

令和元年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 20501
 研究開発課題名 : 高スループット・高稼働な通信を提供する順応型光ネットワーク技術の研究開発
 副 題 : 順応的に高スループット・高可用性を提供する光ネットワーク技術の開発

(1) 研究開発の目的

機械学習技術の活用による、順応型の光ネットワーク運用管理技術の研究開発を行う。機械学習とコヒーレント受信技術を融合して光物理層のモニタリング範囲を革新的に拡大し、変化や変動に対する対応を超迅速化(最大で従来比 1000 倍)する。またモニタリング結果と学習に基づき、従来の最悪値設計で見込んでいたマージンを順応的にゼロに近づけること(ゼロマージン化)によるスループット向上(従来比 30%以上)と、時間的に変動する環境下でも高可用性が維持できることを両立する。上記の実現により、機械学習の活用による革新的光ネットワーク運用管理基盤技術を確立する。

(2) 研究開発期間

平成 30 年度から令和 3 年度 (4 年間)

(3) 実施機関

富士通株式会社<代表研究者>
 日本電気株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 480 百万円 (令和元年度 160 百万円)
 ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 : 光物理層モニタリング技術
 1. 機械学習を応用した光物理層モニタリング技術 (富士通株式会社)
 研究開発項目 2 : 順応型光パス制御技術
 1. 順応型光パス最適化技術 (日本電気株式会社)
 2. 順応型光パス自動制御技術 (日本電気株式会社)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	5	5
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	12	11
	標準化提案	1	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	1
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 : 光物理層モニタリング技術
 1-1 機械学習を応用した光物理層モニタリング技術

【目標】

今年度は、光物理層のモニタリングに適した機械学習のアルゴリズム検討を実施する。アルゴリズム検討においては、数値計算によって生成された学習用データセットを用いて原理検証を実施する。また数値シミュレーションと並行して、機械学習では質の良い学習データを効率良く取得することが非常に重要であることを鑑み、データ収集実験系の検討を実施する。

【実施内容と成果】

- ① コヒーレント受信技術によるデータ収集と、高度データ分析の融合により光物理層のモニタリング範囲を革新的に拡大し、変化や変動に対する対応を超迅速化するため、マルチスパン光ファイバ伝送路の長手方向特徴（パワープロファイル）を抽出する新規アルゴリズムを開発した。開発したアルゴリズムは、長大な光ファイバ敷設エリアのどの箇所で物理層異常が生じたかを、受信端局でのデータ分析のみから同定し、光通信システム的设计パラメータ最適化とともに、異常・故障を含む変化や変動に対する対応を超迅速化することを可能にする。
- ② 開発したファイバ長手方向特徴量抽出アルゴリズムの特性を、数値シミュレーションを用いて検討した。これにより、マルチスパン光ファイバ伝送路の長手方向の物理状態プロファイルを伝送後のデータのみから高度データ解析を用いて逆推定することに、世界で初めて成功した。このパワープロファイルを活用した、光パワー異常点（光損失点）の検出と位置同定にも成功した。また、数値シミュレーションにより提案アルゴリズムの詳細を調査し、0.1km 離れた地点の故障を受信端データの解析により識別可能なことを示した。
- ③ データ収集用の実験への機能追加と改良をおこなった。光ファイバ伝送路の途中で光パワー異常を模擬することが可能なよう、実験系を改良し、次世代システムでのアルゴリズム有効性を調査するため、信号ポーレートを高速化した。また実験データ解析の高速化のための施策を行った。

以上により、今年度の目標を達成し、最終目標である変化や変動に対する対応を超迅速化(最大で従来比 1000 倍)に向け、順調に進捗した。

研究開発項目 2：順応型光パス制御技術

2-1 順応型光パス最適化技術

【目標】

今年度は、前年度検討した設定項目に対して、機械学習などによる光パス最適化アルゴリズムの検討およびアルゴリズムの検証用シミュレータを試作する。アルゴリズム検討においては、機械学習およびデータミニスティックアルゴリズムなどにより、最悪値設計時のオーバーマージンを算出する手法を確立する。

【実施内容と成果】

- ① 各モニタ値からネットワークのパラメータおよびペナルティ値を推定し、最悪値設計との比較からスループット向上のための設定を決定するデータミニスティックアルゴリズムを開発した。
- ② 各ネットワーク機器の設定値を能動的に変更し、ネットワークの状態を収集することで多元的に伝送路情報を取得するネットワーク状態収集手法を開発し、推定性能改善を実現した。

2-2 順応型光パス自動制御技術

【目標】

今年度は、前年度に試作したベースプラットフォームへの機能追加と、ベースプラットフォームの運用上の課題抽出と実システム上への搭載を考慮したシステム設計を実施する。

【実施内容と成果】

- ① 順応型パス自動制御技術のアーキテクチャについて、論理構成要素間の論理的な関係と論理要素に対する物理要素を定義した。

- ② 前年度開発したベースプラットフォームのリンク設計および伝送設計可否機能に加え、End-to-end のパス設定を含めたパス収容設計機能を追加し、検証を行った。
- ③ ベースプラットフォームで設計した各パラメータを、ネットワーク制御用ソフトウェアを介して、ネットワーク機器へ設定する機能を追加し、検証を行った。

研究開発項目2-1、2-2について、それぞれ、今年度の目標を達成し、最終目標である従来比30%以上のスループット向上および早期社会実装の実現に向け、順調に進捗した。