仮想現実空間における振動スピーカを内蔵した

靴型デバイスによる足底への擬似圧覚提示

Presentation of pseudo-pressure to sole by shoe type device
with built-in vibration speaker in VR

5117E007-6　小栗　令央　　指導教員　菅野　由弘　教授

OGURI Reo　　Prof. KANNO Yoshihiro

概要：　VR・MR 環境で体性感覚を表現する手段として、クロスモーダル刺激と呼ばれる複数の感覚刺激が相互に作用することによって誘発される錯覚刺激が注目されており、様々な方法で検討されている。本研究では、足に生じるクロスモーダル刺激の可能性に着目し、VR 空間における歩行運動に歩行音を提示した場合に、振動条件・単一音条件・複数音条件の 3 条件間で体感される擬似圧覚の変化について調査することを目的として、VR 環境における歩行運動に歩行音を提示するシステムを開発し、評価実験を実施した。

キーワード：VR、クロスモーダル、歩行、擬似圧覚

Keywords: virtual reality, cross modal, walking, pseudo-pressure

１．序論

近年、VR（仮想現実）・ MR（複合現実）技術が再び注目を集め、VR 機器の開発や VR 分野の研究が活発に行われている。VRHMD（ヘッドマウントディスプレイ）の進化は、VR 空間や MR 空間の視覚的表現力を上昇させ、視覚以外の表現力も VR 分野の研究によって高まりつつある。中でも、触覚・力覚・圧覚といった体性感覚を VR 環境で表現することを目的としたアプローチが盛んであり、その表現手段として「クロスモーダル刺激」と呼ばれる、複数の感覚刺激が相互に作用することによって誘発される錯覚刺激が注目されている。

そこで本研究では、足に生じるクロスモーダル刺激の可能性に着目し、踏む・歩くといった運動に聴覚刺激を付加することで、擬似圧覚*1 が誘発されるか検証するためのシステムを開発し、3 つの聴覚刺激条件で実験を行った。

２．評価実験

本実験では、VRHMD・コンピュータ・スピーカアンプ・振動サンダル*2 で構成される VR 環境における歩行運動にアスファルト上の歩行音を提示する実験システム（図 1）を用いて、振動条件・単一音条件・複数音条件から成る 3 つの歩行音条件で実験参加者に歩行運動を行わせた。

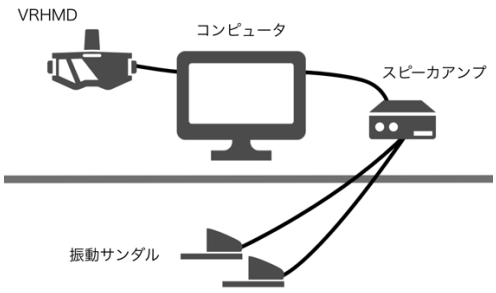

図１　実験システムの構成図

1. 実験システムを操作し、振動条件・単一音条件・複数音条件のうち 1 条件をランダムに設定する
2. 実験参加者に VRHMD と振動サンダルの着用を指示し、1 分間歩行運動をさせる
3. 一度 VRHMD と振動サンダルを外させ、体感した擬似圧覚について、ノート PC に表示された VAS 法を用いた評価アンケートに回答させる

これら一連の試行を 1 セットとして、全ての歩行音条件について実験を行った。歩行時に表示されるプログラム画面を図 2、実験中における実験参加者の様子を図 3 に示す。

評価アンケートでは、以下に示す 2 つの質問についてスライダーの操作によって回答させた。

1. 感じられた歩行感覚は現実のアスファルトと比べてどの程度でしたか？
2. 歩行時に感じた床面の硬さはどの程度でしたか？

図２　プログラム画面

図３　実験参加者の様子

３．結果と考察

質問 1「感じられた歩行感覚は現実のアスファルトと比べてどの程度でしたか？」の評価値について一元配置分散分析を実施したところ、有意差が認められた（$p < 0.01$）。また、Holm 法による多重比較検定を実施したところ、単一音条件・複数音条件において振動条件よりも評価値が有意に高いことが認められた（$p < 0.01$）。

質問 2「歩行時に感じた床面の硬さはどの程度でしたか？」の評価値について一元配置分散分析を実施したところ、有意差が認められた（$p < 0.05$）。また、Holm 法による多重比較検定を実施したところ、単一音条件・複数音条件において振動条件に対し有意傾向が認められた（$p < 0.1$）。

実験結果より、VR 空間における視覚情報に即した歩行音を足部に提示することは、振動成分のみを足部に提示する場合よりも強い歩行感覚を与えられる可能性を示している。また、振動条件よりも、単一音条件・複数音条件の方が歩行時の床面が硬く感じられる可能性が示唆された。

４．結論

本研究の結果より、VR 空間における視覚情報に即した歩行音を足部に提示することがもたらす擬似圧覚が、足部の体性感覚表現に有力である可能性が示すことが出来たと考えられる。

現段階では現実世界と同様の体性感覚を再現するには至らないが、擬似圧覚と触覚デバイスを組み合わせることで、より高精度な体性感覚の表現力が期待できる。

今後の課題として、開発したシステムのプログラム面・振動サンダル面における問題点の改善が挙げられる。また、本実験の手法をアスファルト以外の歩行音についても実施し、包括的な擬似圧覚データベースの構築を目指していきたい。

注：

*1　視覚刺激・聴覚刺激によって生じる圧覚のクロスモーダル刺激

*2　実験システムに用いる、振動スピーカを内蔵した靴型デバイス