

고고학적 이미지의 색조보정을 위한 Levels 과 Curves 기술의 응용

장준영*, 김동현**, 백성욱***

요약

고고학과 미술역사의 범주에서 공예품, 회화, 건축의 조각이나 부조에서 보이는 인물, 신화, 종교적이거나 역사적사건, 문양과 장식등에 묘사된 모든 것들을 이미지화 하여 분석하고 시대의 풍습과 문화 양식까지 규정 한다. 이러한 이미지자료들이 노화 나 훼손, 또는 노출이 부족하게 촬영된 경우 색조의 분포가 고르지 않아 분석이 어려운 경우가 많다. 전문적인 사진의 색조 보정에 사용되는 Levels 과 Curves는 그래프와 수치 값의 미세한 조절로서 결과 값을 산출하는 탁월한 기능이 있다. 색조가 훼손된 고고학적 이미지자료에 이 기술을 적용하여 그 방법을 모색하고 이 분야의 기초적인 응용기술로서의 유용성을 살펴보았다.

The application of Levels and Curves for the tonal correction of archaeological images

Jun Young Jang*, Dong Hyun Kim**, Sung Wook Baik***

Abstract

In the study of Art History and Archaeology, the paintings, sculptures, relief, and applied arts provide a vivid description of religious and historical events and everyday life. Through these descriptions it is possible to gain a greater understanding of things such as the customs, culture, and architectural styles of that period. However, if Art History and Archaeological images are very old, distorted or underexposed, it is difficult to analyze them. Using Levels and Curves is one way to tonally correct professional photographs. It is an effective method for tonal correction because of the exact numeric values which are calculated and displayed as the image is adjusted. In this paper, the usefulness of this method for correcting a distorted archaeological image was examined.

Keywords : Digital Image(디지털이미지), Levels(레벨), Curves(커브), Tonal correction(색조보정)

1. 서론

고고학적 유물을 연구하기 위하여 직접적인 현장 답사를 하지만 시간과 공간상의 제약이 있어 촬영된 이미지 자료들을 사용한다. 하지만 분석 자료로서 활용되는 이미지들이 훼손과 노화

또는 촬영 시 노출부족으로 이미지의 색조(Tone) 정보가 좋지 않은 경우 분석이 아주 어렵다. 이미지의 명도대비와 색의 선명도는 이미지를 분석하기 위한 첫 단계로 이를 위하여 전문적인 사진 보정에 사용되는 Levels(레벨) 과 Curves(커브)의 색조보정(Tonal correction) 기능이 있다. 이것은 디지털 사진 이미지의 보정에 가장 기본적이고 필수적인 과정으로 색조가 바래거나, 콘트라스트(Contrast)가 낮아 뿌옇게 된 상태, 또는 노화와 훼손으로 인한 색조정보의 파악이 힘든 경우에 사용된다. 뿐만 아니라 사진 보정 기술을 응용한 이미지의 분석 및 활용은 이미 방사선, 해부학의 분야에서도 활용 및 응용되고 있다[3][5][7][10][13][14]. 본 논문에서는 채색 흔적만 어렵게 인식 할 수 있고 광량이 부족

※ 제일저자(First Author) : 장준영
접수일자:2007년08월01일, 심사완료:2007년08월17일
* 세종대학교 컴퓨터공학부
young38@sju.ac.kr
** 세종대학교 컴퓨터공학부
*** 세종대학교 컴퓨터공학부(교신저자)
■ 이 논문은 2006년도 신기술 연구개발 지원 사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(과제번호-10643)

한 유적물의 부조(Relief)를 연구대상으로 선택하였다. 색조보정과 채색 정보를 추출하기 위하여 Levels과 Curves를 일반적인 사진보정 방법과는 달리 이미지 디테일의 분석을 위하여 객관적인 수치 값을 다양하게 입력하고 색조보정과 색상 정보를 분석하였다. 이를 통하여 유적물의 세밀한 묘사의 분석이 필요한 고고학적 자료에 Levels과 Curves의 적용 방법과 유용성을 모색하였다[1][4][8][9][10].

2. 이미지 자료의 입력

연구에 사용되는 이미지는 수리아바르만 2세(Suryavarman II, 1113-1150) 시대에 지어진 앙코르왓(Angkor Wat)에 위치한다(그림 1)[1][2]. 연구대상인 이미지는 서쪽회랑의 남쪽면(W. Gallery, S section)에 위치하며 '마하바라타'(Mahabharata)의 한 장면을 형상화시켜 놓은 것으로 인도의 한 지방인 '쿠루세트라'에서 있었던 왕과 반군인 조카간의 역사적인 최후의 전투 장면(Battle of Kurukshetra)을 재현한 부조이다[5].

