

3차원 화상분석과 인공지능을 이용한 심퍼커의 객관적 평가방법

박 창 규, 강 태 진*

생산기술연구원 섬유기술개발센터

* 서울대학교 공과대학 섬유고분자공학과

1. 서론

심퍼커(seam pucker)는 의복의 가장 큰 불량요인의 하나이다. 심퍼커를 정량적으로 측정하는 것은 심퍼커에 영향을 주는 여러요인들을 찾아내어 이를 감소시키거나 없애는 데 매우 중요하다[1]. 현재는 AATCC(American Association of Textile Chemists and Colorists)에서 규정한 방법에 의하여 육안에 의한 주관적인 평가가 행하여지고 있으며, 이는 표준시료의 사진과의 비교 평가에 의하여 심퍼커의 등급을 5단계로 정하는 것이다[2]. 이러한 주관적인 평가방법을 탈피하기 위한 연구들이 많이 시도되어 왔으나 이들 연구의 대부분은 므와레(Moiré), 레이저(laser), 초음파(ultrasonic), CCD 카메라 등의 새로운 장치의 개발에 중점을 두었음에도 불구하고, 단지 심퍼커의 주관적 등급매기기를 객관적으로 바꾸는 것이다[3,4,5].

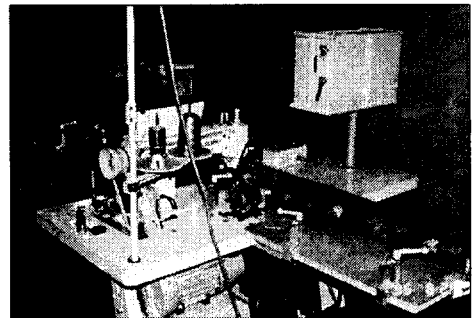
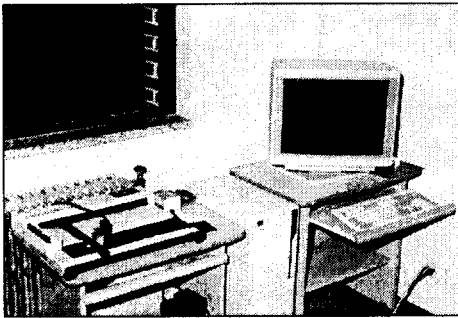
따라서 본 연구에서는 주관적인 AATCC 평가방법의 단점을 지적할 뿐만 아니라, 이의 대안으로 새로운 형상인자를 갖는 심퍼커를 정의하고, 3차원 이미지분석과 인공지능을 이용하여 이들 인자를 정량적인 찾아내는 평가방법을 개발하고자 하였다.

2. 측정장치의 개발

심퍼커의 화상을 얻기 위하여 개인용 컴퓨터에 연결된 3차원 레이저 화상 입력장치(Fig.1(a))를 고안하였다. 이 장치는 2축 제어용 구동부와 레이저 센서, 그리고 레이저센서에서 감지한 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환기들로 구성되어 있다. 또한 구동부의 제어 및 화상의 저장, 분석 등에 필요한 모든 프로그램들을 MSVC++4.0 와 MSVBasic 4.0으로 프로그래밍 하여 Windows95에서 작동되도록 설계하였다(Fig.2).

심퍼커가 발생한 시료의 제작을 위하여 일반재봉기를 개조한 특수 자동 재봉기(Fig.1(b))를 설계하였는데, 이를 이용하면 봉제시 봉제공정인자를 측정하

고, 작업자의 개입을 방지할 수 있다. 자동재봉기는 직선봉제를 위한 가이드 (guide), 천의 장력조절용 컨트롤러, 긴 판넬(panel), PLC 등으로 구성되어 있다. 따라서 자동재봉기를 이용해서 봉제공정인자들을 측정하여 시료를 봉제한 후, 이를 3차원 레이저 화상 입력장치에서 측정하면 육안으로 보이는 시료의 심퍼커 화상을 얻을 수 있으며, 이 화상은 데이터베이스(database)에 저장되어 관리할 수 있다.



