

# 소프트 프루핑에서 최적의 Profiling을 이용한 컬러 관리에 관한 연구

차재영<sup>†</sup>, 조가람, 구철회

<sup>†</sup>한국폴리텍대학Ⅱ 인쇄정보미디어과, 부경대학교 공과대학 인쇄정보공학과  
(2009년 5월 4일 접수, 2009년 6월 12일 최종 수정본 접수)

## A Study on Color Management using Optimum Profiling in Soft Proofing

*Jae-Young Cha<sup>†</sup>, Ga-Ram Cho, Chul-Whoi Koo*

<sup>†</sup>Dept. of Printing and Information Media, Korea Polytechnic College,  
Dept. of Graphic Arts Information, College of Engineering, Pukyong National University  
(Received 4 May 2009, in final from 12 June 2009)

### Abstract

The color reproduction of digital still camera does not, in general, match those of the final output device. Because color gamut of these devices is different, it is therefore necessary to take account of a way to match. The way uses the optimized profile to output device an image. This paper proposed a way to create the input profile of digital still camera for standardization soft proofing process. The results of proposed way showed that for input profiles equivalent, good results relatively.

In this paper, an experiment was done where the illumination sources used as the standard illumination 5200K and illuminated at a 45° angle in the best illumination efficiently. The white balance was in mode 'custom': aperture F11, exposure time 1/60s, ISO50, focal length 80mm. The images were exported and saved as 16bit RGB TIFF(AdobeRGB, sRGB, ProphotoRGB) images. To do the test, the RGB values of the RGB TIFF images are processed through the ICC input profile to arrive at processed CIEL\*a\*b\* values. A profiling tool such as ProfileMaker 5.0 and

Monacoprofile 4.8 are used to do this. The processed CIEL\*a\*b\* values are compared to the reference CIEL\*a\*b\* values and these two values are used to calculate a  $\Delta E^*_{ab}$ .

Keyword : digital still camera, color gamut, 16bit RGB TIFF images, ICC input profile, profiling tool, CIEL\*a\*b\* values,  $\Delta E^*_{ab}$ .

## 1. 서론

인쇄 공정에서 정확한 이미지 원고의 제작을 위해 가장 중요한 부분은 입력 부분이다. 잘못 만들어진 입력 이미지는 최종 인쇄물까지 문제를 만들 수 있기 때문이다. 특히 입력 조건의 변수로 white balance, 계조 재현성, 해상도 등이 있으며, 이 때 이미지는 입력 장치가 허용하는 만큼 이미지에 손상을 주지 않고 재현할 수 있는 RAW 파일로 추출한다.

입력 장치의 컬러 관리에 있어 외국에 경우 체계화된 규격과 활용 방법들에 대한 최적의 출력 조건을 찾기 위한 연구가 이루어지고 있다.<sup>1)~2)</sup> 또한 체계적인 이미지 캡처 방법에서 이미지 데이터의 가공과 컬러의 재현 특성 등이 폭넓게 연구되고 있다.<sup>3)~4)</sup> 국내의 프로그램 사용자들은 외국의 연구 개발의 속도에 비해 기술을 익히고 적용하는데 시간이 많이 소요되고 있다. 이러한 환경에서 충분한 기술적 습득 없이 작업에 임하고 있어 작업이 효율적으로 이루어지고 있는지에 대한 구체적인 검증이 어려운 실정이다.

모니터는 소프트 프루빙(soft proofing)의 도구로 그 중요성이 높은 출력 장치이다. 모니터는 촬영 이미지의 정확한 컬러를 시각적으로 확인하고 수정함으로써 모니터 상에 디지털 이미지나 사진 촬영 이미지의 컬러를 정확하게 표현해야 한다. 또한 모니터 상의 소프트 프루빙은 이미지관련 프로그램과 연동하여 작업이 이루어지며, 앞으로 Web to Print 기술이 대중화 될 경우 반드시 요구되어지는 기술이다.

따라서 본 논문에서는 입력부에서 Digital ColorChecker SG 타겟과 ColorChecker DC 타겟을 이용해 RAW파일 기반의 디지털 카메라용 ICC 프로파일을 만들고 편집용 프로그램을 이용해 최적의 프로파일 활용 방법을 찾고자 하였다.

또한 소프트 프루빙을 위한 모니터의 프로파일을 만들고 모니터상에서 얼마나 정확하게 컬러를 표현할 수 있는지 확인하여 입력에서 출력까지 정확하게 컬러가 표현이 되었는지를 평가함으로써 출력 장치에서 최적의 프로파일을 이용한 컬러 관리 방법을 제시 하였다.

