

屋内測位基盤サービス用可視光通信端末の研究 (092304016) Development of Visible Light Communication Receiver for Indoor Positioning

研究代表者

牧野秀夫 新潟大学工学部情報工学科

Hideo Makino, Department of Information Engineering, Niigata University

研究分担者

金子昌彦[†] 小林 真^{††} 若月大輔^{†††}

Masahiko Kaneko[†] Makoto Kobayashi^{††} Daisuke Wakatsuki^{†††}

[†](株)ウィビコム, ^{††}筑波技術大学保健科学部 情報システム学科

^{†††}筑波技術大学産業技術学部 産業情報学科

[†]Wireless and Visual Communications Co., Ltd.

^{††} Faculty of Health Science, Tsukuba University of Technology

^{†††} Faculty of Industrial Technology, Tsukuba University of Technology

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

概要

可視光通信技術を用いた屋内測位と情報通信実現のために、独自に開発した情報通信型蛍光灯からの測位モデルと可視光受信機について報告する。ここで提案する測位方式とフォトセンサ及び魚眼カメラによる受信機システムは、蛍光灯のみならず次世代 LED 照明による情報通信に対しても高精度測位方式として利用可能である。独自のテストベッドにおける計測実験では、直管型蛍光灯並びにダウンライトにおいて、10cm 以内の測位精度を実現した。応用例として、床下加工が困難な雪国の地下街や工場等において比較的容易に高精度位置測位が可能となる。

Abstract

For an indoor positioning and communication system using Visible Light Communication (VLC), this report presented a location estimation model and a receiver based on the analysis of the output signals from specially designed fluorescent lights (FL). This location estimation method and newly developed receivers with photo sensors and a fish-eye camera are not only useful for FLC, but also can be used as a reference for application to the next generation LED light with high accuracy. The series of experiments using the tube type FLC system and compact fluorescent down light VLC system suggests that the empirical results, with the location error of less than 10 cm.

1. まえがき

本研究は 2 年の短期間であるため超小型可視光受光端末の開発に目標を絞って研究を進める。すなわち、開発済みの可視光送信テストベッドを活用し、平成 21 年度は基本となるセンサ開発と検出アルゴリズムの確認を行う。この成果を基に、平成 22 年度は評価実験ならびに小型受光端末の改良を行う。

2. 研究内容及び成果

2-1. 基本的なマルチチャンネル受光端末と測位ソフトウェアを開発し、9ch 可視光受信端末と 25cm までの測位精度を実現し電子情報通信学会英文誌に発表した(報告書記載)。

2-2 平成 22 年度は、評価実験ならびに小型マルチチャンネル受光端末の製作・改良を行った。

2-2-1 可視光端末と魚眼カメラを組合わせた測位方式により屋内測位精度 10cm を実現した(報告書記載)。

2-2-2 高速 CMOS イメージセンサによる一体型可視光受信器を開発した。

2-2-3 スマートフォンを用いた音声案内プログラムも開発した(報告書記載)。

2-2-4 LED 照明を用いた可視光通信テストベッドを新たに構築した(報告書記載)。

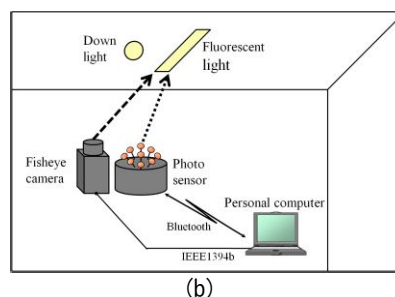
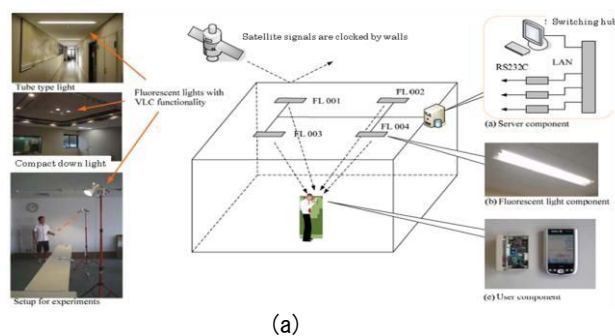


