

# Quad 분석법을 이용한 직물 촉감의 주관적 평가

김주용

송실대학교 섬유공학부

## Subjective Evaluation of Fabric Tactile Properties Using Quad Analysis

Jooyong Kim

School of Textile Engineering College of Engineering, Soongsil University

### Abstract

의류용 섬유제품의 쾌적성을 객관적으로 측정하려는 시도가 계속되고 있지만, 아직 소비자의 미묘한 차이를 검출하는 능력을 재현하기에는 거리가 있어 보인다. 객관적 측정법들은 재현성과 신뢰성면에서 제각기 자신들의 우수한 성능을 자랑하지만, 검출능력의 민감성은 주관적 평가에 훨씬 못 미치고 있기 때문에 비현실적인 경우가 많다. 본 연구의 목적은 주관적 평가의 신뢰성을 높이고 통계적인 추론이 가능한 보다 진보된 형식의 주관적 평가법을 개발하고 의류용 직물의 촉감 평가에 응용하는 것이다. 국내에서 생산되는 여름용 캐주얼 웨어를 대상으로 여러 형태의 주관적 평가법을 적용하여 그 촉감을 평가하였다. 평정척도법, 표준 비교법, 순위법, Thurstone일대비교법, Quad 분석법등을 순차적으로 적용하여 평가자 판단의 일관성 여부, 평가자간의 일치성 여부, 재현성 및 논리성여부를 통계적으로 평가한 후 이를 통과한 평가자들을 대상으로 실험을 반복한 후, 직물 촉감과 관련된 물리적 속성들과의 관련성을 고찰하였다.

*Keyword* : subjective evaluation, tactile properties, quad analysis, paired comparison, fabric surfaces

### 1. 서론

최근 의류 소재의 기능화, 고감성화 추세에 따라 직물의 쾌적성과 관련된 연구들이 활발히 진행되고 있다. Cue들은 의복 착용시 느끼는 개별적인 기본 감성으로 clammy, clingy, damp, sticky, heavy, prickly,

scratchy, fit, breathable, thermal등의 8가지를 선정한 후, 착용 실험을 통하여 시편 의복들의 종합 쾌적감을 주관적 평가의 결과를 이용하여 쾌적성을 예측할 수 있는 모델을 구축하였다. Umbach[1]는 다양한 계측기를 고안하여 의복의 열적 쾌적성과 촉

감 관련 쾌적성에 미치는 인자를 측정하는 방법을 개발하고, 통계적인 모델을 이용하여 주관적 평가결과와 상관관계를 밝혀내므로써 의류제품의 쾌적성을 표준화하는 단계에까지 이르렀다. 이외에도 최근의 연구 결과들은 의복의 쾌적성과 관련된 여러 가지 새로운 사실들을 보여주고 있다. 대부분의 관련 연구들은 쾌적성에 영향을 미치는 직물의 물리적 속성들을 밝혀내고 측정후, 실제 피험자들의 주관적 평가 결과들을 이용하여 쾌적성예측 모델을 도출하는 접근 방식을 지향하고 있다. 위와 같은 접근 방식은 크게 두 종류의 문제점을 노출하는 경우가 많은데, 첫째는 통계적 모델의 불확실성이고 다른 하나는 주관적 평가에 수반되는 재현성과 반복성의 부재이다. 본 연구에서는 주로 후자의 경우에 중점을 두고 주관적 평가법의 문제점과 그 개선 방법으로서 Quad 분석법을 이용한 주관적 평가법의 실효성에 대하여 고찰하고자 한다.

## 2. 주관적 평가법: 한계와 가능성

주관적 평가법은 오랫동안 섬유 및 의류 제품의 감각적 속성들을 측정하는 표준으로 사용되어왔다. 방적사의 균제도를 육안으로 판정하는 것에서부터 의복의 쾌적성을 평가하기 위한 착의평가법에 이르기까지 인간의 예민한 감각을 이용하여 실제 제품이 소비되는 것과 유사한 조건에서의 관능평가는 가장 현실적이고 확실한 제품 평가법으로 인정되었다. 최근 들어 주관적 평가법의 단점인 낮은 재현성과 반복성을 극복하기 위하여 제안되고 있는 여러 객관적인 평가법들도 그 성능을 검증받기 위해 주관적 평가결과에 맞춰 검증되는 것을 볼때, 주관적 평가법은 그 예민함과 변별력 측면에서 가장 확실한 방법이다. 잘 알려진 예로써 인공시각을 이용한 색상의 불균일성 검출의 문제를 예를 들면, 카메라를 이용한 불균일성의 검출은 일관성이 있지만, 복잡한 직물의 패턴에 숨어있는 미세한 결점을 검출하지 못하는 한계가 있다. 물론 인간의 시각은 매우 그것들을 아주 쉽게 검출하는 능력을 가지고 있다. 따라서, 현재의 기술 수준에서

