

# 입력 장치에서 컬러 렌더링을 고려한 최적의 프로파일 제작에 관한 연구

†구철희, 조가람, 이성형

부경대학교 공과대학 인쇄정보공학과

(2010년 9월 3일 접수, 2010년 10월 15일 최종 수정본 접수)

## A Study on Production of Optimum Profile Considered Color Rendering in Input Device

†*Chul-Whoi Koo, Ga-Ram Cho, Sung-Hyung Lee*

Dept. of Graphic Arts Information, College of Engineering, Pukyong National University

(Received 3 September 2010, in final from 15 October 2010)

### Abstract

Advancements in digital image have put high quality digital camera into the hands of many image professionals and consumers alike. High quality digital camera images consist originally of raw which have a set of color rendering operation applied to them to produce good images. With color rendering, the raw file was converted to Adobe RGB and sRGB color space. Also color rendering can incorporate factor such as white balance, contrast, saturation.

Therefore, in this paper we conduct a study on production of optimum profile considered color rendering in digital camera. To do the experiment, the images were Digital ColorChecker SG target and ColorChecker DC target. A profiling tool was ProfileMaker 5.03. The results were analyzed by comparing in color gamut of CIEL\*a\*b\* color space and calculating  $\Delta E^*_{ab}$ . Also results were analyzed in terms of different CIEL\*a\*b\* color space quadrants based on lightness, chroma.

Keywords : digital camera, color rendering, Adobe RGB, sRGB, profile , CIEL\*a\*b\*

## 1. 서론

인쇄 분야에서 사용되고 있는 입력 장치로는 디지털 카메라와 스캐너가 있으며, 출력 장치로는 모니터, 교정용 프린트, 인쇄기 등이 있다. 현재 국내에서는 이러한 장치들의 정확한 컬러 렌더링과 컬러 관리에 대한 문제점이 항상 도출되고 있지만, 이러한 도출된 문제점에 대한 해결 방안은 아직도 많은 연구가 필요하다. 특히 입력 장치인 디지털 카메라의 경우 국제적으로 표준화된 디지털 사진 컬러 처리(digital photography color processing) ISO 22028-1에 따르고 있지만, 국내에서는 표준화에 대한 기술적 이해가 부족할 뿐만 아니라 컬러와 관련된 문제점의 해결 방안을 답습한 경험자의 의견에 의존하거나 장치 판매 업체에 의존하는 경향이 있어 합리적이지 못한 경우가 발생하고 있다.<sup>1~2)</sup> 만약 인쇄에서 디지털 원고 이미지가 잘못된 컬러 렌더링과 컬러 관리로 만들어진다면 최종 출력물의 품질에 대한 예측이 어렵고, 또한 다른 분야의 활용도 보장할 수 없을 것이다.

일반적으로 입력 장치의 컬러 관리를 위해 장치 특성화를 데이터로 구현한 표준 프로파일을 사용하고 이것은 ICC(International Color Consortium)가 공인한 것이다. 컬러를 사용하거나 보여주는 모든 장치는 저마다 프로파일을 가지고 있고, 일부 제조업체들은 자사 제품에 맞는 프로파일을 제공하고 있지만, 이러한 프로파일은 기본적으로 한정된 조건에 의존함으로써 적용 범위가 좁은 편이다. 또한 ICC는 프로파일의 포맷을 정확하게 정의는 하지만 알고리즘이나 처리에 대한 자세한 부분까지 정의하지 않기 때문에 ICC 프로파일과 호환되는 응용 프로그램과 시스템 사이에 차이가 있을 수 있다.<sup>3~7)</sup>

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 장치에 가장 적합한 장치 프로파일을 만들어 적용하였고, 그 결과는 색차와 색공간을 통하여 비교 평가하였다. 이 때 특히 중요한 변수로 화이트 밸런스(white balance), 채도(saturation), 콘트라스트(contrast), 색변환 등을 고려하였다.<sup>8~12)</sup> 이러한 변수가 디지털 이미지의 컬러 렌더링을 좌우하는 요소이기 때문이다. 또한 컬러 렌더링은 장치 프로파일 제작시 컬러 재현 영역 결정의 참조 부분이므로 충분히 고려하여 최적의 프로파일을 제작함으로써 정확한 디지털 이미지 재현을 구현할 수 있는 방안을 확인하였다.

