

Construction of Anaglyphic Stereo Pair Image using Adobe Photoshop® Program

Jee Woong Kim, Se Jeong Lee and Im Joo Rhyu*

Department of Anatomy, College of Medicine,
Korea University

(Received May 20, 2007; Accepted June 15, 2007)

ABSTRACT : The objects of the nature have three dimensional (3-D) parameters. The 3-D profiles are embedded on the photographs and microscopic images. To understand 3-D configuration, stereo pair image with thick section is frequently employed. The perception of 3-D images is possible with the aid of stereoscopic glasses, although the expert can perceive 3-D images without the glasses. Anaglyphic stereo images are constructed by various softwares from commercial and freeware. Here we would like to present an easy anaglyphs construction method with Adobe Photoshop® based on tilting paired images from high voltage electron microscope. The anaglyphic stereo images constructed revealed the same 3-D perception with conventional stereoscopy. We could zoom in/out the anaglyph image digitally to investigate the detail configuration by real time. This method is expected to contribute to understanding complex structures 3 dimensionally (김지웅, 이세정, 유임주: 어도비포토샵 프로그램을 이용한 anaglyph 입체영상 제작법).

Keywords : Anaglyphic Image, Stereo Image, 3 Dimension, High voltage electron microscope

통상적인 투과전자현미경의 경우 90 nm 전후의 시료를 사용하여 자세한 단면정보를 제공하지만, 조직의 3차원적인 정보를 파악하기에는 어려운 점이 있다. 3차원정보를 파악하기 위하여 연속절편을 제작하여 3차원 재구성을 하기도 하지만 많은 시간과 노력이 필요하다.

초고압 전자현미경에서는 두꺼운 시료를 관찰할 수 있어 쉽게 3차원적인 정보를 획득할 것으로 예견되지만 한 장의 사진에 많은 시료정보가 중복되어 나타나 자세한 정보의 해석에 어려운 점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 시료를 임의의 각도로 기울여(tilting angle) 촬영한 사진 쌍을 입체안경(Stereoscope)을 사용하여 관찰하면 시료상의 심도에 따라 중첩된 정보가 분해 되어 3차원적인 관계를 파악할 수 있어 복잡한 세포구조를 밝히는데 사용되어 왔다(Heuser, 2003; Lee et al., 2004, Mun et al., 2007).

이는 기본적으로 사람의 양안 입체시의 원리에 맞게 현미경사진의 해석에 응용한 것인데, 이미 역사적으로 많은 연구와 실생활에 적용되어 왔다. 두 눈이 위치한 각도 차에 따라 동일한 물체가 약간 다른 영상을 만들어 내어 입체시를 만든다는 사실은 Euclid (AD 280)에 의해 처음 기술되었다. Leonardo da Vinci (BC 1584) 또한 이러한 양안입체시의 특성을 명확하게 이해하고 그의 그림에 적용하였다. 특히 실험과 기구를 이용하여 입체시에 대한 이론적 실험이 이루어지고 간단한 그림을 입체로 볼 수 있는 기구가 제작되기도 하였다(Wheatstone, 1838). 이후 입체 카메라의 발명과 더불어 19세기 말에서 20세기 초를 걸치면서 입체사진은 생활 속에서 흔히 활용되었다.

이러한 입체상을 얻기 위해서 촬영각도를 달리한 환영 심도(illusion of depth)가 다른 한 쌍의 사진을 입체안경을 이용하여 입체상을 관찰하는 것이 통상적인 방법이며, 연습을 통하여 별도의 안경이 없이도 입체상을 인지할 수는 있으나 체계적인 분석이 용이하지 않다.

두 장의 영상을 한 장의 사진에 중첩하여 인쇄하는 anaglyph라는 기법이 Ducos Du Hauron에 의하여 소개되었다(Poulot, 2005). 이 중첩된 영상은 좌우가 적청 혹은 적-녹으로 만들어진 안경을 이용하여 관찰하

* Correspondence should be addressed to Im Joo Rhyu, M.D., Ph.D., Department of Anatomy, Korea University College of Medicine, 126-1 Anam-Dong 5-Ka, Sungbuk-Ku, Seoul 136-705, Korea. Ph.: (02) 920-6149, FAX: (02) 929-5696, E-mail: irhyu@korea.ac.kr

