

リダイレクテッドウォーキングの手法を用いた VR ランニングシステムの開発

藤田諒^{†1} 高橋圭一^{†1}

概要：VR を用いて景色の変化を付与し、実際のランニングと同等の開放感や移動感覚を与え、運動のモチベーションを向上させるランニングシステムを提案する。リダイレクテッドウォーキング、フォトグラメトリ、コックピット効果などを用いることで、VR を利用する際の違和感を解消し、継続的な利用が行えるシステムを目指して開発を行う。

1. 背景と目的

ランニングは健康維持のための代表的な運動の一つであり、日本のランナー人口は 877 万人にも及ぶ[1]。その中でもランニングマシンを使ったトレーニングは、天候に関係なく利用できる利点があり、実践している人も多い。しかし、ランニングマシンでの運動は景色の変化がないため、移動感覚が感じられず、単調な運動になることから、運動のモチベーションが低下するのではないかと考えた。

そこで、VR を用いて景色の変化を付与し、実際のランニングと同等の開放感や移動感覚を与え、運動のモチベーションを向上させるランニングシステムを提案する。

2. 予備実験

2.1 現状の課題と移動制御手法

ヘッドマウントディスプレイを装着した状態でランニングを行うと周囲が見えないため、障害物や壁に衝突する危険性がある。この課題を解決する手法を調査したところ、リポジショニングシステム、代理ジェスチャという手法が存在した[2]。以下はこの二つの手法についての評価である。

2.2 リポジショニングシステム

リポジショニングシステムは、本質的にユーザーの前方移動を抑制し、それによってユーザーが固定された位置に留まるシステムである。図 1 (a) のようにランニングマシンと VR 機器を組み合わせ、ランニングマシン上で走行すると仮想空間の景色が変化するプロトタイプを制作した。



図 1 (a)リポジショニングシステム 図 1 (b)代理ジェスチャ
しかし手すりを握るため重心が腕に偏る、自走式のランニングマシンではすり足になる、などの課題があり、実際のランニングと異なる運動となった。よって、ランニングマシンなどの器具の利用は難しいことが分かった。

2.3 代理ジェスチャ

代理ジェスチャはユーザーが歩行の一部の動きを利用して歩行の代わりとなるジェスチャを行うことで室内運動を実現するシステムである。このシステムを利用して図 1 (b) のような足踏みに連動して仮想空間の景色が変化するプロトタイプを制作した[3]。

しかし、リポジショニングシステムのプロトタイプと同様に足踏みではその場にとどまるので前方移動に進む感覚が無く、実際のランニングと同等の体験とは言えなかった。

3. 提案手法

3.1 リダイレクテッドウォーキング

リダイレクテッドウォーキングは仮想環境を表現するための刺激を操作することによって、物理環境におけるユーザーの経路を制御することで限られた空間でも広い空間で歩行運動を行うような体験を提示できるシステムである。このシステムは予備実験を行ったシステムとは違い、専用の器具などを必要とせず、その場にとどまらないで実際の歩行運動と同様の動作を行う事ができる。以下ではリダイレクテッドウォーキングを用いた VR ランニングシステムの提案手法について述べる。

3.1.1 曲率操作

リダイレクテッドウォーキングの経路操作の一つとして曲率操作がある。曲率操作を用いた研究事例として松本らが提案した視触覚間相互作用を用いた曲率操作型リダイレクテッドウォーキングを説明する[4]。これは壁に触れながら進むことで、実空間での歩行経路を制御する手法である。仮想空間では実空間と異なる曲率の壁を伝う映像を用意する。これにより実空間よりも広い空間を歩いているように錯覚させる。本システムではこの手法を参考に図 3 のように円形のテーブルの端をなぞることで決まった経路を進む簡易的な手法を提案した。その際に仮想空間で様々な曲率の経路を提示することで、実空間よりも広い空間でランニングをしているように感じる事ができると考える。



図 2 曲率操作型リダイレクテッドウォーキングのイメージ

3.1.2 移動量変換機能

通常、仮想空間と実空間は移動方向が同じになる。しかし本システムの場合は実空間の動きは円弧状であるが、仮想空間での経路は作成したコースに沿って進ませたいため、実空間の移動量を仮想空間に移動方向を変えて反映させる必要がある。そこで、移動量変換機能を作成した。これは図3の青い矢印のように実空間での移動した瞬間ごとの移動量を計測し、仮想空間のコース上を進む移動量に適用することで、実空間の移動量をそのまま仮想空間の移動量として利用することができる機能である。

