

직물의 객관적 질감평가를 위한 비접촉식 표면 거칠기 측정 및 해석

박경희, 권영하, 오경화*, 김은애**

경희대학교 섬유공학전공

*중앙대학교 사범대학 가정교육학과

**연세대학교 생활과학대학 의류환경전공

Measurement and Analysis of Surface Roughness by a Non-Contact Method for Objective Assessment of Fabric Handle

Kyung Hee Park, Young Ha Kwon, Kyung Wha Oh and Eun Ae Kim***

Department of Textile Engineering, Kyung Hee University,

**Department of Home Economics Education, Chung-Ang University,*

***Department of Clothing and Textiles, Yonsei University*

Abstract

직물의 질감을 객관화시키는 연구는 고부가가치의 의류제품을 생산하고 판매하는데 매우 중요한 요소이다. 질감은 직물의 역학적 성질과 표면상태에 따라 좌우되며, 이의 측정방법 중에서 KES-F system이 가장 객관화되어 있다. KES-F system을 이용한 표면 거칠기 측정방법은 피아노선을 굴곡 시켜 일정한 힘을 가한 상태에서 직물의 표면을 문질러 측정하므로 직물의 표면을 문질러 측정하므로 직물 표면의 잔털이 눌러진 상태에서 질감해석을 위한 정확한 측정이 어렵다. 따라서 우리는 기하학적인 직물 표면의 거칠기를 표면의 변형없이 측정 가능한 레이저 센서를 사용하였다. 한편 직물의 주로 경사·위사로 짜여져 있어 이방성 성질을 가지고 있으므로 직물을 3방향으로 측정하여 해석하였다. 측정된 신호는 FFT를 이용하여 일정한 주기의 표면형태를 구하고, 표면 높낮이의 평균, 최저값과 최고값을 구하여 표면의 특성을 얻었다. 직물 표면에 존재하는 잔털은 영상처리장치를 이용하여 양을 측정하였으며 표면의 거칠기 측정결과와 비교 분석하여 레이저 센서를 이용한 비접촉식 측정방법의 오차분석 및 표면 특징을 해석하였다.

1. 서론

현대사회가 복잡하게 발전해 나감에 따라 인간은 쾌적하고 안락한 삶을 원하게 되었다. 이러한 변화는 인간에게 감성적인 욕구의 충족이라는 새로운 문제를 제기하게 되었고, 모든 산업제품의 디자인에서도 기능적인 면을 뛰어넘어 좀 더 감성적이고 인간의 감각적인 면을 고려한 제품의 생산을 요

구하게 되었다.

특히, 이러한 감성적인 제품의 디자인에서 사람이 제품과 직접 접촉할 때 느낄 수 있는 촉감의 문제는 중요한 부분으로 떠오르게 되었다.

섬유제품의 표면 거칠기에 대한 연구를 통해, 인간이 섬유제품에서 느끼는 촉감과 그러한 촉감을 느끼게 하는 여러 물리적,

기계적 요인들과의 관계를 조사하고, 인간이 제품을 만질 때 느끼는 감성을 객관화하여 감성적인 제품의 생산에 응용할 수 있는 자료를 마련해 보고자 한다.

직물의 객관적인 질감해석을 위해 가장 일반적으로 보급되어있는 측정장치 및 해석 방법은 KES-F System 이다. 이 방법은 직물의 물리적, 역학적 성질을 측정하여 주관적인 표현 data를 수집하고 상호 상관관계를 분석함으로써 객관화된 직물의 촉감을 표현할 수 있도록 하였다. KES-F system에서 표면의 거칠기 측정은 접촉식 방법으로 피아노 wire를 이용하여 표면을 일정한 압력으로 누른 상태에서 직물을 이동시켜 표면 거칠기를 측정하는 방법이다. 이 때 측정된 표면 거칠기는 잔털이 눌러진 상태로써 사용된 실의 밀도, 굵기, 직물의 조직 등을 나타내는 자료가 된다.

