

レビー小体型認知症患者の幻視体験シミュレータの検討と試作

湯川貢嗣¹ 山道将平¹ 脇部佑太¹ 南舜次郎¹
中茂睦裕¹ 大恵克俊¹ 渋谷良太¹

概要：日本を含む世界の多くの国で、認知症患者の増加が深刻な問題となっており、患者を支援する体制、技術について様々な研究が行われている。しかしその中で、患者の日常生活を支援するために、家族や介護福祉士等の患者の周囲の者が患者の症例についての理解を支援するシステムの研究は少なく、重要な課題として残っている。本研究ではレビー小体型認知症患者の幻視を、ユーザが HMD で体験可能にするシステムの仕様を検討し、試作を行った。本システムでは、幻視体験したい実空間を 3D スキャンした仮想空間内をユーザが HMD で見て歩き回れるようにし、その空間中に指導者が指定した位置に幻視をリアルタイムで配置する。また、幻視に触れると幻視が消える、幻視が視界に入るとしばらくすると消えるインタラクションを実装した。

キーワード：教育用 VR、患者シミュレータ、幻視、レビー小体型認知症

A Prototype of Simulator for Experiencing Hallucination of Dementia Patient

MIZUKI YUKAWA^{†1} SHOHEI YAMAMICHI^{†1} YUTA WAKIBE^{†1}
SHUNJIRO MINAMI^{†1} MUTSUHIRO NAKASHIGE^{†1} KATSUTOSHI OE^{†1}
RYOTA SHIBUSAWA^{†1}

Abstract: The number of patients with dementia is increasing in many countries around the world. In order to support dementia patients, it is necessary for medical profession and the patients' family to understand the cases of them. With this background, we propose a simulator that enables medical professionals and patients' families to experience hallucination of patients with Lewy body dementia. Our system first uses a 3D scanner to scan the space in which the user wants to experience the hallucination. We then convert the 3D spatial data to be viewed on an HMD and synthesize the hallucination images. The system allows a patient who has experienced hallucination or a dementia specialist to adjust the appearance of the hallucination in real time while experiencing the hallucination in VR space.

Keywords: Virtual reality for education, Patient simulator, Hallucination, Lewy body dementia

1. はじめに

世界の多くの国で高齢化が進展しており、認知症の患者数が急増している。内閣府および厚生労働省の推計を合わせると、日本国内の全人口に対する認知症患者の人口の比率は、2060年に約12%まで増加すると予想されている[1][2]。認知症は慢性的な疾患であり、患者の QOL(Quality of Line)、患者数の急激な増加、および医療従事者の不足の観点から、患者全てが医療福祉施設に入所するような状況は考えられない。そのため、認知症の患者と共に生活する家族や、認知症患者とコミュニケーションする人の数が増えていくことも予想される。このように認知症患者の支援は、世界的に重要な課題である。

認知症患者の支援として、患者の身体に危険が及ばないように見守る等の直接的な支援がまず重要である。また、患者の日常生活の支援を考慮すると、そのような直接的な支援だけでなく、患者の家族や医療従事者に対する間接的

な支援が必要となる。その間接的な支援の一つとして、認知症患者のことを正しく理解して支援できる家族、周囲の人、医療従事者の教育支援は重要である。

国内の認知症患者の約5人に1人は、レビー小体型認知症を患っているとされており、アルツハイマー病、脳血管性認知症とともに三大認知症の一つである[3]。レビー小体型認知症の特徴的な症状は、実際には存在しない人や生物が見える幻視や幻聴である[4]。幻視や幻聴を体験したことのない患者の家族は、患者のそれらの症状の報告に理解ができずに、介護の不安は非常に大きくなる。

上記の背景を踏まえ、本研究では、認知症患者の家族や介護福祉士、看護師等の医療従事者が、患者の幻視体験を行えるようにし、その際に指導者がその幻視体験をリアルタイムで操作するシステムの仕様を検討し、試作を行った。本システムの改良を継続することにより、医学部や看護学部、専門学校等の教育機関においても、患者の幻視や幻聴を体験させる実習が可能になると期待できる。

^{†1} 第一工業大学
Daichi Institute of Technology

2. 関連研究

本研究の関連研究との位置づけを図 1 に示す。

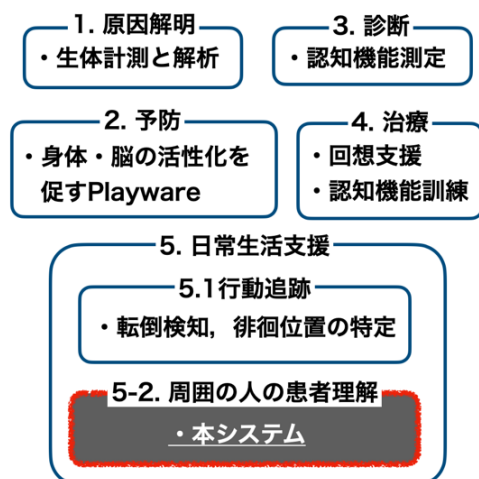


図 1 認知症に対する支援技術
Figure 1 Assistive technology for dementia.

