



生理指標による不安レベル推定を用いた VR 暴露療法システムの開発

Development of VR exposure therapy system using anxiety level estimation by physiological index

木場晏也¹⁾, 大須賀美恵子²⁾
Haruya KOBA, and Mieko OHSUGA

1) 大阪工業大学大学院 ロボティクス&デザイン工学研究科
(〒530-8568 大阪府大阪市北区茶屋町 1-45, m1m20r11@oit.ac.jp)

2) 大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部
(〒530-8568 大阪府大阪市北区茶屋町 1-45, mieko.ohsuga@oit.ac.jp)

概要: 人との交流に対して過度な不安を感じる社交不安症の治療法として Virtual Reality (VR) を用いる暴露療法がある。暴露療法は患者が実際に不安を感じる状況を体験させることで治療する。治療者が患者の暴露体験 (VR コンテンツ) を把握し、制御できることが VR 暴露療法の利点である。我々は、生理指標を用いて推定した不安レベルに応じてコンテンツを変更する VR 暴露療法システムを提案し、プロトタイプを開発した。本報では、これを用いて模擬面接実験を行い、実験参加者の不安レベル制御の可能性を検討した結果を報告する。

キーワード: 暴露療法, 生理計測, 不安推定

1. はじめに

不安症の中でも、他者との交流によって過度な不安を感じる社交不安症がある[1]。社交不安症の治療方法として暴露療法がある。暴露療法は患者が不安を感じる状況を実際に体験させることで、不安症と関係があるとされる扁桃体を刺激し、治療を行う[2]。暴露療法の中でも現実空間上で行うものを In vivo 暴露, イメージ想起で行うものを Image 暴露, Virtual Reality (VR) を用いて行うものを VR 暴露と呼ぶ。In vivo 暴露は暴露する状況を作るためのコスト面と, Image 暴露は患者と医師との間で想起した内容を共有しにくい面があるが, VR 暴露はその点において有利であり, 治療途中に患者の暴露体験, VR コンテンツの制御を行える利点がある[3]。

臨床現場において暴露療法を行う場合, 不安を感じる状況やものを 0 点から 100 点満点で点数付けする不安階層表を作成し, 低い点数の不安から段階的に暴露を行う。しかし, 低不安の暴露から治療を行った場合, 患者の扁桃体がうまく刺激されずに, 再発の恐れがあることが報告されている。また, 高い不安から治療を行なった場合は治療効果が高くなることが示唆されているが, 患者の治療への抵抗感も増すと考えられている[2]。そこで, 低い点数の不安から治療を始め, 生理計測を用いて患者の不安度合いを推定

しながら, それに応じて患者の不安を中等度の不安に引き上げ, 治療終了まで保ち続けられれば, 抵抗感がなく, 治療効果が高まるのではないかと考えた[4]。

システム実現に向けて, 比較的低負担で計測できる生理反応から不安レベルを推定する手法を開発した[4]。この手法を実装して不安レベルを制御するシステムの開発とコロナ禍でも実施できる実験環境を開発した[5]。

2. 提案手法

提案手法のシステム構成を図 1 に示す。低負担で計測できる心拍, 皮膚電気, 呼吸を計測し, これらより得られる生理指標を用いて不安レベルを推定する。推定結果に応じて面接官強弱, 動作を変えて不安レベルを制御する。

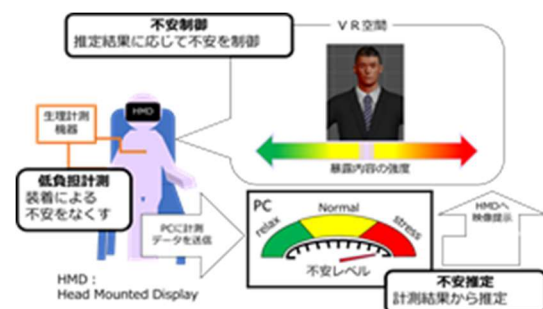


図 1: 提案手法のシステム構成 (木場[4]) を改訂

3. 不安レベル推定手法 [4]

3.1 実験方法 (大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会, 倫理審査承認番号 2019-34)

