

L2/L3 スイッチの光インタフェースの OXC による制御手法の提案と評価

曾我 恭行† 妹尾 尚一郎‡ 井手口 哲夫† 奥田 隆史† 田 学軍†

† 愛知県立大学情報科学部

‡ 愛知県立大学院大学院情報科学研究科

1 はじめに

我が国においてトラヒックは増加の一途をたどっており、今後はユビキタス社会の推進に伴い、一層の増加が予想される。そのため、官公庁においても対策が進められている [1]。現在のバックボーン光ネットワークはポイント-ポイントかリング状のトポロジーを採用している。そのトポロジーをメッシュ状へと変更すべく、OXC(Optical cross Connect) の開発が進められている。本稿で提案する OXC による L2/L3 スイッチ制御方式は、輻輳を発生させることなく、各インタフェースがその帯域を生かすため、トラヒック量に準じたインタフェースの割り当てや切替を行う。

本稿では提案方式の一部である切替アルゴリズムの有効性をシミュレーションにより評価する。

2 OXC と L2/L3 スイッチ制御

今日までに、静的なトラヒック変化における光パスの張り替えについての研究 [2] や、動的に最適パスの検出と張り替えの研究と実装実験 [3] が行われてきた。

本稿が提案する光インタフェース制御は、OXC によるメッシュ状のトポロジーを前提としており、L2/L3 スイッチと他ノード間に OXC が挿入された形態をとる。L2/L3 スイッチは異なる帯域の光インタフェースが混載可能であり、広帯域な光インタフェースの方が高価である。そのため、一度に全てのインタフェースを広帯域に変更することは難しいと考えられ、既存の狭帯域インタフェースの効率的な利用が求められる。そこで、L2/L3 スイッチに広帯域と狭帯域の異速度のインタフェースを収容し、OXC により L2/L3 スイッチの光インタフェースとリンクの接続を動的に変更できるノードを提案する。これにより、輻輳を発生させることなく、各帯域のインタフェースの効率的な利用が期待できる。

本稿において、輻輳が発生したということは、特定のリンク上のトラヒック量がインタフェースの帯域を上回ることである。輻輳発生要因は以下の通りである。

- 広帯域光インタフェース数不足 狭帯域光インタフェースの帯域を上回るトラヒックが流れる宛先数が、広帯域光インタフェースの数を上回る

A proposal of control on OXC and L2/L3 Switches' optical Interfaces and its evaluation

†Yasuyuki SOGA, Tetsuo IDEGUCHI, Takashi OKUDA, Xuejun TIAN
‡Shoichiro SENO

†Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

‡Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

- 広帯域光インタフェースの帯域不足 広帯域インタフェースの帯域を上回るトラヒックが発生する

2.1 制御アルゴリズム

提案する OXC と L2/L3 スイッチ光インタフェース制御において、必要とされる機能は以下の通りである。

1. パスの必要とする帯域の最適インタフェースの利用
2. パスのトラヒック変動に応じた、インタフェースの割当
3. 輻輳回避のための複数インタフェースの利用

アルゴリズムの前提条件として、L2/L3 スイッチが抱える宛先数、狭帯域・広帯域インタフェースの本数、及び帯域幅を定義する。

本稿では拠点間で光通信が可能なものをパスと呼ぶ。

- a. 初期設定として、トラヒック量の多いパスから広帯域インタフェースを利用する。残りのパスは、狭帯域インタフェースを利用する。
- b. 狭帯域インタフェースで輻輳が発生した場合
 1. 広帯域インタフェースに切り替え可能な場合：この時、広帯域インタフェースを利用しているパスのトラヒック量が狭帯域インタフェースの帯域幅より小さい場合である。
 2. 広帯域インタフェースに切り替え不可能な場合：この時、狭帯域インタフェースに空きがあれば、複数の狭帯域インタフェースを用いることにより輻輳を回避する。
- c. 広帯域インタフェースで輻輳が発生した場合、対象としている L2/L3 スイッチにはこのトラヒックを許容できるインタフェースは存在しないため、狭帯域インタフェースが空いている場合は、広帯域インタフェースとともに狭帯域インタフェースを用いることにより、輻輳を回避する。
- d. 複数のインタフェースを使用しているパスの中で、トラヒック量が小さくなった場合、インタフェースを解放する。あるパスのトラヒック量とパスのトラヒック許容量を比較して、狭帯域インタフェースの帯域幅分未使用の容量がある場合は、狭帯域インタフェースの一本を解放する。
- e. 以下順次、トラヒック変動に従って、アルゴリズム **b** から **d** までを適用する。

