

ICC 기반의 컬러 매니지먼트 시스템을 사용한 별색 교정에 관한 연구

정청숙[†], 강상훈

[†]부경대학교 대학원 인쇄공학과, 부경대학교 공과대학 화상정보공학부
(2007년 5월 4일 접수, 2007년 5월 25일 최종 수정본 접수)

A Study on Spot Color Proofing using ICC-based Color Management System

Chung-Suk Jung[†], Sang-Hoon Kang

[†]Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate School, Pukyong National University,
Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University

(Received 4 May 2007, in final from 25 May 2007)

Abstract

Recently, the trend in the printing industry includes shorter run lengths and with fast turnaround times. As new markets have made it possible to produce small quantities of high-quality color products at affordable price, the general commercial printing meets the customer's diverse demand by using spot color besides process four colors. Especially, by using spot color for printing the enterprise's logo or specific color, we can see the effect of printing is getting better. With the combination of the right software, ink, media, and device can be treated as a digital proofer for spot color printing, providing significant time and cost savings compared to conventional procedures.

The objective of this study is to investigate the quality of spot color proofs printed by ink-jet and dye sublimation proofer using ICC-based color management system. An Epson Stylus Color 3000 ink-jet proofer combined with Best Color Proof XXL RIP was tested for glossy and matte paper. 3M Rainbow dye sublimation proofer was examined using 3M Rainbow controller ver.4.1 RIP on the manufacturer

recommended proofing paper. ICC profiles were generated for each device using ECI 2002 visual target and evaluated for the accuracy of process 4 color reproduction. The test charts consisting of Pantone color 1140 was selected to test the quality of spot color reproduction.

1. 서 론

종래의 다량소품중 인쇄시장이 소량다품중체제로 바뀌면서, 일반 상업인쇄에서는 4색 프로세스컬러 이외의 별색을 사용함으로써 한층 다양해지고 있는 고객의 요구사항을 만족시키고 있다. 특히 기업의 로고나 제품의 특정색을 인쇄하기 위해서 별색을 사용함에 따라 인쇄효과가 커지는 것을 알 수 있었다. 하지만 인쇄 시 미디어의 종류와 장치의 특성에 따라서 디자이너가 주문하는 색상이 다르게 나타나기도 한다. 요즘 인쇄업체는 이런 결과를 사전에 예상하여 비용절감과 시간절약을 이끌어내기 위해 디지털 프린터로 교정인쇄물을 출력하여 고객과 커뮤니케이션을 통해 품질을 검증받고 있다. 이러한 교정 출력물을 정확하게 얻어내기 위해서는 최근 각광받고 있는 ICC 기반의 컬러 매니지먼트 시스템을 통해 4색 프로세스컬러 뿐만 아니라 점점 수요가 늘어나고 있는 별색에 대해서도 효용성을 객관적으로 평가해 볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 별색 재현에 있어 변수로 작용하는 잉크, 종이, 장치의 특성 중 잉크의 조건을 고정시켰다. 잉크젯 교정 장치에 대해 광택용지와 무광택을 사용하였고, 장치의 특성을 비교하고자 염료 승화형 교정 장치를 사용하였다. ECI 2002 Visual 타겟을 이용하여 RIP을 통해 품질을 제어하였고, 생성된 교정 장치 프로파일의 정확성을 평가한 다음, 이 프로파일을 별색 테스트 타겟 “Pantone color 1140 patches”에 적용하였다. 이 때 각 장치의 색역 (gamut) 비교에 의한 시각적인 평가방법과 색역 안과 밖의 색상으로 나뉘 원고와의 색차를 통해 정량적인 분석방법으로 별색 재현상태를 평가하였다.¹⁾

2. 실 험

2-1. 실험 재료 및 기기

본 연구에서는 잉크젯 교정 장치 Epson사의 SC 3000에 대하여 E사의 광택용지와 H사의 무광택용지를 사용하였고, 교정 장치의 특성을 비교하기 위해 염료 승화형 교정 장치 3M사의 Rainbow 2730을 사용하였다.

잉크젯 교정 장치는 “BEST Color Proof XXL” RIP을 통해 품질을 제어하였고, 염료 승화형 교정 장치는 MAC OS 9.0에서 “3M Rainbow controller ver. 4.1 RIP”을 거치도록 설정하였다. “ECI2002 visual target 1485”를 통해 교정 장치의 ICC 프로파일을 생성

한 다음, 오프셋 인쇄된 ECI2002 visual target OK 시트를 활용하여 교정 장치 프로파일의 정확성을 평가하였다. Fig. 1의 별색 타겟 “Pantone color 1140 patches”를 사용하여 별색 재현 상태를 확인하기 위해, Gamut Vision과 MatLab 7.0을 활용하여 각각의 교정 장치 프로파일의 색역 비교 및 출력장치가 이루어지는 것을 확인하였다. 또 별색 교정 인쇄물을 출력하여 GretagMachbeth Spectroscan으로 측색값과 원고 데이터값의 색차를 통해 별색 재현 상태를 평가하였다. 실험에 사용된 장비와 재료는 Table 1에 명시되어 있다.

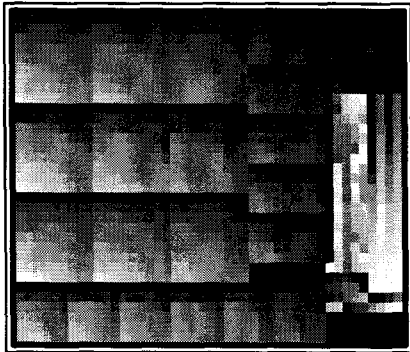


Fig. 1. ECI 2002 visual layout 1,485 CMYK target.

