

令和 5 年 5 月 28 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15673

研究課題名(和文)人工知能による伴侶動物のX線像におけるBone Suppression処理の開発

研究課題名(英文)Development of Bone Suppression processing for thoracic radiographs of companion animals using deep learning

研究代表者

新坊 弦也(Shimbo, Genya)

北海道大学・獣医学研究院・特任助教

研究者番号：10839252

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)：猫の胸部CT画像356症例分を収集し、CT画像から骨の信号値を0に変換した。信号値の変換前後のCT画像の平均値投影像を擬似的なX線画像および骨除去X線画像とした。これらを用いて畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に学習させ、擬似X線画像から骨陰影を除去する学習モデルを作成した。この擬似X線画像における学習済みCNNに対し、猫の胸部X線を低解像度化して入力した。出力された画像を元のX線画像の解像度まで復元することにより、骨除去X線画像を生成することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

精度評価は未実施ではあるものの、本研究では動物において過去に適用困難であった胸部X線画像から骨陰影を除去するBone Suppression処理を深層学習を用いて開発した。この画像処理を用いることによりX線読影時の肺野の視認性が向上し、胸部疾患の診断精度の向上に寄与することが期待される。CT検査に全身麻酔が要求される伴侶動物臨床においては、胸部疾患の診断をX線検査に頼らざるを得ない場面に頻繁に遭遇する。したがって、本研究によって得られた画像処理は伴侶動物臨床における強力な診断支援ツールとなり得る。

研究成果の概要(英文)：Thoracic CT images from 356 cases of cats were retrieved and the signal values of bones were converted to 0. The average intensity projection images of CT scans before and after the signal value conversion were used as pseudo thoracic radiographs and pseudo bone-suppression thoracic radiographs. Then, a convolutional neural network (CNN) was trained to create a learning model that suppresses bone opacity from pseudo thoracic radiographs. Thoracic radiographs of cats were downsampled and input to the pre-trained CNN, and the output images were upsampled to the resolution of the original images. Using the aforementioned methodology, we successfully generated bone-suppressed thoracic radiographs of cats.

研究分野：伴侶動物画像診断

キーワード：Bone suppression 深層学習 伴侶動物 X線

### 1. 研究開始当初の背景

胸部 X 線検査は伴侶動物診療において最も頻繁に実施される検査の 1 つであるが、本邦の獣医学領域においては研修医制度および専門医制度が十分に整備されておらず、X 線読影に習熟することは容易ではない。医学領域では、胸部 X 線画像の読影補助として骨陰影を除去することにより肺野の視認性を向上させる Dual Energy Subtraction (DES) の有用性が明らかとなっている。これは専用の撮影装置を用いて管電圧を瞬時に変更して 0.2 秒間隔で 2 回の撮影を行い、得られたコントラストの異なる画像から信号値を差分することにより骨陰影のみを除去する手法である。また、近年では DES により得られた骨除去画像を教師データとし、深層学習により通常の X 線画像から骨陰影を除去する画像処理 Bone Suppression (BS) が開発されている。DES は撮影中に呼吸を停止させる必要があることから伴侶動物では体動が避けられず適用不可能であることから、獣医学領域においてはこれらの技術は未だ開発されていない。

### 2. 研究の目的

全身麻酔による呼吸停止下で撮影された伴侶動物の胸部 CT 画像において骨の信号値を抑制し、これを元に作成した擬似 X 線画像を教師データとすることにより、伴侶動物の胸部 X 線画像における BS を開発し、その有用性を明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 教師データの作成

北海道大学動物医療センターにおいて全身麻酔下で撮影された犬および猫の胸部 CT 画像を組み入れた。CT 画像から信号値を元にリージョンローイング法により骨組織のセグメンテーションを行い、その信号値を 0 に変換した。元の CT 画像および骨組織の信号値を抑制した CT 画像の両者から Ray Summation 画像 (Raysum) を出力し、擬似的な胸部 X 線画像、骨除去胸部 X 線画像の教師データを得た (図 1)。

