

尋常性乾癬の病勢定量化のための基礎的な検討

A Primary Study on Quantification of Psoriasis Severity

向井 一宏†
Kazuhiro Mukai彌富 仁†
Hitoshi Iyatomi

1. 背景・目的

乾癬(psoriasis)は皮膚が赤く腫れる紅斑や、ふけのような銀白色の鱗屑や強い痒みの症状などを伴う皮膚疾患である。他人への感染や病状により死に至ることはないが、患者のQOL(Quality of life)を著しく低下させる[1]-[3]。患者数は欧米では人口の1~2%を占め、日本では約10万~20万人と言われ、徐々に増加している。また、乾癬は完治が難しく再発を繰り返しやすいので長期にわたる継続的な観察および治療が必要である。しかし現在臨床で用いられているPASI[4]やBSA等の診断指標は、医師の主観評価のためばらつきが大きく、適切な治療法の選択や治療効果の評価面で課題となっている。こうした背景から、画像解析等による客観的な病勢定量手法が確立できれば、上記の問題を解決することが期待できる。

著者らはこれまで乾癬の中で最も多い症状である尋常性乾癬の紅斑に対して、CIELAB表色系(以下Lab)のa*成分を用いて、病変部位の面積と赤みの度合いを考慮した定量化指標としてCASI(Computer-assisted Area and Severity Index)(以下CASI)[5]を提案した。しかしながらCASIは、撮影された個々の臨床画像に対して評価するため、経時観察の際に、患者とカメラの距離や撮影部分のズレが発生するなどの、異なる撮影状況に対するの考慮が十分にはできていなかった。そこで本研究では、撮影時の異なる臨床画像を画素単位で位置合わせを行うことで、経時的な病勢変化の定量を可能にする方法を検討する。

2. 対象と方法

2.1 利用した症例と前処理

なお今回の実験で扱う症例はいずれも体幹部背部から撮影された時系列の臨床症例のため、腕と首から上の範囲を処理対象から除外した。前処理として HSV 表色系を用いた閾値処理により、皮膚部分と背景部分の自動分離を行い、これを利用し関心領域である体幹部のマスクを作成した。

2.2 CASIによる病勢の定義

CASI[5]は尋常性乾癬の紅斑に対する病勢定量基準で、Lab 表色系の赤色の度合いを表す a*成分を用いて、以下の(1)式のように定義されている。Lab 表色系は色空間上の距離と人間の視覚心理的な色の差が比例する様に考慮された表色系であるため、CASI は病変部の面積や赤みの度合いに比例してスコアが増加する。

$$CASI = \int_{\text{評価対象部位}} \frac{\text{病変部の}a^* - \text{健康部の成分}a^*}{\text{皮膚面積}} \dots (1)$$

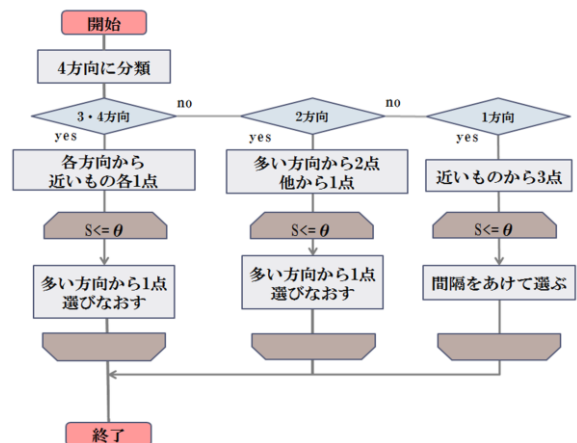
図 1. 臨床画像の例 (左: 治療開始前 X_0 右: 2週間後 X_1)

図 2. 3組の対応点を取得するフローチャート

2.3 異なる臨床画像の位置合わせ

異なる臨床画像間から病勢の推移を定量化する場合、図 1 のように画像間の位置、スケールのズレが問題となる。そこで本研究では撮影時期の異なる複数の写真の位置合わせを行い、任意の時期(例:治療開始前)の写真に画像を写像することで、全ての写真を同じスケールで評価することを目指した。

本研究では画像の回転や位置ずれに対してロバストな画像の特徴記述方法である Scale-Invariant-Feature-Transform (以下 SIFT)[6]とアフィン変換を用いた画像間の位置合わせを行った。ただし、人間の体の様な非剛体の位置合わせを行う場合、画像間の対応する点を見つけ、画像全体を一括して変換するのは不適切であるため、本研究では 1 画素ずつ適切なアフィン変換行列を求めマッピングを行う。以下、撮影時の異なる画像を古い方から便宜上 X_0, X_1, X_2, \dots とした時に、画像 X_0 と X_1 の位置合わせによる画像のマッピングについて説明する。

