

動画像を用いたバイタルサイン計測

A live-image analysis system for collection of vital signs

高野 千尋

太田 裕治

Chihiro Takano

Yuji Ohta

お茶の水女子大学大学院 ライフサイエンス専攻

Graduate school of Humanities and Sciences, Ochanomizu University

1. はじめに

高齢化社会の進展に伴い、在宅での疾病予防・健康管理の重要性が増大しつつあり、近年では高齢者の在宅健康管理を目的として、様々な手法を用いた医療システムが提案されている。これらのシステムは高齢者の生体信号を計測し、診断のためのデータを蓄積・伝送する機能を備えている。また、計測機器により獲得され長期間蓄積された生体情報に基づいて、ユーザの心身状態の経時変化を捉えることが可能となる。さらに身体能力の低下や疾病兆候の検出による罹患の未然な防止、あるいは慢性期疾病を有する高齢者に対する治療・リハビリテーション効果の診断・治療計画の策定なども可能となる。

これらの機能を実現するためには、長期間の生体生理情報の計測蓄積ならびに異常状態の検出手法の確立が必要不可欠である。また、これらの情報は日常的かつ連続に獲得されねばならないため、計測センサは対象となる高齢者の日常生活行動を極力妨げないよう、家屋内に設置したり衣類に装着される。しかし、患者側で利用される機器の多くは操作性、拘束性などの点で問題があり、現在、様々なかたちで計測の無侵襲化、無拘束化が進められている。

2. 目的

在宅での疾病予防・健康管理システムにおいては、日常生活の中で、誰でも簡単に、特に意識することなくバイタルサインを計測することが望ましく、従って、計測装置には、使い勝手が良いこと、生活の延長上にあることなどが要求される。本研究では、無拘束・非接触という性質をもつ画像計測に着目し、動画像情報を利用することで基本バイタルサインの抽出・計測が可能なシステムの開発を目的としている。

3. 画像計測システム

現在までに開発を行った計測システムの構成を Table. 1 に示す。画像処理ソフトウェア XCaliper は Visual Basic (VB) や Visual C++ 上でエッジ検出、特徴点抽出などの画像処理ツールを提供し、簡便なアプリケーション開発を特徴とする。そのほか画像処理エリアを移動させることで対象を追跡しつつ計測することも可能である。Fig. 1 にシステム概略を示す。図に示すように被計測者の各身体部位の動画像を VB の Timer 機能を用いて約 200 [msec] 間隔でビデオカメラから取り込み、X Caliper を利用して計測対象のエッジ位置や画像照度を求め保存する。

Table 1 System configuration

OS	Windows NT (Microsoft.co)
カメラ	Network Handycam IP (SONY)
画像ボード	PX500 (Image Nation Co.)
画像処理ソフトウェア	X Caliper (Optimas Co.)
開発言語	Visual Basic6 (Microsoft.co)

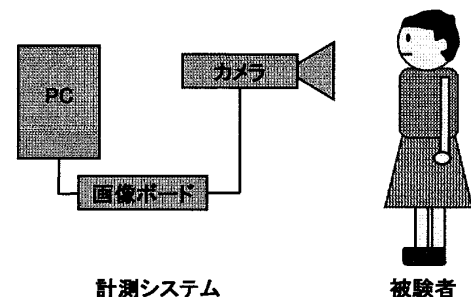


Fig.1 Schematic Diagram of the Measurement System

なお、VB の Timer 動作は OS 上で正確な時間間隔が保証されていない。ここでは、約 200 [msec] でサンプリングされたデータをスプラ

イン補間することにより 10 [Hz] の連続データを取得解析を行った。以下では、本システムを利用した各種の生理量、心理量の計測例について述べる。

4. 呼吸数計測

Fig.2 に示すように被験者の胸郭側面を中心とした動画像を取り込み、Area 1 内の縦エッジ位置ならびに Area 2 の平均照度変化を連続計測することで呼吸動作の計測を試みた。また動画像計測と同時にサーミスタによる呼気温度計測を行い、動画像による呼吸動作計測の確認を行った。呼吸回数の計測結果例を Fig.3 に示した。計測結果から呼吸周期は約 4 秒であることがわかる。また、呼気流路内に設置したサーミスタからの出力信号と画像計測量はよく一致し、

