

道路画像角度錯視における角度依存性と視覚ノイズの効果

足達 侑介 佐藤 慶明 長 篤志

山口大学大学院理工学研究科

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

E-mail: {u001vm, osaa}@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし 明るさ知覚において弱いノイズを加えることで信号検出精度が向上する確率共鳴現象が報告されている。一方、奥行き方向へ伸びる直線道路の画像に対して、消失点に向かう2本のなす角を画像中の物理的な角度よりも小さく知覚することがわかっている。この錯視では画像中の絵画的奥行き手がかりが重要な役割を果たしている。本研究では、奥行き知覚に関するノイズ効果を調べるための実験を行った。まず、角度錯視画像の角度依存性を調べ、参加者ごとに対象とする刺激角度を選択した。次に、刺激画像に視覚ノイズを付加して観察する実験を行った。その結果、ノイズの強度による錯視量の変化は明確ではなかった。

キーワード 知覚, 消失点, 奥行き手掛かり

Angular Dependence and Effects of Visual Noise in the Angle Visual Illusion in a Road Image

Yusuke ADACHI

Nobuaki SATO

Atsushi OSA

Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University

2-16-1 Tokiwadai, Ube, Yamaguchi, 755-8611 Japan

E-mail: {u001vm, osaa}@yamaguchi-u.ac.jp

Abstract Stochastic resonance in brightness perception have been reported, which means weak visual signal with noise can be detected more sensitively than when only the weak signal observed. On the other hand, seeing a road image, the observers underestimate the angle of corner at a vanishing point depicted by two white lines. This is a visual illusion of which the amount depend on pictorial depth cues in the image. In this study, we investigated effect of visual noise on this visual illusion in order to reveal relationship between depth perception and visual noise. In the first experiment, the angular dependence of stimulus in this illusion was investigated, and the stimulus angle of each participant for the second experiment was determined by using this dependency. In the second experiment, the road images with various noise levels were presented, and result showed that the relationship between amount of the visual illusion and the noise level was unclear.

Keyword Perspective, Vanishing point, Pictorial cues

1. はじめに

確率共鳴現象とは、ある弱い周期をもつ信号に対して適度な強度のノイズを加えることによって、より強く信号を検出することができる現象のことである。例えば、チョウザメのくちばしにある電気的受容体に、外部から適度な強度の電気ノイズを加えると、餌であるミジンコをよりの確に捕まえることができること[1]や、騒がしい中話したい相手と正常に会話が行えるカクテルパーティ効果を挙げることができる。

この確率共鳴現象がヒトの視覚においても報告されている。森らは、 α 波に近い周波数の光刺激を観察すると脳波がその周波数に一致する「引き込み現象」に注目し、その光刺激にノイズを付加するとある適度なノイズ強度で脳波が引き込みを起こすことを報告した[2]。この時、雑音強度と α 波の振幅が確率共鳴現象で典型的にみられるベル型の変化を示すことを確認し

ている。Kitajo らは、明度が変化する刺激を観察する時、適度なノイズを付加することによって観察者は閾下の明度変調を知覚できることを報告している[3]。このように、視覚の中でも明るさ知覚に関して確率共鳴現象が確認されている。

一方、図1の道路画像における左車線(左の白線と右の点線)の角度を観察したとき、その知覚する角度は、画像中の物理的な角度と異なっている、我々のグループは、物理的な角度が100度である道路画像に対して、知覚される平均角度が約40度となることを報告しており、錯視量がそのほかの角度錯視に比べて大きいことが特徴である[4]。この錯視は、画像中の奥行き感に依存し、奥行き手がかりが少なくなり画像中の奥行き感が乏しくなると錯視量も小さくなることがわかっている[4]。

画像中に存在する奥行き手がかりは、特に絵画的奥

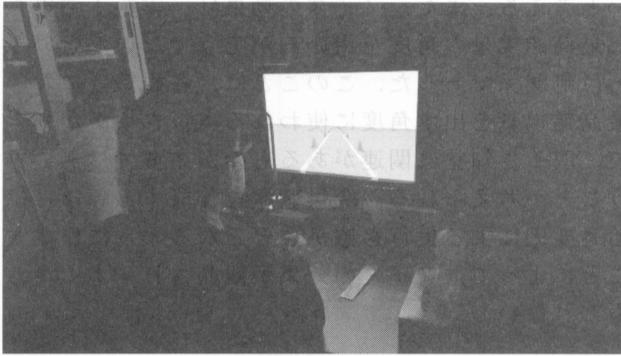


図 4. 実験時の様子

2.3 刺激観察者

道路画像の角度錯視に対してあらかじめ知識を有しない学生（男性 5 名，22~27 歳）が観察者として協力した。

2.4 実験 1 の結果と考察

知覚された角度の錯視量として，次の相対誤差を用いて評価した。

$$\text{錯視量} = \text{相対誤差} = \frac{|\text{測定値} - \text{真値}|}{\text{真値}} \quad (1)$$

