

受動関節を有するロボットアームによるスキルアシスト

Skill Assist by Robotic Arm with a Passive Joint

教授：立矢 宏，准教授：樋口理宏，助教：小塚裕明，滝澤健太

Hiroshi TACHIYA, Masahiro HIGUCHI, Hiroaki Kozuka, Kenta TAKIZAWA

Abstract

We propose a skill-assist arm with a passive joint that can support precise positioning of an operator. In addition to assist of drawing line, this we also propose the method of displaying virtual wall to operator. We fabricated a prototype and made experiments about drawing lines and displaying virtual walls. It is expected that skill-assist arm will be applied to advanced works such as welding and surgical operation to improve precision and safety.

背景

ヒト・ロボット協調作業

ヒトの長所

経験に基づく柔軟な判断力
優れた感覚

ロボットの長所

正確な位置決め
大きな発生力

状況に合わせた**高度な作業**
ヒトの**負担軽減**

問題点

ヒトに合わせた動作をするため、**操作力を計測**

高度な計測系・制御系が必要

目的

受動関節を利用したパッシブロボティクスにより

位置制御のみでヒト・ロボット協調作業の実現

計測系・制御系の簡易化

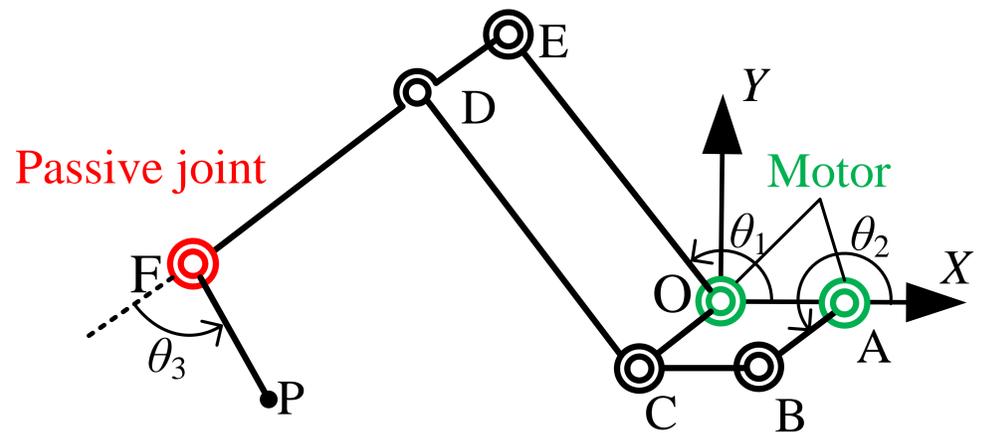
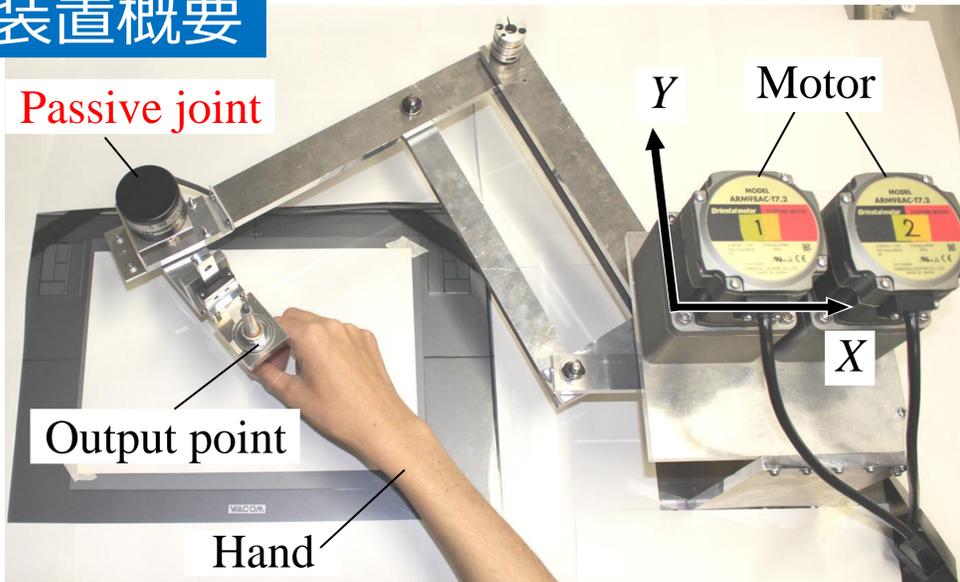
ヒトが**速度・力加減を調節**可能

