

(27-1)

平成 27 年度研究開発成果概要書

課 題 名 : 高機能光電子融合型パケットルータ基盤技術の研究開発

採 択 番 号 : 151 イ 01

個別課題名 : 課題イ 低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発

副 題 : エンド・ツー・エンドの遅延時間保証が可能な Dynamic Connection 制御型ネットワークアーキテクチャの研究

(1) 研究開発の目的

極低消費電力・低遅延 100Gbps 級フロー制御型の高機能光電子融合型パケットルータをコア網に適用し、トラヒックの遅延時間保証を実現するためのネットワークアーキテクチャの研究開発を行う

(2) 研究開発期間

平成 23 年度から平成 27 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

株式会社構造計画研究所(代表研究者)、学校法人東京電機大学 (実施責任者 教授 宮保 憲治)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 31.79 百万円 (平成 27 年度 5.58 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題 : Dynamic Connection 制御型低遅延保証ネットワークアーキテクチャの検討
(株)構造計画研究所)

課題イ-1-1… アーキテクチャ・プロトコル検討

課題イ-1-2… 低遅延保証型経路決定アルゴリズムの検討

課題イ-1-3… シミュレーションによる評価

課題イ-1-4… プロトタイプ (制御ノード/エンド端末) の試作

課題イ-1-5… 基本テストベッドによる検証

課題 : 高速退避・復旧、高普及率を実現するディザスタリカバリシステムの検討 (学)東京電機大学)

課題イ-2-1… 高速退避・復旧・高復旧率・ネットワークリソースコストを最小化するシステムの検討

課題イ-2-2… プロトタイプの作成

課題イ-2-3… 基本テストベッドによる検証

課題 : 低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータを用いたディザスタリカバリネットワークシステムの将来アーキテクチャの検討 (株)構造計画研究所 (学)東京電機大学)

課題イ-3-1… 検討システムの課題抽出

課題イ-3-2… 制御ノードの dependable なアーキテクチャ検討

課題イ-3-3… 将来の機能高度化を目指したシステム検討

(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	5	1
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	3	1
	その他研究発表	52	8
	プレスリリース・報道	5	0
	展示会	9	1
	標準化提案	10	2

(7) 具体的な実施内容と成果

課題イ-1：低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発

- ・ シミュレーションによる評価

昨年度実施したディザスタリカバリアプリケーションを想定したシミュレーションモデルを追加/更新および、課題アグループとの意見交換を通じて、シミュレーション上の光電子パケットルータのモデルの精査を受けて、総合性能評価を実施し、以下の結果を得た。

 - JGN-X のトポロジを利用して、全てのアプリケーショントラフィックの遅延時間保証が達成できることを確認した。
 - 障害時の経路設定を行うプロテクション方式を利用することで、50ms 以内に経路切り替えを完了することを確認した。
 - ディザスタリカバリアプリケーションを利用した一斉退避、復旧時間を明らかにした。
- ・ プロトタイプ（制御ノード/エンド端末）の試作

実装を完了し、単体レベルでの性能評価を実施した。パス割り当て要求/解放から応答までの所要時間(0.285 秒、0.283 秒)を明らかにした。
- ・ 基本テストベッドによる検証

基本テストベッド構築、課題イ-1 担当者試作のプリプロトタイプとの結合試験を行い、以下の基本機能評価を実施した。

 - 起動シーケンス、ファイル保存/削除シーケンス、ファイル取得シーケンス、終了シーケンスが想定通り動作することをパケットキャプチャにより確認した。
 - 各シーケンスの各装置間の制御トラフィック量、制御所要時間を計測した。
 - 各シーケンスの所要時間を計測した(以下平均値で、起動：1.327 秒、終了 1.355 秒、ファイル保存 1.443 秒、ファイル取得 1.330 秒)

課題イ-2：高速退避・復旧、高復旧率を実現するディザスタリカバリシステムの検討

- ・ プロトタイプの作成

具体的なアプリケーション利用者を想定した新たなデモシステムを構築すると共に、OpenFlow スイッチの導入によるテストベッド用のプロトタイプを構築

 - クラウドの可用性を考慮したネットワーク設計に関わる基本特許を出願し、基本機能の検証を行った。
 - オープンフロースイッチを用いた SDN の適用にあたり、基本機能を実装し、性能評価を行った。
 - 低遅延ネットワークのサービス性の検証に関しては、東京、北海道に配置された商用クラウドを活用し、DRT 技術により暗号化した動画伝送実験で遅延時間の検証を行った。この結果、パケット化された音声遅延は、負荷分散された場合でもクラス A（遅延時間 100ms)以下の遅延時間を実現できることが分かった。
 - 遅延時間保証型のコネクション型通信とコネクションレス型通信を比較した。この結果、遅延時間を一定に設定できるノードを使用した場合のコネクション型通信方式は、送信側

(27-1)

トラフィックが増加した場合においても、受信側スループットの飽和特性を緩和できる特性をもつことを検証できた。

- 管理インターフェースとして、課題イ-2-3 基本テストベッドで使用する仮想ファイルシステム用のパスを外部から確保/解放する手順き、外部から保存/取出し/削除を実施する手順を整備した。
- 元々ファイルバックアップ用に関係を進めていた HS-DRT システムを、仮想ファイルシステムとして使用するための変更を実施した。
- ・ 基本テストベッドによる検証
基本テストベッドを構築し、結合試験を実施して以下を検証した。
 - 実データを用いた退避・復旧機能、エンジンの CPU 使用率、I/O 動作比率等を明らかにした。
 - 分散化の程度を測定し、回線トラフィックの平準化の程度を検証した。
 - 管理インターフェースを開発し、新サービスの実現性の検証をした。新サービスとして、SDN の機能を組み込んだセキュアなサービスの実現可能性、無線ネットワークへの応用の可能性を検証した。

課題イ-3：低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータを用いたディザスタリカバリネットワークシステムの将来アーキテクチャの検討

- ・ 制御ノードの dependable なアーキテクチャ検討
課題イ-2 で検討中のディザスタリカバリシステムの要素技術を、制御ノードの冗長化、負荷分散に応用する方式検討を実施した。
制御ノードの冗長数や、負荷の動的な変化に伴う起動サーバ数を動的に変化可能なライブクローン技術を研究・開発し、基礎実験により以下の 2 項目を確認した。
 - [1]クローン元のサーバの応答停止時間が無いか、数秒程度の短時間
 - [2]ライブクローンを開始してから、クローンされたサーバが利用可能になるまでは 1 分程度
- ・ ディザスタリカバリのネットワーク機能高度化の検討
機器の性能の低いノードのファイルバックアップや秘匿通信に課題イ-2 の DRT 技術を適用するため、ネットワーク機器(OpenFlow Controller/Switch)が DRT 処理を行うためのシステムアーキテクチャを提案した。また本提案の特許出願を実施した。