

인쇄 공정의 최적화를 위한 디지털카메라의 Profiling

차재영[†], 조가람, 구첵희

[†]한국폴리텍대학 인쇄정보미디어과, 부경대학교 공과대학 화상정보공학부
(2008년 10월 17일 접수, 2008년 11월 14일 최종 수정본 접수)

Digital Still Camera Profiling for the Optimization Of Printing Process

Jae-Young Cha[†], Ga-Ram Cho, Chul-Whoi Koo

[†]Department of Printing and Information Media, Korea Polytechnic College,
Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University
(Received 17 October 2008, in final from 14 November 2008)

Abstract

The color reproduction of digital still camera does not, in general, match those of the final prints. 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 print an image. This paper proposed a way to create the input profile of digital still camera for standardization printing 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 ΔE .

Keyword : digital still camera, ICC input profile, white balance, profiling tool, CIEL*a*b*

1. 서 론

현재 국내 인쇄 시장은 IT기술의 접목으로 큰 변화와 혼란속에 있고, 또한 소프트웨어와 하드웨어의 비약적인 발전으로 새로운 기술들이 빠른 속도로 국내 인쇄 기술에 적용되고 있다. 그러나 정확한 기술적 고찰이나 연구가 적어 완벽한 기술 전달이 이루어지지 않고 있다. 특히 입력 장치로 인쇄 시장에서 오랜 기간 동안 사용되었던 스캐너는 기술적 진보에 따라 사양의 길로 접어들었고, 그 자리를 디지털카메라가 차지하게 되었다.

인쇄 산업에서 기존의 스캐너는 사진작가와 디자이너의 중간적 역할을 수행하여 왔으며, 그 역할은 컬러와 관련된 컬러 재현에서 중요한 부분을 차지하였다. 그러나 현재 디지털카메라는 스캐너와 달리 사진작가의 원고가 인쇄 조건에 맞는 특성들은 고려하지 않고 바로 디자이너에게 넘어간다. 스캐너의 중간적인 완충작업 없이 인쇄물 원고가 제작되면서 실제 촬영된 이미지의 상태 즉, 촬영 현장에서 촬영 조건이나 사진작가의 의도와 다르게 디자이너의 손에서 모니터의 이미지만으로 수정이 이루어지기 때문에 정확한 컬러의 재현이 어렵게 되었다. 이러한 문제는 처음부터 잘못된 이미지를 인쇄하는 결과를 가져오고 있다.

따라서 본 논문에서는 디지털카메라로 촬영된 이미지를 정확하게 디자이너를 통해 인쇄될 수 있도록 최적화 프로파일 생성 방법을 제안하였고, 최적화된 프로파일을 이용하여 입력 장치의 인쇄 공정 표준화에 기여하고자 하였다.

2. 이 론

2-1. ICC 프로파일

컬러 관리에서 ICC 프로파일(profile)은 입력(디지털카메라, 스캐너) 장치나 출력(모니터, 프린터, 인쇄기) 장치의 특성을 구현하는 데이터의 집합으로 국제 컬러 협회(ICC)가 공인한 표준을 따른다. 프로파일은 특정한 장치의 컬러 특성을 정의하거나 컬러 공간, PCS(Profile Connection Space)의 매핑 정의에 필요한 요구 사항을 보여 준다. 이 PCS는 $CIEL^*a^*b^*$ 또는 $CIEXYZ$ 로 되어있다. 매핑은 보간(interpolation)이 적용된 테이블을 사용하거나 변환을 위한 일련의 변수를 통해 지정할 수 있다. 컬러를 사용하거나 보여주는 모든 장치는 저마다 프로파일을 가지고 있다. 일부 제조업체들은 자사 제품에 맞는 프로파일을 제공하며 최종 사용자가 저만의 컬러 프로파일을 만들 수 있게 하는 제품도 몇몇 존재한다.^{1)~3)} ICC는 이 포맷을 정확하게 정의하지만 알고리즘이나 처리에 대한 자세한 부분까지 정의하지는 않는다. 다시 말해 ICC 프로파일과 호환되는 응용 프로그램과 시스템 사이에 차이가 있을 수 있다.

