

## 직물 촉각감성 연구의 심리·생리학적 접근

손진훈<sup>†</sup> · 이임갑<sup>‡</sup>

### 1. 서 론

인간의 감정이나 정신세계에 대한 실체를 파악하고자 하는 노력은 오늘날 의학뿐만 아니라 생물학, 물리학, 심리학, 인지과학, 사회학 등 여러 분야에서 주 관심사로 등장하고 있다. 감성은 환경의 변화나 외부로부터의 물리적인 자극에 대한 인간 내부의 고차원적인 심리적인 체험으로 쾌적감, 고급감, 불쾌감 등에 대한 복합적인 감정이라 할 수 있다. 감성을 분류하고자 하는 노력은 오래전부터 있어왔으나 아직까지 얼마나 많은 감성이 있으며 그들이 어떻게 다르고 어떤 기준으로 구분되어야 하는지에 대한 명확한 연구결과는 없다. 다만 감성이란 감성을 유발하는 상황, 즉 환경의 변화 및 외부 자극으로 인하여 발생하는 인체의 반응으로 중추신경계와 말초신경계의 지배를 받으며, 이에 의한 신경계, 내분비계, 근골격계 등의 신체적인 반응과 생리적 변화를 수반한다는 것이 일반적으로 받아들여지고 있다.

감성반응과 인간의 뇌는 깊은 관련이 있으며, 임상분야에서 진단이나 치료를 주목적으로 사용되어 왔던 뇌파(Electroencephalography, EEG)나 사건관련전위(Event-Related Potential, ERP)를 이용하여 인간의 감성상태의 변화를 측정하고자 하는 연구들이 보고되고 있다[1]. 말초신경계의 변화인 근전도, 심전도, 안구운동, 피부전위변화, 안면근육의 변화, 동공의 크기 변화 등으로 인간의 감성상태의 변화를 설명하고자 하는 연구들도 보고되고 있다[2].

피부에는 외부로부터의 물리적 자극이 가해졌

을 때 이를 감지해내는 여러 종류의 기계적 수용기(mechanoreceptor)들이 존재한다. Miller의 'Law of the specific nerve energy'에 의하면 이들 피부감각 신경세포들은 어떤 자극이 대뇌피질까지 전달되어졌을 때 한 신경경로는 오직 한 종류의 감각정보만을 전달하고 다른 종류의 감각정보는 전달하지 않음을 증명하고 있으며, Miller 이후 von Frey에 의해서 "specificity theory"로 정리되었다. 또한, Goodwin 등[3]은 피부와 접촉하는 특정재질의 표면을 다양한 형태의 굴곡으로 변화시켰을 때 피험자는 단지 촉각수용기로부터의 정보만을 이용하여 굴곡상의 작은 변화들도 구분해 낼 수 있음을 보고하였다. 또한 물체가 수동적으로 인체에 접촉될 때 피험자는 그 특정 압력까지도 비교하거나 구분해 낼 수 있으며, 이는 물체의 접촉 압력에 대한 정보가 피검자의 촉각 수용기로부터 기원하고 있음을 나타낸다. 촉각은 일차적 감각이며, 복합감각인 촉감, 질감(재료의 성격, 재질감, 감촉)에 기여하는 가장 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 촉각은 피부에 작용하는 역학적 자극을 감지하는 감각기능이며, 접촉감각, 압각, 마찰감각, 중량감 및 충돌감각 등으로 세분할 수 있다. 이를 기초로 인간이 감성적으로 느끼는 촉감/질감은 매끄러움, 부드러움, 딱딱함, 부피감, 뻣뻣함, 탄력성, 시원함 등 여러 가지 감성으로 표현된다. 외부자극에 의한 말초수용기에서의 전기적 활동의 변화가 신경을 통하여 뇌에 전달됨으로써 촉각이 유발되며, 심리적 정서/감성의 경험과 생리적 반응(중추 및 자율신경계)이 뒤따르게 된다.

현재까지 감성연구는 주로 시각 및 청각 자극

Psychophysiological Approach for the Study of Texture-tactile Sensibility / Jin-Hun Sohn<sup>†</sup> and Imgap Yi<sup>‡</sup>  
<sup>†</sup>충남대학교 심리학과 교수, (305-764) 대전 유성구 궁동 220, Phone: 042)821-6369, Fax: 042)823-5106,  
 e-mail: jhsohn@hanbat.chungnam.ac.kr  
<sup>‡</sup>충남대학교 심리학과

을 대상으로 수행되어 왔다. 그러나 인간의 감각 기관(시각, 청각, 미각, 후각, 촉각) 가운데 가장 광범한 부위를 차지하고 있는 신체 표면인 피부에는 매우 다양한 외부의 자극이 입력되고 있으며, 의식적 및 무의식적 과정을 통하여 인간의 정서에 중요한 영향을 미치고 있다. 따라서 촉각에 주어지는 외부의 자극 조건의 변화에 따라 나타나는 인간의 육체적 및 심리적 반응을 측정하고 정량화할 수 있는 촉각감성 기술의 개발은 일상생활에 있어서 육체적이거나 심리적인 부담을 최소화할 수 있는 안락하고 효율적인 환경 및 제품의 생산을 가능하게 하며, 궁극적으로 건강하고 쾌적한 생활의 구현, 즉 삶의 질 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 믿어진다.

본 논문의 목적은 소비자의 직물 촉각감성 반응을 예측하기 위하여 사용하고 있는 심리·생리학(감성공학) 연구방법 및 연구성과들을 요약하여 소개하는 것이므로, 본 연구실에서 최근까지 수행한 직물 촉각감성 연구의 전략 및 주요 결과들을 주제별로 기술하고 논의 및 제안을 덧붙이기로 한다.

## 2. 직물 촉각감성 연구의 전략

직물 촉각감성에는 크게 보아 세 요소가 개입되어 있다. 외부자극으로서의 직물의 물리적 특성, 자극에 반응하여 인간의 내부에서 일어나는 심리적 경험으로서의 감성, 그리고 생리적 반응으로서의 뇌파, 자율신경계 반응 (및 호르몬 등의 내분비 변화)이다. 인간의 심리적 반응으로서의 감성을 확인하기 위해서는 언어적 표현으로 나타난 진술을 평가하는 것이 가장 간단하다. 그런데도 불구하고 감성경험에 수반되는 생리적 반응을 측정하고자 하는 감성공학적 접근이 필요한 이유는 무엇일까?

주관적 정서경험을 표현하는 언어들은 사람에 따라 그 의미 내용이 다를 수 있으며, 한 개인에 있어서도 심리적 상태나 무드에 따라 큰 차이를 보여준다. 또 자신이 경험하는 정서를 의식하지 못하는 경우도 있으며, 때로는 경험하는 감성을 다르게 진술하기도 한다. 생리적 반응은 주로 자

율신경계에 의하여 관장되므로 의도적으로 변화시키기 어렵다. 즉 언어적 진술은 경험된 감성을 '보여주는' 것이라면, 생리적 반응은 경험된 감성이 '나타나는' 것이다. 따라서 감성자극에 대한 생리적 반응은 언어적 진술보다는 객관성을 가지며, 한 개인에 있어 높은 일관성을 보여준다. 생리적 반응의 특징인 객관성과 일관성은 이들 반응의 측정과 분석을 통하여 정량화된 감성측정이 가능할 것이라는 기대를 갖게 해준다. 감성공학의 접근방법이 인간의 뇌파 및 자율신경계 반응을 통해서, 심리적으로 경험하는 감성을 측정하고자 하는 이유가 여기에 있다.

