

## 審査の結果の要旨

氏名 此村 領

修士（工学） 此村領 提出の論文は「自律的小型飛行ロボットの研究」と題し、7章からなる。

航空宇宙技術の進歩にもかかわらず、我々の日常生活において、我々の周囲に広がる3次元空間は十分に活用されることなく手付かずのままになっている。そこを活用するための技術がありうるのではないかと著者は本研究の動機を書き起こす。普通の人々の日常生活において人々の周りの3次元空間を活用するための技術としては、近年注目を集めるいわゆるドローンが候補になると考えられる。しかし、現存するドローンをそのまま日常生活に持ち込むのは、墜落や衝突の危険を考えると、困難である。また、人が手動で操縦しなければならないドローンの場合は、その有用性も限られてしまう。そこで、本論文では、墜落したり人間に衝突したりしてもほとんど危害の及ばないくらいに超小型で、手動の操縦を必要としない、自律的小型飛行ロボットを構築することを目指すとしている。従来の飛行ロボットのアーキテクチャでそれを実現することは困難であることを述べ、本論文では、新しいアーキテクチャを提案し、その有用性を実証している。外部に操縦システムや飛行支援システムを必要としない自律型の飛行ロボットとしてはこれまでに実現されたことのなかった機体重量 75 グラムの小型飛行ロボットを構築することに成功した。また誤差を±5cm 以内におさめた自律的な自己位置制御にも成功した。

第1章は序論であり、本研究の動機と背景、目的、位置付け、および本論文の構成を述べている。

第2章では、本論文で提案する自律的小型飛行ロボットの概念について述べている。飛行ロボットの最大の短所であるところの墜落の危険性の問題に対処するために、本論文では機体重量 100g 以下の超小型の飛行ロボットを目指すという目標設定を行なっている。さらに、自律性について、精緻な議論を展開している。自律とは自分で自分の行いを規制し、外部からの力に縛られないで自分の立てた規範に従って行動することであるとし、どうい

う外部からの力に対して何が自律的であるのかを明確に示すことが重要であるとしている。その上で、自己姿勢のみならず、自己位置も自律的に制御することのできる自律的飛行ロボットを目指すとしている。さらに、その実現のためにアーキテクチャの見直しが必要であることを述べている。従来のアーキテクチャにおいては、ハイレベルのプロセッサとローレベルのプロセッサの役割分担に混乱が見られることを指摘し、自己姿勢制御と自己位置制御をすべてローレベルのプロセッサに分担させる新しいアーキテクチャを提案している。

第3章では、自律的小型飛行ロボットの実装について述べている。センサ信号を直接処理することのできる並列計算機を使用し、メモリを使用せずにすべてのセンサ信号を同一の計算機を用いて処理する手法を提案し、実際に FPGA(field-programmable gate array)を用いることにより、ハードウェアとして実装した。さらに、そのハードウェアの能力を生かした自己姿勢制御と自己位置制御の新しいアルゴリズムを提案し、ソフトウェアとして実装している。

第4章では、実験と評価について述べている。飛行ロボットの姿勢と位置の真値を測定できる実験設備を用いて実験を行った結果、本論文で構築した飛行ロボットの自己姿勢制御と自己位置制御が、それぞれ、角度誤差3度以下、位置誤差5cm以下で達成されたことを示している。

第5章では、JEM 船内可搬型ビデオカメラシステムへの応用について述べている。本論文で提案した飛行ロボットのハードウェアとソフトウェアは飛行ロボット以外への応用可能性を有している。その一例として、国際宇宙ステーションの JEM(Japanese Experiment Module)船内移動ロボットの一部として応用した例について紹介している。

第6章では、本研究で達成したことと今後の課題を整理している。

第7章は結論である。

以上要するに、本論文は、自律的小型飛行ロボットの新しいアーキテクチャを提案しその有用性を実証したものであり、その成果は航空宇宙工学上寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。