9名の健康成人男性に Head Mounted Display (HMD) を装着させ、VR空間で模擬面接を行った(図2)。VR空間上に4体の面接官を配置し、実験者がその反応を制御した(Wizard of Oz法)。実験中は心電図、両手の皮膚電気活動、呼吸を計測し、参加者には面接官の発する3~4の質問に回答させ、安静時、面接の質問終了時に、不安レベルを11段階評定させた。各参加者に3試行実施した。



図 2: 実験風景

3.2 解析と結果

全27試行のうち、実験不備のあった試行を除いた20試行に評定直前の発話のない区間の平均値を求め、対応のあるt検定で安静時と面接時に有意な差を示した指標を中心に組み合わせを変えて主成分分析を施し、最も説明率が高いセットを選んだ。得られた第一成分は心拍、心拍変動低周波数成分、SCレベル、SC反応上昇からなる成分で交感神経系賦活と解釈でき、第二成分は呼吸変化に関する成分であると解釈された。第一主成分において、不安の主観評定と主成分得点との変化方向が概ね一致していることが確認されたため、この成分を不安レベル推定手法に用いることにした。

3.3 不安レベル推定手法とその評価

主成分分析の際に用いた平均値、標準偏差を用いて、Zスコア化した指標に第一主成分係数をかけ合わせて得られる値を推定不安レベルとした(式1)。

主観評定値の変化が大きい実験参加者では、この方法で算出した不安レベルと主観評定値の間にある程度の相関関係が確認されたため、この方法を実装することにした。

$$\text{Level} = \frac{(x-\mu)}{\sigma} \times \text{coeff} \quad (1)$$

σ : 標準偏差 μ : 平均値
 coeff : 第一主成分係数

4. リモート環境の構築[5]

今日のコロナ禍でも実験できるように、リモートでの実験環境を開発した(図3)。また、VRコンテンツの不安生起効果を高めるための改良(面接官をデフォルメ調からリアルな形状に変更し、動作の種類を増やすなど)を行った。リモート環境の構築のために、Photon Cloud(Exit Games社)[6]を用いて通信環境を構築した。

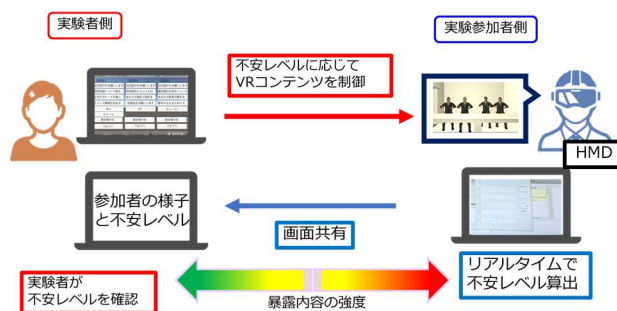


図 3: システム構想 (木場[5])を改訂)

5. 不安レベル適正化手法の検討

5.1 実験方法 (大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会, 倫理審査承認番号 2020-29)

健康な男子大学生1名と、男子大学院生1名を対象に実験を行った。実験参加者にスタンドアロン形式のHMD(Oculus Quest2)、計測用のノートPC、生理計測機器(BITalino[7])を送付する参加者は会議アプリ(Zoom)で実験者の教示を受けながら自身でセンサを装着する。センサのキャリブレーションのための3分間を設けたのちに、不安レベル推定に用いる生理指標の平均値と標準偏差を求めるために3分間の閉眼安静区間を設ける。その後、参加者自身がHMDを装着し、VR空間で模擬面接を受ける。参加者は安静時、面接の質問終了時、返答後に不安レベルを11段階評定する。実験前に通話をして実験者に事前ヒアリングを行った。事前ヒアリングでは普段不安に感じる人の動作、面接の質問内容などを聞いた。

実験者は算出された不安レベルを会議アプリの画面共有で確認し、面接官の動作などを制御して不安適正化を図る。不安適正化を図る際は事前ヒアリングで普段の人との交流の中で不安を感じる動作や面接の中で比較的手ごたえを感じる動作などを聞き、実験者毎に面接の質問内容を参加者毎にヒアリングを元に不安を生起できるような質問を実験者が考えて用意した。質問の音声は実験者が録音し、実験を行った(図4)。

