〔보 문〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 26, No. 8 (2002) p.1117~1127

직물광택의 변각촬영 이미지에 대한 분석적 연구

A Study on the Luster of Commercially Available Fabrics

-Analysis of Images Acquired at Various Observing Angles-

이화여자대학교 의류직물학과
신 경 인 · 김 종 준

Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University
Kyung In Shin · Jong Jun Kim

(2001. 12. 26 접수)

Abstract

This paper is on the luster property of textile fabric materials which is one of the important factors related to the development of clothing materials leading to the value-added products. Using several image analysis techniques, the optical properties, especially luster related ones, of the commercially available fabrics were measured and analyzed. The fabric samples included 6 kinds of preliminary experimental fabrics along with 22 kinds of fabric which were commercially available. The images acquired at various observing angles are taken by 44 points and these pictures are analyzed into luster through the image analysis program. The preliminary experiment demonstrated the effect of weave types and the number of yarn twist on the luster of the fabrics through the use of the image analysis program.

Key words: luster, image analysis, optical, grayscale, threshold;
광택, 화상 분석, 광학, 그레이스케일, 역치

I. 서 론

고부가가치 상품의 의복개발에 필수적인 품질 평가는 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째는 인장강도, 마찰강도, 염색견뢰도 등의 실용적인 성능에 대한 객관적 평가이고, 둘째는 시각, 촉각, 미적 감각을 종합화한 감각적인 성능에 대한 평가이다. 이러한 감각성능의 평가 중 직물의 태 평가는 근래 그 필요성이 크게 대두되고 있는데, 직물의 태에는 역학적 성능 및 표면특성의 물리적 성능 뿐 아니라 촉감과 시각을 통한 종합적인 품위나 품질에 대한 감각적 성능이 포함되어 있기 때문에 방법론에 대한 연구가 다양하다. 특히 직물이 가지고 있는 광택은 직물을 처음 접할 때 느낄 수 있는 것으로서 시각적인 정보는 직물을 평가하는 데 있어서 중요한 요소이다. 최근 직물분야에서 뿐만이 아니라 여러 물체들의 질감을 객관적으로 표현하려는 시도가 다양하게 진행되고 있다. 특히 컴퓨터 관련 기술과 프로그램의 발달로 인하여, 컴퓨터 기술이 섬유 및 의류산업의 여러 분야에 접목되어 이용되고 있음에도 불구하고 직물의 시각적인 평가는 관능적인 것에 상당부분 의존하고 있다. 이는 사람의 눈은 민감하고 또한 종합적인 판단을 할 수 있으므로 직물이나 원사의 비교적 미세한 구조적 차이에 기인하는 외관의 차이도 잘 구분해 낼 수 있기 때문이라고 할 수 있다. 다양한 종류의 직물을 관찰할 때 질감이나 광택의 차를 감지하게 되는데 이는 직물 구성 원사의 단면의 형태, 꼬임, 구조와 직물의 밀도, 조직 등에서 기인하는 차이가 영향을 미치는 것이라고 할 수 있다.

예를 들어 원형단면 섬유와 이형단면 섬유는 그 광

택의 특성에 차이가 있으며, 또한 광택이란 직물이나 실의 표면효과가 큰 것이지만, 실의 구조, 밀도, 꼬임, 섬유의 단면 등 아주 세부적인 것에서의 차이도 영향을 미치게 된다. 한편 견직물을 관찰할 때 느낄 수 있는 것으로 예를 들자면 광택의 은은함이 있다. 이러한 은은한 광택은 실의 구조, 밀도, 꼬임, 단면구조, 굵기와 어떠한 연관을 가지고 있으며, 또한 관찰시의 조명의 제반 상태와의 관련성 등이 광택을 연구함에 있어서 중요한 연구의 하나라고 할 수 있다.

최근에는 직물의 품질과 질감 특히 시각적인 평가를 컴퓨터 및 관련 프로그램을 이용하여 분석하려는 연구가 이루어지고 있다. 직물에 대한 화상분석 장치와 관련된 화상분석 방법- 즉 필링과 주름에 관한 분석-들에 대한 연구도 이루어지고 있다. 이러한 방법을 사용하여 직물 전문가들에 의한 평가와 비교할 수 있다. 결과적으로 이미지 집합들이 표준화되고 조절되어 필링과 주름과 연관된 시각적인 단서들을 연구하였다[5]. 이러한 연구경향들 가운데에서도 화상분석이나 컴퓨터 그래픽 기법을 이용하여 직물을 특성을 평가하는 연구가 주목을 끌고 있다. 직물의 광학적 특성이나 표면의 시각적인 특성에 관한 연구로는 컴퓨터에 연결된 현미경과 프레임 그래버를 이용하여 표면의 이미지를 획득하고, 그 이미지를 화상처리기법을 적용해 중요한 시각적인 특징을 이끌어 낸 연구[1], 직물의 필링 평가를 이미지 분석을 이용하여 자동화된 방법으로 발전시킨 연구[2-6], 컴퓨터 그래픽 기법을 이용하여 직물을 평가한 연구[3-4, 14-15], 화상분석을 이용하여 직물을 설계하거나 품질평가, 표면특성을 분석한 연구[7-13] 등이 있다. 이는 인간의 감각적인 것에만 의존한 직물의 시각적인 정보를 객관적인 방법으로 평가하려는 시도이기도 하며, 더 나아가 직물의 품질을 보다 향상시키고자 하는 것이라고 볼 수 있다. 위와 같이 직물의 시각적인 정보 중 광택과 같은 광학적 특성에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다. 특히 직물을 다양한 각도에서 관찰할 수 있는 광택에 대한 분석이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 직물의 태 평가중 직물의 품위를 결정하는 시각적인 평가를 보다 객관적이고 계량적인 정보에 기초하여 수행할 수 있도록 화상분석 시스템을 이용하여 직물의 광택을 분석하고 평가하는 것에 연구의 의의를 두고 있다고 할 수 있다.

