

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

アトラクタ選択を用いた仮想網制御の性能評価

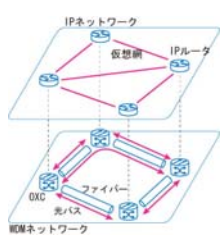
大阪大学基礎工学部情報科学科
村田研究室
南 勇貴

1

Osaka University

IP-over-WDMネットワークと仮想網制御

- IP-over-WDMネットワーク
 - WDM(波長分割多重)ネットワーク
 - 波長ルーティング-光パスを設定
 - 仮想網
 - IPルータ光パスにより構成される論理的なトポロジ
 - IPネットワーク
 - 仮想網を用いてIPTラヒックを転送
- 仮想網制御
 - 目的に応じて適切に仮想網を構築
 - 効率的なIPTラヒックの収容
 - 効率的なネットワーク資源の利用



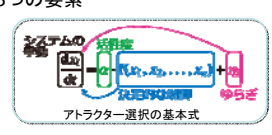
2

Osaka University

アトラクタ選択

ネットワークの環境変動が増大
→アトラクタ選択に着目した仮想網制御の研究[1]

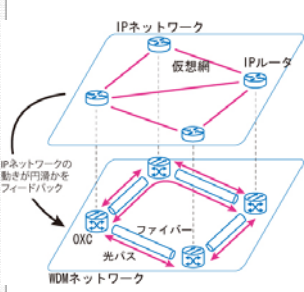
- アトラクタ選択の概要
 - 未知の環境変化に対する生物の適応性をモデル化[2]
 - システムの動作を決定する3つの要素
 - ゆらぎ
 - 決定的な制御
 - 活性度(コンディション)
 - ゆらぎと決定的な制御がシステムの挙動に与える影響を活性度に応じて制御
⇒ 環境変化に対する適応性を実現



3

Osaka University

アトラクタ選択を用いた仮想網制御



システムの挙動

$$\dot{x} = -x + \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \eta$$

アトラクタ選択の基本式

x : 光パス数を決定する変数
 α : 最大リンク利用率により決まる活性度
 η : ランダム要素

最大リンク利用率が低ければ第1項が0に近くなり、ゆらぎによって仮想網を構築

4

Osaka University

研究の目的

過去の性能評価ではシミュレーション条件が限定されておりどのような環境変動に適応出来るかが未評価

→アトラクタ選択を用いた仮想網制御の適応性の評価

- ・本報告ではトラヒック変動の大きさや物理トポロジの規模を考慮

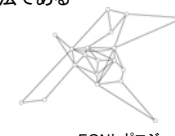
5

Osaka University

評価モデル(1/2)

[3] A. Gencata and B. Mukherjee, "Virtual-topology adaptation for WDM mesh networks under dynamic traffic," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 11, pp. 236-247, Apr. 2003.

- 計算機シミュレーションによる性能評価
 - 急激なトラヒック変動を、変動の大きさを変えて発生
 - その際の仮想網の最大リンク利用率の変化を計測し性能を評価
 - 物理トポロジ: 19ノード38リンクのEONTポロジ
 - 適応性を目的とした既存の制御手法であるアダプティブ制御[3]を用いて比較
 - アダプティブ制御は最大リンク利用率が0.1以上0.5以下になるように光パスの削除と追加を行い仮想網を構築



EONTポロジ

6

Osaka University

評価モデル (2/2)

- 各ノードペアのトラフィックデマンドは平均1、分散 σ^2 の対数正規分布に従うように決定
 - ネットワーク変動の規模を分散 σ^2 の値により変化
- 各変動の大きさに対し100回のシミュレーションを実行

7

Osaka University

評価方法

- トラフィック変動に対して仮想網の最大リンク利用率を0.5以下に低下させることができれば制御は成功
- 制御の成功率の高さ、制御の成功までにかかる時間で適応性を評価
 - 成功率が高く、制御にかかる時間が短い程性能が良い

8

Osaka University

評価結果 - EONTポロジにおける成功率

- トラフィック変動の規模が大きくなった場合でもアトラクタ制御は既存の制御手法よりも高い成功率を示す
 - アトラクタ制御(赤)では80%以上の成功率
 - アダプティブ制御(青)では30%程度まで低下

9

Osaka University

評価結果 - EONTポロジにおける平均制御時間

- 制御成功までの平均時間は既存の手法に比べ大幅に短縮

縦軸: 制御成功までの平均時間 横軸: 変動の大きさ(σ^2)
赤: 制御時間の平均 青: 90%信頼区間

10

Osaka University

評価結果 - EONTポロジにおける最大制御時間

- 変動の大きさが1.1、1.5のところではアトラクタ制御が大きな値を取っている
 - ゆらぎに起因し、まれに制御回数が多くなることもある

11

Osaka University

まとめと今後の課題

- **まとめ**
 - トラフィック変動の大きさを変えシミュレーションを行い性能を評価
 - アトラクタ制御を用いた仮想網制御手法は、既存の仮想網制御手法と比べより大きなトラフィック変動に適応可能
 - リンク利用率改善に必要な制御回数は、既存の仮想網制御手法の十分の一程度
 - 規模の異なる物理トポロジでも同様の傾向を確認
 - ゆらぎによる制御に起因して制御回数が多くなることもある
- **今後の課題**
 - 計測された最大リンク利用率に応じて、ゆらぎの大きさを変化させ改善

12