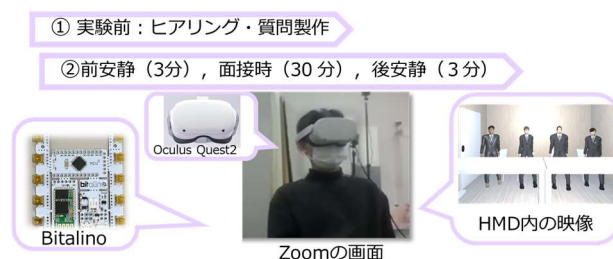


図 4: 実験の流れ

5.2 男子大学生参加者の実験[5]

5.2.1 事前ヒアリングとシナリオ製作

参加者は大学院への進学を決め、就職活動は特に行わなかった大学4回生の男子大学生だった。事前のヒアリングでは「普段の会話では不安を感じない、面接も緊張しない」

「ただ無言で見つめられると怖くなってくる。また次から次へと質問が来た場合は怖い」と意見を貰った。就職活動をしていないため大学院入試の面接しか練習したことがない様子だった。

10分程度の面接を予定して、表1のような質問を行った。就職活動、アルバイト、大学院進学と質問するテーマは参加者に合わせて、比較的参加者が答えにくい質問を始めに、大学院試験のために練習して言いやすい質問を後に設定した。

実験中、実験者は画面共有された生理計測結果と不安レベルを確認しながら面接官の動作を制御した。目標の不安レベルを5, 6として、それよりも下回る場合は面接官を実験者側に向けて見つめさせる。上回る場合は「大変頑張って取り組まれたんですね」などの好意的な返答と頷く、メモを取るなどの動作をさせた(図5)。

表1: 大学生のヒアリングから用意した質問

質問1	インターンに行ったことがあるか?
質問2	インターンに言った理由/行かなかった理由
質問3	アルバイトをしているか
質問4	アルバイトでの達成感ややりがい
質問5	現在の大学に入学した理由
質問6	院進学を決めて理由
質問7	院進学を決めて気持ちの面などで変わったこと

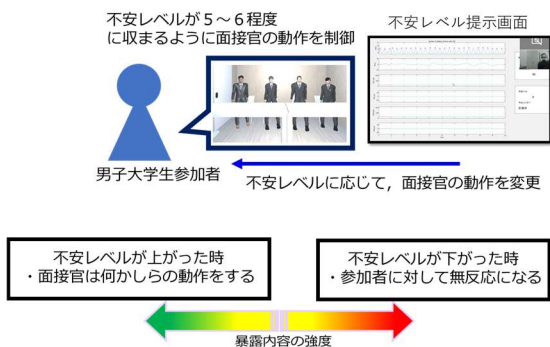


図5: 男子大学生用の面接シナリオ

5.2.2 参加者の感想と実験結果

実験結果として、参加者が予想以上に面接に対して不安を感じてしまい、短い返答しかできなかったため、面接時間が3分半と予定を大幅に下回る結果となった。

面接開始直後は不安レベルが目標に達していなかったため、面接官の動作を全て止めて、見つめる動作のみに変更した。その後、5つ目の質問終了直後に不安レベルの上昇があったため、面接官に「頷く」「メモを取る」といった動作に変更したが、質問の数が足りずに面接が終了してしまった。参加者からは「自分の想像以上に面接で緊張してしまい、何をしゃべればいいのかわからない状態になった」と感想を得た。実験後、発話区間を除いた質問返答前の区間の不安レベルの平均を求めた(図6)。不安レベルを上昇させることはできたが、適切なレベルで止めることができずに終了してしまったことがわかる。

