



巡回歩行感覚を与える刺激提示手法に関する研究

A Study of Stimulus Method to Present a Turning Walk Sensation

末田 岳¹⁾, 阪 直幸¹⁾, Vibol Yem¹⁾, 雨宮智浩²⁾, 北崎充晃³⁾, 佐藤 誠¹⁾, 池井 寧¹⁾

Gaku SUETA, Naoyuki SAKA, Vibol YEM, Tomohiro AMEMIYA, Michiteru KITAZAKI, Makoto SATO, and Yasushi IKEI

1) 首都大学東京 (〒 191-0065 日野市旭が丘 6-6, {sueta, saka, yem, mkt.sato, ikei}@vr.sd.tmu.ac.jp)

2) 東京大学 (〒 113-8654 東京都文京区本郷 7 丁目 3-1, amemiya@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)

概要: 本論文では, 巡回歩行感覚を生成する腕振り運動提示手法をについて検証した. 左右の腕で屈曲比率の異なる腕振り運動提示では, 身体のねじれによる身体方位の変化が見られた. また, 実際歩行時の主観的な身体方位を評価した結果, 進行方向の内側となることが確認された. そのため, 腕振り運動提示による身体のねじれが巡回歩行感覚を生成していると考えたが, 有意差はみられなかった.

キーワード: 歩行運動, 巡回歩行, 受動腕振り運動提示, 歩行 VR

1. 緒言

著者らは, 身体に受動的な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 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, 他者の経験やスキルを伝承することに目標が置かれている.

歩行を VR 表現するため, 本研究では腕振り運動を体験者に提示する (図 1). これまでの研究により, 巡回歩行感覚を生成するための腕振り量が求められている [3]. 本稿では, 腕振り運動によって巡回歩行感覚が生成されるときに, 身体方位の変化が関与するかという点を検証した結果を述べる.

2. 実際歩行時の身体方位の計測とその知覚

2.1 実際歩行時の身体方位の計測

モーションキャプチャシステムにより実際の巡回歩行時の進行方向に対する身体の角度を計測した. 実験参加者は平均年齢 22.6 歳の 5 名である. 巡回歩行の回転半径は {1, 2, 3} m とし, 左右両方の旋回を対象とした. 図 2 の点線に計測結果を示す. 一元配置分散分析の結果, 曲率半径に対して有意差が見られた ($p < 0.01$).

2.2 実際歩行時の身体方位の主観評価

実際巡回歩行時の進行方向に対する身体の角度が, どのように知覚されているか主観評価を行った. 実験参加者は平均年齢 23.5 歳の 13 名である. 回転半径 {1, 2, 3} m の左/右回り及び直線歩行を行い, その時の身体の方角を評価させた. 図 2 の実線に主観評価の結果を示す. 一元配置分散分析の結果, 有意差は見られなかった.

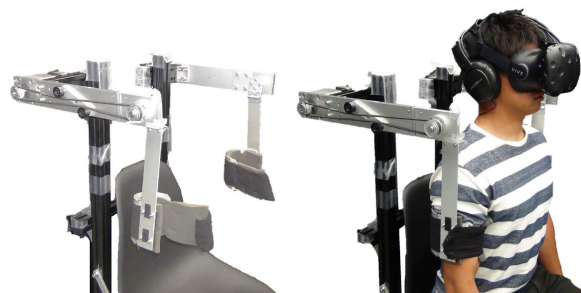


図 1: 腕振り運動提示装置

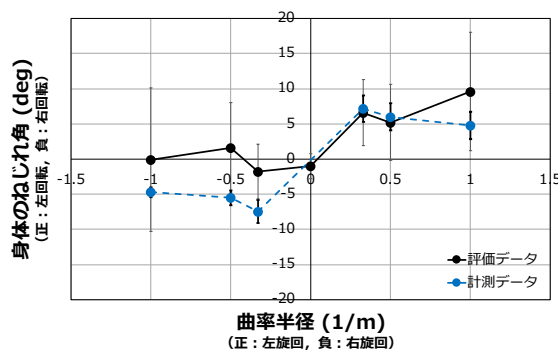


図 2: 回転半径による身体方位

3. VR 歩行における腕振り運動とその知覚

これまでの研究で, 腕振り運動提示の際に左右の腕の屈曲比率を変化させることで, 巡回歩行感覚の生成が可能なが示唆された. この理由について, 左右の腕の屈曲比率の差で座位の体験者の体幹がねじれて, 曲率の中心方向を向いたために巡回歩行感覚が生成されたという仮説を立てた. ここでは, 腕振り運動提示による身体のねじれと巡回歩行感覚の関係について検証する.

