

令和元（2019）年度修士論文発表内容要旨

電気工学専攻/電子工学専攻/情報・通信工学専攻

氏名	伊藤 宗人	研究室名	片山研究室
題目	ハードリミタと逐次干渉除去を組み合わせた遠近問題抑制手法の実験的評価		

1 背景と目的

符号分割多元接続 (CDMA: code division multiple access) 方式を適用した光無線技術により、屋内における複数機器の動作情報や生産情報を収集する通信システムの構築を考える。このシステムでは、各送信機と基地局 (BS: base station) 受信機間の通信距離の差に起因して遠近問題が発生し、通信品質特性が劣化することが課題である。この課題に対し、本グループで提案したハードリミタ (HL: hard limiter) に加え、逐次干渉除去 (SIC: successive interference cancellation) 手法を組み合わせた復調器を提案し、通信品質改善効果を実験的に評価することを目的とする。

2 システムモデル

システムモデルを図 1 に示す。床上に設置された N 台の送信機はそれぞれ独立したタイミングで、天井に設置された BS 受信機に向けて情報を送信する。各送信機は入力データを M 値 OPPM (overlapping pulse position modulation) 方式で変調した後、送信機に固有のプライム符号を用いて拡散した送信信号を、赤外線 LED から光無線信号として送信する。提案受信機は、集光レンズおよび赤外線フィルタを透過した光無線信号を、APD (avalanche photodiode) モジュールを用いて電気信号に変換した後、A/D 変換器 (ADC: analog to digital converter) によりデジタル化する。

提案受信機では、最も強度の大きい信号から順に復調する。ADC 出力は HL 復調器に入力され、信号強度に合わせて調節された閾値を持つ HL により信号強度を制限された後、対応する相関器により受信シンボルを判定される。その後、信号再生器により判定シンボルの信号成分を再生した複製信号を、元の ADC 出力から除去する。除去後の信号は次の HL 復調器に入力され、2 番目に強度の大きい信号が同様の手順で復調される。この動作を繰り返し行い、最も強度の弱い信号まで復調する。

3 3対1通信実験における通信品質特性評価

通信実験を行うために、送信機と受信機のハードウェア、ソフトウェア、光学系を自作した。実験では、所望送信機 (Tx1) を光軸上で受信機と正対するように配置し、70~160cm の距離で通信距離を変化させた場合の受信シンボル誤り率 (SER: symbol error rate) を測定した。また、2 台の干渉送信機 (Tx2, Tx3) はそれぞれ異なる通信距離で固定している。なお、変調方式には 8 値 OPPM 方式、拡散符号としてプライム符号 ($p = 5$) を用いた。

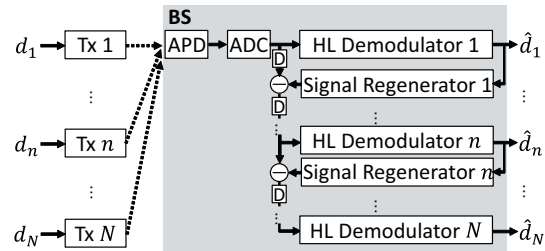


図 1: システムモデル

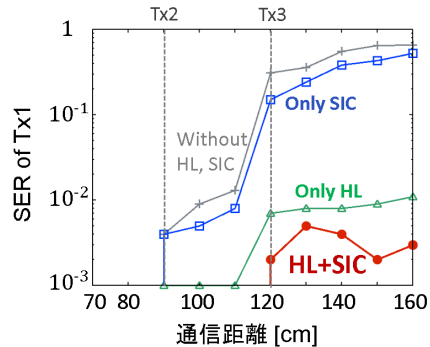


図 2: 3対1通信実験における SER 測定結果

図 2 に結果を示す。受信信号強度が $Tx1 \approx Tx2 > Tx3$ となる 90cm, $Tx2 > Tx1 \approx Tx3$ となる 120cm において、SER は二段階に劣化する。HL のみを用いた復調器では、120cm 以降の距離で干渉信号強度は $Tx1$ と同等に制限されるため、SER は一定値となる。SIC のみを用いた復調器では、 $Tx2, Tx3$ の信号成分は除去されるが、干渉信号成分が完全に除去されず残留することやサンプル点ずれが原因して、大幅な通信品質改善は行われない。一方、提案復調器では HL と SIC の相乗効果により、すべての距離において最も大きな改善効果が得られた。

4 まとめ

本研究では、光無線 CDMA 方式を適用した情報収集システムにおける通信品質特性を実験的に評価した。雑音やハードウェア制約が存在する実験系においても、HL により特性が大きく改善し、SIC を組み合わせて用いた場合には、さらに大きな改善効果が得られることを示した。

業績

国際会議 2 件, 国内学会 4 件, 受賞 2 件