

フローマイニングに基づくトラフィック変動に適応する 予測型トラフィックエンジニアリングの研究開発 (131303006)

研究代表者

塩本 公平 日本電信電話 (株)

研究分担者

村田 正幸 大下 裕一 大阪大学
石橋 圭介 上山 憲昭 高橋 洋介 日本電信電話 (株)

研究補助員

大歳 達也 大阪大学



大阪大学
OSAKA UNIVERSITY



NTT

研究開発課題の概要：

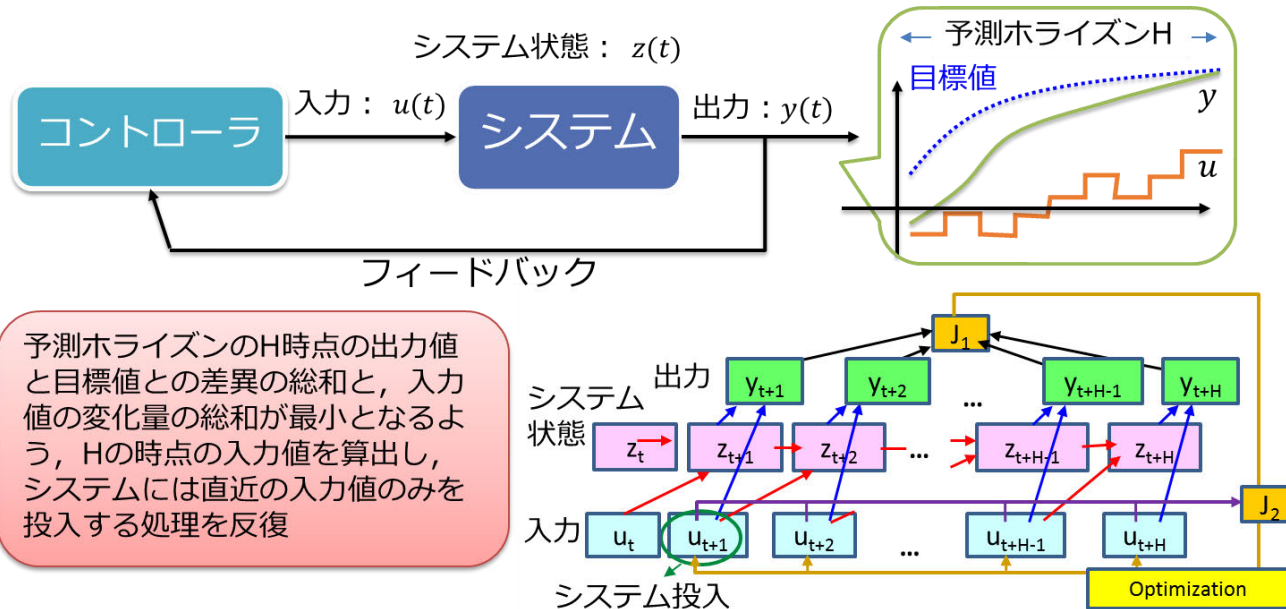
予測困難トラヒックに対するトラヒックエンジニアリング

従来TEにおける課題

- 予測困難トラヒックへの対処
 - ダイナミックに変動するトラヒック需要を正確に予測することは困難
- 頻繁な経路変更に伴う通信品質劣化
 - 予測したトラヒック変動に合わせて頻繁に経路を変更する従来のTE方式では、ユーザの通信品質劣化が頻発する

