

氏名(本籍)	伊藤 恒平		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 7279 号		
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	飛行ロボット搭載用一軸距離センサの開発とその応用に関する研究		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	大矢晃久
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	亀山啓輔
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	河辺徹
副査	筑波大学 教授	工学博士	坪内孝司
副査	芝浦工業大学 特任教授	工学博士	油田信一

## 論文の要旨

本論文は、無人飛行ロボットの周囲環境認識センサとして不可欠なレーザ距離センサの軽量化を図るために、走査型二次元距離センサの一軸化に必要な距離計測誤差低減方法を提案し、その有効性を検証するとともに、実際に一軸化を行ったセンサを実験用飛行ロボットに搭載し、ロボットの自己位置推定に応用した結果について述べたものである。

近年、相次ぐ自然災害や労働力不足を背景として、移動ロボットの研究・開発が多く進められている。中でも無人飛行ロボットは、監視、偵察、警備、運送など様々な分野への活用が模索されている。狭い屋内での活動には小型の飛行ロボットが適しているが、その運搬能力は大きくないため、搭載可能なセンサには小型軽量化が求められる。自律型移動ロボットには、自己位置認識や障害物検知のために周囲の環境を認識するセンサが必須であるが、その環境認識センサとしては走査型の二次元距離センサが多く用いられている。一方で、ヘリコプタに代表される飛行ロボットはその場回転が可能であり、その運動能力を利用すれば走査機構の無い一軸の距離センサでも周囲の計測が可能となる。そこで本研究では、二次元距離センサの走査機構を取り払って軽量化することを考え、その際に問題となる距離計測誤差の低減方法を提案している。

走査型の二次元距離センサでは、計測を行わないセンサ後方の内部に設けた基準反射板までの距離を計測することで、熱等によって生じる計測誤差を低減しているが、一軸レーザ距離センサでは常に同じ方向を計測しているため、この方法を利用できない。そこで本研究では、同じ方向に存在する複数の対象物までの距離を同時に計測可能なマルチエコー測定機能を用い、センサ前面の距離既知の位置に基準板を設置し、第1エコーが基準板、第2エコーが被測定物からの反射光となる工夫をしている。第1エコー、第2エコーの両方に同じ熱等の影響による変動が含まれていることとなるため、

互いの差を求めることにより、変動を除去できる。まず、走査型二次元距離センサを改造して一軸化を行ったセンサに対して熟よる測定値の変動を確認し、提案する手法の有効性について実験により検証している。次に、センサ自体を回転させて周辺状況を計測する実験を行い、走査型二次元距離センサと同等の計測を行えることを確認している。さらに、一軸化したセンサの応用の一例として、センサを小型の飛行ロボットに搭載し、ロボットが回転しながら移動していくことで、ロボットの自己位置推定が可能であることを示している。

本論文は全6章からなる。第1章では、本研究の背景と目的について述べている。第2章では、移動ロボットに不可欠なセンサとして距離センサを取り上げ、それを小型飛行ロボットに搭載するための軽量化に必要なセンサの一軸化と、それに伴って生じる測距誤差の低減方法を提案している。第3章では、提案した一軸距離センサの誤差低減方法について、実験的にその有効性を検証している。第4章では、一軸センサを搭載した飛行ロボットの自己位置推定方法について述べ、第5章では、実際にロボットを飛行させて周囲環境を計測した実験、自己位置を推定した実験の結果について述べている。第6章はまとめであり、本研究を総括している。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

本研究では、走査型二次元レーザ距離センサを一軸化する際に問題となる測距誤差の低減方法を新たに提案して有効性を検証するとともに、一軸化したセンサを飛行ロボットの自己位置認識に応用して評価している。実際のシステム構築から実験による評価まで、全てが著者自身の手によるものであり、これは著者の高い研究開発能力を示している。環境認識用の距離センサを小型の飛行ロボットに搭載するためには、その軽量化が必須であるが、本研究により走査機構を取り払った軽量一軸距離センサの実現に一步近づくこととなった。本研究で得られた成果は、今後利用が広まっていくであろう小型飛行ロボットの開発に貢献すると考えられ、ロボット工学分野の発展に大きく寄与しており、高く評価できる。

### 【最終試験の結果】

平成27年2月10日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。