



## ゆらぎ原理にもとづくVNT制御におけるアトラクター集合の動的更新手法の提案と評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科  
村田研究室 坂本昂輝

平成27年度 特別研究報告発表会

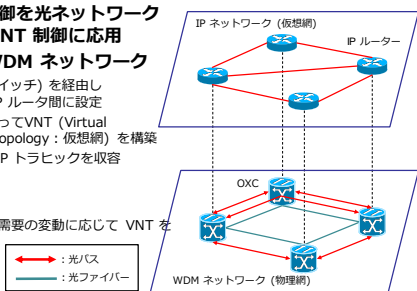
2016 / 2 / 23

### 研究の背景

- **仮想ネットワーク基盤への期待**
  - 新たなサービスの登場によるトラフィック需要の増大および変動
  - 物理資源の一部を切り出し、仮想ネットワークを迅速かつ柔軟に提供
- **仮想ネットワーク制御の課題**
  - 最適化手法等の集中計算方式の適用が困難
  - 要求変動に対する迅速かつ柔軟な対応
- **ゆらぎ原理にもとづく仮想ネットワーク制御**
  - ネットワークの環境情報の正確性、緻密性が不要
  - 限られた情報で環境変動へ適応可能
  - 応用例
    - SDI (Software Defined Infrastructure) 向けの仮想ネットワーク制御: Koki Inoue, "Yuragi-based virtual network embedding method for software defined infrastructure with uncertain environments," Master's thesis, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University, February 2016.
    - 光ネットワーク制御: [9] Y. Koizumi, T. Miyamura, S. Arakawa, E. Oki, K. Shiimoto, and M. Murata, "Adaptive virtual network topology control based on attractor selection," Journal of Lightwave Technology, vol. 28, pp. 1720-1731, June 2010.

### 光ネットワークにおける VNT 制御

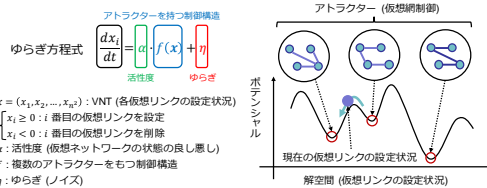
- **ゆらぎ原理にもとづく仮想ネットワーク制御を光ネットワークにおける VNT 制御に応用**
- **IP over WDM ネットワーク**
  - OXC (光スイッチ) を経由し光パスを IP ルーター間に設定
  - 光パスによって VNT (Virtual Network Topology: 仮想網) を構築
  - VNT 上に IP トラフィックを収容
- **VNT 制御**
  - トラフィック需要の変動に応じて VNT を再構築



### ゆらぎ原理にもとづく VNT 制御 (ゆらぎ制御)

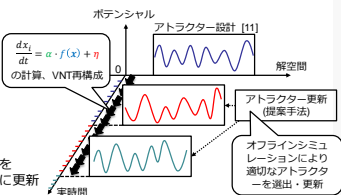
- **ゆらぎ原理にもとづく各仮想リンクの設定状況を制御**
  - あらかじめアトラクター (VNT候補) を複数用意
  - トラフィック変動に応じて通信品質を改善する VNT (解) を再構築
    - アトラクターに引き込まれるように解を探索

どのような VNT 候補 をアトラクターとするかが重要



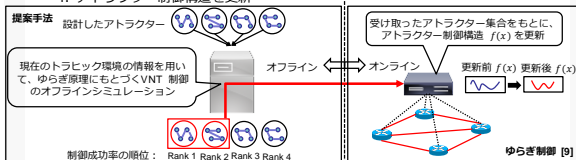
### 研究の目的とアプローチ

- **既存手法の問題点**
  - 既存のアトラクター設計手法 [11] は、トポロジー特性にもとづいてアトラクターを設計する手法であるが、トラフィック状況によっては通信品質を改善する VNT を構築するまでの制御時間が増大する可能性
- **研究の目的: 現在のトラフィック環境に適したアトラクターに更新し、ゆらぎ制御の制御回数を削減すること**
- **アプローチ**
  - アトラクター更新は VNT 制御よりも長周期が可能
  - 全対地間のトラフィック需要を長期的な観測により取得
  - オフライン計算によりアトラクター更新を実施
  - 全対地間のトラフィック需要をもとに良好なアトラクターに更新



