあればホストとして動作するように設定される。

また、前にも述べたとおり、ルータはホストが自動設定をする際に情報を提供しなければならない。つまり設定ファイルにルータの挙動をするよう指定する場

合、ホストが自動設定できるだけの情報、すなわち自動設定法の指定や、設定の有効時間などの情報を設定ファイルに記述しなければならない。

さらにルータでもホストでも、ネットワーク・インターフェース毎に自動設定の挙動を変えられるなどの細かい設定が可能になっているべきだと考えた。例えば、複数のネットワーク・インターフェースが存在する場合に、特定のネットワーク・インターフェースでは自動設定をおこなわないようにする等である。

また、自動設定機能のようにネットワーク・インターフェースの状態によって動作を変えなければならない場合に対応し、ネットワーク・インターフェースの状態を監視する機構も必要だと考えた。

さらに、他のプロセスと協調動作できるような機構を備えることで、ネットワーク・インターフェース管理機構の一時的な操作などを可能にすることが考えられる。

3 自動設定

IPv6の自動設定はネットワーク・インターフェースの状態と同期しておこなわれる。以下では、ネットワーク・インターフェースの状態と自動設定に関して説明する。

図1の数字は以下の状態遷移をあらわす。

- (1) デバイス・ドライバ等の初期化が終了した際の状態遷移
- (2) アドレス割り当て等のソフトウェア的な設定が終了した際の状態遷移

- (3) ネットワーク・インターフェースを抜いたり、ネットワーク・ケーブルを抜いたりしてネットワーク・インターフェースが通信不可能になった際の状態遷移

- (4) ネットワーク・インターフェースやネットワーク・ケーブルの差しなおし、ネットワーク・インターフェースが再び動作可能になった際の状態遷移

(5)~(8)まではIPv6自動設定関係の状態遷移である。

ネットワーク・インターフェースは図1に示すように状態が遷移すると考えられる。この図では、上の4つの状態がネットワーク・インターフェースの状態で、下の点線であらわした状態は、IPv6の自動設定関連の状態である。

IPv6のホストは、ネットワーク・インターフェースが動作可能状態(図1)になると、自動設定を始める。

図1から分かるように、IPv6の自動設定はネットワーク・インターフェースの状態に深くかかわっている。IPv6の自動設定をするためには、ネットワーク・インターフェースの状態遷移をいち早く知ることが必要で、ネットワーク・インターフェース管理機構が自動設定をおこなう場合、ネットワーク・インターフェースの状態監視が必要になる。

4 他のプロセスとの協調動作

ネットワーク・インターフェース管理機構は他のプロセスと協調動作できるように、プロセス間通信機構をそなえるべきだと考えた。なぜなら、この機

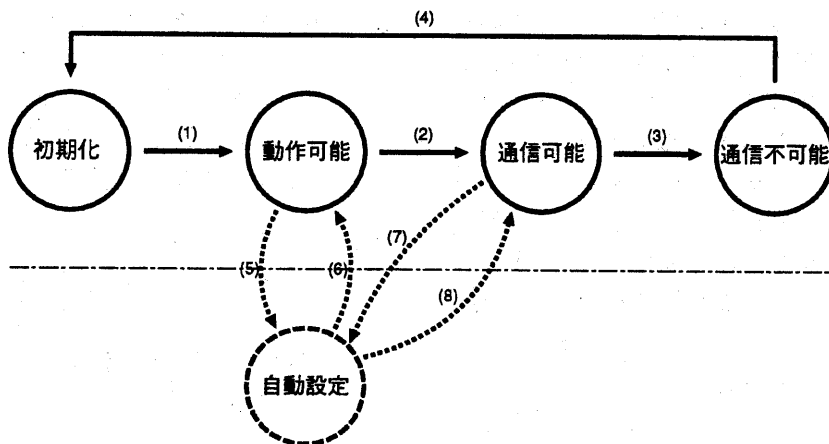


図 1: ネットワーク・インターフェースの状態遷移

構の動作中、一時的に挙動を変える等の場合、設定ファイルを書き直し、再度読み込ませるのは、無駄の多い作業であると考えられるからである。それよりも、一時的な変更の場合ネットワーク・インターフェース管理機構と通信ができる外部のコマンドを利用し、ネットワーク・インターフェース管理機構の挙動を変更できるようにした方が便利だと考えた。

図 2 では、設定ファイルを変更するほどでもない一時的なアドレス設定を `ifconfig` というコマンドを用いておこなっている。`ifconfig` はネットワーク・インターフェース管理機構と通信し、ネットワーク・インターフェース管理機構がアドレスの変更をおこなう。このような機構を実装すれば、一時的な設定変更も容易にできると考えた。

5 カーネルソケット

本研究で提案したネットワーク・インターフェース管理機構を実装するためには、ユーザー・レベルからカーネルを操作する方法が必要である。また、ネットワーク・インターフェースの監視をする際には、割り込みをカーネルからユーザー・レベルに通知する機構が必要であると考えられる。つまり、カーネルとユーザー・レベルの双方向に操作可能な機構が必要である。そこで、カーネルとユーザー・レベルを結ぶ通信機構が適当であると考えた。

カーネルとユーザー・レベル・アプリケーションの通信機構はルーティングソケットなどがあり、今後も増えることが予想される。そこで、汎用的なカーネルとユーザー・レベル間の通信機構であるカーネルソケットを提案し、統合を試みようと考えている。

