

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 加藤 宙

本論文は、「不整地を移動する多脚型ロボットに関する研究」と題し、月・惑星表面などの、未知不整地環境を探索する多脚型ロボットを実現することを目標として、それに必要な新しい歩行アルゴリズムを提案し、シミュレーションで実証を行ったものであって、全体で、7章よりなる。

第1章は、序論である。本研究の背景として月・惑星探索の意義、それに必要な移動ロボットの特性、多脚型ロボットの一般的な特徴、月・惑星表面のクレータや斜面などの探索における多脚型ロボットの優位性を論じている。

第2章は、「多脚型ロボット」と題し、ロボットの移動機構の中で、多脚型の特徴を論じ、従来の研究をサーベイして、不整地表面を移動する多脚型ロボットの問題点、従来解決されていない技術的課題につき述べている。従来発表されている多脚型ロボットは、その活動する環境と、ロボットのハードウェアの形態を規定し、その条件下に歩行アルゴリズムを検討している。これらの条件に依存しない、汎用的な歩行アルゴリズムの必要性について論じている。

第3章は、「汎用歩行アルゴリズム」と題し、5本以上の脚を持つ多脚型ロボットに適用できる新たな汎用歩行アルゴリズムを提案している。提案されたアルゴリズムは、適用する多脚型ロボットの形態によらず有効なため、非常に抽象的なルールからなっており、ロボットの形状によらず適用可能であることを示している。また、本章後半では、具体性を持たせ多脚型ロボットモデルの例を定義し、それに提案したアルゴリズムを適用することにより、基本ルールの意味を具体的に示し、コンピュータ上でシミュレーションを行い、アルゴリズムの有用性を示している。

第4章では、「歩行パラメータ」と題し、前章で提案した汎用歩行アルゴリズムに対して、ロボットの安定度、接地脚と遊脚の速度、胴体の動作、遊脚の動作などにつき、なめらかさ、安全性など、所謂、より優れた歩行を実現するために、アルゴリズムの中の変更可能な部分について、歩行への影響を、数学的・物理的な考察とシミュレーションを交えて論じている。これにより、提案した汎用アルゴリズムを具体的な多脚ロボットに適用する際の、最適化の指針を与えている。

第5章では、「不整地面での胴体の移動」と題し、前章までに提案した、汎用歩行アルゴリズムを採用する多脚型ロボットにおいては、ロボット胴体の移動経路は任意に与えることができることを利用し、地面の傾斜度に合わせて、より走破性能が上がるように胴体姿勢を変更するアルゴリズムを提案している。特に、従来、一般的に採用されてきた、不整地を移動する場合に、胴体を常に水平に保つ手法は、歩行に有利でないことを指摘し、胴体の傾斜角を地面にできるだけ合わせる方が、安定性を増すことに着目し、新しい視点から、多脚型ロボットが不整地を移動する場合の、ロボット胴体の姿勢の制御手法を提案している。第3章で提案した汎用歩行アルゴリズムは、ロボット胴体の位置と姿勢を自由に与えることが可能なため、本手法を、汎用歩行アルゴリズムに組み込むことが容易に可能であることを論じている。

第6章では、「ハードウェア検討」と題し、試作したロボットの設計と製作、それを用いた実用上の問題点の抽出、および、それを解決する対策の提案を行い、改良型ロボットの設計について論じている。

第7章は、「まとめ」であり、得られた研究成果をとりまとめるとともに、今後の課題と展望に言及している。

以上を要するに、本論文は、月・惑星表面などの未知不整地環境を探索する多脚型ロボットを対象とし、5本以上の任意の形状の脚型ロボットに適用可能な極めて汎用性の高い歩行アルゴリズムを提案し、従来困難とされていた不整地でのロボットの移動の可能性を大幅に拡大し、それを計算機シミュレーションによって検討し、その有効性を証明したもので、今後のロボット工学、制御工学の進展に貢献するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認める。