## 2. 실 험

### 2-1. 디지털 카메라의 Profiling

본 실험에 사용한 원고는 Canon EOS4D 디지털 카메라로 주변 광원에 따른 연색성을 방지하기 위하여 암실 조건으로 한 다음, 라이트 부스에서 촬영하였다. 이때 촬영 광원은 Formax D600, Prolight(L-6000A)로 색온도는 출력 장치의 조건에 부합하는 화이트 밸런스 5200K를 적용하였다.<sup>5)</sup> 또한 조명 각도는 조명 효율이 가장 우수한 45도로 설정하였으며, 촬영 원고는 Figure 1과 같이 GretagMacbeth사의 ColorChecker DC, Digital ColorChecker SG를 각각 사용하였다.

또한 디지털 카메라의 화이트 밸런스는 Qpcard 102를 이용하여 표준 광원 5200K에서 custom 화이트 밸런스를 잡았고, 촬영 시 감도는 ISO50, 조리개는 F11, 셔터 속도는 1/60s로 각각 설정하였으며, 85mm 렌즈를 사용하였다. 촬영된 이미지는 측정 원고를 만들기 위해 RWA 파일로 저장하였고, 모든 원고 이미지는 동일한 카메라 세팅 값을 적용하였다. Figure 2와 같이 화이트 밸런스용 원고는 Qpcard 102를 사용하였다.



Figure 1. ColorChecker DC, Digital ColorChecker SG.

실험 방법은 Figure 3과 같이 광원 조건을 5200K로 설정하였고, DC 타깃과 SG 타깃을 촬영하여 AdobeCameraRWA 프로그램으로 디지털 카메라의 RWA 파일을 AdobeRGB, sRGB, ProphotoRGB 3가지 조건의 16bit TIFF 파일로 만들었다. 각각의 RGB 프로파일이 적용된 TIFF 이미지를 ProfileMaker 5.0, MonacoProfiler 4.8 등과 같은 Profiling Tool로 입력 프로파일을 생성<sup>6)</sup>하였고, 또한 원고 CIEL\*a\*b\*와 촬영된 이미지의 CIEL\*a\*b\* 값을 비교하여 색차( $\Delta E^*_{ab}$ )를 구하였다.



Figure 2. White balance for Qpcard.

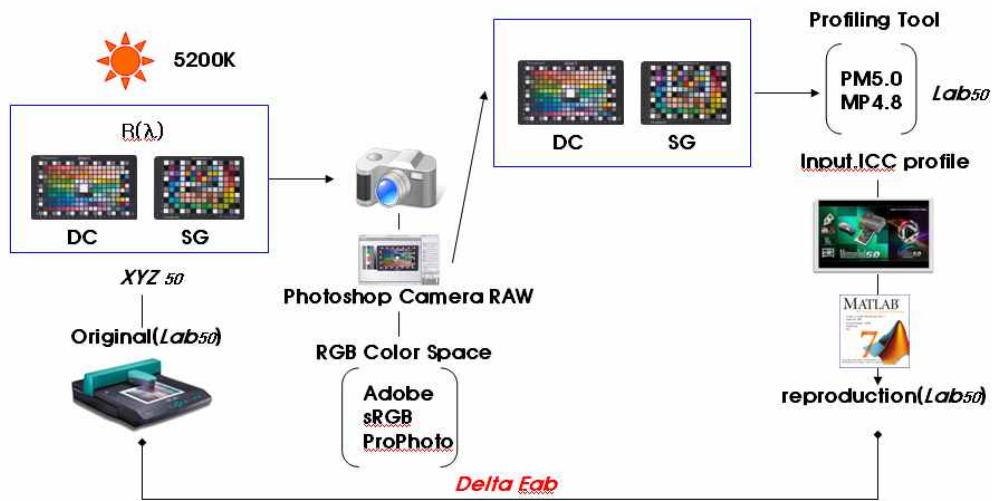


Figure 3. Color difference( $\Delta E^*_{ab}$ ) for camera profiling follow chart.

## 2-2. 모니터 Profiling

본 실험에 사용한 모니터는 EIZO FlexScan L568 LCD이며 주변 광원에 따른 연색성을 방지하기 위하여 암실 조건으로 한 다음 GretagMachbeth Eye-One Spectrophotometer를 사용하여 프로파일용 테스트 타깃을 측정하였다. 모니터 캘리브레이션 조건은 Figure 4와 같이 캘리브레이션 화이트 포인트는 D50(5000K)이며, 감마는 2.2, 밝기는 최대로 설정하였다.

또한 실험에 사용한 테스트 타깃은 Figure 5와 같이 99개의 기본 타깃과 데이터 확인용으로 4913개의 테스트 타깃을 직접 제작하였다.

모니터 프로파일을 제작하기 위한 조건은 캘리브레이션이 이루어진 모니터에서 99개의 컬러 패치를 측정하였고, ProfileMaker 5.0 프로그램을 이용하여 모니터 프로파일을 제작하였다. 프로파일의 크기는 Large, White Point는 D50으로 하였다.

