

4S-8

## ダブルホールディング手法を用いた WDM ネットワークの波長予約方式

宮沢 徹<sup>†</sup> 小山 明夫<sup>††</sup> パロリ・レオナルド<sup>‡</sup> 松下 浩一<sup>†</sup>

山形大学大学院理工学研究科<sup>†</sup> 山形大学工学部<sup>††</sup> 福岡工業大学情報工学部<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

WDM ネットワークにおけるデータ転送では、最初に利用できる波長を探索して予約し（コネクション設定）、その後その波長を用いてデータを転送している。今までコネクション設定に関する研究がいくつか提案されている[1]-[4]。しかし、これらの方式ではコネクション設定の失敗率が高くなるため、コネクション確立までの時間が長くなり、結果としてデータ転送の遅延が発生している。本論文では、波長が空いていない時に、空き波長を調べる信号と波長を予約する信号の両信号を一定時間ノードに保留して波長が解放されるのを待つ（以後バックオフと呼ぶ）方式を提案する。さらに提案方式と従来方式を比較し、提案方式の有効性を検証する。

### 2. 従来方式

本章では、比較評価の対象となる従来方式の BCD 方式（Backward Conservative Dropping）と BFCD 方式（Backward Forward Conservative Dropping）について述べる。

#### 2.1 BCD 方式

BCD 方式はコネクション要求到着時に送信ノードから受信ノードに向けて空き波長を探索する PROBE 信号を送出し、受信ノードで PROBE 信号を元にランダムに波長を 1 つ選択し、送信ノードに向けて波長を予約する RES 信号を送出する。送信ノードでは RES 信号で予約された波長を用いてデータ転送を行う。

#### 2.2 BFCD 方式

BFCD 方式はバックワード型とフォワード型を組み合わせた方式である。組み合わせることによって、コネクション設定時間あたりの波長予約を 2 回まで行うことが出来る。BFCD 方式では、受信ノードで PROBE 信号を受け取ると、送信ノードに RES 信号を送出するだけではなく、PROBE 信号を生成し送信ノードに向けて送出する。RES 信号で予約が失敗すると受信ノードから送出した PROBE 信号によって予約候補波長が選ばれ送信ノードに送られ、再び受信ノードに向けて波長の予約を行う（図 1 参照）。

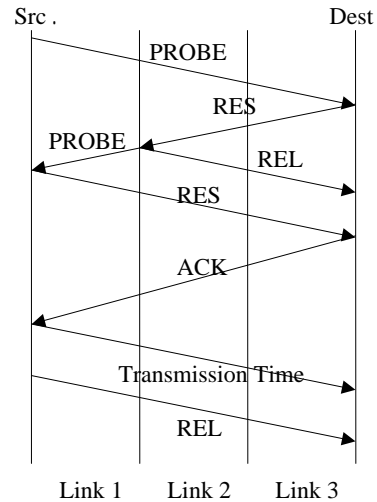


図 1：BFCD 方式

### 3. 提案方式

本章では、提案方式の BCH-PR 方式（Backward Conservative Holding-Probe Reserve）について述べる。

BCH-PR 方式では、PROBE 信号の中の予約候補波長と次のリンクの空き波長の集合の積集合をとり、予約候補波長が空いていない場合、PROBE 信号をノードのバッファに一定時間保留した後、再び空き波長集合と予約候補波長集合の論理積をとる。指定されたホールディング回数以下の場合には予約候補波長が空いたかどうかを調べる処理を繰り返す。RES 信号でも同様の処理を行う（図 2 参照）。

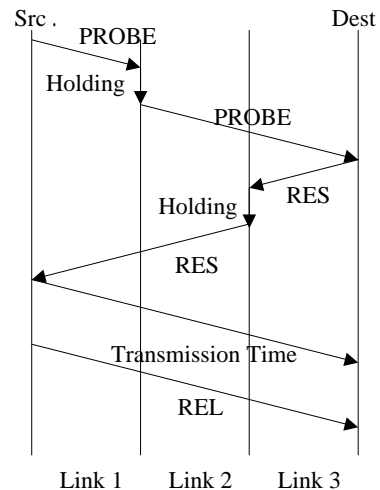


図 2：BCH-PR 方式

A Wavelength Reservation Method for WDM Network Using Double Holding Strategy

<sup>†</sup>Tooru Miyazawa, Kouichi Matusita · Graduate School of Yamagata University

