

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：15501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12132

研究課題名(和文) 絵画のリアリティ鑑賞に關与する動的ノイズの存在

研究課題名(英文) Existence of dynamic noise affecting reality perception of images

研究代表者

長 篤志 (OSA, ATSUSHI)

山口大学・大学院創成科学研究科・准教授

研究者番号：90294652

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：絵画や風景画像に感じるリアリティの印象形成において、固視微動に由来する動的ノイズが重要であることを明らかにすることを目標にした。そのため、画像観察時の固視微動をモデル化し、画像へ動的ノイズとして付加する画像処理手法を開発した。また、画像に動的ノイズを付加した際に画像から受ける印象の変化を明らかにした。実験の結果、画像に適切な強度の動的ノイズを付加することによって、奥行き感の印象が強くなることがわかった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to reveal significance of dynamic noise originated from involuntary miniature eye movement during observing pictures or photographs in terms of impression formation of reality. At first, I have measured the miniature eye movement and developed an image processing method to add a dynamic noise imitating involuntary miniature eye movement to images. Then, I have investigated effect of the dynamic noise on impression formation of images. Results show that stimuli with visual noise were interpreted as having stronger depth impression than the original stimulus for all images. The stimuli with an intermediate level of noise performed better than others.

研究分野：視覚工学

キーワード：立体感 固視微動 動画像処理 絵画的奥行き手掛かり 印象評定

### 1. 研究開始当初の背景

セミール・ゼキなどの著書をはじめとして、近年、絵画と脳機能との係わりが議論され始めている。絵画を見ている時の視線の動きや脳活動などを調べることで、絵画が観察者へ与える情動的影響も科学的に研究が進められている。これらでは、絵画を芸術作品として見るだけでなく、絵画が視覚脳の根本的な理解につながるものとして主張されている。

本研究では、絵画作品を直接観察する場合と、写真撮影されたその絵画作品を観察する場合における、両者から感じる印象の違いに着目した。この違いは、美術館に絵画を見に行く者には必ず感じる感覚であろう。鉛筆デッサンでは、逆に写真の方がよりリアリティが増すことも多く、その効果も顕著である。

私は、1) 画像を凝視している間の固視微動が視覚的な動的ノイズとなっている、

2) 画像にリアリティを知覚する脳活動において、視覚的な動的ノイズが関わっている、という仮説を考案した。

この仮説は、我々が発見した「視覚刺激に対する動的ノイズの効果」に関する知見を基にしている。それらの研究では、画像に対して時間的に変化する適切な強度のごま塩ノイズ(ホワイトノイズ)を付加することで、画像内の織物の素材感に関する印象伝達精度が向上することや、奥行き感やリアリティが向上することが確認されている。微弱な信号強度の情報に対して適切な強度のノイズを付加することにより、信号検出精度が向上する確率共鳴現象が、脳波の引き込みにおいて起こることが報告されているが、これらの研究成果は、高次の脳機能においても確率共鳴現象が起こっている可能性を示すものである。

### 2. 研究の目的

絵画や風景画像に感じるリアリティの印象形成において、固視微動に由来する動的ノイズが重要であることを明らかにすることを目標にした。そのため、以下の2つを達成することを目的とした。

目標1) 画像観察者の固視微動による動的ノイズの種類、強度を明らかにする。

目標2) 画像に動的ノイズを付加した際の印象の変化を調べ、動的ノイズとの関連性を明らかにする。

### 3. 研究の方法

テーマ1) 画像を観察している際の固視微動の測定とモデル化

アイマークレコーダ(Tobii, TX300)を用いて、300Hzのサンプリング周波数で、絵画画像を、60cm距離で観察している際の固視微動の様子を測定した。

固視微動の中でも、ドリフトの成分に着目してフィルタリングを行った。対象画像として8種類選択した。そして、固視微動の特徴を整理しモデル化した。この結果は、テーマ

2, 3の実験において使用した。

テーマ2) 画像観察時における固視微動モデルを用いた動的ノイズ付加画像処理手法の開発

固視微動に由来する動的ノイズをシミュレートし、その動的ノイズを画像に付加する画像処理手法を開発した。

固視微動モデルには、テーマ1で考案したものをを用いた。ただし、固視微動の周波数特性として、実測値から得られた特性を簡略化したものと、ホワイトノイズの2種類を選択可能なように設計した。

手法では、画像の観察距離を入力することによって、固視微動に伴う画像の揺らぎを計算し、原画像に重み付け平均を取ることで、動的ノイズを画像に付加した。重み付け平均の重みを変えることによってノイズ強度を操作できる様にした。

テーマ3) 動的ノイズを付加した画像に対する印象評定

まず、テーマ2で開発した画像処理手法を用いて、高空間周波数成分を制限した画像に対して動的ノイズを付加した画像を生成した。動的ノイズの周波数特性には2種類を用意した。また、動的ノイズの強度には3段階を用意した。