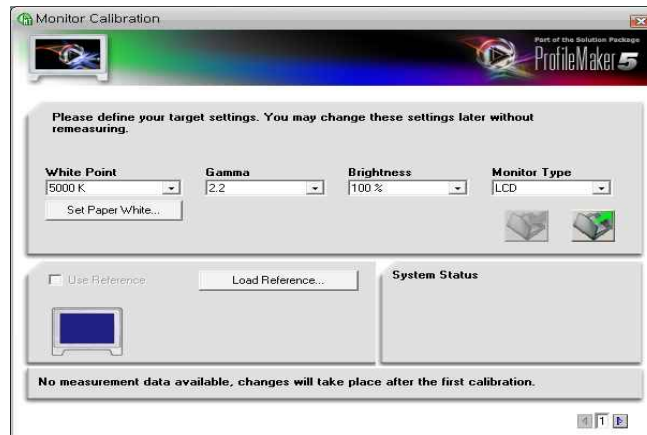


Figure 4. Screen show of the monitor calibration.

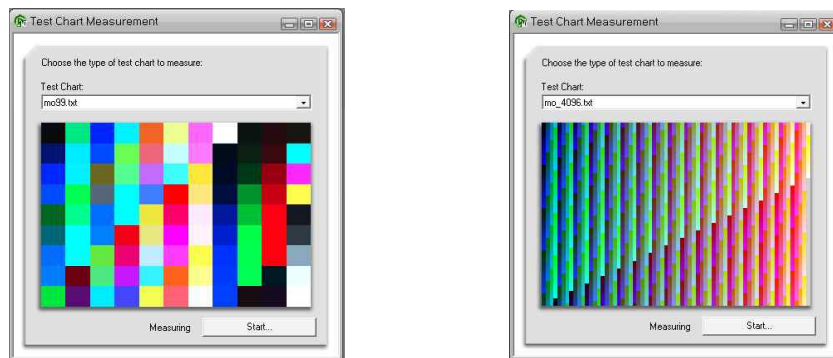


Figure 5. Screenshot of the monitor profiling test target.

또한 ColorChecker DC, Digital ColorChecker SG을 모니터에서 측정하기 위해 Camera Raw 파일에서 AdobeRGB 색공간으로 추출하였고, Photoshop CS3 프로그램을 이용하여 카메라 프로파일을 적용하였다. 카메라 프로파일이 적용된 이미지를 Matlab7.0 프로그램을 이용하여 평균 CIEL\*a\*b\*값을 구하고 이 값으로 모니터용 컬러 패치를 만들었다. Figure 6은 Matlab 프로그램을 이용하여 제작된 이미지이다.

실험 방법은 Figure 7과 같이 원고 DC 타겟과 SG 타겟을 모니터상에서 정확한 컬러로 재현하기 위해 모니터 캘리브레이션과 Verification 과정을 수행하였다. DC 타겟과 SG 타겟을 촬영하여 AdobeCameraRWA 프로그램을 이용하여 RGB 프로파일 조건으로 AdobeRGB 프로파일을 적용하였다. AdobeRGB 프로파일이 적용된 이미지를 Photoshop CS3에서 카메라 프로파일을 적용시켜 카메라 촬영 조건에 맞게 이미지 조건을 변경하

였으며, 카메라 프로파일이 적용된 이미지를 모니터에 디스플레이 시킨 후 ProfileMaker Measure Tool와 Eye-one Spectrophotometer를 이용하여 DC 타겟과 SG 타겟의 CIEL\*a\*b\* 값을 각각 측정하였다. 또한 원고의 CIEL\*a\*b\*와 촬영된 이미지의 CIEL\*a\*b\* 값을 비교하여 색차( $\Delta E^*ab$ )를 구하였다.



Figure 6. Digital ColorChecker SG, ColorChecker DC.