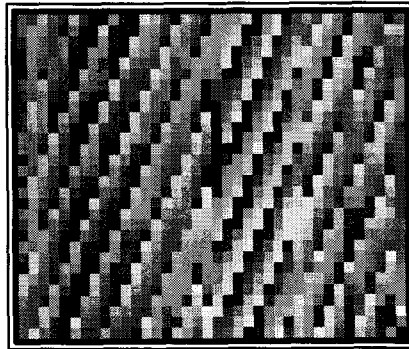


Fig. 2. Spot color test chart.

Table 1. Equipments and Materials used in this experiment

No.	List	Product Name
1	Device	Epson SC 3000 3M Rainbow 2730 (MAC 7600)
2	Paper	Epson Photo Quality Glossy Paper Hansol Color Ink-jet Coated Paper Kodak Polychrom Rainbow Paper
3	RIP	Best Color Proof XXL 3M Rainbow controller ver.4.1
4	Software	Adobe Photoshop 7.0 GretagMachbeth ProfileMaker 5.0 Imatest Gamut Vision 1.3.2 MatLab 7.0
5	Spectrophotometer	GretagMachbeth Spectroscan (D50 / 2 Degree / No Filter)

2-2. 실험 방법

2-2-1. 장치의 기본 선형화

잉크젯 교정 장치의 프로파일을 생성하기 전, 안정된 상태에서 최적의 잉크량을 얻을 수 있도록 하기 위해 선형화 작업을 수행해야 한다.²⁾ 용지의 종류에 따라 최대 잉크량과 각 채널당 잉크량이 달라지므로, 잉크젯 교정 장치는 E사의 광택용지(photo quality glossy paper)와 H사의 무광택용지(color Ink-jet coated paper) 사용하여 Best Color Proof XXL RIP을 사용하여 시스템을 제어하였다.

염료 승화형 교정 장치의 프로파일을 생성하기 전, Ink ribbon calibration과 Test target adjustment에 대해 모든 세팅값은 “3M Rainbow controller ver. 4.1 RIP”에서 일반 모드(default)값으로 설정하여 선형화 값으로 유지시킨다.

2-2-2. 장치 프로파일 생성 및 검증

본 실험에서, 교정 장치 프로파일을 생성하기 위해 GretagMacbeth Profile- Maker 5.0을 사용하였고, 기본 설정은 ICC에서 제시한 ver.2로써 정의하였다. 프로파일 생성 옵션²⁾ Profile size “Large”, Perceptual rendering intent “Paper colored gray”, Gamut mapping “LOGO Colorful”, 조명광원은 D50으로 설정하였다. 가장 중요한 세퍼레이션 설정은 용지의 종류에 상관없이 잉크젯과 염료 승화형 방식의 교정 장치에 따라 달리 설정하였다.

먼저 광택용지와 무광택용지에 대한 잉크젯 교정 장치의 프로파일은 Profile- Maker 5.0에서 추천하는 Inkjet 400과 GCR3를 사용하였다. 최대 잉크량 400%, K잉크 투입 시작점(black start) 40%, CMYK잉크는 각각 100%로 설정하여 Neutralize 시켰다. 또 K잉크의 너비(black width)는 기본 설정값인 100으로 설정하여 ICC프로파일을 생성하였다. 염료 승화형 교정 장치는 기본적인 세팅은 잉크젯과 같되, 세퍼레이션 설정에서 ProfileMaker 5.0에서 추천하는 Dye sublimation과 GCR4을 선택하였으며 CMY잉크량 100%와 K잉크량 85%을 설정하여 Neutralize를 시키고 K잉크의 너비는 100으로 설정하여 ICC프로파일을 생성하였다.³⁾

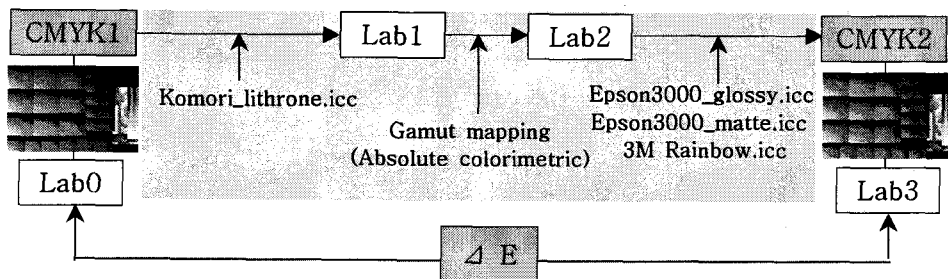


Fig. 3. Schematic diagram for the profile accuracy evaluation.

이렇게 생성된 프로파일의 검증을 위해 Komori사의 lithrone으로 오프셋 인쇄된 ECI 2002 visual target OK 시트의 장치프로파일을 위와 같은 방법으로 설정하되, 세퍼레이션 설정만 “offset”으로 설정하여 ICC프로파일을 생성하였다. 따라서 Fig. 3에서 나타난 바와 같이, 참조 프로파일(source profile)과 목적 프로파일(destination profile)의 정확한 경로 지정을 통해, 오프셋인쇄물의 OK 시트(원고)와 잉크젯과 염료 승화형 교정 장치로 출력한 교정 인쇄물의 L*a*b*측색값의 색차로써 프로파일의 정확성을 평가하였다.

