



認知症高齢者向け二線吊式 VR 体験装置の マルチモーダル化による没入感向上

Multimodal Experience by Two-Wire Suspended VR Device for Elderly with Dementia

松井 尚樹¹⁾, 岩井 大輔¹⁾, 仁木 一順²⁾, 佐藤 宏介¹⁾

Naoki MATSUI, Daisuke IWAI, Kazuyuki NIKI, and Kosuke SATO

1) 大阪大学 大学院基礎工学研究科 (〒 560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3,
n.matsui@sens.sys.es.osaka-u.ac.jp, {daisuke.iwai, sato}@sys.es.osaka-u.ac.jp)

2) 大阪大学 大学院薬学研究科 (〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-6, k-niki@phs.osaka-u.ac.jp)

概要: 現在、認知症治療薬は有効性が低く、認知機能低下を抑制しうる非薬物療法の開発が求められている。また、コロナ禍による施設療養者や入院患者の面会制限に伴うストレスケアやメンタルケアの必要性も高まっている。そこで、本研究では認知機能の低下抑制および、ストレスやメンタルのケアに有用な VR システムである、二線吊式 VR 体験装置の開発を行った。また、VR コンテンツとして昭和の街並みを再現した 3D 空間モデルと、癒しの映像の 2 種類を用意し、各シーンに応じた音や香りを放出させる機構を導入することで、没入感の向上を図った。

キーワード: 医療・福祉, 認知症, マルチモーダル, 嗅覚刺激

1. はじめに

近年、日本では 65 歳以上の高齢者人口が増加しており、総人口に占める割合は、2019 年 9 月時点で 28.4 % となっている。高齢化に伴い、認知症高齢者の数も増加しており、2012 年時点では高齢者の 7 人に 1 人が認知症患者であったのに対し、2025 年には高齢者の 5 人に 1 人が認知症に罹患すると予測されている [1]。このような背景から、認知症は今や社会課題の一つとなっている。現在、認知症治療の中心は薬物療法であるが、莫大な費用がかかることや、治療薬の有効性が低いことから、薬物を使用しない、安価な非薬物療法の開発が求められている。

また、昨今の COVID-19 の影響も相まって、メンタルケアやストレスケアの需要も高まっている。例えば、療養施設の利用者や入院患者は、家族との面会を制限されており、感染防止に留意しつつ精神状態を良好に保つ手段の確立が求められている。

これらの状況を解決し得る手段として、近年、バーチャルリアリティ (VR) 技術を活用した手法が注目を集めている [2]。Niki らは、がん患者や認知症高齢者に対する新たな医療手段の確立を試み、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いた VR 技術によるケア手法が、重篤な副反応を引き起こすことなく不安感などの精神症状を改善することを示唆した [3]。

しかしながら、高齢者の療養目的で HMD を活用する場合、以下のような懸念すべき事項が挙げられる。

- 高齢者自身で HMD のヘッドバンドの装着や調整が



図 1: 認知症高齢者向け二線吊式 VR 体験装置

できない場合、支援者による補助が必要となる

- 長時間の利用を目的とした場合、ヘッドバンドによる頭部への締め付け感や、HMD そのものの重量により身体的負担が生じる

これらの観点から、認知機能や身体機能が低下した高齢者にとって、HMD のヘッドバンドの装着と調整は容易でないという課題点がある。

そこで、本研究では、ヘッドバンドを必要としない、装着と取外しが容易な VR システムとして、二線吊式 VR 体験装置を提案する (図 1)。この装置では、2 個の滑車と環状ワイヤを用いて、HMD を上から吊り下げ、初期姿勢を俯



図 2: システム使用時の様子（奥手のモニターは比較実験用）

角方向に傾ける。このような構造にすることで、ユーザは上から覗きこむような姿勢で HMD を使用でき、ヘッドバンドの装着が不要になる（図 2）。また、ユーザは頭部重量を HMD に預けることができるため、より身体的負担の小さい VR 体験を提供することが可能となる。

