



研究課題名 力触覚技術による医工融合基盤の革新

慶應義塾大学・理工学部・教授

おおにし こうへい
大西 公平

研究分野: 工学、電気電子工学、電力工学、電力変換、電気機器

キーワード: ハプティクス、モーションコントロール、人間支援

【研究の背景・目的】

我が国を含む超成熟社会において、豊かさの指標は「モノの量」から「生活の質」への転換期を迎えつつあり、各個人に対応した人手や手間暇のかかる身体的行為を人工的に実現しない限り社会全体が立ち行かなく恐れがある。身体的行為の人工実現には力触覚のある柔らかな動作が必要不可欠であるが、従来のロボット技術においては「理想力源」と「運動機能を表す一般化座標変換」が抜け落ちているために硬い運動しか実現されない。

本研究では、運動双対性の原理に基づき、ハプティクス機能のあるエンドエフェクタ HEM² (Haptic End-effector for Medicine & Manufacturing) を実現し、身体的支援を可能にする。HEM² は従来の機械では欠落していた「柔らかい」運動を実現するばかりでなく、人間の持つ様々な動きのスキルを抽出、記録、再現する能力を有するため医工融合基盤の鍵技術となる。これにより医療福祉分野と産業分野に共通する身体機能の高度化、自動化、遠隔化が可能になり、超成熟社会の持続的発展に大きく貢献する。

【研究の方法】

本研究課題では、運動双対性の原理に基づき、行為と身体機能との関係を数理的に解明し、人に優しい人工支援を実現するための医工融合基盤を創生する。研究遂行にあたっては、図1に示すAからDの研究計画を実行する。【A. 身体機能の「表現」研究】では人の持つ多機能を表す直接座標に対して運動双対性の原理を発展的に適用する。これにより、直接行為を構成する身体機能を、理想力源と理想速度源および一般化座標変換の三独立要素で表現する基礎理論を確立する。【B. 身体機能の「発現」研究】では多様な行為を実現するための単位行列となる身体機能データを解析する。そして、理想力源と理想速度源、および一般化座標とを時空間的に統合し、行為の構成要素となる単位身体機能を生成する理論を確立する。【C. 多機能統合による行為の「実現」研究】では単位身体機能の時空間的統合のため、行為を構成する単位身体機能を効率的にデータベース化する手法、および、単位身体機能をインデックス化する手法を開発する。【D. 身体機能支援システムの試作開発研究】では研究計画AからCまでで得られた学理を順次具現化しながら段階的に実証し、最終的には22自由度44軸身体機能支援システムHEM²を試作開発し、その有効性を示す。

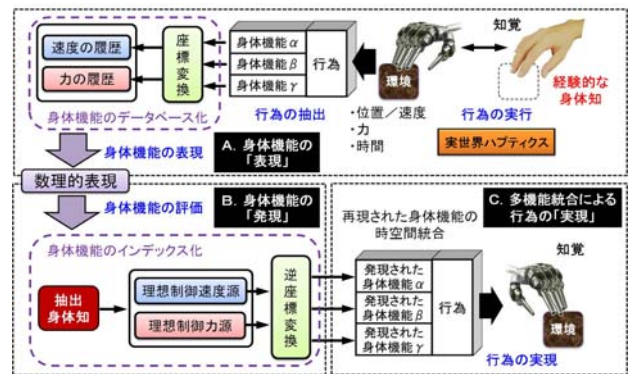


図1 研究方法および概要

【期待される成果と意義】

力触覚技術による身体機能の設計原理を飛躍的に発展させることで、人の直接的運動行為と身体機能との関係を理工学的に明らかにしようとする点に特色がある。また本研究課題によって、身体機能を制御エネルギー源と機能トポロジーとの統合として初めて数理的に扱うことが可能となるため、その学術的な意義および独創性は極めて高い。

本研究課題の成果として確立する身体機能に基づく行為支援方法論を体系化すれば、医療や介護などで典型的にみられる人手に依存してきた手間暇のかかる肌理細やかな作業（手術やリハビリなど）に対する理工学的支援や、勘や経験に代表される暗黙知の明示化への道筋が示され、新たな産業価値の創出が期待される。また、本技術は原理から応用まですべて我が国において育成してきた純国産の学問分野であり、世界に貢献する独創的技術である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Sakaino, T. Sato, and K. Ohnishi: "A Novel Motion Equation for General Task Description and Analysis of Mobile-Hapto," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 60, no. 7, pp. 2673-2680, 2013.
- A. Sabanovic, K. Ohnishi: "Motion Control Systems," John Wiley, 2011.02.

【研究期間と研究経費】

平成25年度～29年度
154,100千円

【ホームページ等】

<http://www-oml.sum.sd.keio.ac.jp/>