

令和 3 年 5 月 24 日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K17178

研究課題名（和文）深層学習を用いたMRI画像からの入院長期化の予測

研究課題名（英文）Prediction of Extended Hospital Stays Using a Deep Learning Algorithm Based on MR Images

研究代表者

信太 圭一（Shida, Keiichi）

帝京大学・公立大学の部局等・講師

研究者番号：40623286

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：手術を実施した患者は、計画的な退院を望んでいますが、予期せぬ入院の長期化が起こることがあります。そこで本研究では、入院前あるいは入院早期に実施されたMRIの検査画像を用いて、入院が長期化する可能性について、深層学習を用いて予測しました。結果、80%以上の確率で、入院が長期化するかが予測することが出来ました。本結果により、入院初期段階で予期せぬ入院期間の長期化がわかる可能性が示されました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

検査画像は、病変の情報のみならず、癌の転移の可能性や治療の予後予測の情報を多く持つことがわかってきています。検査画像を用いて、入院期間の予測など病院指標に関わるものを予測した研究はされておらず、本研究結果によって、MRI画像を用いて、入院が長期になるかどうか知ることが出来る可能性が示唆されました。入院が長期になる可能性があるとなれば、効率的に予防策をとることができ、結果的には医療費抑制に貢献することが出来ます。さらには、検査画像を画像診断の領域だけではなく、他の分野に利用することは、画像情報の利用価値が拡大していくことが期待できます。

研究成果の概要（英文）：Patients who have surgery are hoping for a planned out of hospital. However, unexpectedly prolonged hospitalization may occur. In this study, we used deep learning to predict the likelihood of prolonged hospitalization using MRI images taken before or early in the hospitalization process. As a result, we were able to predict the likelihood of prolonged hospitalization with a probability of over 80%. This result shows the possibility of identifying unexpectedly prolonged hospitalization in the early stages of hospitalization.

研究分野：医療情報

キーワード：入院長期化 予測 MRI

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

入院時の状態に応じて、退院までの治療計画を提示するクリニカルパスの導入により、医療の標準化が勧められ、入院期間の短縮、ならびに医療の質と安全性の向上が図られている。しかし、入院期間には依然、バラツキがみられ、入院長期化の因子を見つけることは重要である。患者の臨床情報を用いた、頭部開頭手術後の入院期間が延長する因子として、70 歳以上、腫瘍組織の違いなどが挙げられると報告がある。

早期に得られる情報として、検査画像があるが、検査画像を用いて入院期間を予測した報告はない。本研究で用いる深層学習には、事前学習済みの畳み込みニューラルネットワークを用いた事前学習済みの畳み込みニューラルネットワークは、転移学習とも呼ばれ、微調整して、新しいイメージコレクションを分類することが可能である。転移学習は、広範囲にわたるイメージについての豊富な特徴表現を学習しており、少ない数の学習イメージを使用して、新しいタスクに学習済みの特徴を高速に転移が出来るのが特徴である。

2. 研究の目的

本研究では、頭部腫瘍手術を実施した患者の入院早期に実施される MRI 画像と臨床情報をもとに深層学習を用い、入院期間の予測をすることである。入院期間の予測に使用することは、治療・看護計画にも寄与することが出来るようになる。入院長期化の可能性を正確に知ることが出来れば、効率的に予防策をとることができ、結果的には医療費抑制に貢献することが出来る。

3. 研究の方法

データセットは K 大学病院からの提供を受け、対象期間は 2017 年 4 月 1 日から 2018 年 3 月 31 日までの間に、脳腫瘍で手術した入院患者とした。入院期間を用いて、中央値により短い群と、長い群の 2 群に分けた。

3.1 Network Architectuer

本研究では、matlab (R2019a, Mathworks) の Neural Network Toolbox Model を使用した。事前に学習された畳み込み Neural Network Architectuer は Alexnet と SqueezeNet を使用した。Alexnet は画像分類でよく知られており、5 層の畳み込み層と 3 つの全結合層からなる全 8 層の Neural Network を学習している。SqueezeNet は、ImageNet データベースの 100 万枚を超えるイメージで学習済みの畳み込みニューラルネットワークであり、このネットワークは、深さが 18 層、イメージを 1000 個のオブジェクトカテゴリに分類できる。本研究では、Alexnet と SqueezeNet による転移学習を行った。

