

VR 空間内の回転実歩行の速度変化における視線および感覚に関する研究 Research on gaze and sensory for speed changes during rotating real walking in VR space

滝澤 壮太[†] 北野 奨悟[†] 佐藤 隆[†] 鉄谷 信二[†]
Sota Takizawa Shogo Kitano Takashi Satou Nobuji Tetsutani

1. はじめに

仮想空間での移動と実歩行との連動を用いるとき、デメリットとして現実空間に広いスペースを必要とすることが挙げられる。この問題点を解消するため、限られた現実空間でも大きな仮想空間を移動しているよう感じさせる研究 [1][2]が行われている。これに代わる移動方法として、筆者らは回転椅子を用いた無限回転実歩行により広大な仮想空間を直進する手法を提案・評価している [3]。結果として、回転実歩行はユーザにとって負担が大きく、実用化にあたり障壁が存在することがわかった。仮想空間での視覚上の移動が直線方向であるのに対して、身体方向は回転しているという不一致の環境下では、身体への負担が大きいたことが一つの原因であると考えられる。また、回転歩行中は直進歩行中と比べ、視線の動きが大きいことが明らかになっている。

本研究では、回転実歩行の速度に関係なく VR 空間内の直線移動速度の映像を通常の歩行速度に固定し、回転実歩行の速度を変えたときの視線の動きの計測および感覚に対する主観評価を行い、それらの結果について考察する。

2. 実験

被験者は大学生 10 名 (男性 3 名, 女性 7 名) である。HMD は視線計測装置を搭載した HTC VIVE Pro Eye を使用し、実験環境は Unity を用いて制作した。本実験では、回転椅子を使った回転歩行中における視線の動きを計測する。仮想空間では図 1 に示す草原の中を移動してもらった。

前方中心に目印となる球体を配置し、被験者に対し球体を注視するよう指示した上で回転歩行させる。

図 2 に視線と球体の関係を示す。視線が球体の方向を向いているときを 0 度とし、球体から視線が何度ずれているかを表す θ を測定することで、視線の動きのずれを測定する。

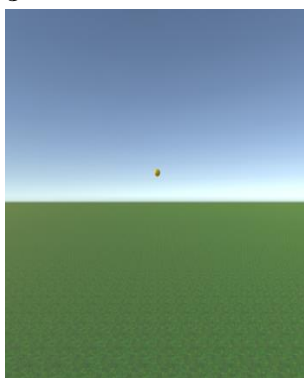


図 1 「草原」の仮想空間

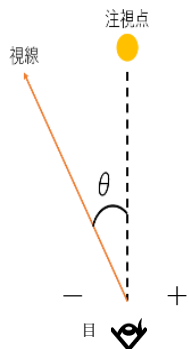


図 2 視線の取得方法

仮想空間内の直線移動速度は歩行速度に関係なく時速 4km に固定し、被験者は時速 1.5km, 4km, 5km の速度で 12 秒間回転歩行する。各速度における一周の回転にかかる秒数を伝え、メトロノームを使うことで歩幅を一定にして歩行速度の安定を実現させた。

また、視線の動きと違和感などの感覚の関係性について検証するため、主観評価も併せて実施した。「目が回るか」「酔うか」「違和感があるか」「方向感覚が狂うか」の 4 項目について、5 段階評価 (1: 全くない, 2: あまりない, 3: 少しある, 4: ややある, 5: すごくある) を行った。

3. 実験結果および考察

視線計測結果から、二つの傾向が見られた。

パターン A: 歩行速度が速いほど視線変化が増す。

パターン B: 1.5km, 5km の歩行時に視線変化が増す。

被験者 10 名のうち、パターン A は 4 名、パターン B は 4 名と確認できた。他 2 名の視線データは A・B パターンのような特徴的な傾向が無く、本稿では考察を省略する。

