

다모드 디지털 사진 영상 시스템을 이용한 피부 손상의 진단적 분석에 대한 연구 : DermaVision-Pro

배 영우*, 김은지**, 정병조***
 * 연세대학교 의공학부 박사과정
 ** 연세대학교 의공학부 학사과정
 *** 연세대학교 의공학부 부교수

Multimodal Digital Photographic Imaging System for Total Diagnostic Analysis of Skin Lesions : DermaVision-Pro

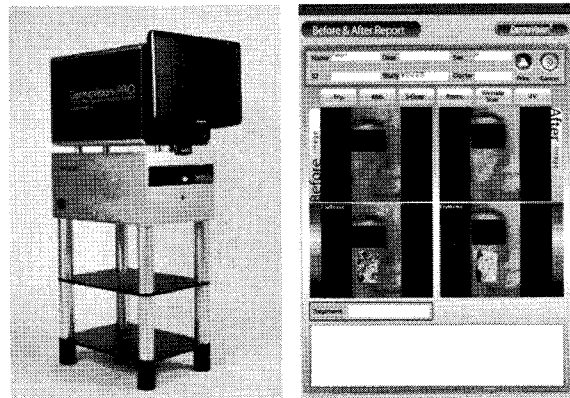
Youngwoo Bae*, Eunji Kim**, Byungjo Jung***

*Department of Biomedical Engineering, Yonsei University, Wonju, Korea

**Department of Biomedical Engineering, Yonsei University, Wonju, Korea

***Institute of Medical Engineering, Yonsei University, Wonju, Korea

Abstract - Digital photographic analysis is currently considered as a routine procedure in clinic because periodic follow-up examinations can provide meaningful information for diagnosis. However, it is impractical to separately evaluate all suspicious lesions with conventional digital photographic systems, which have inconsistent characteristics of the environmental conditions. To address the issue, it is necessary for total diagnostic evaluation in clinic to integrate conventional systems. Previously, a multimodal digital photographic imaging system, which provides a conventional color image, parallel and cross polarization color images and a fluorescent color image, was developed for objective evaluation of facial skin lesions. Based on our previous study, we introduce a commercial product, "DermaVision-PRO," for routine use in clinical application in dermatology. We characterize the system and describe the image analysis methods for objective evaluation of skin lesions. In order to demonstrate the validity of the system in dermatology, sample images were obtained from subjects with various skin disorders, and image analysis methods were applied for objective evaluation of those lesions.



<그림1>
DermaVision-PRO 장비

<그림2>
DermaVision-PRO 실행

1. 서 론

피부과학에서 색에 대한 지각은 피부의 다양한 상태를 진단할 수 있는 기준이 된다.[1] 색은 빛이 피부 표면 혹은 안쪽에서 반사 및 흡수되는 빛에 의해 결정된다. 피부에서 방출되는 빛은 피부의 형태학적, 구조학적인 상태에 따라 달라지기 때문에 이 두 가지에 대한 내용을 반영해서 분석해야 한다.

사진 촬영술 기반의 기존의 디지털 색 영상기법(Conventional Digital Color Imaging Technology)은 피부과 진단에서 일반적으로 사용되어지고 있다. 하지만, 기존의 영상은 재현성이 좋지 않을 뿐만 아니라 의사에 의해 정성적이고 주관적으로 분석되어 객관성이 결여되어 왔다. [2]

이러한 문제점을 보완하기 위해, 기존에 개발된 "DermaVision"은 편광을 기반으로 한 디지털 사진촬영 시스템(digital photographic system)으로, 안면의 피부 병변부위를 정량적이고 객관적인 분석할 수 있는 기술을 제공한다 [3]. 하지만 교차 편광 컬러 영상을 기반의 단일 모드시스템으로 종합적인 분석에는 한계가 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 다기능 장치 기반의 다모드 디지털 사진촬영 시스템인 "DermaVision-PRO"의 개발 필요성이 대두되었다.

