



MR 環境における視聴覚情報の重畳と歩行体験への影響

The effect of superimposed audiovisual information in an MR environment on the walking experience

青木康佑¹⁾, 河合隆史¹⁾

Kosuke AOKI, Takashi KAWAI

1) 早稲田大学 基幹理工学研究科 (〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1, info@tkawai-lab.com)

概要: 近年日本では、高齢化やリモートワークの増加により、歩行減少が指摘されている。この課題に対して MR (Mixed Reality) と視聴覚表現を組み合わせることで歩行体験を向上できないかと考えた。この研究では MR モードの HMD を装着した状態で、歩行体験の向上を意図した視聴覚表現を提示し、参加者に歩行をさせる実験を行った。結果、表現によりばらつきはあるものの、視聴覚表現が歩行体験や速度感を高めることが確認された。

キーワード: 複合現実, 歩行, 視聴覚表現, 速度感

1. はじめに

近年、日本では高齢化やリモートワークの影響で歩行が減少している傾向にある。厚生労働省のデータによると、令和五年までの過去 10 年間で男女ともに 1 日の平均歩数が有意に減少した[1]。また、ヤフー・データソリューションの調査では、テレワーク実施者の平日歩行距離が出社者より 18.3%短いことが示されている[2]。

この課題に対して、MR (Mixed Reality) 技術を活用したアプローチを検討した。MR は物理的な世界にホログラムを重ねる AR (Augmented Reality) と、完全なイマーシブなデジタル体験を実現する VR (Virtual Reality) とを移行できる技術である[3]。近年、Meta Quest3[4]等の高性能デバイスの登場により、MR 環境での歩行がより安全かつ実用的になった。

先行研究では、VR や MR 環境において視覚エフェクトを用いることで速度感を向上させた報告がある。近藤らは、歩行などで視覚刺激を直進方向に動かすことで主観速度の評価が上がることを示した[5]。

本研究では、MR 環境下で視聴覚刺激を与えることで、歩行中の速度感や歩行へのモチベーションにどのような影響があるのか明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 実験概要

MR モードの HMD (Meta Quest3) を装着した状態、もしくは装着しない状態で直線の廊下にて 25m 速歩を行う実験を実施した (図 1)。実験参加者は大学生・大学院生 15 名 (男性 13 名、女性 2 名) であった。

2.2 提示刺激

視覚刺激として花吹雪 (図 2) と集中線 (図 3)、聴覚刺激として風音を用意した。花吹雪は進行方向からわずかに斜め下方向へ流れ、集中線は一本一本の線が絶えず出たり消えたりを繰り返す。

2.3 実験条件

実験条件は以下の 7 条件である：

条件 1：花吹雪×風音

条件 2：花吹雪のみ

条件 3：集中線×風音

条件 4：集中線のみ

条件 5：風音のみ

条件 6：視聴覚刺激なし (単なる MR 環境)

条件 7：HMD なし (現実空間)



図 1: 実験の様子

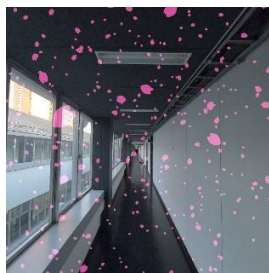


図 2:花吹雪

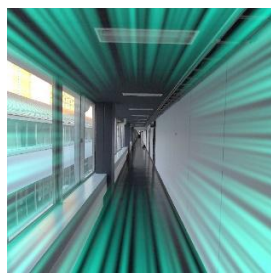


図 3:集中線

2.4 評価指標

客観指標として 25m の歩行時間を計測した。時間計測は HMD を使う場合その記録データを用いたが、条件 7 の HMD を使わない場合はストップウォッチで計測した。主観指標として、速度感に関する VAS (Visual Analogue Scale) 評価、評定尺度法 (7 件法) を用いた歩行体験の評価、風向知覚に関する質問を用いた。

3. 実験結果

3.1 歩行時間

各条件の平均歩行時間は、条件 7 (15.77s) → 条件 1 (16.49s) → 条件 2 (16.52s) → 条件 4 (16.78s) → 条件 5 (16.86s) → 条件 3 (17.06s) → 条件 6 (17.21s) の順であり、計測方法の違った HMD なしを除くと、花吹雪の視覚刺激がある条件 1, 2 が上位であった。しかし反復試行分散分析の結果、条件間に有意差は見られなかったが有意傾向は見られた。

