

インターネット情報流観測のための IRR-MIB システム

友本敬太[†] 土井一夫[‡] 齋藤武夫[‡] G. Mansfield[‡] 齋藤柊朗[†]

会津大学大学院コンピュータ理工学研究科[†], (株)サイバー・ソリューションズ[‡]

概要

次世代インターネットでは、利用者はインターネットサービスを選択できなければならない。インターネットを利用するユーザあるいはネットワーク・アプリケーションは、サービス要求に適合するインターネットサービスを選択するためのグローバルな評価・判断の指標を必要としている。また、ネットワーク管理運用者にとって AS 間インターネット・トラフィックを制御するルーティング・ポリシーの適切な運用のため情報流に注目している。

本研究では、自律システム間のルーティング・ポリシーを含む経路情報データベース IRR をインターネットの標準ネットワーク管理フレームワークである SNMPv3 を通じてネットワークアプリケーションがアクセスする IRR-MIB の提案と実装について報告する。最初にあらゆる分野で利用される情報通信サービスのインフラとしてのインターネットにおける情報流に関する研究の必要性と社会的意義を述べ、関連研究に言及する。次に情報流の観測指標モデルを示し、その実現方法を検討する。さらに本研究で提案する IRR-MIB の設計と実装について述べる。最後に IRR-MIB の有効性を検証するために開発したシステム RoMan で、IPv4/IPv6 ネットワークのルーティング・ポリシー情報を運用に利用する例を示す。

IRR-MIB for the Observation of Internet Information Flow

TOMOMOTO KEITA[†], DOI KAZUO[‡], SAITO TAKEO[‡]

GLENN MANSFIELD[‡], SAITO SENRO[†]

The University of Aizu, Graduate School of Computer Science and Engineering[†]

Cyber Solutions Inc.[‡]

Abstract

In the next generation Internet, users should be able to choose network services. Users or network applications need to have the required information for evaluation and judgment for choosing the service to suit the user requirements. The communication path which is determined by the inter-AS routing policy, the information flow along the path which is determined by operational policies as well the other parameters that describe the path itself are components that the user and/or application needs to be aware of to make a good choice.

In this research, we explore the usage of the Internet Routing Registry (IRR) which contains the routing policy between autonomous systems as a possible source of information. We propose an IRR-MIB which network applications access through SNMPv3, an Internet standard network management protocol. First, the necessity and social significance of research on information flow as an infrastructure for information communication services in the Internet is described followed by related research. Next, the observation index model of the information flow is shown, and the approach of realization is examined followed by a description of the design and implementation of the IRR-MIB proposed in this research. Finally, we show an example usage of routing policy information to discover the configuration of large-scale IPv4/IPv6 networks using the RoMan system which we developed to investigate the effectiveness of IRR-MIB.

1 はじめに

現在、インターネット高度利用における技術的課題は、利用者、ネットワーク運用者にとってサービス選択⇒ISP 選択の現実を改善し、ISP に依存しないで自由にサービスを選択できる技術を確立することである。そして、それらの情報を分かり易い表現形態で広く公開することが重要である。

情報流通が経済及び産業・社会活動に及ぼす重要性は、21世紀の高度情報化社会においてさらに増大する。すなわち、わが国においては光技術、半導体技術等において世界の最先端にある現状を維持・発展させつつ、情報処理・通信を基盤として経済フロンティアの拡大、それを支える国土・国民生活の発展の促進と同時にグローバル化、省エネルギー、地球環境保全等の新たな課題に対応する必要がある。そして情報通信技術には、これらの課題を社会的・経済的・文化的側面から自律的に調整するための神経としての役割を担うことが期待されている。

本研究の提案は、情報流を気象情報、道路渋滞情報のように分かりやすく図示・提供する技術研究は、国民及び産業界が情報通信サービスの価格対性能を適切に選択し利用する機会を与え、国際社会における優位性を確保する礎とすることを旨とする。

