

# Brain Morphology Quantification for Large MRI Cohorts using Convolutional Neural Networks

著者	BENJAMIN THYREAU
号	91
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	医第3532号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00137003">http://hdl.handle.net/10097/00137003</a>

(書式 1 2)

氏 名	ばんじやまん ていろー Benjamin THYREAU
学位の種類	博士 (医学)
学位授与年月日	2022 年 3 月 2 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 2 項
研究科専攻	東北大学大学院医学系研究科 (博士課程) 医科学専攻
学位論文題目	Brain Morphology Quantification for Large MRI Cohorts using Convolutional Neural Networks (畳み込みニューラルネットワークを使用した大規模 MRI コホートの脳形態の定量化)
論文審査委員	主査 教授 瀧 靖之 教授 植田 琢也 教授 町田 好男

## 論文内容要旨

学籍番号 : 21B-2

氏 名 : Benjamin THYREAU

本 文 :

In the human brain, the hippocampus is an internal structure which plays an essential role in the formation of memory, before those are migrated within the general cortex for longer term storage.

As visible from an MRI, the hippocampus and the gray-matter cortical ribbon remain relatively constant during the mid-life, even though at the population level, a slight trend decline in size can be revealed by statistical analysis. However, in late aging, the hippocampus may atrophy at accelerating, measureable pace. This pace increases with some forms of dementia. It is therefore desirable to accurately quantify the size of the gray matter structures, both for research into the causal factors separating a healthy aging from a dementia outcome, but also for early detection of potential health risk at the level of an individual.

In this dissertation, I will describe some specific techniques that I recently implemented to quantify structures in MRI images of the brain, in the context of large cohorts. The analyses will focus specifically on two points, reflecting two published articles: the efficient segmentation of the hippocampal formation, and the parcellation of the wider brain cortex into multiple regions of interest. For this, I will rely on the Convolutional Neural Networks (ConvNets), recent machine-learning methods particularly adapted for image processing. Beyond the necessary accuracy and consistency property, I will show that ConvNets have the useful advantages of robustness, an important concern when analysing large datasets, and of fault-tolerance, necessary to train them from imperfect data. Further, I will discuss how Neural Networks allow for transfer-learning, which in my case, refers to the ability to leverage information from one context and apply it into another context. After a first chapter introducing, from my point of view, some relevant general concepts, I will detail, sometimes technically, the two models of hippocampal segmentation and cortical parcellation, based on annotating my published manuscripts. Finally, a brief fourth chapter will conclude.

## 審査結果の要旨

博士論文題目 Brain Morphology Quantification for Large MRI Cohorts using Convolutional Neural Networks (畳み込みニューラルネットワークを使用した大規模 MRI コホートの脳形態の定量化).....

受付番号 21B-2..... 氏名 THYREAU Benjamin.....

海馬は集団レベルでは若干の減少傾向が見られるものの、中年期には比較的一定の大きさを保っていることが統計解析により明らかにされている。しかし、後期高齢者になると、海馬の萎縮が加速され、その大きさが測定できるようになる。このペースは、認知症になるとさらに速くなる。したがって、海馬の灰白質構造の大きさを正確に把握することは、健康な加齢と認知症の発症を分ける要因の研究のみならず、個人レベルでの潜在的な脳健康リスクの早期発見のためにも重要である。

本研究で、Convolutional Neural Networks の技術を用いて、世界のオープンデータとなっている大規模コホートデータの脳 MRI 画像を用いて、海馬体積や大脳皮質の多くの関心領域の灰白質体積を、既存の手法に比べて高速、高精度に算出する方法を開発した。

その結果、開発した手法により、高精度かつ高速に海馬体積、脳の皮質体積を算出することが可能となり、また学習中に様々なオープンデータからの画像に触れることで、このモデルは未見の MRI 画像にも解析を応用することが可能になった。また、今回学習したモデルはシンプルなソフトウェアとして提供され、脳画像解析研究のみならず、社会実装することも可能になった。更には、本研究で作られた画像解析モデルは、他の第三者の研究者からも英語原著論文により精度の高さが評価され、脳画像解析研究に、新たな知見を得ることが出来たと考える。

これらの研究結果からは、本学及び医学研究領域の発展に大いに貢献するものであり、学位取得に足る業績であると判断した。

よって、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。

### 学力確認結果の要旨

審査委員出席のもとに、学力確認のための試問を行った結果、本人は医学に関する十分な学力と研究指導能力を有することを確認した。なお、英学術論文に対する理解力から見て、外国語に対する学力も十分であることを認めた。よって、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。