

1

情報生体工学実験Ⅲ
テーマC [生体計測]

(4) 触力覚計測・提示



2

目的

触力覚デバイスを使った実験を通して、
デバイスの特性を知り、計測技術学ぶ。



実験の流れ

1. 触力覚デバイス (Falcon)の説明 Falcon
2. 触力覚デバイスの応用
3. サンプルプログラムを体験
4. 実験

3

1. 触力覚デバイス (Falcon)の説明

触覚とは？ … 皮膚または粘膜の表面に何かが
軽く接触したときに感じる感覚。
(ブリタニカ国際大百科事典より)

外界の認識に使う五感の割合

… 87%
… 7%
… 3%
… 2%
… 1%



4

1. 触力覚デバイス (Falcon)の説明

触覚とは？ … 皮膚または粘膜の表面に何かが
軽く接触したときに感じる感覚。
(ブリタニカ国際大百科事典より)

外界の認識に使う五感の割合

視覚 … 87%
聴覚 … 7%
触覚 … 3%
嗅覚 … 2%
味覚 … 1%



5

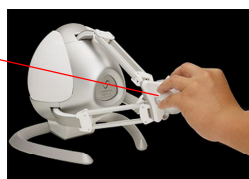
触覚デバイスとは？

…物に触った感覚(力覚, 触覚)を提示できる

↓
仮想物体に触れる感覚を提示することができる



モニタに映った仮想物体



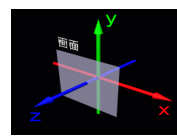
触力覚デバイス

6

原理は？

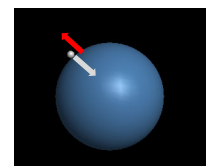


Falconの座標系



OpenGLの座標系

- ・座標位置取得
- ・力覚提示

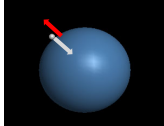


仮想物体の内側に入ると
物体の外方向に力が出力
されるようにプログラミング

どんなプログラム？

- プログラミング言語: C++ (if, for switchなど)
- Haptic SDK(ソフトウェア開発キット): 用意された関数

```
dhdGetPosition(x,y,z,ID);    //座標取得をする
if(当たり判定)
    dhdSetForce(x,y,z,ID);    //力を出力
```



仮想物体の内側に入ると
物体の外方向に力が出力
されるようにプログラミング

Falconの仕様

- 最大反力: 900g (9N)
- 作業空間: 10cm × 10cm × 10cm
- 位置データ, モータへの電流を1kHzで更新

その他の触力覚デバイス

(制作会社, 自由度, 作業空間, 値段などが異なる)



PHANTOM



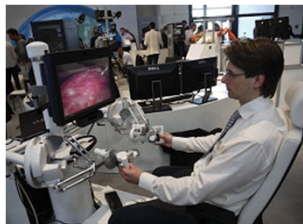
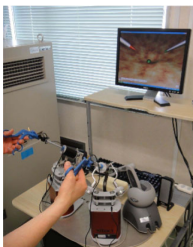
Delta



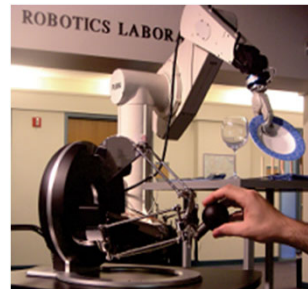
sigma

2. 触力覚デバイスの応用

- VR(バーチャル・リアリティ)
 - トレーニングシミュレーター
 - ロボット手術操作
 - ゲーム



- 遠隔操作
 - 重い物体を持ち上げる
 - レスキュー用探査ロボット?



実験

準備

- PCのセットアップ
 - PC準備し, マウス, キーボードを接続する
(PCは机に設置されているものではない。)
- Falconのセットアップ
 - Falconを箱から取り出し, PCと接続する。
 - Haptic Init / Haptic Deviceを起動し, Falconが認識されているか確認する。
 - 確認したら, Haptic Initを終了する。
- [実験終了時] タスクバーからアイコンを選択し, Falconを取り外す。
この操作をせずに, 直接抜かないこと。

