

階層型 MPPM 変調法における 位置依存情報配信法の実験的評価

7312138 前川 将人

1. はじめに

近年, LED(Light Emitting Diode)の普及に伴い, 照明用 LED の光に情報を載せることで通信を行う可視光通信が注目されている. 照明インフラをそのまま送信機として利用可能な可視光通信では, 照明光を利用することで視覚的に通信エリアが特定でき, スポット的な位置依存情報の配信が可能である. 従来の可視光通信では1つの照明から1つの位置依存情報のみを配信するため, 室内における配信可能な位置依存情報の種類や配信可能な範囲は室内の照明と位置に大きく依存してしまっている. そこで, 受信機においてしきい値設定を必要としないMPPM(Multi-pulse Pulse Position Modulation)方式と SIK(Sequence Inversion Keying)方式の2種類を組み合わせた階層型変調法を適用している. さらに照明間に対して新たな位置依存情報(中間位置依存情報)を配信するために, 中間位置依存情報を2つに分解し, これらの情報に対して各照明で SIK 変調を行う. これにより, 2つの照明から同時に受光した場合に限り中間位置依存情報が可能となる. 本研究では, この階層型MPPM方式における位置依存情報の配信エリアについて実験的な評価を行う. 具体的には2つの送信機(Tx1, Tx2)を製作し, Tx1 と Tx2 のMPPM 変調信号配信エリア及び, Tx1 と Tx2 で各々変調した SIK 信号を同時に復調できる配信エリアについてシンボル誤り率を測定することで評価を行う.

2. 階層型 MPPM-SIK 変調方式

階層型 MPPM-SIK 方式は MPPM 方式と SIK 方式を組み合わせた変調方式である.

● MPPM

送信情報が多く1フレーム内の M 個のロットから m 個を選択する方式. 各ロットの積分値を比較し, m 番目まで大きいロットを取り出すことで復調可能. 図1に MPPM の信号例を示す.

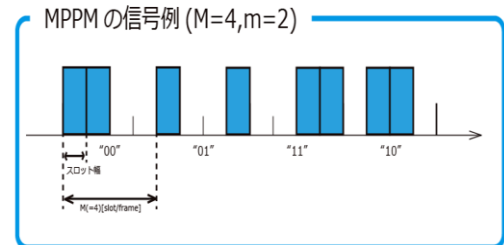


図1 MPPM の信号例 ($M=4, m=2$)

- SIK
送信情報 1[bit/frame]に応じて2つの系列 (M, \bar{M})を切り替える方式. M と \bar{M} は0と1を反転させた直交関係である. フレームごとに参照系列と相関を取ることで復調可能. 図2に信号例を載せる.

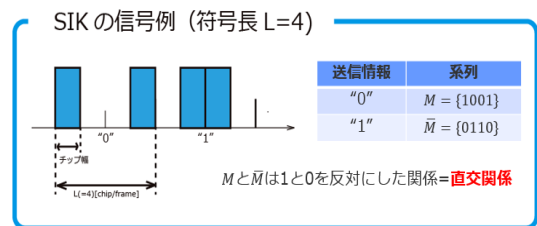


図2 SIK の信号例

3. システムモデル

図3, 図4に第1変調法としてMPPM, 第2変調法として SIK を採用した階層化MPPM-SIK 変調システムの送受信システムモデルを示す. 位置依存情報をデータ A, B, 情報をデータ1, 2とし, まず MPPM でパルスの数と配置を決定し, SIK で先ほど MPPM 変調したパルスをチップ幅で分割し符号化を行う. その後, 符号化したパルスをフォトダイオードで受信し, 送信機の下(パターン1)ではMPPMの復調がそのままできるため情報Aが取り出すことができる. しかし SIK で復調しようと参照符号2で相関すると, 正負判定できないため SIK での復調はできない. 続いて送信機の中間位置の場合(パターン2), それぞれの符号が重なるためMPPMでの復調は不可となる. 一方, 参照系列でそれぞれ相関を取るとどちらも正負判定ができるため分割情報1, 2が取り出すことができる.

