

平成 25 年度研究開発成果概要書

課題名 : 光統合ネットワークの管理制御およびノード構成技術に関する研究開発
採択番号 : 14701
個別課題名 : ユーザインターフェイス技術、ネットワーク運用管理技術に関して③④
副題 : 柔軟なネットワーク管理とサービス提供を可能とするリアルタイムマルチエージェントシステム

(1) 研究開発の目的

エンド・ツー・エンドで QoS(Quality of Service) 制御を行い、高速データ通信とリアルタイム通信を同一のネットワークで両立可能とするアーキテクチャとしては、次世代ネットワーク(NGN: Next Generation Network)の標準化が進められ、2006年に ITU-T の FGNGN (Focus Group Next Generation Network)から最初の勧告が制定されたのを経て、実運用が開始された。これは、通信プロトコルとして SIP(Session Initiation Protocol)、基盤情報転送網として IP ネットワークを使用し、データ通信と音声・動画などのリアルタイム通信を統合してマルチメディアサービスを提供することを特徴とするものであるが、実際に提供されているサービスは、IPTV やひかり電話などの一部を除いて従来のベストエフォート型通信を基本としたものであり、真に安定した通信を提供できているとは言えないのが現状である。また、これを利用するユーザはネットワークの状況を知ることができず、管理者でさえ詳細を把握できないことが多くあり、高い信頼性を得るには至っていない。

本研究では光統合ネットワークのためのユーザインターフェイス及びネットワーク運用に関して、マルチエージェントシステムの適用を提案する。エージェントとは、ネットワーク上を移動しながら、与えられた処理を自律的に行うソフトウェアのことであるが、特にマルチエージェントシステムにおいては、エージェントはネットワーク上を移動するだけでなく、必要に応じて他のエージェントと通信し、情報を交換しながら処理を進める。エージェントはそれぞれが自律的に動作するため、ノード間通信で同期をとる必要がなく、分散処理に適しているのに加えて、プログラムの更新も新しいエージェントを送り込むことによって実現可能であるため、管理負荷が軽減されるという利点もある。一方、エージェントは、ユーザの代理人として動作させることで、大規模ネットワーク上に散在する多種多量な情報を容易に利用するための手法としても注目されている。この場合、ユーザはエージェントに適切な仕事を与えることにより、ネットワーク上に存在する情報をその位置を意識せず利用できることになる。このように、マルチエージェントシステムは、ネットワーク管理者とエンドユーザの双方に有用な技術である。

エージェントシステムについては既に多くの研究・開発がなされているが、これまではその移動性・自律性・分散性といった機能面のみが強調されており、その処理速度や実装規模などの定量的な評価はほとんどされておらず、実用的なものは存在しないのが現状である。そこで本研究では、大規模なネットワークにおける網制御という、時間的・空間的に高い性能を要求されるシステムにも適用可能な性能を有するエージェントシステムについて検討し、それを生かした柔軟なユーザインターフェイス技術及びネットワーク運用管理技術を提案する。

(2) 研究開発期間

平成 22 年度から平成 25 年度 (4 年間)

(3) 委託先

国立大学法人大阪大学<研究代表者>、公立大学法人大阪府立大学

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 84 百万円（平成 25 年度 17 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：リアルタイムマルチエージェントシステム

1. エージェント実行制御技術（大阪大学）
2. エージェントスケジューリング技術（大阪大学）

課題イ：光ネットワーク運用管理

1. 光ネットワーク関連情報収集法技術（大阪府立大学／大阪大学）
2. RWA 問題の基本方式（大阪府立大学／大阪大学）

課題ウ：パーソナルエージェントによる呼制御

1. 分散呼制御アルゴリズム（大阪大学）
2. ネットワークスケジューリング技術（大阪大学）

(6) これまで得られた研究開発成果

		(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	5	2
	その他研究発表	66	20
	プレスリリース	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な成果実施内容と成果

課題ア リアルタイムマルチエージェントシステムの構築

大規模なネットワークにおける網制御という、時間的・空間的に高い性能を要求されるシステムにも適用可能な性能を有するエージェントシステムを構築するため、エージェントの処理について制限時間と結果の質という要素を考慮し、制限時間内に平均的に良い結果を公平に得られるようなエージェント実行制御技術とスケジューリング技術を開発した。また、得られた方式をフリーウェアとして公開されているエージェントシステム上に実装し、所望の性能を得られることを確認した。

課題イ 光ネットワーク運用管理

事前に計算された候補経路を管理することにより迅速に要求 QoS を満足する経路を提供する、ドメイン内のネットワーク管理アーキテクチャ S3-ON を提案し、設計・評価・実証実験を行った。シミュレーションにより、経路設定要求毎に On-Demand でリンクコスト（使用波長数）最小の経路を計算する理想方式と比較して、提案方式の経路計算回数が 1/100～1/10 未満（目標の 1/10 を達成）に削減され、目標性能である 10^{-4} の要求ブロッキング率を達成する負荷も約 10～15% の劣化（目標の 20% 以内を達成）に収まることが確認された。また、プロトタイプ実装による基礎実験により、経路設定時間が 1/10 に削減されることも確認された。さらに、府大、阪大、JGN-X をまたぐ AS 間接続実験網を構築し、ノード障害を含む接続要求発生シナリオを遂行した結果、想定通りの QoS レベルパス選択が確認された。これにより、課題イにおける最終目標の達成が実証された。

課題ウ パーソナルエージェントによる呼制御

課題アで得られたエージェントシステムと課題イで得られた光ネットワーク運用管理技術を基に、帯域保証されたストリーミング型通信を 1 秒未満の処理時間で確立する呼制御技術を開発した。また、ダウンロード型通信についても、単なるベストエフォートではなく、通信開始時において目標終了時間を設定し、ネットワークの全容量に対して 70%の呼量に相当する要求が発生する環境で、90%以上の通信に対してその時間の 10%超過以内にダウンロードを完了させるネットワークスケジューリング技術を開発した。いずれも、数値目標を達成していることを、計算機シミュレーションと実機実験の両方で確認している。