

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 2 7 年 度

研究開発課題名：

触覚を用いた極限ロボットの操作支援

研究開発機関名：

国立大学法人東北大学

研究開発責任者

昆陽 雅司

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、操縦者の操縦能力、判断能力を飛躍的に高めるためのヒューマンインタフェース技術およびシミュレータを用いたトレーニング技術の基盤技術を確立する。特に、触覚情報の取得と提示を中心にマルチモーダルな情報提示に基づく操縦支援技術を開発する。

研究計画書（平成 26・27 年度）に定めた研究課題と目標の概要は以下の通りである。

1) 触覚提示提示用ハードウェア・ソフトウェア基盤の開発

- 振動刺激を用いた疑似力覚提示技術のロボットおよびジェスチャインタフェース操作支援への適用の検討し、方針をまとめる。
- 複数の振動子による触覚呈示拡張法の検討と実験用ハードウェアの試作し、検証する。
- 共有用標準ハードウェア、ソフトウェアの仕様検討し、決定する。

2) タフ・インタフェース技術

①ロボットと操縦者の触覚共有による、環境把握能力、操作能力向上技術

- 移動台車を用いたロボットの振動計測と、触覚刺激による接触情報の提示の検討し、触覚呈示法を提案する。
- RoboCup レスキューリーグを想定したクローラロボットへの適用の検討し、検証する。

②ロボットと操縦情報の再構成プレイバック技術

- 記録しておいた環境との接触情報を、操作者の任意のタイミングでプレイバックする技術の検証用システム構築
- 操作と同期した振動提示法の検討し、検証する。
- 移動台車を利用した実験と、プレイバックシステムによる情報把握能力向上の検証

3) タフ・トレーニング技術

- 没入型極限環境トレーニングシステム用の触覚インタフェースの設計と試作。
- ロボットの遠隔操縦トレーニングシステムのための、ロボットシミュレータの導入と仕様検討。

2-1 進捗状況

平成 27 年度は、実施計画 1), 2), 3) の各項目の内容について実施するとともに、当初の計画では明示されていなかった索状ロボットと複合ロボットの 2つのプラットフォームに触覚伝達機能を搭載するため、それらの研究開発を優先して実施する必要が発生した。その結果、2) ①の RoboCup を対象としたクローラロボットでの検証と、②の再構成プレイバック技術に関しては検討のみ行い、本格的な研究開発には未着手である。一方、プラットフォームロボット上での触覚センシング手法、触覚通信技術について、新規に研究開発を進めることとなった。索状ロボットに関しては、接触センシングと接触方向の提示手法を開発し、ロボット分野の国際会議 IROS2016 に投稿している。複合ロボットに関しては、接触センシングシステムを開発し、単腕ロボットに搭載して実験を行った。

2-2 成果

1) 触覚提示提示用ハードウェア・ソフトウェア基盤の開発

- 振動刺激を用いた疑似力覚提示技術のジェスチャインタフェース操作支援への適用空間への手書き入力に対して、摩擦感提示を行うことで、ユーザの操作性が向上するだけでなく、ジェスチャの認識率も向上することを確認した。
- 複数の振動子による触覚呈示拡張法の実験と検証
前腕を伝播する複数点の振動を計測し、複数の振動子を用いて再現する手法を提案し、実験によってその効果を検証した。実験の結果、複数点の刺激により、衝突感の刺激の大きさとリアリティを向上できることを確認した。
- 共有用標準ハードウェア、ソフトウェア
組み込みマイコンボードを開発し、各プラットフォームの触覚支援への実装を行った。

2) タフ・インタフェース技術

① ロボットと操縦者の触覚共有による、環境把握能力、操作能力向上技術

- 移動台車を用いたロボットとの触覚共有のために、2つの振動子を用いた衝突位置の呈示法を考案し、刺激手法の有効性について検証を行った。
- RoboCup用クローラロボットのサブクローラの接触をタイミングベルトに伝播する振動を用いて取得する方式を考案した。
- 索状ロボットを対象として、複数の振動センサによって接触方向を推定する手法と、推定した方向を視覚情報と振動情報を統合して提示する手法を提案した。実験の結果、接触への反応時間と、接触回数を削減することに成功した。
- 複合ロボットを対象として、単腕モデルに実装可能な触覚伝送システムを開発し、ロボットに取り付けた際の振動特性や接触対象による違いなどを実験した。

② ロボットと操縦情報の再構成プレイバック技術

- 索状ロボットにおいて、記録しておいた環境との接触情報と、視覚と触覚情報を組み合わせ提示する方法について検討を行った。

3) タフ・トレーニング技術

- 機器管理トレーニング用の没入型トレーニングシステム用の触覚提示装置を設計し、試作を行った。
- ロボットの遠隔操縦トレーニングシステムのための、Choreonoid と ROS を用いたトレーニングシステムの導入を検討し、複合ロボットのモデルの準備を行った。

2-3 新たな課題など

複合ロボットおよび索状ロボットの触覚技術による支援について、今後は、評価会でのデモンストレーションを前提に具体的な操縦タスクと仕様の策定と研究開発を進めていく必要がある。

3. アウトリーチ活動報告

- 大災害に挑むレスキューロボット、高大連携事業に係る地域公開講座「Sanuma Summer University」, 登米市, 2015年7月22日