

텍스타일 디자인 캐드 시스템의 색정리 기능에 대한 정량적 분석 연구

최경미 · 김종준*

이화여자대학교 대학원 의류학과 박사과정 · 이화여자대학교 의류학과 교수*

A Study on the Color Functions of the Textile Design System based on CAD using Image Analysis Methods

Choi Kyungme · Kim Jongjun*

Doctorate Course, Dept. of Clothing and Textiles, Graduate School, Ewha Womans University
Professor, Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University*

Abstract

Printing process has been a major sector in the textile industries for a long period of time. With the advent of digital textile printing, the complex procedures of printing preparations and after-treatment processes have been streamlined. For the design of the motives of images to be printed, the use of image handling software, e.g. Photoshop(Adobe), has been of prime importance. Even though the software is extremely useful and functionally versatile, there are many laborious steps involved for the specific textile printing process. The use of a CAD-based textile printing function may help the textile printing process in streamlining the complex processing stages. The image qualities of the output designs have been compared objectively with the aid of several image similarity evaluation schemes including the SSIM, and FSIM Index methods.

Key Words : DTP(Digital Textile Printing, 디지털 텍스타일 프린팅), CAD(Computer Aided Design, 캐드), FSIM(Feature Similarity, 형태유사성), SSIM(Structural Similarity, 구조유사성), Image Analysis(화상분석)

1. 서론

최근 비약적으로 발전하고 있는 컴퓨터 기술을 활용한 디자인 기법들이 섬유·패션산업분야에서 폭넓게 사용되고 있다. 관련 분야로서 컴퓨터 산업의 발전과 더불어 디지털 텍스타일 프린팅(DTP) 분야의 기술도 괄목할 만한 발전을 거듭하고 있으며, 디자인 작업을 위한 컴퓨터 소프트웨어의 활용이 활발해지고 있다. 김신희¹⁾의 연구결과와 박소영²⁾의 저서에서 발표한 몇몇 예와 같이 다양한 디자인 작업과정이 컴퓨터의 활용에 의해 수행이 가능함을 알 수 있는데, 김신희³⁾의 포도삽을 이용한 마블링 패턴의 DTP출력용 디자인 개발연구에서도 컴퓨터 프로그램을 활용함으로써 디자인 개발을 다양한 형태로 시도하고 있음을 알 수 있다. 하지만 국내 날염산업의 현황을 한국염색조합의 자료를 기초로 살펴보면 2004년 261백만 야드 정도였던 총 물량이 연간 10%정도로 급격히 감소하고 있으며, 날염제품의 가격경쟁력이 저하하게 되어, 중국이나, 인도네시아, 베트남, 파키스탄 등으로 주문 물량이 이동되고 있는 실정이다.⁴⁾ 이에 소품종 대량주문 위주의 생산체제에서 벗어나 고부가가치 소량다품종 체제로 시스템적인 변모가 필요한 시점이 되었다. 이러한 시스템의 변화는 디지털 날염 시스템의 활성화를 이루어야만 하는 국내 산업의 주요 과제가 되고 있다.

이와 함께 날염 산업이 미래 국내 섬유산업의 경쟁력을 확보하기 위한 산업 기반으로 자리 잡기 위해서는 IT를 접목한 산업으로 변모할 필요성이 증대하고 있다. 이러한 산업적인 변화에 부응하기 위해서는 DTP 시스템의 특징인 소량 다품종생산이 가능한 점과 신속한 제품완성의 장점에 기존 날염공정의 특징을 적절하게 융합하여 활용해야 한다. 그러므로 생산과정에서 사용하고 있는 설비의 특성에 대한 이해를 바탕으로 한 공정의 전개가 필요하다.

이 과정 중에 검토해야 할 점은 DTP를 통해 완성된 디자인을 날염시스템으로 확장할 경우 필요한 단계인 색정리 과정이다. 이 과정에서 디자인은 적절한 수의 색도로 정리되는데, 원본의 윤곽을 보존하고 손상을 최소화한 상태로 유지할 수 있는 정리방법이 중요하게 된다. 따라서 원본의 전체적 형태와

윤곽 유지 정도를 분석 평가하기 위해서는, 평가자 혹은 전문가의 주관적인 평가 방법 외에도 객관적으로 화상의 변화를 파악하기 위한 정밀한 비교 분석 과정이 필요하게 된다. 이 분석방법 중에서 전통적으로 사용하고 있는 최대 잡음대 신호비(Peak Signal-to-noise Ratio, PSNR)⁵⁾가 있으나 이는 시각적으로 인지되는 화상의 품질과는 상관성이 아주 높지는 않은 점이 문제점으로 알려져 있다. 최근 섬유 및 의류산업에서 제품의 품질향상과 연구개발을 위하여 화상분석의 도입이 증가하고 있으며, 또한 사용량이 증대되고 있는 의류용 부직포의 경우, 부직포의 품질특성 연구를 위한 정밀 화상분석 기법의 적용연구가 보고되고 있다.⁶⁾

