

# 平成 24 (2012) 年度修士論文発表内容要旨

電子情報システム専攻

氏 名	笠嶋 達也	研究室名	片山研究室
題 目	イメージセンサを用いた路車間可視光通信 距離延長のためのピクセル間干渉除去技術		

## 1 背景と目的

本研究では、LED 信号機を送信機に、車載高速カメラ (イメージセンサ) を受信機に用いる路車間可視光通信に着目する。本可視光通信では、送信機は個々の LED の輝度の変調によって情報を送信し、受信機では撮影画像の個々の LED に対応するピクセルの輝度値から復号を行う。しかし LED の光は拡散し、その LED に対応するピクセルの周囲のピクセルにも影響を与えてしまい、誤り率特性劣化の原因となる。本研究では、この問題をピクセル間干渉として定義し、その除去手法、また除去の前処理であるリサンプリング手法などを提案し、誤り無しで通信できる距離の伸長を目指す。

## 2 システムモデル

図 1 にシステムモデルを示す。送信側は 32×32 個の LED から成る LED アレイと符号化器から、受信機は高速カメラと復号器から構成される。また送受信機間の光空間チャンネルでピクセル間干渉成分や雑音加わる。ここで LED 光の拡散を図 2 のようにモデル化するとピクセル間干渉を考慮した受信ピクセルの輝度値  $P_{IPI(u,v)}$  は各 LED 単体による輝度値  $P_{(u,v)}$  と拡散係数  $h$  の畳み込みで表せる。この拡散係数  $h$  の最適値を推定する手法も本研究では提案している。受信機では  $P_{IPI(u,v)}$  に対して干渉除去を行い、その出力  $\hat{P}_{(u,v)}$  から復号を行う。

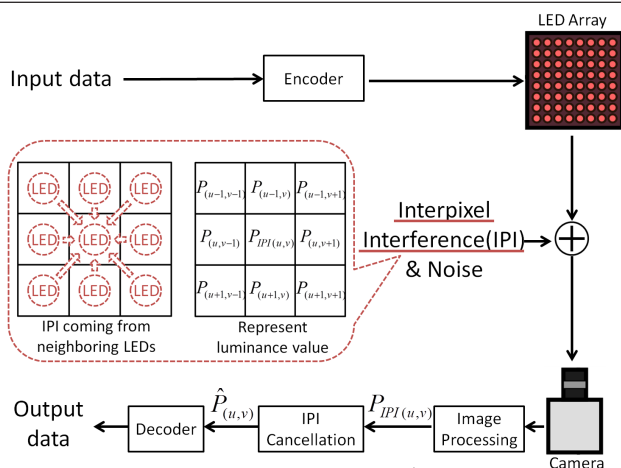


図 1: システムモデル

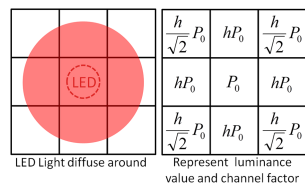


図 2: LED 光の拡散モデル

表 1: 実験諸元

LED 点滅速度	4kHz
撮影速度	1000fps
レンズの焦点距離	35mm
レンズの絞り	11
伝送速度	32kbps
誤り訂正符号	ターボ符号
比較 bit 数	1536000bit
通信距離	30m-65m
通信環境	静止環境
拡散係数 $h$	0.1

## 3 リサンプリング手法

受信側では撮影画像に対し画像処理で LED アレイの映る領域  $R \times C$  ピクセルを検出し、16×16 ピクセルにリサンプリングして  $P_{IPI(u,v)}$  を得る。この時従来手法では同じピクセルを複数回を用いるなど不均一なリサンプリングがなされており、干渉除去を効果的に行えない。そこで面積平均法という均一な変換が可能なりサンプリング手法や bicubic 補間などを改善手法として提案する。

## 4 ピクセル間干渉除去手法

本研究で着目するピクセル間干渉を除去する手法として MMSE フィルタ、また図 2 の LED の光の拡散の拡散分を減算するような逆フィルタを提案する。

## 5 実験

提案手法を有効性を評価するために実験を行った。表 1 に実験諸元を示す。図 3 に実験諸元における通信誤り率特性を示す。提案リサンプリング手法、干渉除去手法によって、誤り率特性が改善されていることが確認できる。また両方を適用することで 65m まで誤り無く通信可能だった。65m 以上は 1 ビットに割り当てられるピクセルが 1 以下となるため、65m が誤り無しで通信できる上界である。また提案した bicubic 補間や逆フィルタでも同様の結果を得ることが確認できている。

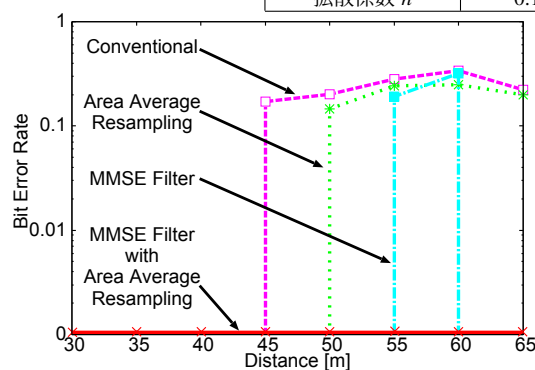


図 3: 提案手法適用時の誤り率特性

## 6 まとめ

路車間可視光通信におけるピクセル間干渉を定義し、その除去手法、改善リサンプリング手法を提案し、通信限界である 65m まで誤り無い通信を実現した。

### 発表業績

- 電子情報通信学会 USN 研究会 (2012-1)
- 電子情報通信学会 ITS 研究会 (2012-2)
- 国際会議 IEEE WiVEC 2013 (2013-6 採決決定済)
- 論文 IEICE Trans. Communications (投稿中)