### 提案手法

- **設計したアトラクター候補の中から、現在のトラフィック環境により適したアトラクター集合を決定**
- **提案手法の手順**
  1. 入力として、現在のトラフィック需要と複数のアトラクターを使用
  1. 各アトラクターを用いてゆらぎ制御のオフラインシミュレーション
  2. 制御成功率によりアトラクターのランク付け
  3. ランクの低いものから順にアトラクターを選出し、アトラクター集合を構築
  4. アトラクター制御構造を更新



## 評価環境

### 物理トポロジー

- USNET
  - ノード数: 24
  - 各ノードのポート数: 10

### トラヒック

- 正規分布  $N(4.5, \sigma^2)$  に従う乱数
  - 偏差  $\sigma = 0.1, 0.5, 1.0, 2.0$

### 評価指標

- 解を発見するまでに要する VNT 制御回数
  - 解: 最大リンク利用率 0.5 以下となる VNT

### 評価対象

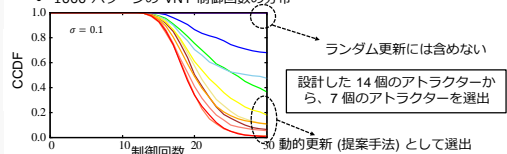
- 動的更新: 提案手法によって得られたアトラクター集合
- 静的設計: 既存のアトラクター設計手法によって得られたアトラクター集合
- ランダム更新: 現在のトラヒック環境に不適応なアトラクターを破棄し、他の適応的なアトラクターをランダムに組み入れたアトラクター集合
  - 各集合に含まれるアトラクター数: 7個



## 提案手法によるアトラクター集合の決定

### 各アトラクターを 1 個ずつ用いてオフラインシミュレーションを行い、得られた制御成功率から適切なアトラクターを選出

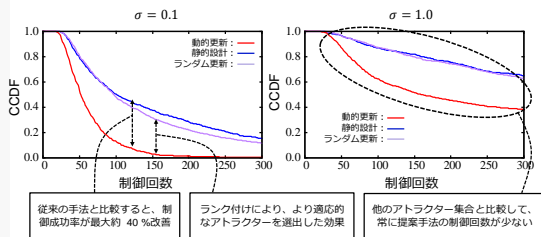
- 1000 パターンの VNT 制御回数の分布



制御成功率: 30 回以内の制御で解を発見した割合							
アトラクター	14	3	10	8	7	13	9
制御成功率 (%)	99.5	98.5	94.5	93.6	89.2	88.9	81.8
アトラクター	5	6	1	11	2	4	12
制御成功率 (%)	63.6	52.2	32.0	0.1	0.0	0.0	0.0

## ゆらぎ原理にもとづく VNT 制御の性能評価結果

### 1000 パターンのゆらぎ制御の制御回数の分布



提案手法により求めたアトラクター集合に更新することでゆらぎ原理にもとづく VNT 制御の制御回数を削減

## まとめと今後の課題

### まとめ

- アトラクター集合の動的更新手法を提案
  - アトラクター更新はオフライン計算が可能であるため、環境情報として全対地間トラヒック需要使用
  - 用意したアトラクター候補の中で最適なアトラクター集合を決定
  - 提案手法によりアトラクターを更新することによって、現在のトラヒック環境に適応し、ゆらぎ原理にもとづく VNT 制御において、解発見までに要する制御回数を削減

- ゆらぎ原理にもとづく VNT 制御のトラヒック変動に対する適応性を向上

### 今後の課題

- 全対地間のトラヒック需要が取得できない場合のアトラクター更新手法の検討
  - 現在は全対地間のトラヒック需要を取得することを前提