

# ネットワークトラフィックシミュレーションのための グラフ描画ツール

野本真吾<sup>†</sup> 福田健介<sup>‡</sup> 上原稔<sup>†</sup> 森秀樹<sup>†</sup>

東洋大学大学院工学研究科情報システム専攻<sup>†</sup> 国立情報学研究所<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

インターネットはAS (Autonomous System) と呼ばれる、自律分散したノードが結合したネットワークとして表現することが出来る。中央制御を行うエンティティが存在しないため、そのネットワーク構造を正確に把握することは困難であった。しかし近年、統計物理学的なアプローチにより、ネットワークの構造を把握するための研究が多く行われている。

その代表的な知見として、ASレベルのネットワーク構造はランダムグラフからほど遠く、直径が小さく、クラスタ化されたネットワークであること、また、ノードの次数に大きな偏りがあり、べき的な減衰を伴うスケールフリー構造であることが明らかとなっている[1]。ネットワーク構造はその上を流れる情報流の効率に大きな影響を及ぼすことが知られており[2]、適切なモデルを構築することは、ルーティング、輻輳制御、負荷分散等のさまざまな研究分野に対して必要不可欠な作業である。

しかしながら、単純なノード間の接続関係が明らかになっただけでは、ネットワークトポロジ上の情報流の制御アルゴリズムを評価するのは難しい。なぜなら、2つのノード間に接続関係があったとしても、実際にそのリンクにトラフィックを流せるかどうかはAS間のルーティングポリシーに基づくからである。

GaoはAS間のポリシーを、提供する側とされる側のprovider-customer, 対等な関係のpeer-peer関係に分類し、その関係を推定するためのアルゴリズムを提案している[3]。本研究では、そのGaoの提案しているValley-free規則に注目し、ポリシーにより接続されたprovider-customer, peer-peer関係を直感的に理解可能になる、描画ツールを実装する。

## 2 Valley-free 規則

AS 間で使われるルーティングプロトコルを EGP と言い、現在のインターネットでは主にパスペク

トル方式の、BGP が利用されている。

BGP は図 1 のように、AS を通過した場合に AS 番号を AS パスというリストに付加していくことによってルーティングテーブルを作成していく。ルーティングの基準となるのはリスト内の AS 番号数の少なさであるが、パスペクトル方式ではルート優先される度合いを大きく左右させることが出来る、ポリシーの反映である、属性というものを利用している。

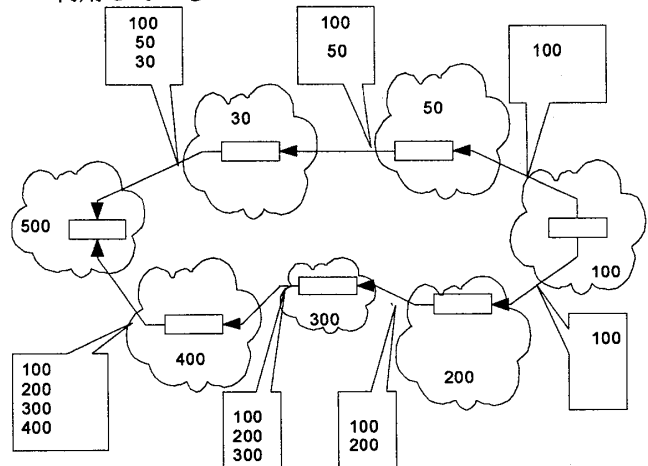


図 1. BGP の仕組み

Gao はルーティングポリシーを分類するために Valley-free 規則を使う方法を提案した[3]。バックボーンを上流として、文字通り、谷の無いルートのみ情報移動するというものである。これに従うと、AS パスに付加されるための、以下のような 4つの条件が明らかとなる。

- ① 2 個以上の peer-peer 関係のリンクが AS パス内に存在することはできない
- ② provider-customer 関係の後に customer-provider 関係を結ぶことはできない
- ③ provider-customer 関係の後に peer-peer 関係を結ぶことはできない
- ④ peer-peer 関係の後に customer-provider 関係を結ぶことはできない

これらの条件がルーティングに反映されると図 2 の上側実線矢印のとおり、AS30-AS20 間のトラフィックが流れていくことになる。

Graphic Drawing Tools for Network Traffic Simulation

<sup>†</sup>Department of Open Information Systems, Graduate School of Engineering, Toyo University