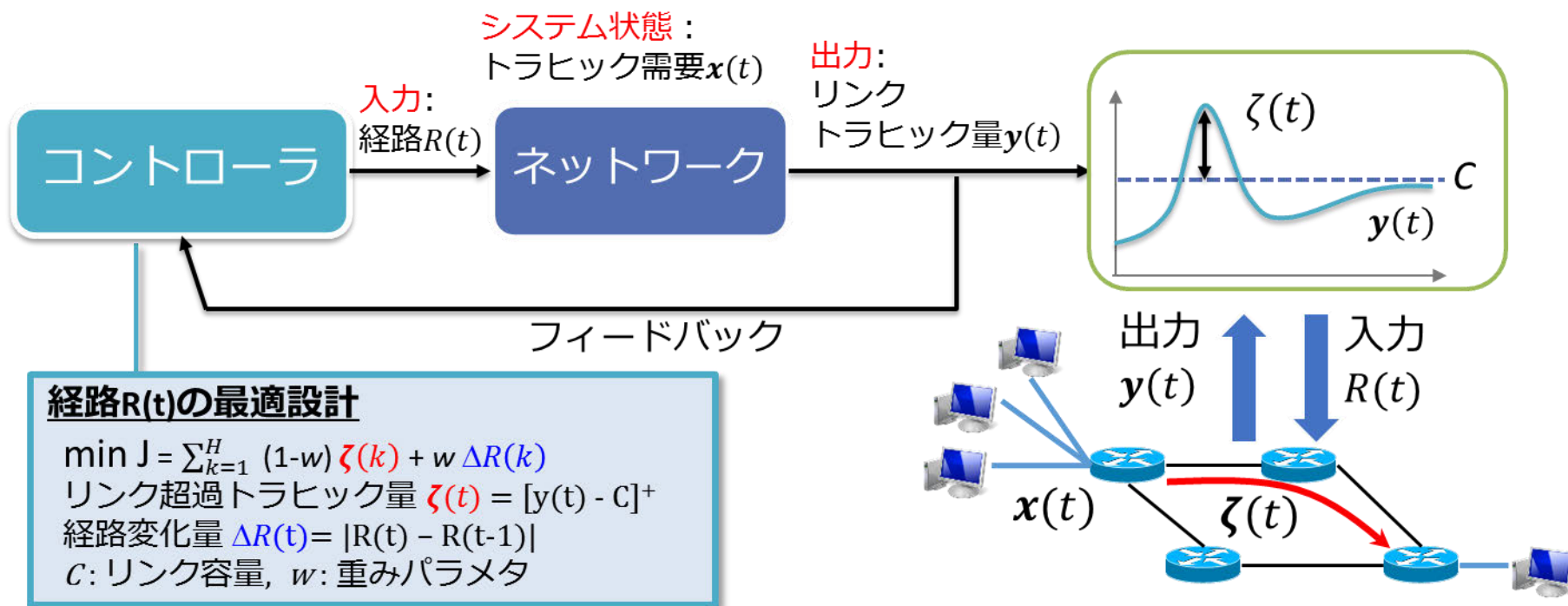
アイデア

- システム制御の分野で発展した**モデル予測制御**をTEに応用
 - 将来の複数時点の出力予測値が目標値に近づくよう入力値を段階的に制御
 - 予測誤差に対するロバスト性向上とシステム安定化のため、入力値の変化量を抑制



モデル予測制御を応用したトラフィックエンジニアリング

- 将来の予測を踏まえた段階的な経路変更と、新たなトラフィック観測結果をもとにした予測の補正を繰り返すことにより、**トラフィックの安定的な収容とトラフィック予測誤差への耐性を両立**
- 各時刻の性能指標（輻輳の有無を示す指標等）と、経路変更量の加重平均を最小化することにより、**予測誤差により誤って急激な経路変更が行われることを防ぐ**