次に、動的ノイズの種類、強度を変化させた動的ノイズ付加画像を実験参加者に提示し、奥行き感の印象評定をおこなった。これによって、ノイズ付加時とノイズ無し時の印象の違いを調べた。そして、画像観察時における、動的ノイズの効果について明らかにした。

### 4. 研究成果

平成27年度は、研究実施計画に示した「テーマ1) 画像を観察している際の固視微動の測定とモデル化」に関する研究を行った。まず、アイマークレコーダ(Tobii, TX300)を用い、300Hzのサンプリング周波数で、白背景中の注視点、ならびに絵画を60cmの距離で観察している際の固視微動の様子を測定した。絵画として、油絵、水彩画、版画からそれぞれ2種類ずつ選択した。画像の提示には、4Kモニタを使用し、実物と同じ大きさになるよう表示した。12名の観察者がそれぞれの実験刺激を30秒間観察した。そして、データ中から固視の安定している時間帯を抽出し、フーリエスペクトルを算出した(図1)。その結果、固視微動の特徴に個人差が存在すること、そしてその個人差がいくつかのグループに分けられる可能性が示された。一方で、絵画の種類による固視微動の違いは確認できなかった。

次に、実験刺激として画像の空間周波数特性を変化させた画像を用意して同様の実験を行い、実験刺激の空間周波数特性と固視微動の関係性について調べた。フーリエ変換に

よる周波数解析の結果，固視微動の中でもドリフト成分やマイクロサッカド成分において，刺激の空間周波数の違いによる影響が出る可能性が示された．これにより，ぼやけた画像を観察した際に，固視微動の性質の変化が引き起こされる可能性と，絵画への集中度などの観察姿勢が固視微動に影響を与える可能性が指摘できた．

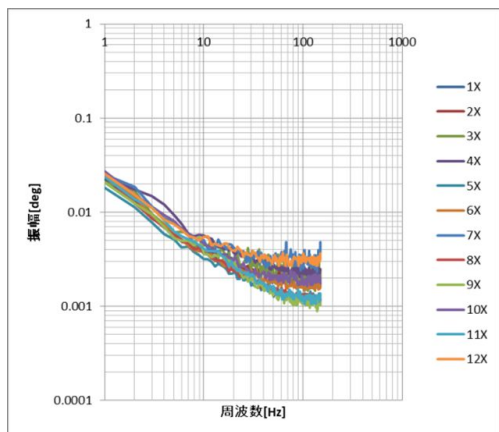


図1 固視微動の周波数特性（12名）

以上の実験結果より，絵画観察時における固視微動をモデル化するにあたり，導入が必要なパラメータの候補をあげることができた．

また，動的ノイズの性質およびノイズ強度の推定のための予備実験として，動的ノイズによる錯視の見えの変化に関する実験を平行して行った．この結果より，動的ノイズの種類とノイズに影響を受ける見えの関連性に関する知見を得た．

平成 28 年度は，平成 27 年度に引き続きアイマークレコーダを用いて 300Hz のサンプリングレートで固視微動のデータを収集した．白背景中の注視点，ならびに絵画を 60 cm の距離で観察している様子を対象とした．まず，固視微動データを分析するにあたり，平成 27 年度の懸案事項であったサッカドと，マイクロサッカド成分の除去方法を改良した．その結果，平成 27 年度に実現できなかった固視微動のモデル化を達成した．具体的には，固視微動の種類に従って周波数領域を分割することによって，周波数の逆数の関数を用いて良好に近似できる事を示した．

次に，固視微動モデルを画像生成処理に適用するプログラム開発をおこなった．生成画像の効果を検証するために，まず固視微動が起因して観測される運動錯視画像に対して，固視微動モデルを適用した画像を生成し，生成画像と錯視との比較実験をおこなった．また，風景写真と風景画像に対し同様に固視微動モデルを適用し，生成画像の印象評定実験をおこなった．

実験の結果，錯視画像では人が知覚する錯視と類似した画像が生成することができることがわかった．ただし，その錯視量は人が知覚する量よりも過剰であることもわかっ

た．風景画像を対象にした場合，固視微動モデルを適用することによって風景における奥行き感が増加する可能性が示された．ただし，こちらにおいても過剰なノイズが違和感をもたらすことも示された．

平成 29 年度は，まず固視微動モデルを画像にノイズとして付加する画像処理手法を提案した．これは，対象画像の観察距離を考慮して固視微動による画像の空間的な揺らぎを再現するものであった．固視微動には，平成 28 年度までに得られた固視微動データと同じ周波数特性を持つ揺らぎ信号と，フラットな周波数特性をもつ揺らぎ信号の 2 種類を用意した（図 2）．またノイズ強度を任意に設定できるように設計した．次に，この画像処理を 5 種類の風景画像に適用した．使用した風景画像はそれぞれ異なる絵画的奥行き手掛かりを有する画像とした．それぞれの画像には，2 種類の周波数特性の固視微動ノイズを，それぞれ 3 つの強度で付加した．続いて，それぞれの風景画像毎に画像から受ける奥行き感に関する心理実験をおこなった．ノイズの周波数特性とノイズ強度の違いによる奥行き感の強弱を，一対比較法を用いる事によって調べた．

