

# レポート提出票

科目名: 情報工学実験3

実験課題名: 課題1 同期現象解析

実施日: 2023年 5月 15日

学籍番号: 4622045

氏名: 小澤 翼

共同実験者: 久保田 雄貴 小島 正太郎

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# 1 要旨

メトロノームが動いているところを撮影し、そのデータを PC に取り込み Python を用いて動作を確認した。

# 2 目的

Python を用いて、メトロノームが同期現象が起きることを確認する。

# 3 理論

- **メトロノームが同期現象起きる原理:**

メトロノームが同期現象を起こす原理は、共振と呼ばれる物理現象に関連している。共振は、外部からの振動が物体の固有の振動周波数と一致するときに起こり、メトロノームが同じ周波数で振動すると、その振動が相互に影響し合い、同じリズムで同期する。

- **Python を用いたメトロノームの同期現象確認:**

メトロノームが同期現象を起こしている動画を撮影し、PC に取り込む。その後、Python を用いて 1 ピクセルごとの角度を算出し、厳密に同期現象が起きていることを確認する。

# 4 実験方法

- **メトロノーム 1 個**

1. 実験準備

- メトロノーム 1 個
- 撮影用カメラ
- カメラ用三脚
- 付箋

2. メトロノームの遊錘に付箋を貼り、白い壁を背景にメトロノームの動きを撮影

3. 遊錘の位置は 40 220[bpm] あるのですべての位置で撮影

4. 提出した Python のコードを用いてメトロノームの拍数を記録し、それぞれの実験値と理論値で結果をまとめる

- **メトロノーム 2 個**

1. 実験準備

- メトロノーム 2 個
- 撮影用カメラ
- カメラ用三脚
- 付箋
- 板

- 紐
  - クリップ
  - 垂直な仕切 2 個
2. 板、紐、クリップ、垂直な仕切を用いて板が地面と水平に浮いている状態を作る。
  3. 先の状態が出来たあと、板の上に付箋がついたメトロノーム 2 個を乗せる。
  4. 遊錘の位置が同じ 2 つのメトロノームを適当に針を動かし、板とメトロノーム 2 つが同期現象を起こすところを撮影
  5. 撮影したデータを PC に取り込み、提出した Python のコードを用いてメトロノームの針、紐の角度から同期現象が起きている音を確認

## 5 実験結果

### 5.1 課題 1

目視で確認するに 2 つのメトロノームが同期現象を起こしていることが確認できた。

### 5.2 課題 2

`extracttest.py` を用いることで画像を保存することが出来た。以下の画像は保存した画像の一部である。



(a)



(b)

図 1: 保存できた画像の一部

### 5.3 課題 3

`extract.py` を用いて行った。今回遊錘に緑色の付箋を貼ったため `extract.py` 内の HSV 値の下限を `[30, 64, 0]`、上限を `[90, 255, 255]` にすることで正確に検出することが出来た。以下の図は、針の運動を時系列データとして抽出した結果である。

