

A-17-6

LEDアレイと高速度カメラを用いた 路車間可視光通信のための通信路モデル

Channel model for Road to Vehicle Visible Light Communication System
using LED Array and High-Speed Camera

小澤 俊之¹
Toshiyuki OZAWA名倉 徹¹
Toru NAGURA山里 敬也²
Takaya YAMAZATO
岡田 啓⁴
Hiraku OKADA圓道 知博¹
Tomohiro YENDO藤井 俊彰³
Toshiaki FUJII名古屋大学 工学研究科¹
Graduate School of Engineering,
Nagoya University名古屋大学 教養教育院²
Institute for Liberal and Sciences,
Nagoya University
埼玉大学 理工学研究科⁴
Informatics, Saitama University東京工業大学 理工学研究科³
Integrated Systems,
Tokyo Institute 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].

このシステムの実現のためには送受信機間距離の増加に伴う受信画像の劣化が問題となる. これは隣接するLEDが互いに干渉し受信されることが原因として考えられる.

そこで本稿では干渉の影響を考慮した通信路モデルを作成し, LEDの点光源を用いて通信路特性を実験的に測定し, 結果を示す.

2 システムモデル

システムモデルを図1に示す. 送信器には縦横 16×16 個の個別点滅可能なLEDアレイを用い, i 行 j 列のLEDからデータ $x_{i,j,N}$ を送信する. ここで N は画像番号を表す. 送信データは通信路を通りカメラで受信される. このとき受信データは

$$r_{i,j,N} = \sum_{u=-(\frac{L}{2}+1)}^{\frac{L}{2}+1} \sum_{v=-(\frac{L}{2}+1)}^{\frac{L}{2}+1} h_{u,v} x_{i+u,j+v} + n_{i,j,N} \quad (1)$$

と表される. ここで $h_{u,v}$ は u 行 v 列の通信路の伝達関数, L はその大きさ, $n_{i,j,N}$ はカメラの背景光雑音を表す. 通信路は隣接LEDからの複数の光が干渉して受信される影響を考慮したものになっている.

3 通信路モデルの測定

LEDアレイの点灯をカメラで受信する際, 送受信機間距離が40m周辺では1つのLEDが1つの撮像素子に収まることが実験的に分かっている. それ以降の距離では1つの撮像素子に複数のLEDからの光が入射し, 画像サンプリングされることになる. このときの通信路をモデル化するため実験的に通信路の伝達関数を求める.

具体的には1つのLEDを点灯させたときの撮影画像から撮像素子への輝度の広がりをもとに通信路の伝達関数を求める. これにより距離に応じた通信路特性を表現することが可能になると考える.

表1, 2, 3に20m, 40m, 60mにおける通信路の伝達関数 $h_{u,v}$ を実験により求めた結果を示す. 表は縦横の値が $h_{u,v}$ の u 行 v 列に各々相当し, カメラで受信される輝度値を平均化したものである. ここでは $L=5$ である. また, 図2, 3に実際の撮影画像を示す.

この結果より送受信機間距離が大きくなる程, 通信路の伝達関数はピークの値が減少し, 周囲に広がり複数の撮像素子までLEDの光が跨がって受信されていることがわかる. また, 40mまでは1つのLEDに対して1つ以上の撮像素子で受信することができるため $h_{u,v}$ のピークの値はほぼ同じ値を取っていると考えられる.

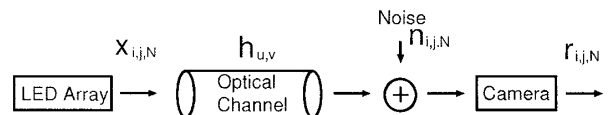


図1 システムモデル

表1 20m

0.006	0.006	0.003	0.006	0.006
0.009	0.022	0.028	0.006	0.006
0.012	0.169	0.372	0.025	0.006
0.012	0.083	0.151	0.023	0.009
0.006	0.009	0.012	0.009	0.003

表2 40m

0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
0.012	0.035	0.064	0.029	0.023
0.018	0.070	0.404	0.035	0.018
0.012	0.029	0.041	0.018	0.018
0.018	0.012	0.023	0.018	0.018

表3 60m

0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
0.033	0.041	0.066	0.025	0.033
0.025	0.066	0.205	0.033	0.025
0.033	0.025	0.033	0.033	0.033
0.025	0.025	0.025	0.033	0.025

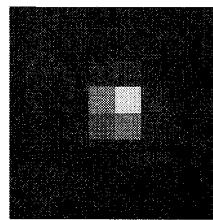


図2 20m

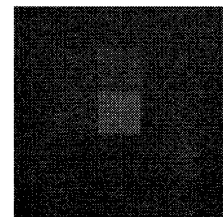


図3 60m

4 むすび

LEDをカメラで受信する際の通信路モデルを示し, その伝達関数を実験的に求めた. 求めた値により, 各距離におけるLED同士の干渉の大きさを知ることができ, 今後は今回の結果を元に干渉除去を考え通信特性の改善を図る.

謝辞 日頃ご指導戴く名古屋大学エコトピア科学研究所教授片山正昭先生, 助教小林健太郎先生, 愛知工科大学 ITS 研究所荒井伸太郎研究員に感謝する. なお本研究の一部は, 総務省SCOPEの助成を受けて行われたものである. 記して謝意を表する.

参考文献

- [1] S. Arai, S. Mase, T. Yamazato, T. Yendo, T. Fujii, M. Tanimoto, Y. Kimura "Feasible Study of Road-to-Vehicle Communication System Using LED Array and High-Speed Camera," Proc. of the 15th World Congress on ITS, Nov. 2008.