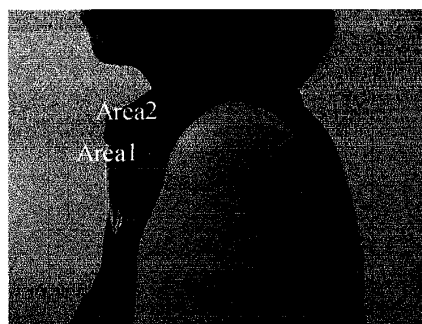


Fig.2 Measurement of respiratory rate

正しく呼吸計測が行なえていることが示された。画像による呼吸計測に関しては、睡眠時無呼吸症の検出等を目的とした開発が既に行われ、基本的な手法としては確立されている。なお、現在、スパイロメータと比較することで、呼吸量の絶対量計測の可能性についても検討を進めている。

5. 心拍数計測

心拍数の計測を目的に、画像取得範囲を Fig.4 に示すように被験者の首元付近に設定し領域内の照度変化を計測した。また、動画像計測と同時に超音波血流計による心拍数計測を行い動画像計測との比較を行った。心拍数計測結果を Fig.5 に示した。計測結果から心拍波形が良好に計測されていることがわかり、周期は約 0.7 秒であった。

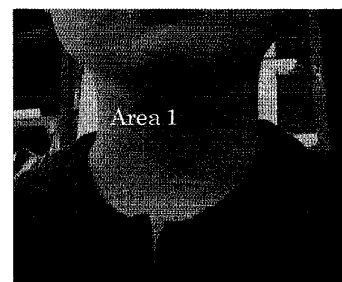


Fig. 4 Measurement of heart rate

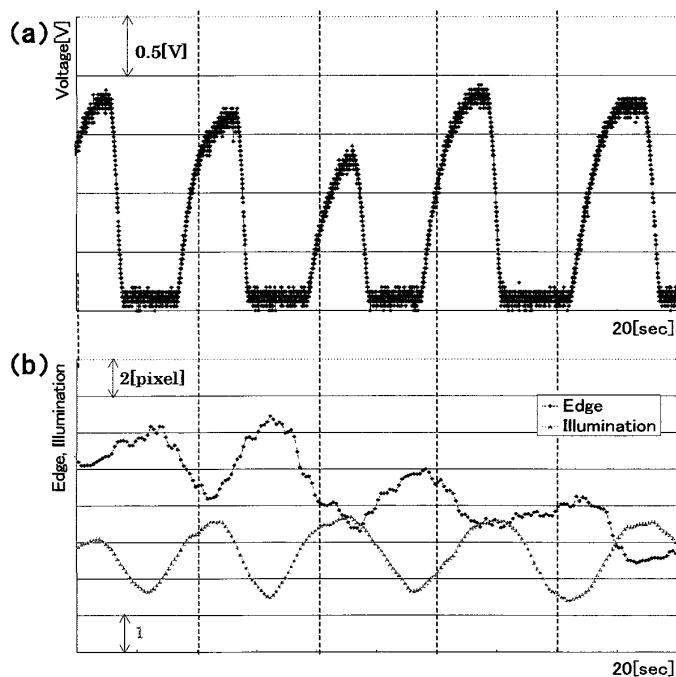


Fig. 3 Measurement of respiratory rate by thermistor (a) and live image processing(b)

