

ガボール特徴量に基づく口腔内白斑形状の識別

Vitiligo shape identification based on Gabor features in oral cavity

小野 史貴*1
Fumitaka Ono三澤 秀明*1
Hideaki Misawa堀尾 恵一*1
Keiichi Horio大谷 泰志*2
Taishi Ohtani土生 学*2
Manabu Habu富永 和宏*2
Kazuhiro Tominaga山川 烈*1
Takeshi Yamakawa*1九州工業大学
Kyushu Institute of Technology*2九州歯科大学
Kyushu Dental College

In this paper, we propose a support system for diagnosis of oral mucosal diseases. The proposed system discriminates whether a shape of vitiligo is lacy or non-lacy. We use Gabor filters with different frequencies to extract features from intraoral images. From some simulations, the effectiveness of the proposed method is verified.

1. はじめに

口腔粘膜疾患は多種存在する。口腔内の病変を初めて目視するのは一般歯科医であることが多いが、一般歯科医は口腔内粘膜に関する専門医ではなく、異常病変に関して知識が浅いことが少なくない。特に扁平苔癬、白板症の識別は臨床上的の問題となっている。扁平苔癬と白板症の症例を図1と図2示す。

両病変とも、口腔内粘膜に白斑を伴う病変が発生する。扁平苔癬はレース状の白斑の模様がよく、周囲に異常粘膜色である発赤を伴う。白板症は白斑模様が均一であり、周囲には発赤等の異常な粘膜色を示さない事が多い。白板症は癌化する可能性があり、適切な治療が必要である。一般に白板症を扁平苔癬と誤診断すると、癌化する可能性がある疾患を放置する事になるので望ましくない。

著者らは扁平苔癬と白板症の識別システムに関し研究を進めてきた[堀尾 10]。これまでの研究は、医師から提供を受けた二値画像(白斑部分を白、その他の部位を黒)に基づいて、SIFT特徴量を抽出し、SVMで識別を行うもので、比較的精度の高い識別率を得ている。しかし、白斑を抽出し二値化する手法は、白斑抽出が必ずしも高精度ではなく、医師が作成した二値画像の識別率には達していない。

本研究では、ガボールフィルタを用いて特徴を抽出することを考える。ガボールフィルタは、空間周波数情報を局所の特徴量として抽出することができる。模様が複雑であれば短周期が多く、単調であれば長周期が多いのでガボール特徴量に違いが現れ、識別が可能であると考えている。



図 1: 扁平苔癬



図 2: 白板症

2. 提案システム

図3に示すように、システムは特徴抽出部と識別部から構成される。本システムは、医師が白斑を発見し両病変の疑いを感じた場合、おおまかな部位を画像上から示し識別を行う。そのため、画像上に白斑があることを前提として、画像上の白斑模様から扁平苔癬と白板症の二つの病変を識別する。

2.1 特徴抽出

前述したように両病変の特徴の大きな違いは、白斑模様がレース状か非レース状である。レース状の白斑は幅が狭く、湾曲部分が多いため、比較的複雑な模様がよく周期が短いガボールフィルタが反応すると考えられる。一方、非レース状の白斑は均一で幅が広いので、周期が長いガボールフィルタにも反応すると考えられる。本研究では、様々な周期のガボール特徴量を抽出する。

ガボールフィルタとは、人間のV1視覚野の反応を模倣したものであり[Judson 87]、式(1)で現される。

$$\psi_{k,\theta}(x,y) = \frac{k^2}{\sigma^2} \exp\left\{-\frac{k^2(x^2+y^2)}{2\sigma^2}\right\} [\exp\{ik(x\cos\theta + y\sin\theta)\} - \exp(-\frac{\sigma^2}{2})] \quad (1)$$

ここで、 θ はガボールフィルタの角度、 k は周期である。 x, y は注目画素の座標、 σ はフィルタサイズである。本研究では、 θ を0, 30, 60, 90, 120, 150の6種類、 k は4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32の8種類とした。図4のように、各周期のガボールフィルタを画像に対して適用する。各周期において、異なる角度のガボールフィルタで得られたガボール特徴量を足し

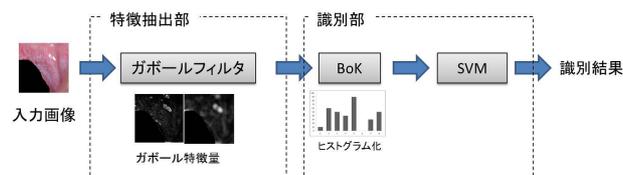


図 3: システムの構成

連絡先: 小野 史貴, 九州工業大学, 福岡県北九州市若松区ひびきの 2-4, Tel:093-695-6127, E-mail:ono-fumitaka@edu.brain.kyutech.ac.jp