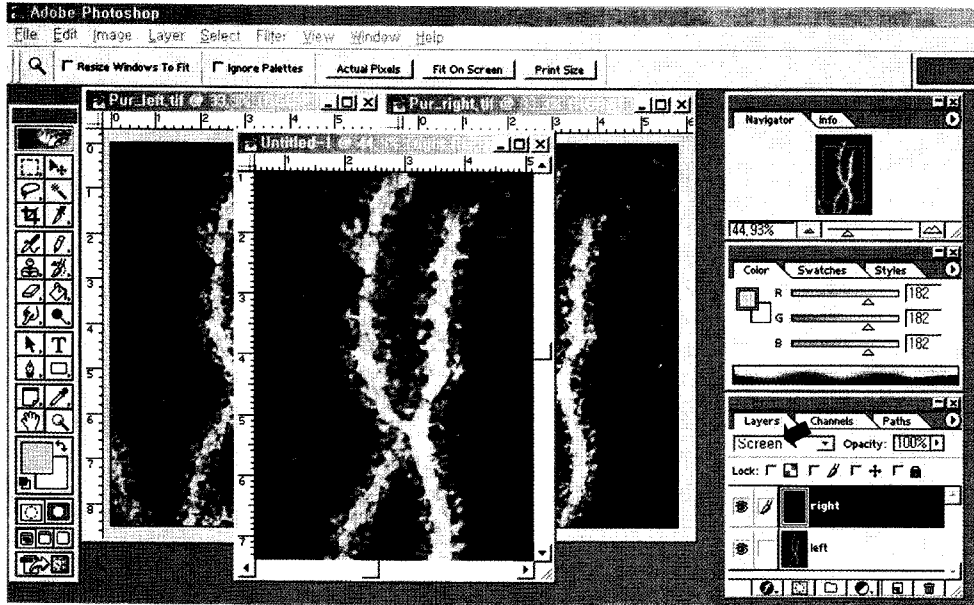


Fig. 1. Screen capture of anaglyphic construction with Adobe Photoshop®. Right and left images were opened and converted into RGB mode. And each image constitutes two layers of anaglyphic image. The removal of red channel in left image makes it turn into cyan color, and the removal of green and blue channels in right image into red color. The anaglyphic images are appeared when the layer mode is screen (Arrow).

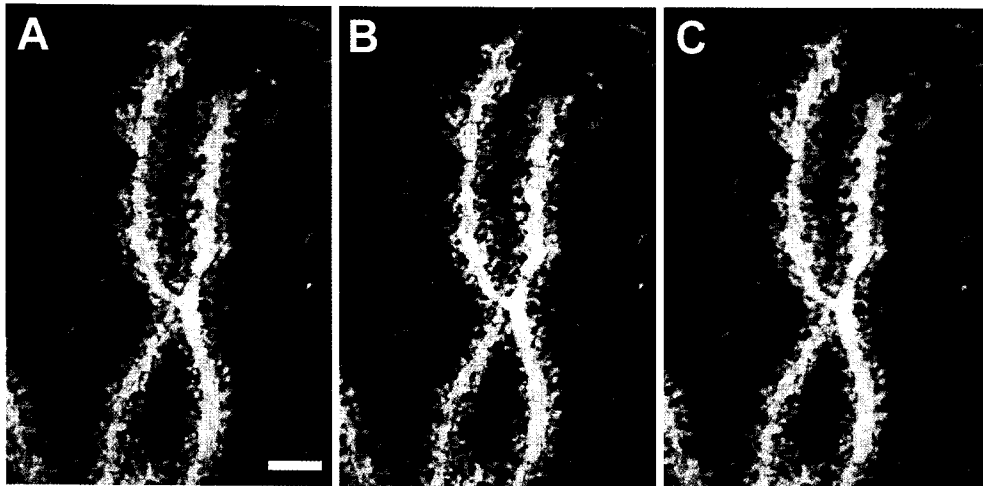


Fig. 2. Comparison of stereo pair image [+8 (A), -8 (B)] and anaglyphic image. Both configuration reveal almost same depth of perception

면 복잡한 입체경이 없이도 쉽게 입체상을 만들어 낼 수 있다. 최근 인쇄기술의 발달과 더불어 컴퓨터에서

쉽게 색상정보를 표현할 수 있어 많이 활용되고 있는 연구 기법이다.