감성공학의 궁극적인 목표는 심리적으로 경험하는 감성을 객관적이고 정량화된 형태로 측정하여 제품 및 환경의 설계와 생산에 응용하고자 하는 것이므로, 심리적 경험에 대한 언어적 진술과 생리적 반응간의 신뢰로운 관계를 확인해내고 예측식으로 완성해야 한다. 이와 같은 관계는 직물의 역학적 특성과 직물에 의하여 유발된 심리적 감성간에도 성립하며, 직물의 역학적 특성과 생리적 반응간의 관계도 마찬가지다.

심리적 감성경험을 신뢰롭게 판정해낼 수 있는 생리반응에 의한 예측식이 구해지면, 직물의 물리적 특성과 생리반응간의 관계를 규명함으로써 물리·역학적 특성만으로 직물제품 사용자의 감성반응을 예측하는 것이 가능해질 것이다. 이러한 최종 목표 수준에 도달하기까지는 물리적 특성과 심리적 경험인 언어적 진술과의 관계를 확인하는 노력이 필요하며, 이렇게 함으로써 물리적 특성과 생리적 반응간의 관계를 신뢰롭게 예측해주는 관계식을 도출해낼 수 있다.

Figure 1은 이들 세 요소, 즉 직물의 물리·역학적 특성, 심리적 감성경험, 생리적 반응을 축으로 이들간의 관계를 규명하기 위하여 필요한 연구 및 활용방안 등을 포괄적으로 구성한 연구전략 체계도이다.

## 3. 직물 감각/감성 평가 심리척도 개발

본 연구실에서는 촉각 감성을 평가하기 위한 심리적 척도를 개발하여 사용한 바 있다[4,5]. 개

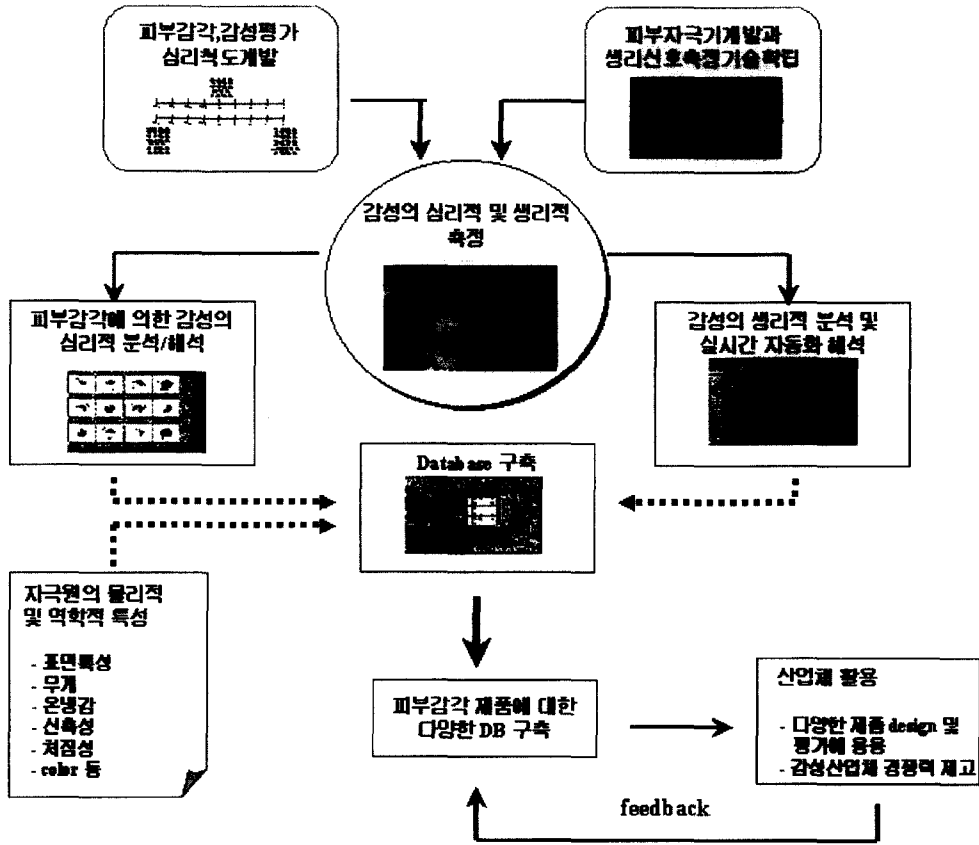


Figure 1. 직물감성 연구의 체계도.

발과정을 소개하면 다음과 같다.

촉각에 의한 직물의 질감을 감각적 요소와 감성적 요소로 구분하여 국어사전에서 500개의 형용사를 일차 추출한 후, 4명의 전문가에 의하여 사용빈도가 낮거나 어근이 같은 것으로 평가된 어휘는 제외하였다. 감각어휘는 자극의 속성이나 강도의 변화로 인해 나타나는 일차적인 감각의 질이나 상태를 기술하는 어휘로서, 물리적으로 조작이나 측정이 가능하다고 판단되는 형용사 60개를 선별하였다(예: 거칠다, 부드럽다, 딱딱하다, 울퉁불퉁하다 등). 감성어휘는 일차적 감각에 대해 주관적인 해석을 통해 발생하는 심리적인 상태를 기술하는 어휘로서, 162개의 형용사를 선별하였다(예: 편안하다, 고급스럽다, 색시하다 등).

이들 형용사의 적합성 판정을 위하여 형용사

7점 Likert 척도를 제작하였다. 대학생들을(N=120) 대상으로 평정한 결과를 토대로 적합성 판정 기준에(평정점수가 평균 4.0 이상) 부합하는 감각 형용사 31개, 감성 형용사 66개를 선별하였다. 군집분석(Cluster Analysis)과 다차원 척도 분석(MDS, Multidimensional Scaling)을 이용해 감각 형용사를 총 465개의 가능한 쌍으로 묶은 후 무선적으로 배열하여 2종류의 설문지를 만들어 평정하였다(N=200). 감성어휘 유사성도 2145개의 가능한 감성형용사 쌍으로 묶은 후 무선적으로 배열하여 42종류의 설문지를 만들어 평정하였다(N=200).

다차원 분석결과 얻은 차원의 해석을 위하여 대학생 200명을 대상으로 감각 형용사 31개, 감성형용사 66개에 대한 의미미분평정(Semantic Differential Scaling)을 실시하였다. 이들 결과를

요약해 보면, 감각요인에 있어서는 MDS 결과 “긴장-이완”, “활동-비활동”, “쾌-불쾌”의 3차원으로, Cluster 분석 결과 “부드러움”, “단단함”, “끈끈함”, “거침”의 4개의 형용사로 드러났다. 감성요인에 있어서는 MDS 분석결과 “쾌-불쾌”, “홍분-침잠”, “안전-위험”의 3차원으로, Cluster 분석결과 “편안함”, “청결함”, “독특함”, “섹시함” 등 11개의 형용사로 구성되었다.

