

肌の輝度変化による血管年齢の推定システム

今井慧[†] 岡田優[†] 田村仁[†] 仲田仁[‡] 檜山正樹[‡] 入江俊[‡]

日本工業大学 創造システム工学科[†] 機械システム専攻[‡]

1. はじめに

厚生労働省が発表している統計調査「平成27年度人口動態統計(確定数)の概況」^[1]を参照すると日本人の死因には第1位に悪性新生物,第2位が心疾患,第4位に脳血管疾患が挙げられ,動脈硬化が原因で引き起こされる病気は全体の約25%を占めている.さらにこの動脈硬化が,病気に至る状態へ進行する過程においては,ほとんどの場合に自覚症状がないといわれている.健康な血管は柔らかく弾力性が高いが,老化や脂肪が蓄積した血管では動脈硬化が進み,脳梗塞や心筋梗塞などの血管病変に至る可能性がある.

どの程度動脈硬化が進行しているか,また引き起こされる病気を予防するためには,血管年齢を定期的に測定することが効果的と考えられる.

2. 従来手法

2.1. CAVI検査について

従来の血管年齢を推定する方法として「CAVI(Cardio Ankle Vascular Index)検査」がある.この検査では,動脈の硬さの指数であるCAVIを測定する.CAVIとは心臓から足首までの動脈の硬さを反映する指数で,計測の方法として血圧を測定するためのカフを腕と足首に巻いて,心音を探知するためのマイクを胸に装着する.その後,心臓から足首までの距離を測り,心臓と足首での脈波の時間差から脈波伝播速度を検出する.その速度から血管年齢を推定することが出来る検査方法である^[2].血管年齢を推定するための脈波とは,身体組織のある部分への血液の流出によって生じる容積変化を体表面から波形としてとらえたものを脈波という.顔の表面や手のひらなどは,血流によってわずかな輝度の変化が生じる.

2.2. 加速度脈波計について

血管年齢の推定には,他にも加速度脈波計を用いた方法がある.この加速度脈波計は指先におけ

る指尖容積脈波を測定し,その加速度脈波の波形情報を分類し,様々な血管情報を得ることが出来る.しかしここでの加速度とは脈波伝播速度と関係なく,単純に加速度脈波を2回微分した結果で得られる波形を意味している.また,CAVI検査に対して加速度脈波による推定は精度に問題がある.

この2つの難点は,病院などの専門機関でしか測定できず,専用の機器が無いと測定できない.なので,本研究ではカメラを用いて血管年齢の推定が出来るように開発を行う.

3. 研究概要

本研究では,血液中に含まれるヘモグロビンが緑色の光を吸収するという特性に着目し,図1のように顔の表面と手のひらの画素数の輝度変化を測定後,脈波を算出する.そして,測定した2ヶ所のデータからExcelを用いて20秒間の輝度平均をとり,グラフ化させる.その後,2つのグラフスケールをあわせるため図2のように正規化し,相関係数を求める.その結果から2ヶ所の時間差を割り出し,血管年齢を推定する^[3].測定には,240FPSで撮影できるiPhone6のスローモーションカメラを使用した.また,プログラムの開発言語はC++でOpenCVを用いる.



図1.測定時の様子

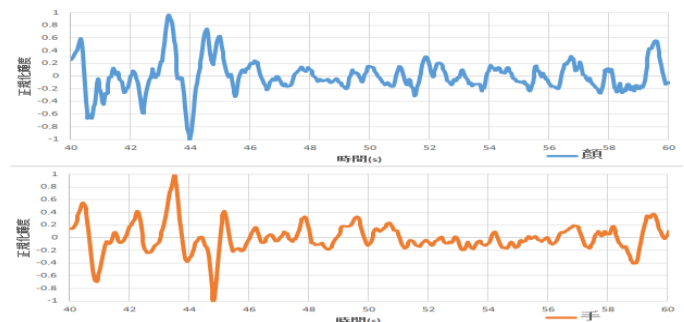


図2.計測した脈波を正規化したグラフ

Vascular age estimation system based on skin luminance change

[†]Satoshi Imai, Yu Okada, Hitoshi Tamura

[‡]Hitoshi Nakada, Masaki Hiyama, Suguru Iri

[†]Nippon Institute of Technology

[‡]Mechanical Systems Engineering Major

4. 評価実験

4.1. 実験手順

- 1)顔,手,背景の輝度平均をとって蛍光灯のちらつきによる影響を受けてないか確認する.
- 2)測定した結果から相関係数を用いて脈波を求め,そこから2ヶ所の時間差を割り出す.
- 3)その後,被験者ごとにPWVを,撮影箇所の動脈長L(「頬~心臓」+「心臓~右肩」+「右肩~右手のひら」を全て足した値)と,時間差 ΔT を相関係数から求め以下の計算式からPWVを求める.

$$PWV = \text{動脈長}L / \Delta T$$

4.2. 実験結果

本手法測定結果を以下の図3,図4,図5で示す.