II. 실 험

1. 시료

본 논문의 실험에서는 직물의 조직과 밀도와 꼬임에 따른 광택에 관한 기본적인 것에 대한 예비실험으로 직물조직과 밀도와 실의 꼬임에 따른 광택의 변화를 보기 위해서 (주)효성에서 실험실적으로 제작한 백색의 폴리에스테르 100% 직물 6종을 사용하였다 (Table 1). 이러한 예비실험을 바탕으로 하여 시판중인 다양한 직물들의 광택을 분석하기 위하여 면, 마, 견, 아세테이트, 양모, 폴리에스테르, 인조 스웨이드, 재귀반사소재 등을 원료로 한 22종의 직물들을 사용하였다 (Table 2). 예비실험의 6종의 직물은 꼬임이 없는 원사를 이용한 평직, 능직, 주자직의 세 조직, 그리고 주자직

Table 1. Characteristics of samples prepared Hyosung Co.

Fabric No.	Fiber contents	Fabric count (threads/cm²)	Thickness (mm)	Fabric Weave	Twist (t.p.m)	Color Measurement		
						L*	a*	b*
1	100% PET	50× 50	0.34	Twill	0	91.2	−0.0	1.5
2	100% PET	50× 40	0.22	Plain	0	91.2	−0.1	1.2
3	100% PET	50× 67	0.48	Satin	0	92.1	−0.2	1.6
4	100% PET	50× 67	0.48	Satin	400	91.2	−0.2	2.6
5	100% PET	50× 67	0.45	Satin	1200	92.4	−0.1	1.7
6	100% PET	50× 67	0.25	Satin	2200	91.6	0.0	1.2

PET : polyester, t.p.m. : twists per meter,

L*: Lightness variable, a* and b* : chromaticity coordinates

의 경우 꼬임수를 미터 당 0, 400, 1200, 2200으로 달리한 것이다. 사용한 위사는 75d/36f BR(bright)타입이었다.

직물의 측색을 위하여 Minolta사(일본)의 Chroma Meter를 사용하였고 L*a*b*표색계로 각 시료를 측색하였다. 본 실험에 사용한 시판 직물의 특성은 Table 2와 같다.

2. 화상획득

본 연구에 사용된 시스템의 구성은 CCD카메라(charge coupled device), 컴퓨터, 조명장치, 고배율렌즈로 구성되어 있다. 이때 CCD카메라에서 획득한 화상의 크기는 640×480화소이었고, 획득한 화상의 255화소가 시료 1mm에 해당되는 배율이 되도록 설정하여 사용하였다. 프레임 그래버(frame grabber)는 회로 중의 A/D(analog to digital) 변환기에서 화상신호가 수치로 변환되어 저장되도록 하는 기능을 지니고 있다. 이때 화상의 저장 형식은 BMP(Window bitmap) 형식을 사용하였다.

3. 측정각도

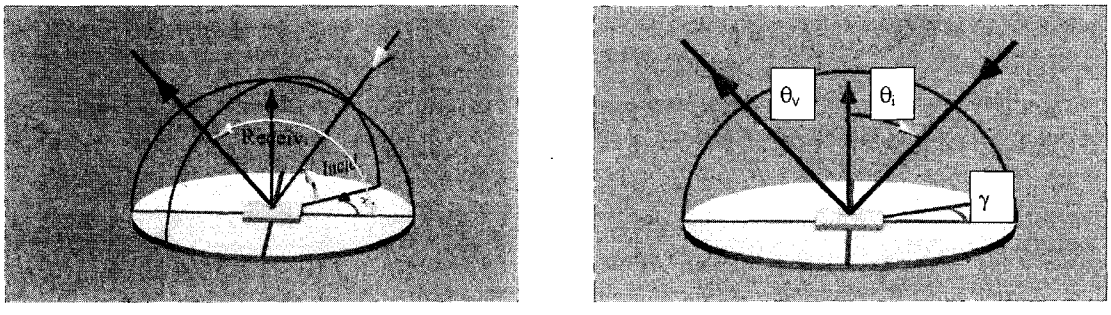
Table 1의 직물시료 분석을 위하여 조명장치는 실내조명을 모두 끈 상태에 조명의 밝기가 850 lux가 되게 하였으며, 조명과 샘플 사이의 거리는 12cm로 하였다. 입사각은 조명의 위치에 따른 광택의 차이를 알아보기 위하여 평직과 주자직의 꼬임이 없는 샘플은 입사각의 높이를 달리하여 화상을 얻었는데, 이때 평직은 입사각을 수평면에서부터 30, 45, 60, 90도로 네 가지이나 주자직은 입사각이 30도일때 입사각의 각도가 너무 낮아 초점과 광택이 잘 표현되지 못하여 입사각 30도는 제외하였다. 수광각은 수평면에서 60도에서 120도까지 10도 단위로 측정하였다.

시판직물에 대한 실험을 위해 Fig. 1과 같이 분석을 하였다. 본 실험에 사용된 실험각도의 설정은 Table 3과 같이 하였다. 다양한 질감을 나타내는 물체의 외관 및 관련자료를 축적한 Dana 등[16]의 CUReT (Columbia-Utrecht Reflectance and Texture Database)의 측정조건을 활용하였다. 이에 준거하여 대상이 되는 직물시료의 특징을 비교적 잘 나타낼 수 있는 44포인트를 선택하여 직물들의 화상을 촬영하였다. 여기에서 각각의 기호는 다음과 같다.