평가척도를 개발하기 위하여, 섬유공학 전문가 및 의류학 전문가들의 연구성과를 도입, 보완하였다. 즉, 본 연구실에서 개발사용하던 촉감감성 평가척도[6,7] 및 권영하[8]와 홍경희[9]에 의한 선행 연구 결과를 종합하여 직물의 촉감평가척도를 개발하였다. 즉, “감각요인”을 나타내는 10개의 형용사(8개의 양측척도, 2개의 단측척도)와 8개의 “감성요인” 형용사(6개 양측척도, 2개의 단측척도)로 구성된 촉감평가척도(7점 Likert Scale)를 제작, 사용하였다. Table 1은 직물에 대한 촉감감성 심리평가척도에 사용된 형용사를 보여준다.

#### 4. 직물에 대한 감성심리반응 측정

새로 개발한 직물의 촉감 감성 심리평가척도

**Table 1.** 직물의 촉감감성 심리평가척도에 사용된 형용사

번 호	감각요인	감각형용사 척도
1	매끄럽기	매끄럽다-거칠다
2	요철감	편편하다-우둘두들하다
3	유연감	부드럽다-뻣뻣하다
4	폭신감	폭신하다-딱딱하다
5	두께감	얇다-두껍다
6	온냉감	따뜻하다-차갑다
7	끈끈함	끈끈하다
8	단단함	단단하다
9	무게감	가볍다-무겁다
10	신축성	신축성이 있다
	감성요인	감성형용사 척도
11	편안함	편안하다-불편하다
12	청결감	청결하다-불결하다
13	독특성	독특하다-평범하다
14	상쾌감	상쾌하다-불쾌하다
15	낯음	낯았다-새것이다
16	시원함	시원하다-답답하다
17	고급감	고급스럽다
18	섹시함	섹시하다

를 사용하여 19종의 내의용 직물(Table 2 참조)을 평정한 실험방법을 간단히 소개하면 다음과 같다.

#### 4.1. 피험자

충남대학교에 재학중인 25명의 여학생이 피험자로 참가하였으며, 각 피험자의 실험소요시간은 약 50분이었다.

#### 4.2. 실험 절차

내의류 직물 샘플 1종씩 담은 19개의 상자(23×11×13 cm)가 준비되었다. 상자의 윗부분에 구멍을 내었다. 두 장의 검은 천을 이중으로 덧달아, 피험자가 상자에 손을 넣어 직물을 자유자재로 만질 수 있으나 상자의 내부는 전혀 볼 수 없도록 하였다. 실험에 들어가기 전에, 피험자에게 상자 안의 내용물이 ‘내의용 직물’이라는 설명만을 해주었다. 피험자는 엄지와 검지를 이용하여 압력을 주지 않고 부비듯이 만지거나, 엄지와 검지를 이용하여 약간의 압력을 가하여 만지거나, 다섯 손가락 모두를 사용하여 약한 힘을 주어 비벼보는 등의 방법을 사용하여 직물을 접촉하도록 하였다. 피험자는 정해진 순서없이 아무 상자나 손을 넣어 직물을 직접 만져보고 그 직물의 촉감을 18개의 의미미분 형용사에서 7점 척도위에 평정하였다.

각각의 직물에 대한 피험자들의 느낌을 형용사로 평정하는 것이 끝나면, 각각의 직물에 대한 선호도(전체적인 감성량으로 정의할 수 있다) 평가를 실시하도록 했다. 이 때에도 역시 직물이 상자 안에 들어 있는 상태에서 손으로 만져보면서 평가하도록 하였으므로 피험자는 직물을 볼 수 없었다. 선호도 평가시에도 역시 피험자가 무작위로 직물상자를 선택하여, 가장 선호하는 것부터 가장 선호하지 않는 직물까지 일렬로 배열하도록 한다. 이 때 피험자는 가장 선호하는 직물이 든 상자를 맨 왼쪽에, 가장 선호하지 않는 직물상자를 가장 오른쪽에 놓는다. 피험자는 새로운 직물을 평가할 때마다 직물상자 배열순서를 조정하곤 하였다. 18개 직물에 대한 선호도 배열이 완료되면 좌에서 우로 1~19까지의 선호

도 순위를 매겼으며(아래 그림 참조), 피험자마다 직물별 선호도에 차이가 있었으므로 최빈값을 구하여 종합순위를 결정하였다.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
가장 선호      선호도에 따라 순서대로 배열      가장 비선호																		

**4.3. 직물의 촉감감성 심리척도의 신뢰도**

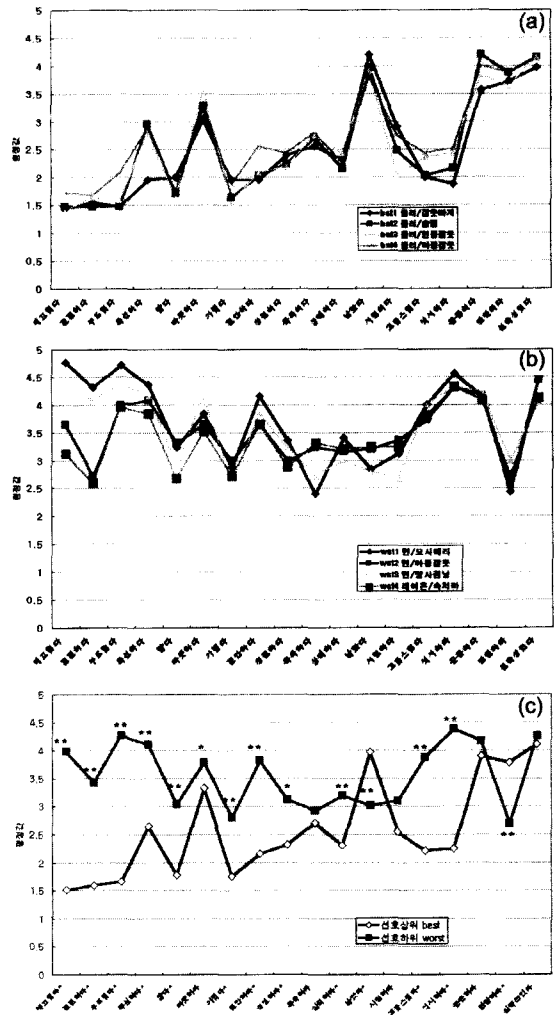
19종 직물에 대한 18개 형용사 각각에 대한 신뢰도를 산출하기 위해 동일한 절차와 조건으로 한달 간격으로 재실험을 실시한 결과  $r=.86$ 으로 나타났다. 즉 본 연구에서 사용한 감성심리 척도가 매우 신뢰로운 것으로 나타났으며, 실험참여자들의 반응이 시간이 경과해도 일관적인 것으로 나타났다.

