HMD とコントローラを使用した VR 歩行実験における旋回行動の分析

日本大学　学生会員　○木戸　慎也
日本大学　正会員　江守　央
日本大学　正会員　佐田　達典

１．はじめに

駅や商業施設などの歩行空間の検証や，評価を行う手法として歩行実験がある．実際に建物を歩行することで，円滑な移動ができるかを評価することができる．しかし，歩行実験は実際に建物が存在しなければ行うことができないため，建設の前段階では活用することができない．

そこで仮想空間を活用した空間の検証が行われている．鈴木らは仮想空間を用いて探索歩行時の注視について研究した．本研究では，近年進歩しているバーチャルリアリティ（以下，VR）にを活用し，ヘッドマウントディスプレイ（以下，HMD）を着用し仮想空間を歩行実験する手法（以下，VR 歩行実験）が研究手法の一つになり得ると考え研究を行った．

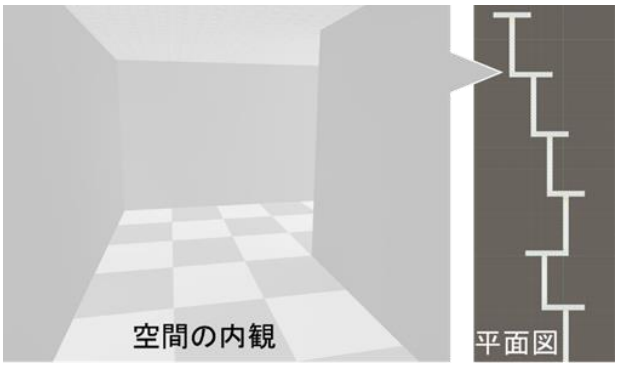
２．研究目的

VR 歩行実験を研究手法として使用するには，仮想空間内の歩行が，現実と近い必要がある．HMD の性能が向上したことにより，仮想空間を立体的に体験することが可能となった．しかし，仮想空間での歩行行動については，現実に近いとは言い難い．仮想空間を歩行するには，コントローラなどのデバイスを上手く扱う必要があり，現実空間のようにスムーズに歩行できない可能性が考えられる．本研究では，HMD とコントローラを使用した VR 歩行実験を実施し，仮想空間内での歩行行動，特に角を曲がる歩行（以下，旋回行動）についての特徴について整理した．その中で被検者の VR 経験の有無による旋回行動の比較を行うことを目的とする．

３．実験概要

VR 歩行実験にはゲームエンジンソフト Unity を使用した．Unity はコンピュータゲームを開発するためのソフトであるが，仮想空間を作成し，それを VR で体験するソフトとして最も一般的なものである．作成した空間は，図－１のような幅３ｍの通路で，直線通路と直角の曲がり角で構成される空間である．

本実験は 2019 年 10 月 15 日に日本大学理工学部船橋キャンパス 7 号館 719 教室にて実施した．被験者は大学 3 年生 14 名で，実験終了後に VR の体験の有無と実験の感想等をアンケートした．被験者は HMD を着用し，コントローラ操作と自身の身体の向きを変えることで仮想空間を自由に歩き回ることができる．以上の操作練習を 10 分程度行った後に実験を開始した．



図－１　仮想空間の内観と平面図

４．分析方法

仮想空間内での被験者の視界を撮影し，その動画の静止画像から被験者が旋回行動するシーンをコマ送りで確認する．その際に，旋回行動中に前進と回転が同時に行われているか，旋回行動を始めた場所と終了した場所，回転の回数と角度について注目し，特徴を整理する．また被検者の VR 経験の有無による特徴の違いや，実験中の被験者の旋回行動の変化をまとめた．

５．分析結果と考察

５．１　旋回行動の特徴

全 168 シーンの旋回行動を動画分析した結果，VR 歩行実験での被検者の旋回行動は，図－２に示すような４種の旋回方式に分類できた．スムーズ方式は最も現実に近い旋回行動であり，前進と回転を同時に行うことができているため，被験者の視界や軌跡が現実と近い状態であった．複数段階方式や自転運動方式，かに歩き方式のような現実からかけ離れた旋回行動も存在し

キーワード：VR，歩行実験，仮想空間
連絡先：〒274-0063 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科　空間情報研究室　TEL047-469-8147

© Japan Society of Civil Engineers

た.

（1）スムーズ方式

旋回行動をする際に前進と回転を同時に操作できていたため，現実と近い理想的な旋回方式であった．VR 歩行実験では常にこの旋回方式であるのが望ましい.

