

周辺視野選択的な運動知覚を実現する視覚刺激の提案

Toward visual motion stimulus that is selectively perceived in peripheral visual field

岡野 裕¹⁾, 橋本 悠希¹⁾, 梶本 裕之¹⁾, 野嶋 琢也²⁾
 Yu Okano, Yuki Hashimoto, Hiroyuki Kajimoto, Takuya Nojima

1) 電気通信大学大学院 電気通信学研究科 人間コミュニケーション学専攻
 2) 電気通信大学大学院 情報システム学研究科 情報メディアシステム学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {okano, hashimoto, kajimoto}@kaji-lab.jp, tnojima@computer.org)

Abstract: Many methods were proposed to augment visual motion for static pictures or movies. Though it is thought it's effective to add motion flow to the pictures, it has a problem that their spatial resolution gets worse. In this article, we propose a system that human don't perceive any deteriorate in foveal visual field, and human can perceive their visual motion in peripheral visual field by using moving striped luminance patterns correspond to a frequency that human can't perceive in foveal visual field. The visual field can divide in foveal visual field and peripheral visual field by its spatiotemporal quality, and it is said that peripheral visual field has more temporal sensitivity. We report our experiments and its effectiveness.

Key Words: Critical Flicker Frequency, peripheral visual field, visual motion

1. はじめに

本研究は、動画、あるいは静止画において、映像品質を保ったまま動きを増強することを目的とする。動画像中の各光点の運動（オプティカルフロー）は自己運動感覚を誘発する大きな要因の一つであるが、これを映画やゲームなどのような画像コンテンツに重畳させることができれば、より迫力のあるコンテンツを提示することができると考えられる。漫画などに見られるように、古くから静止画像で運動を表現する方法が考案されてきた。また近年では、静止画像にプレーザ錯視を適切な手法で埋め込み運動を知覚させる研究[1]が提案されている。しかしいずれも元画像を著しく損なうため、我々の目的にはそぐわない。

また静止画に対して流れ場を付与する手法も提案されている[2]。たとえば静止画の川に流れを付けるなど非常に質の高い結果が得られるが、高度な処理を必要とし、リアルタイムな応用は難しい。

我々は人間の視覚特性を利用して、簡単に画像に運動を付与し、しかも静止画としての画質を落とさない手法を検討した。

2. 提案手法

我々の必要とする画像処理は次の二つである。

- (1)元画像にオプティカルフローを重畳できること。
- (2)静止画としての画質を落とさないこと。

元画像にオプティカルフローを重畳する単純な手法として、低空間周波数の輝度パターンを移動させる手法が提案されている[3][4]。一方人間の視覚特性の一つとして、

中心視野と周辺視野では時間・空間における特性が異なることが知られており、概ね網膜周辺部で時間特性に優れると言われる[5][6][7][8][9]。この特性から、適切な時間周波数を持つ点滅刺激は、周辺視のみに検出されることが予想される。

