

研究課題名 人の技能を実現する遠隔操作システムの開発
所属研究機関名 独立行政法人 産業技術総合研究所
研究者氏名 尹 祐根

研究計画の概要

研究の趣旨・目的

これまでに、原子力プラント内・宇宙・深海など人が直接入ることのできない極限環境下で作業を行うロボット遠隔操作技術の研究が数多く行われてきた。その結果、様々な有用なロボット遠隔操作技術が開発されてきた。

今後、このような極限環境下における高度な作業だけでなく、少子化・高齢化が加速度的に増加していく日本において、医療現場での手術支援・遠隔医療・遠隔福祉など人の技能が必要とされる遠隔操作分野で使用することのできる人の技能を実現する遠隔操作技術の開発も必要となってくる。また、人の技能をロボットで実現するには、様々な場面で人の手先が発揮している技能(器用さ)を解明し、その技能をロボットに埋め込む必要がある。しかし、現段階において、人の技能を解析しその結果をロボットに埋め込み、遠隔地のロボットでその技能を駆使して、操縦者からの簡単な指令で様々な作業を実現できる、知能ロボット遠隔操作システムは皆無に近い。

そこで、本研究では、操縦者がマニュアル操作により技能を必要とする作業を行い、操縦者の指令値により人の技能を解析する。そして、解析した技能を遠隔操作システムに埋め込み、簡単な指令で複雑な作業を実現する遠隔操作システムを開発することを目的とする。

研究計画の概要

研究計画の概要を以下に述べる。

(1) 手先技能動作解析装置の開発

人の手先技能を解析するには、手先の動作を詳細に解析できる手先技能動作解析装置を開発する必要がある。

(2) 手先技能解析及び入力装置の開発

人の手先技能を解析するには、手先の動作を詳細に解析できる上記手先技能動作解析装置の他に、手先が対象物に付加する力を詳細に解析できる手先技能解析及び入力装置を開発する必要がある。また、遠隔操作を行う場合には、操作者が付加する力を正確に計測し、指令値へと変換する必要がある。

(3) 遠隔操作用知能ロボットの開発

実際に遠隔操作により様々な作業を実施するには、手先技能動作解析装置、手先技能解析及び入力装置を使って解析した手先技能を埋め込むことのできる遠隔操作用知能ロボットシステムを開発する必要がある。

(4) 手先技能の解析

手先技能を解析するには、手先技能動作解析装置、手先技能解析及び入力装置、遠隔操作用知能ロボットシステムを利用して実際に簡単な作業を操作者のマニュアル遠隔操作により行い、その際に操作者によって発揮される手先技能を解析する手法が有効であると考えられる。簡単な作業には、ピン挿入作業、双腕を利用したねじ締めなどを想定している。

(5) 遠隔操作用知能ロボットへの技能の埋め込み

手先技能の解析により解析された手先技能を遠隔操作用知能ロボットに埋め込む。様々な手先技能を遠隔操作用知能ロボットに埋め込むことにより、技能の蓄積が生じ、最終的には複雑な作業も操作者からの簡単な指令により実現できるようになる。

(6) (1)、(2)、(3)、(4)、(5)を融合した遠隔操作システムを利用した遠隔作業の実現

図4に遠隔操作による作業の実施例を示す。これまで基本となる様々な手先技能を蓄積してきた遠隔

操作用知能ロボットシステムを利用してトラスの組み立てなど比較的複雑な作業の実現を目指す。操作者からの入力、手先技能解析及び入力装置を介して行われるが、操作者からの指令は、マニュアル遠隔操作を行う場合に比べ、簡単なものとなっている。また、その他、遠隔操作用知能ロボットシステムの位置、力などの様々な情報を提示するディスプレイなども使用する。

研究計画の詳細報告

(単位:百万円)

研究項目	所要経費					
	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度	合計
1. 手先技能動作解析装置の開発	← 5.8 →					5.8
2. 手先技能解析及び入力装置の開発	← 13.3 →	7.6				20.9
3. 手先技能の解析	← 0.2 →	0.3	0.5			1.0
4. 遠隔操作用知能ロボットシステムの開発			← 9.5 →			9.5
5. 技能のロボットシステムへの埋め込み			← 1.2 →			1.2
6. 遠隔操作実験			← 2.1 →			2.1
所要経費(合計) (間接経費を含む)	19.3	7.9	13.3			40.5