본 연구에서는 날염용 컴퓨터 디자인작업 과정을 대량생산 공정에 적합하게 활용하기 위한 소프트웨어 기능의 정량적 비교를 중심으로 분석을 진행하였다. CAD에 기반을 둔 텍스타일 디자인 시스템인 TexPro(version 10.0)⁷⁾시스템을 사용한 것과 범용성이 매우 높고 다양한 기능을 보유한 그래픽 프로그램인 Photoshop (CS3, Adobe)를 사용하여 비교해 보고자 하였다. 화소 단위로 정리하는 수작업에 비해서 비교적 용이하게 작업할 수 있도록 하는 색정리 기능을 포함한 소프트웨어를 사용할 경우에는 결과물 중에서 정리되지 못하고 남아있는 작은 점과 같은 군집상태 화소들을 최소화하는 것과 디자인 윤곽의 선예도 유지가 중요하며 또한 정확한 디자인의 결과물이 중요하다. 따라서 정량적인 분석을 위하여 기본적인 화상분석과 화상 사이의 유사성 분석을 진행하였으며 주요 기능 분석으로서 색도수 정리 작업 과정과, 반복 작업 과정에 대해 비교분석을 진행하였다. 디자인의 형상 및 화소 단위의 분석을 위하여 형태 유사성과 구조적 유사성을 비교 분석하였으며, 정리가 완결되지 못한 일부 화소들의 군집 분포상태 등을 분석하였다. 이러한 화상분석기법을 적용하여 색도수 정리 기능의 효율성을 정량적으로 확인함으로써 향후 기능의 개선을 위한 지표로 삼고자 하였다.

II. 연구배경

기존의 날염디자인 과정과 DTP를 활용한 디자인 과정을 살펴보면, 날염 디자인 과정은 반복패턴의 Paper디자인을 기획하고 제작한 후에 색 도수에 맞추어 색상별로 분해하여 필름제도 과정을 거치고, 날인할 수 있는 스크린 제작을 한다. 완성된 스크린을 활용하여 색상별로 날인하고 날염포를 건조 증열 처리하여 염료를 고착시킨 후에 수세 및 검사과정을 거쳐 완성품을 출고하게 된다.

한편 DTP를 활용한 디자인 과정에서는 반복패턴의 Paper 디자인을 기획하는 과정에서 컴퓨터를 활용한 후, 제도 제판과정을 거치지 않고 바로 디지털 프린터의 RIP 장치를 거쳐 인쇄된다. 그러나 프린트된 염료의 완전한 고착을 위해서는 건조 증열 수세 등의 후 공정을 거쳐야 하기 때문에 디자인 작업 과정 후의 제도 제판 과정을 제외하고는 날염 공정과 동일하게 진행된다. 유사한 과정을 거치는 실사출력 시스템을 DTP와 비교하면, 원단에 바로 출력 한다는 점에서는 DTP와 같으나 프린팅용 원단 사용에 제약이 있으며, 염색견뢰도나 드레이프성이 떨어지므로 의류용으로 사용하는 것은 어렵다.

DTP의 장점은 색상이 다양한 디자인이 가능한 것이다. 그러나 대량생산을 목표로 날염공정을 거쳐야 하는 경우에는 색도수의 제한이 발생하게 된다. 또한 DTP로만 생산을 한다고 하더라도 다양한 컬러웨이 작업물 및 CMS(Color Management System)를 활용한 정확한 색상 작업과 불량이 없는 원색 출력을 희

망한다면 원래의 사진과 같은 Full Color 디자인을 직접 제품화로 연결시킬 수는 없다.

그러므로 날염공정을 통해 생산을 계획하는 경우에는 완성된 디자인의 색도수가 정리되는 것이 중요하기 때문에 원하는 디자인의 형상 및 화소 단위의 분석을 위하여 정량적인 화상분석 기법을 사용하였다.

III. 연구방법

1. 디자인 선정방법

의류업체에서 일반적으로 많이 활용되는 Print디자인을 선별하여 원단 상태의 디자인을 스캔 받은 후 모티브들을 TexPro Program과 Adobe Photoshop을 사용하여 각각 진행하였다.

대량생산을 고려한 디자인작업에서는 반복패턴의 사이즈가 매우 중요한데 날염방식이나 스크린의 크기에 따라 반복패턴의 크기가 달라지기 때문이다. 이에 44인치 원단 폭에 스크린 톱 사이즈가 32인치를 기준으로 하여 디자인의 반복패턴 크기를 16인치, 8인치, 4인치로 정하였다.

<그림 1>과 같이 해상도는 텍스타일에서 주로 사용하는 254, 381, 508dpi 중에서 254dpi를 선택하였다.



D1 : 254dpi , 7.8x11 inch



D2 : 254dpi , 7.8x11 inch



D3: 254dpi , 6.0x5.1 inch

<그림 1> 스캔 디자인 이미지



D4: 254dpi , 7.6x5.3 inch



D5 : 254dpi , 4.7x4.1 inch



D6: 254dpi , 7.8x6.6 inch



D7: 254dpi , 6x8 inch



D8: 254dpi , 4.7x3.2 inch



D9: 254dpi , 6.5x8.2 inch

<그림 1> 계속

2. 텍스타일 디자인 시스템(TexPro)과 Photo-shop을 활용한 스캔 이미지 정리 작업

색도수를 정리하는 방법으로는 텍스타일 디자인 시스템 TexPro⁷⁾의 기능 중 하나인 색도수 정리 기능을 활용하였다. Photoshop에서의 색도수 정리 방법으로는 문헌에^{2,3)} 기술된 내용과 같이 손쉽게 이미지 색상수를 정리하는 방법을 선정하여 사용하였다. 본 연구에서는 위의 <그림 1>의 디자인들에 대해 예비분석을 진행하였고, 이 중 D2와 D8을 선정하여 비교분석하고자 하였다.

