

Time Lapse 画像を用いた脈波計測メカニズムの検証

Validation of the measurement of pulse wave based on time-lapse images

○近藤早紀（お茶の水女子大） 高野千尋（秋田大学） 太田裕治（お茶の水女子大学）

Saki KONDO, Ochanomizu University Graduate School of Humanities and Sciences

Chihiro TAKANO, Akita University

Yuji OHTA, Ochanomizu University Graduate School of Humanities and Sciences

Key Words: Wellbeing Science, Life Support, Welfare Engineering

1. はじめに

近年、日本社会の高齢化は年々進み、先進国の中でも類を見ない程深刻である。総務省の国勢調査によると、2009年のわが国の総人口に占める65歳以上人口の割合（高齢化率）は22.7%となっており、本格的な高齢社会となっている。今後、総人口は減少するなかで、高齢化率は上昇し、2055年には、高齢化率が40.5%に達すると推計されている⁽¹⁾。こうした人口の高齢化の進展に伴い、疾病の治療や介護に係わる社会的負担が過大となっており、従来の疾病対策の中心であった健診による早期発見又は治療にとどまることなく、健康を増進し、疾病の発病を予防する「一次予防」に一層の重点を置いた対策を推進するという動きもある⁽²⁾。また、高齢社会においては、高齢者を介護する負担も増加すると考えられる。その為、高齢者層だけにとどまらず、社会を支えている壮年者層も含めた健康維持・管理が重要である。今後、社会の高齢化に伴い、日々の健康管理システムが必要になると推測される。各個人が日常的に健康管理を行う計測手法は、手軽であり、日常的に計測することが苦にならないことが求められる。

これまでに我々は先行研究にて、非接触、非拘束、非侵襲であるという特徴を持つ、モノクロ撮影により得られたTime Lapse 画像を用いて、心拍数の計測手法²⁾、脈波速度の計測手法を確立してきた。Time Lapse 画像を用いた計測により得られる波形は、Time Lapse 画像に関心領域（Region Of Interest : ROI）を設定し、ROI内の平均輝度値の時間変化を算出することにより得られるが、ROI内の平均輝度値の変化が起こるメカニズムは不明な点ある。そこで、本研究ではTime Lapse 画像を用いた脈波計測のメカニズムの検証を行った。メカニズムの検証として、カラー撮影により得られたTime Lapse 画像を、RGB分解して解析することにより、RGBそれぞれの成分の脈波波形に違いがあるかどうかに着目した。

2. 実験方法

Fig. 1に計測システムの概略図を示す。PCにつないだ高速度ビデオカメラ（VCC-H1600, DigiMo）を用い、カラー撮影を行った。速度ビデオカメラにはIR&UVcutフィルター（ $\lambda_c = 380/670\text{nm}$, エドモンドオプティクス・ジャパン株式会社）を装着した。高速度ビデオカメラの設定は、フレームレート:100 fps, シャッタースピード:1/500 secとした。光源は交流電源による周期的なノイズを軽減させる為、直流駆動のハロゲンランプとした。被験者は健常20代女性5名、健常男性40代1名とし、ベンチ上で仰臥位を指示した。撮影部位は手のひらとした。画像に手のひらが収まるように、カメラと被験者の位置を調整した。計測時間は15秒とし、解析には両端の2.5秒ずつカットし10秒

間分を使用した。

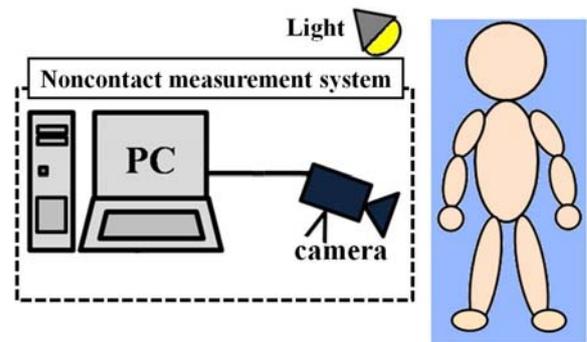


Fig.1 Schematic diagram of the measurement system

3. 解析方法と結果

①：カラー撮影により得られた動画データを用いて、画像処理ソフト（MotionCaptureHDR, DigiMo）を用いて、ビットマップファイル形式のTime Lapse 画像に変換した。得られたTime Lapse 画像に対しROIを設定した。Fig. 2に画像取得例を示す。

