



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Studies on Adaptive Routing for a Wide-Area Overlay Network System [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	柏崎, 礼生
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	乙第6907号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55677
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hiroki_Kashiwazaki_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 柏崎 礼生

審査担当者 主 査 教 授 高井 昌彰
 副 査 教 授 栗原 正仁
 副 査 教 授 水田 正弘
 副 査 教 授 棟朝 雅晴
 副 査 教 授 山本 雅人

学位論文題名

Studies on Adaptive Routing for a Wide-Area Overlay Network System
(広域オーバーレイネットワークのための適応的経路制御に関する研究)

ネットワークのトラフィック増大や通信品質向上に対処する方法として、異なる複数のネットワーク回線を同時に利用するマルチホーム環境のもとに、広域オーバーレイネットワークを構築するアプローチは現実的な解の一つである。しかし、時間とともに変化する各回線のトラフィック状況とアプリケーションからのトラフィック要求に適応しつつ、オーバーレイネットワーク全体を効率よく運用するためには、アプリケーションから隠ぺいされた適応的なオンラインの経路制御によるトラフィックエンジニアリングが必要である。また、その経路制御手法の実現にあたっては、相互接続性の優れた実装が容易であることが求められる。本論文は、遅延センシティブな映像コンテンツの配送を主な対象とした広域オーバーレイネットワークにおけるトラフィックエンジニアリングを自律分散型および中央集権型の二つの観点から議論し、広域オーバーレイネットワークのための適応的経路制御手法を提案するとともに、相互接続性に優れた本手法の実装方法を明らかにするものであり、不測のトラフィック要求に適応できる広域ネットワーク基盤の実現とその運用に係る技術的観点から重要な研究課題である。

本論文の構成および内容は以下の通りである。

第 1 章では、本研究の背景および目的について述べている。

第 2 章では、自律分散型の適応的経路制御手法について論じている。本手法は、拠点ノード間の遅延時間の変化から観測されるトラフィック状況に適応するため、フィードバックされる遅延時間で重み付けされた確率に従って各拠点ノードにおいて経路選択を行うことにより、ループ発生を回避しつつ、始点制御でないオンラインの自律分散経路制御を実現することに特徴がある。OSPF にリンクの遅延時間に基づく適応機能を追加した動的経路制御手法を比較対象にシミュレーション評価実験を行い、輻輳が発生した拠点ノードを適応的に回避し、一定のパラメータ条件下において許容できる総トラフィック量を 50% 増加できることを示している。また、本手法を OS カーネル内に実装した PC ルータを用いて、JGN2 テストベッドネットワーク上に国内 4 拠点からなる IP ネットワークを構築し、広域オーバーレイネットワークにおける評価実験を行っている。その結果、一定範

図のトラフィック要求量および総遅延時間の条件下において、パケット損失の上昇を抑制した自律分散型の適応的経路制御を実現できることを示している。

第3章では、中央集権型の適応的経路制御手法について論じている。本手法は、オーバーレイネットワークを構成する各拠点ノードから、アプリケーションのトラフィック要求量に加え、隣接拠点ノード間の片方向遅延時間、パケット損失率および可用帯域のネットワーク情報をプローブパケットで収集し、これをクラウドに配置された管理サーバに集約の上、貪欲法に基づく並列探索で得られた経路組み合わせの準最適解を各拠点ノードの経路制御表に実時間で反映させることに特徴がある。準最適解探索の並列処理における評価値の算出には、管理サーバの配下に置かれたクラウド上の高速離散イベント型シミュレータを用いている。本シミュレータの実装と経路組み合わせの評価値計算の精度および処理速度について論じるとともに、国内11拠点からなる広域オーバーレイネットワークでの輻輳発生を模擬したシミュレーション実験を通して、一定範囲のネットワーク規模において、トラフィック状況の変動に対するアプリケーションの要求品質を満たす適応性を実現できることを示している。

第4章では、第2章と第3章で提案した適応的経路制御手法のOpenFlowによる実現方法について論じている。sFlowなどのパケットサンプリングをもとに適切なフロー配分割合を定める手法を示しており、本論文で論じた提案手法が相互接続性に優れたOpenFlow上に容易に実装可能であることを明らかにしている。また、MPLS-TEなど既存の適応的経路制御手法に対する提案手法の有効性や問題点を踏まえ、より広域かつ多拠点のオーバーレイネットワークに適用可能な、自律分散型と中央集権型の2階層のハイブリッドモデルとその実現方法について論じている。

第5章では、本論文の結論および残された課題について述べている。

これを要するに、著者は、広域オーバーレイネットワークのためのトラフィック観測に基づくオンラインの適応的経路制御手法を提案し、シミュレーション実験および実際の広域ネットワークを用いた評価実験から、その有効性を示しており、情報科学ならびに情報ネットワーク基盤技術の発展に貢献するところ大なるものがある。よって、博士(情報科学)を授与するに値すると認める。