

3.2.3 光ネットワーク研究所 ネットワークアーキテクチャ研究室

室長 原井洋明 ほか 17名

設計から実証へ：2020年の未来社会を支える新世代ネットワーク

【概要】

基幹からアクセスまで一体となった新世代トランスポートネットワーク確立とその展開を行う(図1)。サービス多様化やエネルギーの効率的利用に資するため、光パケットと光パスを統合的に扱える光ネットワークのアーキテクチャを確立し、研究開発テストベッドを活用した実証等を進める。利用者の利便性、省エネルギー化の実現、信頼性の向上等を目指して、通信データの集中による過負荷や機器故障等によるネットワークの通信障害等に備え、複数の通信経路を設けるマルチホームネットワーク構成と管理の簡素化及び自動化、異種通信のサポートにより、信頼性を向上する高可用ネットワークを実現する。

平成27年度は、光パケット・光パス統合ネットワークについて、ノード装置と制御・管理システムを研究開発テストベッドに展開し、実証実験を通じて基本アーキテクチャ構成技術及び動的なネットワーク資源調整技術を確立する。また、可用性の高いマルチホーム型ネットワーク構成において、自動アドレス構成技術や経路制御技術、ID 通信技術によるネットワーク管理制御技術を確立する。



図1 ネットワーク全体像

【平成27年度の成果】

(1) 光パケット・光パスネットワークサービス基盤技術の研究開発

- 平成26年度までに開発した世界初の32ビット最長一致宛先検索システムを実装した光パケット・光パス統合ノードシステムや、任意データの経路及びトラフィックの流量、リンク故障等を可視化するネットワーク管理システム等からなる光パケット・光パス統合ネットワーク(図2)を、JGN-X光ファイバテストベッドの小金井-大手町間に構築し、安定した信号品質でデータ通信ができることを確認した。
- 上記のシステムを用いた実証実験や、サービス要求の変化とネットワークの品質にあわせ新規パスの設定や既存パケット回線へのサービス収容を動的に判断する機構の設計実装、光電子混合バッファの理論モデル検証等を実施し、一連の成果をIEEE/OSA論文誌「Journal of Optical Communications and Networking」誌や高性能スイッチング技術分野に関するIEEEのフラッグシップ国際会議「IEEE High Performance Switching and Routing (HPSR)」、また、ネットワーク管理技術に関する著名国際会議「IFIP/IEEE Integrated Network Management Symposium」等の一般講演、招待講演等で発表した。
- 産学(通信事業者2者、通信機器製造事業者2者、大学、試験設備製造事業者2者)及び総務省のネットワーク仮想化プロジェクトO3との連携により、光パケット・光パス統合ネットワークやOpenFlowスイッチを用いたトランスポートSDN(Software Defined Networking)実験ネットワークを構築し、3箇

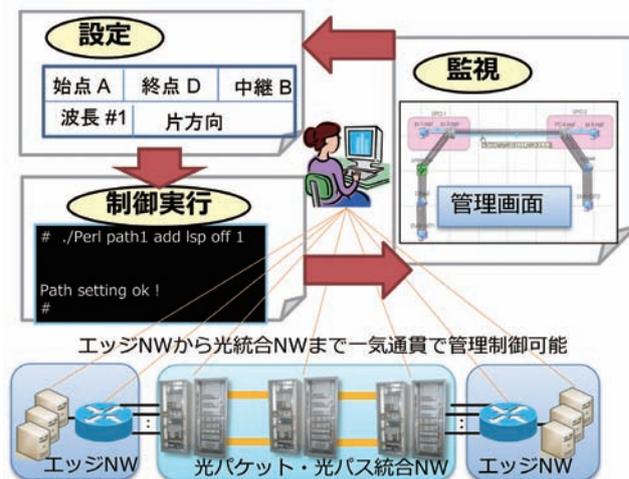


図2 光パケット・光パス統合ネットワーク

誌や高性能スイッチング技術分野に関する IEEE のフラッグシップ国際会議「IEEE High Performance Switching and Routing (HPSR)」、また、ネットワーク管理技術に関する著名国際会議「IFIP/IEEE Integrated Network Management Symposium」等の一般講演、招待講演等で発表した。

産学(通信事業者2者、通信機器製造事業者2者、大学、試験設備製造事業者2者)及び総務省のネットワーク仮想化プロジェクトO3との連携により、光パケット・光パス統合ネットワークやOpenFlowスイッチを用いたトランスポートSDN(Software Defined Networking)実験ネットワークを構築し、3箇

