

プログラム名：バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命

PM名：原田 香奈子

プロジェクト名：PJ.2 スマートアーム

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：

医療スマートアーム システム統合

研究開発機関名：

国立大学法人東京大学

研究開発責任者

光石 衛

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

医療スマートアームは、(1)プラットフォーム、(2)操作インタフェース、(3)スマートツールおよびセンサ統合スマートツール、の要素から構成される。本課題では、当該プロジェクトにて各研究開発機関より提供されるこれら要素を統合し、脳神経外科、眼科それぞれの領域において、人体を精密に再現するバイオニックヒューマノイドに対して精密な組織のハンドリング、処置を可能とするシステムを構築する。

当該年度では、上記の各要素を統合した第一次試作システムを開発する。対象は脳神経外科領域とし、生体組織を模擬する軟組織に対して、適切なマニピュレーションを行えることを示す。また、軟組織による評価結果をもとに次年度以降の研究開発に関する課題探索を行い、結果を各要素研究開発へフィードバックする。

当該年度の目標として、システム統合の第一次試作機として、以下の項目を備える医療スマートアームを開発する。

- ・医療スマートアームは、操作インタフェースと動作部が一体化とする双腕型マスタスレーブとする。
- ・双腕（片腕 9 自由度以上）で操作可能である。
- ・生体を模擬した軟組織による動作が可能である。
- ・先端ツールの直径を 5mm 以下とし、3 自由度以上のツールを搭載する。
- ・操作者は両腕でシステムを操作可能であり、生体組織を模擬した軟組織のハンドリングができる。
- ・軟組織のハンドリング操作評価から改めて課題探索を実施し、各要素の研究開発機関へフィードバックする。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

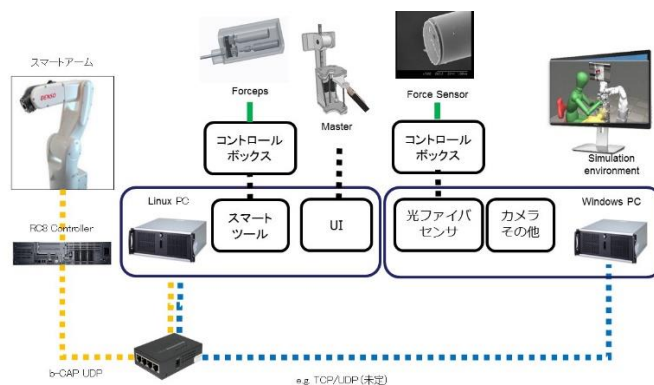
2-1 進捗状況

上記の目標と計画に従ってデンソーの開発する産業用ロボットアーム、九州大学及び高山医療機械が開発する多自由度ツール、名古屋大学が開発するユーザインタフェース、東北大が開発するセンサを統合可能な双腕プラットフォームを開発した。

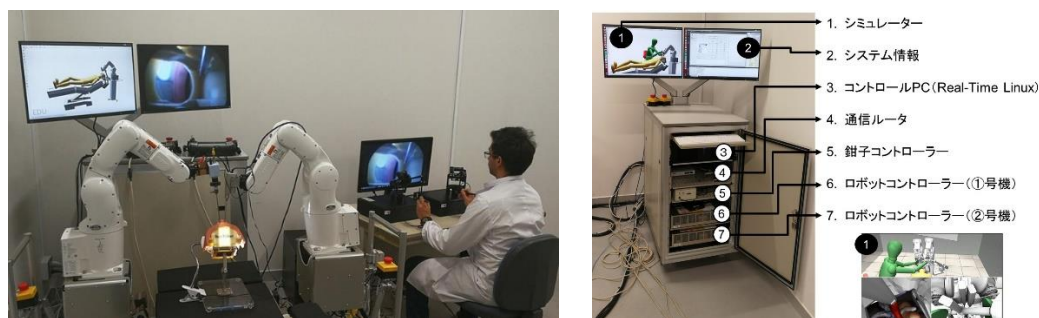
名古屋大学が操作インタフェースと動作部が一体化した機構を開発中であるが、同時に制御方法についての研究を進めるため、遠隔操作用マスタスレーブ型のユーザインタフェースを試作し、双腕によるタスクを可能にした。

また、開発したロボットの性能について、眼科を対象としたセットアップにて精度を確認した。

同時に既存のロボット・プラットフォームを用いて、ロボットの制御方法についての研究を行った。血管吻合を対象として画像認識による術具・針・生体組織の自動トラッキング技術を開発した。また、術者の意図を自動的に認識し、マスタスレーブ間の動作倍率を自動で動的に変更する方法を新たに提案し、評価した。



システム構成図



開発したセットアップ

2-2 成果

眼科を対象として、RCM（遠隔運動中心 Remote Center of Motion）を設定したまま術具先端で1 mmの正方形をマスタスレーブ操作にてトレーシングするタスクを行い、精度評価を行った。先端位置のRMS誤差は22 μm 、RCMの誤差は0.14 mmであった。産業用ロボットを用いたプラットフォームであっても眼科のような微細手術に十分な精度を有することを確認した。

既存のロボットを用いて、術者の意図を自動的に認識し、マスタスレーブ間の動作倍率を自動で動的に変更する方法を開発した。具体的には、術具先端間の距離が小さい場合、顕微鏡倍率が高い場合、術具先端と対象物の距離が小さい場合、術者の手の動作が遅い場合に医師が微細な作業を行おうとしていると判断し、術具の動作倍率を自動で低くする(例：縮小率 1/3→1/10)手法を提案し、それぞれの方法を評価した。実験の結果、術具先端と対象物の距離や顕微鏡倍率に応じた動作倍率変更が有効という可能性が示された。

2-3 新たな課題など

微細手術のタスクは針や糸を落とすなどの意図しない動きが多く、腹腔鏡下手術などと比較して解析が困難である。評価に適するタスクを検討する必要がある。

3. アウトリーチ活動報告

なし