

1. はじめに

ネットワークの運用を行う上でネットワークのトポロジ構成について把握していることは重要なファクターである。それはインターネットにおいても同様であり、Internet Service Provider (ISP) は自ネットワークだけでなく、他ネットワークとの接続状態を把握しておく必要がある。一般的にトポロジ情報はネットワーク設計やネットワーク障害時の影響範囲の算出に活用される。インターネットトポロジ情報は更にインターネットにおけるルーティング制御、トラフィック制御のための有益な情報となり得る。これまでも CAIDA (www.caida.org) を始め、インターネットトポロジを検出、描画するツールは幾つか開発されているが、BGP の情報が得られないなどの理由により利用が限定される可能性がある。BGP の情報を主体として利用しないツールとして、Rocketfuel* や CAIDA の skitter†があるが、ネットワークの構造を捉え易いマップの生成を目標に本研究では独自の描画アルゴリズムを用いている。構造を捉え易いマップとして、ISP のレベルを示す Tier に近い単位で AS を区別しマップすることを考えている。

2. トポロジ検出

ネットワークトポロジの検出手法の代表的なものとして、BGP の経路情報を用いる手法、traceroute を用いる手法、及び両者を組み合わせる手法があるが、BGP の経路情報を公開することを望まない ISP も少なくないため、データの取得が簡単でないというデメリットがある。よって本研究ではトポロジ検出手法として traceroute を利用する。

traceroute はデータを取得し易い反面、検出に時間が掛かること、1箇所からデータを収集するだけでは全ての接続を検出できないことがデメリットとして挙げられる。本研究では複数地点から traceroute を行い結果を統合することでこれらの問題を解決する。

3. トポロジ描画

各検出地点で得られた traceroute の結果から各検出地点毎に検出対象に到達するまでに経由する AS を解析し、それを基データとして用いる。本研究ではトポロジを描画する際にレベルという単位毎に AS を配置することを考えている。レベルの判定には2種類のパラメータを使用する。1つは全接続数に対してある AS が持つ接続数を割合として算出したもの (接続率) で、もう1つは検出地点から検出対象までの経路を示す AS リストの間にある AS が出現する率を算出したもの (出現率) である。レベルは4段階に分類することとし、次の基準により判定を行う。レベル1: 接続率 20% 以上かつ出現率が全体平均より多い。レベル2: 接続率 10% 以上 ~ 20% 未満。レベル3: 接続率 5% 以上 ~ 10% 未満。レベル4: 接続率 5% 未満。これらの基準を基にレベルを判定し、AS の配置の指標とする。

AS を配置する際、上位 (レベルの数値が小さい) の AS と接続性がある場合にはその上位 AS の下位 AS として位置付けられる。上位 AS が複数ある場合には、経由する回数が最も多い AS の下位 AS となる。上位に AS が存在しない場合には、互いに経由する頻度が高い AS 同士

が隣り合うように配置される。また、あらかじめ IX と定めたものについては IX が判断されたレベルとその上位のレベルの間に配置される。

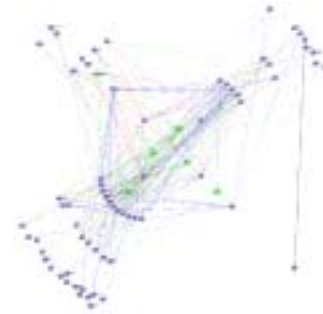


Fig.1 トポロジ全体図

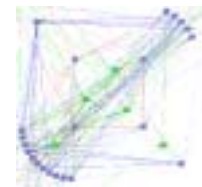


Fig.2 トポロジ図 (中心付近)

図 1,2 は日本国内の ISP を対象として検出、描画を行った結果である。最も中心に近い位置にはレベル1として判断された AS のうち、IX と定義されているものが置かれる。IX 以外のレベル1の AS には日本を代表する大手キャリアが選出されている。レベル2の AS 群は最も接続率の高いレベル1の AS から弧を描く形で配置され、レベル3,4も同様に配置される。多くの AS が複数の接続回線を持ち冗長構成を取っていることが見て取れるのと同時に、ほとんどの AS が IX に接続していることが見て取れる。

4. 今後の課題

インターネット全体に適用しようとした場合に、スケーラビリティの問題が生じる。検出側では検出地点及び検出対象を増やす必要があり、描画においては全ての AS をマッピングした場合に接続数が多く塗り潰されてしまう部分が発生する可能性がある。改善策として、検出側では traceroute を実行するクライアントを計測エージェントとして配布することを検討している。また、描画については階層的に表示を切り替えられるようにすることで一度に表示する対象を少なくすることで解決することを考えている。

*<http://www.cs.washington.edu/research/networking/rocketfuel/>

†<http://www.caida.org/tools/measurement/skitter/>