

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名： ロボットプラットフォーム

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

極限環境下での高いアクセシビリティを持つ脚型ロボットの開発

研究開発機関名：

早稲田大学

研究開発責任者

高西 淳夫

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

当該年度の計画と目標は下記の通りであった。

(1) 脚型ロボットのハードウェア開発

昨年度までに 735W, 580W, 370W の 3 つの出力の中空構造のアクチュエータユニットを開発しており、これらを利用することで ImPACT 基本プラットフォームとなる脚型ロボットを開発する。

(2) 移動能力向上に関する取り組み

不整路面を安定して移動する方法として腹ばい移動を提案し、昨年度までに動力学シミュレーションを通してその有効性を検証した。そこで、当該年度は脚型ロボット実機にて崩壊の危険性のあるがれき路面での腹ばい移動の実現を目指す。はしご昇降については、環境認識センサ情報を用いた自律的な運動の実現を見据え、はしご上での安定判別規範に基づく運動生成手法を開発する。

(3) 平地での移動速度向上

腹ばい移動では平地での移動速度が遅いため、脚移動と車輪走行の両立が可能な能動車輪機構を開発し、平地において腹ばい移動の 2 倍以上の速度である時速 2km での移動を目指す。

(4) 作業能力向上

これまでの脚型ロボットのエンドエフェクタは移動のみを考慮したフック形状のものであったため、移動と作業の両立が可能なエンドエフェクタについて検討し、移動だけでなく素手での作業や単純な電動工具の把持などの作業実現を目指す。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

(1) 脚型ロボットのハードウェア開発

ImPACT 基本プラットフォームとなる脚型ロボット WAREC-1 (WAseda REsCuer – No.1) を開発した。WAREC-1 は 1 肢 7 自由度の全 28 自由度を持ち、2 肢立脚時の全高は 1690mm、体重は約 150kg である。

(2) 移動能力向上に関する取り組み

腹ばい移動時の機体の安定性評価指標に基づく腹ばい移動歩容生成法を考案した。また、腹ばい移動時の滑動低減を目指し、がれき路面に引っ掛かることのできる胴体部を開発した。はしご昇降については、はしご上での安定判別規範を構築し、各質点の運動や把持点での反力を調整することではしごからの滑落を防ぐことが可能な運動生成手法を考案した。

(3) 平地での移動速度向上

時速 2km での平地移動だけでなく、50mm の段差乗り上げが可能な能動車輪機構を開発した。

(4) 作業能力向上

JIS 規格や MIL 規格で定められている形状のはしごや階段の手すりに対応可能で、作業のために必要な能動自由度を持つエンドエフェクタを開発した。

2-2 成果

(1) 脚型ロボットのハードウェア開発

WAREC-1にて災害現場を模擬したがれき路面（20～100mmの木材をランダムに配置）での腹ばい移動（図1）を実現し、各種規格内の寸法のはしご昇降（図2）も実現した。

（2）移動能力向上に関する取り組み

機体の安定性評価指標に基づく腹ばい移動歩容生成法と路面との引っ掛かり機構を持つ胴体部を利用することで、従来よりも腹ばい移動時の滑動量を低減できることを確認した。また、棧の間隔が225mm（JIS規格内）のはしごにて、把持点位置を指定するのみで、ロボットが自律的に運動を生成し、はしご昇降が可能なことを確認した。

（3）平地での移動速度向上

平地を時速2kmで移動でき、50mmの段差も車輪で乗り上げ可能なことを確認した。さらに、能動車輪機構をWAREC-1に搭載した状態で、腹ばい移動とはしご昇降が可能なことも確認した。

（4）作業能力向上

エンドエフェクタ単体で、素手での作業（バルブ開閉、扉開閉など）と電動工具を把持可能なことを確認した。さらに、同じエンドエフェクタをWAREC-1に搭載した状態で、腹ばい移動とはしご昇降が可能なことも確認した。



図1 WAREC-1のがれき路面での腹ばい移動



図2 WAREC-1の垂直はしご昇降

2-3 新たな課題など

WAREC-1の分散制御システムには国際的に標準化されたCAN（Controller Area Network）を使用しており、開発段階から想定していたが、その通信速度の制限が制御等に悪影響を与えることが明確になった。CANよりも通信速度の速い規格へ変更する予定である。

3. アウトリーチ活動報告

日産財団主催『わくわくサイエンスナビ』にて、ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジを紹介するとともに、脚型ロボットの研究開発意義を説明した。