

VR を利用した社会認知機能の測定手法の試作

鎌田光太郎^{†1} 篠田怜^{†1} 松井三枝^{†2} 由井菌隆也^{†1}

概要: 社会認知機能とは他人の精神状態や行動を理解し、予測するために必要な認知的・情動的機能を指す。統合失調症において、社会認知機能は重要な役割を果たすことが明らかになっており、複数の領域を包括して測定可能な Social Cognition Screening Questionnaire (SCSQ) が開発された。しかし、このような質問紙法や面接法による評価において、現実社会との乖離が指摘されている。そこで本研究ではその乖離を埋めるため、Virtual Reality (VR) 技術によってシナリオをユーザに擬似体験させることを目的とした Social Cognition Screening Questionnaire for VR (SCSQVR) を試作し、予備実験を実施して実用可能性を調査した。VR では一般的に、対人による強いストレスや、失敗や拒絶への恐れを抑制しながら、社会的状況を再現できるため、より現実に即した環境で社会認知機能を測定できる可能性がある。結果として、SCSQVR において、エンゲージメント、ユーザビリティ、空間的没入感、生態学的妥当性が確認され、実用可能性が示唆された。本研究は、より正確な統合失調症の診断のための、現実社会に即した社会認知機能の測定手法のデザインに示唆を与えるものである。

1. はじめに

統合失調症とは、一般に妄想や、幻聴、幻覚、異常行動などを引き起こす精神障害であり、人口の約 1% が罹患する[1]。そして、統合失調症患者において、社会認知機能が神経認知機能と社会機能の介在因子である可能性が報告されている[2]。つまり、測定される社会認知機能は統合失調症と深い関係があり、診断する上で利用され得る。社会認知機能とは、他人の精神状態や行動を理解し、予測するために必要な認知的・情動的機能を指し[3]、感情知覚、社会知覚、敵意帰属バイアス、メタ認知、心の理論 (ToM) などの複数の領域[4]に渡って評価することが望ましいと考えられている[5]。

こうした背景のもと、Kanie ら[6]は、Roberts ら[7]が開発した社会認知機能の複数の領域を測定するための Social Cognition Screening Questionnaire (SCSQ) を参考に、日本人向けの SCSQ を開発した。この質問紙によって、日本において、より包括的で効率的な社会認知機能の評価が可能になった。一方で、このような質問紙法や面接法による評価において、現実社会との乖離が指摘されている[8, 9]。そこで本研究ではその乖離を埋めるため、Virtual Reality (VR) 技術によってシナリオをユーザに体験させることを目的としたアプリケーション Social Cognition Screening Questionnaire for VR (SCSQVR) を試作した。この手法は、より現実に即した社会的状況を再現し、ユーザに没入感を与えながら擬似的に他者 (アバター) との社会的インタラクションを体験させる。

予備実験として、4 人の実験参加者を対象に、Head Mounted Display (HMD) を装着させ、SCSQVR を試行した。加えて、質問紙と半構造化インタビューを実施し、従来の SCSQ とのスコアやエンゲージメント[10]の参加者内での

比較および、ユーザビリティ[11]、空間的没入感[10]、生態学的妥当性[10]、VR による不快感[10]を調査した。

結果として本手法は、より現実に近い環境下で、社会認知機能を測定できる可能性が示唆された。また、ユーザビリティに関して、大きな問題は指摘されなかったが、実験参加者はめまいなどの VR によるいくつかの不快感を報告した。

SCSQVR は現実社会に近い社会認知機能の測定に加え、遠隔での実施ができ、検査者を必要としないため、従来手法よりも実施しやすいと考えられる。そのため、本研究の成果は、将来的に、統合失調症の早期発見や治療に寄与する可能性がある。また、社会的インタラクションの領域において、ユーザ理解のための個人特性の把握は自己申告に頼ることが多かったが、本研究はスクリーニングへの利用可能性がある。

本研究の成果は、社会認知機能の将来的な測定手法のデザインに示唆を与えるものである。今後の研究において、特に VR 酔いの軽減を目指し、シナリオの種類を充実させ、より多くの実験参加者に実施することで、測定手法としての妥当性や信頼性を検証する。

2. 関連研究

2.1 社会認知機能の測定

社会認知機能は統合失調症と深い関係があることが知られ、より包括的な測定が望ましいと考えられている[5]。Roberts ら[7]は社会認知の感情知覚、社会知覚、敵意帰属バイアス、メタ認知、心の理論 (ToM) という複数の領域を測定し、これらの領域と非社会認知のパフォーマンスを区別するための、SCSQ を開発した。そして、SCSQ は統合失調症における社会認知の広範かつ効率的な尺度として有望であると結論づけている。Kanie ら[6]は、これを参考に、