認知症の原因解明については、PET や fMRI による脳機能の計測、解析に関する研究が行われている。認知症の予防の研究では、ゲームによって高齢者の身体運動や認知機能を促す研究が行われている[5][6]。診断に関しては、現在臨床試験で行っているものを、コンピュータゲームで実現する研究などが行われている[7][8]。治療に関しては、アプリによって写真と質問を生成する回想支援システム等が研究されている[9][10]。また、患者の日常生活を支援するシステムとして、転倒検知システム等が研究されている[11]。本研究はこれらの認知症患者の支援に関する研究と異なり、図 1 の“周囲の人の患者理解”を支援することで、間接的に認知症患者を支援することを目的としている。

図 1 の“周囲の人の患者理解”にカテゴライズされる研究は少ないが、医療教育用患者シミュレータの中には、重りや視界が狭くなるメガネを装着して、妊婦や身体機能が低下した高齢者の体験をできるようにするものがある[12]。認知症患者の幻視体験を可能にするものとしては、(株)シルバーウッド社が、認知症患者の体験シミュレータを製品化している[13]。しかし、この製品でユーザが Head-Mounted Display (HMD) を装着して体験できることは、予め作られたコンテンツを見ることである。これは非常に良く構成されたコンテンツではあるが、認知症患者の家族が普段介護を行っている自宅の空間内でどのように幻視が起きるかを体験できない。また、ユーザが幻視に触れると消える等のユーザのアクションに対する反応も体験できない。

本研究では、利用者の自宅など、利用者が体験したい空間を 3D CG 化し、その空間での幻視体験を可能にする。また、ユーザの動きと幻視映像のインタラクションを実装している。また、指導者が幻視体験中のユーザの幻視体験をリアルタイムでコントロールできるようにしている。

3. システムの設計

3.1 幻視体験空間の生成

本システムの概要を図 3 に示す。本システムでは、まず LiDAR と RGB カメラを使ったデバイスで、幻視体験したい空間をスキャンして、その 3D データとテクスチャ画像を取得する必要がある。本試作では、iPad Pro (第 4 世代)および 3d Scanner App[14]を用いた。なお、本システムでは LiDAR と RGB カメラによる 3D データではなく、全天球カメラで撮影した画像データを用いることも可能であり、RICOH THETA V[15]での動作確認を行った。