所のSDN制御ドメインをまたがって沖縄から東京まで広がったネットワークをつくり、複数SDNコントローラの相互接続による仮想ネットワーク構築実験に成功した。本実験内容は、光とSDNの標準化関係者と産業界研究者を中心とした国際会議「iPOP2015」の共同デモで公開し、報道発表も行った（平成27年4月）。

(2) 高可用ネットワークの自律管理機構の研究開発

- 階層的自動アドレス構成機構（HANA：Hierarchical Automatic Number Allocation）に関して、HANAの既存経路制御方式BGPへの適用を考察し、通信障害時に到達性を持つ経路を正しく広告する仕組みを提案し、HANAソフトウェアと外部のオープンソフトウェアQuaggaを用いてLinuxが動作する仮想マシンに実装した。
- ICTサービスを迅速に提供するためには、より速くかつ正確にサービスネットワーク（データセンタ内のサーバ間ネットワーク）を構築することが重要である。HANAとSDNの組合せにより、SDNが複数拠点のLANスイッチと端末のアドレス割当を一元管理し、HANAが自動的にサービスネットワークを構築する技術を開発した。NICTが運用している大規模スマートICTサービス基盤テストベッド上の分散データセンタにあるサーバ群のネットワークとJGN-XのSDNテストベッドRISEを利用し、100台の仮想サーバを用いて、任意の場所、数の組合せのサービスネットワークを80秒以内の短時間で構築できるシステム実験に成功した。
- 大規模エミュレーション環境StarBED³において、現在のインターネット規模である50,000ネットワークでHANAエミュレーションを行い、インターネット全体に適用できる技術であることを実証した。さらに、HANAの応用として端末が1万台を超える規模のネットワーク実験環境を容易に構築できるツールを開発し、200台端末規模のネットワークでは、従来のイーサネットベースのネットワークと比べて、データ通信速度を下げることなく、アドレス解決のための制御パケットを100分の1以下に減らせることを実証した。
- ID通信技術HIMALIS（Heterogeneity Inclusion and Mobility Adaptation through Locator ID Separation）のマルチホーム接続環境をJGN-Xの商用ルータを用いて構築し（図3）、端末が接続するネットワークを切り替えても、通信に必要なIPアドレス等の属性を端末と管理システムが適宜自動更新しながら通信を継続する機構などの検証を実施した。これによって、インターネット技術の信頼性操作利便性を維持しながら、HIMALISを利用でき、システム全体の安定性が向上した。
- HIMALISに関し、これまで構築してきたインターネット上で遠隔で利用できるテストベッドに加え、研究者等のユーザが容易にスタンドアロンでテストベッド環境を構築できるソフトウェアパッケージも開発し、平成27年度末には11組織に導入された。ユーザをサポートしつつ多様化するユーザニーズに対応するため、ソフトウェアパッケージのマイナーアップデートを行った。
- 研究開発成果の国際展開のため、経路制御を従来の位置指示子（ロケータ）で行い、パケット内に含める識別子には複数のロケータを重畳したIDを用いるLORIF（LOcator based Routing and ID based Forwarding）方式を米国の大学と共同で提唱した。また、インターネットに新規事業者が接続する際のアドレス獲得とネットワーク設計の煩わしさを無くすため、可変長ネットワークアドレスの自動割当機構を開発し、可変長アドレスを既存のTCP/IPスタックに対応させる移動通信機構を設計した。
- 一連の成果を、国際論文誌（Springer Wireless Personal Communications）や、国際会議「Infocom 2015」本会議の一般講演、国際会議「APNOMS」のチュートリアル講演などで発表した。また、電子情報通信学会誌の招待論文や一般論文に採択された。

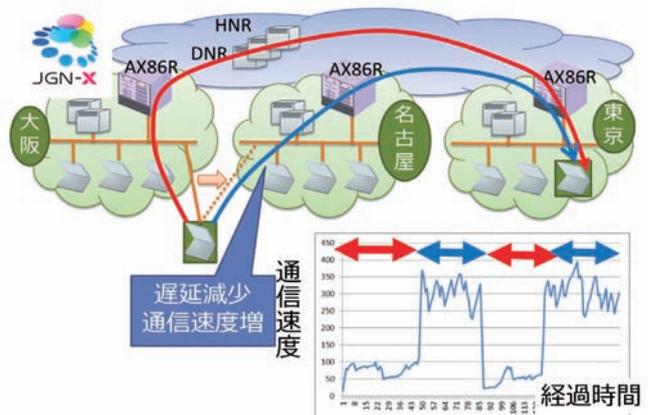


図3 JGN-X上でのHIMALISネットワーク構築