

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 16 日現在

機関番号：30108

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26750195

研究課題名(和文) 歩行中の力学的エネルギー変換効率評価システムの開発と臨床評価

研究課題名(英文) Development and clinical evaluation of body center of mass mechanical energy conversion efficiency evaluation system during walking

研究代表者

春名 弘一 (HARUNA, HIROKAZU)

北海道科学大学・保健医療学部・講師

研究者番号：00712168

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：身体質量重心の力学的エネルギー変換効率は、歩行中の重力の効率利用の程度を定量的に表す指標である。従来の算出手法では、三次元動作解析装置や床反力計を設置した実験室環境が必要で、臨床現場での評価に障壁になっていた。本研究の目的は、身体質量重心の力学的エネルギー変換効率の評価を臨床現場で可能とするシステムを開発することである。

本システムにはKinect V2センサを採用し、歩行中の身体質量重心の位置を自動的に取得し、力学的エネルギー変換効率をリアルタイムに算出するアプリケーションを開発した。本システムと従来手法とのデータの誤差率は1%未満と低く、臨床場面で運用する上では支障のない範囲であった。

研究成果の概要(英文)：Mechanical energy conversion efficiency of the body center of mass is a quantitative parameter which indicates the effective use of gravity during gait. However, its conventional calculation method requires a laboratory environment with a three-dimensional motion analysis system and force plates. Therefore, it is difficult to use this method in clinical sites. The aim of this research was to develop a new system which makes it possible to evaluate the energy conversion efficiency of the body center of mass in clinical sites. This system has been developed using a Kinect v2 sensor. It automatically extracts the position of the body center of mass during gait and calculates the energy conversion efficiency in real time. The maximum relative error between data obtained by the conventional method and the proposed method was less than 1%, thus the proposed system is feasible in clinical practice.

研究分野：人間医工学

キーワード：人間医工学 リハビリテーション 理学療法

1. 研究開始当初の背景

力学的エネルギー変換効率は、歩行中の重力の効率利用の程度を定量的に表す指標で、歩行スキルを評価することが可能である。つまり、機能改善を大きく見込めない重症患者や高齢患者に対して非常に有用な指標である。力学的エネルギー変換効率は、このように臨床上重要な指標であるにもかかわらず、本邦での報告は極めて少なく、重度の脳血管障害患者についての報告は見当たらない。その理由としては以下の点があげられる。

従来、力学的エネルギー変換効率の算出は%recoveryと表現され、床反力計を用いて床反力前後方向成分と鉛直方向成分データから算出する方法と、三次元動作解析装置を使用し、身体合成重心の軌跡から算出する方法が存在する。いずれの方法も三次元動作解析室のような大規模な実験室で計測する必要があり、マーカーの貼付など計測準備も非常に煩雑である。力学的エネルギー変換効率が有用な指標であるにもかかわらず、障害者の報告が希少である理由として、重度の歩行障害を伴った低歩行能力患者を大規模な実験室に招いて計測することが困難であるためと考えられる。

2. 研究の目的

脳血管障害や高齢重複疾患患者などの低歩行能力者を対象に、歩行時の力学的エネルギー変換効率の評価を病院・施設などの臨床現場で容易に可能とするシステムの開発・臨床評価を目的とする。

3. 研究の方法

人間の関節位置をゲーム用デバイス (Kinect センサ) から自動的に取得し、歩行中の力学的エネルギー変換効率を算出するアプリケーションを開発した。また、センサの精度検証には、Kinect V1 センサと Kinect V2 センサをそれぞれ従来法 (VICON システム) と比較した。



図1.実験環境

本研究の対象者は、既往歴のない健康男性 21 名 (年齢 19.6 ± 0.8 歳、身長 171.2 ± 4.9 cm、体重 64.0 ± 6.0 kg) とした。(北海道科学大学研究倫理審査申請：第 79 号)

4. 研究成果

(1) 平地歩行の比較

Kinect と VICON システムを用いて、ある 1 歩を同時に測定した結果を図 2 に示す。緑線は Kinect v1、赤線は Kinect v2、青線は VICON システムによる測定結果である。なお、いずれもカットオフ周波数 3Hz の LPF を適用しており、VICON の測定結果は歩行開始より約 3 秒分を抜粋したものである。

