

自然に潜む存在感-仮想空間内の森林における探索的検討-

“Sonzaikan (Sense of Presence)” Hidden in Nature: An Exploratory Study in Virtual Forest

中山 一輝^{*1}
Kazuki Nakayama伴 碧²
Midori Ban高橋 英之²
Hideyuki Takahashi石黒 浩²
Hiroshi Ishiguro¹ 大阪大学基礎工学部
School of Engineering Science, Osaka University² 大阪大学大学院基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka University

Abstract: 我々の最終目標は、人間がしばしば自然の中に見出す“ポジティブな存在感（超自然的な存在に包まれている感覚）”を、屋内空間において人工的に創り出すことにある。本研究ではそのような超自然的存在の“存在感”の人工的生成を行う為に、バーチャル空間内の森林において、参加者間で共通して“ポジティブな存在感”を知覚する風景に特異的な視覚的特徴量の取得・分析を行った。その結果、“ポジティブな存在感”を生じさせる風景特有の視覚的特徴量をクラスター分析により分離可能であることが示された。自然の中に見出す存在感は、人間の精神的疲労を軽減するのに役立つと言われており、このような“存在感”を人工的に生み出すことは、我々の精神衛生状態の安定化に大きく寄与すると考えられる。

1. はじめに

自然環境は人間の精神的疲労を軽減するのに役立つ。よって、自然環境を人工空間に取り入れることは生活の質を取り入れる上で重要である。

自然が我々の心に作用する例として、色彩や匂い、自然音などの個別の物理的モダリティの要素からの影響に加えて、これらの要素が組み合わさって、その自然風景全体から受ける印象によるものがある。例えば、様々な自然風景のビデオ映像を参加者に提示することで、参加者に畏敬の念が生じること、さらに畏敬の念にポジティブな感情を伴うものと、ネガティブな感情を伴うものがあることが報告されている [1]。さらにこのような自然の中に人間を超越した存在（超自然的存在）を感じさせる心理メカニズムとして、HADD（過剰行為者検出）理論というものがある提案されている。この理論によると、我々の脳には、自然の中の断片的な物理量と事前に有している信念を組み合わせると、超自然的存在を想起する特性があるとされている [2]。また、このように、自然の背後に超自然的存在を感じることは、様々なポジティブな精神作用を生み出すことも知られている [3][4]。一方、これまでの研究は、参加者の信念がどのように超自然的存在の知覚にどのような影響を与えるかについて検討してきたが、自然の中の物理量が超自然的存在の知覚に与えるボトムアップな影響については殆ど検討がなされてこなかった。

そこで、このような自然の中で超自然的存在を感じることを“存在感”という言葉で定義したうえで、本研究では、“存在感”を感じさせる物理的特徴量の検討を行う。具体的には、バーチャルリアリティの森林の中を参加者が移動し、存在感を感じた際に報告するという課題により、物理的特徴量を同定する。そして、そこで同定された“存在感”を抱かせる物理的特徴量を、人工空間において利用することで、

人工空間においても“存在感”を抱くことが可能かを検討した。

2. バーチャル空間上の森を用いた視覚評価実験の概要

先行研究として、Andersen らが行った VR 空間内の森を用いたエージェンシー検知研究があるが [5]、霧の濃さといった主観的な視覚情報の明瞭度、また事前知識の有無のみしか比較条件として挙げられておらず、具体的な視覚特徴量に着目したものはなかった。よって、本研究では“存在感”を感じる場面の視覚特徴量の抽出を主眼としてシステムを構成した。

2.1 システムの構成

システムの概要は図 1 に示す方法で構成した。実験に際して、VR ヘッドセットは Facebook Technologies が提供する Oculus Quest2 を用いた。図 2 が示す VR ヘッドセット内に投影する映像は Unity Software Inc が提供する Unity5 を用いて作成し、参加者がインタラクティブにバーチャル空間上の森の中を進めるように構成した。ただし、参加者間で視覚環境をなるべく統一するため、参加者が通るコースと向いている方向をスクリプトにより制御し、参加者間でなるべく視覚情報が同条件になるよう統制した。



