

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12127

研究課題名(和文) 頭部での侵食感と浸透感を提示する触覚インタフェースの提案

研究課題名(英文) Tactile interface that presents the sensation of penetration in the head

研究代表者

橋本 直 (Hashimoto, Sunao)

明治大学・総合数理学部・専任准教授

研究者番号：60610615

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、頭部に物体が侵入する感覚について科学的な調査を行った。侵入感を生起させる圧覚刺激条件を調べる実験では、ヘッドマッサージャの移動距離と脚の本数がそれぞれ増加するにつれ、参加者が体感する侵入感も大きくなることが示唆された。また、侵入感を生起させる最低要件がヘッドマッサージャの移動距離は4cmから8cmの間、ヘッドマッサージャの脚の本数は4本から12本の間が存在することが示唆された。振動刺激の付与によって異なる種類の侵入物体の提示を試みる実験では、心音の振動提示によって有機物の表現が可能であり、掘削音の振動提示によって無機物の表現が可能であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バーチャルリアリティの体験を充実させる手段としてさまざまな触覚提示の技法が提案されているが、頭部を対象とした触覚提示には未だ開拓の余地がある。過去の研究において、ヘッドマッサージャを用いることで頭部に植物の根が侵入する感覚を提示できることは確認されていたが、それがどのような条件で生起するのか、異なる種類の侵入物体を表現できるのかについては未検証であった。本研究では科学的な手続きに基づいてそれを調査し、一定の知見を導くことができた。本研究で得られた科学的知見は、頭部での侵入感を提示するデバイスやエンタテインメントコンテンツを設計する際に有用な情報となることが期待できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, a scientific investigation was conducted on the sensation of object penetration into the head. Experiments to investigate the pressure stimulus conditions that generate the sensation of penetration suggested that the penetration sensation experienced by participants increased as the distance traveled by the head massager and the number of legs increased, respectively. It was also suggested that the minimum requirements for the sensation of penetration existed between 4 cm and 8 cm in the distance of the head massager and between 4 and 12 legs of the head massager. Experiments in which different types of penetrating objects were presented by the application of vibratory stimuli suggested that vibratory presentation of heart sounds could represent organic objects, while vibratory presentation of drilling sounds could represent inorganic objects.

研究分野：ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

キーワード：バーチャルリアリティ エンタテインメントコンピューティング 触覚インタフェース

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

バーチャルリアリティ (VR) の体験を充実させる手段としてさまざまな触覚提示の技法が提案されているが、頭部を対象とした触覚提示には未だ開拓の余地がある。過去の研究において、ヘッドマッサージャを用いることで頭部に植物の根が侵入する感覚を提示できることは確認されていたが、物体の侵入感がどのような条件で生起するのか、異なる種類の侵入物体を表現できるのかについては科学的に検証されていなかった。侵入感提示に関して、よりコンパクトな装置設計や表現力のあるコンテンツ設計を行えるようにするには、これらを調査する必要があった。

### 2. 研究の目的

本研究では、2つの目的を設定し、実験1と実験2の2種類の実験を行う<sup>2</sup>。実験1では、頭部において侵入感が生起する圧覚刺激の空間的・時間的パラメータについて調査するために、ヘッドマッサージャによる圧覚刺激を提示する装置を作成し、圧覚刺激の提示箇所の数、距離、移動速度を変化させ、参加者が知覚する侵入感を比較することで、圧覚刺激の提示条件とそれによって生起される侵入感の関係を調査することを目的とする。実験2では、実験1の装置に振動モータによる振動刺激提示を追加し、複数の振動パターンの提示を行うことで、参加者が知覚する頭部への侵入物体の種類を識別可能であるかを調査することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 実験装置

頭部での侵入感を提示する実験装置を、ボールねじアクチュエータ (Akozon 社) とヘッドマッサージャ、マイコンボード (Arduino 社, Arduino Uno) を用いて構成した (図1)。今回使用したヘッドマッサージャには、17cm の長い脚と 13cm の短い脚がそれぞれ 6 本ずつ存在している。ボールねじアクチュエータはマイコン制御により、移動速度と移動距離を操作可能であり、これによってヘッドマッサージャによる圧覚刺激の移動距離、移動速度を変化させる。また、ヘッドマッサージャは装置から着脱可能であり、使用するヘッドマッサージャの交換によって、ヘッドマッサージャの脚の本数を変更する。実験2では、上記の装置に対して、振動モータ (ALPSALPINE 社, ハプティック®リアクタ) とオーディオアンプ (LEPY 社, LP-V3S) を追加し、音声信号入力による振動を付与できるようにした。