우리는 기존 연구에서 안면 영상 분석을 위한 프로토타입의 다모드 디지털 사진촬영 장치(multimodal facial color imaging modality)에 대해 보고한 바 있다. [4] 이 장치는 기존의 디지털 컬러 영상(conventional digital color image, CDCI), 평행 편광 컬러 영상(parallel polarization color image, PPCI), 교차 편광 컬러 영상(cross polarization color image, CPCDI), 편광 영상(polarization color image, PCI), 형광 컬러 영상(fluorescent color image, FCI)을 제공하여 피부 병변을 객관적으로 평가할 수 있다. CDCI는 표피의 형태학적인 정보와 진피의 발색단의 정보를 함께 제공하고, PPCI와 CPCDI는 독립적인 표피와 진피의 정보를 각각 제공한다. FCI는 단백질과 같이 UV-A(Ultraviolet-A)로 인해 여기되는 피부의 발색단 정보를 추출할 때 사용된다. 이러한 영상들은 "DermaVision-PRO"라는 다모드 디지털 사진 촬영 장치에 의해 4가지의 영상을 순차적으로 획득되어진다. 따라서, DermaVision-PRO는 단순히 하나의 영상을 가지고 분석하는 것보다 더 많은 정보를 다방면에서 분석할 수 있는 기반을 제공하게 된다.

본 연구에서는 DermaVision-PRO의 하드웨어 및 소프트웨어적인 시스템 특성을 기술하였고, 임상평가를 통해 다모드 장치의 효용성을 평가하였다. 실제 환자를 대상으로 실험을 하여 하나의 영상만 볼 때에는 발견할 수 없었던 피부의 문제나 원인을 파악할 수 있었다.

2. 본 론

2.1 실험재료와 실험방법

2.1.1 하드웨어

그림 1과 같이 디지털 카메라와 4개의 UV-A 램프 (320~380nm, 6W, F6T5) 및 원형인 백색광(400~700nm, 30W, FCL32S EX-D/30, WOOREE, Korea)을 이용하여 시스템을 구성한다. 카메라는 4개 UV-A lamp의 중심에 설치되고 백색광 앞에 선형 편광판을 설치하여 선형 편광된 빛이 발생되도록 구성하였다. 그리고 검출기인 디지털 카메라 전방에 다모드 영상을 얻기 위한 4 종류의 필터를 설치하였다. 광원과 상대적으로 90°의 편광성분을 보이는 필터는 CPCDI, 0°의 편광성분을 보이는 필터는 PPCI, 45°의 편광성분을 보이는 필터는 CDCI 을 볼 수 있으며, 나머지 하나의 필터로는 형광에 의해 여기된 영상을 얻기 위해 UV-A 필터를 이용한 FCI를 구성하게 된다.

2.1.2 소프트웨어

DermaVision-PRO는 DermaVision에서 더 진보된 것으로 Visual C++로 작성되었고, 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic user interface: GUI)를 제공하여 조금 더 편리하게 사용할 수 있는 프로그램이다. 이 프로그램에서는 평행 편광 컬러 영상, 교차 편광 컬러 영상, 편광 영상, 형광 컬러 영상을 볼 수 있을 뿐만 아니라, 피지의 영상을 통하여 그 수를 카운트 할 수 있는 기능도 있다. 교차 편광 컬러 영상은 홍반과 멜라닌 수치(Erythema Index: EI, Melanin Index: MI)에 대한 정보를 얻을 수 있다.[5] EI는 혈관에 대해서, MI는 탈색된 피부에 대해 객관적인 분석이 가능한 영상을 제공하며 EI와 MI의 값이 클수록 혈관 또는 멜라닌이 많이 분포한다. 편광 영상은 표피의 발색단으로부터 산란되는 빛에 대한 영상으로 편광 지표값(PI)이 작으면 멜라닌세포와 같이 산란을 일으키는 물질의 수가 작다는 것을 뜻한다. 형광 영상은 피지(sebum)와 관련된 성분을 정량적, 객관적으로 얻기 위해서 사용한다. 피지에는 포르피린(porphyrin)과 같은 자발 형광 물질이 존재하기 때문에 UV-A에 의해 여기된 파장이 나오게 된다.[6] 또한, 탈색에 의해 특정 부위가 하얗게 되는 경우는 이러한 물질이 존재하지 않기 때문에 형광 물질은 특정 질병(백반증:vitiligo)을 다른 질병과 구별해 줄 때 유용하게 사용된다.[7]

