

Go Mountain! VR : Virtual Poles and Physical Motions for Trekking and Skiing Experiences

Yukiya Ojima

ojima-yukiya@ed.tmu.ac.jp
Tokyo Metropolitan University
Hino-shi, Tokyo, Japan

Vibol Yem

yem@iit.tsukuba.ac.jp
University of Tsukuba
Tsukuba-shi, Ibaraki, Japan

Shogo Okamoto

okamotos@tmu.ac.jp
Tokyo Metropolitan University
Hino-shi, Tokyo, Japan

Yasushi Ikei

ikei@vr.u-tokyo.ac.jp
The University of Tokyo
Bunkyo-ku, Tokyo, Japan



Figure 1: Go Mountain! VR experience simulator (L) with 360 movies of skiing and mountain trekking (R).

ABSTRACT

我々は両手のストックワークを含む全身の運動を体験者の身体に与えることにより、360度映像に没入して山岳のトレッキングやスキーをしている感覚を作り出すシステムを構築した。体験者は、HMDによる視聴覚情報に連動して提示される前庭刺激、下肢運動刺激、ストック操作の上肢運動刺激、および気流の触覚、足底、サドル、手への振動触覚を受けて、全身運動の没入感を得ることができる。視点運動量が小さいコンテンツも選択できる公開展示で新規な体験を提供し研究を深める。

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing → Virtual reality; Haptic device.

KEYWORDS

Full body VR, Passive experience, Motion poles, Trekking, Skiing

ACM Reference Format:

Yukiya Ojima, Shogo Okamoto, Vibol Yem, and Yasushi Ikei. 2024. Go Mountain! VR : Virtual Poles and Physical Motions for Trekking and Skiing Experiences. In *Proceedings of SIGGRAPH Asia 2024 (SA '24)*. ACM, New York, NY, USA, 3 pages. <https://doi.org/XXXXXX.XXXXXXXX>

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or educational use is granted. Copying for general distribution for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than the author(s) must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

SA '24, December 03–06, 2024, Tokyo

© 2024 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to ACM. ACM ISBN 978-1-4503-XXXX-X/18/06...\$15.00
<https://doi.org/XXXXXX.XXXXXXXX>

2024-06-17 16:00. Page 1 of 1-3.

1 INTRODUCTION

VRは多様な体験を作りだすことができる。中でも山岳系の体験は、魅力的な空間の中でダイナミックな身体運動を含み、再現が望ましい対象の1つである。そうした体験は映像視聴によって簡便に知ることはできるが、自己の身体感覚として捉えられればトレーニングの要素も含まれ、とりわけ有益である。

スキーシミュレータは、スキルを修得する目的[1]やエンタテインメント向けに研究やゲームなどで開発が行われてきた。トレーナの場合、自己身体の能動的運動で映像空間をバーチャルに滑るが、ゲームの場合は等価な身体感覚は必要とは限らない。しかし自分でnavigationする点は共通である。

我々は、映像音声と身体運動を体験者に受動的に与えることで、身体的な追体験をしてもらうシステムを発表した[2]。本研究も同じ設計方針で、参加者に山岳体験の一人称実写映像を身体感覚とともに伝える構成(Figure 1)であり、手にストックワークを再現する点が大きな特徴である。

2 VR SYSTEM

我々が設計したデバイスをFigure 2に示す。11自由度の並進・回転運動(振動子は省略している)で身体運動感覚を生成する。これは、polesを用いて山岳トレッキングやスキーをする時の体験を、視覚だけでなく全身の感覚に対して刺激を提示することにより伝えるものである。日本で二番目に高い北岳を登山している体験と志賀高原スキー場を滑っている体験が実現されている。このほかにも多様な条件の映像を導入することが可能である。

刺激を提示するバーチャルリアリティデバイスは、視聴覚のためのHMDと手のストックワークを再現する伸縮し傾斜回転するpole、体幹の鉛直加速度を生成するsaddle、下肢の姿勢や

運動を作るスライダとペダル、スキーの速度や山の天候に依存した気流発生用の fan、および pedal, saddle, hand controller に付けられた振動子からなっている。

これらが映像に同期して、調和して刺激を与えることによって、山登りやスキーの運動状態にあることを知覚させる。HMD で提示する映像は立体視用に視差を持つペアが一部のシーンで用いられる。

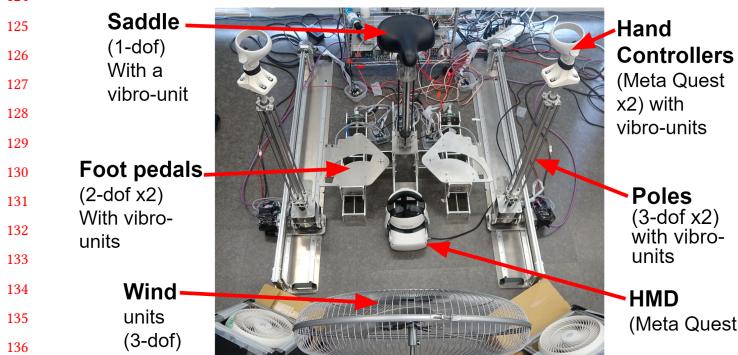


Figure 2: Overview of “Go Mountain! VR” experience simulator.