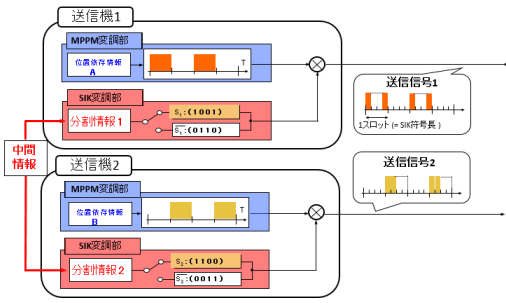


図3 送信機システムモデル

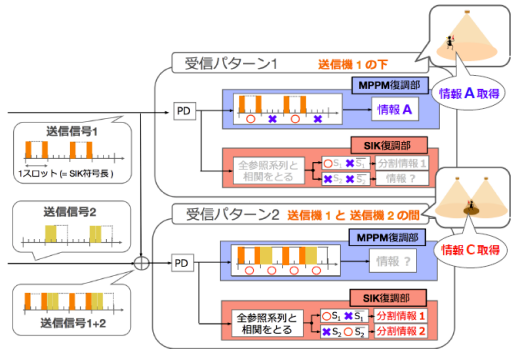


図4 受信機システムモデル

4. 評価方法

図5に実験評価系を示す。Tx1, Tx2が送信機, Rが受信機となっている。半値角が異なる3種類のLEDを用いて, $0 \leq x \leq 20$ [cm]の範囲で受信機を動かし評価を行っていく。表1に実験における諸元を記す。

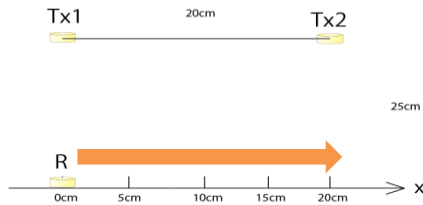


図5 実験評価系

表1 測定諸元

FPGA	Xilinx ML605 Virtex-6
LED	1.NICIA NSPW510-D1 2.NICHIA NSPW515DS 3.NICHIA NSPW570DS
Photo Diode	HAMAMATSU S6775
オシロスコープ	Agilent Technologies MSO6104A
送信周波数	500kHz
送信機間の距離	20cm
送信機の高さ	25cm
シンボル数	2000
試行回数	10

5. 実験結果

図6に $2\theta_{1/2} = 65^\circ$ の実験結果を示す。0~11cm, 15~20cmではMPPMで復調可能で, 光が干渉している11~14cmの3cm間ではSIKによる復調が可能という結果が出た。またそれぞれ $2\theta_{1/2} = 30^\circ, 65^\circ, 120^\circ$ と半値角を変えたときのSIKの範囲の結果を図7に示す。半値角を大きくするほどSIKの復調可能範囲が広がっていることがわかる。

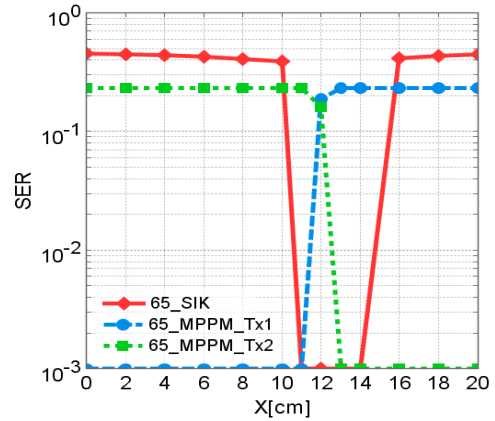


図6 $2\theta_{1/2} = 65^\circ$ のときのSER特性

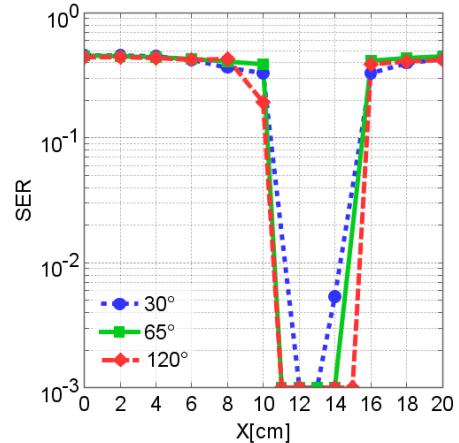


図7 SIKのみのSER特性

6. まとめ

本研究では, 階層型MPPM-SIK位置変調法を適用し位置依存情報の配信可能面積の実験的評価を行った。今回の実験で, SIKにより11cm~14cmの3cmの範囲で中間位置情報が取得できるということ, また半値角を増加させていったとき, SIKによる復調可能範囲が増加するということが示された。今後は, より高い出力周波数で, またさまざまな送受信機の状況下で, 実験的評価を行う。

7. 参考文献

- [1]羽瀧 裕真, 小澤 佑介, “光無線通信におけるPN符号を用いる階層化変調”, 信学論 Vol.J96-B No.5 pp.509-517, May 2013
- [2]高橋 良介, 小澤 佑介, 榎田 洋太郎, “光無線通信のための階層型MPPM-SIK方式の提案”, 信学会総合大会講演論文集, P107, Mar. 2013