

ベッド型歩行器具の他動歩行感覚を拡張する 没入型歩行感覚提示の印象に関する研究

Impressions by Presenting the Sensation of Immersive Virtual Walking with Expansion of the Sensation during Passive Leg Movement by Using a Bed-type Walker

尾方 寿好¹, 片桐 雅貴², 鈴木 裕利³, 石井 成郎⁴, 澤野 弘明²

Hisayoshi Ogata, Masaki Katagiri, Yuri Suzuki, Norio Ishii, Hiroaki Sawano

¹中部大学生命健康科学部, ²愛知工業大学情報科学部, ³中部大学工学部, ⁴愛知きわみ看護短期大学

¹College of Life and Health Sciences, Chubu University

²Department of Information Science, Aichi Institute of Technology

³College of Engineering, Chubu University

⁴Aichi Kiwami College of Nursing

hisaoga@isc.chubu.ac.jp

Abstract

The purpose of the present study was to determine impressions by presenting the sensation of immersive virtual walking with expansion of the sensation during passive walking-like leg movement (PWM) by using a bed-type walker. Virtual walking was provided by using a head-mounted display (HMD). The following three control trials were conducted: PWM without landscape change in the virtual environment, PWM without wearing the HMD and only virtual walking without PWM. More than 80% of the subjects gave positive comments such as “amusing”, “interesting” and “just like walking” for the trial in which virtual walking and PWM were combined, whereas half or less than half of the subjects gave such positive comments for the other trials, indicating that the combination of immersive virtual walking and PWM has the potential to provide positive impressions.

Keywords — Passive Walking-Like Leg Movement, Rehabilitation, Supine Posture, Virtual Reality

1. はじめに

歩行困難者の機能回復訓練に「他動歩行」がある。これは、機械や人の力によって脚を動かして歩かせる方法であり、歩行機能回復やフィットネス向上を図ることを目的として行われている[1]。これまでの他動歩行器具は立位姿勢で利用されていたが、社会の高齢化が進み寝たきり者が増加する現代において、寝た状態でも利用可能な運動器具が必要であると考えられる。そこで、我々はベッド型他動歩行器具を開発している(図1)。

使用者は器具上に仰向けの体勢になり、足裏に圧力が加わりながら股関節の屈曲伸張動作が課される。ところで、患者が歩行訓練を行う際、歩行動作改善のため正常な歩行を想像することが重要であると報告されている[2]。現状のベッド型他動歩行器具のみでは使用者が天井を見上げ、正常な歩行を想像することが難しく、また、退屈であるという問題点が挙げられている。そこで、これらの

問題点を解消するために、HMD (Head Mounted Display) を使用し、ベッド型他動歩行器具の脚の動きに合わせて仮想空間内のキャラクタの動きを同期させて、歩行の視覚情報を提示するシステムを提案する。この提案システムを使用することによって、如何なる印象を使用者に与えるのかを明らかにすることを本研究の目的とした。



図1 ベッド型他動歩行器具

2. 方法

1) 提案システム

本節では、ベッド型他動歩行器具を拡張する没入型歩行感覚提示システムを提案する。提案システムの構成を図2に示す。

被験者はベッド型他動歩行器具に仰向けの体勢をとり、HMD(OculusRiftDK2)を装着する。仮想空間内においてCGキャラクタが歩行を行い、CGキャラクタの一人称視点の映像を被験者に提示する(図3参照)。HMDには、センサが内蔵されており、頭部の動きに応じて映像がリアルタイムに追従するので、仮想空間に没入できる利点がある。仮想空間として、開発環境であるUnityで提供されている3D都市モデル空間アセットを使用した。

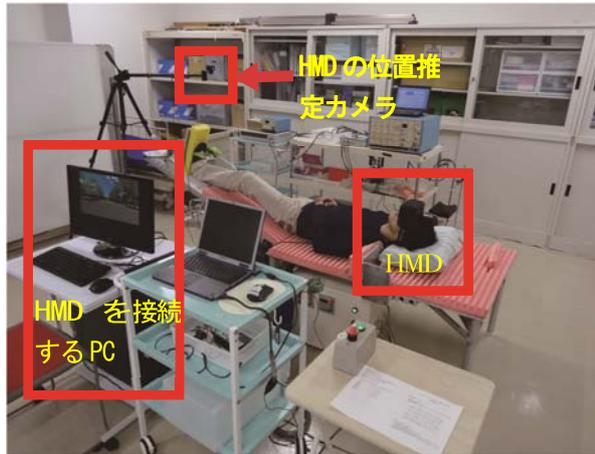


図2 システム構成図

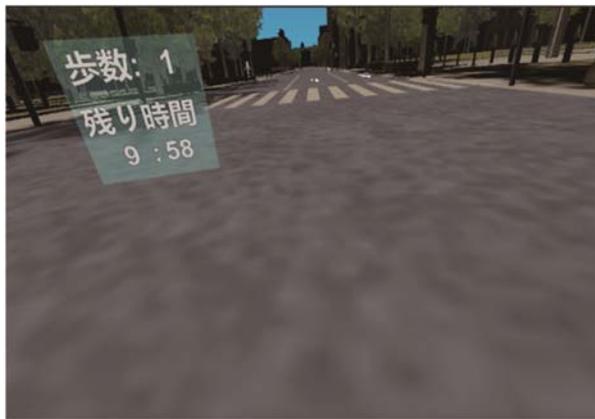


図3 提案システムの映像の一例

今回の実験では、他動歩行器具の動作周波数は、片足が上下して再び元の位置に戻ってくるまでを1周期として、0.3Hzの動作周波数で行った。つまり1周期は3.3秒である。これは、仮想空間内のキャラクタの1歩あたりの時間が約1.65秒であることを意味する。また、仮想空間内のキャラクタの1歩あたりの移動距離は64cmの設定とした。

