

## 創面ブロッティング画像の局所テクスチャのクラスタリング

## Clustering for Local Textures on Stained Images Captured by Wound Blotting Technique

○ 野口 博史 北村 言 吉田 美香子 峰松 健夫 森 武俊 真田 弘美 (東大)

Hiroshi NOGUCHI, Aya KITAMURA, Mikako YOSHIDA, Takeo MINEMATSU, Taketoshi MORI, Hiromi SANADA,  
The University of Tokyo

**Abstract:** This paper describes that a clustering technique is applied to local textures of the stained image captured by wound blotting. The wound blotting visualizes the protein distribution of a wound as a stained image. It is considered that the specific local texture of the stained image may predict wound healing. However, manual analysis for various proteins is time-consuming and troublesome. The clustering technique will assist nursing researcher to discover the new specific pattern of stained image. For the clustering, k-means method was utilized and the three features were compared; Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), Wavelet and Local Binary Pattern (LBP). The result showed that LBP is suitable for clustering of local textures on stained images.

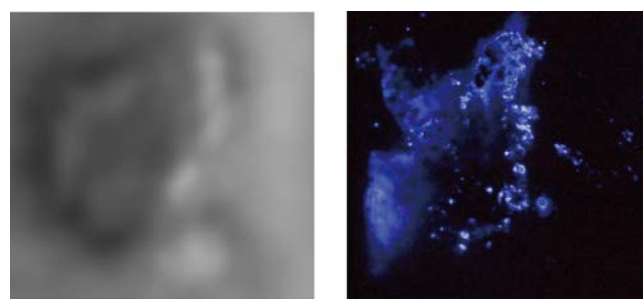
**Key Words:** Stained Image Analysis, Pressure Ulcer Assessment, Data Mining

## 1. はじめに

看護師にとって、体位変換など褥瘡予防は重要なタスクであるが、防ぎきれず発生した褥瘡についてのケアについても重要な役割である。褥瘡のケアについては、一定の標準的なケアだけでは治癒が遅延する可能性があり、創の客観的なアセスメントと、それとともに知られているエビデンスに基づく適切なケアの選択が必要である。ここで、まず、重要なのは客観的なアセスメント方法の確立であり、様々な方法が開発されている。その中で、より生体の微視的な治癒過程における体の反応を見るための方法として、創の浸出液から特定のタンパク質の検出する方法があり、より発展した方法として、現在創面ブロッティング法<sup>(1)</sup>と呼ばれる手法が開発されている。

創面ブロッティング法では、静電気を帯びたニトロセルロースメンブレンを直接、創面に貼付することでタンパク質を吸着し、その後、化学染色や免疫染色などの技術を利用して可視化する技術である。典型的な画像を図1に示す。図では、青色に発色する物質で特定のタンパク質を染色した場合である。輝度値は吸着したタンパク質の量に比例する。図からも分かる通り、タンパク量だけでなく、分布についてもパターンが有ることがわかる。実際、臨床研究によって、特定のタンパク質において、特定の輝度の分布パターンと1週間後の壊死組織の融解と関係することがわかってきている<sup>(2)</sup>。

この研究においては、看護研究者がすべての染色画像を観察し、特定のパターンを判断している。しかしながら、これらのパターンは、タンパク質の種類によって、異なることが予想され、新たなタンパク質と創傷治癒との関係を調査する際には、多くの時間がかかることが予想される。その解決として、クラスタリング手法を用いて、特定のパターンを自動発見し、提示することで、その負担を軽減することが可能ではないかと考えられる。そこで、その有用性の検証の第一歩として、人が既にパターンを分類した画像に適用し、人の判断と比較することで有用性を検証する。また、ここでは、人と近い結果が得られる特徴量が何かについての比較も行う。すなわち、本研究の目的は、クラスタリング手法を創面ブロッティング法による染色画像に適用し、人の検出結果との比較により、性能を調べ、その利用可能性を探ることである。



