

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 知覚中心ヒューマンインターフェースの開発
2. 研究代表者： 小池 康晴（東京工業大学 ソリューション研究機構 教授）
3. 研究概要

人が重さや固さを知覚するメカニズムを解明し、その原理を応用し、手術ロボットや情報系アプリケーションを開発することを目的としている。このとき、視覚と触覚を含む体性感覚が重さや固さの知覚に重要な要素であるため、物体を認識する視覚特性を心理物理実験を通して評価している。さらに、体性マルチモーダル情報処理技術感覚については、姿勢や力だけでなく、それらの原因となっている筋肉の活動を計測し客観的な指標として、関節の粘弾性特性を用いる。現在までに関節の剛性が重さ知覚に大きな影響を与えていることを発見した。また、力覚装置無しでも力覚を知覚する Pseudo-Haptics の原因について、筋電信号を用いて解析し、筋活動の増加が重さ知覚に関係していることを発見した。さらに、3D ディスプレイなど視差だけを用いて3次元空間を表現しているときの問題点を明らかにした。手術ロボットのマスタ・スレーブロボットがほぼ目標通りの動作を行うことが確認できたため、Pseudo-Haptics を用いて定量的な力覚の知覚を調べる実験を行うことが可能となった。今後は、生体信号を用いてマスタ・スレーブロボットの特性を変化させ、力覚の知覚特性を調べる実験を行っていく。また、情報系アプリケーションとしてタッチパネルなどを用いた新しいインタフェースを用いて、Pseudo-Haptics のこれまでに明らかにした特性を応用していく。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

進捗状況及び研究成果

知覚メカニズムの解明という基礎的な研究と、その成果の具体的な応用として採択時に挙げた手術ロボットへの実装という二つのテーマで構成されているが、基礎的な研究の成果と、その実装の間には、未だ乖離があり、研究終了時における基礎から実装への確実な実現性への不安感が拭えない。

知覚メカニズム解明の基礎研究では、様々な知見が得られており、これらの手術ロボットへの実装を検討中である。例えば、鉗子が障害物に当たっているか否か、糸を切る大きな力の有無の情報の実装応用の方向に向けて準備中である。また、手術ロボットの基礎的な能力は市販可能なレベルにあり、縫合作業に必要な力が発生できていることは、連携医学部門での動物実験からも実用に足る能力を持つことが裏付けられ、高い評価を得たことなど、実装に向けて一定の進展がみられる。このように、基礎研究から実装に至る過程は当初の研究計画に沿って進められているが、若干の遅れがみられる。特に、駆動機構において、さらに綿密な検討が必要であり、現状の試作の技術レベルでは、実用に耐えるものかが明確になっていない。

学術的成果は挙がっており、CREST として求められる水準を超えているものもあるが、過半（9編）が和文誌であり、成果の国際的な情報発信の面で物足りない。また、国際会議プロシーディングス論文発表も、この分野で特段のインパクトをもつものとは言えない。

一方、手術ロボットの開発に関しては、当初の研究計画に沿って進められているが、若干の遅れがみられる。特に、駆動機構において、さらに綿密な検討が必要であり、現状の試作の技術レベルでは、実用に耐えるものかが、また、技術的なインパクトがどの程度なのかが、未だ明確になっていない。

研究体制

形式としては、小池 G と川嶋 G の連携は取られているが、基礎研究とターゲットとしている手術ロ

ボットの関係づけが明確になっていないため、小池 G の研究成果が手術ロボットのレベル向上や進歩に顕著なつながりを持たせるようなリーダーシップが必須である。

4-2. 今後の研究に向けて

- ・現状までの成果に関する限り、当初の計画通りの人が重さや固さを知覚するメカニズムの解明とその成果を実装応用する手術ロボットの研究は、未だに乖離があり、これらの基礎研究の成果の実装応用を手術ロボットのみに限らず、パワースーツ、義手や情報系アプリケーションなどに拡大する。
- ・基礎研究とロボット応用を切り離して進めることを検討する。この場合、個々に応用に関して、インパクトがあり、効果の分かり易いターゲットを設定することが必須である。
- ・手術ロボット応用に関しては、駆動機構を初め、さまざまな箇所を実用に耐えるものにレベル向上するとともに、新規性を明確にし、ダビンチなどの既存技術に対しての優位性を定量的に明確にする。
- ・中小路グループの研究は、情報系アプリケーションとして **Pseudo-Haptics** の特性の応用を指向している。アイデアの斬新性は認められるが、全体計画の中での位置づけが明確になっていない。今後は、小池 G に吸収し、各グループと新しいインタフェースのデザインという視点で、より一層の連携を図ってほしい。

4-3. 総合的評価

個々の課題には着実に取り組まれており、研究としては興味深いものが多い。研究成果として期待できるものはある。学術的成果は挙がっており、CREST として求められる水準を超えているものもあるが、過半（9 編）が和文誌であり、成果の国際的な情報発信の面で物足らず、国際会議プロシーディングス論文発表も、この分野で特段のインパクトをもつものとは言えない。今後、論文発表の質の向上が求められる。

知覚メカニズム解明の基礎研究では、様々な知見が得られており、これらの手術ロボットへの実装を検討中である。また、手術ロボットの基礎的な能力は市販可能なレベルにあり、縫合作業に必要な力が発生できていることは、連携医学部門での動物実験からも実用に足る能力を持つことが裏付けられ、高い評価を得たことなど、実装に向けて一定の進展がみられる。しかし、実用に耐えるためには、特に、駆動機構を含む様々な点において、さらに綿密な検討が必要である。

ロボットへの実装応用という点に関しても、手術ロボットが社会で用いられるシステムとしての実用化されれば、大きなインパクトが期待できるが、妥当性、現実性について、確かな見通しが立っているとは言えない。

以上をまとめると、CREST の研究戦略を念頭に、全体の研究計画を再考するのが妥当である。