

深層学習モデルを用いた高次視覚野の処理特性による幻視のシミュレーション

浅川 伸一 (あさかわ しんいち) asakawa@ieee.org

Aug./26/2019 日本神経心理学会 1B-10

日本神経心理学会 利益相反開示

筆頭発表者: 浅川 伸一

演題発表に関連し、開示すべき利益相反関係にある企業などはありません

レビー小体病の認知・行動症状と「脳状態変化」

- (注意・覚醒に目立つ) 認知の変動
- (明瞭な形態を有する) 繰り返す幻視
- REM 睡眠行動障害

西尾 (2018) を再構成して利用

CNN and cortex

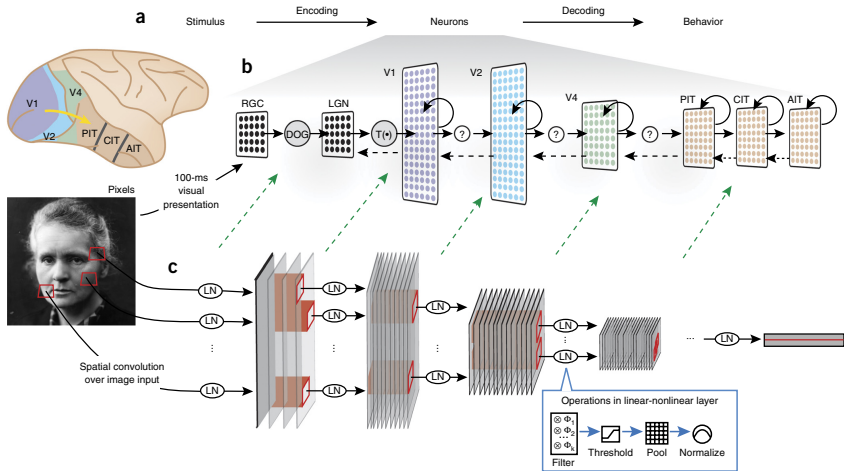
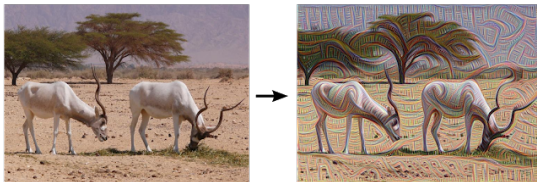


Figure 1: Yamins et al. (2014)

ディープドリーム

2014 年 Google のインセプション <https://ai.googleblog.com/2015/06/inceptionism-going-deeper-into-neural.html> として話題。
<https://deepdreamgenerator.com/> では誰でも気軽に楽しむことが可能。のちに画像変換として現在まで続く



パレイドリアの出現率

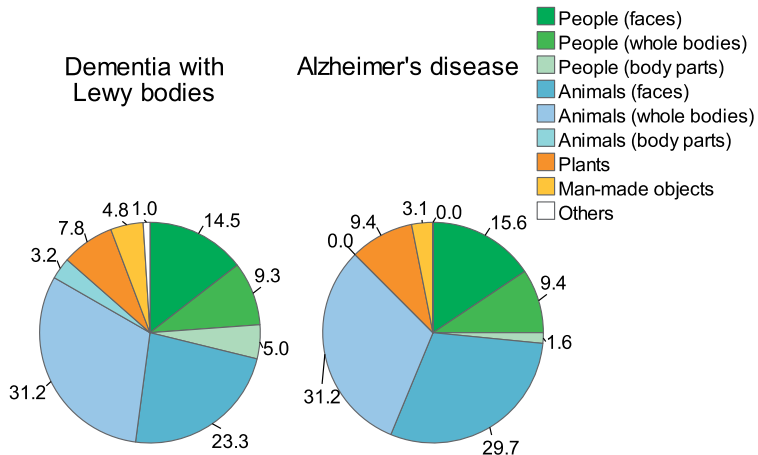


Figure 2: From Uchiyama et al. (2012) Fig. 3A より

計算例



計算例



計算例 (2)



Figure 3: 今朝撮影

計算例 (3)

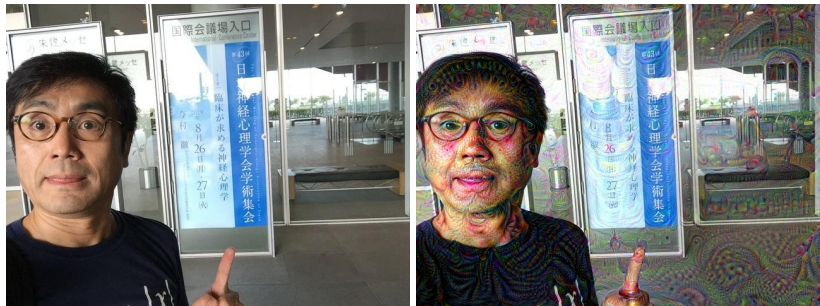
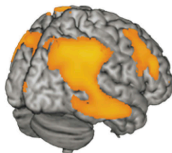


