

光を利用した屋内における移動体の自己位置測定および障害物検出

工学研究院電気電子工学研究系 准教授 楊 世淵(子63)



1、はじめに

超スマート社会 (Society 5.0) は、快適で質の高い生活かつ活力溢れる社会を目指しています。このような社会を実現するために、IoTやAI、クラウド、ドローン、自動走行車・無人ロボットなどの活用が不可欠です。

私は現在、光を用いた光波情報処理による計測について研究を行っており、IoTシステム基盤研究センターのメンバー活動として、スマート物流のためのセンサシステムの開発を行っています。また、大学の海外派遣プログラムの一環として、

GEコースの学生を中国深セン市の清華大学深セン研究生院へ派遣し、本学のGCE教育に取り込んでいます。ここで、主な研究テーマや海外研修実施例を紹介させていただきます。

2、LED室内照明を利用した自己位置測定

移動体の自己位置推定法は、従来からエンコーダやジャイロスコープなどの内界センサ、カメラを用いた推定装置が種々提案されています。物流センターや生産工場で使用される無人搬送車は磁気誘導方式が主流となつています。また、GPS等電波を利用する方式は屋内での誤差が大き過ぎるので、私が近年普及しつつあるLED照明の光を利用する方式を考案しました。従来は、LEDの光強度をホトダイオードで検出して、大まかな位置を推定する方法がありました。誤差が大きい等様な問題が存在します。二次元位置検

出素子 (PSD) を用いれば、正確に光源重心の座標を測定できることから、図1に示すPSDカメラと三つのLED照明を用いた自己位置測定法を開発しました。天井にLED照明の光重心が直線上になるように配置し、それぞれのLED照明が異なる正弦波の光を出力するように変調を行い、光マーカーとして利用します。PSDカメラより受光したLED照明の全出力の時間信号をフーリエ変換することによって、異なる周波数のLED照明の

数変調することによって、外乱光の除去の働きも備えることにあります。また、PSDカメラのアナログ出力周波数が100キロヘルツ以上と高く、CCDカメラによる方式より高速に自己位置の測定ができます。LED照明の周波数を数百〜数千キロヘルツの範囲内に任意に設定することができ、複数のLED照明の認識が可能です。自己位置測定の精度は最大誤差が数センチ程度で実用的な手法と言えます。

光重心の二次元座標を取得します。また、事前に取得した各LED照明の光重心の位置情報 (LED照明の光重心の間隔や床からの高さ等) を用いて、PSDカメラの相対座標を算出し、PSDカメラを搭載した移動体の自己位置を測定します。LED照明を正弦波光出力にする理由は、各々のLED照明を識別すると同時に、周波

