

이미지 분석기법으로 측정된 표면섬유에 의한 주관적 감각 판별

김동옥, 김은애
연세대학교 의류환경학과

Classification of Subjective Sensation by Surface Fibers Measured by Image Analysis Technique

DongOck Kim, EunAe Lee

Dept. of Clothing and Textiles College of Human Ecology, Yonsei University

Abstract

본 연구에서는 이미지 분석기법으로부터 측정된 표면섬유와 가와바타 측정법에 의해 측정된 직물의 표면특성과 주관적 거칠기, 따뜻함간의 관계를 고찰하였다. 시료로는 춘추용 수트직물로 사용되는 평직과 능직의 소모직물 32종을 사용하였다. 표면섬유의 분석을 위해서 이미지 분석장치로부터 촬영된 직물 표면 이미지로부터 단위길이의 직물안에 들어가는 표면섬유의 총길이(Fiber Aggregate Length)가 측정되었다. 직물의 주관적 평가를 위해 일관성 테스트와 평가능력 향상 훈련을 마친 20명 패널을 대상으로 기준직물을 제시한 9 의미미분척도를 사용하여 직물의 거칠기와 따뜻함에 대해 평가하였다. 직물의 표면섬유와 주관적인 거칠기, 따뜻함간의 상관성이 분석되었고, 직물의 표면특성, 표면섬유로부터 직물의 감각을 판별하는 판별식을 도출하였다.

Keyword : surface fiber, surface properties, subjective roughness, subjective warmth, image analysis

1. 서론

직물의 표면특성은 인체와 직물의 접촉시 가장 먼저 감지되는 특성으로 직물의 밀도, 실의 꾸임, 구성 섬유, 표면섬유, 가공 종류 등에 영향을 받으며 직물의 표면특성에 따라 접촉감은 달라지게 된다.[1][2] 직물의 표면특성은 표면마찰과 거칠기 측정장치에 의해 각각 시도되어 왔고[3][4] Kawabata의 측정방법에 의해 직물의 마찰특성과 기하학적인 거칠기에 대한 측정이 이루어져왔으나[5] 측정시 접촉자에 의해 표면섬유가 눌러지게 되므로 표면섬

유보다는 직물의 구조에 의해 나타나는 요철을 주로 측정한다고 볼 수 있다. 직물의 표면섬유는 여러 방법에 의해 측정 및 유추가 시도되어 왔지만 짧은 시간 안에 정량적인 값을 제시하는 측정기법이 필요시되어 이미지 분석기법을 사용한 표면섬유의 분석이 시도되고 있다.

직물의 촉감에 대한 주관적인 평가는 촉감을 묘사하는 형용사를 제시하고 이에 대해 의미미분 척도를 사용하여 평가되고 있다. 그러나, 이와 같은 척도의 사용에 있어서의 문제점은 사람에 따라 직물들에 대한 심리적인 평가

기준이 다를 수 있고, 피험자간의 오차가 다소 크게 나타나며, 평가 시점과 순서에 따른 오차가 많이 발생한다는 것이다. 또한, 더불어 척도의 등간격성에 대한 논쟁도 많이 이루어지고 있는 실정이다.

본 연구에서는 척도상에 기준이 되는 시료를 선정하여 기준직물로 제시한 9점 의미미분 척도 평가를 실시하였다. 이미지 분석 기법으로 측정된 표면섬유 정보와 직물의 주관적으로 측정된 거칠기, 따뜻함간의 관계를 고찰하였고, 가와바타의 표면특성 데이터와 표면섬유로부터 직물의 거칠기를 판별하는 판별함수를 도출하였다.