† 法政大学大学院工学研究科情報電子工学専攻

2.3.1 SIFT を用いた画像の対応点の検索

まず SIFT を用いて X_0 と X_1 の画像中の対応点対を求める。後の処理で臨床画像間に十分な数の対応点対が必要となるため、SIFT 処理におけるスケールスペースの分割数を、1 オクターブあたり 50 に設定した。得られた対応候補点対には不適切なものが含まれているので、(1)画像背景上の対応点ならびに、(2) X_0 と X_1 の対応点の位置座標の絶対値の差が画像の長辺の 1/10 以上の候補点を削除した。

2.3.2 画素毎の画像マッピング

次に、得られた対応点対を用いて X_1 の各画素値を X_0 と同じジオメトリに変換する。つまり X_0 の各画素が X_1 のどこにあるかを求め、その X_1 上の画素値を X_0 上にコピーする処理を行う。この処理を前記の理由で 1 画素ごとにアフィン変換を利用して行うためには、注目画素ごとに画像間で対応のある任意の 3 組計 6 点を選択する必要がある。ただしこの 3 点で得られる三角形が著しく細長い、あるいは面積が小さいとマッピングする座標の誤差が大きくなり、一方で面積が大きすぎると画素ごとのマッピングができなくなる。そこでアフィン変換を行うための 3 点を選ぶためのアルゴリズムを考案した (図 2)。アフィン変換行列の作成に必要な X_0 上の 3 つの対応点を求めるために、注目している画素を中心として検出された対応点を 90 度毎に 4 つの領域に分割し、各領域から対応点数の多い順に注目画素から近い対応点を 1 つずつ選ぶ。もし対応点が 2,1 方向しかない場合も、それらの領域から 3 点を選択する。その 3 点に囲まれた三角形の面積が一定以上の面積 θ になるまで各領域から選択する点を更新し評価を繰り返し、3 点を決定する。予備実験の結果 θ を画像面積の 5% と設定した。画像間の対応が求まった後、バイリニア補間により X_1 の画素値を X_0 にマッピングを行う。

3. 結果および考察

臨床写真のマッピングおよび、病変部の抽出例として、図 1 の治療開始前の臨床写真 X_0 および、その病変部を抽出した結果を図 3 に、同様に治療 2 週間後の写真 X_1 を X_0 のジオメトリにマッピングした結果と、それに対する病変部の抽出結果を図 4 に示す。図 2 と図 4(左)より、 X_1 は X_0 にほぼ適切にマッピングできたと考えられ、抽出した病変部も定性的な評価ながら適切だと考えられる。計算により求められた CASI も治療前の 2.23 から 2.07 へと、視覚的な病変の改善状態の推移を再現できている。

しかしながら、撮影条件の違いから臨床画像間で明るさに差があるため、マッピングを行う体幹部の境目などが顕著になっている。CASI の定義は、病変部と健常部の皮膚の色差を評価に用いているので、病勢定量値への影響は抑制されるが、今後適切な色補正についても検討する必要がある。

4. まとめと今後の課題

臨床画像間の自動マッピングが実現したことで、乾癬に限らずこれまで臨床の現場で困難であった各種皮膚疾患において、病変の実面積を考慮した病勢定量が容易になる。今後、抽出精度の定量的な評価を、多くの画像において行い、病勢定量のための新しい「ものさし」の開発を目指す。



図 3. (左) 臨床画像 X_0 と (右) それに対する病変部の抽出 CASI=2.23



図 4. (左)臨床画像 X_0 に対して X_1 をマッピングした画像と (右)それに対する病変部の抽出 CASI=2.07

謝辞

この研究の一部は、科研費 MEXT/JSPS(若手研究 B 課題番号 23791295)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Rapp SR, Feldman SR, Exum ML, Fleischer AB Jr, Reboussin DM :Psoriasis causes asmuch disability as other major medical diseases,J Am Acad Dermatol ,41 :401-407, 1999.
- [2] Finlay AY, Khan GK, Luscombe DK, Salek MS :Validation of Sickness Impact Pro_le and Psoriasis Disability Index in Psoriasis, Br J Dermatol, 123:751-756, 1990.
- [3] de Korte J, Sprangers MA, Mommers FM, Bos JD: Quality of life in patients with psoria-sis:a systematic literature review,J Invest Dermatol Symp Proc, 9140-9147, 2004
- [4] Fredriksson T, Pettersson U. Severe psoriasis – oral therapy with a new retinoid. Dermatologica 157, 238–244, 1974.
- [5] Computerized quantification of psoriasis lesions with color calibration: Preliminary results Hitoshi Iyatomi, Hiroshi Oka, Masafumi Hagiwara, Ayako Miyake, Masayuki Kimoto, Koichi Ogawa and Masaru Tanaka Clinical and Experimental Dermatology, Vol.34, No.7, 830-833, 2009.
- [6] D. G. Lowe, “Object recognition from local scale-invariant features”, Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp.1150-1157, 1999.