

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 及び 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：

タフな索状ロボットおよび極限ヒューマンインタフェースのための極限制御システムの開発

研究開発機関名：

国立大学法人 京都大学

研究開発責任者

松野 文俊

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

本研究開発では、実環境で確実に動作し、災害現場などの極限環境でも動作するタフなロボットを実現するに当たり、ロボットプラットホームプロジェクトとして「1. タフな索状ロボットとタフな索状用コントローラの開発」を行いつつ、ロボットインテリジェンスプロジェクトとして「2. 極限ヒューマンインタフェースのための極限制御システムの開発」を行う。また、平時のプラントの点検作業への適用を視野に入れて、タフな索状ロボットシステムの実プラントでの実証実験を実施して、実用化を目指す。

1. タフな索状ロボットとタフな索状用コントローラの開発

(a) タフな索状用コントローラの設計と汎用ヘビ型ロボットの開発

防塵防水ヘビ型ロボットの開発

簡単な操作での配管内外の曲管移動、サポートがついている配管外側の移動、分岐配管の移動、形状が既知の階段、梯子の移動

カメラ映像による点検・検査および、取得情報のマッピング

(b) 水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットの開発

回流水槽を用いた流体抗力係数などのパラメータ同定実験の実施

1関節2ねじユニットの水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットPTP制御実験

軌道追従制御系設計とシミュレーションによる有効性の検証

2. 極限ヒューマンインタフェースのための極限制御システムの開発

(a) UGV との連携を考慮したテザー型 UAV の開発と UAV の操作インタフェースの開発

過去画像履歴を用いた遠隔操作インタフェースの被験者実験の実施

UAV 群のスケラブルな分散制御則の構築

(b) 脚ロボットのタフな制御系構築と操作インタフェースの開発

過去画像履歴 IF とタンジブル UI との統合（統合化タンジブル UI）

過去画像履歴 IF による梯子昇降

シミュレーション環境におけるアバターUI による移動

シミュレーション環境でアバターUI による梯子昇降の実現

アバターUI による実ロボットの整地移動の実現

(c) アバターを用いた異種ロボット群による作業のための遠隔操作インタフェースの開発

シミュレーション環境の構築

複数台移動マニピュレータの協調制御法の構築

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

1. タフな索状ロボットとタフな索状用コントローラの開発

(a) タフな索状用コントローラの設計と汎用ヘビ型ロボットの開発

防塵防水ヘビ型ロボットを開発し、簡単な操作での配管内外の曲管移動・サポートがついている配

管外側の移動・形状が既知の梯子の移動を実現した。また、カメラ映像による点検・検査および、取得情報のマッピングのためのインタフェースを構築した。

(b) 水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットの開発

回流水槽を用いた流体抗力係数などのパラメータ同定実験を実施し、1関節2ねじユニットの水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットの経路追従制御系設計と実験による有効性の検証を実施した。

2. 極限ヒューマンインタフェースのための極限制御システムの開発

(a) UGV との連携を考慮したテザー型 UAV の開発と UAV の操作インタフェースの開発

UAV 群のスケラブルな分散制御則の構築し、3D 環境で狭隘空間を通過する場合に生じるデッドロック問題の回避アルゴリズムを提案し、その有効性をシミュレーションにより検証した。

(b) 脚ロボットのタフな制御系構築と操作インタフェースの開発

過去画像履歴 IF とタンジブル UI との統合（統合化タンジブル UI）を実現し、過去画像履歴 IF による腹這い移動や梯子昇降などを実現した。

(c) アバターを用いた異種ロボット群による作業のための遠隔操作インタフェースの開発

シミュレーション環境の構築および複数台移動マニピュレータの協調制御法の構築を行った。

2-2 成果

1. タフな索状ロボットとタフな索状用コントローラの開発

(a) タフな索状用コントローラ的设计と汎用ヘビ型ロボットの開発

防塵防水ヘビ型ロボットを開発し、東北大学の評価フィールドで配管内の検査を想定した実証実験を実施した。また、スムーズタイプのヘビ型ロボットを開発し、東北大学での評価会で世界初となる梯子昇降を実現した。

(b) 水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットの開発

開発した1関節2ねじユニットの水陸両用ねじ推進ヘビ型ロボットの実験用水槽における経路追従制御実験を実施した。

2. 極限ヒューマンインタフェースのための極限制御システムの開発

(a) UGV との連携を考慮したテザー型 UAV の開発と UAV の操作インタフェースの開発

UAV 群のスケラブルな分散制御則の構築し、3D 環境で狭隘空間を通過する場合に生じるデッドロック問題の回避アルゴリズムを提案し、その有効性をシミュレーションにより検証した。

(b) 脚ロボットのタフな制御系構築と操作インタフェースの開発

東北大学での評価会で過去画像履歴 IF による脚ロボットの腹這い移動や梯子昇降などを実現した。

(c) アバターを用いた異種ロボット群による作業のための遠隔操作インタフェースの開発

シミュレーション環境の構築および複数台移動マニピュレータの協調制御法の構築を行い、システムの実装を完了した。

2-3 新たな課題など

1. タフな索状ロボットとタフな索状用コントローラの開発

(a) タフな索状用コントローラ的设计と汎用ヘビ型ロボットの開発

開発した防塵防水ヘビ型ロボットは袋状のゴムをロボットの全身に被せるようになっており、空気の対流が少なく、放熱方法を考える必要が生じた。ファンを付けるなどを検討している。また、滑落検知の精度が実ロボットではそれほどよくないので、その原因を究明中である。

2. 極限ヒューマンインタフェースのための極限制御システムの開発

(b) 脚ロボットのタフな制御系構築と操作インタフェースの開発

移動障害物が存在する場合に、過去画像履歴 IF では移動物体の情報を反映することができていない。解決のアイデアを実装するに至っていない。

3. アウトリーチ活動報告

発電プラントに関わる企業と協力して、ヘビ型ロボットを用いた配管内検査に関する実証実験を実施した。また、福島第一原発の処置を行っている企業と協同で、電力会社の方々にヘビ型ロボットのデモンストレーションを実施し、意見交換を行った。さらに、2017年8月29日に京都大学においてプレスリリースを行い、研究開発成果を公開した。