



虚偽心拍提示による不安感増大システム

Anxiety Increase System by Presenting Pseudo Heartbeat Information

坂口正道, 磯村聡史

Masamichi SAKAGUCHI and Satoshi ISOMURA

名古屋工業大学 大学院工学研究科 工学専攻 電気・機械工学系プログラム

(〒 466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町, sakaguchi.masamichi@nitech.ac.jp)

概要: 恐怖症に対する新しい治療法として注目されている VR エクスポージャーは, その映像刺激による不安感提示が足りず, 十分な治療効果が得られない可能性がある. ここで先行研究より, 虚偽の心拍情報と, その変化の原因の帰属先を与えることにより, 情動の誘起が可能であることが示されている. よって本稿では, 不安感をあおる VR 映像に加え, 虚偽心拍情報を提示することで, その不安感を増大させるシステムを提案する. 本システムを使用し実験を行った結果, 心拍情報をフィードバックすることで VR 映像に対する不安感が増大することが示唆された.

キーワード: Virtual Reality, 心拍提示, 不安感, STAI

1. 緒言

恐怖症に対する治療法として, エクスポージャー療法が存在する. エクスポージャー療法とは, 望ましくない恐怖反応を引き起こしている刺激に不安や不快感が低減されるまで患者を暴露し, 不適応な反応を消去する治療方法である [1]. その治療法の種類には, 現実の刺激に対して行われる in vivo エクスポージャーや, 患者にイメージさせた刺激に対して行われるイメージエクスポージャーなどがある. その中で近年, VR 映像を用いてエクスポージャーを行う, VR エクスポージャーが注目されている. 例えば高所恐怖症の患者に対して, 仮想環境内で高所を再現し, VR 映像として提示することで, 実際に現場に赴くことなく治療室の中でエクスポージャーを実施することが可能となる. また, 恐怖刺激をイメージすることが困難なためにイメージエクスポージャーを実施できない患者に対しても有効な治療法である. よって VR はエクスポージャー療法における新たな刺激提示手法として期待されている [2]. しかしエクスポージャー療法において, 提示した刺激が恐怖反応を引き起こすことが必要とされるが, VR 映像の場合, その刺激に対する不安感や恐怖感が足りず, 十分な治療効果が得られない可能性がある. そこで本稿では, VR エクスポージャーに適用可能な不安感の提示手法を検討する.

ここで, 情動と生理反応の関係について古くから研究が進められている. その中で, ヒトは興奮するような出来事を知覚すると, まず身体の生理的变化を表出し, その結果として情動を経験するというジェームズ=ランゲ説 [3] がある. また, Schachter の情動二要因理論により, 経験する情動は, 生理的变化の認知と, その生理的变化の原因は何か推定しようとする原因帰属により決定するとされている [4]. 一方

で, 実際の生理的变化がなくても, 虚偽の生理的变化を認知するだけで情動が変化したという実験結果がある. Valins は男子学生を対象にセミヌード写真の提示と同時に自身の心拍であると信じ込ませた低周波の音を聞かせ, 再生速度を人工的に上昇させることで, 写真に対する評価が変化を加えない場合よりも高くなったと報告している [5]. このことから, 虚偽の心拍情報の提示と, その変化の原因の帰属先を与えることにより, 特定の情動を誘起することが可能であると考えられる.

以上のことから, 本稿では VR エクスポージャーへの応用を見据え, 不安感をあおる VR 映像に加え, 虚偽の心拍情報を提示することで, VR 映像に対する不安感を増大させるシステムを提案する. これにより VR 映像に対する不安感の提示をより容易にすること, 虚偽心拍情報の有無の組み合わせにより不安感提示をより段階的にすることが可能となると考えられる.

2. システム概要

2.1 VR 環境

本システムでは, 没入型ヘッドマウントディスプレイ (HTC VIVE) を用いて VR 映像を提示する. VR 環境の構築は, ゲーム制作ソフト Unity を用いて行った. 本システムにおける VR 環境は, 体験者に恐怖感や不安感を提示するものでなければならない. そのため今回は, VR エクスポージャー療法でも代表的な, 高所の環境を作成した. 具体的には, 我々の生活に身近なビル街を作成した. また, その中の 1 つのビルの屋上から, 1 枚の木の板を突き出すように設置した. 被験者にはこの板の上で歩行をさせる. 作成した VR 環境を図 1 に示す.

