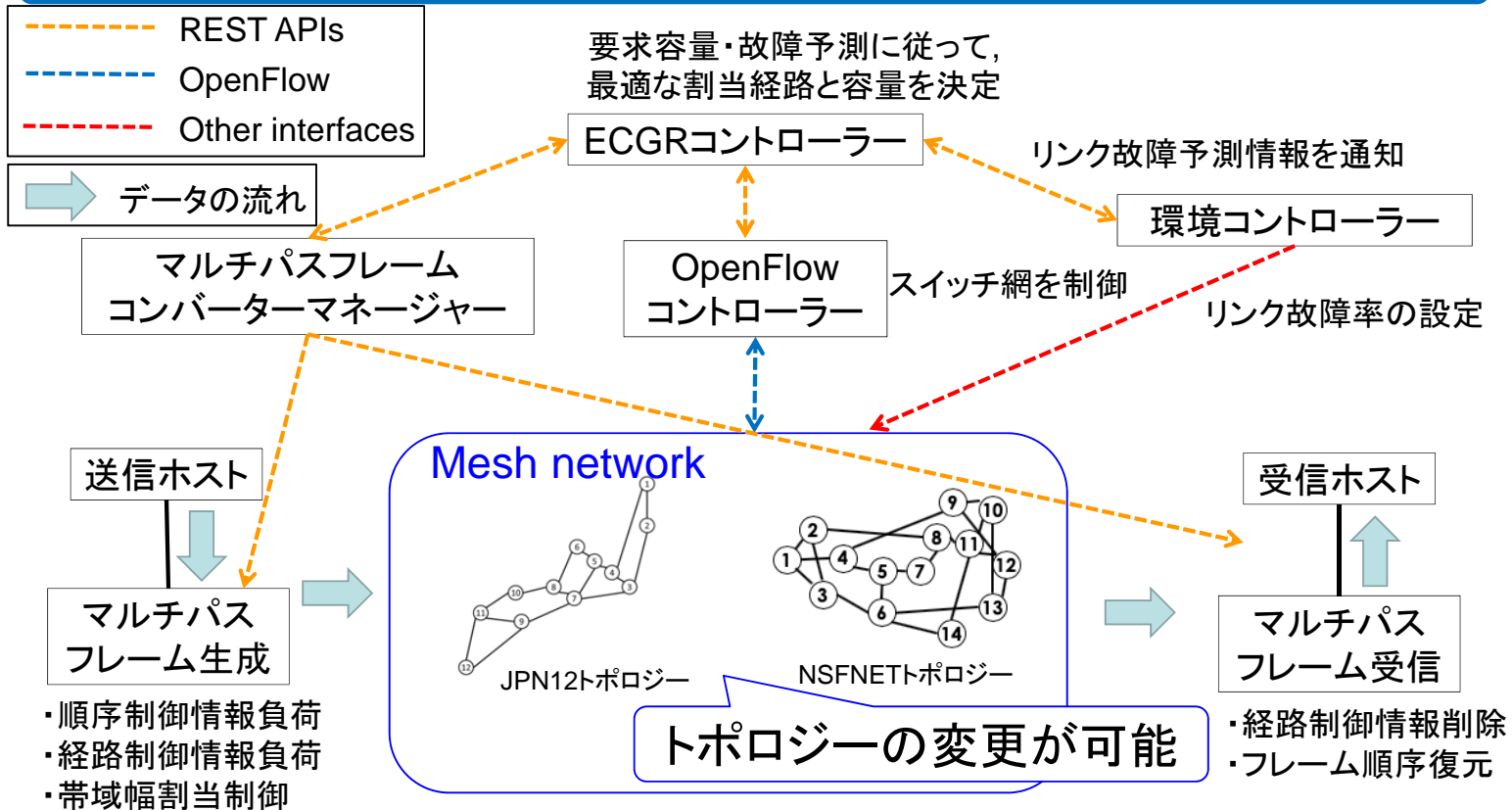


故障予測に基づく 通信容量が保証された光ネットワーク

Yamanaka Laboratory, Keio University, Japan

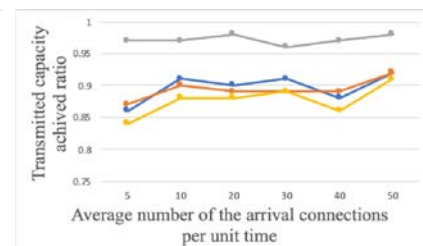
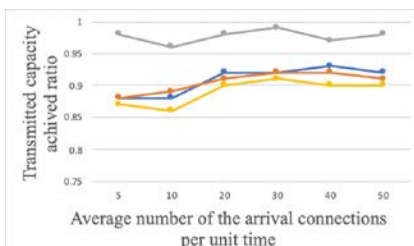
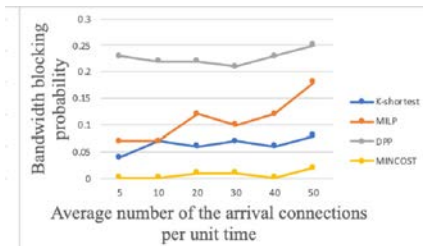
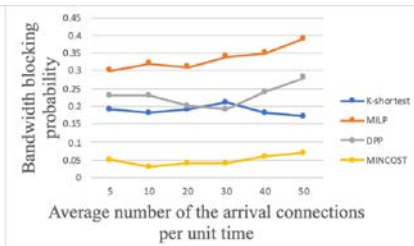
デモ構成



評価

ECGRの経路計算においてK-shortest Pathを使用。
右側の図では、MILP(混合整数線形計画法)、
DPP(バックアップ経路あり)、最小費用流(バックアップ経路
なし)とブロッキング率、転送容量達成率について比較。

- K-Shortest Pathは、k番目の最短経路を次のように決定。
1. 最初の経路(最短経路)は、ダイクストラ法によって決定。
 2. k番目の経路($k \geq 2$)では、(k-1)番目の経路のノードが
スパースノードとして順次作成。分岐ノードから(k-1)番目の
経路の次のノードに対応する経路の重みを ∞ として、
各分岐ノードの最短経路を計算。
 3. 各スパースノードで最短経路を計算した後、