<표 1> 촬영에 사용된 카메라의 제원

제원	
제품명	니콘 디지털 카메라 E-8700
촬영 소자	화소 수 831만 화소 2/3형 ccd
최대기록화소	3264 x 2448 (8M)
렌즈	8배 줌 35 - 280 mm, F2.8 - F4.2
촬영거리	50cm-8[마크로 모드, 메뉴얼 모드 포커스 시 렌즈 앞 약3cm~8]
촬영감도	ISO 50, 100, 200, 400
기록화상형식	Design Rule For Camera File System(DCF), Exif 2.2, DPOF
측광방식	256-segment, Matrix Center-weighted Spot Spot AF area
노출계 연동	EV -2~18(W측), EV -0.5-18(T측) EV -2~18(W측), EV -0.5-18(T측)
셔터	Auto: 2 to 1/4000 secP/S/A/M: 8 to 1/400 secBulb in M mode (up to 10 minutes)At some apertures maximum shutter speed is 1/2000 sec

이미지의 입력은 ISO감도를 자체적으로 변화

시키는 기능과 더불어 노출부족에 강한 특성도 있으며 건축물 내부에서 적정노출의 조절 없는 촬영을 위하여 디지털카메라를 사용하였다<표 1>. 부조의 노출이 상당히 부족한 (그림 3a)의 한 형상부분인 (그림 3b)를 색조 보정을 위한 연구대상으로 근접 촬영하였다.

<표 2> (그림 3b)의 이미지 촬영 정보

Camera Data	
Exposure Program	Normal
F-Stop	f/4.1
ISO	100
Pixel Dimension	x : 1944 Y : 2592
Resolution	x : 300 Y : 300
Compressed Bits per Pixel	4.0
Focal Length	52.4mm
Metering Mode	Pattern
Compressed Bits per Pixel	4.0
Color Space	sRGB



(그림 1) 앙코르 왓 사원 전경



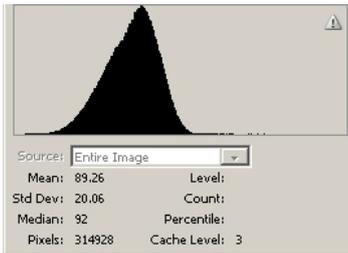
(그림 2) 앙코르왓 서쪽 남단 갤러리



a.
b.
(그림 3) a. (그림 2)의 전투장면 한 부분
b. (그림 a)의 부분 (인물상)

3. 히스토그램(Histogram)을 이용한 색조분석

분석에 앞서 획득된 부조이미지의 색조분포를 알아야 한다. 이를 위하여 시각적인 그래프와 수치로 제공하는 히스토그램을 활용하면 이미지의 밝은 색조에서 어두운 색조의 변화를 시각적으로 알 수 있다[4][10]. 히스토그램은 x축과 y축으로 구성되고 x축은 밝기가 가장 어두운 0단계부터 가장 밝은 255단계까지 나타내며 y축은 각 밝기에 해당하는 픽셀의 양을 나타낸다(그림 5).



(그림 4) (그림 3b)의 히스토그램

<표 3> (그림 4)의 히스토그램 값

	Histogram Value
Channel	RGB
Mean	89.26
Std Dev	20.06
Median	92
Pixels	314928
Cache Level	3

픽셀의 양을 나타내는 y축을 중심으로 왼쪽에 치우쳐 있으면 노출부족을, 오른쪽에 집중 되었

다면 촬영 시에 노출과다를 의미한다. 픽셀의 분포가 전체적으로 중앙에 고루 분포되면 적정노출이다. (그림 3b)의 히스토그램인 (그림 4)를 보면 중간 색조의 분포가 많은 반면 하이라이트(Highlight)부분과 섀도(Shadow) 부분의 분포가 적어 이미지의 색조가 고르지 않다. 이것은 히스토그램의 Mean(픽셀 평균수치)값에서 알 수 있는데 전체 레벨 값에 분포한 픽셀의 평균값으로 이미지가 밝으면 크게, 어두우면 작게 나온다. 표3에서 Mean의 값은 가장 밝은 색조의 수치값 255를 기준으로 89.26이며 색조의 분포가 어두운 평균값을 나타내고 있음 알 수 있다. 또한 Std Dev(표준편차)는 레벨 값에 분포한 픽셀의 분포도로 명도차이가 높으면 픽셀의 밝고 어두운 명도 분포가 넓어지기 때문에 히스토그램 그래프가 완만하게 형성되며 높은 수치 값이 나오지만 여기서는 20.06으로 이미지의 명도가 낮음을 알 수 있다<표 3>.

