

잉크젯 컬러프린터의 색 재현성 평가 및 향상에 관한 연구

A study on the Color Reproduction Evaluation and Improvement of Ink-jet Color Printers

윤홍순, 김홍석, 박승욱
대진대학교 물리학과
realheung@hotmail.com

I. 서 론

고 해상도 디지털 카메라의 보편화로 디지털 이미지의 생성 및 전달이 일상생활에서 손쉽게 이루어지고 있다. 이에 따라 대부분의 문서에는 많은 수의 이미지가 삽입되므로 이를 출력해낼 프린터의 색 재현 성능이 중요한 요소로 대두되고 있다. 그러나 프린터의 비선형적인 특성이나 재현가능한 색역의 제한으로 실물과는 다른 색이 출력되고, 동일한 디지털 이미지라도 프린터의 종류나 제조회사에 따라서 다른 색으로 출력된다. 이러한 프린터 색의 불일치를 해결하기 위하여 국내외적으로 많은 연구가 이루어지고 있다

이에 본 연구에서는 IEC 61966-7-1⁽¹⁾에 준거하여 현재 널리 사용되고 있는 두 제조업체의 전문가용 잉크젯 프린터를 대상으로 색 재현성을 비교·분석하였다. 또한 다중회귀분석법으로 프린터의 색 특성을 묘사하여 진짜 색을 내도록 이미지를 변환하는 기술을 연구하였다. 본 기술의 특징은 실물의 색을 위주로 Target 색을 선정하여 비교적 적은 수로 넓은 영역의 색에 적용될 수 있는 매트릭스를 구한 것이다. 또한 입력 신호와 출력 색의 자극치를 동일한 색 공간으로 변환하여 취급함으로써 오차를 최소화하였다. 또한 대상 이미지와 매트릭스를 사용하여 변환시킨 이미지를 각 프린터로 출력하고 분광광도계를 사용하여 출력물의 색차를 계산함으로써 본 기술의 정확성을 평가하였다.

II. 프린터 색 재현성 평가

색 재현 평가는 사진전용 EPSON STYLUS PHOTO 2200(7색)과 HP photosmart 7960(8색)프린터를 사용하였고, IEC_61966-7-1 규정에 따라 수행되었다.

테스트 이미지는 IEC_61966에서 제시된 이미지를 광택인화지에 최고품질로 출력하였고, 출력된 색은 미놀타 분광광도계(Spectrophotometer) CM3600d를 사용하여 측정하였다. 또한 색 측정 시 출력용지 뒷면에 동일한 용지를 여러 겹 대어 측정의 정확도를 높였다.

원색의 분광특성, 계조특성, 색 역은 대상 프린터가 다른 잉크를 사용함에 따라 각각 다른 특성을 보여 주었다. 공간 균일성과 단시간 안정성은 두 프린터 모두 우수하였으나, 장시간 안정성에서 HP프린터는 좋지 않은 결과를 확인하였다.

III. 프린터 간 색 일치

1. 색 특성 묘사 알고리즘

프린터 색 특성 묘사는 프린터에 입력된 입력신호와 프린트된 출력물 색 간의 관계를 규명하는 것이다. 입력 값과 출력 값의 관계를 나타내는 매트릭스는 입력 값에 대한 출력 값을 알고 있는 Target 색들을 사용하여 다중회귀법으로 산출한다.

이때 입력 신호는 RGB 색공간으로 표시되지만 출력색은 CIE XYZ 색공간으로 표시되기 때문에, 입력 신호와 출력색 간의 선형 관계가 유지되지 못하여 다중회귀법에 의해 산출된 매트릭스의 정확도가 떨어진다. 따라서 정확한 매트릭스를 산출해 내기 위해서는 입력 신호와 출력 신호를 동일 색공간의 데이터로 변환할 필요가 있다. 따라서 하나는 출력색의 색공간을 입력 신호의 색공간인 sRGB 색공간으로 변환하여 색공간을 일치시킨 것이고, 다른 하나는 입력 신호를 출력색의 색공간인 Lab 색공간으로 변환하여 색공간을 일치시킨 것이다. 매트릭스 M 과 M' 의 행렬 수는 이차항까지 고려한 3×10 으로 정하였다.

$$\begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix} = [M] \begin{bmatrix} R_o \\ G_o \\ B_o \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} L_i \\ a_i \\ b_i \end{bmatrix} = [M'] \begin{bmatrix} L_o \\ a_o \\ b_o \end{bmatrix}$$

2. 적용 결과

실제 프린터는 입력 신호(R, G, B)=0일 때 밝기가 0인 이상적인 검정색이 출력되지 않기 때문에 Target이 되는 286색 중에서 0이 들어있는 색은 제외시키고 매트릭스를 산출 하였다. <표 1>에 세 가지 시험 이미지에 대해 두 프린터로 출력한 색과 실제 색과의 평균 색차를 나타내었다.

<표 1> 시험 프린터별 출력색과 실제색의 색차

| 프린터 \ 테스트이미지 | IT8(286) | | | 맥 이미지(24) | | | IEC_61966(336) | | |
|------------------|----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|----------------|------------|-----------|
| | 원본 | sRGB 변환 | Lab 변환 | 원본 | sRGB 변환 | Lab 변환 | 원본 | sRGB 변환 | Lab 변환 |
| EPSON프린터'컬러조정안함' | 17.7 | 9.5 | 8.5 | 18.4 | 8.4 | 8.3 | 30.7 | 22.3 | 28.1 |
| EPSON프린터'ICM' | 10.1 | 6.6 | 5.0 | 10.3 | 6.2 | 4.7 | 20.4 | 21.0 | 20.5 |
| HP 프린터 | 9.8 | 6.6 | 4.7 | 8.6 | 6.0 | 4.9 | 23.2 | 24.5 | 22.3 |

IV. 결론

각 프린터를 대상으로 색 재현성을 평가한 결과, 같은 이미지라도 잉크특성에 따라 색이 다르게 출력됨을 확인하였다.

프린터 색 특성 묘사 과정에서, Target 색을 적절하게 선정함으로써 비교적 적은 수로 넓은 영역의 색에 적용할 수 있는 매트릭스를 얻었다. 또한 입력 신호와 출력물 색을 동일한 색 공간으로 변환하여 취급함으로써 오차를 줄였다.

E프린터와 H프린터에 본 기술을 적용한 결과, 주로 실물의 색으로 구성된 IT8 Test Chart(286색), Macbeth ColorChecker(24색)그리고 스캔이미지에 대해서는 ICM 보정을 사용한 출력물보다 본 연구에서 사용된 알고리즘에 의한 출력물이 더 실제 색에 가깝게 재현되었다. 그러나 RGB 신호의 조합으로 구성되어 프린터 색역 밖의 색도 포함하는 원색의 그래픽 이미지에 대해서는 좋지 않았다. 이를 해결하기 위해 앞으로 그래픽 이미지의 정확한 재현에 관한 다른 방향의 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] IEC 61966-7-1, "Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management" Part 7-1 :Colour Printers-Reflective prints-RGB inputs, First edition 2001
 [2] 박진희, "스캐너 모니터간 색보정에 관한 연구", 석사학위논문, 대전대학교 물리학과, 2002