それらの中で最小の経路がk番目の経路として決定。



JPN12トポロジーにおける
ブロッキング率と転送容量達成率

NSFNETトポロジーにおける
ブロッキング率と転送容量達成率

本技術は、総務省の「新たな社会インフラを担う革新的光ネットワーク技術の研究開発」
による委託を受けて実施した研究開発による成果です。

超並列光チャネルにビット単位で マッピングを行う伸縮自在 ダイナミックMAC構成手法の検討

Yamanaka Laboratory, Keio University, Japan

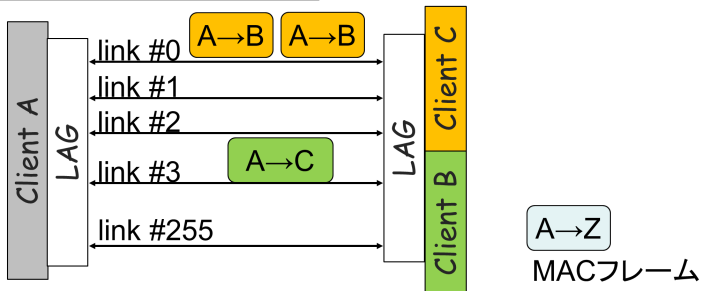
背景

- ◆2030年頃には、光ファイバの伝送容量は1 Pb/s 級に
- ◆シングルモード光ファイバの物理的限界は100 Tb/s 程度
- マルチコア・マルチモードファイバを用いた空間多重 (SDM) による**並列伝送**
- 光ノードが扱う**スライス数の増大**、**スライスの帯域の多様化**

従来手法

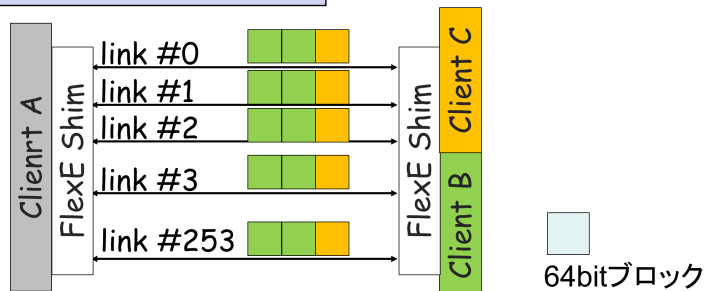
- ◆MACクライアント信号を複数レーンで並列伝送

Link Aggregation



- × MACフレーム (~1500 Byte) 単位での分配
- × 各フローの帯域は物理リンクに制限
- ✓ 256リンク程度まで(スイッチ依存)