DermaVision-PRO는 하나의 장으로 여러 이미지를 볼 수 있기 때문에 피부에서 일어나는 각각의 광학적 특성을 동시에 분석이 가능하다. 그림 2는 DermaVision-PRO로 화염상모반(port-wine stain, PWS)환자의 치료 전,

후의 피부를 비교한 것으로 DermaVision-PRO의 기능을 보여준다. 상단 사진들은 치료 전, 후의 일반 영상이고, 하단 사진들은 교차 편광 컬러 영상의 EI에 대한 값으로 표현한 영상이다. 상단 영상을 통해서도 붉은 색 반점이 많이 없어진 것을 확인할 수 있지만, 하단 좌측과 하단 우측을 비교하여 더 정확하게 진단이 가능하다. 또한 이 프로그램은 멜라닌 분포, 모공, 주름 등에 대한 영상을 볼 수 있는 기능을 가지고 있다.

3. Results & Conclusion

영상 시스템의 장점은 정량적, 정성적 분석이 가능하다는 것이다. 특히 DermaVision-PRO은 다른 시스템에 비해서 좀 더 객관적인 변수들을 제공하는 PWS와 같이 넓은 영역에 걸쳐 관찰되는 병변을 용이하게 분석할 수 있는 툴을 제공한다.

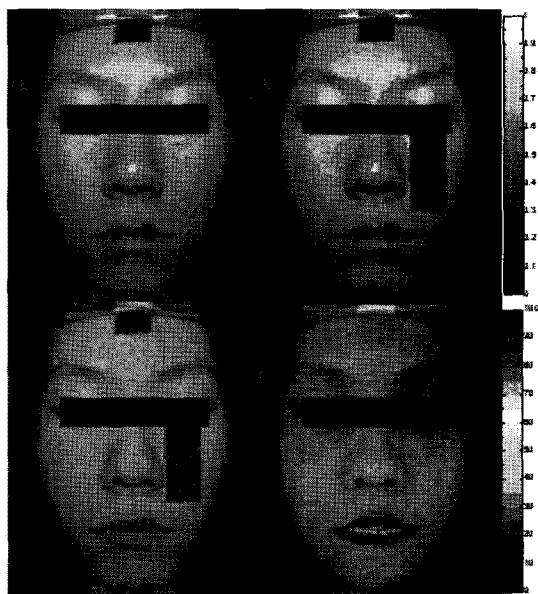
육안이나 카메라 영상을 통하여 피부를 분석 할 때, 그 영상에는 많은 변수들의 특성들이 한꺼번에 섞여 있기 때문에 특정한 성분에 대한 정보만을 얻어내는 것은 어렵다. 하지만 여러 종류의 필터들을 사용하면 필요한 성분에 대해서만 검출하고 분석 할 수가 있다. 그림 3은 여드름 환자를 대상으로 하여 일반 영상, 편광 영상, 교차 편광 컬러 영상, 형광 컬러 영상을 DermaVision-PRO 로 나타낸 것이다. 그림 3-(b)는 편광 영상으로 표피층의 기저층 및 유두진피층의 굴절률 차에 의한 영상정보를 분석 할 수 있다.[8]