## 2. 실험

본 연구의 실험은 먼저 디지털 카메라에서 컬러 렌더링과 관련된 요소들의 최적화를 위하여 Qpcard 102를 이용한 화이트 밸런스 조정으로 색온도를 확인하였다. 모든 촬영 작업은 광원의 연색성을 최대한 줄이기 위하여 Light Booth에서 암실 촬영을 할 것이며,

콘트라스트와 채도 등도 각각 조정함으로써 장치에 대한 최적의 캘리브레이션이 이루어지도록 하였다. 또한 Figure 1의 Digital ColorChecker SG 타겟과 ColorChecker DC 타겟을 디지털 카메라에서 지원하고 있는 무손실 RAW 파일 포맷 사용과 가장 합리적인 JPEG 파일 포맷을 사용하여 sRGB, AdobeRGB 이미지를 재현함으로써 컬러 렌더링 색 온도성을 확인한다.

또한 프로파일 제작용 프로그램의 여러 가지 설정 사항들을 비교 분석하여 최적의 프로파일 제작 조건을 확인하였다. 그리고 RAW 파일 포맷을 적용한 이미지를 Figure 2와 같이 최적의 Adobe CameraRAW 프로그램을 이용하여 RGB(AdobeRGB, sRGB) 프로파일 컬러 조건으로 직접 프로파일을 적용하고, 각각의 RGB 프로파일이 적용한 16bit TIFF 이미지를 ProfileMaker Pro5.03 등과 같은 프로파일 툴을 이용하여 입력 프로파일을 생성<sup>7)</sup>하고, 또한 컬러 재현의 차이를 확인하기 위하여 최적의 CIEL\*a\*b\*와 촬영된 이미지의 CIEL\*a\*b\* 값으로 색차( $\Delta E^*ab$ )를 구하였다.<sup>13)</sup> 전체적인 실험 방법은 Figure 3에 나타내었다.



Figure 1. Digital ColorChecker SG and ColorChecker DC.

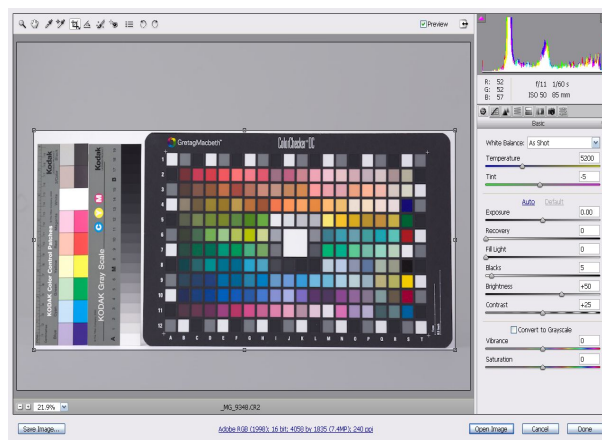


Figure 2. Condition of color rendering image in Adobe CameraRAW

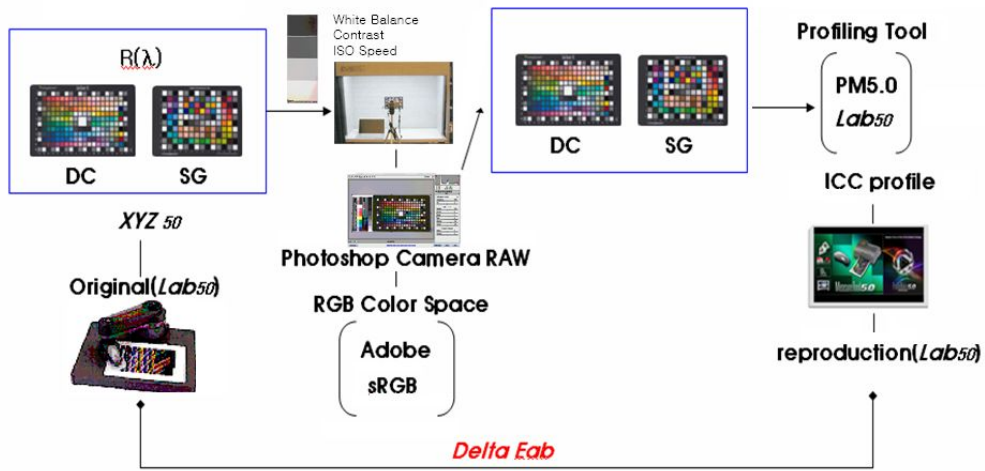


Figure 3. Condition of optimum profile production.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 프로파일 생성을 위한 preset 설정

