HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	トラヒック変動を考慮した光ネットワークの設計制御手法の研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	宮村, 崇
Citation	北海道大学. 博士(工学) 甲第13088号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/70609
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Takashi_Miyamura_review.pdf (審査の要旨)

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　　博士 (工学)　　氏名　　宮村 崇

審査担当者　主　査　客員教授　可児　淳一
副　査　教　授　大鐘 武雄
副　査　教　授　齊藤 晋聖
副　査　特任教授　山本 強

学位論文題名

トラヒック変動を考慮した光ネットワークの設計制御手法の研究
（Optical network design and control methods with robustness to traffic changes）

ネットワーク上の総トラヒック量は年率約 60% で増加する一方、ネットワークの高速化・大容量化は年率 20〜40% 前後に留まっている。総トラヒック量の増大に対応するためには光伝送技術の導入による大容量化を図るだけでなく、ネットワークの物理資源の増強を図る必要があるが、コスト・消費電力の増大、品質・信頼性の低下という問題が発生する。さらに、ネットワークの利用用途の拡大に伴い、短期的なトラヒックの急増など予期しないトラヒック変動が頻発し、品質低下の要因となっている。本研究は、予期しないトラヒック変動に対応して限られた光ネットワーク全体の資源を有効利用し、転送能力・品質を最大化するネットワーク設計制御手法の確立を目指したものである。

第 1 章では、本研究の背景および狙いを明らかにし、本研究の意義および目的を示す。まず初めに、研究の背景として、ブロードバンドサービスの普及とネットワークアーキテクチャの進展、そして、既存の資源最適利用のためのネットワーク設計制御手法について説明する。次に、ネットワーク設計制御手法の課題をまとめ、本研究の目的を述べている。

第 2 章では、コア網におけるマルチレイヤトラヒックエンジニアリング技術を提案する。コア網については、トラヒック変動に対応するネットワーク制御アルゴリズムの研究が進められており、机上での有効性の評価がなされている。しかし、実網に適用するためには、ネットワーク制御により動的にルーチングやトポロジを変更する制御手順やルーチングプロトコル・シグナリングプロトコルの安定性などネットワーク運用制御技術の確立が必要である。提案技術の実現性とスケール性を評価するためにプロタイプシステムを用いた実証実験およびシミュレーションによる性能評価を実施する。提案技術による資源最適化のための動的なネットワーク制御を適用しても、ノードの処理負荷の増大がネットワークの安定運用に問題ないレベルであることを示す。さらにスケール性についてはパス制御に要する処理がボトルネックであることを明らかにした上で課題解決の指針を示している。

第 3 章では、高速・広帯域を実現する光ネットワーク仮想化技術を提案する。多種多様なサービス網をコア網に効率的に収容するためには、光ネットワークをベースにしたネットワーク仮想化技術の確立が急務である。これまで、ネットワーク仮想化についてはパケット処理を対象としたネットワーク仮想化の研究が中心であり、波長多重ネットワークを前提とした高速・広帯域を実現する技術は検討されていなかった。そこで、光ネットワーク上でのネットワーク仮想化技術を提案する。

環境変化への仮想網の適応性を担保するため、光ネットワークの特長を活かした高性能なネットワーク仮想化アーキテクチャを実現するためには、1) 仮想網の運用制御の簡素化のため、仮想網に対して物理網の複雑性を隠ぺいする、2) 仮想網数に対するスケール性を担保するため、資源枯渇や仮想網間の資源競合を回避するためのスケーラブルな手段を提供する、3) 既存の光ネットワークからの円滑な移行を考慮したソフトウエア設計を実現する、といった課題を解決する必要がある。そこで、上記課題を解決するネットワークアーキテクチャ、資源管理モデルおよびソフトウエア設計および実装法を提案する。さらに提案技術の有効性を確認するためにプロトタイプシステムによる実験網および広域テストベッドでの商用トラヒックを用いた実証実験の実施結果ににについて報告している。

第 4 章では、ネットワークエッジ機能の仮想化を考慮した光集線網の設計手法を提案する。メトロ集線網は、多数の光終端装置からのトラヒックを集約してコア網に転送する役割を担っており、メトロ集線網におけるネットワーク設計手法の確立はネットワークコストおよびユーザ品質の両面から重要な課題である。メトロ集線網では、トラヒックのバースト性が高く、短い時間スケールでのトラヒック変動に対応する必要があり、コア網のようなネットワーク制御による適応的な対処法の適用は困難である。そこで、ネットワーク資源最適化のアプローチとしては、ネットワーク設計をベースにしたアプローチを選択する。今後の集線網としては、光時分割多重技術をベースにした光集線網アーキテクチャが有望であるが、従来のネットワーク設計手法では新たなネットワークアーキテクチャに適用することができない。そこで光集線網の設計手法を提案する。提案する設計手法では単に光時分割多重技術特有の制約条件を考慮するだけでなく、トラヒック変動への柔軟性の向上に資するネットワークエッジ機能仮想化への対応を可能とする。提案する設計手法の混合整数計画問題としての定式化を提示するとともに、数値実験により有効性と適用性を定量的に評価している。

これを要するに、本論文は光ネットワークの特長を活かして大容量トラヒックの効率的な転送を実現するとともに、提案するネットワーク設計制御手法を適用することによってネットワークコストおよびユーザー品質の両面からネットワーク資源の最適利用を実現可能なことを明らかにしたものであり、工学の発展に大きく貢献した。よって著者は北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。