図 1. システムの外観図

* 連絡先: 大阪大学基礎工学部

大阪府豊中市待兼山町 1 丁目 3

Email: nakayama.kazuki@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp



図2. VRヘッドセット内に投影した映像

2.2 実験参加者

23名に対し実験を行った。平均年齢は21.89歳 (SD=1.55歳)であり、男女比は男性14名、女性9名であった。

2.3 実験条件

実験は2020年12月15日から21日までの期間に実施された。参加者にVRヘッドセット内の映像刺激のみを提示刺激として受け取らせるために、周囲をなるべく静かに保ち聴覚刺激を最小限にした。

2.4 実験手順

実験ではまず参加者にこれからの実験が畏怖や畏敬に関連する超自然的な存在に関するものであることを明示するために付録1に示すアンケートに回答させた。アンケートの内容は、超越的な存在について信じているか、その存在の気配を感じたことがあるか、その存在に雄大さを感じるか、その存在に畏敬や畏怖を感じるかの4項目であった。

その後、参加者にVRヘッドセット、コントローラを着用させ、バーチャル空間の森を進み、ポジティブまたはネガティブな超自然的な存在を感じた際に、手元のコントローラで操作するよう教示した。

すべての参加者はバーチャル空間内の森で同じ決められたコースを進んだ。視覚特徴量の評価に際して、VRヘッドセット内の映像をそのまま解析することは難しいため、なるべく視界が近似できるようにVR内の映像を視野角82°で1920×1080のディスプレイにミラーリングし、参加者がコントローラを操作した瞬間のミラーリング画面のスクリーンショットを取得した。

その後、超自然的な存在を実験中に感じたか、また日常的にそういった存在を感じるかについてGoogleフォームを用いてアンケートに回答させた。アンケートの内容は付録1に示す。

3. 結果

3.1 アンケート結果

実験後に実施したアンケートの結果、82.6%の参加者がネガティブな存在を感じ、91.3%のポジティブな存在を実験中に感じたとして回答した。また、感じ取った存在の具体例、感じた場所については付録2のようであると回答した。また、実験後のアンケートでは、日常的にネガティブな存在を感じると回答した参加者は47.8%、日常的にネガティブな存在を感じると回答した参加者は34.8%であった。具体例は付録3のようであった。

3.2 抽出された画像の総数

実験では参加者は超自然的な存在を感じたタイミングでコントローラを操作し、その瞬間にミラーリング画面のスクリーンショットが取得された。スクリーンショットはポジティブな存在のものが157枚、ネガティブな存在のものが109枚であった。得られたスクリーンショットの例を図3に示す。総数は266枚であり、一人当たり平均11.6回超自然的な存在を感じ取りコントローラを操作していた。

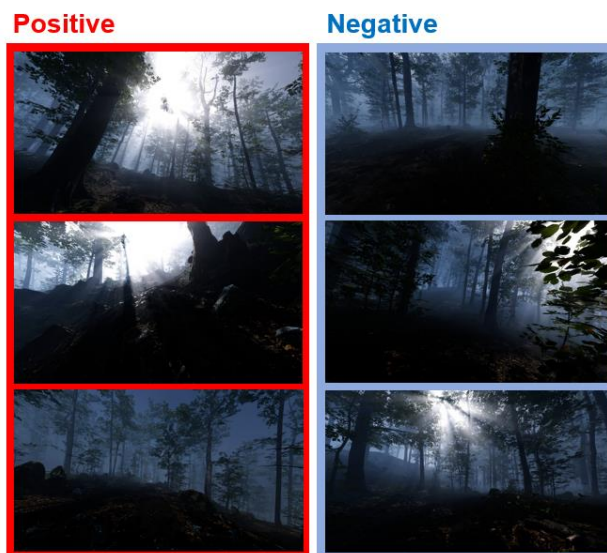


図3. 得られたスクリーンショットの一例

4. 視覚特徴量評価

3.2で取得したスクリーンショットを解析し、得られた視覚特徴量を元に超自然的な存在と場面の環境情報の関連について相関分析を行った結果を用いた。

4.1 評価手法の概要

3.1のアンケート結果より、VR内で参加者がポジティブまたはネガティブな気配や存在を感じた場面の回答のうち、92.3%が視界の明暗や色彩や日照条件に関連するものであった。よって、超自然的な存在を感じさせる視覚的特徴量の背後には、提示刺激の画像の上下左右間の特定の色相、彩度、明度の比率があるのではないかと仮説を立てた。そこで、画像を図4のように9分割し、その各部位ごとの色相(H値)、彩度(S値)、明度(V値)の平均を求め、3項目9部位の27次元の配列データを作成した。

