

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 8 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： 階段, 既知斜面, 水平管内の移動を実現

環境間の遷移動作： 平面から水平管への移動を実現.

【1-b. 耐故障性】

故障解析： 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.

【1-c. 作業失敗の予防と復旧】

体形変化： 先頭の位置を固定しながら所望の体形への変化を実現.

【1-d. 軽作業用の制御】(年度途中で追加)

平面ハンドルを備えた操作盤扉開け, スイッチ押し, 地面の小物体拾いを実現.

2. タフな車輪型索状ロボットの開発

【2-a. 機体の改良】

制御方法に応じて設計を変更し, 階段, 斜面, 管内での探索活動を実現.

エラー情報の収集が可能な通信システムを構築.

【2-b. 環境認識センサの搭載】

索状ロボットの胴体各所に近接覚センサを搭載.

【2-c. 水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットの開発】

多連結モデルの開発完了

水陸両用制御シミュレーションおよび実機検証を完了

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近接覚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】

平面, 階段, 水平管内移動におけるロボットの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

平面, 段差, 階段, 水平管内, 既知斜面, での移動を実現する索状用コントローラの設計を行った. コントローラ設計を通じて明らかになった仕様に基づきタフな車輪型索状ロボット「T² Snake-3」(図 1 (a))を開発し, 前述のコントローラを実装することで平面, 段差, 階段(図 1 (b)), 水平管内, 既知斜面, での移動を実現した. 開発ロボットには近接覚センサ(金沢大学鈴木先生)が搭載されている. 操作インタフェースについても開発し, センサ情報やエラー情報を確認しながら汎用ゲームパッドでの遠隔操縦が可能となっている. また, 経緯は 2-3 で述べるが, 移動だけでなく「作業」を行うためのコントローラについても検討を行い, Omni-Gripper(東北大学多田隈先生)を開発ロボットに統合することで配電盤開け, スイッチ押し, 小物体拾いを実現した(図 1 (c)).

2-2 成果

1. タフな索状用コントローラ的设计：(1-a), (1-b), (1-c)の内容を全て達成した。体形変化制御の成果は査読付き学術論文（海外）として掲載された。年度途中で追加した(1-d)についても、計画した全ての作業を達成した。

2. タフな車輪型索状ロボットの開発：(2-a), (2-b)の内容を全て達成した。開発ロボットの性能評価を行ったところ、段差は最大1mの高さを超えられることがわかった。これは同程度のサイズのロボットとしては世界的に類を見ない性能である。また、近接覚センサおよび距離センサを胴体各所の車軸下側に搭載することにより、奥行き長が未知の階段の半自律昇降を実現した。さらに、(1-d)の追加によって生じたロボット先頭部への Omni-Gripper の搭載についても実現した。(2-c)については2連結モデルについて開発と基本操舵性能を確認した。

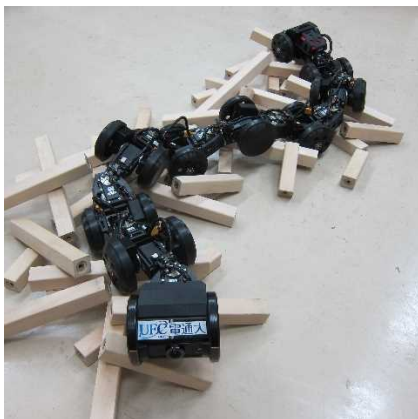
3. 索状用操作インタフェースの開発：(3-a), (3-b)の内容を全て達成した。

2-3 新たな課題など

当初はロボットの用途は「検査」のみを想定し、「移動」に関する検討のみの計画であった。しかしながら、実運用先では「作業」が必要となることが多い。よって、ロボットの適用範囲の拡大のため、「移動」だけでなく「作業」を行えるよう先頭部に Omni Gripper を搭載し、それを用いた軽作業を行うための制御方法について、(1-d)として追加で研究開発を行った。

3. アウトリーチ活動報告

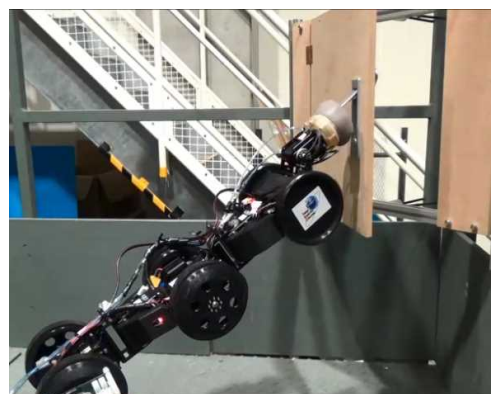
特になし



(a) 全体図



(b) 階段下り



(c) 平面ハンドル扉開け

図1： 車輪型索状ロボット T² Snake-3