

B-12-22

周波数資源の逐次最小化に基づく共有プロテクション型エラスティック光パスネットワーク設計法

Design of shared protected elastic optical path networks based on iterative two step approach

小坂 駿 長谷川 浩 佐藤 健一
Shun Kosaka Hiroshi Hasegawa Ken-ichi Sato
名古屋大学 工学部 電気電子情報工学科

Department of Electrical and Electronic Engineering and Information Engineering, Nagoya University
名古屋大学 大学院工学研究科 電子情報システム専攻
Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University

1. はじめに

急速に増加し続けるインターネットトラフィックを経済的に収容するためには、光ファイバ資源を効率よく利用可能でかつスケラブル・高信頼な光ネットワーク基盤が必要である。そこで現在、エラスティック光パスネットワーク[1]の研究が盛んに行われている。これは、各通信需要に対して、従来の固定帯域幅(ITU-T グリッド)よりも粒度の小さな、周波数スロットという単位を用い、ビットレートや伝送距離に応じて各通信需要に必要な最小限のスロットを割り当てる。そのため、光ファイバ資源の利用効率を大幅に高めることが可能である。

エラスティック光パスネットワークでのパス経路・スロット割当問題ではパスの占有するスロット数が可変であり、ITU-T グリッド型ネットワークでのパス経路・波長割当問題に比べて困難な問題である。この為、冗長性を考慮しない基本的なネットワーク設計問題の解決に力点が置かれてきた。最近、高信頼性と高い周波数利用効率を実現すべく共有型プロテクションを導入したネットワークの設計法が提案された[3]。しかし、各現用パス・予備パスが占有する周波数スロット数が非一様であって、予備パス間の占有周波数スロットの包含関係を考慮しなくてはならない点が十分に考慮されておらず、予備パスの共有度に更なる改善が必要である。

そこで本稿では予備パスの共有度を測る新たな指標を導入し、ITU-T グリッド型ネットワークで有効とされるIterative Two Step Approach (ITSA) [2] により複数経路候補を算出して、指標を用いて適切な現用パス・予備パスの経路・周波数スロットを順次割り当てていく手法を提案する。数値実験を行い、既存手法[3]と比較して25%のファイバを削減可能であることを示す。

2. 予備パスの共有度を考慮した高信頼エラスティック光パスネットワークの設計法

以降、各現用・予備パスは同一のスロット集合を利用すると仮定する。提案手法では、始点終点間の距離の降順に波長パス設立要求をソートする。続いて設立要求毎に、現用パスの経路候補を k-shortest-paths アルゴリズムを用いて幾つか得た後、経路候補毎にそれとは独立した予備パスの経路を Dijkstra 法で算出する。

パス設立需要 d の各経路候補ペアに対してコストを以下のように定める。経路候補中のリンク j で、 i 番目のスロットから始まる n_d 個のスロット $[i, i + n_d - 1]$ を使用するとき、このリンクのコストは

$$c_j^i = n_d - b_i + \epsilon$$

である。ただし現用パスについては $b_i = 0$ とし、予備パスについては $[i, i + n_d - 1]$ 内における、既存の予備パスと共用する周波数スロットの個数である。つまり $n_d - b_i$ は当該リンク上において新たに使用される周波数スロットの個数であり、この値が小さいほど予備経路の共有がなされることを意味する。また、 ϵ は十分小さな正数である。なお、所望の周波数スロット集合 $[i, i + n_d - 1]$ 上に他の現用パスがすでに存在している、もしくは現用パス同士が独立でなく予備パス同士のスロット共有ができない場合、その経路は利用不可となり、 $c_j^i = \infty$ とする。このコストの和 $\sum c_j^i$ が最小となる経路ペアとスロットを割り当てることを、全てのパス設立要求が処理されるまで繰り返す。

3. 数値実験

実験には 5×5 正方格子型ネットワークを用いた。利用可能な帯域は C 帯(総帯域 4400GHz)を仮定し、12.5GHz 毎に区切り各々をスロットとした。パス設立需要は一様ランダムに分布するものとし、各通信需要には、10Gbps, 40Gbps, 100Gbps, 1Tbps (それぞれ 2, 4, 6, 12 スロット) のいずれかのビットレートを割り当てる。

比較対象として、文献[3]の設計手法を用いる。ノード間平均パス需要を変化させたときの、ファイバ数を図 1 に示す。ノード間平均パス需要が 8 のとき、[3]の手法と比較してファイバ数を約 25%削減している。

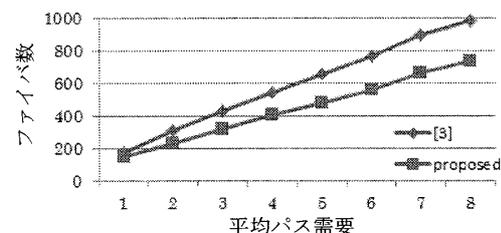


図 1 ファイバ数の比較

4. 結論

本稿では、共有プロテクション型エラスティック光パスネットワークの設計法を提案し、既存手法に対する優位性を数値実験によって示した。

謝辞

貴重な議論を頂いた NTT 未来ねっと研究所、神野正彦、平野章、田中貴章の各氏に感謝致します。

参考文献

- [1] M. Jinno, et al., IEEE Commun., pp.66-73, Nov. 2009.
- [2] P-H.Ho, et al., IEEE Commun., pp.70-76, Jan. 2004.
- [3] A.Patel, et al., Proc. ACP 2010, PD6.