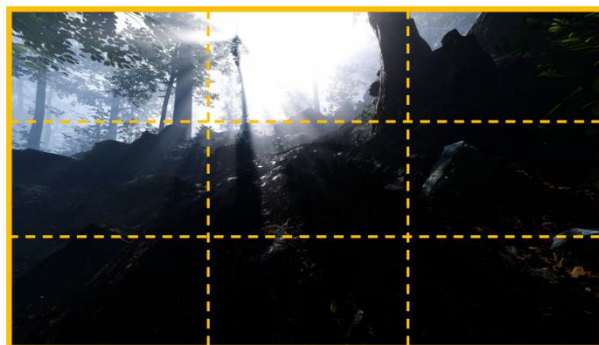


図4. 取得画像の分割

また、比較対象として、参加者が通ったルート上でランダムに取得した正面画像を 673 枚用意し、それも同様に 9 分割後 HSV 毎の配列データを作成した。その後、上記で得られたデータとマージし、総数 940 データの 27 次元配列データを作成した。

4.2 9 分割後の各部位の HSV 値の主成分分析

“存在感”を感じさせる視覚的特徴量を分析するために 4.2 で得られた配列データに対して主成分分析を行った。主成分分析の結果を表 1 に示す。表により、固有値 1.0 以上で 7 成分を抽出し、第 7 成分までの累積寄与率は 77.140%であった。主成分のうち第 3 主成分までの累積寄与率が 52.470%であったため、では第 3 主成分までを寄与率の高い主成分とみなし着目した。

表 1. 主成分分析結果

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
固有値	5.770	5.408	2.989	2.208	2.070	1.288	1.096
寄与率(%)	21.370	20.031	11.069	8.176	7.665	4.769	4.060
累積寄与率(%)	21.370	41.402	52.470	60.647	68.312	73.081	77.140

第 3 主成分までの各画像の主成分得点をプロットしたものは図 5 のようになった。軸は主成分ごとの主成分得点、赤点はポジティブな存在、青点はネガティブな存在を感じた際に取得された画像であり、灰点はランダムに取得された画像を示す。

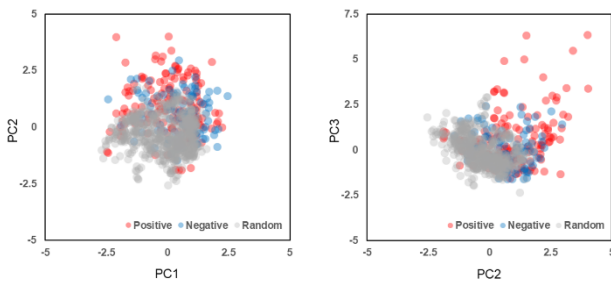


図 5. 主成分得点のプロット結果

4.3 クラスタリングによる評価

4.3 で得られた主成分得点について、クラスター分析を行った。非階層的クラスター分析の手法として k-means 法が知られているが、分割するクラスター数をあらかじめ決める必要があるため、最適なクラスター数が不明であるこの場合で用いるのは適切でない。よって、今回の分析では x-means 法を用いた。x-means 法は Pelleg と Moore が考案した k-means の拡張アルゴリズムで[6]、複数回 k-means を行った際の各クラスターのデータに p 変量正規分布を仮定し、その BIC(ベイズ情報量基準)を最小化する k を求めるものである。

x-means により得られた結果は k-means の探索的手法と近くなることが知られており[7]、先験情報の無い今回の分析に用いるのは適切であると考えられる。

4.3 で得られた結果に x-means を用いて分析を行った結果、3 つのクラスター解を抽出した。各クラスターに含まれる画像のうち、ポジティブな存在のもの、ネガティブな存在のもの、ランダムに取得されたものの割合を図示したものが図 6 である。ただし、サンプルサイズがそれぞれ異なるため、各画像の総枚数を加味し正規化を行っている。

