

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23611048

研究課題名(和文) モーションキャプチャデータを用いた生体信号の実時間可視化

研究課題名(英文) Visualizing bio-signals using the motion capture data in real time

研究代表者

松河 剛司 (Matsukawa, Tsuyoshi)

愛知工業大学・情報科学部・講師

研究者番号：30580518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、モーションキャプチャシステムを使用して取得した動作データと生体信号(筋電図および心電図)を、3DCGアニメーションとして可視化する手法を開発した。

開発した可視化システムは筋活動度と心拍数を、3DCGキャラクターを用いてリアルタイムで可視化するものである。可視化システムを用いることで、動作と生体状態の変化を同時に確認することができる為、生体状態の変化とその要因を直観的に理解することができる。

開発システムを用いた剣道動作、介助動作の動作解析を行ない、システムの有用性の検証を行なった。

研究成果の概要(英文)：In this study, integrated visualizing using 3D computer animation of bio-signal (EMG and ECG) measurement and the motion capture data.

Integrated visualization system generates avatar animation representing muscle activity and heart rate variability using 3d character models in real time. The visualization method can apply to synchronized analysis of heart rate variability, muscle activity and motion. The characteristic of integrated visualization system is intuitive recognition of health condition.

Experiments were done to analysis movements of Kendo and physical assistance using the proposed integrated visualization system.

研究分野：時限

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：モーションキャプチャ

1. 研究開始当初の背景

人間工学分野において、生理計測のための生体信号測定・処理技術、動作の特性を測定するためのモーションキャプチャを用いた姿勢・動作の測定と処理・分析などが行われている。これら生体信号を用いた解析と、姿勢・動作データを用いた解析は、それぞれ独立して行われることが多い。しかし、姿勢・動作が異なれば、生体に与える影響は異なり、また、外見的には同じ姿勢・動作であっても個人内・個人間で疲労や負担、快適などの生体状態が異なる。したがって、人間計測、機器・道具・システム・環境の評価について生体情報を用いる場合、生体信号と動作データを統合的に用いた解析を行うことで、より多面的かつ従来とは異なる視点による評価が可能となる。

生体信号と動作の統合可視化の研究について、筋電図計測とモーションキャプチャによる動作計測を行い、筋電図と動作の可視化を行っているものが報告されている。しかしながら、これらの研究は可視化の際のCGモデルが円柱などの簡素なモデルであり、体の向きや腕の回転などがわかりづらいなどの問題があり、適切なコンピュータグラフィックス表現を行っていない。また、動作と心電図の統合可視化や複数人同時可視化といった研究例はない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、心電図・筋電図から得られる心拍数や自律神経活動バランス、筋活動度といった生体情報と、モーションキャプチャシステムによって得られる人の動作情報を、3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)によって、測定と同時に実時間で統合可視化し、表示するシステムを設計することである。

3. 研究の方法

実時間による筋電図および心電図測定データの解析を行ない筋活動度と心拍数を推定し、モーションキャプチャによる動作計測で得られた動作データによってアバターアニメーションの作成し、アバター心臓モデルと筋肉モデルのアニメーションによって筋活動度と心拍数を可視化する、また可視化結果を実時間で被験者に提示することで、生体状態をより直観的・多面的に評価のでき、広範な応用を可能とする可視化システムの開発を目的とし研究を実施した。具体的には以下の(1)から(3)の内容を行なった。

(1)筋電図・心電図から筋活動度・瞬時心拍数・心拍高周波成分の3DCGによる実時間での可視化処理手法を確立する。実時間処理・実時間提示に適した、計算機に負担のかからず、被験者が生体状態の変化を瞬時・直観的に理解できる可視化手法を検討する。

(2)可視化結果を被験者へ提示するための、ヘッドマウントディスプレイやタブレット型デバイスを用いた提示手法を検討する。ここでは被験者が実験動作時に可視化結果(生体状態の変化)を視認できるような提示手法について、動作の邪魔にならない提示手法や、被験者側から可視化結果の表示方法を操作できる手法について検討する。そのためにヘッドマウントディスプレイの小さな表示領域で提示する内容の検討を行う。また被験者側で提示内容を操作(3DCG人体アバターの移動・拡大・回転など)を行うことができるように、ゲームコントローラーやタブレット型デバイスによる操作・提示手法について検討を行う。