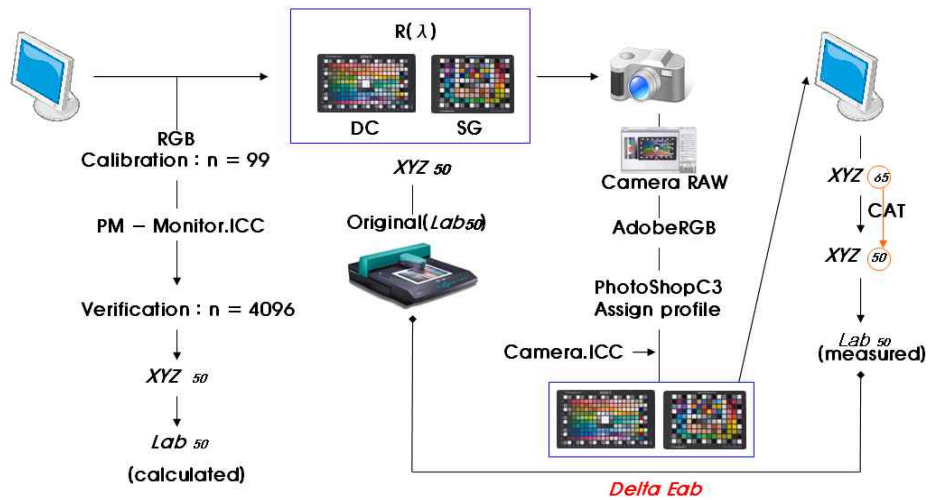


Figure 7. Color difference( $dE^*ab$ ) for monitor profiling follow chart.

### 3. 결과 및 고찰

Figure 8은 Profile Maker5.0 Preset에서 ColorChecker DC 타겟으로부터 생성된 프로파일의 색차를 비교하여 나타내었다. 그 결과와 같이 Preset Reproduction > Neutralize Auto > Neutralize tone near the gray axis일 경우 색차가 가장 적게 나타났다. 이것은

프로파일 생성 옵션에서 원본 이미지의 컬러 값에 변화를 주지 않고 그레이 밸런스만을 수정한 결과 때문이라 생각된다. 또한 ColorChecker DC 타겟은 CameraRWA 이미지 추출시 ProphotoRGB 프로파일을 적용시킬 경우 다른 RGB 프로파일 보다 색차를 더 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

Figure 9와 같이 CIEL\*a\*b\* 컬러 공간의 L\*축으로 확인한 결과 휘도가 비교적 높은 패치나 낮은 패치의 컬러 재현에서 색차를 가중시켰고, 또한 a\*축과 b\*축으로 확인한 결과 채도가 높은 green계열 패치와 yellow계열 패치의 컬러 재현에서 색차가 가중되었는데 이것은 장치 및 프로파일 특성에 따른 결과라 생각된다.

Figure 10은 ProfileMaker 5.0 Preset에서 ColorChecker SG 타겟으로부터 생성된 프로파일의 색차를 비교한 결과이다. 그 결과와 같이 Preset Reproduction > Neutralize Auto > Neutralize tone near the gray axis일 경우 색차가 가장 적게 나타났다. 이것은 프로파일 생성 옵션에서 원본 이미지의 컬러 값에 변화를 주지 않고 그레이 밸런스만을 수정하였기 때문이라 생각된다. 또한 RGB 프로파일을 비교하였을 때, ColorChecker DC와 다르게 AdobeRGB 프로파일을 적용시킨 이미지가 더 적은 색차를 보였다.

Figure 11과 같이 CIEL\*a\*b\* 색공간의 L\*축으로 확인한 결과 휘도가 비교적 높은 패치의 재현에서 색차가 가중되었고, a\*축과 b\*축으로 확인한 결과 채도가 높은 yellow 계열 패치의 컬러 재현이 다른 계열보다 비교적 색차가 가중되어 나타났다.

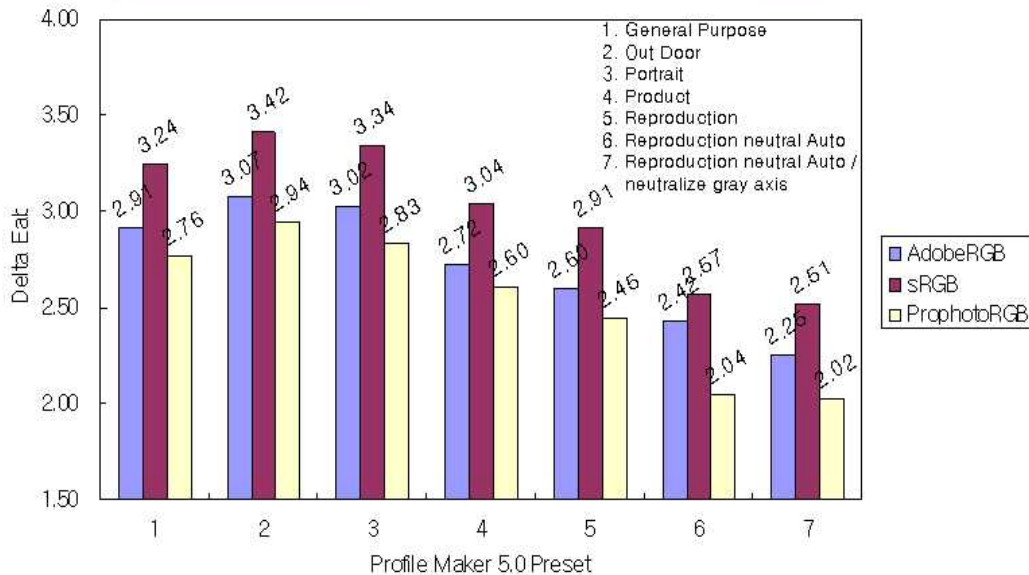


Figure 8. ColorChecker DC image of  $\Delta E^*_{ab}$  in the ProfileMaker 5.0 Preset.