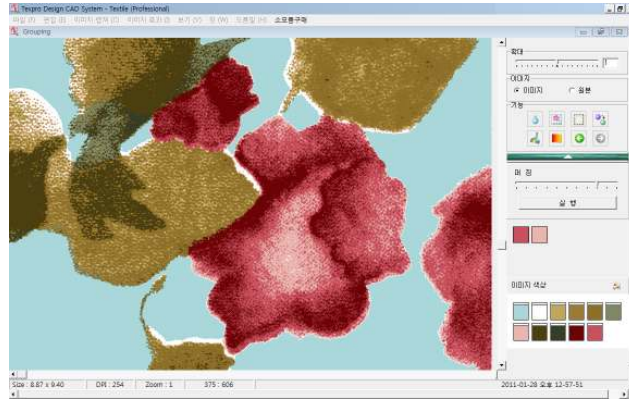
1) 디자인 CAD System TexPro를 활용한 이미지 도수 정리 작업.

TexPro에서 254dpi로 스캔 받은 디자인모티브를 각 디자인별 색상 수에 맞추어 원하는 색상 수대로

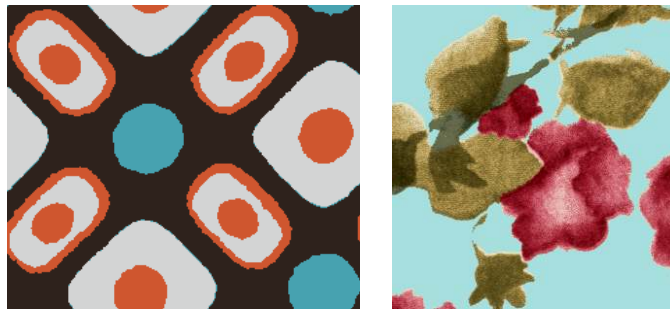
선택하여 자동 정리하는 색정리 기능을 활용하였다. <그림 2, 3>

2) 포토샵을 활용한 이미지 정리 작업

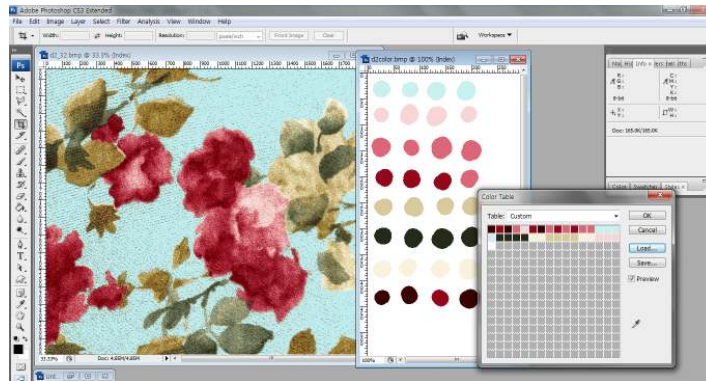
포토샵에서 254dpi로 스캔받은 모티브를 각 디자인별 색상 수에 맞추어 정리하는 방법으로서 스캔받은 디자인에서 정리하고자 하는 색상별로 유사색을 설정하고 사용자가 정의한 색상이미지를 Indexed Color로 변환한 후에 Image/ Mode/ Color Table에 *.act 파일형식으로 저장하였다. <그림 4> 다음 색정리가 되어야할 원본의 Mode를 Indexed Color로 바꾸고 이 때 저장해 놓은 색상 팔레트를 사용하여 색상수를 정리했다. 유사색이 여러 개 있으므로 최종적으로 정리되어야 할 색상수는 팔레트내의 Color Picker창의 색 정보를 복사하여 유사색에 붙임으로써 최종적으로 색상수를 정리했다. <그림 5>



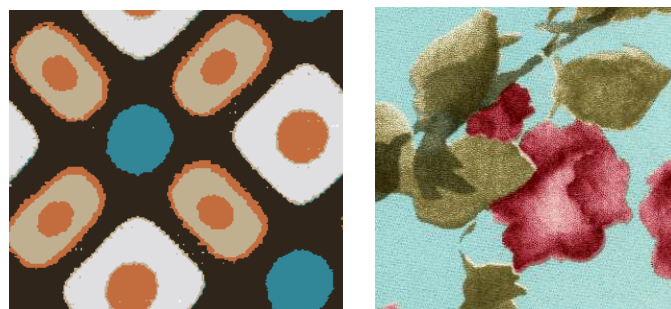
<그림 2> TexPro 색정리 기능과 하프톤 기능 화면



<그림 3> TexPro에서 도수 정리한 디자인 예제



<그림 4> photoshop 색정리 기능 화면



<그림 5> Photoshop에서 4도로 정리한 반복패턴 디자인

3. 디자인 CAD System과 photoshop을 활용한 반복패턴 디자인 전개

TexPro에서 색상 수에 따라 정리된 디자인 모티브를 활용하여 반복 작업을 하는 과정은 256캔버스의 자동반복 기능을 선택한 후에 작업구역, 이동복사, 색 보호 등의 다양한 메뉴를 활용하였다.

포도샴에서 색상수대로 정리된 디자인 모티브를 활용하여 반복 작업을 하는 과정은 디자인의 반복 형식에 따라 Half drop pattern의 경우는 반복패턴 크기에 맞추어 복사 과정을 반복하였으며, Allover pattern의 경우는 (Filter/Other/Offset)기능을 활용하여 반복 이미지를 수정하였다.

