

医療画像における局所特微量の検知

FEATURE DETECTION FOR MEDICAL IMAGES

中野哲平^{*1}

Teppei Nakano

^{*1} 慶應義塾大学医学部

Keio University School of Medicine#1

Medical images are stored everyday and ready for being analyzed machine learning algorithms. This work presents real-time and simple analysis for feature detection. Non-parametric Nearest-Neighbor (NN) based image classifiers is suitable because it requires no training time, has other favorable properties. This algorithm aims for classifying medical image features in real-time with a number of images. I tested the algorithm using eye fundus images that have two classes: normal and diabetic retinopathy (DR). DR is one of the top causes of blindness.

1. はじめに

医療画像は診断をする上で欠かすことができない。健康診断から重篤な疾患の確定診断、全て画像による診断が必要である。電子カルテの普及に伴い、それらの医療画像は効率よくコンピュータ上に保存・集計はされてきた。しかし機械学習の技術を用いた解析は医療現場で応用されていない。保存や集計で終わらず、医療現場で実用化されるためには、解析の中で三つの要素が必要である。まず解析結果が誰にでもわかること。二つ目は解析が短時間で終わること。最後は、医師の補助ができること。

本研究では、異常検知という点を掘り下げる。画像診断に必要なことは、まず異常を発見すること。この異常を発見した後に、医師が他の検査データを考慮にいれ診断を行う。機械学習の技術を用いて一番始めに簡単にできることは、異常を見逃さずに検知することだ。先ほどの必要条件とあわせれば、誰にでも解析結果が理解でき、解析時間が数秒で、医師の補助ができるようなアルゴリズムをこの論文では提案する。

医療事故、誤診というのは人間の見落としが発端である。医療画像のような複雑な構造の画像を人間が見落とししに継続することは難しい。それを補助できるようなアルゴリズムを簡単に実装できることが本研究の主張するところである。

本論文では評価画像として眼底画像を利用している。特に異常検知としては、糖尿病網膜症に特徴的な異常部分を抽出することを目指した。糖尿病網膜症は、糖尿病の三大疾患の一つであり、視力低下にともない失明の原因では、第二位を占める。早期発見が予後を大きく改善する病気の一つだ。提案手法では、この疾患の特徴部分を抽出しに成功し、速度精度ともに十分実用的である。

2. 背景

多くの画像認識の研究では画像のクラスを分類することに集中をしている。例えばある画像を正常と異常のクラスに分類するなどだ。しかし提案手法は、画像の局所特微量を近傍探索によって分類することだ。つまり画像のある特徴を正常クラスの特徴と異常クラスの特徴に分類することである。なぜならば誰にでもわかる解析結果で、かつ短時間に医師と協力できるアルゴリズムというものが求められていると考えているからだ。クラス分類を

行うことで医師を援助するのではなく、特徴の分類を行うことで医師の診断を援助する。

3. 手法

本研究では、ノンパラメトリックな特微量分類の有効性を提示する。その中で近傍探索を用いる。医療画像は基本的に画像の構造や向きが不変であり、単純な近傍探索であっても性能が良い。特微量を抽出する方法として、一般的な SIFT 特微量を利用した。[2]

ノンパラメトリックな分類器として近傍探索を用いる利点は三つある。まず簡単に多クラス分類を扱えること。そして細かなパラメータ調整は不要で、過学習も起きにくいこと。最後に重要な点は、長時間の学習が不要なことである。しかしそれらの利点がありながらも、近傍探索というのは過小評価されている面もある。それは画像分類では、SIFT 特微量などの局所特微量を量子化することで情報を圧縮し、その上で近傍探索などの分類をすることが多いからだ。局所特微量を圧縮することで重要な情報がつぶされてしまうことを避けるために、圧縮せずに近傍探索を行うことが有用である。

HOG や LARK, SIFT など様々な特微量がある。今回扱った SIFT 局所特微量は、サイズや回転に不変であるために用いた。

提案手法のアルゴリズムは非常にシンプルであるが、画像の特微量を分類するには十分である。簡単に言えば、まず画像の局所特微量を抽出し、それらをラベルが付いた局所特微量と計算させ、K 近傍探索で K 個選ぶ。その K 個の中で、最も多いクラスがその局所得量のクラスであると決定する。

詳細を説明する。まず局所特微量にクラスのラベルを付ける。すなわち、あるクラスの画像から抽出される局所特微量はそのクラスの局所特微量としてラベル付けする。そして特微量を分類したい画像の局所特微量を d_1, \dots, d_n とする。それぞれの d_i はラベルのつけられた局所特微量 q_i を K 個近傍として選ぶ。つまり一つの d_j からラベルの付いた局所特微量を全て計算する。その全て計算した $\sum_{i=1}^n (q_i - d_j)$ の中で近傍から K 個選んだときに、その選んだ局所特微量のラベルの中で最も多いクラスが d_j のクラスだと考える。数式では下記のようになる。

$$\hat{C} = \operatorname{argmax} p(d_i | C)$$

非常にシンプルなアルゴリズムである。しかし精度、処理速度ともに十分であり、複雑な学習フェーズが必要ではない。ただし異常なクラスの局所特微量が全て異常というわけではないが、