2-2. 화이트 밸런스

사진과 화상처리 분야에서 컬러 조화, 컬러 균형 또는 컬러 밸런스(color balance)는 색(red, green, blue의 주요 삼원색)의 강도에 대한 전반적인 수정을 말한다. 이러한 수정의 중대한 목적은 특정한 컬러, 특히 중립적인 컬러를 표현하기 위한 것이다. 이러한 방식은 일반적으로 그레이 밸런스(gray balance), 뉴트럴 밸런스(neutral balance), 화이트 밸런스(white balance)로 불린다. 컬러 조화는 사진 속에 섞인 컬러를 바꾸며 컬러 보정에 쓰인다.

보통 디지털카메라의 화이트 밸런스 조절은 AWB(Automatic White Balance)와 MWB (Manual White Balance), 맑음-흐림-형광등-텅스텐등의 preset으로 세분화된 설정 모드를 가지고 있다. MWB는 AWB나 상황에 따른 preset 설정 모드로 조절해도 제대로 된 색을 인식하지 못하는 경우 즉, 정확하게 화이트 밸런스를 잡기 어려운 상황에서 쓰이며 이 때 카메라 렌즈 앞 피사체의 어떤 색상을 흰색으로 인식하게 할 것인지를 명령하는 기능이다.⁴⁾ 즉, 디지털카메라 렌즈 앞부분에 빨간색의 종이를 놓고 화이트 밸런스를 수동으로 조정하면 카메라는 빨간색을 흰색으로 인식하기 때문에 카메라의 LCD 화면에 청록색으로 보이게 된다. 반대로 청록색의 종이를 놓고 화이트 밸런스를 수동으로 조정하면 청록색을 흰색으로 인식시키기 때문에 LCD 화면에 붉은색으로 나타난다.

3. 실 험

3-1. 원고 제작

본 실험에 사용한 원고는 Canon EOS4D 디지털카메라로 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 표준광원 5200K를 적용하였다. 또한 조명 각도는 조명 효율이 가장 우수한 45도로 설정하였으며, 촬영 원고는 Fig. 1과 같이 GretagMacbeth사의 ColorChecker DC, Digital ColorChecker SG를 각각 사용하였다.^{4),5)}

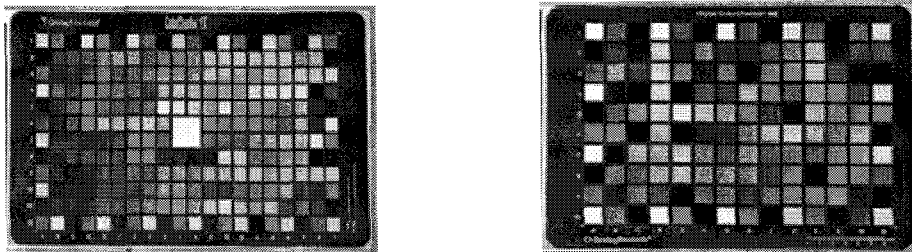


Fig. 1. ColorChecker DC, Digital ColorChecker SG.

3-2. 디지털카메라 설정

화이트 밸런스는 Qpcard 102를 이용하여 표준 광원 5200K에서 custom 화이트 밸런스를 잡았고, 촬영시 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. Fig. 2와 같이 화이트 밸런스용 원고는 Qpcard 102를 사용하였다.

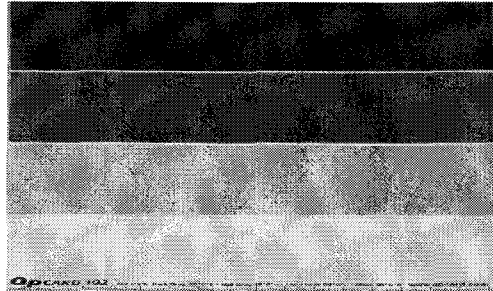


Fig. 2. White balance for Qpcard.

3-3. 측정용 이미지 파일 생성

디지털카메라의 RWA 파일을 Adobe Photoshop CameraRWA 프로그램을 이용하여 AdobeRGB, sRGB, ProphotoRGB 3가지 조건의 16bit TIFF 파일을 만들었다.⁵⁾ 여기서 CameraRWA 프로그램의 설정 값은 변경하지 않고, Fig. 3과 같이 기본값 환경에서 작업하였다.