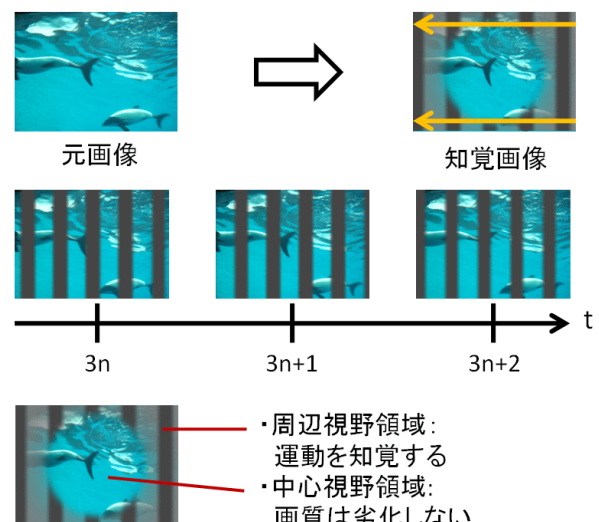


図 1 提案手法イメージ図

以上の知見を総合すると、適切な時間周波数を持つ輝度縞による運動は、図 1 に示すように中心視では時間周波数の高さに追従できないことから点滅を知覚せず重畳した

静止画として知覚され、周辺視でのみオプティカルフローを知覚すると予想される。

本手法は先に述べた二つの要求を満たすと共に簡便であり、なおかつ、「視野中心はいつでも自動的に静止画となる」ため、視線計測を必要としないという特徴を持つ。

本稿の以下の実験では、提案手法の有効性を検証するための基礎的実験として、輝度縞の周期や振幅を変えた際のオプティカルフローの知覚量を測定した。

3. 視覚特性検査実験

3.1 設計指針に基づく視覚刺激生成

実験に際しては、図 2 のような、1/3 ずつ位相の異なる正弦波縞が左右どちらかに連続して移動する視覚刺激 3 枚を作成し、150fps で繰り返し表示することとした。すると 3 枚の画像は 1/50 秒ごとに繰り返すことになる。もし中心視野の臨界融合周波数(CFF)がこれよりも低ければ、中心領域では 3 枚の画像の平均である灰色が静止して知覚されるはずである。またもし周辺視野の CFF がこれよりも高ければ、周辺視野領域では運動が知覚されるはずである。

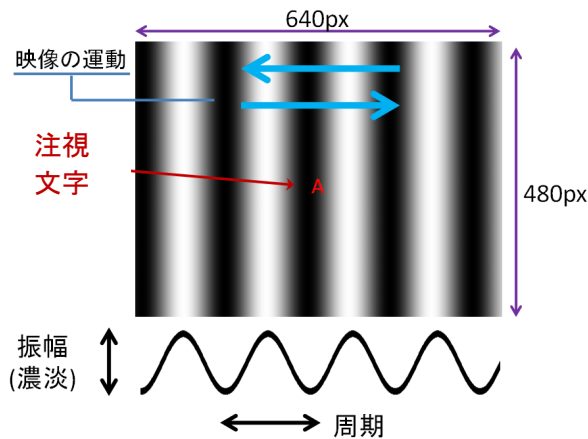


図 2 用意した輝度縞の視覚刺激

3.2 実験手法

以上の所望の効果について評価するために、周辺視野においてどの程度運動を知覚できているのか調査する実験を行った。

我々が提案する手法では、中心視野では検出できない高い周波数の点滅が必要である。そのために、高周波数で点滅を提示できる CRT ディスプレイを用いた視覚刺激提示システムを構築した。

17inch CRT ディスプレイ (東京特殊電線社製 CDT1787A, 解像度 640×480px) の前方 12.2cm の位置に被験者の眼球がくるように、被験者ごとに図 3 に示す顎台を調節して設置した。これは視野にして垂直方向 90 度、水平方向 120 度に対応する。実験時は被験者に暗幕を被せ、部屋の蛍光灯の点滅を遮断した。眼球から見た視覚刺激は

照度 $104.5 \pm 0.5 \text{ lux}$ 、輝度は $63 \pm 1 \text{ cd/m}^2$ であった。

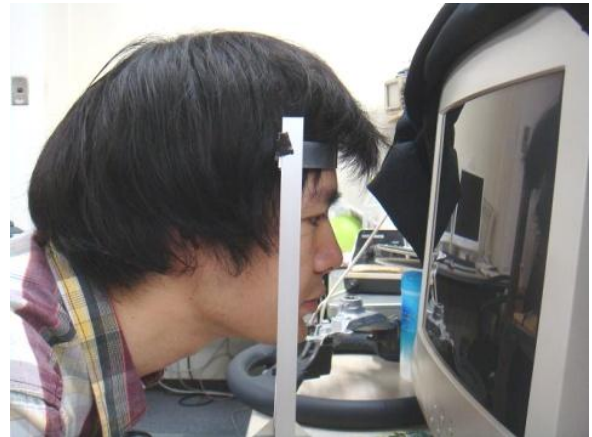


図 3 実験セットアップ

実験では被験者には移動方向と、標準刺激との相対的な強度を 1.0~5.0 の範囲で 1 試行ごとに回答させた。比較刺激は、輝度変化を白黒と比較して 25%, 50%, 75%, 100% の 4 通りとした。また、空間周期は 18, 36, 72, 144, 288dot の 5 通りとした。この空間周期は視野にして 4.4, 8.7, 16.9, 31.4, 50.6 度に対応する。標準刺激は、輝度変化、空間周期共に各試行の中間となる 50% の輝度変化および空間周期 16.9 度とした。すべての組み合わせを左右各 1 回、合計 40 回提示する実験を、成人男性 5 人に対して行った。