2-2-3. 색역 비교에 의한 별색 평가 방법

Gamutvision을 활용하여, 광택용지와 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역 비교, 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치와 염료 승화형 교정 장치의 색역 비교, 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역과 염료 승화형 교정 장치의 색역 비교를 하였다. 3개의 색역에 2개의 별색 테스트 타깃을 적용시켜 벡터량 또는 색역 사상이 이루어지는 방향을 L^*-a^* , L^*-b^* , a^*-b^* 색상공간에서 확인하여 보았다.

2-2-4. 색차에 의한 별색 평가 방법

본 실험에서는 RIP을 사용하여 각 장치의 프로파일을 제어하고 교정인쇄물을 출력한다. 잉크젯 교정 장치에서는, CMM 데이터 집합을 생성하기 위해 컬러 매니지먼트를 활성화하고 선형화된 “.bpl” 파일을 로드시킨다. 별색 테스트 타깃은 Lab모드에서 만들어진 것이므로, 참조프로파일은 작업 공간(working space) Lab에서 “Lab 1 to 1” 과 Absolute colorimetric 으로 출력장치시키고, 목적 프로파일은 교정 장치의 프로파일을 참조하여 색변환 후, 출력 및 측색을 통해 L*a*b*값을 알 수 있었다. 이때 별색 특성상 나타날 수 있는 색역밖의 색상에 대해 포토샵의 Gamut Wanning을 통해 색역 안과 밖의 색상으로 나누어봄으로써 전체의 평균색차와 차이를 확인해 볼 수 있었다. 이러한 작업 과정을 Fig. 4에 도시하였다.⁴⁾

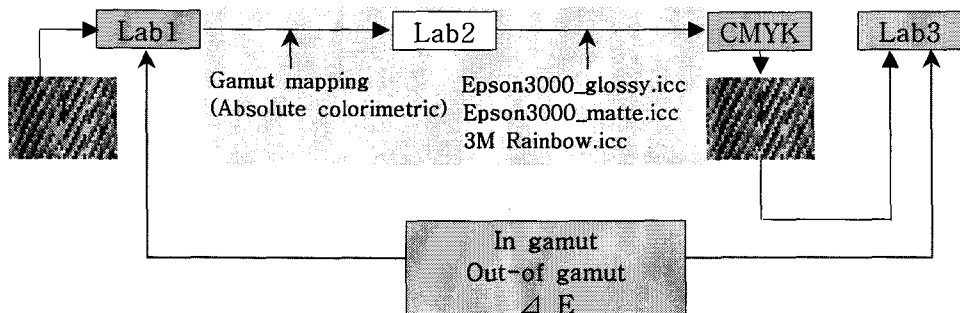


Fig. 4. Hard copy proofing work flow.

염료 승화형 교정 장치는 Mac OS에서 제어되는 RIP을 사용하고 있기 때문에 Microsoft에서 만든 ICC 프로파일을 로드시킬 수가 없었다. 이러한 이유로 Photoshop 7.0을 열어 Edit > Color settings > Working space (CMYK)에서 교정 장치 프로파일을 로드시키고, CMM은 Adobw (ACE)와 Absolute colorimetric 방법으로 색역 사상되도록 설정하였다. Lab 모드의 1140개와 63개 패치를 열어 Image > Mode > CMYK 로 변환한 후, 설정된 ICC 프로파일과 함께 저장시켰다. RIP을 통해 1140개의 별색 패치에 대한 교정 인쇄물을 얻은 후, 측색을 통해 원고 데이터값과의 색차를 확인하였고, 같은 방법으로 색역밖의 색상과 색역 안의 색상으로 나뉜 별색 재현을 확인하여 볼 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 교정 장치 프로파일의 정확성 평가

앞에서 설명한 실험방법에서 기술된 바와 같이 오프셋인쇄된 OK 시트(원고)와 교정출력물의 L*a*b*값을 CIE 94 색차를 통해 비교해 봄으로써, 프로파일이 효용성을 평가하였다.

CIE 94 색차 수식은 다음 (1)식과 같다.⁵⁾

$$\Delta E_{94} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H S_H}\right)^2}$$

$$\begin{aligned} S_L &= 1 \\ S_C &= 1 + K_1 C_1 \\ S_H &= 1 + K_2 C_1 \\ K_L &= K_C = K_H = 1 \\ K_1 &= 0.045 \\ K_2 &= 0.015 \end{aligned} \tag{1}$$

광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치로 출력한 교정인쇄물은 Table 2에서 보는 바와 같이 평균색차 1.59와 표준편차 1.1의 결과값을 가진다. ECI 2002 visual 타깃을 출력한 교정인쇄물의 측색치를 원고와 비교해보면, 하이라이트부분은 종이색상을 참조해서 출력 장치 되는 Absolute colorimetric방법에 의해 약간 어둡게 나타나는 반면에, 새도우 부분에서는 약간 밝게 나타남으로써 명도차가 발생하였다. 또 채도차가 음의 값을 가지는 이유는 원고보다 교정인쇄물의 채도값이 큰 값이 좀 더 많았다는 의미로 전체적으로 색차가 크게 나타나는 부분이 많은 새도우는 명도차 보다는 Δa^* 와 Δb^* 값의 차이로 나타났다. 따라서 이 프로파일은 염료 승화형 교정 장치보다 최대 최소 색차 범위가 넓게 나타났다지만 평균 색차값 등을 통해 사람의 눈으로 인지하기 어려운 값을 가짐에 따라 프

로파일이 정확하게 생성된 것으로 사료된다.

