

Advanced Network Architecture Research Group Osaka University

回線容量制約を考慮した インターネットトポロジー生成モデルの提案と評価

日高 直人
大阪大学基礎工学部情報科学科4年
村田研究室
n-hidaka@ics.es.osaka-u.jp

平成18年度 特別研究報告 発表会

Advanced Network Architecture Research Group

研究の背景

- **インターネットトポロジーの接続状況**
 - 出線数分布がべき則に従うことが観測されている
- **インターネットトポロジーの生成モデル**
 - BA モデル [4]: インターネットトポロジーと出線数分布が一致する
- **同じ出線数分布を有する複数のトポロジー**
 - 出線数分布が同じであったとしても、トポロジー構造が異なる
- **ネットワーク制御手法の性能評価**
 - 多くの研究において、BA モデルが用いられる
 - トポロジー構造の違いにより、現実とは異なる評価結果が得られている [11]
- **インターネットトポロジーの生成モデルが必要**
 - 新たなネットワーク制御手法の有効性評価

[4] A. Barabási and R. Albert, "Emergence of scaling in random networks," Science, vol. 286, no. 5439, pp. 509-512, Oct. 1999.
[11] Ryota Fukumoto, Shinichi Arakawa, Tetsuya Takine, and Masayuki Murata, "Analyzing and modeling router-level Internet topology," in Proceedings of the 21st edition of the International Conference on Information Networking (ICOIN 2007), Jan. 2007.

平成18年度 特別研究報告 発表会 2

Advanced Network Architecture Research Group

研究の目的

- **ISP ネットワークのトポロジー形成要因を明らかにする**
 - ISP ネットワークのトポロジーは設計者の“意図”が影響する
 - 通信品質、信頼性、コスト
- **ISP ネットワークの設計方針に基づくトポロジー生成モデルの提案と評価を行う**
- **べき則が出現するパラメータ条件を明らかにする**

平成18年度 特別研究報告 発表会 3

Advanced Network Architecture Research Group

ISP ネットワーク設計方針に基づく生成モデル

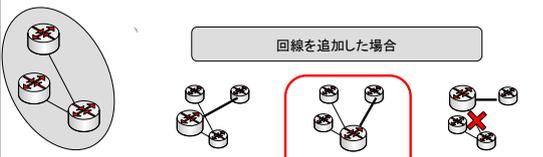
- **回線容量制約下におけるネットワークコストの最小化**
- **ネットワークコスト: 回線コストの総和**
 - 回線コスト: 回線の敷設費や保守費
 - 回線距離が長いほど大
 - 回線容量に大きいほど大
- **回線容量制約**
- **トラヒックの偏り**
 - 偏りを考慮することにより、最適な回線割り当てが可能

平成18年度 特別研究報告 発表会 4

Advanced Network Architecture Research Group

ISP ネットワーク設計方針に基づく回線追加方法

- **回線容量制約下におけるネットワークコストの最小化**



回線を追加した場合

回線容量制約	○	○	×
ネットワークコスト	300	150	100

平成18年度 特別研究報告 発表会 5

Advanced Network Architecture Research Group

トポロジー生成環境

- **回線コスト: 回線距離と回線容量の関数**
 - $d^w \times b$, $d \times \log b$
- **ノード配置**
 - ISP ネットワークのノード配置を利用
 - ランダムに配置
- **トラヒック**
 - ネットワーク全体に発生させるトラヒックの量
 - 回線容量の上限 10 Gbps に対し、ノード間トラヒック量の平均が10 Kbps ~ 100 Mbps
 - ノードペア間の偏り
 - 人口分布に基づいてノードペア間にトラヒックを発生: gravity モデル [12]
 - 全ノードペア間に同量のトラヒックを発生

[12] M. Roughan, A. Greenberg, C. Kalmanek, M. Rumszewicz, J. Yates, and Y. Zhang, "Experience in measuring backbone traffic variability: Models, metrics, measurements and meaning," in Proceedings of the 2nd ACM SIGCOMM Workshop on Internet Measurement (IMW '02), pp. 91-92, Nov. 2002.

平成18年度 特別研究報告 発表会 6

Advanced Network Architecture Research Group

評価結果

ISP ネットワークとの比較指標

- クラスタ係数の分布
 - ISP ネットワークではクラスタ係数の分布に特徴がある
 - そして、従来の生成モデルによるトポロジーとは大きく異なる [11]
- トラフィック量を増やすことでISP ネットワークに近いトポロジーが生成可能

平成18年度 特別研究報告 発表会 7

Advanced Network Architecture Research Group

AT&T 社のネットワークを形成する要因

- ノード配置またはトラフィックの偏りが影響

平成18年度 特別研究報告 発表会 8

Advanced Network Architecture Research Group

Sprint 社のネットワークを形成する要因

- Sprint 社のネットワークでは、トラフィックの偏りが影響

平成18年度 特別研究報告 発表会 9

Advanced Network Architecture Research Group

まとめ

- ネットワーク設計方針に基づく生成モデルを提案・評価した
 - 回線に対する指標とトラフィックの偏りを考慮する
 - ISP ネットワークに近いトポロジーが生成できる
- ISP ネットワーク形成の一因を明らかにした
 - トラフィックの偏り

今後の課題

- ISP ネットワーク形成の他の要因の明確化
 - 冗長設計

平成18年度 特別研究報告 発表会 10

Advanced Network Architecture Research Group

関連研究

[4] A. Barabási and R. Albert, "Emergence of scaling in random networks," *Science*, vol. 286, no. 5439, pp. 509–512, Oct. 1999.

[11] Ryota Fukumoto, Shin'ichi Arakawa, Tetsuya Takine, and Masayuki Murata, "Analyzing and modeling router-level Internet topology," in *Proceedings of the 21st edition of the International Conference on Information Networking (ICOIN 2007)*, Jan. 2007.

[12] M. Roughan, A. Greenberg, C. Kalmanek, M. Rumsewicz, J. Yates, and Y. Zhang, "Experience in measuring backbone traffic variability: Models, metrics, measurements and meaning," in *Proceedings of the 2nd ACM SIGCOMM Workshop on Internet Measurement (IMW '02)*, pp. 91–92, Nov. 2002.

平成18年度 特別研究報告 発表会 11