

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 | ⋯ 87% |
| 視覚 | ⋯ 7% |
| 聴覚 | ⋯ 3% |
| 触覚 | ⋯ 2% |
| 嗅覚 | ⋯ 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



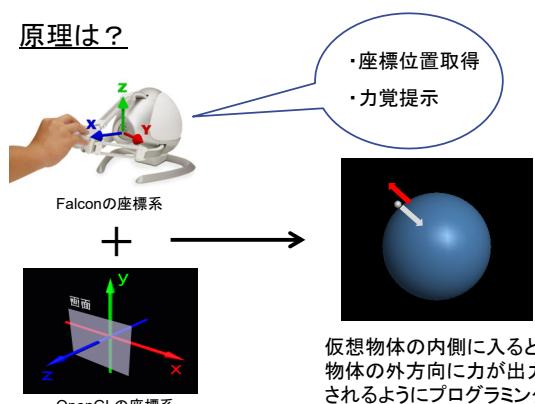

モニタに映った仮想物体

触覚デバイス

6

原理は？

・座標位置取得
・力覚提示



Falconの座標系

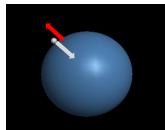
OpenGLの座標系

モニタに映った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

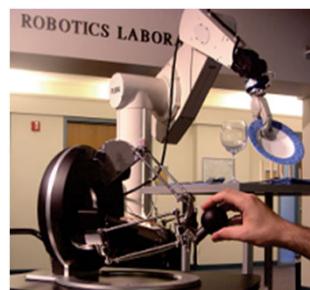
2. 触力覚デバイスの応用

- ・ 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。

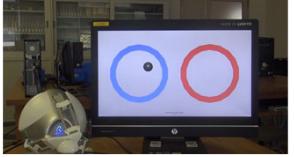
13

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。

14

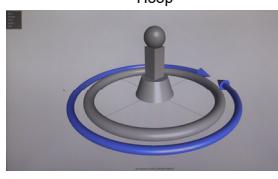
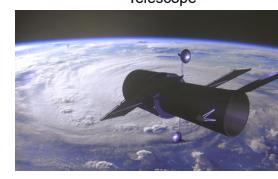
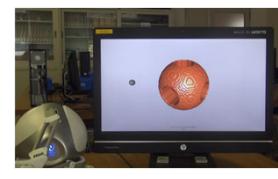
3. サンプルプログラム

| | |
|--|--|
|  Magnet |  Ring |
|  Heart |  Tooth |

どのようなプログラムかレポートに説明せよ。

15

3. サンプルプログラム

| | |
|---|---|
|  Hoop |  Telescope |
|  Camera |  Ball |

どのようなプログラムかレポートに説明せよ。

16

4. 実験

- 実験1: 座標取得
- 実験2: 入出力特性調査



17

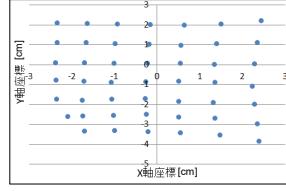
実験1: 座標取得

- 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、しっかりと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)







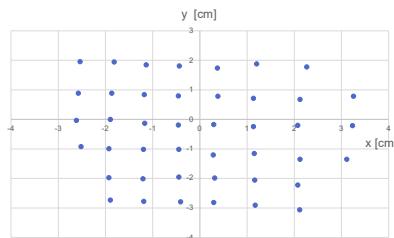
x座標 [cm]
y座標 [cm]

実験1 座標取得の様子



19

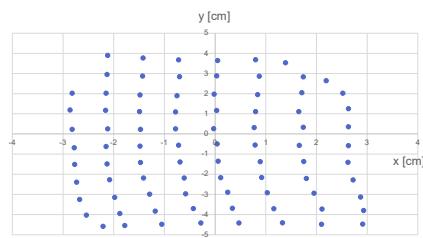
サポート 5cmのとき



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



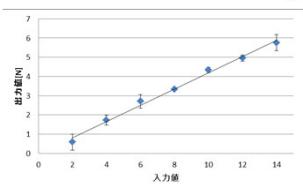
x, y を利用してグラフを作成する
測定結果のファイル: 10cm.xlsx

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

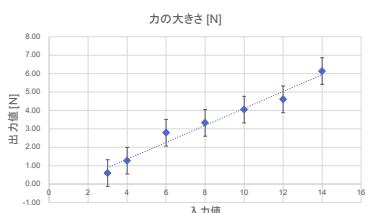
N(ニュートン)へ変換

| 入力値 | 出力値 [N] | | | | | 力の大きさ [N] | 標準偏差 | 標準誤差 |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 | | | |
| 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」の下の表には、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aptiックデバイスなど。

おしまい

