

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：12608

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2022

課題番号：19K23601

研究課題名(和文) 深層学習を用いたCTコロングラフィの大腸がん支援診断システムの開発

研究課題名(英文) Development of computer-aided diagnosis system for colorectal cancer in CT colonography using deep learning

研究代表者

Jin Ze (Jin, Ze)

東京工業大学・科学技術創成研究院・助教

研究者番号：40840278

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：この研究では、深層学習を活用したCTコロングラフィによる大腸がんの診断支援システムを開発しました。コンピュータ断層撮影(CT)技術とAI技術を組み合わせることで、大腸がんの診断における精度と効率性を大幅に向上させることが可能となりました。大腸がんの特徴を抽出し、それらの特徴を利用して疾患の存在を確認するための深層学習モデルを使用します。モデルは、大量のCTコロングラフィ画像データを用いて訓練され、その結果として高い感度と特異度を実現しました。放射線科医の診断作業をサポートするだけでなく、診断の精度と速度を改善します。患者の治療を早期に開始することが可能になり、大腸がんの予後改善に寄与します。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新たな技術の開発：深層学習を利用した大腸がん診断システムの開発は、人工知能と医療イメージングの領域における新たな進展を示す。これは、AIの能力を活用して病気を診断する新たな手法の探求と発展に貢献します。研究基盤の拡大：この研究は、AIが医療診断にどのように役立つかを理解する上での基盤を提供します。これは、深層学習やAI技術をさらに進化させるための重要なステップとなります。早期発見と予後の改善：このシステムの使用は、大腸がんの早期発見と治療を可能にし、それにより予後を改善する可能性があります。

研究成果の概要(英文)：We have developed a diagnostic assistance system for colon cancer using CT colonography and deep learning. By integrating computed tomography (CT) technology with AI technology, it is possible to significantly improve the accuracy and efficiency of colon cancer diagnosis.

The system uses a deep learning model to extract features of colon cancer and to confirm the presence of the disease based on these features. The model is trained using a large amount of CT colonography image data, resulting in high sensitivity and specificity. This system not only supports the diagnostic work of radiologists, but also improves the accuracy and speed of diagnosis. This allows for the early initiation of treatment for patients, contributing to the improvement of prognosis for colon cancer.

研究分野：画像支援診断

キーワード：深層学習 画像支援診断 大腸がん CT Colonography

1. 研究開始当初の背景

日本における大腸がんは食生活の欧米化などによって年々増加し、男性では胃がん、肺がんに次いで3番目、女性では乳がんに次いで2番目に多いがんである。一方、大腸内視鏡検査を主とする大腸がん検診受診率は低迷しており、また内視鏡医の不足により検診後の精密検査をすべて全大腸内視鏡検査でカバーすることは困難である状況が指摘されている。欧米では CTC による大腸がん検診の普及が進んでいる。なぜならば、他の大腸検査法と比較して、苦痛がなく短時間で大腸を検査する事が可能だからである。欧米諸国に遅れを取ったものの、日本初の大規模臨床評価として、**Japanese National CT Colonography Trial** が行われた。結果、大腸 CT 検査の 6mm 以上の大腸ポリープ・腫瘍に対する検出精度は、先行する欧米の臨床試験と同様に高いことが示された (JDDW2012)。日本での検診目的の大腸 CT 検査はまだ普及しているとは言えないが、臨床精度評価の成功を受け、今後は急速な普及が期待されている。しかしながら、その広い普及のためには、以下の課題を解決しなければならない：

1. 平坦型病変の検出精度は、隆起型病変の検出精度に比べて有意に低い。
2. 読影医の経験不足や疲労による病巣の見落とし。

我々は、MRI における脳動脈瘤の検出システムの開発に成功している (Jin, 2016)。ここで開発した固有値に基づく選択的強調フィルタの効果により、球形の瘤の検出を、従来手法に比べて高い精度で行える（しかも偽陽性の数が半分以下に収まった）ことを示した。大腸ポリープ・病変の形状は、脳動脈瘤のそれとよく似ており、選択的強調フィルタを平坦な形状も強調できるように発展させれば、平坦型病変を含む大腸病変の高精度な検出が行えると考えられる。

我々は、独自の画像型深層学習 (MTANN モデル, Suzuki, 2003) を医用画像からの病巣の検出や分類に応用し、従来の機械学習や他の深層学習に比べて圧倒的に高い性能が得られることを示した (Tajbakhsh, 2017)。また、MTANN モデルは、必要教師画像の数が少ないという特徴をもち、症例数の少ない平坦型病変の学習に必須と考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、我々の選択的強調フィルタと MTANN 深層学習モデルを用いて、見落としやすい平坦型病変の検出に強い大腸ポリープ・病変支援診断システムを開発し、大腸ポリープ・腫瘍の検出率を向上し、CTC の普及に貢献することである。

3. 研究の方法

図 1 に本研究で開発する大腸ポリープ・腫瘍検出手法の原理を示す。まず、固有値に基づく選択的強調フィルタを発展させ、平坦型病変を含む大腸病変を強調できるように改良する。次に CTC 画像中の腸内を走査し、関心領域を抽出し、我々独自の MTANN 深層学習モデルのための学習サンプルを作成する。学習ステップでは、原画像と強調画像を入力、医師が判断した真の病変を教師信号として学習する。実行ステップでは、未学習の CTC 画像を学習後のモデルに入力することにより、大腸ポリープ・病変が検出され、それを医師に提示する。