➤ **アクチュエータを有しない入力関節**

➤ **ヒトが自由に変位可能**

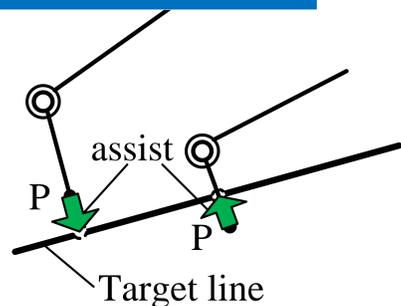
Passive joint

装置概要

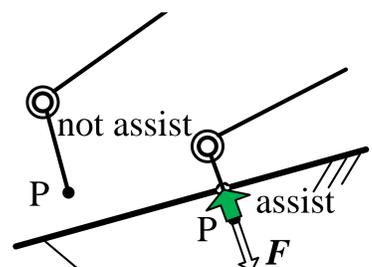


- 1自由度の**受動関節**，2自由度のロボットアームから構成
- 平行クランク機構を採用し，モータをベース部に集約

動作の種類



高精度な図形描画

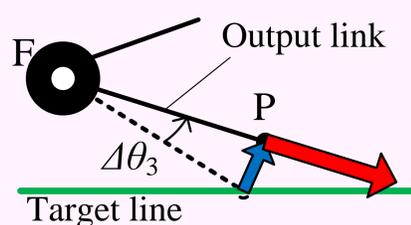


仮想的な壁面の提示

スキルアシストの特異姿勢

スキルアシストの特異姿勢

出力節と目標動作方向が**平行**



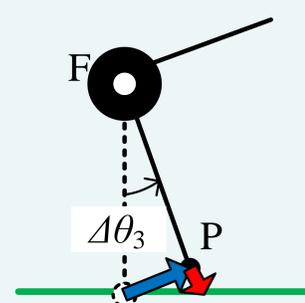
- ➡ Displacement by operator
- ➡ Displacement by robot