ROI内のRGBそれぞれの成分の平均輝度値の時間変化を算出した。また、RGBそれぞれの成分の平均値の時間変化も算出した。Fig. 3に結果を示す。

Fig. 3の縦軸は輝度値であり、グラフ上部に行くほど暗い値を示し、下部に行くほど明るい値を示す。つまり、それぞれの脈波波形はピーク値に向かうにつれ、暗くなっていることがわかった。

また、Fig. 3より、RGBそれぞれの脈波波形はノイズの大きさが違う事がわかった。RGBそれぞれの脈波波形の違いを定量的に検証する為、S/N比を求めた。S/N比を求めると、下記②～④の処理を行った。

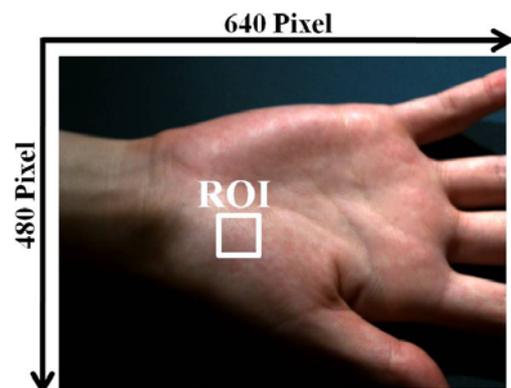


Fig. 2 Example of image

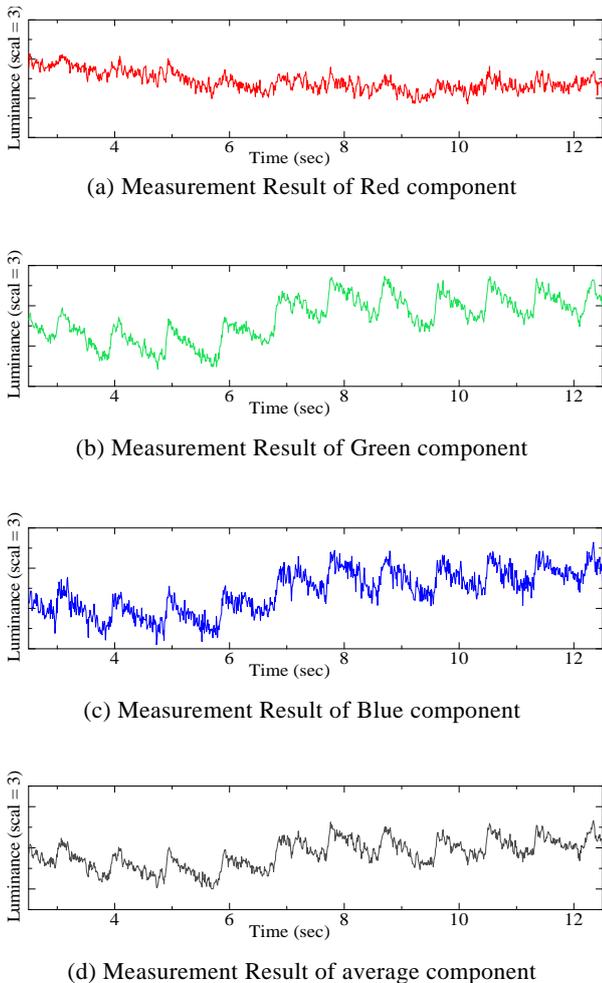


Fig. 3 Measurement Result

②: Fig. 3 の(a)~(d)の結果を、それぞれシグナル成分である 0.4~10 Hz の周波数帯とノイズ成分である 10~50 Hz の周波数帯に分けた。例として、Fig. 4 に Fig. 3 の(d)の解析結果を示す。

