

楽しい運動計測実習その2

1 高速度カメラによる運動計測その2

以下の手順にしたがって、歩行運動のデータを取り、解析しなさい。少なくとも3人のデータを取り、比較検討をおこなうこと。

注意: 取得データはデータ格納専用の外部 HDD に専用フォルダを作って格納すること。

1.1 準備

1.1.1 マーカとりつけ

頭頂・首・腰(背面×1, 側面×2)・膝・かかと・足先にマーカをとりつけ、各マーカ間の距離と、脚のどこにとりつけたがわかるように各部位の距離を測りなさい。あとで同じ場所にマーカをとりつけられるだけの必要十分な距離データを測定すること。

1.1.2 関節の可動範囲

各関節の可動域を調べなさい。特に、踵関節については、可動範囲には能動的に動くことのできる範囲と受動的に動くことができる範囲があることに注意して両方調べなさい。

1.1.3 筋電センサとりつけ

以下の各筋肉に筋電センサを取付けなさい。取り付け場所は「表面筋電図マニュアル」を参照のこと。

1. 中殿筋
2. 大腿直筋
3. 外側広筋
4. 前頸骨筋
5. 半腱様筋
6. 大腿二頭筋
7. 内側腓腹筋
8. 外側腓腹筋
9. ヒラメ筋

1.2 運動計測

時速 3km, 時速 4.5km, 時速 6km の各速度における歩行について、腰・膝・かかと・足先の運動と筋電を計測しなさい。

- 「走る」のではなく、「歩く」こと。
- 各速度での歩行に慣れるための練習時間を必ず設けること。
- 歩き始めの 10 歩程度は非定常状態になることが多いので、データ処理には使わないこと。
- 少なくとも数十歩のデータに対する統計処理を行えるようにデータは取得しておくこと。
- 遊脚の開始と終了がわかるようにカメラの配置を工夫すること。
- 取得した各関節の位置データは、各人のホームディレクトリに転送して以下のように解析を行いなさい。

1.3 運動軌道計測結果の解析

1.3.1 前処理

計測によって得られた軌道データを、すでにつくってあるシェルスクリプト `getdat.sh` によって、ヘッダ部とデータ部に分けなさい。ここで得られたヘッダファイル名を以下では仮りに `info-joints.dat`, データファイル名を `pos-joints.dat` とする。

1.3.2 ローパスフィルタによる軌道処理

計測した EMG 信号は前回の実験と同様に適当な大きさのウィンドウ幅で平滑化する。

1.3.3 ローパスフィルタによる軌道データ処理

1. 取得した軌道計測データにはノイズがのっているので、ローパスフィルタを通して処理する。計測のサンプリング周波数を $f[\text{Hz}]$ としたとき、ローパスフィルタのシャ断周波数は最大でどのような値に設定すべきか？ サンプリング定理に従って答えなさい。

ただし、ヒトの運動計測の際のシャ断周波数は通常 7-10Hz 程度に設定する。

2. 指定したデータファイルの各座標データに、ローパスフィルタをかけるシェルスクリプト `lpf.sh` を作りなさい。その仕様は以下の通りとする。

- (a) 入力データファイル名が `pos-joints.dat` ならば、出力データファイル名は `spos-joints.dat` とし、そのフォーマットは入力データファイルと同じとする。
- (b) シャ断周波数は `lpf.sh` 内のマクロ変数で指定するようにすること。
- (c) ローパスフィルタは研究室の `cvs` で管理されているバターワースフィルタ (レポジトリ名は `filters`, `cvs` の使いかたは「UNIX/LINUX の基本操作」を参照すること) を `lpf.sh` から呼び出すようにしなさい。用意されているプログラムは 1 列のみのデータを処理するものであることに気をつけて利用すること。具体的な手順は以下の通り。
 - i. 入力データファイル (例えば `pos-joints.dat`) の各列を `cut` を用いて、それぞれを例えば

tmp-time-joints.dat, tmp-1-pos-joints.dat, tmp-2-pos-joints.dat

といった名前の別々の一時ファイルにする。

ちなみに、シェルスクリプト中での算術演算は以下のようにする。

```
NUM=1                #変数 NUM に 1 が代入される
NUM='expr ${NUM} + 1' #変数 NUM が 2 になる
TMPNAME=tmp-${NUM}    #変数 TMPNAME を "tmp-2" にした
```

- ii. 時刻データをのぞく各データそれぞれをバターワースフィルタで処理し、tmp-1-spos-joints.dat といった名前にする。
 - iii. 時刻データとバターワース処理後の各データファイルを再結合して、spos-joints.dat をつくる。spos-joints.dat のフォーマットは入力ファイルであった pos-joints.dat と同じである。
 - iv. 一時データ tmp-* を削除する。
- (d) バターワースフィルタを呼び出すときに必要となるサンプリング周波数は、先につくってある info-joints.dat から抽出する。
 - (e) 入力データファイルに含まれている計測点数がデータ処理に必要であれば、info-joints.dat から抽出して利用しなさい。