Flex Ethernet

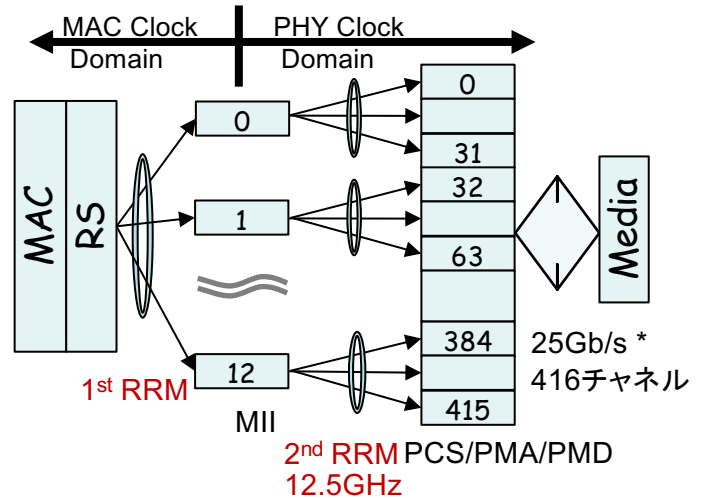


- ✓ ブロック (64bit) 単位での分配
- ✓ フロー単位での帯域伸縮度
- × 実装上8リンク程度まで

既存のEthernetアーキテクチャを再考し、さらなる帯域伸縮度を得るための工夫が必要

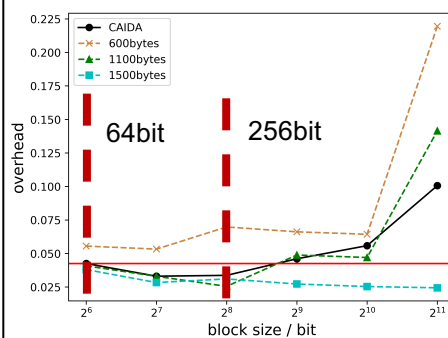
提案手法

- ◆100GBASE-LR4では、MACクライアント信号を4レーンにラウンドロビン (RR) 分配
- 並列度を上げるためにはRR マッパー (RRM) の高速化が必要



- ✓ ブロック (64bit) 単位での分配
- ✓ フロー単位での帯域伸縮度
- ✓ **階層化**によりRRMの動作クロックを低減

ブロックの大きさに関する評価



- ✓ ブロックの拡張によりスループット向上
- × ブロックの拡張によりオーバーヘッドが増加

最適なブロックサイズの検討が必要

研究者名

理工学部 情報工学科 教授 山中 直明 (Yamanaka Naoaki)

お問合せ先

Mail : yamanaka@ics.keio.ac.jp

URL : http://www.yamanaka.ics.keio.ac.jp

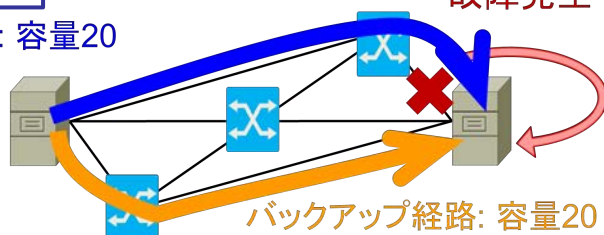
本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)委託研究「超並列型光ネットワーク基盤技術の研究開発」の支援を受けて行われた

ECGR: 容量期待値保証型ルーティング [1]

- 従来手法では現用経路とバックアップ経路それぞれに通信容量を保証
- 容量期待値保証型ルーティングでは現用・バックアップを区別せず、故障予測に基づいて割り当てた複数の経路全体の通信容量を期待値で保証

従来手法

現用経路: 容量20



故障発生

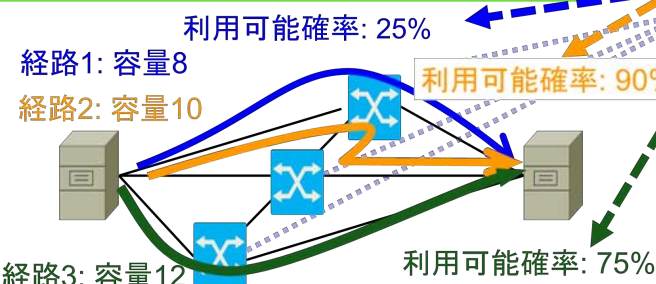
バックアップ経路: 容量20

[1] S.Sekigawa, E.Oki, T.Sato, S.Okamoto, N.Yamanaka
"Expected capacity guaranteed routing method based on failure probability of links" at IPOP 2018, ICNC2018