3.2 速度感に関する VAS 評価

速度感に関する VAS 評価では「足を動かしている感覚と比べて、どのくらい速いと感じましたか?」という質問に対し、「全く速くならなかった」から「この上なく速くなった」の間で 0~100 で評価した。図 4 に示すように平均値は条件 1 (71.7) → 条件 2 (53.9) → 条件 3 (41.7) → 条件 4 (35.4) → 条件 5 (33.7) → 条件 6 (6.0) → 条件 7 (2.4) の順に高かった。これに対し、フリードマン検定を行った結果、条件間に有意な差が認められ、多重比較では条件 1 ~ 4 と条件 6 の間で有意な差が認められた。

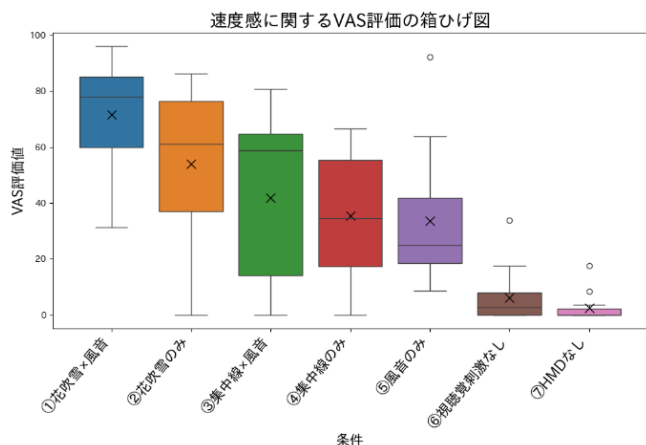


図 4: 速度感に関する VAS 評価

3.3 歩行体験の評価

評定尺度法を用いた歩行体験の評価では以下の 6 問に対して、7 件法で評価を行った。

- 質問①: 歩行に集中できましたか?
- 質問②: 歩行はしやすかったですか?
- 質問③: 歩行を続けたいと感じましたか?
- 質問④: 歩行中に疲れましたか?
- 質問⑤: 歩行そのものは楽しかったですか?
- 質問⑥: この刺激により楽しさを感じられましたか?

③, ⑤, ⑥の 3 問で花吹雪のある条件 1, 2 では評価が非常に高く、それに続く形で集中線のある条件 3, 4, 風音のみの条件 5 の評価が高かった。これら 3 問に対してフリードマン検定を行った結果、条件間に有意な差が認められ、多重比較では花吹雪のある条件 1, 2 と視覚刺激のない条件 6 では 3 問すべての質問で有意差があった。集中線のある条件 3, 4 と風音のみの条件 5 では⑥の質問でのみ集中線×風音の条件 3 と視覚刺激なしの条件 6 に有意差があった。またこの 3 問の質問の評価と速度感に関する VAS の評価には正の相関 (相関係数①0.500, ②0.651, ③0.679) が見られた。

3.4 風向知覚

風向知覚の評価では「前から」、「吹いていると感じなかった」、「後ろから」の 3 択で行った。その評価ごとに VAS の評価を分類し、箱ひげ図に表したものが図 5 である。グラフの通り「後ろから」、「前から」、「吹いていると感じなかった」の順番に速度感に関する VAS の評価が高い結果となった。これに対してクラスカル・ウォリス検定を行った結果、風向知覚ごとに有意差が認められた。多重比較では「後ろから」と「吹いていると感じない」で有意差が認められた。

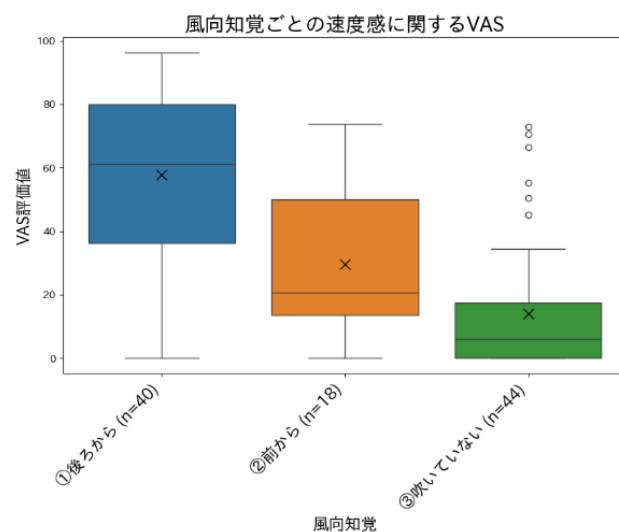


図 5: 風向知覚ごとの速度感に関する VAS 評価

4. 考察

4.1 視覚刺激による速度感向上

花吹雪が集中線より速度感に関する VAS の評価に高い効果を示した理由として、刺激の動きの違いが主であると考える。花吹雪は歩行方向へ動きのある刺激であり、歩行をすることで、花びらとの位置関係が変化するものであった。しかし、集中線は線が表示されたり、消えたりするのみで歩行をしても位置関係が変わらない。歩行速度に対して、移動速度が遅い花びらを見ることで相対的に、速度感が速いと評価したのではないだろうか。