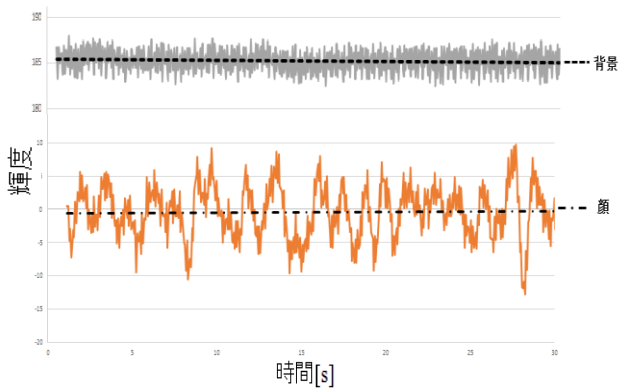


図3. 顔,背景の輝度変化グラフ

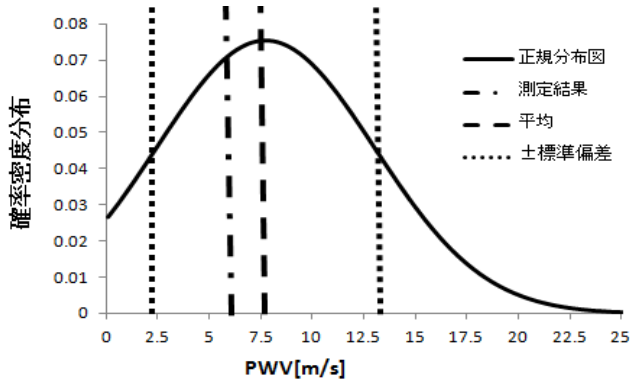


図4. 複数回測定時の正規分布図と本手法測定結果

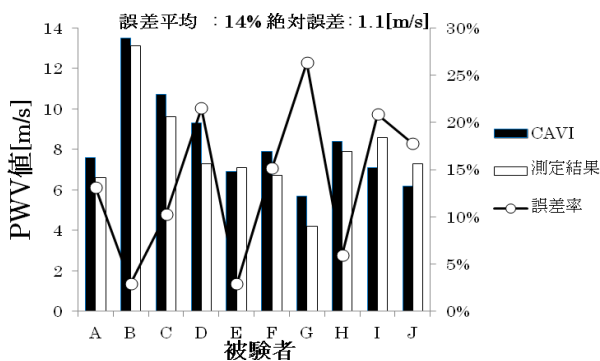


図5. CAVI測定結果と本手法測定結果

図3は背景と顔の被験者データをグラフ化したものである.次に,図4は1人の被験者をCAVI検査装置で複数回の測定を行い,それを正規分布図化し,本手法測定結果と見比べた図である. 図5は10人の被験者のPWVをCAVI検査で測定した結果と4.1で説明した式から算出した本手法測定結果を比べたグラフである.

図3のような背景輝度を検出したグラフは,被験者によって顔の輝度値が,背景の輝度値に左右される場合もあった.これは手も同様の結果が得られた.しかし,本研究は脈波間の時間差が測定できればよいので本手法測定結果に大きな影響は無いと考えられる.

図4から,CAVI検査での結果と実際に算出した結果を正規分布グラフにした結果,複数回測定時のCAVI検査の平均値と本手法測定結果との間に誤差は少なく,標準偏差の中にも納まっているため,参考になる値は取れていると考えられる.そこから,図5のCAVI検査装置での測定値と本手法測定結果との誤差平均が14%,絶対誤差が1.1[m/s]という結果だが,これは図4で示したCAVI検査測定値の標準偏差内であり,血管年齢の推定には問題ないと考えられる.

5. まとめ

本研究では撮影した動画から顔,手,背景の輝度を測定し,そこからPWVを算出する実験を10人の男女で行った.その結果,実数値と本手法測定結果との誤差平均は14%であり,絶対誤差は1.1[m/s]だった.これは,CAVI検査での測定誤差と比べて小さいものであり血管年齢を推定するには問題ないと考えられる.そして,後は求めたPWVを定数化することで,血管年齢を推定することが可能である.

参考文献

- [1] “厚生労働省:平成27年人口動態統計(確定数)の概況”.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei15>(参照2016-12-09).
- [2] “高山直人,田村仁:撮影動画を用了血管年齢の測定手法”.
情報処理学会第78回全国大会,2M-07.
- [3] “千明裕,前田篤彦,小林稔:容積脈波を取得可能な面センシング手法の実装と評価.”
情報処理学会論文誌Vol.53, No.4, pp.1229-1237(2012).