

2014年 5月 16日

2013年度採択 研究推進プログラム（基盤研究・災害研究枠）研究成果報告書

採択者 (研究代表者)	所属機関・職名：理工学部・准教授 氏名：玄 相晃
研究課題	油圧源を外部に持つ油圧式歩行ロボットの強不整地作業能力に関するフイージビリティスタディ

I. 研究計画の概要

研究計画について、概要を記入してください。

震災の復興や今後予想される自然災害において、自分で移動し、大きな力を出して作業ができるロボットの実用化は緊急の課題である。長年の研究の末、申請者は最近、高速で柔軟な油圧駆動ロボットの開発に成功した。自重を支えながら機敏に移動しなければならない歩行ロボットは、パワー密度が他の駆動方式と比べて圧倒的に高い油圧駆動の「良さ」を最も良く体现できる。しかし、機敏に動作するためには油圧源が外部に必要となる。問題は、「油圧源を外に置いて本当に大丈夫か？」という素朴な疑問である。

本研究では、狭隘なプラントや倒壊家屋、急斜面等、人や重機が立ち入れない複雑で危険な現場において、工具を使った力作業や運搬を歩行ロボットに代行させるシナリオを想定し、油圧源をどこまで引き伸ばせばどれだけの質と量の仕事ができるかを定量的に明らかにすることを目的とする。具体的には、4脚歩行ロボットを想定し、ロボットが油圧源から自力で歩き始めて、路面変化の伴う危険な足場でバランスをとりつつ、全身を使った力仕事が現実的にどの程度可能であるかを、数値シミュレータと実機を用いて調査する。

II. 研究成果の概要

研究成果について、概要を記入してください。

1) 数値指標設定、2) シミュレーション、3) 補完実験という3段階の計画を立てた。1) 不整地作業の数値目標として、10cmの段差のある平地でバランスをとりながら0.5m/s程度で歩行できること、階段をゆっくり登ることができることの2つを設定した。

2) 油圧駆動4脚歩行ロボット（体重50kg、寸法L1000-D600-H800mm）の試作機のシミュレータを完成させた。次に、全身力制御アルゴリズムを利用したバランス制御と歩行アルゴリズムを考案し、1) で設定した数値指標を達成可能かどうか、シミュレーションと解析を行った。その結果、0.25m/sの不整地定常歩行に必要な運動エネルギー消費と作動油冷却のためのエネルギー量が明らかとなった。高速な歩行シミュレーションや階段の昇降対応は運動制御そのものが完成していないため現在保留となっているが、目安としては定常歩行の2倍程度のエネルギー消費量を見込めば良いという結論を得た。

3) 補完実験としては、上記定常歩行ならびに不安定なシーソーに載せてバランスを保つという難易度の高い動作において、圧力と流量を計測した。後者は国際ロボット展において実際にデモを行った。また、25kgの錘をのせてスクワットさせて、供給圧を一時的に増加することで重い荷物の運搬ができることを実証した。

4) 十分なシミュレーションができなかった代わりに、当初計画にはなかったが、外部エネルギー供給が途絶えたシナリオを新たに加え、バッテリー駆動の油圧ユニットを研究室内で構成し、そのパワーで歩行運動をカバーできるかどうかの調査を行った。調査の結果、実験とシミュレーションで行った歩行とバランスについては30分の連続動作が可能であることがわかった。