인간의 촉감은 피부를 스치는 미소한 진동, 압력, 마찰력 등에 따라 느끼는 감각이다. 직물의 표면은 잔털이 일정한 높이와 밀도를 가지고 나와 있으며 잔털 아래쪽에 실이 놓여지게 된다. 즉, 인간이 느끼는 촉감은 직물표면에 존재하는 잔털의 역학적 성질에 따라 매우 다양하므로 직물의 표면 거칠기를 KES-F system 과는 다르게 잔털이 눌러지지 않은 상태에서 측정 가능한 Laser Displacement Sensor 를 이용한 비접촉방식을 사용하여 한층 객관적인 촉감 표현에 이용할 수 있도록 하였다.

2. 실험

직물의 표면에 존재하는 잔털과 표면 거칠기를 측정하기 위하여 남성용 겨울 양복지를 Sample로 사용하였다.

실험에 사용된 측정장치는 Fig. 1 과 같은 Laser Displacement Sensor, 고정밀 3축 이동장치로 구성되어 있으며 이동 오차를 줄이기 위하여 수평과 수직을 유지하도록 하였다. Laser Displacement Sensor 는 최대 5 mm 까지 측정 가능하며 그 자

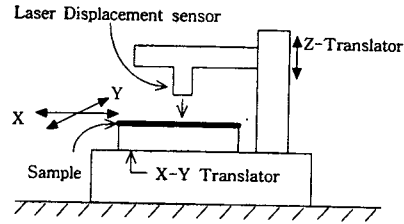


Fig. 1 Schematic Diagram of Roughness Measuring System

신과 직물사이의 거리를 삼각측량법으로 측정하는데 지름 25-micron 의 광선이 직물을 향하여 10 microns 해상도를 가지고 조사되며 거리를 측정한다. 직물 Sample 은 X-Y 이동장치 위에 고정되어 있는 고정판에 올려놓도록 설계하였다. 이 때 고정판 위에 놓여진 직물이 구겨지거나 움직임이 있을 경우 오차의 요인으로 나타나기 때문에, 직물의 양끝에 일정한 무게의 추를 달아 장력이 작용하도록 하였다. 직물은 경사와 위

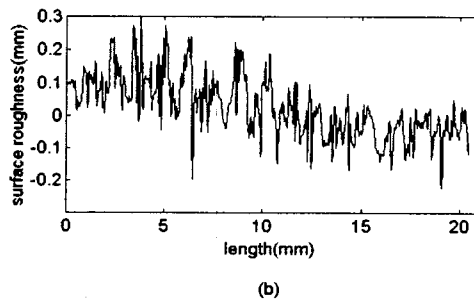
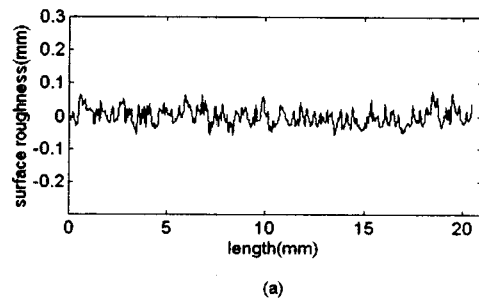


Fig. 2 Surface Roughness Spectrum of Fabric

사가 서로 엮여지고 짜여져 이방성을 지니고 있어 측정을 할 때에는 Laser Displacement Sensor 는 고정시킨 상태에서 X-Y 이동장치 위의직물이 움직이며 경사방향, 위사방향의 표면 거칠기를 측정하였고, 직물이 짜여진 방식에 따라 표면의 거칠기가 사선의 방향으로 다르게 나타나므로 45°사선방향의 거칠기도 측정하였다. 직물의 이동속도는 1 mm/sec 이며 초당 50개의 data 를 얻어 저장하도록 하였다.