結果を図 6~10 に示す。各観察者の試行回数 $N=15$ の平均をプロットしている。刺激動画の角度を要因とした，一要因分散分析の結果，全観察者において主効果が危険率 5% で有意だった。下位検定として多重比較（Bonferroni 法）を行った結果，全観察者において角度水準間で有意差がある角度が明らかになった。

以上の結果より，刺激角度の違いによって錯視量は変化するということが確認できた。また，錯視量が最大となる刺激角度は観察者によって異なった。この時，刺激角度の比較的小さい時に錯視量が最大になる観察者(A, B)と，80 度から 100 度程度で錯視量が最大になる観察者(D, E)，そして刺激角度の比較的大きい時に錯視量が最大になる観察者(C)がおり，なおかつ，錯視量が大きくなる刺激角度の範囲にも個人差が存在することがわかった。これらは，刺激動画中に存在する奥行き手がかりから奥行き感を得る時，その取得傾向に個人差があることを示していると考えられる。

3. 実験 2：ノイズの効果

3.1 提示画像

実験 2 では，実験 1 の結果から観察者ごとに提示する刺激角度を 2 種類選択し，それらの動画に 5 段階のガウシアンホワイトノイズ(9, 15, 21, 27, ∞ dB)を加えた。ノイズ強度には PSNR(Peak Signal Noise Ratio, ピーク信号対雑音比)を用いた。9dB が最もノイズ強度が大きく， ∞ dB はノイズを付加していない状態を意味する。

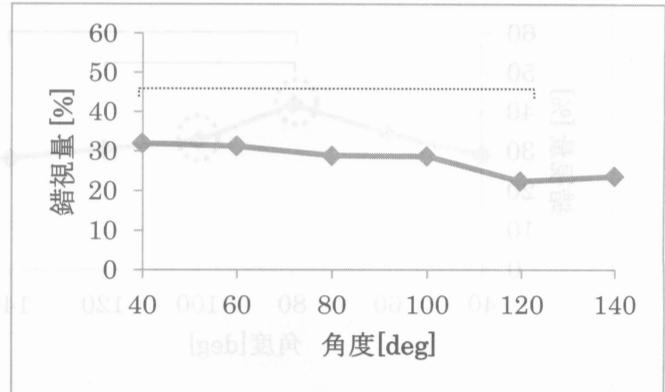


図 6. 観察者 A の結果(実験 1)

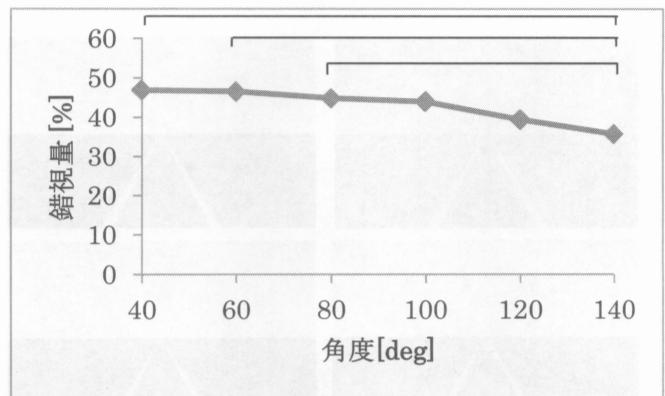


図 7. 観察者 B の結果(実験 1)

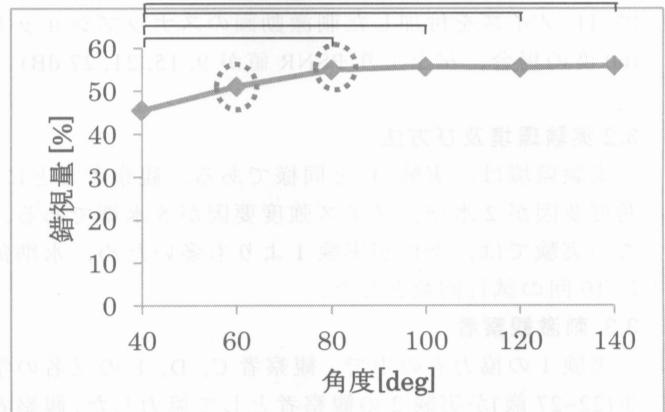


図 8. 観察者 C の結果(実験 1)

