



MR 空間における高齢者の歩行様態とその影響

State of Walking of Elderly People in Mixed Reality and Its Influence

池野大悟¹⁾, 野田茂穂²⁾, 宮地英生¹⁾

Daigo IKENO, Shigeho NODA, and Hideo MIYACHI

1) 東京都市大学 情報システム学科 (〒113-0033 神奈川県横浜市都筑区牛久保西 3-3-1, miyachi@tcu.ac.jp)

2) 国立研究開発法人 理化学研究所 (〒351-0198 和光市広沢 2-1, shigeho@riken.jp)

概要：障害物を伴う歩行実験はそれを仮想的に表示することで安全に配慮した測定を行うことができる。しかし、現実と仮想の認識にずれが生じてしまうことが判明している。そこで、HMDを使用したビデオスルー型 MR 環境を構築し、この環境において光学式モーションキャプチャシステムを用い脚部に合計 6 つのマーカを装着し、歩行の様子を計測した。本研究では現実環境と VR 環境においての歩行様態の差異を評価するための指標を検討する。

キーワード：複合現実，歩行計測，視覚

1. はじめに

理化学研究所では、歩行動作のような日常動作を測定することで、運動機能や反射能力などを評価するシステムを開発し、身体の脆弱化の予知技術や予防技術の確立を計画している。この時、通常歩行だけでなく、段差や敷居などの障害物が存在する状況での回避動作を測定するために、ビデオスルー型 MR 装置を用いた測定環境を構築してきた[1]。3D-CG による仮想的な障害物を実空間上に MR 表示することにより、実験協力者の安全に配慮した測定が可能となるが、この環境と現実での環境を比較すると、脚部の最高到達点において差が生じ、両者に差異があることが判明した[2]。そこで、MR 装置装着時の映像提示が現実と同じ状況を模擬するためのさらなる指標の獲得を目的とし、障害物の無い状態での通常歩行において、MR 装置の装着の有無による歩行様態の差異について評価・検討した。本稿では、その結果について報告する。

2. 実験システム

実験協力者への映像提示に用いたビデオスルー型 MR 装置としては、HMD 型 VR 装置である OculusRift に HMD 用ステレオカメラである OvrvisionPro を装着したものをを用いた。これに身体動作計測のための光学式モーションキャプチャシステムである Motive を組合せ、映像提示の有無による歩行様態を計測できるシステムを構築した。図 1 に試験環境の写真を示す。図中央付近の床面にある黒色の矩形領域にはフォースプレートを配置し、歩行者から受ける力をベクトル量として計測できる。40cm 四方のプ

レート 8 枚と助走距離を含めた 40cm×4m80cm の領域が計測対象であり、実験協力者にはこの領域で歩行させる。それを囲むように並んでいる三脚にはモーションキャプチャ用の光学センサがマウントされており、計測領域をカバーできるよう計 16 台を配置した。実験協力者は MR 装置を装着し、モーションキャプチャ用のマーカを着けて歩行する。(図 2)



図 1：試験環境の様子



図 2：測定の様子

3. 試験内容

実験協力者である 55 歳から 80 歳のボランティア 33 名で測定した。試験時は、MR 用ステレオカメラのフリッカーを抑えるため蛍光灯を消灯し、スポットライトを点灯した状態で行った。計測領域の端から端まで歩く作業を 1 タスクとした。【1 タスク目】MR 装置を装着しない、【2 タスク目】MR 装置を装着する、【3 タスク目～10 タスク目】MR 装置を装着し障害物を表示する、【11 タスク目】MR 装置を装着する、【12 タスク目】MR 装置を装着しない、として計 12 タスク実施した。

モーションキャプチャシステムを用いて踵、つま先、小指付け根の 3 か所、両足で計 6 か所にマーカを装着し、その動きをモーションキャプチャで計測した。計測データのサンプルとして、1 タスク目の右足踵の動きのグラフを図 3 に示す。横軸は進行方向、縦軸は鉛直方向（ともに原点をフォースプレートの位置とした）を示す。本図では 4 つの大きな山が確認できるが、各山は 1 歩分の歩行動作が行われたことを示すものである。ここで、着地点とされる極小値から次の着地点とされる極小値の進行方向座標の差分を歩幅と定義し、それを計測データから算出しその平均値を求めるプログラムを構築した。障害物が存在しない 1 タスク目と 2 タスク目、及び 11 タスク目と 12 タスク目のデータに着目し、33 名の内、滞りなく計測を完了した 30 名 120 タスクのデータを集計した。