**5. 선호도 상·하위 직물 집단의 심리평가 형용사 프로파일**

19종 직물에 따른 감성형용사 중앙집중치 및 선호도 분석결과 대체적으로 감성(선호도 점수)이 좋은 직물은 주로 폴리에스테르(속칭 물실크)로 나타났으며, 상대적으로 감성이 나쁜 직물은 모시메리, 망사류로 나타났다. 선호도가 가장 높은, 즉 감성적으로 매우 좋은 네가지 직물(bst1-4)에 대한 실험참여자의 형용사 어휘 반응을 보면(Figure 2(a)), 네 직물의 프로파일이 매우 유사함을 알 수 있다. 또한 선호도가 가장 낮은 네 직물(wst1-4) 역시 유사한 프로파일을 보여주고 있다(Figure 2(b)).

선호도가 가장 높은 직물 네 개와 가장 낮은 직물 네 개씩을 선정하여 평균한 분석 프로파일을 보면(Figure 2(c)), “독특함”, “시원함”, “끈끈함”, “신축성”을 제외한 14개의 형용사에서 두 집단간에 통계적으로 유의미한 차이를 나타내고 있다.

이와 같은 결과는 본 연구실에서 최근에 개발 사용하고 있는 심리평가 형용사 척도가 적어도 선호도가 매우 높은 직물과 매우 낮은 직물간의 구분에 효과적임을 의미한다. 따라서 각각의 감성 형용사를 신뢰롭게 예측해 주는 역학적 특성



**Figure 2.** 선호도 상·하위 직물 집단의 형용사 프로파일. (a) 선호도 상위 4 직물, (b) 선호도 하위 4 직물, (c) 선호도 상·하위 집단 평균 (\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ ).

치 관계식을 구하고, 포괄적 선호도를 신뢰롭게 예측해주는 감성형용사 측정치 관계식을 구한 다음, 최종적으로 포괄적 선호도를 예측하는 역학적 특성치 관계식을 확정하면, 한국인의 태 반응을 보다 잘 평가할 수 있는 시스템의 개발이 가능할 것으로 보인다.

**6. 직물별 역학적 특성치**

직물의 역학적 특성과 태(hand value)와의 관

계를 연구하는데 널리 사용되고 있는 Kawabata Evaluation System(KES)을 적용하여 측정 한 19종의 내의용 직물의 역학적 특성치를 Table 2에 제시하였다[4].

KES[10]의 장점은 직물의 역학적 특성과 사용자의 심리적 반응과의 관계식을 만들어냄으로써 역학적 특성의 정량화된 수치를 분석하여 심리적 반응을 사전에 (어느 정도) 예측할 수 있다는 것이다. 그러나 현재 사용되고 있는 KES는 심리적 반응으로서의 촉감/질감특성을 감각특성(stiffness, smoothness 등)으로 제한함으로써, 일상생활에서 인간이 느끼는 다양한 감각특성 및 감성특성을 반영하는데 어려움이 있다. 따라서 KES의 역학적 특성평가척도에 더하여, 직물

에 대한 인간의 감각 및 감성반응특성을 잘 반영할 수 있는 평가척도를 개발 사용함으로써 보다 예측력이 높은 직물평가 시스템을 구현할 수 있을 것이다.

한편, 동일한 자극에 대해서 경험하는 감성이 국가나 지역, 인종 등에 따른 문화적 차이를 보여주는 경우가 자주 있다. 예를 들어, 미국에서 시자자극에 의한 정서연구에 사용되는 국제정서 사진체계(International Affective Picture System)를 도입하여 본 연구실에서 한국인을 대상으로 정서반응을 측정하였을 때 미국인의 정서반응과 다르게 나타났다[11]. 따라서 한국인의 태 평가를 위해서는 KES의 검증 및 개선, 또는 새로운 태평가 시스템의 개발이 요구될 수 있다.

**Table 2.** 내의류 직물의 KES 역학적 특성치(단위는 KES-FB에서 제시한 것과 동일함)

직물	소재	용도	Tensile				Bending		Shear	Surface			Compression			Thick-ness	Weight	
			EM	LT	WT	RT	B	2HB	G	2HG	MIU	MMD	SMD	LC	WC			RC
직물1	면 (보온메리)	겨울내의	19.53	0.61	3.07	39.22	0.12	0.13	0.40	0.93	0.26	0.01	3.35	0.74	0.12	41.53	1.12	21.90
직물2	나일론	속치마	11.25	0.72	2.02	39.19	0.02	0.02	0.77	1.81	0.17	0.01	2.82	0.69	0.08	41.62	0.28	14.01
직물3	면	런닝	23.90	0.62	3.26	24.85	0.01	0.02	0.41	1.18	0.22	0.02	5.95	0.64	0.08	38.80	0.44	15.25
직물4	폴리에스테 <td>슬립</td> <td>14.18</td> <td>0.62</td> <td>2.02</td> <td>21.02</td> <td>0.04</td> <td>0.05</td> <td>0.59</td> <td>2.01</td> <td>0.20</td> <td>0.01</td> <td>4.76</td> <td>0.75</td> <td>0.09</td> <td>41.44</td> <td>0.19</td> <td>17.51</td>	슬립	14.18	0.62	2.02	21.02	0.04	0.05	0.59	2.01	0.20	0.01	4.76	0.75	0.09	41.44	0.19	17.51
직물5	면	런닝	1.05	1.13	0.29	55.78	0.05	0.04	1.45	1.84	0.12	0.01	2.37	0.69	0.06	45.46	0.60	11.87
직물6	나일론	슬립	5.53	1.02	1.32	41.47	0.07	0.07	0.77	1.17	0.18	0.02	7.04	0.67	0.07	36.99	0.28	13.17
직물7	면	추동내의	0.90	0.92	0.20	92.64	0.03	0.01	0.22	0.10	0.20	0.01	1.25	0.89	0.01	52.38	0.65	10.38
직물8	나일론	상하잠옷	14.70	0.66	2.26	22.88	0.05	0.08	0.68	2.32	0.19	0.01	2.46	0.74	0.09	36.36	0.22	19.28
직물9	면(평직)	추동내의	54.64	0.46	6.32	48.67	0.00	0.01	0.17	0.30	0.28	0.01	8.57	2.19	0.18	52.87	0.22	7.69
직물10	폴리에스테 <td>아동잠옷</td> <td>2.63</td> <td>1.10</td> <td>0.69</td> <td>33.83</td> <td>0.27</td> <td>0.31</td> <td>2.75</td> <td>3.16</td> <td>0.14</td> <td>0.03</td> <td>11.64</td> <td>0.66</td> <td>0.06</td> <td>44.32</td> <td>0.22</td> <td>10.79</td>	아동잠옷	2.63	1.10	0.69	33.83	0.27	0.31	2.75	3.16	0.14	0.03	11.64	0.66	0.06	44.32	0.22	10.79
직물11	면 (크레이프)	여름내의	1.60	1.11	0.41	46.16	0.08	0.09	1.23	1.83	0.15	0.01	1.88	0.73	0.14	43.76	0.40	13.29
직물12	폴리에스테 <td>잠옷바지</td> <td>9.73</td> <td>0.68</td> <td>1.62</td> <td>44.19</td> <td>0.01</td> <td>0.00</td> <td>0.41</td> <td>1.22</td> <td>0.16</td> <td>0.01</td> <td>6.06</td> <td>0.89</td> <td>0.01</td> <td>38.89</td> <td>0.19</td> <td>12.52</td>	잠옷바지	9.73	0.68	1.62	44.19	0.01	0.00	0.41	1.22	0.16	0.01	6.06	0.89	0.01	38.89	0.19	12.52
직물13	폴리에스테 <td>연중잠옷</td> <td>14.06</td> <td>0.61</td> <td>1.97</td> <td>46.04</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.36</td> <td>0.92</td> <td>0.26</td> <td>0.03</td> <td>11.77</td> <td>0.82</td> <td>0.05</td> <td>46.85</td> <td>0.19</td> <td>15.39</td>	연중잠옷	14.06	0.61	1.97	46.04	0.01	0.01	0.36	0.92	0.26	0.03	11.77	0.82	0.05	46.85	0.19	15.39
직물14	레이온	속옷상의	0.82	0.85	0.17	62.26	0.03	0.01	0.26	0.25	0.17	0.02	2.40	0.72	0.01	56.02	0.53	8.70
직물15	면	남성내복	1.40	0.92	0.30	52.50	0.04	0.01	0.31	0.34	0.21	0.01	1.87	0.75	0.01	50.81	0.65	10.29
직물16	레이온	속치마	1.05	0.83	0.22	60.27	0.02	0.01	0.25	0.09	0.14	0.00	1.12	0.73	0.02	50.20	0.35	9.08
직물	면	망사런닝	2.84	0.80	0.55	42.86	0.01	0.01	1.41	3.24	0.16	0.02	9.32	0.79	0.01	47.06	0.49	7.80
직물18	면	아동잠옷	1.08	0.90	0.21	63.33	0.03	0.01	0.24	0.15	0.13	0.00	0.78	0.69	0.01	55.56	0.33	10.04
직물19	면 (모시메리)	여름내의	3.41	0.80	0.68	36.80	0.01	0.02	1.12	2.97	0.20	0.04	6.76	0.81	0.02	34.87	0.41	8.61
전체 평균			9.70	0.81	1.45	46.0	0.05	0.73	1.36	0.18	0.02	4.85	0.82	0.06	45.04	0.41	12.5	