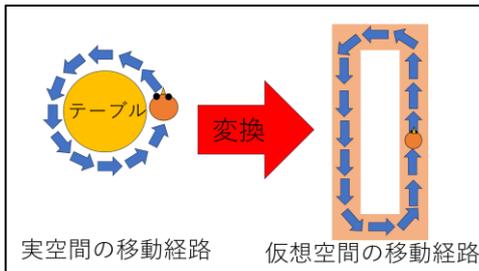


図 3 移動量変換機能のイメージ

3.2 VR 酔い対策

本システムの VR 酔いについて実験を行った際に、酷く VR 酔いが起こる事が分かった[5]。そこで VR 酔いを軽減する手法の一つとしてコックピット効果を用いる。コックピット効果とは自身の鼻やメガネのフレームなどを敢えて映像に描写することで酔いを軽減させる方法である。David らの研究では VR 映像上に鼻を描写し酔いを軽減することに成功している[6]。この手法を基に鼻を模したオブジェクトを画面に常に表示する。



図 4 VR 映像内に設置した鼻

3.3 フォトグラメトリ

フォトグラメトリとは写真や映像を用いて実際に存在する建物や物体のような3Dモデルを制作する技術である。本システムでは実際のランニングと同様の視覚情報を付与

する目的としてフォトグラメトリを用いて CG を制作する。今回は近畿大学福岡キャンパスの体育館周辺の写真を図5の青い軌道のように道に沿って約 10000 枚撮影し、3DF Zephyr[7]を用いて 3D モデルの作成を行った。



図 5 フォトグラメトリで制作したコースの全体図

4. 実験

4.1 実験の目的

制作した VR ランニングシステムを使用することで実際のランニングと同等の運動を行った感覚を得ることができ、継続的な利用が可能であるのか評価する。

4.2 実験内容

実験は運動感覚についての評価実験と継続的なシステム利用が可能であるか調査する実験を分けて行う。運動感覚についての評価実験では、近畿大学福岡キャンパスの体育館周辺を一周走った一人称視点の映像を視聴した後に VR ランニングシステムを利用し、どちらの方がより臨場感や移動感覚を感じたかアンケートを行う。

継続的なシステム利用を調査する実験では、7日間 VR ランニングシステムを利用し、一日ごとに平均利用時間を記入してもらう。また、実験が終了した後に、システムを利用した際の臨場感、運動を行った達成感、ストレスに関してアンケートを行い、理由についても記述してもらう。

5. 今後の展望

今後は、実験結果を基にリアルなランニング体験の実現や、VR 酔いの軽減できる手法を調査し、取り入れる予定である。また、ゲーム要素や VR の特性を活かすことができる機能を追加し、ランニングや室内運動のモチベーションの向上を目的としたアプリケーションの開発を行う。

謝辞 本研究の遂行にあたり、指導教官としてご指導を賜った、近畿大学産業理工学部情報学科准教授高橋圭一先生、並びに実験に協力いただいたすべての方々に対し、ここに感謝の意を表します。

参考文献

[1] 笹川スポーツ財団：スポーツライフに関する調査報告書，笹川スポーツ財団（2022）

- [2] NIELS CHRISTIAN NILSSON, STEFANIA SERAFIN, FRANK STEINICKE, ROLF NORDAHL, Natural Walking in Virtual Reality: A Review. (2018)
- [3] 藤田 諒：歩行速度の同期有無における実走行感の比較実験，第 76 回電気・情報関係学会九州支部連合大会 (2022)
- [4] 松本 啓吾, 鳴海 拓志, 伴 祐樹, 谷川 智洋, 廣瀬 通孝, 視触覚間相互作用を用いた曲率操作型リダイレクテッドウォーキング, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 23 (2018)
- [5] 藤田 諒, 室内狭空間で走行運動するための VR リダイレクテッドウォーキング制御の基礎実験, 情報処理学会第 85 回全国大会 (2023)
- [6] David Matthew Whittinghill, Bradley Ziegler, James Moore, and Tristan Case, Nasum Virtualis: A Simple Technique for Reducing Simulator Sickness (2015)
- [7] 3DF Zephyr : 3D Flow(オンライン), <https://www.3dflow.net/3df-zephyr-photogrammetry-software/>(参照 2023-12-21)