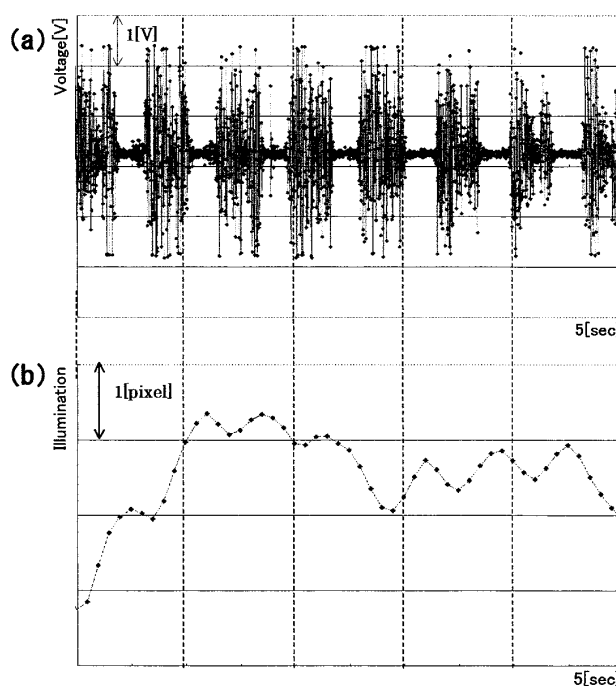


Fig.5 Heart rate measurement by ultrasound Doppler blood flowmeter(a) and live image processing(b)

6. 重心動揺計測

高齢者では神経機能の低下に伴って立位姿勢の保持、安定な歩行の実現などに問題が生じることが知られている。以下では、画像計測を利用して、立位維持機能の計測を試みた。即ち、ユーザの正面並びに側面像が同時に写るよう鏡を約45度の角度で設置し、大腿部側面と背面の画像を取り込みエッジ位置変化を画像処理により連続的に計測した (Fig.6)。Area 1において被験者の右脚大腿部側面の、Area 2において右脚大腿部背面のエッジの計測を行った。計測は開眼・閉眼・片足の3状態に対して行った。

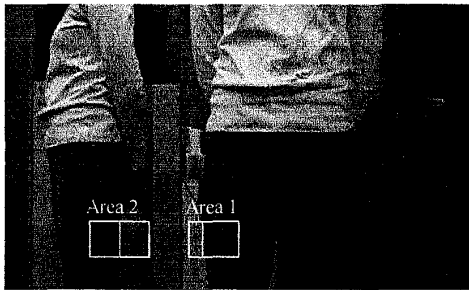


Fig. 6 Measurement of body sway

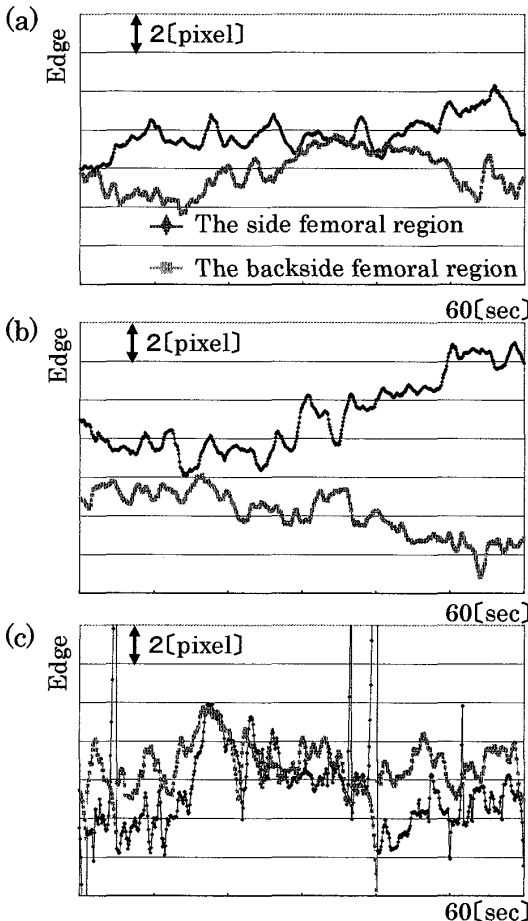


Fig.7 Result of Body Sway Measurement
(a) Eyes open, (b) closed, (c) balanced on single leg