Fig. 2-(a). 는 표면이 비교적 평편하며 잔털의 양이 적은 직물의 표면거칠기를 측정한 결과이며 Fig. 2-(b) 는 표면의 굴곡이 심하고 잔털의 양이 많은 직물의 경사방향을 보여주고 있다. 잔털은 CCD 카메라를 이용하여 잔털이 지나가는 Pixel 의 개수를 측정된 값으로 전자의 평균값은 8.72 이며 후자는 16.11 로써 약 2배의 잔털량을 후자가 보유하고 있는 것을 나타내고 있다.

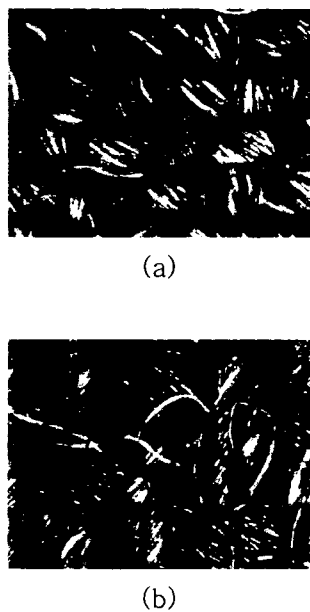


Fig. 3 Optical Microscopic Photographs of Fabrics

Fig. 3 은 Fig. 2 에 대응되는 직물의 표면을 광학 현미경으로 200배 확대하여 촬영한 그림으로 직물의 조직과 잔털의 양을 정

성적으로 관찰할 수 있다. 직물을 문지른 때의 질감에 있어서 전자는 약간 딱딱하고 매끄럽게 느끼며, 후자는 두께감과 부드러움을 동시에 느낄 수 있었다

3. 결과 및 토론

실험에 의해서 측정된 표면거칠기를 정량적으로 표현하기 위하여 SMD(표준평균편차) 값을 구하였다. Fig. 2-(b) 와 같이 직물은 유연성을 지니고 있어 비접촉식으로 측정할 경우 표면의 거칠기뿐만 아니라 주름에 따른 평균값의 변화를 가져오게 되며 SMD 값의 측정에 많은 오차의 요인이 될 수 있다. 그러므로 Fig. 4 와 같이 측정된 값을 4구간으로 나누어 평균값과 SMD 값을 각각 구한후에 평균하여 최종 SMD 값으로 구하였다. 이때 측정된 값은 실의 굴곡에 따른 거칠기값 뿐만 아니라 비접촉 측정에 따른 잔털의 영향까지도 포함된 실제의 표면 거칠기를 보여주고 있다.

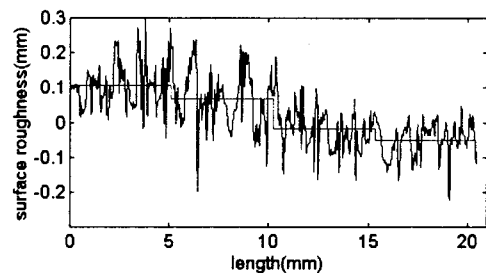


Fig. 4 Divided Sections of Surface Roughness Spectrum for Calculating Mean Value

측정결과 표면이 비교적 매끄러운 직물의 SMD 값은 0.019 mm 이며 최고높이와 최저높이의 차이는 0.13 mm 이다. 한편, Fig. 2-(b) 직물의 SMD 값은 0.05 mm 이며 최고높이와 최소높이의 차이는 0.5 mm 로서 표면이 비교적 거친 상태임을 보여주고 있다.