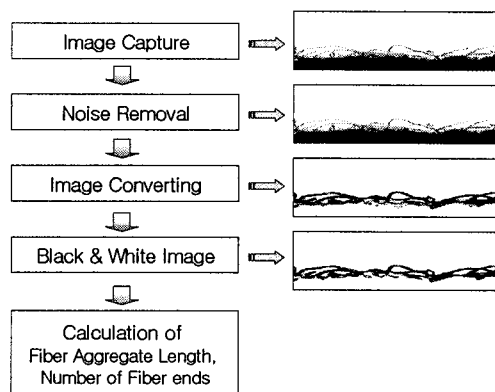


Fig. 1. Image Processing Step

2. 실험

2.1. 시료

춘추용 수트 용도의 소모직물 32 종류로 동일회사((주)대협섬유)에서 같은 시기에 같은 용도(2002 춘추용)로 출시된 직물을 사용하였다. 시료는 모두 양모 100%의 조성을 가지고 있고, 기본 평직과 능직만을 선택하여 사용하였다.

2.2 표면섬유 분석

표면섬유는 이미지 분석 시스템을 통해 분석되었다. 직물의 표면 섬유의 측정을 위해 직물을 반으로 접어 투명한 아크릴 판 위에 올려 놓고 관선을 아크릴판 아래로부터 조사하여 이미지를 측정하였다. 이미지의 측정은 10×10cm의 직물에서 무작위적으로 선택된 30개 장소에서 이루어졌고, 현미경 배율은 18배로 모든 직물에 대해 동일하게 하였다.

얻어진 이미지는 노이즈 제거 과정을 거친 뒤 직물의 표면섬유 분석을 위해 직물의 표면 윤곽(Surface Contour)을 얻어내었다. 변환된 이미지는 적당하다고 판단되는 일정한 값(threshold)을 중심으로 섬유에 해당되는 부분을 1로 배경에 해당되는 부분을 0으로 변환하였다. 기준값(threshold)은 직물에 따라 gray level이 170-180 사이의 값을 가졌다. 이미지 변환 절차는 Fig. 1.에 제시하였다. 또한, 직물의 이미지를 촬영하게 되면 표면섬유 뿐 아니라 직물의 오돌도돌한 기저까지 촬영되어 직물의 표면섬유 외에 직물 자체의 구조로 인한 오차가 발생하게 되므로 본 연구에서는 표면섬유만의 값을 얻기 위해 graphic tool(Adobe Photoshop 6.0)을 사용하여 Fig. 2.와 같이 표면섬유가 아닌 직물의 표면만을 지워준 후 표면섬유를 계산하였다.

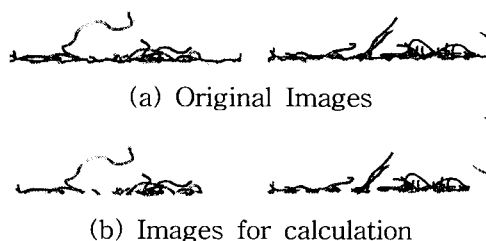


Fig. 3. Fiber Images for Fiber Aggregate Length (Specimen No. 11 , 24)

변환된 이미지에서 섬유에 해당되는 검은 부분의 픽셀(black pixel)의 값을 계산하였다. Fiber Aggregate Length는 실제 직물 1cm에 들어가는 섬유의 pixel수를 섬유 한 가닥의 굵기에 해당되는 pixel수로 나눈 값으로 다음 식에 의해 계산하였다.

$$l_A = \frac{F}{F_d} \times 0.017$$

여기서, l_A : Fiber Aggregate Length
 F : 직물의 가로 1 cm 길이 안에 존재하는 섬유의 총 pixel 수
 F_d : 섬유 한 가닥의 굵기에 해당되는 pixel수

직물의 이미지 한 개는 640 pixel × 250 pixel의 크기이고, 1cm는 58 pixel에 해당된다. 따라서 1 pixel은 약 0.017 mm의 길이에 해당한다. l_A 는 1cm의 길이의 직물 안에 들어있는 표면섬유의 총길이를 mm의 단위를 가진다. 섬유 한 가닥의 굵기에 해당되는 pixel수는 본 논문에서 사용된 시료들에 대해서는 평균 5.6 pixel의 값을 가졌다. 이 평균값은 표면섬유 100개에 대해 평균한 값으로 이미지를

변환한 후에 계산된 값이다.

