

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 将来ネットワークの実現に向けた超大規模情報ネットワーク基盤技術に関する研究
採択番号 : 1680401
個別課題名 :
副題 : 階層化エラスティック光パスネットワークの研究開発

(1) 研究開発の目的

光ファイバの周波数資源の最大利用を目指し、各光パスに必要最小限の周波数帯域を割り当て可能とする「フレキシブルグリッド」が提唱され、昨年 ITU-T で標準化 (ITU-T G694.1) されている。この規格では、光パスに割り当てる周波数帯域の指定にあたり、中心周波数を 6.25GHz の密なグリッドに配置し、割当帯域を 12.5GHz の倍数とする (図 1(b))。光周波数直交多重や多値変調方式、デジタルシグナルプロセッサによるコヒーレント受信の導入等により、現在の 10/40/100Gbps の光パスが 50GHz よりも狭い帯域で収容可能になるばかりでなく、想定される必要帯域が 75-87.5GHz となる 400Gbps の大容量光パスを効率よく収容可能となる。実際、フレキシブルグリッドの標準化に伴い、我が国では昨年より NTT, NEC, 富士通により 400Gbps の開発が開始されている。また、光周波数直交多重のサブキャリア数や変調の多値数を変えることで、光パスの容量や使用する周波数帯域、さらには伝送可能距離までも自在に制御できるようになった。この自由度の高さに鑑み、これら光パスは「エラスティック光パス」とも呼ばれる。

エラスティック光パスの導入にあたっては、特に今後見込まれる大トラフィックを前提とした時、ノード内の光クロスコネクタに高価な高次の波長選択スイッチが多数必要になる点が大きな障害となる。そこで、低次波長選択スイッチを前提として、エラスティック光パスを集約してルーティングする新たなネットワークを開発することが本研究の目的である。その際、所望のルーティングをコンパクトなハードウェアとして実装可能とする、新たな光クロスコネクタノードのアーキテクチャ、このノードの特性を最大限に活かすネットワーク設計制御アルゴリズム、そして必要となるハードウェアの伝送実験による検証を実施して、ハードウェアおよびソフトウェアの両面からネットワークの最適化を行い、次世代ネットワークの効率的な実現を目指す。

(2) 研究開発期間

平成 25 年度から平成 28 年度 (3 年間)

(3) 実施機関

国立大学法人名古屋大学 (実施責任者 准教授 長谷川浩)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 33 百万円 (平成 26 年度 18 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ア 大規模フォトニックノードアーキテクチャ開発 : 国立大学法人名古屋大学

課題イ 波長群パス最適化と動的制御手法の確立 : 国立大学法人名古屋大学

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	0	0
	その他研究発表	4	4
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

【目標】

課題ア 平成 26 年度の目標は、エラスティック光パスの集約とそのルーティングの実現による効率的なネットワークの開発である。これを実現する光クロスコネクトノードアーキテクチャの開発と、所望の通信需要を収容する最もコンパクトなネットワークを設計する手法の開発に大きく分類される。

課題イ 平成 26 年度の目標は、米国側共同研究者との協力により、光パスを集約した波長群パスの必要数を最小化する数理的な問題を解決することである。

【実施内容】

課題ア

新たな光クロスコネクトノードアーキテクチャ開発および関連するネットワーク最適化手法を開発した。数値シミュレーションにより、どの程度ハードウェアをコンパクト化可能かについて評価を行った。
次年度以降の展開に備え、トラフィック増加に応じたエラスティック光パスの容量を順次拡大する問題についても検討を重ねた。

課題イ

基本的な固定グリッド型ネットワークにおいて、光パスを集約した波長群パスの必要数の下限について厳密解の算出および近似解の高速算出に取り組んだ。

【成果】

課題ア

エラスティック光パスの効率的なルーティングを実現する上で、各光ファイバから入力されるエラスティック光パスを一定数以下のグループに任意に分割した上で、グループ単位でルーティングするアーキテクチャを開発した。大規模数値シミュレーションにより、ごく限られた次数(4次程度)の波長選択スイッチであっても、技術的・コスト的に使用が不可能な高次波長選択スイッチを仮定した理想的な特性のクロスコネクトとほぼ同等のルーティング性能を達成できることを明らかにしている。7x7 の正方格子型ネットワークを例に挙げれば、4次の波長選択スイッチを利用した場合に、ルーティング性能の劣化は 0-2%にとどまりつつも、ハードウェア規模は8割程度削減可能である。以上のように、エラスティック光パスを導入したネットワークにおいて、集約してのルーティング手法を初めて

(26-3)

開発すると同時に、そのインパクトを実証している。

課題イ

光パスを集約した波長群パスの必要数の下限について、厳密解を得るための整数線形計画法の枠組みおよび近似解の高速算出に関する手法の開発を実施した。本開発は主に米国側で実施している。

また、日本側独自の検討として、固定グリッド型ネットワークにおける効率的な動的制御手法の開発を行った。これは、課題アで用いている光クロスコネクタの基本的機能がある程度導入した上で、動的制御への親和性を評価するものである。今年度の検討の過程で一定量の必要ハードウェアの削減に成功しており、次年度以降本格的な検討を実施する。