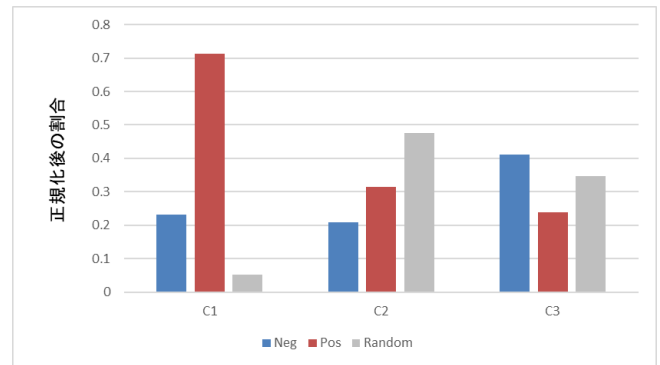


図 6. x-means による各クラスター内での構成割合

また、得られたクラスターのうち、クラスター 1 のみを図 5 と同様に主成分ごとの主成分得点でプロットしたものを図 7 に示した。

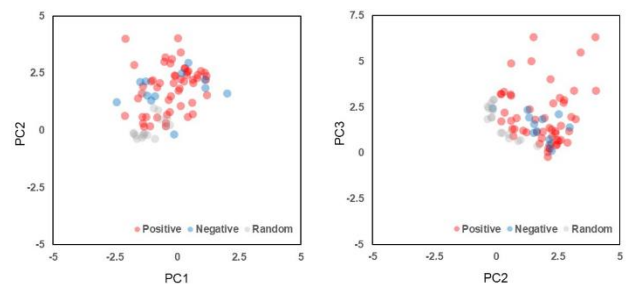


図 7. クラスタ 1 の主成分得点のプロット結果

図 6 の結果より、クラスター 1 のうち、ポジティブな存在感を見出すデータの割合が 70%を上回っている（チャンスレベルは 33%）。よって、クラスター 1 がポジティブな存在の画像を分類する上で有用であると考えられる。

4.4 HSV ごとのクラスタリング

4.3 で得られた結果により、クラスター 1 に属する視覚特徴量を持つ森林画像は、ポジティブな存在感を感じる比率が高いことが示された。しかし、4.2 で行った手法では色相(H 値)、彩度(S 値)、明度(V 値)のデータをすべて統合しているため、HSV 画素値の種類のうち、どの成分がより“存在感”を提示する上で有用であるかはまだ示されていない。

そこで、4.3 と同様の手法を H,S,V それぞれのデータに対しても行った。具体的には、4.2 で 27 次元配列データを作成していたところを H,S,V ごとの各 9 次元のデータに分割した。

4.5 H 値のみの分析結果

H 値のみのデータに主成分分析を行った。その結果、固有値 1.0 以上の 3 成分が抽出された。(第 3 成分までの累積寄与率は 70.255%)。得られた主成分得点について、4.3 同様の手法を用いてクラスター分析を行った。

その結果、3つのクラスター解が得られた。4.3と同様に各クラスターに含まれるポジティブな存在のもの、ネガティブな存在のもの、ランダムな存在の割合を図 8 に示した。

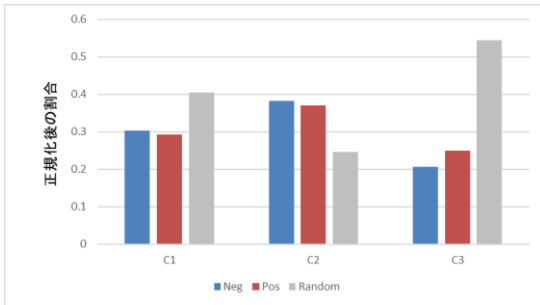


図 8. H 値のみの x-means による各クラスター内での構成割合

4.6 S 値のみの分析結果

S 値のデータに主成分分析を行った。その結果、固有値 1.0 以上の 3 成分が抽出された(第 3 成分までの累積寄与率は 70.956%)。得られた主成分得点について 4.3, 4.5 同様の手法を用いてクラスター分析を行った。構成割合を図 9 に示した。