본 연구에 활용한 ProfileMaker 5.08은 프로파일 생성 조건이 미리 만들어져있으므로 preset 조건에 따른 profiling 작업을 수행할 수 있었고, 이때 preset 조건은 선행 연구<sup>14)</sup>에 따라 Table 1과 같은 조건을 적용하였다. Table 1과 같이 적정 노출량과 콘트라스트, 채도는 원고 조건에 맞추어 실험한 결과 중, 최적의 조건을 선택하여 설정하였다.

Table 1. Profiling for ProfileMaker 5.0 of Preset

Preset		General Purpose	Out Door	Portrait Photography	Product Photography	Reproduction		
Option	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
	Fine Tune Shadows	Darker Shadows : 3	Darker Shadows : 3	Darker Shadows : 5	-	-	-	-
	Saturation	-	-4	2	-	0	0	0
	Contrast	10	12	12	20	-	-	-

### 3-2. White Balance 조절

Digital ColorChecker SG 타가를 촬영시 Figure 4와 같이 white balance를 조절하지 않았을 때, red line의 색역과 조절했을 때, yellow 및 white line의 색역으로, 동일한 조건에서 동일한 원고의 컬러이지만 재현이 달라짐을 알 수 있었다. 특히 색역이 확장됨으로써 원고의 컬러 재현이 향상될 수도 있으므로 보다 정확한 white balance 조절이 필요하다고 생각된다.

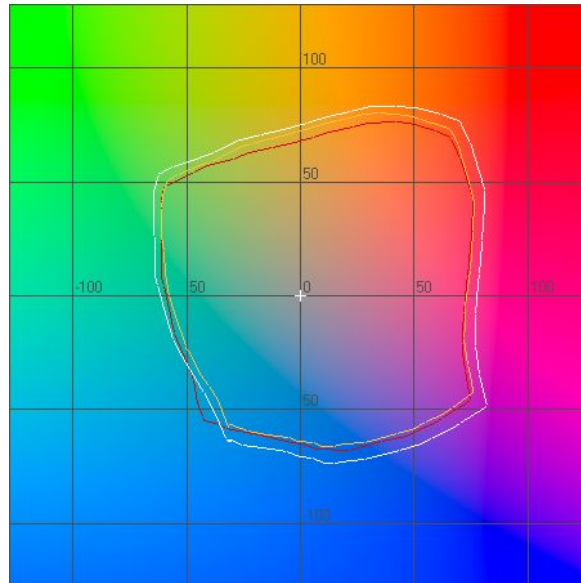


Figure 4. Comparison of color gamut with the white balance control in CIE L\*a\*b\* color space.

### 3-3. 색공간을 이용한 평가

최적의 Adobe CameraRAW 프로그램을 이용하여 컬러 렌더링한 뒤, Adobe RGB와 sRGB의 색역과 프로파일 제작에 적용할 preset 조건을 비교한 결과 Figure 5와 같은 결과를 얻었다. Figure 5와 같이 확실하게 Adobe RGB 색역이 sRGB 색역보다 넓은 것을 알 수 있었으며, 특히 CIE L\*a\*b\* 색공간에서 비교적 -b\*축의 색재현이 우수함을 확인하였다.

