

화상처리기술을 활용한 천의 드레이프성의 정량적 평가방법

박 창 규

전남대학교 응용화학공학부

Quantitative Evaluation of Fabric Drape Using Image Analysis

Chang Kyu Park

Dept. Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University, Kwangju, Korea

Abstract : In this research, a new quantitative fabric drape evaluation system has been developed using image processing technology. The purpose of this research is to get the more detailed information of fabric drapability quantitatively from digital images captured with a digital camera generally commercialized. The shape parameters of a 3-dimensional geometric drape model were defined as the number of nodes, frequency and amplitude. Also, various statistical information of drape shapes can be obtained using image processing technology and frequency analysis as well as traditional drape coefficients. Hardware system to capture drape images is simply composed of three parts including a digital USB (Universal Serial Bus) camera, a frame cover and a stand for camera to attach to traditional drape tester. The evaluation software coded with the MS Visual C++ is operated under the MS windows 9x above.

Key words : Drape, Image Analysis, Quantitative Evaluation

1. 서 론

의류산업은 가장 오랜 역사를 갖고 있는 산업 중의 하나로서 최근에는 의류산업의 기술도 세분화되어 전기·전자 및 기계 기술과의 접목으로 인하여 급속도로 발전해 가고 있다. 특히 의류 및 섬유제품의 고부가가치화, 다품종 소량생산화 등은 선진국형 의류산업의 세계적인 추세이며, 특히 다양한 신소재의 출현에의 신속한 대응은 그 무엇보다도 중요한 과제이다.

이러한 요구에 부응하여 의류 및 섬유제품의 고부가가치화에 따른 품질관리 기법의 중요성은 점차 증가하고 있다. 따라서 완제품의 외관 평가 기술이나 원부자재의 역학적·물리적인 물성의 분석기술, 이들 원부자재 및 완제품의 평가 및 분석 기술을 이용한 품질관리기법의 생산공정에의 적용 또한 매우 중요하다고 할 수 있다(이대훈 등, 1999; 권오경 등, 2000).

특히 원부자재의 물성에 대한 측정 및 평가방법은 이미 1970년대 초반부터 구미각국과 일본 등을 중심으로 활발한 연구개발이 진행되어, 1980대 이후 이미 많은 시스템이 전 세계에 보급되어 활용되고 있으며, 표준화 장비로 채택되어 왔다(Kawabata & Niwa, 1988; CSIRO Division Of Wool Technology, 1989; Kawabata et al., 1992). 이들 장비와 관련한 세계적인 추세는

이들 원부자재의 물성이 의복 완제품에 어떤 영향을 미치며, 각 생산공정에서 어떻게 활용될 것인가에 집중되고 있다(Kawabata et al., 1992; 이대훈 등, 1999).

특히 천의 드레이프성(drape 혹은 drapability)은 의복, 장식용 제품 등의 외관과 실루엣을 결정하는 주요 인자이며, 인장(tensile), 전단(shear), 굽힘(bending) 등과 같은 천의 1차적인 역학적 성질들의 복합적인 작용으로 나타나는 현상(Chu et al., 1960; Morooka & Niwa, 1976; Hearle & Amirbayat, 1986)이므로 이를 이론적으로 규명하기가 매우 어렵다. 드레이프에 관련된 연구는 1950년대에 Chu et al.,(1950)에 의해 본격적으로 시작되었으며, 1960년대에 이르러 Cusick et al.,(1965, 1968)에 의하여 큰 진전을 이루었다. 최근에는 컴퓨터의 발달로 유한요소해석(FEM; finite element method)을 이용한 드레이프 시뮬레이션(simulation)에 관한 연구가 활발히 수행되고 있다(Chen & Govindaraj, 1995; Fischer et al., 1999; Yu et al., 2000).

