

Osaka University Advanced Network Architecture Research Group <http://www.anarg.jp/>

Analyzing network bandwidths of ISP topologies having power-law degree distributions

べき則の性質を有する ISP トポロジの回線容量分布のモデル化手法の提案

清水 将大
 m-shimizu@ist.osaka-u.ac.jp
 大阪大学 大学院情報科学研究科
 博士前期課程2年 村田研究室

Osaka University

研究の背景

- 経路制御やフロー制御の性能評価
 - 適切なネットワークトポロジおよび回線容量のモデルが必要
 - トポロジの特性が異なると評価結果が大きく変化する
- トポロジ生成モデル
 - インターネットトポロジのいくつかの生成モデル
 - 生成されるトポロジは実際のルータレベルのトポロジとは特性が異なる
- トポロジの回線容量モデル
 - トポロジと回線容量に深い相関がある [1]
 - ルータの処理能力上限により、出線数の多いノードには回線容量が細いリンクが接続され、回線容量が大きいリンクは出線数の小さいノードに接続される
 - あくまでモデルであり、実際の回線容量との比較はされていない
- インターネットトポロジの回線容量はほとんどわかっていない

[1] L.L. D. Allerson, W. Willinger, and J. Doyle, "A first - principles approach to understanding the Internet's router - level topology," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol.34, no.4, pp.3-14, Oct. 2004.

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 2

Osaka University

研究の目的

- ISP ネットワークを対象とした回線容量の計測
- ISP ネットワークの回線容量決定モデル
 - 回線容量が定まる過程の理解が必要
- モデル化へのアプローチ
 - ISPトポロジの計測
 - ノード間の接続関係を取得
 - IP レベルのノードの接続
 - ISP ネットワークにおける回線容量を計測
 - リンクの回線容量を取得
 - ISP ネットワークトポロジを決定する要因の発見
 - 人口分布

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 3

Osaka University

国内 ISP ネットワークの計測

- 二つの国内ISPネットワークを対象とした計測
 - ISP A, ISP B
 - ルータ間の接続関係(トポロジ)
 - リンクの回線容量
- 計測環境
 - 観測期間: 2006年6月~2006年12月
 - 使用した計測ツール
 - Traceroute
 - Pchar
 - 大阪大学、国内ISPから計測

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 4

Osaka University

国内 ISP ネットワークにおける回線容量の計測

- Pchar を用いてルータの回線容量を計測
 - 計測端末から宛先アドレスへサイズの異なるパケットを送信
 - 返答パケットが返るまでの RTT を計測
 - 各パケットサイズに対する RTT の下限値を結ぶ直線の傾きから回線容量が得られる

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 5

Osaka University

回線容量の計測結果: 回線容量分布

- 計測結果
 - 回線容量のばらつきが大きい
 - 回線容量が大きい領域において、回線容量分布がべき則に従う

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 6

Osaka University

出線数と回線容量の関係

- **主要都市にあるノードの出線数は大きい**
 - 出線数分布は右肩下がり
 - 出線数の多いノード
 - 東京、大阪、名古屋など主要都市で観測される
- **出線数の多いノード間の回線容量は大きい**
 - 一文献[1]のモデルでは国内ISPの回線容量分布を説明できない

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 7

Osaka University

回線容量計測結果:ノードの処理能力

- **ノードの出線数とノード処理能力の関係**
 - 縦軸: ノードに接続されているリンクの回線容量の合計値
- **国内ISPトポロジ**
 - 出線数が多く、処理能力の高いルータが存在
 - 文献[1]のモデルでは現れない

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 8

Osaka University

回線容量決定モデル

- **Geographical model (GM)**
 - リンクに流れるトラフィック量が多いならば、回線容量が大きい
 - 対地間トラフィック D_{ij}
 - 都市の人口 P_i を考慮
 - $D_{ij} \propto p_i p_j$
 - 人口分布を考慮した回線容量決定
- **実測データとGMの比較結果**
 - 人口分布を考慮することで回線容量が大きいリンクのモデル化ができる
 - 回線容量が小さいリンクをモデル化することはできない
 - 一回線容量が小さい地方都市間のリンクは、異なる観点から考慮したモデルを考える必要

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 9

Osaka University

まとめと今後の課題

- **まとめ**
 - 国内ISPネットワークのトポロジの計測
 - 出線数分布はべき則に従う
 - 国内ISPネットワークの回線容量の計測
 - ルータの処理能力に関する分布を示した
 - 回線容量決定モデル
 - 人口分布に基づいて回線容量を決定
 - 回線容量の大きいリンクのモデル化が可能
- **今後の課題**
 - 回線容量の小さいリンクのモデル化
 - ノードの処理能力を考慮に入れた拡張モデル
 - コストを下げるために処理能力の低いノードを設置
 - ネットワーク制御手法評価への適用

2007/2/19 平成18年度 修士論文発表会 10