



視野闘争を用いた超常現象の視覚提示についての検討

Visual Presentation Methods for Supernatural Effects through Binocular Rivalry

郭凱¹⁾, 細井十楽¹⁾, 伴祐樹¹⁾, 下村祐樹¹⁾, 割澤伸一¹⁾

Kai Guo, Juro Hosoi, Yuki Ban, Yuki Shimomura and Shin'ichi Warisawa

1) 東京大学 新領域創成科学研究科 (〒 277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5, guo.kai@s.h.k.u-tokyo.ac.jp)

概要: ビデオ作品において、幽霊、オーラのような私たちの世界と異なる次元に存在する超常現象は視覚表現の対象としてよく用いられる。しかし、ディスプレイ技術にはリアルな超常体験を完全に再現する上での限界が依然として存在する。本研究は、視野闘争と呼ばれる錯覚現象を利用した超常現象の視覚提示手法を提案し、超常現象の視覚提示を新たな段階に進化させ、その本質をよりリアルに提示することを目指す。

キーワード: 視野闘争, VR, 視覚エフェクト, 超常感

1. はじめに

私たちの世界と異なる次元に存在し、既存の科学では解釈できない超常現象は、人類の文化や宗教において重要な役割を果たす [1]。これらの現象は口伝や文献を通じて伝えられてきた。例えば、幽霊のような存在は「頑張っても顔が見られない」のような記述で、その捉えようのない存在の異次元さが表されている [2][3]。近代では、視覚ディスプレイの出現とともに、ビデオ作品においても、超常現象は視覚表現の対象としてよく用いられ、視覚的に超常感が体験できるようになった。

しかし、ディスプレイ技術にはリアルな超常体験を再現する上での限界が依然として存在し、既存の視覚提示手法も、その超常さを忠実に反映できない。既存の視覚表現手法は輪郭の揺らめきや半透明な材質のような慣例的に用いられているアイコンとしてのエフェクトを使用し、超常現象の感覚を模擬している [2][4]。しかし、これは揺らぎによる物理的な認識にくさであり、次元の違いによる第六感のような知覚上の知覚しきれない感覚自体を提示できているわけではなく、納得感が薄い。

本研究では、そういった捉えようのない現象は、実際に知覚上の視覚しきれない感を提示することで、没入感を高められるのではないかと考え、視野闘争と呼ばれる心理学・神経学現象に着目した。視野闘争とは、両眼にある程度以上の異なる光刺激（例えば、色や形状など）が与えられた際に、両眼の視野が闘争し、どちらか一方のみが知覚される現象である (図 1)。本現象では、左右どちらの像が支配的になるかについては意識によってある程度制御が可能だが、完全に片方のみを捉え続けることはできない。視野闘争の持つ、この「見えそうで見えない」という特性を利用することで、超常的な現象による捉えにくさをよりリアルに表現できると考えられる。

視野闘争は日常生活で体験することが難しいが、Virtual Reality (VR) や Augmented Reality (AR) のような両眼視野を制御可能な技術の発展で、視野闘争を簡単に体験できるようになった。一方、VR・AR の両眼視野制御機能はより豊かな視覚表現を創出する可能性を有するが、現状ではほとんど立体視のために使われ、十分に活用されていない。本研究では両眼の視野を個別に制御し、VR・ARにおける新たな表現軸を追加し、よりリアルな超常現象の視覚提示手法を提案した。

2. 関連研究

2.1 超常現象の視覚提示

Perron らはビデオゲームにおいて、よく使われる超常現象のアイコン的な表現（形の揺らぎ、半透明な材質）をまとめた [4]。Bhatia らは AR において、漫画的な魔法エフェクトのアイコン表現を用いて、異次元の感覚提示を試した [5]。しかし、彼らの研究はアイコン的な表現を用い、前述の通り十分な超常体験ができない。Robert らは、現実での錯視や、魔術テクニックによる超常現象の視覚表現の要素を分析し、現実世界で有り得ないような予測・コントロールできない体験が最も重要であることを記述した [3]。本提案手法で用いられる視野闘争は、このような予測・コントロールできない特性を持ち、超常現象の視覚提示に最適だと考えられる。

