

## 高齢者の在宅健康支援を目的とした動画像による無侵襲生体情報計測

Non-invasive measurement of vital signs using live image analysis:

Development of a health care system from home for the elderly

ライフサイエンス専攻

高野千尋

Chihiro TAKANO

### 1. はじめに

わが国はこの30年間に急速な高齢化が進行し、今後も高齢者率は上昇を続け、20年後には超高齢化社会を迎えると予想されている。社会の高齢化傾向はわが国に限ったものではなく、他の先進諸国、発展途上国においても同様である。しかし、わが国の高齢率はい他の国々に先駆けて上昇することが予想されるため、わが国の高齢化社会対策は欧米諸国のみならず全世界から注目を集めている。

高齢化社会において高齢者が健康でQOL(Quality of Life)の高い毎日を過ごす為には、在宅での疾病予防・健康管理が重要である。このため近年では様々な手法を用いた在宅健康管理システムが提案され、現在研究開発段階にあり、データの収集方法、解析方法などが活発に研究されている[1]。具体的には、①長期間にわたって信頼性高く生体生理情報を計測・蓄積するための手法、ならびに②蓄積されたデータからユーザの状態を評価し異常状態を検出するための手法、等に関する研究が行われている。前者に関しては、生体生理データは日常生活の中で数年にわたって日々獲得されねばならないため、計測機器の操作性は簡便であると同時に、計測デバイスは高齢ユーザの日常生活行動を極力妨げないよう工夫する必要がある。デバイスに関しては家屋内に設置するもの、衣類に装着するものが多いが、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[2,3,4]。また、後者の異常状態検出については、長期間蓄えられた日常生活動作データに対して遷移確率、生活リズム変動解析などを行うことで異常状態の検出を行う試みがなされている。

### 2. 目的

在宅での疾病予防・健康管理システムにおいては、日常生活の中で誰にでも簡便に、また特に意識することなく生体生理情報を計測できることが望ましい。従って計測装置には使い勝手が良いこと、生活活動の妨げにならない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する。

### 3. 画像計測システム構成

現在までに開発を行った計測システムの構成はCCDカメラの画像信号を画像処理ボードを通じて連続的に取り込み、パーソナルコンピュータ上で各種の画像演算処理を行うものである。画像処理ソフトウェア

にはXcaliperを用いた。これは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するとともに、アプリケーションの簡便な開発を特徴とする。被計測者の各身体部位の動画像をVBのTimer機能を用いることで約200[msec]間隔でCCD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計測する。なおVBのTimer動作はOSの制約から正確な時間間隔が保証されていない為、スプライン補間によりサンプリングデータを10[Hz]の連続データに変換して解析を行った。以下、本システムを利用した各種の生理、心理量の計測結果について述べる。

### 4. 換気機能計測

座位にある被験者の動画像から呼吸数計測を行い、約4秒の呼吸周期が計測された。同時にサーミスタによる呼気温度計測を行い、正しく呼吸計測が行なえたことを確認した[5]。

また、同様の計測手法を応用し換気量計測を試みた。通常、換気量計測はスパイロメータにより行われており、同様の計測を画像処理を用いて行った。図1に示すように座位にある被験者の上半身側面の動画像を取り込むことで、肩の上下運動の変化ならびに胸郭・腹部の厚み変化を連続計測した。その結果を図2に、またスパイロメータによる計測結果を図3に示す。図に示すように同様の計測が行えていることが分かる。現在、スパイロメータを利用した喘息診断(努力最大呼気速度)が行われており本手法の適用が考えられた。また高齢にともない肺の弾性低下、胸郭の運動制限により肺の換気機能が低下することが知られており、呼吸量管理の重要性が指摘されている。本手法はこれに対しても有効と考えられた。



図1. 換気機能計測

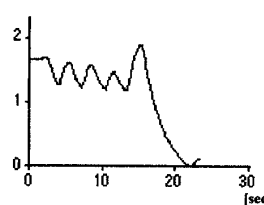
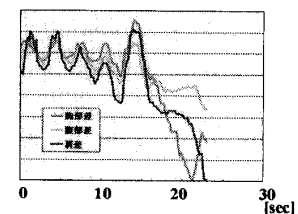