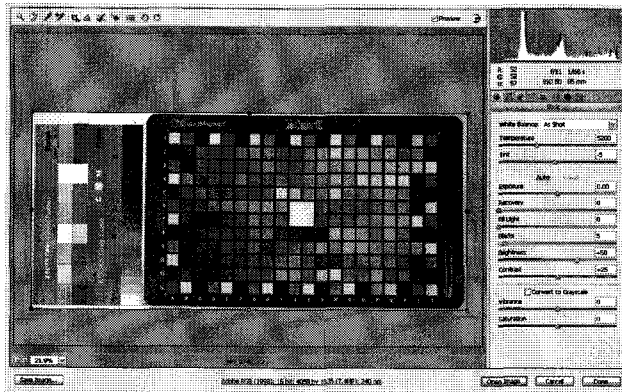


Fig. 3. Export image for AdobeCameraRWA

3-4. Profiling tool

AdobeCameraRWA 프로그램을 이용하여 만들어진 16bit TIFF포맷 이미지 파일을 ProfileMaker 5.0, MonacoProfiler 4.8과 같은 profiling tool로 이미지의 컬러 값을 측정하였고 측정된 값으로 프로파일을 만들었다.^{5),6)} ProfileMaker 5.0은 프로파일 생성 조건이 미리 만들어져있어 preset 조건에 따른 profiling 작업을 수행하였고, 이때 preset 조건은 Table 1과 같다. MonacoProfiler 4.8은 입력 프로파일 생성 조건으로 profiling 작업을 하였다.

Table 1. Profiling for ProfileMaker 5.0 of Preset

Preset	General Purpose	Out Door	Portrait Photography	Product Photography	Reproduction		
					Use Camera Gray Balance	Neutralize Auto	Neutralize Auto / Neutralize Gray
Gray Balance	Use Camera Gray Balance	Use Camera Gray Balance	Use Camera Gray Balance	Use Camera Gray Balance/Neutralize Tone Near The Gray Axis	Use Camera Gray Balance	Neutralize Auto	Neutralize Auto / Neutralize Gray
Exposure	30	20	30	30	0	0	0
FineTune Shadows	Darker Shadows : 3	Darker Shadows : 3	Darker Shadows : 5				
Saturation		-5	2		0	0	0
Contrast	10	12	12	20			

3-5. 실험 방법

실험 방법은 Fig. 4와 같이 광원 조건을 5200K로 설정하였고, DC target과 SG target을 촬영하여 AdobeCameraRWA 프로그램을 이용하여 RGB 프로파일 조건으로 AdobeRGB, sRGB, ProphotoRGB 프로파일을 적용하였다. 각각의 RGB 프로파일이 적용된 TIFF 이미지를 ProfileMaker 5.0, MonacoProfiler 4.8 등과 같은 profiling tool을 이용하여 입력 프로파일을 생성하였고, 또한 original CIEL*a*b*와 촬영된 이미지의 CIEL*a*b* 값을 비교하여 색차(ΔE^*ab)를 구하였다.^{4)~7)}

