

SkiExARGame: 拡張現実を用いたアルペンスキーエクサゲーム

田部井 勇輝* 松本 高* 小池 英樹*

概要. これまでの研究で, HMD を用いてユーザのアルペンスキーにおける技能の向上を支援する XR ベースのシステムが数多く提案されている. 一方で, ユーザのアルペンスキートレーニングに対するモチベーションの向上を目的としたシステムは少ない. そこで本論文では, ユーザのスキーにおけるターン技術の改善とトレーニングに対するモチベーションの向上を支援する, AR ベースのゲーミフィケーションを用いたシステムを提案する. 本システムでは, 実際にスキーで行われているトレーニング手法が取り入れられており, ゲーム中でのユーザのターンのリズムや姿勢に応じてスコアが決められる. これにより, ターンにおけるリズム感やユーザの上半身の姿勢を改善することと, スキートレーニングに対するモチベーションを高めることを支援する.

1 はじめに

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いて, アルペンスキーの技能の向上を支援するクロスリアリティ (XR) ベースのシステムが研究されている. これまでに, 拡張現実 (AR) を用いてスロープ上に仮想の障害物を設置するシステム [3] や, AR と仮想現実 (VR) を用いてスキーのターンの上達を支援するシステム [4] が研究されている. しかし, これまでにスキートレーニングに対するユーザのモチベーションの向上を目的としたシステムはあまり研究されていない. 一方で, 他のスポーツでは XR を用いたゲーミフィケーションをスポーツトレーニングに取り入れることでユーザのモチベーションを高める研究 [5, 2] が行われている.

本論文では, アルペンスキーを対象とした拡張現実 (AR) ベースのゲーミフィケーションシステムを提案する. 本システムの目的は, スキートレーニングに対するユーザのモチベーションを高めることと, ターンにおけるリズム感やユーザの上半身の姿勢がシステムを通して改善されることである. そのために, 実際にスキーで行われているトレーニング手法を AR ベースのエクサゲームに取り入れる.

2 実装

2.1 ハードウェア構成

本システムでは図 1(a) に示すように, HMD と両手に持つコントローラを用いている.

HMD として, ワイヤレスで使用可能かつシースルー機能が搭載されている PICO4 を用いる. また, コントローラは PICO4 に付属されているものを用

いる.

2.2 リズムゲーム

本システムでは, 両腕を腰に当てる, 両手を首の後ろで組む等のポーズをとりながらターンを行うといった, アルペンスキーにおいてターンの技術を向上させるために実際に行われているトレーニング手法を取り入れている. このトレーニングは, ポーズを取ることで上半身の良い姿勢をターン中に保ち, 外脚に正しく荷重をかけられるようにする効果があると考えられている [1].

ゲーム中は音楽が流れ, その音楽の速さはノーツが流れる速さに合わせて変化する. これにより, ターンを行うタイミングをユーザが聴覚的に理解し, リズムよくターンを行える効果があると考えられる.

ゲーム中に HMD を通してユーザが見ているゲーム画面は図 1(b) に示されており, HMD のシースルー機能を用いてユーザの前方を表示している. ゲーム中, 画面の奥から図 2(a) に示すノーツが流れ, ユーザはそれに合わせて図 2(b) に示すポーズをとりながらターンをする. そして, 流れてきたノーツに対して 2.3 章に示す姿勢評価を行い, 評価の良さに応じてスコアが加算される.

さらに, ゲーム開始時にノーツの速度や旗を設置する幅, ゲームの時間, 流れてくるノーツの種類を自由に設定することができる. これにより, ユーザの熟練度や体力に適したゲームの難易度を自分自身で決めることができる.

2.3 スコアリング

各ノーツに対するユーザの姿勢評価は, HMD とユーザが両手に持つ HMD のコントローラを用いて行う. HMD がノーツの外側を通過できなかった場合は, 旗門を通過できなかったとみなして「Miss」とする.

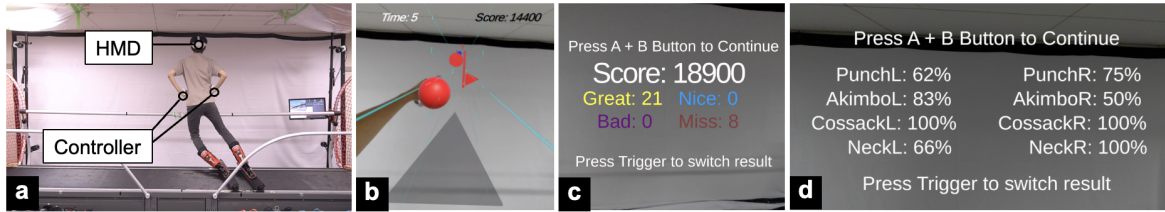


図 1. 本システムの概要. ハードウェアのセットアップ (a), HMD に表示されるゲーム画面 (b), 各評価の数とスコアを表示する画面 (c), 各ポーズに対するスコアを表示する画面 (d).

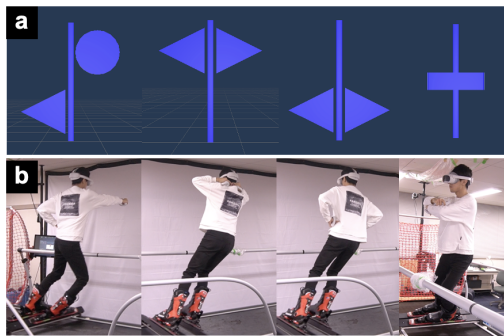


図 2. ノーツ一覧 (a), ノーツに対応するポーズ (b).