무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치는 원고와 평균색차 2.31과 표준색차 2.14로써 광택용지를 사용하였을 때보다 결과가 나쁘게 나타났다. 이것은 새도우 부분에서 CMYK의 잉크가 종이로 흡수되는 양이 많아짐으로써 각 패치의 잉크 농도값이 떨어지고 교정 인쇄물이 원도보다 밝게 출력됨에 따라 평균의 명도차가 음의 값을 가지게 된 것으로 사료된다. 전체적으로 하이라이트부는 조금 어둡고 새도우부는 밝게 나타남에 따라 원고에 비해 명도의 범위가 좁게 나타나고 있고 최대 최소의 색차값이 범위가 가장 크게 나타남으로써 프로파일의 정확성이 다소 부족한 것으로 판단된다.

염료 승화형 교정 장치는 평균색차 1.62, 표준편차 0.69이고, 최소와 최대색차 사이의 범위가 가장 작게 나타남으로써 정확한 프로파일을 생성한 것으로 사료된다. 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 교정 인쇄물과 비슷한 경향을 나타내고 있으나 염료 승화형 교정 장치에 대해 적성이 뛰어나도록 설계된 전용지를 사용함으로써 가장 안정된 결과값을 나타낸 것으로 판단된다.

Table 2. ΔE , ΔL , ΔC , ΔH comparison between offset OK sheet and 3 Proofs
CIELAB Values in ECI2002 visual 1485 target

Mean	ΔE (Min / Max)	ΔL	ΔC	ΔH	Std. Dev.
Epson3000_ Glossy	1.59 (0.08/7.67)	0.40	-0.40	0.95	1.10
Epson3000_ Matte	2.31 (0.08/11.54)	-1.09	1.31	1.24	2.14
3M Rainbow	1.62 (0.22/4.73)	0.38	-0.89	1.18	0.69

3-3-1. 색역 비교에 의한 평가

Fig. 5에 나타난 바와 같이, (a) 광택용지(솔리드)와 무광택용지(격자)를 사용한 잉크젯 교정 장치의 프로파일 색역을 비교해 보면, 전체적으로 고명도부와 Yellow부분은 무광택용지가, 명도가 50이하 부분에서는 무광택용지의 잉크 흡수에 따른 색역 감소로⁶⁾ 광택용지가 색재현 능력이 우수한 것으로 나타나고 있다. 부분적으로 Red, Magenta, Dark Green 부분에서 광택용지를 사용하였을 때의 색역이 크게 나타났다.

(b) 광택용지(격자)를 사용한 잉크젯 교정 장치와 염료 승화형 교정 장치(솔리드)의 색역을 비교해보면, 염료 승화형 교정 장치는 Cyan, Orange, Red 색상이외의 모든 색역을 포함하고 있다. 특히 고채도의 Green, Blue, Magenta, Greenish Yellow의 최외각 점

을 보면 고채도의 밝고 선명한 색상에 대해서는 잉크젯방식에 비해 우수한 색상을 재현해 낼 수 있는 능력을 가지고 있음을 확인하였다. 반대로 저명도부의 Red와 Magenta의 중간색에서 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치에 비해 색역이 좁게 나타났다.

(c) 무광택용지(격자)를 사용한 잉크젯 교정 장치와 염료 승화형 교정 장치(솔리드)의 색역을 비교해 보면, 명도 50이상의 Redish yellow, Orange, Cyan, Red와 Magenta의 중간 색상에 대해서 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역이 조금 크게 나타나고 있으나 그 밖의 색상에 대해서 염료 승화형 교정 장치가 전체 색역을 포함하는 것으로 나타났다.

따라서 염료 승화형 교정 장치의 색역이 가장 넓게 나타났지만, 명도 50이상의 Red, Orange, Cyan과 저명도의 Magenta와 Red의 중간색을 나타내는 범위에서 잉크젯 교정 장치에 비해 약간의 부족함이 나타났다. 또 잉크젯 교정 장치의 색역 중 광택용지를 사용한 경우, 명도 50이상의 Yellow, Green, Blue가, 무광택용지는 저명도부의 전체적인 색상 재현상태가 부족한 것으로 나타났다. 반대로 염료 승화형 교정 장치는 Magenta, Blue, Green 및 저명도 색상재현이 우수하고, 잉크젯 교정 장치에서 광택용지를 사용한 경우는 Red와 Cyan에서, 무광택용지는 Yellow에서 색재현 상태가 양호하게 나타났다.

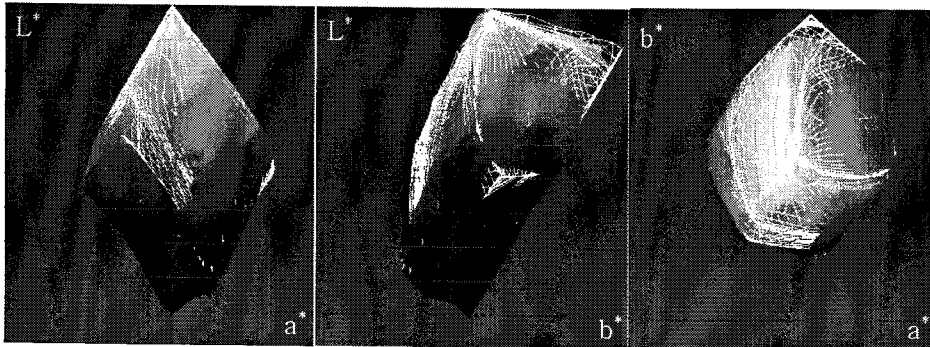
Fig. 6은 각각의 교정 장치 프로파일의 색역에 대하여 Pantone color 1,140개 패치를 적용시킨 후, 색역안과 밖의 색상들이 색역 사상될 때 백터량으로 나타낸 것이다.