Gamma_i(γ_i): azimuthal angle of the illumination direction
Theta_i(γ_i): polar angle of the illumination direction
Theta_v(θ_V): polar angle of the viewing direction
Gamma_v(θ_V): azimuthal angle of the viewing direction

Fig. 1 (b)는 Table 3의 변화를 입체적으로 나타낸 것이다.

각도번호 16번에서는 이론적으로는 θ_i를 0도로 해야 하지만 입사각과 수광각의 위치가 일치하는 문제, 즉 광원과 카메라의 간섭으로 촬영상의 어려움이 있어 θ_i를 15도로 하였다. 각도번호 17, 18번에서도 θ_i가 정확한 0도가 아닌 위치에 측정하므로 다른 각도들의 위치에서처럼 정반사각도에서의 좌우 30도로 움직여 측정하는 것들과 정확한 비교분석이 되지 않아 그 각도들은



(a) (b)

Fig. 1 (a),(b). Angles for the three dimensional luster measurement.

Table 2. Characteristics of sample used for the experiments

Fabric No	Fiber Contents	Weave	Fabric count (threads/in²)	Yarn count	Thickness (mm)	Color	Color Measurement			Descriptions
							L*	a*	b*	
1	cotton	plain	148 × 79	74′S×76′S	0.21	white	94.2	0.4	−0.1	singeing
2	cotton	plain	148 × 66	78′S×75′S	0.18	white	95.5	0.0	4.2	no singeing
3	cotton/ rayon	plain	56 × 66	36′S×21′S	0.7	brown	69.5	4.7	16.8	surface fiber, tricot
4	linen	plain	69 × 46	34′S×42′S	0.28	white	91.5	1.7	−0.9	
5	linen	plain	36 × 28	18′S×10′S	0.42	dark blue	19.2	1.8	−4.2	
6	acetate	plain	165 × 71	44d/90f, 42d/90f	0.51	dark gray	28.6	6.4	−1.9	
7	silk	satin	145 × 122	41d/36f, 60d/54f	0.16	beige	79.4	2.3	9.1	Crepe de chine
8	silk	plain	163 × 99	50d/45f, 74d/59f	0.16	beige	73.1	0.3	13	
9	silk	plain	218 × 102	35d/24f, 71d/53f	0.11	rust	70.1	16.3	13.8	jacquard
10	silk	plain	79 × 59	69d/72f, 45d/120f	0.13	blue	46.7	3.8	−27	
11	wool	twill	84 × 56	40Nm ×30Nm	0.32	black	16.6	0.5	−2.1	
12	wool	twill	117 × 66	35Nm ×28Nm	0.4	dark rust	52.4	16.1	13.7	
13	polyester	satin	155 × 91	80d/24f, 90d/34f	0.17	beige	93.8	1.0	12.4	weft : semi dull
14	polyester	plain	117 × 69	78d/24f, 88d/68f	0.15	bright beige	93.7	−0.6	11.8	
15	polyester	satin	132 × 84	51d/24f, 40d/72f	0.17	yellow	79.4	4.5	11.9	
16	polyester	satin	125 × 74	44d/34f, 73d/36f	0.13	blue	84.9	−2.4	−7.7	
17	polyester	plain	61 × 127	110d/24f	0.12	rainbow	48.1	−25	17.5	metal coated fiber
18	polyester	plain	21 × 21		2.15	beige	74.2	1.7	13.1	boar
19	polyester	plain	98 × 36	50d	0.21	bright pink	84.1	2.2	13	lamination coating (metal powder)
20	polyester	satin	191 × 82	170d/150f	0.37	gray	58	0.4	−0.5	man−made suede, peach skin
21	polyester	twill	126× 84		0.19	black	15.4	0.8	0.05	
22	polyester				0.27	bright gray	61.7	0.15	1.2	retroreflect fabric glass bead size: 45−75㎛ (m=65㎛)

L*: Lightness variable, a* and b* : chromaticity coordinates

Table 3. Viewing and Illumination Directions

Angle No.	Gamma_i	Theta_i	Theta_v	Gamma_v
1	0	60	45	180
2		60	30	180
3		60	0	180
4		45	45	180
5		45	45	150
6		45	45	210
7		45	30	180
8		45	0	180
9		30	45	180
10		30	30	180
11		30	30	150
12		30	30	210
13		30	0	180
14		0	45	180
15		0	30	180
16		15	0	180
17		15	0	180
18		15	0	210
19	45	60	45	225
20		60	30	225
21		60	0	225
22		45	45	225
23		45	45	195
24		45	45	255
25		45	30	255
26		45	0	255
27		30	45	225
28		30	30	225
29		30	30	195
30		30	30	255
31		30	0	225
32	90	60	45	270
33		60	30	270
34		60	0	270
35		45	45	270
36		45	45	240
37		45	45	300
38		45	30	270
39		45	0	270
40		30	45	270
41		30	30	270
42		30	30	240
43		30	30	300
44		30	0	270
45	0	15	0	180
46	0	15	0	180

제외하여 촬영하였다. 각도번호 45와 46은 재귀반사포에서만 촬영하였는데, 이는 고유한 기능적 특성으로 인해 입사위치와 동일한 각에서 강하게 빛을 반사하므로 실제 촬영각도는 각도번호 16과 동일하나 샘플의 각도를 45도와 60도로 기울여 촬영하여 재귀반사포가 특정한 방향에서 갖게되는 광택의 변화를 보았다.