2 情報流観測と IRR

インターネットにおける情報流(パケットの流れ)の多くを左右しているのは、終点アドレスあるいは始点アドレスでルーティングする配信機構の相互作用である。単に自律ネットワーク(AS)の物理的トポロジーだけでは決まらない複雑な管理運用上の問題がある。AS間の複雑な情報流を把握する課題の一つの解決方法がASのルーティング・ポリシー情報の利用である。各ASがルーティング・ポリシーを使ってAS間で行う経路制御がポリシー・ルーティングである。世界規模でインターネットの状況を把握する情報流観測の粒度として、ルータレベルの観測では粒度が小さすぎると考え、ASレベルのルーティング・ポリシーに沿った経路を観測対象とした。インターネット・サービスプロバイダ(ISP)は、ASのルーティング・ポリシーを独自に決定できるので、互いに衝突したり矛盾が起きる。そこで中立的なルーティン

グ・ポリシーを管理運用するデータベースとして、インターネット・ルーティング・レジストリ(IRR)が知られている。

IRR[1]から得られる経路情報をベースに情報流を観測し、その結果を解り易い表現形態で提供するためには、従来のトラフィック情報に集約化・汎化・抽象化を施した新しい情報流の観測指標と観測指標モデルの導入が必要である。この観測指標モデルは、自律システム間の情報流観測をベースとしたサービス品質・コストに加え、流気指標、流気素量など従来のトラフィック観測の原データでは得られない新しい尺度を検討する。そのため情報流観測では、新しい尺度の妥当性の検証が必要で、その基礎となる自律システム間の経路情報を世界規模で動的に把握することが不可欠である。

インターネット情報流を気象予報図や交通渋滞図のように分かり易い表現形態で利用者に提供するために取り組みなければならない課題は多い。本研究ではインターネット情報の流れを情報流気図に表現する技術の実現手順を検討した。情報流気図を描くため、第1に全世界のネットワークの情報流の動態を把握するためのポリシー・ルーティング情報をアクセスする仕組みの構築、第2に注目する経路上のサービス品質、サービスコストを的確に観測した情報の獲得、第3に観測情報から情報流の流気状態を示す流気品質、流気素量(第5章で述べる)を導出する観測指標モデルの構築、最後にこれらをまとめて情報流気図を描くための地図描画モデルの考案と実装である。現在、本研究はこの実現手順の第一段階にある。また、情報流の観測は東北大のJGN研究プロジェクト[2]の協力を得て行っている。

3 関連研究の状況

この研究に関連するインターネットにおける経路情報、ポリシー情報の管理、サービスの研究開発動向を概観する。NFSNETを頂点とする初期のインターネットから現代のインターネットへと発展する過程において、NFS要請(NFS93-52)は大きな目標を提示した。その要請の中で経路/ポリシー情報の交換を可能とするルーティング・アービタ(RA)プロジェクトが重要である。RAプロジェクトは、ネットワーク・アクセスポイント(NAP)を公平に処遇する責任と経路情報に関するデータベー

スを提供する。従来、NAP に接続する複数のネットワーク・サービスプロバイダ (NSP) は、経路情報やポリシー情報を交換するため他のすべての NSP との間でピアを張る必要があったため、その拡張性に関して問題があった。RA プロジェクトはこの問題に対し二つのサービスを実現した。ルートサーバ (RS) は、NSP、ISP から収集した経路情報にポリシーを適用した結果を NSP、ISP に再配布することによってピア数を 1 に減らす効果がある。ルーティング・アービタ・データベース (RADB)[3] は、代表的なルーティング・データベースのひとつでインターネット・ルーティング・レジストリ (IRR) とも呼ばれ、サービスプロバイダが使用するルーティング・ポリシーに対して世界中で一貫性のあるデータベースを提供するものである。現在、IRR データベースには、すべての要求を処理できる RADB のほか、RIPE NCC, MCI, CA*net, ANS, JPRR の各ルーティング・レジストリが各ユーザ向けにサービスを行っている。これらのデータベースをネットワーク管理アプリケーション (NMAP) から利用する簡便な方法は whois の実行であるが使い難い。もう少し詳細に検索することができる IRRd[4] は、IRRd コマンドを装備し検索対象の絞込みができるが、やはりこのままでは多様な情報参照には不十分である。本研究では、情報流観測の第一歩として世界中の自律ネットワーク間の接続関係を捉える観測モデルとして、ここで述べた経路情報、ポリシー情報に関する IRR データベースとインターネットのネットワーク管理フレームワーク[5]の整合システムを提案する。