4. 색조의 보정 방법

4.1 Levels 과 Curves

Levels 과 Curves는 전문적인 사진에서 색조의 분포가 고르지 못한 이미지를 보정하기 위한 가장 우선적이며 기본적인 기술이다. 정확한 수치 값으로 조절이 가능하여 색조의 변화를 무한하게 선택 할 수 있는 특징을 이미지의 묘사와 색채 정보 추출이 필요한 디테일(Detail)분석에 적용하였다. 색조 보정을 위한 Levels과 Curves 기술의 일반적인 특징은 아래와 같다.

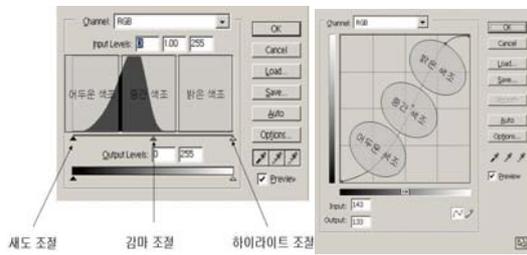
a. Levels

이미지의 색조 범위를 가장 어두운부분에서 중간부분, 그리고 밝은 부분까지의 분포를 나타내며 조정하는 역할을 한다(그림 5a). Levels의 그래프는 256단계의 명도를 가지며 가장 어두운 상태가 0값, 가장 밝은 상태가 255값을 가지고 있다. 이 값을 근거로 하여 이미지의 전체나 혹은 특정 선택영역의 밝고 어둡기를 조절하는 가능하다. 그래프에 나타난 3개의 입력(Input) 슬라이더와 수치 값의 입력으로 섀도, 하이라이트 영역을 각각 조절하며, 감마(Gamma) 슬라이더는 하이라이트와 섀도 사이의 상대적인 이미지 밝

기를 조절 한다. 출력(Output) 슬라이더는 색도와 하이라이트의 프린팅(Printing)을 위해서만 설정하여 사용한다. 이러한 조절 기능으로 이미지의 픽셀들이 검정색부터 흰색까지 이미지의 색조 범위가 골고루 분포되게 함으로써 색조 보정이 가능하다[9][10].

b. Curves

Curves는 Levels과 같이 이미지의 색조 범위를 조정할 수 있는 기능으로 보다 광범위하고 과감한 조정을 가능케 하며 3개의 변수(하이라이트, 색도, 감마)를 사용한다. (그림 5b)에서 Curves 그래프를 살펴보면, 위쪽과 오른쪽으로 그레이스케일 그래데이션을 사선으로 가로지르는 그래프 형식을 취하고 있다.



a. Levels의 색조 조절 범위
b. Curves의 색조 조절 범위

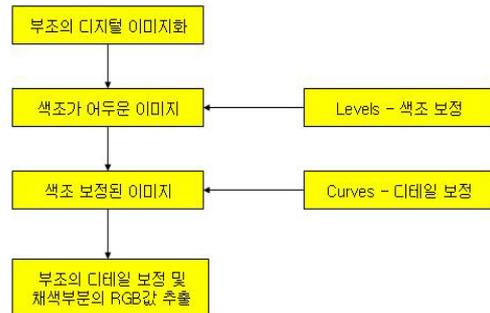
수평으로의 이동은 해당 이미지의 원래 값으로 밝기 값을 나타내며 Input Levels(입력 레벨)로 나타난다. 수직으로의 이동은 그 새로운 밝기 값이며 Output Levels(출력 레벨)로 나타난다. 채널(Channel)을 선택하여 조절할 수 있고 곡선 모양의 아이콘과 연필 모양의 아이콘으로 그래프를 조절 할 수도 있다.

그러나 Curves 명령은 Levels 명령처럼 3가지 단계(밝은 영역, 어두운 영역, 감마)를 사용하여 색상을 조절하는 것이 아니라 회색 단계의 곡선을 이용한다는 점이 근본적인 차이점이며 미세한 색조 보정 과 콘트라스트(Contrast) 조정에 사용된다[1][4][9][10].

4.2 색조의 보정 과정

고고학적 이미지에서 세밀한 디테일들은 역사

적 가치와 시대의 양식을 결정하는 중요한 자료이다. 색조가 어두운 이미지 자료는 일반적인 방법으로는 디테일을 명확히 알 수 있는 보정이 어려운 경우가 많다. Levels로 노출이 아주 부족한 이미지를 밝게 색조보정 한 후 Curves의 수치 값을 다양하게 조절하여 이미지의 콘트라스트를 높였다. 이미지 디테일의 픽셀 정보를 최대한 얻기 위한 이미지 프로세싱(Image Processing)은 (그림 6)과 같다.