**7. 감성형용사를 예측하는 역학적 특성치**

19개 내의용 직물에 대한 감성반응을 나타내는 형용사와 KES에 의한 역학적 특성치간의 회귀 분석을 통하여 얻어진 회귀방정식을 아래에 제시하였다(Table 3). 회귀분석은 Stepwise regression 방법을 사용하였다. 우선 역학적 특성에 의해 가장 높은 설명변량을 나타내는 감성 형용사는 “신축성”, “가벼움”, “단단함”, 그리고 “얇음” 순으로 나타났고( $R^2 > .80$ ), 설명력이 가장 작은 감성어휘는 “끈끈함”, “편안함”, ( $R^2 < .60$ )의 순으로 나타났다[4].

내의류에 대한 선호도에서는 역학적 특성중 “압축”과 “전단” 두 요인이 결정하는 것으로 나타났다( $R^2 = .691$ ). 한편, 선호도를 예측하는 주된 감성 형용사는 “매끄러움”과 “상쾌함”으로 설명

**Table 3.** 감성형용사를 예측하는 역학적 특성치

형용사	KES를 사용하여 측정한 역학적 특성치
Dependent V.	$R^2$ Regression equation
매끄럽다	.785 .642 comp.wc+.581 surf.smd+.480 ten.lt
편편하다	.713 .631 surf.smd+.488 comp.wc
부드럽다	.785 .568 comp.wc+.745 ten.lt+.473 surf.smd
푹신하다	.777 .935 ten.lt+.648 surf.smd+.428 surf.mmd
얇다	.842 1.046 comp.wc+-.654 comp.lc
따뜻하다	.796 -.556 thickness+.472 ten.lt+.359 surf.smd
가볍다	.838 .710 weight+.481 comp.wc+-.382 surf.miu
편안하다	.557 1.165 shear.g+-.646 shear.2h
청결하다	.741 .989 comp.wc+-.561 comp.lc
독특하다	.821 .502 weight+-.711 surf.smd+.550 shear.2h
상쾌하다	.759 1.004 comp.wc+-.524 comp.lc
낯익다	.828 -.317 thickness+.403 ten.rt+-.369 comp.wc
시원하다	.791 .706 comp.wc+-.871 comp.lc+.619 ten.em
고급스럽다	.727 .980 comp.wc+-.558 comp.lc
섹시하다	.761 .997 comp.wc+-.608 comp.lc
끈끈하다	.325 .570 ten.lt
단단하다	.842 -.353 shear.g+-.642 ten.lt+-.452 comp.wc
신축성있다	.983 .515 ten.lt+-.788 ten.wt+.420 comp.lc
선호도	.691 .651 comp.wc+.492 shear.g

변량이  $R^2 = .913$ 으로 매우 높게 나타났다(예언식:  $Y_{\text{선호도}} = 0.701 \times \text{“매끄러움”} + 0.335 \times \text{“상쾌함”}$ ).

다른 변인보다도 “상쾌함”이 유의미한 예언변인으로 들어온 이유는 다른 형용사들과의 공변량이 적어 partial-out되지 않았기 때문이다.

**8. 직물 선호도에 따른 촉각 감성 뇌파 특성**

뇌파(electroencephalogram: EEG)는 뇌신경 세포 및 이들 세포간 연결부인 시냅스에서 일어나는 전기적 활동에 의해 생성되며, 이들 전기적 활동의 흥분성 활동과 억제성 활동의 전체적 대수합이 두피에 반영되는 것이다. 뇌파는 두피에 여러 부위에 부착한 평평한 전극을 통해서 측정되는 수십  $\mu V$  정도의 매우 미약한 전기적 활동이며, 그 주파수 영역은 0.1 Hz~40 Hz 정도이다. 연구자에 따라 약간의 차이는 있지만, 낮은 주파수로부터 정리해보면, 0.1 Hz~4 Hz의 주파수를 가진 뇌파는 델타파(delta wave), 4 Hz~8 Hz, 8 Hz~13 Hz, 13 Hz~30 Hz의 주파수를 가진 뇌파는 각각 테타파(theta wave), 알파파(alpha wave), 베타파(beta wave)로 명명하여 구분하고 있다.

흥미롭게도 정서/감성 상태 및 이완 정도에 따라 이들 뇌파의 증감에 차이가 나타난다. 즉, 깊은 수면에서는 델타파, 졸린 상태 및 정서경험시에는 테타파, 이완되고 안락한 상태에서는 알파파, 각성/흥분 및 신체적 활동시에는 베타파가 증가한다.

