

令和3年5月18日

本当の感覚通信を求めて

ーリアルハプティクスの歴史と未来ー

慶應義塾大学 大西公平

第一部 実現編

感覚 感覚器に対する刺激で誘起される心理過程

人工的には「刺激」に対応する信号（エネルギーを持つ）を扱う

リアルハプティクス

機械的な感覚（力触覚）を引き起こす刺激信号のデータ化、通信、記録、そして再現を可能にする技術

ハプティクスにおける「刺激」の定義と単位

同時性

力触覚を定量化するには速度と力の情報の厳密な同時性が必要

通信

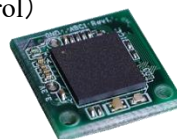
力触覚の通信 = 「速度」と「力」を同時に（同期をとって）通信・再生すること
壁：ある方向に速度と力を 同時に任意の値に 指定することは出来ない！

壁を突破する：リアルハプティクス技術の誕生へ

マスターとスレーブがそれぞれ完全加速度系にできるならば、アダマール変換により d 軸で速度を制御し c 軸で力を制御するように加速度指令を決めることができ、更に逆変換によりマスターとスレーブに対する実際の加速度指令にすることで解決

リアルハプティクスを実現するシステムをカスタム LSI 化

⇒ Abc-core (Acceleration-based Bilateral Control)



モーションリブ株式会社 提供



大学発ベンチャー表彰
科学技術振興機構

二つの主な応用

遠隔操作 (パイオニア達の夢の実現)

動作再現 (動作のデジタルデータの応用)

第二部 未来編

社会の超成熟化

ロボットの課題

安全性、適応能力、多能性

力触覚 = 機械インピーダンス (= 触っている対象の物理的性質)

⇒ 柔らかい、硬い、ざらついている 等々

力加減ができれば 安全性、適応能力、多能性が満たされる

ロボットは進化する

種類 \ 特徴	対象に対する 適応性	適用可能な運動場と 発現できる作業	運動の指令合成	ロボットに必要な機能	上市
第一世代ロボット (産業用ロボット)	適応性なし	定常環境(構造環境)に おける定型作業	位置教示	サーボ機能 (機構の運動キネマティクス)	1980年代～
第二世代ロボット (ハプティクスロボット)	受動的に 適応	準定常環境における 準定型作業	記録されたヒトの運動を 受動的に再現(人まね)	ハプティクス機能 (機能を実現する運動ダイナミクス)	2020年代後半～
第三世代ロボット (スマートなロボット)	能動的に 適応	非構造環境における 非定型作業	判断を伴う能動的な 運動の発現	AI機能 (判断と運動の統合)	2040年代後半～

スキルの抽出

スキルが含まれている動作データ(スキルデータ)を用いて作業動作の合成ができる

⇒ 動作を編集するシステム(動作エディタ)が可能に

I o A (Internet of Actions) 動作情報を集積して利用できるプラットフォーム

第三世代ロボットはネットワーク接続

⇒ 高速・低遅延・大容量・セキュアな通信システムが不可欠

未来社会

我々を手助けしてくれるロボットが(2040 年後半くらいから)普及

⇒ 人とロボットが共存する社会

産業用にはそれより 10~20 年ほど早く普及し始めるのでは・・・