

平成 29 年 5 月 31 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26461793

研究課題名(和文)大規模学習ニューラルネットワークを用いた低線量CT画像の画質修復

研究課題名(英文)Lung cancer screening (LCS) in ultra-low-dose CT (U-LDCT) by means of massive-training artificial neural network (MTANN) image-quality improvement

研究代表者

福本 航 (Fukumoto, Wataru)

広島大学・病院(医)・医科診療医

研究者番号：00726870

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)：近年CTの普及により診断用の放射線被曝が増加している。そのため、被曝低減技術の研究が求められている。我々はmassive-training artificial neural network (MTANN)と呼ばれる機械学習技術を用いて低線量CTで撮影した画像を通常線量で撮影したCTと同等まで画質改善が可能かどうか検討した。通常線量CT画像と低線量CTをMTANNで画質改善を行った仮想通常線量CT画像では肺結節の検出能は同等であった。この技術によりCT撮影の放射線線量を約90%低減できる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：We developed a radiation dose reduction technology based on massive-training artificial neural network (MTANN) that learned to convert mDCT images to higher-dose-like CT images; thus term vHDCT technology. Our purpose in this study was to investigate and compare nodule detectability in mDCT with our vHDCT technology and that in low-dose CT (LDCT) in lung cancer screening (LCS). Detectability of solid nodules in vHDCT obtained with our MTANN technology at an mD level (0.2 mSv) would be comparable to that of LDCT (2.0 mSv); thus 90% dose reduction was achieved.

研究分野：放射線診断

キーワード：機械学習

1. 研究開始当初の背景

(1) CT は現代の医療の中でも最も重要な診断機器の一つであるが、CT の増加に伴い、診断用の放射線被曝が増加している。診断用の放射線被曝によりがん発生の危険性が増加しているとの報告もあり、CT において放射線被曝低減技術の研究は重要な課題のひとつである。

(2) 低線量で撮影された CT 画像では、画像ノイズが増加するために低および高コントラスト分解能が低下し画質の劣化を招くため、画質を修復する工夫が必要である。研究協力者のイリノイ工科大学の鈴木賢治氏が開発した大規模学習ニューラルネットワーク (Massive training artificial neural network: MTANN) を用いることで低線量 CT における劣化した画質を修復できる可能性がある。

2. 研究の目的

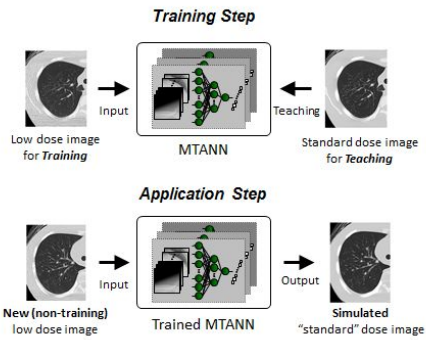
大規模学習ニューラルネットワーク (Massive training artificial neural network: MTANN) にあらかじめ、通常線量 CT 画像と通常より低い線量 CT 画像を学習させることにより、低い線量 CT 画像のみから仮想の通常線量 CT 画像を作成することが可能である。この MTANN を用いて作成した仮想通常線量 CT 画像の診断能が標準線量 CT 画像と遜色ないことを証明することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 肺癌検診で標準線量 CT) と低線量 CT が撮影された 755 人のうち、結節を有する 22 人と有さない 20 人(計 42 人)を対象とした。結節を有する 22 人は 1 または 2 結節を有しており、計 24 結節を有していた。結節のサイズは 6-27mm であった。

(2) CT 装置は 320 列 CT (Aquilion One, Toshiba, Japan) を使用した。撮影条件は標準線量 CT は 120 kVp, automatic tube-current control with 22 noise index, 0.5 mm x 80 detector row, 1.39 pitch factor, 2 mm reconstruction slice thickness and interval とし、低線量 CT では tube-current を 5 mAs とした。実効線量は標準線量は約 2.0mSv、低線量は約 0.2mSv であった。

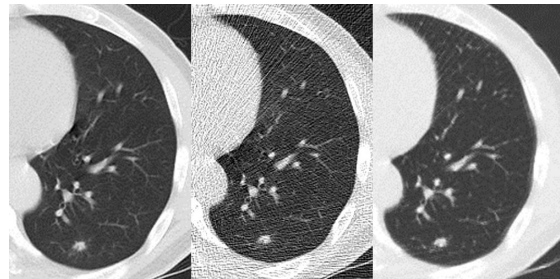
(3) MTANN はあらかじめ、肺ファントムを用いて通常線量 CT 画像と低線量 CT 画像の学習を行った。学習した MTANN により低線量 CT 画像の画像修復を行い、仮想通常線量画像を作成した(次図)。