また、実験時には“A”, “B”, “C”, “D” いずれかの注視文字を視野にして水平半径 1.2 度の大きさで画面中心に提示し、これを 0.5 秒ごとにランダムに切り替えた。実験中、被験者にこれをすべて読み上げさせることで、視覚刺激の中心を見ている事を確認した。もし提示時間中に誤答する事があれば、周辺部分を見た疑いがあるとして結果から除外した。なお、視覚刺激は Troxler 効果[1]による知覚減衰を避けるため、いずれの視覚刺激も提示時間を 5 秒と定め、また試行間の回答時間に最低 5 秒以上の時間を取った。

3.3 実験結果

図 4 に提示刺激の輝度変化に伴う正答率を示す。輝度変化では正答率の減衰が見られず、概ね良好な正答率であった。図 5 に周期変化に伴う正答率を示す。周期が 4.4 度の時に大きな減衰が見られた。実験後の内観報告を考慮しても、視野のどこから見ても運動方向を弁別することが困難だったと推測される。図 6~図 9 に、輝度変化がそれぞれ 25%, 50%, 75%, 100% の時の、主観的な動きの強度のアンケート結果を示す。各図を比較すると、濃淡を大きく取ると強度が増して知覚される傾向が確かめられた。また、刺激の周期変化では、個人差が大きくばらついたものの概ね周期が長いと強度が減衰している。しかしながら、周期が短い時も強度が減衰する被験者もみられた。今後我々の望む

