

# 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

藤田 諒† 高橋 圭一‡

近畿大学

## 1. はじめに

現在、室内空間で歩行運動を可能にする手法の一つとして回転量や移動量を制御するリダイレクテッドウォーキングが存在する[1]。しかし、歩行に関するリダイレクテッドウォーキングの研究は数多く存在するが、走行に関しては前例が少ない。走行に関しても歩行と同様にリダイレクテッドウォーキングの手法が適用できれば様々なアプリケーションへの応用が期待できる。

そこで、VR リダイレクテッドウォーキングによる制御を行うための必要な条件の基礎的な実験を行った。本稿では手法と実験結果について述べる。

## 2. 提案手法

### 2.1 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とは、人間が空間を知覚する際、視覚情報を操作することによって実空間よりも広い空間を歩行しているように錯覚させる手法である。この手法ではゲインと呼ばれる仮想空間で提示する移動量や回転量の増減を操作することで錯覚を起こしている。視覚情報の操作には、並進移動量操作、回転量操作、曲率操作が存在するが、本論文では曲率操作に関して調査を行う(図1)。曲率操作は実空間では円弧状の経路を通過しているが、仮想空間では実空間より曲率が小さい経路を提示することで進行経路を錯覚させる操作である。リダイレクテッドウォーキングで操作可能な範囲は歩行に関しては検証されているが[2]、走行に関しては検証されていないため、曲率操作により二つの運動の操作可能範囲について調査する。

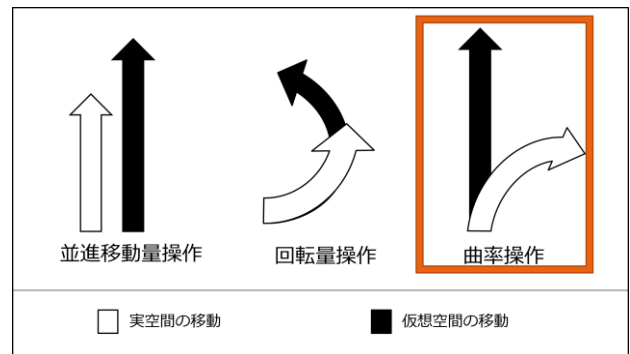


図1 リダイレクテッドウォーキングのゲイン操作

### 2.2 曲率ゲインの操作手法

本研究では松本らが提案した曲率操作型リダイレクテッドウォーキングの手法を用いる[3]。図2は本研究で用いた操作手法である。松本らの研究では円筒状の壁を触りながら沿うことで実空間での移動経路を操作していたが、本研究の目的は曲率の調査であるため簡易的な装置を用いて実験を行う。端を地面に固定したロープをもう一方の端から張った状態を保ち、ロープの長さを半径とした円弧状の経路で走行する。

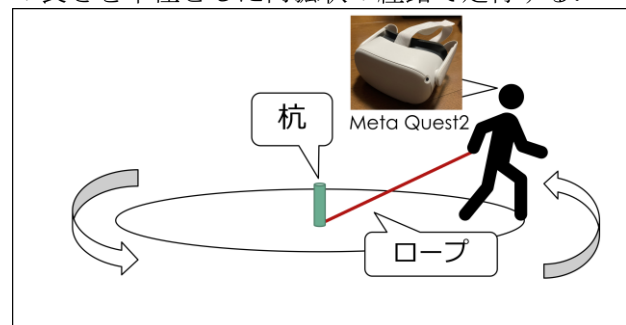


図2 本研究の操作手法

## 3. 実験

### 3.1 実験方法

本実験ではロープの長さごとに歩行または走行をしながら映像を見てもらい、実走行感とのズレの有無と酔いに関して調査した。実験には直線状の道を進み続ける映像を使用する。歩行

Basic experiment of Running in a narrow space by Virtual Reality Redirected Walking

†RYO FUJITA · KINDAI UNIVERSITY

‡KEIICHI TAKAHASHI · KINDAI UNIVERSITY

速度は 1m/s, 走行速度は 4m/s と仮定し, それぞれの速度で映像が流れ続けるようなアプリケーションを開発した. 再生する映像は道の左右に等間隔にキューブを設置することで移動感覚を感じやすいように作成した(図 3). 実験には十分なスペースを要するため屋外で行った. 1m, 1.5m, 2m, 2.5m, 3m, 4m, 5mのロープを用意し, ロープの長さごとに歩行と走行を一分間行い, その都度どのように感じたかを実走行感とのズレと酔いの二項目に関して 5 段階評価で回答してもらう. 今回は著者(23 歳男性)のみを対象に行う.

