

氏 名	やま もと しげ ひろ 山 本 茂 広
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 1582 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 電 気 工 学 専 攻
学位論文題目	視覚機能を用いた移動体の位置計測および走行制御に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 安倍 稔 教授 荒木光彦 教授 英保 茂

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、工場内の無人搬送車などに応用可能な視覚機能を持つ移動体の位置計測と走行制御に関する理論的、実験的研究成果をまとめたもので、8章から成っている。

第1章は緒論であり、本研究の背景、移動体に関する研究動向などをまとめるとともに、本研究の意義および本論文の構成について述べている。

第2章では、本研究のために試作し、実験に使用した移動体システムについてその基本構成を説明するとともに、システムの主な構成要素の仕様ならびに諸元を示している。

第3章では、主に1本の天井蛍光灯を利用した移動体の位置計測について述べている。まず、天井面の画像から蛍光灯像を分離・識別し、移動体から見た蛍光灯の位置と角度を計測する手法を説明している。次に、その計測の誤差について評価し、カメラの前傾角に多少の誤差があっても、位置・角度の計測にはあまり影響を与えないことを理論および実験によって示している。また、実際に走行実験を行い、十分な精度で位置・角度の計測ができることを確かめている。

第4章では、複数の天井蛍光灯を利用した移動体の位置・姿勢角計測に関してその原理、実験結果および計算機シミュレーションによる検討結果について述べている。まず、一般的な廊下のような場所では天井が低く、照明用蛍光灯も一列に並んでいる場合が多いので、床面が十分に平坦であれば、前章のように1本の蛍光灯像のみでも高精度で計測可能であるが、床面に凹凸や段差があるような場所では、2本の蛍光灯像を利用することにより、移動体のピッチ角の変化やカメラの前傾角の誤差などの影響を軽減できることを示している。ただし、2本の蛍光灯を利用する計測法では、移動体と蛍光灯との位置関係に注意が必要で、移動体より前方の蛍光灯を用いて位置計測を行う必要があることを指摘している。次に、工場などのように天井が高く広い場所では、何列もの蛍光灯が並んでいると考えられ、このような場合には、4本以上の蛍光灯を利用した計測が有効であることを指摘している。また、4本以上の蛍光灯を利用した計測では、カメラの取り付け角や天井の高さが未知の場合でも計測可能であることを示している。

第5章では、移動体自体を利用して基準となる蛍光灯の位置を計測する手法について述べている。本手法は、基本的にはステレオ画像計測に基づくものであるが、カメラの向きが未知であることを想定している。実際に基準蛍光灯の座標を計測し、この計測結果をもとにして移動体の位置計測を行ったところ、充分実用に耐える精度で計測できることを確めている。さらに、計算機シミュレーションを行い、各蛍光灯の高さが同一であると見なせる環境においては、それを仮定した計測方法を用いるのが有利であること、蛍光灯の高さが異なる環境においては、カメラの向きの一つを既知と仮定する計測方法を用いることになるが、この場合、カメラの向きに多少の誤差があっても構わないことなどを指摘している。

第6章では、操舵角を直接設定できない簡易型三輪式移動体の一走行制御法について述べている。本手法は、移動体の位置・姿勢角の情報をもとにして操舵角を推定し、これらを操舵モータにフィードバックすることによって直線または円弧軌道に沿って走行させるものであり、簡便で実用的な手法と考えられる。またカルマンフィルタを用いることによって、位置・姿勢角の計測値についても時系列データから最適推定を行うことができることを述べている。本走行制御手法を天井蛍光灯を用いて移動体の位置・姿勢角を計測した場合に適用し、実機を用いた走行実験により、その有効性を確かめている。

第7章では、移動体に走行軌道を教示するいくつかの方法について検討している。すなわち、蛍光灯の配置地図を作成し、この地図上で走行軌道を指定する方法あるいはティーチングバック方式を応用し、あらかじめ指定軌道上をマニュアル式で走行させて教示する方法などについて述べている。

第8章は結論であり、本研究で得られた結果をまとめるとともに、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、工場内の無人搬送車などに応用することを目的として、視覚機能を持つ移動体の位置・姿勢角計測と走行制御に関する手法を提案し、その理論的、実験的研究結果をまとめたもので、得られた主な成果は以下の通りである。

(1) 実験用台車に搭載したカメラでとらえた天井面の画像から蛍光灯像を分離識別して、移動体から見た蛍光灯の位置と角度を実用上十分な精度で計測する手法を提案し、実機による走行実験によってその有効性を確めた。

(2) 複数の天井蛍光灯像を利用した移動体の位置・姿勢角計測に関して詳細な検討を行い、天井が低く蛍光灯が一行だけ配置されている環境で、床面に凹凸や段差があるような場所では、2本の蛍光灯像を利用すれば精度よく計測できること、また、天井が高く複数列の蛍光灯が配置されている環境では、4本以上の蛍光灯像を利用した計測が有効であることを示した。

(3) 移動体自体を利用して基準となる蛍光灯の位置を計測する手法について詳細な検討を行い、各蛍光灯の高さが同一であると見なせる環境および高さが異なる環境の両者について、最も有利な計測方法を提案した。

(4) 移動体の位置・姿勢角の情報をもとにして操舵角を推定し、直線または円弧軌道に沿って走行させる実用的な手法を提案した。

(5) 移動体に走行軌道を教示するいくつかの方法を提案し、その得失を明らかにするとともに、実機に

よる走行実験を行い、教示した軌道に沿って走行することを確かめた。

以上要するに本論文は、視覚機能を持つ移動体の位置・姿勢角計測法とこれらの計測結果を利用した移動体の走行制御法について詳細な検討を行い、移動体のナビゲーションを行う新しい方法を提案したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成9年1月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。