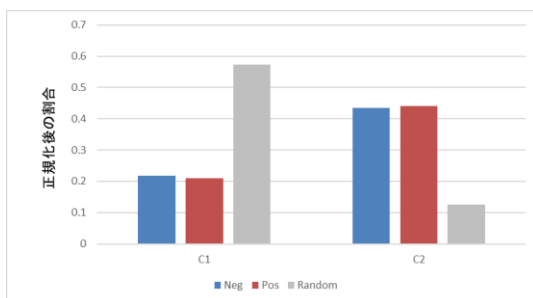


図 9. S 値のみの x-means による各クラスター内での構成割合

4.7 V 値のみの分析結果

V 値のデータに主成分分析を行った。その結果、固有値 1.0 以上の 3 成分が抽出された。(第 3 成分までの累積寄与率は 69.923%)。得られた主成分得点について、4.3, 4.5, 4.6 同様の手法を用いてクラスター分析を行った。構成割合を図 10 に示した。

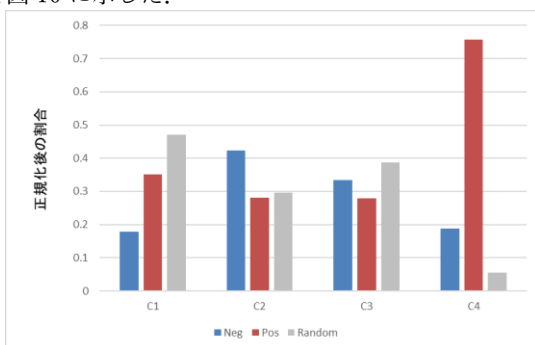


図 10. V 値のみの x-means による各クラスター内での構成割合

5. 考察

5.1 画像の視覚特徴量と画像に対して抱く“存在感”の関係

4.4 のクラスター分析より、クラスターごとの画像から受ける存在感の構成比率を求めた。この結果より、クラスター 1 においてポジティブな存在感を見出すデータの割合が 70%を超えることが見出された(チャンスレベルは 33%)。つまり、1 番目のクラスターに内包される視覚特徴量は、ポジティブな存在感を生じさせる特性がある、と期待できる。

5.2 HSV ごとの視覚特徴量と画像に対して抱く“存在感”の関係

4.6 から 4.8 のクラスター分析より、画像の H, S, V それぞれのクラスター内での存在感の構成比率を求めた。

H 値のみの分析結果に注目すると、どのクラスター内でも特に他より抜きんでて割合が高い項目は存在しなかった。すなわち、今回の知見において H (色相) という情報は、参加者が“存在感”を見出す上での要因ではなかったと考えられる。

次に S 値のみの分析結果に注目すると、クラスター 2 内でポジティブな存在のもの、ネガティブな存在のものを合算すると 80%の割合を上回っている。よって、クラスター 2 内に内包される視覚特徴量を持つ森林画像は、見る者に対して何かしらの存在感を提示することができることが期待できるが、それがポジティブな存在のものであるかネガティブな存在のものであるかを分離はできない、と考えられる。

そして V 値のみの分析結果に注目すると、クラスター 4 内でポジティブの割合が 70%を上回っていた。よって、クラスター 4 内に内包される視覚特徴量は、見る者に対してポジティブな存在感を生じさせる、と期待できる。

6. まとめ

本研究では自然の中での“存在感”という要素に着目し、そのような感覚を生み出す視覚特徴量について評価した。2 章での実験において、参加者にバーチャル空間上の森において超自然的な存在を感じた際にコントローラを操作させる課題を行わせ、参加者が森の中で超自然的な存在を感じた際の環境の視覚特徴量を取得した。4 章においてそれらの視覚特徴量を解析し、特定のクラスターにおいてポジティブな存在感を感じる視覚特徴量の存在比が高まることが示された。また H 値のみを用いた解析では“存在感”を見出す視覚的特徴量の分離が可能であること、V 値のみを用いた解析ではポジティブな存在感を感じる視覚特徴量の分離が可能であることも同時に認められた。

今回の実験により、“存在感”を与える視覚特徴量を持つクラスターの抽出が一定程度可能であることが示唆された。一方、今回のクラスタリングの結果が森林環境ではなく他の環境 (e.g. 砂漠, 海) においても適用可能な普遍的知見であるかは不明である。また、最終目標としていた人工空間における“存在感”の創成に、本研究で得られた知見が利用可能かどうかは現状では示すことができていない。