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

^{†2} 金沢大学 新学術創成研究科

日本人向けの SCSQ を開発し、妥当性が検証された。

SCSQ の課題は 10 セットあり、それぞれにシナリオとそれに関する質問が 4 つ用意されている。始めに検査者によってシナリオが音読され、次に、被験者は、はいいいえで回答できる 3 つの質問（1）記憶、2）推論、3）ToM/敵意帰属バイアス）に回答する。その後、4）ToM/敵意帰属バイアスの回答に対する過信の程度について 4 段階のリッカート尺度で回答する。これにより、合計 3 点満点でスコアが算出される。なお、これらのシナリオや質問のデザインは SCSQVR でも採用した。

表 1 質問項目の説明

| |
|--|
| 1) 記憶とはシナリオの内容を覚えているかに関わる質問。 |
| 2) 推論とは明確にはされていないが、推測可能な質問。 |
| 3) 心の理論(ToM)とは他者の立場になって考え、他者の行動や考えを予測できるかに関する質問。 |
| 3) 敵意帰属バイアスとは他人の行動を敵意があると解釈するかに関する質問。 |
| 4) 3)の回答に対する自信を 4 段階のリッカート尺度で回答する質問。 |

2.2 VR 技術を利用した認知機能測定

伝統的に、臨床心理分野において、症状評価の際には、質問紙法や面接法が行われており、しばしば現実との乖離が指摘されている[8, 9]。例えば、統合失調症における妄想の評価では、中立的な社会的状況の提示が難しく、現実根拠がある妄想的思考を除外することができず[12]、また、疑い深い考えの根底にある主張の真実性をしばしば立証できないことが指摘されている[9]。

一方で、VR では一般的に、対人による強いストレスや、失敗や拒絶、恐れを軽減し、現実に近い社会的な交流を再現できると考えられている[13]。さらに、自由に環境を構築できるため、社会的状況を制御しやすい。そのため、現実と検査との乖離を埋めるために、VR 技術を用いて、中立的な社会的状況を提示し、より現実社会に即した測定手法の検討が行われており[13, 14, 15, 16]、VR による評価の有用性を報告している。このような測定手法は検査者を必要とせず、ユーザだけで遠隔で実施できるため、より簡便に測定し得る。遠隔での実施は、使用が想定されるような患者やその家族の負担は小さいと考えられる。検査のハードルが下がれば、気軽に検査を受けられるため、より多くの検査機会を提供し、早期での統合失調症の発見に寄与する可能性がある。

しかしながら、VR による社会認知機能の測定において、多くの場合で、複数の領域に渡る多面的な測定はほとんどされておらず、我々の知る限り、近年支持されているより

包括的な評価は取り入れられていない。先に述べたように、より現実社会に即した社会認知機能の包括的な評価は統合失調症の病状の把握を助けるため、我々はそれを達成するためのアプリケーションを試作した。また、本測定手法は、社会的インタラクションの領域において、ユーザ理解のための個人特性の把握は自己申告に頼ることが多かったが、本研究はスクリーニングへの利用可能性がある。

3. 方法

3.1 Social Cognition Screening Questionnaire for VR

ユーザはまず、シナリオを VR によって体験し、その後、シナリオに関する 4 つの質問、1) 記憶、2) 推論、3) ToM/敵意帰属バイアス、4) 過信に関する項目（詳細は 2.1 参照）に回答する。シナリオは、蟹江らが開発した SCSQ[6]のシナリオのうち、2 つを仮想環境で再現した。具体的なシナリオは、a) コンビニで買い物をした際にお釣りが足りないという状況と、b) 街中で不審人物に声を掛けられるがそれを断り、立ち去るという状況である（図 1）。これらのシナリオは修正なしに仮想環境で実装でき、ユーザが内容を理解しやすいと考えられたため、採用された。

なお、SCSQVR は Unity によって構成されており、ユーザは、Meta Quest 3 を用いて操作を行う。



図 1 SCSQVR におけるシナリオの様子。

3.2 参加者

北陸先端科学技術大学院大学の学生4人が予備実験に参加した。詳細は以下である(表2)。

表2 実験参加者

| ID | 性別 | 年代 | VR(ビデオゲームを含む)の頻度 |
|----|----|-------|------------------|
| P1 | 男性 | 20-24 | 全く使用したことがない。 |
| P2 | 女性 | 25-29 | 半年に一回。 |
| P3 | 男性 | 25-29 | 半年に一回。 |
| P4 | 男性 | 20-24 | 全く使用したことがない。 |

