

令和 3 年 6 月 25 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K08290

研究課題名（和文）人工知能による皮膚疾患診断システムの開発

研究課題名（英文）Development of skin disease classifier using artificial intelligence

研究代表者

藤澤 康弘（Fujisawa, Yasuhiro）

筑波大学・医学医療系・准教授

研究者番号：70550193

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：筑波大学皮膚科で保存していた良悪性含む14種類の皮膚腫瘍の写真約6,000枚のうち、約4,800枚を使用してAIを学習させ、残り1,200枚をテストデータとしてAIの正答率を計測した。また、テストデータからランダムに140枚の写真を抽出し、皮膚科専門医、非専門医とAIに同じデータを分類させ、その成績を比較した。その結果、AIは93.4%の確度で良悪性を判定できた。医師との正答率の比較では、皮膚科専門医が皮膚科非専門医より高い正答率であったが（85.3%±3.7%対74.4%±6.8%, $P<0.01$ ）、AIは専門医の正答率より高かった（92.4%±2.1%, $P<0.01$ ）。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究にて従来必要であるとされた1分類あたり1000枚という教師画像の数が、実際にはより少ない数（本研究では14クラスの分類で4800枚の教師画像）でも十分な精度で疾患の写真を分類できることを明らかにした。これは稀少な腫瘍が多い皮膚腫瘍の分野では多くの教師画像が集められないため、今後のAI皮膚腫瘍分類システムの構築にあたり大きなアドバンテージとなる。また、今回研究に使用した皮膚腫瘍だけでなくその他の分野にも応用が可能な技術であり、皮膚科に留まらずその他の分野においてもその開発の役に立つと思われる。現在はこのシステムを医療機器として使えるように研究開発を進めている。

研究成果の概要（英文）：We trained AI using 4,800 out of 6,000 tumor images including benign and malignant which were retrospectively collected at University of Tsukuba, Dermatology division. The rest 1,200 images were used for the testing AI to calculate the accuracy of AI. Next, we randomly chose 140 images for the test dataset and compared the efficacy with board-certified dermatologists. As a result, AI classified images 93.4% accuracy whereas the board certified dermatologists achieved 85.3%, which was statistically significant different. Our study showed that the AI could classify tumor images more accurately than board-certified dermatologists.

研究分野：皮膚科

キーワード：皮膚腫瘍 人工知能 分類

## 1. 研究開始当初の背景

皮膚疾患診断は視診による皮疹形状判定が診断の決め手となることが多い。腫瘍の診断に頻用されるダーモスコピーは、対象物を拡大して詳細な特徴を観察することでその診断精度を上げるためのデバイスである。つまり、皮膚科医は臨床像(画像)から「特徴を抽出」して診断という「判定」を行っている。この画像処理プロセスを AI による画像認識技術により再現する試みは以前から行われており、特にダーモスコピーのように規格が決まった画像が得られる分野では実用段階に近いレベルに達している。これまでの AI 診断は技術者が多大な労力を掛けて「特徴の抽出」と「判定」のアルゴリズムを設計しており、その経験やノウハウの蓄積により少しずつ制度を改善するという手法が取られていた。この手法はある程度規格が決まった画像の認識は可能であったが、被写体と様々な角度や距離で撮影されてしまう臨床写真を用いた AI 診断システムは非常に困難と考えられた。

そのような中、2012 年に機械が自ら教師データを読み込み学習しながら途中のパラメータを最適化していくディープラーニング(DL)と言う技術が導入され、AI による画像認識にブレークスルーが起きた。その結果、2012 年の国際的な画像認識コンペティション(ILSVRC)でそれまでの 10 年分の改善がみられ、2015 年には人間の成績(エラー率)を凌駕した。現在様々なグループや企業が AI 診断システムの開発を行っており、欧米ではすでに眼底や放射線診断分野で実用化し、本邦も内視鏡画像から腫瘍を見分ける AI 診断システムである EndoBRAIN が承認・発売されている。これらの分野は規格化された画像が得られるという特性から、DL との親和性が高い。一方、皮膚科は疾患の多様性のみならず、臨床写真の多様性(規格化された画像が得られない)といった DL には不向きな分野とされてきた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、皮膚科専門医が持つ画像から診断に至るまでの過程を AI により自動化し、診断補助ツールとして活用できるシステムを構築することである。この診断補助ツールには二つの役割があり、一つは国が推進しているかかりつけ医制度に関連したスクリーニングツールとしての役割と、皮膚科専門医が診断に迷うときや万一の見落としを防ぐためのエキスパートツールとしての役割である。

## 3. 研究の方法

### (1) 使用したデータセットと分類木

2003 年から 2016 年までに筑波大学皮膚科で撮影された臨床写真を集積した。なお、このデータセットは 2296 症例 6009 枚で構成されるが、ダーモスコピー画像は一切含まず 600 万画素以上のデジタルカメラで撮影された臨床写真のみである。データセットは両悪性含む 14 疾患カテゴリがあり、各疾患でも外見が大きく異なる場合はさらに細分類し、最終的に各画像を 21 カテゴリに分類して学習に用いた。全体の写真のうち、80% (4867 枚, 1842 症例) を学習に、20% (1142 枚, 454 症例) をテストに使用した。