計測結果例を Fig.7, 8に示す。Fig.8では、Fig.7の結果を用いて横軸を左右動揺、縦軸を前後動揺とし60秒間の重心動揺の座標軌跡を示した。動揺が小さい順に開眼・閉眼・片足立ちであった。今回の計測では、被験者はスラックスを着用したが、スカートを着用の場合でも同様な結果が得られ着衣の差はあまり見られなかった。

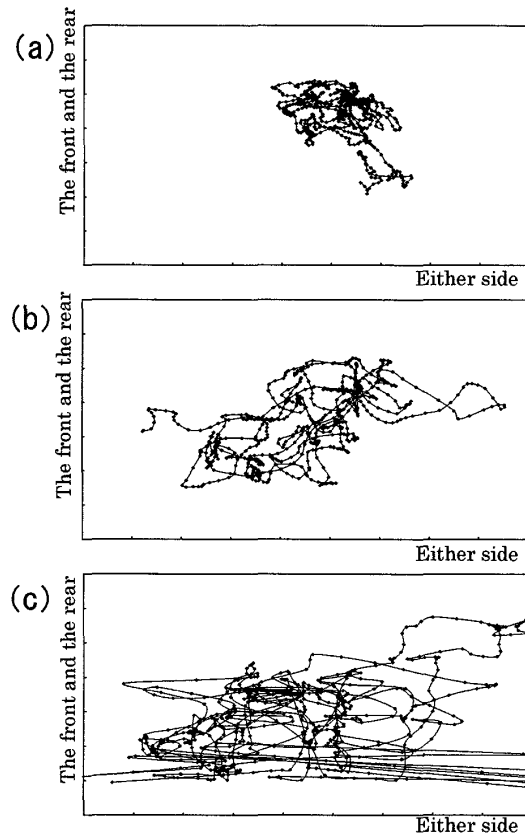


Fig.8 Changes in the center of gravity
(a) eyes open, (b) closed, (c) balanced on single leg

7. 瞬目計測

被験者の心理量計測の試みとして、瞬目の画像による計測を行った。画像取得範囲を Fig.9に示すように被験者の右目に Area1を、左目に Area2を設定した。この状態で被験者が意識的なまばたきを行った場合の Area1の照度変化を計測した。次に、特に意識せず自然な瞬目動作を行った場合の Area1の照度変化、Area2のエッジ位置変化を計測した。計測結果例を Fig.10ならびに 11に示すように、いずれも正確に検出できていることがわかる。

