

多重ルーティング型マルチホームの地域ISPにおける応用

Applications of a Multi-homing Architecture on Overlay Network for Regional Areas

2005.09.29

菊池 豊	福家 孝彦	佐古 正浩	岸本 建也
高知工科大学		STNet	
尾田 成樹	上野 圭	柴田 祐輔	栗田 博生
NTT ネオメイト四国		愛媛 CATV	
松本 浩明	山本 幸生	片岡 幸人	西内 一馬
高知システムズ		シティネット	
増岡 博文	松嶋 聡	濱崎 哲一	宇多 仁
西南地域ネットワーク	日本テレコム	富士通	北陸先端科学技術 大学院大学
		四国システムズ	

KIKUCHI, Yutaka	FUKE, Takahiko	SAKO, Masahiro	KISHIMOTO, Ken'ya
Kochi University of Technology		STNet	
ODA, Naruki	UENO, Kei	SHIBATA, Yusuke	KURITA, Hirotaka
NTT-Neomeit Shikoku		Ehime CATV	
MATSUMOTO, Hiroaki	YAMAMOTO, Kosei	KATAOKA, Yukihito	NISHIUCHI, Kazuma
Kochi Systems		Citynet	
MASUOKA, Hirofumi	MATSUSHIMA, Satoru	HAMASAKI, Norikazu	UDA, Satoshi
Swan TV	Japan Telecom	Fujitsu Shikoku Systems	Japan Advance Institute of Science and Technology

概要

インターネットのトラフィックを制御するのにBGP4による経路制御だけでは十分でなく、より柔軟な制御手法が求められている。宇多らはトンネリングを用いて、その上での経路制御を行う「多重ルーティング型マルチホーム手法」を提案した。これは個人ユーザのアクセス網に置ける利用を想定しているものの、地域におけるトラフィックエンジニアリングにも応用が可能である。本稿では、著者らが現在行っている取り組みについて紹介する。

Abstract

Many Internet operators need more flexible technologies for traffic engineering, or TE, because BPG4, a major routing protocol of the Internet, is not sufficient for TE. Uda et al proposed a new multi-homing architecture using tunneling techniques. We started a new project named "Traffic Engineering for Regional Communities", or TERECo, that applies the architecture for TE in regional areas.

1 はじめに

BGP ver.4[1]を用いる現状のインターネットの経路制御では、トラフィックエンジニアリング(TE)を行うことが困難である。

- AS間に複数の経路がある場合の経路選択、特に流入するトラフィックを運用者が制御しにくい
- 経路断による再収束迄に時間がかかる
- フローごとでの経路選択ができない
- マスク長の長い経路の増加がルータの能力を圧迫している

これはAS単位での大きな経路制御だけで問題になるのではなく、個人が複数のISPに接続する際にも、同様の課題が発生する。宇多らはこの課題に対して「多重ルーティング型マルチホームアーキテクチャ」を提案している [2][3][4]。

我々は、宇多らの手法を応用することで、個人のインターネット接続だけでなく、地域のインターネットの課題も解決可能であろうと考え、2004年に研究実験活動を開始した。以下では、まず、背景となる技術について述べ、その後で本研究プロジェクトの基本的な考え方と、これまでに得られた知見について述べる。

1.1 BGP4による経路制御

インターネットの経路制御技術は、統一した経路制御ポリシーを持つ自律システム(AS)内の制御とAS間の制御の大きく2つの階層に分かれている。前者を行うプロトコルを一般にIGPと後者を行うプロトコルをEGPと呼ぶ。インターネットではEGPとして事実上BGP ver.4のみが用いられている。

BGPルータは自ASから目的地ASまでに経由するASの列AS-pathを保持しており、互いにこれを交換することでインターネット全体のAS-pathを保持する。IPデータグラムを受け取った場合は宛先IPアドレスから宛先ASを決定し、宛先ASが自ASでない場合はAS-pathの最も短い経路を検索し隣接BGPルータに転送する。

