

オンオフ信号形式型アダマール符号を用いたデジタル制御型 CSK/SIK のシンボル誤り率性能

Symbol Error Rate performance of Digital CSK/SIK using Hadamard code with on-off signaling

佐藤 文則¹ 小澤 佑介¹ 楳田 洋太郎¹
 Fuminori Sato Yusuke Kozawa Yohtaro Umeda

東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科¹
 Department of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

1 まえがき

照明可視光通信のための変調方式として 3 色 RGB-LED を用いたカラーシフトキーイング (CSK) 方式が検討されている。複数ユーザへの同時接続を可能とする符号分割多重 (CDM) 方式を組み合わせた CSK/CDM 方式が提案されている [1]。しかしながら、この CSK/CDM 方式では、CSK 情報表現時の発光強度比変化、CDM に用いるポーラ型アダマール符号の負極性信号に対する DC オフセット挿入による LED 発光強度の非線形化の影響から、性能が大きく劣化する。本稿では、複数の RGB-LED によるデジタル制御型 CSK (DCSK) 方式に着目し、オンオフ信号形式型アダマール符号を用いた SIK/CDM 方式と組み合わせることで、LED 発光強度比の非線形性の影響を回避可能な DCSK/SIK 方式を提案する

2 システム構成

図 1 にシステム構成図、図 2 に提案方式の送信信号例を示す。

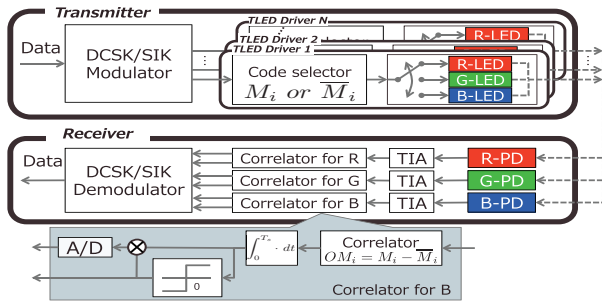


図 1 DCSK/SIK

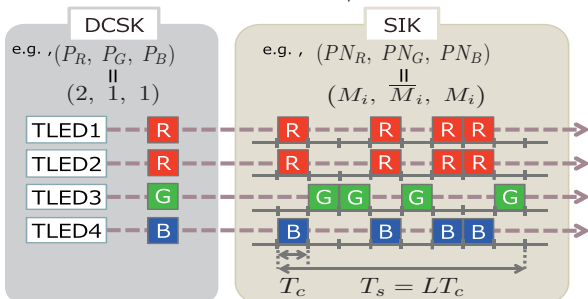


図 2 送信信号例 (TLED の数 N=4 個)

DCSK 方式では、赤、青、緑の発光強度比 (P_R, P_G, P_B) を変化させることで情報を表現し、各発光強度の総和 ($P_R + P_G + P_B$) はちらつき軽減のために常に一定となる。DCSK 方式では、この発光強度比を複数 N 個の

RGB-LED を協調してオンオフ制御することで表現する (図 2)。符号長 L のオンオフ信号形式型アダマール符号は、アダマール符号の全 1 符号を除いた $L - 1$ 個の符号 (ポーラ型アダマール符号 OM) の -1 を 0 に置換した符号系列 M, \bar{M} の 0, 1 を反転した符号系列 \bar{M} から構成される。このとき、 M, \bar{M} と OM は擬似直交関係、 M と \bar{M} は直交関係となる。提案方式では、表現可能な発光強度比の中から、常に 3 色を用いた信号点のみ用いることで各色に用いる符号系列 (M, \bar{M}) を切り替えることが可能 (SIK) となり、DCSK 情報に加え合計 3bit 付加できる。受信側では、各色カラーフィルタ付き PD により、受信信号が色ごとに分けられ相関を取り、DCSK と SIK がそれぞれ復調される。

3 シンボル誤り率性能

図 3 に白色ガウス雑音下のシンボル誤り率を示す。ただし、 $N=7$ 個とする。比較として、32 値 DCSK 方式、32 値 DCSK/SS 方式の誤り率性能も示す。これらの 3 方式の周波数利用効率率は 5 bit/sec/Hz となる。この結果、提案方式は、従来 DCSK 方式に比べると SER が劣化するが、DCSK/SS 方式に比べると SER が向上することが示されている。

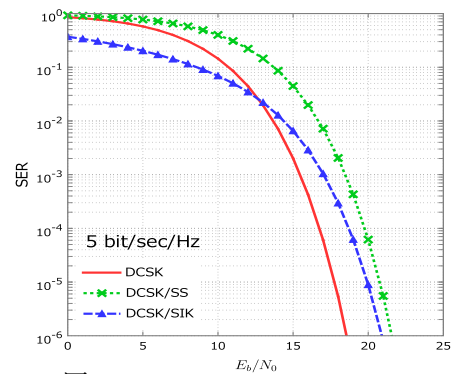


図 3 E_b/N_0 に対する SER の比較

4 むすび

本稿では、オンオフ信号形式型アダマール符号を用いた DCSK/SIK を提案した。SER 性能評価より、DCSK/SS に比べて SER が向上することがわかった。

参考文献

[1] S.H.Chen, C.W.Chow, "Color-Shift Keying and Code-Division Multiple-Access Transmission for RGB-LED Visible Light Communications Using Mobile Phone Camera," IEEE Photonics Journal, Vol.6, Num.6, Dec.2014.