（2）複数段階方式

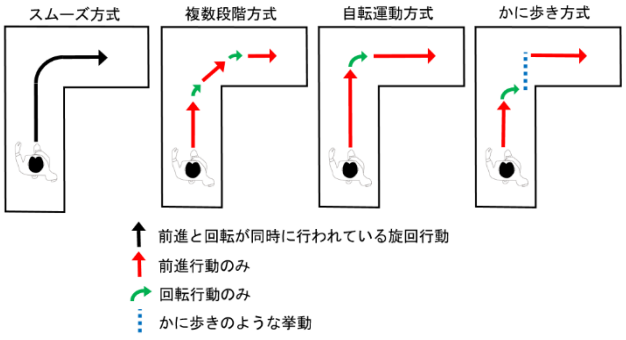
前進と回転を交互に行い旋回行動をしている方式. 前進と回転を同時に行うことができていないため，立ち止まりなどが起き，もたつきが目立った.

（3）自転運動方式

曲がり角の中心まで前進して停止した後，90 度回転を行い再び前進をするという旋回方式．現実では存在しない旋回行動のため，VR 歩行実験特有の旋回行動といえる.

（4）かに歩き方式

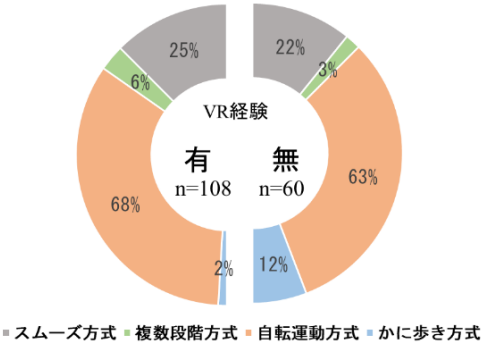
曲がり角の手前で回転したことで目の前に壁が存在し，壁を避けるために横歩きをしていた．コントローラによる操作が上手くいかなかったため生じた旋回方式であるといえる.



図－２　旋回行動の 4 種の方式

５．２　VR 経験の有無による考察

図－３の円グラフは，VR 経験別の旋回方式別の割合を示している．実験後のアンケートにより，被験者 14 名中 VR 経験無しが５名，有りが９名であった．VR 経験の有無に関わらず，最も多い旋回方式は自転運動方式の旋回行動であり，どちらも全体の 6 割を占めている．スムーズ型の割合は経験の有無に関わらず 2 割程度と少ない結果であった．本実験では被験者に旋回行動について特定の旋回をするように指示を行わなかった. そのため，前進と回転を順番に行う比較的操作しやすい旋回方式の自転運動方式が多い結果になったと考えられる．VR 経験が有ると答えた被検者のほうがスムーズ方式を行う傾向がある仮説を立てたが，VR 経験の有無は大きく影響せず操作のしやすさと理想的な旋回行動は別であると考えられる.



図－３　VR 経験別の旋回行動タイプの割合

５．３　被検者の旋回行動の偏移

表－１は被検者 14 名の 12 ヵ所分の旋回行動をまとめたものである. 被験者別に着目すると旋回箇所の 1 か所目から 12 ヵ所目まで同じ旋回方式を行う被検者と，旋回箇所によって旋回方式が異なる被検者が存在した. 被験者の中には実験中に旋回行動が自転運動方式からスムーズ方式に偏移するといった成長が見られた．したがって，特別な指示をしない場合には様々な旋回行動する可能性があるため，実験環境には留意する必要がある.

表－１　被検者の旋回行動の偏移

	1か所目	2か所目	3か所目	4か所目	5か所目	6か所目	7か所目	8か所目	9か所目	10か所目	11か所目	12か所目
1人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
2人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
3人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
4人目	自転運動	複数段階	スムーズ	自転運動	複数段階	スムーズ	スムーズ	スムーズ	複数段階	スムーズ	スムーズ	スムーズ
5人目	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ
6人目	かに歩き	かに歩き	かに歩き	かに歩き	かに歩き	かに歩き	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	かに歩き	複数段階
7人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	スムーズ	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
8人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	複数段階	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
9人目	スムーズ	自転運動	複数段階	自転運動	スムーズ	自転運動	自転運動	スムーズ	スムーズ	自転運動	自転運動	自転運動
10人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	スムーズ	自転運動	自転運動	自転運動	スムーズ	自転運動	自転運動	自転運動
11人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
12人目	自転運動	自転運動	スムーズ	自転運動	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ	スムーズ
13人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動
14人目	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	自転運動	スムーズ	かに歩き	かに歩き	複数段階	自転運動	自転運動	複数段階

６．おわりに

本研究では，現在一般的な HMD とコントローラを使用した VR 歩行実験における旋回行動の特徴を整理した. その結果，旋回行動には大きく分けて 4 方式に分類される．スムーズ方式は２割程度と非常に少ない結果であり，また実験中の旋回行動が常に同じとは限らないという知見を得られた.

VR 歩行実験では誰もが仮想空間内で現実と同じような旋回行動ができることが望ましいため，本実験よりも理想的な旋回行動が可能な実験環境に改善が必要である.

参考文献

1)　鈴木利友：地下鉄駅舎とその仮想現実空間における探索歩行時の注視と歩行行動の比較，日本建築学会計画系論文集　第 555 号，pp. 199-205，2002.5

© Japan Society of Civil Engineers