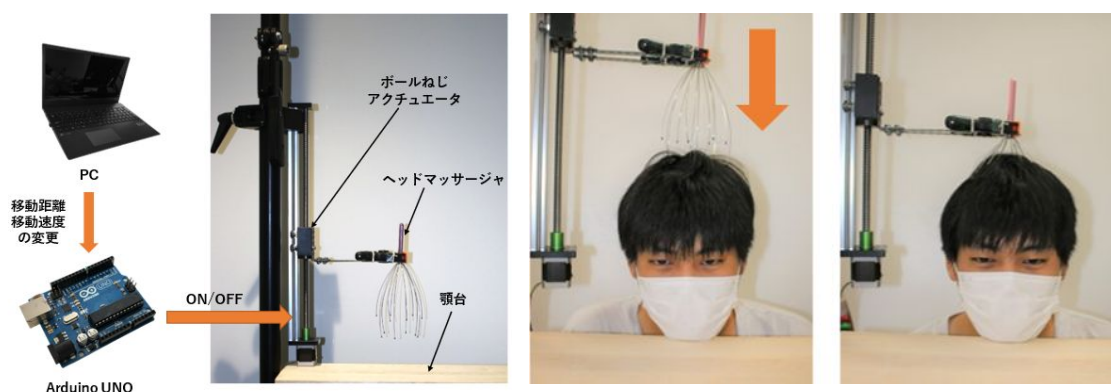


図1 実験装置 (左: 装置構成, 右: 動作の様子)

#### (2) 実験1: 侵入感が生起する圧覚刺激の条件についての調査

実験条件としてヘッドマッサージャの移動距離、移動速度、脚の本数の3条件を設定した。各条件にはそれぞれ3種類のパラメータを設定した。実験参加者にはいずれか1つの条件について3種類のパラメータすべてをランダムな順番で体験させ、パラメータ間での比較を行う。比較を行わない条件については、設定したパラメータ数値内の最大値に固定して実験を行った。実験では、参加者の頭部に対し設定されたパラメータでヘッドマッサージャの下降・上昇を行った。1種類のパラメータにつき5回の試行を設定し、計15回の試行をランダムな順番で行った。参加者には、1回の試行ごとに参加者が体感した侵入感について、アンケートで「1:全く感じない」

<sup>1</sup> 本研究課題では当初「侵食感」という単語を用いていたが、より適切な表現である「侵入感」という単語に置き換えることとした。

<sup>2</sup> 本研究課題では当初「頭部に生物や機械が侵入する感覚」に加え「頭部に液体が浸透する感覚」も調査対象としていたが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴うプロジェクト進行の遅れにより、前者を中心的に調査する方針を採った。

から「7:非常に強く感じる」までの7段階のリッカート尺度で回答させた。

### (3) 実験2：振動刺激の付与による侵入物体の識別についての調査

実験条件として4種類の振動パターンを用意した。振動パターンは2つの区分に分けられており、それぞれ有機物の表現目的の振動と無機物の表現目的の振動とした。参加者にはすべての振動パターンをランダムな順番で体験させ、パターン間で参加者内比較を行った。

## 4. 研究成果

実験1の結果、ヘッドマッサージャの移動距離と脚の本数がそれぞれ増加するにつれ、参加者が体感する侵入感も大きくなることが示唆された。また、侵入感を生起させる最低要件がヘッドマッサージャの移動距離は4cmから8cmの間、ヘッドマッサージャの脚の本数は4本から12本の間が存在することが示唆された。実験2の結果、心音の振動提示によって有機物の表現が可能であること、掘削音の振動提示によって無機物の表現が可能であることが示唆された。以上のことから、頭部への圧覚刺激によって生起する侵入感について、これまでは不明であった物理的な条件の最低要件を明らかにすることができた。また、先行研究で行われていた植物の根の表現以外に、触手やドリルを侵入物体として表現可能であることが示唆された。

本研究で得られた侵入感の生起条件についての知見は、今後新たにデバイス設計を行う際の有用な指針となり得る。本研究で作成した装置は非常に大がかりなものであるが、生起条件を満たすことのできるより小型な装置は物理的に構成可能であると考えられる。また、振動刺激のもととなる音声信号の種類を変えることで侵入物体にバリエーションを持たせることが可能であると判明したので、共通の提示装置において表現の異なるエンタテインメントコンテンツ(例えば、モンスターに触手で襲われる表現や、宇宙人に頭部を機械で改造される表現など)の実装が期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 菊子桃太郎, 橋本直
2. 発表標題 頭部での侵入感生起における刺激提示条件の検証
3. 学会等名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------