

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

複数VNT制御のための 自己組織化管理手法の提案と評価

大阪大学大学院 情報科学研究科
荒川 伸一

Osaka University 2

管理型自己組織化ネットワークの概要

- ねらい：自己組織化制御による光インフラ網運用制御の簡易化
- 課題：資源競合の調停や想定外の環境変動への即応性を実現困難
- 目的：自己組織化管理によるネットワーク制御技術の確立

課題1: 大阪大学
ゆらぎによる仮想網の
適応制御

課題2: NTT
動的リソース制御による
仮想網の競合調停

課題3: 電気通信大学
スケーラブルな仮想網制
御のため情報収集方式

光インフラ網(物理網)

Osaka University 3

研究の目的

- 多数のサービスが構築するVNTの同時管理・制御の実現
 - 局所的な環境変化に対する適応性が必要
 - トラフィック変動・ネットワーク障害への適応性
- 複数VNTが存在する複雑なネットワークの全体の性能向上が必要
 - 制御時間の短さ・計算量の少なさ
 - 管理システムの設計の容易さ

⇒自己組織化によるVNT制御 [3,4]の適用

- 少ない制御情報量
- ランダム要素であるゆらぎによる未知の環境への高い適応性
- 複数VNTが存在する状況では利己的なふるまい
 - 一部のVNTのみが満足する可能性

自己組織化を“管理”する

[3] Y. Koizumi, T. Miyamura, S. Arakawa, E. Oki, K. Shimoto, and M. Murata, "Adaptive virtual network topology control based on attractor selection," *Journal of Lightwave Technology*, vol. 28, pp. 1720-1731, Dec. 2010.

[4] Y. Minami, Y. Koizumi, S. Arakawa, T. Miyamura, K. Shimoto, and M. Murata, "Adaptive virtual network topology control in WDM-based optical networks," in *Proceedings of INTERNET*, Sept. 2010.

Osaka University 4

「ゆらぎ」を用いた仮想網制御

環境変動への適応性を備えたアトラクター選択を用いた仮想網制御

ゆらぎ方程式

システムの挙動

ゆらぎ

環境変動への適応性を備えたアトラクター選択を用いた仮想網制御

アトラクター選択を用いた仮想網制御の挙動

仮想網の最大リンク利用率

→「長期間観測→平均通信需要を算出」に依存せず、より少ない制御情報で仮想網を再構成

Osaka University 5

自己組織化管理に基づく複数VNT制御

- 自己組織化制御により個々のVNTを制御
 - VNT agent i が最大リンク利用率等の通信品質(満足度)をモニタリング
 - 最大リンク利用率から満足度 α_i を計算
 - 満足度が高い場合 → VNTは安定
 - 満足度が低い場合 → ゆらぎによりランダムにVNTを再構成
- 仮想網エージェントコントローラによりネットワーク全体の活性度をフィードバック
 - 全VNTの満足度よりネットワーク全体の活性度 α_{master} を計算
 - 各VNT agentに α_{master} をフィードバック
 - 活性度 α_{master} および満足度 α_i に基づいてVNT i を制御

ネットワーク全体の通信品質を満足

Osaka University 6

ネットワーク全体の活性度 α_{master} の算出

- VNT i を制御する仮想網エージェント
 - VNT i の通信品質をモニタリング
 - 最大リンク利用率 u_i → 活性度(満足度) α_i を算出し、仮想網エージェントコントローラへ送出
- 仮想網エージェントコントローラ
 - 各仮想網エージェントコントローラは α_i (1 ≤ i ≤ K) の情報を収集
 - $\alpha_{min} \leftarrow \min \alpha_i$: 全VNTの満足度の最小値
 - $\alpha_{master} \leftarrow \alpha_{min} \cdot D(t)$
 - α_{master} を各仮想網エージェントに送出

$D(t)$ は時間経過とともに減少する関数
 t : α_{min} が閾値以下に低下してから経過時間
 閾値より低い状況が長引くほどネットワーク全体の満足度は0に接近

Osaka University 7

VNT制御の相互作用

- ネットワーク全体の活性度を自己組織化制御に反映
 - ネットワーク全体の満足度は全VNTが満足できていない状態が長引くほど減少
 - 各VNTではフィードバックを自身の満足度とみなしVNTを再構成

↓

全VNTが満足できていない状態が長引くほど各VNTにおけるゆらぎの影響が増大

- 単一VNTの再構成
- 複数VNTの再構成
- ゆらぎによる完全ランダム再構成

Osaka University 8

シミュレーション環境

- サービス数：2
 - 各サービスは自己組織化制御により個別にVNTを構成
 - 専有資源を用い物理トポロジと同一の固定VNTを構成
 - 共有資源を用い光バスを追加
- 物理トポロジ：19ノード
 - 各ノードにつき8ポートが共有資源として使用可能
- 管理・制御
 - 性能指標：最大リンク利用率
 - 最大リンク利用率の目標値：0.5以下
 - 満足度：最大リンク利用率から計算
 - 1分毎にVNTを再構成
 - 1分毎に仮想網エージェントコントローラーによる情報収集およびフィードバック

Osaka University 9

仮想網エージェントにおける活性度の時間変化

- 各VNTでは、コントローラーからのフィードバックを自身の満足度とみなしVNTを再構成
 - VNT1の再構成
 - 悪い状況が長引くほどネットワーク全体の活性度を減少
 - フィードバックによりVNT0も再構成
 - 両サービスが満足するVNTを構成し安定状態へ移行
 - フィードバックなし
 - フィードバックあり

Osaka University 10

最大リンク利用率の時間変化

- フィードバックがない場合
 - VNT1のみが再構成を試みるが失敗
 - 資源競合の発生
 - VNT1におけるゆらぎの大きさの不足
- フィードバックがある場合
 - VNT0も大きく再構成することで両VNTの最大リンク利用率が目標値以下に低下

Osaka University 11

フィードバックによる状態遷移

- コントローラーからのフィードバックによりネットワーク全体の満足度を考慮し各VNTの状態が遷移
 - 単一VNTの再構成、複数VNTの再構成、完全ランダム再構成と徐々に状態が遷移

Osaka University 12

まとめ

- 自己組織化管理に基づく複数VNT制御
 - 仮想網エージェントコントローラーによる各VNTへのフィードバック
 - 各VNTの満足度からネットワーク全体の活性度を計算
 - 各VNTはネットワーク全体の活性度を利用しVNTを再構成
 - ネットワーク全体の性能の向上を確認
 - 資源競合の回避、収束時間の短縮
- 今後の課題
 - VNT数を増加させてのシミュレーション
 - フィードバック値の決定方法