運用者は、自ASから出て行くデータグラムに対しては、local preferenceと呼ばれるパラメータにより転送先の隣接BGPルータを指定することができる。また自ASに入ってくるデータグラムに対しては、prependと呼ばれる手法で特定経路を避けるように誘導することができる。

Prependは、自ASの経路情報を隣接ルータに広告する際に、AS-path長を長く見せることで、他ASのルータに当該経路を避けるように間接的に通知する手法である。このため、自ASに流入するトラフィックについては、必ずしも運用者の意図した通りに制御出来るものではない。典型的な例としては、複数の隣接ASを持つ場合に、トラフィックの種類に応じて適切なリンクに配分するということが困難である。

1.2 DR-URアーキテクチャ

ここでは宇多らの提案である「多重ルーティング型マルチホームアーキテクチャ」について簡単に解説する。以降、単にDR-URと記述する。

ある個人がインターネットにISP A経由で既に接続しているとする(図1(a))。これをシングルホームと呼ぶ。このユーザがISP B経由でも接続したとする(図1(b))。これをマルチホームと呼ぶ。

この場合、ユーザはISP AとISP Bの

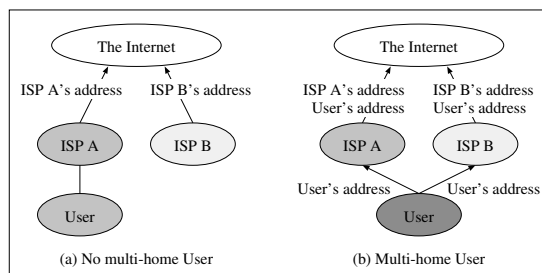


図 1: マルチホーム

リンクを何らかの形で有効に利用したいと考えるだろう。例えば、一方のリンクが故障などで切断した場合にユーザには認識されないような方法で他方のリンクに切り替わることや、ストリームや VoIP を一方に、WWW やファイル転送は他方にしたいこともあるだろう。従来のインターネットではアドレス空間の配布の問題や経路制御の問題により、このような要望は十分には満たしがたい。

宇多らの提案する DR-UR 手法は、ユーザのインターネットトラフィックを交換するために、以下を行う (図 2)。

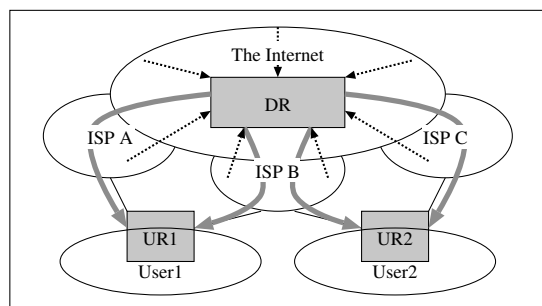


図 2: DR-UR 基本アーキテクチャ

- インターネット空間に DR と呼ばれるルータを、ユーザ側には UR と呼ばれるルータを用意する。
- ユーザに ISP A から ISP B からも独立なアドレスを与え、そのアドレ

スを含む CIDR ブロックを DR より広告する。

- DR-UR 間に ISP A と ISP B とを経由するトンネルを準備し、ユーザに出入りするトラフィックはトンネルを経由させる。
- DR-UR は UR 運用者のユーザや DR 運用者のポリシーに従い、通過するトラフィックをどちらかのリンクに割り当てる。

