

脳 MRI 画像類似症例検索のための 3次元畳み込みオートエンコーダによる次元削減

新井 颯人[†] 茶山 祐亮[†] 彌富 仁[†] 大石 健一^{††} the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative
[†] 法政大学理工学部応用情報工学科 ^{††} Johns Hopkins University

1. はじめに

近年、医療現場において画像を用いた類似症例検索手法の検討が広くおこなわれている[1]. 本研究では類似症例検索システムの提案を前提に、MRIにより撮影された三次元脳画像の低次元特徴表現を抽出する. 深層学習手法 3DCAE を用いた特徴抽出器により 4,915,200 次元の入力から 150 次元に圧縮した特徴表現を獲得した.

2. データセットと前処理

データセットとして Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI)[2]を使用した. 各画像には診断結果よりラベルが付与されており、本研究における特徴抽出器の構成には健全(Normal) 146 例とアルツハイマー型認知症(Alzheimer's Disease, AD) 112 例の計 258 例を使用した. 本データセットには Multi-atlas Label Fusion Method[3]を用いた前処理を施し、撮影画像から頭蓋骨の除去と同時に個人差の大きい各患者の脳の形状や大きさを整形することで病変によるもの以外の特徴さを最小のものとしている. また、学習時には 255 階調の輝度値を正規化して利用した.

3. 特徴抽出手法

3.1. Convolutional Autoencoder による特徴抽出

本研究では、Convolutional Autoencoder(以下 CAE) [4] を用いた次元圧縮により低次元特徴表現を獲得する. CAE は入力を圧縮する encoder とそれを復元する decoder から構成され、出力値が入力値と等しくなるように学習を行う. また、encoder, decoder それぞれに畳み込み層を用いることにより高い画像認識力を有し、さらに 3 次元入力直接処理することでスライス処理などの情報欠損に繋がる前処理を行うことなく 3 軸方向の空間情報を加味した特徴抽出を行った.

3.2. 実験条件と評価手法

学習した CAE にデータを入力し、復元結果を専門医が診断に利用できるかどうかの観点で評価を行った. 入力には学習に使用したデータのみではなく、学習に使用していない別の病気グループのデータも用いて検証することで CAE の汎化性能を確認した.

4. CAE による復元結果

図 1 は CAE の学習に使用したデータを、図 2 は学習に使用していないデータをそれぞれ 150 次元に圧縮、復元した結果の一部断面である.

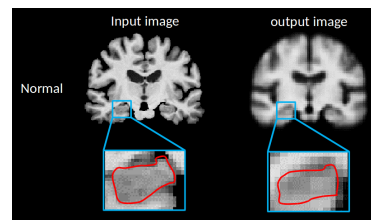


図1. 学習に使用したデータの復元結果

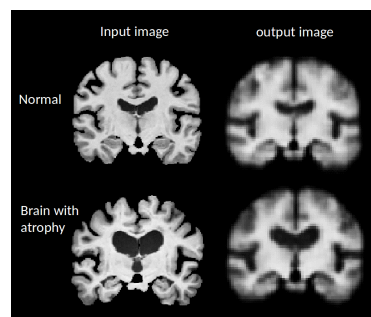


図2. 学習に使用していないデータの復元結果

図 1 と図 2 より、入力画像と類似した復元画像が得られ、さらに未知なデータの画像特徴も捉えられており、設計した CAE は汎化能力を有することが確認された. データの低次元表現獲得は識別、回帰、クラスタリングなどの手法において極めて重要な要素である. 本実験結果ではおよそ 500 万次元の脳 MRI 画像を専門医が診断に用いる特徴を保持したまま 150 次元に圧縮することができた.

5. 今後の課題

特徴抽出器のさらなる改善を試みると共に、抽出した特徴を用いた分類手法の検討を行う.

参考文献

- [1] Andreia V. F et al. "Content-based image retrieval for brain mri: An image-searching engine and population-based analysis to utilize past clinical data for future diagnosis,". NCBI, 2015.
- [2] MR Image Data, ADNI - USC Mark and Mary Stevens Neuroimaging and Informatics Institute, 2018, <http://adni.loni.usc.edu/data-samples/mri/>
- [3] X. Tang, K. Oishi, AV. Faria, et al., Bayesian Parameter Estimation and Segmentation in the Multi-Atlas Random Orbit Model, PLoS One 8(6), 2013.
- [4] Jonathan M et al. "Stacked convolutional auto-encoders for hierarchical feature extraction,". ICANN, 2011.