

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：ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 28 年度

研究開発課題名：

索状ロボットの全周に実装可能な皮膚型触・近接覚センサの開発

研究開発機関名：

金沢大学

研究開発責任者

鈴木陽介

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

【皮膚型近接覚センサ】

能動車輪型太径索状ロボットを対象として、プラットフォーム開発者（電気通信大学・田中先生）と連携して開発を行い、接地面との距離・姿勢を推定可能な近接覚センサの設計を6月の評価会に合わせて行うことを目標とした。センサ搭載により可能となる動作例として、段差移動時にステップの有無を自律で判別可能とすることで、オペレータが複雑な操作をする必要が無いようにする。これを実現するために、ロボットの各車輪部の底面に実装可能な形状を持ち、電源・配線等をロボット制御用のマイコンに合わせた設計を行うこととした。

【皮膚型触覚センサ】

非車輪型太径索状ロボットを対象として、プラットフォーム開発者（岡山大学・亀川先生）と連携して開発を行い、全20個の関節部品（直径80mm、高さ37mm程度の円柱）の全体を覆うことができる薄型の触覚センサを開発することを目標とした。前年度末の時点での一次試作機をベースとして目標仕様（取得すべき情報・マイコンへの情報送信方法など）を決定し、12月を目途に全身への実装を達成する計画とした。

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

【皮膚型近接覚センサ】

センサ形状に関しては、一次試作機と同様に20x20x15mm程度とし、センサ外殻部品をロボット本体に容易に正確な位置に接続可能となるよう設計変更を行った。検出エレメントの個数と配置は変更なしとした。検出回路には、アンプ回路を内蔵することで、ロボット制御用マイコンにセンサ信号を入力する際のAD変換分解能の不足を補い、高感度化とノイズ対策を行うこととした。センシングのための赤外線発光ON/OFFをマイコンからの信号により切り替え可能とすることで、不要な電力消費を抑えられるようにした。また、センサの駆動と信号取得をマイコンの電源（直流3.3V）に合わせた回路構成とした。

以上のセンサを全10か所の車輪部に実装し、目標とする動作が可能となることを確認した。さらなる実装位置として、ロボット側面部から周囲の障害物を検知できないかという案が出た。

【皮膚型触覚センサ】

一次試作機に基づく検討から、索状ロボットが移動動作を行う際に得られると望ましい触覚情報として、接触位置と法線力だけでなく、接線方向の力も挙げられた。これに対応するため、新たな触覚センサの原理として、圧縮荷重の重心位置を検出可能なセンサを柔軟構造内に2層に配置することによる3軸力検出センサを提案した。ロボットの外形に合わせて内径80mm、外形85mmの円筒状のセンサを設計し、これを構成するためのセンサシートと柔軟部品の製造を行った。

以上のセンサを10月に京都大学にて一部搭載して実験を行い、柔軟材料の強度等の問題を確認して設計を見直した。11月の評価会にて全20関節の内10関節に改良版のセンサを実装し、配管内を移動する際の接触状態に関する情報を取得できることを確認した。

2-2 成果

【皮膚型近接覚センサ】

図 1 に示すように、能動車輪型太径索状ロボットの各車輪部の直下に位置するように合計 10 個の近接覚センサを実装した。すべてのセンサが目標とする情報取得を行えることを確認した。ロボットの動作として、階段昇降時や配管内進入時の各車輪の接地判定（接地したことをトリガとして動作を切り替えるため）に利用可能であることが評価フィールドで実証できた。

【皮膚型触覚センサ】

図 2 に示す外観の、接触位置と 3 軸力を検出可能な触覚センサを製作した。これを図 3 に示すように非車輪型太径索状ロボットの関節にひとつ置きに実装した。評価フィールドにて行った実験では、同ロボットが垂直配管内を登る際の接触状態を検出でき、京都大学の藤原先生が導入したインタフェースによってオペレータ用の画面上にこれをモニタリング可能となった。



図 1 近接覚センサ

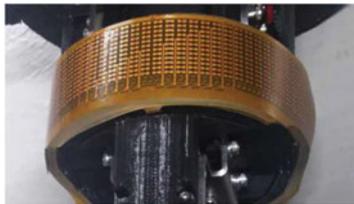


図 2 触覚センサ外観



図 3 触覚センサを搭載した非車輪型索状ロボット

2-3 新たな課題など

能動車輪型太径索状ロボットに対して、狭所移動時の障害物回避を目的とした側面方向への近接覚センサがあると便利であること、また、スタックが生じやすいヨー関節部全体をカバーできる触覚センサが有用であることが、新たな課題として発生したため、これに取り組むことで本ロボットの移動性能とタフさを向上することを目指す。

非車輪型太径索状ロボットに対しては、動作実験を繰り返すことやメンテナンス時に触覚センサが故障することがあった。また、ロボット自体の設計もスポンジゴムの変更など見直される部分があるため、これに合わせて再度の改良を行う。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし。