

皮膚描記診断テストシステムの開発

Development of dermatography test system

○ 橋口 茉希 (芝浦工大) 山本 紳一郎 (芝浦工大)

Maki HASHIGUCHI, Shibaura Institute of Technology
Shin-Ichiro YAMAMOTO, Shibaura Institute of Technology

Abstract: Dermatography test has been used clinically as one of diagnostic approaches for atopic dermatitis. This test is seeing changes of skin color after applying physical stimuli due to scratch by a pallet. Skins of healthy people changes to red by causing dilatation of blood vessels and engorged. On the other hand, that of patients with atopic dermatitis changes to white by vasoconstrictive and becoming ischemic. According to preceding studies, this reaction is dermographismus albus and feature of atopic dermatitis. In fact, doctors diagnose skins by using this reaction. However, their subjective elements have an effect on diagnostic outcomes. Therefore, we developed a quantitative dermatograph test system and the diagnosis system which evaluated a skin-colored change quantitatively. We aimed at finding a new diagnosis index through this device development. We developed a pen type registration measure which had three axis sense of force sensors built-in by study of the department times.

Key Words: Atopic dermatitis, skin color analysis, L*a*b*

1. 背景・目的

アトピー性皮膚炎の診断方法のひとつとして皮膚描記テスト法が用いられている。このテスト法は、皮膚を“ヘラ”などの先の鈍いもので描記して物理的的刺激を与え、数秒から数分後に皮膚色変化がみられることにより診断を行うテスト法である。この皮膚色変化は、健常者では皮膚刺激により血管拡張し充血することにより皮膚が赤く変化する。一方、アトピー性皮膚炎患者では、血管収縮ののち虚血が生じ、皮膚が白く変化する白色皮膚描記症が報告されている⁽¹⁾⁽²⁾。臨床ではこの白色皮膚描記症を利用することで、アトピー性皮膚炎の陽性・陰性を診断する。しかしながら、現状では検者の手作業により描記し、皮膚色変化を肉眼で判定するため、検者の主観的要素が診断結果に影響を与えている。

そこで筆者らは、これまでの主観的で曖昧であった描記方法に代わる、定量的な皮膚描記テストシステムの開発と、皮膚変化を定量評価する診断システムの開発を行ってきた。我々はこの装置開発を通し、二者択一の評価ではない新たな診断指標を見出すことを目標としている。これまでに開発してきた装置を Fig.1 に示した。この試作機は、3軸静電容量型力覚センサを描記部に直結させた皮膚からの反力が計測可能なペン型描記力計測器を、被検者の前腕部分でスライドし描記するシステムである。この装置のメリットは、描記力、描記速度、描記時間が制御可能な点である。しかしながら、この装置では前腕部のみ、一方向のみの描記しかできないため、臨床で使用するには困難である。

