

Osaka University

WDMネットワークにおける自己組織型仮想網制御のアトラクター決定手法の提案と評価

大阪大学基礎工学部情報科学科
村田研究室 大場斗士彦

2013/2/19

Osaka University

IP over WDM ネットワーク

- WDM (波長分割多重)ネットワーク
 - 光バスを設定
 - 波長で構成される通信チャンネル
 - ノード間で電気処理が不要
 - 光バスを多重化し通信回線を大容量化
- 仮想網制御
 - 複数の光バスを用いて仮想網を構築
 - 仮想網上にIPトラフィックを収容
 - 通信需要の変化に応じて仮想網を再構築
 - 新たな通信サービスにより通信需要が大きく変化してもIPトラフィックを収容可能

Osaka University

アトラクター選択にもとづく自己組織型仮想網制御

- アトラクター選択にもとづく仮想網制御 [20]
 - 光バスの状態変化式

$$\frac{dx}{dt} = \alpha \cdot f(x) + \eta$$
 - アトラクター：仮想網の候補
 - 光バスの設定状況を制御
 - ゆらぎとアトラクターを持つ制御構造により光バスの設定状況を活性度に応じて制御
 - 活性度が小さいとゆらぎの影響が大きくなり新たなアトラクターを探索
 - 活性度が大きいとアトラクターを持つ制御構造の影響が大きくなり、アトラクターに引き込む

従来の集中制御の方式と比較して、高い適応性を有する

アトラクターとなる仮想網候補の決定手法が重要

活性度のフィードバックを受けつつアトラクターを探索

●：現在の光バスの設定状況
○：アトラクター (仮想網候補)

光バスの設定状況

[20] Y.Kozumi, T. Miyamura, S. Arakawa, E.Oki, K. Shiomoto, and M. Murata, "Adaptive virtual network topology control based on attractor selection," IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, vol. 28, pp. 1720-1731, June 2010.

Osaka University

研究の目的とアプローチ

- アトラクター選択にもとづく自己組織型仮想網制御において、アトラクターをどのように決定すべきかの指針を得ること
 - アトラクター数に制限があるため、仮想網候補の形状 (トポロジー) によっては除外すべきものが存在

仮想網候補のトポロジー指標 (ホップ長など) にもとづいてアトラクターを決定する

物理トポロジー

仮想網候補C, 仮想網候補B, 仮想網候補A

ホップ長が大きい仮想網候補Cを除外、他の仮想網候補をアトラクターとする

仮想網候補B, 仮想網候補D

光バスの設定状況

Osaka University

アトラクター決定手法

- 従来の手法ではランダムに構成された仮想網候補を算出
 - ゆらぎにより探索されるアトラクターに多様性はあるが、アトラクターの探索にどの程度の時間を要するかが保証されない
- 発見的な手法である I-MLTDA [23] により仮想網候補を算出し平均ホップ長の観点から仮想網候補を選択
 - トポロジーの性能指標である平均ホップ長のみを考慮しているため、一定の通信需要にしか適応できない
- 提案手法では、平均ホップ長の観点から選択した仮想網候補とランダムに算出された仮想網候補を合わせて仮想網候補を決定
 - トポロジーの性能指標を考慮しつつ、探索されるアトラクターに多様性を持たせる
 - ランダムに算出された仮想網候補を合わせる割合を変化させ評価

[23] D. Banerjee and B. Mukherjee, "Wavelength-routed optical networks: Linear formulation, resource budgeting tradeoffs, and a reconfiguration study," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 8, pp. 598-607, 2000.

Osaka University

評価環境・評価指標

- 評価環境

物理トポロジー	50ノード (日本の地理情報を考慮)
ポート数	ノードの次数 + 2
波長多重数	4
- 評価に用いる通信需要
 - Δ_{ij} : トラフィックデマンドマトリクスの (i, j) 成分
 - P_i, P_j : ノード i, j に対応する都道府県人口
 - G : 定数 (I-MLTDAを適用して得た仮想網で最大リンク利用率が0.25程度になる値)
 - 重みモデルにもとづく $\Delta_{ij} = G \cdot P_i \cdot P_j$
- 仮想網候補決定時
 - 通信需要量が増大した場合 (基準の各要素を1~2倍)
- 仮想網制御の性能評価時
 1. 通信需要量が増大した場合 (基準の各要素を1.8~2倍)
 2. 通信需要が急激に変化した場合 (基準の各要素を1~4倍, 要素を入れ替え)
- 評価指標：制御成功率
 - 仮想網制御を最大400回繰り返し、通信品質を示す最大リンク利用率が0.5以下で安定すれば制御成功

