



Title	On the Design Methods of Effective and Reliable IP over WDM Networks
Author(s)	Arakawa, Shin'ichi
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1420
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	あら かわ しん いち 荒 川 伸 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 17992 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	On the Design of Effective and Reliable IP over WDM Networks (高信頼性を備えた IP over WDM ネットワーク設計に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 村田 正幸 (副査) 教授 宮原 秀夫 教授 東野 輝夫 教授 今瀬 真

論 文 内 容 の 要 旨

IP (Internet Protocol) パケットを WDM (Wavelength Division Multiplexing) ネットワークに収容する IP over WDM ネットワークは、次世代インターネットのネットワークアーキテクチャの一つとして期待されている。WDM ネットワークはノード間に論理パスを設定するのみであり、上位プロトコルとして IP プロトコルを想定した論理パス設定アルゴリズムを考える必要がある。

本論文では、まず IP プロトコルによる経路制御の振る舞いを考慮した新たな論理トポロジー設計手法を提案する。提案手法を用いて得られる論理トポロジーと既存の設計手法を用いて得られる論理トポロジーにおいて、スループット及び経路安定性について議論を行っている。その結果、従来の論理トポロジー設計手法に比べ、より安定性が高い論理トポロジーが構築できることを明らかにしている。

また、現在、インターネットにおける信頼性の確保は IP レベルにおける経路制御で行われているが、WDM におけるプロテクションを用いれば、その信頼性は飛躍的に増加すると期待できる。本論文では、WDM ネットワークにおけるプロテクション機能の最適化問題としての定式化を示し、次にバックアップ光パスへの波長割当問題に対して適用可能な二つのヒューリスティックアルゴリズムを提案している。性能評価の結果、WDM ネットワークによって信頼性を確保する場合には、**min-hop-first** アルゴリズムを適用することで必要波長数が少なくなることがわかった。ただし、IP ネットワークと WDM ネットワークにおいて信頼性制御機能を分担する場合には、**largest-traffic-first** アルゴリズムを適用することにより、障害時の IP ルータのトラフィック増加量が抑えられることがわかった。また、障害が発生した時に回復に必要な時間に着目し、その時間に対する差別化を行う **QoR (Quality of Reliability)** を導入し、**QoR** を実現する論理トポロジー設計アルゴリズムの提案を行っている。

上記の研究を含めた多くの研究では、トラフィック量が既知であるという仮定に基づいたトポロジー設計が行われてきた。インターネットへの適用を考えた場合、そのような仮定は非現実的である。そこで、動的に変動するようなトラフィック要求に対してプライマリ/バックアップ光パスを設定するためのアルゴリズム **MRB (Minimum Reconfiguring for Backup lightpaths)** を提案している。バックアップ光パスは障害が発生していない時には使われないため、動的に要求されるプライマリ光パスを収容する際にバックアップ光パスの再構成を行うことで、プライマリ光パスを効率的に収容することが期待される。性能評価の結果、提案アルゴリズムにより収容可能なトラフィック要求量が向上することがわかった。

論文審査の結果の要旨

大容量通信を実現する波長分割多重 (WDM) 技術をインターネットへ適用する場合、既存のインターネットで用いられている IP プロトコルの機能に着目した WDM ネットワークの設計が必要になる。本論文は、IP プロトコルにおける経路制御機構および信頼性機構に着目した IP over WDM ネットワーク設計に関する研究を行っている。

まず、IP プロトコルの経路制御機構によって WDM ネットワーク上に流れるパケットの経路が決定される点に着目し、パケットの中継ノード数が減少する論理トポロジー設計手法を提案を行っている。設計される論理トポロジーにおいてスループットが向上することをシミュレーションにより示している。

次に、IP プロトコルの経路制御による信頼性機構と、WDM ネットワークにおけるプロテクション機能による信頼性機構との機能分担を検討している。プロテクション機能に必要なバックアップ用の光パスに対して波長を割り当てる際に、すべての組み合わせを調べるのはネットワークが大規模になる場合は現実的ではない。そのため、計算時間を短縮でき、かつ、必要波長数の減少に有効な波長割り当てアルゴリズムを提案し、最適解との比較を行うことで妥当性を検証している。その上で信頼性機構の機能分担による必要波長数への影響を明らかにしている。

さらに、障害が発生した時に回復に必要な時間に着目し、回復時間に対する差別化の指標である QoR を新たに導入している。また、QoR を実現する論理トポロジー設計手法の提案を行っている。

最後に、バックアップ用の光パスが用意された WDM ネットワークにおいて、光パスの追加設定を行う段階的設計手法を提案している。本論文では、バックアップ用の光パスは障害発生時にのみ利用されることに着目し、光パスの追加設定時にバックアップ用の光パスの再構成を行っている。また、追加設定する光パスの波長として、再構成が成功しやすい波長を選ぶ波長選択アルゴリズムを提案し、シミュレーションの結果、追加設定が効率的に行われていることを示している。

以上のように、本論文は、インターネットプロトコルにおける経路選択機構および信頼性制御機構との機能分担の観点から WDM ネットワークにおける論理トポロジー設計手法を提案し、それらの手法が有効であることを示しており、今後の光技術を用いたネットワークの実現に大いに寄与するものと考え、よって博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。