そのデータを幻視エディタに取り込み、幻視体験ソフトウェアで表示する仮想空間と幻視のデータを生成し、幻視体験ソフトウェアに取り込む。幻視エディタはノート PC

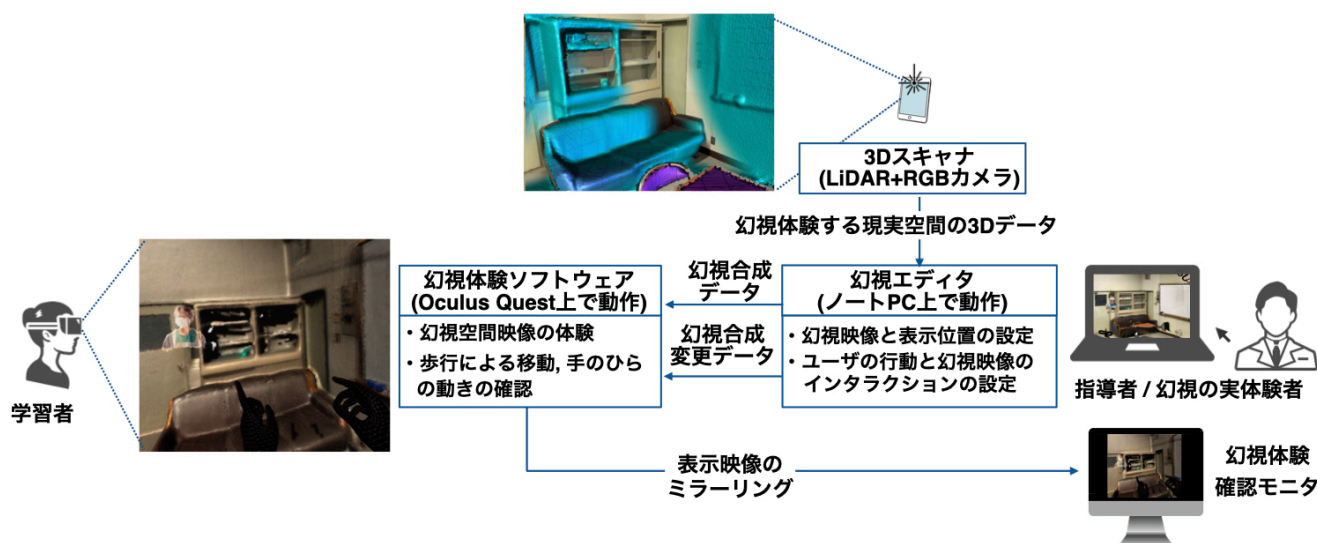


図 2 システムの概要
Figure 2 System overview.

上で、幻視体験ソフトウェアは HMD の Oculus Quest[16]上で動作する。幻視の物体としては、レビー小体型認知症患者の症例で良く報告されている、人の影、害虫が表示されるようにした。本システムで、HMD を装着した学習者が見る映像の例を図 3 に示す。図 3 中の左側に存在する人物は幻視であり、ゆっくり歩行しながら徐々に消滅する。

3.2 ユーザと幻視とのインタラクション

Oculus Quest では、ユーザの頭部の動きを 6 自由度で、ユーザの手の 48 箇所の特徴点を 3 自由度で計測できる。このセンシング機能を利用して、1)手で幻視の物体に触れると幻視映像が徐々に消滅する、2)幻視の物体がユーザの視界に入って数秒かけて徐々に消滅する機能を実装した。手で幻視の物体に触れ、幻視が消滅している途中の様子を図 4 に示す。

HMD を装着したユーザ(学習者)が幻視体験ソフトウェアを体験している最中に、指導者は幻視エディタをマウス操作して表示させる幻視とその位置を指定し、学習者が見ている幻視をリアルタイムで変化させることができる。ユーザの動作と適切な幻視のインタクシオンを全て予測して設定することは困難である。学習者が指導者の意図しない行動をとった時などにも、学習者の様子を観察している指導者が幻視体験を調整することで、リアリティのある体験を継続させられるようになる。幻視エディタの動作 PC と HMD は WiFi で LAN に接続されており、これらのデータを TCP で通信するように実装した。また、学習者が HMD で見ている映像を無線でモニタにミラーリングし、指導者もその映像を確認できるようにした。モニタのミラーリングには Chrome Cast[17]を用いた。



図 3 表示される幻視の例
Figure 3 Example of hallucination.



図 4 触れると幻視が消滅する例
Figure 4 Hallucination that disappear when touched

幻視エディタと幻視体験ソフトウェアは Unity[18], C#を用いて実装した。また使用した 3 つの幻視は、Unity の Asset Store で無償提供されているもの[19], [20], [21]を使用した。

4. 評価実験

4.1 実験の手順

本システムを用いて、20 代の被験者 12 名に、1 人ずつ実験を行った。本実験に先立ち、実験を行う場所を 3D スキャンし、図 5 のデータを生成した。また、虫、動物、人間の 3 つの幻視の 3D データを予め用意した。これらの幻視を、図 6、図 7、図 8 に示す。



図 5 実験空間の 3D データ
Figure 5 3D data of the experimental space.

各被験者は、この 3D データ化された空間と同じ場所に立ち、ヘッドマウントディスプレイを装着してもらった。被験者はこの仮想空間を 360 度見回すことができ、歩き回

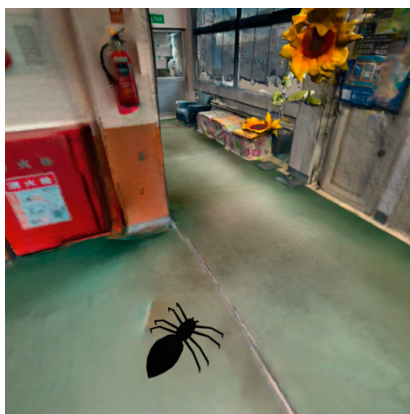


図 6 虫の幻視
Figure 6 Hallucination of insect.



図 7 動物の幻視
Figure 7 Hallucination of animal.



