

DTP용 실시간 Inspection System 개발

김경준, 이채정, 김주용
 송실대학교 유기신소재파이버공학과

Development of a Real-Time Inspection System for DTP

Kyungjoon Kim, Chaejung Lee and Jooyong Kim

Department of Organic Materials and Fiber Engineering, Soongsil University, Seoul, Korea

1. 서론

DTP(Digital Textile Printing)는 디자인부터 날염까지의 공정을 디지털화하여 잉크젯 프린터를 이용하여 날염하는 방식이다. 이에 따라 다품종 소량생산과 소비자의 욕구에 맞춘 신속 대응 시스템의 구축이 가능해졌다. 하지만 생산 제품의 검사는 아직도 비 실시간 및 목시적 방법이 사용되고 있다. 이러한 목시적 방법은 객관적이지 못하고 관찰자의 주관 또는 다양한 변수에 의해 색상의 차이를 정확히 표현한다는 것은 아무리 경험이 많은 사람이라도 무척 어려운 일이다.

본 논문은 이러한 점을 개선하기 위하여 영상처리 시스템과 CCD 카메라를 이용한 실시간 DTP 결점검색 시스템 개발을 목적으로 하고 있다.

2. 이론

결점의 검출에서 중요한 점은 원하는 색상과 샘플의 색상의 차이를 정확히 측정하는 것이 가장 중요하다. 국제조명위원회(Commission Internationale de l'Eclairage, CIE)에서는 좀 더 정확한 측색과 색차를 계산하기 위하여 다양한 표색계를 제시하였고 색을 표현하는 색공간으로 CIELAB가 대표적으로 많이 사용되고 있다. 이 논문에서 사용한 CMC(l:c)색차식은 CIELAB 색차식에 기반을 두고 있으며, 색차를 94%까지 눈과 같이 표현할 수 있는 색차식이다. CMC 색차식은 영국표준, AATCC 시험법 및 ISO의 표준으로 채택되어 광범위하게 사용되고 있다.

2.1. CIELAB

CIELAB색공간은 우리가 사용할 CMC(l:c)색차식의 기반이 된다. 측정 장비인 CCD카메라에서 받아들인 RGB값을 빛의 스펙트럼 광의 삼자극치인 XYZ로 변환 행렬을 이용하여 변환 후 삼자극치를 이용하여 CIELAB로 변환한다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.7689 & 1.7517 & 1.1302 \\ 1 & 4.5907 & 0.0601 \\ 0 & 0.0565 & 5.5943 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$L^* = 116f(Y/Y_n) - 16$$

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \quad \text{where } f(t) = t^{1/3} \text{ if } t > 0.008856, \text{ otherwise}$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \quad f(t) = 7.787t + 16/116$$

2.2. CMC(l:c) 색차식

CMC(l:c) 색차식의 계산은 다음과 같다. 특히, CMC(2:1)은 사람이 명도의 변화를 크게 느끼지 못하는 이유로 염색업계에서의 색차계산에 널리 사용되고 있다.

$$\Delta E_{CMC} = [(\Delta L^*/L_s)^2 + (\Delta C_{ab}^*/cS_c)^2 + (\Delta H_{ab}^*/S_H)^2]^{1/2}$$

$$L_s = 0.040975L_s^*/(1 + 0.01765L_s^*) \text{ if } L_s \geq 16$$

$$= 0.051 \quad \text{if } L_s \leq 16$$

$$S_C = 0.638 + 0.0638 C_{ab,s}^* / (1 + 0.0131 C_{ac,s}^*)$$

$$S_H = S_C (TF + 1 - F)$$

$$F = [C_{ab,s}^* / (C_{ab,s}^{*4} + 1900)]^{1/2}$$

$$T = 0.36 + |0.4 \cos(h_{ab,s} + 35^\circ)|$$

$$T = 0.56 + |0.2 \cos(h_{ab,s} + 168^\circ)| \quad \text{if } 164 < H_s < 345$$

3. 실험

CCD카메라는 Toshiba Teli사의 FireDragon[®] CSFV36CC3(1024x768, Color)을 사용하였고 광원은 Mecbeth사의 X-rite The Judge[®] II Viewing Booth(D65 light)이다. figure 1의 알고리즘에 따라 앞의 이론부분의 식은 프로그램화하였다. 측색의 방법은 figure 2와 같이 광원을 45도에서 조사하고 수직 방향에서 CCD카메라를 이용하여 측색하였다. CCD카메라는 15fps에서 이미지를 수집하였다. 샘플직물은 단색의 폭 200mm로써 중간에 임의의 결점 검출하였다.

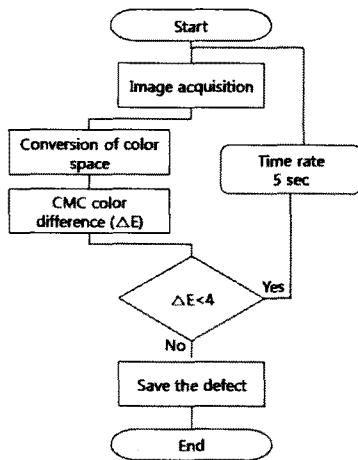


figure 1. Inspection system algorithm

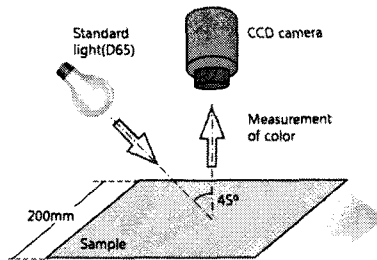


figure 2. Schematic diagram of measurement using CCD camera

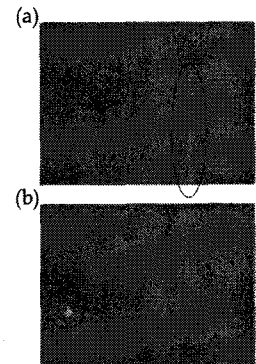


figure 3. Inspected error image of (a)corked nozzle, (b)blur

4 결과 및 결론

DTP의 공급속도를 120cm/min으로 했을 때 CCD카메라의 이미지크기는 20x12cm이므로 5초당 1frame의 이미지를 수집했다. 수집된 영상을 목표한 색공간으로 바꾸고 목표한 색상과의 색차를 계산하였다. 결점 부분의 검출 시 결점 이미지를 파일로 저장하고 시스템이 정지했다. 번짐과 노즐 막힘과 같은 결점상태의 샘플을 이용하여 실험 시 figure 3과 같이 결점을 검출, 이미지를 저장하였다.

본 연구는 CCD카메라를 이용해 DTP 날염 제품의 결점 검출 시스템의 개발을 목표로써 DTP에서 나온 직물을 실시간으로 이미지 수집하여 원하는 색공간으로 변환 후 원 디자인과의 색차를 분석하여 결점을 검출할 수 있도록 개발하였다. 향후 연구의 진행은 복잡한 패턴 디자인과 다양한 결점형태에 대한 분석, 검출 알고리즘의 개발이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌 :

- [1]Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Steven L. Eddins, "Digital Image Processing using MATLAB", Prentice-Hall (2003)
- [2]"User's Guide-Image Acquisition Toolbox for Use with MATLAB", The MathWorks (2006)
- [3]홍민기, 김삼수, "색차식의 발전 현황과 섬유산업에서의 적용", Fiber Technology and Industry (2005)