

RGB-LED 変形 MPPM における隣接フレーム信号による同期法

Frame Synchronization Method by Adjacent Frame Signals in RGB-LED Modified MPPM

酒井 凜空¹
Riku Sakai

羽瀬 裕真¹
Hiromasa Habuchi

茨城大学工学部情報工学科¹

Department of Computer and Information Science, College of Engineering, Ibaraki University

1 まえがき

光無線通信では、照明機能と通信機能を両立する方式としてマルチパルス・パルス位置変調方式 (MPPM) を用いた方式が提案されている [1]。2 値パルス位置変調方式 (BPPM) や MPPM ではフレーム中に存在するパルス数が一定であるため調光制御と相性が良いがフレーム同期タイミングの獲得と保持が必要になる。同期信号を付加する方式が検討されているが、伝送速度の劣化が生じてしまう。また、内部同期法として、BPPM を内包する変形 MPPM (MMPPM) フレームを構成し、内包した BPPM 信号によりフレーム同期を確立する方式が提案されている [2]。

本稿では、[2] の性能改善法として、隣接する変形 MPPM フレームに内包している BPPM 信号を利用する方法を提案する。

2 システム構成

図 1 に RGB-LED 変形 MPPM 方式のシステムモデルを示す。

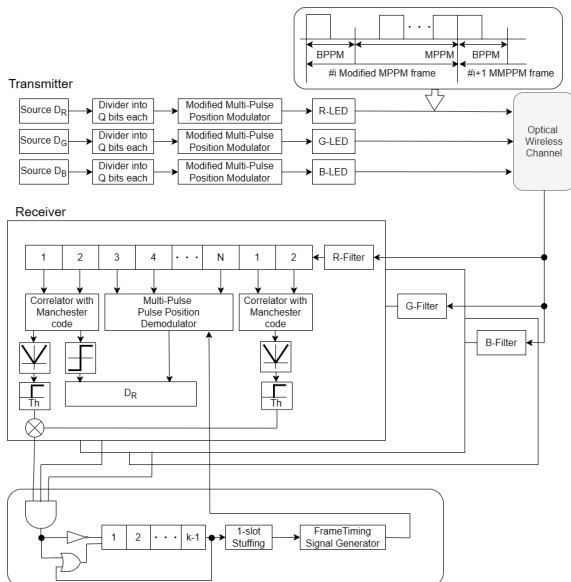


図 1: システムモデル

送信機側では、RGB-LED ごとにソースデータから $Q = 1 + \lfloor \log_2(N-2C_{M-1}) \rfloor$ [bit] ずつ切り出し、MMPPM 信号を構成し、並列伝送する。受信側では、最初の 2 スロット (BPPM) に対してマンチェスタ信号と相関をとり、相関出力の正負を判定することで 1 ビットデータを推定する。残りの $N-2$ スロットより $\lfloor \log_2(N-2C_{M-1}) \rfloor$ ビットデータを推定する。それらを結合することで送信

MMPPM データを決定する。フレーム同期のために隣接する 2 つの BPPM サブフレームの相関出力の絶対値を利用する。R,G,B ごとに BPPM サブフレームとマンチェスタ信号の相関出力を閾値判定し、1,0 を推定する。連続する BPPM サブフレームの 6 つの推定結果の内 1 つでも 0 である場合はカウンタで計数する。カウンタが k 回連続して計数した場合は非同期状態と判定し、タイミングを更新する。

3 性能評価

図 2 に平均 SNR に対するフレーム同期タイミングの平均保持時間 (同期状態を保持し続ける時間 [frame]) と平均復帰時間 (非同期状態から同期状態に復帰するために必要な時間 [frame]) を示す。フレーム長 $N=32$ [slot/frame] であり、パルス数 $M=16$ である。提案方式と従来方式 [2] をカウンタの段数 $k=1,3$ の場合で比較する。 $k=3$ の場合、平均 SNR が 20 [dB] 時点で提案方式は従来方式に比べ、保持時間はおおよそ 1/8 倍になってしまうが復帰時間はおおよそ 4/5 倍に向上することができる。このことから同期補正時間の短縮が期待できる。

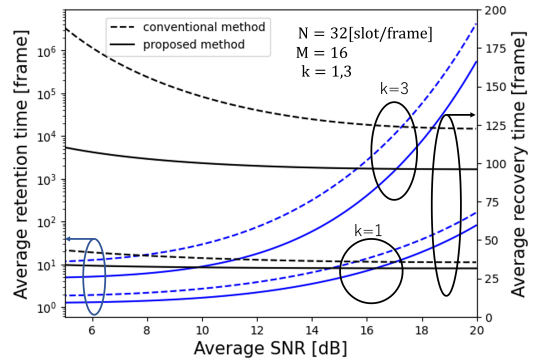


図 2: 平均同期保持時間と平均同期復帰時間

4 むすび

隣接する BPPM サブフレームを用いた R,G,B 並列伝送のフレーム同期法を提案し、平均同期保持時間と平均同期復帰時間について性能評価を行った。

参考文献

- [1] Keyan Deng et al., “MPPM based dimming control scheme in visible light communication systems”, *Optics Communication*, 451 (2019)
- [2] 松島ら, “RGB-LED 並列伝送における変形 MPPM フレーム同期法”, *信学技報*, WBS2022-120 (IT2022-123, ISEC2022-102, RCC2022-120) 2023 年 3 月。