

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02730

研究課題名（和文）盲児のためのVRによる基礎歩行支援システムの構築

研究課題名（英文）Construction of a basic walking support system using VR for blind children

研究代表者

下村 有子 (shimomura, yuko)

金沢大学・設計製造技術研究所・研究協力員

研究者番号：70171006

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：我々はVRを用いたトレッドミル上で歩行練習するシステムを構築した。VR上で盲児が歩くことにより、盲児はいろいろな音響を選別し、その音響に従って歩行を行っていく。コロナ下のために装置が届かないなどトラブルも発生したが、システムは構築され、盲児での実験でも良好な結果が得られた。現在の練習システムは1パターンであるが、いろいろなオプションを付加することにより、より現実的な個人個人に適合するシステムになると思われる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

盲児の歩行練習は危険が多く、盲児の不安も大きい。その上に歩行訓練士が不足している。我々は前述の課題を解決するためにVRを用いたシステムを構築した。トレッドミルを用いることにより、盲児は実際の道路を歩かず、危険がほぼない。また歩行訓練士も不要になり、付き添いの支援者が同時に何人もの盲児の安全を確認することができる。また盲児が1人で何回も練習することが可能になる。盲児の不安も減り、安全性が保たれる。

研究成果の概要（英文）：We constructed a system to practice walking on a treadmill using VR; by having blind children walk on the VR, the blind children select various sounds and walk according to those sounds. Although there were some problems, such as the equipment not being able to reach the treadmill due to the corona, the system was built, and good results were obtained in experiments with blind children. The current practice system is a single pattern, but by adding various options, it is expected to become a more realistic system that can be adapted to each individual.

研究分野：福祉情報工学

キーワード：盲児の歩行支援 VRシステム 全方向トレッドミル 歩行シミュレーター VR歩行支援 脳内地図作成システム

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

1. 研究開発当初の背景

今までに VR を用いた歩行訓練は 1990 年代から脳卒中・身体まひの人々に対しての機器製作が行われている。2018 年には、白杖にコントローラを設置し VR 空間を歩行する機器を Micro Reserch らが製作している[4]。これらは歩行訓練を行うための VR 機器製作である。一方、脳内地図の研究も行われている。しかし、VR ゲームで用いられている最新型全方向トレッドミルを用いた盲児に対する歩行能力育成や基礎歩行訓練は世界でも初めての試みとなる。VR は視覚によって仮想空間をアバターで体験することが普通であるが、盲児は見ることができない。しかし我々は、トレッドミルで、聴覚と触覚を用いて歩行訓練育成を行う。

2. 研究の目的

本研究の目的は、盲児に安全・安心に歩き方の基礎を教えることである。盲児の初めての歩行訓練は危険であり人手が多くかかる。しかしながら、歩行支援を行う盲学校教員の数は減少している。歩行訓練士は盲児の実際の歩行を中心に訓練し、歩行のための能力育成時間は少ない。

我々は VR を用いることによって、歩行による盲児の脚力の増強のほかに、盲児の環境認知能力、地理的空間認知能力、臨機応変能力の育成を図る。環境認知能力では音の識別・音源の定位・音の反射・反響音の認知育成、地理的空間認知能力では脳内歩行地図の制作育成、臨機応変能力では危険音での反応能力を育成する。

3. 研究の方法

1.VR 歩行空間地図システムの構築

このシステムは VR 上の仮想空間を作成するために、地図を用いて VR の 3 次元歩行空間を構築する。下村・和田で Unity、C 言語などを用いて行う。

1-1.地図システムの構築：始点 A から終点 B まで歩行する VR 歩行地図システムを構築する。

1-2.総合システムの構築：1-1 の VR 地図システムにランドマークの音を付加したシステムを構築する。ランドマークは変化しない音もあるが、変化する音（信号機・自動車の移動音など）についてはランダムに発生させ、遠近の音の大きさも考慮する。

2.盲児歩行用トレッドミルの改造と歩行支援

ハードウェア改造は浅川・和田が行い、歩行支援は下村、和田で行う。

2-1.児童用に改造：スピード、大きさ、機能制限など児童用にトレッドミルを改造する。

2-2.街中の音システムの制作：ランドマークとなる音（自動車、自転車、子供の声、信号の音など）を聞かせ、音の名前、場所、動き等を当てさせる。

2-3.歩行支援：トレッドミル上で直進、左右折などを指示し、歩けるかチェックする。また、音の種類、動きを聞き分けさせ、危険な場合は立ち止まる等の指導を行う。

3.VR 歩行支援システムの構築と評価

上記の 1 と 2 で作成したシステムを組み合わせ、盲児の脳内に歩行地図を作らせ、トレッドミルで VR 空間を歩行させる。最初は健常者にアイマスクを装着させて実験を行い、安全性が確保された後に、盲児で実験を行う。開発段階ごとに実際に盲児によって評価してもらい、次の段階に向けて改良を行っていく。ここは下村が中心となり、全員で担当する。

