

1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆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
- ◆研究開発予算 総額33百万円(平成27年度10.7百万円)
- ◆実施機関 : 国立大学法人 電気通信大学(代表研究者), 学校法人 慶應義塾
- ◆研究開発期間: 平成25年度から平成28年度(3年間)
- ◆研究開発予算: 総額325百万円(平成28年度10百万円)

2. 研究開発の目標

ネットワークアーキテクチャACTIONを提案し, 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ことにより, ネットワーク資源を有効的に利用する省電力ネットワーク技術の確立を目指す。実験ネットワーク上に, 日米の基盤技術を先行的に実装して実証実験を行い, その有効性を確認し, 技術の普及を図る。

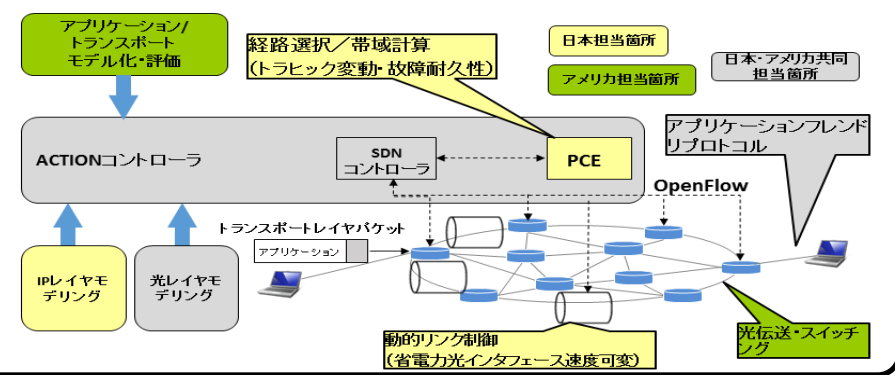
3. 研究開発の成果

課題①電気パケットネットワーク制御技術(電通大)

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、ネットワーク制御方式を設計し、その性能を評価

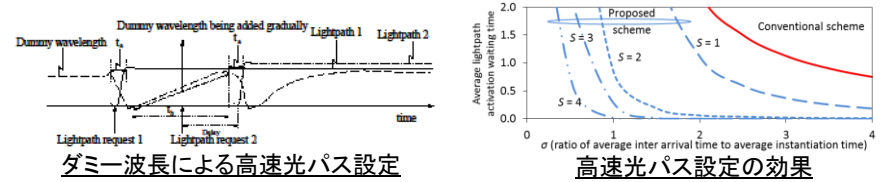
課題②光ネットワーク制御技術(慶應大)

目標: アプリケーション品質の必要十分帯域を与える、可変容量・容量比例消費電力インターフェース制御方式の実現



連携研究開発成果①(電通大・テキサス大)

研究開発成果: ダミー波長による光ファイバスパンパワー管理技術
電気レイヤのパケットパス変動に追従させた高速な光パス設定が必要だが、次世代マルチコアファイバ光ネットワークでは、光パワー調整により高速化が困難。
● データ転送に使用されていない波長をダミー波長として、光パワー管理
● 光パス設定時間のダミー波長依存性を解析し、**ダミー波長設定指針を提示**

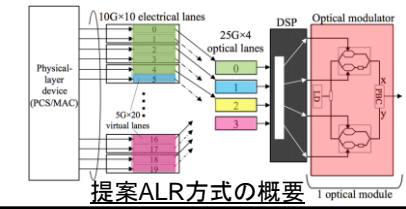


ダミー波長による高速光パス設定 高速光パス設定の効果

連携研究開発成果②(慶應大・バージニア大)

