二次元 PSD を用いた室内 LED 照明による移動体の位置検出

影本 健汰 大西 康介 楊 世淵

九州工業大学

1. はじめに

近年, 室内における様々な場面で自律移動ロボットが活躍する場が増えてきており, 今後はそのようなロボットの活躍の場が増えていくと思われる。自律移動ロボットにおいてロボット自身の位置検出は重要であるが, 従来法には様々なデメリットも存在する。例を挙げると, 画像処理では複雑な処理が必要であったり, オドメトリでは長距離移動において大きな誤差が生じるといったことがある⁽¹⁻²⁾。本研究では, 従来法と比較し早くて正確で, 様々な環境下で利用可能な位置検出法の開発を目的とし, 二次元 PSD と室内 LED 照明を用いた新しい位置検出法を提案する。

2. 原理

位置検出の全体の構成を Fig.1 に示す。原点を定め, 各 LED の原点に対する座標をあらかじめ定めておく。LED ごとの周波数を変え, フーリエ変換を用いて周波数毎のスペクトルを得ることで, 複数の光を同時に受光し, それぞれの座標を求めることができる⁽³⁾。周波数変調をすることで外乱光と区別することが可能である。

PSD から得られる受光面上の座標から三角形の相似関係より PSD に対する LED の座標が求められる。これを Fig.2 に示す。PSD と LED の位置関係は次の式で求められる。

$$X_a = \frac{h}{d}x \quad (1)$$

Y 方向についても同様に求めることができる。

その後 LED, PSD, 定めた原点の位置関係により相対的に PSD の位置を検出することができる。

移動中様々な場所において入ってくる複数の光の中から PSD と X, Y 座標が最も近い 4 つの LED を選択しそれを用いて位置検出を行い, それらの結果を平均して PSD の座標を求める。

3. 実験

Position Detection of Moving Objects Using a Two Dimensional PSD
Kenta Kagemoto, Kosuke Onishi, Shiyuan Yang
Kyushu Institute of Technology

Fig.1. System configuration

Fig.2 Principle of detect the LED coordinate

予備実験にてこの手法で位置検出が可能であることが確認した後, 周波数がそれぞれ 1.2[kHz], 1.4[kHz], 1.6[kHz], 1.8[kHz], 2.0[kHz], 2.2[kHz]の 6 つの LED を用いた測定を行なった。LED の間隔は X 方向は 40[cm], Y 方向は 20[cm]とした。

移動の際の受光する光の切り替わり, 演算に使用する光の選択がある状況での位置検出を行なった。実験のイメージ図を Fig.3 に示す。

PSD 側の Y 座標を -200[mm]から 200[mm]まで 50[mm]ごとに移動させた際の Y 座標の測定を, PSD 側の X 座

標，光源からの距離が次のような場合で行なった。

- ・ PSD 側の X 座標 : $-50[\text{mm}]$, $0[\text{mm}]$, $50[\text{mm}]$
- ・ 光源からの距離 : $2.0[\text{m}]$, $2.2[\text{m}]$

$X=0[\text{mm}]$ のときの距離 $2.0[\text{m}]$, $2.2[\text{m}]$ における結果を Fig.4 に示す。

Fig.3. Experiment image using 6 LEDs

(a) $X=0[\text{mm}]$, Distance : $2.0[\text{m}]$

(b) $X=0[\text{mm}]$, Distance : $2.2[\text{m}]$

Fig.4. Measurement result of experiments using 6 LEDs

測定結果では理論値とほぼ同じ線となった。原点からの距離や LED と光学レンズの距離によって誤差の大きさが異なるのは、演算のプログラムに記述した距離値の小さな誤差が距離が大きくなるほど影響しやすくなるからであると考えられる。また、光学レンズが光を集光できる角度や PSD に受光されるまでの光の減衰等が距離によって異なるからであると考えられる。

4. 結論

本研究では PSD と LED 照明を用いた位置検出が室内における移動体の位置検出に有効であることがわかった。それと同時に、この手法は正確な位置検出ができ、LED 照明を使うことで普段から使用している照明を利用することが可能で、室内にランドマーク等の新たな設備を必要としない位置検出であることを示した。PSD を用いることで複雑な演算を必要としないより高速な位置検出ができることがわかった。フーリエ変換、周波数変調を用いることで同時に複数の LED を用いた位置検出が可能となり、より正確な位置検出が可能である。電波等を使わず、周囲の景観や多少の室内のレイアウト変更に影響されないため様々な状況下で利用可能である。周波数変調によって外乱光と LED との区別が可能である。また、今後の課題として光学レンズや PSD が受光できる角度を広げる、LED の数をさらに増やし測定範囲を広げるといったことがあげられる。さらに、傾きの検出や障害物等を考慮した検出などを実現し、より実用的な室内での位置検出法の実現が挙げられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を賜った九州工業大学電気電子工学科の芹川聖一教授に心から感謝の意を表します。

文 献

- (1) Fabien Launay, Akihisa Ohya and Shin'ichi Yuta: "A Corridors Lights based Navigation System including Path Definition using a Topologically Corrected Map for Indoor Mobile Robots", *Proceedings 2002 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp.3918-3923 (2002)
- (2) 大矢晃久, "自律移動ロボットにおけるビジョンの応用", 電気学会研究会資料. ST 2011(1), pp.65-68 (2011)
- (3) Shiyuan Yang, Kiyotada Matsura, Shun Inoue, Fenghui Yao, "Method of Concurrent Detection for Multiple Light Sources Position by Using the PSD", *International Conference on Industrial Application Engineering 2013*, pp.273-276 (2013)