

Newsletter



価値創造スマートものづくり研究センター

発行：神戸大学 価値創造スマートものづくり研究センター

住所：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

電話：078-803-6250 Fax：078-803-6391

HP:<http://www.csi.kobe-u.ac.jp/kachi/index.html>

e-mail: smart-center@org.kobe-u.ac.jp

令和5年夏号

Vol.13 2023年8月

ウェルビーイング社会の実現に向けた筋活動量の可視化について

報告者：平田 一郎（兵庫県立工業技術センター）

新たな産業モデルを構築するためには、システムを進化させるだけでなく、従業員の「働きやすさ」や「働きがい」などのQoW（Quality of Working = 労働の質）を向上させることが重要とされています。QoWを向上させることにより労働寿命の延伸や労働生産性の向上が期待されています。労働寿命を延伸させるためには職場環境だけでなく、日頃の生活の質（Quality of Life）も向上させる必要があります。そこで我々は、QoLを向上させる方法として、日常生活における筋力維持や筋力強化を促す仕組みについて検討しています。その方法として、日常の行動からその人の筋活動量を可視化する方法について取り組みました。スマートウォッチ等の活動量計のデータをもとに、姿勢を推測して筋活動量をリアルタイムに表示するのが理想的です。しかし技術的に困難であったため、「日常行動を簡単に計測する方法」と「行動パターンに基づいた筋活動の計算方法」を別々に検討し統合させることにしました。最初に、行動パターンに基づいた筋活動量の計算方法について取り組みました。

行動パターンに基づいた筋活動量の計算方法

行動パターンの対象として、複数の歩行姿勢の筋活動量を計測して比較しました。歩行能力の低下は日常生活動作レベルの低下に繋がります。特に、歩行速度は死亡リスクとの関連性も強く、高齢者の身体機能やQoLの指標とされています。歩行速度や歩行姿勢の違いによる筋活動量の違いを可視化することで、歩行姿勢を改善してQoLの向上が期待できます。歩行速度と歩幅について、「一般的な歩行」と「小幅で前傾姿勢による歩行」「大腿で後傾姿勢」の3種類の歩行パターンを計測しました。筋活動量を計測するための方法として、計測したい筋肉に「表面筋電センサ」と言われるセンサを貼り付けて計測するのが一般的です。今回、被験者の脚部4箇所（大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋内側頭）に表面筋電センサを貼り付け、解析システム（biosignalsplux, 株式会社クレアクト製）を使って上記3種類の姿勢での歩行をしてもらいました。表面筋電センサで計測した大腿直筋の活動量の比較データを図1に示します。この筋肉は「股関節の屈曲と膝関節の伸展」に大きく関わる箇所です。この実験で、歩幅を大きくすると筋肉の活動量が大きくなることを確認できました。

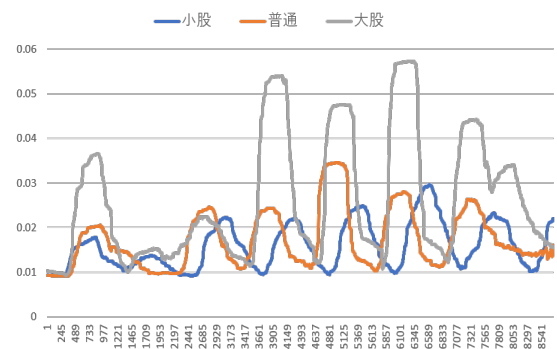
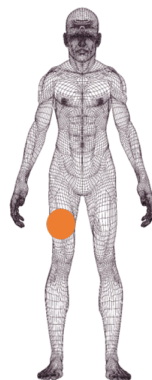