(a) 3-D Laser scanning system

(b) Automatic sewing machine

Fig. 1. Measurement system for seam pucker

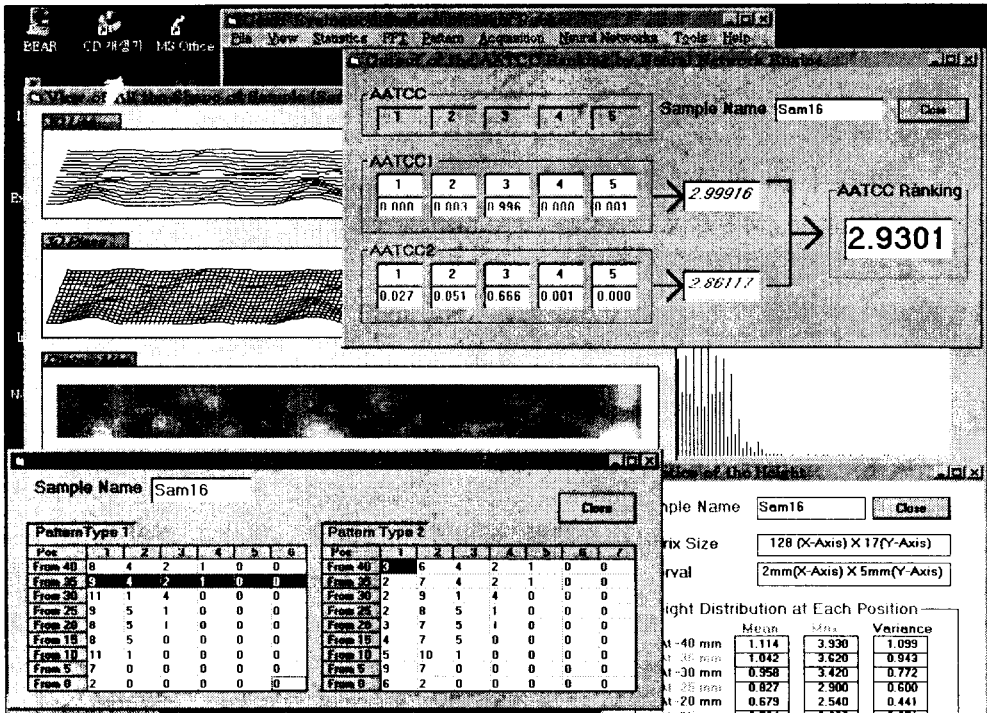


Fig. 2. Mutri-windows in running the program

3. 심퍼커의 형상인자

본 연구를 통하여 새로이 시도된 심퍼커의 표준화 작업은 심퍼커형상에 형상인자(shape parameters)를 도입함으로써 구현되었다. 정의된 5개의 형상인자는 Fig.3에 나타내었는데, 재봉선 근처에서의 임의의 파동생성점의 개수, 파동의 높이(wave amplitude)와 파장(wavelength) 그리고 재봉선에서 가장 먼 끝부분에서의 파동의 높이와 파장이다.

