

퍼지 규칙을 이용한 직물결점 분류

최형택, 정성훈

한양대학교 섬유공학과

Identifying Fabric Defects Using Fuzzy Rule Generation

Hyung Taek Choi and Sung Hoon Jeong

Department of Textile Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea

1. 서론

직물결점에 대한 정의는 매우 불명확하며 모호하고 주관적이다. 예를 들어 섬유사전에서 넵 및 슬러브에 대한 정의는 면 섬유가 엉킨 작은 섬유 덩어리 및 실이 부분적으로 끊어져서 꼬임수가 적거나 꼬여지지 않은 부분으로 기술되어있다. 자동화된 직물결점검출 시스템을 구현하기 위해서는 명확한 정의가 필수적이거나 직물결점에 대한 정의는 '작은', '부분적', '끊어져서' 등 매우 모호한 자연언어로 되어있다. 퍼지추론을 통하여 이러한 자연언어의 불확실성을 기반으로 객관적 결정을 할 수 있는 시스템을 구현하였다. 결점 영역과 비결점 영역을 구분한 후[1], 퍼지추론을 통하여 각 결점의 종류별로 구분하였다.

2. 이론

본 연구에서는 객관적으로 소속함수를 결정하기 위하여 역전파 알고리즘을 이용한 인공신경망을 구성하였다. 퍼지 규칙의 전건부 소속함수 결정과는 달리 후건부는 면적과 Y축 현의 평균값, 즉 이차원으로 표시되기 때문에 소속함수를 결정하기 위해서는 일차원으로 차원을 줄여야하는데 이를 위해 K-L 알고리즘을 이용하였다. 결점 분류를 위해 퍼지규칙을 생성시켜 전문가 시스템을 구축하였으며 퍼지추론을 통하여 각 결점별로 분류하였다.

3. 결과 및 고찰

직물결점분류 시스템 구현을 위하여 퍼지화, 퍼지규칙 생성, 퍼지추론, 비퍼지화 등의 모듈을 구성하였다 (Figure 1).

3.1 소속함수 생성

결정된 특성값(면적, Y축 현의 평균)을 표현하는 자연언어(small, medium, large, short, medium, long) 의 학습을 위한 직물의 각 결점의 종류를 가장 잘 구분할 수 있는 임의의 crisp 집합으로 구분한 후 역전파 알고리즘을 이용한 인공신경망을 사용하여 전건부 소속함수 (Figure 2) 를 생성시켰다. 후건부 소속함수는 K-L 알고리즘

을 이용하여 차원을 감소시킨 후 전건부와 동일한 방법으로 생성시켰다 (Figure 3). 전건부 소속함수를 구한 인공신경망은 입력(1), 은닉(5), 출력(3)으로 구성하였으며 후건부 소속함수는 입력(1), 은닉(10), 출력(5)으로 구성하였다. 인공신경망을 통해 생성된 소속함수에 대하여 linear fitting을 이용하여 일차함수로 표현되는 소속함수를 구하였다.

3.2 퍼지추론규칙 생성

직물결점 분류를 위하여 다음과 같은 퍼지추론규칙을 만들었다. 결점의 종류는 비결점, 경·위사 방향의 슬러브, 넵, 복합 결점 등 다섯가지로 구분하였다.

Rule 1: If Area is Small and mean chord Y is Small, then the Defect type is Non-defect.

Rule 2: If Area is Small and mean chord Y is Medium, then the Defect type is Nep.

Rule 3: If Area is Small and mean chord Y is Large, then the defect type is Slub(warp direction).

Rule 4: If Area is Medium and mean chord Y is Small, then the Defect type is Slub(weft direction).

Rule 5: If Area is Medium and mean chord Y is Medium, then the Defect type is Nep.

Rule 6: If Area is Medium and mean chord Y is Large, then the Defect type is Slub(warp direction).

Rule 7: If Area is Large, then the Defect type is Composite.

3.3 퍼지추론 및 비퍼지화

퍼지 규칙의 전건부가 AND 조건으로 연결되어있기 때문에 이차원 확장 규칙을 적용하였으며 전건부에 퍼지 교집합을 행하였다. 이러한 방법을 이용하여 이차원의 전건부가 후건부에 사상된다. 결정된 각각의 규칙에 퍼지 합집합을 적용하여 전체 결정을 생성하였다. 실질적인 결점결정을 위해서는 비퍼지화 과정을 반드시 거쳐야 하며 무게중심법을 이용하여 비퍼지화를 수행하였다. Figure 4, Figure 5 는 각각 crisp, 퍼지규칙을 적용하여 각 결점별로 구분한 후의 결과이다. 결점의 위치, 갯수, 종류를 표시한 결점검출결과 보고서를 작성하였다 (Figure 6-10). Crisp, 퍼지규칙을 적용한 각각 적용한 결점검출결과 보고서를 비교하여 보면 거의 비슷하나 위사 방향의 슬러브와 넵 검출에 있어 실제 직물영상 [1] 과 비교하여 보면 퍼지 추론 규칙을 적용한 경우가 더욱 바람직한 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

결점을 표현하는 자연언어를 인공신경망을 이용하여 소속함수로 표현하였다. 퍼지 규칙을 이용하여 검출된 결점 영역을 비결점, 경·위사 방향의 슬러브, 넵, 두가지 이상의 복합 결점으로 구분하였다. 퍼지논리를 사용한 결점분류는 기존 시스템으로는 표현이 어려웠던 검사자의 모호한 자연언어를 시스템에 적합하게 적용할 수 있었다.

그리고 실용적인 결점분류 시스템 개발을 위해서는 신속한 결점분류 능력이 필수적인데 본 연구에서 제안한 퍼지추론을 통한 결점분류 시스템은 하나의 퍼지규칙이 기존의 많고 복잡한 규칙을 대신할 수 있기 때문에 저용량, 고속의, 그리고 신뢰할 수 있는 결점분류 시스템 구현이 가능하였다. 이러한 연구를 통하여 신속하고, 객관적이며 확장성 있는 자동화된 결점분류가 가능하게 되었다.

5. 참고문헌

1. S.H. Jeong, H.T. Choi, C.J., Hong, *J. Korean Fiber Soc.*, 37, 34(2000)
2. 정성훈, 최형택, “학술발표회 논문집”, 197, 전남대학교(1999)
3. J.K. George, B. Yuan, “Fuzzy Sets and Fuzzy Logic”, Prentice Hall, 1995
4. J. T. Tou, and R. C. Gonzalez, “Pattern Recognition Principles”, Addison Wesley, 1974

Figure 6. Defects position report to the slub (weft direction), (a) using crisp rule and (b) using fuzzy rule.

Figure 7. Defects position report to the nep, (a) using crisp rule and (b) using fuzzy rule.

Figure 8. Defects position report to the slub (warp direction), (a) using crisp rule and (b) using fuzzy rule.

Figure 9. Defects position report to the composite, (a) using crisp rule and (b) using fuzzy rule.