Kinect v1 はカメラから離れた領域で誤差が大きくなる傾向がある一方、Kinect v2 はカメラから遠い領域においても VICON システムに近い値が得られている。これは、深度カメラの解像度の向上に起因していると考えられた。

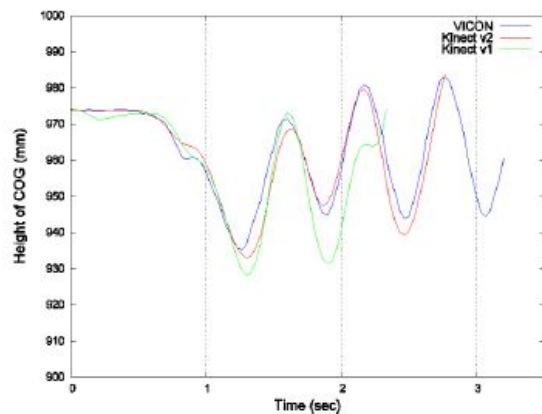


図2. Kinect と VICON の同時計測による比較結果

全被験者のデータが得られた両脚支持期の COG 極小点 2 転 (第一極小点、第二極小点) および単脚支持期の COG 極大点 (第一極大点) で比較した平均誤差と平均誤差率を表 1 および 2 に示す。

表 1. 歩行の特徴点における平均誤差

	Kinect v1	Kinect v2
第一極小点	6.84±5.51mm	6.15±4.99mm
第一極大点	9.61±6.45mm	5.61±3.77mm
第二極小点	10.79±7.00mm	4.94±3.67mm

表 2. 歩行の特徴点における平均誤差率

	Kinect v1	Kinect v2
第一極小点	0.73±0.59%	0.66±0.53%
第一極大点	0.99±0.67%	0.58±0.39%
第二極小点	1.15±0.75%	0.52±0.39%

Kinect v2 の誤差率は 0.52 ~ 0.66% であった。先行研究¹⁾では、臨床における補装具の効果判定において、静止立位を基準とした麻痺側 COG 高さの変位が 6% 以上であった場合に補装具介入前後での有意差が認めらると報告している。従って、脳卒中患者における COG 変位の左右差などを指標としてリハビリテーションの効果を検討する際には本研究で提案する手法が有用であると考えられる。

<引用文献>

- 1) Keisuke Kon, Yasuyuki Hayakawa, Shingo Shimizu, Takeshi Tsuruga, Shin Murahara, Hirokazu Haruna, Takumi Ino, Jun Inagaki, Sumiko Yamamoto: Effect of heel pressure pad attached to ankle-foot orthosis on the energy conversion efficiency in post-stroke hemiplegic gait. Journal of Physical Therapy Science, 27 (5), pp1341-1345, 2015

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 本郷節之, 岡崎哲夫: Kinect センサーを用いた身体合成重心の検出と精度, 臨床歩行分析研究会誌, 4 (1), 2017 (印刷中)
Keisuke Kon, Yasuyuki Hayakawa, Shingo Shimizu, Takeshi Tsuruga, Shin Murahara, Hirokazu Haruna, Takumi Ino, Jun Inagaki, Sumiko Yamamoto: Effect of heel pressure pad attached to ankle-foot orthosis on the energy conversion efficiency in post-stroke hemiplegic gait. Journal of Physical Therapy Science, 27 (5), pp1341-1345, 2015

[学会発表](計19件)

稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 岡崎哲夫, 本郷節之: Kinect を用いた歩行解析システムの精度に関する検討, 電子情報通信学会総合大会, 2017
稲垣潤, 中島寿宏, 春名弘一, 昆恵介, 佐藤洋一郎, 本郷節之, 岡崎哲夫: Kinect を用いた運動学習支援の試み, 平成28年度電気・情報関係学会 北海道支部連合大会, 2016
稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 本郷節之, 岡崎哲夫: エネルギー変換効率を指標とした小型歩容解析システムの検討, 第15回情報科学技術フォーラム, 2016
中島寿宏, 昆恵介, 春名弘一, 佐藤洋一郎, 秋野禎見, 稲垣潤: 中学生を対象としたリアルタイム運動学習支援システムの開発-Kinect システムによるフィードバックの効果-, 日本運動・スポーツ科学学会, 2016
春名弘一, 稲垣潤, 昆恵介, 清水新悟, 棚橋嘉美, 細谷志帆, 鴨志田麻実子, 井野拓実, 加藤士雄, 佐藤洋一郎: 歩行中の力学的エネルギーにおける臨床指向型評価システムの開発研究~第2報:新旧 Kinect センサの同時計測による精度検証~, 第2回日本支援工学理学療法学会学術集会, 2015
稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 本郷節之, 岡崎哲夫: Kinect を用いた歩行過程におけるエネルギー変換効率の可視化, 電気・情報関係学会 北海道支部連合大会, 2015

昆恵介, 稲垣潤, 春名弘一, 清水新悟, 敦賀健志, 小林俊樹, 村原伸, 早川康之: Kinect2 カメラを利用した三次元歩行分析システムの開発と評価, 第37回臨床歩行分析研究会定例会, 2015

稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 本郷節之, 岡崎哲夫: Kinect を用いた身体合成重心の測定による歩容解析の検討, 情報科学技術フォーラム, 2015

春名弘一, 昆恵介, 細谷志帆, 棚橋嘉美, 井野拓実: 脳卒中片麻痺者における底屈制動短下肢装具 "Gait Solution" 使用時の運動制御変化, 第24回バイオメカニズム・シンポジウム, 2015

昆恵介, 春名弘一, 清水新悟, 小林俊樹, 敦賀健志: 装具歩行における足関節モーメント計算値の不一致性, 第24回バイオメカニズム・シンポジウム, 2015

春名弘一, 稲垣潤, 昆恵介, 井野拓実, 難波志帆, 棚橋嘉美, 加藤士雄, 鴨志田麻実子: 底屈制動短下肢装具が身体質量重心の力学的エネルギー変換効率に与える影響, 第1回日本支援工学理学療法学会学術大会, 2014

春名弘一, 稲垣潤, 昆恵介, 井野拓実, 難波志帆, 棚橋嘉美, 加藤士雄, 鴨志田麻実子: 歩行中の力学的エネルギーにおける臨床指向型評価システムの開発研究, 第1回日本支援工学理学療法学会学術大会, 2014

稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 岡崎哲夫, 本郷節之: 歩容解析のための Kinect を用いた COG 測定に関する考察, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2014

昆恵介, 春名弘一, 稲垣潤, 清水新悟: Kinect デバイスを用いた身体合成重心位置算出における片麻痺歩行の評価, 第30回日本義肢装具学会学術大会, 2014

春名弘一, 稲垣潤, 昆恵介, 清水新悟, 井野拓実, 難波志帆, 棚橋嘉美, 加藤士雄, 鴨志田麻実子: Kinect デバイスを用いた身体合成重心の力学的エネルギー変換効率の算出, 第30回日本義肢装具学会学術大会, 2014

昆恵介, 稲垣潤, 春名弘一, 清水新悟, 野村知広, 松原裕幸: Kinect センサを利用した三次元動作解析システムの評価, 第36回臨床歩行分析研究会定例会, 2014

昆恵介, 春名弘一, 稲垣潤, 清水新悟: ゲーム用デバイスを利用した脳卒中患者に対する歩行評価システムの構築, 日本義肢装具士協会学会, 2014

稲垣潤, 春名弘一, 昆恵介, 岡崎哲夫, 本郷節之: Kinect を用いた COG 位置・軌跡の測定に関する研究, 電気学会全国大会, 2014

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

春名 弘一 (HARUNA Hirokazu)
北海道科学大学保健医療学部理学療法学
科・講師

研究者番号：00712168

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし

(4) 研究協力者

稲垣 潤 (INAGAKI Jun)
昆 恵介 (KON Keisuke)