4. TexPro와 Photoshop 프로그램에서 완성된 디자인과 Manual 디자인 간의 유사성 분석

Photoshop 프로그램에서 색정리 기능과 같은 특수 기능을 사용하지 않고 모티브 형태 그대로 채널에서 분판하여 작업한 Manual형식의 디자인을 비교하기 위한 기본대상(대조군)으로 하고 (이하 "Manual 디자인"), TexPro와 Photoshop에서 색상 수대로 정리된 디자인을 각각 비교 분석하였다. 정확한 디자인별 분석을 위하여 다수의 디자인 중 gradation으로 이루어진 11도 꽃 디자인 작업과(D2), 단도의 면으로 구성된 5도 기하학 디자인(D8)을 분석하였으며. 두 디자인 모두 모든 색상과 모티브가 나타나 있는 디자인영역에서 꽃 디자인은 가로세로 800 pixel, 5도의 기하학 디자인은 가로세로 300 pixel로 TexPro의 디자인, Photoshop 디자인, Manual 디자인 모두 동일한 영역을 추출하여 도수별로 분판하였다. 추출된 디자인의 유사성 분석은 Manual 디자인과 TexPro디자인, Manual 디자인과 Photoshop 디자인으로 전체 이미지와 도수별 이미지를 각각 분석하였다. 한편 화소의 군집상태의 분석은 화상분석 프로그램인 ImageJ(NIH, U.S.A.)를 사용하였다.

화상분석을 통한 직물의 외관이나 품질을 분석한 연구로는 부직포의 품질평가연구⁶⁾, 벨벳직물의 관찰 시점에 따른 외관의 변화나, 다양한 트렌드의 패션 소재의 외관 특징을 분석하는 등 다양한 연구^{8,9)}가

진행되고 있다. 한편 최근 개발된 유사성분석 소프트웨어를 본 연구에서 사용한 모티브의 유사성분석에 활용하고자 하였다. 이러한 화상유사성의 연구는 객관적이고 정밀한 화상의 비교를 목적으로 화소의 분포 및 형태성을 고려한 평가를 위해서 활용될 수 있다. 또 이러한 연구는 영상 분석분야 및 TV, 모니터 화질 분석을 연구하는 다양한 분야에서 활용되고 있다. 화상의 유사성은 텍스처유사성, 색상유사성, 공간유사성으로 구분할 수 있다.¹⁰⁾ 이 중에서 텍스처유사성(Texture Similarity)은 텍스처의 유사성을 인지적으로 평가하기 위해서 잘 조직된 인지공간을 정의하는 것이 중요하다. 텍스처의 1차원적 혹은 2차원적 주기성, 소멸성, 무작위성에 의해 텍스처를 구분할 수 있게 된다. 형태유사성(Shape Similarity)은 화상 안에 나타나는 실제 기하학적 모양들 간의 형태유사성과 물체들 사이의 형태유사성을 말한다.

이와 같이 유사성 분석은 비교하려고 하는 화상들 사이의 유사성을 정량적으로 분석하는 과정을 말한다. 유사성 분석에 널리 사용되어 온 방법은 전통적으로 MSE(Mean Squared Errors)분석법이며, 수학적 계산이 용이하며 최적화에 유리한 점이 있다. 그러나 패턴인식에서나 화상의 품질평가에서 사용하고자 할 때 그 성능이 제대로 발휘되지 못하는 단점이 있다고 알려져 있다. 이 분석방법이 육안에 의한 인식하는 화상의 품질과 차이가 있기 때문이다.

이때 MSE는 화상 중의 화소(Pixel)의 회색계조값(Gray values)을 직접 계산하게 된다. 따라서 명도와 대비에 의해 영향을 크게 받게 되며, 육안에 의한 주관적인 화상의 품질과 MSE에 의해 계산한 지수와 많은 차이가 날 수 있다.

따라서 주관적인 평가와 유사한 수준의 결과를 나타내는 정량적 분석방법이 필요하게 되었다. 최근 SSIM, MS-SSIM 등의 분석방법이 주관적인 평가결과와 일치하는 정도가 향상되고 있음이 발표되고 있으며, 평가 대상에 따라 분석방법 사이에 차이가 있는 것으로 보인다.

두 화상을 비교하는 방법으로는 전통적으로 사용되어 온 MSE(Mean Squared Errors)를 분석하는 방법이 있는데 식은 다음과 같다.

$$E_{ms}^2 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (I(i, j) - \tilde{I}(i, j))^2 \quad (\text{식 1})$$

이를 정규화하면 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_{nms}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (I(i, j) - \tilde{I}(i, j))^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N I^2(i, j)} \quad (\text{식 2})$$

Wang¹⁰⁾은 전통적으로 사용되고 있는 Mean Squared Error(MSE)가 인간의 시각체계(Human Visual System)에 의한 평가를 대표하지 못하는 문제점을 지적하고 Universal Image Quality Index(Q)를 제시하였다. 어느 주어진 원화상과 변화된 화상의 품질은 평균휘도(Luminance)의 변화, 대비(Contrast)의 변화, 상관계수(Correlation Coefficient)의 변화로 세분할 수 있다고 가정하였다. Q의 값은 -1~+1의 범위를 가지며 최상의 값은 +1이다.

$$Q = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \cdot \frac{2\bar{x}\bar{y}}{(\bar{x})^2 + (\bar{y})^2} \cdot \frac{2\sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \quad (\text{식 3})$$

이 식 우측의 세 부분에서 첫 부분은 x와 y사이의 상관계수를 나타내고 있으며, 변화의 범위는 -1에서 +1이다. 그러나 상관계수가 양호하다고 하더라도 둘째와 셋째의 값이 감소하게 되면 상대적으로 화상에 왜곡이 있음을 뜻하게 된다. 즉 둘째 부분은 비교하는 화상의 평균휘도 혹은 밝기(Brightness)가 어느 정도 근접한지를 알려주게 된다. 또 셋째 부분은 화상의 대비가 어느 정도 근접한지를 뜻한다. 둘째와 셋째 모두 값의 범위는 0~1이 된다.