하나의 창에 하나의 영상만 보게 되면 다른 변수에 의해 동시에 일어나는 특성을 알아내기 어렵다. 그림 3-(a)와 그림 3-(c)의 각 사진을 하나의 창에 하나의 이미지로 보게 되면 두 영상에 대한 차이를 잘 발견할 수 없다. 하지만 DermaVision-PRO를 사용하여 두 이미지를 하나의 창에서 비교하면, 그림 3-(c)은 그림 3-(a)의 얼굴 표면에서 일어나는 반사를 제거 했다는 것을 알 수 있다. 또한 그림 3-(c)과 그림 3-(d)의 비교를 통해 DermaVision-PRO의 종합적 진단 과정의 효율성을 살펴볼 수 있다. 먼저 그림 3-(c)는 교차 편광 컬러 영상으로 홍반 수치(EI)를 살펴 본 것이다. 여드름이 분포하는 곳에는 혈관이 잘 발달하기 때문에 EI값이 커지고, 다른 부분보다 더 밝은 색을 나타낸다. 이것으로 DermaVision-PRO에서 치료 전, 후의 영상을 비교하여 여드름이 얼마나 감소했는지에 대해 분석할 수 있다. 또한 그림 3-(d)는 UV-A에 의한 형광 컬러 영상이다. 포피린은 피지에 있는 형광 물질이기 때문에 형광 컬러 영상을 통해 다른 모드에서는 분석할 수 없었던 피지의 분포를 볼 수 있다. 최근 연구에 의하면, 피지의 형광 영상에서 볼 수 있는 빨간색과 흰색 점 중에서 빨간색 점 부분이 여드름으로 발전할 가능성이 있다는 주장이 있다.[6] 이것이 규명되어 실제로 적용 가능하다면 DermaVision-PRO를 이용하여 종합적인 분석이 가능하다. 교차 편광 컬러 영상을 통하여 현재 진행중인 여드름에 대한 분포를 살펴 보고, 형광 컬러 영상을 동시에 분석하여 여드름으로 진행할 가능성이 있는 피지에 대한 정보를 알아낼 수 있어 여드름 조기 진단 및 치료가 가능해진다.

이와 같이 DermaVision-PRO은 여러 영상을 동시에 분석이 가능하고, 피부의 각 변수들의 특성을 조금 더 객관적으로 볼 수 있다는 점에서 기능을 잘 살린 프로그램이라고 할 수 있다. 하지만 오진을 줄이기 위해서 전문가가 필요하기 때문에 주관적 견해 부분은 여전히 남아 있다.

[참고 문헌]

- [1] Ela. Claridge et al., "From colour to tissue histology: physics-based interpretation of images of pigmented skin lesion," *Medical image analysis* 7, pp.489-502 (2003).
- [2] B. Jung, C. S. Kim, B. Choi, K. M. Kelly and J. S. Nelson, "Use of erythema index imaging for systematic analysis of port wine stain skin response to laser therapy," *Lasers Surg. Med.* 37(3), pp.186-191 (2005).
- [3] H. Kang, B. Jung and J. S. Nelson, "Polarization color imaging system for on-line quantitative evaluation of facial skin lesions," *Dermatol. Surg.* 33(11), pp.1350-1356 (2007).
- [4] Y. Bae, J. S. Nelson, B. Jung, "Multimodal Facial Color Imaging Modality for Objective Analysis of Skin Lesions," *J.Biomed.Opt.* in press.
- [5] K.V.Le.H.Shahidullah and I.J.Frieden, "Review of modern techniques in detecting port-wine stain response to laser therapy," *Dermatol.Surg.* 25(2),127-132(1999).
- [6] B. Han, B. Jung, J. S. Nelson and E. H. Choi, "Analysis of facial sebum distribution using a digital fluorescent imaging system," *J. Biomed. Opt.* 12(1), 014006 (2007).
- [7] P. Asawanonda and C. R. Taylor, "Wood's light in dermatology," *Int. J. Dermatol.* 38(11), 801-807 (1999).
- [8] S.L.Jacques, J.R.Roman and K.Lee, "Imaging superficial tissues with polarized light," *lasers Surg.Med.* 26(2),119-129(2000).



<그림3>

- (a) 일반 영상 (b) 편광 영상
(c) 교차 편광 컬러 영상 중 EI (d) 형광 컬러 영상