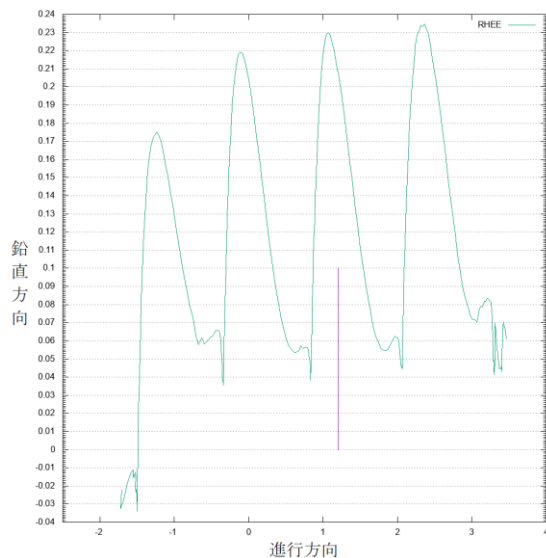


図 3：モーションキャプチャで取得した右足踵の動き

その結果、両足 6 点における 1 タスクあたりの歩幅の平均値は MR 装置を装着しない場合と比較して、装着した場合の方がほぼ全ての実験協力者においてそれぞれ小さくなるのがわかった。また、歩幅あたりにかかる時間、すなわち 1 歩あたりの歩行速度について集計をすると、同様に平均値が小さくなった。つまり、MR 装置装着時は平常時よりも歩行動作が制限されたといえる。1 タスク目と 2 タスク目、11 タスク目と 12 タスク目の右足踵から算出し

た歩幅の平均値を図 4、図 5 にそれぞれ示す。横軸は実験協力者番号、縦軸が 1 タスクあたりの歩幅の平均値をそれぞれ示している。図 4 において MR 装着時では極端に歩幅の平均値が低下した実験協力者が散見されるが、図 5 ではそれが少なくなっていることが分かる。要因として、試行を重ねるごとに MR 環境下における視野の狭さや違和感に視覚や身体が対応したと推測できる。このことにより、MR 環境下において試行を重ね、歩幅や歩行速度が安定した後に測定を行うことで、初期段階の個人差を減らすことができ、本来の MR 空間に対する定量的な差異を算出しやすくなるのではないかと考えている。

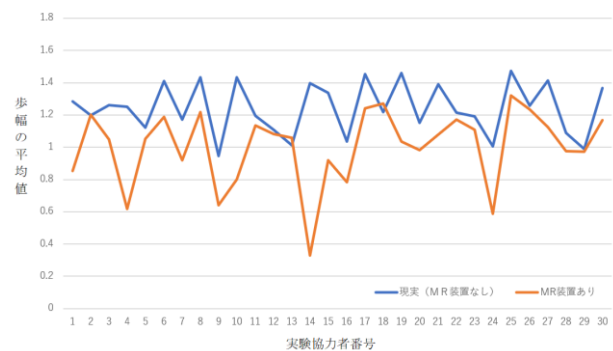


図 4：1 タスク目と 2 タスク目の右足踵から算出した一歩あたりの歩幅の平均値

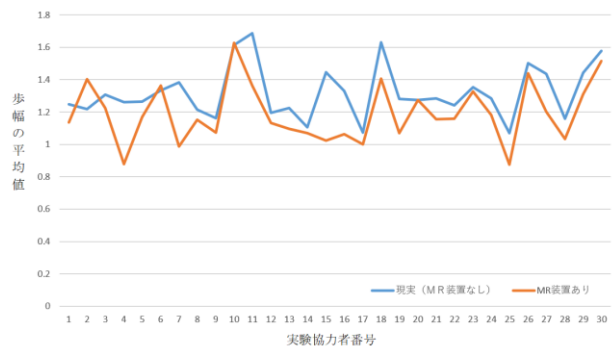


図 5：11 タスク目と 12 タスク目の右足踵から算出した一歩あたりの歩幅の平均値

4. むすび

ビデオスルー型 MR 装置を用いて実空間上に仮想の障害物を表示することで、実験協力者の安全に考慮した障害物回避運動計測システムを構築した。このとき、MR 装置装着の有無による歩行動作への影響を評価・検討した。単純歩行の様態を現実環境下と MR 装置装着時とで計測したところ、両者の歩幅と歩行速度に差異があることを確認できた。また、MR 環境下での歩行動作を重ねることにより、現実環境下との差異が減少することが分かった。今後、MR 環境において計測を実施する際には、試行回数についての考慮をすることが必要であると示唆された。

参考文献

- [1] 宮地英生, 野田茂穂, 川原慎太郎, 川副由梨花: 簡易MRシステムを用いた歩行者動作情報獲得に関する検討, 第22回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2017年9月
- [2] 石井智康, 宮地英生, 野田茂穂, 川原慎太郎: 歩行様態へのビデオスルー型MR装置着用による影響の評価, 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2018年9月