주관적 평가는 아직 유용한 수단이고 그 단점을 보완하는 방향으로 연구가 진행되어야 한다. 일반적으로 알려진 주관적 평가법으로서 는 평정척도법, 표준비교법, 순위법, 일대척도법(Thurstone's paired comparison)등이 있다. 평정척도법은 제품의 감각정도를 5또는 7단계로 나누고, 피험자들이 그에 해당하는 점수를 매기는 방법이다. 이 방법은 근본적으로 서열척도인 점수를 등간척도로 간주하는 방식으로 그 신뢰성에 의문이 드는 방법이다. 표준 비교법은 시료에 표준 자극물을 제시하고 모든 시료를 표준 자극물에 비교하여 상대적인 점수로 표시하는 방식이다. 이 방법도 측정의 재현성면에서는 다소 향상된 방법이지만은 평정척도법과 유사한 문제를 야기한다. 두 번째의 순위법은 측정의 신뢰성이나 재현성면에서 평정척도법을 현저하게 능가하는 방법이다. 순위척도를 사용하여, 시료의 감각속성 순위만을 매기는 것으로 서열척도인 순위를 사용하므로써 향상된 재현성을 보장해주는 방법이다. 그러나, 순위법이 평정척도법에서의 문제점인 "서열척도의 등간척도 간주"라는 오류를 극복하고 있지만, 피험자의 입장에서는 시료의 개수가 많을때 올바른 순위를 매기기가 점점 힘들어지고, 그에 따라 오류의 가능성이 확대된다. 특히 시료의 감각속성치들의 차이가 매우 작을때 순위법은 검출력면에서 많은 문제점을 노출한다. 현재까지 알려진 가장 확실하고 재현성 있는 측정법은 일대비교법이다. 이 방법은 2개의 시료를 짝을 지어 평가하는 방법으로 인간의 민감한 감각이 가장 잘 반영되는 방법이다. 단점으로서 는 실험양이 많아지며, 피험자에게 시료를 제시하는 방식 면에서도 많은 시간이 걸리는 것이다. 또한 통계적 추론을 위하여 반복실험을 계획할 경우 실험 시간은 더 길어지게 된다. 반면에 Quad분석법은 일대비교법을 기본으로 하여 반복 실험을 위한 조직적인 실험계획법을 응용한 방법이다. 동일한 실험이 수회 반복되므로 결과의 통계적 추론이 가능하며, 실험에 걸리는 시간도 일대 비교법보다 빠른 방법이다.

### 3. 실험 및 고찰

본 연구에서는 전술했던 여러 주관적 평가법을 이용하여 직물의 촉감 관련 성질을 평가한 결과를 서로 비교하였다. 연구에 사용된 직물 시료는 현재 시판되고 있는 스포츠웨어 11종(표준직물 1종 포함)이었으며, 섬유공학과 학부생 30명을 피험자로 하여 평가하도록 하였다. 연구의 단순화를 위하여 직물을 평면상에 놓고 손끝으로 표면 성질만 평가하도록 하였으며, 굽히거나 들어서 구겨보는 행위는 금지하였다. 피시험자간의 결과의 일치성을 평가하기 위하여 각각의 평가결과에 대하여 일치성계수(Kendall's coefficients of concordance)를 계산, 비교하였으며, 일대비교법과 Quad분석법의 경우는 일관성 계수(coefficients of consistency)를 구하여 순위의 일관성이 유지되고 있는 평가자인지를 검증한 후 일관성이 유지되는 피시험자의 결과만을 사용하였다. 식 (1)과 (2)는 각각 일치성계수와 일관성 계수를 구하는데 사용된 식이다.

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^m x_{ij} - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{x_{ij}}{n} \right)^2}{m^2 (n^3 - n)} \quad (1)$$

$$\xi = 1 - \frac{24d}{n^3 - 4n} \quad (n: \text{even})$$

$$\xi = 1 - \frac{24d}{n^3 - n} \quad (n: \text{odd}) \quad (2)$$

여기서, d는 다음과 같이 정의된다.

$$d = \frac{1}{6} n(n-1)(n-2) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n a_i(a_i-1)$$

### 4. 결론

4종류의 주관적 평가법의 결과를 비교했을 때 피험자간의 일치성 여부는 일대비교법과

Quad분석법의 경우에 가장 높았으며, 약 일주일의 간격을 두고 반복 시행한 평가에 있어서도 매우 높은 일관성을 나타내므로써, 측정의 재현성과 반복성이 모두 충족되는 평가법임을 알 수 있었다. 이러한 결과를 객관적 평가법과 비교해보기위해 KES-FB을 이용하여 각 직물의 SMD, MMD, MIU를 측정하였다. 평정 척도법이나 순위법의 경우에는 주관적 측정의 결과 자체가 변동이 심하고 일관성이 유지되지 않으므로, 객관적 측정법과의 상관관계가 잘 드러나지 않으나, 일대비교법이나 Quad 분석법의 결과와는 상당히 높은 상관관계와 적은 변동을 나타내고 있음을 알 수 있다.

### 5. 참고문헌

- [1] Umbach (2002), 섬유, 의류, 염색가공학회 회 통합학술대회 초청세미나자료.
- [2] R. W. Miller (2002), Subjective property Characterization by "Quad" Analysis: An Efficient Method for Conducting Paired Comparisons, *Text. Res. Journal*, 72(12), 1041-1051.