3.2 画像の前処理

本研究に使用した MRI 画像は横断像で T2 強調画像とし、1 シリーズ 24 枚であった。24 枚を 1 枚の画像に結合し (図 1)、入力した。画像サイズは、転移学習では入力サイズは $227 \times 227 \times 3$ とした。MRI 画像は、ランダムに Training 用 80%、Validation 用 20% となるようにした。

さらに MRI 画像のコントラストによる違いを比較するため、造影 T1 強調画像、FLAIR 画像

でも同様に実施した。

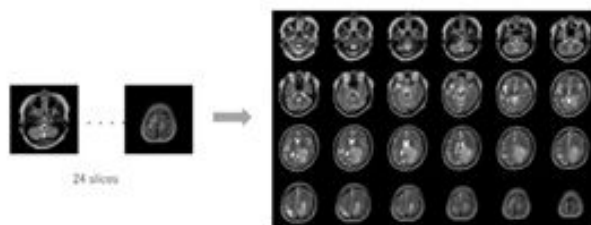


図 1 複数枚を一枚に結合

3.3 Training Option

バッチサイズ、エポック数、学習率は表 1 のように組み合わせ決定した。

表 1 バッチサイズ、エポック数、学習率

バッチサイズ	4, 8, 16, 32
エポック数	50, 100, 200, 300, 400, 500
学習率	0.1, 0.01, 0.001, 0.0001

3.4 患者情報を用いた入院期間の予測

血液検査、生化学検査などの患者情報の項目を表 2 に示す。なお、患者によっては、検査結果に欠損値がある場合があった。欠損値のあった項目を除外したところ、得られた患者情報は 25 項目となった。上記の項目に対し、機械学習による分類を試みた。識別機は決定木、線形 support vector machine (SVM)、k -nearest neighbor (KNN)、random under sampling boost (RUSboost)決定木の 4 つを用いた。また、10 分割交差検証とした。

表 2 患者情報

年齢	身長	体重	ADL	WBC	RBC	Hb	Ht
MCV	MCH	MCHC	Plt	RDW	PDW	MPV	P-LCR
GOT	GPT	T-Bil	BUN	Cr	Na	K	Cl
eGFR							

4. 研究成果

対象となったデータ数は 60、最短入院日数は 7 日、最長入院日数は 42 日であった。入院日数の中央値より長いデータを入院長期化とした。最短入院日数は 7 日、最長入院日数は 42 日であった。また、中央値より短い群 44 件、長い群 16 件であった。

Training Option を検討した結果、バッチサイズ 4、エポック数 200、学習率は 0.0001 とした。T2 強調画像による予測では、Alexnet による転移学習の結果、accuracy は 0.750、SqueezeNet

による転移学習の結果は 0.833 であった。SqueezeNet の方が良い結果が得られたため、他のコントラストも同様に Squeezenet による予測を行った。結果を表 3 示す。

表 3 各 MRI 画像の予測結果

	Accuracy	Precision	Recall
T2強調画像	0.833	0.67	0.50
造影T1強調画像	0.833	0.67	0.67
FLAIR	0.916	0.75	1.00

また、機械学習にて、患者情報を用いた入院期間の予測の精度は、決定木 0.59、KNN0.609、SVM63.9、RUSboot0.689 と最も精度が良かったものは RUSboot であった。

本研究では患者情報の予測結果より、MRI 画像を用いた予測精度の方が良いことが分かった。また、MRI 画像の種類によって、入院期間の長期化の予測精度に違いがみられた。

これまでの研究では、多くの患者情報を用いて入院期間を予測しているが、情報収集が非常に大変である。本研究のように、MRI 画像のみであれば、比較的容易に入手することができ、これまでの 入院期間長期化の予測より、情報を集めるのが容易になることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 信太圭一 岩穴口孝 佐々木雅史 宇都由美子	4. 巻 39
2. 論文標題 Prediction of Extended Hospital Stays Using a Deep Learning Algorithm Based on MR Images	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第39回医療情報学連合大会論文集	6. 最初と最後の頁 424-425
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 信太圭一 岩穴口孝 佐々木雅史 宇都由美子	4. 巻 40
2. 論文標題 MRI 画像の種類による入院期間長期化予測精度の違い	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第40回医療情報学連合大会論文集	6. 最初と最後の頁 891-892
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 信太圭一 岩穴口孝 佐々木雅史 宇都由美子 熊本一朗
2. 発表標題 MRI画像を用いた入院期間長期化の予測
3. 学会等名 日本医療マネジメント学会，福岡支部学術集会
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------