

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 9 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

橋本 健二

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) 脚型ロボットの改良

前年度までに ImPACT プラットフォーム（初号機：WAREC-1）を開発したが、課題がいくつかあるため改良する。具体的には次のような項目である。①通信周期の高速化，②腹ばい移動時の滑動量の低減のための胴体形状改良，③遠隔操作性を考慮した移動と作業の両方に利用可能なエンドエフェクタの開発，④環境認識センサの搭載。

(2) 移動能力向上に関する取り組み

前年度までに崩壊の危険性がある路面を移動する手段として腹ばい移動を提案し、実機にて路面形状が未知の不整路面での移動を実現した。当該年度は、①腹ばい移動時の滑動量低減，②胴体接地を利用した高い段差の踏破，③マルチコンタクトを考慮した運動生成法の開発，④はしごへの自律接近・取り付け・昇降運動生成，⑤車輪移動機構のシステム統合の5つの項目について取り組む。

(3) 作業能力向上に関する取り組み

これまで「移動」と「作業」のタスクは別々のプラットフォームにて検証されていたが、当該年度は、1つのプラットフォームにて「移動」と「作業」を連続して行えるようにシステムを統合する。

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) 脚型ロボットの改良

①分散制御の通信規格に CAN (1Mbps) を用いていたが、EtherCAT (100Mbps/1Gbps) に変更することで伝送速度を改善した。②WAREC-1 の胴体部は平面を4つ合わせた単純な凹形状であったが、腹ばい移動の胴体接地時の滑動量低減のために、スパイク状の機構を設けた胴体部を新たに開発した。③開発したエンドエフェクタは、母指と示指、中指に相当する能動自由度を持ち、母指に対向するように示指と中指が配置されている。把持能力を高めるために、母指に相当するロボット指部には2指を設けるが、差動歯車を採用することで1つのモータで2指を駆動できるだけでなく、馴染み把持も可能なようにした。④移動・作業の各姿勢で広範囲を認識できるように、最適化手法を用いてセンサの配置場所・姿勢を検討し、小型の3次元点群センサを WAREC-1 に20個搭載した。

(2) 移動能力向上に関する取り組み

①・②上記の胴体部スパイク機構を利用して、腹ばい移動時の滑動量を低減し、胴体接地を活用した大きな段差のよじ登り動作を生成した。③マルチコンタクトを考慮した運動生成法を開発した。④環境認識センサにてはしごを検出（首都大 Gr）し、はしごへ自律的に接近し、取り付け・昇降するアルゴリズムを開発した。⑤車輪移動機構と WAREC-1 の制御 PC を1つのシステムに統合した。

(3) 作業能力向上に関する取り組み

WAREC-1 の1肢に岐阜大 Gr が開発したハンドを搭載し、千葉大 Gr の遠隔操作技術を統合した。

2-2 成果

(1) 脚型ロボットの改良

EtherCAT 化し、胴体部にはスパイク機構を有し、全身に 20 個環境認識センサを持つ WAREC-1 の改良機を図 1 に示す。エンドエフェクタについては、単体で検証している段階であり、エンドエフェクタ単体では電動工具の馴染み把持とトリガ操作を実現した。

(2) 移動能力向上に関する取り組み

がれき路面上の腹ばい移動については、胴体接地時の滑動量の平均値を 90mm から 10mm に低減することができた。また、胴体接地を積極的に活用することで WAREC-1 の脚長と同程度の高さ 860mm の段差踏破も実現した。マルチコンタクトを考慮した運動生成法により、2 肢立ちや 4 肢立ちなどの姿勢遷移を自動生成することができ、4 足歩行での階段昇降を実現した。はしごに関しては、環境認識センサの情報を利用し、はしごへ自律接近・取り付き・昇降を実現した。

(3) 作業能力向上に関する取り組み

WAREC-1 の 1 肢に高出力ロボットハンドを搭載し、そのハンドで人間も使用するバルブハンドルという工具を無通電把持し、遠隔操作にて開口トルク 90Nm のバルブ回しを実現した (図 2)。操作者は上半身に軽量なモバイルマスタを、頭部にヘッドマウントディスプレイを装着し、ロボットのステレオカメラ映像を見ながらハンドが搭載された 1 肢を遠隔操作した。

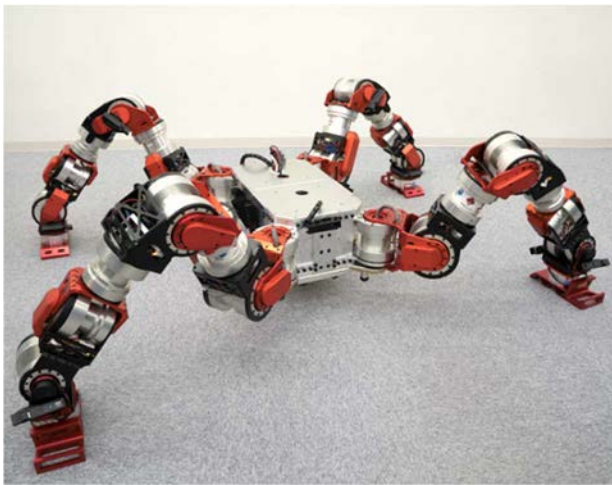


図 1 WAREC-1 の改良機



図 2 WAREC-1 でのバルブ回し

2-3 新たな課題など

WAREC-1 の各関節に力センサを組み込む予定であったが、使用予定の減速機の納期が通常の 1.5~2 ヶ月から約 8 ヶ月と長期化しており、スケジュールの上の課題が出てきた。そのため、WAREC-1 と比較すると出力は劣るが、市販品のトルクサーボを購入し、関節レベルの力制御を検証することとした。また、その検証結果を東工大 Gr が開発予定の油圧脚の制御に活用する。

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。