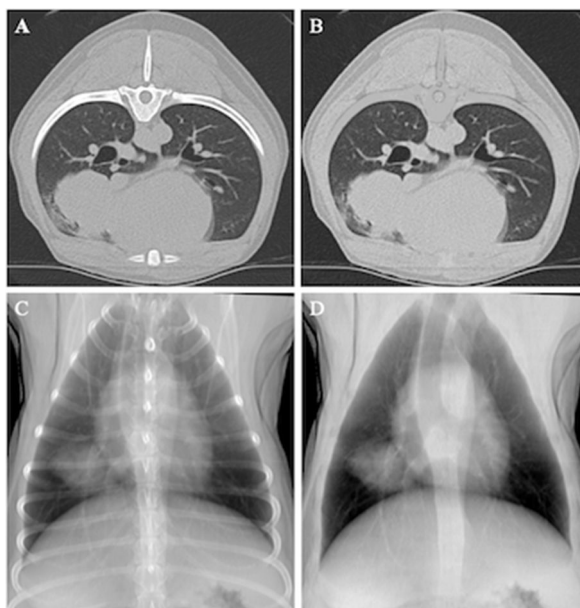


図 1. イヌの胸部 CT 画像 (A) と骨の信号値を 0 に変換した CT 画像 (B)、およびそれらの raysum (C, D)

#### (2) 深層学習による骨除去学習モデルの作成

作成した教師データから畳み込みニューラルネットワーク (CNN) の 1 つである U-Net を用いて骨除去学習モデルを作成した。U-Net の入力画像サイズは  $512 \times 512$  とし、Raysum をリサイズして学習に用いた。

#### (3) 学習モデルによる X 線画像からの骨除去

U-Net の入力画像サイズに対して X 線画像の画素数が大きいため、以下の手法により骨除去 X 線画像を得た (図 2)

1 枚の X 線画像からインターレース方式により 4 枚の低解像度画像を得た  
これを U-Net に入力し、4 枚の低解像度の骨除去画像を得た  
得られた 4 枚の低解像度骨除去画像を再結合することにより、元画像と同じ解像度の BS 画像を得た。

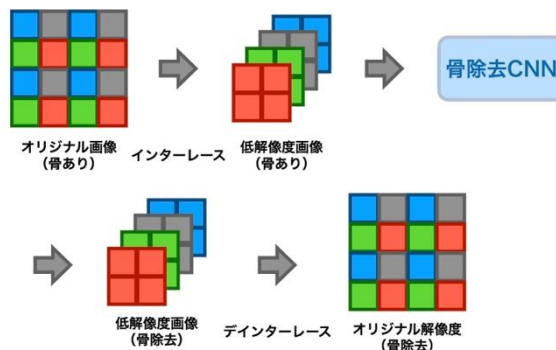


図 2. 学習モデルへの X 線画像の適用法

### 4. 研究成果

研究期間においては胸郭の形状の個体差が小さい猫の VD/DV 像について検討した。期間中に 356 症例分の CT 画像を収集し、これを用いて Raysum と骨除去 Raysum を得た。

Raysum は X 線吸収係数に応じた線形データであるが、X 線画像は画像処理によりコントラストおよびエッジが強調されていることから、Raysum 画像に Sigmoid 関数を適用することにより輝度調整を行った。さらに Raysum から骨除去 Raysum を減算することにより骨のみの Raysum を生成し、これを Raysum に加算することにより骨陰影を強調した。以上の画像処理により Raysum を X 線画像に近似させた。これらを用いて U-Net により Raysum における骨除去 CNN 学習モデルを作成した。Raysum での学習モデルに対しインターレース方式で低解像度化した X 線画像を入力し、出力された画像を再結合することにより、BS 画像が生成された (図 3)。精度の検証には至っていないが、体型、コントラスト、体位 (仰臥位あるいは伏臥位) が異なる複数の画像において良好な BS が達成されていると考えられた。