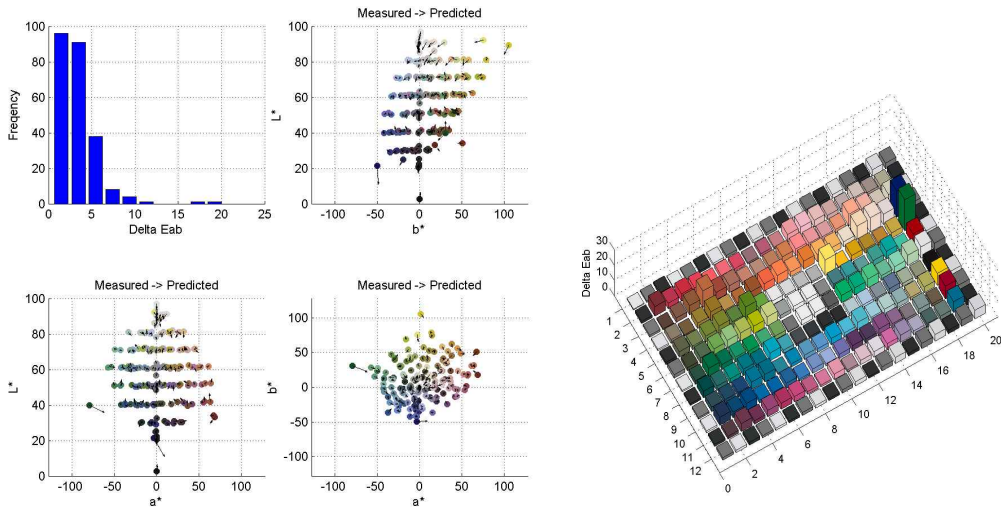


Figure 9. Reproduction\_neutralize AUTO gray prophotoRGB ColorChecker DC of  $\Delta E^*ab$  3D color bar and  $\Delta E^*ab$  plot.

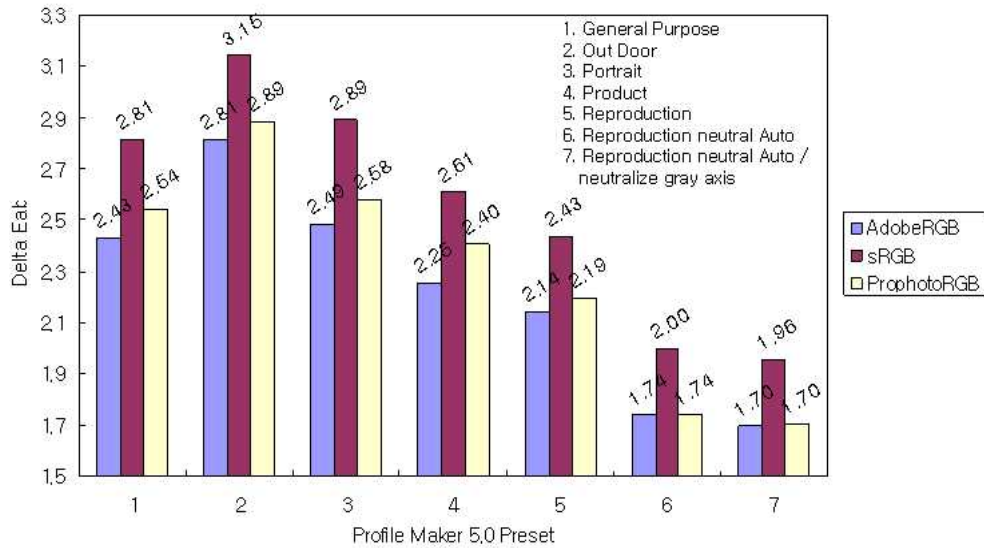


Figure 10. Digital ColorChecker SG image of  $\Delta E^*ab$  in the ProfileMaker 5.0 Preset.