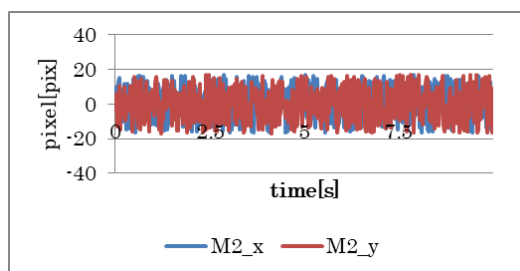
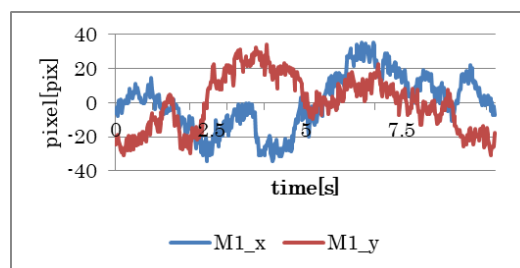


図2 2種類の周波数特性の揺らぎ

この実験の結果，原画像と比べて固視微動ノイズを付加した画像は，有意に奥行き感が上回っていると選択されることがわかった．その際，付加するノイズ強度は中くらいの画像が最も奥行き感があるように感じられることがわかった．ただし，奥行き感の向上に最も有効な周波数特性は，適用する画像に依存することがわかった．用いた風景画像は，それぞれ主要な絵画的奥行き手掛かりが異なっているので，奥行き感の向上に有効な周波数特性は絵画的奥行き手掛かりと関連性があることが予想された．以上の研究により，動的ノイズが風景画像の奥行き感の向上に

において寄与できることが明らかになった。

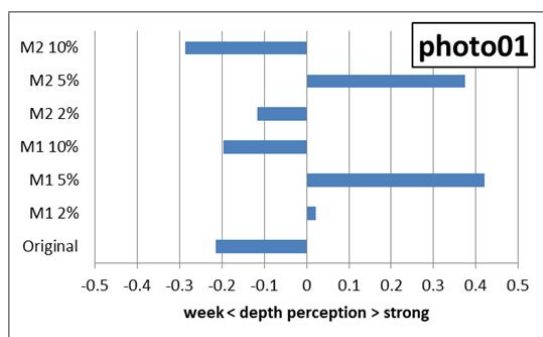


図 3 適切な強度のノイズの付加が奥行き感の向上をもたらした結果例

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

大高 洸輝, 長 篤志, 長峯 祐子, 三池 秀敏, 視覚の時間応答特性を基にした画像強調手法～抑制性応答と興奮性応答の時間差がもたらす効果～, 映像情報メディア学会誌, 査読有, Vol. 71 (2017) No. 4 pp. J144-J150

長尾祥奈, 澤田園, 長 篤志: 「遮光レンズの色による固視安定性への影響」日本ロビジョン学会誌, 査読有, 46 巻 (2017) pp. 63-70

〔学会発表〕(計 8 件)

Kosuke Okamoto, Atsushi Osa, Effects of Visual Noise on Depth Perception in Landscape Images, International Workshop on Advanced Image Technology 2018 (2018)

Miki Kumamaru, Atsushi Osa and Ken Matsuda, Tactile Sensations Induced by Images of Clothes with Motion Parallax, 7th International Conference on Kansei Engineering & Emotion Research 2018 (2018) pp.523-530

Kazuya Ogawa, Masaru Suzuki, Atsushi Osa, Hidetoshi Miike, Image Sharpening Based on Time-Frequency Characteristics of Human Vision using FitzHugh-Nagumo Equation, International Workshop on Advanced Image Technology 2017 (2017)

長 篤志, 磯部 純司, 岩本 拓郎, 三池 秀敏, 明るさ知覚の確率的遷移と臨界融合周波数の関連性, 札幌非線形現象研究会 2016 (2016)

足達侑介, 佐藤慶明, 長 篤志, 道路画

像錯視における錯視量の角度依存性とノイズの効果, 映像情報メディア学会技術報告, HI2016-31, pp.289-293, (2016)

中尾悠二, 長 篤志, 見えの大きさと消失点を考慮した空間描写手法に関する研究, 電子情報通信学会技術報告, IE2015-106, pp.67-72 (2016)

Noriki Yamamoto, Atsushi Osa, Takeshi Kinoshita, Drawing analysis using digital image processing for drawing skill evaluation, IASDR 2015 Congress (2015)

Satsuki Sasai, Takeshi Kinoshita, Noriki Yamamoto, Atsushi Osa, An Analysis of Gaze Measurement during Dessin Drawing: Differences of Experience Level, IASDR 2015 Congress (2015)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

長 篤志 (OSA, Atsushi)  
山口大学・大学院創成科学研究科・准教授  
研究者番号: 90294652