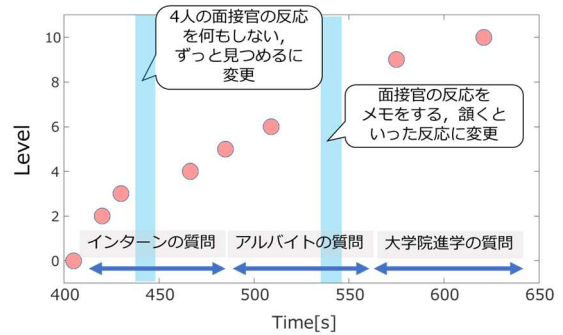


図6: 男子大学生参加者の不安レベル推移

5.3 男子大学院生参加者の実験

5.3.1 事前ヒアリングと実験方法

就職活動を直前に終えた大学院前期2年目の大学院生に参加してもらった。「人とのコミュニケーションには苦手意識はないが、就職面接については緊張し質問内容によっては不安を感じていた」と実験前に述べていた。

質問の種類の充実化のために不安階層表を模したヒアリングを行い、参加者には就職面接において不安に感じている状況を表2のように点数付けしてもらった。これに基づき表3のような質問内容を用意した。これ以外にも類似の質問を点数毎に2~3ずつ用意した。面接は不安レベルの推移を確認するため、20分程度を計画した。参加者のヒアリングから「メモを取る動作やエントリシートを見ながら質問される時、不安が高まる」ことが得られたので、不安が下降している場合は面接官の「メモを取る動作」を増やし、不安が上昇している場合は頷くなどの動作をさせた。また、リラックスして面接できた就職面接の様子を聞き、それをもとに参加者を落ち着かせる声掛け4種類を用意し、高い不安を維持している場合に用いた(図7)。

表2: 不安階層表を模したヒアリング

0点	自分の趣味について
10点	最近は大学外では何をしているのか
20点	現在の就活状況について
30点	なぜこの大学に入学したのか
40点	科目では何が一番得意なのか
50点	大学時代に力を入れたこと
60点	大学ではどんな研究を行っているのか
70点	応募した企業の志望動機について
80点	希望する事業について、なぜその事業を希望したのか
90点	複数の内定先を一つに絞る時、何を基準に考えるか
100点	こちらの企業で何をしたいのか

表3: ヒアリングもとに計画した質問

0点	自分の好きな芸能人・アニメ・漫画について
10点	バイトしているか・友達と出かける時どこに行くか
20点	現在の就活状況について・就職の手ごたえ
30点	なぜ今いる大学・大学院に入学したか
40点	大学の授業で興味を持った講義は何か
50点	大学時代に力を入れたこと
60点	大学ではどんな研究を行っているのか コロナ禍の中で学会に投稿したりはしてるか
70点	応募した企業の志望動機について
80点	希望する事業について、なぜその事業を希望したのか
90点	複数の内定先を決める方法
100点	就職後に進んでやりたいこと、10年後までの目標

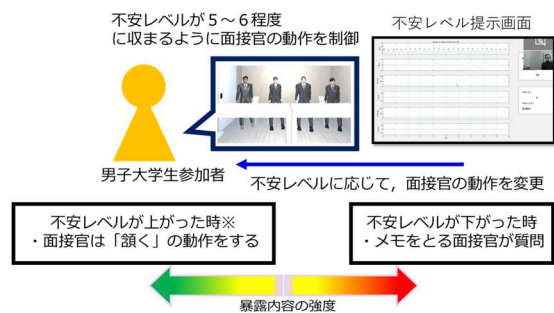


図 7: 男子大学院生のシナリオ製作

5.3.2 参加者からの感想と実験結果

実験参加者から「面接官の反応が思った以上に多く、予想しなかった質問が来た時はかなり不安を感じた」との感想を頂いた。不安レベルの推移と質問の内容の変更は図8のようになった。図8の不安レベルは、発話していない区間、参加者が面接者の質問を聞いている時、または返答中に間を置いた時の前後5秒の不安レベルの平均値を示している。

面接開始から8分～16分の間は目標の中程度の不安の上昇と不安の下降と概ね目標の不安レベルを保ち続けることができたが、「研究内容」の質問をした後に急激に不安レベルが上昇し、「コロナ禍における普段の生活」の質問を行った後から低い不安レベル(0～3)を保ち続けて面接が終了した。図8の区間⑤で面接官の質問内容と動作、返答を高いレベルのものにしたが、不安レベルが3以上になることはなかった。これについては参加者の感想で「面接の雰囲気になれてだんだん緊張しなくなった」とあった。

