

データサイエンス教育を目的とした 慣性計測センサを用いた学習教材の検討

瀧 崇洋^{†1,a)} 是常 友哉^{†1,b)} 白濱 勝太^{†2,c)} 上東 亜佑稀^{†2,d)} 上善 恒雄^{†1,e)}

概要: 文部科学省から大学の数理・データサイエンス教育の強化方策が発表されるなど、近年データサイエンス教育に関心が高まっている。また、オープンデータ化が進み、データサイエンス教育を後押ししている。しかし、現実のデータ分析において多くのノイズが含まれているなど、計測データのクレンジングから始まるデータの取り扱いも重要である。そこで我々は、デジタルゲームの操作インタフェースとしても汎用性があるIMUに着目し、計測からデータ処理を行うまでの過程を学ぶための学習教材を検討している。スポーツゲームのインタフェースへの活用を想定して計測・分析の手法検討から得られた経験から学習教材としての可能性について報告する。

キーワード: 慣性計測センサ, データサイエンス

Examination of learning materials using inertial measurement sensors for data science education

TAKAHIRO FUCHI^{†1,a)} TOMOYA KORETSUNE^{†1,b)} SHOTA SHIRAHAMA^{†2,c)} AYUKI JOTO^{†2,d)}
TSUNEO JOZEN^{†1,e)}

Abstract: In recent years, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) has announced measures to strengthen mathematics and data science education at universities. In addition, open data has been promoted, and data science education has been boosted. However, it is important to handle data starting with cleansing of measured data, such as the fact that real data analysis contains a lot of noise. Therefore, we focus on the IMU which has versatility as a digital game operation interface, and are studying learning materials to learn the process from measurement to data processing. This paper reports on the possibility of using as a learning material based on the experience obtained by examining the measurement and analysis methods assuming the use for sports game interfaces.

Keywords: Inertial measurement sensor, Data science

1. はじめに

文部科学省から、専門分野を超えて、数理・データサイ

エンスを中心とした、数理的思考やデータ分析・活用能力によってデータから価値を生み出すことができる人材の育成を支援することが必要であるという方策 [1] が発表され、データサイエンス教育の重要性が高まっている。また、近年オープンデータ化が進み、扱うことのできるデータ量が増加し、データサイエンス教育の重要性を後押ししている。

しかしながら、参考文献 [2] によると統計学においては学習指導要領の改訂によって統計学に関わるカリキュラムが大きく変わり、一般書においてもデータに関わる様々なトピックが取り上げられることによって、一定量の効果が

^{†1} 現在, 大阪電気通信大学
Presently with Osaka Electro-Communication University

^{†2} 現在, 大阪電気通信大学大学院
Presently with Osaka Electro-Communication University

a) hw16a167@oecu.jp

b) hw16a081@oecu.jp

c) dt16a001@oecu.jp

d) mw19a003@oecu.jp

e) jozen@osakac.ac.jp

みられたものの現状では不十分である点も少なくないと書かれている。また現実問題として、実際の計測では取得したいデータ以外のノイズデータが多く含まれている。

本研究は、データサイエンス教育を目的とし、慣性計測センサを用いた学習教材を提案し、計測データに対する理解を深めることを目的としている。

また今回は、高校生から大学一年生までを対象として想定したデータサイエンス教育の基本的なカリキュラムとして以下の手順とその内容を検討している。

- 計測装置からデータを取得する手法
- 単調な動作によるデータの理解
- 複雑な動作によるデータの理解

2. データの取得

まず、学習に使うデータの取得から行なう。今回は、計測装置として M5Stack を用いる。M5Stack は慣性計測センサ (以下、IMU*¹) を搭載し、通信手段として Wi-Fi・Bluetooth に対応しているマイコンであり、あらかじめ多数のサンプルコード用意されている。今回のカリキュラムとして、M5Stack を複数手足などに装着し、姿勢や手足の動きを計測することを想定している。

図 1 は、M5Stack に搭載された IMU から取得したデータの一例である。データの取得には、Arduino 言語を用いて IMU からデータを取得する処理を書く必要がある。

M1	843	-177	374	-5	-26	13	-1421	-1081	-632
M1	821	-108	341	-2	-28	15	-1421	-1081	-632
M1	846	-240	352	8	-33	18	-1415	-1086	-627
M1	839	-181	340	5	-34	18	-1415	-1086	-627
M1	913	-264	178	76	-38	46	-1382	-1117	-729
M1	892	-439	70	93	-35	58	-1382	-1117	-729
M1	893	-317	186	85	-22	51	-1334	-1133	-778
M1	922	-344	130	120	-12	51	-1259	-1118	-802
M1	838	-358	176	110	-5	71	-1259	-1118	-802
M1	802	-318	256	85	-2	69	-1144	-1117	-804
M1	623	-338	480	96	31	57	-986	-1076	-682
M1	539	-189	516	46	34	49	-986	-1076	-682