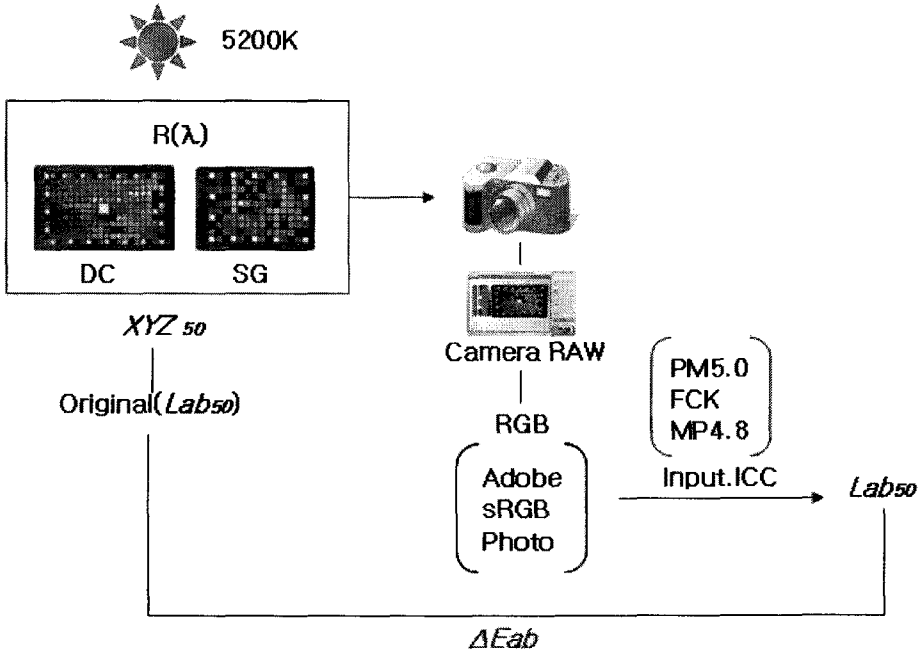


Fig. 4. Color difference(ΔE^*ab) for profiling follow chart.

4. 결과 및 고찰

4-1. ProfileMaker 5.0의 preset 조건에서 색차 비교

ColorChecker DC target, Digital ColorChecke SG target의 CameraRWA RGB 프로파일을 ProfileMaker 5.0 preset의 다양한 조건으로 생성된 입력 프로파일을 적용시켜 재현된 이미지의 CIEL*a*b* 값과 original CIEL*a*b* 값과의 색차를 구하여 Fig. 5, 6과 Table 2, 3에 각각 나타내었다.

Fig. 5와 Table 2의 결과와 같이 ColorChecker DC target의 경우, preset reproduction > neutralize auto > neutralize tone near the gray axis에서 다른 preset 조건보다 색차가 적게 나타났다. 이것은 프로파일 생성 조건에서 원본 이미지의 색상 값에 변화를 주지 않고 그레이 밸런스만을 수정한 결과라 생각된다. 또한 CameraRWA AdobeRGB, sRGB, ProphotoRGB 프로파일을 각각 적용시켜 동일한 ProfileMaker 5.0 preset 조건의 입력 프로파일 생성시 색차가 2.2508, 2.5114, 2.0248로 ProphotoRGB 프로파일인 경우가 가장 양호한 결과를 나타내었다.

Fig. 6과 Table 3의 Digital ColorChecker SG target의 경우, ColorChecker DC target과 유사한 경향을 나타내었는데, 이 경우도 역시 프로파일 생성시 원본 이미지의 색상 값에 변화를 주지 않고, 다만 그레이 밸런스만을 수정한 결과라 사료된다. 또한 CameraRWA RGB 프로파일을 비교하였을 때, ColorChecker DC target과 다르게 AdobeRGB 프로파일을 적용시킨 이미지가 1.7002로 sRGB 1.9580, ProphotoRGB 1.7037인 경우보다 적은 색차를 나타내었다.

Fig. 7과 Fig. 8은 본 실험에서 가장 결과가 양호한 두 가지 경우를 선택한 후, CIEL*a*b* 컬러 공간을 이용하여 패치별로 분석한 결과이다.

Fig. 7과 같이 L*축으로 확인한 결과 ColorChecker DC target에서 휘도가 상대적으로 높은 패치나 낮은 패치에서 재현이 부족하여 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.

Fig. 8과 같이 Digital ColorChecker SG target인 경우, CIEL*a*b* 컬러 공간의 L*축으로 확인한 결과 휘도가 상대적으로 높은 패치의 재현에서 색차가 가중되었고, a*축과 b*축으로 확인한 결과 채도가 높은 yellow계열 패치의 컬러 재현이 다른 계열보다 비교적 색차가 가중되어 나타났다.

Table 4는 Profile Maker 5.0에서 ColorChecker DC target과 Digital ColorChecker SG target 이미지를 이용하여 입력 장치의 한 종류인 스캐너 프로파일을 생성하였다. 먼저 원고간의 색차를 비교하였을 때 카메라 프로파일과 달리 ColorChecker DC의 색차가 적게 나타났다. 그리고 RGB 프로파일을 적용시킨 ColorChecker DC target 이미지의 색차 비교에서는 sRGB 프로파일을 적용시킨 이미지의 색차가 적었으나 비교적 유사한 경향을 나타내었다. Digital ColorChecker SG target 이미지에 RGB 프로파일을 적용시킨 경우 색차가 AdobeRGB 프로파일을 적용시킨 이미지에서 적게 나타났다.

