

可視光通信による LED アレイと車載高速度カメラ間の距離推定

A Distance Estimation Scheme between the LED Array and On-Vehicle High-Speed Camera Using Visible Light Communication

大村 明寛¹
Akihiro OHMURA
藤井 俊彰¹
Toshiaki FUJII

山里 敬也¹
Takaya YAMAZATO
圓道 知博²
Tomohiro YENDO

岡田 啓¹
Hiraku OKADA
荒井伸太郎³
Shintaro ARAI

名古屋大学¹
Nagoya University

長岡技術科学大学 電気系²
Nagaoka University of Technology

香川高等専門学校³
Kagawa National College of Technology

1 はじめに

我々は、LED アレイと高速度カメラを用いた路車間可視光通信による安全運転支援情報の提供を目的とした研究を行っている [1]。可視光通信に高速度カメラを用いることで複数 LED 光源の点灯位置を認識することができる。そこで、LED 光源に特定の点灯パターンを付加することにより可視光通信として情報を送信することに加えて、LED の点灯位置から自分の車の位置を推定することを考える。

2 システムモデル

図 1 にシステムモデルを示す。送信機は縦 32 個×横 32 個に並んだ個別に点灯可能な LED と符号化器で構成され、受信機は高速度カメラと復号器から構成されている。特定のパターンとして、LED アレイの四隅の LED を個別に点灯させる。点灯した LED を高速度カメラで撮影する。そして、四隅の LED がどの位置に撮影されているかを参考文献 [1] の手法を用いてサブピクセルまで検出する。得られた点灯位置から LED アレイの画像上の幅が分かるため(式 (1)), 式 (2) により LED アレイと高速度カメラの間の距離を推定することができる。

$$R = \frac{x_2 - x_1}{128} \quad (1)$$

$$L = \frac{S}{2 \times R \times K} \quad (2)$$

x_1 は正方形の左上隅の LED の画像上の x 座標を表し、 x_2 は正方形の右上隅の LED の画像上の x 座標を表す。また、 L は LED アレイと高速度カメラ間の距離、 S は LED アレイの大きさ、 R は画像の幅と写っている LED アレイの幅の比、 K はカメラの画角をそれぞれ表す。

3 実験

表 1 の実験諸元に基づいて、LED アレイを高速度カメラで撮影する実験を行った。実験結果をまとめたグラフを図 2 に示す。グラフの横軸は LED アレイとカメラ間の距離、縦軸は実距離と距離推定結果の差を表した。推定の際に誤差が 0.5m を越えるものは結果から省いた。結果の平方平均二乗誤差をグラフに記した(実線)。55m 地点まで 0.2m 以内の誤差を達成できた。また、点灯位置検出の誤差による距離推定誤差を両側に 0.1 ピクセル、0.05 ピクセルずれた場合のそれぞれについて記した。

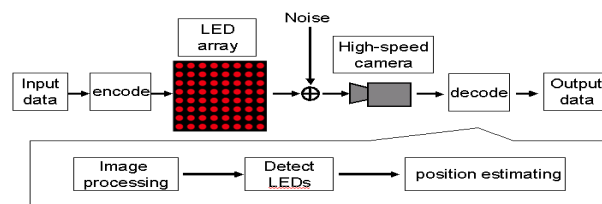


図 1 システムモデル

表 1 実験諸元

撮影環境	LED アレイ, 高速度カメラ共に静止状態 かつ互いに向き合っている
レンズの焦点距離	35mm
試行回数	3回
高速度カメラのピクセルサイズ	17 μ m
解像度	128 \times 128 ピクセル
カメラの撮影速度	1000fps
LED 点灯周波数	4kHz
LED アレイ	32 \times 32, 縦 46.5cm 横 46.5cm
LED 間距離	1.5cm

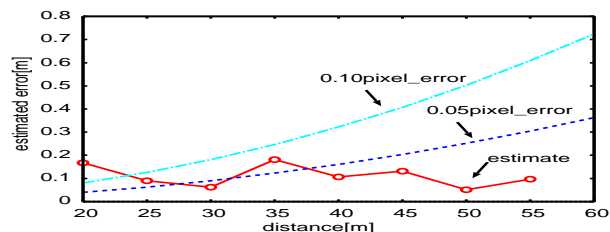


図 2 20m~60m(5m 間隔)の各距離における距離推定結果の平方平均二乗誤差(実線)と両側に 0.05 ピクセル、0.1 ピクセルずつずれた時(破線)の推定誤差

4 むすび

LED アレイを高速度カメラで撮影し、撮影画像から LED アレイと高速度カメラ間の距離を実験的に求めた。今後は推定精度の向上、傾き補正、距離から位置への拡張を考える。

謝辞

日頃熱心にご指導頂く、名古屋大学エコトピア科学研究所教授片山正昭先生、助教授小林健太郎先生に深く感謝する。また、本稿の一部は科学技術振興機構の A-STEP 及び科研基盤(c)の助成を受けて行われたものである。記して謝意を表す。

参考文献

[1] 名倉徹, 山里敬也他, "LED アレイと高速度カメラを用いた可視光通信システムのための LED 位置のサブピクセル推定" 信学総大, A-17-16, p.244, 2010 年