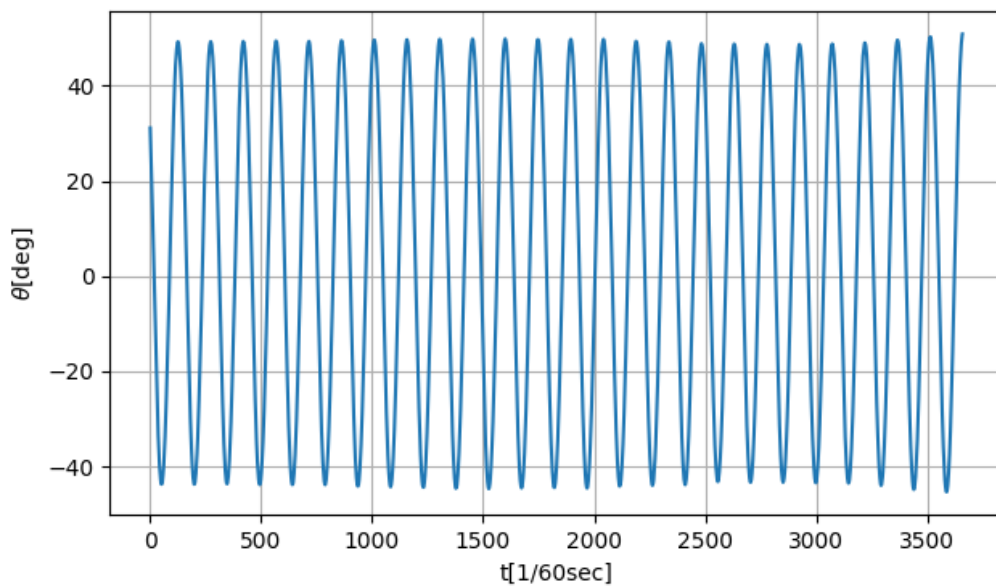


図 2: 針の運動の時系列データ

## 5.4 課題 4

以下の手順で動画撮影、PC へのデータ取り込みを行った。

1. 遊錘に黄色い付箋を付けたメトロノームとカメラを 15cm 離し、撮影
2. `extracttest.py` の動画入力を”4622045\_kadai4.MP4”に変更し、実行
3. `extract.py` の HSV 値の下限を `[20, 80, 80]`、上限を `[80, 255, 255]`、座標値を `[870, 706]` に変更し、実行

## 5.5 課題5

課題4の手順と同じことを40,60,80,...,200[bpm]のメトロノームで行う。以下の表と図は理論値とその実験値の比較である。

理論値	実験値
40	37.5
60	51.42857143
80	75
100	94.73684211
120	120
138	128.5714286
160	163.6363636
184	180
200	200

