G-7

LED 照明システムにおける PN 符号を用いた電力線搬送通信 -雑音に対する検討-

The Power Line Communication using the PN Code in the LED Lighting System -A study on the noise-

○林尚史*¹,白井志朗*²,関弘翔*³,細野裕行*³ *Takashi Hayashi*¹,Shirou Shirai*²,Hiroto Seki*³,Hiroyuki Hosono*³

Abstract: A study on evaluation of the reliability for the noise of the power line communication using the PN code in the LED lighting system. In the conventional method, LED flicker occurs in the effect of other equipment. In addition, the noise is generated for the same reason, it adversely affects the communication. In this paper, we propose two methods to reduce flicker, and evaluated the reliability for the noise.

1. まえがき

現在,節電に資する省エネルギー対策として,白熱 灯より消費電力の少ないLEDランプへの交換需要が高 まっている[1]. 実用化されている LED 照明システムに は、消費電力を抑えるため、太陽光が照射される窓側 の LED ランプの明るさを、電力線搬送通信により調光 する製品がある.このシステムでは、コントローラか ら PN符号を用いて変調した信号を、屋内電力線でLED ランプに送信し調光する.しかし、一般に電力線には 様々な機器を接続するため、稼働状況によっては雑音 が発生し、通信に悪影響を及ぼす問題がある.また、 LED 照明システムの従来方式では変調による電力変動 が大きいため、LED ランプがフリッカを起こす[2].

本報告では、フリッカ抑制が期待できる、以下2つの変調方式を提案し、雑音に対する信頼性の評価をおこなう.

- (1) 電力変動を抑える方式
- (2) 4 値パルス位置変調(4-ary Pulse Possition Modulation:4値PPM)を用いる方式

2. 変調方式

変調には商用電源を想定し、電圧100 V,周波数50 Hzの搬送波に対して、スタートビット1 bit を付加した8 bit の PN 符号を用いる. 従来方式は、PN 符号が"1"のときは電圧を 0V にし、"0"のときはそのままの電圧とする. 変調は搬送波振幅ピーク時を中心としておこない、ビット時間は0.25 msとする. Fig.1 に従来方式の信号波形を示す. ここで変調に用いた PN 符号は10100111 である. 以下に提案する2つの方式を説明する.

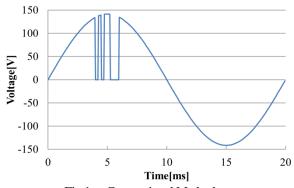


Fig.1. Conventional Method

(1)電力変動を抑える方式

PN 符号が"1"のときの電圧を、変調前の電圧の3/4とする. これにより、従来方式と比べ電力変動を抑えることができる. Fig.2 に変調後の信号波形を示す. ここで変調に用いたPN 符号は10100111である.

(2)4値PPM を用いる方式

4値 PPM により変換した PN 符号を、搬送波の変調に用いる。ここで 4値 PPM とは、一定幅のパルスの位置により元の信号波形振幅を表すものである。シンボル時間として定義される一定の時間を、4 つのスロット時間に等分し、1 シンボル時間につき 1 スロット時間のパルスを許容することで、その位置に応じて 2 bit の情報を表すことができる。Fig.3 に 4値 PPM の具体例を示す。4値 PPM を用いることにより、信号が"1"になる、つまり電圧が 0 V となる(消灯する)時間を短い時間間隔で一定にすることで、人間の目では点灯し続けているように見えるため、照明との併用に有効な方式である[3]。

4 値 PPM で PN 符号を変換後, スタートビット 1 bit を加えた合計 17 bit で変調する. Fig.4 に変調後の信号

波形を示す. ここで変調に用いた PN 符号は 10100111 であり,4値 PPM で変換後の符号は 10100010000101000 である.

3. 結果

雑音に対する信頼性評価をおこなうために,前述した2つの方式で変調した信号にそれぞれ白色雑音を付加し, SNR 対 BER 特性を比較した. Fig.5 に従来方式, (1)方式及び(2)方式の SNR 対 BER 特性を示す.

Fig.5 をみると. (1)方式では. 他の 2 方式に比べて BER 特性が大きく悪化していることがわかる. これは. 他の 2 方式よりも電力変動差が小さく,変調後の"1"と"0"の振幅が,雑音の影響によって変動し,正確に 判別できなかったことが原因といえる. しかし,法律によって定められている電気機器の許容電圧変動幅まで抑えることで,他の電化製品への影響が小さくなることが期待できる. また(2)方式では,従来方式とほぼ 同等の特性を得たが,多少悪化した. その原因として 17 bit で変調しているため,他の 2 方式に比べ変調時間 が長く,雑音の影響をうけやすい電力が低い部分でも 変調していることに起因する.

4. まとめ

フリッカ抑制が期待できる 2 つの変調方式を提案し、雑音に対する信頼性の評価をおこなった. 従来方式と比較すると、電力変動を抑える方式では BER 特性が悪化したが、他の電化製品への影響が小さくなることが期待できるため、今後も検討をおこなっていく. また、4 値 PPM を用いる方式では従来方式とほぼ同等の特性であることを示した. しかし、BER が多少悪化したため今後はこの点を改善することを課題とする.

参考文献

- [1] LED 照明推進協議会, "LED 照明ハンドブック", オーム社,2011
- [2] 林,白井,関,細野,信学ソ大(通信),B-8-22,2015
- [3] 中川正雄, "可視光通信の世界: LED で拓くあかりコミュニケーション", 東京工業調査会,2006

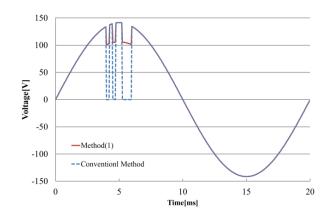


Fig.2. Method(1)

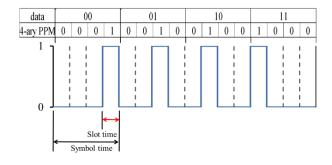


Fig.3. 4-ary PPM

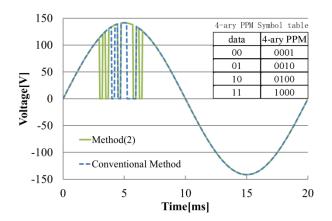


Fig.4. Method(2)

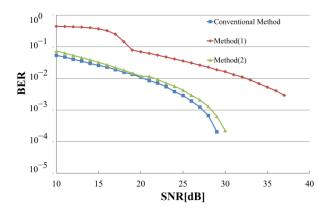


Fig.5. The characteristic of SNR-BER