

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：

高機能・高速ハンドリングのための遠隔操作システムの開発

研究開発機関名：

千葉大学

研究開発責任者

並木 明夫

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

本プロジェクトでは、特に脚ロボット用多指ハンドをターゲットとして、操作者が直観的に自在に動かすことが可能なロボットハンド制御用マスタ・スレーブ制御システムを開発することが目的である。当該年度の研究課題については下記の通りである。

課題 1-1. 脚ロボット用のマニピュレーションのためのマスタの開発。

上半身計測可能な軽量モバイルマスタのプロトタイプシステムを開発する。操作者への視触覚提示機能の検証と、脚ロボットハンドシステムとの通信接続の検証を行う。達成目標は下記の通りである。

- マスタの全身計測のサンプリングタイム: 10ms 以内
- 感覚提示フィードバックの遅れ: 0.1 秒以内

課題 1-2. マスタ・スレーブにおける操作者の手と脚ロボットハンドのマッピングの最適化

最適化のために、脚ロボット用ロボットハンドの構造と人間の手の構造の違いを考慮してマスタとスレーブの適合度を表す評価値を定める。達成目標は下記の通りである。

- 最適化のための評価指標を開発し、適合度を定量的に評価する。

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

課題 1-1. 脚ロボット用のマニピュレーションのためのマスタの開発。

本年度は、研究室で保有するマスタ装置（図 1）をベースに改良のための設計を進めた。既に、マスタの全身計測のサンプリングタイムを 10ms 以内と現状の視覚・触覚感覚提示フィードバックの遅れを 0.1 秒以内とすることができており、その他精度などの問題を改善すべく設計した。具体的には、①首、腕部の計測精度を向上させるための新規フレキシブルセンサチューブ(FST)の設計、②手掌部の計測精度を向上させるための新規センサグローブの設計、③広視野化のためにヘッドマウントディスプレイを変更、④操作者の意図計測のために視線計測装置をヘッドマウントディスプレイに統合、について行った。これらの新規設計は次年度に実際のハードウェアに反映させる予定である。

また、⑤操縦者のリーチング動作高速化のための操作アシスト制御手法について研究を進め、操作者の意図推定精度の向上と滑らかなリーチング操作が行えるようになった。現状では提案手法は本グループの有するヒューマノイド型スレーブロボットで検証を行ったが、次年度以降は脚ロボットを含む他ロボットにおいても操作アシストの有効性を検証する。

課題 1-2. マスタ・スレーブにおける操作者の手と脚ロボットハンドのマッピングの最適化

本年度は、操作者の動作の傾向や使いやすさを考慮し、様々な作業に対応した最適な操作を選択するためのデータを収集することとして、脚ロボット用アームとハンドの動きのリアルタイムシミュレータの開発を進めた。この開発については次年度も引き続き行う予定である。

2-2 成果

本節では、特に⑤操縦者のリーチング動作高速化のための操作アシスト制御手法の研究成果について記述する。

物体を握るリーチング動作は最も基本的な動作の一つであるが、ロボットの動作の遅れ、通信の遅れなどから、迅速かつ正確に操作するのは難しい。そこで、操作者のリーチング動作を予測し、把持物体をあらかじめ推定し、スレーブロボット側で先回りして動作することで、操縦者の操作を補償する手法を開発した。図2に示すように処理のフローは次のようになる：(a)スレーブロボット側で把持候補物体をあらかじめ計測しておき、(b)(c)人の手指の動きと視線の動きからリーチング動作と把持対象物体を推定、(d)躍度最小モデルに従ってリーチング軌道の予測、(e)スレーブロボットの動作を修正し操作者の動作からの遅れと動作のずれを補償する。

図3は実験の様子である。リーチング動作は約1秒程度で終了するように制御し、複数の被験者によって動作を検証した。結果として把持対象物体への正確な把持とスレーブロボットの動作の遅れを補償し、正確かつ迅速、スムーズで操作者に違和感の少ないアシスト制御を実現することができた。



図1 マスタ装置

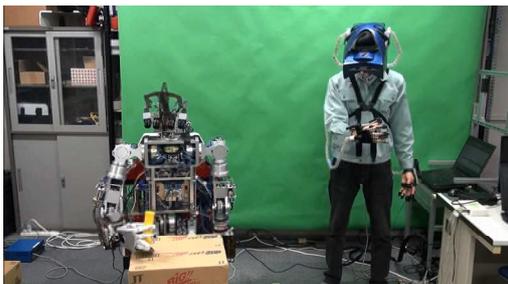


図3 リーチング実験

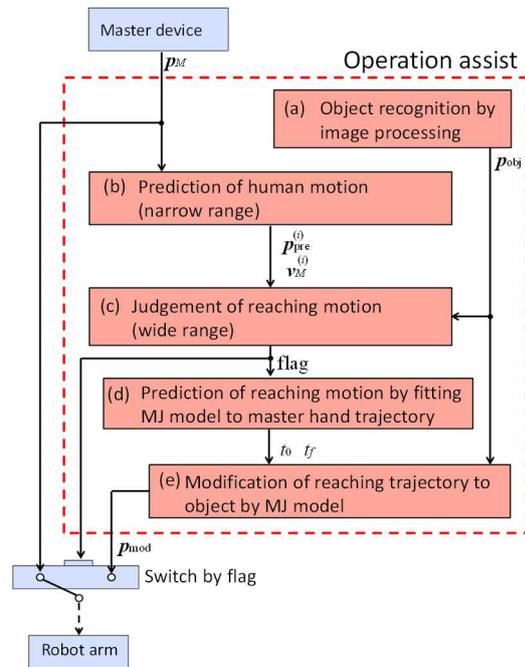


図2 リーチング操作アシストの処理

2-3 新たな課題など

本課題では、がれき撤去、道具の操作、バルブの開閉など複雑な操作に対応することが必要であり、操作者の負担を軽減するためには、本リーチング手法のようにスレーブ側でアシストすることが必要になると思われる。提案手法を拡張して複数の作業に対応できるように研究を進めている。

3. アウトリーチ活動報告

特になし。