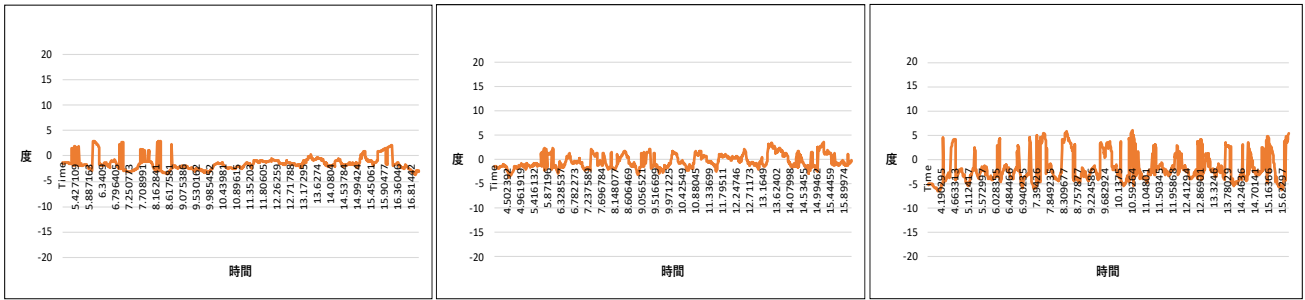
パターン A の被験者のうち一人の視線計測の結果を図 3 に示す。グラフの横軸は歩行時間、縦軸は球体からの視線のずれ θ [度] である。また、視線変化はグラフ上にある正のピークの個数を計算したもので、変化点として記載する。a は 1.5km での歩行をした際のデータで変化点は 21, b は 4km のデータで変化点は 38, c は 5km のデータで変化点は 51 である。歩行速度に比例して視線の変化が大きくなる傾向である。

パターン B の被験者のうち一人の視線計測の結果を図 4 に示す。a は 1.5km での歩行をした際のデータで変化点は 51, b は 4km のデータで変化点は 25, c は 5km のデータで変化点は 69 である。仮想空間の移動速度と歩行速度が一致するときに、視線の変化が小さくなる傾向である。

また、視線データの正負から視線方向の割合を算出すると、4km, 5km の時に負の値である左方向へ向いている人が大多数であった。これは、実験時に反時計回りに歩行させたことから、眼球が回転方向につられていたからだと考えられる。

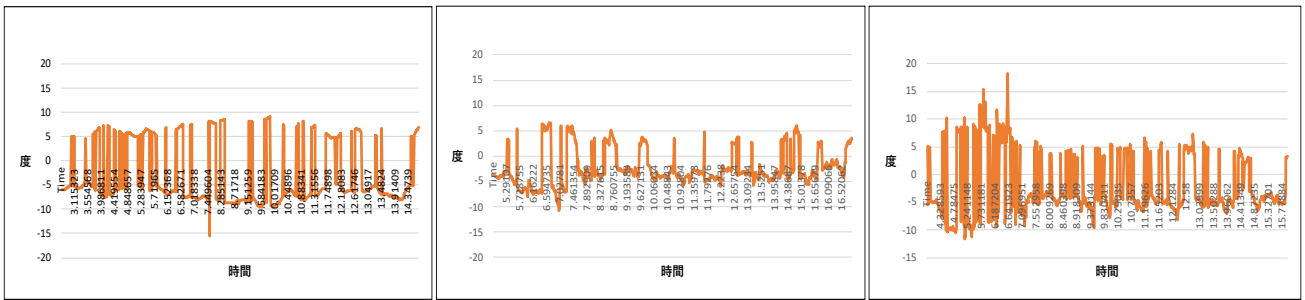
図 5 は被験者の感覚への評価を平均して示したグラフである。グラフから歩行速度が速いほど全ての点数が上がり、感覚に対する負担が大きい。「目が回るか」については回転歩行が速くなるほど負担が大きく、三半規管に強く影響を与えていると考える。ただし、1.5km では問題とはならないレベルである。「違和感があるか」「方向感覚が狂うか」については、仮想空間の速度と歩行速度が同じである 4km の場合でも、若干の感覚の不一致感がある。「酔うか」については、歩行時間が 12 秒と短いこともあり、各歩行速度で低い点数であった。