사포, 비닐, 종이, 면 등의 촉각접촉 실험 및 다섯 종류 직물의 촉각접촉 실험에서 공통적으로, 가장 좋은 감성 경험을 유발하는(선호) 자극과 가장 나쁜 감성 경험을 유발하는(비선호) 자극에 대하여 알파파의 상대적 출현량에 유의미한 차이를 보여주었다[7,12]. Figure 3은 선호자극과 비선호자극에 의하여 유발된 뇌파 중 알파파 상대출현량을 보여준다. 5 군대의 뇌파기록 부위에서 선호자극접촉시의 알파파 상대출현량이 유의미하게 높았다. 베타파는 이와 반대되는 경향을 나타냈다. 내의류 직물에 의한 생리신호 반응 분석은 현재 진행중이며 비슷한 경향을 보여줄 것

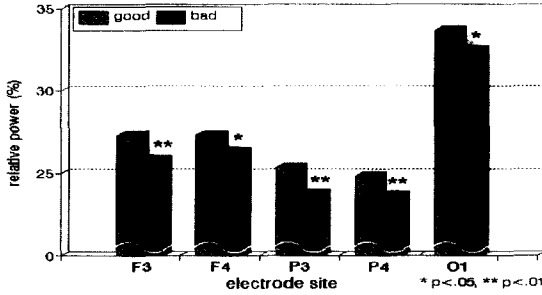
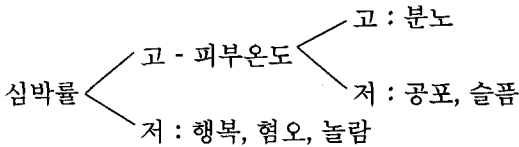


Figure 3. 직물 선호/비선호에 따른 뇌파(알파파) 상대출현량. F3, F4(좌반구, 우반구 전두엽); P3, P4(좌반구, 우반구 두정엽); O1(좌반구 후두엽).

으로 예상된다.

### 9. 직물 선호도에 따른 직물의 촉감감성 HRV 특성

자율신경계 반응특성을 토대로 인간이 경험하는 기분정서를 구분하고자 하는 이전 연구 결과들을 요약하면 다음과 같이 표현할 수 있다 [13].



즉, 자율신경계 반응 중 심박률과 피부온도를 지표로 했을 때 분노, 공포 및 슬픔, 행복과 혐오와 놀람의 세 집단으로서의 구분이 가능하다. 따라서 몇가지 자율신경계 반응지표를 더 포함하여 구분한다면 위에 나타난 여섯 기분정서를 생리적 반응 지표에 따라 판정하는 것이 가능할 것으로 보인다. 그러나, 안타깝게도 현재까지 자율신경계 반응의 복합지표를 사용하여 기분정서들을 구분하는데 성공한 연구는 보고되지 않고 있다.

한편, 촉감감성(선호도/좋고나쁨)의 판정은 이 보다는 단순할 것으로 보이며, 본 연구실에서 벨벳을 포함한 여섯 직물을 대상으로 자율신경계 반응 특성을 측정하였을 때, HRV(Heart Rate Variability)에 의한 감성 구분이 가능할 것으로 나타났다[14,15]. 즉, 좋은(긍정) 감성을 유발하

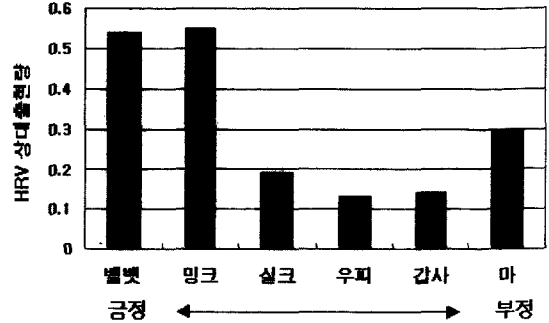


Figure 4. 직물 선호도에 따른 HRV 상대출현량. HRV 상대출현량=높은 주파수(0.15~0.40 Hz) 대역/ 낮은 주파수(0.03~0.15 Hz) 대역. 높은 주파수 대역은 부교감신경계의 활성화, 낮은 주파수 대역은 교감신경계 활성화를 반영하므로 HRV 상대출현량이 높을수록 생리적으로 이완된 상태를 의미한다.

는 벨벳, 밍크 등에 대한 HRV 상대출현량은 높게 나타났으며, 나쁜(부정) 감성을 유발하는 우피, 갑사 등의 대한 HRV 상대출현량은 낮았다 (Figure 4). 예상과는 달리 실크에 대한 HRV 상대출현량이 낮게 나타난 것은 아마도 실크 샘플을 직물회전자극기를 통하여 접촉할 때 실생활에서의 자연스러운 접촉시보다 거칠게 느껴지기 때문인 것으로 보인다.

### 10. 직물선호도 평가를 위한 감성생리신호 형판(Template) 모델

자율신경계 반응지표를 통하여 직물감성을 평가할 경우, 한 두 지표를 사용하여 판정하기에는 어려움이 따를 수 있다. 왜냐하면 자율신경계 활동은 심리적 감성 경험의 종류에 따라서 다르게 나타나기도 하지만, 근본적으로는 구체적으로 주어진 상황에 대한 대처라는 일차적 목표를 위한 것이기 때문이다. 예를 들어, 심박률은 적을 만나 싸워야 할 때도 증가하지만, 사랑하는 여인을 향해서 달려갈 때도 증가한다. 두 상황에서 느끼는 정서/감성은 확실히 다르지만 심박률은 모두 증가한다. 이러한 문제점을 극복하는 방법은 좀 더 다양한 자율신경계 반응지표를 종합적으로 사용하여 감성판정을 위한 형판(template) 모델을 개발하는 것이다. 아래의 Table 4는 본 연구실에서 측정된 선호 직물(polyester)과 비선호 직물(cotton



류)을 수동적으로 접촉했을 때와 능동적으로 접촉했을 때의 여러 자율신경계 반응을 종합하여 구성한 형판 모델이다[14,16,17].

자율신경계 반응을 교감신경계(SNS)와 부교감신경계(PNS) 반응으로 나누어 분석했을 때 보다 뚜렷한 형판 모델을 구성할 수 있다. 이 형판 모델에 의하면, 생리반응지표를 통한 수동접촉-선호직물, 능동접촉-선호직물, 수동접촉-비선호직물, 능동접촉-비선호직물의 구분이 가능하였다(종합 프로파일에 의한 판정: PNS, SNS 프로파일 순으로 각각 HH, LL, LH, HL).

실험방법과 관련하여 한가지 흥미로운 발견은 수동적 접촉시와 능동적 접촉시에 자율신경계 반응이 반대로 나타난다는 것이다(Table 4 참조). 더욱이 능동적 접촉은 손을 움직여서 직물을 만지기 때문에 골격근 활동에 의한 자율신경계 영향이 예상되며, 이는 직물촉각에 의하여 경험하는 심리적 감성의 자율신경계 반응에 미치는 순수한 효과를 차폐할 가능성이 높다. 따라서 실험실 환경에서 직물에 의하여 유발되는 심리적 감성의 미세한 차이를 예민하게 구분하고자 할 때는 수동적 접촉 방식을 사용하는 것이 바람직할

것으로 판단된다.

### 11. 직물선호도에 따른 복합생리반응 패턴

감성생리신호 형판모델은 궁극적으로 복합 자율신경계 반응의 수량화를 통해서 직물감성을 판정하고자 하는 양적(quantitative) 접근 방법이다. 또 다른 접근 방법으로서 복합 자율신경계 반응의 패턴을 비교하여 직물감성을 판정하는 질적(qualitative) 접근도 가능할 수 있다.