ヒトの操作 << **アシスト**

ヒトによる
速度・力の調節… **困難**

理想姿勢

出力節と目標動作方向が**垂直**

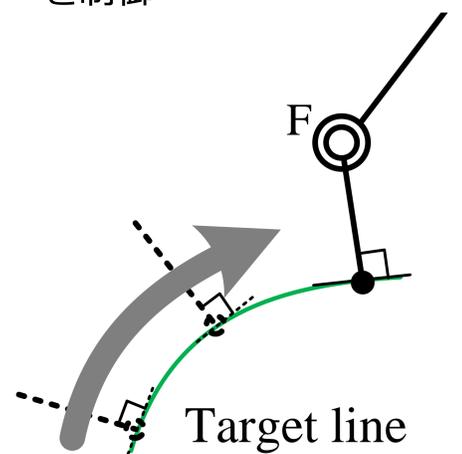


ヒトの操作 >> **アシスト**

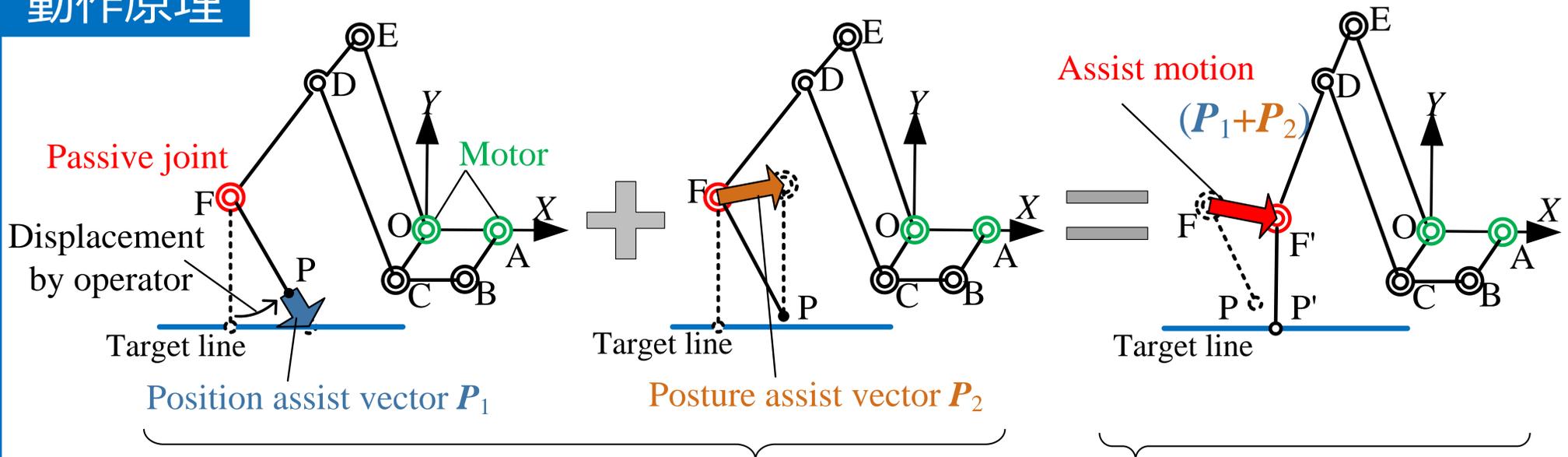
ヒトによる
速度・力の調節… **容易**

回避方法

常に**理想姿勢**付近となるように出力節姿勢を制御



動作原理

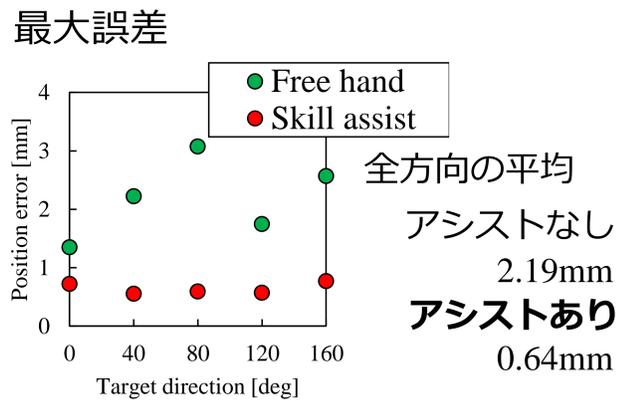
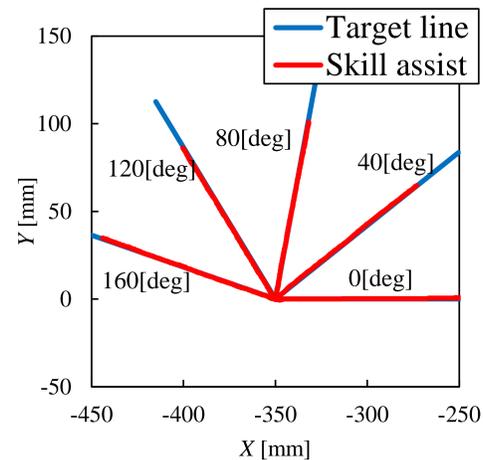


ヒトが操作 (出力点Pを把持) → 受動関節の角度変化 → 位置補正ベクトル P_1 姿勢補正ベクトル P_2 算出 → 点Fを $P_1 + P_2$ 移動させた点F' 算出 → ロボットがアシスト (FからF'へ移動)