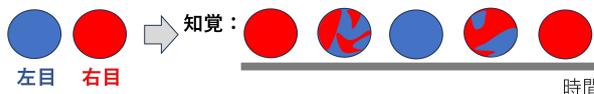


図 1: 視野闘争の知覚イメージ

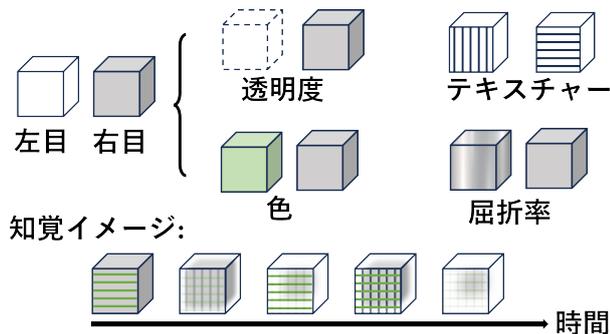
2.2 視野闘争

視野闘争とは両眼の網膜の対応部に、ある程度以上異質的な刺激対象が同時に与えられるときに、脳が混乱し両眼の像が一つに融合せず、各眼の像に対応する見え方が交互に現れる現象である [6]。視野闘争の流れとして、「片目視野の注意部分が知覚される」、「闘争」、「もう片目の注意部分が知覚される」のサイクルで行われる。闘争時には、どちらの視野も完全な形で知覚されず、両眼の視野が重畳なしに交わった状態で知覚される。片目の視野が知覚された際に、知覚されている視野を優位視野、知覚されていない視野を劣位視野と呼ぶ [2]。

視野闘争の特性や生体メカニズムについては様々な研究が行われてきた。Kovacs らは、知覚される視野が交代する時間を予測することはできないが、注意力を知覚したい視野に向けることで、優位に知覚される視野を誘導できる特性を発見した [7]。Ochiai らはこの特性を利用し、視野闘争万華鏡を作った [8]。Lack らは視野闘争が発生すると、注目者の注意力を引くことを発見した [9]。また、視野闘争において、左右視野にあるオブジェクトの色や彩度が優位視野の交代時間に影響する特性があり [6]。これらの特性を利用し、Erickson らは AR における警告メッセージへの視野闘争の応用を提案した [10]。視野闘争の他の特性として、左右眼の視野が静止的な像だけではなく、片目に動く目標がある像を提示し、もう片目に静止した像を提示すると、動的目標が知覚されやすい特性をもつ [6]。

3. 手法

本研究では、捉えようのない超常感を提示するために、オブジェクトを構成する二つの基本要素となる「マテリアル」と「メッシュ」に対してそれぞれ異なる視野闘争の設計方針を確立した。両者を統合することで、超常感のあるオブジェクトの提示ができる。



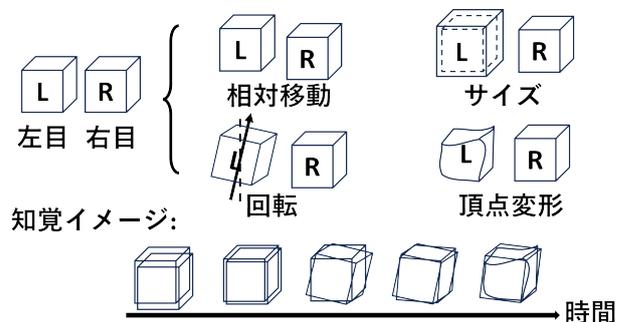
3.1 捉えようのないマテリアル

両眼に異なるマテリアルを配置し、マテリアルの視野闘争を利用することで、知覚上で捉えようのない知覚を生じる。本研究で提案された視野闘争提示手法において、視野が安定し知覚される安定状態より、両眼の視野が闘争し、マテリアルの判別ができない闘争状態にできるだけ維持した方が望ましい。したがって、筆者たちは知覚できそうだが、