経路が使用不可になると
バックアップ経路に切替

- × 常に未使用のリソースが存在
- × 固定的な容量割り当て

容量期待値保証型ルーティング



利用可能確率: 25%

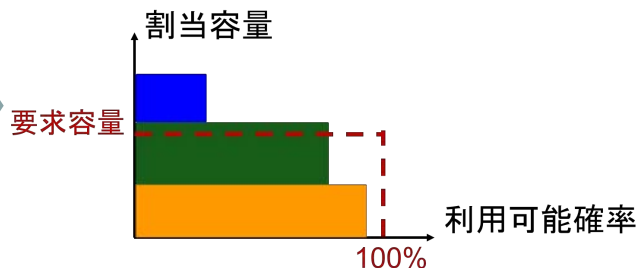
経路1: 容量8

経路2: 容量10

利用可能確率: 75%

要求容量: 20, 割当容量: 30(=8+10+12)
信頼性: 150%(=(30/20)*100)

機器のログ情報を蓄積解析し、故障予測



平均的に要求容量を割当

故障予測に応じて柔軟に割当経路数・容量を決定
期待値保証によって無駄のないリソース割り当てを実現

容量期待値保証型ルーティングによるマルチパス転送

展示ではデモ構成図のようなマルチパス転送を実行

マルチパス転送では、同一のフローを複数経路で転送するため、
経路によって到着時間が異なる可能性が存在。

スイッチ網内で順序制御情報を付加したマルチパスフレームを使用することで
受信側でデータ順序の復元を可能とし、送受信サーバでの特別な操作を省略。

Researcher

理工学部 情報工学科 教授 山中 直明(Yamanaka Naoaki)

Contact information

Mail : yamanaka@keio.jp

URL : <http://www.yamanaka.ics.keio.ac.jp>

本技術は、総務省の「新たな社会インフラを担う革新的光ネットワーク技術の研究開発」
(平成30年度一般会計予算) による委託を受けて実施した研究開発による成果です。

耐故障性のある超並列性・伸縮自在性をもつ次世代ネットワーク基盤

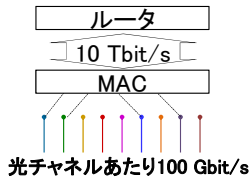
Yamanaka Laboratory, Keio University, Japan

次世代光ネットワーク

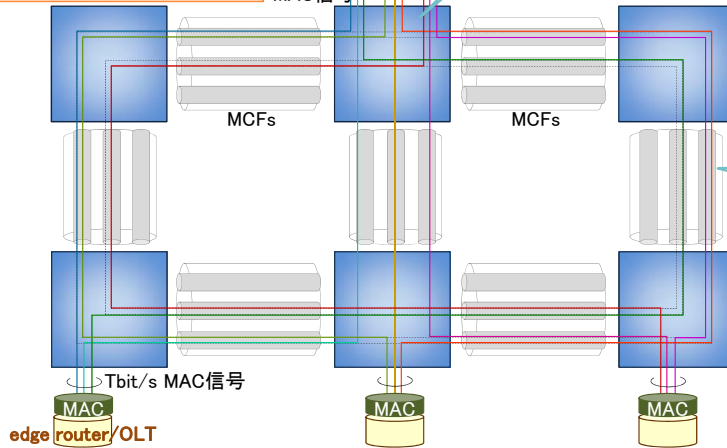
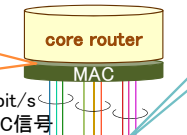
- ◆通信トラフィックの飛躍的な増加・構成デバイスのマルチベンダ化に伴う故障頻度の増加
- ◆10 Tbps級超大容量クライアント信号を複数の光チャンネルに柔軟に分散転送する技術、各ルートの利用状況や故障率に基づく経路・資源の最適割り当て技術が必要



