

動画像を用いた呼吸数および心拍数の同時計測

Simultaneous Measurement of Respiration and Heart Rate Using Live Image

0030123 矢内園子, 太田裕治

Sonoko YANAI, Yuji OHTA

1. 研究背景

高齢者の健康管理

わが国の高齢化のスピードは他国に例を見ないほど速い。平成14年10月1日現在, 高齢者(65歳以上)人口の総人口に占める割合(高齢化率)は18.5%であるが, 2015年には26.0%に達すると推測されている¹⁾。

一般に高齢者の各種生理・身体機能は加齢にともない徐々に低下し, 罹患しても身体所見に乏しくなる傾向がある²⁾。これに対し, 呼吸数, 心拍数, 体温, 血圧などのバイタルサインを日常的に計測し健康状態を把握していれば, わずかな体調の変化に対してもこれを検出することが可能となり, 健康の維持管理, 疾患の早期発見に役立つと考えられる。従って, 高齢者の健康の維持増進を考える上で, 日常管理の重要性が認識されつつある。しかしながら, 高齢化社会の進行にともない医療経済の制約から在宅医療の傾向が強まっており, 今後は高齢者自らが日常管理を行わざるを得ない状況となることが予想される。一方各種バイタルサインは被験者の精神状態によっても容易に変化することが知られており, 無意識下で計測できることが望ましい。以上からバイタルサイン計測システムには, 簡便な利用, 計測の非拘束・無侵襲性が求められているといえる。

2. 目的

本研究では高齢者が在宅で健康管理できるよう, 非拘束・無侵襲という特徴をもつ動画像計測手法を利用したバイタルサイン計測システムの構築を目的とした。これまでに動画像を用いて処理エリア内のエッジ(画像処理範囲内に生じた極端な画像濃度差を示す境界線)変化および濃度変化情報から呼吸ならびに心拍波形を計測できることが確認されている³⁾。ここでは簡便なシステム構成の構築を目的に動画像計測システムの計測精度向上

を目指し, 計測の際のデータ解析方法およびデータ処理速度の改善を試みた。すなわち, 最適なスペクトル解析方法を検討するために得られたデータの補間方法および周波数解析方法の検討を行い, 処理速度改善のために単一の動画像処理エリアから呼吸数および心拍数の同時計測実験を行った。

3. 各種スペクトル解析方法の検討

被験者の首周辺の画像(640×480pixel)を CCD カメラからパーソナルコンピュータに取り込み, 首の画像濃度の時間変化を計測した。呼吸・心拍数計測のために設定した処理エリアを Fig.1 に示す。Area 2, 3 のように首を処理エリアとした。また背景を処理エリアとした対照実験も行った(Area1)。画像は CCD カメラから画像ボードを介してパーソナルコンピュータに取り込んだ。画像濃度測定には, 画像処理ソフトウェア(X Caliper)を用い, 計測エリア内の平均画像濃度を求めた。

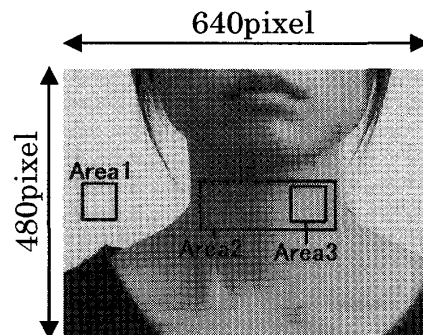


Fig.1 Allocation of Image Analysis Area

約120秒間のデータを取得後, Cubic Spline, B-Spline, NURBS のいずれかを用いたデータ補間を行った。その後 FFT, 線形予測法(AR Model), Wavelet 変換のいずれかを用いた周波数解析を行い, どの方法がより適しているか検討した。同時にパルスオキシメータによる心拍数計測も行い, 動画像計測結果と比較した。なおデータ処理にはデータ解析ソフトウェア(Auto Signal)を用いた。

Table 1 System Configuration

機器	製品名 (製造社名)
ビデオカメラ	Digital Handycam (SONY Co.)
画像ボード	PX500 (ImageNation Co.)
画像処理 ソフトウェア	X Caliper (Optimas Co.)
開発言語	Visual Basic 6.0(Microsoft Co.)
OS	Windows NT (Microsoft Co.)
データ解析 ソフトウェア	Auto Signal (SYSTAT Co.)
パルスオキシメータ	PocketSpO ₂ (NIHON KOHDEN Co.)
照度計	STUDIO DELUXE II (SEKONIC Co.)