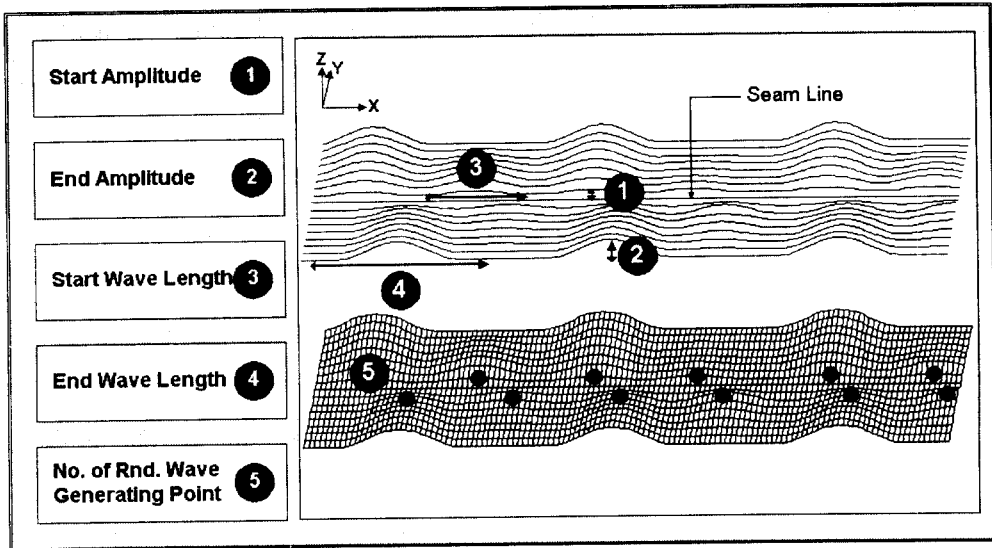


Fig. 3. Shape parameters of seam pucker

이들 형상인자는 적합성 검사를 거쳐 연속적인 임의의 값을 가질 수 있으며, 결정된 형상인자는 파동전파이론(wave propagation algorithm)에 의하여 임의의 형상을 생성한다. 이들 형상인자를 이용해 심퍼커를 모사할 수 있는 시뮬레이터(simulator)역시 개발되었는데, 이를 이용하여 인공지능에 사용할 표준시료를 임의로 생성할 수 있다. 파동은 한주기를 갖는 사인커브로 가정하였다. 시뮬레이션 결과 이들 5개의 형상인자는 실제 심퍼커를 모사할 수 있는 충분한 인자임을 알 수 있었다.

본 연구에서 정의된 형상인자를 갖는 심퍼커는 표준시료가 가져야 할 시·공간에 의하여 변하지 않는 특성을 만족한다. 또한 AATCC 표준시료와는 달리 연속적인, 무한한 형상을 표현하며, 보다 다양한 정보를 제공한다. 이전에는 AATCC 표준에 따라 심퍼커의 심한 정도만을 제공받음으로서 단순한 심퍼커의 개선방향이 연구되어졌으나, 새로운 표준방법에 의하면 심퍼커의 원인이 되는 재료의 성질과 공정변수가 심퍼커의 형상에 미치는 관계를 더욱 자세히

해석할 수 있다.

4. 심퍼커의 객관적, 정량적 평가

본 연구에서의 핵심은 주관적인 AATCC 평가방법의 단점을 지적하고, 이의 대안으로 새로운 심퍼커의 정량적인 평가방법을 찾고자 하는 것이다. 그러나 AATCC 방법은 현장에서 이미 널리 사용되고 있는 바, 이를 고려하여 우선 AATCC 등급을 객관적으로 정할 수 있는 평가방법을 인공신경망(artificial neural networks)을 이용하여 구현하였다. 객관적 평가치와 5명의 전문가가 평가한 주관적인 심퍼커의 등급간에 좋은 상관관계(상관계수 0.85)가 있음이 밝혀졌다.

