
ポスター

[PO-1～8、P-1～16] ポスター立会

2019年6月7日(金) 15:00 ～ 16:00 ポスター会場 (熊本市民会館 2F ホワイエ)

[P-16] 深層学習を用いた modified total Sharp score取得のためのスコアア ノテーションツールの開発：手指関節検出と骨びらんスコア予測

泉 啓介 (慶應義塾大学医学部リウマチ・膠原病内科)

深層学習を用いた modified total Sharp score 取得のための スコアアノテーションツールの開発： 手指関節検出と骨びらんスコア予測

泉 啓介^{*1,2,3}, 鈴木 彼方^{*3,5}, 橋本 正弘^{*3,4}, 遠藤 利生^{*3,5},
土井 健太郎^{*3,6}, 岩井 祐樹^{*3,6}, 陣崎 雅弘^{*3,4}, 洪 繁^{*3,7}, 竹内 勤^{*1,3}

^{*1} 慶應義塾大学医学部リウマチ・膠原病内科, ^{*2} 国立病院機構東京医療センター

^{*3} 慶應メディカル AI センター, ^{*4} 慶應義塾大学医学部放射線診断科

^{*5} 株式会社富士通研究所, ^{*6} 株式会社富士通, ^{*7} 慶應義塾大学医学部坂口記念システム医学
講座

Development of score annotation tool for modified total Sharp score acquisition using deep learning: detection of hand finger joints and prediction of erosion score

Keisuke Izumi^{*1,2,3}, Kanata Suzuki^{*3,5}, Masahiro Hashimoto^{*3,4}, Toshio Endoh^{*3,5},
Kentaro Doi^{*3,6}, Yuki Iwai^{*3,6}, Masahiro Jinzaki^{*3,4}, Shigeru Ko^{*3,7}, Tsutomu Takeuchi^{*1,3}

^{*1} Division of Rheumatology, Department of Internal Medicine, Keio University

School of Medicine, ^{*2} Division of Connective Tissue Diseases, National Hospital
Organization Tokyo Medical Center, ^{*3} Keio University School of Medicine AI Center

^{*4} Department of Radiology, Keio University School of Medicine, ^{*5} Fujitsu
Laboratories Ltd., ^{*6} Fujitsu Ltd., ^{*7} Department of Systems Medicine, Keio University
School of Medicine

抄録:【背景】深層学習においてデータの質・量は重要なため、効率的なアノテート作業を行えるようなツール設計が重要である。【目的】本研究では関節リウマチ(RA)における modified total Sharp score (mTSS)を対象に、教師データ収集方式および深層学習を用いた予測方式を開発し、手指関節の自動検出と骨びらん(ERO)スコアの予測を目的とした。【方法】入力しやすさ・間違えにくさの観点から専用に開発したツールを使い、3人の医師によりRA患者130人分の両手単純X線について関節領域の決定とmTSSの評価を行い、教師データを作成した。スコア学習においてはアノテートの揺らぎを考慮して、新たに二時点のスコア差分に関する制約を加えた誤差関数を設計した。【結果】手指関節の検出は、平均 IOU 0.845 で 94.6%の検出率を示し、所見分類の正答率は 94.4%であった。また、ERO スコア予測においては、二時点のスコア差分の誤差平均は 0.412 を示した。【結語】RA の mTSS に関して、専用アノテーションツールと予測方式の提案を行い、有効性を確認した。

キーワード アノテーションツール、関節リウマチ、深層学習、単純X線、ユーザインタフェース

1. はじめに

近年、深層学習による医療画像解析が注目されており、医師の診断精度に匹敵する成果も出始めている。深層学習を適用するためには、モデルを訓練するためのデータを集める必要がある。一般的に公開される画像アノテーションツールは任意の値をアノテートできる一方、個々の医療分野独自の採点方法には対応していない。従って、データ収集の効率化やアノテートミス防止の観点から、専用ツールの開発が必要である。

本研究では、関節リウマチの骨破壊の程度を単純X線での骨びらん(ERO)と関節裂隙狭小化(JSN)をそれぞれ評価してスコア化する計448点(高い点ほど破壊が大きい)の指標である

modified total Sharp score (mTSS) [1]を対象に、データ収集方式と深層学習を用いた予測方式を提案し、関節領域の自動検出と、mTSSの構成要素であるEROスコアの予測を目的とした。

2. 方法

1) アノテーションツールの開発

作成したアノテーションツールを Fig.1 に示す。ツールは熟練の医師と共に議論しながら、以下の観点でユーザインタフェース(UI)を設計した。

(1) 入力しやすさ

日常的な業務の一環として行うことから、アノテート作業は簡易的に行えることが好ましい。本研究では自動的に切り替わる画像表示UIと、明瞭に比較可能なスコア入力UIを設計した。