현재까지 천의 드레이프성을 평가하는 기술은 주로 원시적인 장비를 사용한 수작업에 의한 정성적인 평가가 주로 이용되어 왔다. 특히 Cusick(1968)이 개발한 Cusick Drape Tester는 드레이프 계수(drape coefficient 혹은 drape ratio)를 측정하기 위한 간단한 장치로 지금까지도 널리 보급되어 사용하고 있으며, KS(KS K 0815)와 ISO(ISO 9073-9) 등의 국제규격으로 채택되어 있다. 그러나 최근에 들어 영상을 계속하는 센서류의 발달과 화상분석 기술이 발달함에 따라 각종 화상기술을 이용한 드레이프 측정장치가 활발히 개발되고 있다(Collier, 1991;

Corresponding author; Chang Kyu Park
Tel. +82-062-53-1771, Fax. +82-062-530-1779
E-mail: cezar@chonnam.ac.kr
URL: www.dnmco.com

Robson & Long, 2000). 그러나 이들 대부분의 장비들은 드레이프 영상의 면적을 자동으로 계산한다는 장점을 제외하곤 기존에 장비와 같이 드레이프 계수와 일부 통계량을 평가한다는 점에서 크게 주목받지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 이미 전 세계적으로 많이 보급되어 있는 Cusick Drape Tester 유형의 기존 측정장비와 널리 상용화된 화상입력장치를 활용하여 드레이프의 형상인자 평가를 통한 정량적인 평가방법을 개발하고자 하였다. 형상인자를 도입한 시도는 이미 심퍼커(seam pucker)의 평가방법 등에 적용된 바 있다(Park & Kang, 1999). 따라서 천의 드레이프성 평가방법의 객관 자동화 및 정량화에 대한 기술개발은 섬유제품의 제조공정을 합리화할 뿐만 아니라, 그 동안 외국에만 의존해 왔던 섬유·의류분야의 측정 및 평가기술을 순수 국내 기술에 의해 개발하여 표준화함으로써 섬유·의류분야에서의 기술선진국으로의 도약에 촉매역할을 할 것으로 여겨진다.

2. 드레이프 측정장치

본 연구에서는 천의 드레이프성을 측정하기 위해 이미 전 세계적으로 널리 활용되고 있는 Cusick Drape Tester 유형의 기존의 측정장비를 활용한 장치를 새로이 고안하였다. 이는 기존의 Cusick Drape Tester 유형의 측정장비를 이용한 방법이 이미 국제적 표준(ISO 9073-9)으로 채택되어 있고, 많은 연구기관이나 대학, 업체에서 Cusick Drape Tester와 같은 측정장비를 도입하여 활용하고 있기 때문에 별도의 다른 측정장비의 도입을 유도하지 않고, 기존의 측정장치를 활용하면서 새로운 드레이프 측정 및 평가를 하기 위해서이다.

2.1. 기존의 측정장치 및 방법

드레이프성의 측정법으로 가장 일반적으로 쓰이는 방법은 드레이프 계수(혹은 드레이프 울)를 구하는 방법인데, FRL(Fabric Research Laboratory) 드레이프 법이라고 한다(권오경 등, 2000). KS 규격(KS K 0815)과 일본의 규격인 JIS 규격(JIS R 3418), 영국규격인 BSI 규격(BS 5058), 독일의 DIN 규격(DIN 54306), 국제규격인 ISO 규격(ISO 9073-9)에서도 이 방법을 채용하고 있다. 이 방법은 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 반경 R 인 원형의 시험편을 반경 R_0 인 지지대 위에 올려놓을 때에 드레이프 형상의 수직 투영 면적을 측정하여 다음 식에 의해 계수를 구한다. 이 때 A_0 는 드레이프 되기 전의 원래 시료의 면적, A_d 는 지지대(원판)의 면적, A_s 는 수직 투영된 드레이프 된 천의 그림자의 면적이다(권오경 등, 2000). 따라서 드레이프 계수가 100%에 가까울수록 드레이프가 잘 되지 않는 천이다.

$$\text{드레이프 계수(}\%) = \left(\frac{A_s - A_d}{A_0 - A_d} \right) \times 100$$

KS 규격 및 JIS 규격에서는 지지대의 직경 12.7 cm, 시료의 직경 25.4 cm로 정해져 있고, BSI 규격과 ISO 규격에서는 지

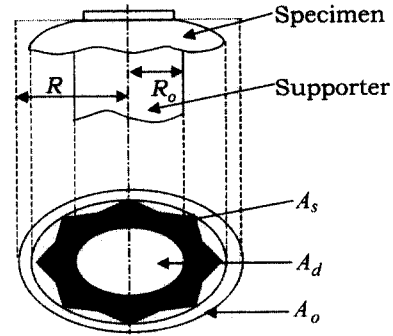


Fig. 1. Current drape test method.