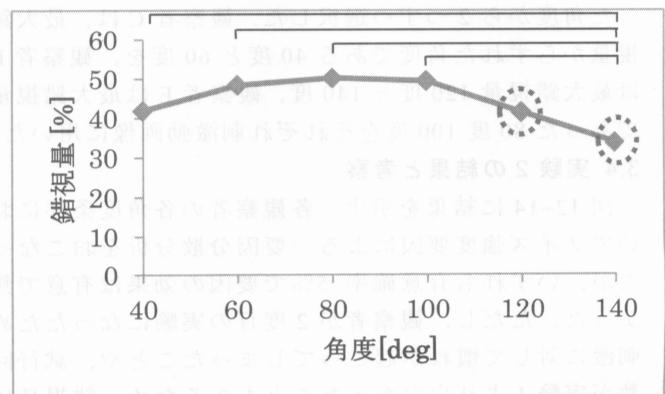


図 9. 観察者 D の結果(実験 1)

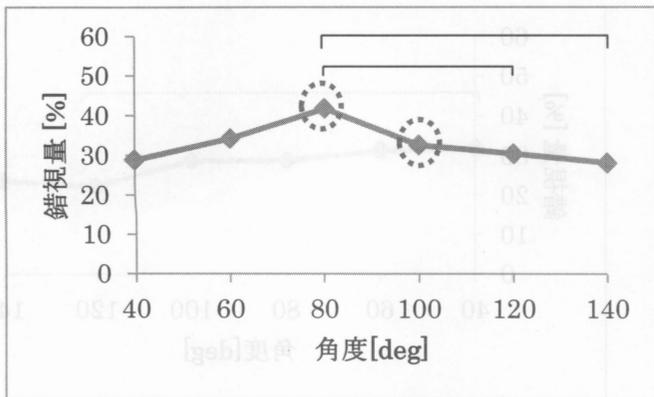


図 10. 観察者 E の結果(実験 1)

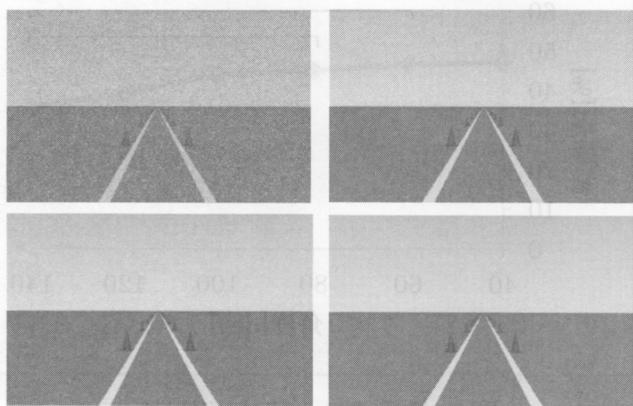


図 11 ノイズを付加した刺激動画のスナップショット (60 度の場合, 左上より PSNR 値が 9, 15, 21, 27 dB)

3.2 実験環境及び方法

実験環境は、実験 1 と同様である。観察者ごとに、角度要因が 2 水準、ノイズ強度要因が 5 水準である。この実験では、条件が実験 1 よりも多いため、水準毎に 10 回の試行回数とした。

3.3 刺激観察者

実験 1 の協力者の中で、観察者 C, D, E の三名の学生(22~27 歳)が実験 2 の観察者として協力した。観察者毎に実験 1 の結果から、有意差もしくは有意傾向があった角度から 2 つずつ選択した。観察者 C は、最大錯視量からずれた角度である 40 度と 60 度を、観察者 D は最大錯視量 120 度と 140 度、観察者 E は最大錯視量であった 80 度 100 度をそれぞれ刺激動画像に用いた。

3.4 実験 2 の結果と考察

図 12~14 に結果を示す。各観察者の各角度条件においてノイズ強度要因による一要因分散分析をおこなったが、いずれも有意確率 5% で要因の効果は有意で無かった。ただし、観察者が 2 度目の実験になったため刺激に対して慣れが起こってしまったことや、試行回数が実験 1 よりも少なかったこともあるため、錯視量に対してノイズの効果がないとは断定することができな

いと考える。また、ノイズの効果は、実験 1 で得られた最高錯視量の角度を用いるかそうでないかという事とは無関係であった。このことは、各観察者において最高錯視量を出す角度に使われる奥行き手がかりとして、明るさ知覚に関連があるものが主要では無いということが考えられる。今後刺激を作成する際には、明るさ要因による奥行き感が主要となるように作成することによって、ノイズの効果が観測されやすくなるかもしれない。