전체적인 품질을 측정하여 하나로 분석하고 평가하는 것이 실질적으로 바람직하지만, 한 화상 내에서 화상의 신호는 위치에 따라 품질이 달라진다. 따라서 화상의 각 부분들을 순차적으로 분석한 후 이 값들을 통합하여 계산하는 것이 적절하게 된다.

Wang 등¹¹⁾의 Structural Similarity(SSIM) Index법은 이를 약간 수정하여 보정계수를 삽입한 것이다.

SSIM Index는 다음 식에 의해 계산된다.

$$SSIM(x, y) = [I(x, y)]^\alpha \cdot [c(x, y)]^\beta \cdot [s(x, y)]^\gamma \quad (\text{식 4})$$

여기서 α, β, γ 값은 각기 세 항목의 상대적 중요성을 설정하기 위한 값이다.

이 값들은 일반적으로 1로 설정할 수 있다.

Wang 등¹¹⁾은 이 식을 발전시켜 Multi-Scale Structural Similarity(MS-SSIM) Index법을 제시하고 있다. 즉 Structural Similarity(SSIM) Index법이 주어진 하나의 스케일에서 분석하는 것에 대해 MS-SSIM법은 관찰자의 관찰조건에 따른 변화를 고려하는 방법이다. 예를 들면 화상이 표시된 인쇄매체나 모니터의 해상도(resolution) 혹은 관찰거리 등에 따라 적절한 스케일이 변화하기 때문이다.

SSIM Index분석법이나 이에서 유도된 MS-SSIM(Multi Scale SSIM), CW-SSIM(Complex Wavelet SSIM) Index¹²⁾ 등의 분석법이 널리 쓰이게 된 것은 HVS가 화상 중의 구조적인 정보에 적응한다는 점에 있다. 위상일치도(PC, Phase Congruency)가 높은 점에서 화상 중의 형태에 관한 정보를 많이 얻을 수 있으므로 Zhang 등¹³⁾은 FSIM(Feature Similarity)방법을 제시하였다. 즉 PC(Phase Congruency)분석¹⁴⁾을 FSIM의 주된 근간으로 하며, 화상의 GM(Gradient Magnitude)를 부차적인 분석수단으로 하는 방법을 사용하여 HVS의 평가에 가까운 분석수단으로 하고자 하였다.

여기서 비교하고자 하는 화상을 f_1, f_2 라고 하면 다음과 같은 과정으로 계산할 수 있다. PC_1 과 PC_2 는 화상 f_1 과 f_2 에서 추출한 PC map이고, G_1 과 G_2 는 화상 f_1 과 f_2 에서 추출한 GM map으로 표시한다. FSIM은 PC_1, PC_2, G_1, G_2 에서 계산한다.

$$FSIM = \frac{\sum_{x \in \Omega} S_L(x) \cdot PC_m(x)}{\sum_{x \in \Omega} PC_m(x)} \quad (\text{식 5})$$

본 연구에서는 디자인 CAD 시스템인 TexPro에서

날염용 분판을 준비하는 과정에서 얻어지는 화상들의 형태나 윤곽 등에 중점을 두어 분석하는 것이 필요한 것으로 판단되어 FSIM분석 기법과 SSIM기법을 적용하여 비교분석하고자 하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 디자인 CAD System TexPro와 Photoshop을 활용한 스캔 이미지 정리 작업 분석

TexPro의 색정리 기능의 경우 원하는 도수를 화면에서 선택하고 실행하면 자동으로 색상수가 정리되며, 불량화소가 최소화된 상태로 정리되는 것을 확인하였다. 또한 하프톤 기능은 원본의 음영을 추출하여 디자인을 표현하는 것을 알 수 있었다. 그러나 모든 스캔 받은 디자인이 동일한 효과를 보는 것은 아니다. 특히 유사한 색상들로 이루어진 디자인의 경우 원하지 않는 색상이 서로 뭉쳐지는 증상이 발생하고, 페이지리 디자인과 같이 윤곽선이 있는 경우, 윤곽선을 균일하고 정확하게 추출하는 것이 어렵다.

Photoshop의 색정리 경우는 효과적인 도수 정리를 위하여 원본에 블러(Blur) 효과를 주고, 유사색상을 다량으로 추출하여 순차적으로 도수를 줄여준다고 하여도 바탕색부분에 많은 작은 점들이 분산되어 나타나므로 정확한 도수를 찾아서 한 가지색으로 추출해 내기에는 어려움이 있었다. 또한 자동 Gradation기능이 없으므로 도수가 정리된 후에 음영 표현을 위한 Gradation을 표현하는데 추가적 과정이 필요하였다.

각 프로그램의 반복기능에 대한 작업결과를 보면 TexPro CAD System을 활용할 경우 각각의 모티브가 동시에 수정된다. 범용프로그램인 Photoshop을 활용하여 반복작업을 할 경우 작업구역을 잡아서 두 배로 펼쳐진 캔버스에 복사하는 경우 정밀한 제어가 필요하다.