3.3 手続き

実験参加者はSCSQVR, 従来のSCSQ, 質問紙, 半構造化インタビューに参加した(図2)。SCSQVRの実施前には操作方法に関するチュートリアルを実施した。SCSQはSCSQVRで参考としたものと同じシナリオの2つのみを実施した。なお, 手続きにおける順序効果を最小限にするために, 実験参加者間および, シナリオ間において, カウンターバランスをとった。実験は全体で1時間程度であった。

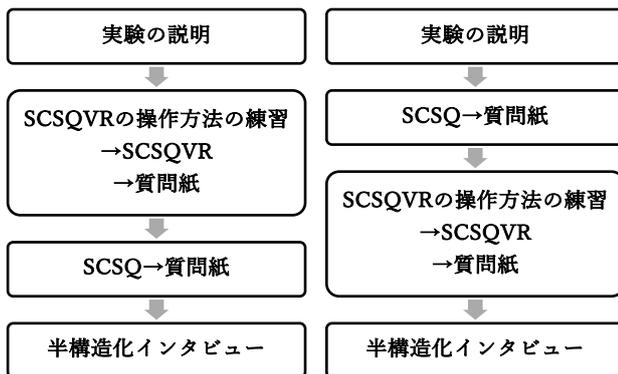


図2 実験手続き

3.4 評価

SCSQVRの実施直後には, Nowakらが開発したSystem Usability Scale(SUS)[11]および, Lessiterらが開発したITC Sense of Presence Inventory[10]を修正して実施した。いずれも5段階のリッカート尺度で回答させた。

SUS[11]はシステムのユーザビリティを評価する際に広く用いられる質問紙である。合計で10項目あり, 本実験に合わせてそれぞれ修正したものを用いた。5に近いほど, 高いユーザビリティを示す。

ITC Sense of Presence Inventory[10]には, エンゲージメント, 空間的没入感, 生態学的妥当性, VRによる不快感を調査するために実施した。エンゲージメントには, ユーザがシナリオにどの程度関与していると感じたかに関する質問が含まれた。空間的没入感には, ユーザが仮想環境においてどの程度物理的な存在感を感じているかに関する質問が

含まれた。生態学的妥当性にはユーザにとって仮想環境がどれだけ自然に感じられたかに関する質問が含まれた。VRによる不快感には, ユーザが仮想環境で経験した悪影響(めまいなど)に関する質問が含まれた。合計で12項目(各3項目)であり, 本実験に合わせてそれぞれ修正したものを用いた。いずれも5に近いほど, それぞれが強く感じられたことを示す。

従来のSCSQの実施直後にはSCSQVRと同様のLessiterら[10]が開発したエンゲージメントに関する質問のみを回答させた。

半構造化インタビューでは, SCSQVRにおいて, 分かりにくい教示, 難しいあるいは分かりにくい操作, シナリオへの没入感の程度やそれによる影響, その他使用している中で気がついたことはないかを尋ねた。

4. 結果

SCSQVRの平均所要時間は, シナリオa)において, 114秒(SD=4.97), シナリオb)において57秒(SD=5.44)であった。

4.1 SCSQVRと既存のSCSQのスコアとエンゲージメントの比較

SCSQVRと従来のSCSQのスコアとエンゲージメントの結果を示す(図3, 4)。

SCSQVRとSCSQとの間の同シナリオのスコアについて, スピアマンの順位相関分析を行ったところ, 弱い正の相関が見られた($r=.316, P=.445$)。また, エンゲージメントについて, ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ, SCSQVRとSCSQの間には有意差は認められなかったが, 中程度の効果量であった($P=.181$, 効果量 $r=.411$)。