Figure 5는 질적 접근방법으로서 복합 자율신경계 반응의 종합적 패턴을 비교하고자하는 시도이다[14]. 왼쪽에 제시한 패턴은 비선호 직물에 대한 반응이고, 오른쪽에 제시한 패턴은 선호 직물에 대한 반응이다. 선호 직물에 대비하여 비선호 직물에 대한 반응을 보면, HR(Heart Rate: 심박률)이 높고, RSA(Respiratory Sinus Arrhythmia: 호흡간 심박률변화; 심박률에 대한 부교감 신경의 통제)가 적고, 뇌파의 베타파가 많이 출현하며, pulse volume(맥박량)의 변화가 적고, SCR(Skin Conductance Level: 피부전도수준)이 크며, respiration rate(호흡률)이 높고,

**Table 4.** 직물 선호/비선호 판정을 위한 자율신경계 반응 형판(Template) 모델

ANS Indices	Touch mode	Most preferred textures		Least preferred textures	
		Passive	Active	Passive	Active
PNS/ $\beta$ -SNS balance indices					
Cardio-respiratory variables	Mean				
HR bpm change to baseline	0.55	-	-	=	+
RF br/min change to baseline	3.11	+	-	+	-
RSA bpm change to baseline	-1.45	=	-	-	+
PTT ms change to baseline	-4.20	+	-	-	+
Comparison of profile with overall response pattern (matching)		H (high)	L (low)	L (low)	H (high)
SNS activation					
Skin conductance variables					
SCL $^{\circ}$ S	0.61	+	-	+	-
SCR (amplitude) $^{\circ}$ S	0.83	+	-	+	-
SCR rise time ms	2.05	+	-	=	-
SCR magnitude $^{\circ}$ S	1.68	+	-	+	-
SCR number		+	-	+	-
Comparison of SCR profile and matching with overall pattern		H	L	H	L
Summary of ANS profile matching (Final decision criterion)		H H	L L	L H	H L

PTT(Pulse Transit Time: 맥박이동시간) 감소가 작다.

물론 직물감성의 양적 판정(digital decision)은 일단 감성생리신호 정량화 알고리즘이 개발되면 보다 객관적이고 따라서 널리 사용될 수 있다는 장점이 있고, 질적 판정(analogue decision)은 판단자의 직관에 의존하여 즉각적으로 판단할 수 있으나 등급적 판정이 어렵고 오랜 훈련기간을 거쳐야만 비로소 판단의 일관성을 획득하게 되는 제약이 있으나, 현재로서는 어떤 접근방법을 사용했을 때 궁극적으로 직물감성 판정 기술 개발에 성공할 수 있을지 모르기 때문에 두 접근방법 모두를 사용한 병행적 연구가 바람직하다고 할 수 있다.

### 12. 직물의 역학적 특성과 생리적 측정치와의 상관

이제까지의 직물감성의 세 요소인 직물의 역

학적 특성, 심리적 경험, 생리적 반응 및 역학적 특성-심리적 경험, 심리적 경험-생리적 반응간의 관계에 대한 연구분석 결과를 요약하여 차례로 소개하였다.

여기에서는 역학적 특성-생리적 반응간의 관계를 살펴보기로 한다(미발표 자료). 아래 Table 5의 왼쪽에는 뇌파(종류×기록부위) 및 자율신경계 반응 지표, 위쪽에는 역학적 특성을 열거하였으며, 유의미한(p<.05) 상관값만을 해당칸에 제시하였다.

현재로서는 직물감성에 관련된 뇌파 및 자율신경계 지표의 확정이 이루어지지 않은 상태이기 때문에 이 상관표로부터 직물의 역학적 특성과 감성생리 반응간의 관계에 대한 의미있는 해석을 도출해내기 어렵다. 그러나 감성 판정을 위한 생리지표 형편 모델이나 패턴 규명이 완료되면, 즉각적으로 이 상관표를 토대로 역학적 특성을 통하여 감성생리반응을 예측하는 관계식을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

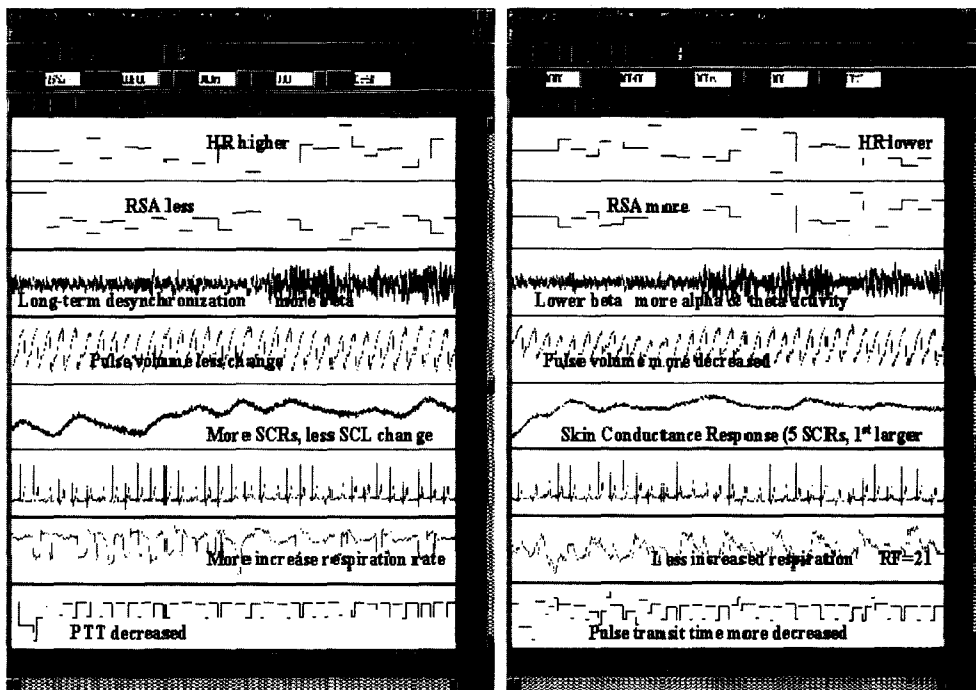


Figure 5. 직물 선호/비선호 판정을 위한 자율신경계 반응 패턴. 왼쪽에 제시한 패턴은 비선호 직물에 대한 반응이고, 오른쪽에 제시한 패턴은 선호직물에 대한 반응이다. 위로부터 HR, RSA, EEG, pulse volume, SCR, respiration rate, PTT 패턴을 제시하였다.