시료중앙부에서 광원까지의 거리는 15cm로 하였으며, 조도는 2200룩스(lux)가 되도록 조절하였다. 카메라와 시료의 초점 거리는 약 5cm로 하였다. 직물시료를 흑색판 위에 거치한 상태로 실험하였다. 이때 사용한 흑색판의 변각광도계에 의한 반사율 값은 입사각 45도, 수광각 45도일 때 1.6이다.

4. 화상분석

1) CCD 카메라에 의해 획득한 화상의 분석

일반적으로 수광센서가 1개인 광도계로 반사광을 분석하는 경우, 일정 면적에 조사하여 반사한 광량으로부터 하나의 값을 기록하므로, 직물표면의 광택의 분포 혹은 미세한 변동을 파악하기 어려운 단점이 있다. 따라서 직물표면의 화상을 화소수가 많은 CCD로 촬영, 저장하여 미소부위에 대한 반사광량을 입체적으로 분석하고 정량적이고 미시적인 표현을 위하여 화상분석 프로그램을 사용하였다.

2) 화상처리 및 분석을 위한 프로그램

본 실험에서는 이미지 분석프로그램 기능 중의 Blob 분석기능을 사용하여 화상을 분석하였다. 본 논문에서 사용한 것은 HL-Image(Data Translation), Inspector (Matrox Co.), Scion Image(NIH) 프로그램들이다. 여기서 Blob은 정해진 threshold(閾値)를 적용하였을 때 한 개체로 표현되는 형태를 말하는 것이며, 본 실험의 경우 화상에서 역치를 초과하는 광택 개체라고 말할 수 있다. 이러한 Blob분석을 통해서 광택에 관한 다양한 정보를 산출할 수 있고, 본 실험에서는 광택과 관련이 높은 주요 항목들을 선정하여 분석하였다. (Table 4)

3) Threshold(閾値)의 설정

광택을 분석할 때 역치의 설정은 광택개체의 인식을 위하여 중요한 부분이라 할 수 있다. 본 연구에서는

Table 4. Image analysis of blobs and pixel values

Analysis Item	Measurement Option	Description
Blob	percentage of blobs	percentage of blobs identified in the region of interest
	numbers of blobs	The number of blobs identified in the region of interest
	total area	The total area of the blobs in the region of interest
	mean area	The mean value of the individual blob area in ROI
Pixel	sum of pixels	The sum of gray-scale values of pixels in each blob in ROI
	mean pixel	The mean value of gray-scale values of pixels
	standard deviation of pixels	The standard deviation of gray-scale values of pixels
	sum of square of pixels	The sum of square of gray-scale values of pixels

각 직물이 가지는 다양한 범위의 광택을 분석하기 위하여 면, 마, 실크, 양모, 폴리에스테르 시료군에서 각각 1종씩 택하여, 역치를 170~210 사이에서 예비실험을 진행한 결과 그 값을 200으로 하는 경우 대부분의 직물시료에 대한 적절한 광택 정보를 얻을 수 있었다.

5. 변각광도계(Goniometric Glossmeter)에 의한 측정

변각광도계를 사용하여 시료표면에 수직인 법선을 기준으로 하고 광원에서 시료표면으로 입사되는 각을 입사각(γ_i), 광검출기(Photosensor)의 수광축과 법선의 각을 수광각(γ_v)으로 정의하였다. 입사각을 30, 45, 60도로 변화시켰을 때 각기의 수광각(γ_v) 을 0, 30, 40, 45, 50, 60, 70, 80도로 변화시키고 반사율을 측정하였다.(Fig. 2) Table 5는 변각광도계의 입사각에 따른 교정값이다.

또한 시료의 경사방향 혹은 표면잔털 있는 것은 빛의 방향과 같은 방향으로 하여 측정하였는데, 표면잔털의 방향과 빛이 들어오는 방향이 같은 것을 경사방향이라 하였으며, 45도 방향은 이를 시계반대방향으로 45도로 움직인 것과, 위사방향은 경사방향에서 시계반대방향으로 90도로 움직인 것을 말하고, 위에서 말한 각각의 위치에서 측정하였다.

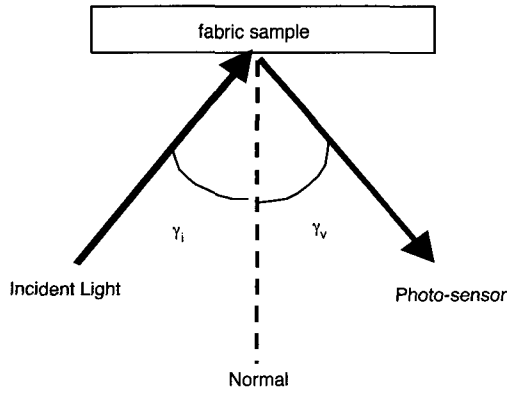


Fig. 2. Measurement scheme using a Glossmeter.

Table 5. Calibration value of Glossmeter

Incident angle	Calibration
30	82.8
45	83.9
60	89.3

6. 측색

각 직물의 색상들을 측정하기 위하여 Colorimeter (Chromameter CR-200b, MINOLTA)를 사용하였고 L*a*b*표색계에 의한 L*, a*, b*값을 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 실의 꼬임에 따른 광택의 변화

천연섬유인 면은 자연적인 꼬임이 형성되어 있고, 양모섬유는 크림프와 비늘구조가 있으며, 견섬유는 누에의 좌우운동에 의한 크림프가 있기 때문에 방적할 경우의 가방성의 발현 내지 제품에 있어서 크림프에 의한 부피(volume)감이 있다. 반면, 필라멘트 상태의 일반적인 합성섬유는 가공되지 않은 원사 상태에서는 표면이 평활하고 크림프 등이 없기 때문에 부피감이 상당히 낮다. 이를 개선하기 위하여 합성고분자

의 가소성을 이용한 가연가공을 적용하거나 고분자의 수축특성이 상이한 성질을 이용하여 수축성이 상이한 두 종류의 고분자를 토출시킨 후 열적 성질의 차이로 크림프가 발생하여 자연스러운 굴곡을 실에 부여하기도 한다. 여기서는 꼬임수에 따른 광택의 질과 양을 분석하고자 한다.

