

光空間並列伝送信号の MIMO 処理による分離

システム工学群 電子工学専攻 岩下・小林研究室

学籍番号 1170049 久家 靖史

1. 研究背景・目的

通信技術の発展に伴い無線 LAN や携帯電話の無線通信にも高速化・大容量化が求められるようになってきた。しかし、無線通信電波法による帯域幅の制限により高速化・大容量化が困難となっている。そこで、近年注目を浴びている「Li-fi」を代表とする低コストでも運用可能且つ無線通信の 100 倍の速度での伝送が可能な光空間伝送が注目を浴びている。近年は高速・大容量化を図るために複数の送受信機を使用して多チャンネル化を行う研究が盛んに行われている。

本稿では複数の LED とフォトトランジスタを用いて光空間並列伝送を行う実験を行った。LED を用いると光の干渉は無いが隣接チャンネルからの信号の干渉がある。干渉した受信信号から所望の信号を取り出す為に無線通信で用いられている MIMO (Multi Input Multi Output) 処理を光空間伝送に適用して実行した結果を報告する。

2. 実験構成

実験構成を図 1 に示す。4ch での光空間伝送の実現可能性を確認する為に $4 \times 200\text{bit/sec}$ という低速で実験を行う。送信部ではパルス幅 5ms の M 系列信号を Arduino で生成し、トレーニングパターンをフレーム毎に挿入して 4 個の LED を変調する。受信部では 4 個のフォトトランジスタ (PT) を用いて受信する。受信信号では Arduino を用いて 4 個の LED の光の合成信号のみからビット同期・フレーム同期・MIMO 処理を適用して元の信号に復元する。

3. 実験結果

4ch で光空間並列伝送を行い、復元信号をオシロスコープへと出力した。送信信号 1・受信信号 1・復元信号 1 を図 2 に示す。また、受信信号よりチャンネル行列を規格化した条件数と発生するビット誤り率の関係についてのグラフを図 3 に示す。条

件数(κ)とは解析のしやすさを表す。チャンネル行列を H 、その逆行列を H^{-1} とするとそれらの作用素ノルムは $\|H\|$ 、 $\|H^{-1}\|$ と表すことが出来る。チャンネル行列 H の条件数 $\kappa(H)$ は $\kappa(H) = \|H\| \|H^{-1}\|$ である。

図 2 より受信信号に MIMO 処理を適用することで送信信号と同様の信号を生成することを確認できる。よって受信信号のみから送信信号を復元することを示すことが出来た。また、これよりビット同期・フレーム同期を受信波形より計算出来ることが分かる。条件数とビット誤り率の関係より MIMO 処理の動作範囲を明確にした。この関係より光空間並列伝送の送受信素子間の距離・送受信機愛断の距離を明確に把握することが出来た。

5. まとめ

受信信号のみから MIMO 処理が実行可能であることを示した。また MIMO 処理動作範囲の明瞭化により送受信機間の条件を明らかにした。これらの情報を元に更に光空間並列伝送の伝送容量の拡大に向けて伝送速度の向上をさせる研究を進めていく予定である。

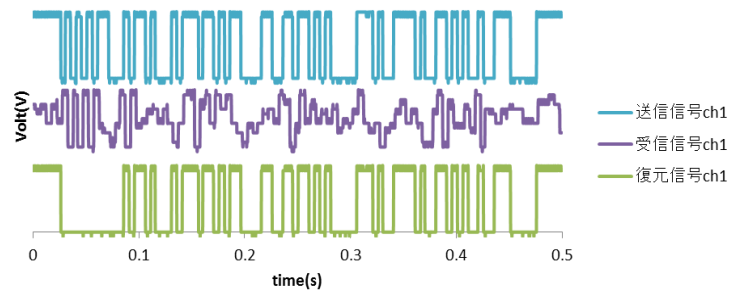


図 2 ch1 の送受信・復元波形

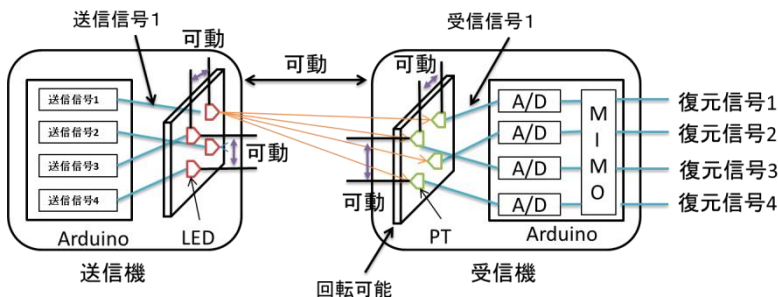


図 1 実験構成

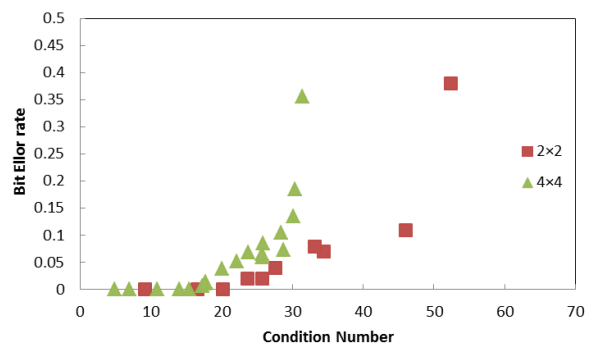


図 3 条件数とビットエラーレート