3 シミュレーション評価

提案する L2/L3 スイッチの光インタフェース制御アルゴリズムの有効性を確認するためシミュレーションモデルを作成し、シミュレーション結果から評価する。

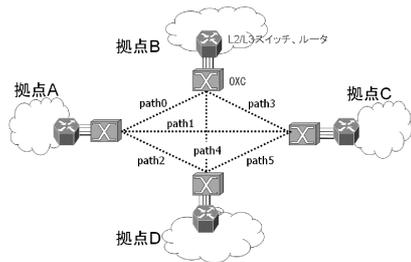


図1 シミュレーションモデルのトポロジー

表1 帯域利用割合

	ケース1		ケース2	
	昼	夜	昼	夜
拠点 A-C 間	10%	90%	20%	80%
拠点 A-B 間	90%	10%	80%	20%

※昼: 時刻 9-20 時、夜: 21-8 時

3.1 シミュレーション環境

一般にネットワークをシミュレーションするにはネットワークシミュレータが用いられるが、本稿ではアルゴリズムの有効性を確認することを目的としているため、C言語によるシミュレーションプログラムを作成する。

ネットワークトポロジーは図1に示すとおりであり、今回はアルゴリズムの評価であるため、図中拠点A-B間のパス0、拠点A-C間のパス1に注目する。また、各拠点間の帯域利用割合を表1のように設定し、インタフェースの切り替えを確認する。

本稿が対象とするトラヒックは、実際の統計データに基づいたものであり、総務省が発表したものである[4]。このデータはISP6社の合計であり、2006年5月のブロードバンド契約者のトラヒック総量である。このデータが示すトラヒックシェイプの一部を利用し、トラヒック量に関しては、本シミュレータにあわせて調整する。

3.2 結果と考察

シミュレーションは24サイクル行い、1サイクル1時間となっている。

まず表1のケース1の結果を図2に示す。この場合、時刻0時の段階でパス1に広帯域インタフェースを、パス0に狭帯域インタフェースを割り当てられている。時刻8-9時にかけて帯域利用が多くなる拠点が変わり、拠点A-B間でのトラヒック量が多くなる。そのため、パス0に広帯域インタフェースが割り当てられる。そして、時刻20-21時で再び拠点A-C間でのトラヒックが多くなり、パス1に広帯域インタフェースが割り当てられる。パス0での最大トラヒック量は時刻20時の8.53Gbpsで、パス1では時刻22時に9.47Gbpsとなっている。

表1のケース2の結果を図3に示す。図2と同様のインタフェース切り替えが行われていることが分かるが、トラヒック量は全体に小さくなっている。パス0での最大トラヒック量は時刻20時の3.79Gbpsで、パス1では時刻22時に4.21Gbpsとなっている。

2つのケースを比較すると、ケース1の方が広帯域インタフェースの帯域を有効に利用していることが分か

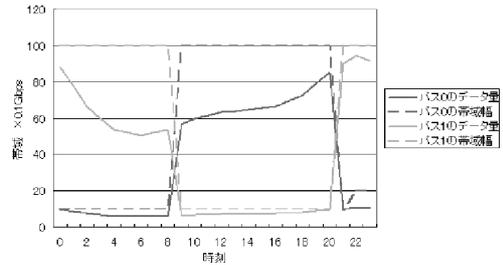


図2 ケース1のシミュレーション結果

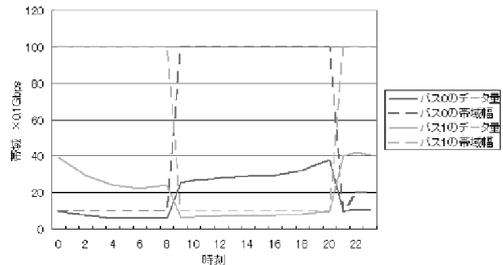


図3 ケース2のシミュレーション結果

る。この事は、帯域利用割合と広狭帯域インタフェースの帯域比と関連している。つまり、帯域利用割合と広狭帯域インタフェースの帯域比が近い、ケース1の方がこのシミュレーションに適していたということである。もし、広狭帯域インタフェースの帯域比が8:2であれば、ケース2が適していると言える。この事から、帯域利用割合と広狭帯域インタフェースの帯域比に近い実装が有効と考えられる。

4 まとめ

本稿ではOXCとL2/L3スイッチ光インタフェースの割当制御を提案した。本稿が提案する方式を用いると、高価な広帯域インタフェースだけでなく、狭帯域インタフェースも効率良く利用することができる。さらに、本稿が提案した輻輳制御は光インタフェース上の制御であるため、低コストな機構である点も有効である。

今後の課題としては、複数のノードが同様に振る舞うモデルへの対応が必要である。また、ネットワークシミュレータの導入もあげられる。

参考文献

- [1] 総務省, 「次世代IPインフラ研究会 第一次報告書」, http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040608_3.html, Jun 8. 2004
- [2] 梅田一郎, 妹尾尚一郎, 堀内栄一, 藤井照子, 田辺基文, “L2/L3 従属型 OXC の提案と評価,” 信学技報 PN2003-21, Oct.2003
- [3] 藤井亮治, 中平佳裕, 坂元宏行, “光IP連携マルチレイヤネットワーク,” 沖テクニカルレビュー第197号 Vol.71 No.1, Jan.2004
- [4] 総務省, 「我が国のインターネットにおけるトラヒック総量の把握」, 総合通信基盤局 電気通信事業部 データ通信課, Jul 31. 2006