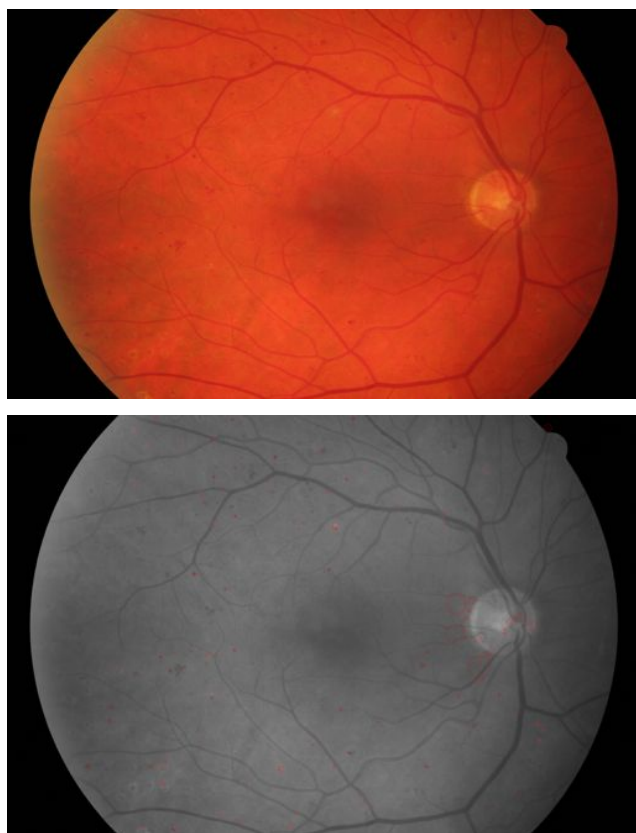
今回のアルゴリズムでは、異常のクラス画像から抽出される特徴量は全て異常であると確定的に決めてしまっているが、実用上の精度としてはあまり影響していない。次に眼底画像を利用してアルゴリズムを検証する。

4. 眼底画像

アルゴリズムの評価基準として眼底の画像で局所特徴量を分類する。局所特徴量のクラス分類は二クラスで正常か異常かというシンプルなものでも分類する。評価用のデータのラベルは局所特徴量の位置から分類した。眼底画像のような構図が全て同じ画像だからできる方法だ。眼底画像の評価用データセットは[5]が公開しているオープンなデータを利用した。

眼底画像では、異常なものとして糖尿病網膜症の眼底画像を使用した。そして局所特徴量がどちらのクラスに分類されるかを行った。精度と速度の結果であるが、一枚の画像あたり、そこから抽出できる局所特徴量を 3 秒以内に感度と特異度 90%の精度で分類することができた。図 1 の解析結果のように、赤くアンテーションした点が異常と検知された部分である。一枚あたり約 200 の局所特徴量が抽出できる。学習に用いた画像は一つのクラス毎に 5 枚程度であり、テストした画像は各クラス 10 枚以上で局所特徴量の合計は 10000 以上である。

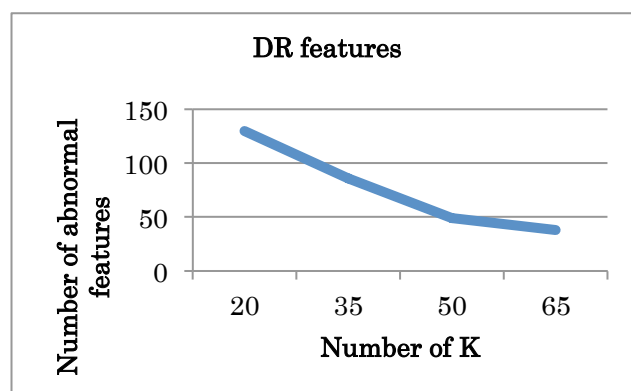
図 1:提案手法による異常検知



精度を上げるために注意すべき点は、K 近傍探索の K の設定である。また近傍探索で分類するため、事前に学習のため局所特徴量の数をクラス毎に等しくしなければならない。図 2 で

も示すように K の数に依存して、異常と判断する局所特徴量の数が大きく変化する。だから上で述べた精度 90%というのは、K の数や学習させた数を上手く調整したものである。

表 2:K 近傍と異常検知の特徴数



5. まとめ

医療画像の特徴を簡単に分類するアルゴリズムを紹介した。眼底画像においては、正常と異常の特徴分類は速度、精度共に十分であり、実用化のためにも、誰にでも理解できるような結果を出力した。医師の補助ができるようなアルゴリズムだと考える。しかし今後の課題として二つ上げられる。まず眼底画像は撮影条件が毎回ほぼ同じで、個人差が少なく構図が常に同じである。よって今後は違う種類の医療画像で同じような成果が出せるか試す必要がある。もう一つは、クラスの数を増やして分類することだ。本研究では局所特徴量を正常と異常の二クラスのみで分類していたが、それ以上のクラスで特徴量が分類することができれば更に有用である。

参考文献

- [1] E. Shechtman, M. Irani, O. Boiman. In defense of Nearest-Neighbor based image classification. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2008.
- [2] D. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. IJCV, 60(2), 2004.
- [3] N. Dalal and B. Triggs. Histograms of oriented gradients for human detection. In IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, volume 1, pages 886-893, 2005.
- [4] H. J. Seo and P. Milanfar. Training-free, generic object detection using locally adaptive regression kernels. IEEE Transactions Pattern Analysis and Machine Intelligence, 32(9):1688-1704, 2010.
- [5] A. Budai, E. Angelopoulou, J. Gazarek, J. Hornegger, J. Odstrcili, K. Radim, O. Svoboda, P. Cernosek, T. Kubena. Retinal vessel segmentation by improved matched filtering: evaluation on a new high-resolution fundus image database IET Image Processing, Volume 7, Issue 4, June 2013, p. 373 - 383.