

平成25年度研究開発成果概要書

課題名 : 光トランスペアレント伝送技術の研究開発
採択番号 : 153 イ
個別課題名 : 課題イ 波長/サブ波長適応制御技術に関する研究開発
副題 : バースト適応収容技術と誤り訂正/線形適応等化技術による
トランスペアレント領域拡大と消費電力低減

(1) 研究開発の目的

本研究開発課題では、バースト信号を含むアクセス網のユーザトラフィックを効率的に収容し、オール光で伝送できるトランスペアレント領域（帯域 x 伝送エリア）をアクセスメトロコア網全体で10~100倍に拡大し、4Pビット/秒 x kmの領域において100Gビット/秒を超える容量の情報をユーザへ直接伝送可能とする技術の研究開発を行う。具体的には、異なる粒度・信号レートのバースト回線やpoint-to-pointの回線の適応収容技術、誤り訂正/線形等化技術の研究開発を行う。これにより、アクセス網エンドユーザに対して多様なサービスの提供を可能にしてICTの利活用を積極的に促進する。さらに、サブ波長/波長変換によるアクセス網からの一気通貫伝送を実現することで、ネットワーク全体として2025年の消費電力25%削減を可能とする技術の確立を目的とする。

(2) 研究開発期間

平成23年度から平成27年度（5年間）

(3) 委託先

三菱電機（株）＜代表研究者＞、日本電気（株）

(4) 研究開発予算（契約額）

総額883百万円（平成25年度175百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題イ 波長/サブ波長適応制御技術に関する研究開発

1. 課題イ-1：波長/サブ波長適応制御技術に関する研究
課題イ-1-1 可変粒度バースト信号収容技術（三菱電機（株））
課題イ-1-2 可変適応収容技術（三菱電機（株））
2. 課題イ-2：誤り訂正/線形適応等化技術
課題イ-2-1 誤り訂正適応等化技術（三菱電機（株））
課題イ-2-2 適応線形等化技術（日本電気（株））

(6) これまで得られた研究開発成果

| | | (累計) 件 | (当該年度) 件 |
|------|---------|--------|----------|
| 特許出願 | 国内出願 | 30 | 13 |
| | 外国出願 | 11 | 5 |
| 外部発表 | 研究論文 | 2 | 1 |
| | その他研究発表 | 47 | 18 |
| | プレスリリース | 7 | 2 |
| | 展示会 | 8 | 6 |
| | 標準化提案 | 0 | 0 |

(7) 具体的な成果実施内容と成果

(1) バースト適応収容技術

粒度の異なるバースト信号等を効率的に収容する可変粒度バースト信号収容技術に関して 100Gbps の OTN 転送フレームに適応的に収容を行う基本アルゴリズムの方式設計を完了した。平成 24 年度に OTN 転送フレーム構造可変方式として選定した ODTU タイムスロット領域可変方式に対し、パリティ領域として実装すべき ODTU タイムスロット数を求めるため、可変のパリティ領域として用いるペイロード領域サイズ、および固定パリティ領域のサイズと得られる符号利得の関係性について検討した。さらに、誤り訂正性能および伝送容量の観点で検討を行うことで本方式の適用領域を見定めた。得られた適用領域パラメータにより、OTN 転送フレーム構造可変方式の仕様制定を完了した。

また、可変適応収容技術の研究として、平成 24 年度に可変レート基本アルゴリズムの有力候補として選定したパンクチャ方式と行分割方式に対して、適応的に可変する OTN 転送フレームの可変パリティ領域に適した誤り訂正符号の構成を検討し、実現可能な回路方式の仕様を策定した。行分割方式においては、誤り訂正の検査行列における行数がパリティの長さに相当していることから、行数を ODTU TS 単位で変更することにより、課題イ-1-1 の OTN 転送フレーム構造可変方式との接続性を実現する実装方式を策定した。パンクチャ方式の課題である同じ冗長度の符号と比べて性能が低くなる短所に対しては、間引くパリティビットの相対的な位置関係に着目し、パンクチャによる他のビットへの影響を符号語全体に分散することで、FEC 性能劣化の小さい方式の基本方式設計と回路方式の仕様制定を完了した。

(2) 誤り訂正適応等化技術

軟判定誤り訂正符号化／復号化技術および誤り訂正復号部と連携したターボMAP等化技術に関して、その基本方式設計を完了した。また、実証に向けての部分試作を開始するための実現可能な回路方式の仕様を策定した。

軟判定誤り訂正技術に関して課題ア及び課題イ-1-2 との親和性を考慮した FEC の計算機性能検証を行い、BPSK/QPSK/16QAM の復号後 BER 特性がほぼ同等であることを確認した。また、ターボMAP等化技術として、移動窓を用いたMAP推定方式および分数間隔タップによる統計的系列推定方式を開発し、典型的な伝送路を想定した伝送シミュレーションにより、約 0.7dB の受信 Q 値改善効果が得られることを確認した。

(3) 適応線形等化技術

適応線形等化技術に関して、H24 年度までに選定した、①アルゴリズム方式、②回路方式、および③プリプロセッシング方式の各方式について、それらを統合的に動作させた際に、最も性能が高い方式の選定と仕様の策定を行った。検討の結果、電力効率、動作速度、制御の簡便性などの観点から、周波数領域等化(FDE)と時間領域等化(TDE)を、対象とする波形歪みの各種モニタ結果から制御速度に応じて組み合わせるハイブリッド統合適応等化・係数制御方式に選定した。この方式選定に当たり、アルゴリズム方式として、H24 年度までにシミュレーションにより検討を行った、性能劣化なく回路規模を半減する xQAM 用歪み補償・偏波分離アルゴリズム方式について、構築したオフライン評価系を用いて実験的に実証し、方式の妥当性を確認した。また、回路方式として、複数の波形歪みを単回路で信号処理するマルチモード回路方式に関して、これまでのオーバーラップ量制御のみによる回路規模削減(約 28%)に加え、マルチバタフライ回路構成の採用により約 21%の電力削減が期待できることを確認した。さらに、プリプロセッシング方式として、環境変動や条件変動に起因するフロン

トエンドデバイス特性の不安定さを動的に補償するプリプロセッシング技術として FDE で一括補償する方式について検討を行った。具体的には FDE 回路の内部演算結果を用いた簡易なスペクトルモニタにより信号帯域を見積もり、FDE フィルタ係数を適応制御する信号帯域最適化することにより、後段の適応等化器の負担を軽減し、残留波長分散耐力を約 3 倍(@0.5dB ペナルティ)に拡大可能である明らかにした。以上により、適応線形等化技術の方式選定を完了し、その方式仕様策定を完了した。