4 情報流の観測指標モデル

ネットワーク利用者、運用者にどのような流気情報を提供すべきか見当がつかない。隣接 AS あるいは特定 AS 間のサービス品質・コストのほか機密度、安全度、信頼度と言った目安も必要であろう。また気象情報の気圧、気温、交通情報の混雑度、交通量等の指標はなじみ易い。そこで情報流気図を描くために図 1 に示す流気システムモデルを考えた。IRR のポリシー経路とサービス品質ポリシー (QPR) から得られた情報からゾーン (流気情報の描画上の単位) の経路とその観測データを取り出しいくつかの指標を算出して地図上に描く。観測指標モデルは、観測した原データを 1 次処理して流気指標を導き出す。現時点では流気指標を以下の

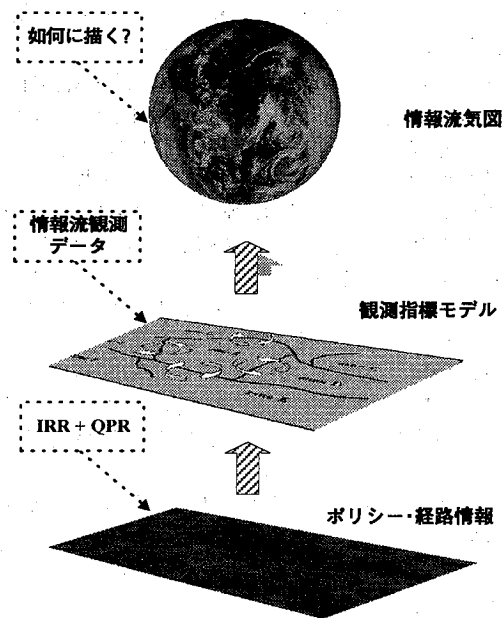


図 1 流気システムモデル

ように考えている。

流気指標 = {流気品質, 流気素量}

流気品質 = {サービスコスト, サービス品質,
機密度, 安全度, 保安度, 信頼度}

流気素量 = {流量, 流温, 流密, 流圧}

例えば、流温は提供可能帯域と使用帯域の関係を表す帯域サービスの可能性と定義すると、流温が高いほどその経路に帯域サービスの可能性は小さいと理解する。また、流圧はゾーン内の最大中継能力と現在の負荷量の関係から中継サービスの余裕度と定義すると、流圧が低い(曇り)ゾーンより高い(晴天)ゾーンを経路としたほうが有利と理解する。現在は観測指標モデルは構想段階で、今後シミュレーション・モデリングで検証する計画である。

5 IRR-MIB 設計

IRR-MIB は、RADB の IRR 情報を MIB にマッピングして SNMP エージェントと連携した NMAP から利用することを目的に設計した。運用の機密性を保つため、認証・アクセス制御等のセキュリティサービス機能がある SNMPv3[5]を利用する。設計に際し NMAP から IRR にアクセスする次の三つの方法を検討した。

S1: NMAP→xSNMPd→IRRd→IRR

S2: NMAP→xSNMPd→IRR-MIB→IRR

S3: NMAP→LDAPd→X.500 (IRR)

ここで xSNMPd は IRRd コマンド/応答機能を付加した SNMPv3 エージェントである。方式 S1 は、NMAP の要求/応答を xSNMPd が IRR コマンド/応答に翻訳して IRRd と通信する方式である。これは簡便で移植性は高いが大量の問い合わせを効率よく処理するには向かない。方式 S2 は NMAP の MIB アクセス要求/応答に対して、xSNMPd はその MIB にマッピングされた IRR を直接アクセスすることが可能で、最もシンプルで洗練された方式である。方式 S3 は NMAP の検査要求/応答を LDAPd と X.500 の検索コマンド/応答に写像して直接 IRR をアクセスする。ここでは、多彩な検索条件でアクセスできることが期待できる。

本研究では、方式 S1 を IRR-MIB の検証システムとして位置付けて開発し、並行して方式 S2 の IRR-MIB の設計と実装を行った。IRR-MIB の設計は、IRR のデータベース RADB とそのオブジェクトを記述する RPSL と関連付けられなければならない。