또한 preset 조건을 확인한 결과 sRGB보다 색역이 넓으므로 원고가 sRGB로 제작될 경우 원고와의 색차가 Adobe RGB로 제작되는 원고보다 차이를 줄일 수 있을 것이라 사료된다. 하지만 촬영 원고가 sRGB의 색역보다 넓다면 원고와의 색차가 커짐으로 Adobe RGB를 이용하는 것은 바람직할 것이다. 뿐만 아니라 프로파일 제작시 적용하는

preset 조건의 차이로 동일한 원고를 활용하지만 서로 다른 결과를 가져옴으로 사항에 따라 조절할 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

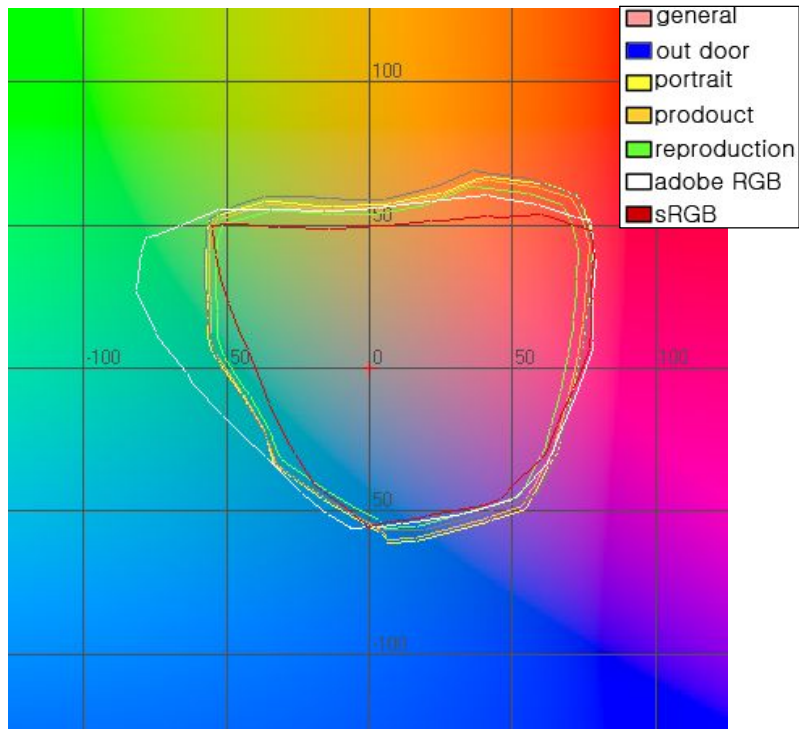


Figure 5. Comparison of color gamut with conditions in CIE L\*a\*b\* color space.

또한 ColorChecker DC 타깃을 Adobe RGB와 sRGB로 컬러 렌더링한 후, 타깃의 패치별 색변환 결과를 Figure 6, 7에 각각 나타내었다. Figure 6의 결과와 같이 Adobe RGB의 경우, Lightness가 낮은 쪽 패치뿐만 아니라 L\*축 가까이 존재하는 패치의 일부에서 상대적으로 큰 차이를 나타냄으로써 색차를 가중시킨 결과라 사료되면, 이러한 패치 색에 대한 보정은 원고의 정확도를 결정할 것이다. 또한 -b\*축의 몇몇 패치에서도 동일한 결과를 나타내었다.

Figure 7과 같이 sRGB 색공간을 적용한 경우도 Adobe RGB와 유사한 경향을 나타내었고, 특히 L\*축에서 멀리짐으로써 chroma가 증가하여 색차가 가중되었다. 따라서 컬러 렌더링 시 이렇게 큰 차이를 나타내는 색의 보정이 이루어져야할 것이다.