図1 大腿直筋の筋活動量比較

表面筋電センサによる計測方法は、計測したい筋肉の部位にセンサを取り付ける必要があります。たくさんの人の計測や様々な筋肉部位を分析することは大変だということがわかりました。そこで表面筋電センサを貼り付けなくても解析できる方法として、「筋骨格シミュレーションソフト」により活動量を解析することを試みました。筋骨格シミュレーションソフトは、人体のメカニズムについてモデリングを行うソフトウェアシステムです。個々の筋・関節力・代謝・腱の弾性エネルギー・拮抗筋力等の「人体各部分に作用する力」をコンピュータ上で計算することができます。筋骨格シミュレーションソフトで筋活動量を計算するためには「人の動き（動作姿勢）のデータ」が必要となります。そこで、モーションキャプチャシステム（VENUS 3D、株式会社ノビテック製）を用いて歩行姿勢を計測しました（図2）。このシステムは、身体に40点以上の反射マーカを貼り付け、赤外線カメラにより各マーカの3次元情報を記録するものです。歩行実験の際に計測した動作データをもとに、筋骨格シミュレーションソフトウェアでそれぞれの筋肉の活動量を計算し、表面筋電センサで計測した結果と筋骨格シミュレーションソフトウェアでの分析結果の比較を進めています。筋骨格シミュレーションの結果と表面筋電位データの傾向が似た結果となれば、今後は表面筋電センサを貼り付けて計測しなくても筋活動量の可視化が可能となります。現段階で「シミュレーションに置き換え可能な筋肉」と「置き換えが難しい筋肉」があることがわかってきました。

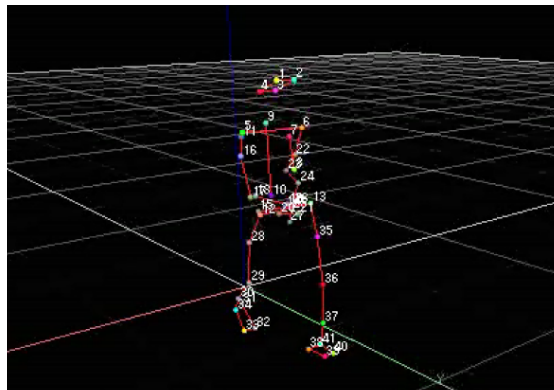


図2 モーションキャプチャシステムによる歩行計測

日常の行動を簡易に計測する方法

行動パターンに基づいた筋活動量の計測方法についての研究では、表面筋電センサを貼り付けなくても「動作のデータ」があれば筋活動量を計算できることがわかってきました。しかし、筋骨格シミュレーションモデルで解析するために必要な動作データを計測するためにはモーションキャプチャシステムのような大掛かりな装置で計測する必要があります。将来、健康増進システムを運用することを考えた場合、モーションキャプチャシステムを毎回使用して計測することは現実的ではありません。

そこでモーションキャプチャシステムを用いなくても計測できる方法として、これまでに測距センサを壁面に貼り付けて歩幅を計測する方法や、靴や歩行器に加速度を計測するセンサ（IMUセンサ）を取り付けて計測する方法を実施してきました。現在は、上記の計測方法を簡略化させ、より多くの環境でデータ収集するための方法についても検討しています。特に、映像データから姿勢データを抽出する方法に着目しています。AI技術（深層学習）を活用することで、映像上の人の骨格が推定され抽出できることがわかりました（図3）。この方法で抽出された骨格と筋骨格シミュレーションモデルの骨格データを同期させることにより、筋活動量の計算もできることも確認しました。計測姿勢の精度を高めるためには、複数台のカメラで同時に計測する必要がありますが、単体カメラによる計測でもカバーできる撮影方法や動作内容についても検討しています。もう一つは3Dアニメーション作成ツールを活用する方法です。このツールを使うと、動画から3Dのモーションデータが自動生成されます（図4）。このモーションデータを筋骨格シミュレーションモデルに反映させることも確認できました。

上記2つの計測方法は、カメラで撮影した動画をもとにして人の動作姿勢のデータを生成することができるため、モーションキャプチャシステムを使って人にセンサを装着する必要もなくなります。そのため、様々な環境での計測が可能となります。

今回紹介した内容は、価値創造スマートものづくり研究センターが神戸拠点となっている「HCMII コンソーシアム（主管：国立研究開発法人 産業技術総合研究所）で進めているものです。今後も、神戸大学ならびに株式会社アシックスと連携しながらヘルスケアエコシステムの開発や実証を進めていく予定です。