(2) 間違えにくさ

アノテートミスは学習モデルの予測精度に大きく影響する。本研究では上記を防ぐため、状況に応じて入力可能な選択肢を減らすよう設計した。

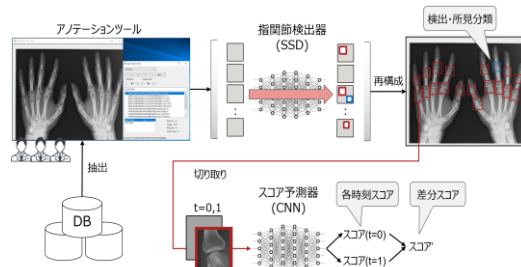


Fig.1 アノテーションツールと深層学習

2) 深層学習による ERO スコア予測

2015 年に慶應義塾大学病院リウマチ・膠原病内科に来院した患者から、ランダムに 130 人を抽出し、各患者の二時点分の単純 X 線画像に対し、3名の医師でアノテート作業を行った。モデルの学習には 104 人分、評価には 26 人分を用いた。

ERO スコアの予測に際し、以下の二段階に分けて学習を行った(Fig.1)。

(1) 手指関節検出

初めに、単純 X 線画像から mTSS の評価の対象となる MP、PIP/IP の手指関節の検出を Single Shot Multibox Detector(SSD)を用いて行った[2]。強直・完全圧壊の特殊ラベルが付く場合、自動的に点数が決まるため、このフェーズで各関節に対して、特殊ラベルの所見あり/所見なしの分類を行った。

(2) ERO スコア予測

上記の所見なし関節は、ERO スコアの分類を Convolutional Neural Network (CNN)を用いて行った。入力時間経過を置いた二時点の単純 X 線画像、出力はそれぞれの時点の ERO スコアとした。

ただし、一時点の mTSS では評価者によってばらつく場合が多いが、二時点の差分ではばらつきが少なくなり、臨床的にはスコア差分が重視される。そこで、下記の誤差関数を用いることにより、アノテートの揺らぎを考慮した、スコア差分に関する制約を加えた。

$$\text{Loss} = \sum_i \text{SCE}(y_i, t_i) + \sum \text{MSE}(y', t')$$
$$y' = y_0 \cdot y_1^T$$
$$t' = t_0 \cdot t_1^T + \gamma$$

ここで、SCE は Softmax Cross Entropy, MSE は二乗誤差を表す。また、 t は教示信号、 y は CNN の出力を表し、 γ は揺らぎを考慮したノイズをそれぞれ表す。 γ は差分が等しい別のスコアの組に関して、誤差を小さくするよう設計する。これにより誤差関数の第一項は各時点のスコアに関して最適化するように働き、第二項は両時点のスコア差分に関して最適化するような働きをする。

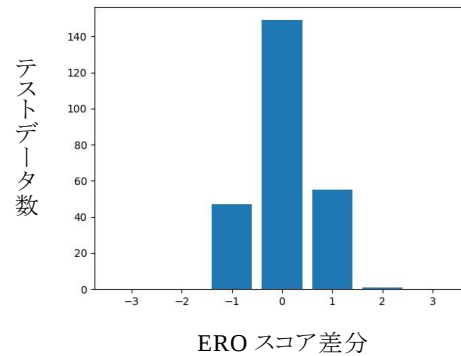


Fig.2 ERO スコア差分に関する予測誤差

3. 結果と考察

手指関節の検出は、平均 IOU 0.845 で 94.6% の検出率を示し、特殊ラベルの所見分類の正答率は 94.4%であった。

また、ERO スコア予測に関して、二時点のスコア差分の誤差平均は 0.412 を示した。予測誤差の詳細を Fig.2 に示す。スコアの良化・悪化に関しては誤りがなく、結果には大きな予測もミスも見られなかった。従って、細かいスコアの変動が捉えられていないと考えられ、訓練データの増加によって改善の可能性がある。

4. 結語

本研究では関節リウマチの mTSS に関して、専用アノテーションツールと予測方式の提案を行い、有効性を確認した。今後、提案方式による JSN スコアの予測も予定している。

参考文献

- [1] van der Heijde DM: Plain X-rays in rheumatoid arthritis: overview of scoring methods, their reliability and applicability, Bailliere's Clin Rheumatol, 10, 435-453, 1996.
- [2] Liu W, Anguelov D, Erhan D, et al: SSD: Single Shot Multibox Detector, European Conference on Computer Vision, 2016