Fig. 3은 입사각 45도일때 평직, 능직, 수자직에서 꼬임수에 따른 픽셀의 전체 평균 면적을 보여준다. 수광각이 증가함에 따라 픽셀의 전체 평균 면적이 증가하고, 또한 꼬임수가 적은 것(0, 400)이 꼬임수가 많은 것(1200, 2200)보다는 수광각이 증가함에 따라 전체 픽셀 평균 면적이 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 위사방향의 표면의 거친정도는 위사방향의 꼬임의 변화가 그 원인이 되는데[17] 꼬임수가 적을수록 반사량이 많아진다고 볼 수 있으며, 이로써 광택도 더 잘 느낄 수 있을 것으로 생각된다. 이는 종래의 꼬임수가 적을수록 광택이 많아짐을 확인할 수 있는 것이라 할 수 있겠다. 즉 위사방향으로는 꼬임이 증가할수록 광택이 증가함을 보여주고 있다.

실의 꼬임이 많으면 섬유간의 마찰력이 커져서 강도가 커지고 또한 꼬임수가 많으면 실을 구성하는 섬유의 배열이 실의 축에 대하여 수직에 가깝게 되므로, 빛이 반사될 때 반사되는 광택개체의 면적이 분할되어 꼬임이 없는 것에 비해 강한 광택이 줄어든다.

이러한 현상으로 인하여 Fig. 3에서 꼬임수가 적은 것(0, 400)이 꼬임수가 많은 것(1200, 2200)보다 화소의 전체 평균 면적이 크게 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

2. 조직에 따른 광택의 변화

Fig. 4는 입사각 45도, 꼬임이 0일때 직물의 조직에 따른 픽셀의 전체 평균 면적의 그래프이다.

일반적으로 평직의 일완전조직은 경사 두 올과 위사 두 올로서 일순환(one repeat)이 이루어져 그 크기가 직물 중에서 제일 작으며 교차점은 제일 많다. 능직은 사문직이라고도 하여 직물바닥에 비스듬한 골(줄)이 나타나도록 짠 것으로, 두올 이상 연속하여 떠오르게 되고 인접한 실이 서로 붙어 직물의 간격이 적어지므로 직물표면은 평직보다 광택이 증가한다.

주자직은 표면이 평활하고 부드럽고 광택이 풍부하다. Fig. 4도 주자직이 평직이나 능직보다는 훨씬 큰 픽셀의 평균면적이 나타나는 것으로 보아서 광택이 큼을 알 수 있다. 직물의 광택을 이러한 화상처리에 의한 입자분석을 통하여서도 객관적으로 측정할 수 있다는 것을 알 수 있다.

위의 사실로 보아 일반적으로 인지하고 있던 광택의 성질, 즉 꼬임수가 적은 것(0, 400)이 꼬임수가 많은 것(1200, 2200)보다는 수광각이 증가함에 따라 전체 평균 면적이 증가하는 경향을 보이고 있으며 평직과 능직보다는 주자직의 광택이 크다는 것을 예비실험의 이미지 분석을 통해서 확인할 수가 있었다. 이는 직물상의 미소평면에 대한 화상분석을 이용하여 직물의

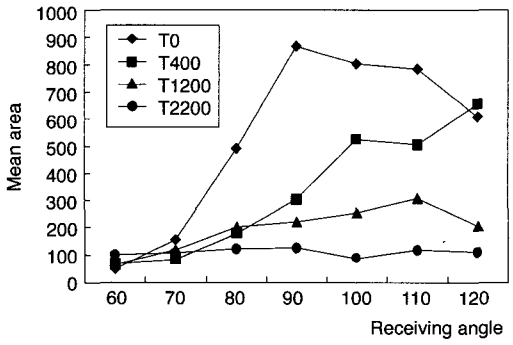


Fig. 3. The Mean area according to twist in satin at incident angle 45°.

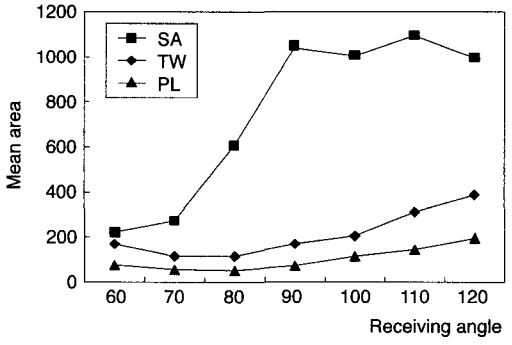


Fig. 4. The Mean area according to weaving in twist 0 at incident angle 45° (SA:Satin, TW:Twill, PL:Plain)

광택을 분석한 예비실험의 결과를 통해서 기존의 광택에 대한 정보가 화상분석 프로그램을 이용한 결과와 크게 차이가 나지 않음을 알 수 있었다.

3. 변각광도계와 Grayscale value의 비교

1) 표준흑색판과 백색판의 비교

변각광도계에 의한 반사율의 값과 Grayscale value의 상관성을 확인하기 위해 표준흑색판과 백색판을 사용하여 그 값을 비교 분석하였다. Fig. 5는 입사각 60도일 때 수광각을 각각 30도, 45도 했을때의 Grayscale value와 변각광도계에 의한 반사율의 값을 그래프로 나타내었다. 흑색, 백색판 모두 변각광도계에서 측정한 반사율의 값과 화상분석을 이용한 Grayscale value에서 높은 상관성을 나타내고 있다.

