

スポーツクライミングの動作・力情報可視化インターフェースの開発

○佐渡島 悠樹, 伊熊 瞳, 河村 晃宏, 倉爪 亮 (九州大学)

Development of Visualization Interface of Motion and Force Information for Sport Climbing

○Yuki Sadoshima, Hitomi Iguma, Akihiro Kawamura, and Ryo Kurazume(Kyushu University)

Abstract : Motion analysis of sport climbing has been required for coaching and training. This report proposes a visualization interface of motion and force information for players. Especially, force information is normally invisible. Therefore, we propose a way to illustrate the force information added on climbing holds visually and intuitively.

1. 緒言

スポーツクライミングとは、クライミングウォールに取り付けられたホールドと呼ばれるカラフルな突起物を利用して壁を登る競技である。スポーツクライミングの上達の方法として、他の多くの競技と同様に、上級者の動きを模倣する方法がある [1]。しかし、スポーツクライミングでは、多点接触な上、3次元的な複雑な動きを伴う。そのため、視覚的な映像のみから動作の力学的な要素を理解することは困難である。

そこで本研究では、視覚的な動作情報に加えて、四肢に発生する力の力学情報を同時に提示するシステムを提案する。これまでに開発している、光学式モーションキャプチャと6軸力センサを用いた、動作情報と力情報を同時に計測可能なシステム [2] によって情報を取得し、それら二つの情報を競技者に提示するインターフェースの開発を行う。

2. 可視化インターフェース

本インターフェースは大きく分けて以下の3つの画面で構成されている。

- (1) 人の全身モデルと矢印、壁それぞれの3Dモデルを用いて、動作情報と力情報を空間的・直観的に提示する画面
- (2) 矢印を使い力情報だけを提示する画面
- (3) グラフを用いて異なる競技者、異なる試行の比較を行う画面

Fig.1は、画面(1)の一例を示している。また、本インターフェースはiOSアプリケーションとしてUnityを利用して開発を行っており、タブレット端末での表示を想定している。

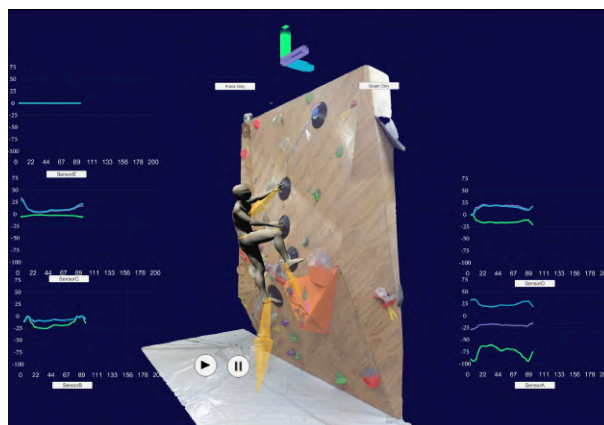


Fig. 1: User Interface

2.1 データの種類と取得方法

2.1.1 壁の3次元モデル

競技者の登る動作を再現するため、クライミングウォールの3次元モデルを用意する。まず、FARO社製のFocusレーザースキャナを利用して、3次元点群データを取得する。その点群データをFARO SCENEというアプリケーションを利用して壁の部分だけ切り取った後、メッシュ化している。

2.1.2 動作情報

競技者の動作情報は、伊熊ら [2] が開発している3次元動作計測システムを利用して計測している。このシステムを利用することで競技者の各関節の角度情報と重心位置の情報を得ることができる。このシステムの間人モデルと同じ自由度を持つ全身の間人モデルをBlender¹を利用して作成し、取得した情報を利用して間人モデルを動かすことで動きを再現している。

¹オープンソースの統合型3DCGソフトウェアの一つ

2.1.3 力情報

力情報についても伊熊ら [2] が開発しているホールド負荷計測システムを利用している。このシステムでは複数の6軸力覚センサを用いることで、動作に関わる全てのホールドに関して加えられている力及びモーメントを計測している。この6軸力覚センサは壁とホールドの間に取り付けられている。

取得した力情報を他の競技者のデータと比較するため、競技者の体重の割合に変換する。体重の割合を $P[\%]$ とした時、力センサのデータの値を $F[N]$ 、被験者の体重を $W[\text{kg}]$ 、重力加速度 $g = 9.80665[\text{N/kg}]$ として、 $P = \frac{100F}{Wg}$ より、データの変換を行っている。また、壁の傾斜を考慮して、座標変換を行うことで、動作情報と力情報の座標系を統一している。

