

次世代力触覚インタラクションを実現するアクチュエータ技術調査専門委員会 設置趣意書

産業計測制御技術委員会

1. 目的

近年、遠隔作業支援や製造業における技能伝承、医療・福祉分野での手術・リハビリ・介護支援、エンタテインメント分野における臨場感向上など、実世界での触覚・力感を提示・伝達する力触覚インタラクション技術の応用が拡大している。これらのシステムでは、利用者との身体接触を前提とするため、高応答性・可搬性・装着性・安全性・低騒音など、用途に依存して多様な要求仕様が生じる。しかし、現状では市販の電動機、空圧アクチュエータ等を利用した構成が一般的であり、特定用途に最適化された専用アクチュエータの体系的な開発や設計手法・評価基準の整備は十分に進んでいない。これは、力触覚インタラクションの社会実装を加速する上での解決すべき課題の1つであると考えられる。

本調査専門委員会では、力触覚インタラクション技術の利用者および開発者が抱えるアクチュエータ技術の課題を整理・体系化し、将来必要とされる機能・性能、設計指針の方向性を多角的に検討する。また、電動・空圧・新原理アクチュエータを含むアクチュエーション技術の国内外の研究動向および応用事例を収集・共有し、分野横断的な知見統合を推進する。これらの活動を通じ、力触覚インタラクションに適合したアクチュエータ技術の体系化と社会実装基盤の強化を図り、産業応用のさらなる拡大に寄与することを目的とする。

2. 背景および内外機関における調査活動

電気学会内では、アクチュエータ技術はこれまで、回転機技術委員会、モータドライブ技術委員会、リニアドライブ技術委員会において主に電動アクチュエータを対象として活発に議論されてきた。一方で、産業計測制御技術委員会およびメカトロニクス制御技術委員会が対象とするモーションコントロールシステムには、電動機に加えて、油・空圧アクチュエータ、ピエゾアクチュエータ、形状記憶アクチュエータなどの多様なアクチュエータが利用されており、とりわけ力触覚に特化した観点での議論は各研究コミュニティに分散している状況にある。さらに、これらの議論は機械学会、精密工学会、計測自動制御学会、日本ロボット学会などにおいても個別に進展しており、要求仕様や設計・評価手法を横断的に検討できる学際的な交流の場が求められてきた。

産業計測制御技術委員会およびメカトロニクス制御技術委員会は2015年より、国際ワークショップ SAMCON (International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization) を継続開催し、アクチュエーション技術を重要テーマとして扱ってきたにもかかわらず、両技術委員会の傘下にはアクチュエータを主題とする委員会が未設置であった。この要望を受ける形で、2020年7月から2022年6月まで「人間支援システムのためのアクチュエーション技術に関する調査専門委員会」が設置され、人間支援に資するアクチュエーション技術の体系化と知見集約が進められた。さらに、2023年4月から2025年3月まで「巧みなアクチュエーション技術に関する調査専門委員会」が後継として設置され、現在でも機械による自動化が難しく、人手によって行われている巧みな作業の機械化を目指したアクチュエーション技術に関する調査が実施された。本委員会はその後継として、特に力触覚インタラクションの視点を軸に、社会実装と研究開発の橋渡しを担う委員会として設置するものである。

国外に目を向けると、IEEE IES (Industrial Electronics Society) に設置されている Technical Committee on Sensors and Actuatorsなどを例として、センシング技術とアクチュエータ技術の融合は国際的にも重要性を増している。本委員会を産業計測制御技術委員会内に位置付けることで、センサ応用委員会と補完し合いながらD部門全体の発展に寄与するとともに、力触覚インタラクションを支えるアクチュエーション技術の

社会的価値を高める基盤形成が期待される。

3. 調査検討事項

(1) 力触覚インタラクションを対象としたアクチュエータ技術の現状整理と要素技術の俯瞰的調査

電動・油空圧・圧電・形状記憶材料等の既存技術に加え、ソフトアクチュエータをはじめとした新原理アクチュエータなど多様な方式を対象に、性能要求（応答性、駆動精度、装着性、発熱・騒音特性など）を整理する。また、それらを支える制御技術（力制御、外乱推定、触覚レンダリングなど）も含めた包括的な動向把握を行う。

(2) 応用分野における要求仕様と技術課題の抽出・体系化

医療・リハビリ支援、福祉機器、遠隔操作、技能伝承、XRなどの具体的応用を対象に、ユーザ視点・市場視点を踏まえて必要なアクチュエータ性能や評価指標を整理する。安全性規範や装着型デバイス等に特有の制約条件の分析を行い、標準化・設計指針策定に向けた要点抽出を行う。

(3) 社会実装を見据えた新技術コンセプトおよび設計・制御指針の検討

上記(1)(2)での調査結果を踏まえ、力触覚インタラクションに特化したアクチュエータの新しいシステム概念、設計論、および制御手法について分野横断的な議論を深める。また、研究成果の体系化と発信を通じて学術・産業の双方に資する知見の共有を推進する。

4. 予想される効果

本委員会では、電気学会を主たる活動の場とする研究者に加えて、機械学会、精密工学会、計測自動制御学会、日本ロボット学会など他学会で活躍する研究者を交えて、力触覚インタラクションのためのアクチュエーション技術に関して広く議論し、交流を深めることを目的としている。したがって、本委員会の活動を通じて、以下の効果が期待される。

(1) 学会横断的な研究交流基盤の整備

力触覚インタラクションという共通テーマのもと、電気学会のみならず機械系・ロボティクス系・医療福祉系・情報系等の幅広い研究者・技術者が参画し、アクチュエータ技術に関する協創・情報交換の場を形成する。

(2) 次世代アクチュエータ技術に向けた研究開発指針の提示

応用分野における要求仕様の整理と性能課題の可視化を通じて、標準化や評価基準の確立に向けた知見を提供し、今後の研究開発の方向性を示す。これにより、産学連携や継続的な技術発展の促進が期待される。

(3) 実社会での力触覚インタラクション導入の加速と産業への波及効果

遠隔作業支援、医療福祉分野の支援機器、XR等における社会課題解決に直結しうるアクチュエータ技術の進展を通じ、労働力不足対応、機能・安全性向上、国際競争力強化などの社会的効果が期待される。

5. 調査期間

2026年（令和8年）4月～2028年（令和10年）3月（2年間）

6. 活動予定

委員会 8回（4回/年）

研究会 2回（1回/年）

国際ワークショップ SAMCON Invited Session 1件

7. 報告形態

国際ワークショップ SAMCON においてセッションを企画し、当該セッションでの発表内容を報告とする。

9. 規格化・標準化活動との連携について

希望あり 希望なし

以上