2.3. 직물의 표면특성

직물의 기계적 태 측정 기구인 Kawabata Evaluation System(KES-F system) 중 표면 특성 측정기인 KES-FB4를 사용하여 직물의 표면특성에 해당되는 MIU(Coefficient of friction), MMD(Mean deviation of MIU), SMD(Geometrical roughness)를 측정하였다.

2.4. 주관적 감각 평가

주관적 감각 평가를 위해 의류전공의 여자 대학원생 및 연구원을 대상으로 일관성 평가를 실시하여 일관성이 있다고 판단되는 20명을 선발하였다. 이들을 3주간 훈련시킨 결과 판별의 재현성 및 피험자간 일치성이 향상되었다.

기준직물의 설정을 위해 20명의 피험자중 일관성이 높은 피험자 5명을 대상으로 32개의 직물에 대해 9점 의미미분 척도 평가를 실시하여 5점에 가까운 점수를 받은 직물을 선정하여 기준직물로 제시하였다.

패널 20명에 대해 기준직물을 9점 의미미분 척도상의 5점에 제시하고 평가하게 하였다.

3. 결과

3.1. 표면섬유와 주관적 감각

표면섬유와 주관적 거칠기 따뜻함간의 관계는 Fig. 3.와 같다.

상관분석 결과 I_A 와 거칠다간에 유의한 음의 상관관계($r=-0.645$)가, 따뜻하다와는 양의 유의한 상관관계($r=0.804$)가 나타났다. 이와 같은 사실은 본 연구에 사용된 시료들에서 직물의 표면에 섬유가 많이 존재할 때 거칠지 않고 매끄럽게 지각되었고 또한 더 따뜻하게 지각됨을 의미한다. 이와 같은 사실은 모 및 모 혼방직물의 표면섬유가 많을수록 더 거칠게 지각되었던 선행 연구 결과[6][7]와는 상반되는 결과이다. 비교적 거칠고 굵은 모가 사용된 경우에 있어서는 표면 섬유가 많이 존재할 때에 더 거칠고 매끄럽지 않게 지각될 수도 있지만, 본 연구에서 사용된 모섬유들이 뻣뻣하지 않은 섬유들로 구성되어 있어 이와 같은 결과가 나타났으리라 판단된다. 실제로 모섬유의 굵기와 감각간의 관계에 대한 연구[8]에서 모섬유의 섬유 굵기가 굵을 수록 더 거칠고 따가운(prickle) 감각을 부여하였다. 모섬유가 가늘고 부드러울 경우에는 표면섬유가 거의 없거나 적은 직물에서는 손끝과의 접촉시에 실과 실의 교차에 의해 나타나는 울퉁불퉁함

이 그대로 느껴져 더 거칠게 평가되지만 표면 섬유가 어느 정도 존재하는 직물에서는 울퉁불퉁한 표면을 표면섬유가 덮고 있기 때문에 덜 거칠게 지각된다. 그러나, 직물을 구성하는 모섬유가 굵고 뻣뻣할(stiff) 경우에는 인체와의 접촉시 가장 먼저 접촉되는 모섬유가 피부를 자극하여 거칠고 까칠하게 느껴지는 것이라 판단된다. 따라서, 직물의 표면섬유에 대한 연구에서는 앞으로는 표면섬유의 양과 함께 직물의 굵기에 대한 연구도 수반되어야 할 것으로 판단된다. 그러나, 같은 질의 양모로 구성된 제품들끼리의 평가에 있어서는 표면섬유의 양만을 가지고도 감각을 비교 평가하는 데에는 무리가 없을 것이라 사료된다.