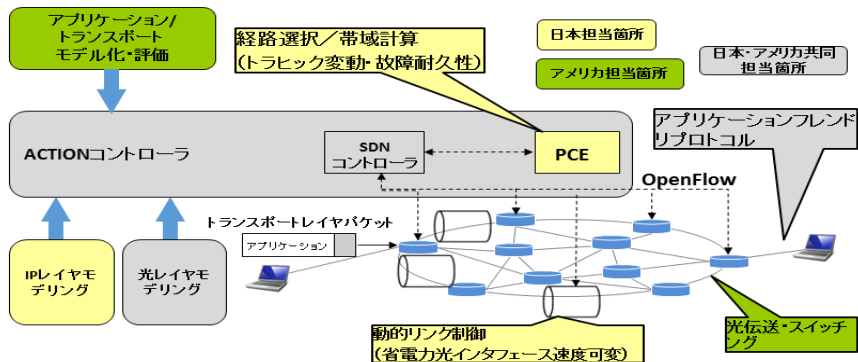
研究開発成果: 高速Adaptive Link Rate切替による可変容量・容量比例消費電力インターフェース技術
使用する帯域に比例した消費電力のインターフェースとしてレーン毎の電力ON/OFFが有望だが、低速な切替では省電力効果が限定的。

- シリアル伝送によるALR方式の提案、及び、切替速度向上のための、**ダミーデータパターンの提案**
- CAIDAの実データに基づいたシミュレーションにより負荷38%において従来比約**20%減の省電力性**を確認



課題③電気パケットネットワーク・光ネットワーク連携制御実証実験(電通大・慶應大)

目標:日米両者の技術を連携させ、アプリケーショントリガで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る"ACTION"を実証する

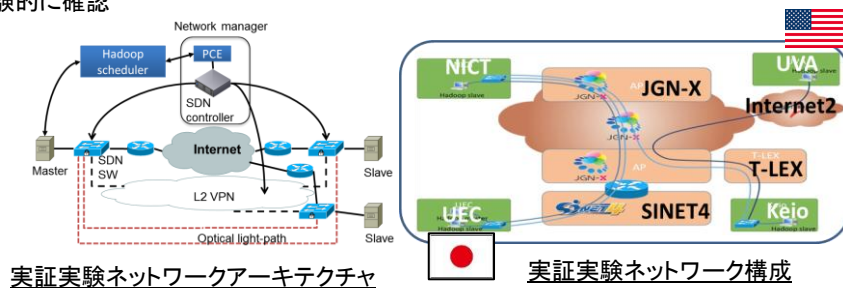


連携研究開発成果③-1 Hadoop サーバ能力に適應させたネットワーク制御(電通大・慶應大・バージニア大)

研究開発成果:Hadoop サーバの処理能力に適應させたJOB配分による Hadoop処理時間最適化を日米テストベッド上で実証

Hadoopのスケジューラは利用するサーバの能力・負荷が全て同一という前提を置いているため、サーバやネットワークが異なるHeterogeneous 環境では分散化の効果を得られない。

- Hadoopスケジューラを改造し、能力・負荷に応じて割当るタスクサイズを変更
- 日米間に渡って構築したHadoopテストベッドにおいて提案方式が有効となることを実験的に確認

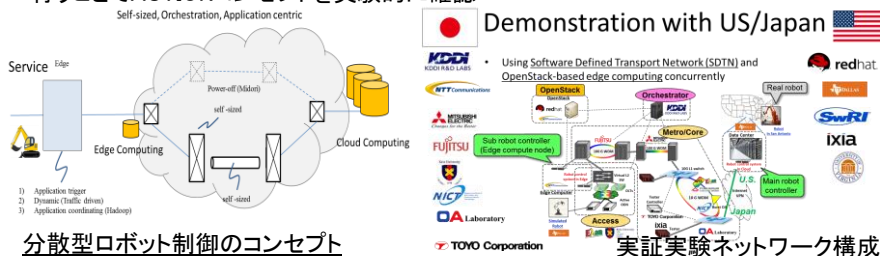


連携研究開発成果④ ネットワークロボットトリガによるネットワーク制御(慶應大・テキサス大)

研究開発成果:ネットワークロボットの制御系配置をエッジコンピューティングと組み合わせ、ネットワークロボットのモジュール配置をトリガに伝達網を動的に制御するアプリケーショントリガ制御を日米テストベッド上で実証