<sup>‡</sup>National Institute of Informatics

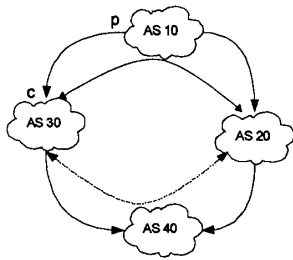


図 2. Valley-free 規則

### 3 実装

ツールの入力データは CAIDA の提供している AS トポロジーのフォーマットに従うものとする。現在 26023 AS 分のデータとなっている。すべての AS を表示しようとすると図 3 のように、画面全体がノードで覆われてしまうので、見やすくするために、いくつかの工夫を加えていき、描画を行うこととした。

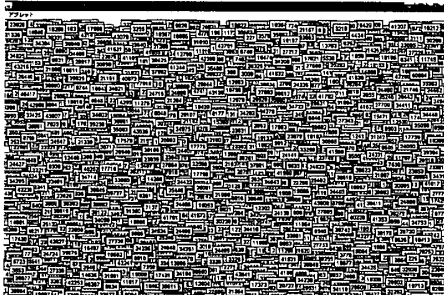


図 3. すべてのノードを描画したグラフ

その方法として、図 3 のような、画面いっぱいに広がる状態を回避するために、Eades によって提案された、ばねモデルを用いて密集を抑制した[4]。さらに、ばねモデルを適用した上で、中心となるノードから、接続しているノードへと辿ってゆく、ホップ数の設定の値を減らしたものが、図 4 である。

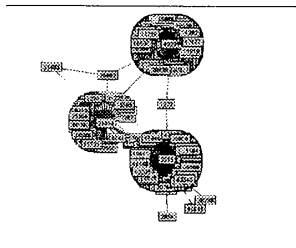


図 4. 制限したノード数でのグラフ

図 4 では、スモールワールド構造から、ハブとなるノードに到達しやすいため、局所的な密集部分ができしまった。その結果、重なるノードが多く、ノードが見えなくなってしまった。

次に、ばねモデルを適用させ、縦の走査を制限し。さらに、ハブとなるノードにエッジを張っているノードの数について描画する数を制限したものが、図 5 である。

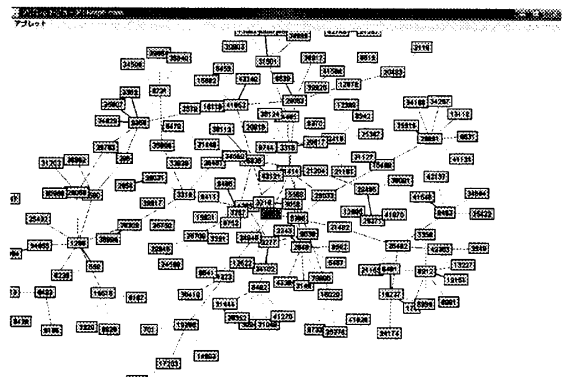


図 5. ハブに対し制限を加えて描画したグラフ

縦の走査と横の走査を制限することで、図 5 に見られるように、スケールフリー構造とスモールワールド構造を持つグラフを、見やすく描画することができた。

### 4 今後の課題

今回のグラフ描画では、次数を考慮したグラフ描画機能を実装させることができた。

今後の課題としては

- ① ルーティングテーブルの書き出し
- ② 最短経路・次善経路のハイライト
- ③ リンクのポリシーを色付けによって識別という機能を実装させる[5]。

まず、中心となるノードが持つルーティングテーブルを書き出す。機能③については、provider-customer, peer-peer 関係を区別するために、ノード間のエッジに色をつける工夫を行う。また機能①と②については、描画の後に、ノードを選択すると、選択されたノード間の最善経路・次善経路をハイライトするように実装する。

これらの機能を実装することにより、本来は隠されている、AS 間のポリシーによるネットワークトラフィックを直感的に理解できるようになる。

参考文献

- [1] R.Pastor-Satorras and A.Vespignani, "Evolution and Structure of the Internet", Cambridge University Press, 2004.
- [2] R.Albert, H.Jeong and A. László Barabási, "Error and attack tolerance of complex networks", Nature, vol.406, pp.378-382, 2000.
- [3] Lixin Gao, "On Inferring Autonomous System Relationships in the Internet", IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol.9, No.6, PP.733-745, 2001.
- [4] P. Eades, "A Heuristic for Graph Drawing", Congressus Numerantium, 42,149-160,1984.
- [5] 野本真吾, 福田健介, 上原稔, 森秀樹, "ネットワークトラフィックシミュレーションのためのグラフ描画ツールの設計", マルチメディア通信と分散処理 情報処理学会研究報告, 2007-DPS-133 pp.37-41,2007