

自律的サービス再生機能を有する 情報ネットワークインフラの研究



研究ノート

村上孝三*

Intelligent Networking Infrastructure

Key Words : Next Generation Network, Autonomic network, Photonic network, Intelligent networking, Overlay network

1. はじめに

携帯電話とインターネットが世界中に普及し、さらに通信・放送の融合が本格化してきたことにより、電話の発明以来1世紀以上のネットワークインフラであった固定電話網が退場期を迎えている。代わって、固定電話網とインターネットの長所を取り入れたNGN (Next Generation Network) という名の次世代ネットワークの構築が世界各国で始まっている。NGNは、端的にいえばインターネットの packets 通信の機動性を生かしつつ、固定電話網の安定性、高信頼性、ユニバーサルサービス性を融合させたアーキテクチャにより、安全・安心な社会インフラの構築を目指している。しかしながら、映像サービスの増大やサービス・アプリケーションの多様化・高度化に対してネットワークはますます複雑となり解決すべき課題は多い。特に、ネットワークで避けられないトラフィック輻輳や障害に対するシステム耐性の強化は社会インフラとして緊急度の高い課題となっている。本稿では、これらの課題に対する解決策としてネットワークシステムに自律的サービス再生機能を持たせることを目指した研究についてその取り組み状況を紹介する。

2. 安全、安心な情報ネットワークに向けて

ネットワークのブロードバンド化の立役者である光ネットワーク技術は、これまで光ファイバ通信技術の発展によりポイントツーポイント接続の高速・大容量化に威力を発揮してきたが、一方で、イーサネットやパッシブ光分岐網 (PON) などの共有メディア方式で経済化しなければならずユーザに提供できる実効的通信容量や公平性の問題、トラフィック輻輳に対する即応性などの問題があった。これからのネットワークは、遠隔会議、テレビ電話、オンデマンドビデオなど映像を含む高速・広帯域でかつマルチキャストなどの広域な面的なサービスが主流となり、テラビット級、ペタビット級というさらに格段の超大容量・高速化が必要となる。そのため、光ファイバで送られる光情報を電気信号に戻したり、電氣的制御されることなく光信号のまま光の高速性を損なわない光パケットスイッチング技術などネットワークノードをどのように実現するかが大きな課題となっている。

一方、通信セッション制御、サービス制御、認証などユーザサービスを高信頼に提供する機能はソフトウェアシステム技術である。昨今、光電話や、証券、銀行システムなど公共システムの長時間サービス停止による社会的影響が拡大している。これは、ネットワークの複雑化に伴うソフトウェアやシステムデザイン技術に関する課題の顕在化であり、抜本的な新技術の開発が強く期待されている。

このように、情報ネットワークインフラは、超高速な光ハードウェアシステムと複雑なソフトウェアシステムという異質な融合システムとして全体をいかに統合的かつ安定的に実現するかが研究課題であり、基本アーキテクチャを含むイノベーションが求められる。地上最大のシステムであったデジタル電話交換網よりはるかに複雑な、これからのネット



* Koso MURAKAMI

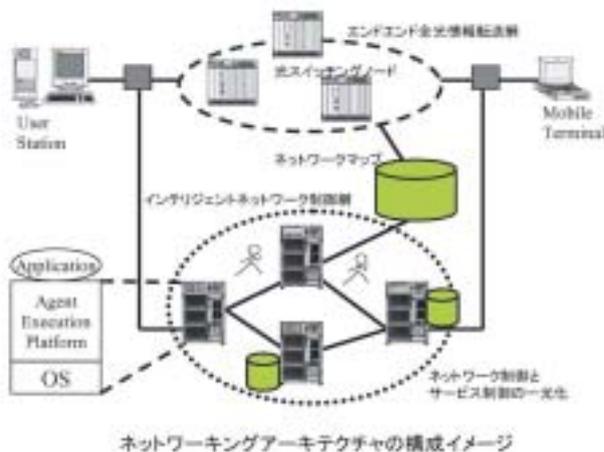
1949年1月生
大阪大学大学院 工学研究科 電子工学
専攻 修士課程 (1973年)
現在: 大阪大学大学院 情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻 教授
博士 (工学) 情報通信システム
TEL: 06-6879-4545
FAX: 06-6879-4549
E-mail: murakami@ist.osaka-u.ac.jp

ワークシステムを、頻繁なアプリケーションの追加・変更や、システムの不具合等に対する耐性を高めネットワークの安定性を高める技術として、生命の自律神経系に似た、自律的サービス構成技術、自律的システム再構成技術の研究開発が注目されている。

3. 自律性を有するネットワークアーキテクチャ

次世代ネットワークで要求される自律性のねらいは、ユーザ毎に異なる個々の要求に柔軟に対応できること、ネットワーク事業者のサービス実現、運用管理、障害処理等の運用ポリシーに柔軟に対応できること、サービスプロバイダが機動的にサービス開発できる基盤を提供することなどにある。