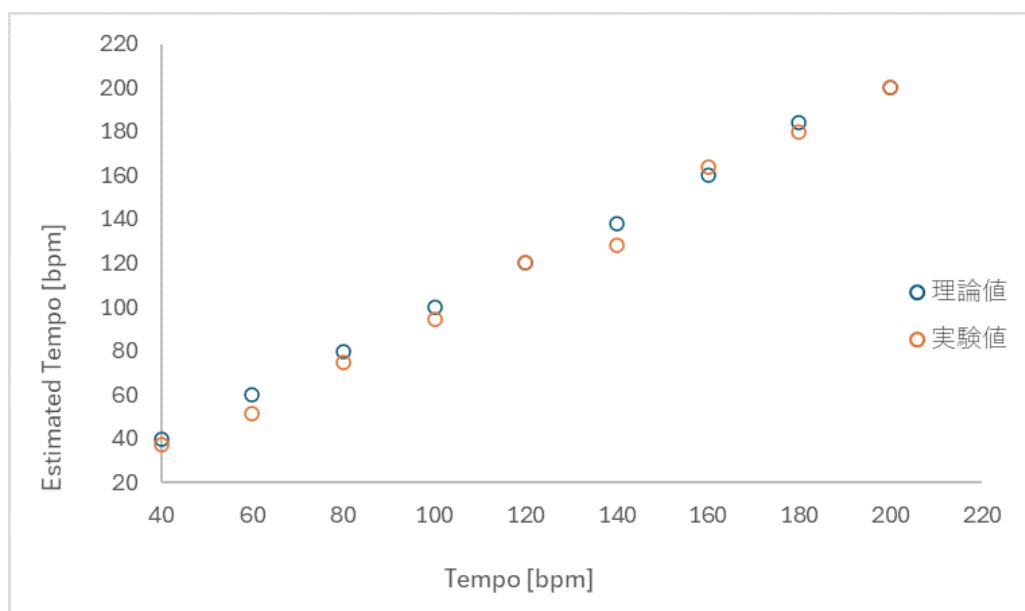


図 3: メトロノームの理論値と実験値

## 5.6 課題6

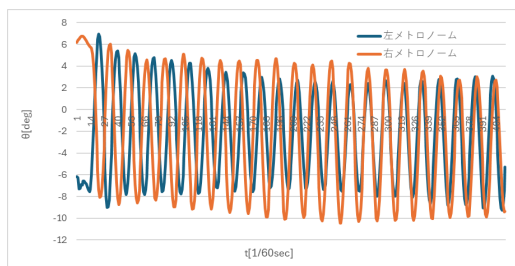
紐の角度、動画左側のメトロノームの針の角度、動画右側のメトロノームの針の角度それぞれのソースコードを用いて実験を行った。

**紐** 板の紐と繋がっている部分に黒色のテープを貼り付け、テープとクリップまでの距離、また板と水平な位置にあるブックエンドまでの距離をフィルム画像から座標を調べることで求め、そこから紐の角度を出力する。

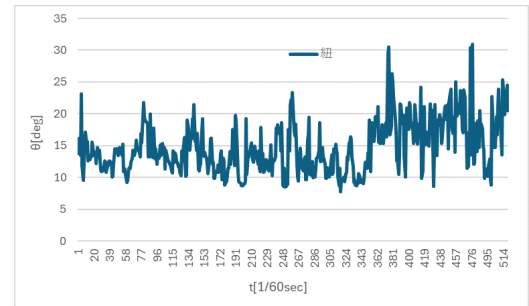
**左メトロノーム** extract.py と同様の操作で針の振れの角度を出力する。

**右メトロノーム** extract.py と同様の操作で針の振れの角度を出力する。

以上のソースコードから得られたメトロノームと紐の角度の時系列データは以下の図となっている。



(a) 2つのメトロノームの針の角度の時系列



(b) 紐の角度の時系列

図 4: メトロノームと紐の角度の時系列

## 6 考察

### 6.1 課題3

HSV 値の下限を [30, 64, 0]、上限を [90, 255, 255] にすることで緑色のデータのみを識別することが出来たので、良い HSV 値を遣えたと思う。また、時系列データに関しては綺麗な正弦波を描くことが出来ていた。自分の予想では減衰振動をずっと思っていたが、1分では全く減衰振動をしないことが分かった。

### 6.2 課題4,5

この実験ではどの bpm でも理論値と実験値に近い値になったため実験は成功していると思われる。1ピクセルごとの画像データしか PC 内に取り込めなかったのでこの誤差が生まれてしまっていると思われるので、もっと低いピクセルで取り込めたらさらに近い値を得られていたかもしれない。

### 6.3 課題6

図 4(a) を見てみると逆位相から始まった針が4秒後には同位相へと移り変わっているので、同期現象を起こしていることが分かる。さらに注意深く見てみると、まず2つのメトロノームが減衰振動をしていることが分かる。つまり、メトロノーム1つでは短時間では減衰振動を起こさない（課題3より）が、同期現象を起こすことで短時間でも減衰振動が起きることが分かる。また、右メトロノームは周期がほぼ一定なのに対し、左メトロノームは周期を変動させ右メトロノームと周期を合わせる動きをしている。すなわち、左メトロノームは同期現象を起こす中で外力をもらって周期を変化させているのではないかと考える。さらに減衰振動を起こす原理もこの外力が起因して起きているのではないかと考える。なので最終的に2つにメトロノームの振幅が等しくなっているのではないかと考える。

次に図 4(b) を見てみると同期現象を起こしているようには見えない。この原因として考えられるのは紐が張り切れておらず緩んでいたからではないかと考える。もう一度挑戦できるのであれば、紐が張り切れているかどうかを確認してから望みたい。

## 7 結論

結果が伴わなかった課題が一部あったが、ほとんどの課題においては正確な結果が出たので、まず実験としての出来は良かったのではないかと考える。この実験を通して、動画の撮影、動画処理により解析する方法を学ぶことが出来た。