

# フレーム予測深層ニューラルネットワークにおける錯視に関する検討

1210308 筧 拓也 【コンピュータ構成学研究室】

## 1 はじめに

近年、神経科学の知見を基に設計された人工神経回路により、ヒトの脳における情報処理理論が検証されている。その一例に、フレーム予測深層ニューラルネットワーク (PredNet) による蛇の回転錯視の実験がある。この PredNet は予測符号化<sup>1</sup>を実装した人工神経回路で、ヒトに類似する錯視を知覚したことが報告されている [1]。これにより錯視を知覚させる要因として予測符号化が有力であることを支持している。

PredNet の他、予測符号化を実装した DNN は多く提案されており、CrevNet はビデオフレーム予測という枠組みの中で高い予測精度を達成している [2]。CrevNet に錯視画像を入力した際、よりヒトに類似する錯視を知覚するのではないかと考え、本研究では、PredNet および CrevNet のネットワーク構成の差異による錯視の影響について検討した。

## 2 実験

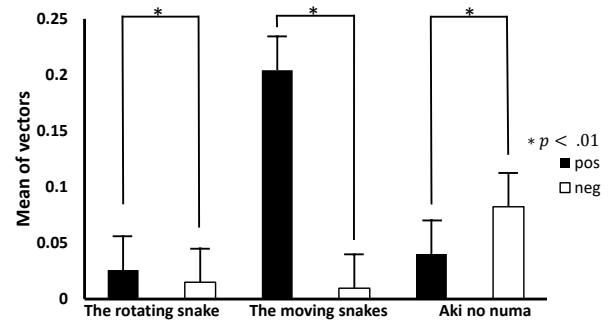
本実験では、蛇の回転、蛇の移動、秋の沼の3種類の錯視画像 (pos)、および各画像に対して錯視を知覚しない画像 (neg) を各20枚入力後、3枚の予測画像 (P1,P2,P3) を得た。Shi-Tomasi の特徴点検出法と Lucas-Kanade 法による特徴点追跡アルゴリズムを使用し、P1/P2、P2/P3 間のオプティカルフロー (OF) ベクトルを算出した。また、各 DNN が錯視を知覚しているのか判断する指標として、pos/neg 間における OF ベクトルの平均値の有意差を対応のない t 検定により分析した。

## 3 結果

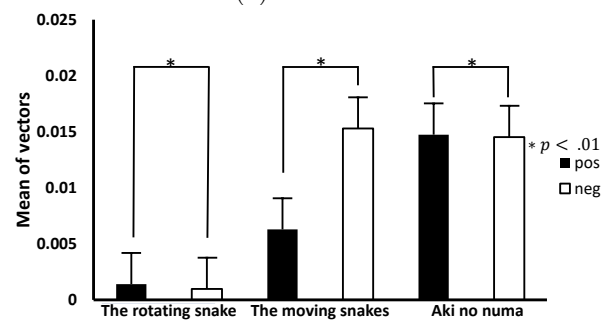
P1/P2 間において pos/neg の OF ベクトルを分析した結果を図 1 に示す。蛇の回転では、両方の DNN において neg より pos で回転運動を有意に知覚した (PredNet:  $t(199) = 6.46, p < .01$ , CrevNet:  $t(199) = 4.96, p < .01$ )。蛇の移動では、PredNet において neg より pos で運動を有意に知覚した ( $t(136) = 15.66, p < .01$ )。一方、CrevNet では pos より neg で運動を有意に知覚した ( $t(175) = -5.68, p < .01$ )。秋の沼では、両方の DNN において pos より neg で運動を有意に知覚した (PredNet:  $t(511) = -22.30, p < .01$ , CrevNet:  $t(511) = -4.81, p < .01$ )。

## 4 まとめ

本研究では、各 DNN においてヒトに類似する錯視の知覚が確認された一方、neg の方が有意に運動を知覚し



(a) PredNet



(b) CrevNet

図 1 pos/neg 間の OF ベクトルの平均値

た場合もあった。この結果が DNN の構成に起因するのか、あるいは、隣接フレーム間の OF ベクトルにより錯視を定量化する方法の妥当性に起因するものなのかを今後検証する必要があると考えられる。

また、各画像において CrevNet における OF ベクトルの平均値が PredNet の 0.025 ~ 0.1 倍程度であることから、CrevNet はロバスト性が高いと考えられる。PredNet は、入力フレームに対して逐次的に予測し、そのフレーム間誤差を最小化するように学習するため、錯視的フレーム予測をし易いのではないかと考えられる。今後、両方の DNN 内の詳細な振る舞いを分析して、錯視量の大小を生じる要因を明らかにしたい。

## 参考文献

- [1] E. Watanabe, et al., "Illusory Motion Reproduced by Deep Neural Networks Trained for Prediction," *Frontiers in Psychology*, 2018;9:345.doi:10.3389/fpsyg.2018.00345, 2018.
- [2] S. Oprea, et al., "A Review on Deep Learning Techniques for Video Prediction," *arXiv* 2004.05214v2, 2020.

<sup>1</sup>大脳皮質における脳理論の一つ。ヒトの脳では将来起きるであろう事象を予測し、実際の入力との誤差を最小化するように学習していると考えられている。