2. TexPro와 Photoshop 프로그램에서 완성된 디자인과 Manual 디자인 간의 유사성 분석

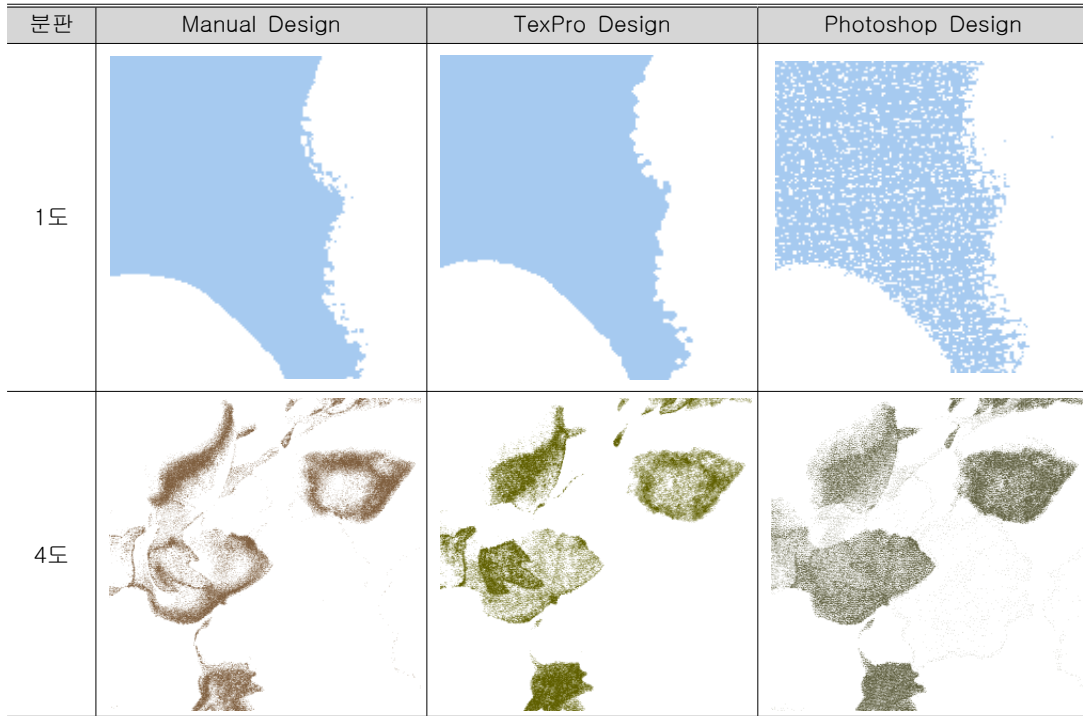
이미지 유사성을 분석하기 위하여 디자인은 색상이 Gradation으로 배색된 디자인과 단색(Solid)으로 배색된 디자인유형으로 나누었으며, 텍스타일 디자인 시스템 TexPro와 Photoshop에서 각각 작업을 마친 디자인들을 프로그램의 색정리 기능 없이 모티브형태 그대로 작업한 Manual형식의 디자인을 기준으로 대비하여 분석한 결과는 다음과 같다. Manual 디자인과의 유사성이 양호할수록 1에 가깝고 유사성이 낮을수록 0에 가깝게 된다.

1) Gradation 표현된 날염 디자인 도안분석

11도의 Gradation이 표현된 꽃무늬 디자인의 경우 TexPro에서 완성된 결과물이 Photoshop에서 정리된 디자인에 비하여 0.63, 0.78, 0.85의 수치로 높은 값을 나타내었다. <표 1> 각각의 도수별 유사성을 살펴보면 바탕색인 1도에서 TexPro가 Photoshop에 비하여 높은 수치를 나타냈는데 이와 같은 결과는 <그림 6>처럼 Photoshop에서 작업된 디자인의 경우 작은 점들이 모인 형태로 화면 전반에 분포되어 정리가 완료되지 않은 결과물이 나타났기 때문이다. 또한 상대적으로 수치가 낮게 나타나는 4도의 디자인의 경우 수작업에 의한 디자인에 비하여 정리된 디자인들의 농담이 약하게 표현되었다는 것을 알 수 있다.

2) 단색으로 표현된 날염 디자인 도안분석 및 화소군집에 대한 화상분석

5도의 단색으로 표현된 디자인은 Gradation으로 표현된 디자인에 비하여 전체적으로 깨끗하게 디자인이 정리되는 장점이 있으나 반면 정리되지 못한 영역이나 형태가 유사하지 못한 부분이 크게 부각되므로 전체적인 이미지 유사성의 수치는 높게 나타나지 못하였다. <표 2> 전체적으로 완성된 디자인의 수치는 TexPro가 0.53, 0.62, 0.70이며, Photoshop이 0.53, 0.62, 0.68로 비슷한 결과가 나타났으나 도수별 디자인을 살펴보면 Photoshop에서 정리된 디자인의 경우 전체적으로 아직 정리되지 못한 화소의 작은 집합체들이 화면 전반에 분포되어 있다. <그림 7>



