

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 29 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

非車輪型太径索状ロボット（岡山大学らが開発）を対象としては、多関節構造の各リンクにおいて全周 360 度検出可能な触覚センサの追加実装と改良を計画した。具体的には、全 20 リンクから構成される索状ロボット体幹に対して、これまで 1 リンクおきに計 10 個の触覚センサを実装していたものから全リンクに計 20 個の触覚センサを実装することを目標とした。より多数の触覚センサが同時を実装し、過酷な条件での使用に耐えるようにするために、触覚センサの耐久性・メンテナンス性の向上および製造誤差の低減も開発目標である。

能動車輪型太径索状ロボット（電気通信大学らが開発）を対象としては、不整路面等でスタックを起こしやすい関節下部に実装可能な触覚センサの開発を計画した。本センサの用途上、ロボットの重量を支える大きな圧縮荷重や、路面上の瓦礫などによる引き裂き・刺突に対して頑健であることが望まれるため、これらに耐えうる極めて強靱な触覚センサの開発が目標課題となる。また、狭歪地形進行時に周囲の障害物を検知可能とするための車輪部に実装可能な近接覚センサの開発を計画した。

## 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

非車輪型太径索状ロボットに搭載する全身用触覚センサに関しては、第一に耐久性を向上させるセンサ設計変更を行った。H28 年度に実装した触覚センサを用いた実験で、センサは配管内を進行する索状ロボットの接触状態の推定を可能とすることを示したが、曲管部進行時の過大な負荷やスタック状態からロボットを回収する際の摩擦によってセンサが破損する場合があった。そこで、プラットフォーム開発者と協議して触覚センサを実装する外殻パーツの設計変更を行い、ロボットのオペレーションに重要な接触位置および接触力を検知可能としつつ、センサの破損を生じやすい方向の荷重は外殻で支えられる構造とした。改良したセンサと外殻の外観を図 1 に、これを全 20 リンクに搭載した索状ロボットの外観を図 2 に示す。



図 1 改良版触覚センサの外観



図 2 新型触覚センサを搭載した太径索状ロボット

能動車輪型太径索状ロボットの関節下部への触覚センサに関しては、裂傷・刺突に対する表面保護と耐衝撃性を実現するための新規のセンサ構造の開発を進めた。硬質材料で構成した外殻の表面に薄

いシート状の触覚センサシートを貼付し、その周囲に柔軟なシリコンゴムを固着させることで耐衝撃性を持たせ、さらに表面部分を薄い金属メッシュで覆うことで表面保護を実現した。

## 2-2 成果

非車輪型太径索状ロボット用の触覚センサについては、11月までに全リンクへの実装と動作確認を完了した。動作試験による損傷はほとんど見られず、その耐久性の向上を確認した。これにより、全身で触覚情報を検出可能な索状ロボットが実現されたと言える。ただし、メンテナンス性に関しては、プラットフォーム開発者へと実装方法の伝達を行った結果、より簡易で製造誤差を抑えられる構造が求められることを確認した。

能動車輪型太径索状ロボット用の触覚センサに関しては、構成方法が確立された段階であり、本センサは今後特性試験によってその有用性を確認する。また、これと並行して最終的な実装形状や配線方法の検討を進めている。

## 2-3 新たな課題など

関節部への触覚センサの実装の観点から、屈曲する部分を被覆する柔軟なカバーに埋込可能な触覚センサの開発を新たな課題として取り組んだ。柔軟なシリコンゴム層の内部に伸縮性を持つ導電性繊維を用いて感圧機能を持たせるものである。感圧回路には、新規に開発した少ない素子数で実現可能な分布型触覚センサ回路を実装した。40x40mm程度の小片を試作して特性試験を行い、20%以上の伸長や曲率半径10mmでの曲げにおいても誤検出が発生しないことと、ハンマによる打撃や水濡れへの耐性と言ったタフさを有することを確認した。

立命館大学が開発している脚ロボット用のロボットハンドに対して、手掌部などへの触覚センサの実装に関して共同開発を行った。触覚センサの構成方法や材料選定について技術支援と情報共有を行った。

ASTEMが開発している細索状ロボットに対して、その先頭部分に周囲の近接情報を取得可能なToF型距離センサの実装に関して共同開発を行った。用途に適した検出距離範囲を有する素子の選定と情報取得回路の構成方法について共同で検討を行った。

## 3. アウトリーチ活動報告

平成29年4月4日に、能動車輪型太径索状ロボットに関して、電気通信大学・金沢大学・JST・内閣府共同のプレスリリース「高さ1mの段差や階段を登ることができるヘビ型ロボットを開発～ImPACTタフ・ロボティクス・チャレンジによるプラント点検用ヘビ型ロボット～」を行った。

平成29年8月29日に、非車輪型太径索状ロボットに関して、京都大学・早稲田大学・岡山大学・金沢大学・JST・内閣府共同のプレスリリース「複雑な配管内の情報を正確な地図として自動生成するヘビ型ロボットを開発」を行った。