<sup>††</sup>Akio Koyama · Yamagata University

<sup>‡</sup>Leonard Barolli · Fukuoka Institute of Technology

## 4. 性能評価

本章では、提案方式の有効性を検証する。平均失敗率と平均コネクション設定遅延時間に関して従来方式と比較する。

### 4.1. シミュレーション条件

ネットワークポロジは16ノードメッシュトラスを用いる。各リンクの波長数はすべて等しく  $w$  とする。すべてのリンクにおいて、ノード間の伝播遅延時間  $d$  を一定とする。各リンクの波長数  $w = 5$ 、コネクション接続に成功した場合のデータ転送時間  $\mu = 0.1$  (ms)、リンクにおいての伝播遅延時間  $d = 0.01$  (ms)、PROBE 信号、RES 信号をノードに保留する時間  $h = 0.01$  (ms) とする。

### 4.2. シミュレーション結果と考察

図3と図4に従来方式と提案方式のシミュレーション結果を示す。図3、図4の横軸はコネクション要求到着率を示し、図3の縦軸は平均失敗率を示し、図4の縦軸は平均コネクション設定遅延時間を示している。

図3より、提案方式が従来方式と比較して、失敗率が改善されていることが分かる。コネクション要求到着率が低い時（ネットワーク負荷が低から中）は、提案方式と従来方式の差はあまりないが、コネクション要求到着率が高くなるにつれて（ネットワーク負荷が中から高）、提案方式が従来方式と比較して大幅に失敗率が改善されている。これは、一定時間波長を保留することによって、他で予約されていた波長が解放され、波長が空く確率が増え、失敗率を抑えることにつながったと考えられる。

また、図4より提案方式が従来方式と比較して、コネクション設定遅延時間が小さくなっていることが分かる。ネットワーク負荷が低い時は、提案方式の効果が現れない。しかし、ネットワーク負荷が高くなるにつれて、コネクション設定遅延時間が改善されている。これは、一定時間波長を保留することによって、他で予約されていた波長が解放され、波長を保留したノードから再試行出来るためコネクション設定遅延時間を抑えることにつながったと考えられる。

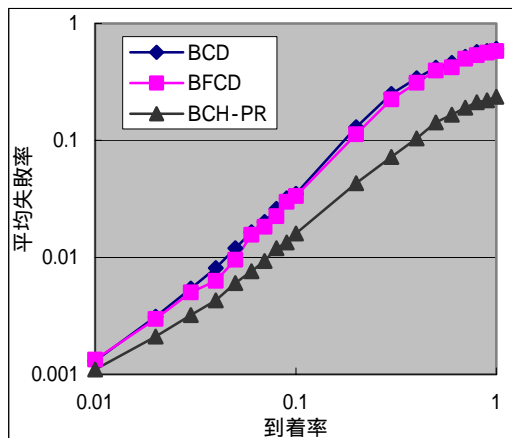


図3：平均失敗率

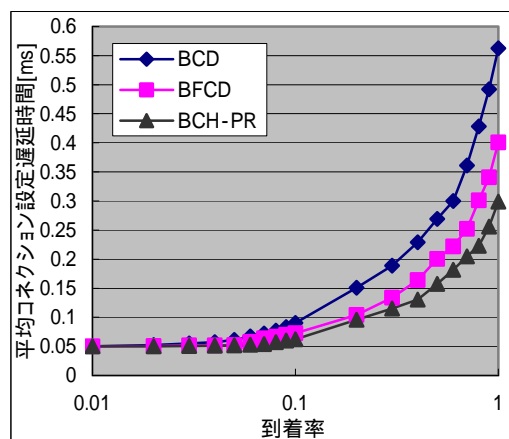


図4：平均コネクション設定遅延時間

## 5. まとめ

WDM ネットワークを対象としたコネクション設定方式について、バックオフを考慮した提案方式と従来方式とを比較し、提案方式の有効性を検証した。

その結果、ネットワーク負荷が中から高の時に従来方式と比較して提案方式の失敗率、コネクション設定遅延時間が改善された。

今後、Hop 数によって最適な Holding 回数を導く波長予約方式を提案し、シミュレーションを行っていく予定である。

## 参考文献

- [1] 荒川伸一, 宮本健太郎, 村田正幸, 宮原秀夫: “フォトニックネットワークにおける高速データ転送のための波長割当方式の性能解析”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J83-B, No.4, pp.424-433, 2000.
- [2] 蟹谷陽介, 荒川伸一, 村田正幸, 北山研一: “WDM ネットワークにおける波長予約に基づく光パス設定の高速化手法の提案”, 電子通信学会技術報告, PN2003-10, pp.27-32, 2003.
- [3] A. Koyama, L. Barolli, Y. Okada, N. Kamibayashi and N. Shiratori: “A Wavelength Assignment Method for WDM Networks Using Holding Strategy”, Proc. of AINA2003, pp.337-342, 2003.
- [4] X. Yuan, R. Melhem, R. Gupta, Y. Mei and C. Q-Iao: “Distributed Control Protocols for Wavelength Reservation and Their Performance Evaluation”, Journal of Photonic Network Communications, Vol.1, No.3, pp.207-218, 1999.