(4) 3 人の放射線診断専門医が標準線量画像と仮想通常線量画像をランダムに読影し、receiver-operating-characteristic (ROC) 解析を用いて肺腫瘍の検出能を検討した。

4. 研究成果

(1) 左側から通常線量 CT 画像、低線量 CT 画像、仮想通常線量 CT 画像を提示する。

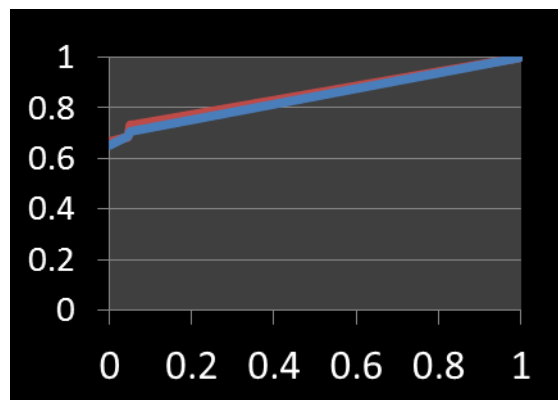


低線量 CT 画像は線量不足により通常線量 CT 画像と比較してノイズやアーチファクトが多くなるため、読影しづらくなり、結節も同定しづらくなる。

しかし、MTANN による仮想通常線量 CT 画像ではノイズやアーチファクトが軽減され、結節の同定が容易となる。

(2) 平均の area under the ROC curve(AUC) 値はそれぞれ標準線量画像で 0.84 ± 0.02 (standard deviation)、仮想通常線量画像で 0.86 ± 0.05 であった。両者には有意差は認められなかった。

ROC curve を提示する。青線が通常線量 CT 線量 CT 画像、赤線が仮想通常線量 CT 画像の ROC curve である。



(3) 仮想通常線量画像の肺腫瘍検出能は標準線量画像のそれと同等の結果であった。MTANN による画質改善を行うことで被曝線量を約 90%軽減できる可能性がある。

(4) 現在被曝低減技術には逐次近似画像再構成法をはじめとする様々な方法があるが、これらを使用するには高額な機器やソフトウェアが必要となる。また、再構成時間も長くなってしまふ。今回我々が使用した MTANN は普通のパソコンでも使用可能であり、一度学習させれば修復時間も数秒と短時間で処置が可能である。さらには従来とは全く異なった被曝低減方法であるため、従来との方法と組み合わせることでさらに被曝が低減できる可能性があると考えている。

(5) ただし、肺結節の診断では検出能のみならず、内部性状など質的診断も重要な CT の役割である。

左側から通常線量 CT 画像、低線量 CT 画像、仮想通常線量 CT 画像を提示する。



仮想通常線量 CT 画像では低線量 CT 画像と比較してノイズやアーチファクトは軽減され、結節の同定は容易となるが、通常線量 CT と比較すると結節の内部性状も変化し、質的診断が難しくなることがある。今後は検出能のみならず、質的診断能も向上させるべく MTANN による低線量 CT 画像の画質修復技術の向上を目指し、研究を進めていく必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

(1) 福本航, Lung cancer screening (LCS) in ultra-low-dose CT (U-LDCT) by means of massive-training artificial neural network (MTANN) image-quality improvement: An initial clinical trial, Radiological Society of North America annual meeting 2015, 2015 年 11 月 29 日 - 12 月 4 日、Chicago, U.S.A

(2) 福本航、大規模学習ニューラルネットワーク(Massive training artificial neural network: MTANN)を用いた超低線量胸部 CT の画質改善、第 124 回日本医学放射線学会中国四国地方会、2015 年 6 月 26,27 日、山口グランドホテル、山口

(2)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福本航 (FUKUMOTO, Wataru)

広島大学・病院(医)・医科診療医

研究者番号: 00726870

(2) 研究分担者

粟井和夫 (AWAI, Kazuo)

広島大学・医歯薬保健学研究院(医)・教授

研究者番号: 30294573

檜垣徹 (HIGAKI, Toru)

広島大学・医歯薬保健学研究院(医)・特任准教授

研究者番号: 80611334

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

鈴木 賢治 (SUZUKI, Kenji)

イリノイ工科大学、シカゴ、USA