**Table 5.** 직물의 역학적 특성과 생리적 측정치와의 상관

	ten. EM	ten. lt	ten. wt	ten. rt	bend. b	bend. 2hb	shear. g	shear. 2h	comp. lc	comp. wc	comp. rc	surf. miu	surf. mmd	surf. smd	thick-ness	weight	koshi	fukurami	numeri	t.h.v.
DEF3																			.86	-.91
DEF4																				
DEP3						-.90	-.85							-.93					.84	
DEP4					-.92															
THF3																				
THF4																				
THP3																				
THP4																				
SAF3					.83	.85	.83	.82												
SAF4					.94	.93	.91	.87						.83						-.84
SAP3																				
SAP4																				
FAF3																				
FAF4																				
FAP3																				
FAP4																				
SBF3																				
SBF4																				
SBP3																				
SBP4																				
FBF3	-.94				-.85	-.87	-.91	-.94									-.90	-.81		
FBF4	-.85		.83		-.83	-.86	-.91	-.95				.86					-.94		.85	
FBP3	-.83						-.82	-.85									-.86		.84	
FBP4					-.85	-.84	-.84	-.89									-.85			
HR	-.89									-.85					-.89			-.92		
PTT					.96	.94								.90						-.83
RF																				
RSA																				
SCL			-.83	.82					.88		.83								.88	-.85

DE: Delta파, TH: Theta파, SA: Slow Alpha파, FA: Fast Alpha파, SB: Slow Beta파, FB: Fast Beta파, HR: 심박률, PTT: 맥박이동시간, RF :호흡률, RSA: 호흡공동변화, SCL: 피부전도수준, 한편, 뇌파 옆의 숫자는 뇌파를 기록한 전극 부위를 나타냄(예, F3: 좌측 전두엽 부위)

**13. 연구결과 종합: 직물의 물리적/역학적 특성, 생리적 반응, 심리적 감성간의 관계 규명**

이제까지 소개한 본 연구실의 연구결과를 종합하여 직물 감성연구를 위한 구체적인 목표와

접근방식을 정리할 수 있을 것이다. 직물의 물리적/역학적 특성, 생리적 반응, 심리적 감성간의 관계 규명을 위한 연구의 길잡이로서 Figure 6의 도식을 제시하였다.

현재까지 본 연구실에서의 직물감성 연구는

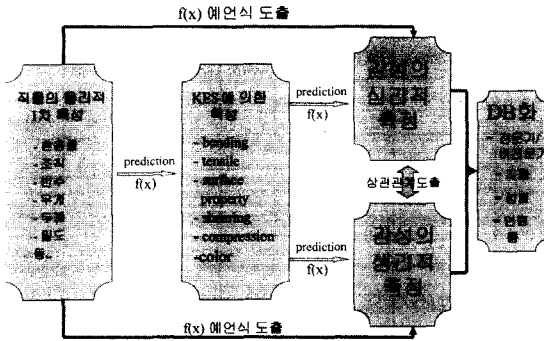


Figure 6. 직물감성 연구를 위한 구체적인 목표와 접근방식.

직물의 역학적 특성과 심리적 감성간의 관계식, 역학적 특성과 생리적 반응간의 상관계수, 심리적 감성과 생리적 감성간의 관련 형판 모델 개발에 돌입하고 있다. 이중 가장 우선적으로 성취해야 할 핵심적 과제는 형판모델을 세련화시키고, 나아가 심리적 감성과 생리적 반응간의 관계식을 도출하는 것이다. 국제적으로 정서/감성 생리 반응연구는 원시적인 형판모델의 개발에 도전하고 있는 수준이다. 따라서 본 연구실에서 목표로 하고 있는 감성판정을 위한 복합 생리지표 형판 모델 개발 및 관계식 도출에의 도전은 학문적으로 중요한 가치를 가진다. 아울러 직물 감성뿐 아니라 다양한 감성연구(예를 들어, 시각감성, 청각감성, 스트레스 연구 등)에 기여할 수 있다.

오늘날의 연구는 학제간 연구를 통한 협력과 정보교환 및 교육, 그리고 연구 아이디어의 상호 제공을 질실히 필요로 한다. 본 연구실의 직물감성 연구는 한국표준과학연구원 역학부의 강대임 박사 연구실 및 충남대 의류학과 홍경희 교수 연구실과의 공동 연구 및 교환 연수를 통하여 크게 진전하였다. 앞으로 두 연구실뿐만 아니라 직물감성에 관심을 가진 다양한 연구실 및 연구자와의 교류를 통해서 서로의 연구를 발전시킬 수 있기를 기대하며, 본 연구실의 연구결과를 소개할 수 있도록 우수한 연구지인 「섬유기술과 산업」지의 지면을 할애해 준 한국섬유공학회에 감사드린다.

\*본 연구는 선도기술개발사업, 감성공학(과기부) 연구비(연구책임자: 손진훈, 과제명: 피부감

각의 감성요소 측정기술 및 DB개발)에 의해 이루어졌다.

참고문헌

1. J. H. Sohn, E. Sokhadze, S. S. Choi, K. H. Lee, and I. G. Yi, *Experimental Neurobiology*, **6**, 71 (1997).
2. P. Ekman, R. J. Davidson, and W. V. Friesen, *Journal of Personality and Social Psychology*, **58**, 342(1990).
3. A. W. Goodwin and H. E. Wheat, *Experimental Brain Research*, **32**, 447(1992).
4. 손진훈, 박현영, 이임갑, 최상섭, 강대임, *감성과학*, **1**(2), 35(1998).
5. 손진훈, 박현영, 문성실, 최상섭, 강대임, *한국감성과학회 '98 추계학술대회 논문집*, **2**(2), 230(1998).
6. 김지은, 이경화, 이임갑, 손진훈, *한국감성과학회 '97 학술대회 논문집*, **1**(1), 189(1997).
7. 김지은, 박연숙, 오애령, 최상섭, 손진훈, *감성과학*, **1**(1), 153(1998).
8. 권영하, 촉각/질감 감성요소와 역학적 측정값과의 상관관계 연구, 한국표준과학연구원 위탁연구보고서, 1996.
9. 홍경희, 김재숙, 박춘순, 박길순, 이영선, 김재임, *한국의류학회지*, **18**(3), 327(1994).
10. S. Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", 2nd Ed., The Text. Mach. Soc. Japan, Osaka, 1980.
11. 이경화, 김지은, 이임갑, 손진훈, *한국감성과학회 '97 학술대회 논문집* **1**(1), 220(1997).
12. J. H. Sohn, J. J. Im, D. I. Kang, J. E. Kim, K. H. Lee, and H. S. Yeo, *Psychophysiology*, **34** (suppl. 1), S83(1997).
13. P. Ekman, R. W. Levenson, and W. V. Friesen, *Science*, **221**, 1208(1983).
14. 손진훈, 피부감각의 감성측정 기술 및 DB 개발, 감성공학기술개발-1단계 ('95~'97) 연구결과 발표회 자료집, 과학기술정책관리연구소. pp. 3-12, 1998.
15. 손진훈, 임재중, 이경화, 여형석, 박진우, *한국감성과학회 '97 학술대회 논문집*, **1**(1), 94(1997).
16. E. Sokhadze, I. G. Yi, K. H. Lee, and J. H. Sohn, *Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility*, **1**(2), 13(1998).
17. E. Sokhadze, K. H. Lee, S. H. Park, and J. H. Sohn, *Proceedings of '98 Fall Meeting of Korean Society for Emotion & Sensibility*, **2**(2), 225 (1998).