

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：32514
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2020～2022
課題番号：20K11280
研究課題名(和文) パーチャルリアリティ技術を基盤とした聴覚情報処理機能改善アプリケーションの開発

研究課題名(英文) Development of Virtual Reality AT (VRAT) for supporting auditory processing improvement

研究代表者
香山 綾子 (Kohyama-Koganeya, Ayako)
川村学園女子大学・生活創造学部・教授

研究者番号：70312270
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：聴覚情報処理機能向上のためのバーチャルリアリティ(VR)を用いた訓練用アプリケーションの開発し、その有効性の検証を行った。アプリケーションは、聴覚情報処理障害(APD)の背景要因と考えられている注意機能やワーキングメモリ機能に焦点をあて雑音下での聞き取り訓練ツールとして設計し、APDの症状を訴える被験者5名に対して2週間の訓練を実施した。その結果、全ての被験者が雑音の比率が上がった環境下での訓練が可能になっていた。アンケート調査からは、訓練ツールとしてシリーズ化されることを期待する回答が複数得られ、開発アプリケーションが聴覚情報処理機能の向上のための訓練ツールとして機能す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
開発したVR技術を導入した聴覚機能向上のための訓練アプリケーションは、訓練の効率化、及び、使用者の訓練へのモチベーション維持・向上効果が認められた。様々な背景要因によって生じるAPDの症状改善には、個々の背景要因に合わせた訓練アプリケーションを準備する必要がある。VR技術は、患者の特性に合った訓練内容の設定が容易なることから、広い対象者に適応可能な聴覚機能向上の訓練アプリケーションの開発・提供が可能と考えられる。今後、注意機能やワーキングメモリ以外の背景要因に対応したアプリケーションを順々に開発していくことにより、より多くの聞き取り困難に悩む方を支援するツールとして発展していくことが期待される。

研究成果の概要(英文)：Auditory training (AT) is an important component of rehabilitation for patients with auditory processing disorder (APD). A training utilized a computer-based auditory training (CBAT) approach have been frequently used, but the Japanese version of CBAT does not exist. Thus, we developed CBAT using Japanese for Japanese user APD individuals to support continuous auditory training. Virtual Reality (VR) technology was introduced to our CBAT(VRAT) to reproduce real world hearing environment and increase adherence to AT. Furthermore, VRAT was devised as an interesting and enjoyable training to keep user's motivation. All participants who complain listening difficulties (n=5) could conduct the training using VRAT under lower S/N ratio after two weeks training and favorably impressed good reviews. These results indicate that VRAT might be a viable tool for training auditory processing skills. However, long-term comparative studies are needed to demonstrate its effectiveness.

研究分野：分子生物学

キーワード：聴覚情報処理障害 パーチャルリアリティ 聴覚情報処理機能 訓練アプリケーション

1. 研究開始当初の背景

聴覚情報処理障害(Auditory Processing Disorder : APD)では、末梢聴力には明白な異常を示さないが、雑音下や複数の会話下などの聴取に負荷のかかる状況下で聴取の困難を示す。APDの要因として、中枢性聴覚情報処理障害や心理的な問題が考えられている。APDの支援としては、補聴器を含めた環境調整、心理的な支援、聴覚訓練が考えられているが、APDの特性は個々に異なり、その背景要因、診断、介入方法は確立されてはおらず、対策が求められている。

これまでに実施されている聴覚訓練は、聴覚訓練課題を用いる雑音下聴取検査、複数音声下聴取検査、両耳分離検査などで構成される聴覚情報処理機能検査使用される聴取課題が訓練として用いられることが多く、聴覚情報処理機能向上のための専用訓練ツールは存在していない。欧米では聴覚情報処理機能の向上を目的とした訓練アプリケーション(アプリ)の開発が進められているが、日本語版の訓練アプリは存在していない。そこで、本研究では日本語版の聴覚情報処理機能の訓練アプリ(VRAT)の開発及びその有用性の評価を行なった。

2. 研究の目的

- (1) バーチャルリアリティー(VR)技術を導入した聴覚情報処理機能向上のための日本語の訓練アプリの開発
- (2) 開発アプリの有用性の検証

3. 研究の方法

本研究では、VR技術を用いて訓練アプリケーションを開発し、その有用性を検証した。VR技術は、人に擬似的な知覚情報を提示し、現在存在している世界とは異なる世界での体験を獲得する技術である。従って、VR技術を用いることで、立体音響を用いた現実環境に近い形の仮想空間の作成が可能になるだけでなく、より没入感が高く現実感を強く感じられる訓練が行え、訓練と日常生活の結びつきが強くなると想定されるからである。さらに、VR技術により訓練の定量指示と定量評価が可能になり、訓練の効率化と使用者のモチベーション維持・向上を期待できるデザインとした。単調な反復訓練が続く訓練では、その意味や目的が認識されず、訓練に対するモチベーションを低下させることになるからである。

4. 研究成果

- (1) バーチャルリアリティー(VR)技術を導入した聴覚情報処理機能向上のための日本語の訓練アプリの開発

今回のアプリは認知側面である注意機能やワーキングメモリーの機能改善に焦点を当てた訓練アプリとして設計した。

1-1 開発要件の抽出

森田らの研究結果を参考にし、アプリケーションに要求される機能は以下の項目とした。

- 1) 既存の聴き取り課題と同様な訓練課題を提供すること、2)実際にその場にいるかのような没入感を得られるために Head Mounted Display(HMD)を用い一人称視点体験を可能にすると同時に没入感を生み出すこと、3)立体音響を用いて、現実と近い聴取環境を作成する