モータ制御方法:PI制御 制御周波数:10kHz

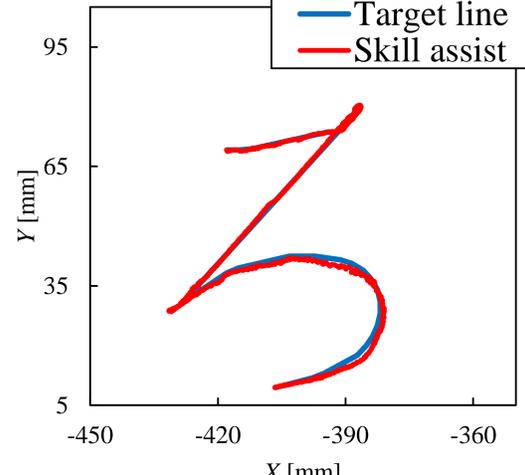
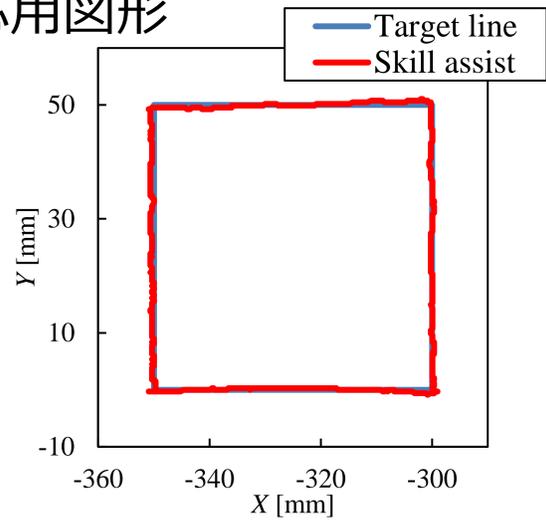
図形描画アシスト実験

直線



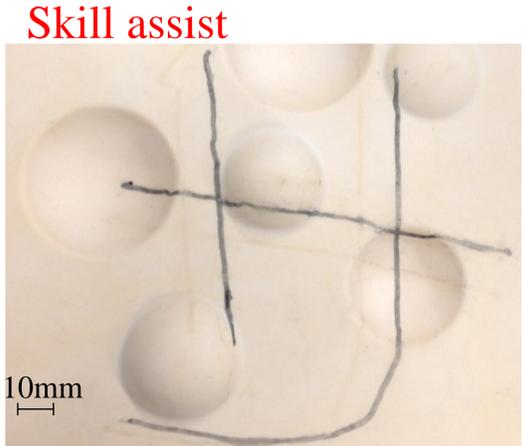
アシストにより精度向上

応用図形



複雑な図形もアシスト可能

凹凸面での描画

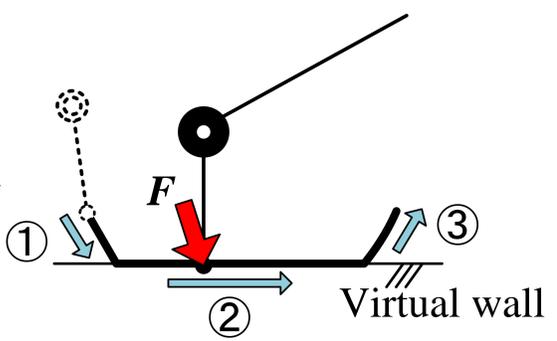


ヒトの判断力を活かした動作

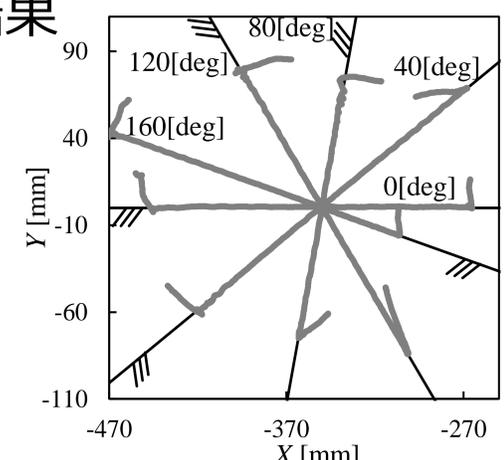
仮想壁面提示実験

実験方法

- ① 仮想壁面外から壁面の方向へ操作し、壁面に接触
- ② 壁面向きの力を加えながら、壁面沿いに一定距離移動
- ③ 壁面外へ操作



実験結果



仮想壁面内への侵入防止効果を確認

展望・応用例

- 受動関節へのブレーキ搭載により安全性向上
- 3次元曲線の描画やアシスト, 線だけでなく面や領域の提示
- DTF (Desktop Factory/Fabrication) 全般, 溶接, リューター等での切削・バリ取り
- リハビリ作業 (手の運動・歩行訓練) など医療福祉