

光無線通信における階層化 CSK-MPPM 方式の一検討

A-9

A study of Optical Wireless Hierarchical CSK-MPPM

石川 真行
Masayuki Ishikawa羽瀨 裕真
Hiromasa Habuchi高橋 貴大
Atsuhiko Takahashi

茨城大学工学部情報工学科

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

1 まえがき

光無線通信において、情報の格付けやメディアごとに適した情報伝送を行う高信頼化伝送がある。特に、二種類の変調方式を融合させる階層化変調法が検討されている [1]。一次変調に、フレーム中の疑似雑音 (PN) 符号の位置により情報を表現する Multi-Pulse Pulse Position Modulation (MPPM)、二次変調に、送信符号系列数で情報を表現する Code Number Keying (CNK) を用いる MPPM-CNK が検討されている [2]。この方式では、段階的な復調はできるものの完全同期状態下でもビット誤り率は本来の MPPM よりも大きく劣化する。

そこで本稿では、MPPM-CNK よりもビット誤り率を改善する方式を検討する。特に、送信情報を、複数の PN 符号から 1 つを選択することで表現する Code Shift Keying (CSK) と複数のスロットからなるフレーム中のパルス位置で表現する MPPM を融合する CSK-MPPM を提案する。提案方式では、しきい値判定を行わないため、MPPM-CNK よりも良好な性能が期待できる。

2 システム構成

図 1 に提案方式のシステム構成を示す。送信機では、M スロットからなるフレームから m 個のスロットを選択する MPPM と、 p 個の一般化拡張プライム符号 [3] から 1 つを選択する CSK を融合し、情報を表現する。つまり m 個の MPPM 信号は CSK 信号により拡散され、送信される。各変調信号における情報量は 1 フレーム当たり、MPPM が $\lfloor \log_2 M C_m \rfloor$ [bit]、CSK が $\lfloor m \log_2 p C_1 \rfloor$ [bit] となる。

受信機では、MPPM は各スロット毎の積分値を比較し、 m 個のスロットを推定し復調する。CSK は各スロット毎に p 個の PN 符号と相関をとり、スロット毎の最大相関値 $PN_{max,i}$ ($i = 1, \dots, M$) を推定し、M 個の $PN_{max,i}$ を比較することにより CSK データを復調する。

3 性能解析

図 2 に、完全同期状態下のビット当たりの平均受信光パワーに対するビット誤り率特性を示す。ただし、通信路には分散 $\sigma_s^2 = 0.01$ のシンチレーションと背景光雑音 $P_b = -45$ [dBm] が存在するものとし、 $M = 4, m = 2, p = 4$ 、ビットレートを 156 [Mbps] とする。従来 MPPM-CNK における CNK の最大符号選択数は 4 とする。提案方式は段階的復調が可能で、従来方式よりも性能向上できることが分かった。ビット誤り率 10^{-6} の点において、1 次変調では、提案方式 (CSK) 従来方式 (MPPM) よりも約 7.0 [dB]、2 次変調では、提案方式 (MPPM) は従来方式 (CNK) よりも約 11.0 [dB] 改善できる。

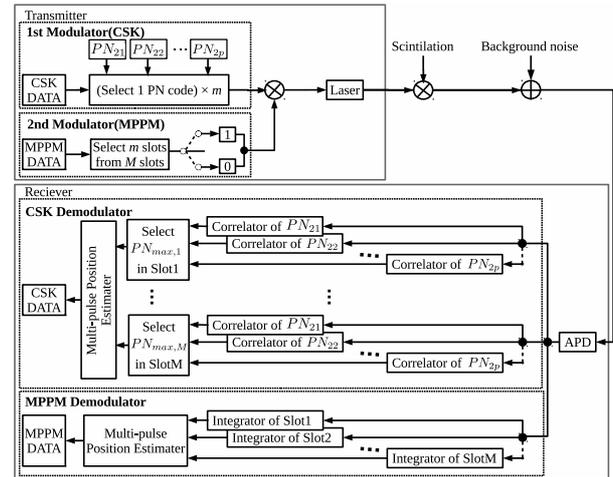


図 1 CSK-MPPM のシステムモデル

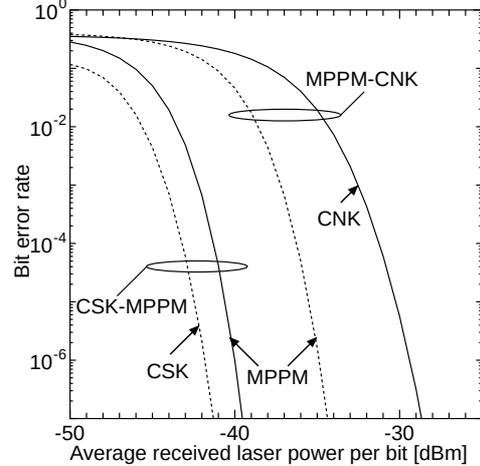


図 2 ビット当たりの平均受信光パワー対ビット誤り率

4 むすび

光無線階層化変調法として、CSK-MPPM を提案し、誤り率を評価した。提案方式は、完全同期時に従来方式よりも優れた誤り率特性を示した。今後の課題として、同期誤差を考慮した性能評価を検討する必要がある。

参考文献

- [1] 羽瀨裕真, 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法", 信学論 B, Vol.J96-B, No.5, pp.509-517, (2013-05)
- [2] 高橋貴大, 羽瀨裕真, 小澤佑介, "光無線 MPPM-CNK における競合計数器型フレーム同期法の一検討", 信学技報, Vol.115, No.55, pp.7-11, (2015-05)
- [3] 松嶋智子, 長尾剛, 落合昇, 寺町康昌, "拡張プライム系列符号の一般化とその特性について", 信学論 A, Vol.J91-A, No.5, pp.559-573, (2008-05)