こと、4) 興味・娯楽性を付与して使用者のモチベーションを保つような、ゲームを模したユーザーインターフェースにすること、5) 使用者の正誤に合わせて S/N 比が自動で変化すること、6) 学習効果を高めるために正解不正解のフィードバックを与えた後、最後に訓練全体についてのスコアを提示すること、7) 訓練を継続して行うことを想定し、1 回の訓練は 4 課題、5 分未満で終わられるようにすること。

1-2 システムデザインと開発環境

自宅での訓練指導者を必要とせずに 1 人で訓練を行うことを想定し、Oculus Quest 2 HMD を用いた。アプリケーションの開発には総合開発環境の Unity®(Unity Technologies Inc., SF, CA)を用いた。

1-3 課題文の作成

専門家（言語聴覚士）の協力のもと、雑音負荷課題、複数音声下聴取課題等の聴覚情報処理機能検査で使用されている訓練課題を参考に訓練課題を作成した。

1-4 アプリのデザイン

再現する訓練環境は、森田らの研究で行った APD 患者会にて直接患者からの聴き取り調査で得られた実生活上における困難を抱える場面の中から 2 場面抽出した (図 1)。これらの仮想訓練環境では雑音が再現されるように設計し、その雑音下で課題文を聞き取り、課題文の内容を記憶し、質問に回答する仕様にした。課題文と質問はランダムに提示することとし、訓練への慣れ防止とモチベーション維持を図った。

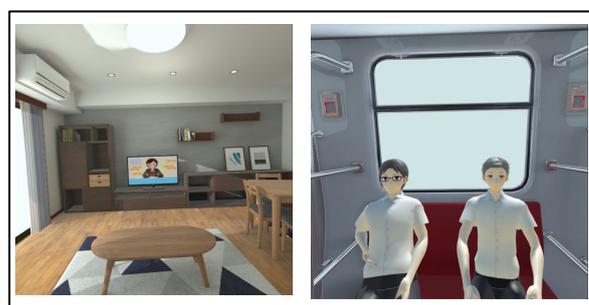


図 1 仮想空間内に作成した訓練環境
家の居間でテレビを見ている空間(左)と電車内(右)

1-5 訓練の難易度調整とスコアの提示

訓練の難易度は、訓練結果に応じて自動的に調整される仕様とした。具体的には、訓練結果に応じて次回の訓練の難易度が変化するように設定した (全問正解であれば、次回の訓練では雑音の比率が上がる)。そして、使用者のモチベーションを維持するための報酬として、その訓練結果と訓練難易度 (S/N 比) の推移を使用者に提示した (図 2)。



図 2 訓練後のスコア提示場面
訓練結果(左)と難易度の推移(右)

(2) 開発アプリの有用性の検証

健常者 (10 名) に開発アプリを使用してもらい、VR 酔いといった VR アプリのリスクの有無を検討するとともに、アンケート調査を実施し開発アプリのユーザビリティを検証した。その結果、VR 酔いなどの不快な症状が現れることなくアプリによる訓練を行えること、また日常生活での聞き取り環境を再現できていることがわかったので、次に聞き取り困難の症状を訴える被験者 5 名に対して検証実験を行った。VR アプリを 2 週間使用してもらい訓練効果を検証するとともに、アンケート調査によるユーザビリティも検証した。2 週間の訓練により、どの被験者も雑音の比率が上がった環境下での訓練が可能になっており、開発アプリが聴覚訓練ツールとして機能することが示唆された。開発アプリは、訓練にゲーム的要素を付加するとともに、訓練結果を定量的に表示し訓練効果を可視化した仕様にした。この工夫に関して被験者からは、モチベーションの低下を防ぐ効果があるとの意見が得られたものの、さらに長期間にわたり訓練を継続するには、コンテンツを増やして欲し

いとの意見が挙げられた。一方、HMDの使用そのものに嫌悪感を示され実験に参加されないケースもあり、HMDが万人に受け入れられツールではなく、HMD使用のハードルを下げる工夫が必要なことが課題としてあげられた。

今後の課題としては、引き続き実験に協力していただける被験者の数を増やしデータを収集し、開発アプリの有用性を客観的に示せるようにすること、及びアプリのコンテンツの拡大が挙げられる。

引用文献

小渕千絵, 原島恒夫. きこえているのにわからない APD[聴覚情報処理障害]の理解と支援. 学苑社; 2016. ISBN-13: 978-4761407858.

小渕千絵. Assessment and Treatment of Auditory Processing Disorders. 音声言語医学 . 2015;56(4):301-307.

Pokorni JL, Worthington CK, Jamison PJ. Phonological awareness intervention: Comparison of fast forward, earobics, and lips. J Educ Res. 2004;97(3):147-158.

森田 一平, 香山 綾子, 斎藤 季, 小渕 千絵, 小山 博史, VRAT : 仮想空間を用いた聴覚情報処理訓練法の提案 VR医学/17 巻 (2020) 1号、p23-32

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 森田一平 香山綾子 斎藤季 小淵千絵 小山博史	4. 巻 17(1)
2. 論文標題 VRAT : 仮想空間を用いた聴覚情報処理訓練法の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 VR医学会	6. 最初と最後の頁 23-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔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 香山 綾子, Lem Wey Guan, 斎藤 季, 小淵 千絵, 小山 博史
2. 発表標題 仮想空間を用いた聴覚情報処理訓練用アプリケーションの開発
3. 学会等名 第20回 日本VR医学会学術大会
4. 発表年 2021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
研究分担者	斎藤 季 (Saito Toki) (00646466)	東京大学・大学院医学系研究科(医学部)・特任助教 (12601)	
研究分担者	小山 博史 (Oyama Hiroshi) (30194640)	東京大学・大学院医学系研究科(医学部)・教授 (12601)	

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
---------	---------