また, 実験中は VR 映像の臨場感を高めるため, 映像中

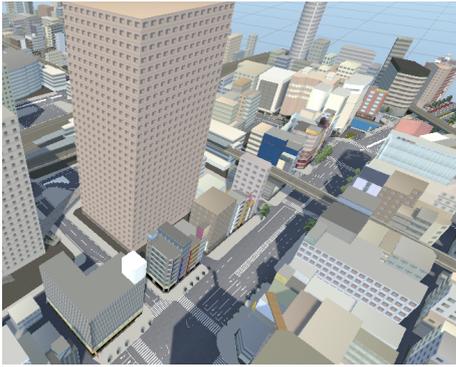


図 1: 作成した VR 環境

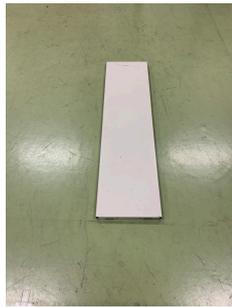


図 2: 実際の板

の木の板を模した板に実際に乗ってもらう。今回用いる板を図 2 に示す。板のサイズは長辺 853mm×短辺 215mm×厚さ 20mm である。

2.2 心拍情報提示

前章で述べたように、心拍情報をフィードバックすることで被験者の生理的状態の操作が可能であることが先行研究で示されている。今回は Valins (1966) の手続きを参考にし、被験者に偽りの心拍を音としてフィードバックし、それを変化させる。1 拍分の心音は、フリー効果音配布サイトである効果音ラボ [6] から入手したものを使用する。本システムでは、2 種類の音源を作成した。1 つは、ヒトの安静時のおおよその心拍数である 70 bpm のものであり、これを基準音とする。もう 1 つは、基準音から徐々に bpm を増加させ、約 10 秒後に 91 bpm となり、その後そのテンポを維持するものであり、これを増加音とする。

また、提示する心音が被験者自身の心拍と同期していると信じ込ませるため、被験者の心拍データを取得する。心拍データは脈波センサ (Plux 社製) を耳に装着し、そこから得た脈波データから算出する。

3. 評価実験

本システムを用いて不安感を増大させることが可能かどうか、評価実験を行った。以下に実験の詳細を述べる。

3.1 実験条件

実験条件として、本実験では 2 条件の比較を行った。1 つは VR 映像と音の両方を提示する条件であり、音あり条件とする。もう 1 つは VR 映像のみを提示する条件であり、音なし条件とする。

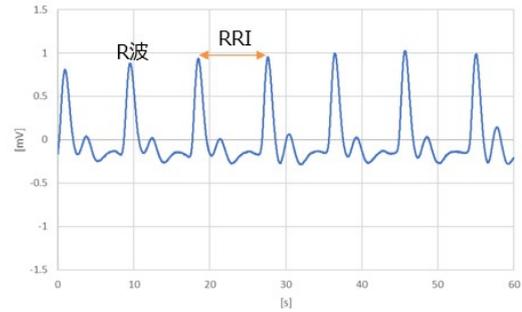


図 3: 典型的な心電図 (ECG) 波形

実験には被験者として、20 代男性 8 名が参加した。カウンターバランスを考慮し、4 名を音あり条件を先に、残りの 4 名を音なし条件を先に行った。なお、映像に対する慣れを防ぐため、条件を変えての実験は 1 つ目の条件の 4 日後に実施した。

3.2 評価方法

実験結果について、State-Trait Anxiety Inventory (以下、STAI) による主観評価と、RR 間隔 (以下、RRI) の変化により評価した。

3.2.1 STAI

STAI とは、Spielberger ら [7] により提唱された、不安の測定を定量的かつ二つの尺度 (状態不安尺度、特性不安尺度) から評価できる心理検査方法である。状態不安 (Anxiety State) とは、測定時点での不安の強さ、不安状態を示し、特性不安 (Anxiety Trait) とは、不安になりやすい性格傾向、比較的安定した不安傾向の個人差を示している。両尺度とも 20 項目の質問について、4 段階 (1~4 点) 評定する同一形式であり、その総点数 (最高 80 点、最低 20 点) で評価する。評価段階は総点数に応じて I~V の 5 段階 (I:非常に低い, II:低い, III:普通, IV:高い, V:非常に高い) に分けられる。点数が高いほど不安傾向が強いことを示している。本研究では、日本版 State-Trait Anxiety Inventory (STAI-JYZ: 新版 STAI) [8] を用いた。

3.2.2 RRI

典型的な心電図 (ECG) 波形を図 3 に示す。

ECG 波形はいくつかのピークから構成されているが、最も高いピークを R 波とよび、R 波と次の R 波の間隔を RRI という。ヒトはストレスを受けることで、心拍数が増え、RRI が小さくなる。そのため本研究では、不安感提示の評価方法として RRI の値を採用する。また、今回は脈拍を計測するため厳密には RRI ではないが、RRI と脈波のピーク間隔はほとんど一致するため、本研究ではそれらは同値とする。