(3)開発した可視化システムによる生体情報可視化結果を、介助動作、リハビリテーション、スポーツ実施時に提示する実験を行うことで、生体状態の動作者への伝わりやすさ、身体負担低減やリハビリテーション、スポーツへの効果を評価することにより、可視化システムの有用性を検証し、応用の可能性を示す。スポーツ動作実験では、竹刀の面打ち動作を行い、有段者の動きの可視化結果を取得し、初心者には有段者の動きの可視化結果と自身の動きの可視化結果を提示することにより、無駄な力が入っていないか、フォームが崩れていないかなどを確認しながら動作を行う。実験前後で動作の改善が行われているかについて、可視化結果及び、被験者の主観評価によって評価する。介助動作実験では、介助動作中に可視化結果を提示することにより、介助者役の被験者が被介助者役の生体状態と自分の生体状態の変化を確認しながら行うことで、被介助者の負担を少なくし、かつ自分の生体負担も少なくなるような動作を行う。実験前後で動作の改善が行われているかについて、可視化結果及び、被験者両者の主観評価によって評価する。

4. 研究成果

(1)平成23年度の研究成果として生体信号の実時間による処理で筋活動度と心拍数を推定する手法を確立することができた。

筋電図と心電図をそれぞれアニメーションに必要なサンプリング周波数30Hz(30fps)で取得した。筋電図信号に関して予め最大筋活動度を計測し、そのときの筋電図波形のピーク値を最大値とし、1フレームごとに筋電図波形を絶対値を取得し、1フレーム前の値との平均値を取り、最大値に対する比率を筋活動度とした。心電図信号に関して、1フレームごとに値を取得し、R波と思われるピーク値を前後フレームの値から推定し、R波が現れるフレーム間隔を瞬時心拍数とした。モーションキャプチャデータは、事前にマーカ同士グループを作成し、マーカが消失した場合、同じグループ内マーカの位置情報から消失マーカを推定する手法を用いることで、実

時間でも人の動作を途切れなく計測することができるようになった。これらを申請者のこれまでの研究で開発した可視化システムに実装することで、実時間で生体情報を可視化することが可能になった。

(2)平成 24 年度の研究成果として開発システムによる可視化結果を被験者に提示する際の提示手法を確立した。

被験者に対し、実時間で可視化した生体情報の提示手法の検討を行なった。プロジェクター投影による提示手法では、投影距離が必要で、被験者とスクリーンの位置の設定が動作によっては難しく、またリアプロジェクション手法を試みたが実験環境を暗くする必要があるという問題があった。大型液晶ディスプレイを使用した可視化結果の提示手法ではプロジェクターでの提示手法の問題点を解決できる結果になった。タブレット端末による提示手法では被験者に持たせることで動作の確認がしやすい一方で、手が塞がるため動作が限定されてしまう結果になった。プロジェクター、大型液晶ディスプレイ、タブレット端末に共通して可視化結果を確認する際に、被験者は頭の向きや身体の向きを変える必要があり、実験動作を行ないながら可視化結果を見るという行為が無理な場合があるという問題点を確認した。ヘッドマウントディスプレイを使用することでその問題点を解決することができた。透過型のヘッドマウントディスプレイ上に可視化結果を提示することで被験者は自然な身体の向きで動作を行なうことができ、可視化結果をみることもできた。本研究では透過型ヘッドマウントディスプレイである EPSON の MOVERIO (BT-100) を採用し、MOVERIO 上で視認がしやすいように 3DCG モデルの形状や色の修正を、実機で確認しながら行なった。MOVERIO は android OS を搭載しているため、wifi 経由で PC 映像をミラーリングして表示することが可能である。また MOVERIO は充電式のヘッドマウントディスプレイで実験時に電源ケーブルを必要としない。開発システムに用いている筋電図・心電図の計測機器 (日本光電 ZB150H、ZB151H) も無線式であり、モーションキャプチャシステム (Vicon) も光学式の為、被験者に自由な動きが可能である。図 1 に開発システムによる実験時のシステム構成を示す。

(3)平成 25 年度の研究成果として開発したシステムを用いて、スポーツ動作として剣道の竹刀打ち込み動作実験、介助動作として起立介助動作実験を行い、被験者に可視化結果を提示して、可視化システムの有用性を検証した。