1.3.4 相対位置の計算

1. 以下のような仕様のプログラム pos2rel.c を作りなさい。

- (a) ローパスフィルタを通して得られた位置データファイル spos-joints.dat を読み込んで、各時刻の腰関節位置に対する他の各マーカ位置の相対位置を計算して出力する。ある時刻の位置データ A,B の値をそれぞれ (x_A, y_A) , (x_B, y_B) とすると A に対する B の相対位置は $(x_B - x_A, y_B - y_A)$ で与えられる。
- (b) 出力ファイルのフォーマットは、入力ファイルに準ずる。ただし、相対座標にするため、腰の位置データはなくなる。すなわち、腰関節位置を (x_1, y_1) とするならば、出力データのフォーマットは以下の通り。

時刻、 $x_2 - x_1, x_3 - x_1, \dots, y_2 - y_1, y_3 - y_1, \dots$

- (c) 入力ファイルが spos-joints.dat ならば、出力ファイル名は rel-spos-joints.dat とする。

1.3.5 速度の計算

1. ローパスによる処理後、相対位置データを保存したデータファイルを、すでに作成している extract.sh を改良して、各計測点毎の相対位置データを抽出できるようにしなさい。入力ファイルが rel-spos-joints.dat ならば、出力ファイル名は計測点 ID を使って 1-rel-spos-joints.dat, 2-rel-spos-joints.dat, ... とする。
2. 各計測点毎の位置データファイルを読み込んで、速度データを出力するプログラム pos2vel.c を作りなさい。以下はその仕様である。
 - (a) 「速さ」とは速度の大きさである。
 - (b) 実行時の引数は以下の通り。

\$ pos2vel 入力ファイル名 出力ファイル名 サンプリング周波数

(c) 速度データを求めるための差分計算には、引数としてうけとったサンプリング周波数を用いる。**入力データの時刻フィールドの値は丸め誤差のため、その時間間隔は一定になってないため、時刻データを速度計算に使ってはいけない**

(d) 出力ファイルのフォーマットは以下の通りである。

```
-----  
時刻 速度の x 成分 速度の y 成分 速さ  
-----
```

3. コマンド `pos2vel` を呼び出して、各マーカの位置データをもとに、各速度データを計算するシェルスクリプト `getvel.sh` を作りなさい。

(a) `for` 文を用いて、各位置データ (`?-rel-pos-joints.dat`) を順に呼び出し、速度データ (`?-rel-vel-joints.dat`) を出力する。

(b) サンプリング周波数は先につくってある `info-joints.dat` からサンプリング周波数から抽出する。

1.3.6 運動軌道の表示

各関節の絶対座標および相対座標に関して以下のグラフを作成し、その特徴を考察しなさい。脚軌道の特徴や、速度に応じたその変化がどのような筋活動の結果によるのかも考察しなさい。

1. 水平-垂直位置
2. 時間-水平位置
3. 時間-垂直位置
4. 時間-速度
5. 時間-速さ
6. 歩行速度-足の運動周期
7. 歩行速度-足のふり幅
8. その他?

以下は解析や考察における着目点の例。

- どこが接地相でどこが遊脚相? (軌道からどう判断する?)
- 筋活動はどのような瞬間に見られる?
- 個人差はどこにある?
- 被験者によらない共通の特徴はどこにある?
- 速度による運動軌道の変化はどのような点にある?
- 歩行と走行に運動軌道の違いはあるか?
- かかと関節角度は、常に能動的な可動域範囲にあるか?

1.4 藤井からのお願い

以下の内容について調べて下さい。質問いつでも受け付けます！

1. 矢状面において頭頂と足の軌道を図示して考察してください。
2. 前額面において腰(背面)に対する首の相対位置を求め、水平方向の分散から上半身のぶれ具合を見てみましょう。
3. 外転筋の働くタイミング(接地時？遊脚時？)と活動度を調べて下さい。

2 プレゼンテーション

LibreOffice のプレゼンテーションソフトを使って、プレゼンテーションの資料を作りましょう。

1. 計測実習の内容（何を目的として、どのような実験をして、どんな結果が得られ、どんな考察をしたか）を 16 分程度（一人 4 分程度）で発表できるようにすること。
2. 目的を自由に設定して、それに対応したストーリーになるように手法・結果を話すこと。
3. 筋活動に関する結果・考察に触れること
4. 15 分の発表ならば、スライドのページは 15 枚程度。
5. 作成したグラフは厳選して必要最小限のものを見せること。
6. 聞き手が楽しく聞けるように、よく内容を吟味すること。
7. 発表前に、必ず話す練習をすること。