



歩行感覚生成のための腕振り運動と身体姿勢に関する研究

Arm Swing Motion and Body Posture for creating Walking Sensation

末田 岳¹⁾, ヤエム ヴィボル¹⁾, 雨宮智浩²⁾, 北崎充晃³⁾, 佐藤 誠⁴⁾, 池井 寧²⁾
Gaku SUETA, Vibol Yem, Tomohiro AMEMIYA, Michiteru KITAZAKI, Makoto SATO, Yasushi IKEI

1) 東京都立大学大学院 (〒 191-0065 日野市旭が丘 6-6, {sueta,yem}@vr.sd.tmu.ac.jp)

2) 東京大学大学院 (〒 113-8654 東京都文京区本郷 7 丁目 3-1, {amemiya,iikei}@vr.u-tokyo.ac.jp)

3) 豊橋技術科学大学 (〒 441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1, mich@tut.jp)

4) 東京都立大学 (〒 191-0065 日野市旭が丘 6-6, mkt.sato@vr.sd.tmu.ac.jp)

概要: 歩行 VR において, 身体姿勢の変化が歩行感覚及び移動感覚に与える効果について調査した. 本論文では, 前傾, 後傾姿勢にさせた体験者に対して腕振り運動提示を行い, 歩行感覚と移動感覚について評価を行わせた. そして, 評価結果から歩行感覚及び移動感覚が高くなるような身体姿勢について検討を行った.

キーワード: 歩行 VR, 腕振り運動提示, 身体姿勢

1. 緒言

著者らは, 身体に受動的な運動刺激を提示して歩行感覚を体験するシステムを開発している. これは VR (Virtual Reality) 空間内の能動的な歩行[1,2]と異なり, 実際の歩行運動を行うことなく, 他者の空間体験を再現することで, 他者の身体運動を伴うスキルを伝承することを目標としたシステムである.

本研究では, 体験者に腕振り運動の提示(図 1)することで歩行感覚の生成が可能であることを示してきた[3]. その際の体験者は座位とし, 他の感覚も同時に提示可能としているが, 基本的な仮説としては, 身体への多感覚合成刺激の提示によって, 実際の身体の状態に依存しない運動感覚が生成され得るとしている. そのため, 実際の歩行状態と異なる身体姿勢の効果について検討を行った.

本稿では, 身体の冠状面の傾きに対する歩行感覚の変化について予備実験を行った結果を述べる. すなわち, 立位において腕振り運動を提示する際に, 身体が前傾または後傾姿勢であった場合について検討し, 実験の結果から身体姿勢と歩行感覚の関係について考察する.



図 1: 腕振り運動提示装置



図 2: 身体回転装置による後傾姿勢

2. 腕振り運動提示装置と身体回転装置

2.1 腕振り運動提示装置

歩行時の腕振り運動感覚を座位で生成する装置として, 図 1 の腕振り運動提示装置を使用する. 本装置は, 座席後方に位置するモータからベルト伝導により回転力を肩関節の位置まで伝達し, 肩関節とほぼ同軸上で上肢を駆動する. これにより上腕部を受動的に動作させ, 腕振りを表現する.

2.2 身体回転装置

立位の体験者の身体姿勢を傾斜させる装置として, 図 2 の身体回転装置 (iControl BT-1511, 朝日ゴルフ) を使用した. この装置は中央部の回転軸により平板シートが回転し, 体験者の冠状面をピッチ方向に傾ける. ブレーキにより設定した角度を保持可能である. シートの可動範囲は, シー

トが鉛直を0度として、前方に15度、後方に30度である。

3. 前傾/後傾時の腕振り運動提示による歩行感覚

3.1 実験目的, 参加者, 刺激

図2の装置でピッチ変位(前傾・後傾)を与えた上で腕振り運動を提示した際の歩行感覚を予備的に求めた。実験参加者は本学の男子学生5名(平均年齢22.8歳)である。

シート角度は4水準{-30, -10, 0, 10}度(正が前傾)とした。腕振り運動刺激は、受動腕振り運動(実験者による手動振り)と参加者が自ら腕を振る能動腕振り運動の2水準であり、振幅30度、屈曲比率(前方振りの比率)55%を目標とした。提示はランダム順で行った。また、座位状態で図1の装置による受動腕振り運動および能動腕振り運動を行った。評価はVAS(Visual Analogue Scale)で行い、評価項目は、歩行感覚、移動感覚、身体的負荷であり、VASの両端の説明は結果の図に記入した。