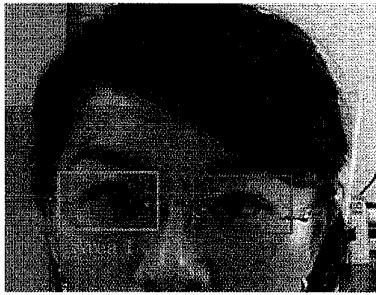


Fig.9 Measurement of blinking

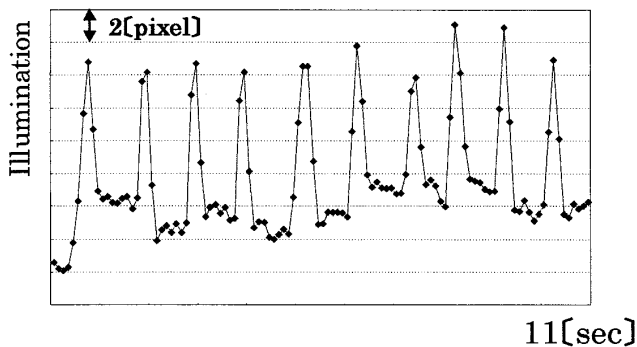


Fig. 10 Changes in the illumination value during blinking

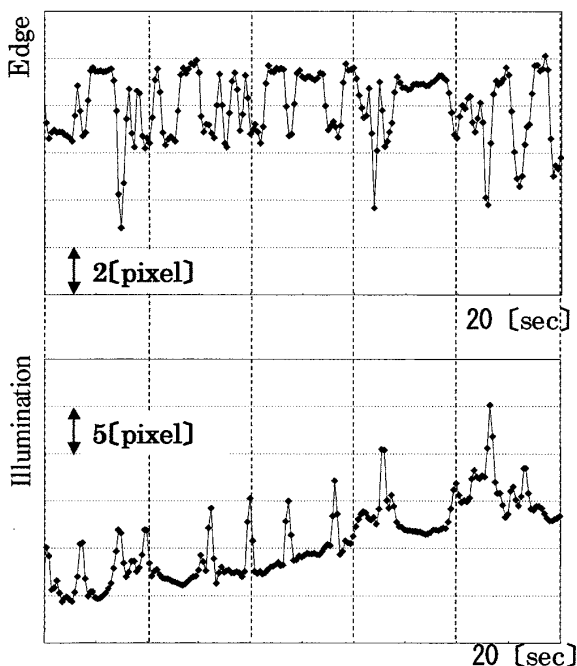


Fig. 11 Changes in the edge position (a) and illumination value (b) during natural blinking

8. 考察

本稿では現在開発を進めている画像にもとづいた生体信号計測システムにつき述べた。本システムの特徴として、

- 各種の生体情報を簡便に取得可能である。着衣条件などに関しても自由度が高く実際の生活の場に導入しやすい。
- 各々の計測に際して、画像処理エリアなどの設定条件は自由度が高く、ユーザ毎に適した計測条件が設定可能である。
- エッジ計測のみならず、単純な照度計測によっても心拍などの信号を取得することが可能である。
- 本システムでは取得画像をネットワークを介して基地サイトに送出する必要が無く、オンサイトで必要情報を得ることが可能であるため、画像計測に際してのプライバシーに対する懸念は無いものと考えられる。
- 身体量に加え、各種の心理量も測定することで、高齢者のより総合的な心身状態の把握が可能となる

等の点が得られた。今後は、長期間蓄積されたデータから、発病予防、あるいは、慢性期の疾病に対する治療などに関する情報を抽出するためのアルゴリズム開発が重要と考えられる。

参考文献

高齢者支援の計測と制御. 田村俊世, 計測自動制御学会誌, 40, 331-336, 2001.

A computer analysis of reflex eyelid motion in normal subjects and in facial neuropathy. Somia NN, Rash GS, Epstein EE, Wachowiak M, Sundine MJ, Stremel RW, Barker JH, Gossman D. Clin Biomech 15(10), 766-71, 2000.

Multimedia Telehomecare System Using Standard TV Set. Guillen S, Arredondo MT, Garcia JM, Fernandez C. IEEE Trans Biomed Eng, 49(12), 1431-7, 2002.

Asynchronous Web-Based Patient-Centered Home Telemedicine System. Lau C, Churchill RS, Kim J, Matsten FA, Kim Y. IEEE Trans Biomed Eng, 49(12), 1452-62, 2002.

A clinically oriented video-based system for quantification of eyelid movements. Miyazaki S, Ishida A, Komatsuzaki A. IEEE Trans Biomed Eng. 47(8), 1088-96, 2000.

Validation of a remote monitoring system for the elderly: application to mobility measurements. Chan M, Campo E, Laval E, Esteve D. Technol Health Care. 10(5), 391-9, 2002.

動画像処理による呼吸モニタリングシステム. 石原謙他. システム制御情報学会論文誌. 114(12), 89-96, 1999.