これにより、ユーザの要望を満たすことができる。

なお DR は複数設置することができるので、一般には、冗長性を持たせたり適度に短い経路を選択出来るようにするのが望ましい (図 3)。

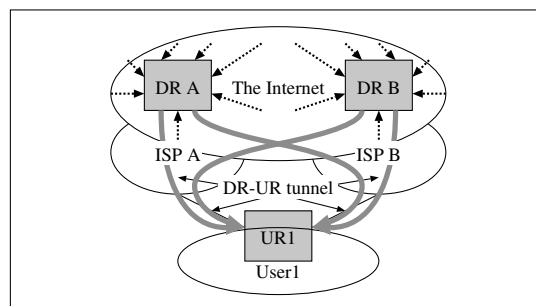


図 3: 冗長 DR 構成

2 プロジェクト概要

地域の ISP はインターネット経路制御網上の葉にある場合が多く、主体的に経路制御を行うような環境が与えられていないことが多い。著者らは DR-UR の手法を、元々の目的にあった個人利用だけでなく、地域におけるインターネット環境へ応用可能であると考え、以下を目的として研究開発活動を行っている。

- 地域における情報通信インフラを有効に活用する
- トラフィック制御を適切に行える
- インターネット全体に特別な仕掛けや負担をかけない
- 標準的なスキルのオペレータによる運用が可能

本プロジェクトのメンバーは四国内の地域 ISP を中心に構成している。プロジェクト名は Traffic Engineering for Regional Communities を略して “TEReCo” と称している。

3 研究内容

TEReCo プロジェクトの研究は、その内容から 4 つのワーキンググループで分担している。

3.1 基本技術

個人ユーザの代わりに ISP が UR を持つような実験プラットフォームを構築し、DR-UR を用いた時の基本的な機能を確認し、特性を調査する。そのため、まず、DR-UR アーキテクチャをベースに、実際のネットワークに適用するためのマニュアル作りを行った。

また、ISP が PA アドレス、すなわち上流のトランジット ISP の AS に所属する場合の、マルチホーム技法について研究開発を行う。これは地域 ISP が小規模な場合や、運用する技術者が限定されている場合に、RIR や NIR から PI アドレスおよび AS 番号を取得し運用するのが困難であるためである。

さらに、DR-UR の実装に対して意見を集約し、実装者へのフィードバックを行

う。これまでに、IPv4 と IPv6 とのオーバーレイ関係については地域 ISP からは IPv6 over IPv4 が一番需要が多いと考えていること、トンネルパケットにシリアル番号を付与することで、受信側でパケットロスや不連続順序の検出が容易にできるようにすることなどを提案した。

3.1.1 実験環境

すべての研究組織を以下の通信インフラを用いて相互に接続した。各接続組織からインターネットへのトランジットは、各研究組織の既存設備を用いている。

- JGN II
JGN II は独立行政法人情報通信研究機構 (NiCT) が設置運営する研究開発用通信プラットフォームである。今回、高知と松山とを接続するために L2VPN を 2 本利用している。
- 高知県新情報ハイウェイ
高知県新情報ハイウェイは、高知県庁が提供する高知県内の通信インフラである。高知県内約 10 箇所のアクセスポイントに接続するか、および高知工科大学を含むいくつかの拠点で利用可能である。今回、高知県内のいくつかの参加組織を接続するためと、JGN II への接続のために L2VPN を利用している。
- 高知 IX
有限会社ナインレイヤーズが設置運営する地域 IX である [5]。高知県内や四国内 ISP および高知県情報基盤課による「高知 IX 検討 WG」により 2002～2003 年に議論され、大学発ベンチャーとして 2004 年に運用を開始した。

3.2 IPv6 over IPv4

トランジット ISP への接続が IPv4 の場合に IPv6 を地域 ISP で提供する手法について、研究開発する。

地域プロバイダが IPv6 サービスを提供する際に、必ずしもトランジット ISP が IPv6 をサポートしているとは限らないこと、IPv4 に比較してより IPv6 の方がトランジット ISP へのアドレス体系依存が大きくマルチホームが難しいことより、IPv4 より困難が予想出来る。

これは IPv4 の上に IPv6 のオーバレイを DR-UR で構成し、DR 運用事業者の持つ IPv6 空間を地域 ISP が利用することで解決することを試みる。