최근 개인용 컴퓨터에서 쉽게 anaglyph 영상을 만들 수 있는 프로그램이 상용으로 보급되기도 하고, 자유로이 쓸 수 있는 프로그램 (freeware)을 인터넷에서 구할 수 있기는 하나, 아직 국내 연구자들에게는 익숙한 방법이 아니다. 이 연구에서는 형태학 실험실에서 주로 활용되고 있는 Adobe Photoshop® (ver 7.0, 영문판) 프로그램을 이용하여 anaglyph 영상을 구현하는 방법을 소개하고자 한다.

이 연구에 사용된 재료는 Golgi 염색된 생쥐뇌소의 조롱박세포의 가지를 4 μ m로 절편을 만들어 대전에 소재한 초고압 전자현미경 (JEM ARM 1300S, KBSI)으로 촬영된 경사각 +8, 0, -8도의 사진을 이용하였다. 초고압 전자현미경으로부터 얻은 사진을 Adobe Photoshop®으로 불러내어 각각 영상모드를 하여 RGB 영상으로 변환시킨다 (Menu에서 Image-Mode-RGB를 선택). 다음 단계로 -8도 영상을 모두 선택한 후 복사하여 새로운 파일을 만든 다음 복사하여 층(layer)의 이름을 편의상 좌측층(left layer)으로 정하고, +8도 영상을 복사하여 우측층(right layer)으로 정한다. 위에 위치한 우측층의 불투명도(opacity)를 Menu에서 Edit-Fill을 click하여 50~60%로 조절하고 좌우층의 영상이 경사를 준 축(tilting axis)에서 최대한 일치하도록 우측 영상층의 위치를 조정하여 주며, 조정이 완료되면 우측층의 불투명도를 다시 100%로 돌려준다.

다음으로 두 층 영상의 색상 수준(RGB color level)을 다르게 조정한다. 즉 우선 왼쪽층에서 먼저 색상 수준 메뉴(Image → Adjustment → Level)로 들어가서 적색채널(Red)을 선택하고 출력수치의 범위를 0~255에서 0~0으로 변경하여 적색을 완전히 제거하면 왼쪽층의 색상이 청록색(Cyan)계열로 바뀌게 된다. 다음 우측층으로 이동하여 녹색채널(Green)과 청색채널(Blue)의 출력 범위를 모두 0~255에서 0~0으로 바꾸면 우측층의 색상이 적색으로 변한다. 이 두 층의 영상을 합치게 되면 적, 청의 Anaglyph영상이 나타난다(정확하게 표현하면 적/청록색의 영상이다). 만약 이 영상이 나타나지 않으면 layer관리층의 메뉴에서 Screen mode를 선택하면 명확하게 적, 청의 영상이 나타날 것이다. 이때 좌측은 적색, 우측은 청색으로 처리된 안경을 쓰고 합성된 영상을 관찰하면 입체상이 나타나게 된다. 마지막으로, 필요한 부분을 선택하여 저장하면 완전한 anaglyph 입체사진을 저장할 수 있다. 이 결과는 컴퓨터 화면에서 관찰 할 수 있기도 하고,

컬러인쇄를 하여 관찰 할 수도 있다.

이상의 기술로, 실험실에서 Adobe Photoshop® 프로그램을 이용하여 간단하게 입체 영상을 만드는 과정을 제시하였다. 또한 적청의 안경은 관련 업체에서 구할 수 있고 필요하면 문구점에서 청적의 셀로판지와 두꺼운 판지를 이용하여 손수 제작할 수도 있다(<http://ltc.smm.org/visualize/node/159>).

이 논문에서는 anaglyph 영상을 제작하는 과정에서 왼쪽 사진의 영상의 정보에서 적색 채널의 출력을 완전 소거하여 녹색 채널만을 표현되게 된다. 반대로 오른쪽 사진은 녹색 채널이 소거되어 적색으로 표현된다. 관찰 할 때 왼쪽에 적색안경을, 오른쪽에 청색(혹은 녹색, 청록색)안경이 위치하게 한다. 실제로 합성된 사진을 관찰할 때 왼쪽으로 들어오는 영상정보는 적색 안경이 필터로 작용하여 녹색 채널만으로 표현된 왼쪽 사진만이 왼쪽 눈으로 들어오게 되고, 반대로 오른쪽에 있는 청색안경은 적색으로 표현된 오른쪽 사진만이 눈으로 들어오게 되는 것을 알 수 있다. 즉 왼쪽 사진은 왼쪽 눈으로, 오른쪽 사진은 오른쪽 눈으로 입사되는 것을 알 수 있다. 이는 맨눈으로 입체사진을 관찰하는 방법으로 왼쪽 눈은 왼쪽사진에 초점을, 오른쪽 눈은 오른쪽사진에 초점을 맞춘 후 중간부분에서 중첩시키는 방법과 같은 원리이다.

