

Latency Analysis of Packet/Path Integrated Architecture for WDM-based Optical Networks

WDMを用いたパケット/パス
光統合ネットワークの転送遅延の評価

筒井 宣充
大阪大学 村田研究室
博士前期課程2年
n-tsutsumi@ist.osaka-u.ac.jp

研究の背景

- WDM (Wavelength Division Multiplexing)
 - 異なる波長を多重し、光ファイバ上で通信
 - 高速・大容量通信の実現
 - 利用形態
 - パケット網
 - 仮想ネットワークポロジ上でパケットによる通信
 - 仮想ネットワークポロジ: 波長による伝送路(光パス)により構成される仮想的なネットワークポロジ
 - パス網
 - オンデマンドで送受信ノード間に光パスを設定
 - 設定された光パスを用いて通信
 - 通信終了後は設定した光パスを解放

光パケット / パス統合網の必要性

- 現在のパケット交換原理に基づくインターネットは、トラヒックの増大や関連技術の進展による課題が顕在化
 - パケット交換のバッファリングによる通信品質の保証が困難
 - 回線容量やルータ処理能力のオーバープロビジョニング
 - 消費電力の増大
 - パケットのヘッダ処理速度の高速化に伴うインターフェースコストの増大
- 単にパケット交換型もしくはパス交換型のネットワークでは、近年の多様なアプリケーションに対応できる通信品質を保証出来ない

両方の通信形態の長所を生かすことが可能な統合ネットワークを構築することが重要

研究の目的

文献[1]により、M/M/1/K 待ち行列と反復計算に基づく近似解析手法を用いて、パケット/パス統合ネットワークの性能を評価している

- 統合ネットワークにおいて、ユーザが享受するネットワーク性能は明らかにされていない
 - データ転送要求が発生してからデータ転送が完了するまでの時間を用いてパケット/パス統合ネットワークの性能を評価する
- 静的波長割当手法のため、トラヒックの負荷に対応できない

レイテンシを性能指標としたパケット/パス統合ネットワークの性能評価および動的波長割当手法を示す。

対象とするネットワークモデル

パケット交換ネットワーク
送信ノード、受信ノードを接続する光パスをオンデマンドで設定する

パス交換ネットワーク

通信要求発生

↓

パス網による通信を試みる

↓

送受信ノード間に光パスが設定できたか?

yes → 設定した光パスによりデータ転送を行う

no → パケット網によりデータ転送を行う

統合ネットワークの通信動作フローチャート

統合網の評価(静的波長割当の場合)

評価環境

ノード数	120 ODpair
ファイルサイズ	1Gbitの指数分布
OXC 設定遅延	0
リンク伝搬遅延	10ms
1 波長の帯域	10Gbps
波長予約方式	バックワード方式
トポロジー	ダンベル型
到着間隔分布	指数分布
波長多重数	8
バッファサイズ	256MB

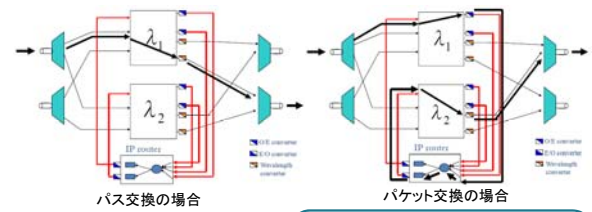
- 低負荷(LowLoad)の場合、パス交換ネットワークに波長を割り当てるほど、レイテンシが低下
- 高負荷(HighLoad)の場合、交換ネットワークに割り当てる波長数が5 波長もしくは6 波長の場合に、平均レイテンシが最も低くなっている。
 - パケット交換ネットワークにおいて、TCPコネクションの競合が起き、レイテンシが増大

動的波長割当の必要性

- ▶ 静的波長割当におけるパケット/パス統合ネットワークの評価
 - トラフィックの負荷や特性に応じて最適な波長数が定まる
- ▶ レイテンシを低減するためには、ネットワーク環境に応じて、動的に割当波長数を変更する必要がある
 1. 動的波長割当が可能なノードアーキテクチャ
 2. 動的波長割当手法の考案
 3. 検証

7

動的波長割当が可能なノードアーキテクチャ



● 光バス上のパケットはIPルータで処理されることなく入力ポートから出力ポートへと転送される。

1. 入力ポートのある特定の波長に到着するパケットは、電気信号に変換され、バッファに蓄えられる。
2. バッファ内でIPの経路処理が行われる。
3. 再度、電気信号から光信号に変換されて、任意の出力ポートに転送される。

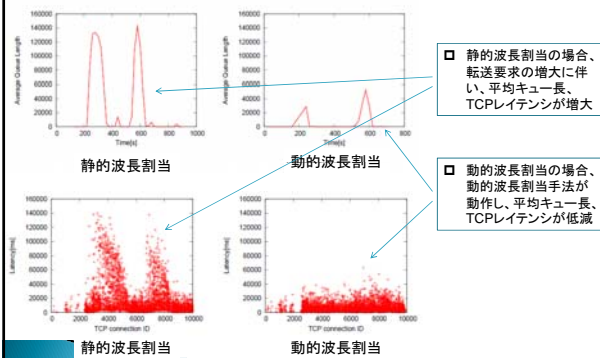
8

動的波長割当手法

1. 一定時間ごとにバッファのキュー長を計測し、平均値を求める
2. 1.で計測したキュー長がバッファサイズの80%以上の場合、3.へ。30%以下の場合、4.へ。それ以外は1.へ。
3. バス交換ネットワークに割り当てている波長数を1減らし、パケット交換ネットワークに割り当てている波長数を1増やす
4. バス交換ネットワークに割り当てている波長数を1増やし、パケット交換ネットワークに割り当てている波長数を1減らす

9

統合網の評価(動的波長割当の場合)



- 静的波長割当の場合、転送要求の増大に伴い、平均キュー長、TCPレイテンシが増大
- 動的波長割当の場合、動的波長割当手法が動作し、平均キュー長、TCPレイテンシが低減

10

まとめと今後の課題

- ▶ まとめ
 - 静的波長割当の場合に、レイテンシの観点から統合ネットワークの性能評価を行った。
 - ささまざまなトラフィック負荷におけるレイテンシを低減するために、バッファのキュー長にもとづいて動的に波長割当数を変更する手法を考案し、計算機シミュレーションによりレイテンシが低減されることを示した。
- ▶ 今後の課題
 - EONTポロジなどのより大きいネットワークに適用可能な動的波長割当手法を検討し、評価する必要がある。

11