



Title	Multilayer Networking Architecture for Heterogeneous Service Provisioning
Author(s)	Murayana, Junichi
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/652">https://hdl.handle.net/11094/652</a>
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【19】

氏名	むら やま じゅん いち 村 山 純 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (情報科学)
学位記番号	第 24662 号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学位論文名	Multilayer Networking Architecture for Heterogeneous Service Provisioning (異種サービスプロビジョニングのための多層型ネットワークアーキ テクチャ)
論文審査委員	(主査) 教 授 今瀬 真 (副査) 教 授 村田 正幸 教 授 村上 孝三 教 授 東野 輝夫 教 授 中野 博隆

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光パスネットワークをベースに多様な通信サービスを経済的に提供するためのマルチレイヤネットワークアーキテクチャを提案する。従来のアーキテクチャでは、光パスネットワークは単一のポリシーでしか運用されない。光パスネットワークを分割することで、複数ポリシーでの運用は可能となるが、分割したネットワーク間で光パス資源が共有されないため、分割損に起因するコスト増加の問題を引き起こす。提案のアーキテクチャは、この問題を次の3つの技術の組み合わせにより解決する。

第一の技術は、マルチレイヤデータ転送技術である。この技術は、広帯域なコネクション型通信を実現する光パスネットワークを、コネクションレス型の電気転送ネットワークと複合化することで、大規模ネットワークの基盤技術として、ベストエフォート転送サービスネットワークの経済化を実現する。具体的には、トラフィック交流の変動に応じて、動的かつ最適に光パス資源を割り当てる際の軽量的な制御方式を提案し、そのスケーラビリティを机上計算で検証している。

第二の技術は、マルチ優先度パス割り当て技術である。この技術は、ベストエフォート転送サービ

スの光パスネットワークに、帯域予約転送サービスの光パスネットワークを多重することを実現し、ベストエフォート転送サービスと帯域予約転送サービスを経済的に提供する。具体的には、帯域予約転送サービスの光パスを高い優先度で割り込み設定し、光パス切断の影響を受けたベストエフォート転送サービスのトラヒックを電気転送する多重方式を提案し、そのフィージビリティを実機で検証している。

第三の技術は、複数ポリシ・パスルーチング技術である。この技術は、帯域予約転送サービスを遅延の異なる複数クラスに分割し、さらなるサービス差異化を実現する。具体的には、サービス毎に光パスネットワークを分割し、ポリシに応じて異なるルーチングアルゴリズムを適用すると共に、これらを拡張型のマルチ優先度パス割り当て技術で多重する方式を提案し、そのサービス差異化効果をシミュレーションで検証している。

これらの3つの技術により、少なくとも、低コストなベストエフォート転送サービス、高スループットな帯域予約転送サービス、低遅延で高スループットな帯域予約転送サービスの3種類のサービスを提供できる。これらのサービス間では、光パス資源が共有されるため、サービスの多様化と共に経済化も併せて実現できる。

## 論文審査の結果の要旨

インターネットは、急速にその規模を拡大し、電話に代わる新たな通信インフラストラクチャとしての地位を築きつつある。このような背景により、多様なブロードバンド通信サービスを経済的に提供可能な通信網実現への要求が高まっている。ブロードバンド化に向けては、光バス通信技術が揺るぎない地位を占めつつある。しかし、インターネットのコネクションレスレス (CL) 型通信と光バスのコネクション (CO) 型通信は互いに異なる特徴を有する。このため、光バス通信技術だけでインターネットを経済的に実現することは困難な状況にある。本論文では、このような問題の解決に向けて、光バスをベースとしたマルチレイヤ網向けのアーキテクチャを提案している。このアーキテクチャは3つの手法の組み合わせで構成されている。

1つめの手法では、広帯域なCO型光バス網を、CL型電気転送網と複合化することで、ベストエフォート転送サービス (BES) 網を経済的に実現する手法をマルチレイヤデータ転送技術として提案している。この手法では、予めCL型電気転送網上で全宛先への到達性を確保しておくことで、トラヒック流量の多い拠点間のみ光バスおよび該当電気経路を動的に割り当て、性能を向上させることを可能にしている。また、机上計算での評価を行うことで、エッジノード数が1,000台くらいの網において、メッシュ状に光バスを割り当てる従来手法に比べて、光バス数および電気経路数を2桁程度は削減可能であること (良好なスケラビリティ) を示している。

2つめの手法では、光バス網をベースにしたBES網に、帯域予約転送サービス (BRS) 網を多重することで、これらを経済的に同時提供する手法をマルチ優先度パス割り当て技術として提案している。この手法では、光バスを切断することで影響を受けるBESトラヒックを電気転送する仕組みを予め導入しておくことで、BRS光バスの転送優先度を高く設定し、BES光バスに割り込んで設定することを可能にすると共に、この帯域リソース共有により、共有のない従来手法に比べて、サービスの経済化を可能にしている。また、プロトタイプ実機を用いてマルチレイヤ網を実際に構築し、その上でアプリケーションを動作させた検証実験を行うことで、このような網制御を適用しても、各種アプリケーションを適切にサポートできること (良好なフィージビリティ) を示している。

3つめの手法では、光バス網をベースに、BES、基本遅延BRSおよび低遅延BRSの3つのサービスを提供するといったサービス網の差異化手法を、複数ポリシ・パスルーチング技術として提案している。この手法では、光バス網をサービス網毎に仮想的に分割することで、それぞれのポリシに応じた異なるルーチングアルゴリズムの適用を可能にし、従来の単一アルゴリズム適用時に比べてサービスの差異化拡張を実現している。また、シミュレーション評価を行うことで、光バスを3クラスに分割し、それぞれに、(1) 最低優先度でMIRA、(2) 中間優先度でWSPA、(3) 最高優先度でMHA、を適用することで、(1) 低コストなBES、(2) 高スループットなBRS、(3) 低遅延で高スループットなBRS、の3つのサービスを経済的に同時提供できること (良好なマルチサービス提供能力) を示している。

以上のように、本論文では、網の複合化というコンセプトにより、トラヒック特性に応じた転送網の適切な選択手法、サービス網間での帯域リソース共有手法、サービス網間での特性差異化手法の提案を行うと共に、これらの効果をそれぞれ、机上計算、プロトタイプ実験、シミュレーションで検証するなど数多くの研究成果を挙げている。よって、博士 (情報科学) の学位論文として価値あるものと認める。