開発した可視化システムを使用した予備実験において、ヘッドマウントディスプレイを装着した状態でのスポーツ動作の可視化手法に問題があることが分かった。原因は使

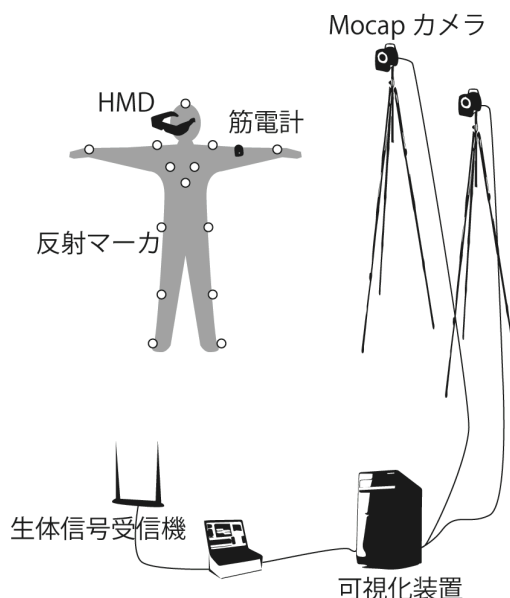


図 1. 可視化実験時のシステム構成

用したヘッドマウントディスプレイ (MOVERIO) の重量が重く、激しい運動を行なうとヘッドマウントディスプレイがずれてしまうことと、スポーツ動作中におけるヘッドマウントディスプレイ表示画面の認識率の低さである。また HMD での可視化結果を見ながらだと本来行なうべきスポーツ動作ができないといった被験者からの意見もあり、提示手法について見直す必要があることが分かった。スポーツ等の早い動きを伴う動作については可視化結果を実時間で提示するのではなく、動作終了後の任意のタイミングで確認できるように仕様を変更する必要がある。可視化システムは実時間で計測した動作データ及び筋電図信号・心電図信号を記録しているため、動作終了後にその記録したデータを再生することで実時間処理と同じ処理によって可視化結果を提示することができる。また動作終了後であれば実時間で可視化するよりも生体信号処理に時間をかけることが出来るため、特に心電図信号の解析において精度の高い推定ができるアルゴリズムを実装可能である。

実時間可視化実験として、起立介助動作の実験を行なった。介助動作の介助を行なう側に可視化結果を提示し、起立介助動作の可視化実験を行なった。スポーツ動作と違い、介助動作はゆっくりとした動作である為、被験者は可視化結果を確認しながら、動作を行なうことができた。また介助される側の筋電活動を、可視化結果を提示しない場合と、提示した場合で比較した結果、差異が生じることを確認した。介助される側の身体負担を、介助する側が実時間で把握することができる為、介助の現場で開発システムを用いることで、より身体負担の少ない介助動作や、リ

ハビリテーション効果のある介助動作を行なうことに貢献ができると考える。

生体信号処理・動作解析の分野では、解析結果は数字・グラフで扱うことが主であり、理解のために専門知識が必要となる。開発した可視化システムは実際に解析結果の参照を必要とする介護者やスポーツ選手など、信号解析などの専門知識を有していない人にとって非常に有用であると考え。今後開発システムをスポーツ選手の技術向上の為の最適なトレーニングの支援や、高齢化社会の到来に際して、病気にならない為の健康維持・管理支援、セルフリラクゼーションツール、介助動作方法の教育支援、労働現場での作業負担軽減などへ応用することができる

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

- ① 砂田治弥、横山清子、松河剛司、原田晋作、高田宗樹、松浦康之、平田隆幸、モーションキャプチャシステムによる剣道打ち込み動作の解析、電子情報通信学会、2011年7月8日、徳島大学
- ② 砂田治弥、横山清子、松河剛司、原田晋作、高田宗樹、松浦康之、平田隆幸、剣道打ち込み動作時の筋電解析、日本人間工学会東海支部 2011年研究大会、2011年10月29日、三重県立看護大学
- ③ Haruya Sunada、Kiyoko Yokoyama、Takayuki Hirata、Shinsaku Harada、Tsuyoshi Matsukawa and Hiroki Takada、Motion Analysis of Men- Uchi with Suriashi in Kendo、34th Annual International IEEE EMBS Conference、2012年8月28日~9月1日、San Diego
- ④ 砂田治弥、横山清子、平田隆幸、原田晋作、松河剛司、高田宗樹、剣道を対象とした動作情報の軌跡・速度・加速度の同時表示とその応用、日本人間工学会全国大会、2013年6月1日~6月2日、日本大学

〔図書〕(計 1 件)

- ① Hiroki Takada (編)、Tsuyoshi Matsukawa and Kiyoko Yokoyama、他 9 名、Nova Science Publishers, inc、Electromyography New Developments, Procedures and Applications、2012、pp. 147-155

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松河 剛司 (MATSUKAWA, Tsuyoshi)
愛知工業大学・情報科学部・講師
研究者番号：30580518

(2) 研究分担者

()

研究者番号：