이 그래프에 나타난 변각광도계에 의한 측청치인 반사율(X)과 Grayscale value(Y)와의 회귀분석 결과, 회귀식은 다음과 같다.

$Y = 9.117X + 53.62 (R^2 = 0.95)$

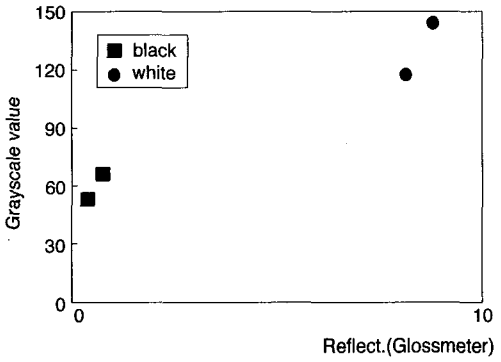


Fig 5. Correlation between Reflect(Glossmeter) and Grayscale values of black and white plates.

2) 시판직물에 있어서의 비교

직물에 대한 일반적인 광택의 분석은 변각광도계에 의존하는 경우가 많았다. 직물시료에 대하여 변각광도계로 측정한 반사율의 값과 직물의 전체화상의 Grayscale value를 비교하여 상관성을 확인하고자 하였다. 22종의 시료 중 전체 시료에 대한 광택의 차이를 비교적 잘 대표할 수 있을 것으로 판단되는 면(1번시료)과 견(7번시료), 사진화상에서 광택이 많았던 폴리에스테르 직물(3번시료), 방향에 따른 광택의 정보가 상당히 차이가 나는 표면잔털이 있는 폴리에스테르(18번시료)에서 각각 1종을 선택하여 측정하였다.

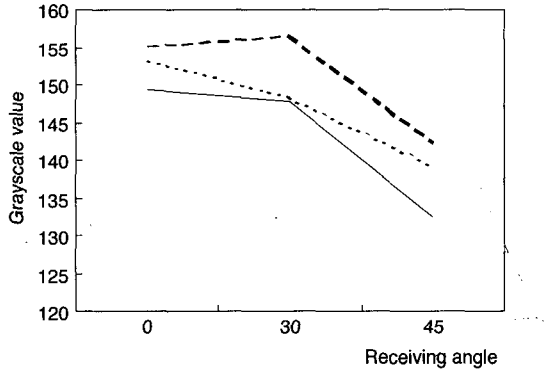
Fig. 6은 입사각이 30도일 때 면(시료 1), 사진화상에서 광택이 많은 직물(시료 3), 견(시료 7), 표면잔털이 있는 직물(시료 18)의 Grayscale 값과 변각광도계 값을 그래프로 비교한 것이다. 본 실험에서는 수광각을 0, 30, 45도로만 변환시켰지만 변각광도계에서는 수광각을 0도에서 80도까지 8각도를 변화시켜 측정하였기 때문에 두 값의 정확한 값의 변화비교를 위해서 45도까지만 그래프의 변화를 본다면, 1번 시료에서는 두 값이 수광각이 증가함에 따라 하향곡선을 그리는 같은 경향을 볼 수 있다. 그러나 경사와 위사의 값에서 그 값이 역전되는 것이 보이고 있다. 3번과 7번 시료에서는 경사방향을 제외하고는 45도와 위사가 같은 경향을 나타내고 있다. 시료 18번에서는 45도 방향에서 경향이 같을 뿐 경사와 위사에서는 다른 경향을 보이고 있다. 1번과 같은 면의 경우는 큰 특징을 나타내지 않은 대표적인 직물이라 할 수 있으므로, 두 값의 측정치의 경향이 비슷하게 나온 반면, 시료 18번의 경우는 표면잔털이 많이 나 있는 직물에서는 표면잔털 방향과 빛 방향에 따라 광택이 상당한 영향을 받기 때문에 보다 정확한 광택을 조사하기 위해서는 거시적으로 표현하는 Grayscale value나 변각광도계에서 더 나아가 화면상에 나타난 광택 입자의 분석이 필요하다고 할 수 있다. 다른 직물보다는 시각적으로 광택이 어느 정도 난다고 볼 수 있는 시료 3번과 7번의 경우, 경사방향에서 반사율의 값이 입사각이 30도이므로 30도로 증가함에 따라 광택의 값이 증가하고 있는 예상된 결과를 보여주고 있다. 그러나 Grayscale value에서는 변각광도계에 의한 반사율의 값과 같은 경향을 보이지 않았다.

Table 6. Reflect(Glossmeter) and Grayscale value of sample 3

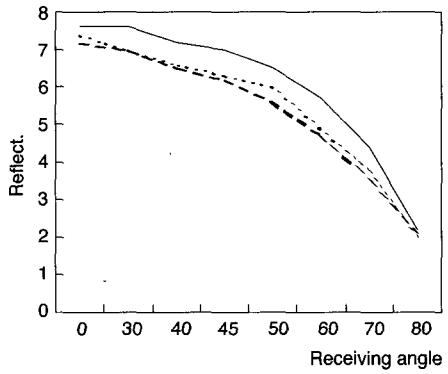
		Reflect	Grayscale value		
θ_v	γ_v	180	150	180	210
30		5	144.47	121.17	79.34
45		6.1	—	184.07	—

위의 사실로 보아 경사방향에서 Grayscale value와 변각광도계에 의한 반사율 값의 경향이 유사하게 나오고 있으나, 위사 방향이나 표면잔털이 있는 특징이 있는 직물에서는 두 값이 꼭 일치하지 않고 있음을 보여주고 있다. 이는 Grayscale value는 사진화상에서 얻는 결과이므로 사진화상에서 보여주는 화상은 640×480pixels로서 실제 면적은 2.51mm × 1.88mm으로 아주 미소한 부분의 정보를 나타내는 반면에 변각광도계에 의한 반사율의 값은 가로, 세로의 면적이 4.5cm × 4.5cm으로서 Grayscale value보다는 넓은 면적에 대한 평균치적인 정보를 보여주는 것이라 할 수 있다. 따라서 이러한 차이로 인하여 실제 두 값에 차이가 있는 것으로 판단된다.

