

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	揺動グロース車輪と干渉駆動関節を有するヘビ型ロボットの機構と制御の研究
Title(English)	
著者(和文)	古村博隆
Author(English)	Hiroataka Komura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10468号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:遠藤 玄,鈴森 康一,松永 三郎,塚越 秀行,菅原 雄介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10468号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

福島第一原発原子炉建屋内など、災害現場では内部の探査が危険性や瓦礫などによる狭隘性から作業員が直接侵入することが難しい環境が存在する。このような環境では、不整地や階段の踏破、またドアの操作などのマニピュレーションに加え、通気ダクトや瓦礫による狭隘地や、大きな障害物の踏破能力も求められる。広く研究されているクローラや歩行などの移動形態の探査ロボットでは不整地や階段の踏破能力や搭載されたロボットアームによるマニピュレーションが多く、例で達成されている一方で、狭隘地や大型障害物での踏破能力は十分でない。本論文ではこれらの移動機構よりも狭隘地や大規模な段差の踏破において優れる能動車輪及び能動関節を有したヘビ型ロボットに着目し、この特徴に加えて不整地、階段を踏破でき、さらにその体幹をロボットアームとして用いることでマニピュレーションも実施可能なヘビ型ロボットを実現し、その有用性を示すことを目的としている。

このために、まず能動車輪能動関節ヘビ型ロボットの車輪の移動能力を向上させるために段差踏破性能に優れる揺動グロース車輪機構を提案した。この揺動グロース車輪は等配に回転対偶によって接続された扇形のグロースによって構成される。本論文では、さらにこの車輪の数値シミュレーションによって得られた最適パラメータに基づいた試作を行い、これを用いた四輪車両によって実際に車輪直径の7割程度の段差を等は可能であることを確認した。

続いて、この車輪を用い不整地、階段、大規模段差の踏破やマニピュレーションの実施が可能な能動車輪能動関節ヘビ型ロボットの機構の提案及び下図に示す試作を行った。本機構では、ヘビ型ロボットに関する先行研究で得られた知見から階段踏破のために車輪の大径化を行い、さらに関節駆動機構に平行リンク機構による干渉駆動機構を適用することでマニピュレーションや大規模段差踏破時に十分な長さの体幹を持ち上げ可能となる高出力重量比の体幹モジュールを実現した。加えてマニピュレーション時に対象物の把持を行うためのグリップ機構についても合わせて提案した。この試作機を用い実験により、高さ600 mmの段差、500 mm四方の通気ダクト、さらに瓦礫を模擬した不整地や斜度55度の急勾配階段の踏破が可能であることを確認し、試作機が高い移動能力を有することを確認した。

さらに、試作したヘビ型ロボットを含むピッチ及びヨー軸関節が交互に連なる形式のヘビ型ロボットの旋回性能を向上させるため、その旋回半径を最小化する手法を提案した。本手法では、通常ヨー軸関節のみによって行う平面上での旋回をピッチ軸関節も屈曲させることで旋回時の円弧姿勢の曲率を大きくし、より狭いスペースでの旋回を実施可能にする。また本論文ではこの旋回手法による旋回に必要な幅の低減効果を数値シミュレーションによって確認し、また開発した試作機によって同手法が実際に実施可能であることも確認した。

最後にヘビ型ロボットの体幹をロボットアームとして用いることによる移動マニピュレーションの実現のため、ヘビ型ロボットの汎用的な姿勢決定手法を提案した。本手法では、ヘビ型ロボットの冗長な体幹の姿勢を決定する連続曲線モデルを拡張し、その先端位置を連続曲線に基づいた逆運動学解法により制御可能としたほか、蛇行運動などの移動のための動作との統合を行うことで、ヘビ型ロボットによる移動マニピュレーションを実施可能としている。この手法を試作機に適用した実験により、バルブハンドル回転作業、ドア開け作業、ドア通過移動を実現し、本論文で開発した試作機及び提案する移動マニピュレーション手法がヘビ型ロボットによる移動マニピュレーションを達成可能であることを確認した。

以上により、本論文では狭隘地や大規模段差に加え瓦礫による不整地や階段が踏破可能で、かつその体幹をロボットアームのように用いたマニピュレーションも実施可能なヘビ型ロボットを実現し、その有用性を示した。