図 1 測定環境と計測装置構成

図 1 (a)に対象とする測定環境を示し、図 1 (b)に基本的な魚眼カメラと可視光センサを用いた計測装置構成を示す。

以下、紙面の関係で特徴的な技術成果を述べる。
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：

図2に示す通り、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。
- 2) 信号受信：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。



図2 魚眼カメラ及び制御回路の構成
(左：超高速 CMOS 魚眼カメラ、右：FPGA 制御装置)

次に実験方法と結果を述べる。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、照明用の 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。光源の検出結果を図3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。次に光信号の受信結果を図4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。

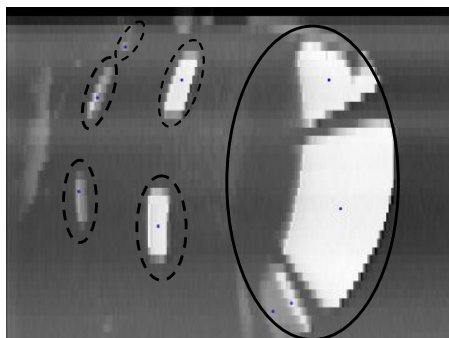


図3 光源検出結果
図左の楕円(破線)が直管蛍光灯検出結果、
図右の楕円(実線)は窓の検出結果を示す。

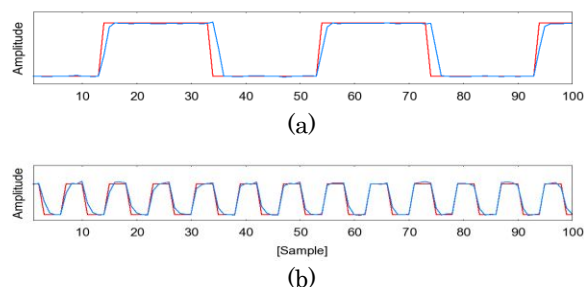


図4 光信号受信結果
(a) 50Hz の受信波形、(b) 250Hz の受信波形
(赤:制御波形(矩形)、青:出力波形)

3. むすび

高精度マルチアングル方式可視光受信端末の開発を目的に、専用のセンサ開発・魚眼カメラ型装置の開発・案内ソフトウェア開発および最新のテストベッド構築の成果を上げることができた。一般向け実証実験としては、小型ロボットによる自律移動動作とスマートフォンによる音声案内動作も実現した。今後は、雪国における自動搬送車制御や障がい者・高齢者の歩行支援に応用を試みる予定である。

【誌上発表リスト】

- [1] X. Liu, E. Umino, and H. Makino : Basic Study on Robot Control in an Intelligent Indoor Environment using Visible Light Communication IEEE WISP 2009, pp:323-325, Budapest, Hungary (2009. 8)
- [2] Asian Symposium on Geographic Information Systems 2009, X. Liu, H. Makino : An Intelligent Indoor Environment Solution: Compact Fluorescent Down Light System using Visible Light Communication, 7th Asian Symposium on Geographic Information Systems, pp: 32- 35, Incheon, Korea (2009. 5) ,IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing
- [3] Xiaohan Liu, Hideo Makino, Kenichi Mase, Improved Indoor Location Estimation Using Fluorescent Light Communication System with a Nine-Channel Receiver, IEICE Trans. Commun., Vol. E93-B, No.11 pp. 2936-2944, November 2010

【受賞リスト】

- [1] 牧野秀夫、平成 23 年度電波の日信越総合通信局長賞、“蛍光灯通信位置情報システム他”平成 23 年 6 月 1 日

【報道発表リスト】

- [1] “夢広がる街並み”、毎日新聞、2011 年 1 月 1 日
- [2] 《ユビキタス》準天頂衛星測位で全盲記者が銀座を歩くースマートフォンで位置情報を音声化ー
毎日 j p (毎日新聞) 2011年4月25日毎日新聞電子版(動画付)

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.gis.ie.niigata-u.ac.jp>