

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	徐 茂 錚
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
A Study on Mechanisms for Multicopter Consisting of Passive Joints Capable of Plane Perching and Rough Terrain Landing			
(不整地への着陸および平面へのパーチング動作ができる受動関節で構成されたマルチコプターのための着陸機構の研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	高木 健	印
審査委員	教 授	石井 抱	印
審査委員	教 授	栗田 雄一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>マルチコプターは、軽量・低コストという優れた特徴を持つため、多くの分野で活躍が期待されている。たとえば、大型建造物の点検、空撮による災害時の状況把握、物品の運搬、救助活動、高所からの監視、高所作業などがある。しかし、どのような応用においても、マルチコプターを利用する場合は、離陸と着陸を確実にを行う必要がある。現状では離着陸には広い平地が必要とされているが、必ずしもそのような場所があるとは限らないため、このことはマルチコプターが活躍できる範囲が限定される要因となっている。この問題を解決するため、本論文では鳥が木の枝に留まる動作（以下、パーチング動作）および不整地への離着陸を実現する機構を提案し、それらの機構の解析を行うと共に、実機を作成し実験によりその有効性を示している。</p> <p>1章では、提案する機構のコンセプトが述べられている。マルチコプターは軽量であることが求められ、積載できる電力にも限りがあるため、電気要素を用いることなく機能する機構が望ましい。一方、これまでに開発されてきた類似機構はこれらの要求を十分に満たしておらず、この要求を満たす機構を提案することが述べられている。</p> <p>2章では、水平面を持つテーブルなどへのパーチング動作を実現する機構を提案している。この機構は水平面を把持するためのグリップを有しており、平行リンク機構を用いて自重で駆動する構成となっているため、電気的エネルギーを用いることなくパーチング動作を実現できる。また、任意の水平面の厚さ、把持する位置などにおいて、安定に把持できるかを解析する方法が述べられている。構成するリンク機構に加わる力およびグリップと水平面の接触部に生じる力を6の把持状態に分類し解析を行い、摩擦円錐を用いて安定把持ができる範囲が示されている。また、この解析の妥当性を検証するために実機を作成し、実験においても同様にパーチング動作が実現できることが示されている。</p> <p>3章では、ロボットアームを有するドローンを前提とし、その場合において、ロボットアーム</p>			

ムを 1 つの脚として考えることで、電気要素を用いることなく不整地に離着陸できる機構を提案している。提案機構は極めてシンプルであり、2 つの脚が 1 つの受動回転関節により回転できる構成となっている。ロボットアームとこの機構を組み合わせると 3 つの脚を有することになり不整地に適応できる。特に受動回転関節には摩擦トルクが生じるように工夫されており、自重により地面に応じて受動回転関節が回転するため、電気要素を用いることなく、不整地への離着陸が実現できることが示されている。

4 章では、3 章で提案した機構の力学的および幾何学的な解析が行われている。不整地に 3 点で離着陸するため、不整地をその 3 点を含む平面であると仮定し、マルチコプターが水平を保った状態で 3 つの脚が地面に接触できるかを判定する方法を議論し、接触できる場合におけるアームの姿勢、およびマルチコプターの重心を考慮し安定して離着陸できるかを判定する方法が示されている。

第 5 章では、本研究を総括するとともに、今後の展望についてまとめている。

このように、本論文では、これまでのマルチコプターにおいて、離着陸することが難しかった地面に対しても、電気要素を用いることなく軽量かつシンプルな機構で適応できることを解析および実験で示した。本研究は、マルチコプターを応用できる範囲を広げるモノであり、今後さらなる展開が期待される場所である。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。