そこで本研究では、ペン型描記力計測器を手で把持して描記する皮膚色診断システムを開発することを目的とした。

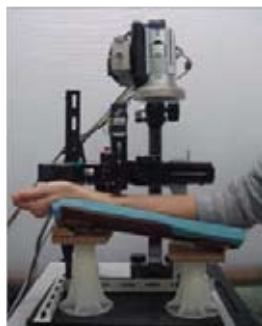


Fig. 1 Test model

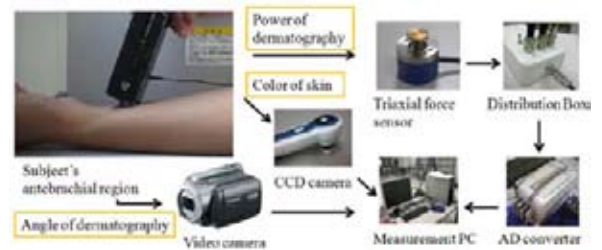


Fig.2 System architecture

2. CCD カメラ較正実験

2-1 改良点・実験目的

試作機を基にペン型描記力計測器を手で把持できるように改良したことで、様々な描記力や描記角度、描記速度での皮膚色変化が観察可能となった。また、皮膚色の変化をより詳しく観察するため CCD カメラを使用することとした。しかしながら、CCD カメラによって得られた RGB 画像を現存する変換行列を用いて L*a*b*値に変換した値と色彩色差計によって計測した L*a*b*値に差が生じることが Chang-Souk Kim らによって報告されている^[3]。また、後者の値が正確な値であるとみなされている。よって、RGB 値から正確な L*a*b*値への変換行列を新たに算出することを本実験の目的とした。

2-2 実験方法

CCD カメラと色彩色差計を使用し Fig.3 に示したサンプルの RGB 値、L*a*b*値を算出した。CCD カメラでの RGB 値と色彩色差計での L*a*b*値を XYZ 値に変換したものを利用し変換行列を算出し、RGB 値を L*a*b*値に変換した。また、本研究では皮膚画像を主に使用することから、健常成人 2 名の皮膚画像サンプル 8 枚、アトピー性皮膚炎患者 1 名の皮膚画像サンプル 5 枚からも同様に換行列を算出した。



Fig.3 Macbeth ColorChecker

2-3 実験結果・考察

カラーチェッカーを用いて算出した変換行列を(1)、皮膚画像サンプルを用いて算出した変換行列を(2)とした。また、今回は本研究で使用する L^* と a^* の結果を考察することとした。

$$\begin{bmatrix} 0.0732 & 0.2096 & -0.1153 \\ -0.0072 & 0.3207 & -0.1595 \\ 0.0722 & 0.8080 & -0.6129 \end{bmatrix} \dots(1)$$

$$\begin{bmatrix} -0.0173 & -0.0742 & 0.3923 \\ -0.0720 & -0.0352 & 0.4199 \\ -0.0996 & 0.1324 & 0.4045 \end{bmatrix} \dots(2)$$

(1)により変換した値と色彩色差計の値を比較すると、 a^* で統計的有意差があった($P>0.05$)。一方、(2)により変換した値と色彩色差計の値を比較すると L^* 、 a^* ともに統計的有意差はなかった。また、Fig4 に変換後の値と色彩色差計の値との差を示した。 L^* 、 a^* それぞれ比較すると、ともに統計的有意差があった。よって、RGB 値から $L^*a^*b^*$ 値の変換には(2)が望ましく、色彩色差計の値とより近い結果となったことが示唆された。

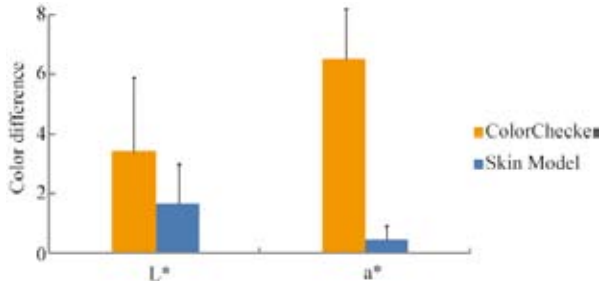


Fig.4 Color difference of between chromameter value and converted value by ColorChecker and Skin Model

3. 皮膚描記実験

3-1 実験目的

CCD カメラ校正実験の結果を踏まえ、皮膚の刺激強度に対する反応性をみることを本実験の目的とした。

3-2 実験方法

システム構成は Fig.2 と同様、被験者は健常者 2 名 (Subject1, subject2)、アトピー性皮膚炎患者 2 名(重度: Subject3, 軽度: Subject4)、描記角度は 70° 、描記速度は 6 から 10[mm/s]、描記力は検者の主観により中から強の強さで、なるべく一定の強さで描記した。また、(2)の変換行列を使用し、RGB 値から $L^*a^*b^*$ 値に変換した。

