

B-12-11

繰り返し設計による予備リソース共用度向上を図る共有型光パスプロテクションネットワーク設計法

Shared Protected Optical Path Network Design that Utilizes Iterative Reduction of Shared Protection Resource

佐藤 正和 Masakazu Sato 長谷川 浩 Hiroshi Hasegawa 佐藤 健一 Ken-ichi Sato

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. まえがき

ADSL や FTTH の普及によるバックボーンネットワークにおけるトラフィック量の急増に対応するため、波長をラベルとして光信号のままルーティングを行うフォトニックネットワークが導入されつつある[1]。バックボーンネットワークでは信頼性の確保が不可欠であり、これを少ないリソース増で実現するために、独立な経路を持ち同時に断絶する可能性が低い現用パス間で予備パスの一部を共有する Shared Protection[2]が検討されている。

Shared Protection の設計法においては、各パス設立需要に対し、順次現用パスと予備パスの合計コストが最小となる経路及び波長を計算してパスを設定する Iterative Two Step Approach(ITSA)[3]が優れた結果をもたらすことが知られている。しかし、特に早期に設定された予備パスでは、他の予備パスとの関連性を十分考慮していないという課題がある。そこで、我々は各予備パスのリソース共有の度合いを評価し、効率の悪いパスの経路を再度探索する手続きを繰り返す手法を提案し、予備パスのリソース量が最大 21%削減できることを数値実験で明らかにしている[4]。本稿では[4]の手法を発展させ、ファイバ利用の効率性を評価する指標を新たに導入する。また、再設計手続きの繰り返し回数が増大とともに経路を再設計するパスの割当を減少させる手法を導入した。数値実験により、提案手法が[4]の手法とほぼ同等の予備リソースを達成しながらファイバ数を削減することを示す。

2. 予備パスリソース共有度及びファイバ利用効率を考慮した Shared Protection ネット設計法

以降では全てのパス設立需要に対し、適切なパス経路波長割当によりファイバ等の総ネットワークリソースを最小化する“静的設計問題”を扱う。また各ノードでの波長変換を行わない Wavelength Path 方式のネットワークを仮定する。[4]では共有型予備パスが占有するネットワークリソースを評価する指標として、“リソース占有度” R_d を導入している。本稿ではそれに加えて、新たに“最悪ファイバ利用度” F_d を導入する。あるパス設立需要 d の現用パスが使用しているリンク全体の集合を r_w 、予備パスが使用しているリンク全体の集合を r_p 、リンク l 上の現用または予備パスが通過しているファイバにおいて使用されている波長の数を $\#L_l$ と表した時、利用度 F_d を以下の式で定義する。

$$F_d := \min_{l \in r_w, r_p} (\#L_l)$$

この値が小さくなる程、利用効率の悪いファイバを通っていることを意味する。以下に、提案手法の概要を示す。<リソース利用効率の情報に基づく繰り返し設計法>

Step 0 ITSA を適用し、初期経路・波長割当を算出する。

再設計の為の閾値 P_1, P_2 ($0 < P_1, P_2 < 1$) および再設計回数 N を選択し、 $n = 0$ とする。

Step 1 全パス設立需要に対して R_d を求める。

Step 2 R_d の値が高いものから順に、“ $DP_1 \frac{N-n}{N}$ ” 個のパス設立需要に対応する現用・予備パス対をネットワークから削除し、未収容の状態にする。各リンクで可能な限りのファイバ集約・削減を行う。

Step 3 Step 2 で削除されたパス設立需要に対して、ITSA を用いて再度収容を行う。

Step 4 全パス設立需要に対して F_d を求める。

Step 5 F_d の値が低いものから順に、“ $DP_2 \frac{N-n}{N}$ ” 個のパス設立需要に対応する現用・予備パス対をネットワークから削除し、未収容の状態にする。各リンクで可能な限りのファイバ集約・削減を行う。

Step 6 Step 5 で削除されたパス設立需要に対して、ITSA を用いて再度収容を行う。

Step 7 $n = N - 1$ なら終了する。そうでなければ、 $n = n + 1$ として Step 1 へと戻る。

3. 数値実験

トポロジは 5×5 格子網及び COST266、ファイバ容量を 40 波/ファイバとした。パス需要分布は一様ランダムに分布させ、現用パスのホップスラッグは、 5×5 は 0、COST266 は 2 とし、 $P_1 = 0.9, P_2 = 0.2, N = 100$ とした。比較のため、得られた延べリンク・波長数及びファイバ数を従来手法 ITSA(Step 0 終了後に等しい)の結果で規格化した。ファイバ数の結果を図 1 に、延べリンク・波長数の結果を図 2 に示す。これらの図より、[4]の手法とほぼ同等の予備リソースの削減を達成しながら、ファイバ数を最大 12%削減可能であることがわかる。

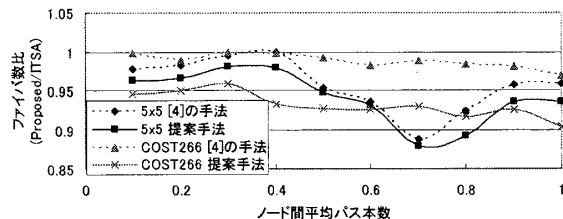


図 1 平均パス需要量に対するファイバ数の変動

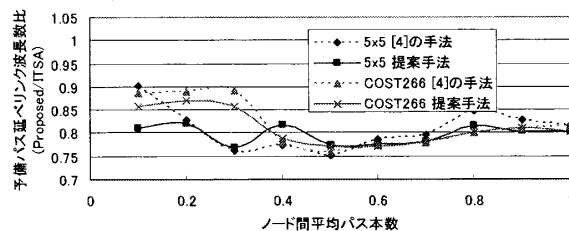


図 2 平均パス需要量に対する予備リソースの変動

4. まとめ

本稿では、ファイバ利用率・予備パスの効率性の指標を用い繰り返し再設計を行うネットワーク設計手法を提案した。数値実験により、提案手法の有効性を示した。

謝辞：本研究は NEDO グリーン IT プロジェクトの支援を受けた。

[1] 佐藤健一, 古賀正文, 広帯域光ネットワーク技術, 電子情報通信学会編, 2003.

[2] J.-P.Vasseur, M. Pickavet, and P.Demeester, *Network Recovery*, Morgan Kaufmann Publishers, 2004.

[3] P.-H.Ho and H. T.Mouftah, "Shared Protection in Mesh WDM Networks," *IEEE Commun.*, pp.70-76, Jan. 2004.

[4] 佐藤正和, 長谷川浩, 佐藤健一, "繰り返しパス再配置に基づく共有型光パスプロテクションネットワーク設計法", 電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-7-9, 2010