

研究背景

ハプティックデバイス
力触覚を操作者に提示するデバイス

遠隔操作を力覚提示でサポート

操作者の心理的ストレスの軽減

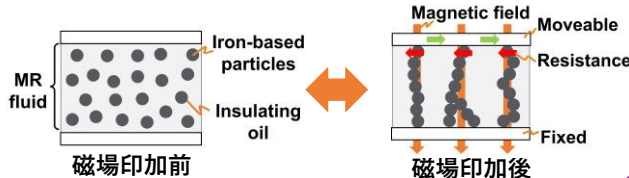
手術支援ロボットなど、より
繊細な作業にも対応できるハ
プティックデバイスの開発

Magneto-Rheological Fluid
(MR流体) を使用

Magneto-Rheological Fluid (MR流体)

機能性流体の一種で磁場による粘性制御が可能。磁場を印加することで鉄微粒子がクラスターを形成し、抵抗となる。

利点：繊細な力覚提示，応答が早い



Delta-Type Haptic Device Using Twin-driven MRF Actuator (DH-MRD)

SpaceMouse
Compact
(3Dconnexion)

Delta
linkage

TD-MRA

DH-MRD

デルタ型リンク機構
並進3自由度

計7自由度

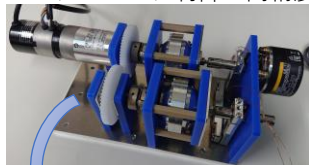
DH-MRDの仕様

Size ($\phi \times H$)	455×181~330 mm
Total mass	5.1 kg
Mass of output link	0.119 kg
Range of motion	R = 80 mm H > 100 mm

3Dマウス
3軸回転運動
ボタンにより
開閉を制御

Twin-driven MRF Actuator (TD-MRA)

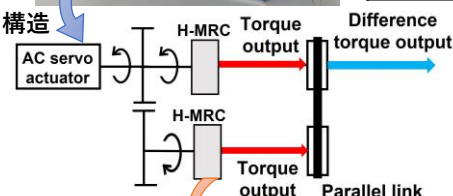
オープンループ制御で高精度なトルク出力が可能



TD-MRAの仕様

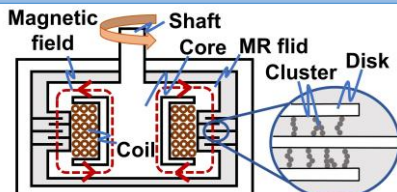
Rated Torque	0.23 Nm @1.2A
Moment of inertia	2.09×10^{-5} kgm ²
Size (L×W×H)	260×100×80 mm
Mass	1.28 kg

構造



ACサーボモータからの回転はギヤにより正回転と逆回転に別れH-MRCへ伝達される。H-MRCで制御されたトルクは平行リンクにより結合され出力軸には差分トルクが出力される。

多重円盤型ハプティックMRクラッチ (H-MRC)



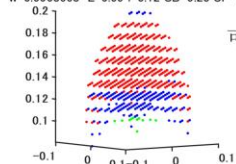
コイルの磁場によりMR流体の粘性を制御。多重円盤とすることにより、小型で高トルクを実現。

力覚提示性能の評価

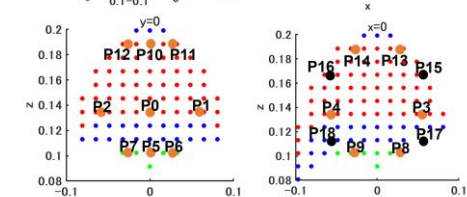
実験方法

- 一定の姿勢において、 $\pm x$, $\pm y$, $\pm z$ の6方向に、それぞれ0.5 N, 1.0 N, 1.5 N, 2.0 Nの力を5秒間ずつ出力し、計測を行う。測定する姿勢位置は15通りでありP0~P14とする。
- $+z$ 方向においては、出力できる最大の値を調べるため、4.0 Nの力を出力する指令をだし、そのときの力の計測を行う。測定する位置は、P0~P14に4通り加えた計19通りであり、残りの姿勢位置をP15~P18とする。

$w=0.0008668$ $L=0.09$ $I=0.12$ $SB=0.23$ $SP=0.095$

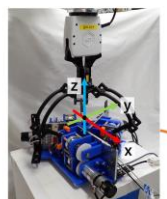


可操作度の最大値の
75%以上が赤のプロット
50%以上が青のプロット
30%以上が緑のプロット



評価位置

Six axis
force-moment
sensor



xArm6

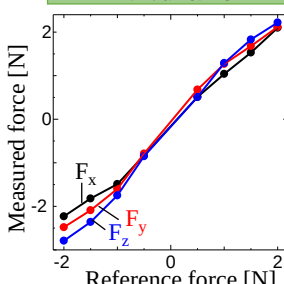
- TechShare株式会社
- 6自由度

6軸力覚センサ

(PFS055YA251U6)

- レプトリノ株式会社
- 定格容量
 ± 250 N, ± 6 Nm
- 分解能
0.125 N, 0.003 Nm

実験結果



6方向への力提示実験結果

+z方向への力提示実験結果

	Fz[N]		Fz[N]
P0	3.84	P10	3.71
P1	3.62	P11	3.85
P2	3.34	P12	4.05
P3	4.2	P13	3.68
P4	3.11	P14	3.68
P5	4.53	P15	3.74
P6	4.03	P16	3.08
P7	4.59	P17	3.78
P8	4.65	P18	2.83
P9	4.89		

6方向への力提示

誤差はあったが、各方向において目標値を概ね再現できた。

Z方向への力覚提示

DH-MRDが+z方向に出力可能な最大値の結果は左の表の通りである。