따뜻한 감각의 경우 직물의 표면섬유가 많을수록 더 따뜻하게 지각되었는데, 이는 선행 연구[9]의 결과와 같이 직물과 피부와의 접촉 면적에 관계된 것으로 표면섬유가 많을수록 직물에 피부가 닿을 때는 접촉면적이 줄어들어 피부로부터의 열이동이 줄어들기 때문에 더 따뜻하게 지각되는 것이라고 해석할 수 있다. 표면섬유의 양 I_A 와 직물의 순간적 열이동량을 나타내며 직물의 주관적 온냉감과 높은 상관성을 가지는 Q_{max} 값간의 상관관계는 -0.639 로 표면섬유가 많을수록 열이동량이 적은 것으로 나타났다.

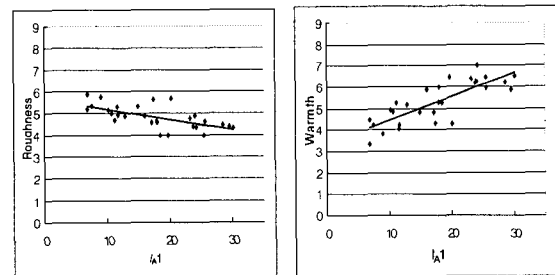


Fig. 3. Relationship among Subjective Sensations and Fiber Aggregate Length

3.2. 직물 감각의 판별

3.2.1. 거친 감각

3.2.1.1. 표면 요철에 의한 거친 감각 판별

가와바타(Kawabata) 시스템에 의해 측정된 표면특성에 의해 직물의 거친 감각을 판별 분석한 결과는 다음과 같다. 직물의 거친 감각에 대해 주관적인 감각 평가치를 기준으로 하여 '거칠지 않은 직물', '보통인 직물', '거친 직물'의 세 그룹으로 분류하여 판별 분석을 수행하였다. 분석 결과, 두 개의 판별함수를 얻

었으며, 그 중 가장 설명력이 높은 함수는 다음과 같다.

판별 함수 1 = $-2.717 + 0.622x$
 여기서, x: 표면 요철(SMD)

이 함수에서 고유치(eigen value)는 1.112, canonical correlation값은 0.726이었으며, 이 함수가 충분한 설명력을 가진다고 판단된다. Wilk's λ 는 0.474의 값을 가졌다. 판별함수에 표면요철만을 사용한 것은 등분산성 가정 등의 판별함수의 기본 가정에 어긋나는 변수인 MMD를 제거하였고, 표면요철과 표면 마찰간에는 높은 상관관계가 발견되어 더 좋은 모델을 얻을 수 있다고 판단되는 표면요철만을 사용하였다.

Table 5.는 판별 분석 결과를 나타낸다. 총 58.1 %가 판별 함수에 의해 바르게 예측되어 낮은 판별율을 보였다.

Table 5. Classification Rates for Roughness (by KES data)

Predicted Roughness \ Real Roughness	Not Rough	Indifferent	Rough	Total
Not Rough	9(75.0%)	2(16.7%)	1(8.3%)	12(100%)
Indifferent	4(40.0%)	4(40.0%)	2(20.0%)	10(100%)
Rough	0(0.0%)	4(57.1%)	5(55.6%)	9(100%)
Hit Ratio	58.1%			

3.2.1.2. 표면 요철 및 표면섬유에 의한 거친 감각 판별

직물의 거친 감각에는 표면특성 데이터 뿐 아니라 표면섬유 역시 영향을 미친다고 생각되므로, 가와바타의 방법에 의해 측정된 표면특성 데이터와 함께 표면섬유의 양 값을 가지고 판별 분석을 수행하였다. 분석 결과, 2가지 판별 함수를 얻었으며 가장 설명력이 높은 함수는 다음과 같다.