クラウドに制御モジュールを配備するネットワークロボットは、クラウドへのデータ転送量増大や、メッセージ伝搬遅延増大によるアプリケーション品質劣化が課題となる。

- エッジコンピューティングを利用して、ロボット近傍に前処理を実行するモジュールを配備し、転送量・遅延の問題を解消
- コンピューティングリソースの動的配備と連動してネットワークリソースの動的配備を行うことでACTIONコンセプトを実験的に確認

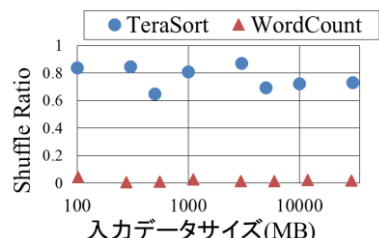


連携研究開発成果③-2 Hadoop トリガによるネットワーク制御(慶應大・バージニア大)

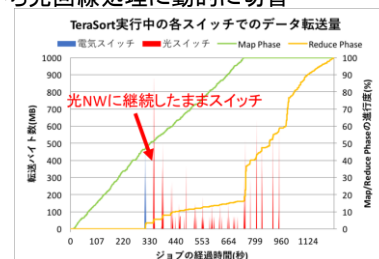
研究開発成果:Hadoop 内のデータ転送量を検知して動的に電気パケット処理経路と光回線処理経路を切り替える方式の実証

HadoopのMap処理とReduce処理の間のデータ転送量は、入力データ量に比例するわけではないため、事前にデータ量から電気パケット処理経路と光回線処理経路を設定することは困難。

- Shuffle Ratio = Shuffle時のデータ転送量/入力データ量 を定義
- Shuffle RatioはJOB事に固有で入力データ量無依存であることを実験的に確認
- Shuffle Ratioを観測して、電気パケット処理から光回線処理に動的に切替



Shuffle Ratio の入力データ量無依存性



動的な処理切替動作実験例

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
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	0 (0)	0 (0)	6 (4)	43 (20)	0 (0)	8 (5)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) Global な成果普及活動及び、国内フォトニックネットワーク研究コミュニティとの連携を推進

- 国際会議講演・展示
 - ★ 国際会議招待講演: 12th International Conference on Optical Internet (COIN) (2014年8月)、4th International Workshop on Trends in Optical Technologies (WTOT) (2015年5月)、17th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON2015) (2015年7月)、ICTON2016 (2016年7月)
 - ★ 展示会: ポスター展示 – SDN/MPLS2015@Washington D.C. (2015年11月)、動態展示 – iPOP2016@横浜 (2016年6月)
- 国内研究会講演・展示・論文掲載
 - ★ 講演: 電子情報通信学会 NS研究会 (2015年1月、4月)、CS研究会 (2015年4月)、PN研究会 (2015年9月、11月、2016年3月、9月、11月)
 - ★ 展示会: ポスター展示 – KEIO TECNOMALL (2014年12月、2015年12月)、動態展示 – KEIO TECHNOMALL (2016年12月)

(2) パートナーとの連携活動

- 米国パートナー大学との1-2週に1回のテレカンファレンス
- 国際会議を利用したオンサイトミーティング
- 米国パートナー及び欧州大学との共同研究による多国籍な論文発表 (COIN2014, IEE Electronics Letters, iPOP2015/2016, ONDM2015, WTOT2015, HPSR2015/2016, ICTON2015/2016, APCC2015, GLOBECOM2015 (**Best Paper Award 受賞**), IEICE Communications Express, OSA JOSK, IEEE/OSA JOCN, Springer Telecommunication Systems, OECC2016 (PDP))
- 欧州大学においてACTION Workshop を開催し、パートナー拡大に向けた活動を実施 (2015年2月)
- パートナー大学の訪問及び若手研究者の短期ステイによる技術交流
- 電通大、慶應大、NICT、UVAをJGN-X、SINET、Internet2で接続した日米テストネットワークを構築

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- 今回構築した米国関係者との継続的なコラボレーション
- 国内テストベッド (JGN、SINET) と米国テストベッド (Internet2) を活用したコラボレーションの拡大
- 国内の他研究機関 (NTT研究所やKDDI総合研究所) と米国大学との連携を拡大
- Hadoopやロボット制御を得意とする多組織とのコラボレーションの拡大