図3. スパイロメータによる換気機能計測結果

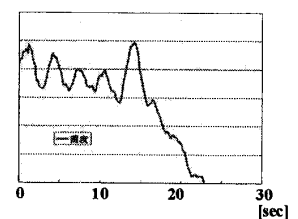


図2. 動画像による換気機能計測結果

5. 心拍数計測

呼吸計測と同様の手法で心拍数計測を行い約 0.7 秒の心拍波形を計測することが可能であった。また、動画像計測と並行して超音波血流計による心拍数計測を行い、両者が良く一致することを確認した。さらに心拍波形に呼吸波形が重畳することを見出し、計測データを周波数分離することで両者の同時計測が可能であることを確認した[5]。また本法を応用し、身体各部位の脈派伝達時間の差を計測することで、血管内部抵抗の絶対量評価が可能と考えられた。

6. 姿勢動揺計測

高齢者では神経・筋機能の低下に伴い立位姿勢の保持、安定な歩行の実現などに問題が生じることが知られており、歩行中の転倒防止を目的に、現在様々な研究が進められている[6]。ここではその一環として動画像処理手法を利用した立位維持機能の計測を試みた。すなわち図4に示すように、鏡を用い大腿部側面ならびに背面の動画像を取り込み、それらのエッジ位置変化を画像処理により連続的に計測した。同時に重心動揺計を用い重心点軌跡を計測した。動画像による姿勢動揺計測結果例を図5に、重心動揺計による計測結果例を図6に示す。図5において横軸、縦軸は左右及び前後の動揺量(ピクセル値)であり、座標軌跡として示した。両者は同様の特性を示すことが分かる。今後、画像解析結果より、姿勢維持関連関節の制御特性、歩行機能と高齢化との関連などを検討する必要がある。

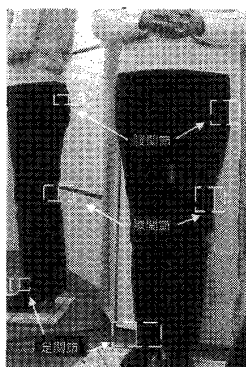


図4. 姿勢動揺の画像計測

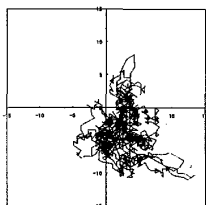


図6. 重心動揺計による重心位置変化計測

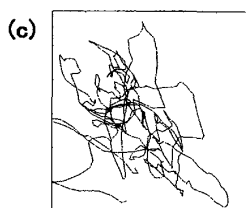
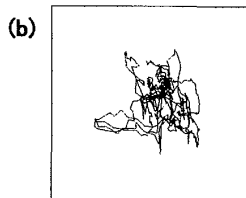
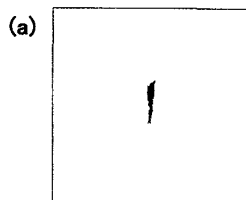


図5. 動画像による姿勢変化 (a)足関節 (b)膝関節 (c)股関節

7. 結果及び考察

ここで提案した無侵襲計測システムの特徴として、

- 各種の生体情報が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経由して解析のための別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。

- 生理量に加え、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、蓄積されたバイタルサインデータの高齢者健康管理への有効性の考察、また、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抽出のためのアルゴリズム開発が重要と考えられた。

【参考文献】

[1] 田村俊世, 高齢者支援の計測と制御. 計測自動制御学会誌, 40(5), 331-6, 2001.  
 [2] Somia NN, Rash GS, Epstein EE, Wachowiak M, Sundine MJ, Stremel RW, Barker JH, Gossman . A computer analysis of reflex eyelid motion in normal subjects and in facial neuropathy. Clin Biomech , 15(10), 766-71, 2000.  
 [3] Guillen S, Arredondo MT, Garcia JM, Fernandez C. Multimedia Telehomecare System Using Standard TV Set. IEEE Trans Biomed Eng, 49(12), 1431-7, 2002.  
 [4] 福田忠彦, 生体情報システム論, 産業図書.  
 [5] 高野千尋, 動画像を用いたバイタルサイン計測, 生活工学研究 5(2), 262-265, 2003.  
 [6] Sekine M, Tamura T, Akay M, Fujimoto T, Togawa T, Fukui Y. Discrimination of walking patterns using wavelet-based fractal analysis. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 10(3), 188-196, 2002.

【発表状況】

高齢者健康支援システム, 生活工学研究, 4(2), 252-3, 2002.  
 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, 第18回ライフサポート学会大会予稿集, 144, 2002.  
 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, 34.  
 動画像を用いたバイタルサイン計測, 生活工学研究, 5(2), 262-5, 2003.  
 動画像を用いたバイタルサイン計測, 第18回生体・生理シンポジウム論文集, 17-20, 2003.  
 動画像を用いたバイタルサイン計測, 第43回日本ME学会大会, 2004 講演予定

(指導教官 太田裕治)