

Deep learning と脳ビッグデータによる想起画像推定

研究代表者

柳澤 琢史 大阪大学高等共創研究院 教授



1. 研究の背景と達成目標

筋萎縮性側索硬化症(ALS)や脳卒中などにより重度の麻痺がある患者さんは、意識や感覚が保たれていながら、自分の思いを他人に伝える手段が全くない完全閉じ込め症候群と呼ばれる状態に陥る。そのような患者さんにとって、念じるだけで思いを伝えられる意思伝達手段の開発は正に切迫した課題である。我々は重症の ALS 患者の意思伝達補助や運動機能再建を中心に、頭蓋内電極から計測した脳信号を解読 (neural decoding) し、義手や意思伝達装置を制御する Brain-computer interface (BCI)を開発し患者へ適用してきた(T. Yanagisawa et al, Ann Neurol, 2012、 T. Yanagisawa et al., Nat. Comm., 2016)。しかし、患者さんは表情もなく文字だけで伝えられる思いには限界がある。そこで、患者さんの視覚的情報を頭蓋内脳波から解読することで、内容豊かで効率のよい意思伝達を目指す。この技術の開発により患者さんの生活が改善するだけでなく、介護負担の軽減や患者さんの自立を促す事にもつながると期待する。

本研究では、頭蓋内脳波のビッグデータを作成し、深層学習を含む新しい機械学習を適用することで、高精度で多次元の脳情報解読を実現することを目指した。

本研究の目標は、次の2つである。

- 1) 様々な意味内容の動画を見ている際の皮質脳波を計測し、脳活動と視覚情報とのビッグデータを作成する
- 2) 得られたデータに対して深層学習技術などを用いた脳情報解読技術を適用し、多様な視覚情報を皮質脳波から推定する技術を開発する

2. 主な研究成果と社会、学術へのインパクト

- ・多様な視覚刺激と頭蓋内脳波とのビッグデータを作成した
今後、同データに深層学習などを適用することで、高い精度の脳情報解読が実現すると期待される。また、新たな神経科学的知見の創出に貢献すると期待される。
- ・頭蓋内脳波から動画などの視覚刺激に含まれる多様な意味内容を推定する技術を開発した
今後、新しい Brain-computer interface への応用が期待される。

3. 研究成果

大阪大学にて、てんかんの術前検査として頭蓋内電極を留置した患者の協力を得て、頭蓋内電極のビッグデータを取得した。16名の被験者について、60分間の動画などを視聴する際の皮質脳波を計測した。動画は様々な意味内容の映像を含む。視聴した動画を1秒ごとの静止画に変換し、各静止画について意味内容を文章として記述した。記述内容から単語を抽出し、word2vecを用いてベクトルに変換し、各画像に対応する平均ベクトルを作成した。このベクトルをtSNEにより解析すると、画像の意味に応じた幾つかのクラスタ形成を認めた(図1)。

得られたビッグデータに対して、機械学習を用いて脳情報解読を行った。視聴した動画の意味ベクトルを皮質脳波の4つの帯域のパワーを特徴量として、回帰を用いて推定したところ、統計的に有意

な精度で意味ベクトルを推定できた（発表業績3）。特に、風景の画像や文字、人の顔などが映る画像では高い精度で脳活動から推定された。皮質脳波が、これらの視覚的意味情報を持つことが示された。

さらに、脳波などの多チャンネル波形信号を入力として、脳情報解読を行う深層学習モデルを作成した（発表業績2、図2）。これにより、旧来の機械学習法を用いた場合よりも高い精度で識別ができることが明らかになった。



図1 脳ビッグデータ

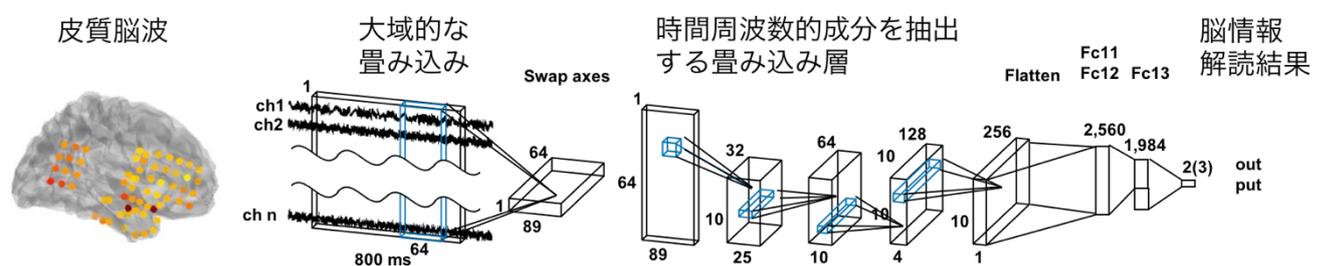


図2 皮質脳波を解読する深層学習モデル

4. 今後の展開

本研究では皮質脳波のビッグデータを得て、多様な意味内容の視覚情報を推定することに成功した。今後、視覚情報を用いた新しい意思伝達用のBCIの開発に応用が期待される。

5. 発表実績

論文

1. Ryohei Fukuma, Takufumi Yanagisawa, et al., Prediction of IDH and TERT promoter mutations in low-grade glioma from magnetic resonance images using a convolutional neural network, Sci.Rep. 9(1):20311. 2019
2. Jo Aoe[†], Ryohei Fukuma[†], Takufumi Yanagisawa*, Tatsuya Harada*, et al., Automatic diagnosis of neurological diseases using MEG signals with a deep neural network, Sci.Rep. 9(1):5057. 2019
3. Ryohei Fukuma, Takufumi Yanagisawa, Shinji Nishimoto, Masataka Tanaka, Shota Yamamoto, Satoru Oshino, Yukiyasu Kamitani, Haruhiko Kishima, Decoding visual stimulus in semantic space from electrocorticography signals, IEEE International conference on systems, man, and cybernetics (SMC), 2018

主な講演（他 19 件）

1. 6th CiNet Conference, 2020/2/6、5th CiNet Conference、2019/2/21
2. 脳でパソコンをうごかせる？、柳澤琢史、のぞいてみよう！脳の世界、脳の医療のいまと未来、市民公開講座、2019/9/1
3. 脳ビッグデータとAIの医療応用、柳澤琢史、JST/NSF/DATAIA シンポジウム、2019/3/11