3.3 高品質 TE

インターネットの品質（パケット損失、遅延、ジッタ、不連続順序等）に敏感なアプリケーションに対する応用を研究開発する。

当初は VoIP を対象に考えていたものの、現在は映像伝送を対象にしている。これは共同研究組織のうちで CATV 事業者の興味がより大きいこと、現状での VoIP のトラフィックはインターネットの経路制御によらず、VoIP 提供事業者間で直接交換するような形態になっていること、今後インターネットで動画を配信する需要が拡大しそうなことより決定した。

まず、インターネットの品質が MPEG2 等での画像伝送にどのような影響を与えるのか、さらにその影響がどれくらい許容しうるものなのかの基礎データを収集し、次に、従来型のインターネットと DR-UR 手法での品質の差について調査する予定である。これは、テレビジョン系の技術者はわずかでもロスを認めないのに対し、インターネット系の技術者はロスには寛

容であるため、その中庸としてどのあたりに妥当な品質があるかの知見を得ることが目的である。

3.4 地域 IP 網利用

NTT 地域会社の提供する地域 IP 網（いわゆるフレッツ網）を含めた形のトポロジーでの有効利用について研究開発する。

まずは、個人ユーザがフレッツ網に接続し、PPPoE の複数セッションで複数 ISP にマルチホームするような、DR-UR の元々の想定での実験を行う。これは、フレッツ網の品質を見ると同時に、DR-UR でどれぐらいの改善が可能なのかを検証するものである。

なお、ホールセールによる地域 IP 網から地域 ISP に県内接続する形態はごく少なくなり、現状の地域 ISP のフレッツ網利用は東京・大阪でローミング事業者にトラフィックを渡す形態がほとんどになってきており、どのような地域 IX の有効利用の観点を見いだせるかが大きなポイントになっている。

4 まとめ

本稿では、現在進行中の TERECo プロジェクトの目的と内容について紹介した。インターネット上での TE 技術への要求が増えて来ており、オーバレイネットワークによる TE への期待も高まっている。

なお、詳細な結果については機会を改めて報告していきたいと考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、DR-URの提案者である東京大学江崎浩教授、株式会社インテック・ネットコアの中川郁夫様、永見健一様、小柏伸夫様、JGN II 四国 5APの愛媛大学総合情報メディアセンターのみなさま、高知県企画振興部情報基盤課のみなさま、高知県新情報ハイウェイ運用担当 NTT コムウェアのみなさまには多くのご協力を賜りました。ここに記して感謝します。

本研究は総務省 SCOPE（戦略的情報通信研究開発推進制度研究主体育成型研究開発 地域情報通信技術振興研究開発 受付番号 042309002）による助成を受けています。

参考文献

- [1] Y. Rekhter and T. Li. *RFC 1771: A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)*. IETF, Mar 1995.
- [2] 宇多仁, 小柏伸夫, 永見健一, 近藤邦昭, 中川郁夫, 篠田陽一, 江崎浩. 多重ルーティング型マルチホームアーキテクチャの提案. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J87-B, No. 10, pp. 1564–1573, Oct 2004.
- [3] Satoshi UDA, Nobuo OGASHIWA, Ken NAGAMI, Kuniaki KONDO, Ikuo NAKAGAWA, Yoichi SHINODA, and Hiroshi ESAKI. Design and implementation of overlaying multi-homing architecture. In *Proceedings of SAINT2004 Workshops*, pp. 165–172. IEEE Computer Society Press, Jan 2004.
- [4] Kenichi NAGAMI, Satoshi UDA, Nobuo OGASHIWA, Ryuji WAKIKAWA, Hiroshi ESAKI, and Hiroyuki OHNISHI. Multi-homing for small scale fixed network using mobile IP and NEMO. IETF Internet Draft: draft-nagami-mip6-nemo-multihome-fixed-network-03.txt, Feb 2005.
- [5] 菊池豊. 地域 IX 会社つくりました. 地域ネットワーク連携ワークショップ 2004 in 京都. 地域間相互接続実験プロジェクト (RIBB II), Jul 2004.