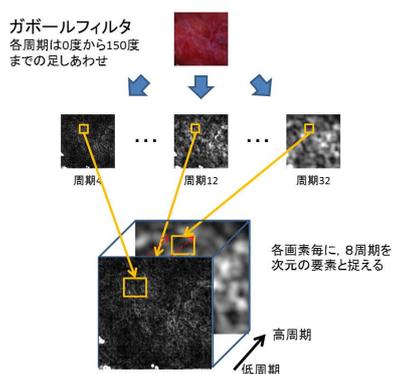


図 4: ガボール特徴量

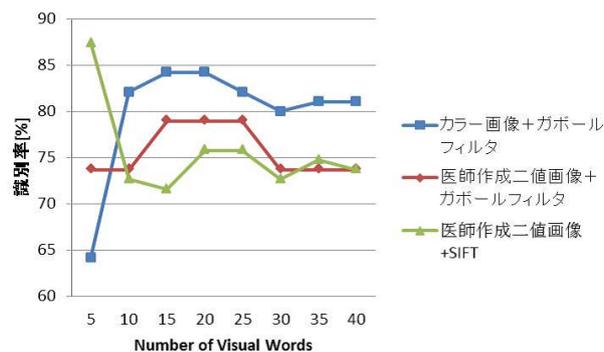


図 5: 識別実験結果

あわせて、一つのガボール特徴量とする。周期の異なる8種類のガボールフィルタを適用するので、画素毎に8次元のガボール特徴量が得られる。

2.2 識別

ガボール特徴量を抽出した後、各画像を bag-of-keypoints を用いてヒストグラム表現し、SVM を用いて識別を行う。

2.2.1 bag-of-keypoints(BoK)

BoK[Gabriella 04] は、画像を局所特徴量の集いで表現する手法である。本研究では、各画素が8次元のガボール特徴量で表され、その集合により画像が特徴付けられる。学習画像の特徴量を k-means 法でクラスタリングし、Visual Words と呼ばれる量子化された特徴を取り出し、Visual Words を用いて各画像をヒストグラム表現する。

2.2.2 SVM

ヒストグラム表現された画像を Support Vector Machine (SVM) によって2クラスに分類する。SVM は識別能力が高く、幅広く応用されている。様々なカーネルが提案されているが、本研究では多項式カーネルを用いた。

3. 識別実験

3.1 実験データ

歯科医師がデジタルカメラで撮影したカラー画像（白斑がレース状を伴う扁平苔癬14枚と、白斑が非レース状である白板症5枚）を用いる。いくつかの画像は唇や歯など分類の妨げとなる物体を含んでいるのでソフトウェアを用いて手動で除去した。さらに専門医が手動で白斑部分を抽出した二値画像（医師作成二値画像）を用意した。

3.2 識別実験方法

識別実験にはクロスバリデーション方式を用いる。全データの中から一つをテストとして選択し、残りのデータを学習データとして使用する。今回の場合、19枚の画像の中から1枚をテスト画像として採用し、残り18枚から visual words の作成及び SVM の学習を行う。学習後、テスト画像を用いて識別を行う。この一連の流れを全画像に対して行い、識別率を計算する。本研究では (1) 医師作成二値画像からガボール特徴量を抽出 (2) 医師作成二値画像から SIFT 特徴量を抽出 (3) オリジナルのカラー画像からガボール特徴量を抽出した場合において、識別率の比較を行う。

3.3 識別実験結果

図5に Visual Words 数に対する識別率を示す。医師作成二値画像は、ガボール特徴量もしくは SIFT 特徴量の場合でいずれも識別率は73.65%から78.95%と大きな変動はなかったが、カラー画像において、Visual Words 数が5の場合は低い識別率であった。識別に必要な Visual Words が上手く抽出できなかった可能性がある。Visual Words 数が10以上の時に、識別率が80%以上と比較的高い識別率を示した。

ガボールフィルタを用いた手法においても、白板症を扁平苔癬と誤識別する場合があった。癌化する可能性のある白板症を、癌化しない扁平苔癬と識別するのは望ましくないので、改善が必要である。

4. おわりに

本研究では、口腔粘膜疾患に対して、ガボールフィルタが有効であることを示した。提案システムでは、白斑形状をレース状・非レース状の2クラスに分類することができたが、白板症を扁平苔癬と誤認識する事があり、十分とは言えない。誤識別した白板症の画像は、非常に類似しており、人間の目にも見分けが付き難い事がわかった。今後は、形状のみではなく色特徴にも注目し、これらの諸問題を解決していく予定である。

参考文献

- [堀尾 10] 堀尾 恵一, 松本 宗兵, 末竹 規哲, 大谷 泰志, 土生学, 富永 和弘, 山川 烈, 確率的弛緩法を用いた口腔粘膜疾患診断支援システム, 26th Fuzzy System Symposium (Hiroshima, September 13-15, 2010).
- [Gabriella 04] Gabriella Csurka, Christopher R. Dance, Lixin Fan, Jutta Willamowski, Cedric Bray, Visual Categorization with Bags of Keypoints, Workshop on Statistical Learning in Computer Vision, European Conference on Computer Vision, pp.1-22(2004).
- [Judson 87] Judson P. Jones and Larry A. Palmer: "An Evaluation of the Two-Dimensional Gabor Filter Model of Simple Receptive Fields in Cat Striate Cortex", Journal of Neurophysiology, vol.58, pp.1233-1258, 1987.