

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 8 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

前年度に開発した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の改良を行う。特に、操作者の手の形状検出精度を向上させる。

### 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

前年度に考慮した、脚ロボット用ロボットハンドの構造と人間の手のマッピングについてシミュレーション、実機実験を通して検証を行う。

### 課題1-3. 脚ロボットシステム全体でのマスタ・スレーブ

脚ロボット・ロボットハンドと開発したマスタシステムを接続し、マスタ・スレーブ動作を可能とする。

### 課題2-1. 視触覚トレイグジスタンス機能の改良

ヘッドマウントディスプレイの広視野化と触覚提示機能の向上。

### 課題2-2. マスタの演算能力の高性能化

マスタの姿勢推定の高速演算を行うための計算システムの構築

### 課題3-1. 双腕協調作業，リーチング・キャッチングの操作補助

操作者の動作の予測に基づくアシスト制御を実現する。

## 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

前年度に開発した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の改良を行った。特に、手の形状を計測する F S G についての改良を行い、手首可動範囲の向上を実現した。

#### 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

前年度に考慮した、脚ロボット用ロボットハンドの構造と人間の手のマッピングについて、高出力ハンドを用いた実機実験を行った。

#### 課題 1-3. 脚ロボットシステム全体でのマスタ・スレーブ

Gazebo と ROS に基づく脚ロボット・ロボットハンドのリアルタイムシミュレータを開発し、マスタ・スレーブ操作の練習システムを完成させた。次年度に実機における検証システムの開発を進める。

#### 課題 2-1. 視触覚トレイグジスタンス機能の改良

広角レンズを備えたカメラと広視野ヘッドマウントディスプレイを統合することで視覚提示の広視野化を実現した。また、視覚提示に重ねてマスタとロボットの目標姿勢の CG モデルを提示するなど、操作を支援する AR 提示機能を搭載することで操作性を向上した。

#### 課題 2-2. マスタの演算能力の高性能化

マスタの姿勢推定の高速演算，視覚提示を高速に行うための計算システムについて検討した。

### 課題 3-1. 双腕協調作業，リーチング・キャッチングの操作補助

リーチングの軌道を最適にアシストするための最適制御の手法を提案した。また，リーチングを高速に行った時の例としてキャッチング動作を高速視覚フィードバックでアシストすることで実現した。

## 2-2 成果

### ① 極限作業用ロボットハンドのための遠隔操作マニピュレーションシステムの開発（課題 1-2, 1-3）

極限環境下で人間の代わりに救援，調査活動するロボットのための遠隔操作システムを開発した。

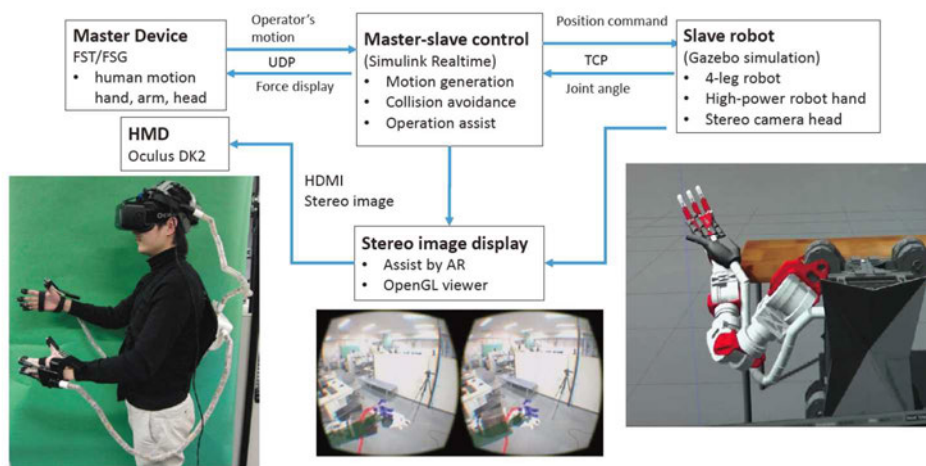


図 極限作業用ロボットハンドのための遠隔操作マニピュレーションシステム

### ② マスタ・スレーブロボットのための拡張現実感による視覚提示システムの研究（課題 2-1）

視覚提示映像にマスタ装置とスレーブアームのシミュレーション等を重ねて表示させた。そして，提示するシステムの種類によって熟練者や初心者で操作効率や快適性に違いがあるかどうかを検証した

### ③ マスタ・スレーブシステムにおける高速ビジョンを用いたボールキャッチング（課題 3-1）

本研究では装着性と操作性が優れた軽装備のマスタによるマスタ・スレーブロボットと，高速センサフィードバックを統合し，器用で素早い動きが要求される物体のキャッチング動作を取り上げ，動的キャッチタスクをマスタ・スレーブシステムによってスムーズに実現するためのアルゴリズムを提案した。

### ④ マスタ・スレーブのための軌道予測によるアシスト制御（課題 3-1）

マスタ・スレーブによって違和感なくスムーズにリーチングを成功させるためのアシスト制御の手法として，モデル予測制御による軌道補正を行う手法を提案した。

## 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。