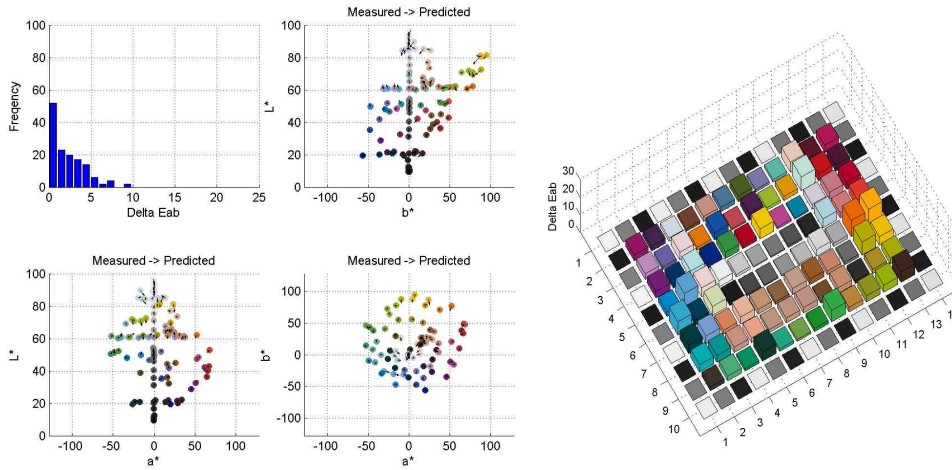


Figure 11. Reproduction\_neutralizeAUTO Gray AdobeRGB Digital ColorChecker SG of  $\Delta E^*ab$  3D color bar and  $\Delta E^*ab$  plot.

Table 1은 모니터에서 99개의 기본 타깃과 4913개의 확인용 타깃을 이용하여 프로파일을 만들어 각각의 프로파일에 테스트 타깃을 디스플레이시켜 측정된 후 색차를 구한 것이다. 99개의 타깃으로 만들어진 프로파일에 99개의 테스트 타깃과 4913개의 테스트 타깃을 디스플레이 시킬 경우 99개의 확인용의 평균 색차는 0.93으로 1이하의 아주 작은 색차를 보였고, 4913개의 확인용에서는 1.1의 평균 색차를 보였다. 또한 4913개의 테스트 타깃으로 만들어진 프로파일을 이용하여 99개의 테스트 타깃과 4913개의 테스트 타깃을 디스플레이 시킬 경우 99개의 확인용의 평균 색차는 0.5의 아주 작은 색차를 보였고, 4913개의 테스트 타깃의 확인용에서는 0.7의 색차를 보였다. 여기서 작은 개수의 컬러 패치를 이용하여 프로파일을 만들 경우, 많은 개수의 컬러 패치를 이용한 것보다 색차가 조금 증가한 경향을 나타내지만 적은 데이터양으로 짧은 시간 내에 프로파일을 만들 수 있는 장점이 있다. 많은 개수의 컬러 패치로 만들어진 프로파일은 비록 색차는 작지만 프로파일을 만들기 위한 시간과 데이터의 양이 많다는 단점이 있다.

Table 1. LCD ICC Profile Prediction Errors

$\Delta E^*ab$	Calibration:n=99 Verfication:n=99	Calibration:n=99 Verfication:n=4913	Calibration:n=4913 Verfication:n=99	Calibration:n=4913 Verfication:n=4913
Mean	0.9391	1.1063	0.5832	0.7119
Min	0.0005	0.0156	0.0005	0.0173
Max	3.2707	5.1517	3.3118	4.7486

Figure 12는 99개의 LCD 모니터 프로파일 제작용 컬러 타깃을 이용하여 만들어진 디지털 데이터를 모니터 ICC 프로파일을 통해 출력된 컬러를 측정하여 디지털 원고와의 색차를 구한 결과이다. 전체적인 색차의 빈도수를 확인한 결과 색차가 1이하인 컬러 패치가 비교적 많은 것을 확인할 수 있었다.

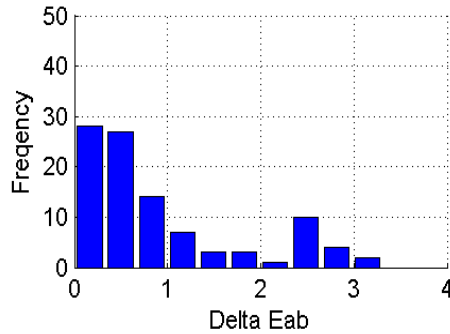


Figure 12. Characterization dataset ICC profile prediction error.

Figure 13과 같이  $a^*$ ,  $b^*$  공간에서 99개 패치의 측정된 컬러와 원고의 컬러를 비교한 결과 변화가 매우 적음을 알 수 있었다. 이것은 모니터의 정확한 캘리브레이션 조정과 양호한 profiling의 결과라 사료된다.

