

フォトフレクタ方式センサによる心拍測定

著者 市橋史也

指導教員 村田知也

1.はじめに

心拍数は身体のさまざまな情報を表す。運動強度、呼吸、緊張、不安などはいずれも心拍数に影響を及ぼす。これらの肉体及び精神の情報は、医療における患者の容体の管理や、スポーツにおけるトレーニング時の運動強度管理に用いられる。しかし、今日日常生活において心拍測定はほぼ行われていない。その要因として、適切かつ手軽デバイスが存在していないことがあげられる。そこで、本研究では、手軽な心拍測定を実現するために、小型のフォトフレクタ方式センサを用いた心拍測定を行うことを目的とする。

2.研究概要

2.1.フォトフレクタの原理

フォトフレクタとは、光源と照度センサを用いて、光源から発せられた光がどの程度照度センサに到達するかを検出することにより、物体の位置などを検出するセンサである。LED の光を身体に照射すると、図 1-A のように、基本的には一定量の光を反射するが、心臓の拍動により動脈に血液が送られると、図 1-B のように血流量が増え、血管内のヘモグロビンの量が増加する。ヘモグロビンは赤色光のみを反射するので、光の反射する量は減少する。^[1]

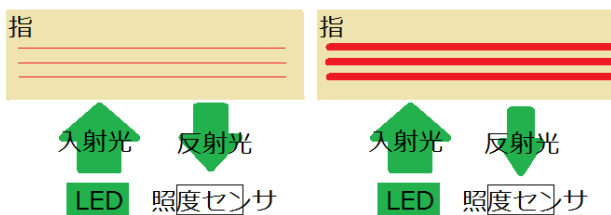


図 1-A 心拍の無いとき 図 1-B 心拍のあるとき

2.2. ハードウェア

心拍センサとして、PulseSensorAmped^[2]を用いる。PulseSensorAmped は、Arduino 向けに開発された、緑色 LED を用いるフォトフレクタ方式の心拍センサである。外観を図 3 に示す。赤が+、黒が GND、紫が信号線となっている。3V~5V の入力に対応し、信号線からの出力は 0V~入力電圧の最高値となる。

このセンサを図 4 のように Arduino Uno^[3]の A0 ピンと接続した。A0~A5 ピンでは、A/D 変換を行うことができる。センサの電源として 3.3V を入力した。Arduino Uno の A/D 変換では、入力電圧を符号なし 10 ビットの整数に変換する。最大電圧は Arduino のデフォルトでは 5V だが、AREF ピンに入力されている電圧にすることもできる。そのため、出力電圧の最大値は 3.3V となるの

で、Arduino の AREF ピンにも 3.3V を入力した。

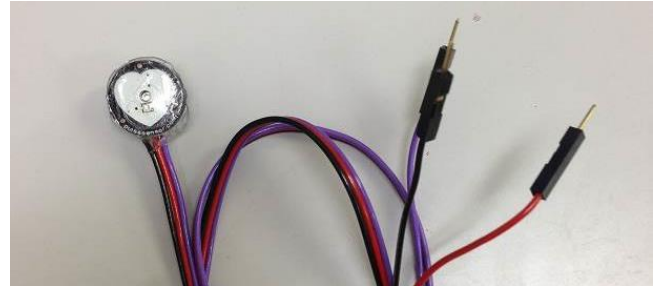


図 2 PulseSensorAmped 外観

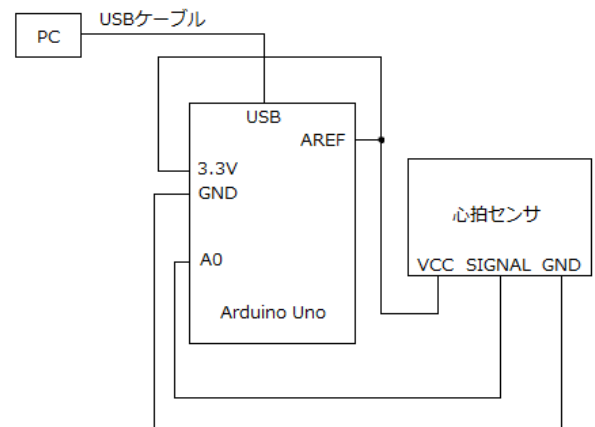


図 3 回路図

2.3. ソフトウェア

A0ピンの値と、心拍があるかどうかを検出し、PCに転送するArduino用ソフトウェアと、Arduinoから送られてきたデータをCSVファイルとして記録するPC用ソフトウェアを作成した。PC用ソフトウェアはProcessing^[4]を用いて作成した。

ArduinoとPC間でやり取りするデータは以下のような形式とした。

“心拍があるならb, ないならn”+“A0ピンの値”+改行例
n213¥n
b605¥n

PC用ソフトウェアでは、一つのcsvファイルに上記のデータを100000回分記録した。

3.実験内容

両側の人差し指、耳朶、蟀谷の計6箇所心拍センサを装着し、測定を行った。人差し指では、マジックテープを用いて、指からセンサが抜け落ちない程度の力で軽く締め付けた。耳朶では、クリップを用いて挟み込んだ。蟀谷では、手でセンサが落ちない程度の力で軽く押さえた。

4. 結果

人差し指では誤検出が多発したが、耳朶、蟀谷では正常な検出ができた。図 5 に左人差し指の 1~10000 番目のデータを、図 6 に右人差し指の波形の 30001~40000 番目のデータを、図 7 に左耳朶の波形の 1~10000 番目のデータを、図 8 に左蟀谷の波形の 1~10000 番目のデータを、図 9 に右蟀谷の波形の 1~10000 番目のデータを示す。縦棒が立っている場所は、Arduino に心拍であると検出された場所である。右耳朶は左耳朶とほぼ同じ結果となった。左人差し指では無検出が、右人差し指では誤検出が発生した。右蟀谷では、一度だけ誤検出があったが、そこ以外で誤検出はなかった。