研究成果の概要

研究成果の概要

手先技能及び入力装置は、小型ながらも6自由度を有し、バランスのよい剛性を実現するため、剛性解析に基づいて設計を行う必要がある。特に、並進部に採用した改良型デルタ機構は軽量、広い可動範囲を実現するために、リンクを細くし、ミニチュアベアリングを多用している。そこで、改良型デルタ機構を含む一般的なパラレル機構に適用できる「パラレル機構の剛性解析手法」を提案した。本剛性解析手法は、弾性変形するすべての部品を個別にモデル化し、そのモデルを基に、パラレル機構のモデルを作成する。そのため、手先剛性に最も影響を与える構成部品を簡単に特定することができるだけでなく、設計段階で手先剛性を推定することができる。したがって、試作品を作成することなく最適な機構を実現することができる。本剛性解析手法を適用して開発した改良型デルタ機構は、すべての並進、姿勢に対してバランスのよい高剛性を実現することができ、改良型デルタ機構を並進部に採用する手先技能及び入力装置も、バランスのよい高剛性を有することとなる。

手先技能を解析するには、手先技能動作解析装置、手先技能解析及び入力装置、遠隔操作用知能ロボットシステムを利用して実際に簡単な作業を操作者のマニュアル遠隔操作により行い、その際に操作者によって発揮される手先技能を解析する手法が有効であると考えられる。しかし、現段階では、遠隔操作用知能ロボットシステムの開発を行っていないため、コンピュータ内に仮想世界を構築し、仮想世界の中で簡単なピン挿入実験、ならい作業実験を行った。これらの実験では、手先技能動作解析装置、手先技能解析及び入力装置を使って、実際に手先技能の解析が可能であるかの検討を目的とした。その結果、手先技能動作解析装置、手先技能解析及び入力装置ともに手先技能を解析するに十分な性能を有していることが確認できた。

波及効果、発展方向、改善点等

これまでの研究成果のうち、改良型デルタ機構の設計のために新しくかつ独自に開発した「パラレル機構の剛性解析手法」は、改良型デルタ機構だけではなく、様々なパラレル機構の設計に応用できるため、パラレル機構を設計、販売している企業への波及効果は大きい。また、今回開発した改良型デルタ機構だけではなく、一般的な改良型デルタ機構に適用できる設計指標も提案したので、今後改良型デルタ機構を設計する際には非常に有用なものとなる。

これまでに実施した手先技能の解析は、きわめて少ないため、今後更なる解析が必要である。この点については研究計画立案時より予測していたため、本研究の全期間で解析を実施していく。手先技能の解析は、実際にマニュアル操作による遠隔操作を実施して行う予定である。そのため非常に実用的な解析が期待できる。

最終年度で計画している、遠隔操作による作業の実現が可能となった場合には、さらに遠隔操作作業の幅を広めていくことが可能となる。そのため、遠隔医療、遠隔福祉など応用範囲は非常に広く、可能性は限りなく広がると考えられる。

研究成果発表等の状況

(1)研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合 計
国 内	1 件	0 件	2 件	3 件
国 際	0 件	2 件	2 件	4 件
合 計	1 件	2 件	4 件	7 件

(2)特許等出願件数

合計 0 件 (うち国内 0 件、国外 0 件)

(3)受賞等

0 件 (うち国内 0 件、国外 0 件)

(4)主な原著論文による発表の内訳

国内誌 (国内英文誌を含む)

- 1 尹祐根、末広尚士、妻木勇一、内山勝: 「構造剛性解析に基づく改良型デルタ機構の設計」、日本機械学会論文集 (C 編) 69 1 (681) 1358-1365、(2003)

(5)主要雑誌への研究成果発表

Journal	Impact Factor
日本機械学会論文集 (C)編	0

人の技能を実現する遠隔操作システムの開発