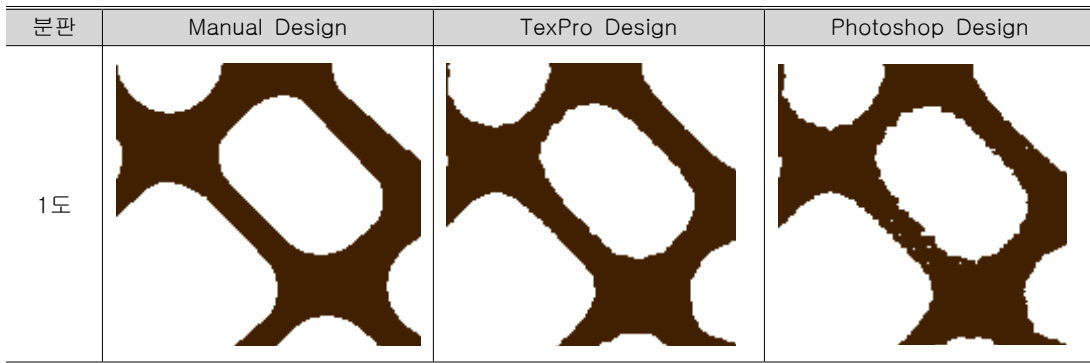
<그림 6> 11도 디자인의 도수별 디자인 확대 이미지

<표 1> 11도 꽃 날염 디자인 분석

색도수	SSIM분석		MS-SSIM분석		FSIM분석	
	TexPro	Photoshop	TexPro	Photoshop	TexPro	Photoshop
All	0.63	0.14	0.78	0.48	0.85	0.71
1도	0.95	0.66	0.97	0.80	0.95	0.79
2도	0.94	0.76	0.97	0.89	0.94	0.88
3도	0.73	0.58	0.83	0.71	0.84	0.78
4도	0.70	0.54	0.78	0.65	0.80	0.74
5도	0.89	0.78	0.90	0.81	0.92	0.80
6도	0.89	0.28	0.90	0.48	0.87	0.54
7도	0.94	0.84	0.93	0.87	0.95	0.83
8도	0.91	0.87	0.93	0.91	0.94	0.91
9도	0.81	0.76	0.86	0.82	0.88	0.89
10도	0.82	0.77	0.88	0.82	0.91	0.89
11도	0.89	0.81	0.93	0.87	0.95	0.89

<표 2> 5도 기하학적 모티브의 날염 디자인 분석

색도수	SSIM분석		MS-SSIM분석		FSIM분석	
	TexPro	Photoshop	TexPro	Photoshop	TexPro	Photoshop
All	0.53	0.53	0.62	0.62	0.70	0.68
1도	0.61	0.62	0.64	0.64	0.72	0.72
2도	0.94	0.90	0.92	0.88	0.97	0.90
3도	0.84	0.68	0.75	0.59	0.86	0.73
4도	0.65	0.65	0.54	0.53	0.68	0.68
5도	0.89	0.88	0.86	0.86	0.91	0.91



<그림 7> 5도 디자인의 도수별 디자인 확대 이미지

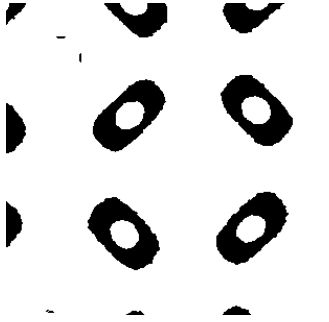
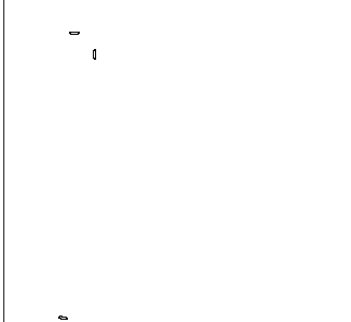
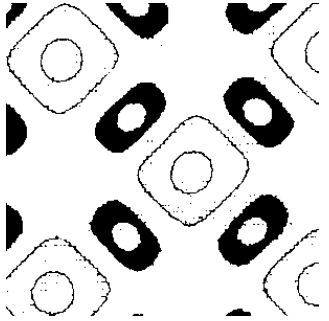
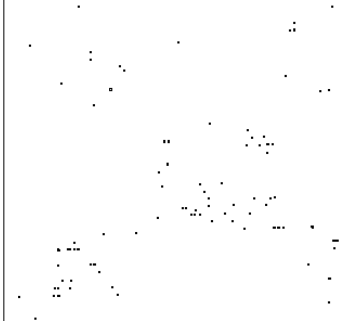
이상의 결과를 보완분석하기 위해서 ImageJ 프로그램의 기능 중 하나인 Analyze_particle을 사용하여 정리되지 못한 작은 화소군집(화소수 범위: 0~19)의 분포를 분석하였다. <그림 8> TexPro로 정리한 경우 3개의 Particle(크기 16정도)이 정리되지 않고 남아있으나, Photoshop의 경우 85개의 작은 Particle(크기 1~2정도)이 남아있다. 즉 Photoshop의 경우 상당히 작은 점들이 많이 남아있으나, TexPro의 경우 약간 큰 점의 군집이 소수 남아있다는 특징적인 차이를 확인할 수 있었다. 물론 수작업으로 정리한 경우인 Manual Design(대조군)은 원하지 않는 화소의 군집을 하나씩 모두 수작업에 의해 제거하였으므로 정리되지 않고 남아있는 Particle은 없게 된다.

이와 같은 결과는 디자인의 특성별 적용분석 방법의 차별화, 예를 들면 원하지 않는 화소의 작은 집합체, 혹은 화면에 흩뿌려진 상태('Salt and Pepper')와 같은 불량화소가 적어야 하는 단색도

(Solid)의 디자인과, 전체적인 gradation이 중시되어야 하는 디자인에 대해서 각기 다른 적절한 화상분석 방법의 적용이 필요하다는 것을 의미한다. 따라서 향후 디자인의 대상에 따라 분석하는 방법과 화소별로 분석하는 방법을 적절히 활용하기 위한 알고리즘이 필요할 것으로 판단된다.