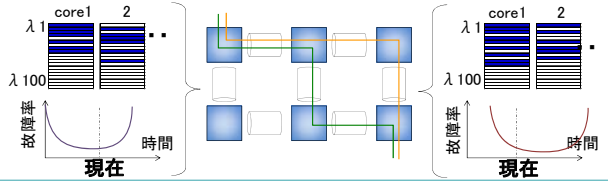
10 Tbit/s級クライアントMAC信号を複数の光チャンネルを利用して柔軟に分散転送



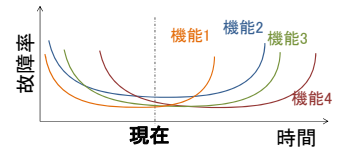
- ・10,000チャンネルから柔軟に利用資源選択
- ・期待値保証用にプール資源を割当
- ・故障状態に応じた柔軟な振分変更



各ルートの利用状況、予測寿命に基づき各光チャンネルの経路・資源割当を行い、容量期待値保証転送。



網内各機能部の劣化状態や寿命を精度よく予測



* MCFs : Multi Core Fibers
MAC : Media Access Control
OLT : Optical Line Termination

超並列型光ネットワーク

- ◆並列度現行比1000倍、伸縮度現行比100倍の超並列性・オープン性・伸縮自在性を兼ね備えた光ネットワーク

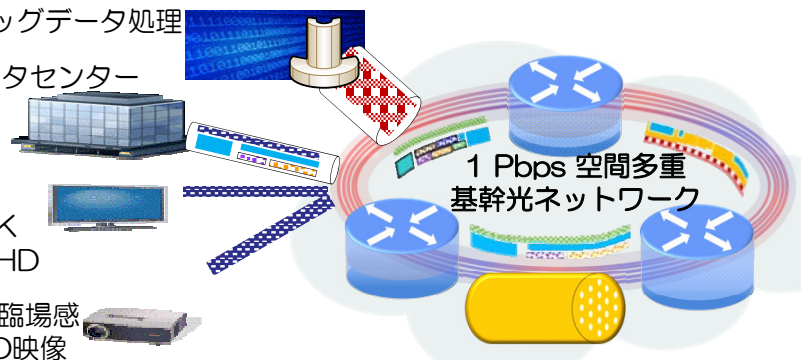
- ◆クライアント信号を動的に複数の光チャンネルに割り当てることで、柔軟性のある超並列伝送を実現

ビッグデータ処理

データセンター

4K/8K
Ultra HD

超臨場感
3D映像



研究者名

理工学部 情報工学科 教授 山中 直明 (Yamanaka Naoaki)