a) wound

b) stained image captured by wound blotting

Fig. 1 Example of Stained Image

## 2. 創面ブロッティング画像の局所テクスチャのクラスタリング

## 2-1 染色画像のクラスタリング

画像に対してのクラスタリングの適用としては、類似の領域を統合に基づくアプローチも考えられる。しかしながら、特定のパターン発見という観点からは、類似する局所テクスチャのパターンの検出が望ましい。したがって、領域間の統合よりも、個別のテクスチャ特徴の中で、類似するテクスチャを発見することが望まれる。そこで、染色画像に対して局所テクスチャの識別に取り組んだ研究<sup>(3)</sup>と同様に画像をウィンドウ領域に分割し、特徴を計算した後に、その特徴に対してクラスタリング手法を適用するアプローチを取ることとした。

クラスタリング手法については、様々な方法があるが、最も典型的なクラスタリング手法であるk-means法を用いることとした。ただし、初期値依存の問題があるため、その問題が軽減されているk-means++<sup>(4)</sup>と呼ばれる手法を用いた。また、距離関数としては、画像ヒストグラムなどについては、特別な距離関数も開発されているが、今回比較する特徴が様々であるため、最もよく用いられるユークリッド距離を用いた。クラスタ数について、予め定める必要があるが、基準となる手がかりがなく、人との判断との比較が目的であるため、人が手動でパターンを見つけた際の個数と同じとした。

## 2-2 画像特徴量

比較する特徴量としては、染色画像への識別<sup>(3)</sup>の際にも利用した Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), Wavelet,

Local Binary Pattern(LBP)の3つの特徴量を用いることとした。以下に簡易にそれぞれの特徴量の説明を記す。

GLCMは、テクスチャ解析に古くから用いられる特徴量で画像の2次モーメントに基づく特徴である。同じ輝度の現れる頻度を意味する同時生起行列を計算し、その行列を元に画像特徴量を計算し、特徴ベクトルを作成する。

Waveletについては、テクスチャの複雑さが表れると考えられる周波数特性についての特徴量である。今回は、最もシンプルなHaarWaveletを用い、1段階変換の高周波成分画像の(HL,LH,HH)の3つを正規化したヒストグラムから、特徴ベクトルを作成した。

LBPは、物体認識などにも用いられる局所特徴量であり、計算が容易で輝度変化に強い性質がある。特に、中心画素との大小関係から計算されるため、周辺画素との輝度の差が協調される効果がある。今回は、対象領域について、LBPの計算を行うと共に、ヒストグラムを作成し、特徴ベクトルを作成した。

### 3. クラスタリング評価実験

#### 3-1 データセットと評価方法

データセットとしては、東京大学医学部附属病院の褥瘡回診時に創面プロットング法によって採取された染色画像の内、既に特定のパターン人の手により同定されているタンパク質の染色画像群<sup>(3)</sup>の計14枚を用いた。画像は、64×64pixelのウィンドウに分割した後に、明らかにノイズと思われる部分は除去し、計4121ウィンドウで評価した。

クラスタリングの評価としては、今回の目的から、人と類似する結果を示すことが良いと考えた。人の正解分類は、質的研究手法を用いて分類された3種類の領域である。分類を決めた看護研究者に対し、すべての画像について分類結果を囲う線の記入を依頼し、その正解領域に含まれるウィンドウについて正解ラベルを付与した。複数の領域にまたがる場合は、もっとも面積を占めるものを正解とした。

また、評価スコアとしては、パターン分類の類似度の尺度の一つであるAdjusted Rand Index(ARI)<sup>(5)</sup>を用いた。ARIでは、値が1の時に最も比較対象の分類結果と一致することを意味する。また、先の条件の通り、k-means法におけるクラスタ数は4とした。