판별 함수 1 = $-0.415 + 0.438 x_1 - 0.127 x_2$
 여기서, x_1 : 표면 요철 (SMD)
 x_2 : Fiber Aggregate Length (I_A)

함수 1에서 고유치(eigen value)는 1.747, canonical correlation값은 0.798이었으며, 함수 1이 충분한 설명력을 가진다고 판단된다. Wilk's λ 는 함수 1에서 0.324로 나타났다.

Table 6.은 판별 분석 결과를 나타낸다. 총 64.5 %가 판별 함수에 의해 바르게 예측되어 표면특성값만 가지고 판별했을 때보다 높은

판별율을 보였다.

Table 6. Classification Rates for Roughness (by KES data and Surface Fiber)

Predicted Roughness \ Real Roughness	Not Rough	Indifferent	Rough	Total
Not Rough	9(75.0%)	2(16.7%)	1(8.3%)	12(100%)
Indifferent	3(30.0%)	5(50.0%)	2(20.0%)	10(100%)
Rough	0(0.0%)	3(33.3%)	6(66.7%)	9(100%)
Hit Ratio	64.5%			

3.2.2. 따뜻한 감각

3.2.2.1. 표면 요철에 의한 따뜻한 감각 판별

가와바타(Kawabata) 시스템에 의해 측정된 표면특성에 의해 직물의 따뜻한 감각을 판별분석한 결과는 다음과 같다. 직물의 거친 감각에 대해 주관적인 감각 평가치를 기준으로 하여 '따뜻하지 않은 직물', '보통인 직물', '따뜻한 직물'의 세 그룹으로 분류하여 판별 분석을 수행하였다.

분석 결과, 다음과 같은 판별 함수를 얻었다.

판별 함수 1 = $-3.150 + 0.767 x$
 여기서, x : 표면 요철 (SMD)

함수 1에서 고유치(eigen value)는 1.372, canonical correlation값은 0.760였으며, 함수 1이 충분한 설명력을 가진다고 판단된다. Wilk's λ 는 0.433으로 나타났다.

Table 7.은 판별 분석 결과를 나타낸다. 총 64.5%가 판별 함수에 의해 바르게 예측되었다.

Table 7. Classification Rates for Warmth (by KES data)

Predicted Warmth \ Real Warmth	Not Warmh	Indiffernet	Warm	Total
Not Warm	6(75.0%)	2(25.0%)	0(0%)	8(100%)
Indifferent	2(15.4%)	6(46.2%)	5(38.5%)	13(100%)
Warm	0(0%)	2(20.0%)	8(80.0%)	10(100%)
Hit Ratio	64.5%			

3.2.2.2. 표면 요철 및 표면섬유에 의한 따뜻한 감각 판별

직물의 따뜻한 감각에는 직물의 표면 마찰 및 요철 그리고, 표면의 기모여부나 표면에 돌출된 섬유가 영향을 미칠 것이다. 따라서, 가와바타(Kawabata) 시스템에 의한 표면 마찰

및 요철, 표면섬유 데이터로부터 판별분석을 수행하였다.

분석 결과, 2가지 판별 함수를 얻었으며 더 설명력이 높은 함수는 다음과 같다.

$$\text{판별 함수 } 1 = -0.993 + -0.416 x_1 + 0.130 x_2$$

여기서, x_1 : 표면 요철 (SMD)
 x_2 : Aggregate Length

함수 1에서 고유치(eigen value)는 2.066, canonical correlation값은 0.821이었으며, 함수 1이 충분한 설명력을 가진다고 판단된다. Wilk's λ 는 함수 1에서 0.244로 나타났다.

Table 8.은 판별 분석 결과를 나타낸다. 총 80.6 %가 판별 함수에 의해 바르게 예측되어 표면 요철값만 가지고 판별했을 때보다 높은 판별율을 보였다.

