The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Protocols Design and Implementation for the IPv6 Internet
Author(s)	北村, 浩
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43533
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名	北村　浩（きたむら　ひろし）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　17135　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	Protocols Design and Implementation for the IPv6 Internet （IPv6インターネットに向けたプロトコルの設計と実装）
論文審査委員	（主査） 教　授　村田　正幸 （副査） 教　授　宮原　秀夫　　教　授　東野　輝夫

論文内容の要旨

IPv4のアドレス空間枯渇の問題に端を発し、次世代のIP（IPng）の研究開発が1994年頃より本格化した。インターネットのプロトコルの標準化組織であるIETF（Internet Engineering Task Force）における議論の末、候補となった3つのプロトコルからIPv6をIPngとすることに決定し、現在、IPv6インターネットの世界へ移行するという歴史的な転換点にある。IPv6の基本仕様はほぼ決まっており、既に幾つかのISP（Internet Service Provider）によるIPv6商用サービスは開始している。IPv6の目的は、IPv4のアドレス枯渇問題を解決するだけではなく、IPv4が有する問題点の解決や、Ipsec（IPベースのセキュリティ機構）やAutoconfiguration（自動構成）などといったIPv4にはなかった新しい機能を導入することにもある。また、インターネットをとりまく状況は急激に変化してきており、IPv6の適用が期待される分野も大きく広がってきている。すなわち、従来の伝統的な通信装置のみならず、移動端末、自動車、家電などといった新しいを通信装置への適用も考えられるようになってきた。この環境を利用した新たなタイプの通信サービスも生まれてきており、新しい状況に適応するための技術も必要となっている。IPv6インターネットに移行するにあたり、IPv4からスムーズな移行や、IPv6ならではの新しい機能を効率的に利用する機構が求められている。本論文は、これらの要求に応えIPv6インターネットに着実に移行していくために必要となる、3種類の新しい機能およびプロトコルについて、その設計及び実装評価について述べている。

1つ目の課題は、IPv4からIPv6への移行機構である。本研究では、多様な移行機構を分析した上で、それらの問題点に対する解としてSOCKS-based IPv6/IPv4 Translator機構について提案を行っている。SOCKS-based IPv6/IPv4 Translator機構はIPv6とIPv4ノード間で、現状の使い勝手や通信のための枠組みを犠牲にすることなく、異種プロトコル間の相互通信を実現する。この機構を用いることでIPv4ノードは既存のIPv4アプリケーションを全く修正することなくIPv6との通信に用いることができる。同様に、その逆となるIPv6ノードからIPv4サーバへの通信も可能となる。この方法は適用する移行シナリオや通信トポロジーに対して高い柔軟性を持っており、移行の初期段階から移行の最終段階まで利用できる機構である。実装したソースコードは公開しており、年間5000件あまりダウンロードされている。

2つ目は、通信経路上のボトルネックや問題点を効率的に発見する機構であり、IPv6ならではの新技術といえるものである。提案する機構は、Connection/Link Status Investigation（CSI）機構と呼ぶホップごとのデータ収集動作を基本としており、ブーメランのような動作をするメッセージを用いて上りと下り両方の経路の通信状態を調査

するものである。CSI 機構は実時間で通信利用大域を効率的に測定するなど様々な新しい機能を提供する。取得されたデータはネットワークの最適設計やミラーサービスへの最適パスの発見などにも利用される。この機構は調査のために発行するパケット数を最小化するなど機能が最適化されており、現在用いられている traceroute や pathcbar などで問題となっていた、下りの経路を調査できない、調査のために多くのパケットを必要とし最適化されていないなどの問題を解決している。CSI 機構は IPv6ならではの魅力的な機構であると言え、ユーザの IPv4から IPv6へ移行をも促す。

3 つ目は、IPv6のプラグアンドプレイ（Plug and Play）の機能強化である。本研究では、プラグアンドプレイ機構の鍵となる技術として Domain Name Auto-Registration 機構と呼ぶ、Plug-in したばかりの IPv6ノードのドメイン名を DNS サーバに自動的に登録を行う機構について述べる。この機構は、新たな通信装置である移動端末、自動車、家電などをサポートするために設計している。これら新しい通信装置には、その数が多い、利用するユーザが十分な知識を持たない、そもそも手動で通信のための設定をするのが困難であるなどという共通の課題をもつため、Plug and Play 機構による自動設定を行うことが必須である。また、IPv6ではグローバルアドレスを全ての通信装置が持つことができ、End-to-End の通信が一般化し、全ての装置が発信のみならずグローバルな着信もできるようになるため、通信相手を指定する方法が重要となる。その指定に長く複雑で覚えるのが困難な IPv6アドレスではなく、覚えやすい論理ホスト名情報が必要となる。プラグアンドプレイ環境で論理ホスト名情報をすばやく提供する方法として、Domain Name Auto-Registration 機構では、IPv6ノードには機能を追加することなく、その Plug-in を検出し、そのドメイン名登録の正当性を検証した上で、DNS へのドメイン名自動登録を実現する。この機構を利用することにより、IPv6ならではのグローバル着信機能を用いた新しいタイプの通信サービスが実現される。

論文審査の結果の要旨

IPv4のアドレス空間枯渇の問題に端を発し、次世代の IP（IPv6）の研究開発が開始され、現在その IPv6インターネットへと移行する歴史的な転換点にある。インターネットは移動端末、自動車、家電などの新しいタイプの通信装置にも展開してきており、この環境を利用した新たな通信サービスも発生し、新たな状況に適応する技術が必要とされている。IPv6インターネットに移行するにあたり、IPv4からのスムーズな移行や、IPv6ならではの新しい機能を効率的に利用する機構が求められている。本論文は、これらの要求に応え 3 種類の新しい機能およびプロトコルについて、その設計及び実装評価について述べている。

1 つ目は、IPv4から IPv6への移行機構である。多様な移行機構を分析した上で、それらの問題点に対する解として SOCKS-based IPv6/IPv4 Translator 機構について提案を行っている。この機構により IPv6と IPv4ノード間で、現状の使い勝手や通信のための枠組みを犠牲にすることなく、異種プロトコル間の相互通信を実現する。この機構を用いることで IPv4ノードは既存の IPv4アプリケーションを全く修正することなく IPv6との通信に用いることができる。実装したソースコードは公開しており、年間5000件あまりダウンロードされている。2 つ目は、通信経路上のボトルネックや問題点を効率的に発見する機構であり、IPv6ならではの新技術といえるものである。この機構は、Connection/Link Status Investigation（CSI）機構と呼ぶホップごとのデータ収集動作を基本としており、ブーメランのような動作をするメッセージを用いて上りと下り両方の経路の通信状態を最適化された方法で調査するものである。この機構は実時間で通信利用大域を効率的に測定するなど様々な新しい機能を提供する。3 つ目は、IPv6のプラグアンドプレイ機能強化で、Domain Name Auto-Registration 機構と呼ぶ、Plug-in したばかりの IPv6ノードのホスト名を DNS サーバに自動的に登録を行う機構である。この機構により、通信相手を覚え易いホスト名を用いて指定でき、IPv6特有のグローバルな着信が実現されている。本論文で述べられている機構は有効なものであり、今後 IPv6ネットワークの発展に大いに寄与するものと考える。よって博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。