5.1 RADB と IRR

RADB は、RIPE NCC, internetMCI, ANS, CA*net の協力で構築された自由にアクセスできる IRR である。IRR は当初、記述言語 RIPE-181[7] で記述され、その後これを拡張したルーティング・ポリシー仕様言語(RPSL)に置き換えられた。RPSL[8] はネットワーク運用者がインターネット階層構造のさまざまなレベル:たとえば AS レベルでルーティングのポリシー仕様を指示できる。さらに、各プロバイダーが指示した RR に不整合が無いように、経路情報、ポリシー情報の一貫性を保持し、分散したデータベースを単一の協調保全できるルーティング・ポリシーのグローバルな視点を提供する。

5.2 IRR-MIB

RPSL で記述された AS1 - AS2 - AS3 のルーティング・ポリシーの記述例を次に示す。

```

aut-num:    AS1
as-out:     to AS2 announce AS1
as-in:      from AS2 100 accept AS2
aut-num:    AS2
as-out:     to AS1 announce AS2
as-out:     to AS3 announce AS2
as-in:      from AS1 100 accept AS1
as-in:      from AS3 100 accept AS3
aut-num:    AS3
as-out:     to AS2 announce AS3
as-in:      from AS2 100 accept AS2

```

IRR-MIB の実態は、SNMP を通して見える MIB オブジェクトを定義し、SNMP クエリに対する IRR データベース検索結果を MIB オブジェクトに写像して実現した。MIB オブジェクトの構造の一部を以下に示す。

```

routingPolicy
  irrSrcTable
    irrSrcEntry
      irrSrcAS
      irrSrcIndex
      irrSrcNetwork
      irrSrcNetmask ...

```

次の例は SNMP クエリにより得られた MIB オブジェクトの値と IRRd の問い合わせ結果を示す。

```

snmpwalk -v 3c irrserver community
  routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcAS.2503
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcAS.2503.1 = 2503
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcAS.2503.2 = 2503
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcAS.2503.3 = 2503
..... (省略)
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcIndex.2503.1 = 1
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcIndex.2503.2 = 2
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcIndex.2503.3 = 3
..... (省略)
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcNetwork.2503.1 =
  IpAddress:130.34.0.0
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcNetwork.2503.2 =
  IpAddress:133.52.0.0
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcNetwork.2503.3 =
  IpAddress:133.104.0.0
..... (省略)
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcNetmask.2503.1 = 16
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcNetmask.2503.2 = 16
routingPolicy.irrSrcTable.irrSrcEntry.irrSrcNetmask.2503.3 = 16
..... (省略)

```

```

!gas2503 ←IRRd command
A695 ←IRRd response
130.34.0.0/16 133.52.0.0/16 133.104.0.0/16 150.54.0.0/16
157.118.0.0/16 160.28.0.0/16 160.29.0.0/16 163.143.0.0/16
192.47.180.0/22 192.244.246.0/24 202.11.104.0/21
202.11.240.0/21 202.13.84.0/22 202.15.126.0/24 202.154.153.0/24
..... (省略)
202.211.17.0/24 202.220.17.0/24 202.236.215.0/24
202.237.24.0/24 202.237.27.0/24 202.237.113.0/24
202.242.101.0/24 202.244.192.0/21 202.244.234.0/23
202.245.165.0/24 202.245.248.0/23 202.246.9.0/24
202.250.192.0/21 202.251.224.0/20 202.254.152.0/23
192.47.180.0/22 202.15.126.0/24