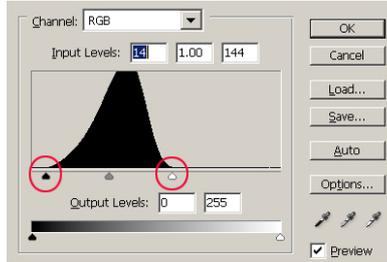


(그림 6) 색조 보정을 위한 프로세싱

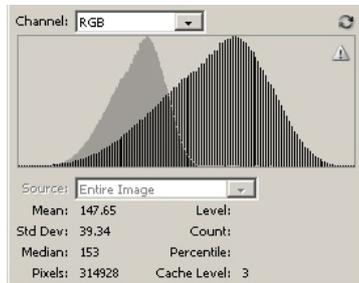
4.2.1 Levels을 이용한 1차적인 색조 보정

(그림 7a)의 Levels은 (그림 4)의 히스토그램과 같이 (그림 3b)의 색조 분포를 나타낸다. 여기서 색도 부분에 색조가 많이 분포되어진 것을 볼 수 있고 촬영 시에 노출부족으로 색조 변화가 급격해졌음을 의미한다. 색조분포를 고르게 하기 위해서 일반적으로 Levels의 입력(Input)슬라이더를 사용하여 좌측의 색도 슬라이더와 우측의 하이라이트 슬라이더(동그라미로 표시)를 색조 곡선의 시작부분까지 이동시키면 감마(Gamma; Midtone)슬라이더는 상대적으로 움직인다(그림 7a). 하지만 본 연구에서는 이미지의 디테일 분석을 위하여 다양하게 원하는 결과 값을 시도하였다. 입력 레벨(Input Levels)에서 감마값과 입력 수치 값을 미세하게 조절하여 최종적으로 가장 보정된 수치를 <표 4>와 같이 설정하였다. 이렇게 색조를 조절하면서 나타나는 보정효과는 (그림 7b)와 같이 히스토그램에 연속적으로 반영되기 때문에 Levels이나 Curves의 사용 시 색조의 변화를 동시에 체크하며 조절하는 것은 아주 중요하다[10]. <표 5>에서 색조가 변화된 수치 값을 보면 Levels을 적용 한 후

분포한 픽셀의 평균값을 의미하는 Mean값이 147.65로 색조 보정 이전에 나타난 <표 3>의 Mean값과 비교하여 높게 나왔다. 이것은 이미지의 색조가 전체적으로 크게 보정 된 것을 의미하며 (그림 9b)에서 밝게 보정된 이미지를 볼 수 있다.



a.



b.

(그림 7)

- a. Levels에서 색조영역과 조절 판
- b. Levels 보정에 따른 히스토그램

<표 4> Input Levels 조절 값

Input Levels	새도	감마	하이라이트
Values	19	0.75	134

<표 5>. (그림 7b)의 히스토그램 값

	Curves 의적용
Channel	RGB
Mean	144.32
Std.Dev	63.09
Median	150
Pixels	314928
Cache Level	3



(그림 9) Level 과 Curves를 이용한 색조의 보정 결과 비교

- a. 색조보정 이전
- b. Levels을 이용한 색조 보정
- c. Curves를 이용한 색조의 디테일 보정

Levels 과 Curves의 보정 후 목걸이 장식부분의 채색된 색상 값 변화를 알기 위하여 동일한 특정부분의 RGB값을 각각 비교하면 Red값이 Curves 보정 후 상당히 높아진 것을 <표 8>에 서 알 수 있다. 즉 Curves를 사용한 디테일의 콘트라스트 보정으로 부조에 채색된 색상 값을 보다 뚜렷하게 구현 할 수 있었다(그림9, 10).



a.

b.