実際にはどちらも知覚できないような超常的な感覚を提示するため、以下の 2 点の設計方針を提案した：

1) 図 2 のように、左右目にそれぞれ色、テクスチャー、透明度、光の屈折率などの要素の異なるマテリアルを提示し、視野闘争を誘発させることで、マテリアルの認識しきれない感覚を創出する。

2) 視野闘争は対称的に闘争が行われるのではなく、効き目やマテリアルの色差、テクスチャーの模様などの影響を受けるため、どちらか一方の視野がより知覚されやすいという問題が存在する。これに対して、事前にユーザの効き目を取得し、効き目に闘争で知覚されにくい像を提示した方が望ましい。さらに、両目に提示されるオブジェクトの模様・色などを動的に左右目間に切り替えることで、より闘争状態に維持させることができる。



3.2 捉えようのないメッシュ

3.1 節の設計方針と類似し、両眼に異なるメッシュを提示することで、左右目の間にメッシュの闘争を誘発し、捉えようのないメッシュの知覚体験を創出できる。しかし、メッシュの闘争には、両眼に提示されているメッシュの違いが小さいと、闘争を誘発できないことがある。一方、差異が大きいと、同じオブジェクトとしての認識が失われるため、臨場感が下がる。そのため、メッシュの捉えようのない感覚を提示するには、同じオブジェクトとしての認識を維持できるように、両眼の視野差異の調整できる範囲を試し、その範囲内で図 3 に示すようなパラメータを調整した方が望ましい。

4. 実験

視野闘争による超常現象の提示手法を確かめるため、本研究では以下の実験システムを構成した。各実験システムには、本研究で提案された視野闘争提示手法条件と視野闘争を使わない（両眼に同じ視覚情報を提示する）コントロール条件から構成される。

4.1 実験システム 1：Horror Demo

ホラービデオゲームでは、超常現象の視覚提示がよく用いられるため、本研究の提案手法を検討するには適していると考え、図 4(A) のような実験デモを作成した。視野闘争条件において、3.1 節で論じたマテリアルの闘争方針を使い、体験者の左右目にそれぞれ青色と赤色の目を持つアバ

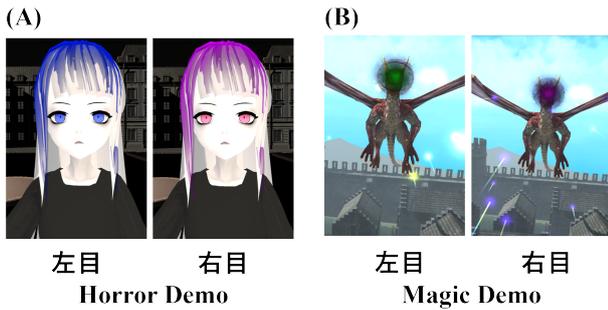


図 4: (A) 視野闘争を用いた Horror Demo の左右目提示像。(B) 視野闘争を用いた Magic Demo の左右目提示像。

ターを提示した。また、デモの最初、左右目にそれぞれアバターの形に沿った青色と赤色の半透明メッシュを生成し（3.1 節：色）、左目のメッシュを左、右目のメッシュを右に移動させた（3.2 節：相対移動）。一方、コントロール条件では、参加者の両目には、図 4(A) の右目の画像を両目同様に提示した。

4.2 実験システム 2：Magic Demo

魔法要素もビデオ作品における重要な超常現象の一つとして、よく用いられるため、図 4(B) のような魔法エフェクトを体験できる実験デモを作成した。Magic Demo では、左右目に異なる回転方式（3.2 節：回転）、異なる色の魔法エフェクト（3.1 節：色）を使用した。なお、コントロール条件では、参加者の両目には、図 4(B) の右目の画像を両眼に同時に提示した。

4.3 評価項目と実験手順

実験では、表 1 に示している「恐怖感」、「奇妙さ」、「異次元感」の 3 項目に関するアンケートを用いて、提案手法の有効性を検討した。評価指標の選定理由として、本研究における超常現象は我々の世界と異なり、異次元にある現象として定義されたため、異次元感を評価項目として使われた。また、Horror Demo と Magic Demo のそれぞれの要素として、恐怖感と奇妙さも評価した。また、実験後にもインタビューが行われ、「提案手法は超常現象により適用できるかどうか」、「提案手法の使用意欲」についても実験参加者に回答してもらい、提案手法の評価として使われる。

