

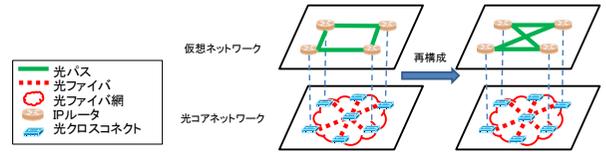
Increasing Adaptability to Traffic Changes by Proactive Virtual Network Control

プロアクティブ型仮想ネットワーク制御によるトラフィック変動耐性の向上

大阪大学 大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻 村田研究室
吉成 正泰

背景

- トラフィックの流量・時間変化が増大
- 流量・時間変化の大きなトラフィックを収容する技術
 - 仮想ネットワーク制御
 - IP ルータ間を光バスで接続することにより仮想ネットワークを構築
 - 光バスを動的に追加/削除することによりネットワークを再構成

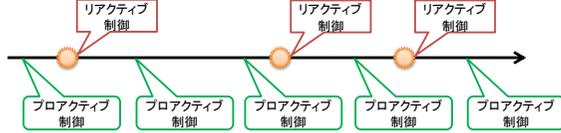


2013年3月14日 修士論文発表会 2

仮想ネットワーク制御の問題点

- 著しいトラフィック変動時に多数の光バスの追加・削除が必要
 - 仮想ネットワーク再構成にかかる処理が増大
 - 経路の切替の影響を受けるフローが多数発生

- 解決策: トラフィック変動時にも少数の光バスで対応可能な仮想ネットワークを構成するように、定期的に再構成



2013年3月14日 修士論文発表会 3

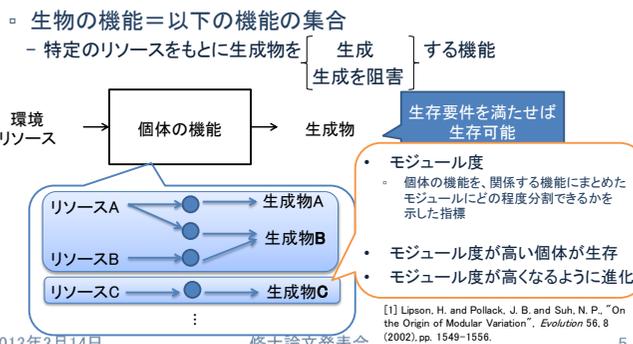
本研究の目的

- トラフィック変動耐性を高める制御手法の提案
 - 少数のバスの再構成でトラフィック変動に対応可能な仮想ネットワークを事前に構築
- アプローチ
 - 仮想ネットワークのトラフィック変動耐性を示す指標を提案
 - 著しい環境変動下の生物の持つ特性^[1]に着想を得る
 - トラフィック変動耐性を示す指標を用いた仮想ネットワーク制御手法を提案

[1] Lipson, H. and Pollack, J. B. and Suh, N. P., "On the Origin of Modular Variation", *Evolution* 56, 8 (2002), pp. 1549-1556. 2013年3月14日 修士論文発表会 4

生物の生存・進化モデル^[1]

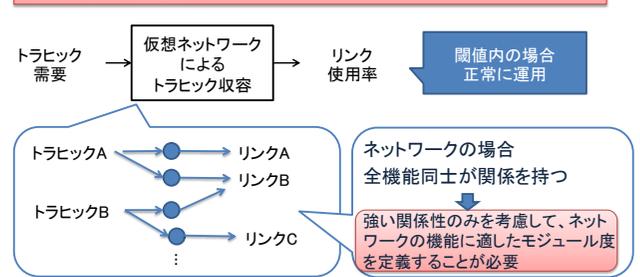
- 生物の機能をリソース→生成物の変換に着目して定義



2013年3月14日 修士論文発表会 5

仮想ネットワークの機能と生物の機能の対応

- 生物のモデルと同様のモデル化が可能
 - モジュール度が高い仮想ネットワークは著しいトラフィック変動に対応できる可能性が高い



2013年3月14日 修士論文発表会 6

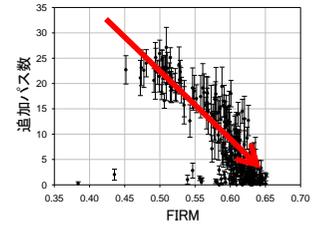
仮想ネットワークにおける機能のモジュール度

- 仮想ネットワークにおける機能間の関連
 - フロー包含関係
 - フロー A が使用するリンク全てをフロー B でも使用している場合、フロー A とフロー B はフロー包含関係を持つと定義
- 仮想ネットワークにおける機能のモジュール度
 - フロー包含関係モジュール度 (Flow Inclusive Relation Modularity; FIRM)
 - フロー包含関係をグラフ表現し、グラフのモジュール度を得る既存手法^[2]を適用して得られるモジュール度

