

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：

タフな車輪型索状ロボットの開発と制御

研究開発機関名：

国立大学法人 電気通信大学

研究開発責任者

田中 基康

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

1. タフな索状用コントローラの設計

【1-a. 環境適応性】

可動環境の拡大： 螺旋階段、未知斜面環境、曲管内の踏破.

【1-b. 耐故障性】

故障解析： 車輪型索状ロボットで生じる故障の分類と場合分け一覧表を作成.

故障診断： 故障推定動作と診断アルゴリズムの提案，実機検証.

故障時の制御： 制御アルゴリズムの検討を開始し，特定の故障時において故障時制御による動作の継続を実現.

【1-c. 作業失敗の予防と復旧】

管内からの滑落： 滑落の「予防方法」「検知方法」「ロボットの落下を止める制御」を提案.

【1-d. 軽作業用の制御】

地面に散らばった障害物の移動，コック開閉を実現.

【1-e. 人と同程度の高さにおける検査・作業用の制御】

人と同程度の高さへのアクセスを実現.

2. タフな車輪型索状ロボットの開発

【2-a. 機体の改良】

グリップ搭載に伴う設計変更に対応.

【2-b. 環境認識センサの搭載】

索状ロボットの胴体各所に触覚センサを搭載.

【2-d. 人と同程度の高さでの作業が可能な改良機の開発】

高所での検査を目指した改良機（一次試作）を開発.

高所作業を行うためのアーム機構の開発し，改良機（一次試作）に搭載.

【2-e. 天井裏検査専用機の開発】

天井裏専用機を開発し，天井裏の検査に投入.

【2-f. 実証用試験機の開発】

1台の実証用試験機を開発

3. 索状用操作インタフェースの開発

【3-a. ロボットと周囲環境の情報提示】

ロボット本体と搭載した各種センサ情報を視覚的に提示するインタフェースを構築.

【3-b. 周囲環境と動作に適した操作インタフェース】

故障時やスタック時に操作者を通して局所的な振る舞いを変更する操作インタフェースを構築.

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

タフな索状用コントローラの設計については、螺旋階段、未知斜面環境、曲管内の踏破を実現する索状用コントローラの設計を行った。設計したコントローラを車輪型索状ロボット「T² Snake-3」に実装し、実機実験にてその有効性を確認した。梯子については、非車輪型での踏破を実現するコントローラの設計と実機実験で有効性を確認した。なお、1-a で 2018 年にも検討を行う予定であった内容についても、今年度で全て完了した。

耐故障性については、電源喪失時に 2 次元平面で動作を継続する制御方法を提案し実機で有効性を確認した。作業用の制御としては、頭部を持ち上げ移動マニピュレータのように振る舞う制御によりコック開閉、バルブ開閉、管内の障害物取り除き、引き出し開けなどの作業を実現した。また、両端を腕のように用いた双腕作業を実現する制御方法を提案し、双腕での荷物運びを実現した。タフな車輪型索状ロボットの開発については、グリッパ搭載に伴い T² Snake-3 の設計変更を行いグリッパの搭載と収納を実現（図 1）するとともに、改良機と高所作業用アームの一次試作機を開発した。さらに、天井裏といった狭隘空間への投入を想定した天井裏検査専用機を新たに開発し、オフィス天井にあるダクト内移動の実証実験を行い、ダクト内移動についてその有効性を確認した。索状用操作インタフェースについては、近接覚センサや体形情報を視覚的に提示するインタフェースを構築するとともに、2 次元平面において局所的な振る舞いを変更する操作インタフェースを構築した。

計画の(2-b)については、触覚センサの開発スケジュールの都合により、実装ができなかったため次年度にまわす。年度途中で追加した(2-f)については、納品が間に合わなかったため、同じく次年度にまわすこととした。

2-2 成果

1. タフな索状用コントローラの設計の設計：(1-a), (1-b), (1-c), (1-d), (1-e)の内容を全て達成した。
2. タフな車輪型索状ロボットの開発：(2-a), (2-d), (2-e)の内容を達成した。(2-d)については、新たに開発した改良機とアームについて国内学会で発表予定である。
3. 索状用操作インタフェースの開発：(3-a), (3-b)の内容を全て達成した。(3-b)の内容については国内学会

2-3 新たな課題など

実証試験を加速させ実用化を促進することを目的とし、年度途中で(2-f)として実証用試験機の開発が新たに追加された。(2-f)の追加で検討内容が増えたため、(1-a-1)のランダムステップ踏破を計画から削除することとした。

3. アウトリーチ活動報告

成果としてのタフな車輪型索状ロボットの動作デモンストレーションを、ロボカップジャパンオープン、ロボカップ世界大会、内閣府こども霞が関見学デー、JST フェア、危機管理産業展、国際ロボット展、サイエンスアゴラ in 福岡、ImPACT シンポジウムにて行った。



図 1 : 車輪型索状ロボット T² Snake-3

※先頭部は東北大開発の Omni-Gripper