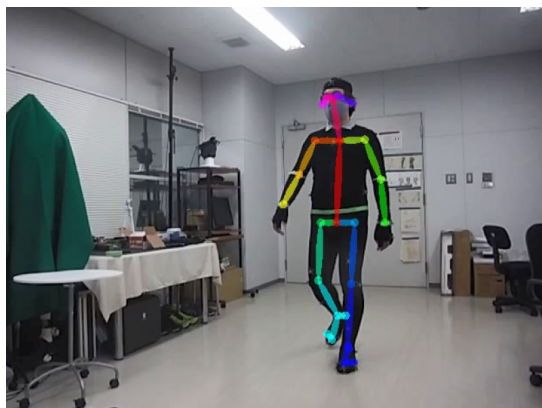


図3 深層学習による骨格抽出



図4 3Dアニメーションツールの活用

運営委員：

センター長：貝原俊也 神戸大学 大学院システム情報学研究科 システム情報学専攻
副センター長：坪倉 誠 神戸大学 大学院システム情報学研究科 システム情報学専攻
副センター長：西野 孝 神戸大学 大学院工学研究科 応用化学専攻
運営委員：鈴木 洋 神戸大学 大学院工学研究科 応用化学専攻
運営委員：西田 勇 神戸大学 大学院工学研究科 機械工学専攻

学内協力教員：

協力教員：南知恵子 神戸大学 大学院経営学研究科 経営学専攻

学外協力教員：

協力教員：白瀬敬一 神戸大学名誉教授

事務局：神戸大学 大学院システム情報学研究科システム計画講座

場所：神戸大学 大学院システム情報学研究科本館2階 S207 室

行事予定・その他

○ 行事予定

西田勇先生が以下のNIRO イベントで講演予定

「製造 AI と切削加工完全自動化がもたらす製造業の未来 —産学連携の挑戦— 第一回ものづくりセミナー」

日時：2023年9月8日(金) 11時~12時半

場所：神戸国際展示場2号館2階 2A会議室（申込みはNIROのHPより）

2023年度 センターシンポジウム+見学会（同時開催予定）

2024年1月中旬ごろ（見学予定先：理化学研究所計算科学研究センター「富岳」）

○ 寄稿文のご依頼

このセンターニュースですが、発行1年を経過し、当センターからの発信だけではなく、会員皆様からの寄稿文を掲載することで、コロナ禍、会員相互の交流の場が持てない中での一助にできないかということで、広く会員皆様からの寄稿文を募集することといたしました。

つきましては、ご希望がございましたら、下記担当までご連絡ください。別途センターニュースの様式をお送りいたしますので、寄稿文を1頁から2頁程度で作成いただき、寄稿される方の連絡先とともに当センターまで送付くださいますようお願いいたします。

なお、掲載にあたりましては、当センターで掲載の是非及び内容等の確認や校正をさせていただきますことをお含みおきください。

○ 会員募集について

「価値創造スマートものづくり研究センター」に会員登録いただける方は、下記メールアドレス又は、QRコードに、お名前（フリガナ）、所属（会社名）、職名、e-mail アドレスを送信くださいますようお願いいたします。

なお、特に会費等の支払いは必要ございません。

会員登録いただきました皆様には、季刊のセンターニュースレターのご連絡や、定期的に関連するシンポジウムやセミナーの情報をお送りするとともに、技術的な内容へのご相談などを随時受け付けております。

また、周りにご関心をお持ちの方がおられましたら、是非ご紹介を頂ければ幸いです。

【注意】 旧「3D スマートものづくり研究センター」より継続参加される場合にも、再度、登録が必要となりますのでご注意ください。

申込書返送先：神戸大学 大学院システム情報学研究科 価値創造スマートものづくり研究センター

事務担当：坂本

Phone: 078-803-6250, Fax: 078-803-6391

e-mail: smart-center@org.kobe-u.ac.jp