또한 패치수가 더 많은 ColorChecker DC target이 Digital ColorChecker SG target보다 상대적으로 낮은 색차를 보였는데, 이것은 ColorChecker DC target이 스캐너의 프로파일 생성시 장치 특성화를 더 정확하게 재현하는 결과라 사료되며, 전체적으로 양호한 결과를 나타냄으로써 CameraRWA RGB 이미지를 스캐너 입력 프로파일에 적용 가능성을 확인하였다.

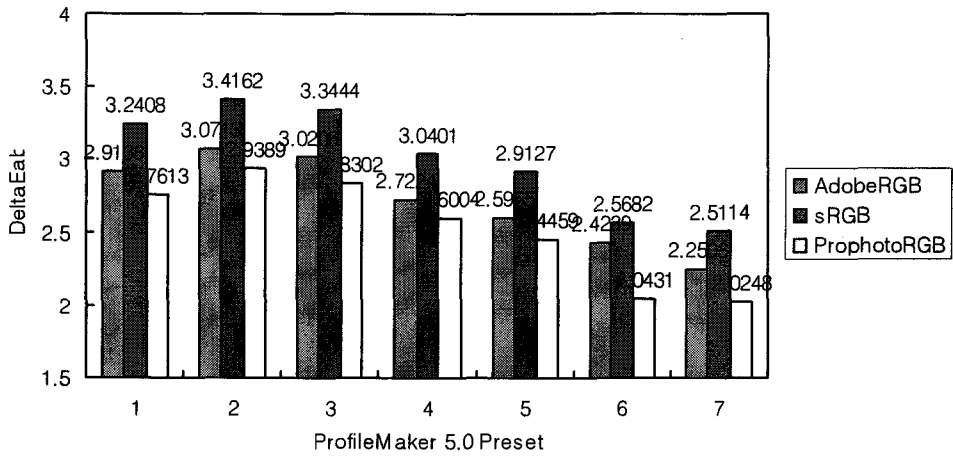


Fig. 5. ColorChecker DC target image of delta E in the ProfileMaker 5.0 preset.
 (1. General Purpose, 2. Out Door, 3. Portrait, 4. Product, 5. Reproduction, 6. Reproduction Neutral Auto, 7. Reproduction Neutral Auto/Neutralize Gray).

Table 2. Profile Maker 5.0 / ColorChecker DC Target

Original Target	CameraRAW RGB Profile	ProfileMake 5.0 Preset	Delta E
ColorChecker DC	AdobeRGB	General Purpose	2.9138
		Out Door	3.0713
		Portrait	3.0206
		Product	2.7224
		Reproduction	2.5955
		Reproduction Nutral Auto	2.4239
		Reproduction Nutral Auto Gray	2.2508
	sRGB	General Purpose	3.2408
		Out Door	3.4162
		Portrait	3.3444
		Product	3.0401
		Reproduction	2.9127
		Reproduction Nutral Auto	2.5682
		Reproduction Nutral Auto gray	2.5114
	ProphotoRGB	General Purpose	2.7613
		Out Door	2.9389
		Portrait	2.8302
		Product	2.6004
		Reproduction	2.4459
		Reproduction Nutral Auto	2.0431
		Reproduction Nutral Auto Gray	2.0248