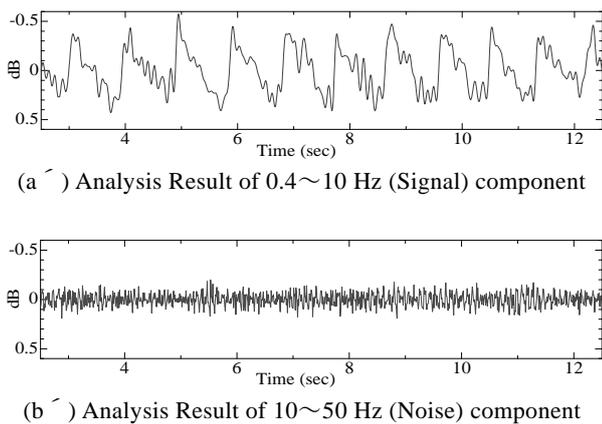


Fig. 4 Analysis Result of average component

③: シグナル成分とノイズ成分の周波数帯の脈波波形の振幅値の比を算出し S/N 比とした。Fig. 4 の結果を例に S/N 比の算出方法と結果を下記示す。波形の縦軸の中心が 0 になるように、Fig. 4(a)の 2.5 秒~12.5 秒までの平均輝度値データ 1000 個分の平均値を 1000 個それぞれから引いた。次に、二乗平均平方根 (Root Mean Square : RMS) を用

いて、振幅値を算出した。Fig. 4(b)も同様に振幅値を算出した。この方法で算出された Fig. 4(a)の振幅値は 0.215 であり、Fig. 4(b)の振幅値は 0.067 であった。したがって、S/N 比は 3.217 となった。同様に RGB それぞれの脈波波形においても S/N 比を出した。

④: RGB それぞれの S/N 比を、RGB の平均の S/N 比で割り、被験者 6 人分の平均を出した。Table 1 に結果を示す。被験者 6 人全てにおいて、Green 成分の S/N 比が最も高い結果となった。被験者 6 人分の平均値である Table 1 から、Green 成分の波形の S/N 比は Red 成分の 2.44 倍、Blue 成分の 2.41 倍となっており、Red 成分や Blue 成分に比べ Green 成分の S/N 比が高いことがわかった。

Table 1 Analysis Result

R(S/N)/A(S/N)	G(S/N)/A(S/N)	B(S/N)/A(S/N)
0.530±0.177	1.295±0.090	0.536±0.045

4. 考察

Table 1 の結果から、RGB 成分それぞれの脈波波形の S/N 比は異なり、特に Green 成分の脈波波形の S/N 比が最も高い値となっていることから、Time Lapse 画像を用いた脈波計測には、Green 成分の結果を用いることが最も有効であると考えられる。

また、Green 成分の結果について、ピーク値に向かうにつれ、平均輝度値は暗くなった為、血液の赤色に補色である Green 成分の光があたることで皮膚の色がわずかに暗くなったのではないかと考えられる。

5. まとめ

先行研究では、モノクロ撮影により得られた Time Lapse 画像を用いて脈波計測を行っており、それにより得られる脈波波形は、皮膚の振動により出来る影の濃淡を検知しているのか、皮膚表面の血管の色の変化を検知しているのか不明であった。そこで、メカニズム解明の為、カラー撮影を行い RGB に分解した際、それぞれの脈波波形に違いがあるかどうかに着目し解析を行った。その結果、Green 成分の脈波波形の S/N 比が最も高くなっていること、また、Green 成分の脈波波形はピーク値に向かうにつれ、暗くなっていることがわかった。したがって、Time Lapse 画像を用いた脈波計測は、Green の光が血液の赤色に吸収され、皮膚表面の血管の色が暗くなったことによる色の変化を検知している可能性が示唆された。今後、Green 成分の脈波波形の振幅の大きさが血液量の大きさと関係しているかどうかについても検証していきたい。

非接触、非拘束、非侵襲であるという特徴を持つ、Time Lapse 画像を用いた計測にて計測出来るバイタルサインが増えることは、高齢社会において、予防医学の観点からも有意義であると考えられる。

謝辞

本研究の実施に際しては、科学研究費補助金若手研究(スタートアップ)ならびに立石化学技術振興財団研究助成(平成 20 年度)の支援を受けております。

参考文献

- (1) 内閣府, 高齢社会白書, 平成 22 年度版
- (2) 健康日本 21HP, <http://www.kenkounippon21.gr.jp>
- (3) Takano C, Ohta Y, Heart rate measurement based on a time-lapse image. Med Eng Phys 2007 Oct;8:853-7