

Arduino を用いた血管状態評価装置の開発・評価

情報科学科 大橋 祐斗

指導教員：神山 斉己

1 はじめに

循環器系疾患は、日本人の死因の 4 分の 1 を占めており、その主な原因は動脈硬化症が進行しているためと考えられている。そのため、動脈硬化症への対策や早期発見が重要視されてきている。

動脈硬化とは、動脈にコレステロールや中性脂肪などが固まることによって動脈が硬くなっている状態のことを指し、循環器系疾患である心筋梗塞や脳卒中を発症する恐れがある。

動脈硬化によって硬くなった血管では脈の伝わる速さは大きくなるとされており、それを利用して血管の状態を評価することができる。この手法を PWV(脈波伝播速度, Pulse-Wave-Velocity) 検査 [1] という。また、指先の血管内の血液量の変化を表している指尖容積脈波にも動脈硬化の影響は現れるため、指尖容積脈波を二次微分した加速度脈波から血管の状態を評価するという手法も広く行われている。

本研究では、マイコンボードである Arduino を用いて加速度脈波から血管状態を評価する装置を開発する。また、装置から測定された結果について妥当性の評価を行い、より信頼性の高い装置の開発を行う。

2 装置の開発

血管状態評価装置の設計にはマイコンボードである Arduino Uno を用いる。Arduino は C++ 風の Arduino 言語と統合開発環境 (IDE) から構成されているシステムとなっている。自作が容易な環境が準備されており、リアルタイムでの処理も可能となっている。また、Arduino 自体の本体価格が数千円と安価であるため、市販されている脈波計測装置と比較してコストを抑えた装置の開発が可能となっている。

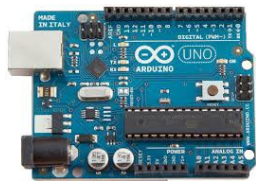


図 1 Arduino Uno のボード

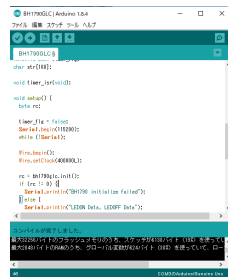


図 2 Arduino IDE のスケッチ

脈波の計測にはローム社の光学式脈波センサモジュール (BH1790GLC) を用いる [2]。脈波センサモジュールを取り付けたセンサシールドを Arduino に接続し、センサ部分に指を置くことで脈波の計測を行う。

3 血管状態の評価

血管状態を評価する際には加速度脈波を用いる。加速度脈波とは指先の血液量の変化を表している指尖容積脈波の二次微分波である。加速度脈波には 5 つのピーク値が存在し、それぞれ a 波、b 波、c 波、d 波、e 波とされている。加速度脈波を利用し

た検査方法では、これら 5 つのピーク値の特徴量を用いて血管年齢の推定を行う。

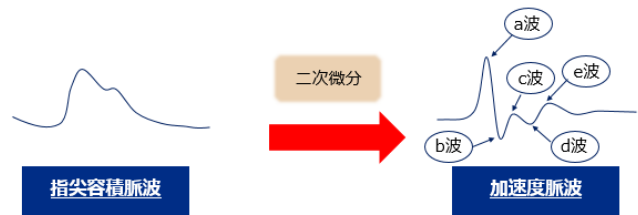


図 3 指尖容積脈波と加速度脈波

算出された加速度脈波の特徴量を用いて加速度脈波加齢指数 (SDPTGAI) を求める。その後、加速度脈波加齢指数から血管年齢 (X) の推定を行う。それぞれの式を以下に示す [3]。

$$SDPTGAI = \frac{b - c - d - e}{a} \quad (1)$$

$$X = 43.5SDPTGAI + 65.9 \quad (2)$$

測定した指尖容積脈波から加速度脈波を算出し、それぞれの特徴量と式 (1)、(2) を利用して推定された血管年齢と PWV から推定された血管年齢を以下の表 1 に示す。

表 1 加速度脈波と PWV から求められた血管年齢の比較

	加速度脈波による血管年齢	PWV による血管年齢
A	25.0795	22
B	29.6005	24
C	27.6390	26

4 まとめ

本研究では、Arduino を用いて指尖容積脈波から加速度脈波を算出し、その特徴量から血管年齢として血管の状態を評価する装置の開発を行った。Arduino による血管状態の評価を確認することはできたが、PWV による結果との比較においては多少の誤差が見られた。

今後は、より正確な脈波の計測や微分を行い、さらに信頼性の高い装置への改良が課題である。

参考文献

- [1] 島倉 淳泰, 高田 正信, “血管機能検査-CAVI, PWV, ABI”, 日本内科学会雑誌, 第 102 巻, 第 2 号・平成 25 年 2 月 10 日.
- [2] ローム株式会社, “脈波センサモジュール”, <http://www.rohm.co.jp/web/japan/sensor-shield-support/pulse-wave-sensor>
- [3] 高沢 謙二, 黒須 富士夫, 齋木 徳祐, 安藤 寿章, 奥秋 勝彦, Ranjeet S Baral, 田中 信大, 伊吹山 千春, “加速度脈波による血管年齢の推定”, 動脈硬化, 26(11・12), 313-319, 1999