(d)는 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역에 대한 결과로써, L^*-a^* 공간에서 Green, Yellow, Blue 색상과 L^*-b^* 공간에서 Purple와 Magenta 계통의 색상에서 백터량이 크게 나타남에 따라 원고와 교정 인쇄물의 색차가 크게 나타날 것으로 예상된다. 또 $L^*=0, 100$ ($a^*, b^*=0$) 인 값을 포함시켜 종이 색상을 고려한 Absolute colorimetric 방법으로 색역 사상시킬 경우, 색역의 경계면으로 색역 절단되면, 백색점에서는 명도축이 약간 기울어진 상태로 색역 사상되고, 가장 어두운 검정색지점에서는 명도축을 따라 색역 사상되는 것을 확인할 수 있었다.

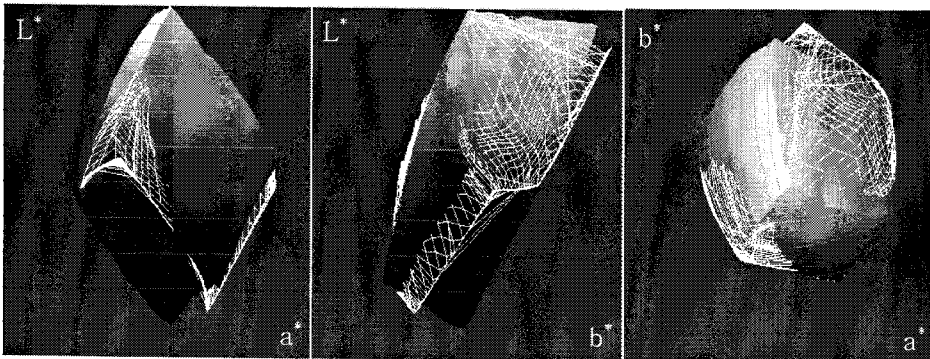
(e)는 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역에 대한 결과로써, Cyan 색상을 제외하고 전반적인 색상에서 색역 사상되고 있음을 나타내고 있다. 특히 L^*-a^* 와 L^*-b^* 공간상에서 보면, 명도가 낮은 색상 중에서 Blue, Dark Green, Dark Orange, Magenta와 명도가 높은 색상 중에서는 Green과 Yellow에서 색역 사상이 크게 나타났다. 또 저명도부에서는 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역보다 훨씬 좁게 나타남에 따라 a^*-b^* 공간에서 Magenta와 Blue 사이의 색상에서 색역 사상으로 인한 원고와 교정 인쇄물의 색차가 가장 크게 나타날 것으로 판단된다.

(f)는 염료 승화형 교정 장치의 색역에 대한 결과로써, L^*-a^* 와 L^*-b^* 공간상에서 상대적으로 색역이 좁게 나타났던 Cyan과 Orange색상과 a^*-b^* 공간에서 잉크젯 교정 장치의 색역과 같이 Dark Blue, Dark Red, Green, Magenta 색상에서 출력장치에 의한 백터

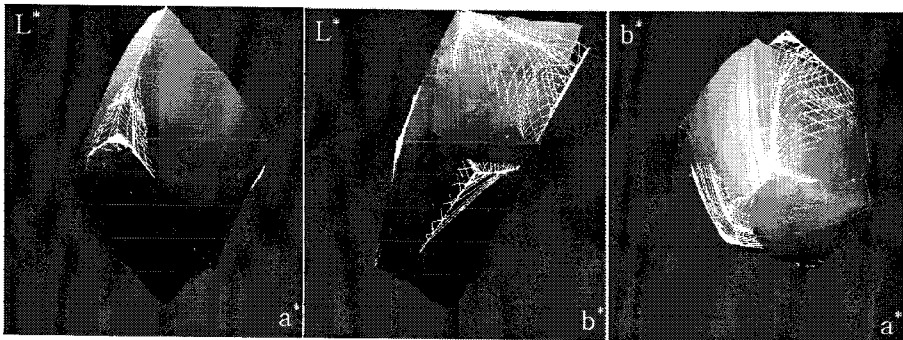
량이 크게 나타났다. 하지만 잉크젯 교정 장치에 비해 넓은 색역을 가지고 있기 때문에, 색역 안과 밖의 색상들이 출력장치으로 인한 백터량이 많이 줄어들었음을 확인할 수 있었다.