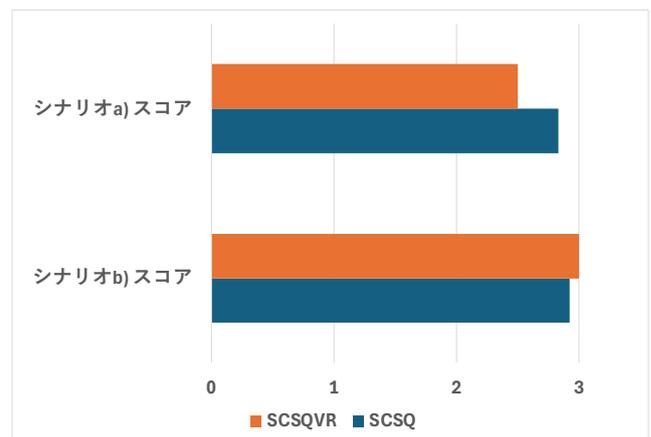


図3 SCSQVRとSCSQのスコアの結果。

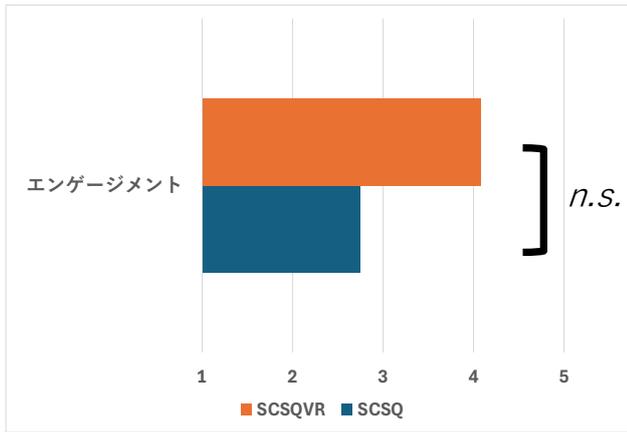


図 4 SCSQVR と SCSQ のエンゲージメントの結果.

4.2 SCSQVR のユーザビリティ, 空間的没入感, 生態学的妥当性, VR 酔い

SCSQVR における SUS [11]および, Sense of Presence Inventory [10]による, ユーザビリティ, 空間的没入感, 生態学的妥当性, VR による不快感の結果を示す (図 5).

ユーザビリティ, 空間的没入感, 生態学的妥当性はいずれも肯定的に感じている傾向が報告された (それぞれ平均値は, 4.05, 4.08, 3.80).

VR による不快感については全体的に実験を中断するほどの不快感は報告されなかったものの, それぞれの参加者は, めまい, 吐き気, 頭痛, 眼精疲労のいずれかの項目に当てはまる傾向があった. 以下に, 詳細なデータを示す (表 3).

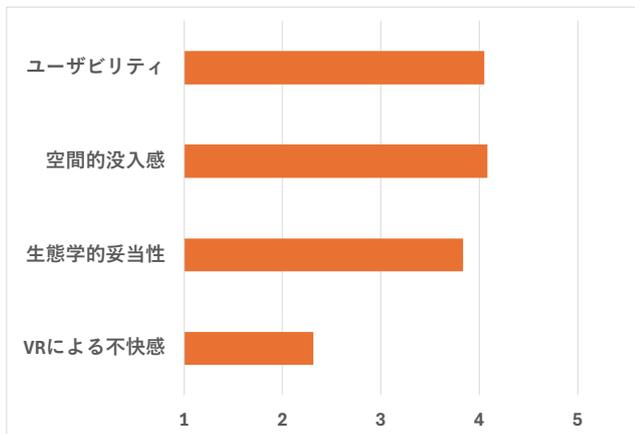


図 5 SCSQVR の結果.

表 3 実験参加者ごとの VR による不快感の報告.

| ID | めまい | 吐き気 | 頭痛 | 眼精疲労 |
|----|-----|-----|----|------|
| P1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| P2 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| P3 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| P4 | 4 | 1 | 1 | 1 |

4.3 半構造化インタビュー

SCSQVR では従来よりも没入感が得られたことを全ての参加者が説明した. 例えば以下である.

P1: (従来の SCSQ よりも) VR の方がシナリオに入り込んでいる感じがした. 店が混雑していることや, 空が晴れているなどの, 実際の情景の描写があり, 情報量が違った. [...]自分のイメージでは補えない, 補足的な情報があるので, 没入感を感じた.

P3: 不審者に話しかけられるシナリオでは, 実際に同じようなことが起きたことがあるので, [...]以前の経験と VR は結びついた. 音読のほうでは, 逆にそんなにはっきりして結び付かなかった.

P4: (SCSQVR では,) 経験として (シナリオを) 理解できた. 音読のほう (従来の SCSQ) では, 文字的な記憶にとどめていた. [...]VR ではいろんな情報がある中で, 注目すべき情報がある点が, 現実にかかなり近く感じた.

一方で, VR による不快感を報告した参加者は具体的な状況について, テキストメッセージを読む時あるいは, 建物の中で発生したことを説明した. 具体的には以下である.

