

B-20-10

# 高速イメージセンサと魚眼カメラを用いた可視光受信器

## A Visible Light Receiver using a High Speed Image Sensor Inside a Fish-eye Camera

中澤陽平<sup>\*1</sup> 牧野秀夫<sup>\*2</sup> 水口雄介<sup>\*1</sup> 西森健太郎<sup>\*2</sup> 小林真<sup>\*3</sup> 若月大輔<sup>\*3</sup>  
 Yohei Nakazawa Hideo Makino Yusuke Mizuguchi Kentaro Nishimori Makoto Kobayashi Daisuke Wakatsuki  
<sup>\*1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科 <sup>\*2</sup>新潟大学工学部情報工学科 <sup>\*3</sup>筑波技術大学  
 Graduate School of Science and Technology, Niigata University Faculty of Engineering, Niigata University Tsukuba University of Technology

### 1. はじめに

照明機器からの可視光による通信(可視光通信)を用いた研究が進められており、受信器として2次元イメージセンサを用いた方式[1]や魚眼カメラを用いた手法が提案されている[2]。本研究では高速イメージセンサを内蔵した単一の魚眼カメラによって可視光信号を受信し、位置計測精度を向上させることを目的とする。具体的には、まず魚眼カメラによって天井の画像を撮影し、情報送信源である照明機器の位置を検出する。次に照明機器の座標上の光信号を復号する。

### 2. 方法

受信端末内には魚眼カメラとFPGA(Field Programmable Gate Array)を使用し、カメラ制御や復号等の処理をFPGA上で行う。イメージセンサとしてはCMOS型(ブレインビジョン社製、BV\_CIS002、画素数:192×41pixel、フレームレート:2kfps)を用いる。光源位置の検出と光信号の受信処理をFPGAに実装し、実験により動作を確認する。具体的には、1) 照明機器の位置をカメラ画像から求める、2) 小型LEDの点滅をカメラでとらえ復号する、の2つの実験を行う。

1) 光源検出：処理の前段階として取得画像の二値化により画像の明るい部分を取り出す。二値化する際の閾値は処理結果を確認しながら手動で設定する。次に二値化画像に対しラベリングを行う。そしてラベル付けされた連結成分毎の重心を求めると光源の位置を検出する。

2) 信号の受信：画像を撮影する場合、全ての画素を読み出す必要があるのに対し、任意の座標上での光信号の復号は垂直信号を連続して入力し、続いて水平同期信号を入力することで目標とする画素のみを読み出す。

### 3. 実験

魚眼カメラで天井を撮影しFPGAに実装した回路によって光源としての蛍光灯(2m高)の位置を検出し、処理時間を計測する。次に、LEDからファンクションジェネレータで生成した擬似信号を送信し、魚眼カメラで受信した結果を確認する。カメラとLEDの距離は10cm、イメージセンサのサンプリング周波数を2kHzとする。送信する擬似信号はDuty比50%の矩形波、周波数は50Hz、250Hz、および500Hzとする。

### 4. 結果

光源の検出結果を図1に示す。青い点が検出結果である。照明機器(赤)と窓(緑)の中心を光源として検出することができた。光源検出処理時間は50msであった。

光信号の受信結果を図2に示す。赤線が送信信号、青線が受信結果である。サンプル数より受信信号のDuty比を算出した結果、上段の50Hzの場合52.5%であった。また、3種類の周波数において信号の立ち上がり・立ち下り時間が0.5msとなった。

### 5. 考察

撮影画像からの光源座標検出実験では、2値化の閾値を手動で与えることで良好な結果が得られた。情報送信源である照明機器以外にも光源として検出されているので、これらを除去する処理が必要である。

光信号の受信実験では、受信結果が時間領域で見るとほぼ50%のDuty比になっているので、250Hzであれば信号の送信は可能であると考えられる。今後、より高速な送信速度において情報の復号を行い、立ち上がり・立ち下り時間についての検証ならびに自動的な閾値の決定法についての検討を行う予定である。

### 6. まとめ

画像処理により撮影画像中の光源の位置特定ができることを確認した。また、魚眼カメラによる光信号の受信実験を行い、500Hzまでの信号を検出した。

本研究を行うにあたり高速CMOSイメージセンサを御提供頂いたブレインビジョン株式会社 社長 市川道教氏に厚く感謝申し上げます。本研究の一部は総務省(SCOPE)および科研費(基盤C)の助成を受けた。

### 参考文献

- [1] Nobuo Iizuka, International Display Workshop DES7 - 2 Image Sensor Communication - A New Way of Visible Light Communication, 2010 Fukuoka  
 [2] 水口雄介 他, 可視光通信と高精細魚眼カメラを用いた屋内位置測定装置, 電子情報通信学会総合大会, 2011(予定)

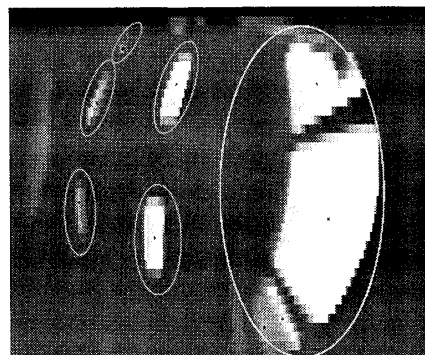


図1 光源検出結果

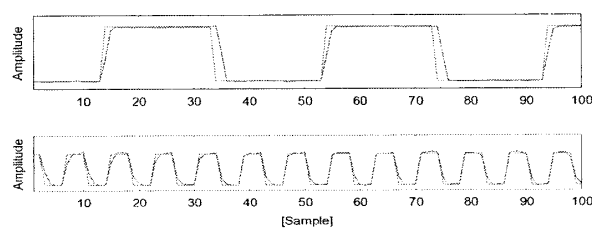


図2 光信号受信結果(上段:50Hz, 下段:250Hz)