

令和 3 年 4 月 26 日現在

機関番号：15301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K15635

研究課題名（和文）人工知能を用いた腎腫瘍画像診断支援システムの開発

研究課題名（英文）Developments of diagnostic AI algorithms for renal tumor images

研究代表者

田中 高志（Tanaka, Takashi）

岡山大学・大学病院・助教

研究者番号：10745368

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、Deep learningを用いて、腎腫瘍のCT 画像に対する診断支援システムの開発および研究を行った。CNN（畳み込みニューラルネットワーク）を用いたDeep learningソフトウェアを用い、4cm以下の小さい腎腫瘍の造影CTでの良性および悪性の鑑別において、一定の有用性が認められた。一方、ヒトによる定性評価と同様に、すべての腎腫瘍の良性および悪性の判別を行うことは困難であった。すべての腎腫瘍の判別を1つのモデルのみで達成することには困難が予想され、画像や患者背景の調整、さらなるネットワークの改良により、様々な特定のタスクに特化したモデルを構築できる可能性があると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によりDeep learningによる腎腫瘍の診断法の一定の有用性が示され、Deep learning技術を用いることで、画像評価者の経験や違いなどに影響のない、より均一な精度の検査を多くの患者に提供できる可能性が示された。また、同様の手法を応用すれば、腎臓以外の多くの腫瘍の診断への適応が広がる可能性も示唆される。さらにこの解析法の普及および産学官連携により、国内でのより精度を高めたDeep learningソフトウェアの開発や、国内のビッグデータを用いたクラウドデータベース構築など発展的研究につながる事が期待される。

研究成果の概要（英文）：This study evaluated the utility of a deep learning method with convolutional neural networks (CNNs) for determining whether a small solid renal mass was benign or malignant on multiphase contrast-enhanced CT. A deep learning method with CNNs allowed acceptable differentiation of small solid renal masses in dynamic CT images. However, a single deep learning model could not predict malignancy in all renal tumors of our study. By preparing and adjusting the appropriate images and patients for training, we might be able to create more promising models for various specialized tasks.

研究分野：放射線医学

キーワード：Deep learning 腎腫瘍 CT 画像診断

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会的背景：腎がんは本邦で年間約 15,000 例が新規発症し、年々増加傾向にある。高齢化とともに腎機能低下患者の割合が増え、透析導入患者の増加が社会問題化するなかで、ロボット支援下腎機能温存手術や、凍結治療をはじめとする低侵襲治療が、患者の QOL 向上のために不可欠とされている。腎がんに対する低侵襲・腎機能温存を目指した治療を行う場合、術前の組織学的検査が不可欠である。腎生検実施前の画像診断において、正確な診断を行うことは、術前のリスクマネジメントのために重要である。

(2) 現状の未解決問題：腎がんに典型的な画像パターンを呈していない場合、しばしば「治療の適応とはならない良性腫瘍」との鑑別に苦慮する。一方、腎生検は比較的どの医療機関においても実施可能な手技ではあるが、超音波ガイド下を実施する場合には腫瘍の大きさや術者の技量に依存して成功率が異なることが知られている。CT ガイド下腎生検は、設備等の問題から実施医療機関は限られている。より精度よく、普遍的に実施できる術前検査法の開発が望まれる。

(3) プレイクスルー：近年になり、人間の脳を模倣し構築した多層ネットワークを利用した情報処理技術である Deep learning の進歩によって、コンピュータ自身が画像の特徴を認識し、評価を行うことが可能となった。この技術は人工知能を用いた画像認識分野に新たなパラダイムシフトを起こし、自動運転や画像検索システムなど最先端技術の開発にも利用されている。この技術を応用すれば、視覚的な画像評価とは違い、人間には見つけることが出来ていない未知の特徴を腎がんと良性腫瘍との判別に応用できる可能性があると考えた。そこで申請者は、国内に広く普及している CT 画像を用いた、高精度の、人工知能を用いた、より汎用性の高い新たな腎腫瘍の診断法の開発に着手した。