図 8 人の幻視
Figure 8 Hallucination of human.



図 9 実験時の被験者の様子
Figure 9 A subject during an experiment

表 1 実験の条件

Table 1 Condition of experiment.

条件名	1 番目の 幻視映像	2 番目の 幻視映像	3 番目の 幻視映像
A	虫	動物	人
B	虫	人	動物
C	動物	虫	人
D	動物	人	虫
E	人	虫	動物
F	人	動物	虫

ることも可能である。そして、幻視ディタの操作を実験者が行い、虫、動物、人の3種類の幻視を順番に幻視を表示した。被験者は各幻視を見つけたあと、HMDを取り外し、現実空間中のどこに幻視が見えていたかを指差ししてもらった。また、虫、動物の幻視には触れると消えるインタラクションが設定し、人の幻視は歩行と徐々に消える設定をしており、これらが正常に動作しているかアンケートによって調査を行った。表示する幻視の順番が実験の結果に影響を与えないように、表 1 に示す6つの条件を用意し、12人の被験者を2人ずつこれらの条件に割り当てた。

4.2 実験の結果

まず、全ての被験者は、表示した全ての幻視の存在を把握できていた。また、幻視が表示されていた仮想空間上の位置と現実空間上の位置を正しく対応付けすることができていた。また、人の幻視が徐々に消えていくこと、動物と虫の幻視が触れた時に徐々に消えていくことも、全ての被験者が確認できていた。この結果から、本システムを用いることにより、幻視体験させたい現実空間中に、指導者が幻視を仮想的に配置して、学習者に幻視体験をさせられることを確認できた。また、幻視に触れると幻視が消えてしまう、最初は幻視が見えていたが徐々に幻視が消えてしまう等の視覚効果も、学習者に体験させることが可能であることを確かめられた。

被験者から回答のあった本システムの感想を表 2 に示す。多くの被験者がリアリティのある幻視体験ができたと感じられている。

表 2 被験者の感想
Table 2 Subject's impressions.

被験者	感想
A,B	リアルでびっくりした。
C	急に出てくるのでびっくりした。
D,E	まるで本物を見ているかのような感覚だった。
F	思っていたよりもリアルだった。
G	今日自分が体験したような事が日常的にある人があると思うと、その人は大変そうだと感じた。
H	思っていたより現実感があった。
I	ホラー体験のようだった。
J	VR 酔いを感じなかった。
K	さっきまで何もなかった所に急に現れるのは怖かった。
L	普段見えていたものが、唐突に現れるのに恐怖を感じた。

5. 本システムの応用

本研究のコンセプトを図 10 に示す。本研究では患者の周囲の者が、直接観測できない患者の認識空間を、それを再現した VR 空間を通して体験し、患者の理解を深められるようにすることをコンセプトとしている。本研究では、レビー小体型の認知症患者の理解を対象としているが、このコンセプトのもと本システムを応用することによって、薬物中毒者の幻覚、色覚異常、視野狭窄等の視覚異常、感覚過敏等、患者の理解を支援する様々なシステムの実現につながると考えられる。

Duan ら[22]は多言語を使う会話の中で、話を聞く相手が理解しやすいように、話者に対してよりゆっくり話す必要性を気づかせるシステムを研究している。この研究で示されているように、多様性を内包する社会の実現において、他者の理解、他者と自分の認識、感覚の違いを理解することが重要である。本研究のコンセプトも、この考え方に準ずるものであり、VR による体験を通じて、障がいや疾患についての理解を深めることで、多様性の内包に貢献するものである。

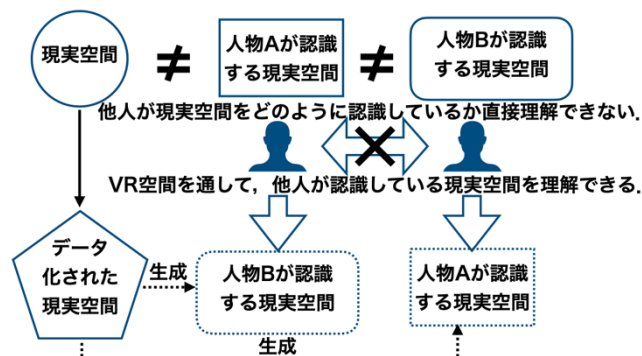


図 10 人工現実空間による他者の認識空間の理解

Figure 10 Understanding of others through VR.

