

畳み込みニューラルネットワークを用いた
リウマチ画像の異常検知に関する研究
A Study on Abnormality Detection in Rheumatic Images
Using Convolutional Neural Networks

小島 怜央† 後藤 富朗†
Reo Kojima Tomio Goto

1. はじめに

今日の医療現場では医療技術ならびに情報処理技術の発展に伴って、内視鏡、MRI、レントゲン画像など様々な医療画像を利用する機会が増加しており、このような医療画像を用いた高精度な診断が求められている。先行研究において関節リウマチの早期発見を目的とした診断アプリケーション[1]が開発された。しかし、先行研究の手法ではリウマチが進行した画像に対して測定できない問題がある。そこで本稿では、機械学習により関節リウマチの異常検知を行うアプリケーション開発の検討を行った。

2. 畳み込みニューラルネットワークを用いた異常検知の概要

提案法では畳み込みニューラルネットワークを使用した関節リウマチ画像の異常検知により関節リウマチの分類を行う。この手法により関節間が潰れている画像に関しても分類を行うことが可能になることが期待できる。しかし分類精度が低くなることが予想されるため、本稿では、関節画像に対して画像処理を行い、分類精度の向上を目指す。提案法の流れを図1に示し、その図1の各処理について説明する。

2.1. 関節間の画像抽出

関節リウマチは関節破壊によって関節裂隙間距離が狭まり、骨が侵食され虫食いのような状態になる等の傾向がみられる。このとき図2(a)に示す関節画像では関節以外の特徴も機械学習により学習されると予想されるため、関節間付近の画像抽出を行い、学習に使用する。

2.2. 関節画像のぼかし処理

ガウシアンフィルタにより画像をぼかすことで学習によって抽出することができる特徴量を増やすことができる。ガウス平滑化フィルタを式(1)に示す。

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

ガウス分布の分散 $\sigma=2$ の場合のガウシアンフィルタを適用させた結果を図2(b)に示す。

2.3. 機械学習の概要

機械学習とは大量のデータに対し、そこに潜むパターンを覚えさせ、未知のデータを判断するルールを獲得させることである[2]。機械学習では既知のデータを学習に使用し機械学習モデルを作成する。作成した機械学習モデルを使用し未知のデータの識別や予測や実行生成を行うのが機

械学習である。本論文では機械学習の中でも画像認識や画像分類において優れた精度を持つ畳み込みニューラルネットワークを使用し、関節リウマチの異常検知を行う。機械学習には教師あり学習、教師なし学習、強化学習があり、本実験では異常検知ということで教師なし学習によって実験を行う。

2.4. 畳み込みニューラルネットワーク

畳み込みニューラルネットワークは人間の視覚をモデルに考案されており[3]、一般的なニューラルネットワークとは異なる特殊な構造をもつ。まず、人間の視覚がどのように畳み込みニューラルネットワークとしてモデル化されるかを説明する。視覚認識に関係するニューロンは2種類あることが知られており、それぞれ「単純型細胞」「複雑型細胞」と名付けられている。単純型細胞は、ある特定の形状に反応する細胞である。さまざまな形状に反応する単純型細胞があり、それらが連携して活動することで複雑な形状の物体を認識する。一方の複雑型細胞は、形状の空間的なずれを吸収するような働きをする。単純型細胞のみであれば、ある形状の位置がずれると別の形状と見なすが、複雑型細胞は空間的な位置ずれを吸収し、同一形状と見なせるように働く。畳み込みニューラルネットワークはこの2つの細胞の働きを模倣するように考案されており、単純型細胞に対応する「畳み込み層」、複雑型細胞に対応する「プーリング層」というコンポーネントが用意されている。

2.5. AlexNet

AlexNet [4]は、Hinton教授らのチームによって開発された物体認識のためのモデル(アーキテクチャ)である。AlexNetが、物体認識のために、初めて深層学習の概念および畳み込みニューラルネットワークの概念を取り入れたアーキテクチャである。画像分類チャレンジコンテスト(ILSVRC)においてAlexNetが飛躍的な性能を果たした。AlexNetは3つの畳み込み層、2つのプーリング層および3つの全結合層から構成されている。

2.6. 転移学習

AlexNetによる畳み込みニューラルネットワークをfc7層まで使用し、正常な関節画像を学習用画像として関節画像から4096次元の特徴量抽出を行う。

2.7.1 クラスSVM

1クラスSVMとは、機械学習の分類アルゴリズムでありSVMを教師なしの1クラス分類に応用した手法である。正常データとして1つのクラス分を学習させ、識別境界を決定することで、その境界を基準に外れ値の検知を行う。この手法は異常がほとんど発生せず、異常クラスのデータが集

†名古屋工業大学 Nagoya Institute of Technology

まらないようなシステムで異常検知を実現したい場合には有効な外れ値検知手法である。

2.8. 分類器の作成

AlexNet の転移学習により 4096 次元の特徴量を得ることができたため、1 クラス SVM を使用して、関節リウマチの異常判定を行う分類器の作成を行う。関節リウマチが進行し、異常と判断した画像を赤枠で囲み、正常な画像を黄色の枠で囲む。

