

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 27 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：

電気通信大学

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】

一次試作と特性試験を行ったのち、最適化に着手することを目標とした。すなわち、既存研究に使用実績があり入手も容易なセンサ素子を使用し、対象とする索状ロボットの外形寸法に合わせた1関節分のネット状近接覚センサを、早期に試作して模擬フィールドでの検出性能を評価する計画とした（平成27年9月～平成28年1月）。また、この結果やプラットフォーム開発者との打ち合わせからセンサ仕様の最適化に着手する計画とした（平成27年12月～平成28年6月）。

【皮膚型触覚センサ】

試作と特性試験に着手することを目標とした。すなわち、対象とする索状ロボットの外形に合わせて、荷重分布位置(Center of Pressure)・すべり統合型センサのフレキシブル基板回路を1関節分作成し、適切な感度の感圧導電性ゴムと組み合わせた試作機の作成と評価実験を行う計画とした（平成27年12月～平成28年6月）。

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】

プラットフォーム開発者らとの打ち合わせから、対象を能動車輪型の太径索状ロボットとして、車輪間のスペース（20×20×15mm程度）に収まるサイズで、接地前に地面の傾きを検出可能な近接覚センサを開発することに決定した。一次試作機のセンサ素子としてローム社製RPR220を4個使用する構成とし、光学シミュレーションにより素子配置を決定した。

平成27年11月に東北大学にて行われたフィールド評価会に参加した際に、模擬フィールドのうち屋内の配管、階段、木材等に対する試作センサの応答を簡易的に評価した結果、一部の暗色の部位を除けば、センサー対象面間距離が30mm程度離れた位置から有意な反応が得られることを確認した。

試作センサの改良についてプラットフォーム開発者との打ち合わせを行い、検出可能距離の延長と傾きの検出感度の向上を目的にアンプ回路を内蔵すること、さらに、ロボットに搭載することを考慮してバッテリー（直流単電源）駆動可能とすることとした。

【皮膚型触覚センサ】

太径・細径索状ロボットへの実装を考慮し、触覚センサの感圧性能を評価する実験として、各種感圧導電性ゴム試験片の特性評価実験を行った。薄型で高感度の試験片は1kPa程度から、低感度の試験片は10kPa程度の応答が見られることを確認した。

非車輪型太径索状ロボットへの実装を想定して、プラットフォーム開発者らとの打ち合わせにより、路面との接触部に利用されているスポンジゴムの底面または内部を触覚センサの実装箇所の候補とした。スポンジゴムと触覚センサを重ね合わせた際の出力特性を評価する実験を行い、重ねる順番によって出力特性が変化することを確認した。

同ロボットの路面との接触部の部品（直径 80mm，高さ 40 程度の円柱側面）に合わせた二次元荷重分布重心位置センサを試作した。3D プリンタで形成された上記部品に対してプリント基板上に形成されたセンサを巻き付けたのちスポンジゴムを 1 周巻く構成において，センサが周方向の荷重位置変化に対して応答することを確認した。

2-2 成果

【皮膚型近接覚センサ】

能動車輪型太径索状ロボットの車輪間の空間の外形寸法に合わせた， $20 \times 20 \times 15\text{mm}$ に収まる小サイズ，かつ，マイコンと同様の直流単電源 3.3V で駆動可能（ただし，LED の発光は 9.0V を用いる）のネット状近接覚センサを作成した（図 1）。センサ内蔵の基板には，LED 発光制御回路とアンプ回路が搭載されており，外部のマイコン・バッテリーとの間で合計 7 本の配線により接続される。出力信号は 3ch の A/D 変換器によって処理され，それぞれ検出面までの距離，ロール姿勢角，ピッチ姿勢角に対応した値となる。この成果は，平成 28 年 6 月にロボティクス・メカトロニクス講演会にて発表予定である。

【皮膚型触覚センサ】

非車輪型太径索状ロボットの接地部品の外形寸法に合わせた， $\phi 80 \times 37\text{mm}$ の円筒状触覚センサを 1 関節分試作した（図 2）。上記部品と同様に 180 度ずつ二分割の構成とした。周方向および高さ方向の荷重分布重心位置を検出可能なセンサ回路を実装した。簡易的な負荷実験において各方向での出力が得られることを確認した。このうち，高さ方向（ロボットの体長方向）では接触力のベクトル方向よりも接触位置がセンサ出力に対して支配的であった。今後，プラットフォーム開発者との打ち合わせにより，ロボットの動作を有利にする上で望ましいセンサ出力特性となるよう改良を行う。

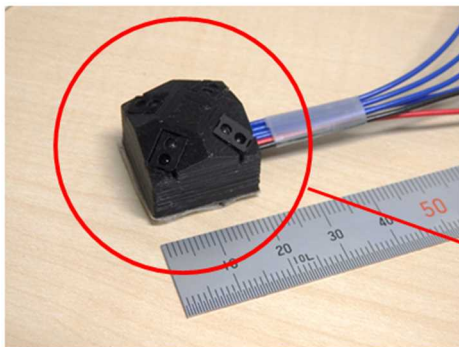


図 1 能動車輪型索状ロボット用近接覚センサ

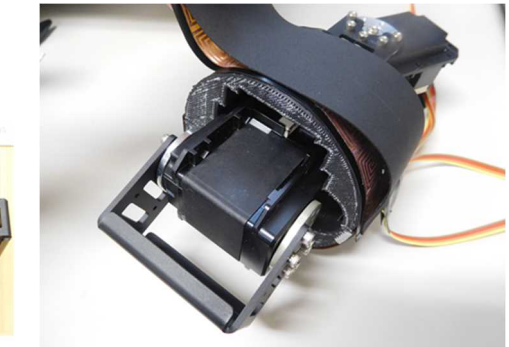


図 2 非車輪型索状ロボット用触覚センサ

2-3 新たな課題など

センサ開発はおおむね計画通りに進行しているが，システムを ROS 化する全体方針に沿って，センサ出力の A/D 変換と送信を行う小型の装置を開発することを検討している。

3. アウトリーチ活動報告

本研究成果に関するアウトリーチ活動は，まだ行っていない。