OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	A Study on Distributed Control Method for All-optical Networks
Author(s)	福田, 達也
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52038
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 （ 福田 達也 ）	
論文題名	A Study on Distributed Control Method for All-optical Networks (全光ネットワークにおける分散管理制御手法に関する研究)

論文内容の要旨

本稿の目的は、分散管理環境下でユーザから通信要求の特性に応じて帯域や通信方法を割り当てることで、全光OCS(Optical Circuit Switching)ネットワークの資源利用効率を向上させることである。従来の全光OCS WDM(Wavelength Division Multiplexing)ネットワークには大きく3つの課題が存在した。第一の課題は、WDM波長が大きすぎるため、ユーザからの要求が１波長を使い切ることが難しく、帯域が無駄になってしまう点である。第二の課題は、エンドユーザ間に光パスを設定するOCSネットワークでは、通信時間が短い時に光パス設定のオーバヘッドが大きくなる点である。第三の課題は、大きな帯域を割り当てようとした場合には、複数の光パスを設定する必要があるため、光パス間のガードバンドや、制御パケットを処理するための計算リソースなどのオーバヘッドが生じる点である。第１章では、これらの問題及び、解決の方向性について関連研究を含めて議論する。

第２章では、WDMの波長を更に多重化することで、より細かなチャネル単位での割当を可能にする。多重化にはOCDM(Optical Code Division Multiplexing)技術を検討したが、OCDM技術による全光ネットワークにはサイクルアタックによってネットワークの通信が途絶する問題があった。そこで、STP(Spanning Tree Protocol)の仕組みを利用して分散管理で非環状の論理トポロジを構築し、経路計算なしに光パスを設定することで、サイクルアタックを回避する方法を提案する。

第３章では光回線交換通信のみならず、光パス設定なしに通信可能な光ブロードキャスト通信が可能なハイブリッド光ネットワークを構築することで、
通信時間が短い要求に対するオーバヘッド問題を解決する。従来のハイブリッド光ネットワークは、各通信手段ごとにデバイスを用意することを想定しているため、OCSネットワーク上で実現できない課題があった。そこで、光回線交換ネットワークの設備の上で、非環状の論理トポロジを用いることで光パス設定を行わずに通信可能な光ブロードキャストネットワークを提案し、パラレル型のハイブリッド光ネットワークを構成するとともに、光ブロードキャスト通信のトラフィック同士の衝突を回避する方法を提案する。

第４章では、割当帯域を柔軟に選択可能なEON(Elastic Optical Network)の技術を用いることで、要求帯域の大きさに応じて必要十分な帯域を割り当て可能にする。EONでは、経路・変調フォーマット・割り当て周波数の決定が重要な課題であった。従来の分散型による解法は、ルーティングプロトコルによる制御プレーンのオーバヘッドが大きく、また分散シグナリングの競合によりブロッキング率が増大する課題があった。そこで、資源予約プロトコルを拡張することでルーティングプロトコルなしに光パスを設定し、また複数の光パスを設定することで競合の影響を緩和する方法を提案した。

最後に、第５章ではこれらの結果をまとめるとともに、今後の課題について議論する。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（　福田　達也　）	
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主 査　教授	下條　真司
	副 査　教授	藤原　融
	副 査　教授	鬼塚　真
	副 査　教授	西尾　章治郎
	副 査　教授	薦田　憲久
	副 査　教授	馬場　健一（工学院大学）

論文審査の結果の要旨

全光OCS (Optical Circuit Switching)ネットワークは、大容量・低遅延な通信が可能なことから、次世代のネットワーク技術として期待されている。本論文は、分散管理環境下でユーザから通信要求の特性に応じて帯域や通信方法を割り当てることで、従来の全光OCS WDM(Wavelength Division Multiplexing)ネットワークの3つの大きな課題を解決し、資源利用効率を向上させるアプローチをまとめたものである。その主な成果を要約すると次の通りである。

(1)第一の課題は、WDM波長が大きすぎるため、ユーザからの要求が１波長を使い切ることが難しく、帯域が無駄になってしまう点である。この問題に対して、WDMの波長をOCDM(Optical Code Division Multiplexing)技術を用いて更に多重化し、より細かなチャネル単位での割当を可能にすることで解決を図っている。しかし、OCDM技術による全光ネットワークにはサイクルアタックによってネットワークの通信が途絶する問題があった。そこで、STP(Spanning Tree Protocol)の仕組みを利用して分散管理で非環状の論理トポロジを構築し、トポロジ上に光パスを設定することで、サイクルアタックを回避する方法を提案している。提案手法の評価としてネットワーク負荷を変更した際の呼損率、及びホップ数を示し、従来の集中管理型手法よりも性能が向上していることを示すことでその有効性を示している。

(2)第二の課題は、エンドユーザ間に光パスを設定するOCSネットワークでは、通信時間が短い時に光パス設定のオーバヘッドが大きくなる点である。本論文では光回線交換通信のみならず、光パス設定なしに通信可能な光ブロードキャスト通信が可能なハイブリッド光ネットワークを構築することで、通信時間が短い要求に対するオーバヘッド問題を解決している。従来のハイブリッド光ネットワークは、通信手段ごとにデバイスを用意することを想定しているため、OCSネットワーク上で実現できない課題があった。そこで、光回線交換ネットワークの設備の上で、非環状の論理トポロジを用いることで光パス設定を行わずに通信可能な光ブロードキャストネットワークを提案し、ハイブリッド光ネットワークを構成するとともに、光ブロードキャスト通信のトラフィック同士の衝突を回避する方法を提案している。提案手法の評価としてネットワーク負荷を変更した際の呼損率、及び呼遅延時間を示し、光回線交換ネットワークよりも性能が向上していることを示すことでその有効性を示している。

(3)第三の課題は、大きな帯域を割り当てようとした場合には、複数の光パスを設定する必要があるため、光パス間のガードバンドや、制御パケットを処理するための計算リソースなどのオーバヘッドが生じる点である。この問題に対しては、割当帯域を柔軟に選択可能なEON(Elastic Optical Network)の技術を用いることで、要求帯域の大きさに応じて必要十分な帯域を割り当て可能にする。EONでは、経路・変調フォーマット・割り当て周波数の決定が重要な課題であるが、従来の分散型による解法は、ルーティングプロトコルによる制御プレーンのオーバヘッドが大きく、また分散シグナリングの競合によりブロッキング率が増大する課題があった。そこで、資源予約プロトコルを拡張することでルーティングプロトコルなしに光パスを設定し、また複数の光パスを設定することで競合の影響を緩和する方法を提案している。提案手法の評価としてネットワーク負荷を変更した際のブロッキング率、及び光パス設定時間を示し、従来のアプローチよりも性能が向上していることを示すことでその有効性を示している。

以上のように、本論文は、全光ネットワークにおいて、ユーザの要求特性に応じた通信方式を分散管理技術によって実現するためのアーキテクチャに関して重要な研究成果をあげており、情報科学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。