(a) Epson SC 3000 gamuts for matte(wire frame) and glossy paper

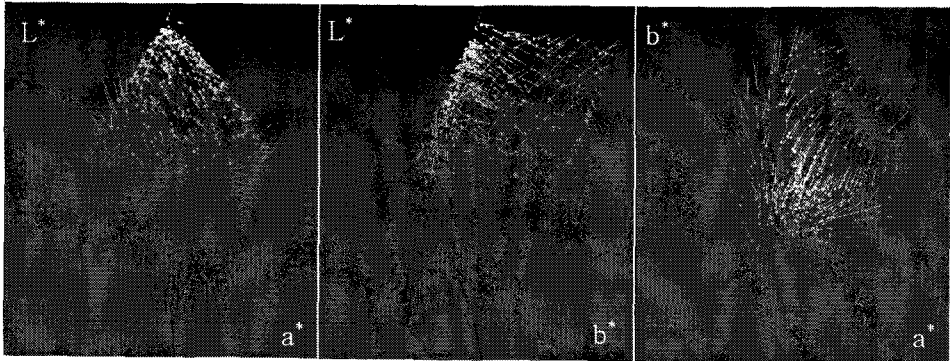


(b) Epson SC 3000 gamuts for glossy(wire frame) and 3M Rainbow

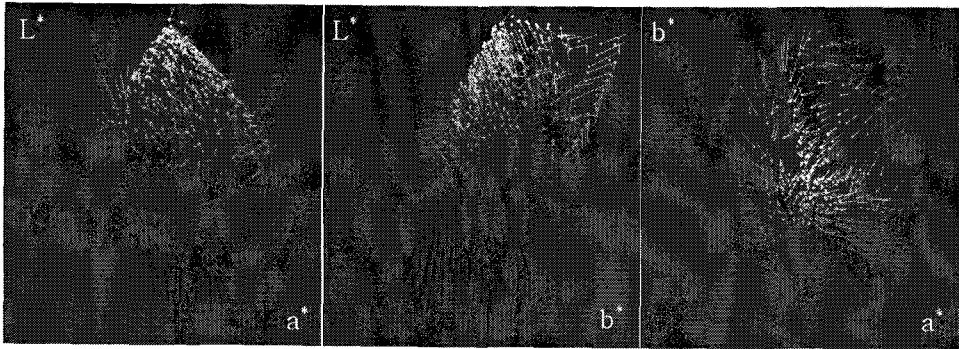


(c) Epson SC 3000 gamuts for matte(wire frame) and 3M Rainbow

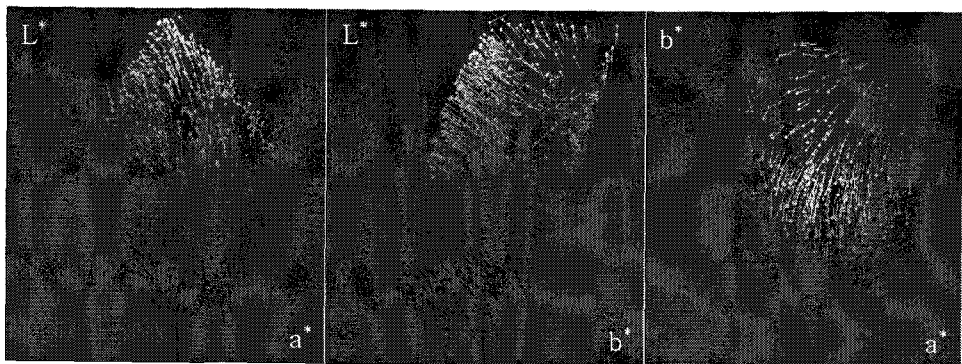
Fig. 5. Gamut volume comparison using GamutVision.



(d) Pantone color 1,140 patches CIELAB values plotted on Epson SC 3000 gamut for glossy paper.



(e) Pantone color 1,140 patches CIELAB values plotted on Epson SC 3000 gamut for matte paper.



(f) Pantone color 1,140 patches CIELAB values plotted on 3M Rainbow gamut.

Fig. 6. Test chart colors position in CIEL*a*b* color space.

3-3-2. 색차에 의한 별색 재현 평가

별색 테스트 타겟 2종류의 색재현 상태를 확인하기 위해 교정 인쇄물과 원고의 측색치로써 색차를 통한 정량적 평가와 1140 패치의 CRF 곡선과 3차원 막대그래프를 통해 시각적 방법으로 평가하였다.

Table 3은 Pantone color 1140 패치에 대한 원고와 교정 인쇄물의 색차를 나타낸 것이다. 먼저 광택용지를 사용하여 잉크젯 교정 장치로 출력한 교정 인쇄물은 전체의 평균 색차 2.47 과 표준편차 1.91로써, 그 중 색역안에 있는 색상을 추출하여 측색한 결과값과 차이가 크지 않다. 하지만 약 160개의 색역밖에 있는 색상은 색변환(color conversion)에 의한 색상변환(hue shift)이 예상된다. 색역안의 색상에 비해 평균 채도차가 약 10정도 차이를 나타남에 따라, 색역의 경계면으로 색역 사상될 때 명도값은 최대한 유지하되, Δa^* 와 Δb^* 값에 의한 채도값의 차이가 크게 나타난 것으로 사료된다.

무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 교정 인쇄물은 전체의 평균색차 4.01, 표준편차 3.19로써 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치보다 색차가 크게 나타남에 따라 별색 재현상태가 다소 부족한 것으로 나타났다. 명도차가 음의 값을 가짐으로써 원고보다 밝게 재현된 색상과, 채도차가 6.14로써 색의 선명도면에서 탁하게 나타나는 색상이 많아질 것으로 사료된다. 색역안에 있는 색상은 색차 2.34 표준편차 1.42로써 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치와 비슷한 색재현을 할 것으로 판단된다. 하지만 40%의 색역밖의 색상은 평균색차 6.74와 표준편차 3.39로써 색역이 좁게 나타남에 따라 재현할 수 있는 색상의 한계를 드러내고 있다. 특히 광택용지를 사용했을 때와 비교해 채도차가 크게 나타남에 따라 선명도가 떨어지는 색상들이 많을 것으로 판단된다.