4.2 聴覚刺激と速度感

風音単体が歩行体験に与える効果は視覚刺激より小さかったが、速度感に関する VAS の平均値を見ると花吹雪、集中線ともに風音がある場合に評価が高かった。これは聴覚情報が視覚による風の知覚を強化し、速度感を高めるような効果を創出したためと考えられる。特に集中線×風音条件では、風を知覚した割合が風音なしと比較して 20% から約 93% まで向上しており、風音が風の知覚をさせたことが考えられる。

4.3 速度感と歩行体験について

「歩行を続けたいと感じましたか?」、「歩行そのものは楽しかったですか?」、「この刺激により楽しさは感じられましたか?」の 3 問と VAS の値には正の相関があった。このことから歩行中の速度感と歩行のしやすさや楽しさ、歩行へのモチベーションには互いに影響を及ぼしている。したがって速度感を高めるような刺激を与えることで、歩行体験を向上させ歩行を促すのではないだろうか。

4.4 風向知覚と速度感に関して

風向知覚と速度感に関する VAS の関係から、風が吹いていると感じ、特に後ろからと知覚している場合、速度感の評価が高い。また、前からと知覚した場合も、吹いていないと知覚した場合より速度感が上がった。その知覚には、自身が進むことで風を切っていると感じるか、そもそも前から風が吹いていると感じるかの 2 種類の知覚が存在したからだと思われる。

興味深いことに、花吹雪条件では参加者の約 80% が「後ろから」の風を知覚した。これは花吹雪の軌道が頭上からわずかに下向きに流れる設定により、押されているような追い風感を演出できたためと考えられる。このような刺激により強い速度感増強効果をもたらしたと推察される。

5. 総括

5.1 本研究を通して

考察の通り、特定の刺激を用いることで歩行体験を向上させることが可能であるとわかった。具体的に、視覚刺激として花吹雪を与えることで速度感や歩行体験が向上した。また集中線に関しても花吹雪ほどではないもののそれらが高まる効果があった。さらに、風音に関しても幾分かの効果は見られた。

歩行中の速度感や歩行体験を高める効果を得るには、風の錯覚が重要であり、後ろからの風だという錯覚が起こるとより効果的である。さらに、刺激そのものが動くことで歩行速度と刺激の相対的な動きを知覚させることが重要ではないだろうか。

5.2 今後の展望

今回の研究の課題として、まずは歩行時間についての影響が十分に検討できなかったことが挙げられる。これは 25m という距離で差が出るほどの影響がなかったことが考えられる。このことについてさらなる検討をするためには、長距離での実験が必要である。しかしながら、長距離でのタスクを行うと実験参加者の負担が増加するため、それを考慮した実験デザインが必要である。

今回の研究背景として、日本国民の歩行減少があった。これを解決するためには、より実践的な研究も必要である。例えば、歩行に困難を抱える高齢者などに対して、リハビリを行う際に本研究で用いたシステムを用いることで、リハビリへの意欲向上や、継続に効果があるのかを検討する必要がある。また、歩行に問題がない人に対しても、日常生活で本システムを利用することで、歩行に対する抵抗感を減少させる効果があるかなども検討したい。それに加え、今回の刺激で用いた花吹雪を逆向きにするなどしたときに、速度感が下がるのか、さらに速度感が下がるのであれば、歩行体験はどのように変化するのかについても考察をしたい。

参考文献

- [1] 厚生労働省. 令和 5 年 国民健康・栄養調査結果の概要. 厚生労働省, 2024. p.18.
- [2] 井上 護, ヤフー・データソリューション. “リモートワークで運動不足? 歩行距離 18% 減少が明らかに”. note. 2023-06-19.
https://note.com/ds_yahoojp/n/n764d027ce46f, (参照 2025-01-13)
- [3] Microsoft. “Mixed Reality とは”. Microsoft Learn. 2023-03-21.
<https://learn.microsoft.com/ja-jp/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>, (参照 2025-01-13)
- [4] Meta. “Meta Quest 3: MR(複合現実)を体験できる VR ヘッドセット”.
<https://www.meta.com/jp/quest/quest-3/?srsltid=AfmBOornRI-86W1I-LiSvqrFmbC1oQN8hxiHmuLIUKYbvPadJiqlnra6>, (参照 2025-01-13)
- [5] 近藤翔太, 萩原息吹, 中村仁一朗, 松室美紀, 柴田史久, 木村朝子. 身体運動と視覚刺激が自己運動感覚に及ぼす影響. 信学技報. 2023, Vol.122, No.386, p.64-67.