研究目標としているネットワークアーキテクチャのイメージを下図に示している。全光情報転送網とインテリジェントネットワーク制御網からなっている。光の中継ノードでは発信側ノードにおいて情報セルに付加されたルーティングラベルの解釈により制御網の制御を受けることなく自律的に情報セルが目的方路へスイッチングされる。ソースルーティング技術と光ラベル技術の導入により、中継ノードでの電子制御が不要で自律的にルート選択できる全光情報伝達網を目指している。マルチキャストや多対多など多様な接続形態にも柔軟に対応でき、障害時の自律的迂回による通信品質の確保、盗聴や改ざんの防止、ラベル処理のみの簡易なスイッチング方式で構成できるなどのメリットがある。



4. 自律的サービス制御基盤の実現

本研究において光伝達網と論理的に独立なインテ

リジェントネットワーク制御網は、マルチエージェント技術のリアルタイム化によりネットワーク制御ノード間の自律分散協調動作を実現するものであり、多様なサービスを柔軟に開発するための共通プラットフォームを提供するものであり、トラフィック輻輳やシステム障害に対してコンポーネントを自律的に再構成する仕組みの実現により自律的なサービス再生機能を実現することを目指している。そのために必要となる以下の技術の研究開発に取り組んでいる。

(1) サービスコンポーネント化とオーバーレイネットワーク連携

NGNでは、サービス制御機能が別階層として分離されているものの、ネットワーク制御は光情報転送網の中で実現される。本研究ではネットワーク制御とサービス制御を一体化することを特徴としている。ネットワーク制御機能とサービス制御機能をソフトウェアコンポーネント化し、ネットワークワイドに分散配置し、これらをユーザやネットワーク運用者のリクエストに応じて、連想的に結合させることにより、各種の高度サービスを生成、実行する。また、コンポーネント毎に論理的なオーバーレイネットワークを構成し、これらの連携によりサービスコンポーネントに関する異常あるいは障害に対して、自律的な機能再生が実現できる。

(2) ネットワークの可視化

エンドツーエンドのセッション確立のためのソースルーティングの実現や、サービスコンポーネント群に関する情報管理のためのネットワークマップを開発し、ネットワーク制御やサービス生成のためのナビゲーションをさせる。ネットワークマップによりネットワーク状態を可視化させ、ネットワークの状態把握、ユーザおよびネットワーク事業者へのサービス品質等の動的選択機能を提供する。

(3) マルチエージェント技術による自律分散協調制御

ネットワークマップの維持管理、サービス制御、ルート制御など本ネットワークアーキテクチャにおける基本機能は、エージェント技術によって自律分散協調制御が実行される。大規模ネットワークを対象とし、広域性とリアルタイム性ならびにリソース

の効率利用の観点から性能要求を満足できる技術の研究を進めている。

(4) トラフィック輻輳に対するサービス品質(QoS)保証技術

コネクション設定型通信方式をベースにしたQoS制御ボードとそのVLSIチップ化の研究、フォワードエラー訂正型映像通信方式、ネットワーク全体の情報収集、通知、検索を高速化するためのフラッディングアルゴリズムなどの研究を行っている。

5. おわりに

安全、安心で創造的な社会の構築に向けて、ICT (Information and Communication Technologies) 時代の新たな夜明けとも言うべき情報ネットワークインフラの再構築の動きが本格化している。そのための技術課題とその実現障壁は、かつてないほど高く、新しいパラダイムによるイノベーションが求められる。本稿では、高安定システムの実現アプローチとして、まず、ICTシステムの異常事態に対する耐性を強化するための自律的サービス再生機能を有する情報ネットワークインフラに関する研究について研究状況の一端を紹介した。この分野での今後

の発展に期待していただきたい。

文献

1. J. Strassner et al., "FOCAL_A Novel Autonomic Architecture," 2006.
<http://www.priorartdatabase.com/IPCOM/000141436/>
2. J.O.Kephart et al., "The Vision of Autonomic Computing," IEEE Computer, Volume 36, Issue 1, pp.41-50, 2003.
3. <http://www-03.ibm.com/autonomic/>
4. ラナトゥンガ ヴィジタ他 "マルチエージェントシステムのための公平かつ効率的なスケジューリングアルゴリズム," 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-B, June 2007.
5. 前田潤他, "情報の連想的結合によるコンテキストウェアサービス制御方式," 電子情報通信学会論文誌, Vol.J91-B, Jan. 2008.
6. H. Tanioka et al., "A Multipoint-to-Multipoint Routing Method for Load Balanced Communications in Large Scale Networks," IEICE Trans. Commun., Vol. E86-B, Aug. 2003.