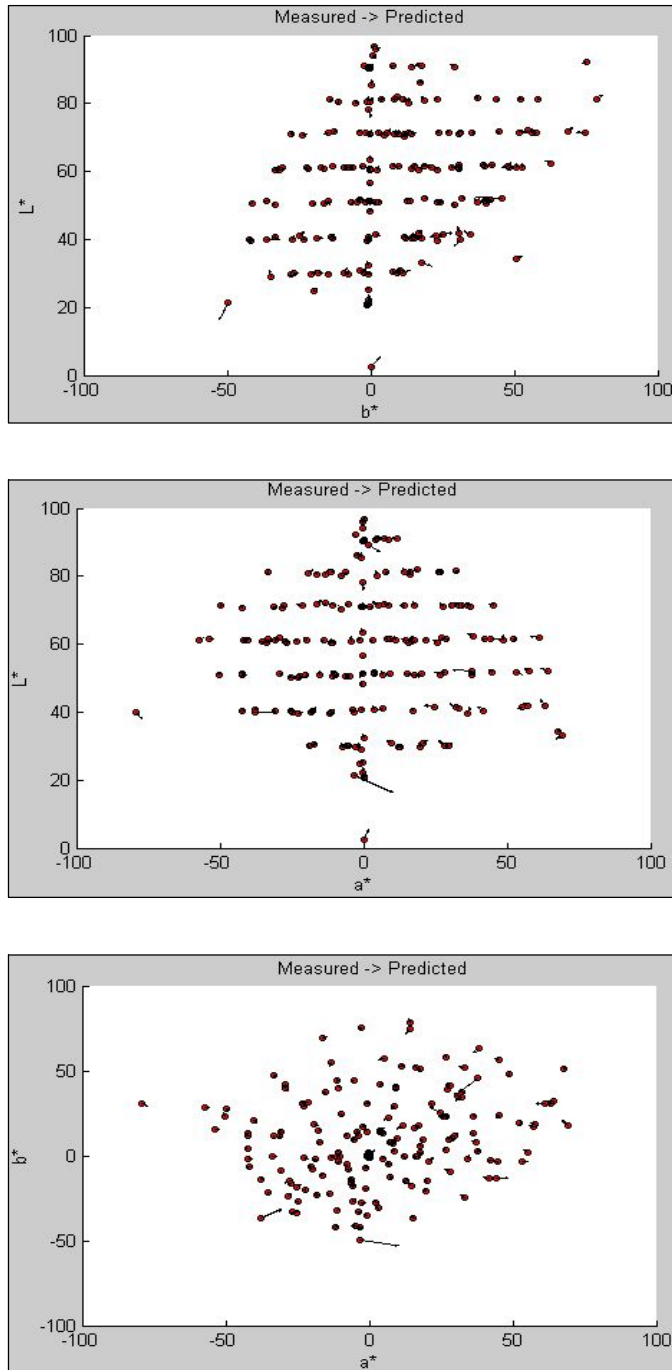


Figure 6. Color reproduction comparison of original and after color rendering(Adobe RGB) in CIE  $L^*a^*b^*$  color space.