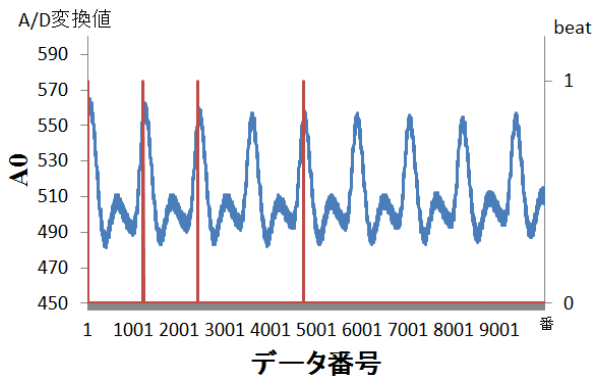


図 5 左人差し指 1~10000 のデータ

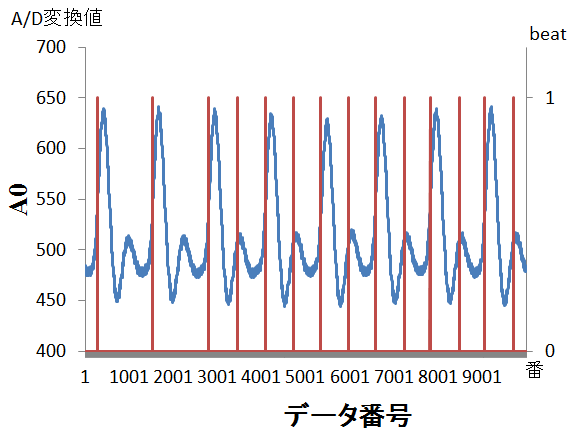


図 6 右人差し指 30001~40000 のデータ

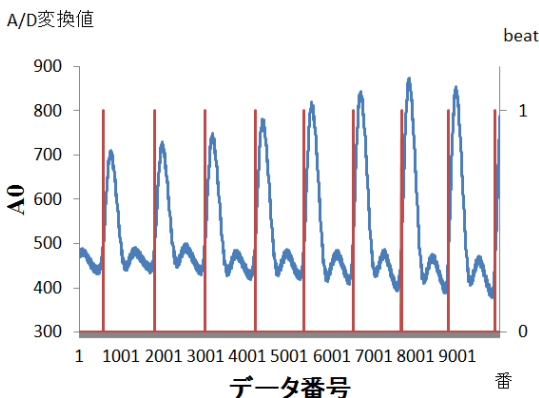


図 7 左耳朶 1~10000 のデータ

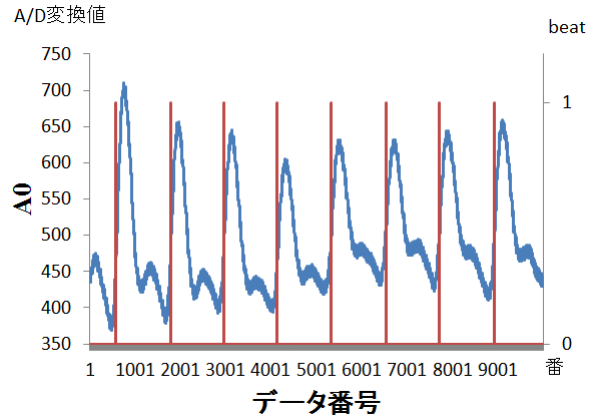


図 8 左蟀谷 1~10000 のデータ

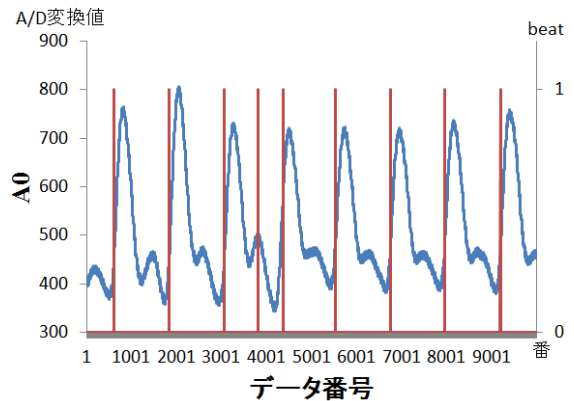


図 9 右蟀谷 1~10000 のデータ

5. 終わりに

フォトフレクタ方式の心拍センサによる心拍の検出は、耳朶、蟀谷の部位にて可能であることがわかった。しかし、現状のソフトウェアでは、個人差や、測定中の振幅の変化に対応できず、誤検出を起こす可能性があるため、ソフトウェアの改良が必要である。また、ソフトウェアの改良を行えば、人差し指での測定も行えるようになる可能性がある。他にも、心拍数の表示と記録や、安定した測定を行うための工夫が必要である。

[参考文献]

- [1] 特集：センサー技術 ウェアラブル脈波センサーの研究開発 電波新聞 2012年5月10日号掲載 ROHM 社 (<http://www.rohm.co.jp/web/japan/news-detail?news-title=ウェアラブル脈波センサーの研究開発&defaultGroupId=false>)
- [2] PulseSensor (<http://pulsesensor.myshopify.com/products/pulse-sensor-amped>)
- [3] Arduino Uno (<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)
- [4] Processing (<http://processing.org/>)