システムを構築する上で、適切な強度の運動知覚付与を実現する視覚刺激設計の指標となると考えられる。

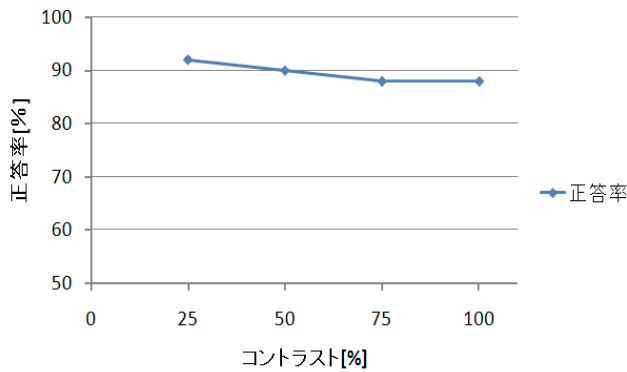


図 4 輝度変化における正答率

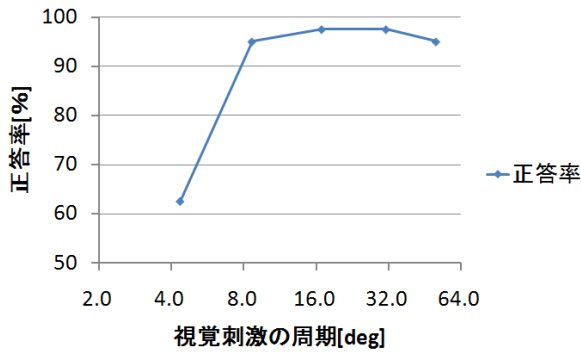


図 5 周期変化における正答率

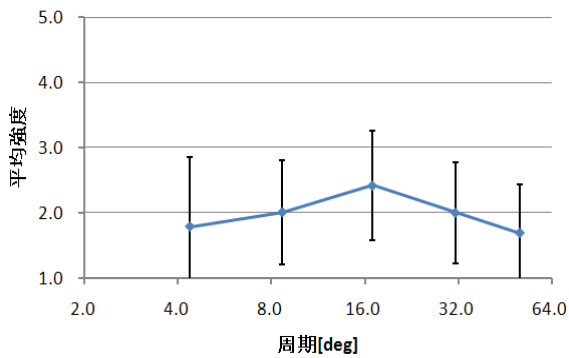


図 6 輝度変化 25%の時の強度

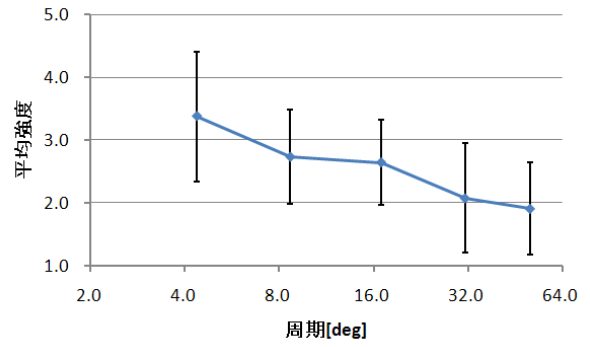


図 7 輝度変化 50%の時の強度

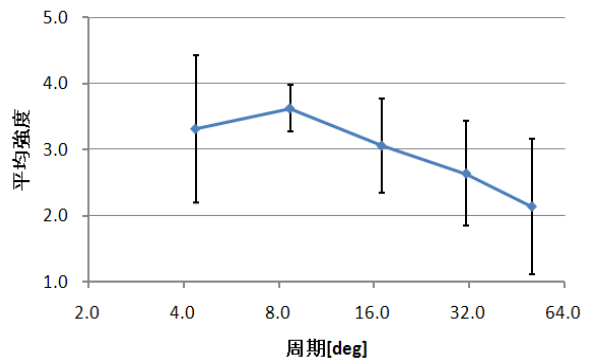


図 8 輝度変化 75%の時の強度

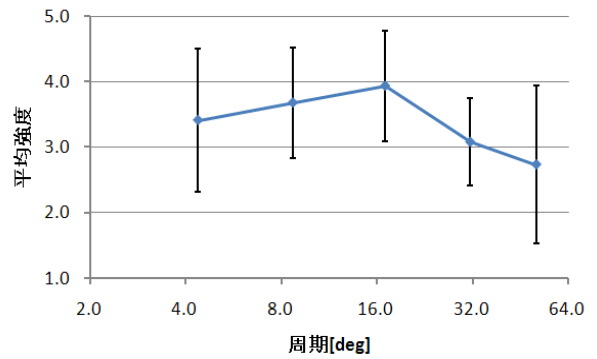


図 9 輝度変化 100%の時の強度

4. おわりに

本研究では視線計測無し、提示部位分割無しに運動知覚を付与する視覚刺激手法を提案し、特に周辺視野における運動知覚について測定した。今後は中心視において画像劣化がないことの確認や効果の評価等と共に更に実験を進め、実際の応用を行っていく。

参考文献

- [1]M. Chi, T. Lee, Y. Qu, T. Wong : Self-Animating Images: Illusory Motion Using Repeated Asymmetric Patterns, ACM Trans. Graph. 27, 3, Article 62, 8 pages, 2008.
- [2]Makoto Okabe, Ken Anjyo, Takeo Igarashi, Hans-Peter Seidel: Animating Pictures of Fluid using Video Examples, Eurographics, Vol. 28 Number 2, 2009.
- [3]舟川 政美 : 視野の時空間周波数特性に基づくアンビエント型情報表示法, 社団法人自動車技術会 学術講演会前刷集, No.35-09, pp.23-28, 2009.
- [4]F. L. Kooi and M. Mosch : “Peripheral motion displays: tapping the potential of the visual periphery”, proceedings of the human factors and ergonomics society 50th annual meeting, pp.1604-1608, 2006.
- [5]G. Philips : Perception of flicker in lesions of the visual pathways, Brain, 56, 464-478, 1933.
- [6]B. S. Hylkema : Examination of the visual field by determining the fusion frequency, Acta Ophthalmology, 20, 181-193, 1942.
- [7]P. W. Milles : Flicker fusion field, American Journal of Ophthalmology, 33, 1069-1076, 1950.
- [8]E. Hartmann, B. Lachenmay and H. Brettel : The peripheral critical flicker frequency, Vision Research, 19, 1019-1023, 1979.
- [9]C. W. Tyler : Analysis of visual modulation sensitivity. II. Peripheral retina and the role of photoreceptor dimensions, Journal of the Optical Society of America A, 2, 393-398, 1985.
- [10] F. J. J. Clarke & S. J. Belcher : On the localization of Troxler’s effect in the visual pathway. Vision Research, 2, 53-68, 1962.