さらに、本研究では、VR 体験の没入感を向上させることを目的として、各 VR シーンに応じた聴覚刺激や嗅覚刺激を提示する機構を導入することで、装置のマルチモーダル化を図る。マルチモーダル化により VR 体験の没入感が向上することで、ケア手法の効果がさらに高まることが期待される。

2. 二線吊式 VR 体験装置

提案システムの全体構成を図 1 に示す、この装置は、療養施設や自宅での使用を想定しており、持ち運びや設置が容易である必要がある。そのため、それぞれの感覚刺激を提示するモジュールをひとまとめにした、オールインワンボックス型の装置であることを念頭において装置を構築した。また、装置の奥にはディスプレイを設置した。これは、ユーザが見ている映像を支援者が確認するためであるのと、今後、高齢者にとって HMD と湾曲ディスプレイのどちらで VR 体験を行うのが最適なのかを比較する調査を行う予定であるからである。この調査の詳細に関しては、4 章の今後の展望で述べる。

2.1 視覚提示部

装置の根幹をなす HMD の二線吊式構造を図 3 に示す。2 個の滑車と環状ワイヤで上から吊るされた HMD は、HDMI ケーブルで制御用 PC と接続し、制御用 PC で表示したコンテンツがそのままディスプレイに映し出される。また、ヘッドトラッキングを行うために、HMD には姿勢センサ（9 軸 IMU センサ、WitMotion 社製、BWT901CL）を取り付けており、制御用 PC と無線通信することで、VR コンテンツ内の視点を制御する。HMD の下側面には、ハンドグリップを取り付けており、これを左手で持つことで、HMD の装着感を保持する。このような構造にすることで、ユーザはヘッドバンドの装着と調整を必要とせず、座位の状態で、上から覗きこむ姿勢で HMD を使用することが可能となる。また、



図 3: 環状ワイヤと滑車による HMD の二線吊式構造

常に環状ワイヤが張るように頭部重量を HMD に預けながら頭を動かすことで、ユーザは身体的負担の小さい VR 体験が可能となる。このとき、ユーザが HMD を持ち上げて遮眼子のように扱ってしまう動作を防止するため、2 本の伸縮ワイヤ（ゴム紐）を用いて HMD を下方に牽引した。この下方牽引により、ユーザが HMD を持ち上げようとするときと下方に張力がかかるほか、直観的に操作方法が理解できる。

2.2 聴覚・嗅覚提示部

VR 体験の没入感を向上させるために、制御用 PC で提示する VR コンテンツの各シーンに応じた音や香りを放出する機構を導入した。

聴覚提示部として、スピーカ（OROROW 社製、Buruna ワイヤレススピーカ）を用いた。スピーカは、無線通信で PC と接続し、特定の VR シーンにおいて、PC 側からあらかじめ用意しておいたサウンドを再生するようにした。

また、嗅覚提示部として、アロマディフューザ（アロマジョイン社製、AromaShooter）を用いた。ディフューザは内部に 6 個のカートリッジが設置できるようになっており、あらかじめ放出させたい香りのカートリッジを設置しておくことで、匂い放出が可能になる。さらに、放出時間や、香り同士をカスタマイズさせた香りを放出することが可能である。また、アロマディフューザは有線通信で PC と接続し、スピーカと同様に、特定の VR シーンにおいて香りが放出されるようにした。

2.3 並進移動入力インタフェース

VR コンテンツ内を自由に歩き回る機能を追加するために、ジョイスティック（HORI 社製、ファイティングスティック mini）を導入した。ジョイスティックは PC と有線接続し、PC のキーボード入力と対応させた。ユーザは右手でジョイスティックを操作することで、キーボード操作による並進移動より容易に、かつ直感的に分かりやすい操作で VR コンテンツ内を移動することが可能になる。

