

ボルダリング体感提示用 VR シミュレータの開発

重原和希^{†1} 曾我麻佐子^{†1} 石田智行^{†2} 米倉達広^{†2}

概要: 本研究では、HMD とコントローラを用いて手軽にボルダリングの体感ができる VR シミュレータを開発した。ユーザは Oculus Touch を用いてキャラクターの左右の手をそれぞれ操作する。VR 空間に配置されたホールドと呼ばれる突起物に手をかざし、ボタンを押しながら手を動かすことで視点が移動する。これにより、上半身の動きだけで壁を登る動作を疑似体験できる。ユーザの腕の長さをキャラクターに反映する機能、ホールドのランダム配置機能などを実装している。本システムを 31 人に体験してもらった結果、ボルダリングの興味喚起に効果があることを確認した。

VR Simulator that Presents Physical Sense of Bouldering

KAZUKI SHIGEHARA^{†1} ASAKO SOGA^{†1}
TOMOYUKI ISHIDA^{†2} TATSUHIRO YONEKURA^{†2}

Abstract: We developed a virtual reality simulator using a head-mounted display and its controllers to present a physical sense of bouldering. This system allows users to control both of the virtual character's hands with Oculus Touch. The viewpoint is changed by placing hands on arranged protrusions called holds in a virtual world and moving them by pushing a button. This allows the wall to be climbed virtually just using upper body motions. We implemented such functions as reflecting the length of the user's arms to the virtual character and randomly arranging holds. From the questionnaire results of 31 users, we obtained high evaluations about increasing interest in bouldering.

1. はじめに

近年、VR(Virtual Reality)技術の発達とデバイスの低下価格化により、HMD(Head Mounted Display)を用いたアプリケーションの開発が身近になった。現実では不可能または困難な状況のシミュレーションが可能となり、動物とのインタラクティブを楽しむシステム[1]や文化財の展示支援を目的としたシステム[2]などが報告されている。

本研究では、HMD とコントローラを用いることで、フリークライミングの一種であるボルダリングを体験可能なシステムを開発した。ボルダリングは 2020 年のオリンピック種目に選出されるなど、近年知名度が上がってきているが、高い壁に登るという危険でハードなスポーツであり、体験可能な場所も少ないため、実際の経験者は未だ少ない。本研究では、主にボルダリング未経験者への興味喚起を目的とし、手軽に疑似体験可能なシステムの提案を行う。

関連研究として、ボルダリングの模範演技のアニメーションを HMD に提示するシステム[3]がある。このシステムでは、透過型 HMD に重畳表示された指導情報を確認しながら動きを学習できるが、HMD やモバイルコンピュータを装着した状態で実際にボルダリングを行うため、体力を消耗し危険も伴う。本研究では、ボルダリングを手軽に体験可能にするため、両腕の動作のみで壁を登る感覚を疑似体験できるようにした。また、VR 空間に没入して体験す

るため、現実空間との整合性を考慮する必要がなく、毎回異なる仮想的なコースでの体験が可能である。

2. ボルダリングシミュレータ

2.1 システム概要

本システムの概要図を図 1 に示す。HMD と専用のコントローラとして、Oculus Rift CV1 と Oculus Touch を用いる。両デバイス共に、トラッキング機能が備わっており、Rift を VR 上のキャラクターモデルの視点、Touch をキャラクターの左右の手と連動させている。VR 空間に配置されたホールドと呼ばれる突起物を左右の手で交互に掴むことで仮想的に壁を登っていく。本システムでは上半身以外の動作を必要としないため、ユーザは座った状態で疑似体験が可能である。ユーザの腕の長さをキャラクターに反映する機能、ホールドのランダム配置機能などを実装している。