FROC(free-response receiver operating characteristic)解析を用いて提案手法を評価する。さらに、放射線科医による読影実験を行い、ROC(receiver operating characteristic)解析に基づき、提案手法の臨床応用への有効性を検証する。

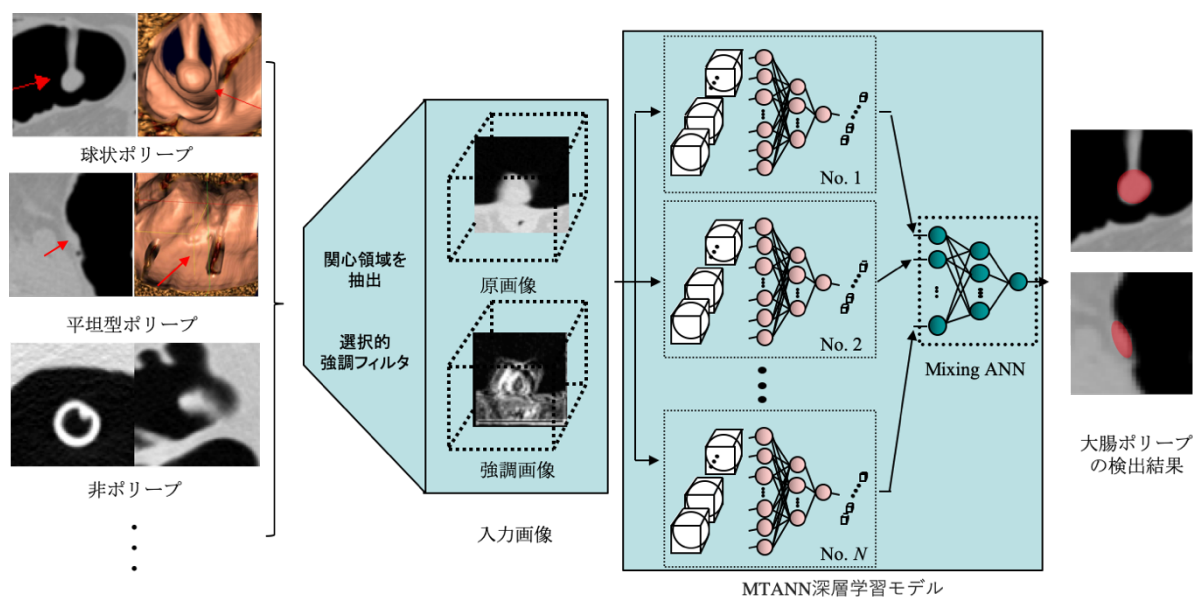


図1 大腸ポリープ・腫瘍検出手法の原理

【文献】

1. Jin, Z, et al. An ellipsoid convex enhancement filter for detection of asymptomatic intracranial aneurysm candidates in CAD frameworks. *Medical physics*, 43(2), 951-960, 2016.
2. Suzuki, K, et al. Massive training artificial neural network (MTANN) for reduction of false positives in computerized detection of lung nodules in low-dose computed tomography. *Medical physics*, 30(7), 1602-1617, 2003.
3. Tajbakhsh, N and Suzuki, K. Comparing Two Classes of End-to-End Learning Machines for Lung Nodule Detection and Classification: MTANNs vs. CNNs. *Pattern Recognition* 63: 476-486, 2017

4. 研究成果

この研究では、深層学習を活用したCTコロングラフィによる大腸がんの診断支援システムを開発しました。コンピュータ断層撮影(CT)技術とAI技術を組み合わせることで、大腸がんの診断における精度と効率性を大幅に向上させることが可能となりました。

システムは、大腸がんの特徴を抽出し、それらの特徴を利用して疾患の存在を確認するための深層学習モデルを使用します。モデルは、大量のCTコロングラフィ画像データを用いて訓練され、その結果として高い感度と特異度を実現しました。

このシステムは、放射線科医の診断作業をサポートするだけでなく、診断の精度と速度を改善します。これにより、患者の治療を早期に開始することが可能になり、大腸がんの予後改善に寄与します。

学術的意義:

新たな技術の開発: 深層学習を利用した大腸がん診断システムの開発は、人工知能と医療イメージングの領域における新たな進展を示す。これは、AIの能力を活用して病気を診断する新たな手法の探求と発展に貢献します。

研究基盤の拡大: この研究は、AIが医療診断にどのように役立つかを理解する上での基盤を提供します。これは、深層学習やAI技術をさらに進化させるための重要なステップとなります。

社会的意義:

診断の質の向上: AIによる大腸がん診断支援システムは、診断の精度と速度を改善し、より早期に治療を開始することが可能となります。これは、患者の生活の質の向上に寄与します。

医療リソースの最適化: AIを用いることで、医師の作業負担を軽減し、より重要なタスクに時間とリソースを集中させることが可能になります。

早期発見と予後の改善: このシステムの使用は、大腸がんの早期発見と治療を可能にし、それにより予後を改善する可能性があります。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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 Muneyuki Sato, Ze Jin, Kenji Kenji Suzuki
2. 発表標題 Semantic Segmentation of Liver Tumor in Contrast-Enhanced Hepatic Ct by Using Deep Learning with Hessian-Based Enhancer with Small Training Dataset Size
3. 学会等名 2021 IEEE 18th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) (国際学会)
4. 発表年 2021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1件

国際研究集会 SPIE2020	開催年 2020年～2020年
--------------------	--------------------

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
---------	---------