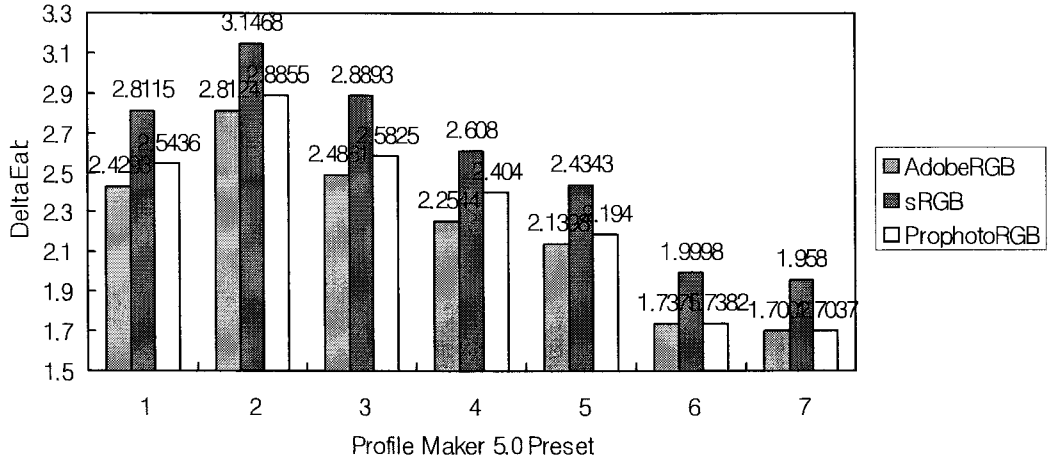


Fig. 6. Digital ColorChecker SG target image of deltaE^{ab} in the ProfileMaker 5.0 preset.
 (1. General Purpose, 2. Out Door, 3. Portrait, 4. Product, 5. Reproduction, 6. Reproduction Neutral Auto, 7. Reproduction Neutral Auto/Neutralize Gray).

Table 3. Profile Maker5.0 / Digital ColorChecker SG Target

Original Target	CameraRWA RGB Profile	Profile Make 5.0 Preset	Delta E
Digital ColorChecker SG	AdobeRGB	General Purpose	2.4293
		Out Door	2.8124
		Portrait	2.4861
		Product	2.2544
		Reproduction	2.1398
		Reproduction Nutral Auto	1.7375
		Reproduction Nutral Auto Gray	1.7002
	sRGB	General Purpose	2.8115
		Out Door	3.1468
		Portrait	2.8893
		Product	2.6080
		Reproduction	2.4343
		Reproduction Nutral Auto	1.9998
		Reproduction Nutral Auto Gray	1.9580
	ProphotoRGB	General Purpose	2.5436
		Out Door	2.8855
		Portrait	2.5825
		Product	2.4040
		Reproduction	2.1940
		Reproduction Nutral Auto	1.7382
		Reproduction Nutral Auto Gray	1.7037