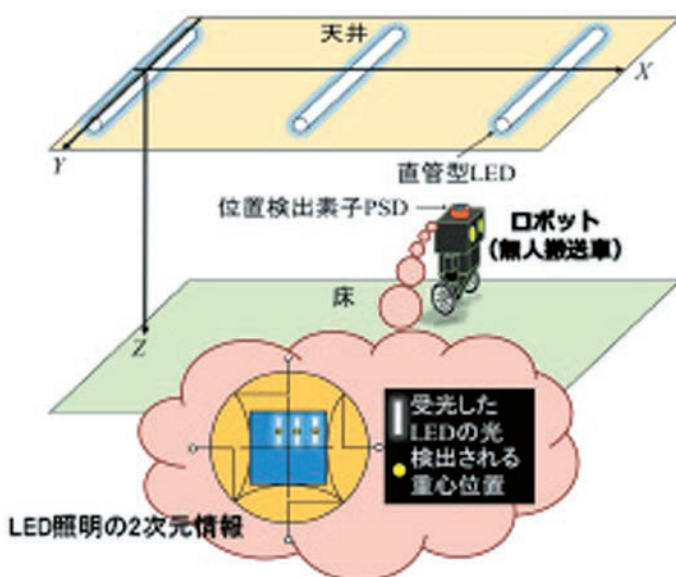


図1 PSDカメラと三つのLED照明を用いた自己位置測定法

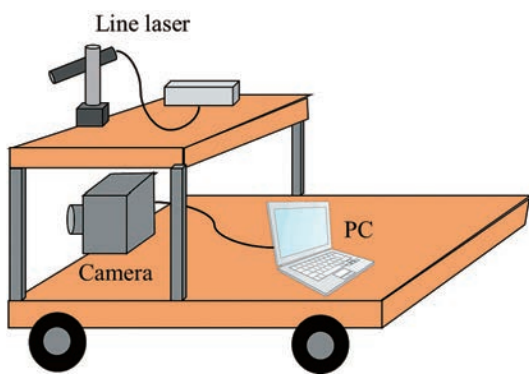


図2 ラインレーザーとカメラを用いた障害物検出法

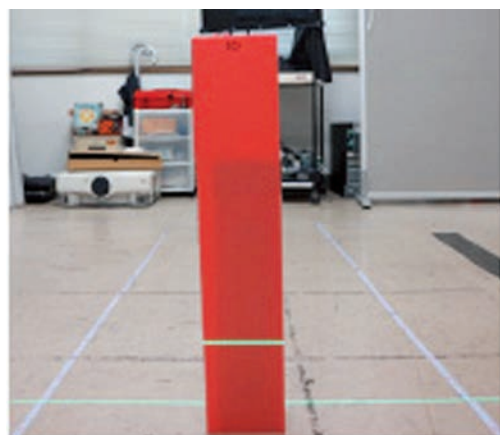


図3 ラインレーザーとカメラを用いた障害物検出の写真例

3、ラインレーザーとカメラを用いた障害物検出

安全な自律走行には、障害物検出は不可欠です。従来は、接触式センサや超音波センサ、赤外線センサによる方式が利用されていますが、検出範囲や測定精度等の問題が存在します。近年、三次元ライダーによる方式が広範囲・高精度で障害物の検出ができるようになり、装置自体が高価なもので普及するには至っていません。そこで、簡単な方式で広範囲・高精度で障害物の検出法を考案しました。図2のイラストに示すように、ラインレーザー（ラインLED

Dでも可）と安価なカメラ（USBカメラなど）を用いたシステムを開発しました。ラインレーザーをカメラの上部に設置し、直線状のレーザー光を床に照射します。図3に緑色のラインレーザーを照射したときの例を示しています。床面が平面であれば、カメラに映るレーザー光が直線状となり、障害物によるラインレーザーの反射光が存在すれば、床による反射光の上部に反射光が映ります。事前に入手したラインレーザーの高さやカメラの高さ等の情報を用いて、三角測量の原理に基づいて、カメラ画像から障害物の反射光の位置の相対座標を算出します。前

進しながら測定すれば、障害物の大きさも測定できます。この方式は、ラインレーザーの照射光が届く範囲に制限されるが、ラインレーザーの個数を増やすことで範囲を広げることができ、また、ラインレーザーをパルス光にすることや色の切り替えで外乱光の除去が簡単にできます。カメラの解像度や距離にもよりますが、最大誤差が数センチ程度の精度が実現でき、屋内において、実用的な手法と言えます。

4、清華大学深セン研究生院

九州工業大学海外派遣プログラムによる清華大学深セン研究生院への派遣は、これまでに2回程実施しました。物流システムのモデリング・最適化及び物流ロボットに関する研究を行う戚銘尧准教授の研究室を見学し、開発した無人搬送車のデモ等を行っていただきました。図4の写真（ラックの下に入るタイプ）は、戚先生が設立した大学発ベンチャー企業、深セン若歩知能科技（Shenzhen Robu Intelligent Technology）で商品化したRowBotCarriersです。深センの地の利を利用して、迅速に



図4 AGV RowBotCarriers

部品の調達ができ、短期間で開発から製品の製造まで実現する速さに驚きました。本学GEコースの参加学生が英語で質問を聞き、技術開発への関心が高まりました。

5、終わりに

スマート物流のための屋内における新しいセンシング手法を提案・開発しました。現在、実装のためのシステム最適化・安定化を行っており、清華大学深セン研究生院の戚先生や北九州の企業と協力して、商品化を目指しています。また、海外派遣プログラム等を通じて、学生が世界のモノづくりに触れ、より広い視野を持つグローバル・エンジニアへの成長を期待します。