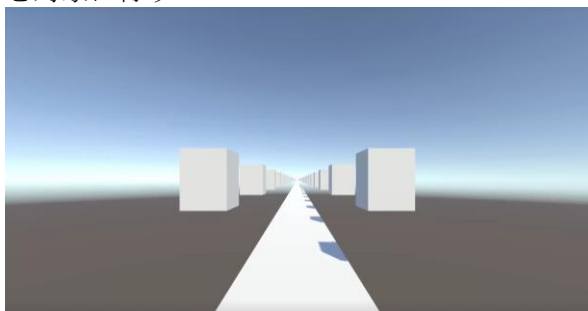


図 3 実験に用いた映像

### 3. 2 実験結果

調査結果は表 1 の通りである. 歩行, 走行ともに半径 2mの時点で違和感や酔いが大幅に減少した. また, 歩行では半径 2.5mの時点で違和感はほとんどなかったが, 走行では, 実走行感とのズレがなくなるのは半径 3mだった. また, 歩行では実走行感とのズレや酔いの評価は 3 を上回る事がなかったが, 走行時は半径 1.5mまでは, 実走行感とのズレの評価は 4 であり, 酔いの評価は 5 をつけている.

表 1 実験結果

	歩行		走行	
	実走行感とのズレ	酔い	実走行感とのズレ	酔い
1m	3	3	4	5
1.5m	3	2	4	5
2m	2	1	3	3
2.5m	1	1	2	2
3m	1	1	1	1
4m	1	1	1	1
5m	1	1	1	1

### 4. 考察

今回の実験で歩行と走行の操作範囲の最小値に違いが見られた. 映像の経路と進む際の体の角度や足の踏み出し方, 体にかかる慣性力に差が生まれたことから実走行感とのズレを感じたので, 仮想空間の曲率を変えることで, 操作範囲を小さくすることができると考えられる. また, 走行時は頭の振りが歩行時よりも大きくなり, 映像が頭の動きに合わせているように見え

たため, 自信の動きと映像に差が生じてしまい, 酔いが発生したように思えた.

### 5. 今後の課題

今後はさらに被験者を増やしてデータを集める必要がある. また, 十分なスペースを確保するために屋外で実験を行ったが, 足場や風, 気温など室内と異なる環境であったため, 操作範囲に影響を与えた可能性がある. よって室内環境下での実験を改めて行う必要がある. さらに, 実走行感とのズレや酔いを軽減するために, 映像上のコースの曲率の変更や頭の動きを考慮した映像作成が必要となる.

今回は曲率操作に関する調査を行ったが, 今後は, 並進移動量操作, 回転量操作に関しても同様の実験を行う必要がある.

### 6. まとめ

本研究は室内狭空間での VR リダイレクテッドウォーキング制御を実現するために, 制御可能な実空間の範囲を調査した. 今回は曲率ゲインを用いた曲率走査型リダイレクテッドウォーキングの手法を用いた操作手法の提案と仮想空間の映像の作成を行い, 実験を行った.

結果は歩行の場合は半径 2.5mの実空間が制御可能な最小範囲だったが, 走行の場合は最低でも半径 3mの実空間が必要であると分かった.

今後は被験者を増やすなどの課題を解消するとともに, 屋内スペースでの実験や, 移動に合わせた映像の作成など条件を変更して実験を行う. また, 曲率操作以外の視覚情報の操作に関しても同様の実験を行い, 調査する必要がある.

### 参考文献

- [1]NIELS CHRISTIAN NILSSON, STEFANIA SERAFIN, FRANK STEINICKE, ROLF NORDAHL, Natural Walking in Virtual Reality: A Review. ACM Computers in Entertainment, Vol. 16, No. 2, Article 8. Publication date: April 2018.
- [2] Eike Langbehn, Paul Lubos, Gerd Bruder, and Frank Steinicke. 2017. Bending the curve: Sensitivity to bending of curved paths and application in room-scale VR. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 23, 4 (2017), 1389-1398.
- [3]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, No. 3, 2018