

低速イメージセンサと回転多面鏡を組み合わせた 高速可視光通信とその性能評価

今井 義人[†] 海老原 格^{††}
† 筑波大学理工学群工学システム学類

水谷 孝一^{††} 若槻 尚斗^{††}
†† 筑波大学システム情報系

1. はじめに

近年, LED 灯火の普及から可視光通信を高度道路交通システムに応用する検討が広く行われている[1]. 本稿では, 車両間通信を目的とした新たな高速可視光通信を提案し, その通信性能を評価する.

2. 回転多面鏡による高速可視光通信の実現

本稿で提案する高速可視光通信は受信機に回転多面鏡と低速イメージセンサを組み合わせて利用している点に特徴がある. 図 1 に提案システムの概要図を示す. 高速点滅する送信信号は回転多面鏡によってイメージセンサ上に走査される. これにより, 光の時間的明滅は空間的な明滅として画像に取得することができる. 画像中の光信号の長さは点灯時間に比例するため, 光信号の長さを計測することで, 送信信号を復元できる. 従来の可視光通信はその多くが高速度カメラのような高価な高速イメージセンサを使用する[2]. しかし, 本手法は, 低速なイメージセンサでも, LED の高速点滅情報を取得することが可能であり, 通信システムのコストを大幅に下げることができる.

3. 通信性能解析

提案方式の通信性能をデータレートとビット誤り率(Bit error rate: BER)によって評価する. 提案方式のデータレート D は, イメージセンサのフレームレートを F , 単位フレームあたりに含まれるビット数を b とすると, $D = F \times b$ となる. 本実験では, 送信源の LED からパルス幅変調した光信号を 1 kbps の速度で出力し, 単位時間あたりに受信したビット数からデータレートを計測した. そして, 背景光雑音を変化させることで, BER の影響を計測した.

4. 解析結果

提案手法によって実現できたデータレートと, 同じセンサを用いる従来方式によって実現できるデータレートを表 1 にまとめる. 従来手法はフレームレートにつき 1 ビット分のデータレートになるが, 本手法は 1 フレームに 24 個のビットを取得できるため, データレートを 24 倍高速化できることが明らかになった. また, SNR (Signal-to-noise ratio) と BER の関係を図 2 に示す. 本稿では誤り訂正は行っていないため, 要求ビット誤り率を 10^{-2} とすると, 20 dB 以下では要求ビット誤り率を上回ってしまう. しかし, 30 dB 以上ではほぼエラーフリーな伝送を実現できていることから, 実空間での通信に支障はないといえる.

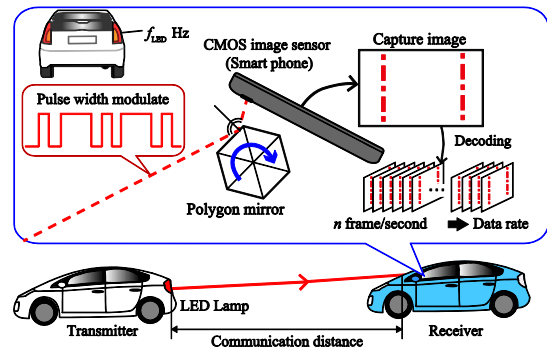


図 1. 提案システムの概要

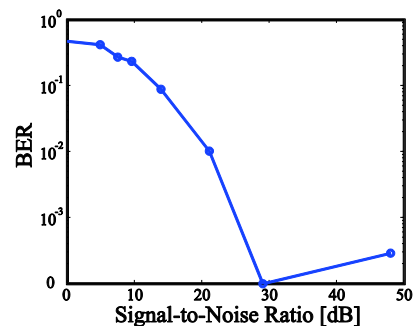


図 2. SNR と BER の関係

表 1. データレートの比較

| Method | Data rate |
|-----------------|-----------|
| Previous system | 11.5 bps |
| Proposed system | 277.4 bps |

5. むすび

本稿では回転多面鏡を用いる高速可視光通信を提案し, その通信性能を計測した. その結果, 従来手法の約 24 倍のデータレートを達成することを明らかにした. また, 十分な SNR が確保できればエラーフリーな伝送を実現できることも確認した. 今後, 誤り符号訂正などを実装することでより信頼性の高い高速可視光通信を実現する予定である.

参考文献

- [1] 鈴木勝宜, “可視光通信システムの ITS への応用,” 東芝レビュー Vol. 61, No.8, (2006).
- [2] 名倉徹, 山里敬也, 荒井伸太郎, 岡田啓, 圓道知博, 藤井俊彰, “車両走行時の路車間可視光通信のための LED アレー追跡手法,” 電子情報通信学会論文誌 B Vol. J95-B No.2 pp. 326-336, (2012).