今回の実験から不安階層表に模したヒアリングを行い、質問内容を充実化させることで、ある程度の不安レベルの適正化の可能性が示された。今回の実験では参加者が健常者でVR面接に馴れが生じてしまったが、質問内容だけではなくVRコンテンツのさらなる充実化を図ることで面接終了まで適正化できるように改良が必要である。

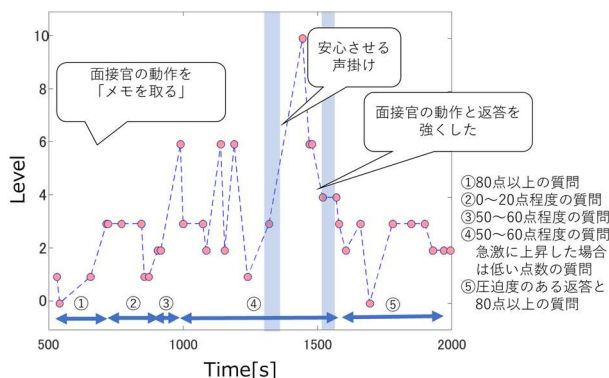


図 8: 男子大学院生の不安レベル推移

6. 専門医の意見

不安レベルの制御方法はまだ改良が必要であるが、臨床

応用の可能性について、ナチュラル心療内科の竹林直紀院長にコメントをいただいた。海外でもVRを用いたシステム[8][9]が実用化されていることから、本システムのコンセプトを認めていただいた。その上で、一人目の実験参加者のように不安が高くなりすぎた場合に不安を和らげるためのアプローチとして、一度その面接自体を終了して、患者の不安緩和ができるような設定、例えば、面接官の口調を落ち着かせるようなトーンにする、患者が安心できるようなキャラクターにするなどして、面接を再開するというアイデアをいただいた。

7. おわりに

今回は生理指標による不安レベル推定を用いたVR暴露療法システムを開発し、2名の参加者について実験を行い、不安レベル制御の可能性を見出した。しかしながら、一人目の参加者に関しては不安が高くなり過ぎたときには下げることができなかったため、今後、不安レベルが一定値を超えたらすぐに面接を切り替えて、リラックスできるような雰囲気の面接室と面接官を配置して面接をやり直すことができるような機能を追加することにした。また、面接官の動作の仕方、表情の変更機能も追加してコンテンツを充実させたい。

参考文献

- [1] 金井嘉宏：“社交不安障害の認知・行動動療法—最近の研究動向からその本質を探る—”，不安症研究，Vol.7, No.1, pp.40-51, 2015.
- [2] Craske, M., G.：“Maximizing Exposure Therapy: An Inhibitory Learning Approach”，Behaviour Research and Therapy, Vol.58, pp.10-23, 2014.
- [3] Sisemore, T. A.：“セラピストのためのエクスポージャー療法ガイドブック その実践と CBT DBT ACT への統合”，坂井 誠ら（監訳），創元社，2015
- [4] 木場晏也ら：“VR 暴露療法システムのための生理指標を用いた不安レベル推定手法の開発”，日本人間工学会関西支部大会，Vol.58, pp.253-254, 2020.
- [5] 木場晏也ら：“VR 暴露療法のための不安レベル適正化手法の評価”，Vol.57.p1, 2021.
- [6] Photon：“PUN”，<https://www.photonengine.com/ja-JP/PUN>，閲覧日 2021 年 7 月 29 日。
- [7] Bitalino：“生体センサアプリ開発キット bitalino(Plux)”，<https://www.creact.co.jp/category/item/measure/bitalino>，閲覧日 2021 年 7 月 29 日。
- [8] Psious：“Psious”，<https://psious.com/>，閲覧日 2021 年 7 月 30 日。
- [9] Virtually better：“Phobias Suite”，<https://virtuallybetter.com/Phobias/>，閲覧日 7 月 30 日。