13

3. サンプルプログラムを体験

これから見せるサンプルプログラムのうち2つについて、どのようなプログラムかレポートに説明せよ。

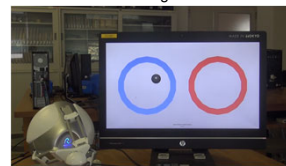
3. サンプルプログラム

14

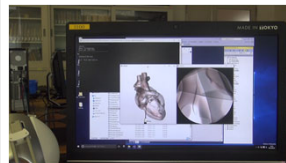
Magnet



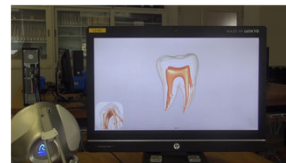
Ring



Heart



Tooth

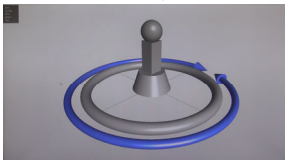


どのようなプログラムかレポートに説明せよ。

3. サンプルプログラム

15

Hoop



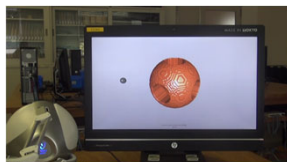
Telescope



Camera



Ball



どのようなプログラムかレポートに説明せよ。

4. 実験

16

- 実験1: 座標取得
- 実験2: 入出力特性調査

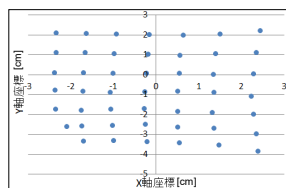


17

実験1: 座標取得

- Falconはグリップ部分の空間座標を取得することができる。取得した座標データからグラフを作り、しっかり座標取得を行えているか確認する。

座標取得関数: `dhdGetPosition(x,y,z,ID)`

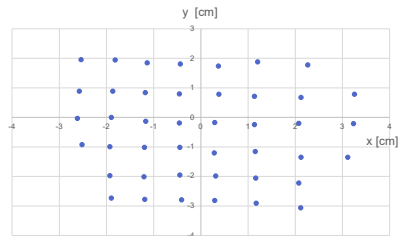


実験1 座標取得の様子



19

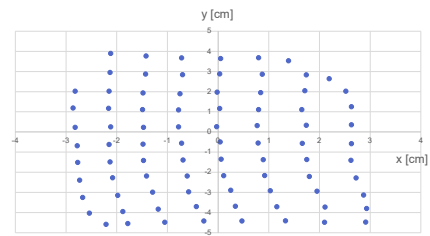
サポート 5cmのとき



x, y を利用してグラフを作成する
測定結果のファイル: 5cm.xlsx

20

サポート 10cmのとき



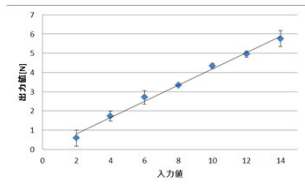
x, y を利用してグラフを作成する
測定結果のファイル: 10cm.xlsx

21

実験2: 入出力特性

- 力覚提示関数の引数に数値を入力すればFalconは恒常的な力を提示することができる。引数と提示する力の入出力特性を計測する。(注)実際の計測においては、Z軸下向きは負の値を入力する

力覚提示関数: `dhdSetForce(x,y,z,ID)`



実験2 測定の様子



23

計測結果

入力値	出力値 [g]				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
3	60.0	68.0	55.0	54.0	64.0
4	118.0	131.0	122.0	125.5	140.0
6	291.5	284.0	274.0	280.0	265.0
8	326.0	335.0	338.0	329.0	335.0
10	400.0	413.0	415.0	394.0	402.0
12	474.0	449.0	457.0	452.5	471.0
14	604.0	600.5	631.5	624.0	610.0

測定結果の値をjikken2.xlsxに転記

24

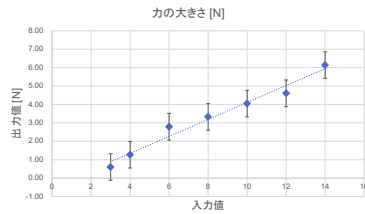
N(ニュートン)へ変換

入力値	出力値 [N]					平均値		
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	力の大きさ [N]	標準偏差	標準誤差
3	0.600	0.680	0.550	0.540	0.640	0.60	0.053	0.024
4								
6								
8								
10								
12								
14								

式を代入し、[N] (ニュートン)に変換された値が入るようにする

5回分の平均値、標準偏差、標準誤差の値を入れる

実験2 入出力特性のグラフ



結果の処理(実験1)

実験1

- ① 出力されたデータをグラフ化する(Z軸は固定してあるのでX, Y平面のグラフ)。
- ② 測定結果のファイル「[5cm.xlsx](#)」および「[10cm.xlsx](#)」を利用して、動画中で示した散布図のグラフを作成せよ。
- ③ レポートには、[5cmと10cmのときのグラフ](#)を貼り付けること。

結果の処理(実験2)

実験2

- ④ 動画中で示した出力値の単位は[g]である。とりあえず、その値をファイル「[jikken2.xlsx](#)」の上の表に入力し、表を完成させる。
- ⑤ 「[jikken2.xlsx](#)」の下表には、力の大きさN(ニュートン)に変換された値が入るようにせよ。
- ⑥ 平均、標準偏差、標準誤差を求める。
- ⑦ 入力値と平均の値を用いて、動画中で示したようなグラフを作成せよ。その際、グラフには、エラーバーと近似直線を加えること。
- ⑧ レポートには、[2つの表とグラフ](#)を貼り付けること。

課題

- ① 動画の中の[サンプルプログラム](#)のうち、2つについて、どのようなプログラムか説明せよ。
- ② 実験2の入出力特性についての考察を述べよ。
- ③ 触力覚デバイスを応用したものについてWebなどで調べ報告せよ。参考にしたWebのURLも記載すること。
キーワード: 触覚デバイス, 力覚デバイス, Novint Falcon, ハプティックデバイスなど。

おしまい