6. まとめと今後の課題

本研究では、現実空間の 3D スキャナ、HMD、HMD と通信する端末によって、利用者が体験したい空間で幻視を体験でき、指導者がその幻視をリアルタイムで変化させられるシステムの設計、およびその実装方法を示した。

今後、本システムを認知症についての研究および教育を行っている専門家に対しての利用評価を行う予定である。また、その結果をもとに本システムを改良し、学習者の教育効果を測定する実験を行う。

また、敵対的生成ニューラルネットワークによる幻視映像の生成、パターン認識により幻視を表示する位置を提案するような機能があれば、訓練者はより簡単に幻視を設定できるようになると考えられるため、これらの研究開発を行う予定である。

また、認知症患者の特徴的な症例を包括的に再現するため、幻聴についての研究開発にも取り組む予定である。

謝辞 本研究の実験に協力して頂いた被験者に深く感謝する。

参考文献

- [1] “内閣府 平成 24 年版高齢社会白書(全体版)”, https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/zenbun/sl1_1_02.html, (参照 2021-2-9).
- [2] “厚生労働省 認知症の人の将来推計について”, <https://www.mhlw.go.jp/content/000524702.pdf>, (参照 2021-2-9).
- [3] 西崎未和, 尾崎章子, 村岡宏子. レビー小体型認知症患者の家族介護者における生活の常態化. 日本看護科学会誌, 2013, Vol. 33, No. 3, p. 91-99.
- [4] 長谷川典子, 池田学. 認知症とせん妄, 2014, 日老医誌, No. 51, p. 422-427.
- [5] 洪沢良太, 中茂睦裕. 操作方向と進行方向の一致を考慮した移動ロボット操作手法の提案. 信学技報, 2020, vol. 120, no. 136, p. 83-88.
- [6] Shibusawa, R., Nakashige, M. and Oe, K. MarioControl: An Intuitive Control Method for a Mobile Robot from a Third-Person Perspective. In Companion Proceedings of the 2020 Conference on Interactive Surfaces and Spaces (ISS '20). 2020, November, no. 2020, p.9-13.
- [7] Sawyer, P., Sutcliffe, A., Rayson, P. and Bull C. Dementia and social sustainability: challenges for software engineering. In Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering. 2015, IEEE press, vol. 2, p. 527-530.
- [8] Tong, T., Chan, J. and Chignell, M. Serious Games for Dementia. In Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion, 2017, p. 1111-1115.
- [9] Carós, M., Garolera, M., Radeva, P., Giro-i-Nieto, X. 2020, Automatic Reminiscence Therapy for Dementia. In Proceedings of the 2020 International Conference on Multimedia Retrieval, Association for Computing Machinery, p. 383-387.
- [10] Boumpa, E., Charalampou, I., Gkogkidi, A. and Kakarountas, A. Home Assistive System for Dementia. In Proceedings of the 21st Pan-Hellenic Conference on Informatics. 2017, Association for Computing Machinery, p.1-6.
- [11] 松岡伸吾, 横弘倫, 小川英邦, 米沢良治. 認知症高齢者安全生活支援システム. 医療情報学, 2012, vol. 32, no. 6, p.275-285.

- [12] 渋沢良太. 医療教育用患者シミュレータの現状と今後の展望. 信学技報. 2019, vol. 119, no. 202, p. 55-60.
- [13] “シルバーウッド VR 認知症”, <https://angleshift.jp/dementia/>, (参照 2021-2-9).
- [14] “3d scanner app”, <https://apps.apple.com/us/app/3d-scanner-app/id1419913995> (参照 2021-2-15).
- [15] “RICOH THETA V”, <https://theta360.com/en/about/theta/v.html> (参照 2021-2-15).
- [16] “Oculus Quest”, <https://www.oculus.com/quest/> (参照 2021-2-15).
- [17] “Chrome Cast”, <https://store.google.com/product/chromecast> (参照 2021-2-15).
- [18] “Unity”, <https://unity.com/> (参照 2021-2-15).
- [19] “prism bucket Animated Spider”, <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/insects/animated-spider-22986> (参照 2021-2-15).
- [20] “Zealous Interactive Golden Tiger”, <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/mammals/golden-tiger-55797> (参照 2021-2-15).
- [21] “Pxltiger Zombie”, <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/humanoids/zombie-30232> (参照 2021-2-15).
- [22] Duan, W., Yamashita, N. and Fussell, S. Increasing Native Speakers’ Awareness of the Need to Slow Down in Multilingual Conversations Using a Real-Time Speech Speedometer, 2019, Proceedings of the ACM: Human Computer Interaction (PACM HCI), pp.1-25.