

平成 27 年度研究開発成果概要書

課 題 名 : 大規模フラットネットワーク基盤技術の研究開発

採 択 番 号 : 176B0101

個別課題名 : 課題 B 柔軟な高速可変性を活用する大規模フラットネットワークの検討

副 題 : マルチサービスを提供する大規模フラットネットワーク制御技術

(1) 研究開発の目的

本提案研究においては、通信ネットワークの本質を理解した上で、ネットワークアーキテクチャ、光ノード技術、光伝送技術、等多岐にわたる領域の最先端技術を利用するとともに将来の発展を見通した方向設定が重要である。本課題の目標を達成するために、以下に述べる新しいネットワークアーキテクチャ、ネットワーク制御技術、設計手法を開発する。

百ポート以上のファイバを収容可能な大規模から数ポートの小規模なノードを含む、数百ノードから構成される大規模フラットネットワークにおいて、高速な光スイッチングを含む将来の多様なサービスを提供するために必要となる様々な光伝達モード（光パス、光ファーストサーキット/光フロースイッチング、光バースト）を効率的にサポート可能な、フラットな物理網上でサービス条件に応じた論理構成を実現するための効率的な制御手法を開発する。光サーキットスイッチングにおいては、シグナリングに要する最大時間（物理遅延を除く）を従来の手法と比べて1桁程度低下させる。課題 A で実現される超高速光スイッチサブシステムを利用し、開発した制御手法のフィージビリティ評価を行なう。

(2) 研究開発期間

平成26年度から平成30年度（5年間）

(3) 実施機関

国立大学法人名古屋大学

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 89 百万円（平成 27 年度 24 百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題 : 多様なサービスを実現する光伝達機能配備

1. 国立大学法人名古屋大学

課題 : サービス適応ネットワーク制御技術

1. 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	1	1
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	28	17
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案		

(7) 具体的な実施内容と成果

項目 1-1 多様なサービスを実現する光伝達機能配備

目標

ネットワークを効率的に構築する上で、スイッチ速度として比較的低速で良い部分と、高速が必要となる部分が有る。両者を実現するネットワークを実現する上では、グループリューティングエンティティ、或は波長群パスの利用がキーとなる。これらの実装に関してはシームレスに帯域が可変できる LCOS (Liquid Crystal on Silicon) ベースの光スイッチ、或は、波長群パスの実装にフォーカスした各種光部品 (例えば Cyclic AWG など) が利用可能であるが、それらの光ノードでの機能配備を明らかにする。また、光信号伝達特性は、使用するデバイスの種類に大きく依存するため、利用デバイスに関する光伝達特性の評価を行ない大規模ネットワークへの適用可能性を評価する。

実施内容

本課題で扱う光ノードでは、任意の波長を任意のポートに出力可能な波長選択スイッチ(WSS)を用いることで波長信号の方路を制御している。ノード構成要素として、複数の入力ポート・出力ポートを持ち、光学素子の一部機能を共有した MxN WSS が重要である。これを用いることにより、従来複数の 1xL WSS で構成されていた光ノードのルーティング部を集約することができる。しかしながら、このデバイスは技術的に作製が困難であり、単一では小規模ノードにしかなれない。本研究期間では、LCOS (Liquid Crystal on Silicon) ベースの MxN WSS を用いたサブシステムモジュラー構成のルーティング部の性能を、数値解析及び誤り率特性評価を含む伝送実験によって評価し、その有効性を示した。また、ネットワークで必要となる各種大規模スイッチ構成を提案し、伝送実験によりその有効性を評価した。

成果

8x1 2WSS (実験に使用した WSS は出力に関して波長制約がある、完全な機能を持たない WSS) を用い、100Gbps の偏波多重 QPSK 信号を用いて OSNR と BER の関係性を評価した。WSS を 16 段経由した際の信号劣化は僅かであり、7% の前方誤り訂正 (FEC) 限界 (BER=4.4x10⁻³) における OSNR ペナルティは 0.1dB 以下であり、良好な伝送特性を確認した。また、サイクリック AWG (Arrayed Waveguide Grating) を用いた大規模光スイッチ構成を評価した。これらの成果は、電子情報通信学会ソサイエティ大会/総合大会、Photonics in Switching 等の国際会議で報告した。

項目 1-2 サービス適応ネットワーク制御技術

目標

フラットな物理網上で、サービス条件に応じた論理構成を実現するための効率的な制御手法を開発する上で、特に高速スイッチドサービスに関しては、中継ノードでのトンネル化或は中継部コアネットワークのトンネル化が重要である。エンド-エンドを接続する未使用の波長を検索し、高速に設定するトンネル化ダイナミック波長ルーティング技術を開発する必要がある。今期は、光伝達特性を考慮したコネクション設定制御基盤技術の研究開発を行った。

実施内容

中継ノードでのトンネル化或は中継部コアネットワークのトンネル化を実現する Grouped Routing ネットワークが、トラフィックが継続的に増加する状況に対応できることを検証すること、即ち光パスが漸次増加するモデルでの有効性の実証が必須である。本研究期間では、光パスが順次ネットワークに加えられる Traffic Growth Model を用いて Grouped Routing ネットワークを評価した。将来のネットワーク状況が予想できない、動的なパス需要の到着により発生する課題を解決する新たなアルゴリズムを考案し、その有効性をシミュレーションにより示した。

(27-1)

成果

7x7 正方格子とイタリアのネットワークトポロジを用い、DP-16QAM、400Gbps の信号に対するフィルタ狭窄化による OSNR ペナルティを 1dB 以下に抑える最小のチャンネル間隔を求めた。従来の一階層光パスネットワークでは 11 回以上狭窄化を受けるため、87.5GHz 間隔でチャンネルを配置する必要がある。一方で提案手法では隣接チャンネルの drop 操作の回数を制限できる。隣接波長の drop 操作を 3 回に制限した場合、7x7 正方格子において最大で 48% の伝送容量の向上が達成された。得られた結果は電子情報通信学会ソサイエティ大会／総合大会、並びに Photonics in Switching、Photonics West 等の国際会議で報告した。