V. 결론

주어진 화상 사이의 유사성을 분석하기 위하여 디자인은 색상이 Gradation 배색된 디자인과 단색(Solid)으로 배색된 디자인유형으로 나누었으며, CAD기반의 텍스타일 디자인시스템인 TexPro와 Photoshop에서 각각 작업을 마친 디자인들을 프로그램의 색정리 기능이 없이 모티브형태 그대로 작업한 Manual형식(대조군)의 디자인을 기준으로 하여

Program	Threshold	Uncleaned Particles	No. of Particles
TexPro Design			3
Photoshop Design			85

<그림 8> 5도 기하학적 모티브의 날염 디자인에서 정리되지 않은 화소 개수 분석

대비 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 날염 디자인 작업을 위한 프로그램들의 기능을 비교한 결과, CAD기반의 텍스타일 디자인 시스템 (TexPro)의 기능이 Photoshop에 비하여 색 도수 정리 작업과, 반복패턴 전개를 위한 작업의 경우 보다 효율적인 결과를 나타내었다.

2. Gradation으로 구성된 11도 꽃 디자인은 모두 SSIM, MS-SSIM, FSIM 분석결과를 살펴보면 Photoshop을 활용한 결과보다 TexPro를 활용하여 도수 정리한 디자인 작업의 경우가 수작업으로 준비한 대조군인 Manual 디자인과 더 유사하다는 결과가 나타났다.

특히 Photoshop에서 가장 많은 색상의 화소가 뿌려진 6도의 분판이미지의 경우 SSIM분석에서 유사성 분석결과가 낮게 나타났으며, 바탕원색이 가장 깨끗하게 정리된 1도의 분판이미지의 경우 모든 분석방법에서 높은 수치를 나타내었다.

3. Gradation이 없는 단도의 5도의 디자인은 가시적으로는 TexPro에서 정리된 디자인이 Photoshop에서 정리된 디자인에 비하여 작은 화소군집이 없이 깨끗하게 정리가 되었으며, TexPro의 경우 각각의 분판된 디자인별로는 높은 수치를 나타내에 비하여 전체 정리된 디자인에서는 0.5~0.7사이의 비교적 낮은 수치를 나타내었다.

Photoshop은 일반적으로 다양한 용도의 화상처리 및 그래픽작업이 매우 뛰어난 편이지만, 날염산업 분야에 적용하기 위한 텍스타일 디자인 전용프로그램의 색정리 기능 작업효율성이 상대적으로 좋은 편이었다. 각 디자인 작업을 구분하여 이미지의 유사성을 분석결과를 검토한 결과 디자인의 특성에 따라 적합한 이미지 분석 방법이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 이에 따라 디자인의 형태별로 분석하는 방법을 위한 새로운 알고리즘이 필요할 것으로 생각된다. 또한 이상과 같이 적용한 정량적인 화상분석결과를 바탕으로 하여 지속적인 연구를 진행함으로써

그 결과를 향후 기능의 개선을 위한 지표로 삼을 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 김신희(2009), *포토샵과 일러스트레이터를 이용한 텍스타일 디자인*, 교학연구사, pp.5-18.
- 2) 박소영(2002), *디지털 프린팅을 위한 컴퓨터 텍스타일 디자인*, 교문사, pp.3-6.
- 3) 김신희(2009), "포토샵을 이용하여 공예적 기법인 마블링패턴을 DTP출력용 텍스타일 디자인으로 개발", *패션비즈니스*, 13(2), pp.115-122.
- 4) 한국염색기술연구소(2008), *차세대 친환경 디지털 텍스타일 프린팅 기술교본*, pp.3-4.
- 5) J. L. Starck, F. Murtagh, A. Bijaoui(1998), *Image Processing and Data Analysis*, Cambridg: Cambridge University Press, pp.74-75.
- 6) S. H. Jeong, S. H. Kim, C. J. Hong(2001), "The evaluation of evenness of nonwovens using image analysis method", *Fibers and Polymers*, 2(3), pp.164-170.
- 7) 대한민국 등록특허 2007-100671346.
- 8) 김종준, 전동원, 이정민(2005), "벨벳織物의外觀特性和 파일纖維의 三次元的모델링", *패션비즈니스*, 9(4), pp.170-177.
- 9) 이정민, 김종준, 전동원(2008), "에콜로지 트렌드 소재의 외관특성에 관한 연구", *패션비즈니스*, 12(4), pp.131-142.
- 10) Z. Wang(2002), "A Universal Image Quality Index", *IEEE Signal Processing Letters*, 9(3), pp.81-84.
- 11) Z. Wang, E. P. Simoncelli, A. C. Bovik (2003), "Multi-Scale Structural Similarity for Image Quality Assessment," *Proc. of the 37th IEEE Asilomar Conf. on Signals, Systems and Computers*, pp.1398-1402.
- 12) M.P. Sampat, et al.(2009), "Complex Wavelet Structural Similarity: A New Image Similarity Index," *IEEE Trans. Image Process.* 18(11), pp.2385-2401.
- 13) L. Zhang, X. Mou, D. Zhang(2010), "FSIM: A Feature Similarity Index for Image Quality Assessment", *IEEE Trans. on Image Processing*, 99(1), pp.1-12.
- 14) P. Kovesi(1999), "Image Features from Phase Congruency," *Videre: J. Comp. Vis. Res.*, 1(3), pp.1-26.

접수일(2011년 3월 23일),
수정일(1차 : 2011년 5월 17일, 2차 : 6월 15일),
게재확정일(2011년 6월 20일)