P1: テキストが画面の下にあり, HMD を装着しているので, 頭を下げて映像がついてくるので, 目を下に動かさなくてはならず, 目が疲れた. もう少し上に表示して欲しい.

P2: 特にコンビニでは, 移動する時に眩暈や吐き気が多くなった.

5. 考察

5.1 SCSQVR の実用可能性

本実験では, 先行研究[13, 14, 15, 16]の結果と同様に, シナリオを擬似体験することで, より現実社会に近い社会認知機能を測定できる可能性が示唆された. エンゲージメントにおいて, SCSQVR は従来の手法との間で有意差は見られなかったものの, 中程度の効果量が見られ, 3 人の参加者では SCSQVR の方が高かった. これは, サンプルサイズの問題で有意差が見られなかった可能性がある. また, SCSQVR では, 空間的没入感と生態学的妥当性が確認された. そして, 全ての参加者がインタビューにおいて, シナリオに没入感があると説明しており, 何人かのユーザは従来の方法よりも, より現実世界の体験に近い感覚が得られていたことを明示的に説明した. 関連研究[17]でも報告されているように, エンゲージメントの高さは, 音読よりもシナリオの臨場感があり, 没入感が高いことに関係している可能性がある.

一方で, 予備実験は健常者によって実施されたが, 各参加者は, めまい, 吐き気, 頭痛, 眼精疲労のいくつかの不

快感を報告している。要因はさまざまなものが考えられるが、HMDの使用はこのような不快感が発生しやすいことが分かっているため[18]、注意が必要である。今回はシナリオの数が2つであったが、今後シナリオの充実化を図ると、ユーザに大きな負担となりうると考えられる。先行研究[13, 14, 15, 16]ではHMDを用いないVR環境でも実用可能性が示されているため、検査のための使用を考慮し、それらの副作用がより少ないと考えられる非没入型VR環境による実施も考慮する。

5.2 デザインへの示唆

本研究の結果から、HMDのユーザインターフェースにおける眼精疲労の抑制方法について、示唆が得られた。

眼精疲労を報告したP1は、その原因をテキストメッセージの位置であることを説明している。本システムでは、ユーザへの教示文(シナリオの説明を含む)について、ユーザ自身との相対位置が固定され、下部に表示されていた。そのために頭部を動かしたとしても、表示位置は変わらず、読むためには眼球運動によって調整することが求められた。これは眼球疲労を促進させる可能性がある[19]。さらに、一般的に、目の位置は中央の位置が好まれるため、上または下の位置は、目の疲れを引き起こしやすい可能性がある[20]。

したがって、HMDを用いて実験の教示やシナリオの文章をユーザに提示する際には、仮想空間内にテキストボックスを固定して表示させたり、相対位置を画面内に制限しながらテキストボックスを自由に動かすことを可能にしたりするなど、テキストの表示位置を調整する選択肢をユーザに与えることが好ましいと考えられる。

5.3 限界と将来の研究

我々は実用に向けたいくつかの限界を認識し、更なる研究の必要性を理解している。

まず、サンプルサイズの問題である。本実験は、臨床での実用化に向け、第一歩として、小さいサンプルで試行し、実用可能性を探った。したがって、評価の信頼性や妥当性までは十分に検証がされていない。

さらに、シナリオの種類の数についても注意が必要である。既存のSCSQは10問であるが、本実験では2問のみが含まれており、これも検査の信頼性と妥当性に大きな影響を与える可能性がある。

以上の点を踏まえ、今後の研究では実用化に向けて、VR酔いの軽減を目指しながら、シナリオの充実化を図ることが求められる。

6. おわりに

我々はより現実社会に近い社会認知機能を測定するためのアプリケーションSCSQVRを試作し、試行することで、実用可能性を検討した。結果として、実用可能性が示唆された。今後の研究では、VR酔いの軽減を目指し、シナリオ