また、静止時とノーツ通過時のユーザの頭の位置に対する手の相対的な位置を比較し、差が小さいほどよい姿勢とする。「Miss」でない場合は、その位置の差に対して良い順に「Great」「Nice」「Bad」の3段階で評価し、ゲーム画面に表示する。

ゲーム終了後に、図1(c)のようにスコアと姿勢評価の結果を提示することで、ユーザがどれほど正しい姿勢とリズムでターンを行うことができたかを数値的にフィードバックする。また、図1(d)のように各ポーズに対するスコアも提示することで、どのポーズを改善すればよいかユーザに示すようになっている。

3 パイロット実験

3.1 実験手順

本システムの効果を検証するためのパイロット実験を実施した。参加者はスキー初心者2名とスキー経験者2名の合計4名(女性1名, 男性3名, 平均年齢=22.8歳, 標準偏差=0.43)であった。また、本実験はSkyTechSportのスキーシミュレータ¹を用いて行った。

参加者は本システムについて簡単な説明を受けた後、シミュレータに慣れるために約15分間の初期トレーニングを行った。次に、本システムを用いて10分間のトレーニングを行った。最後にインタビューを行い、本システムについてのフィードバックを得た。

¹ <https://www.skytechsport.com/ski-simulators-home>

3.2 インタビュー

「本システムを用いたトレーニングがゲーム形式で楽しかった」、「今後も使いたい」というコメントが得られた(P1, P3, P4)。さらに、「本システムを通して意識的にスコアを改善しようとすることができた」という意見が出た(P1, P3)。

一方で、「ポーズをとりながらターンを行うことが難しく、本システムを満身に活用することができなかった」(P2, P3)という指摘があった。また、「本システムを用いたトレーニングが姿勢の改善に繋がっているか分かりにくい」というコメントが参加者全員から得られた。

4 考察

パイロット実験の結果から、システムの有効性や改善に関する知見が得られた。

ゲーミフィケーションを用いることでアルペンスキーにおいてもユーザのトレーニングに対するモチベーションの向上が見られると考えられる。特に、本システムにおいて提示されるスコアを意識的に上げようとする動きが見られたことから、ユーザの現在の姿勢やリズムの良さを数値的に提示することが効果的であると考えられる。

一方で、本システムのルールを理解して身体を動かせるようになるまでに時間がかかってしまうといった問題が発生した。特に、スキー経験がほとんどない初心者にとっては本システムを用いたトレーニングを行うことが難しく、トレーニング時間の大半をシステムへの慣れに使っていた。システム中の機能や見た目を直感的にするほか、各ユーザの熟練度に応じた難易度設定をシステム中で提示できるような工夫が必要である。

5 結論

本論文では、ゲーミフィケーションを用いてアルペンスキーにおけるターンの姿勢やリズム感の改善を支援するARトレーニングシステムを提案した。パイロット実験により、提案システムがスキートレーニングにおけるモチベーションの向上に有効であることが示された。

謝辞

本研究は JST ムーンショット型研究開発事業 JP-MJMS2012 の支援を受けている。

参考文献

- [1] Drills and Exercises - Technical Free Skiing and Gate Training. https://1tad.alpinescanada.org/uploads/documents/Drills_Exercises_Handbook_en.pdf.
- [2] S. Cmentowski, S. Karaosmanoglu, L. E. Nacke, F. Steinicke, and J. Krüger. Never Skip Leg Day Again: Training the Lower Body with Vertical Jumps in a Virtual Reality Exergame. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, No. 786 in CHI '23, pp. 1–18, Hamburg, Germany, 2023. Association for Computing Machinery.
- [3] K. Fan, J.-M. Seigneur, J. Guislain, S. Nanayakkara, and M. Inami. Augmented Winter Ski with AR HMD. In *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*, No. 34 in AH '16, pp. 1–2, Geneva, Switzerland, 2016. Association for Computing Machinery.
- [4] T. Matsumoto, E. Wu, C.-C. Liao, and H. Koike. ARpenSki: Augmenting Ski Training with Direct and Indirect Postural Visualization. In *2024 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Orlando, FL, USA, 2024. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [5] A. Michael and C. Lutteroth. Race Yourself: A Longitudinal Exploration of Self-Competition Between Past, Present, and Future Performances in a VR Exergame. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '20, pp. 1–17, Honolulu, HI, USA, 2020. Association for Computing Machinery.

未来ビジョン

本論文では、アルペンスキーのトレーニングにゲーミフィケーションを用いた AR システムを提案した。

パイロット実験の中で、ユーザが本システムを通して姿勢の改善を実感できないといった問題点が挙げられた。この問題点への対策として、ユーザの現在の姿勢の良し悪しをゲーム中にフィードバックするといった工夫が考えられる。追加のデバイスをユーザの身体に取り付けることでユーザの上半身をトラッキングし、その情報を用いてゲーム中にユーザの上半身の姿勢を測定することが可能である。この測定結果を直接ゲーム中に提示する機能や、スコアに反映させる機能を本システムに組み込むことを予定している。

また、本論文で行ったパイロット実験では

ユーザのモチベーションに関係する定性評価のみ行った。今後の実験では本システムが姿勢やリズム感の改善に役立つか調査するために、ユーザが本システムを用いてトレーニングを行う前後やトレーニング中における、ターンの姿勢とリズムの良し悪しを定量的に比較することを考えている。これは、モーションキャプチャを用いてユーザの骨格セグメントを取得することで評価を行うことができる。

本論文では、シミュレータを実際の雪山の代わりとして用いたが、今後は本システムを実際の雪山で用いることを考えている。本システムは HMD としてスタンドアロン型の HMD である PICO4 を使用している。このことから、本システムは HMD を装着してコントローラを手を持つだけで動作させることができるため、実際の雪山で本システムを用いたトレーニングを行うことが可能だと考えられる。