2. 研究の目的

(1) Deep learning を用いて、腎腫瘍の CT 画像に対する診断支援システムの開発および後向き観察研究により仮説検証を行い、本診断方法の有用性を評価した。これにより不要な検査や侵襲性の高い検査を回避し、医療費の抑制並びに国民の健康・福祉の向上に寄与する。加えて、画像診断医の読影時の負担を軽減し、読影作業効率の向上が期待できる。具体的には、本研究では 4cm 以下の小径腎腫瘍に対する造影 CT を用いた良悪性鑑別におけるディープラーニングの有用性に関して検討を行った。

3. 研究の方法

本後ろ向き研究では、2012 年から 2016 年の間に病理学的に診断された小径腎腫瘍(4cm 以下)で、造影 CT (非造影、皮髄相、腎実質相、排泄相)を撮像されている 1807 画像セット(159 患者、168 病変)を用いて検討を行った。画像セットはランダムに 5 セットに分割され、4 セット(48832 画像)をオーグメンテーションおよびトレーニングに用い、1 セット(281 画像)をテストに用いた。Inception-v3 の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)モデルを用いた。異なる 6 種類の CNN モデルにおける、悪性診断能についての AUC、出力値の最適なカットオフ値における正確性、を評価した。多変量ロジスティック回帰分析も行った。

4. 研究成果

悪性および良性病変のサイズに有意な差は見られなかった。AUC は他の相と比べ、皮髄相で高かった(皮髄相 vs 排泄相、 $p=0.022$)。皮髄相における正確性が最も高く 88%であった。多変量解析では、その他の相を用いた CNN モデルや年齢、性別および病変サイズと比べ、皮髄相における CNN モデルが悪性病変予測において独立した予測因子であった。CNN を用いたディープラーニング手法は小径腎腫瘍(4cm 以下)の良悪性鑑別において、特に皮髄相の画像を用いたモデルにおいて、一定の有用性が認められた。一方で、ヒトによる定性評価と同様に、すべての腎腫瘍の良性および悪性の判別を行うことは困難であった。すべての腎腫瘍の判別を 1 つのモデルのみで達成することには困難が予想され、画像や患者背景の調整、さらなるネットワークの改良により、様々な特定のタスクに特化したモデルを構築できる可能性があると考えられる。2020 年の北米放射線学会において、得られた知見を踏まえたディープラーニングの様々な手法についての発表を行った。

Tanaka T, Huang Y, Marukawa Y, Tsuboi Y, Masaoka Y, Kojima K, Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, Yanai H, Nasu Y, Kanazawa S. Differentiation of Small (≤ 4 cm) Renal Masses on Multiphase Contrast-Enhanced CT by Deep Learning. *AJR Am J Roentgenol*. 2020 Mar;214(3):605-612.

Tanaka T, Kawashima A, Marukawa Y, Kitayama T, Masaoka Y, Kojima K, Iguchi T, Hiraki T, Kanazawa S. Imaging evaluation of hereditary renal tumors: a pictorial review. *Jpn J Radiol*. 2021 Mar 23.

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 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tanaka T, Huang Y, Marukawa Y, Tsuboi Y, Masaoka Y, Kojima K, Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, Yanai H, Nasu Y, Kanazawa S.	4. 巻 214
2. 論文標題 Differentiation of Small (<= 4 cm) Renal Masses on Multiphase Contrast-Enhanced CT by Deep Learning.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AJR Am J Roentgenol.	6. 最初と最後の頁 605-612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2214/AJR.19.22074	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 Tanaka T, Kawashima A, Marukawa Y, Kitayama T, Masaoka Y, Kojima K, Iguchi T, Hiraki T, Kanazawa S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Imaging evaluation of hereditary renal tumors: a pictorial review	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Jpn J Radiol.	6. 最初と最後の頁 -
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 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tanaka Takashi, Marukawa Yohei, Samura Kazuma, Kitayama Takahiro, Masaoka Yoshihisa, Kojima Katsuhide, Hiraki Takao, Kanazawa Susumu.
2. 発表標題 Getting Started with Artificial Intelligence: A Quick Start Guide for Radiologists
3. 学会等名 Radiological Society of North America (国際学会)
4. 発表年 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
---------	---------