MATLAB 을 이용하여 측정된 표면거칠

기를 FFT 하였다. Fig. 5 는 Fig. 2 를 FFT 한 결과로써 직물표면의 높낮이 주기를 측정을 통하여 확인할 수 있다. 전자의 직물은 1 mm 간격에 1.02 Hz 의 주기를 갖는 표면거칠기를 갖고 있으며 후자는 0.78 Hz 의 주기를 갖는 표면거칠기를 보

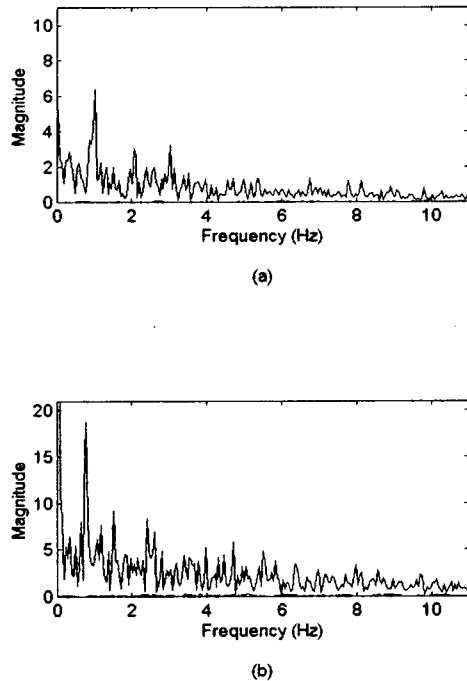


Fig. 5 FFT Results of Surface Roughness

여주고 있다. 이때 주기는 경사, 위사의 밀도와 잔털조직과 밀접한 관계가 있으며, 더욱이 실의 꼬임과 합사형태에 따라서 다양하게 변화되는 것으로 판단된다.

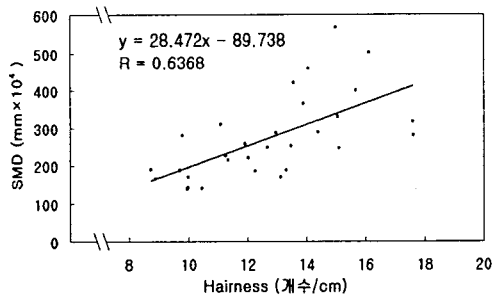


Fig. 6 Relation between Hairness and SMD

Laser Displacement Sensor 에 의한 비접촉식 방법이므로 직물표면의 잔털이 눌러지지 않고 측정에 직접적인 영향을 미치지 않으므로 구체적인 관계를 조사하였다. Fig. 6 은 30개 Sample 에서 구한 SMD 값과 잔털량의 측정결과와의 관계를 나타내고 있다. 잔털량의 증가는 상관계수가 0.6368 의 비교적 높은 상관으로 SMD 값의 증가를 초래하고 있다. 즉 비접촉에 의한 직물표면의 거칠기는 실의 밀도, 굵기, 꼬임 및 직물조 직뿐만 아니라 잔털의 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

Laser Displacement Sensor 는 이용하여 고전밀 표면측정장치는 구성하였으며, 접촉식으로 직물표면의 거칠기를 측정하여 질감의 객관적 평가에 사용할 수 있는 방법을 제시하였다. 비접촉식 방법은 접촉식과 다르게 잔털의 양에 민감하게 반응하여 사용된 실이나 짜여진 조직과 더불어 잔털의 증가에 따라 SMD 값의 증가를 알 수 있었다. 경사방향으로 측정된 측정된 결과를 서술하였으나 이와 같이 손끝으로 직물표면을 가볍게 누르며 문지를 때의 질감은 잔털에 영향을 많이 받으므로 비접촉식 방법에 의한 표면측정방법은 유용하게 질감해석에 사용할 수 있을 것이다. 앞으로 KES-F system 을 이용한 측정결과와 주관적 질감 평가와의 관계를 구체적으로 확인하여 측정방법의 유용성을 발표할 예정이다.

5. 참고서적

- 1) R.B. Ramgulam, "Measurement of Fabric Roughness by a Non-contact Method", University of Manchester Institute of Science and Technology, 1992.
- 2) Sueo Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", The Textile Machinery Society of Japan, 1997
- 3) Delars M. Etter, "Engineering Problem Solving with MATLAB", Prentice Hall Inc, 1997