```

6 IRR-MIB 実装システム

前章で述べた方式 S1,S2,S3 を満たすシステム構成を図 2 に示す。

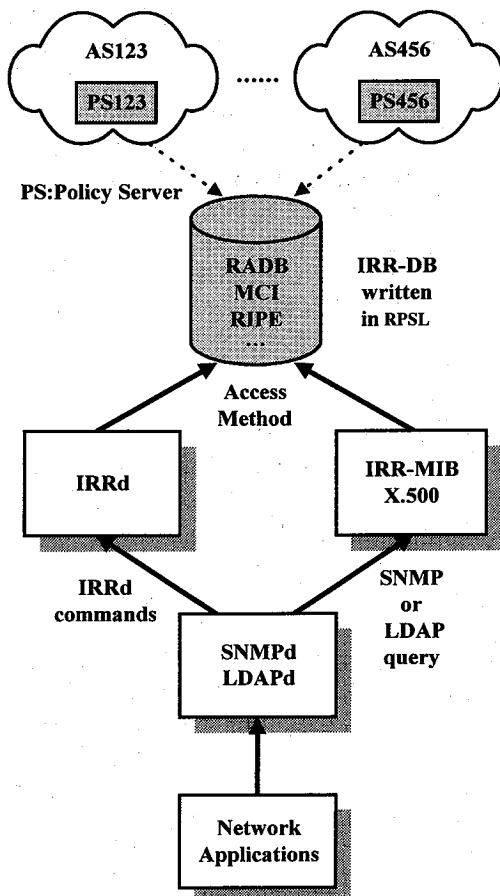


図 2 IRR-MIB システム構成

6.1 IRR と IRRd

アプリケーションが IRR の情報を利用する手段が IRR デモン (IRRd)である。IRRd はスタンドアロンの IRR データベースサーバである。IRRd は IRR データベースサーバで稼働し、RIPE-181 または RPSL 構文の問い合わせに対しローカルネットワーク、キャンパスネットワーク、ISP バックボーンのトポロジー、アドレス、ルーティング・ポリシー情報を応答する。IRRd は問い合わせのために 8 種類のコマンドを装備し、それらは特定 AS への経路取得、特定コミュニティへの経路およびそれに関連する経路取得、AS オブジェクト情報の取得、さまざまな条件での経路探査などの機能を有する。

6.2 IRRd と SNMPd

IRR は、重要なネットワーク資源であり有効に管理される必要がある。管理は IRR DB の状態を監視することを伴うが、IRR によって表された情報資源は、ネットワーク管理アプリケーション開発に役立つ。標準ネットワーク管理プロトコルを使用して IRR へのアクセスを許容することが重要である。IRR の内容はネットワークに敏感に作用し、非常に大きく広く影響を及ぼすことがある。共通資源である IRR 機密性を保持し安全な運用の確保が課題である。そこで、SNMPv3 の適切なアクセス制御と機密保護機構は、書き込み操作を許可する前に適切に処置ができる。そこで我々は、SNMPv3 を使用して IRRd へ問い合わせを行い、ルーティング・ポリシー情報を取得できるように SNMP エージェントを拡張した。

7 検証システム RoMan

7.1 AS 地図

ネットワーク上に構築されるインターネットの経路・ポリシー情報源であるインターネット・ルーティング・レジストリにアクセスできるデータベース、MIB 及び API を開発することにより、ネットワークの経路を把握することが可能になる。IRR-MIB の有効性を具体的に検証するため、IRRd に問い合わせた経路情報を元に自律ネットワークの世界地図を描く CHAIN[9]を改良して RoMan を開発した。IRR データベースの管理詳細情報およびインポート/エクスポート、AS ポリシー情報から AS 接続構成地図を描き出すことができる。

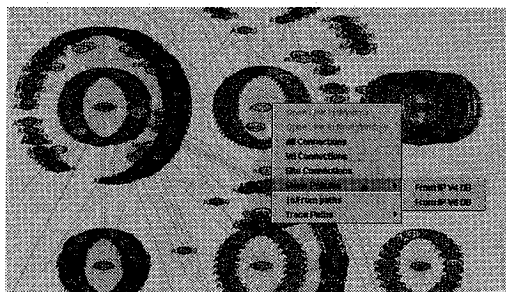


図 3 ポリシー情報の表示例

7.2 IPv4/IPv6 Map

RoMan は IPv4、IPv6 の自律ネットワークの世界地図を描くことができる。このツールからある AS のポリシー情報を表示することも可能である。図 3 は IPv4 と IPv6 の AS が混

在したネットワークの地図の一部である。ポリシー情報の参照は、地図上の AS シンボルとポップアップメニューで行う。たとえば、[Show Policies] --> [From IP V4 DB]または [From IP V6 DB]を指示すると、それぞれのデータベースから AS ポリシー情報を図 4 のように参照することができる。この例は AS2500 から採取できるポリシー情報の一部を示している。

