

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	Ananta Adhi Wardana
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 Wheeled Inverted Pendulum Robots Capable of Climbing Stairs (階段を昇降できる車輪型倒立振子ロボットに関する研究)			
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>ロボットの活躍できる範囲を工場のみではなく、人間の生活空間まで拡大するためには、人間の生活空間を自由に移動できる必要がある。つまり、人間の生活空間には段差、階段、狭い通路があるためこれらを移動できる必要がある。さらに、人間にとって必要なモノは机の上など地面より高い位置に配置されているのが一般的であるため、これらのモノにアプローチできるだけの高さも求められる。これらの要求を満たすロボットの実現は依然として挑戦的な課題である。本論文は、この要求を満たすため、段差等の地面の凹凸形状に柔軟に適応できるシンプルな動力伝達系を縦長のロボットである倒立振子ロボットに適応することを考えた。そのロボットの設計に必要な条件を明らかにすると共に、その動的運動を解析し、数値的に安定性を示すと共に、実機を製作し実験によりその有効性を示した。</p> <p>第1章では、人間の生活空間でロボットが活躍するために求められる要求を議論すると共に、これまでに提案されている階段を昇降できるロボットの特徴とその問題点を示し、提案ロボットの有用性が述べられている。</p> <p>第2章では、差動機構は環境に柔軟に適応できる可能性がある機構であることを、動滑車を例にその基本概念を示し、この概念を応用することで地面の凹凸に柔軟に適応できる動力伝達系が遊星機構を用いることで実現できることが述べられている。この動力伝達系を用いると、外界の形状を認識するためのカメラなどのセンサを用いることなく、機構的に地面の凹凸に適応できるため、ロボット全体としてのシステムをシンプルに構成できる特長がある。この動力伝達系を平行二輪型の倒立振子ロボットに適応し、実機により階段を昇降できることを示した。また、提案ロボットの動力学モデルを構築し、解析を行い、制御に必要なパラメータの調整方法を明らかにした。さらに、動力学シミュレーションを用いることにより、階段昇降の安定性を数値的に示した。</p> <p>第3章では、平行二輪型の倒立振子ロボットの二輪が異なる高さにある場合、転倒する可能性があるが、この問題を解決するために一輪で走行する方法を提案した。第2章で述</p>			

べた差動機構を一輪の倒立振子ロボットにそのまま適応することは形状的に難しいため、ハーモニックドライブが差動機構であることに着目し、ハーモニックドライブと平行リンクを2つ組み合わせた新たな機構を提案した。横方向の姿勢を保つためにはコントロールモーメントジャイロを用いた。これらの動力学モデルを構築し、解析を行い、設計・制御に必要なパラメータを明らかにした。提案機構を実装したロボットを製作し、実機により階段を昇降できることを示した。

第4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、これまでの車輪型倒立振子ロボットでは走行することが極めて困難であった階段を、差動機構を応用した動力伝達機構を適応することで昇降できることを実機および数値計算で示した。本研究は、人間の生活空間を自由に移動できるロボットが求められている中、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。