お問合せ先

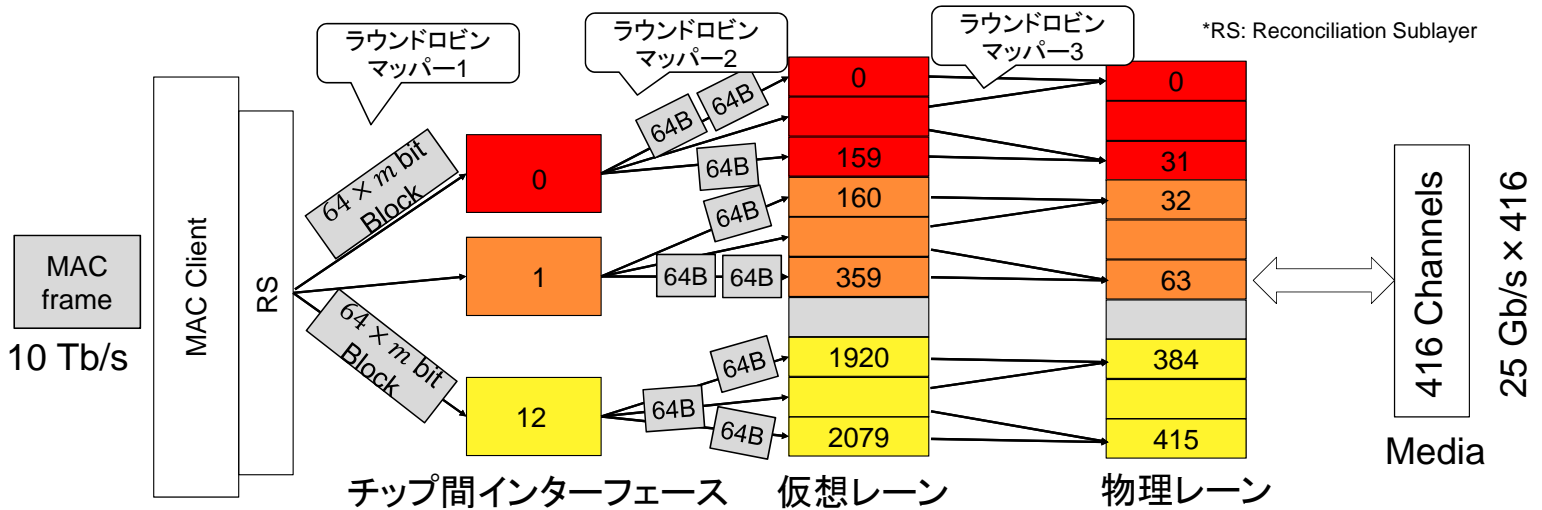
Mail : yamanaka@ics.keio.ac.jp

URL : http://www.yamanaka.ics.keio.ac.jp/

本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)委託研究「超並列型光ネットワーク基盤技術の研究開発」の支援を受けて行われた

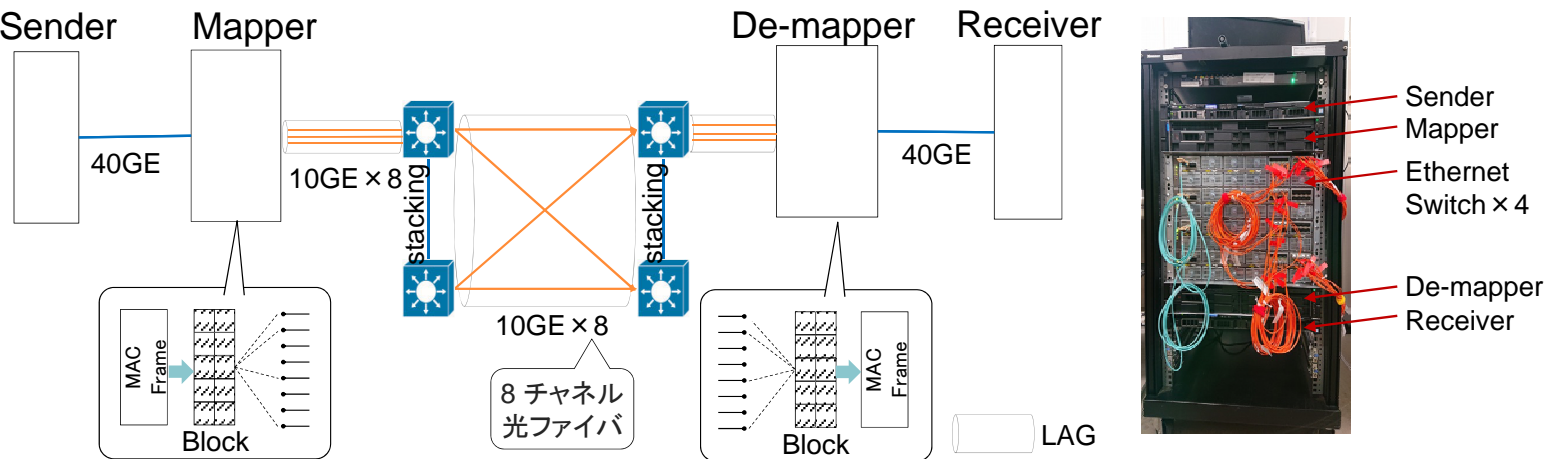
階層型ラウンドロビンマッパーの提案

- ◆ 超並列伝送を実現するため、信号を多数のレーンに分配する方式を拡張
- ◆ レーン数変換を行う機構“ラウンドロビンマッパー”を階層的に配置



デモ構成

- ◆ ラウンドロビンマッパーをソフトウェアで構成し、機能確認
- ◆ Mapper, De-mapper にレーン変換プログラムを実装し、スレッドで並列実行
- ◆ 4台のEthernet Switchで、“超並列伝送網”を模擬



シナリオ

4レーン並列伝送 → 通信量増大 → 8レーン並列伝送

並列数を自在に変更し、様々な通信容量の信号を効率的に収容

研究者名

理工学部 情報工学科 教授 山中 直明 (Yamanaka Naoaki)

お問合せ先

Mail : yamanaka@ics.keio.ac.jp

URL : <http://www.yamanaka.ics.keio.ac.jp/>

本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)委託研究「超並列型光ネットワーク基盤技術の研究開発」の支援を受けて行われた