3.3 実験手続き

実験手続きを図 4 に示す。

実験内容について被験者には「HMD での高所映像の提示が生理反応に及ぼす影響を調査する」と伝えた。なおここで、音あり条件に対してのみ、「実験中はセンサで計測した脈拍をリアルタイムで音としてフィードバックする」と教示した。次に STAI の回答方法の説明後、以下に示す高

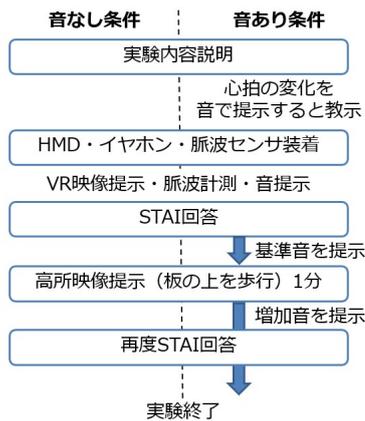


図 4: 実験手続き



図 5: 機器装着後の様子

所映像提示時の動作についての指示を行った。

- 足裏で板のふちを確かめながらゆっくりと前進する
- 歩行中に目線は下に向ける
- 板の先端にたどり着いたら指示があるまで静止する

以上の説明後、HMD・イヤホン・脈波センサを装着した。機器の装着後の様子を図 5 に示す。

その後 1 回目の STAI に回答させた。このときから、脈波の計測を開始した。また、音あり条件に対しては、STAI の映像の提示開始と同時に基準音の提示も開始した。

回答後、高所映像の提示を開始し、歩行動作をさせた。音あり条件に対しては、このときから増加音の提示を開始した。

高所映像開始から 1 分後、2 回目の STAI に回答させた。このとき、音あり条件に対しては、増加音を提示し続けた。

回答後実験を終了し、脈波の計測と、映像と音の提示を終了した。実験中の様子を図 6 に示す。

4. 実験結果・考察

以下に本実験の結果と考察を示す。

4.1 RRI 結果

各条件における高所映像提示前後での RRI 平均値の変化をグラフで表したものを、図 7 に示す。

音あり条件と音なし条件の二つの条件間で有意水準 5% の t 検定を行ったところ、RRI 平均値の変化に有意な差は確認されなかった。両条件ともに RRI 平均値は減少してい



図 6: 実験中の様子

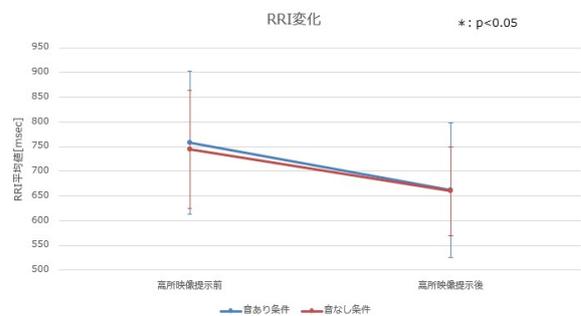


図 7: RRI 平均値の変化

るが、これは座った状態から立ち上がり、歩行動作をしたことにより、心拍数が上がったのだと考えられる。以上のことから、今回作成した VR 映像を提示しながら歩行動作をさせることにより RRI は減少したが、音による虚偽心拍情報提示は実際の生理情報である RRI には影響を与えないことが示唆された。

4.2 STAI 結果

両条件における刺激提示前後の STAI スコアの平均値について、状態不安についてまとめたグラフを図 8、特性不安についてまとめたグラフを図 9 に示す。

状態不安について、考察を述べる。音あり条件、音なし条件の両条件の刺激提示前後で有意水準 5% のウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、両条件ともに刺激提示後のスコアが有意に増加していた。このことから、本実験で行った高所の VR 映像を提示しながらの歩行動作は、体験者の不安感を増大させることが可能であることがいえる。次に、刺激提示前における音あり条件と音なし条件のスコアについて同様の検定を行ったところ、音あり条件のスコアが有意に高かった。これは高所映像を見せる前にも関わらず、不安感が高かったことを示している。このことから、脈拍をリアルタイムでフィードバックすると教示した音を一定のテンポで提示するだけで、不安感を増大させることが可能であることが示唆された。また、刺激提示後の両条