Table 8. Classification Rates for Warmth (by KES data and Surface Fiber)

Predicted Warmth \ Real Warmth	Predicted Warmth			
	Not Warm	Indifferent	Warm	Total
Not Warm	6(75.0%)	2(25.0%)	0(0%)	8(100%)
Indifferent	2(15.4%)	10(76.9%)	1(7.7%)	13(100%)
Warm	0(0%)	1(10.0%)	9(90.0%)	10(100%)
Hit Ratio	80.6%			

4. 결론

본 연구에서는 이미지 분석 기법을 통해 직물의 표면섬유의 양을 측정하였고, 이로부터 얻어진 표면 섬유값(I_A)과 직물의 거친 감각과 따뜻한 감각간의 상관관계를 고찰하고 이들간의 관계를 분석하였다. 또한,가와바타의 방법으로 측정된 표면특성과 표면섬유로부터 직물의 거친 감각과 따뜻한 감각에 대한 판별 분석을 수행하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 직물에 표면섬유가 많이 존재할 수록 직물이 덜 거칠고 더 따뜻하게 지각되었다.

둘째, 직물의 표면섬유 및 가와바타(Kawabata) 시스템에 의한 표면특성으로부터 직물의 거친 감각과 따뜻한 감각을 판별분석한 결과 직물의 표면섬유(I_A)와 표면요철 모두로 판별하였을 때에 표면요철만으로 분석하였을 때보다 더 높은 판별율을 보였다.

이상과 같이 직물 표면에 존재하는 표면섬유는 직물의 거친 감각과 따뜻한 감각에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나로 나타났다. 따라서, 직물의 촉감에 대한 연구에서는 기존

의 표면마찰이나 표면 요철 뿐 아니라 표면섬유에 대한 것도 포함되어 분석해야 정확한 연구가 될 것이라 판단된다.

그러나, 본 연구에서 직물의 거친 감각에 대해서는 직물의 표면요철과 표면섬유 모두를 사용한 경우에도 판별 값이 아주 크게 나타나지 않았는데, 이는 본 연구에 사용된 시료들이 동일한 100% 모직물 시료이고 기본 평직과 능직만을 사용하여 거친 감각에서의 차이가 아주 크지 않았기 때문에 피험자들이 판단하기 어려운 직물도 있었기 때문이라 판단된다.

5. 참고문헌

1. Yoon, H.N., Sawyer, L.C., and Burkley, A., Improved Comfort polyester Part II : Mechanical and surface Properties, Textile Research Journal, 54(6), 357-365, 1984.
2. Stockbridge, I. I. C.W., Kenchington, K. W. L., Corkindale, K. G., and Greenlands, J., The Subjective Assessment of the Roughness of Fabrics, J. Text. Inst. 48, T26, 1957.
3. Ramgulam, R. B., Amirbayat, J., and Rorat, I., Measurement of Fabric Roughness by a Non-contact Method, J. Text. Inst., 84(1), 1993.
4. Amirbayat, J. and Cooke, W. D., Change in Surface Properties of Fabrics During Wear, Text. Res. J., 59, 469-477, 1989.
5. Kawabata, S., HESC, The Standardization and Analysis of Hand Evaluation, The Textile Machinery Society of Japan, 1975: 2nd edition, 1980.
6. 김동욱, 김은애, 유신정, 웨이블릿 변환을 이용한 모직물의 표면섬유 분석과 주관적 감각 평가, 한국감성과학회지, 5(3), 53-59, 2002.
7. 김동욱, 최원경, 김은애, 소모직물의 구조와 표면섬유가 태지각에 미치는 영향 -여성 춘추용 수트직물을 중심으로-, 한국의류학회지, 26(2), 355-363, 2002.
8. Wilson, C.A. and Laing, R. M., The Effect of Wool Fiber Variables on Tactile Characteristics of Homogeneous Woven Fabrics, Text. Res. J., 13(3), 08-212, 1995.
9. Kim, E.A., Yeo S.Y., Han, E. K. and Kim, D. O., Effect of Surface Characteristics on the Hand of Wool Fabrics, Seoul KSCT/ITAA joint World Conference, 283, 2001.