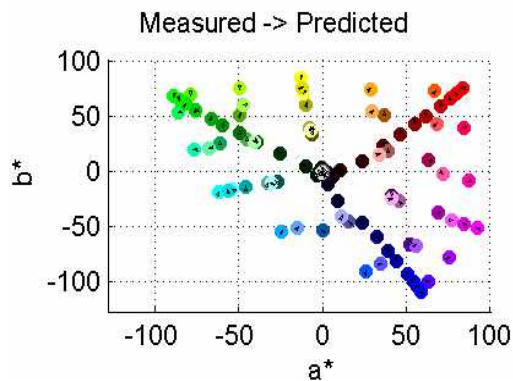


Figure 13. Change from measured color to ICC profile prediction color of  $a^*$  vs  $b^*$ .

또한  $L^*$ 와  $C^*$ 의 공간에서 확인한 결과, Figure 14와 같이 휘도가 높은 계열의 컬러 패치는 밝기의 변화가 적었지만, 휘도가 낮은 계열의 컬러 패치는 상대적으로 원고의 컬러보다 더 어두워지는 경향을 나타내었다. 모니터는 RGB 각각의 레벨(level) 세기에 대한

휘도가 비선형 관계로 컬러 재현에서 원고 이미지보다 전반적으로 어두워지는 경향이 있으므로 모니터의 특성화를 통해 선형화 하였지만, 그 정확도가 휘도가 높은 쪽보다 낮은 쪽이 부족하여 나타난 결과라 사료된다.

Figure 15는 99개의 컬러 패치의 색차를 3D 막대그래프로 나타낸 것이다. Figure 15의 결과와 같이 적색 계열의 컬러와 어두운 쪽 컬러의 색차가 많은 것을 알 수 있었고, 특히 RGB이 기본 컬러 중에서 어두운 쪽 컬러의 색차가 큰 것을 알 수 있었다.

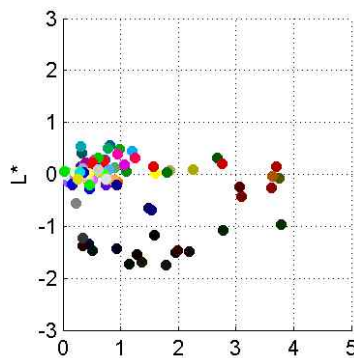


Figure 14. ICC profile prediction color of chroma vs lightness.

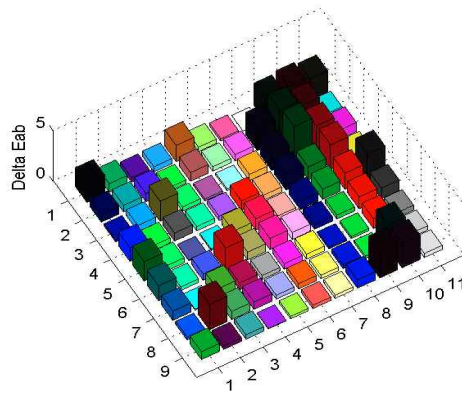


Figure 15. Characterization dataset ICC profile prediction color of  $\Delta E^*ab$  3D color bar.

모니터의 캘리브레이션과 profiling 작업 후 ColorChecker DC 타깃을 모니터로 출력하여 측정된 컬러 값과 원본 데이터를 비교하여 구해진 색차를 Table 2에 나타내었다. 최소 색차가 0.0384, 최대 색차가 2.4467, 평균 색차가 0.8771로 비교적 양호한 결과를 나타내었다.

Table 2. ColorChecker DC of Monitor ICCprofile Prediction Error

$\Delta E_{00}$	Min	Max	Mean	Standard Deviation
ColorChecker DC	0.0384	2.4467	0.8771	0.4919

Figure 16은 ColorChecker DC 타깃을 모니터 프로파일을 통해 출력한 후, 모니터 컬러 측정 장치를 이용하여 CIEL\*a\*b\*값을 각각 측정하였다. 측정된 값과 원고의 값을 비교하여 색차를 구하여 L\*와 C\*<sub>ab</sub>의 색공간에 표시하였다. 밝은 색의 컬러는 색차가 적게 나타났으며 어두운 색의 컬러는 색차가 많이 나타났음을 알 수 있었다. 또한 붉은 색 계열의 컬러 샘플들이 색차가 많음을 알 수 있었다.

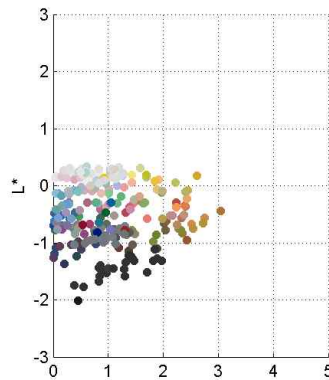


Figure 16. ColorChecker DC dataset of chroma vs lightness in monitor.

Figure 17은 모니터상에 출력된 Color CheckerDC 타깃의 CIEL\*a\*b\* 측정값을 원본 데이터와 비교하여 구해진 색차를 막대그래프로 표시한 것이다. 타깃에서 색차가 2이하인 패치들이 대부분인 것으로 알 수 있었다. Figure 14와 비교하면 색차가 1이하의 컬러 패치들이 적색 계열의 컬러임을 확인할 수 있었다.