염료 승화형 교정 장치를 사용한 교정 인쇄물은 평균색차 2.27와 표준편차 1.5로써 가장 안정된 색재현을 하는 것으로 나타났다. 색역안의 색상은 채도차가 음의 값을 가짐에 따라 넓은 색역폭내에서 일부 고채도의 색상에 대해서 선명도를 유지하면서 별색을 재현할 수도 있을 것으로 판단된다. 색역밖에 색상에 대해서는 평균색차 4.81 표준편차 2.05로써 잉크젯 교정 장치보다 평균색차와 표준편차가 작게 나타났으며, 채도차 또한 작게 나타남에 따라 색역폭이 넓은 염료 승화형방식이 별색 재현에 이점을 가지고 있었다. 또 색역밖의 색상이 약 10%정도로 광택용지보다 더 많은 색상을 색역내에 포함시킬 수 있음을 확인하였다.

Fig. 7은 원고와 교정 인쇄물의 색차를 시각적으로 평가하기 위해 CRF곡선(Cummulative Relative Frequency)⁷⁾과 3차원 막대그래프로 나타낸 것이다. (a)와 (d)는 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치에 대한 결과로써, (a)는 원고와 교정 인쇄물의 전체 색차(Mean), 색역안(in gamut)과 밖(out-of gamut)의 색상들의 색차를 최소색차부터 최대 색차까지의 빈도수로 나타내어 별색 재현 상태를 시각적으로 나타내었다. 색역안에 있는 색상의 색차 곡선과 비슷한 경향을 나타내고 있고, 색역 밖에 있는 색상의 색차 CRF 곡

선은 전체의 색차보다 기울기가 낮은 상태로써 색차값이 점점 크게 나타났지만 색역밖의 색상이 전체의 평균 색차에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. (d)는 색역비교를 통해 나타난 결과와 같이, 색역밖의 색상 Blue, Purple, Green, Orange와 같은 2차, 3차 색상과 고채도의 Yellow, Magenta, Cyan와 같은 프로세스컬러에 대해서 큰 색차를 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

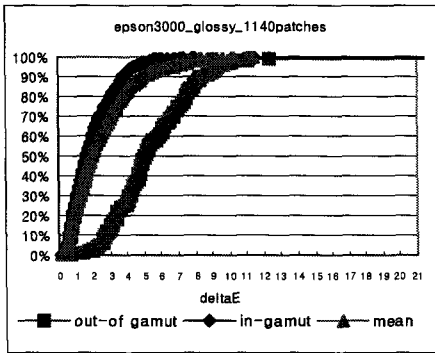
(b)와 (e)는 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치에 대한 결과로써, (b)에서 전체 색상의 색차에 대한 CRF 곡선은 색역 안과 밖의 색상이 가지는 색차 CRF 곡선의 중간 정도에 위치하며, 광택용지를 사용했을 때에 비해 색역밖에서 색차가 큰 값들이 많아짐에 따라 최소와 최대색차의 범위가 가장 넓게 나타났다. (e)는 저명도의 Dark Blue와 Dark Green, 고명도의 Yellow와 Green, 고채도의 Orange와 Magenta에서 색차가 크게 나타났다. 이것은 색역 비교를 통해 확인된 바와 같이, 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역에서 색역밖 색상들이 출력장치될 때 백터량이 가장 많았던 Blue 영역에서 최대색차가 나타났다.

(c)와 (f)는 염료 승화형 교정 장치에 대한 결과로써, (c)는 전체 색상의 색차를 나타내는 CRF곡선은 색역내 색상들의 색차와 거의 비슷한 곡선을 그리다가 70% 부근에서 최대 색차값의 반도수에 의해 격차가 나타났다. (f)에서 각 패치의 색차분포는 전체적으로 색차가 낮게 나타남에 따라 광택용지와 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치보다 안정되게 별색을 재현할 수 있음을 시각적으로 확인할 수 있었다. 특히 Dark Blue와 고채도의 Orange (최대색차) 또는 Green 계열의 색상에서 높은 색차를 보이고 있고, 색역 비교 실험에서 확인된 결과라고 할 수 있겠다.

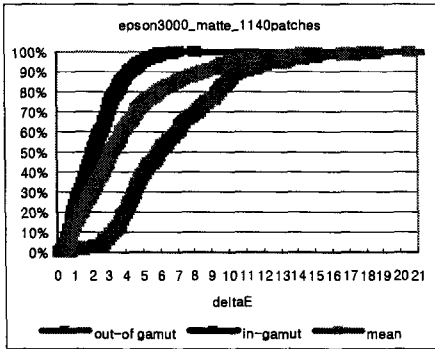
Table 3. Summary of ΔE , ΔL , ΔC , ΔH of 3 proofs CIELAB values in Pantone color 1140 patches