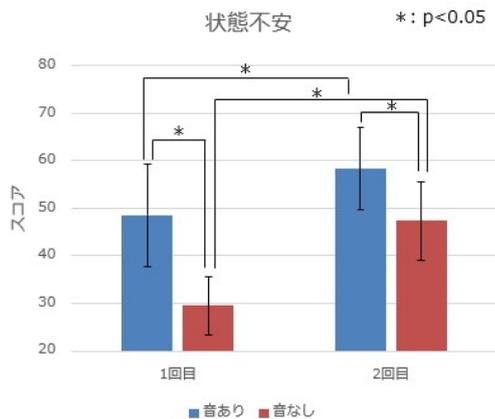


図 8: 状態不安スコアの変化

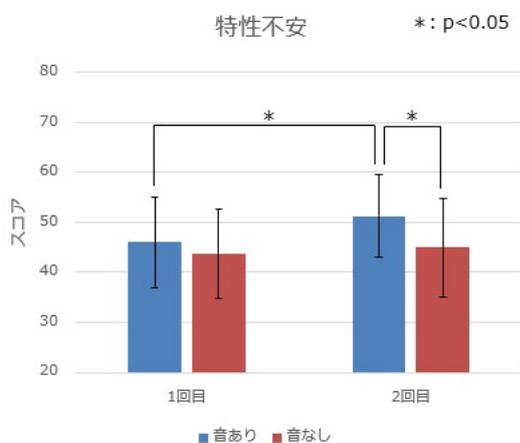


図 9: 特性不安スコアの変化

件間について同様の検定を行ったところ、こちらも音あり条件のスコアが有意に高かった。このことから、映像に加え音を提示したほうが、不安感が増大することがいえる。

続いて特性不安について考察を述べる。特性不安は、前述したように性格的な項目に関する質問であるため、本来は刺激提示前後で変化するようなものではない。しかし音あり条件に関して、刺激提示前後のスコアに対して有意水準5%のウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、刺激提示後が提示前と比較して有意に高くなっていった。特性不安のスコアが増加していた被験者に意見を聞いたところ、提示音によって不安感が上昇し、普段の感覚が引っ張られたという意見が得られた。本システムにおける提示音は、その場その時だけでなく、体験者の性格傾向にも影響を与えることが示唆された。

5. 結言

本研究では不安感をあおる VR 映像提示に加え、虚偽の心拍情報を提示することで、VR 映像に対する不安感を増大させるシステムを提案した。

本システムが不安感を提示可能か調査するため、性能評価実験を行った。映像と音の両方を提示する音あり条件と、映像のみを提示する音なし条件について、RRI の変化と、

STAI による不安感の変化に関して評価した。

RRI に関して、音あり条件と音なし条件ともに刺激提示前後で有意にその平均値が小さくなった。しかし条件間に有意な差は確認されなかった。このことから、本システムの VR 映像を提示しながらの歩行動作は RRI を小さくするものの、音に関しては実際の生理情報である RRI には影響を与えないことが示唆された。

STAI に関して、状態不安は両条件において刺激提示後有意に増加し、また音あり条件が音なし条件と比較して有意に高いスコアとなった。特性不安は音あり条件のみ、刺激提示後有意に増加した。このことから、本システムの VR 映像を提示しながらの歩行動作は不安感を増大させること、また虚偽心拍情報として音を提示することで、そのテンポに関わらず不安感が増大することが示唆された。また、本来変化するはずのない特性不安のスコアが増加したことから、提示音により性格傾向に影響を与える可能性が示唆された。

今後の展望として、本研究では虚偽心拍情報の提示手法として音による聴覚刺激を採用したが、視覚刺激や触覚刺激なども検討し、最適な提示手法について調査する必要がある。また提示音について、本研究では不安感を増大させるためテンポを速めたが、遅くすることで不安感は減少するのか調査したい。また本研究では、エクスポージャー療法への応用を見据え、不安感に着目したが、経験する情動を緊張感と捉え、それを増大させることで、スピーチや面接などのトレーニングの強度を上げるという応用も期待できると考える。

参考文献

- [1] I.M. Marks: Fears, phobias, and rituals: Panic, anxiety, and their disorders, New York: Oxford University Press, 1987.
- [2] L.F. Hodges, B.O. Rothbaum, R. Kooper, D. Opdyke, T.C. Meyer, J.J. de Graaff, J.S. Williford, and M.M. North: Virtual environments for treating the fear of heights, Computer, Vol.28, No.7, pp.27-34, 1995.
- [3] W. James: What is an Emotion?, Mind, Vol.9, No.34, pp.188-205, 1884.
- [4] S. Schachter: The interaction of cognitive and physiological determinants of emotional states: Advances in experimental social psychology, Vol.1, pp49-80, 1964.
- [5] Valins, S.: Cognitive effects of false heart-rate feedback, Journal of personality and social psychology, Vol.4, No.4, pp.400-408, 1966.
- [6] Killy, 効果音ラボ, <https://soundeffect-lab.info/> (2022/06/21 閲覧)。
- [7] Spielberger C.D, Gorsuch R.L., Lushene R.E.: STAI manual. pp 23-49, Consulting Psychologist Press, Palo Alto, CA, 1970.
- [8] 肥田野, 福原, 岩脇, 曾我, C.D. Spielberger: 新版 STAI マニュアル, 実務教育出版, 2000.