今後は、今回の結果を元にポジティブな“存在感”を抱かせる視覚特徴量を人工的に再現可能な照明環境を構築し、

今回の実験と同様な”存在感”を抱かせることが可能かどうか検討することを予定している。

謝辞

京都大学大学院心理学研究科の高野了太様には、本研究の実験の教示文など、畏敬の念の分野の知識におきまして多くの面で助言をいただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Gordon, A. M., Stellar, J. E., Anderson, C. L., McNeil, G. D., Loew, D., & Keltner, D. (2017). The dark side of the sublime: distinguishing a threat-based variant of awe. *Journal of personality and social psychology, 113*(2), 310.
- [2] Barrett, J. L. (2000). Exploring the natural foundations of religion. *Trends in cognitive sciences, 4*(1), 29-34.
- [3] Williams, K., & Harvey, D. (2001). Transcendent experience in forest environments. *Journal of environmental psychology, 21*(3), 249-260.
- [4] Keniger, L. E., Gaston, K. J., Irvine, K. N., & Fuller, R. A. (2013). What are the benefits of interacting with nature?. *International journal of environmental research and public health, 10*(3), 913-935.
- [5] Andersen, M., Pfeiffer, T., Müller, S., & Schjoedt, U. (2019). Agency detection in predictive minds: a virtual reality study. *Religion, Brain & Behavior, 9*(1), 52-64.
- [6] Pelleg, D., & Moore, A. W. (2000, June). X-means: Extending k-means with efficient estimation of the number of clusters. In *Icml* (Vol. 1, pp. 727-734).
- [7] 石岡恒憲. (2000). クラスタ数自動決定する k-means アルゴリズムの拡張について. *応用統計学, 29*(3), 141-149.

付録 1. 実験後の質問項目

番号	質問項目	回答方式
Q1	VR 上の森を進むなかで、ネガティブな気配/存在を感じたかどうか	はい/いいえ
Q2	(Q1 ではいと回答した場合) それは具体的にどのような気配/存在だったか	記述式
Q3	(Q1 ではいと回答した場合) どのような空間でそれを感じたか	記述式
Q4	日常で、ネガティブな気配/存在を感じることはあるか	はい/いいえ
Q5	(Q4 ではいと回答した場合) それは具体的にどのような気配/存在か	記述式
Q6	(Q4 ではいと回答した場合) どのような場所で感じたか	記述式
Q7	VR 上の森を進むなかで、ポジティブな気配/存在を感じたかどうか	はい/いいえ
Q8	(Q7 ではいと回答した場合) それは具体的にどのような気配/存在だったか	記述式
Q9	(Q7 ではいと回答した場合) どのような空間でそれを感じたか	記述式
Q10	日常で、ポジティブな気配/存在を感じることはあるか	はい/いいえ
Q11	(Q10 ではいと回答した場合) それは具体的にどのような気配/存在か	記述式
Q12	(Q10 ではいと回答した場合) どのような場所で感じたか	記述式

付録 2. VR 空間内で参加者が感じた気配の例

番号	回答の一例
Q2	ひんやりとした気配 暗い、光の当たらない、鬼が出そうな気配 うす暗いもやがかかった感じ 植物が枯れるような良くない気配。 地縛霊のような呪ってきそうな気配
Q3	日光が遮られている空間 日陰になっている場所。朽木や死骸のようなものがある場所 陽がさしていない森の中
Q8	自然神のような存在 暗闇から抜け出した感覚。豊かで眩しい 明るい気配 森の妖精 神々しい気配
Q9	光がさしていたり、粒子のようなものが見えたりした時 森林の中で光が差し込む所 霧が薄く、明るい。先が見える。滝の近く。

付録 3. 日常で参加者が感じる気配の例

番号	回答の一例
Q5	昔人が住んでいて、誰か亡くなったけはい入ってはならないような気配 おばけ。シャワーを浴びているときに後ろに何かいそうな気配。
Q6	お風呂 ワンルームアパートのユニットバス 誰もいないような暗い夜道
Q11	あたたかい気配、亡くなった大事な存在の気配 神様 穏やかにさせるような気配
Q12	その人が気に入っていた日当たりのいい場所 山にある神社 日の当たる公園の芝生、昼間の人がいっぱいの飲食店や遊園地