の種類を充実させ、より多くの実験参加者に対して実施することで、測定手法としての妥当性と信頼性を検証する。

謝辞 本研究は、6年度金沢大学と北陸先端科学技術大学院大学による「融合科学共同専攻」における分野融合型研究の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Regier DA, Narrow WE, Rae DS, Manderscheid RW, Locke BZ, Goodwin FK: The de facto US mental and addictive disorders service system. Epidemiologic Catchment Area prospective 1-year prevalence rates of disorders and services: Arch. Gen. Psychiatry, 50, 85–94 (1993).
- [2] Schmidt SJ, Mueller DR, Roder V: Social cognition as a mediator variable between neurocognition and functional outcome in schizophrenia: Empirical review and new results by structural equation modeling. Schizophr. Bull. 37 (Suppl. 2): 41–54 (2011).
- [3] Adolphs R: The social brain: Neural basis of social knowledge. Annu. Rev. Psychol. 60: 693–716 (2009).
- [4] Green MF, Olivier B, Crawley JN, Penn DL, Silverstein S: Social cognition in schizophrenia. Recommendations from the Measurement and Treatment Research to Improve Cognition in Schizophrenia New Approaches Conference. Schizophr. Bull. 31: 882–887 (2005).
- [5] Takeda T, Nakatani M, Ohta M, Hamatani S, Matsuura K, Ohmori T: Effect of cognitive function on jumping to conclusion in patients with schizophrenia. Schizophrenia Research. Cognition, 12, 50-55 (2018).
- [6] Kanie A, Hagiya K, Ashida S, Pu S, Kaneko K, Mogami T, Oshima S, Motoya M, Niwa S, Inagaki A, Ikebuchi E, Kikuchi A, Yamasaki S, Iwata K, Roberts DL, Nakagome K: New instrument for measuring multiple domains of social cognition: construct validity of the Social Cognition Screening Questionnaire (Japanese version). Psychiatry Clin Neurosci. Sep;68(9):701-11 (2014).
- [7] Roberts DL, Fiszdon J, Tek C: Ecological validity of the Social Cognition Screening Questionnaire (SCSQ). In: Abstracts for the 13th International Congress on Schizophrenia Research. Schizophr Bull 37(Suppl. 1): 280 (2011).
- [8] Kim JJ, Kim J: Virtual reality-based assessment of social skills and its application to mental illnesses. In: Kim JJ, editor. Virtual Reality. Croatia: InTech. 485–500 (2011).
- [9] Freeman D: Studying and treating schizophrenia using virtual reality: a new paradigm. Schizophr Bull, 34(4):605–10 (2008).
- [10] Lessiter J, Freeman J, Keogh E, Davidoff J.: A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory, Presence. Teleoperators and Virtual Environments 10: 282–297 (2001).
- [11] Nowak KL, Biocca, F: The Effect of the Agency and Anthropomorphism on Users' Sense of Telepresence, Copresence and Social Presence in Virtual Environments. Presence 12: 481–494 (2003).
- [12] Freeman D: The assessment of persecutory ideation: In: Freeman D, Bentall R, Garety P, eds. Persecutory Delusions: Assessment, Theory and Treatment. Oxford, UK: Oxford University Press; (2008).
- [13] Kim K, Kim JJ, Kim J, Park DE, Jang HJ, Ku J, Kim CH, Kim IY, Kim SI: Characteristics of social perception assessed in schizophrenia using virtual reality. Cyberpsychol Behav. Apr;10(2):215-9 (2007).
- [14] Freeman D, Slater M, Bebbington PE, Garety PA, Kuipers E, Fowler D, Met A, Read CM, Jordan J, Vinayagamoorthy V: Can

virtual reality be used to investigate persecutory ideation? *J Nerv Ment Dis.* Aug;191(8):509-14 (2003).

- [15] Freeman D, Garety PA, Bebbington P, Slater M, Kuipers E, Fowler D, Green C, Jordan J, Ray K, Dunn G: The psychology of persecutory ideation II: a virtual reality experimental study. *J Nerv Ment Dis.* May;193(5):309-15 (2005).
- [16] Freeman D, Pugh K, Antley A, Slater M, Bebbington P, Gittins M, Dunn G, Kuipers E, Fowler D, Garety P: Virtual reality study of paranoid thinking in the general population. *Br J Psychiatry.* Apr;192(4):258-63 (2008).
- [17] Ávila-Garzón C, Bacca-Acosta J, Chaves-Rodríguez J: Predictors of Engagement in Virtual Reality Storytelling Environments about Migration. *Applied Sciences* (2023).
- [18] Caserman P, Garcia-Agundez A, Zerban A, Göbel S: Cybersickness in current-generation virtual reality head-mounted displays: systematic review and outlook. *Virtual Reality*, 25, 1153-1170 (2021).
- [19] Kooi F, Toet A, Hoving S: Visual processing of symbology in head-fixed large Field-of-View displays. *Journal of Vision*, 19, 10 (2019).
- [20] Choi Y, Yang T: Effects of Head-Mounted Display (HMD) Position on Procedure Following Tasks and Usability. *Archives of Design Research*, 29, 5-22 (2016).