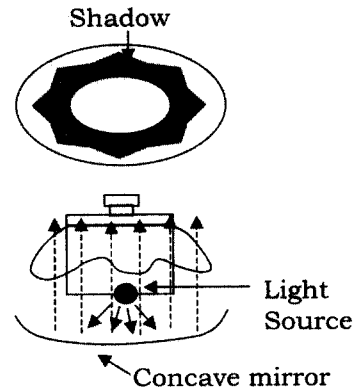


Fig. 2. Cusick type drape tester.

지대의 직경 18 cm, 시료의 직경이 각각 24, 30, 36 cm로 정해져 있지만, 드레이프 계수는 재료 고유의 정수는 아니고, 시료의 크기와 지지대의 크기에 따라 달라진다. 이때 시료의 크기와 지지대의 크기는 천의 예비실험결과에 따라 정한다. 드레이프 계수를 산출할 때 투영 면적을 측정하는 면적법과 투영도를 잘라내어 중량을 측정하는 중량법이 있는데 후자가 간편한 방법이다(권오경 등, 2000). Fig. 2는 Cusick Drape Tester 유형의 측정장비인데, 오목거울에 의해 반사된 빛에 시험편의 그림자가 투영된다.

따라서 드레이프 계수를 얻기 위한 일련의 작업은 ① 측정하고자 하는 재료를 드레이프 시키고 빛을 비춘 후(material draping and lightening), ② 표준(종이 무게를 알고있는 백색의 원형 종이)위에 비춰진 천의 드레이프 된 그림자 영상의 외곽선을 표시하고(marking), ③ 외곽선을 따라 표준종이를 자른 후(cutting), ④ 저울에 의해 자른 종이의 중량을 재고(weighting), ⑤ 표준 종이의 자르기 전과 후의 중량비를 구하여(comparing), ⑥ 면적비로 정의된 드레이프 계수를 추정(calculating)하게 되어 있다. 이러한 기존의 방법은 원시적이고, 또한 단지 드레이프 계수 외에는 어떤 정보도 얻지 못하게 되어 있다.

2.2. 새로운 측정 장치

본 연구에서 고안된 장비는 위 절에서 언급한 수작업에 의한

Fig. 3. New drape measurement system.

기존의 측정방법의 단점을 극복하고, 드레이프 계수 이외의 드레이프 형상의 정보를 포함한 정량적 인자들을 측정하고 평가하기 위해 개발되었다. 본 연구에서 개발된 측정장비는 Fig. 3에 서와 같이 기존에 널리 활용되고 있는 Cusick Drape Tester 유형의 기존의 측정장비에 부가장치(Camera 지지대, 프레임 등)를 설치하여, Camera를 장착하고 개인용 컴퓨터(PC)에 연결하여, 드레이프 된 그림자의 2차원 형상을 얻을 수 있도록 하였다. 이와 같이 드레이프의 그림자 영상을 USB(Universal Serial Bus) Digital Camera를 이용해 얻은 후, 이의 2차원 영상분석을 통하여 드레이프 계수 외에도 드레이프의 여러 형상 정보를 얻도록 하였다.

본 연구에서 개발된 드레이프 측정 및 평가장치는 MS Windows 9x 이상에서 운용되며, MS Visual C++을 이용해 코딩되었다.

3. 드레이프 형상의 정의

기존에 천의 드레이프성을 평가하기 위해 사용되고있는 드레이프 계수는 정성적으로 단지 천의 드레이프 되는 정도만을 의미한다. 드레이프 계수는 드레이프 되기 전후의 면적비로 정의되므로, 드레이프 되기 전의 면적이 일정함을 고려할 때, 드레이프 후의 면적이 천의 드레이프 계수를 결정하게 된다. 이때 드레이프 된 후의 면적은 드레이프 형상에 대한 어떠한 정보를 갖고 있지 않다. 이는 부채꼴의 면적만으로는 부채꼴의 반지름, 각 등의 형상정보를 알아낼 수 없는 것과 같다. 같은 면적을 갖는 부채꼴의 형상이 무한개가 존재할 수 있음을 고려하면, 당연히 같은 드레이프 계수를 갖는 천이라 할지라도 각각의 드레이프 형상은 매우 다르다.