これらの各感覚刺激の提示部や、入力インタフェース等のユーザ環境と、制御用 PC および VR コンテンツとの間のシステム構成を図 4 に示しておく。



図 4: システム構成



図 5: 「みろくの里」コンテンツの提示例（左：教室，右：喫茶店）

3. VR コンテンツ

本研究では、制御用 PC で提示する VR コンテンツとして、実世界を再現した 3D 空間モデルと、癒しの映像の 2 種類を用意した。以下で、それらの概要を簡単に述べる。

3.1 3D 空間モデル

3D 空間モデルは、Matterport 社¹が提供する、Web ベースの VR プラットフォーム²を使用したものである。本プラットフォームでは、Matterport 社が提供する 3D スキャンカメラを用いて撮影された、複数枚の 360 度画像を繋ぎ合わせることで作成される、実世界を再現した 3D 空間モデルが利用できる。本研究では、広島県福島市にある、昭和の街並みを再現したテーマパーク「みろくの里」³を実収録した 3D 空間モデルを用意した（図 5）。

テーマパーク内には教室やバー、喫茶店など、昭和感あふれるスポットが随所に配置されており、各スポットに応じた適切な音や香りを放出させることで、没入感や臨場感の向上を図る。

3.2 癒しの映像

癒しの映像は、YouTube サイトから 2 種選んだ（図 6）。映像ではゆったりとした音楽が流れるが、癒し効果をさらに向上させるために、映像シーンに応じた香りを放出させる。具体的には、図 6 左のようなシーン⁴の場合は桜の香りを、図 6 右のようなシーン⁵の場合にはラベンダーの香りを放出させる。

¹<https://matterport.com/>

²<https://matterport.github.io/showcase-sdk/index.html>

³<https://www.mirokunosato.com/itsuka>

⁴https://www.youtube.com/watch?v=LDKWQ7_Dn5M

⁵https://www.youtube.com/watch?v=_JZmL4m1QPc



図 6: 癒しの映像コンテンツの提示例（左：桜，右：ラベンダー畑）

4. 今後の展望

本稿では、認知機能や身体機能が低下した高齢者にとって、より身体的負担の小さい VR 体験を提供するための VR システムである、二線吊式 VR 体験装置を提案した。また、VR 体験の没入感を向上させるために、VR シーンに応じた音や香りを放出させる機構を導入した。今後は、構築した装置を実際に認知症高齢者に実際に使用してもらい、装置の有用性を検証する実験を行う予定である。また、2 章の冒頭でも述べたように、認知症高齢者向けの VR 体験において、HMD と湾曲ディスプレイとかどのような療養目的やコンテンツに適しているかは明らかにできていない。この課題についても、今後被験者実験を実施して調査することで、より最適なシステムへと近づけたい。さらに将来的には、VR シーンに応じた触覚刺激を提示するインターフェースを開発し、装置と連携させることで、没入感のさらなる向上を図ることを考えている。

謝辞 本研究は、ダイキン工業株式会社 Di-CHILD 先導研究プログラムの助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 内閣府. 3. 高齢者の健康・福祉. <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/gaiyou/s123.html>. 2021 年 7 月 16 日閲覧.
- [2] Nathan MD, Cunha, Dung Nguyen, Nenad Naumovski, Andrew J McKune, Jane Kellett, Ekavi N Georgousopoulou, Jane Frost, Stephen Isbel. A mini-review of virtualreality-based interventions to promote well-being for people living with dementia and mild cognitive impairment. *Gerontology*, Vol. 65, No. 4, pp. 430–440, 2019.
- [3] Kazuyuki Niki, Megumi Yahara, Michiya Inagaki, Nana Takahashi, Akira Watanabe, Takeshi Okuda, Mikiko Ueda, Daisuke Iwai, Kosuke Sato, and Toshinori Ito. Immersivevirtual reality reminiscence reduces anxiety in the oldest-old without causing seriousside effects: A single-center, pilot, and randomized crossover study. *Frontiers in HumanNeuroscience*, Vol.14, p.595, 2021.