

잉크젯 프린터의 검정 잉크 특성화 연구

김흥기, 조맹섭

한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터

hkimrock@mail.etri.re.kr

A Study on the Black Ink Characterization for Ink Jet Printer

Hong-Kee Kim and Maeng-Sub Cho

Virtual Reality Research Center, ETRI

요 약

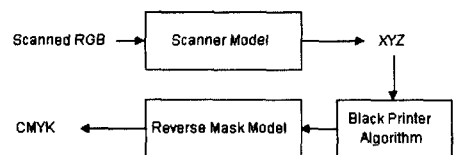
칼라 프린터 장치에서는 색을 표현할 수 있는 영역이 사용자가 눈으로 색을 인지하는 영역보다 작다. 또한 잉크의 특성 및 프린터 장치의 하드웨어적 특성이 비선형적인 성질을 갖는다. 때문에 원본 이미지를 프린터로 출력하면 원본과는 다른 왜곡된 칼라의 이미지가 출력된다. 그래서 원색을 재현하려는 다양한 방법으로 잉크의 조절, 프린터 장비의 특성화 및 재현 영역 일치화 기법 등이 연구되고 있다. 본 논문에서는 잉크젯 프린터의 K(black) 잉크와 CMY(cyan, magenta, yellow) 잉크와의 관계를 살펴보고 이 특성을 이용해 검정 잉크를 조절하는 방법인 BPA(Black Printer Algorithm)를 구현하였다. BPA를 사용하면 색조(contrast)의 향상뿐만 아니라 C,M,Y를 K로 대체하기 때문에 경제적인 효과도 기대할 수 있다. 결과에서는 성능 테스트와 성능 향상을 위한 방법에 대해 논의 하였다.

1. 서 론

칼라 프린터가 널리 보급됨에 따라 원색을 재현하는 다양한 기법이 연구되고 있다[1]. 칼라 프린터에서는 잉크를 종이에 인쇄하는 기법 및 사용하는 잉크의 종류 등이 다양하다. 현재 가장 기본적으로 사용되는 되는 것은 4색 잉크를 사용하는 기법이다. 프린터에서는 이론상 RGB의 보색인 3색 잉크(CMY)로 색의 재현이 가능하다. 그러나 실제로 CMY 각각의 잉크의 양을 최대로 해서 찍어 보면 검정 잉크에 가까운 색이 나타날 뿐이지 실제로는 검정 잉크가 아니다. 그래서 3색 잉크만 사용하면 색조 및 재현 영역이 줄어들기 때문에 K를 첨가한 4색 잉크를 사용한다. 또 경제적인 요인으로도 CMY 잉크를 각각 100% 섞은 것 보다는 K 잉크 하나로 사용하는 것이 더 효율적이다. 본 논문은 잉크젯 프린터의 CMY와 K 잉크의 특성을 식으로 표현한 BPA(Black Printer Algorithm)를 구현하여 그 결과를 살펴본다[2].

2. 블랙 프린터 알고리즘

BPA는 3색 잉크 CMY와 검정 잉크 K간의 특성을 고려한 알고리즘으로 K와 4색(CMYK)으로 이루어진 칼라의 밀도를 알 때 3색(CMY)의 밀도를 예측하는 기능을 가진다.



[그림 1] BPA 사용도

[그림 1]은 프린터의 전체적인 기능에서 BPA가 차지하는 부분을 도시한 그림이다. 블랙 프린터 알고리즘의 입력 이미지를 얻기 위해서 스캐너를 가지고 3색 혹은 4색으로 된 이미지를 스캔하면 RGB 값은

얻는다. 프린터는 이 RGB 값을 가지고 적절한 방법을 이용해 CMYK 값으로 변형하여 출력한다. 구체적으로 살펴보면 입력 이미지의 RGB 값은 스캐너 모델을 통해 XYZ 값으로 변형되고 이 값은 BPA의 입력 값으로 들어간다. BPA는 입력된 XYZ 값을 이용하여 K와 CMY 3색의 밀도 값을 예측한다. Reverse Mask Model에서는 BPA에서 나온 밀도 값을 이용하여 각각의 C,M,Y,K 칼라 값을 예측한다.