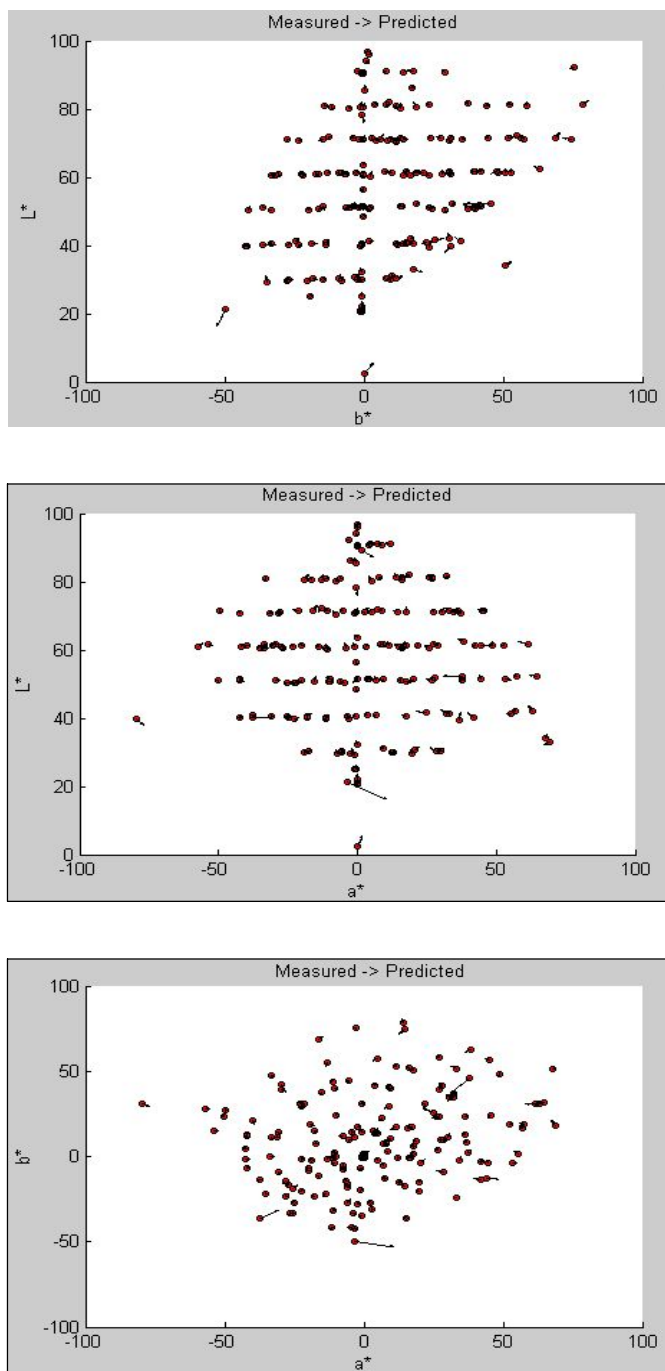


Figure 6. Color reproduction comparison of original and after color rendering(sRGB) in CIE  $L^*a^*b^*$  color space.



### 3-4. 색차에 의한 평가

Table 2와 같이 ColorChecker DC 타겟의 경우 Raw파일을 Adobe RGB 색공간으로 렌더링한 후, ProfileMake 5.08 프로그램으로 preset 조건에 따라 ICC 프로파일을 제작하였고, 그 프로파일을 적용한 후 원고와의 색차를 구한 결과 가장 큰 것은 3.1의 Out Door이었고, 가장 적은 색차를 나타낸 것은 Reproduction Neutral Auto Gray로 2.4를 나타내었다. 이러한 결과는 최적의 콘트라스트와 최적의 채도를 설정하였지만 옥외용으로 활용할 이미지에 적용한 프로파일 조건이 다른 이미지보다 정확도가 떨어진 결과라 생각된다. 또한 이것은 프로파일 생성 조건에서 원본 이미지의 색상 값에 변화를 주지 않고 그레이 밸런스만을 수정한 결과라 사료된다.

Table 2. ProfileMake Preset Result of ColorChecker DC Target

Original Target	CameraRWA RGB Profile	ProfileMake Preset	$\Delta E^*_{ab}$
ColorChecker DC	Adobe RGB	General Purpose	2.9
		Out Door	3.1
		Portrait	3.0
		Product	2.7
		Reproduction	2.6
		Reproduction Neutral Auto	2.4
		Reproduction Neutral Auto Gray	2.3
	sRGB	General Purpose	3.2
		Out Door	3.4
		Portrait	3.3
		Product	3.0
		Reproduction	2.9
		Reproduction Neutral Auto	2.6
		Reproduction Neutral Auto gray	2.5

Raw 파일의 렌더링 시 sRGB 색공간을 적용한 경우도 Adobe RGB 색공간과 유사한 경향을 나타내었지만, 전체적으로 sRGB가 재현할 수 있는 색재현이 Adobe RGB 색공간보다 좁으므로 원고와의 색차가 조금 높게 나타났다.

Table 3과 같이 Digital ColorChecker SG 타겟의 경우 Raw파일이 Adobe RGB 색공간을 적용하여 렌더링되었을 때 원고 활용에 따른 색차가 가장 큰 것은 2.8의 Out Door이었고, 가장 적은 것은 Reproduction Nutral Auto Gray로 1.7을 나타내었다. 또한 sRGB 색공간의 경우 Adobe RGB 색공간을 적용한 프로파일과 유사한 경향을 나타내었

지만, sRGB가 재현할 수 있는 색재현이 Adobe RGB 색공간보다 좁으므로 원고와의 색차가 조금 높게 나타났다. 특히 ColorChecker DC 타겟의 경우보다 전체적으로 적은 색차를 나타내었는데 이것은 보다 정확한 색을 재현하기 위해 어느 정도의 패치수가 필요할 뿐만 아니라 동일한 조건이었지만 Digital ColorChecker SG 타겟의 색영역이 실험에 적용한 프로파일이 더 효율적이었던 결과라 생각된다.