#### 3-2 クラスタリング結果

クラスタリングの結果を表1に示す。LBPがよい性能をしめしたが、全体的にはスコアは低めであった。クラスタリングされた画像の例を図2に示す。図中ではわかりやすさのため同じ分類結果のウィンドウは統合されている。看護研究者は比較的大きな領域で囲む傾向があるのに対して、クラスタリング手法では、複雑な変化に追従して複雑な分

類をしてしまっているのがわかる。図上部は大きな画像であり、図下部は、小さな画像の例である。GLCMおよびWaveletは小さな画像に対して良い性能を示しているのに対して、LBPでは大きな画像で良い性能を示している。また、看護研究者からは赤で囲まれた領域の同定も重要だと指摘されており、その領域は比較的分類に成功している。その意味では、看護研究者の局所テクスチャ分類の補助としては利用できると思われる。

今回は、局所テクスチャのパターン分類に着目し、領域分割には取り組んでいないが、実際には、看護研究者がパターン分類する際に、暗黙的に領域分割的な意識を持ってラベルをつけている可能性や、創に関する知識を利用している可能性があり、そのことが人と異なる結果を生み出していると考えられる。

Table 1 Result of Clustering

	GLCM	Wavelet	LBP
ARI	0.35	0.25	0.41

#### 4. さいごに

褥瘡の創面プロットングにより採取された染色画像に対して、クラスタリング手法を適用し、局所テクスチャの分類を試み、人との分類との類似性を調べた。それによりLBPが比較的人に近い分類を示すことがわかった。人による染色画像の局所テクスチャの発見の補助としては役立つものと考えられる。

#### 参考文献

- (1) T. Minematsu, G. Nakagami, Y. Yamamoto, et al., Wound blotting: A convenient biochemical assessment tool for protein components in exudate of chronic wounds, *Wound Repair Regeneration*, Vol. 21, no. 2, pp. 329–334, 2013.
- (2) A. Kitamura, M. Yoshida, T. Minematsu, et al., Prediction of necrotic tissue liquefaction in pressure ulcers by distribution analysis of wound surface peroxidase: a retrospective cohort study, *J. Jpn WOCM*, vol. 18, no. 2, pp. 163, 2014.
- (3) 野口博史, 北村言, 吉田美香子他, 褥瘡の創面プロットング画像の局所テクスチャの識別. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2014予稿集, pp. 3P2-X02(1)--3P2-X02(4), 2014.
- (4) D. Arthur, S. Vassilvitskii, k-means++: the advantages of careful seeding, the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on discrete algorithms, pp. 1027–1035, 2007.
- (5) L. Hubert, P. Arabie, Comparing partitions, *Journal of Classification*, vol 2. No. 1, pp. 193–218, 1985.

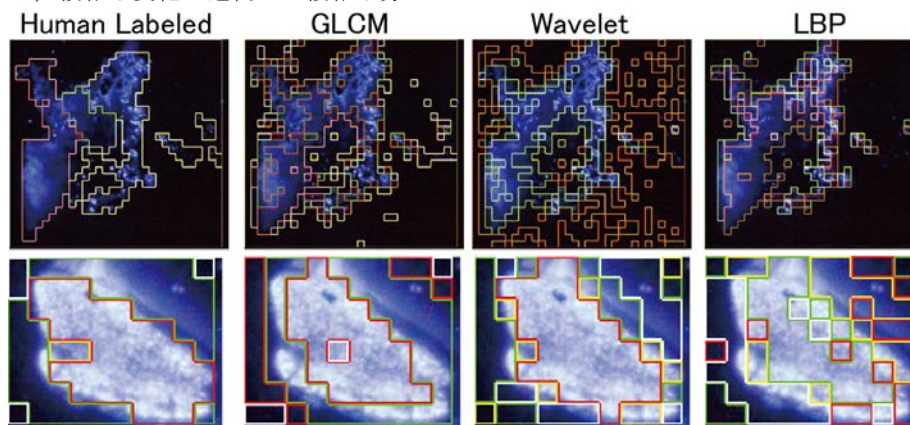


Fig 2. Typical Result of Clustering on stained images