表 1: アンケート項目

質問項目	質問の内容 (1: 感じなかった ~ 7: 非常に感じた)
Q1. 恐怖感	恐怖感を感じた
Q2. 奇妙さ	奇妙さを感じた
Q3. 異次元感	異次元感を感じた

実験時間は 1 人につき約 20 分程度であった。実験参加者はまず実験室に入室後、実験システムの操作方法と実験の流れおよびアンケート項目に関する説明を受けた。実験参加者は Horror Demo、Magic Demo の順に試行を行った。

各試行には、コントロール条件と視野闘争条件の 2 水準から構成され、2 水準はランダム順を用いて順序効果を防いだ順番で試行を行った。各試行後に「恐怖感」、「奇妙さ」、「異次元感」の 3 項目に関するアンケートを回答してもらった（2 試行 × 2 水準、合計 4 回アンケートを回答）。最後にインタビューおよび自由フードバンクをもらった。

4.4 実験結果

大学内から 10 名（男性 9 名、女性 1 名）の参加者を募って実験を実施した。本研究での統計解析における有意水準は 5% とした。Horror Demo、Magic Demo のデータについて、恐怖感、奇妙さ、超常感における評価値の分布のバイオリン図を図 5 と図 6 に示す。本実験で行われたアンケート項目は全て順序尺度であるリッカート尺度であるため、対応のある 2 群のノンパラメトリックデータとして Wilcoxon signed-rank test を用い 2 群間の有意差を計算した。結果として、Horror Demo において、恐怖感には有意差が見られなかったが ($p = 0.220$)、異次元感には有意差が見られた ($p = 0.002$)。Magic Demo において、奇妙さ ($p = 0.002$) と異次元感 ($p = 0.002$) には有意差が見られた。

また、インタビューの結果として、10 人中 10 人は既存手法より本研究で提案された視野闘争提示手法はもっと超常現象に適用するフィードバックをもらった。また、ホラーゲームにおいて、既存手法より、提案手法を使用したいと思う参加者は 10 人中 8 人であった。魔法エフェクトにおいて、提案手法をより使用したいと思う参加者は 10 人中 7 人であった。

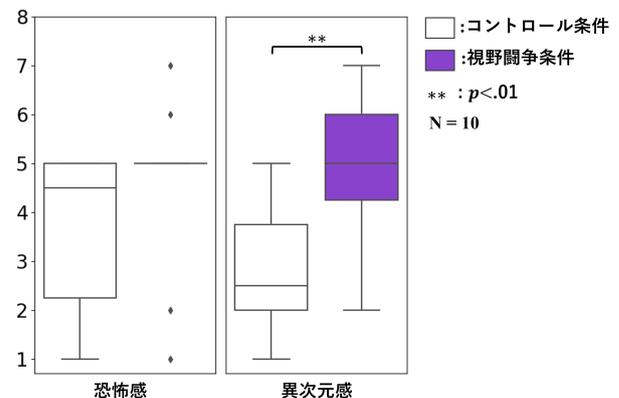


図 5: Horror Demo における恐怖感と異次元感の分布図

また、自由感想として、“視野闘争の視覚体験は非常に特別で、超常現象に相応しい。” “視野闘争を利用した魔法エフェクトは今まで体験したことがない面白い視覚体験ができて、今後のゲームにもこのようなエフェクトを体験したい。”などのフィードバックをもらった。

5. 考察

図 5 と図 6 より、本研究で提案された手法は、両眼に同じ像を提示する既存手法と比較し、奇妙的、異次元的な感覚についての評価が高くなることが示唆された。なお、実験後のインタビューの結果より、「既存手法より本研究で提案