図 1 計測データ

このデータの構造は、M5Stack の個体を区別する ID、加速度の x 軸、 y 軸、 z 軸、角速度の x 軸、 y 軸、 z 軸、地磁気の x 軸、 y 軸、 z 軸である。単位は、加速度が mg ($1000 mg = 9.80665 m/s^2$)、角速度は deg/sec 、地磁気は mG (mili Gauss) である。

3. 単調な動作によるデータの理解

つぎに、単一方向に素早く動かして計測し、各センサご

*1 地磁気センサも搭載したものは AHRS(Attitude and Heading Reference System) もしくは, MARG(Magnetics, Angular Rates, and Gravity) とも言うが、ここでは包括的に IMU と呼称する。

とに分けてどのようなデータなのかについて理解を深める。図 2,3,4 は計測装置を z 軸の負の方向が上になるように起き、 y 軸の正の方向に素早く動かした時のグラフを示しており、図 2 は加速度、図 3 は角速度、図 4 は地磁気の様子を示している。グラフの横軸は、サンプル数を示しサンプリングレートは平均 $15Hz$ 程度である。

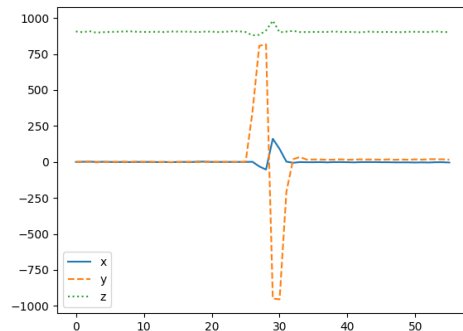


図 2 動作の加速度グラフ

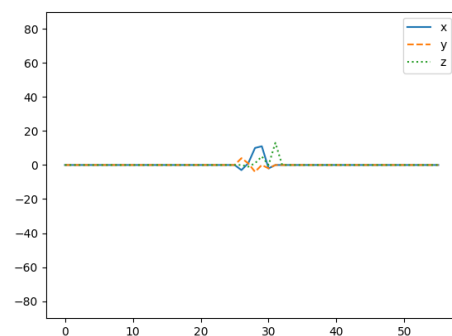


図 3 単調な動作の角速度グラフ

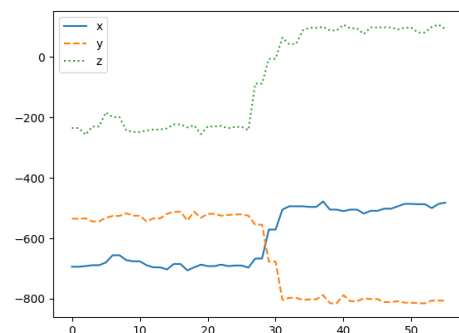


図 4 単調な動作の地磁気グラフ

図 2 から、 z 軸の正方向に重力加速度がかかっていることが読み取れる。また、動かしたのと同時に角速度と地磁気に微妙な変化が見られる。

4. 複雑な動作によるデータの理解

つぎに、複雑な動作での計測を行ない、各センサごとに分けてどのようなデータなのかについて理解を深める。図5,6,7はラジオ体操第一の深呼吸時の右手首のデータを取ったものである。図5は右手首の加速度、図6は右手首の角速度、図7は右手首部分の地磁気の様子を示している。