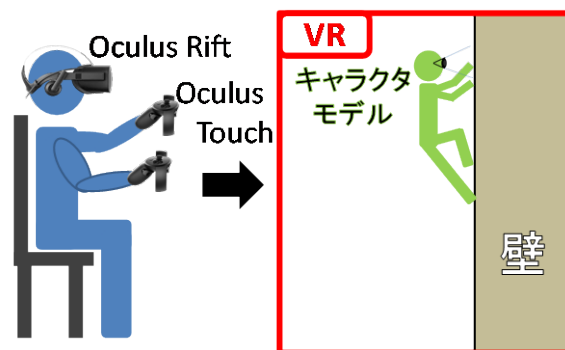


図 1 システムの概要図

Figure 1 System overview

^{†1} 龍谷大学
Ryukoku University

^{†2} 茨城大学
Ibaraki University

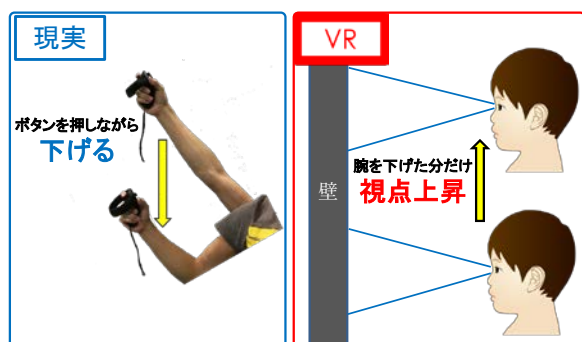


図 2 登る動作の再現イメージ

Figure 2 Representation of an image of wall climbing

2.2 登る動作の再現

登る動作の再現イメージを図 2 に示す。ユーザは Oculus Touch を用いてキャラクターモデルの手を操作する。まず、VR 空間の壁に埋め込まれたホールドに手をかざしながら、Oculus Touch のボタンを押すことでそのホールドを掴む。この状態で手を動かすと、キャラクターの視点が同じ距離分、逆の方向に移動する。すなわち、手の動きを視点移動に割り当てることにより、上半身の動きだけで壁を登る動作を再現する。図 2 では上下方向の視点移動の例を示しているが、前後および左右の視点移動も同様に行うことができる。

2.3 ユーザの腕の長さの反映

より現実に近いシミュレーションを可能にするため、キャラクターのモデルにユーザの腕の長さを反映するようにした。ユーザは初めに両腕を伸ばして肩の高さまで上げた姿勢を行うことで両腕の長さを入力する。キャラクターモデルには IK (インバースキネマティクス) を使用し、キャラクターの肘関節の角度を自動的に算出する。入力した腕の長さにより、必ず掴めるホールドの配置を可能にした。

2.4 ホールドのランダム配置

実際にボルダリングができる施設でホールドの配置を変更することは困難であるが、VR 空間では手間をかけずにホールドの配置変更が可能である。この利点を活かすため、本システムでは毎回ホールドの種類と位置を変更し、ランダムに配置できるようにした。これにより、ユーザは毎回異なった経路で壁登りを体験できる。さらに、ユーザの体格によって届かないホールドが配置されることを防ぐため、入力したユーザの両腕の長さをホールド間の距離の最大値としている。

3. 評価

本システムを 31 人の被験者に体験してもらい、アンケートに回答してもらった。今回は、30 個のホールドをランダムに配置し、最後のホールドを両手で掴んだ時点でゴールとした。5 段階評価 (5: よい, 1: わるい) の結果を図 3 に示す。4 つの項目全てについて約 8 割が肯定的であり、84% の被験者が壁に登っている感覚を体験できたと回答し

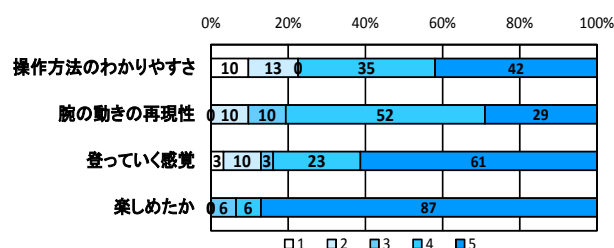


図 3 5 段階評価のアンケート結果

Figure 3 Results of five level evaluation

た。操作方法については概ね直感的に理解してもらえたが、手を動かすことで視点が変わるというコンセプトを理解できず、なかなか先に進めない人も居たため、ゴールできた人の割合は 65% であった。キャラクターの腕の動きの再現性については 81% が良い評価であったが、違和感があると回答した人も少し居た。また、今回の被験者の身長は 150 未満から 190cm 以上まで幅広かったが、身長にかかわらず本システムを使用可能であることが確認できた。

被験者のうち経験者は 6 名のみで、81% はボルダリングについての知識がない状態であったが、体験後にボルダリングに興味を持ったかという質問に対して、84% が肯定的に回答したため、本システムはボルダリングの興味喚起に効果があることが確認できた。

その他の自由記述の意見として、今回は床から垂直の平らな壁を背景に表示していたが、崖や岩、山などの大自然の中で登りたいという要望が多くあった。他にもタワーや世界遺産など非現実的な体験を望む人もいた。経験者からの意見としては、本システムでは一つのホールドを両手で掴むことができるが、現実ではありえないとの指摘があり、ルールを適用する必要があることを確認した。

4. おわりに

本研究では、VR 空間で手軽にボルダリングを体験できるシミュレータを開発した。手の動きを視点移動に割り当てることで、上半身の動き以外を必要としない壁登りの疑似体験を可能にした。評価により、本システムの有効性および課題を確認した。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 17K01213 の助成によるものである。

参考文献

- [1] 市川将太郎, 高嶋和毅, 北村喜文, 世界樹とブロックのメタファによる探索型インタフェースを活用した VR Safari Park の試作, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集, pp.85-91, 2017
- [2] 富田脩平, 曾我麻佐子, 鈴木卓治, HMD とペン型デバイスを用いた万年筆の展示支援システム, インタラクション 2017 論文集, pp.434-435, 2017
- [3] 多田憲孝, 拡張現実感技術を用いたボルダリング指導システムの開発, 信学技報, vol.113, vol.67, pp.35-39, 2013