1140 Patches (Hard)	Epson_Glossy			Epson_Matte			3M_Rainbow		
	Mean	In ¹⁾	Out ²⁾	Mean	In	Out	Mean	In	Out
ΔE (Min) (Max)	2.47	1.99 (0.17) (7.91)	5.43 (0.67) (12.42)	4.01	2.34 (0.07) (8.04)	6.74 (0.56) (20.58)	2.27	1.89 (0.18) (6.09)	4.81 (1.94) (12.76)
ΔL	0.67	0.53	1.63	-0.37	0.16	-1.23	0.6	0.57	0.71
ΔC	2.73	1.31	11.69	6.14	2.23	12.5	0.61	-0.72	9.46
ΔH	1.33	1.19	2.13	1.74	1.37	2.33	1.19	1.03	2.25
Std. Dev.	1.91	1.35	2.24	3.19	1.42	3.39	1.5	0.91	2.05

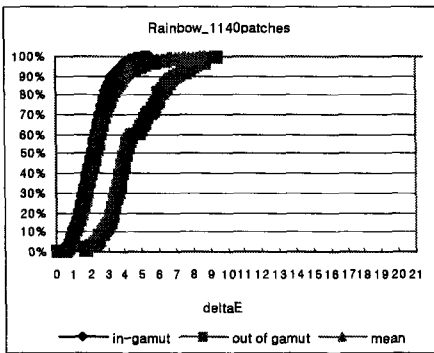
1): in gamut color , 2): out-of gamut color



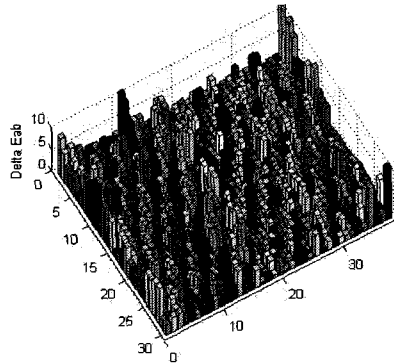
(a)



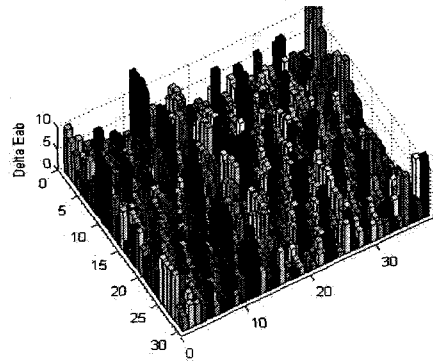
(b)



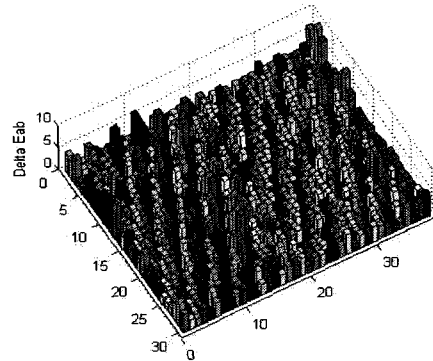
(c)



(d)



(e)



(f)

Fig. 7. CRF curve of ΔE between original and output on (a) Epson SC 3000 for glossy paper, (b) Epson SC 3000 for matte paper (c) Rainbow in , ΔE distribution between original and output on (d) Epson SC 3000 for glossy paper, (e) Epson SC 3000 for matte paper (f) Rainbow in Pantone color 1140 patches

4. 결 론

ICC 기반의 컬러 매니지먼트 시스템을 사용한 교정 장치에 대하여, 별색 교정 인쇄물의 색재현 특성에 관한 평가를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. RIP에 의한 교정 장치의 선형화를 통해 최적의 ICC 프로파일을 생성함으로써 별색 재현 상태가 향상되었음을 확인하였다.
2. 염료 승화형 교정 장치는 잉크젯 교정 장치보다 더 넓은 색역을 가짐에 따라 색역 밖의 색상을 더 많이 포함할 수 있으므로 별색 재현에 있어 우수한 교정 장치임을 확인하였다.
3. 잉크젯 교정 장치에서 무광택 용지를 사용하였을 경우 잉크 흡수에 의해 명도가 낮은 부분의 색역이 좁게 나타남에 따라 광택용지를 사용하였을 경우보다 별색 재현 상태가 다소 불량함을 확인하였다.
4. 원고와 별색 교정 인쇄물의 색차는 명도차보다는 채도차에 의해 크게 발생하였으며, 특히 2차, 3차 색상중 명도가 낮은 Dark Blue와 채도가 높은 Orange, Green, Red 계통의 색상에서 색차가 크게 나타남을 확인하였다.

참 고 문 헌

- (1) Suchy, M., Dr. Fleming III P. D., Dr. Abhay Sharma. "Spot Color Reproduction with Digital Printing", Department of Chemical Engineering, paper Engineering and Imaging, Western Michigan University, USA (2006).
- (2) Erika Hrehorova, Dr. Abhay Sharma and Dr. Fleming III, P. D., "Color Reproduction Studies in RGB and CMYK workflows using Inkjet Printer Driver and RIPs", Western Michigan University (2006).
- (3) GretagMacbeth ProfileMaker 5.0 Pro Help.
- (4) Robert Y. Chung and Yoshinori Komori, "ICC-based CMS & Its Color Matching Performance", *Proc. TAGA* (1998).
- (5) Phil Green, "Colorimetry and Color difference", *Color Engineering*, 49~67 (2002).
- (6) Li Yang and Björn Kruse, "Chromatic Variation and Color Gamut Reduction due to Ink Penetration", *Proc. TAGA* (2001).
- (7) Robert Chung, Yoshkazu Shimamura, "Quantitative Analysis of Pictorial Color Image Difference", *Proc. TAGA* (2001).