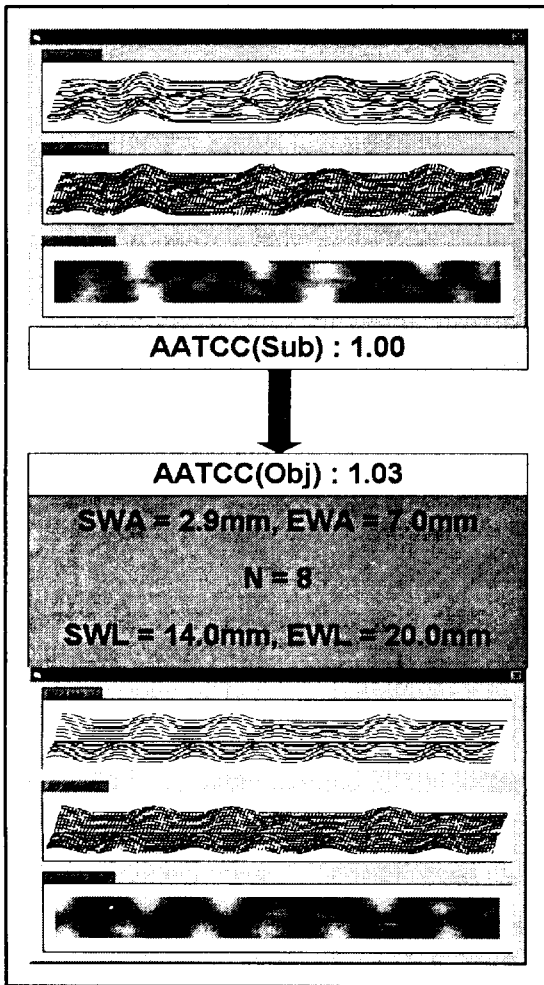


Fig. 4. A new evaluation

또한 심퍼커가 나타난 시료의 형상인자를 평가하기 위하여 뉴로퍼지엔진(neurofuzzy engine)을 설계하였다. 작업자의 개입이 없이 자동으로 재봉된 시료는 측정장치에 의해 3차원 좌표의 수치로 표현되는 데이터로 저장되며, 측정된 데이터는 고속푸리에변환(Fast Fourier Transformation)을 이용해 주파수 특성치들로 변환한 후, 뉴로퍼지엔진의 장착을 위하여 특성화된 퍼지패턴들로 최종변환하게 된다. 패턴을 생성하기 위하여, 푸리에변환치들은 퍼지소속함수(membership function)의 정의에 의한 퍼지화(fuzzification)과정을 거치며, 퍼지패턴은 퍼지투영(fuzzy projection)에 의하여 다양하게 얻어진다. 이때 푸리에 변환치 결과인 파워스펙트라(power spectra)의 퍼지패턴이 갖는 신호처리에서의 다양한 특성을 새로이 해석하였다. 측정 데이터의 패턴과 뉴로퍼지엔진에 의하여 임의의 시료는 각각의 형상인자에 대한 퍼

지값들로 표현되며, 비퍼지화과정(defuzzification)을 거쳐 5가지 형상인자를 가진 표준시료로 나타내어지게 된다. 이때 주관적인 요소는 완전히 배제된다.

5. 새로운 심퍼커 평가방법의 적용

본 연구에서 제안된 새로운 심퍼커의 정의와 평가법을 적용하기 위하여 봉사장력과 땀수가 심퍼커의 객관적인 평가등급과 형상인자에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구를 하였다. 4종류의 직물을 이용하여 각각의 봉제공정변수에 대하여 5수준으로 실험한 분산분석의 결과, 두 인자 모두 객관적으로 평가된 AATCC 등급에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 봉사장력의 경우 심퍼커의 파동의 높이에만 영향을 주는 것으로, 땀수의 경우 파동의 높이와는 관계없이 재봉선 근처에서의 임의의 파동생성점의 개수와 파장에만 영향을 주는 것으로 분석되었다.

종래의 연구는 이러한 봉제공정변수가 심퍼커의 등급에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구에 제한되어 왔으나, 본 연구에서 개발된 평가방법을 이용하면 직물 혹은 봉제공정 인자가 구체적으로 심퍼커의 형상인자에 어떠한 영향을 주는지 관찰할 수 있다. 따라서 본 실험을 통하여 새로운 심퍼커 평가방법의 적용가능성을 확인하였다.

6. 결론

본 연구에서는 심퍼커의 형상인자를 도입한 새로운 정량적 평가방법을 제시하고, 임의의 시료를 객관적으로 평가하는 기술을 개발하였다. 새로이 개발된 방법을 토대로 심퍼커에 영향을 미치는 재료의 특성과 공정변수와의 관계를 규명함으로써 심퍼커를 예측하고 개선하는 연구가 계속 진행되고 있다. 또한 본 연구에서 개발된 측정장치와 평가방법은 이미 국내의 신사복공장에 현장 적용되고 있으며, 이와 유사한 접근방법은 직물의 구김이나 드레이프성(drapability) 등의 평가방법에도 적용될 수 있다.

참고문헌

1. C.M.C. Dorkin et al., Clo. Inst. Tech. Rep., No.10 (1961)
2. AATCC Test Methods 88B-1989, AATCC Tech. Manual, 69, 115 (1992)
3. S. Watanabe, Jpn Res. Assoc. Text. End-Uses, 23(12), 499 (1982)
4. S. Inui et al., Int'l J. Clo. Sci. Tech., 4(5), 24 (1992)
5. G. Stylios et al., J. Text. Inst., 84(4), 593 (1993)