### (2) AI と学習

今回の研究では 2012 年に ILSVRC で使用された 120 万枚 1000 カテゴリのデータセットで事前に学習した GoogleNet を使用した。今回の学習ではまずデータセットの画像から病変部が中心になるように切り抜いた上で 1000×1000 ピクセルにリサイズした png 形式の画像を作成した。続いてこれらの画像を 15 度ずつ傾けながら保存することで元画像 1 枚から 24 枚の画像を作成した。実際に学習させる際にはランダムに 0 から 5 ピクセルの間でぼかしをかけたり、プラスマイナス 10% の範囲で画像の明るさを変えたりすることにより、AI に写真の撮影環境やピントの合わせ具合の振れ幅を学習させた。

### (3) AI の評価

AI は各テスト画像に対して 21 分類それぞれの確率を出力するが、最も確率が高かった診断名を AI の診断として採用した。正解率は分類レベル別に計算を行った。例えば actinic keratosis の画像を basal cell carcinoma と診断した場合、21 分類の診断は誤りとなるが、良悪性の診断は正解となる。正答率は (正しく分類された数) ÷ (その分類の総数) × 100 で計算し、統計学的な用語で言うところの感度と同じである。また、ロバスト性の評価のためデータセットを 5 分割し、1 つの群をテスト用に、残り 4 つの群を学習用として AI を学習させ、正答率を計算することを別々の組み合わせを用いることで 5 回行う、5-fold cross validation を行った。

### (4) 医師と AI の比較

AI と医師との正答率の比較を行った。医師は皮膚科専門医と専門医取得前の医師が参

加した。それぞれの医師は、テスト用の画像 1142 枚からランダムに 140 枚の画像を抽出したものを分類するが、同じデータセットを AI も分類し、医師と AI それぞれの正答率を計算した。医師は画像以外の情報は与えられずに、画像だけで診断した。

#### 4. 研究成果

##### (1) AI の正答率

テスト用画像 1142 枚を用いた良悪性判断レベルの全体での正答率は 93.4%であり、悪性を悪性と診断できた割合(感度)は 93.4%、良性を良性と診断できた割合(特異度)は 89.5%であった。診断病名レベルである 14 クラスの全体の正答率は 76.5%であった。細かく見ていくと、上皮系の悪性腫瘍で actinic keratosis のみ正答率が 80%を切っていたが、間違えた 30 枚中 28 枚がその他の上皮系悪性腫瘍に分類されていた。また、その他の上皮系悪性腫瘍での間違いもその大半が同じ上皮系悪性腫瘍に分類されていたことから、上皮系悪性腫瘍は類似した特徴を持っていることを示している。半分以上の良性疾患は 80%以上の正答率を出していたが、正答率が低かった疾患のいくつかはそもそも学習に用いた画像数が 100 枚を切っていた疾患もあり、これが正答率の低さの原因と思われた。5-fold cross validation の結果は 14 クラス分類の正答率で見たときにプラスマイナス 3.2%であり、この AI のロバスト性を示していた。

##### (2) 医師との比較

日本皮膚科学会認定皮膚科専門医 13 名、専門医取得前の医師 9 名と AI とで正答率を比較した。良悪性の診断において専門医は専門医取得前の医師と比較して有意に正答率が高かったが、AI は専門医よりも有意に高い正答率を示した。同様に、14 クラス分類の正答率でも専門医は専門医取得前の医師よりは正答率が高かったものの、AI の方が有意に高い正答率を示した。専門医は AI と比べて感度も特異度も低く、良性腫瘍を悪性腫瘍と間違えて分類したり、悪性腫瘍を良性腫瘍と間違えて分類したりしていた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4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 Fujisawa Y., Otomo Y., Ogata Y., Nakamura Y., Fujita R., Ishitsuka Y., Watanabe R., Okiyama N., Ohara K., Fujimoto M.	4. 巻 180
2. 論文標題 Deep learning based, computer aided classifier developed with a small dataset of clinical images surpasses board certified dermatologists in skin tumour diagnosis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 British Journal of Dermatology	6. 最初と最後の頁 373 ~ 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/bjd.16924	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 Fujisawa Yasuhiro, Inoue Sae, Nakamura Yoshiyuki	4. 巻 6
2. 論文標題 The Possibility of Deep Learning-Based, Computer-Aided Skin Tumor Classifiers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Medicine	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmed.2019.00191	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 藤澤 康弘	4. 巻 46
2. 論文標題 Melanoma and Non-Melanoma Skin Cancersメラノーマ・皮膚癌 人工知能による皮膚腫瘍の診断補助システム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 癌と化学療法	6. 最初と最後の頁 637-640
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 無
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 藤澤 康弘, 藤本 学	4. 巻 73
2. 論文標題 新しい検査法と診断法 人工知能(AI)による悪性腫瘍の診断	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床皮膚科	6. 最初と最後の頁 64-68
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 無
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2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Fujisawa Y
2. 発表標題 Can deep-learning-based, computer-aided classifier surpass board-certified dermatologists in skin tumour diagnosis?
3. 学会等名 The 34th congress of Asia-Pacific Academy of Ophthalmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujisawa Y
2. 発表標題 Computer-aided classifier with a deep convolutional neural network surpasses board-certified dermatologists in skin tumor diagnosis
3. 学会等名 15th European Association of Dermato-Oncology (国際学会)
4. 発表年 2019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
---------	---------