[†] 東京電機大学 Tokyo Denki University



(a)速度 1.5km (21) (b)速度 4km (38) (c)速度 5km (51)

図3 視線角度変化パターン A ()内は変化点の数



(a)速度 1.5km (51) (b)速度 4km (25) (c)速度 5km (69)

図4 視線角度変化パターン B ()内は変化点の数

4. まとめ

本研究では、実歩行速度と映像の移動速度が異なる条件下での回転実歩行における視線の動きと感覚について検討した。結果として、歩行速度が速いほど視線変化が増えるパターンと、仮想空間の映像速度と同じ歩行速度では変化が小さいパターンを示す人が存在することを確認できた。

また、仮想空間での移動速度よりも歩行速度が遅い場合、「酔い」や「目が回る」を覚えず、遅い回転実歩行は有効であると思われる。「違和感があるか」「方向感覚が狂うか」については低速歩行に慣れると軽減されることが期待される。小スペースで無限にじる実歩行ができる回転実歩行の利点を活かしたアプリケーションに展開していきたい。

5. 今後の課題

歩行速度の大きさについて、2つの視線のパターン変化に分類できた。これについて、個々の被験者の主観評価と関係があるのかが興味のある点であり、傾向が確認できれば、視線変化パターンで主観評価の結果を類推できる可能性があり、さらに分析を進める。

今回、反時計回りに回転歩行を実施して、左方向に視線が寄っていることを確認できた。今後は時計回りに回転歩行を行うと右方向に視線が寄るのかについて調べていきたい。

また、仮想空間の風景にビル街や歩行者などオブジェクトを設置し、より実歩行速度と映像速度の違いを体感できるようにした際の視線の動きや違和感についても調べていきたい。

参考文献

[1]Sharif Razzaque, Zachariah Kohn, Mary C. Whitton, “Redirected Walking”, EUROGRAPHICS 2001.
 [2]MEDINA, Eliana et al., Virtusphere: Walking in a human size VR “hamster ball”. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2008. p. 2102-2106.
 [3]小谷 亮太, 千葉 涼平, 鉄谷 信二, “視線移動方向と異なる身体運動中における視線挙動に関する研究”

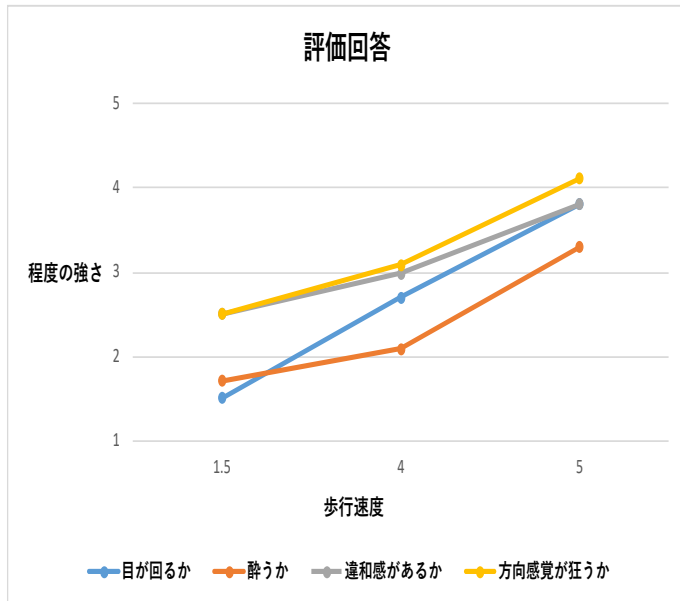


図5 感覚についての評価回答結果