

GI 型光ファイバを用いたモード分割多重伝送信号の MIMO 技術による信号分離

1140102 田尻 博士 (岩下研究室)

1. はじめに

急増するインターネットトラフィックに対応するため、光ファイバ伝送の更なる大容量化が必要である。我々はマルチモード光ファイバ (MMF) の各々のモードを通信路とするモード分割多重伝送について検討を進めている。受信した信号を MIMO 技術 (Multi-input Multi-output) による信号分離をしたので、その結果を示す。

2. 原理

MMF を用いたモード分割伝送を IM-DD 方式で行うとモード間干渉と受光素子の自乗特性により、分離できない。そこで我々は拡散変調を用いてこれらを分離し、さらに SCM (Sub Carrier Multiplexing) を用いることにより安定性を確立した伝送方法の検討を進めている。これにより MIMO 処理を行うことで、混ざった信号を分離し送信時の信号に戻すことができる。処理手順を図 1 に示す。アルゴリズムとしては、①チャンネル行列を求める ②その逆行列を計算する ③受信信号とチャンネル行列を掛け合わせて送信信号を求める。チャンネル行列は送受信で既知のパターン(トレーニングパターン)を用い、それらを送受信で比較することにより伝送特性を求める。具体的には、まず受信信号をヒルベルト変換し、フレーム同期をかけトレーニングパターンの開始点を求める。その後チャンネル行列 H を求める。これは線形行列なので逆行列が存在し、それを左から掛け合わせることで受信信号 $Y = HX$ から線形変換により、送信信号 $X = H^{-1}Y$ を求める。これを ZF(ゼロフォーシング)という。

3. 実験構成

ZF 処理に用いた受信信号は、実験で得られた波形を用いた[2]。2GHz の副搬送波を 100Mbps で BPSK 変調し、この信号を光強度変調器により光信号に変換した。光信号への変換に 90° 位相の異なる電気信号を用いて光強度変調することにより、光領域における片方の側帯波を抑制し、光キャリアと信号成分にした。さらに 12.5Gbps、15 段の疑似ランダム信号を用い位相変調器を用い拡散変調を行った。この信号を異なる遅延を与え 4 チャンネルの疑似信号を作った。これらを 1kmGI 型ファイバの異なるモードに結合し、伝送後の信号を 4 分割した。受信した信号を PC で ZF 処理をして信号を分離し、アイパターンとコンスタレーションを表示する。また、分離した後に V-BLAST 法にて特

性改善を行った。

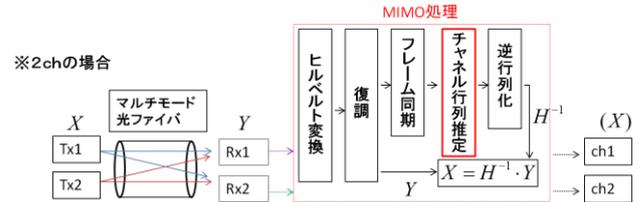


図 1 MIMO 処理

4. 結果

MIMO 処理後のアイパターン・コンスタレーションを図 2 に示す。アイの開口が確認でき、またコンスタレーションでも信号分離できていることが確認できるが、ch2 や ch3 の成分が若干まばらである。さらに V-BLAST 法にて特性改善を行った結果を図 3 に示す。どのチャンネルも明確に分離されていることが確認できる。

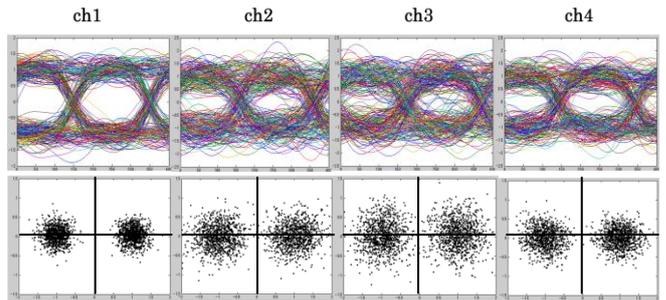


図 2 MIMO 処理後のアイパターンとコンスタレーション

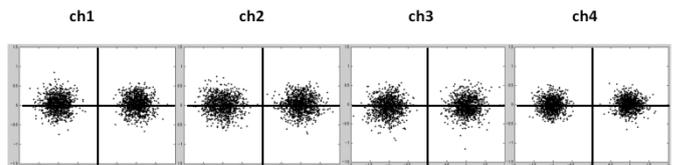


図 3 V-BLAST 後のコンスタレーション

5. まとめ

今回、V-BLAST による多モード分割多重伝送の信号分離を検討した。ZF のみで信号分離をしたときより特性が改善された。今後もさらに特性改善を行いたい。