

## 平成27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 : 16801  
 個別課題名:  
 副題 : ACTION: トランスポート、IP、及び、光ネットワークと連携するアプリケーション

## (1) 研究開発の目的

非効率に行われている現在のネットワーク設計の問題を克服し、アプリケーションの品質を最大化しつつ、トラフィック変動や故障に耐久性を維持しながら、光ネットワークの帯域をダイナミックに制御するネットワークアーキテクチャ ACTION の方式仕様を策定する。

## (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 電気通信大学<代表研究者>（実施責任者 教授 大木英司）

学校法人 慶應義塾（実施責任者 教授 山中直明）

## (4) 研究開発予算（契約額）

総額33百万円（平成27年度11百万円）

※百万円未満切り上げ

## (5) 研究開発課題と担当

課題1 電気パケットネットワーク制御技術の開発

課題1-1 電気パケットネットワーク制御技術（国立大学法人電気通信大学）

課題2 光ネットワーク制御技術の開発

課題2-1 光ネットワーク制御技術（学校法人慶應義塾）

## (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	2	2
	その他研究発表	23	19
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	3	2
	標準化提案	1	1

## (7) 具体的な実施内容と成果

課題1 電気パケットネットワーク制御技術の開発

目標：電気パケットネットワークと光ネットワークと連携させ、経路を計算するとともに、適切に光ネットワークにおける光パスをダイナミックに制御するネットワーク制御方式を設計し、その性能を評価する。

#### 課題 1-1 電気パケットネットワーク制御技術（国立大学法人電気通信大学）

実施内容：（１）電気パケットネットワークと光ネットワークを連携させ、大規模データを分散処理するネットワークアーキテクチャを検討した。提案アーキテクチャにおいて、大規模並列分散処理システムである Hadoop をターゲットとして、計算機資源とネットワーク資源を考慮したタスクの割り当て方式を検討した。

（２）提案方式を実装し、Hadoop における処理時間を評価した。

成果：（１）Hadoop による分散処理をスレーブノードの処理能力に差があり、かつ、ネットワークの状況に差がある場合においても効率的に実行できるタスク割り当て方式を提案。提案方式は、スレーブノードでの処理時間が均一となる制約式を満足するようにタスクのブロックサイズを決定する。その制約式は、同一のブロックサイズで処理を行った場合のスレーブノードの処理時間とネットワーク資源の条件に基づいて定式化される。

（２）提案方式を Hadoop に実装して評価を行った。実装は、既存の Hadoop システムを改良することとし、実装環境でスレーブノードの処理能力に応じてタスク割り当てのブロックサイズを変更した。提案方式評価を目的として、大規模データ分散処理技術検証のための日米テストネットワークを構築した。実験室環境での性能評価より、提案方式は分散処理全体での処理時間を短縮することを示した。

#### 課題 2 光ネットワーク制御技術の開発

目標：電気パケットネットワークと光ネットワークとを連携させ、使用帯域に連動させる可変速度インターフェース制御方式を実現し、省電力化、及び、波長資源を有効的に利用するための光ネットワーク制御技術の方式仕様の設計を完成させ、その性能を評価する。

#### 課題 2-1 光ネットワーク制御技術（学校法人慶應義塾）

実施内容：（１）OFDM を利用してダイナミックな容量可変を実現するエラスティック光ネットワークを対象として、適応的にサブキャリアを割り当てることで統計多重効果を実現する方式を検討し、性能評価を行った。

（２）ソフトウェア OpenFlow スイッチである Lagopus を QoS スライス構成のためのツールとして利用するための性能評価を行った。また、QoS スライスの制御に重要となるエレファントフロー検出方式の検討を行った。

成果：（１）頻繁なスペクトル再配置を防止するための帯域マージン計算手法を提案し、許容ブロック率、サービスグループサイズ、実験的に求める確率密度関数を用いて、帯域マージンを計算し、スペクトル配置を実現することで、Push-Pull による再配置時間を 500 ms～2 s の間で設計可能となることを明らかにした。

（２）遅延に感受性の高いアプリケーションクラスと、大容量フローの混在環境下で、Lagopus によるスライススループット制御を行い、スレッド数、転送テーブルサイズが与える影響を評価した。10 Gbps のレートにおいては、パケット損失率がスレッド数増大に伴い 0.27%(1 スレッド)から 3%(4 スレッド)となることを明らかにした。また、高速にエレファントフローを検出する手法として、Least Recently Used(LRU)キャッシュを用いて監視 Window t 内にフローが規定回数以上参照されたことをトリガとしてエレファントフローを LRU キャッシュに登録。監視 Window サイズ t の設計手法を明らかにした。

(26-3)

本手法を用いることで、エレファントフローの約 90% を 40 ms で検出可能となる。さらに、Lagopus 及び Hadoop の評価実験を行うための日米テストネットワークを構築した。