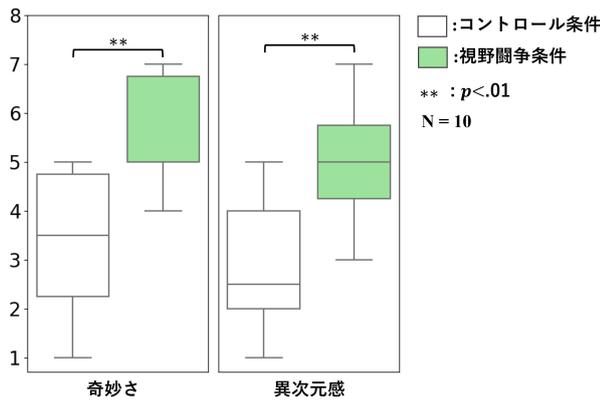


図 6: Magic Demo における奇妙さと異次元感の分布図

された視野闘争提示手法はもっと超常現象の提示に適する」との回答が参加者全員から得られた。一方で Horror Demo において、恐怖感について提案手法と既存手法の条件間で有意差は確認されなかった。ただし、実験後のインタビューより、「既存手法より、提案手法を使用したい」との回答が 8 件みられた。また、自由感想において、「アバターの設計では、十分な恐怖感を感じられなかった。」との感想が 2 件ももらった。Horror demo の実験で、アバターの設計にも十分に恐怖感を出せないことで、有意差が見れなかった原因として考えられる。

以上より、本研究で提案された視覚提示手法は、よりリアルな超常現象を提示できることが示唆された。

6. 将来の展望

本研究では、視野闘争を用いた超常現象の視覚提示手法を提案した。現状、視野闘争の設計方針はまだ十分な実験的な検討ができていない。今後では、視野闘争における視覚提示の基本要素を抽出し、実験を実施し、より汎用的な設計方針の確立を目指す。また、視野闘争を超常現象だけでなく、映像作品に新たな表現軸を追加できると考えられる。さらに、VR・AR の特別な両眼視野コントロール機能を利用した作業パフォーマンスの向上や、認知能力の向上アプリケーションの研究の発展にも、貢献できると考えられる。

参考文献

- [1] Jerome Tobacyk and Gary Milford. Belief in paranormal phenomena: Assessment instrument development and implications for personality functioning. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 44, pp. 1029–1037, 05 1983.
- [2] Justyna Janik. Ghosts of the present past: Spectrality in the video game object. *Journal of the Philosophy of Games*, Vol. 2, , 12 2019.
- [3] Robert E. Fischer. Magic, illusions, and bloopers and blunders in optics. In Jose M. Sasian and Paul K. Manhart, editors, *Novel Optical Systems Design and Optimization IV*, Vol. 4442, pp. 78 –
- [4] Bernard Perron. *Horror video games, essays on the fusion of fear and play*, edited by Bernard Perron, foreword by Clive Barker. 01 2009.
- [5] Arpit Bhatia, Henning Pohl, Teresa Hirzle, Hasti Seifi, and Kasper Hornbæk. Using the visual language of comics to alter sensations in augmented reality. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '24, New York, NY, USA, 2024. Association for Computing Machinery.
- [6] B. B. Breese. Binocular rivalry. *Psychological Review*, Vol. 16, No. 6, pp. 410–415, 1909.
- [7] Ilona Kovacs, Thomas Papatomas, Ming Yang, and Akos Feher. Kovacs, i., papathomas, t.v., yang, m. & feher, a. when the brain changes its mind: interocular grouping during binocular rivalry. *proc. natl. acad. sci. usa* 93, 15508-15511. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 93, pp. 15508–11, 01 1997.
- [8] Yoichi Ochiai. Kaleidoscopes for binocular rivalry. In *Proceedings of the 3rd Augmented Human International Conference*, AH '12, New York, NY, USA, 2012. Association for Computing Machinery.
- [9] Leon C Lack. Selective attention and the control of binocular rivalry. *Perception & Psychophysics*, Vol. 15, pp. 193–200, 1974.
- [10] Austin Erickson, Gerd Bruder, and Gregory F. Welch. Analysis of the saliency of color-based dichoptic cues in optical see-through augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 29, No. 12, p. 4936–4950, jul 2022.