

가변 편광 피부 확대경

Variable Polarization Skin Magnifier

배영우, 조용진, 정병조*
연세대학교 보건과학대학 의공학부
* bjung@dragon.yonsei.ac.kr

‘American Cancer Society’의 2005년도 조사에 따르면, 피부암중 95%정도가 nonmelanoma에 의한 것이고 그 중 basal cell carcinoma(BCC)가 75%, squamous cell carcinoma(SCC)가 20%라고 보고하였다.¹⁾ 또한 melanoma의 경우는 빈번하게 발생하지는 않지만 높은 치사율 때문에 치료를 위해서는 빠른 진단이 필요하다. 이러한 melanin에 의한 피부 질환을 조기 진단하기 위해 wood's lamp, siascope, dermoscopy 등 다양한 영상 진단 장비가 개발되어 왔다. 그 중 1991년 처음 소개된 편광 방식을 이용한 ELM(epiluminescence) dermoscopy중 현존하는 장치로는 '3gen.LLC(USA)'에서 개발한 'Dermlite시리즈'가 있다.²⁾³⁾ 이 논문에서는, 기본적으로 'Dermlite' 모델을 중심으로 기존 영상장비의 제한사항들을 파악하고 이를 개선하기 위해 차별화 된 피부 영상장비의 개발을 목적으로 한다.

그림 1은 본 연구에서 제안된 가변 편광 피부영상 장비의 실제 영상으로 광원으로는 백색 LED를 사용하였다. 총 12개를 사용하였을 경우, 초기 30[cd] 정도의 광도(luminous intensity)를 발휘하게 된다. 이때 LED의 광속 유효각은 0°[θ]일 때의 최대 광도를 100%라고 했을 때, 50%까지 발휘하는 각으로 정의하였고, 총 40°[θ]가 된다. 편광판은 'Edmund'사의 선형편광판을 사용하였다. 이 편광판은 투과율이 평균적으로 38%로 비교적 우수하고, 투과축 교차시 99.98%에 달하는 차단 특성을 보인다. 프로토타입 설계시 사용된 렌즈는 직경이 42mm로 초점거리가 148mm이고, 재질은 BK7이다.

기존 편광을 이용한 영상장치는 크게 두 가지 방식으로 편광 영상을 획득하게 된다. 비간섭성(incoherent)의 빛을 1차선형 편광판을 통하여 피부에 입사하게 되면, 교차편광(cross-polarizaion)방식에서는 2차 편광판을 90°교차시켜 피부 각질층(stratum corneum)에서 발생하는 표면 반사에 의한 빛의 확산을 제거하여 진피층(dermis)의 영상만을 획득하게 된다. 즉 진피유두층(papillary dermis)에 존재하는 콜라겐에 의해 산란되어 반사되는 빛을 이용하여 영상을 획득하게 되는 것이다. 또한, 평행편광(parallel-polarization)방식에서는 2차 편광판을 1차 편광판의 투과축(transmission axis)과 같게 유지하여 각질층에서 반사되는 초기 편광 성질을 유지하는 빛을 이용하여 표피층(epidermis)의 영상을 획득하게 된다.²⁾⁴⁾

이러한 기존의 편광 피부 영상장비는 일반적으로 2배~10배의 광학배율을 갖는 광학계를 구성하여 피부암과 관련된 진피층의 맥관 구조의 형태학적인 영상정보를 제공하게 된다. 하지만 고정 배율을 갖는 단일 광학계가 장치에 종속되어, 다양한 광학 배율에서 영상을 획득하기 위해서는 영상장치를 전체적으로 바꿔야하는 제한사항이 있다. 따라서 본 연구에서 제작한 '가변 편광 피부 확대경(Variable Polarization Skin Magnifier, VPSM)'에서는 광학계와 장치를 분리하여 단일장치로 다양한 광학계를 제공하도록 설계하였다. 기존 장비의 경우 광속 유효각이 비교적 작은 LED를 광원으로 사용하여, 요구되는 초기광도 결정 시 피사체의 한 점에서 광원을 집중시킬 때, LED 각도 (θ_s) 고정에 문제점이 발생하게 된다. 하지만 VPSM에서는 40°의 비교적 넓은 광속 유효각을 갖는 반도체형 LED를 광원으로 사용하여 초기 광원을 확산시킴으로서 얻는 효과를 이용하여 각도 고정의 문제점을 해결하였다. 따라서 단일 영상장치에 독립적인 여러 광학계를 필요에 따라 제공하게 된다.

기존 장치의 또 다른 제한사항은 이산적인 편광영상만을 제공하는데 있다. 즉, θ_p 를 각각 1차, 2차 편광판의 투과축이 이루는 각도라고 하였을 때, 기존의 장비는 2가지 영상만을 획득할 수 있는 방식으로 설계되었다. 즉, 기존 영상 장치로는 $\theta_p = 90^\circ$ 일 때 교차편광의 영상과 $\theta_p = 0^\circ$ 일 때 선형 편광의 이산적인 영상만을 획득 할 수 있었다. 하지만 VPSM에서는 렌즈축의 2차 편광판을 $0^\circ \sim 90^\circ$ 까지 선형적으로 가동하도록 설계하여, 기존 두 가지 조건에서 선명한 영상을 얻기 위해 θ_p 를 미세 조정(tilting)을 할 수 있을 뿐만 아니라, $\theta_p = 45^\circ$ 영역에서 표피 및 진피층의 영상을 동시에 얻는 방식을 제공하게 된다. 이로써 VPSM은 피부 질환 진단뿐 아니라 다양한 영역에서의 응용 가능성을 제시하고 있다.



그림 1. Variable Polarization Skin Magnifier

기존의 편광 피부영상 장비은 고정배율을 갖는 광학계의 장치 종속 문제 및 이산적인 편광영상만을 제공하는 제한사항이 있다. 하지만 그림 1의 VPSM에서는 다양한 광학배율을 단일 장치에서 제공할 수 있도록 하였다. 또한 θ_p 를 선형적으로 조정할 수 있도록 설계하여 응용 범위를 넓혔다. 앞으로는, 고배율 렌즈(x50)를 사용할 경우 야기될 수 있는 문제점에 대한 연구가 더 필요하다. 즉, 렌즈의 초점거리가 변함에 따라 피사체에서 동일 조도를 유지하기 위해 비 선형적으로 변하는 광원의 요구광도를 측정하고 표준화하는 작업이 요구된다.

참고문헌

1. American Cancer Society. "Detailed guide : skin cancer - nonmelanoma. What is nonmelanoma skin cancer?". http://www.cancer.org/docroot/PED/content/ped_7_1_What_You_Need_To_Know_About_Skin_Cancer.asp?sitearea=PED. Accessed August 3, 2005.
2. Peter Arrazola, Nizar A. Mullani, William Abramovits, "DermLite II An Innovative Portable Instrument for Dermoscopy Without the Need of Immersion Fluids", *Skinmed*, **4**:78-83, 2005.
3. A. Marghoob, Lucinda D. Swindle, Claudia Z. M. Moricz, Fitzgerald A. Sanchez Negron, Bill Slue, Allan C. Halpern, Alfred W. Kopf, "Instruments and new technologies for the in vivo diagnosis of melanoma", *J Am Acad Dermatol*, Vol **49**:777-797, 2003.
4. Steven L. Jacques, Ph D, Jessica R. Roman, MS, Ken Lee, MD, "Imaging Superficial Tissues With Polarized Light", *Lasers Surg Med*, **26**:199-129, 2000.