Fig. 4. Drape shape parameters.

따라서 본 연구에서는 천 드레이프성을 정량적으로 평가하기 위해 우선 드레이프 형상을 정의하였다. 정의된 형상인자는 Fig. 4에서 보이는 바와 같이 드레이프 형상의 굴곡수(no. of nodes), 중심점으로부터의 굴곡의 높이(mm; wave amplitude), 굴곡의 파장(degree; wavelength)의 세 가지로, 이들 현상인자는 2차원 드레이프 그림자 형상의 외곽선을 (θ , r)의 좌표계로 변환한 후 정의된 것이다. 여기서 θ 는 중심점을 기준으로 한 각이며, r 은 중심점으로부터의 거리이다.

이들 세 가지 현상인자로부터 드레이프 모형의 시뮬레이션이 가능하도록 드레이프 모델러(modeler)가 설계되었다.

4. 드레이프 형상의 평가

4.1. 형상인자의 평가

기존의 Cusick Drape Tester 유형의 측정장비에서 얻어진 드레이프의 그림자 영상은 2차원 흑백영상으로 변환된 후(Fig. 5), 중심점과 외곽선에 따라(θ , r)좌표계로 변환되며, 이들 변환된 좌표들은 주파수분석(FFT; fast Fourier transformation)과 수치해석(numerical method)의 Newton Rapson법, Treshold 방법 등에 의하여 해석된다. FFT 결과에 의하여 얻어진 파워스펙트라(power spectra)로부터 위에서 언급한 드레이프 형상을 결정하는 세 개의 대표적인 형상인자를 얻어낼 수 있다. 물론 드레이프 되기 전의 면적과 자동으로 계산된 드레이프 된 그림

Fig. 5. Captured image.

상에는 다양한 천의 텍스처(texture)를 가상으로 마음대로 3차원 매핑(mapping)할 수 있게 설계하였다. 이로부터 그림자 영상을 이용한 단순한 Cusick Drape Tester와 같은 기존 측정장비의 단점을 극복하고, 천이 갖는 다양한 드레이프 형상을 이용해 천의 외관 디자인 시에도 활용할 수 있도록 하였다(Fig. 7).

5. 결 론

본 연구를 통하여 새로운 천의 드레이프 측정 및 평가장치를 개발하여 상용화하였다. 본 장치는 기존의 널리 보급된 Cusick Drape Tester와 같은 기존의 측정장비를 이용하면서도 드레이프 계수뿐만 아니라 드레이프의 형상인자를 측정하고, 각종 통계치를 얻을 수 있다. 이를 위해 형상인자를 갖는 드레이프 모형이 정의되었고, 또한 2차원 측정영상으로부터 다양한 텍스처를 갖는 3차원 드레이프 영상을 시뮬레이션 할 수 있게 하였다.

본 장비의 활용을 통하여 천의 구조적 인자와 역학적 물성이 드레이프성에 미치는 영향을 보다 자세하게 연구할 수 있으며, 이를 통하여 의복이나 커튼, 커버류 등의 장식용 천, 텐트류의 기능성 제품의 품질향상 관련 연구를 보다 체계적으로 할 수 있다. 추후의 연구로는 본 연구를 통하여 개발된 장비의 실험적 검증을 통하여 수작업을 통한 기존 장비와의 유사성 검증, 실험실간의 유의차 검증 등을 실시하여 본격적인 표준화 작업을 추진할 예정이다.

감사의 글: 이 논문은 2000년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- 권오경 · 고재운 · 류덕환 (2000) "섬유제품의 품질평가와 이해". 형설출판사, 서울, pp.205-210.
- 이대훈 · 박창규 · 안재상 · 유용렬 · 김민균 · 지영아 · 정주영 (1999) "봉제공정의 품질관리". 한국생산기술연구원.
- KS K 0815 편성포의 시험 방법: 드레이프 법.
- BS 5058 (1974) 1973 Methods for the Assessment of Drape of Fabrics. BSI.
- Chen B. and Govindaraj M. (1995) A physically based model of fabric drape using flexible shell theory. *Text. Res. J.*, **65**(6), 324-330.
- Chu C.C., Cummings C.L. and Teixeira N.A. (1950) Mechanics of elastic performance of textile materials. *Text. Res. J.*, **20**(8), 539-548.
- Chu C.C., Platt M.M. and Hamburger W.J. (1960) Investigation of the factors affecting the drapability of fabrics. *Text. Res. J.*, **30**(1), 66-67.
- Collier B.J. (1991) Measurement of fabric drape and its relation to fabric mechanical properties and subjective evaluation. *Clo. Text. Res. J.*, **10**(1), 46-52.
- CSIRO Division Of Wool Technology (1989) "FAST system manual". CSIRO, Australia.