AS No.	AS2500
AS name	ASN-WIDE
Description	WIDE Internet AS
Admin(NT handle)	JUNET
Technic(handle)	AKO
Maintained	WIDE-MAINT-NO1
Change	hala@cs.tu.ac.jp 970506
Source	NO1

図 4 ポリシー情報の表示例

また、上の図にある [Import Policy]、[Export Policy] のボタンを押すことによって AS のインポート/エクスポートのポリシー情報も参照可能である。重要な機能はある AS から他の AS までの経路をトレースする機能である。たとえば、AS2503 から AS2648 までの経路をトレースできる。

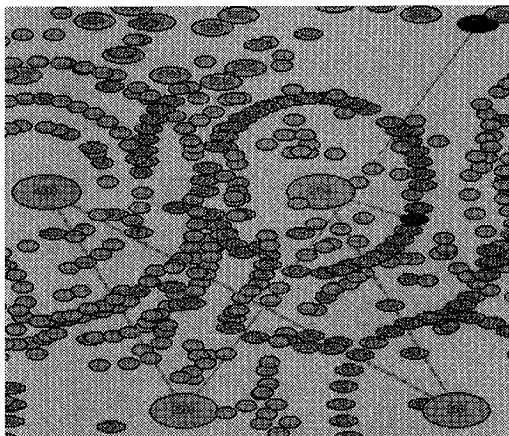


図 5 任意の AS 間の経路探査例(○は AS)

図 5 の地図は AS2503→AS2500→AS4000→AS286→AS2118→AS2643 に至る経路を示す。このように、AS 接続構成図を描き出すだけでなく、ある AS のポリシー情報の参照や、AS 間の経路探査等への利用が考えられる。

8 まとめ

全世界のネットワークの情報流の動態を把握するためには、ネットワークの経路情報を獲得しネットワーク構成を把握することが重要であることからルーティング・ポリシーを含む経路情報データベースである IRR を SNMP を通じてアクセスする IRR-MIB の提案とその実装を行い、SNMP から IRRd への問い合わせを行うために SNMP エージェントを拡張した。さらに、IRR-MIB の有効性を検証するために IRRd に問い合わせた経路情報を元にネットワークの接続図を描く RoMan を開発した。

我々が提案した IRR-MIB は、SNMPv3 を利用して IRR を仮想データベース化することによってアクセス制御とセキュリティを保証した広域ネットワーク管理の可能性を見いだすことができた。IRR-MIB の有効性を検証するために開発した RoMan においては、ルーティング・ポリシー情報からネットワークの接続図を描くだけでなく、取得したポリシー情報の参照や経路探査を実現できた。

本研究は、インターネットの情報の流れを情報流気図に表現する技術を実現する第一段階にある。次は QoS ポリシー QPR の設計と実装、情報流の観測指標モデルに必要な観測方法と項目の検討、観測指標モデルの流気指標の定義とシミュレーション・モデリングによる評価を行い情報流気図を描くとともに経路ポリシーと QoS ポリシーを用いたルーティングプロトコルの開発にも取り組む計画である。

参考文献

- [1] IRR, <http://www.ird.net/>
- [2] T.Saito, G.Mansfield, N.Shiratori, "Network Congestion Monitoring and Detection using the IMI, Proc. of the 1999 ICPP, pp.462-469, 1999.
- [3] RADB, <http://www.radb.net/>
- [4] IRRd, <http://www.ird.net/>
- [5] U. Blumenthal, B. Wijnen, "User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3), RFC2574, April 1999.
- [6] J. Case, R. Mundy, D.P.Ericsson, B. Stewart, "Introduction to Version 3 of the Internet-standard Network Management Framework," RFC2570, April 1999.
- [7] Tony Bates, et. al, "Representation of IP Routing Policies in a Routing Registry(ripe-81++)," RFC1786, March 1995.
- [8] C.Alaettinoglu, C. Villamizar, et. al, "Routing Policy Specification Language (RPSL)," RFC2622, June 1999.
- [9] G. Mansfield, et. al, "Techniques for Automated Network Map Generation Using SNMP," Infocom96, March 22-28, 1996, San Francisco, USA.