Figure 18은 모니터상에 출력된 ColorChecker DC 타깃의 CIEL\*a\*b\* 측정값을 원본 데이터와 비교하여 구해진 색차를 a\*와 b\*공간에 표시한 것이다. 적색 계열과 노란색 계열의 컬러들이 좀 더 휘도가 낮은 적색으로 컬러가 바뀌었음을 알 수 있었다.

Figure 19는 모니터상에 출력된 ColorChecker DC 타깃의 CIEL\*a\*b\* 측정값을 원본 데이터와 비교하여 구해진 색차를 3D 막대그래프로 표시한 것이다. 오른쪽의 광택이 있는 패치들에서 가장 많은 색차를 보였고, 또한 노란색 계열과 적색 계열의 색차가 많음

을 알 수 있었다.

ColorChecker DC의 모니터 실험에서 평균 색차는 1이하로 아주 작았으나 노란색 계열과 적색 계열의 색상들이 원본과 비교해 어두워졌음을 알 수 있었다.

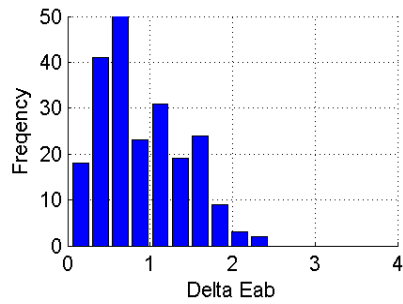


Figure 17. ColorChecker DC dataset of ICC profile prediction error in monitor.

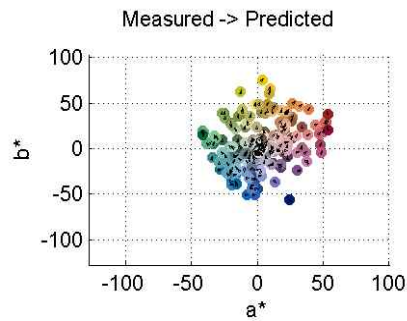


Figure 18. Change from measured color to ICC profile prediction color of ColorChecker DC in monitor.

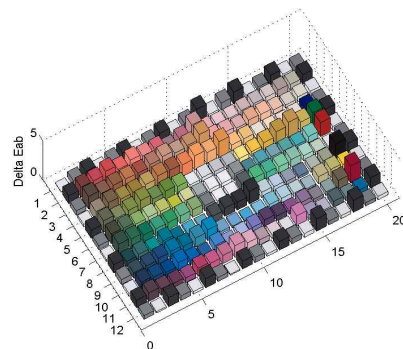


Figure 19. ColorChecker DC dataset of  $\Delta E^*ab$  3D color bar in monitor.

## 4. 결 론

출력 장치에서 최적의 Profiling을 이용한 컬러 관리에 관한 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. AdobeRGB, sRGB, ProphotoRGB의 3가지의 색공간을 이용한 Profiling 작업에서 대체로 ProphotoRGB 색공간을 이용하였을 때 색차가 적게 나옴을 알 수 있었다. 그러나 인쇄용 Profile과 비교했을 때 색역이 너무 커서 색압축이 많을 것으로 사료되며 AdobeRGB는 색역이 인쇄용 프로파일과 비슷하여 AdobeRGB 색공간을 이용하여 Profiling하여도 충분할 것으로 사료된다.
2. 소프트 프로핑을 위한 모니터 Profiling작업에서 적은 수의 컬러 패치를 이용하여도 색차가 아주 작은 프로파일을 만들 수 있었으며, 현재 상용화되어 있는 Profiling 소프트웨어를 사용하면 간단하게 Profiling 작업이 가능함을 알 수 있었다. 또한 최적화된 프로파일을 사용할 경우 소프트 프로핑이 가능함을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 1) International Color Consortium, "ICC Profile Format Specification", Version 3.4, August (1997).
- 2) International Color Consortium, "International Color Consortium Profile Format", <URL : ftp://sgigate.sgi.com/pub/icc/ICC34.pdf> (1998).
- 3) R. Y. Chung, Y. Komori, "ICC based CMS & Its Color Matching Performance", Proc, TAGA (1998).
- 4) E. P. Murphy, "A Testing Procedure to Characterize Color and Spatial Quality of Digital Cameras Used to Image Cultural Heritage", B. S. Rochester Institute of Technology (2002).
- 5) G. Hoffmann, "Camera Calibration for Reproduction" pp.2~15 (2007).
- 6) P. Rao, M. R. Rosen, R. S. Berns, "Performance Evaluation of the Profile Maker professional 5.0 ICC Profiling Software" (2005).