Table 3. ProfileMake Preset Result of Digital ColorChecker SG Target

Original Target	CameraRWA RGB Profile	Profile Make Preset	$\Delta E^*_{ab}$
Digital ColorChecker SG	Adobe RGB	General Purpose	2.4
		Out Door	2.8
		Portrait	2.5
		Product	2.3
		Reproduction	2.1
		Reproduction Neutral Auto	1.7
		Reproduction Neutral Auto Gray	1.7
	sRGB	General Purpose	2.8
		Out Door	3.1
		Portrait	2.9
		Product	2.6
		Reproduction	2.4
		Reproduction Neutral Auto	2.0
		Reproduction Neutral Auto Gray	1.9

#### 4. 결론

입력 장치에서 컬러 렌더링을 고려한 최적의 프로파일 제작에 관한 연구를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동일한 조건에서 동일한 원고의 컬러이지만 white balance의 조절에 의해 색재현이 달라지고, 프로파일 제작시 색역을 확장시킬 수 있음을 알 수 있었다.
2. 프로파일 제작시 preset 조건에 따라 원고의 색재현이 달라지므로 최적의 조건을 찾아 적용하는 것이 필요하다.
3. Raw 파일의 원고가 sRGB 색공간의 색역보다 넓다면 컬러 렌더링 후, 원고와의 색차가 커짐으로 Adobe RGB 색공간을 적용하는 것은 바람직하다.

4. 프로파일 제작시 보다 정확한 색을 재현하기 위해 어느 정도의 색 패치수가 필요하고, 동일한 조건이었지만 사용한 타겟에 따라 적용한 프로파일의 결과가 다르게 나타나므로 원고에 맞는 효율적인 프로파일 제작이 필요하다.

## 사사

“ 이 논문은 2009년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임(PK-2009-38) ”

## 참고문헌

- (1) International Color Consortium, "ICC Profile Format Specification", Version 3.4, August(1997).
- (2) International Color Consortium, "International Color Consortium Profile Format", <URL : ftp : // sggate.sgi.com / pub / icc / ICC34.pdf>(1998).
- (3) Jack Holm, Eric Walowit and Ann McCarthy, "ICC Votable Proposal Submission Colorimetric Intent Image State Tag Proposal", Proposal Version 1.2, Date: 16 (2006).
- (4) R. Y. Chung, Y. Komori, "ICC based CMS & Its Color Matching Performance", Proc, TAGA(1998).
- (5) 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).
- (6) G. Hoffmann, "Camera Calibration for Reproduction" pp. 2~15(2007).
- (7) P. Rao, M. R. Rosen, R. S. Berns, "Performance Evaluation of the Profile Maker professional 5.0 ICC Profiling Software"(2005).
- (8) Jason Lisi, Abhay Sharma, "Analysis of Color Rendering in Digital Cameras", TAGA Proceedings, pp. 349~366(2007).
- (9) CCD Arrays, Cameras, and Displays, G. Holst, SPIE(1998).
- (10) Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Cameras, J. Nakamura, CRC Press(2005).
- (11) Adams J, Parulski K, Spaulding K. Source "Color Processing in Digital Cameras", IEEE MICRO Vol. 18(6) pp. 20~30(1998).

- (12) Mery D (Mery, Domingo), Pedreschi F (Pedreschi, Franco), Leon J (Leon, Jorge), Leon K (Leon, Katherine), "Color Measurement in  $L^*a^*b^*$  Units from RGB Digital Images", Food Research International, Vol. **39**(10) pp. 1084~1091(2006).
- (13) Pointer, M., "Digital Camera Calibration for Wound Measurement - Colour Characterization", (National Physical Laboratory Rep. No. DQL-OR 14). Middlesex, UK: National Physical Laboratory(2006).
- (14) J. Y. Cha, G. R. Cho, C. W. Koo, "인쇄 공정의 최적화를 위한 디지털카메라의 Profiling인쇄 공정의 최적화를 위한 디지털카메라의 Profiling", Journal of the Korean graphic arts communication society, Vol. **26**(2), pp. 65~77(2008).