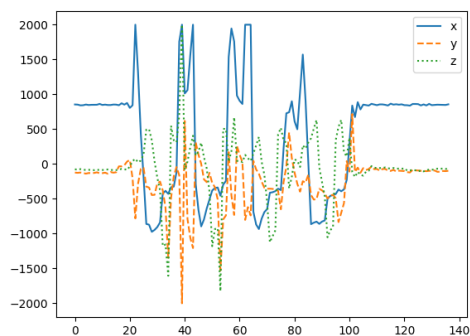


図5 ラジオ体操の深呼吸時の加速度データ

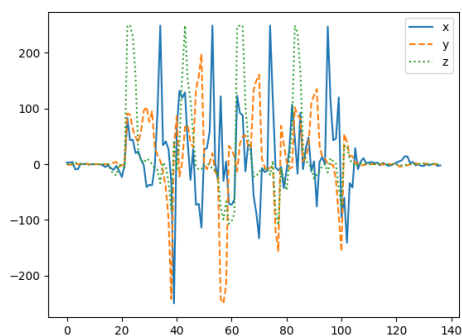


図6 ラジオ体操の深呼吸時の角速度データ

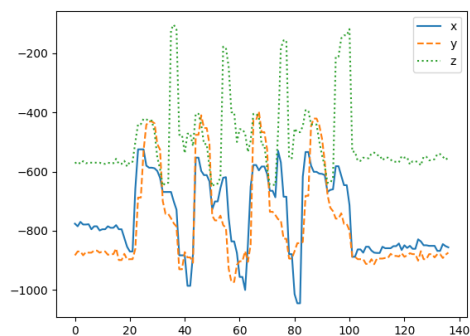


図7 ラジオ体操の深呼吸時の地磁気データ

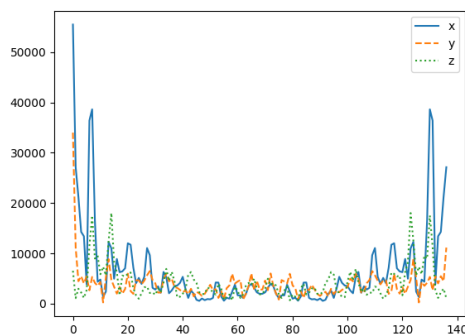


図8 図5 加速度データをフーリエ変換したグラフ

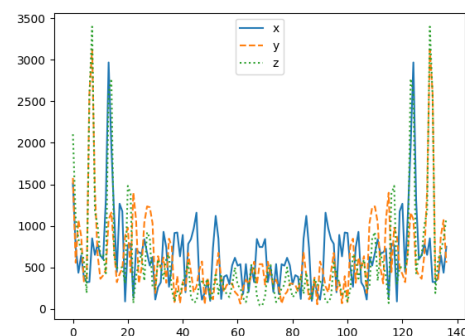


図9 図6の角速度データをフーリエ変換したグラフ

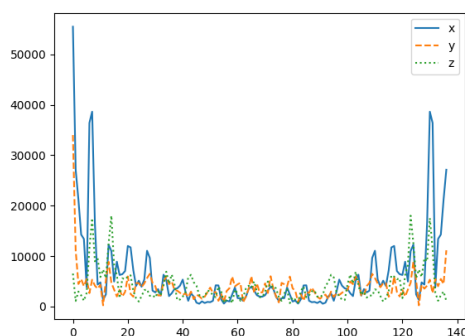


図10 図7の地磁気データをフーリエ変換したグラフ

全ての信号の時系列データを概観する上でもっとも基本的に用いられるフーリエ変換を用いた。

5. ソースコードについて

今回の手法の中で、Arduino 言語、python の matplotlib ライブラリ、fft ライブラリを用いた。

IMU データを用いるために重要なソースコード [3] を以下に示す。

IMU.readByte で MPU9250 のデータの有無を確認した上で以下を用いる。

```
IMU.readAccelData(IMU.accelCount);  
IMU.getAres();  
  
IMU.readGyroData(IMU.gyroCount);  
IMU.getGres();  
  
IMU.readMagData(IMU.magCount);  
IMU.getMres();
```

データの図示や、高速フーリエ変換に必要な python のソースコードを以下に示す。

```
import numpy as NP  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
sample_num = len(sensor_data)  
fft_data = NP.fft.fft(sensor_data)  
  
abs_fft_data = abs(fft_data)  
fig = plt.figure()  
plt.plot(range(sample_num), abs_fft_data)
```

6. まとめと今後の課題

我々は、高校生から大学一年生までを対象として想定したデータサイエンス教育の基本的なカリキュラムとして慣性計測センサを用いたデータサイエンスの手法を検討してきた。

今後参考文献 [4] にあるような基礎的な時系列データの解析手法を学ぶようなカリキュラムの方向性も検討が必要である。

また、姿勢推定に必要なカルマンフィルター・相補フィルターに始まる角速度センサのドリフトの補正などの課題について、無理なくカリキュラムに包含するための手法を検討していく必要がある。それに加え、M5Stack のサンプルコード [3] には、Madgwick filter [5] を用いて補正しているものが見受けられる。しかしこれらのフィルタリング技術も包括し、カリキュラムとして成立させるためにはクウォータニオンなどの知識も必要であり、教材としてのボリュームが大きくなってしまい、ステップバイステップで

行なう教育に包含させるためには工夫が必要である。

参考文献

- [1] 数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会: "大学の数理・データサイエンス教育強化方策について", https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/080/gaiyou/_icsFiles/afiedfile/2016/12/21/1380788_01.pdf, 2019 年 12 月 23 日, 2016.
- [2] 橋本紀子: "エビデンスを視る力 -層別の重要性-", 關西大學經濟論集, pp.165-187, 2019.
- [3] M5Stack: "M5Stack-examples", <https://github.com/m5stack/M5Stack/blob/master/examples/Modules/MPU9250/MPU9250BasicAHRS/MPU9250BasicAHRS.ino>, 2020 年 1 月 22 日.
- [4] 北川源四郎: "時系列解析入門" 岩波書店, ppN-M, 2005.
- [5] Sebastian O.H.Madgwick: "An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays," Report x-io and University of Bristol (UK), 2010.