[2] Newman, M. E. J., "Modularity and community structure in networks", *PNAS* 103, 23 (2006), pp. 8577-8582.
 2013年3月14日 修士論文発表会 7

FIRM と追加パス数の関係

- 評価環境
 - 仮想ネットワーク:
 - 文献[3]の手法で生成
 - 仮想ネットワークの数: 255種類
 - ノード数: 49ノード
 - トラフィック:
 - 対数正規分布^[4]に従って生成
- 評価結果
 - FIRM と追加パス数は負の相関
 - FIRM が高い仮想ネットワークは、追加パス数が少ない



[3] Naoto Hidaka, "A topology design method for sustainable information networks", Master's thesis, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University, (2009).
 [4] I Antoniou and V.V Ivanov and Valery V Ivanov and P.V Zrelov, "On the log-normal distribution of network traffic", *Physica D: Nonlinear Phenomena* 167, 1-2 (2002), pp. 72 - 85.

2013年3月14日 修士論文発表会 8

FIRM を考慮したプロアクティブ制御手法

- 概要
 - 少数の光パスで対応可能な仮想ネットワークを構成するために、定期的に 1 本ずつリンクを追加/削除
 - 追加/削除するリンクを選択する際に FIRM を考慮
- 手順
 1. 追加可能なリンクを追加/削除可能なリンクを削除した候補仮想ネットワークを生成
 $C \leftarrow$ (候補仮想ネットワークの集合)
 2. 候補仮想ネットワークのうち、FIRM が最大のものを構築

$$V_{next} \leftarrow \arg \max_{V \in C} FIRM(V)$$

C: 候補となる仮想ネットワークの集合
 FIRM(v): 仮想ネットワーク v の FIRM
 V_{next}: 制御後の仮想ネットワーク

2013年3月14日 修士論文発表会 9

FIRM を用いたプロアクティブ制御手法の評価

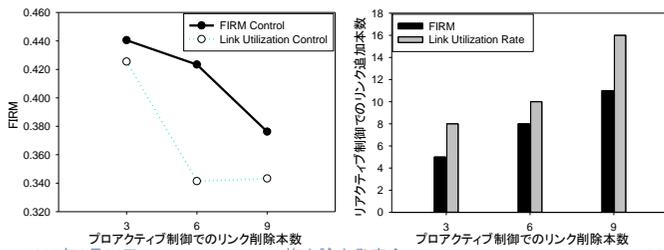
- 評価方法
 - プロアクティブ制御手法でリンク削除を行った後、発生させたトラフィック変動を収容するのに必要な追加光パス数を比較
- 評価環境
 - 初期仮想ネットワーク: 3 × 3格子トポロジー
 - トラフィック:
 - 初期トラフィック: 対数正規分布^[4]に従い生成
 - トラフィック変動: ランダムに選択したノード間にランダムなトラフィック量を追加
 - 比較対象:
 - 削除可能なリンクを1本削除した候補ネットワークの内、最大リンク利用率が最小となる仮想ネットワークを構築

[4] I Antoniou and V.V Ivanov and Valery V Ivanov and P.V Zrelov, "On the log-normal distribution of network traffic", *Physica D: Nonlinear Phenomena* 167, 1-2 (2002), pp. 72 - 85.

2013年3月14日 修士論文発表会 10

FIRM を用いたプロアクティブ制御手法の評価結果

- 評価結果
 - リンク利用率のみを考慮した制御では FIRM が維持できない
 - FIRM を考慮した制御は、リンク利用率のみを考慮した制御と比べて少ない追加パス数で対応



2013年3月14日 修士論文発表会 11

まとめと今後の課題

- まとめ
 - トラフィック変動耐性を示す指標(FIRM)を用いたプロアクティブ仮想ネットワーク制御を提案
 - シミュレーション評価により、FIRM を用いた仮想ネットワーク制御の有効性を確認
- 今後の課題
 - 大規模なネットワークでの評価
 - トラフィック変動耐性を示す指標の正確さの向上

2013年3月14日 修士論文発表会 12