2) 実験プロトコル

被験者は、10代から20代の男性24名とした。24名を6名ずつの4つのグループに分け、以下4種類の試技の1つに参加させた。一つ目は、提案システムを使用した試技(試技1)、二つ目は、ベッド型他動歩行器具のみを使用した試技(試技2)、三つ目は、提案システムにおいて仮想空間内の風景を変化させない試技(試技3)、四つ目はベッド型他動歩行器具を動作させず、仮想空間内の風景のみが変化する試技(試技4)である。

3) 印象評価方法

印象評価には定義法とSD (semantic differential) 法を用いた。前者は、特定のフォーマットに形容詞を記述させて印象を評価する方法である。後者は、形容詞対を用い

て印象を評価する方法である。図4にSD法の評価方法を示した。数直線を7等分して、目盛りの真ん中を「どちらでもない」とし、両側に向かって「やや」「かなり」「非常に」という尺度を設定した。用いた形容詞対は全75対であった。この構成は、評価因子(好き-嫌い、など)が31対、活動・力量・迫力性因子(迫力のある-迫力のない、など)が23対、アトラクティブ因子10対(面白い-つまらない、など)、その他の因子が11対であった。本研究では、数直線の目盛に左側から1~7の数字を当てはめ、Mann-WhitneyのU検定を用いて試技間での印象の差を比較した。有意水準は $P < 0.05$ とした。

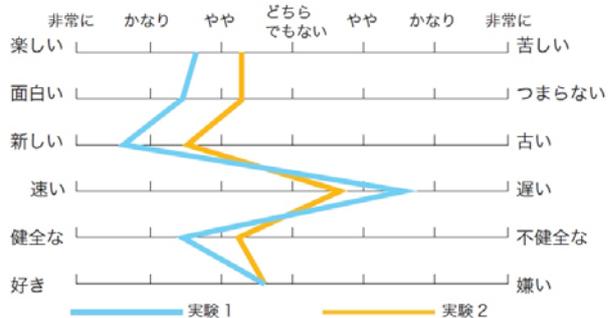


図4 試技1と試技2のセマンティック・プロフィールによる印象の比較

3. 結果および考察

試技1と試技2を比較した結果、75対すべての形容詞対について、印象に関する統計的な差は認められなかった。試技1と試技3を比較した結果、「良い-悪い」「明るい-暗い」「迫力のある-迫力のない」「温かい-冷たい」「緊張する-緊張しない」「熱い-冷たい」の項目に有意差が認められた。試技1の方がより「悪い」「暗い」「迫力のない」「緊張する」「冷たい」という評価であった。試技1と試技4を比較した結果、「全体的な-部分的な」「能動的な-受動的な」の項目に有意差が認められた。試技4の方が、より「全体的な」「能動的な」という評価であった。以上のようにSD法の結果からは、試技1はポジティブな印象は得られなかった。一方、定義法による印象評価については、試技1では「楽しい」「面白い」「歩いているようだ」といった肯定的な意見が被験者の8割以上から得られた。これに対し、試技2と3では「歩いている感じ」「歩いているような」という意見は、被験者の半数以下であった。また、試技3と4でも「楽しかった」「面白い」という意見は、被験者の半数であった。これらの結果から、試技1はより肯定的にとらえられていたと考えられる。一方、各試技において「動作音がうるさい」「歩いている

距離が短い」「歩いている感覚が遅い」といった装置の動作音や提案システムの移動距離やキャラクタの歩行速度についての意見も確認された。

4. 今後の課題

本研究で残された課題として次の2点を挙げる。一つ目は、提案システムの印象評価をより精密に行うことである。このためには、静かな動作音や、自然な歩行感覚を提示できるシステムを構築すること、立位他動歩行との比較を行うこと、SD法や定義法による印象評価にとどまらず、没入感そのものに関する調査 [3] を行うことが必要であると考えられる。二つ目の課題は、提案システムが歩行機能回復やフィットネス向上において、積極的効果をもたらすか否かを解明することである。これには、各種生理指標を評価することが必要である。

5. おわりに

ベッド型他動歩行器具による脚動作の感覚を拡張するため、HMDを用いた没入型歩行感覚提示システムを構築し、この印象をSD法と定義法の2つの方法で評価した。その結果、定義法から「楽しい」「面白い」「歩いているようだ」といった印象を得られたことから、本研究の提案システムは、肯定的な印象を与える可能性がある。

参考文献

- [1] Ogata H, Higuchi Y, Ogata T, Hoshikawa S, Akai M, Nakazawa K, (2009) “Pressor response to passive walking-like exercise in spinal cord-injured humans”, Clin Auton Res, Vol. 19, No. 2, pp. 113-122.
- [2] 大橋麻美, 保坂 章夫, 岡田 利香, 久保 通宏, 関根 由里, 古谷 信之, 増岡 泰三, 後藤 博, (2005) “脳卒中急性期片麻痺患者における歩行イメージ再学習後の歩容変化”, 理学療法学, Vol. 32, Suppl No.2, p. 441.
- [3] 渡邊 翔太, 長野 祐一郎, 岡ノ谷 一夫, 川合 伸幸, (2014) “仮想空間における没入感の定量化手法の提案-仮想空間内での身体移動のずれが没入感に及ぼす影響”, 2014 年度日本認知科学会第 31 回大会発表論文集, pp. 92-95.