

# 楽しい運動計測実習: 歩行計測編

2021 年 11 月 10 日

## 1 高速度カメラによる歩行計測

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。

### 1.1 準備

以下のように反射マーカと筋電センサを被験者にとりつける。ただし、取付箇所は以下に記載されている指示から変更する場合もある。

#### 1.1.1 反射マーカの貼付

股関節・膝関節・足関節・足先 (第五指中足骨基部) にマーカを貼付しなさい。また、各マーカ間の距離を測っておき、後のデータ解析の際に変な値になっていないか確認すること。

#### 1.1.2 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、股関節・膝関節・足関節・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。

## 2 データ処理

取得データは、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。

### 2.1 運動軌道のフィルタ処理

モーションキャプチャーシステムにより取得した運動軌道に対して以下の処理を行う。

1. 低周波フィルタによるノイズ処理
2. 数値差分による速度の計算

### 2.2 筋電信号のフィルタ処理

以下のように処理する。

1. 高周波フィルタ
2. 整流
3. 低周波フィルタ (平滑化を行う場合もあるが本実験では低周波フィルタを使う)

### 2.3 グラフ化

各関節の絶対座標および相対座標 (股関節に対する膝関節, 足関節, 足先の位置) 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. 股関節, 膝関節, 足関節の各角度の三次元空間内での変化

6. 歩行速度-足の運動周期
7. 歩行速度-足のふり幅
8. 時間-筋活動
9. その他?

## 2.4 運動軌道および筋電位の解析

1. 関節軌道 (股関節に対する相対軌道) に対して主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA) を行いなさい。
  - (a) いくつの主成分で寄与率は 90%を超えるだろうか?
  - (b) 脚運動軌道はどのような基本的な運動に構成されているだろうか?
  - (c) 各主成分の寄与は、歩行の各タイミングに応じてどのように変化するだろうか。
2. 筋電位に対して非負値行列因子分析 (Nonnegative Matrix Factorization, NMF) を行いなさい。
  - (a) いくつの主成分で寄与率 (Variance Accounted For) は 90%を超えるだろうか?
  - (b) 取得した筋活動は、主に何種類の筋シナジーで実現されているだろうか?
  - (c) 主要な筋シナジーの役割はどのようなものだろうか?
  - (d) 各筋シナジーの活動度は、歩行の各タイミングに応じてどのように変化するだろうか。

## 2.5 考察

各自の発見をまとめなさい。ここまでで作成した全てのデータ・グラフを最終的な報告に使う必要はないが、PCA, NMF による解析結果は必ず含めること。また、筋電位だけとか、運動軌道だけの議論にならないこと。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?)
- 各筋活動 (もしくは筋シナジーの活動) はどのような瞬間に見られる?
- 被験者によらない共通の特徴はどこにある?
- 個人差はどこにある?
- 速度による運動軌道の変化はどのような点にある?
- 脚運動周期やステップ長 (接地相の間に胴体が進む距離) と歩行速度の関係は?

## 2.6 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。

### 3 プレゼンテーション

以下のように成果発表を行きましょう。

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15分程度で発表できるようにまとめること。
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. 15分の発表ならば、スライドのページは15枚程度。
4. 作成したグラフは厳選して必要最小限のものを示せること。
5. 聞き手が楽しく聞けるように、よく内容を吟味すること。
6. 発表前に、必ず話す練習をすること。