4. 研究成果

(1)令和3年度の研究成果

令和3年度は、VR 歩行空間地図システムの構築を行った。Unity を用いて、VR 空間を製作し、歩行地図を数種類製作した。そのシステムを検証するために、回転いすを用いて、そこに座り、足踏みをすることによって仮想空間上を歩行するシステムを構築した。歩行は前進のほか、左右曲がることのできるものとし、実験被験者には口頭で地図を指示し、被験者がその頭に描いた歩行地図の通り、被験者が出発点から到着点まで歩くシステムである。右折は回転いすを右に90度回す、左折は左の回転いすを90度回すことによって体の回転を行うので、安全である。

盲児のためのシステムであるために、その実験はアイマスクをした健常者、アイマスクをした子供、視覚障害者の大人の順で行った。それぞれ安全性を考え、シートベルトで回転いすに体を密着する方法をとった。各自の脳内に歩行地図はおおむね間違いなく作られ、歩行ができた。そのうえで、街中に存在する音響を追加した。例えば、自動車の音、音響信号機の音、川の流れる音、子どもの遊ぶ声、自動ドアの音や案内音声である。また実際の音のように、右から左に動く自動車音や、前から後ろに動く自動車音、公園に近づくと大きくなる子供の声など、目が見えなくても音だけで歩行する盲人のように環境を設定した。それらの音に従って、回転いすの足踏みでVR上を歩いてもらい、これも実験で検証した。音無しの場合の実験よりも正解率は低下したが、繰り返し練習をすることにより正解率は向上するものと思われる。

(2)令和4年度の研究成果

令和3年度に搬入予定だった全方向トレッドミルが令和4年度に搬入され、この装置のハードウェア改良が令和4年度を中心となった。装置は大人用の小さい子供でも使用できるように改良し、安全ベルトも子供用に改良した。この装置に例w3年度に作成したVR 歩行空間地図システムの移行を行った。令和3年度は椅子システムで行っていたため、安全ベルトで安全性が確保されていたが、全方向トレッドミルとなると子供がふらふらしており、子供の体勢が不安定になる。また椅子システムは方向転換も90度に設定されていたが、トレッドミルはどの方向にでも動かせるために、微妙にずれが発生する。この調整にも手間取り、現在完全に解消されていない。今後の課題になる。

検証実験は盲学校で行った。椅子を用いたVR 歩行空間地図システムの実験を盲児で行った。令和3年度に行った健常者実験で出た課題は音源の発生がずれる、点字ブロックの位置が分かりにくい道路に飛び出す、などがあった。これらの課題を解決したものである。盲児による実験は2人であったが、実験結果はほぼ良好であった。一方、全方向トレッドミルを用いた実験は、安全性に配慮しながら、VR ゴーグルで目をふさいだ健常の大人実験、健常の子供実験を行った。ともに頭の中に歩行地図ができ、うまく歩くことができた。しかし、音源誘導がうまく機能せず、システムの作り直しが必要になった。これらの実験で出た課題を解決し、令和5年度は盲児の実験を行う。

(3)令和5年度の研究成果

令和5年度は令和4年度に構築したトレッドミルシステムを完成させた。令和4年度のシステムはいくつかの問題点があった。音源のずれ、点字ブロックの位置ずれなどである。そのため、再度構築しなおして、システムを完成させた。実験に置いても良好であった。その結果を踏まえて、国際学会で発表し、世界の人々にVRでの

視覚障害者支援システムを紹介した。ヨーロッパとアジアの2つの国際学会で発表したが、両方とも好意的であった。特にヨーロッパは多くの人々が興味を示し、海外でも十分にこのシステムが通用することが分かった。

3年間通して、コロナで装置の延着やトラブルも多く発生したが、全般を通して良好にシステムが完成した。小さい課題が2-3残っているが、この問題点も令和6年度中に解決するつもりである。

令和3年度はVR歩行地図システムの構築を行った。しかし、トレッドミルが到着せず、仮の装置として回転いすでのシステムを構築した。その回転いすでの実験では脳内に地図が作られたと思われ、非常措置としては良好な結果が得られた。

令和4年度は到着が遅れていたトレッドミルが来たために、回転いすで構築していたシステムをトレッドミル用に改変した。思った以上に変更部分が多く、てこずったが、令和4年度中にトレッドミルシステムの構築が完成した。そのあと、視覚障害者、健常の子供、視覚障害を持つ子どもで実験を行った。すべての結果においておおむね良好であった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 下村有子
2. 発表標題 Support System to Create a Map in the Head for Blind Children -Walking Simulator for Blind Children-
3. 学会等名 APIEMS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関龍太郎
2. 発表標題 盲児のためのVRによる基礎歩行支援システムの構築
3. 学会等名 日本精密工学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下村有子
2. 発表標題 Walking Simulator used swivel chair for blind children
3. 学会等名 AAATE2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関龍太郎
2. 発表標題 Development of Orientation and Mobility Training System for Visually Impaired Children using VR - Application of omnidirectional treadmill
3. 学会等名 AAATE2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下村有子
2. 発表標題 Walking Simulator for Blind Children in VR using Treadmill - Incorporate Elements of Gamification -
3. 学会等名 APIEMS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023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	和田 紘樹 (Wada Hiroki) (00450007)	金城大学短期大学部・美術学科・准教授 (43304)	
研究分担者	浅川 直紀 (Asakawa Naoki) (50231874)	金沢大学・設計製造技術研究所・教授 (13301)	

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