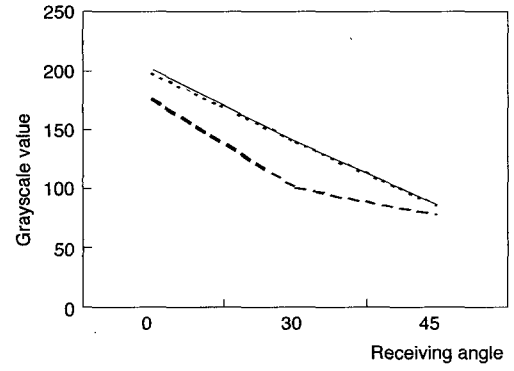
Table 6은 시료 3번에서 입사각 60도, 경사방향일 때 같은 각도를 가지는 Grayscale value와 변각광도계에 의한 반사율의 값을 비교한 것이다. 두 값 모두 수광각이 증가함에 따라 광택의 값이 증가하는 경향을 보이고 있으나, 여기서 하나 유의해서 보아야 할 것이 Grayscale value의 정반사각에서 좌우로 방위각을 30도씩 이동하여 얻은 정보이다. 이 Table 6에 나타난 것과 같이 Grayscale value가 꼭 정반사각이 아닌 γ_1가 30도로 회전하였을 때 더 큰 값을 보여주고 있다. 이는 시료 3번과 같은 경우 결의 아주 미세한 방향의 차이로 인하여 광택의 양이 변화하고 있음을 보여준다. 이러한 변화는 기존의 변각광도계로서는 측정할 수 없는 부분이다. 즉 육안으로 인식하는 광택이라는 것은 비교적 미세한 부분의 변화까지도 감지하므로, 보다 정확한 광택을 조사하는 데에 있어서 이러한 미시적인 관찰이 필요하다고 할 수 있다.



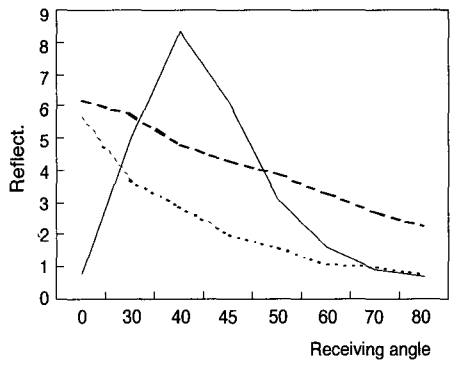
(a) Sample 1 : Grayscale



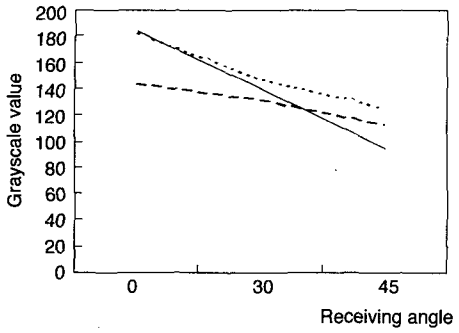
(b) Sample 1 : Glossmeter



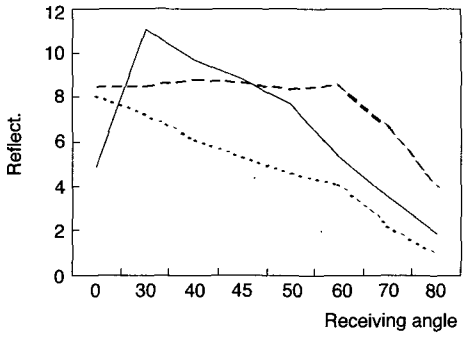
(c) Sample 3 : Grayscale



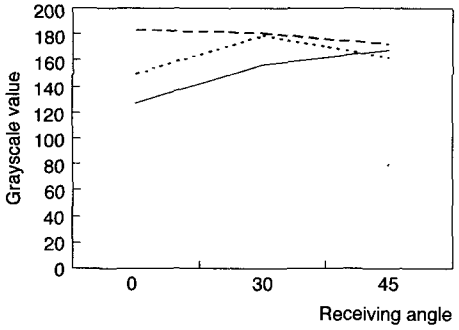
(d) Sample 3 : Glossmeter



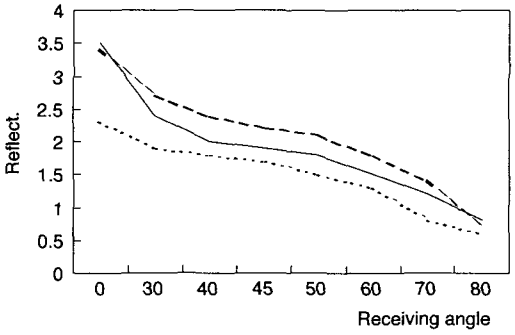
(e) Sample 7 : Grayscale



(f) Sample 7 : Glossmeter



(g) Sample 18 : Grayscale



(h) Sample 18 : Glossmeter

Fig. 6 (a)~(h). Grayscale values and Glossmeter values of samples 1, 3, 7 and 18 at Incident angle 30 .
*** —— : warp direction - - - : 45 direction ····· : weft direction**