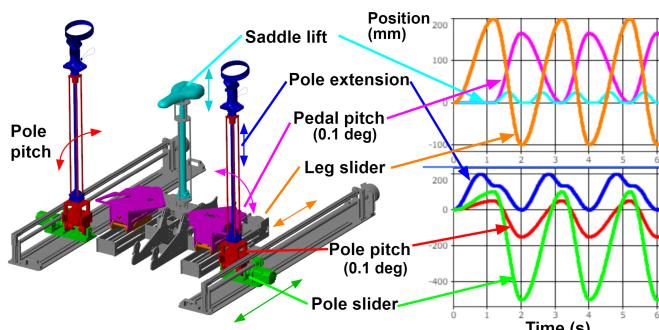


Figure 3: Structure model and typical trajectories of translations and rotations. (before optimization)

Figure 3 は、スケート・スキーを提示する際の各自由度の運動波形 (preliminary trajectory) である。サドルの上下運動、Leg slider の前後運動、Pedal pitch の往復回転運動が、異なる位相、異なる波形で連動することで、体幹と足の運動感覚を作っている。ストックの伸縮は途中で瞬間に停止する部分があり、これにより先端が着地した感覚を与えている。その後、急速にストックが傾斜し後方に移動することでストックによる身体駆動感覚が生成される。

VR 世界で靴が地面に着地する時、雪を踏み込むとき、スキーと雪面の接触状態が変化する時、ストックの先端が地面に接触する時に、サドル、足底、ハンドコントローラに振動の皮膚感覚を提示し、空間体験の品質を高める。

3 EXPERIENCE AT THE VENUE

このシステムは、サドルと下肢の運動と振動の刺激による歩行感覚に加えて、上肢で把持したストックの運動で上肢と上半身

を使った山岳歩行の安定化やスキーにおける全身運動での手の駆動を含む運動感覚を体験させることができる。

山岳歩行では、比較的ゆっくりとした周期と大きな振幅でサドルと足が動き、ストックによる固い地面の手ごたえも明確に感じられる。ストックの伸縮運動は、先端が着地する地面の高さの変化を再現し、着地位置とストックの角度を任意に設定できる。上昇感覚はサドルによる前庭感覚と足の運動、および着地の振動で与えられている。

スキーの運動は、現在は歩行に近いクロスカントリー競技に似た形態がシステムの構成に適している。交互に足を前に出してスケーティングをするか、足を揃えてストックで漕いで進む運動である。または、直滑降のように足をそろえたままで滑る体験である。



Figure 4: A first-person view of a slope scene.

Figure 4 は、主観視点の全方位 4K 映像の 1 シーンである。このような没入映像はベクションを誘導し、身体運動と身体刺激によって統合知覚が促進される。

いずれの場合も、ストックを握る手にストックワークと地面の感覚と振動、全身の歩行感覚と地面の着地感が、スキー場や山岳の気流感覚とともに提示され、没入した映像空間での運動のリアリティを高めている。

Conference 参加者には、視点移動が遅くベクションが少ない体験と、やや視点移動が速い体験を選べるようにする。すなわち、ハイキングのような傾斜の緩い山間部の歩行や緩斜面のクロスカントリー歩行では、映像酔いをかなり抑制した体験が可能である。急こう配の山岳歩行（北岳）と速度が速いスキー体験は視点移動が大きいが、そのどちらかを選んで体験することができる。体験時間は、各 3 分間程度として待機時間が長くなりすぎないように注意する。我々は現地での参加者のコメントを期待している。本システムは正しい運用をする限り安全性の問題はないが、万全の安全対策を講じる。

REFERENCES

- [1] Takashi Matsumoto, Erwin Wu, and Hideki Koike. 2022. Skiing, Fast and Slow: Evaluation of Time Distortion for VR Ski Training. In *Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2022* (Kashiwa, Chiba, Japan) (AHs '22). ACM, New York, NY, USA, 142 – 151. <https://doi.org/10.1145/3519391.3519402>
- [2] Koichi Shimizu, Gaku Sueta, Kentaro Yamaoka, Kazuki Sawamura, Yujin Suzuki, Keisuke Yoshida, Vibol Yem, Yasushi Ikei, Tomohiro Amemiya, Makoto Sato, Koichi Hirota, and Michiteru Kitazaki. 2018. FiveStar VR: shareable travel experience through multisensory stimulation to the whole body. In *SIGGRAPH Asia 2018 Virtual & Augmented Reality* (Tokyo, Japan) (SA '18). ACM, New York, NY, USA, Article 2, 2 pages. <https://doi.org/10.1145/3275495.3275502>

233	Received 20 February 2007; revised 12 March 2009; accepted 5 June 2009	291
234		292
235		293
236		294
237		295
238		296
239		297
240		298
241		299
242		300
243		301
244		302
245		303
246		304
247		305
248		306
249		307
250		308
251		309
252		310
253		311
254		312
255		313
256		314
257		315
258		316
259		317
260		318
261		319
262		320
263		321
264		322
265		323
266		324
267		325
268		326
269		327
270		328
271		329
272		330
273		331
274		332
275		333
276		334
277		335
278		336
279		337
280		338
281		339
282		340
283		341
284		342
285		343
286		344
287		345
288		346
289		347
290	2024-06-17 16:00. Page 3 of 1–3.	348