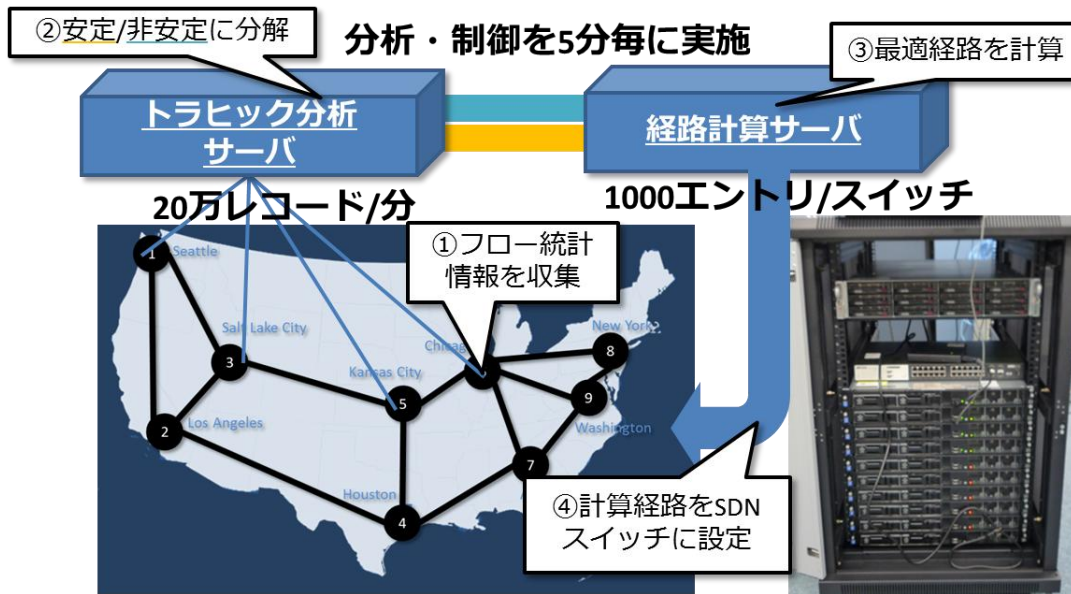
有効性評価および実現可能性検証

シミュレーションによる有効性評価

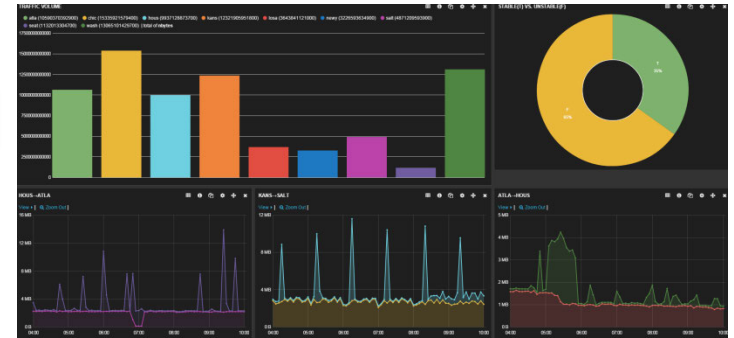
- 時系列変動の激しい Internet2 のトラフィックをモデル予測制御 TE で制御した結果、**経路変更量をフロー全体の 5.8% に抑えつつ、輻輳を防ぐことに成功**

SDN/OpenFlow を用いた実機による PoC (Proof-of-Concept) 構築

- PoCでは観測・分析・最適経路計算・経路設定の一連のTE制御を5分毎に実施
- 数十秒単位で予測困難トラフィックを適応制御するためには、トラフィック分析時間および経路テーブル更新時間の短縮が課題となることを明らかにした



PoC の概要



制御可視化画面



PoC 展示模様

今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

- JGN-X テストベッド上での実証実験を実施するとともに、海外のテストベッド、コンソーシアムを通じた研究成果のグローバル展開を予定
- 上記と並行して、商用ネットワークの観測データを用いた検証実験を通して実ネットワーク環境上での有効性を検証し、実ネットワークへの適用を狙う

[参考] 成果リスト

【誌上発表リスト】

- [1] Tatsuya Otoshi, Yuichi Ohsita, Masayuki Murata, Yousuke Takahashi, Noriaki Kamiyama, Keisuke Ishibashi, Kohei Shiimoto, Tomoaki Hashimoto, "Traffic Engineering Based on Model Predictive Control", IEICE Transactions on Communication
- [2] Yousuke Takahashi, Keisuke Ishibashi, Noriaki Kamiyama, Kohei Shiimoto, Tatsuya Otoshi, , Yuichi Ohsita, Masayuki Murata, "Macroflow-based traffic engineering in SDN-controlled network", 11th International Conference on IP+Optical Network (iPOP2015) (2015年4月20日)
- [3] Noriaki Kamiyama, Yousuke Takahashi, Keisuke Ishibashi, Kohei Shiimoto, Tatsuya Otoshi, Yuichi Ohsita, Masayuki Murata, "Optimizing Cache Location and Route on CDN Using Model Predictive Control", 27th International Teletraffic Congress (ITC27)

【申請特許リスト】

- [1] 高橋洋介、石橋圭介、上山憲昭、塩本公平、大下裕一、村田正幸、"フロー集約手法、装置、プログラム"、特許05747393、2014年2月19日
- [2] 上山憲昭、高橋洋介、石橋圭介、塩本公平、大下裕一、村田正幸、"配信サーバ又は配信ルート設計装置、配信サーバ又は配信ルート設計方法及びプログラム"、特願2015-031523、2015年2月20日

【受賞リスト】

- [1] 大歳達也、大下裕一、村田正幸、高橋洋介、上山憲昭、石橋圭介、塩本公平、橋本智昭、電子情報通信学会情報ネットワーク研究賞、"トラヒック予測を考慮したトラヒックエンジニアリングの検討と評価"、2014年3月5日
- [2] 高橋洋介、石橋圭介、上山憲昭、塩本公平、大歳達也、大下裕一、村田正幸、電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究賞、"フローベースネットワーク制御のためのマクロフロー構成手法"、2014年6月5日
- [3] 上山憲昭、高橋洋介、石橋圭介、塩本公平、大歳達也、大下裕一、村田正幸、電子情報通信学会ネットワークシステム研究賞、"経路制御のためのフロー集約法"、電子情報通信学会、2015年3月2日