IV. 결 론

직물의 광학적 특성 중 광택을 평가하는 방법으로서는 일반적인 광택측정계, 혹은 2차원이나 3차원 변각광도계에 의한 반사광량의 측정조건에 따른 변화의 측정 등이 있다. 최근에는 컴퓨터 하드웨어 및 관련된 분석 프로그램의 발달로 인하여 직물의 표면이나 광택, 시각적인 특성을 이와 연관하여 많이 분석하는 연구가 나오고 있다. 그 중에서 디지털 화상처리를 활용하여, 직물에서는 품질과 질감 특히 시각적인 평가를 포함한 연구가 이루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 화상분석을 이용하여 시각적인 평가, 즉 광택에 대한 정보를 보다 객관적이고 계량적인 정보를 제공하고자 하는 것에 목적을 두었다.

1. 조직과 꼬임이 일정하게 변화를 주어서 한 예비실험에서는 화상분석 프로그램을 이용하여 광택을 분석한 결과, 꼬임수가 증가하고 평직보다는 능직과 주자직에서 광택이 줄어든다는 기존의 사실들이 화상분석 프로그램을 통해서도 같은 결과가 나왔다. 이는 시판 직물이 화상분석을 이용한 광택의 분석에 관한 연구의 타당성을 높여주었다.

2. 다양한 각도에서 관찰할 수 있는 직물의 광택을 분석하기 위하여 화상분석을 활용하였고, 이 때 화상분석을 이용한 광택의 분석이 기존의 변각광도계에 의한 방법보다 시료를 구성하는 섬유, 실의 구조, 직물조직 등에 기인한 광택의 차이와 변화를 더 상세히 나타내 주는 것을 확인하였다.

3. 변각광도계로 측정한 반사율 값과 화상분석을 이용한 Grayscale value사이에 높은 상관성을 가지고 있

어, Grayscale value로 광택을 분석하는 것이 가능함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 한국 과학재단 목적기초연구(R01-2000-00397)의 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

1. Yasser Gowayed, David V. Schreibman, and Martyn Roberts, Surface Inspection of Textile Composite Materials Using Image Analysis Techniques, *Journal of Composites Technology & Research*, JCTRER, **18**(1), 3−14, Jan. 1996.
2. Hector C. Abrill, Maria S, Millian, Yezid Torres, Rafaer Mavarro, Automatic method based on image analysis for pilling evaluation in fabrics, *Society of photo-optical Instrumentation Engineers*, **37**(11), November, 2937−2947, 1998.
3. Hsiang-Yin Lin, 3D-Computer Representation of Woven Fabric Structure Using B−spline Method, Proceeding of the 4th Asian Textile Conference, June 24−26, 1997.
4. Hyun−Young Lee and Kyung−Hi Hong, Contact Properties Between Fabric and Flat Surfaces, Proceeding of the 4th Asian Textile Conference, June 24−26, 1997.
5. Zoltan Fazekas, Fozsef Konuves, Istvan Renxi, Laszle Surjan, 0-7803-5662-4/99, IEEE.
6. 김은애 · 조현정, 화상분석에 의한 기모직물의 표면특성 측정, 연세대학교 생활과학대학부설 생활과학연구소, 생활과학논집, **13**, 9−21, 1999.
7. Hideo Moroka, Kiyohito Wakashima, Yoichi Matsumoto, Harumi Morooka, Reflective Properties of Pantyhose Cloth as Analyzed by an Image Analysis System, *Textile Res. J*, **69**(1), 69−74, 1999.
8. D. Robson, Animal Fiber Analysis Using Imaging Techniques, *Textile Res. J*, **70**(2), 116−120, 2000.
9. X. Tao and A.Sirikasemlert, A Three−Dimensional Analysis of Specular Reflection from Single−Jersey Knitted Fabrics, *Textile Res. J*, **69**(1), 43−51, 1999.
10. X. Tao and A.Sirikasemlert, Effects of Fabric Parameters on Specular Reflection from Single-Jersey Knitted Fabrics, *Textile Res. J*, **69**(9), 663−675, 1999.
11. Maria Cybulska, Assessing Yarn Structure with Image Analysis Methods, *Textile Res. J*, **69**(5), 369−373, 1999.
12. J. Wang, E. J. Wood, A New Method for Measuring Carpet Texture Change, *Textile Res. J*, **64**(4), 215−224, 1994.
13. 최수현 · 강태진 · 김성민, 화상 분석을 이용한 직물의 자동 설계 및 품질 평가, 한국섬유공학회지, **36**(12), 916−927, 1999.
14. Donald P. Greengerg, James Arvo, Eric Lafortune, Kenneth E. Torrance, James A. Ferwerda, Bruce Walter, Ben Trumbore, Peter Sumanta Pattanaik, Sing−Choong Foo, "A Frame for Realistic Image Synthesis", SIGGRAPH 97 Conference Proceedings, 474−494, Los Angeles, California , August, 1997.
15. Kristin J. Dana, Bram van Ginneken, Shreey K. Nayer, Jan J. Kohenderink, "Reflectance and Texture of Real − word Surface", Proceedings of the 1997 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1997.
16. Kristin J. Dana, Bram van Ginneken, Shreek K. Nayer, Jan J. Koenderink, Reflectance and texture of real−world Surfaces, *ACM Transactions on Graphics*, **18**(1), 1−34, 1999.
17. 전병익 · 오애경 · 김승진 · 장동호 · 김석근 · 김태훈 · 서문호 · 조대현, 원사 및 직물의 구성특성치와 직물 태변화에 관한 연구, 한국섬유공학회지 **30**(2), 125−139, 1993.