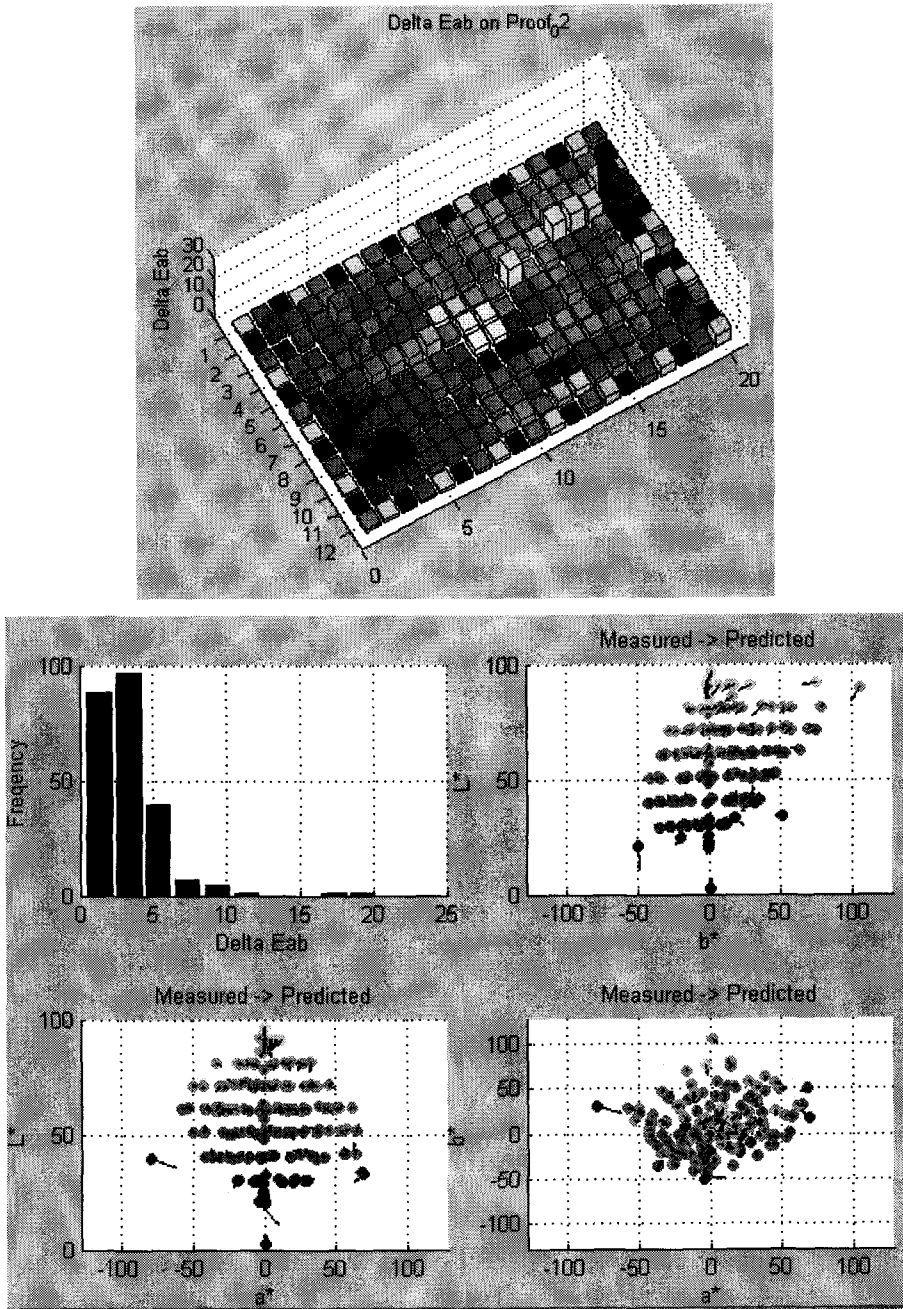


Fig. 7. Reproduction_neutralize AUTO gray ProphotoRGB ColorChecker DC target of delta E^*ab 3D color bar and delta E^*ab plot.