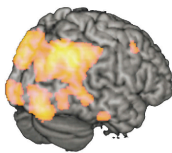
Figure 4: 撮影とモデルは発表者

アセチルコリンの異常とパレイドリア

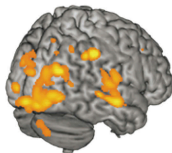
A レヴィ小体型認知症、パーキンソン病



幻視、錯視

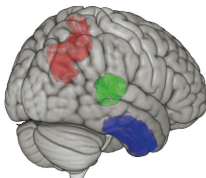


風景パレイドリア



実態意識性、通過幻覚、錯視

B てんかん、直接電気刺激



■ 幻視 ■ 実態意識性 ■ キネトプシア

Fig. 3 てんかんにおける錯知覚の脳部位相関

A: レヴィ小体型認知症およびパーキンソン病における錯知覚に相関する脳部位 (筆者の過去の研究および未発表データの結果から再構成)。

B: てんかんおよび直接電気刺激に伴う錯知覚に相関する脳部位。

Figure 6: Nishio et al. (2017) Fig. 3 より

モデル: ヘルムホルツマシン

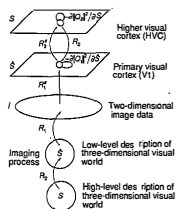


Figure 7: From Kawato et al. (1993) Fig. 1 より

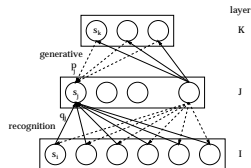
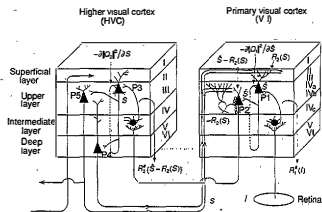


Figure 8: From Hinton et al. (1995) Fig. 1 より

- 上位層は下位層からの情報をサンプリング → 認識形成 **トップダウン**
- 下位層は上位層からの情報を受けとる → 情報再構成 **ボトムアップ**

ボトムアップ処理による認識とトップダウン処理による (こう見えるはずだという思い込みの) 生成を n ($n = 2, \dots, 4$) 回繰り返す → **パレイドリア成立**

定式化

思い込みの印象 α と入力画像 d を用いて

$$C(\alpha, d) = C(\alpha) + C(d|\alpha) \quad (1)$$

$$= \sum_{\ell \in L} \sum_{j \in \ell} C(s_j^\alpha) + \sum_i C(s_i^d | \alpha) \quad (2)$$

全体の良い表象が得られるまで、すなわち下位層の活性を再構築するように複数回繰り返す

$$C(d) = \sum_{\alpha} Q(\alpha|d) C(\alpha, d) - \left[- \sum_{\alpha} Q(\alpha|d) \log Q(\alpha|d) \right]. \quad (3)$$

$$p(\alpha|d) = \frac{e^{-C(\alpha, d)}}{\sum_{\beta} e^{-C(\beta, d)}} \quad (4)$$

$$\Delta s_{j,t+1} = \epsilon s_{j,t}^\gamma (s_{j,t}^\gamma - q_{j,t}^\gamma) \quad (5)$$

神経伝達物質の関与

アセチルコリン、ノルエピネフリン、セロトニン、ドーパミンおよび一連のペプチドを含む神経調節物質は興奮性および抑制性シナプス伝達、皮質錐体細胞の順応、膜電位、シナプス修飾速度などに対する作用を通じて皮質ネットワークの処理特性を変化させる。新皮質などの皮質構造における自己組織化および連想記憶機能の計算モデルは、これらの神経調節効果の役割を分析することができる理論的枠組みを提供する。アセチルコリンおよびノルエピネフリンなどの神経調節物質は、他の皮質錐体細胞から生じる内因性および皮質の外側で生じる求心性線維からのシナプスの影響を増強する。これは外部刺激の優勢な影響から内部想起の優勢な影響（外因性対内因性）の間の連続性を提供する。この連続体に沿った調節的影響は学習および記憶、信号対雑音比、および注意の観点から記載された影響の根底にあり得る。From [Hasselmo \(1995\)](#)