3. 잉크젯 프린터의 BPA 특성

[그림 1]은 프린터의 잉크 특성을 알아낸 후에 이를 구현한 BPA의 기능을 설명한 내용이다. 처음에는 잉크젯 프린터의 특성을 모르는 상태이기 때문에 BPA 특성을 찾아내려면 K 잉크의 변화량에 따른 CMYK 샘플의 밀도 값을 구해야 한다. 실험에서는 프린트 된 K 샘플이 시각적으로 등 간격을 이루도록 XYZ 값으로 측정하고 이를 다시 L*a*b 값으로 변환하였다. 변환된 L*a*b가 등 간격을 가지면 칼라 샘플은 시각적인 등 간격을 이루는 것이다. 실험에서 K는 11단계로 구분하였고 동일하게 3색의 CMY는 10단계의 등 간격을 이루도록 [표 1]과 같이 구성하였다. 11단계의 K 값과 10단계의 CMY값을 가지고 아래의 표와 같이 110개의 칼라 샘플을 만들 수 있다.

Column	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Row	C	6	12	18	24	32	40	48	65	82	100
	M	6	12	18	25	31	39	46	60	78	100
	Y	7	13	21	28	37	46	57	72	88	100
K	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	5	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	6	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	7	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	8	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
	9	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	10	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
	11	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

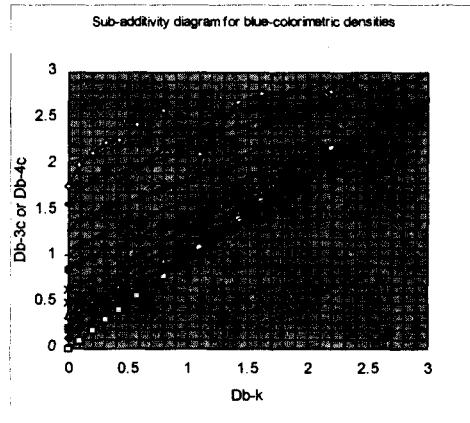
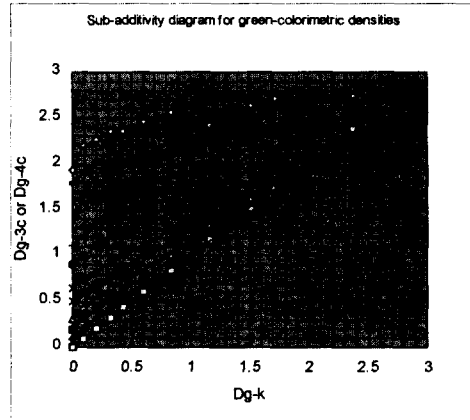
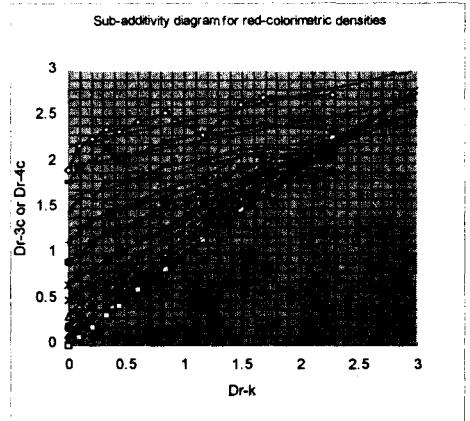
[표 1] 110개 샘플의 CMYK 값

이 110개의 칼라 샘플을 사용하여 4색의 밀도 값을 알아내기 위해 XYZ 값으로 측정되고 다시 아래의 로 그함수를 이용하여 칼라 밀도 값으로 변형된다.

$$Dr = \text{LOG10}(X0/X), \quad Dg = \text{LOG10}(Y0/Y),$$

$$Db = \text{LOG10}(Z0/Z), \quad \text{단 } X0, Y0, Z0: \text{White의 } X, Y, Z$$

[그림 2]는 K 잉크의 밀도 변화에 따른 3색 또는 4색의 밀도 값에 대한 그래프이다.