3-3 実験結果・考察

健常者とアトピー性皮膚炎患者の描記力をそれぞれ Fig.5, Fig.6 に示した。また、健常者とアトピー性皮膚炎患者の描記後の皮膚色変化をそれぞれ Fig.7, Fig.8 に示した。健常者の結果では a^* 値が上昇したため描記後皮膚が赤く変化し、一方でアトピー性皮膚炎患者の結果では L^* 値が上昇したため描記後皮膚が白く変化したことが分かる。また、今回の結果では、アトピー性皮膚炎患者の結果で重度の患者の方が軽度の患者よりもより白く変化する傾向がみられた。しかしながらこの結果からは、描記力が毎回等しくすることができなかつたため、重症度の違いによるものと断定することはできなかつた今後アトピー性皮膚炎患者の被検者を増やし、再現性を考察し、この変化が描記力の違いによるものか、またはアトピー性皮膚炎患者の重度によるものか調べる必要がある。

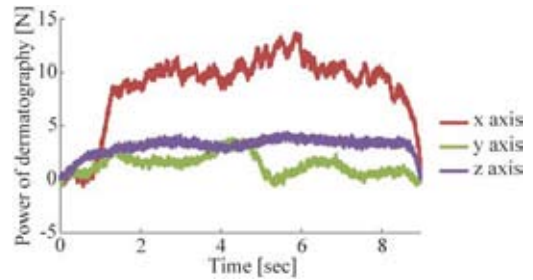


Fig.5 Force of dermatography of healthy people

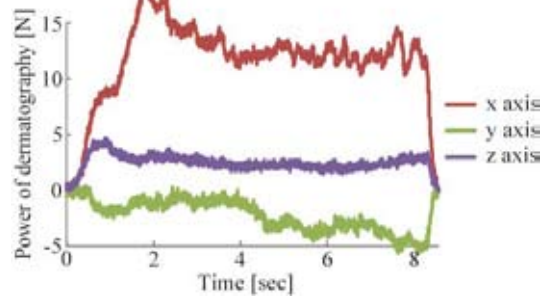


Fig.6 Force of dermatography of atopic dermatitis

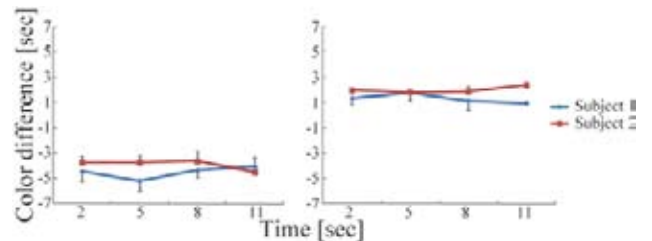


Fig.7 Color difference of healthy people (Left: L^* , Right: a^*)

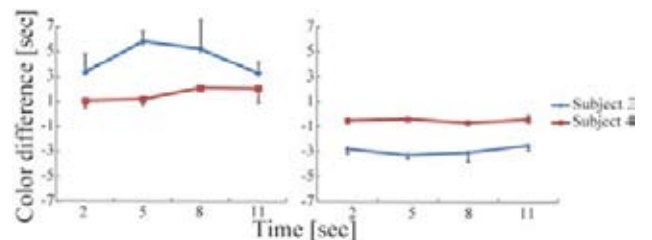


Fig.8 Color difference of atopic dermatitis (Left: L^* , Right: a^*)

参考文献

- (1) Otto Paul Hornstein, *et al*: Non-inversie Measurement of the Vascular Dynamics of Dermographism, the Journal of Dermatology 18: 79-85, 1991
- (2) S. S. Wong, *et al*: A study of white dermatism in atopic dermatitis, Journal of dermatological science 11: 148-153, 1995
- (3) Chang-Seok Kim, *et al*: Determination of Optimized Conversion Matrix for Device Independent Skin Color Image Analysis, Lasers in Surgery and Medicine 37: 138-143, 2005