

2012年 5月 7日

2011年度採択 研究推進プログラム（若手研究）研究成果報告書

採択者	所属機関・職名：理工学部・准教授 氏名：玄相昊
研究課題	全身の力を柔軟に制御可能な次世代建設ロボットの開発

・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。

今、世界中の環境保全、資源探査、防災・復興の現場で、人間の代わりにマニピュレータを自在に運用して力仕事を行う作業ロボットの実用化が強く望まれている。ロボティクスの分野では、過去30年間、広く普及した電動モータの利用を前提とした理論的に高度な制御方法も提案されているが、関節出力トルクと耐環境性が低いため、実際に屋外で活躍しているロボットはモータを推進部に利用した移動ロボットが大半で、大出力で力仕事を行う建機を代用できるものはほとんどない。

申請者は最近、全身接触力制御アルゴリズムを世界で初めて発明し、50関節の等身大ヒューマノイドロボットの姿勢制御においてその有効性を実証した。この技術の要点は、全身の関節を柔軟に使うことで未知形状の路面と多点接触する複数の力を同時に制御することで、結果としてバランスや作業に必要なとされる力を実時間かつ自在に制御するものであり、受動性の恩恵によりモデル誤差の影響を受けにくい特徴を有する。油圧はパワーのスケーリングと制限が極めて容易であり、メカに特殊な工夫を必要としないため故障に強く、近年はパワーエレクトロニクス技術の進歩により制御性能と効率が飛躍的に改善している。

そこで本研究では、申請者が提案した多関節全身接触力制御技術を建設機械に適用することで、その作業性能を飛躍的に向上させることを目的としている。具体的には、建機が不得意とする極不整地での高度な力作業をターゲットとした、脚式下部走行体を有する新しい建設ロボットシステムを提案する。研究終了後、メーカーと共同で試作機を開発し、システムの有効性を実証する。

・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。

計画書に掲げた次の3つの課題のうち、1)と2)を達成し、3)は未完に終わった。

- 1) 油圧駆動関節の力センサを用いない経済的な力制御アルゴリズム開発とその性能限界の調査
- 2) 上部構造（フロント）と下部構造（脚・アウトリガー等）の同時駆動による最適作業アルゴリズムの開発
- 3) 不整地における安定性、移動速度、エネルギー効率に関する従来建機との性能比較

1)においては、圧力センサを用いた1軸の油圧シリンダの力制御アルゴリズムをシミュレーションと実験の両方で検討した。未知パラメータを想定した非線形適応制御を導入し、通常の比例制御では困難な追従性能を達成した。パラメータ誤差と力偏差との関係を定量的に把握することができた。

2)においては、上部3自由度のフロントと各2自由度を有する脚機構を有する脚式ロボットのシミュレータを構築し、全身接触力制御アルゴリズムならびに姿勢制御アルゴリズムを移植することに成功した。フロント手先にとりつけたバケットで掘削作業を行う力作業を想定し、アルゴリズムを適用した結果、脚部の運動を有効に利用することで、全体の安定性を確保しつつ、上部の限界速度を超える作業が可能になることを確認した。

3)においては、従来建機のリサーチにほとんど着手できなかったために未完に終わったが、その代わりに、4脚建設ロボットの試作機の概略設計を行い、機構のCADモデル作成や必要なパワー・トルク計算を完了させた。