

氏名	Dmytro FAIZULLIN (ウクライナ)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工博甲第444号
学位授与の日付	平成29年9月22日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Improvement of Analog Sun Sensor Accuracy and Data Processing for Sun Vector Determination (アナログ式太陽センサの精度向上および太陽ベクトル決定のためのデータ処理法)
論文審査委員	主査 教授 平木 講儒 " 赤星 保浩 " 橘 武史 " 趙 孟佑

学位論文内容の要旨

本論文は、超小型人工衛星に搭載できる簡易な姿勢決定用センサとしてのアナログ式太陽センサの精度向上技術と、実際に軌道上で取得されたデータから太陽ベクトルを決定する処理手法に関する研究である。

筆者はまず、近年各国で挙って製作され打ち上げまで行われた、大学生による超小型人工衛星では、教育を目的とするものが4割近くを占め、失敗する確率も40%を超える現状を指摘している。開発コストを低く抑え、衛星の姿勢を知る機能を始めから与えていない場合が多く、せつかく軌道上運用に至っても、情報が乏しく経験の蓄積につながらない面も指摘されている。そのような中、筆者は比較的簡易な手法である太陽センサに着目し、中でも市販のフォトダイオードを使って自作可能なアナログ式太陽センサに焦点をあてている。著者は、本学学生が開発を行い、2016年2月17日にH-IIAロケットにより打ち上げられたHORYU-IVのプロジェクトメンバでもあり、同衛星に搭載された6組の自作の精密太陽センサについて述べている。

次に、自作の太陽センサに対して地上で実施した較正試験の詳細について述べるとともに、通常使用される線形式とは異なり、偶関数による多項式近似とフォトダイオード(3mm×3mm)を4つに区分する幅0.1mmの空白部における出力損失を補完することによって、0.1deg以下の検出精度を達成できることを示した。

次に、軌道上のHORYU-IVで取得された実際の太陽センサの出力と、地上試験での出力の比較について述べている。軌道上での出力には、較正時には見られなかった飽和とクロストークが確認されたことから、軌道上での出力を補正する手法を検討し、較正

時よりも強い入射光に対しても、0.1deg 程度の精度で太陽ベクトルの検出が可能であることを示した。

次に、軌道上で得られたデータを使った太陽ベクトルの算出法を述べている。太陽センサからデータが得られない間は、ジャイロからの出力を基にしながら太陽光パネル出力を補助的に利用して、拡張カルマンフィルタによるジャイロ出力補正の推定を行う手法を用いれば、算出姿勢誤差の低減が可能であることを示した。

最後に著者は、本研究で得られた成果のまとめと今後の展望を述べている。

学位論文審査の結果の要旨

本論文の持つ重要性として、まず大学生でも容易に製作可能なアナログ式太陽センサを衛星の姿勢把握に適用可能であることを示した点が挙げられる。フォトダイオードの空白部における出力補正や偶関数による多項式近似を用いることで、容易に高精度化が可能であることを示した点も重要である。さらに、軌道上でなければわからなかった飽和やクロストークといった出力異常に対する補正法を考案、提示したことも重要である。加えて、ジャイロ・太陽光パネル出力を組み合わせ、環境に左右されやすいジャイロ出力を補正する方法を示した功績も、宇宙工学分野の発展および社会に寄与するところが極めて大きい。

また、本論文に関する公聴会において、審査委員および出席者から、太陽光パネル出力から太陽ベクトル算出法、ジャイロ出力の信頼性、高周波ノイズの影響、HORYU-IVでの新たな実験の可能性など、種々な質問がなされたが、いずれも著者からの的確な回答がなされ、質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士(工学)の学位に十分値するものであると判断した。