(그림 10) 목걸이 장식부분의 채색비교

- a. (그림 9)의 b부분
- b. (그림 9)의 c부분

<표 8> (그림 10)의 RGB 값

	그림 10 a	그림 10 b
Red	145	200
Green	120	65
Blue	115	102

5. 결론 및 향후연구

Levels의 조절을 통하여 색도 색조에서 하이 라이트 색조까지 전체적인 색조의 분포를 극대화하여 색조가 어두운 이미지를 밝게 보정하였다. 여기에 Curves의 적용으로 콘트라스트를 향상시켜 부조에 새겨진 양각과 음각이 뚜렷이 드러났고 동시에 채색된 정보까지 알 수 있었다. Levels과 Curves는 그래프와 수치 값의 조절을 다양하게 입력 할 수 있어 목적하는 최상의 결과 값을 산출을 할 수 있고 색조 보정 후 나타난 이미지 디테일의 픽셀 정보를 통한 고고학적 유물의 분석과 원형복원에 기초적인 자료를 형성 할 수 있다. 노화나 훼손된 고고학적 이미지 자료들을 분석하고 복원하여 시대의 양식 과 문화적 가치를 규정하는 것은 고고학에서 숙련된 과제이다. 이미지를 수정하고 편집하는 전문적인 사진 보정기술을 응용하여 고고학적 이미지 분석과 복원에 필요한 기술로 전환하는 연구가 지속적으로 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Adobe Systems, Adobe Photoshop CS2, Classroom in a Book, Adobe Press Publishers, San Jose, Calif. 2005

[2] A. N. Chalazonitis, MD, Ph.D, D. Koumarios, RT, J. Tzovara, MD, and P. Chronopoulos, MD, How to Optimize Radiological Images Captured from Digital Cameras, Using the Adobe Photoshop 6.0 program, Journal of Digital Imaging, Vol 16, No2 , pp. 216-229, 2003

[3] Charles Higham, The Civilization of Angkor, University of California Press, Calif. 2004

[4] Deke McClelland, Adobe Photoshop CS2 One-on-One, deke Press & O'Reilly Publishers, Gravenstein, Highway North, Sebastopol, Calif. 2005

[5] Frank M. Corl, Melissa R. Garland, Elliot K. Fishma

n, Role of Computer Technology in Medical Illustration, AJR Vol 175, pp. 1519-1524, 2000

[6] Hannikka Eleanor, Angkor Wat: Time, Space and Kingship, Hawaii edition, 1996

[7] Jin Seo Park, Min Suk Chung, Sung bae Hwang, Young Sook Lee, Dong-Hwan Har, Technical Report on Semiautomatic Segmentation Using the Adobe Photoshop, Journal of Digital Imaging, Vol 18, No 4, pp, 333-343, 2005

[8] Jin Seo Park, Min Suk Chung, Sung Bae Hwang, Byeong Seok Shin, Hyung Seon Pa가, Visible Korea n Human: Its Techniques and Applications, Clinical Anatomy 19:216224, 2006

[9] Katrin Eismann, Photoshop Masking & Compositing, New Riders Publishers, Berkeley, Calif., 2005

[10] Martin Evening, Adobe Photoshop CS2 for Photographers, Focal Press Publishers, Burlington MA, 2005

[11] Omar Lababede, MD, Digital Image Manipulation, RadioGraphics, Vol 23, No. 5, pp. 1338-1340, 2003

[12] Ronald D. Caruso and Gregory C. Postel, Image Annotation with Adobe Photoshop, Journal of Digital Imaging, Vol 15, No 4 pp. 197-202, 2002

[13] Ronald D. Caruso, MD, Gregory C. Postel, MD, Image Editing with Adobe Photoshop 6.0, RadioGraphics, Vol 22, pp. 993-1002, 2002

[14] Roger S. Riley, Jonathan M. Ben-Ezra, Davis Massey, Rodney L. Slyter, Gina Romagnoli, Digital Photography: A Primer for Pathologists, Journal of Clinical Laboratory Analysis Vol 18, No. 2, pp.91-128, 2004

[15] Vann Moly : Les cite's khmer an anciennes, Toyota Foundation, Phnom Pehn, 1999



장 준 영

1995년 독일 마인츠 국립대학교 서양미술사학과 (학사)
 1997년 독일 마인츠 국립대학교 서양미술사학과 (석사)

2005년~현재 : 세종대학교 디지털콘텐츠학과 박사과정
 관심분야: 이미지 프로세싱, 디지털콘텐츠



김 동 현

- 1983년 : 연세대학교 건축공학과 (학사)
- 1988년 : 오사카대학 환경공학과 공학(석사)
- 1991년 : 오사카대학 환경공학과 공학(박사)

현 재 : 세종대학교 디지털콘텐츠학과 교수
관심분야 : 컴퓨터그래픽, 가상현실, 컴퓨터게임



백 성 욱

- 1987년 : 서울대학교 계산통계학과(학사)
- 1992년 : Northern Illinois University, Computer Science (석사)
- 1999년 : George Mason University, Information Technology (박사)

현 재 : 세종대학교 디지털콘텐츠학과 교수
관심분야 : 컴퓨터비전, 데이터마이닝, 데이터베이스, 이미지프로세싱, 컴퓨터 게임, 가상현실, 디지털콘텐츠