Fig. 6. A result of new drape tester.

Fig. 7. 3-D images of a fabric drape.

자 영상의 면적비로부터 드레이프 계수의 측정은 수작업 없이 쉽고 정확하게 얻을 수 있다.

또한 자동으로 계산된 결과의 적합성을 평가하기 위하여 두 가지의 적합성 인자(fitness factor)가 면적비를 이용하여 다음과 같이 정의되었다.

$$\textcircled{1} \text{ Fitness Factor } 1 = \frac{B_f}{B_o}$$

$$\textcircled{2} \text{ Fitness Factor } 2 = \frac{B_d}{B_o}$$

단, B_o 는 원래 드레이프 된 천의 그림자 형상의 면적, B_f 는 Fourier 변환 후의 드레이프 형상의 면적, B_d 는 가장 대표적(dominant)인 파형으로 변환되어 표현된 드레이프 형상의 면적을 나타낸다. 이 적합성 인자는 100%에 가까울수록 원래 드레이프 형상과 가깝다.

이밖에도 드레이프와 관련된 다양한 통계치들(굴곡의 평균높이, 최대, 최소값, 표준편차)을 얻을 수 있다. Fig. 6에 드레이프 평가장치의 결과를 나타내고 있다.

4.2. 평가된 모형의 3차원 영상처리

본 연구에서는 2차원으로 얻어진 영상과 FFT로 근사 처리된 영상, 세 가지의 대표적인 형상인자로 평가된 드레이프 영상을 각각 3차원으로 확장하여 볼 수 있는 Simulator를 개발하였다. 특히 흑백으로 캡춰(capture) 된 원래 영상의 3차원 드레이프 영

- Cusick G.E. (1965) The dependence of fabric drape on bending and shear stiffness. *J. Text. Inst.*, **56**(11), 596-606.
- Cusick G.E. (1968) The measurement of fabric drape. *J. Text. Inst.*, **59**(1), 253-260.
- DIN 54306 (1979) Testing of Textiles; Determination of the Drape of Textile Fabrics. DIN.
- Fischer P., Krzywinski S., Radel H., Schenk A. and Ulbricht V. (1999) Simulating the drape behavior of fabrics. *Tex. Res. J.*, **69**(5), 331-334.
- Hearle J.W.S. and Amirbayat J. (1986) Analysis of drape by means of dimensionless groups. *Text. Res. J.*, **56**(12), 727-733.
- ISO 9073-9 (1995) Textiles-Test Methods for Nonwovens-Part 9: Determination of drape coefficient. ISO.
- JIS R 3418 (1991) Textile Glass Fabric Curtains for Casement and Drapery. JIS.
- Kawabata S. and Niwa M. (1988) Clothing engineering based on objective measurement technology. *Int' l J. Clo. Sci. Tech.*, **10**(34), 263-272.
- Kawabata S., Ito K. and Niwa M. (1992) Tailoring process control. *J. Text. Inst.*, **83**(3), 361-374.
- Morooka H. and Niwa M. (1976) Relationship between drape coefficient and mechanical properties of fabrics, *J. Text. Mach. Soc. Japan*, **22**(3), 67-73.
- Park C.K. and Kang T.J. (1999) Objective evaluation of seam pucker using artificial intelligence (Part I: Geometric Modeling of Seam Pucker). *Text. Res. J.*, **69**(10), 735-742.
- Robson D. and Long C.C. (2000) Drape analysis using imaging techniques. *Clo. Text. Res. J.*, **18**(1), 1-8.
- Yu W.R., Kang T.J. and Chung K. (1997) Drape simulation of woven cloth using explicit dynamic analysis. *J. Text. Inst.*, **91**(I-2), 285-301.

(2002년 5월 10일 접수)