두 장의 입체사진으로 관찰되는 영상을 입체안경으로 관찰한 영상과 적청 안경으로 나타나는 영상을 비교하여 보면 같은 영상과 동일한 심도 방향이 설정되었으나, anaglyph로 관찰 한 영상에서 약간 과장된 심도가 관찰되는 경향이 있었다. 이는 인위적으로 회색조(Gray scale)의 전자현미경 영상을 RGB 모드를 바꾸면서 일어난 현상으로 생각된다. 그럼에도 불구하고 anaglyph 입체영상은 제작이 용이하고, 적청의 안경만 있으면 특별한 훈련이 없이도 쉽게 3차원 정보를 획득할 수 있다.

Adobe Photoshop®을 이용하여, anaglyph 입체영상을 제작하면 기존의 프로그램에 비하여 몇 가지 장점을 지닌다. 기성 프로그램은 단순히 기계적으로 입체 영상을 만들기 때문에 시편의 tilting axis가 잘 맞지 않거나 파일 크기가 다른 경우 나타나는 오류에 빠진다. 하지만 Adobe Photoshop®을 이용할 경우 섬세한 조절을 통하여 이러한 문제점을 위한 같은 문제점을 해소할 수 있다. 또한, anaglyph 입체영상 합성 전에 사진의 밝기나 대조를 조절하면 최적화된 Anaglyph

입체영상을 얻을 수 있다. 또한 컴퓨터 화면상에서 과일을 확대하여 관찰하면 특정부분의 3차원 정보를 실시간으로 자세히 관찰 할 수 있으며, 그 안에서 특정 구조물에 대한 표시도 할 수 있어서 시료를 정량적으로 분석하는데 유용하게 사용할 수 있다. 실제로 우리 실험실에서 신경세포의 가지돌기 가시의 밀도를 분석한 바 있는데, 단순히 2차원적으로 분석할 때보다 anaglyph 영상과 컴퓨터 화면을 이용하여 분석한 결과가 1.5배 정도의 차이로 가지돌기 가시가 관찰되었다(미발표 자료). 이는 입체상 분석을 적용함으로써 2차원 영상에서 숨겨져 있던 가지돌기 가시가 표출된 것이다. 이러한 anaglyph 영상을 NIH-image과 같은 영상분석 프로그램을 이용하면 자세한 입체정보를 추출할 수 있다(Hein, 2001).

위에 기술한 바와 같이, Anaglyphic 영상은 두 장의 영상을 이용한 방법에 비하여 입체영상을 효과적으로 인식할 수 있게 해 준다. 일반적으로 널리 사용되는 프로그램인 Adobe Photoshop®을 이용하여 쉽고 간편하면서도 제작자의 목적에 맞게 최적화된 3차원적인 영상을 제작할 수 있다. 또한 Adobe Photoshop®이 가진 여러 가지 기능을 활용하면 다양한 3차원 정보를 추출해 낼 수 있어 앞으로 복잡한 구조 연구에 다양

하게 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Hein LR: Quantitative fractography by digital image processing: NIH Image macro tools for stereo pair analysis and 3-D reconstruction. *J Microsc.* 204 : 17-28, 2001.
- Heuser JE: Whatever happened to the 'microtrabecular concept'? *Biol Cell* 94 : 561-596, 2003
- Lee KJ, Kim H, Kim TS, Park SH, Rhyu IJ: Morphological analysis of spine shapes of Purkinje cell dendrites in the rat cerebellum using high-voltage electron microscopy. *Neurosci Lett.* 359 : 21-24, 2004.
- Mun JY, Arai T, Hama K, Han SS: Rhabdome Formation in late pupal stage of *Drosophila melanogaster*; observation using high-pressure freezing and freeze-substitution, and high-voltage electron microscopy. *Korean J Electron Microscopy* 37 : 35-42, 2007.
- Poulot JG: Everything you need to about 3D photography, Davinci, Seoul, 2005 (Korean).
- Wheatstone C: Contributions to the Physiology of Vision, Part I: On Some Remarkable, and Hitherto Unobserved, Phenomena of Binocular Vision. *Royal Soc of London Philosophical Trans* 128 : 371-394, 1838.