3.1 腕振り運動の提示装置

歩行時の腕振り運動感覚を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。本装置は着座部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。

3.2 腕振り運動提示時の身体のねじれ量

巡回歩行感覚を高めている身体の運動を調査するため、モーションキャプチャシステムを用いて装置による腕振り運動を提示している際の身体のねじれ量を計測した。実験参加者は平均年齢23.0歳の9名で、以前の研究で求めた[3]、回転半径{1, 2, 3} m (左/右回り) での巡回歩行に対応する刺激を提示した。測定結果を図3に示す。腕振り運動提示により身体が巡回方向にねじれ、曲率半径の増加に従ってねじれ量も増加している。一元配置分散分析では刺激の種類要因に有意差が見られた ($p < 0.01$)。

3.3 身体のねじれを抑制した際の刺激提示時の感覚の評価

3.3.1 実験目的, 参加者, 刺激

腕振り運動の提示による巡回歩行感覚生成の認知プロセスを解明するため、身体のねじれを抑制した状態での刺激提示を行い、その際の感覚について評価を行った。実験参加者は平均年齢23.0歳の9名である。提示刺激は、以前の研究により求めた腕振り提示量[3]のうち、回転半径{1, 2, 3} m (左/右回り) および直線歩行に対応した刺激であり、身体のねじれを抑制した状態と抑制しない状態で実験を行った。評価項目は歩行感覚(直線・左/右巡回), 巡回感覚である。

3.3.2 実験結果

実験結果を図4, 5に示す。それぞれの感覚について刺激の種類と身体のねじれの抑制の有無の2要因で二元配置分散分析を行った結果、右巡回歩行感覚のみ身体のねじれの抑制の有無の要因に有意差がみられた ($p < 0.05$)。

3.4 考察

実際歩行時の身体の方向の計測では、曲率の増加に伴い身体の角度が減少している。これは遠心力の作用によると推定される。また、身体の方向の主観評価では、標準誤差が非常に大きい。これは進行方向に対して身体がねじれていると感じた方向が内側と外側で二極化したためである。また、左右で非対称が見られる点は、今後さらに検討が必要である。そして屈曲率が左右で異なる腕振り運動を提示すると、身体がねじれて巡回方向に身体の正面が偏ることがわかった。身体のねじれの抑制による刺激提示時の感覚の評価では、右巡回歩行感覚以外では身体のねじれの抑制の有無の有意差がみられなかった。これは腕振り運動提示のみの刺激での評価であり、身体のねじれが抑制されたことで感覚に関する情報が減り、感覚を正確に知覚できなかつたためだと考える。

4. 結言

本研究では、腕振り提示手法をにより巡回歩行感覚が生成される認知プロセスについて検証した。また、身体のねじれが巡回歩行感覚を生成していると考えたが、有意差はみられ

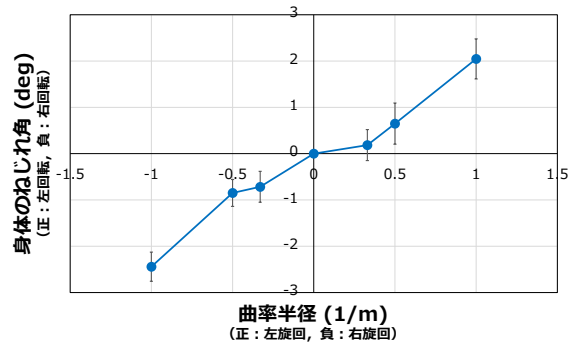


図3: 腕振り運動提示時の身体のねじれ

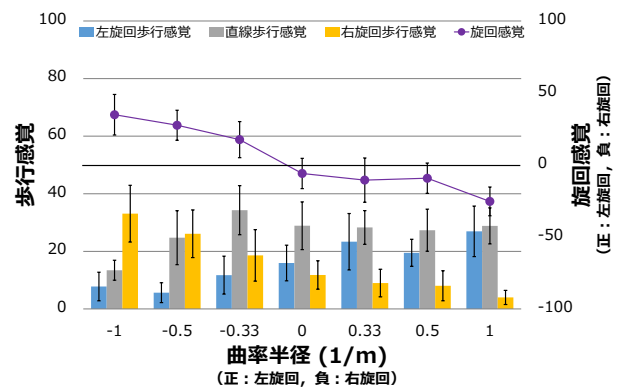


図4: 身体のねじれを抑制しない状態での感覚の評価

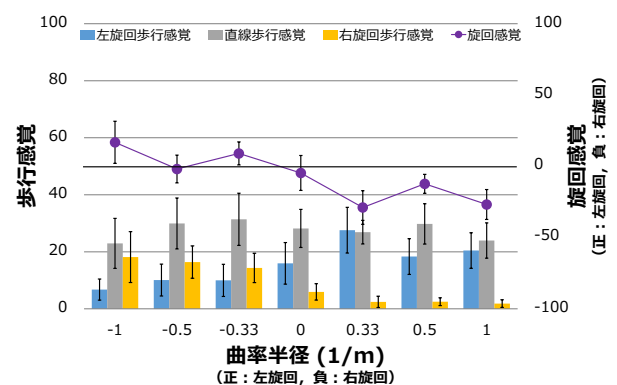


図5: 身体のねじれを抑制した状態での感覚の評価

なかった。今後は下肢駆動提示や前庭刺激提示を含めた統合刺激による巡回歩行感覚の評価実験や、身体方位を提示する装置を導入することでの感覚の生成を試みる。

謝辞 本研究は、情報通信研究機構イノベーション創出型研究開発#143 ウ 101, 総務省 SCOPE(受付番号 141203019), JSPS 科研費 (JP26240029, JP18055498) の補助を頂きました。深く感謝致します。

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, Vibol Yem, 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), pp.32C-4