本研究で得られた BS 画像は元の X 線画像から解像度を担保したまま骨陰影のみを除去したものであり、医学領域における DES に相当する画像である。今後、BS の精度に関する定性的あるいは定量的評価、さらに臨床例を用いた診断精度に与える影響の評価を行うことが必要ではあるが、本研究結果は伴侶動物臨床における新たな診断支援ツールとなり得る。

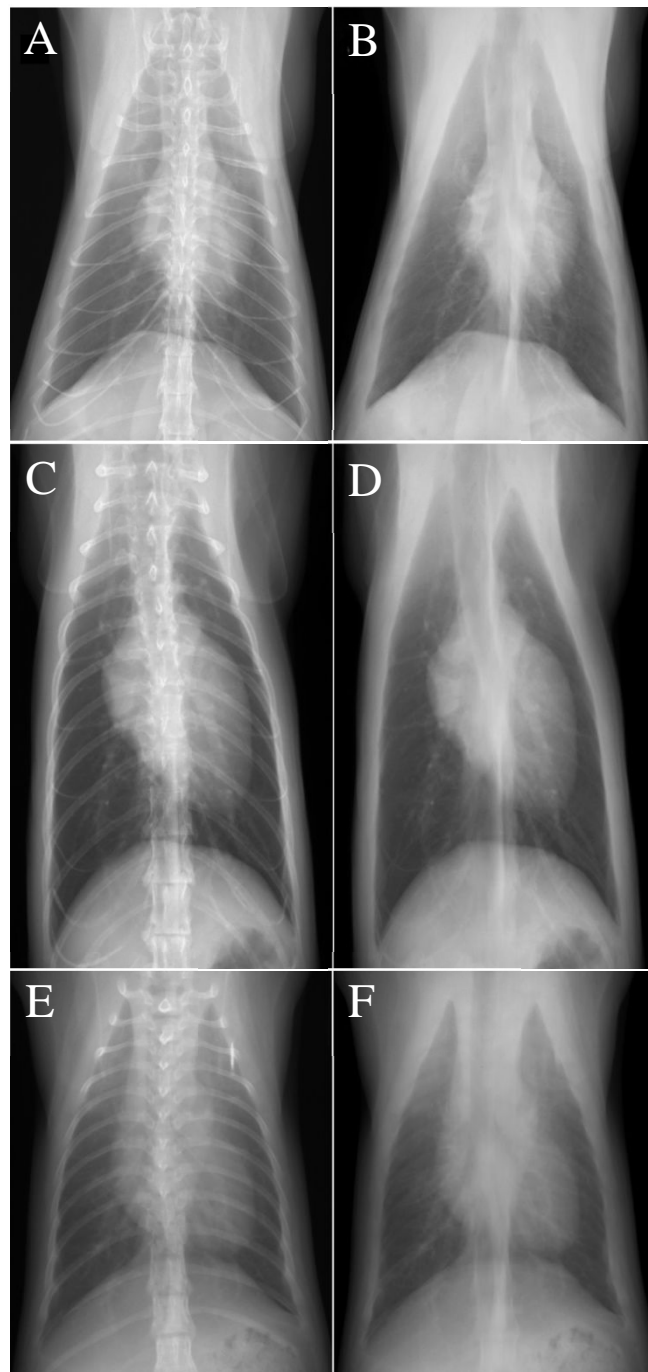


図 3.X線画像とそのBone Suppression画像の例

A, Cは体型、心陰影の形状が異なる猫のVD像 (仰臥位)、Eはややコントラストの異なるDV像 (伏臥位) であるが、いずれも生成された Bone Suppression 画像 (B, D, F) では解像度を保持した状態において高精度で骨陰影が除去されて

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 0件）

1. 発表者名 新坊弦也, 丸尾彩花, 加藤千恵次
2. 発表標題 深層学習を用いた伴侶動物の胸部X線画像におけるBone Suppression処理の開発
3. 学会等名 第8回北海道大学部局横断シンポジウム
4. 発表年 2022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
---------	---------