

웨이블렛 패킷을 이용한 방적사 두께 신호의 특징 분석

김 주 용

승실대학교 섬유공학과

Feature Analysis of Yarn Diameter Profiles Using Wavelet Packets

Jooyong Kim

Department of Textile Engineering, Soongsil University

1. 서 론

지난 수 십년 동안 단위 길이당의 질량이나 지름의 변동은 섬유 공정 및 품질 관리에 있어서 매우 중요한 특성으로 간주되어왔다 [1,2]. 최종 제품의 성능이나 외관을 결정하는 중요한 요인인 변동의 패턴들을 분석, 제어 하기위한 다양한 방법들이 시도되어왔으며 불균제지수, 스펙트로그램, 자기 상관 계수도등이 문헌상에 잘 알려져 있다. 위의 방법들은 주로 방적사의 균제도를 분석, 평가하기 위해 고안된 것들로써 센서로부터 얻어진 질량이나 지름의 변동 신호를 시간 혹은 주파수 영역에서 분석한다. 신호의 분산성, 주기성등 균제도와 밀접한 관련이 있는 정보들은 비교적 용이하게 밝혀지는 반면, 자동화된 공정 관리 시스템에 핵심적으로 요구되는 변동의 시간적 변화 또는 특정 구간에서 발생하는 국부적인 변동에 재한 정보는 드러나지 않는다. 자동화, 고속화 되어가는 현대 섬유 공정을 효과적으로 관리, 제어하기 위해서는 연속적으로 생산되고 있는 방적사의 균제도를 시간 관련 정보의 손실없이 실시간으로 분석, 평가할 수 있는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 전통적인 분석법의 한계를 극복할 수 있는 새로운 방법론인 웨이블렛 변환 이론을 응용하여 방적사의 지름 변동 패턴을 시간-주파수 영역에서 분석하므로써 시간과 주파수영역을 독립적으로 분석할 때 간과되는 시간 관련 정보들을 밝혀낼 수 있는 방법을 제시하였다.

2. 이 론

방적사의 두께 신호는 시간-주파수 영역에서 동시에 분석되어지며, 신호 특성에 따라 선택된 최적 웨이블릿 패킷에 의해 특징이 드러나게 된다. 웨이블릿 패킷 계수(w)는 웨이블릿 변환의 확장형인 웨이블릿 패킷 변환 (WP)의 결과로 얻어진 계수들의 집합이며, 신호와 웨이블릿 필터 상수의 내적합에 의해 얻어진다.

$$x \rightarrow w = WP(x) = \langle x, B \rangle$$

여기서, x는 유한한 길이의 수열 즉 디지털화된 방적사의 두께 신호이며, B는 정규 직교좌표형의 웨이블릿 기저(ortho-normal wavelet basis)이다. 변환에 의해 얻어진 w들은 가로는 시간 세로는 주파수를 양측으로 배열되며, 최적화 과정을 통하여 그 차원이 감소되고 각 신호마다 고유한 패턴을 나타내게 된다. 이 과정은 최적 기저 선택 (best basis selection) 알고리즘에 의해 수행되며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$w \rightarrow w^* = BB(w)$$

여기서 $w^* = \{w_1, \dots, 0, \dots, 0\}$ 으로 w의 부분 집합이다.

위의 과정을 거쳐 방적사의 두께 신호는 시간-주파수 영역에서 동시에 분석되어지며, 신호의 특성에 따라 선택된 최적 웨이블릿 패킷 계수를 배열하여 관찰하므로써 신호의 변동 구조를 밝혀낼수 있다. 그 계수의 집합을 “패턴”이라 정의하며, 이와 관련된 알고리즘을 “특징 분석”이라 한다.

3. 실 험

균제도 측정을 위해 방적사(오픈-엔드사)가 사용되었고, 번수는 6수에서 28수였으며 실험전에 1주일정도 항온,항습실에서 유지되었다. 준비된 시료들은 광학적 원리를 이용하여 물체의 지름을 측정하는 Zwegle G-580[®] 균제도 측정기에서 연속적으로 지름이 측정되었으며, 측정 속도는 100m/min, 샘플링 속도는 833Hz(초당 833샘플)로 고정되었다 [3]. 측정기와 연결된 데이터 처리용 컴퓨터로부터 방적사 지름의 개별 측정치를 이진 파일의 형태로 수집하여 웨이블릿 변환의 기본 데이터로 사용하였다.

4. 결론

웨이블렛 패킷변환을 위해 Daubechies 웨이블렛이 기본적으로 사용되었으며, Coifman과 Wickerhauser의 엔트로피를 이용한 최적 기저 선택법을 패킷 계수의 개수를 줄이기 위해 채택하였다. 각각 다른 5개의 오픈-엔드 방적사의 두께 신호에 적용하여 본 결과 서로 상이한 형태의 변동 패턴들이 발견되었으며, 같은 시료내의 패턴도 시간에 따른 변화를 나타내었다. 이는 방적사 두께 신호의 변동 패턴이 시간에 따라 변화하는 것을 의미한다. 어떤 시료는 패턴의 시간에 따른 변화가 미미하여 대부분 동일한 형태를 나타낸 반면, 다른 시료들은 기본적인 패턴을 중심으로 특정 주파수 대역에서 새로운 주파수 성분의 생성과 소멸이 반복되는 형태를 보여 주었다.

5. 참고문헌

- 1) Foster, G. Investigation of periodicities in the products of cotton spinning: the draft wave. *Journal of the Textile Institute*, 36:T229-T242, October 1945.
- 2) Barella, A. The Influence of twist on the regularity of the apparent diameter of worsted yarn. *Journal of the Textile Institute*, 43(9):734, September 1952.
- 3) Zweigle Co. *Manual for G-580 Evenness Tester*, 1990.