4. まとめ

奥行き感に対するノイズの効果の有無を調べるため、道路画像の角度錯視における錯視量の変化に関する実験を行った。

実験 1 では、刺激動画で描画されている角度を変化させて、それぞれの刺激に対する錯視量を求める実験を行った。その結果、角度錯視の錯視量は、刺激動画の角度に依存性を持ち、その特性が個人によって異なることがわかった。

実験 2 では、刺激動画に様々な強度のノイズを付加し、角度錯視の錯視量に与える影響について実験した。刺激動画で用いた角度は、実験 1 で得られた各参加者の最大錯視量となる付近の角度やそこから低下する角度を選んだ。その結果、錯視量とノイズ強度の関係は不明瞭であった。錯視量が最大となる刺激角度との関連性も確認されなかったことから、今後はより明るさ知覚に関係する奥行き手がかりを用いた画像で同様の実験を行うことが求められる。

文 献

- [1] Russell, Wilkens & Moss. : "Use of behavioral stochastic resonance by paddle fish for feeding," Nature 402, pp.291-294, 1999
- [2] Keiichi Kitajo, Daichi Nozaki, Lawrence M. Ward, and Yoshiharu Yamamoto : "Behavioral Stochastic Resonance within the Human Brain," PHYSICAL REVIEW LETTERS, 90, 22, pp. 218103-1 - 218103-4, 2003
- [3] 森敏生, 甲斐昌一: "脳における確率共鳴現象," 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J85-D-II No.6 pp.1093-1100, 2002
- [4] Atsushi Osa, Kazumi Nagata, Yousuke Honda, Makoto Ichikawa, Ken Matsuda, Hidetoshi Miike: "Angle illusion in a straight road," Perception, 40, 11, pp. 1350-1356, 2011

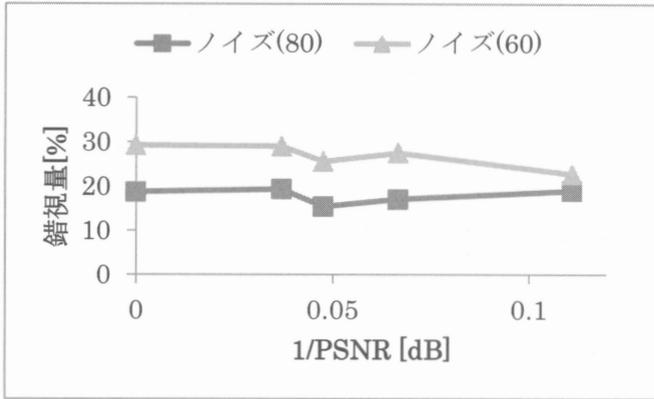


図 12 観察者 C の結果(実験 2)

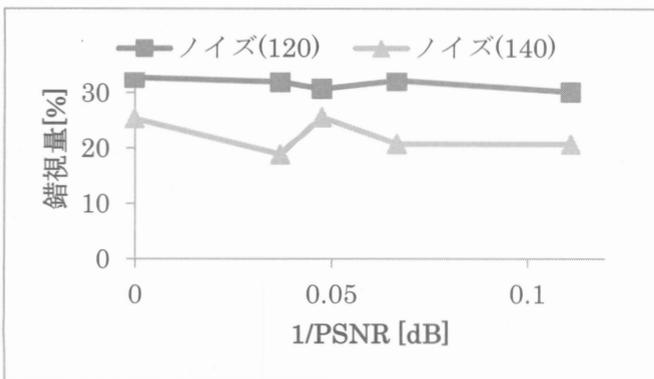


図 13 観察者 D の結果(実験 2)

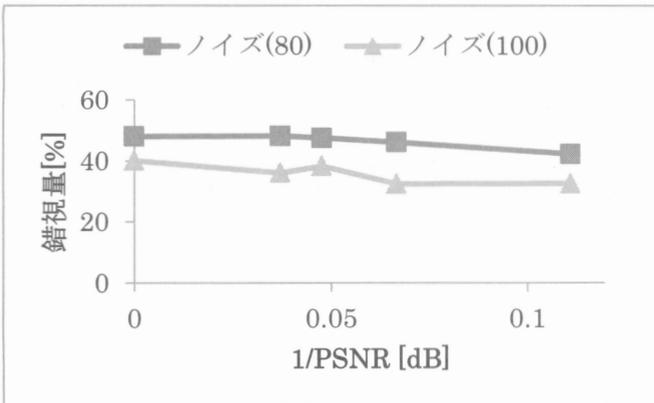


図 14 観察者 E の結果(実験 2)