補間前の画像濃度時間変化 (22 歳・女性) を Fig.2 に示す. 背景 (Area1) ではほとんど濃度変化がみられなかったのに対し, Area 2, 3 では画像濃度の周期的変化が測定された. 変化量を明確にするため画像濃度変化を Cubic Spline により補間した後 1 階微分し線形予測法 (AR Model) による周波数解析を行った. この結果を Fig.3 に示す.

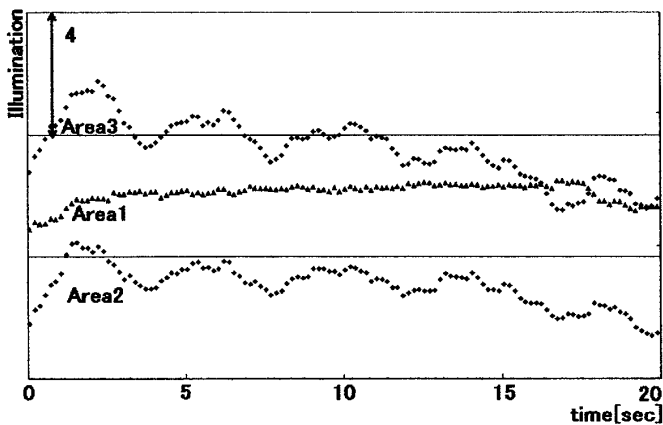


Fig.2 Changes in Illumination Value

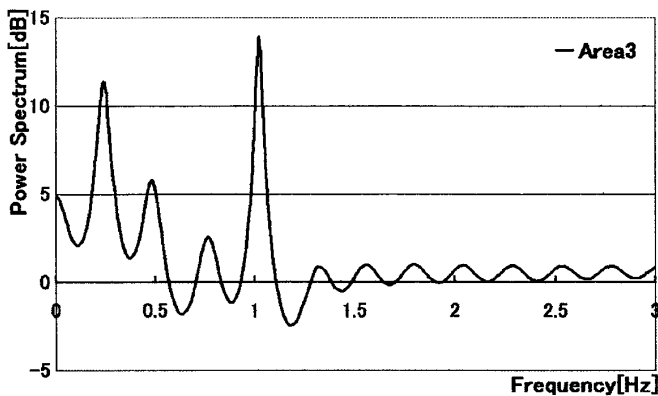


Fig.3 Result of Spectral Analysis

パルスオキシメータを用いた心拍数計測の結果心拍数は約 60 回/分 (約 1Hz) であったことから 0.25Hz 付近のピークが呼吸信号, 1Hz 付近のピークが心拍信号と考えられた. 他の解析方法結果と比較し, この方法が最も優れていると考え, これを用いて他の被験者でも呼吸数および心拍数の同時計測が可能か実験を行った.

4. 同時計測実験および結果

日常生活での利用を考え, 照明条件を変化させて同様の計測を行った. 約 120 秒間のデータ取得後, 原データに対し Cubic Spline 補間を行い, AR スペクトル推定による周波数解析を行った. なお照明条件を変化させる実験では, CCD カメラのオートアイリス機能を利用した. この結果, 照度を 269lx-1500lx に変化させた場合でも呼吸信号および心拍信号と考えられる周波数成分を検出することが可能であった. 高齢者の場合の周囲照明条件として, たとえば読書時には 500-3000lx 程度が必要とされており, この範囲では動画像解析は安定して動作可能と考えられた.

5. 結論

単一の動画像処理エリアからの濃度変化情報を用いて, 呼吸数および心拍数の同時計測が可能であった. また呼吸・心拍波形の抽出アルゴリズムの改良により, 計測精度をより高めることができた. 今後は脈波や血圧等, 他のバイタルサインの計測可能性に関する検討が必要である.

参考文献

- 1) 高齢社会白書, 内閣府, 2003
- 2) 井口昭久編, これからの老年学, 名古屋大学出版会, 2000
- 3) 高野千尋, 動画像によるバイタルサイン自動収集データベースシステム, 人と福祉を支える技術フォーラム, 2003
- 4) 稲森義雄, 新生理心理学 1 巻 第 9 章, 北大路書房, 1998
- 5) 高橋進・島村徹也, 一次元デジタル信号処理の基礎, 培風館, 2001
- 6) 森下巖・小畑秀文, 信号処理, コロナ社, 1982
- 7) Zhang Y, et.al., A comparison of the wavelet and short-time fourier transforms for Doppler spectral analysis., Med Eng Phys. 2003 Sep;25(7):547-57.