3. 実験結果

40枚の正常な関節画像を学習用画像とし、上の段20枚の異常な関節画像と下の段80枚の正常な関節画像の合計100枚のテスト用画像を使用し、分類精度の測定を行った。実験結果を図3と図4に示す。図3と図4を比較してみると、図3では関節間以外の特徴を学習してしまい、分類が不完全であるのに比べて、図4では、異常な関節画像については全て赤枠で囲まれていることが確認できる。正常な関節画像に関しては80枚のうち3枚の関節画像で異常と判定された。これは1クラスSVMの分類器の限界によるものと考えられる。次に画像処理を施していない実験との比較を表1に示す。表1より、分類精度は大幅に改善していることが確認できる。

4. むすび

本稿では、関節画像の関節間の抽出を行い、ぼかし処理を適用し、正常な関節画像を転移学習により学習した関節リウマチ判定を行う分類器を提案し、実験によりその有効性を確認した。実験結果より、分類精度が大幅に向上することを確認した。しかし、テスト用画像の枚数が少ないという問題があるため、今後の課題としてテスト用画像の増加による分類精度の向上が挙げられる。

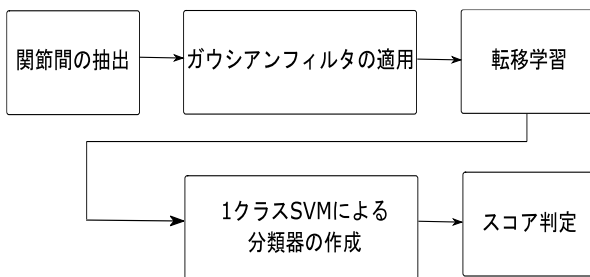
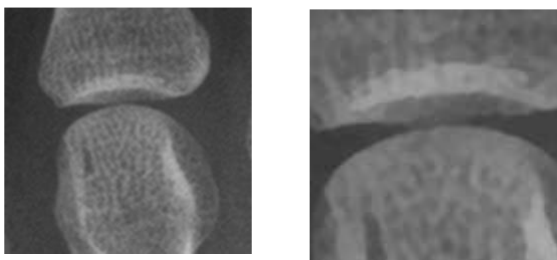


図1. 提案法の処理手順



(a)関節画像 (b)ガウシアンフィルタ出力画像

図2. 関節間の抽出とガウシアンフィルタの適用結果

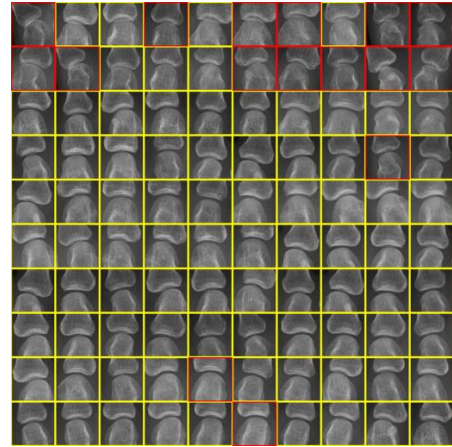


図3. 提案法実行前の実験結果

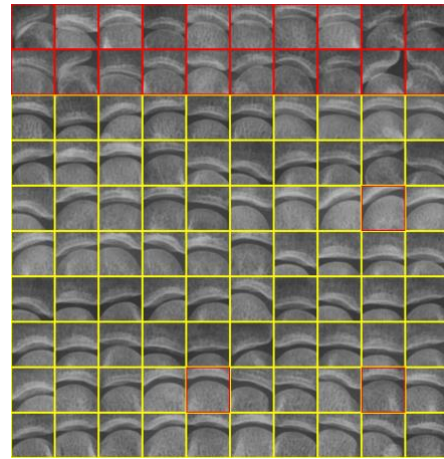


図4. 提案法の実験結果

表1. 関節リウマチ判定の正答率比較

	正当率
処理前	87%
処理後	97%

参考文献

- [1] 清水ら: “関節リウマチ患者のレントゲン画像を用いた関節裂隙間距離測定アプリケーションの検討”, IEEE Consumer Electronics Society West Japan Joint Chapter 研究会, pp. 27-30, 2015.
- [2] 福島 俊一, 藤巻 遼一, 岡野原 大輔, 杉山 将: “ビッグデータ×機械学習の展望:最先端の技術的チャレンジと広がる応用”, 情報管理, Vol. 60, No. 8, pp. 543-554, 2017.
- [3] D. H. Hubel and T. N. “Wiesel: Receptive Fields of Single Neurons in The Cat’s Striate Cortex”, The Journal of Physiology, pp. 574-591, 1959.
- [4] A. Krizhevsky, I. Sutskever and G. E. Hinton: “Imagenet Classification with Deep Convolutional Neural Networks”, International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), Vol. 1, pp. 1097-1105, 2012.