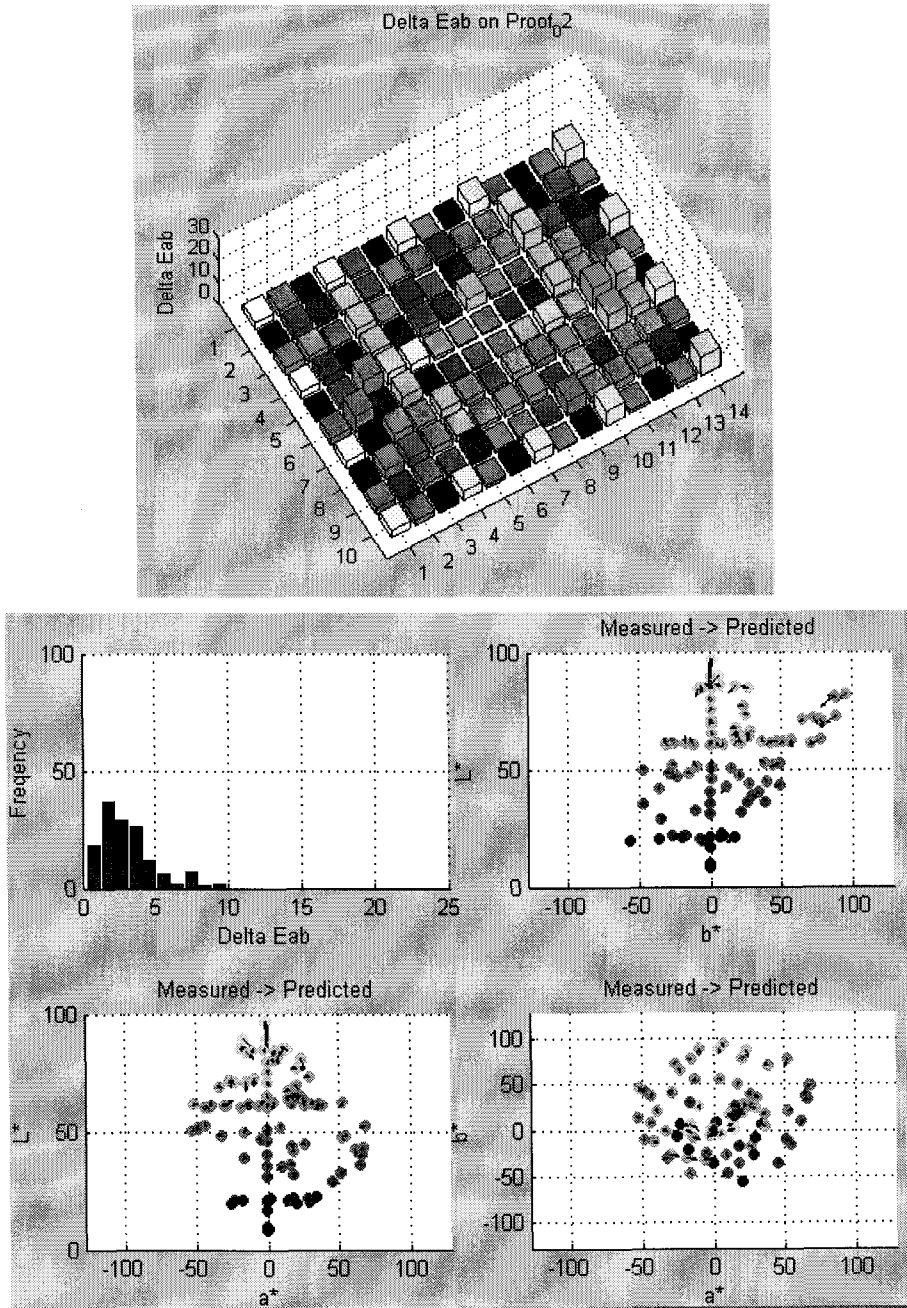


Fig. 8. Reproduction_neutralize AUTO gray AdobeRGB Digital ColorChecker SG target of delta E*ab 3D color bar and delta E*ab plot.

Table 4. ProfileMaker 5.0 of Scanner Profile

Original	ColorChecker DC Target			Digital ColorChecker SG Target		
	AdobeRGB	sRGB	ProphotoRGB	AdobeRGB	sRGB	ProphotoRGB
Delta E*ab	1.4676	1.3472	1.4116	1.6025	1.6590	1.7128

5. 결 론

인쇄 공정 최적화를 위한 디지털카메라의 profiling을 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Profile Maker 5.0 preset에서 ColorChecker DC target으로부터 생성된 프로파일의 색차를 비교한 결과, preset reproduction > neutralize auto > neutralize tone near the gray axis에서 가장 적은 색차를 나타내었고, 또한 CameraRWA 이미지 추출시 ProphotoRGB 프로파일을 적용시킬 경우 다른 RGB 프로파일 보다 색차를 더 줄일 수 있었다.
2. Profile Maker 5.0 preset에서 ColorChecker SG target으로부터 생성된 프로파일의 색차를 비교한 결과, preset reproduction > neutralize auto > neutralize tone near the gray axis에서 가장 적은 색차를 나타내었고, 또한 RGB 프로파일에서 AdobeRGB 프로파일을 적용시킨 이미지가 적은 색차를 보였다.
3. ProfileMaker 5.0에서 ColorChecker DC와 Digital ColorChecker SG target 이미지를 이용하여 스캐너의 프로파일을 생성하여 원고간의 색차를 비교한 결과 디지털카메라 프로파일과 달리 ColorChecker DC target 이미지의 색차가 적게 나타났었다. 또한 ColorChecker DC target 이미지와 Digital ColorChecker SG target 이미지에 RGB 프로파일을 각각 적용시킨 경우, 전자는 sRGB 프로파일, 후자는 AdobeRGB 프로파일을 적용시킨 이미지의 색차가 비교적 적게 나타났다.

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).
- (7) G. Sharma, "Digital Color Image Handbook", pp. 319~324 (2003).