カーネルソケットは、BSD socket システムコールの第 3 引数を利用し種分け

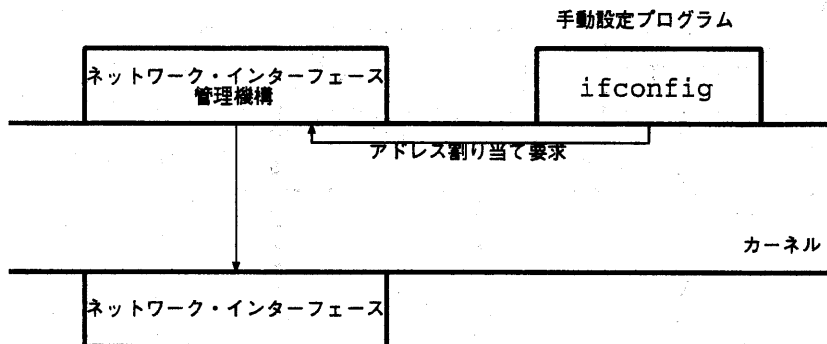


図 2: 一時的なアドレスの割り当て

できるようにする。これにより、不必要な通信を受けることもない。たとえば、経路制御機構は、socket システムコールに経路情報と指定することにより、ネットワーク・インターフェースの情報など不必要な情報は受けとらなくてすむ。

図 3 は、希望する種類のカーネルソケットだけを利用した例である。この図では、経路制御機構は経路情報カーネルソケットを、ネットワーク・インターフェース管理機構は、経路情報、近隣探索情報、ネットワーク・インターフェース情報のカーネルソケットを開き処理をしている。

また、必要な限り以前の仕様を継承すべきだと考えている。たとえば、経路情報については、ルーティングソケットの代わりに経路情報と指定したカーネルソケットを利用しなければならないが、実際に通信に使うメッセージなどは互換性を保つ。互換性を保つことで、既存のアプリケーションの移植が容易になると考えられる。

以下では、実際のカーネルソケットの例として、近隣探索情報のカーネル

ソケットを考える。

近隣探索では、

- 近隣キャッシュ
- 終点キャッシュ
- プレフィックス・リスト
- デフォルトルータ・リスト

というデータ扱う。これらのデータの操作をおこなう場合、以下の図 4 のようなヘッダ付きのメッセージを交換することで、近隣探索情報を操作できると考えた。

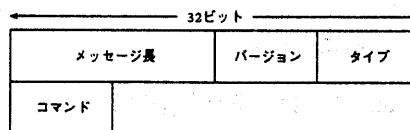


図 4: 近隣探索情報のカーネルソケット用ヘッダ

この図でメッセージ長部はメッセージ全体の長さをあらわし、バージョン部は

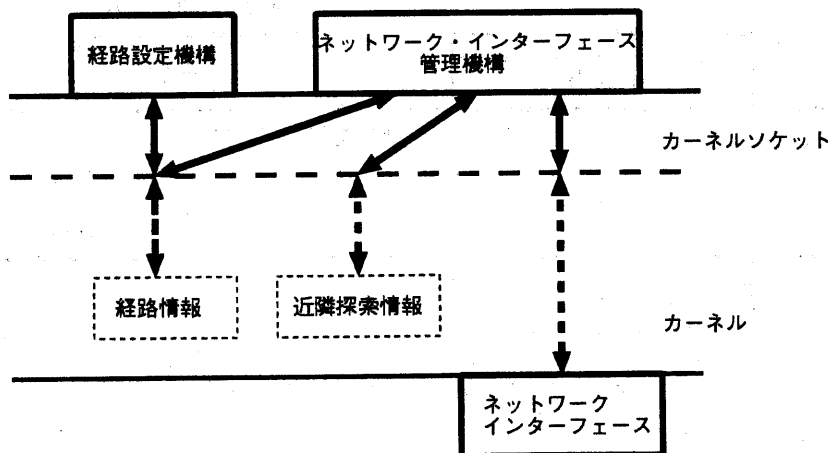


図 3: カーネルソケットの例

将来のためにあり、タイプ部はどのデータの操作かを特定し(例えば、近隣キャッシュを特定する等)、コマンド部は操作を特定する。図4のようなヘッダを用いれば近隣探索情報の操作をカーネルソケットを利用しておこなえると考えた。

上記が近隣探索情報カーネルソケット利用の例である。これと同様に経路情報やネットワーク・インターフェース情報もカーネルソケットを利用して操作できると考えられる。

6 おわりに

本研究では、利用者の意思を反映させる機構として、ネットワーク・インターフェース管理機構を提案した。また、ネットワーク・インターフェース管理機構でもちいるカーネルとユーザーレベルの通信機構も提案した。今後は、この提案にそって、実際に実装する予定である。

参考文献

- [1] J. Postel: "Internet Protocol", RFC791, September 1981
- [2] S. Deering, R. Hinden: "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC1883, December 1995
- [3] S. Thomson, T. Narten: "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", RFC1971, August 1996
- [4] R. Droms: "Dynamic Host Configuration Protocol", RFC2131, March 1997
- [5] A. Conta, S. Deering: "Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification", RFC1885, December 1995