

B-12-4

サブシステムモジュラー型光クロスコネクトノードにおける Add/Drop アーキテクチャのハードウェア規模削減効果 Hardware Scale Reduction at Add/Drop Part of Subsystem-Modular OXC Nodes

石田 寛人 長谷川 浩 佐藤 健一
Hiroto Ishida Hiroshi Hasegawa 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

IP トラフィックは世界的に年率約~40%で増加し続けており、これは7年で10倍、14年で100倍となる増加率である。将来的に波長パスやファイバの増加が不可避と予測され、そのため大規模光クロスコネクト (Optical Crossconnect, OXC) の実現が強く求められている[1]。現在の OXC は基本的に波長選択スイッチ (Wavelength Selective Switch, WSS) で構成されるが、WSS は大規模化が困難である。WSS を多段に接続し大規模化することは可能であるが、WSS 増に伴うコスト及びロス増が課題となる。我々は小規模 WSS で実現可能な OXC サブシステムを利用して大規模 OXC を実現するサブシステムモジュラー構成を提案した[2]。本構成により、大幅なハードウェア規模の削減が達成され、また光パスへの経路、波長割当時に OXC サブシステム間の接続状態を考慮することで理想的な大規模 OXC とほぼ同等の性能を実現できることを明らかにした。

効率的な大規模 OXC を実現する上では、多数の入出力ファイバとそこに収容される多数の光パスを扱える add/drop アーキテクチャの確立も同時に必要となる。本稿ではサブシステムモジュラー構成の特性を活かした、従来構成に比べて小規模で実現可能な add/drop アーキテクチャを提案し、その有効性を示す。

2. サブシステムモジュラー OXC 構成を考慮した Add/Drop アーキテクチャと光パス動的制御アルゴリズム

提案 add/drop アーキテクチャを図1に示す。クライアント側に接続されるトランスポンダバンクで構成される。カプラ、スイッチ、チューナブルフィルタ (コヒーレントでは不要) により、トランスポンダ毎に各サブシステムあたり k 本の入力ファイバから所望の波長を抽出可能である。このパラメータ k を小さく制限することで規模の削減が可能となる。従来構成(CDC: Colorless/Directionless/Contentionless)では任意のファイバからの波長パスを各受信機に導くことができる構成が考えられてきたが、本構成においては、各サブシステム当り k 本の入力ファイバに制限される。そこで、光パスの始終点において指定されたトランスポンダバンクに接続された光ファイバの使用状況と、経路するノードでのサブシステム間の接続を考慮した経路及び波長探索を実施する (intra-node blocking aware RWA: 詳細は紙面の都合上省略する) ことにより高い性能の実現を図る。

3. 数値実験

トポロジを 5×5 正格子型、ファイバ1本当たりの波長数を80、ノード間平均パス需要を14、パス需要分布を一樣ランダムとした。コネクションの設立要求と保持時間は各々ポアソン分布と負の指数関数に従い、始点・終点は一様

ランダムとした。すべてのファイバがトランスポンダバンクに接続された場合 (CDC) と、提案構成 ($k=1,2,3,4$) のブロッキング率を比較した結果を図2に示す。 k が大きくなるにつれ CDC の曲線に近づき、 $k=4$ の場合にはブロッキング率 10^{-3} 時の収容効率の低下が4%にとどまる。一方、この時のハードウェア規模を add/drop 部の主要なコスト要因である EDFA 数で評価した結果を図3に示す。 k を制限することで EDFA 数が大幅に削減可能であり、 $k=4$ の場合、CDC と比べて47%の EDFA が削減可能である事がわかる。

4. 結論

サブシステムモジュラー型光クロスコネクトシステムにおける効率的な add/drop アーキテクチャと、その特性を考慮した光パスへの波長経路割り当てアルゴリズムを開発した。提案アーキテクチャでは、わずかな収容効率の低下で add/drop 部のハードウェア規模をほぼ半減できることを示した。

謝辞 本研究は SCOPE, KAKENHI(23246072)の支援を受けた。

参考文献

- [1] S. Woodward: Balancing Costs & Benefits in a Flexible Grid Network, OFC/NFOEC2012 WS, 2012.
- [2] Y. Iwai, et al.: Large-Scale Photonic Node Architecture that Utilizes Interconnected Small Scale Optical Cross-connect Sub-Systems, ECOC 2012, We.3D.3, 2012.

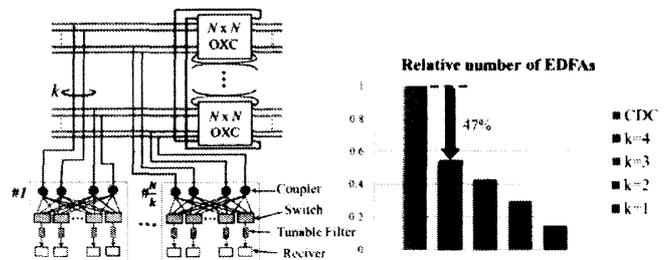


図1 提案型 add/drop アーキテクチャ(drop側)

図3 EDFA数の比較

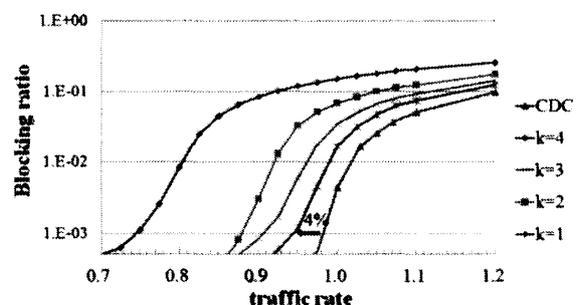


図2 ブロッキング率の比較