3.2 実験結果

実験結果を図3, 4, 5に示す。それぞれの項目についてシートの角度と腕振りの手法の2要因で二元配置分散分析を行った結果、移動感覚、身体的負荷についてシートの角度の要因に有意差が見られた($p < 0.05$)。

3.3 考察

図4から、体験者が前傾姿勢になるほど移動感覚が大きくなった。これは姿勢が前傾することで、重心位置が前方に移動し走行時の姿勢に近くなるためと考えられる。図5では、姿勢が前傾になることに伴って身体的負荷が大きくなった。これは前傾姿勢ではシート部に体重をかけることができないためであると考えられる。移動感覚は図3では、シート角度によって歩行感覚に有意差は見られなかった。これより、体験者の全身の身体姿勢の変化は歩行感覚に対してあまり効果を与えないことが示唆された。また、図3では座位姿勢では受動腕振り運動での歩行感覚が大きくなっているが、身体回転装置では、腕振り運動の手法に差は見られなかった。この原因は、受動腕振り運動を手動の装置によって行ったため、実際歩行時の腕振り軌道を再現できず、身体回転装置に足を固定されていることで、実際の歩行運動との差異が大きくなったためと考えられる。

4. 結言

本研究では、身体姿勢を変化させた際の腕振り運動提示による歩行感覚、移動感覚についての評価を行った。移動感覚は身体姿勢によって変化した。歩行感覚については有意差は見られなかった。また、移動感覚の増加に伴い身体的負荷も増加する点はさらなる検討が必要である。今後は、身体回転装置に腕振り運動や上半身のねじれを提示する装置を加えることで感覚の生成を試みる。

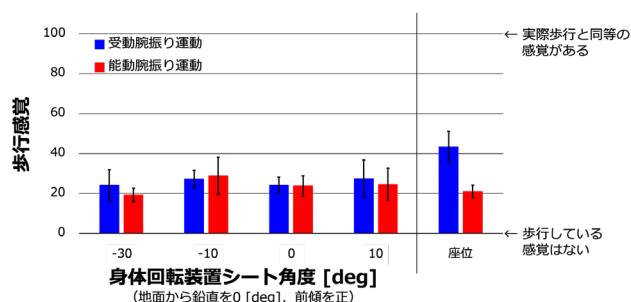


図3: 身体姿勢による歩行感覚の変化

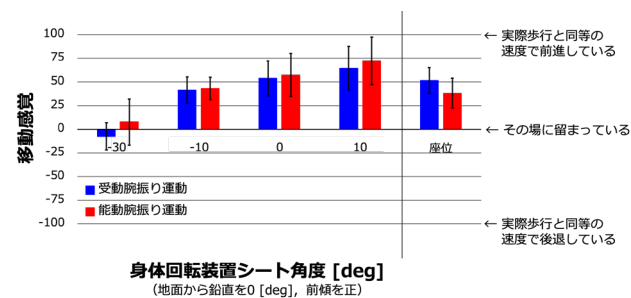


図4: 身体姿勢による移動感覚の変化

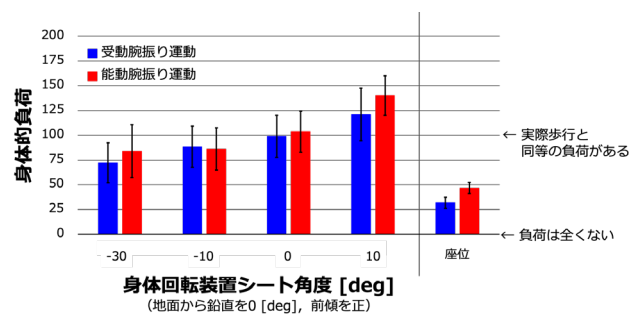


図5: 身体姿勢による身体的負荷の変化

謝辞 本研究は、総務省SCOPE(191603003)、JSPS 科研費(JP18H04118, 18H03283)、SCAT、JKAなどの支援により実施された。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] Slater M., Usoh M., Steed A.: Taking steps: the influence of a walking technique on presence in virtual reality. ACM Trans. on CHI 2 (1995), pp. 201-219.
- [2] 岩田 洋夫. 全方向無限平面を用いたロコモーションインタフェース, TVRSJ Vol. 5 No. 2 (2000), pp. 853-862.
- [3] 末田 岳, 阪直幸, VibolYem, 池井寧, 雨宮智浩, 北崎充晃: 上肢運動ディスプレイによるバーチャルリアリティ歩行の表現, 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2018), 32C-4