別解の可能性



grand piano

bell cote

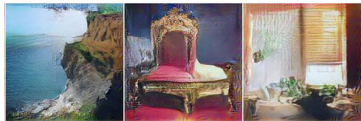
grey whale



spiny lobster

doormat

lampshade



cliff

throne

window shade



+

=



grand piano

bell cote

grey whale



spiny lobster

doormat

lampshade



cliff

throne

window shade

Nguyen, Dosovitskiy, Yosinski, Brox, & Clune (2016) S12 を改変

別解の可能性 (2)

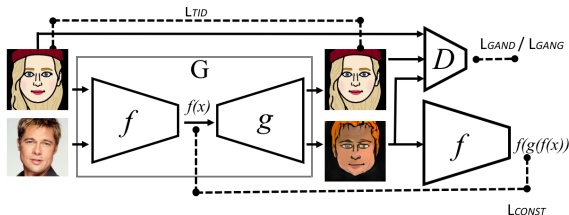


Figure 1: The Domain Transfer Network. Losses are drawn with dashed lines, input/output with solid lines. After training, the forward model G is used for the sample transfer.

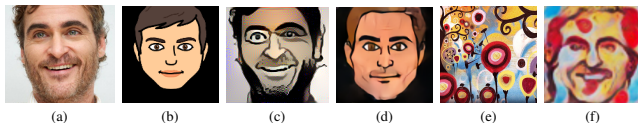


Figure 5: Style transfer as a specific case of Domain Transfer. (a) The input content photo. (b) An emoji taken as the input style image. (c) The result of applying the style transfer method of Gatys et al. (2016). (d) The result of the emoji DTN. (e) Source image for style transfer. (f) The result, on the same input image, of a DTN trained to perform style transfer.

謝辞

本発表に際し，貴重な意見と資料を提供していただいた松沢病院 西尾慶之先生に感謝いたします

- Dahlem, M. A., & Chronicle, E. P. (2004). A computational perspective on migraine aura. *Progress in Neurobiology*.
- Hasselmo, M. E. (1995). Neuromodulation and cortical function: modeling the physiological basis of behavior. *Behavioural Brain Research*, 67, 1–27.
- Hinton, G. E., Dayan, P., Frey, B. J., & Neal, R. M. (1995). The "wake-sleep" algorithm for unsupervised neural networks. *Science*, 268, 1158–1161.
- Kawato, M., Hayakawa, H., & Inui, T. (1993). A forward-inverse optics model of reciprocal connections between visual cortical areas. *Network: Computation in Neural Systems*, 4, 415–422.
- Nguyen, A., Dosovitskiy, A., Yosinski, J., Brox, T., & Clune, J. (2016). Synthesizing the preferred inputs for neurons in neural networks via deep generator networks. In D. D. Lee, M. Sugiyama, U. V. Luxburg, I. Guyon, & R. Garnett (Eds.), *Advances in neural information processing systems 29* (pp. 3387–3395). Curran Associates, Inc.
- 西尾 慶之. (2018). レヴィ小体型認知症の視覚障害と錯知覚. 『BRAIN and NERVE』, 70, 889-904.
- Nishio, Y., Yokoi, K., Uchiyama, M., Mamiya, Y., Watanabe, H., Gang, M., Baba, T., Takeda, A., Hirayama, K., & Mori, E. (2017). Deconstructing psychosis and misperception symptoms in parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 88, 722–729.
- Taigman, Y., Polyak, A., & Wolf, L. (2017). Unsupervised cross-domain image generation. In *International Conference on Learning Representations (ICLR)*. Tournon, France.
- Uchiyama, M., Nishio, Y., Yokoi, K., Hirayama, K., Imamura, T., Shimomura, T., & Mori, E. (2012). Pareidolias: complex visual illusions in dementia with lewy bodies. *Brain*, 135, 2458–2469.

Yamins, D. L. K., Hong, H., Cadieu, C. F., Solomon, E. A., Seibert, D., & DiCarlo, J. J. (2014). Performance-optimized hierarchical models predict neural responses in higher visual cortex. *Proceedings National Academy of Science. USA, Neurobiology*, 8619–8624.

第22回認知神経心理学研究会

- 時: 2019年8月31日, 9月1日
- 所: 東京女子大学 東京都杉並区善福寺
- URL:
<https://sites.google.com/view/cnps2019/home>
- 特別企画: 本日のデモを含めた**神経心理学的モデルのシミュレーション実習**

*What I cannot create,
I do not understand.*