[그림 2] 잉크 특성 그래프

[그림 2]의 그래프에는 11개의 점(11단계의 K변화)을 연결한 곡선이 10개 있으며 그 곡선은 추세 선을 가지고 있다. 아래에서부터 위로의 10개의 곡선은 다음과 같은 CMY값을 가지고 있다.

C6M7Y7 C12M13Y14 C18M19Y21 C25M26Y29
 C33M34Y38 C41M41Y46 C49M47Y57
 C67M62Y71 C84M80Y86 C100M100Y100

프린터의 잉크 특성이 좋을수록 K 잉크의 밀도 값에 비례하여 4색의 밀도 값도 일정한 비례율에 의해 변화하여 그래프는 곡선이 직선화 된다. 이상적인 프린터는 직선의 그래프가 어느 한 점에서 수렴하게 되고 그 값은 원점을 지나는 기울기가 1인 직선상에 존재한다. BPA는 주어진 K의 밀도 값과 CMYK 4색에 의한 밀도 값으로 이루어진 좌표와 그래프의 교점을 가지고 Y 절편 즉 CMY 3색의 밀도 값을 구하는 알고리즘이다.

[그림 2]의 그래프는 잉크젯 프린터의 특성이 좋지 않기 때문에 그래프의 추세 선이 한 점으로 수렴하지 않는다. 그래서 추세선의 평균 수렴 점은 다음과 같다.

Dr: (2.5, 2.4), Dg: (2.6, 2.4), Db: (2.7, 2.6)

K의 밀도 값과 4색의 밀도 값에 의해 이루어진 좌표와 수렴 점에 의한 좌표를 연결하는 직선이 Y축과 만날 때 절편을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Dr-3c} &= (2.5 * \text{Dr-4c} - 2.4 * \text{Dr-k}) / (2.5 - \text{Dr-k}) \\ \text{Dg-3c} &= (2.6 * \text{Dg-4c} - 2.4 * \text{Dg-k}) / (2.6 - \text{Dg-k}) \\ \text{Db-3c} &= (2.7 * \text{Db-4c} - 2.6 * \text{Db-k}) / (2.6 - \text{Db-k}) \end{aligned}$$

4. 실험 및 결과

BPA의 성능을 테스트하기 위하여 120개의 무채색 칼라 샘플과 125개의 유채색 칼라 샘플을 만들었다. 이 칼라 샘플을 측정하여 XYZ 값은 BPA의 입력으로 들어가 출력으로 C,M,Y,K 각각의 값이 나온다. 출력된 C,M,Y,K 값을 이용하여 인쇄된 샘플을 측정하여 BPA의 입력 XYZ 값을 비교하면 BPA의 성능을 측정할 수 있다. [표 2]는 120개의 무채색과 125개의 유채색을 테스트한 결과이다. 표의 결과는 BPA를 구성하기 위해 사용한 120개의 무채색을 실험한 것이기 때문에 125개의 유채색으로 한 것보다는 결과가 좋다.

샘플 수	ΔE*Lab	ΔECMC
120	2.90	3.31
125	6.40	4.62

[표 2] 실험 결과

본 실험에서는 3색의 밀도 값을 구하기 위하여 추세선의 교점과 주어진 좌표 값과의 직선에 의한 식을 사용하였다. 이 방법은 오차가 많이 존재한다. 오차를 줄이기 위해서는 선형 보간법보다는 다차형 보간을 사용해야 하며 신경회로망에 의한 방법[4]도 도입하면 보다 좋은 결과를 기대할 수 있다.

참고 문헌

- [1] R. W. G. Hunt, Measuring Colour, Second Ed., Ellis Horwood, 1992.
- [2] Mei Chun Lo, The LLAB Model For Quantifying Colour Appearance, Ph.D. Thesis, The Loughborough University of Technology, 1995
- [3] Birkenshaw, J.W., Scott-Taggart, M. and Tritton, K.T., The black printer, TAGA Proc., 1985
- [4] 김홍기, 강병호, 한규서, 윤창락, 김진서, 조맹섭, 오차역전과 알고리즘을 이용한 칼라 프린터 모델링, 한국정보과학회 98춘계학술발표회, 제 25권 1호, 1998