2.2 インターフェースの機能

3つの3Dモデルを利用した動作情報と力情報を提示する画面(1)では、左下の再生ボタンを押すことで人間モデル、矢印、グラフが動作し、動画のように競技者のクライミング動作を確認することができる。各グラフはグラフの下のボタンを押すことで表示/非表示の切り替えができ、再生ボタンの隣の一時停止ボタンは動きを止めることができる。また、iPadの画面を1本の指でスワイプすることでカメラの回転、2本の指でスワイプすることでカメラの移動、2本の指でピンチアウトやピンチインで拡大・縮小をすることができ、動作や力の向きをあらゆる方向から見るができるようになっている。壁上部の ForceOnly ボタンで Fig.2 に示す画面(2)に、Graph ボタンで Fig.3 に示す画面(3)を表示できる。

力情報だけを示す画面(2)は、モーションキャプチャシステムを利用せず、ホールド負荷計測システムのみを用いた動作計測の場合に利用する。機能は動作情報と力情報を提示する画面の時と同じ機能を実装している。Back ボタンで画面(1)に戻る。

グラフを用いて比較を行う画面では、力情報のグラフを表示し他の人の計測結果と比較できるようにしている。Fig.3の4色の線は各競技者を示しており、左のグラフからx, y, z軸に対するグラフが表示されている。行は各力学センサを示しており、画面上部の next ボタンを押すことで別のセンサのデータを表示することができる。再生ボタンと一時停止ボタンは他の画面と同じ機能である。

3. 実証実験

国民体育大会におけるスポーツクライミングの県代表経験者8名の動作を計測し、提案するシステムを用いて結果

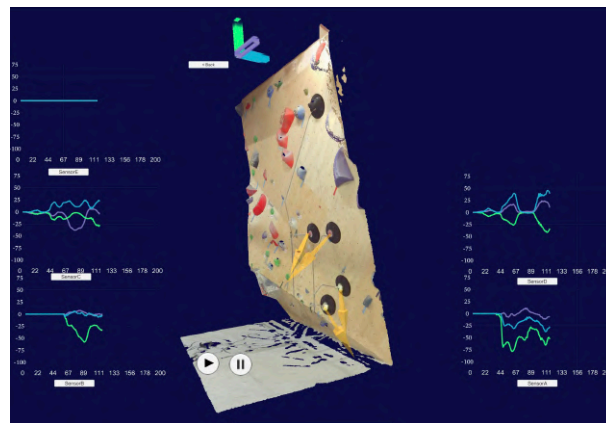


Fig. 2: Only Force Scene

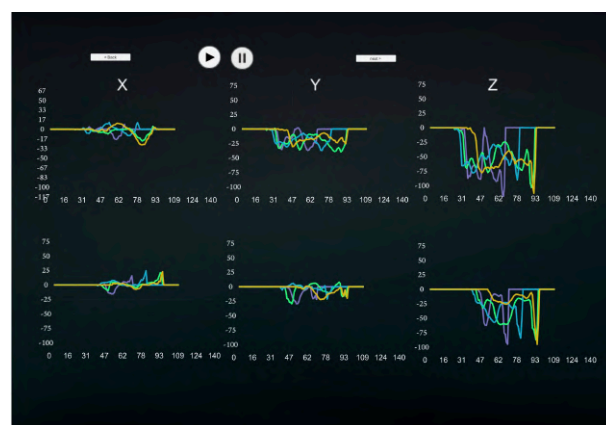


Fig. 3: Graph Scene

を提示し、評価を行なった。評価方法は、アンケート形式を用いた。アンケート内容は5段階評価(大変良い、良い、どちらでもない、悪い、とても悪い)の質問を2つと自由記述欄を用意して行った。

見やすさ等の表示方法に関する5段階評価では全員が良い以上となっており、システムの機能面の評価においても6名から良い以上の評価が得られた。多くの人はわかりやすいという意見だったが、機能不足もあり、よくわからなかったという意見もあった。またコメントとして、現在のシステムでは与えられていない、力の連動性についてや、力情報のみを表示する画面(2)で競技者がどのように登っているのかを同時に見たいなどのユーザー目線の表示方法に関する意見が得られた。

4. 結言

本研究では、スポーツクライミングスキル向上のための動作・力情報可視化インターフェースを提案した。このシステムを用いてクライミング動作を表示することで、競技者に対して視覚的には把握しづらい情報の直観的な理解を容易にした。今後は、インターフェースの機能の改善・追

加を行うことでスキル向上につながるような新たな情報の提示を行うことを目指す。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金若手研究(課題番号 JP18K17824)の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Shiro Keisuke, Egawa Kazme, Miyaki Takashi and Rekimoto Jun : “InterPoser: Visualizing Interpolated Movements for Bouldering Training ”, 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) pp.1563–1565(2019)
- [2] Iguma Hitomi, Akihiro Kawamura, and Ryo Kurazume : ”A New 3D Motion and Force Measurement System for Sport Climbing.” 2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII). pp. 1002-1007(2020)