

센서 기반형 스마트 의류의 디자인을 위한 사용성 평가 척도 개발

조하경 · 이주현

연세대학교 의류환경학과

The development of Usability Evaluation Criterion for sensor based smart clothing

Ha kyung Cho and Joo hyeon Lee

Dept. of Clothing and Textile, Yonsei University

Abstract : Since the late 1990, "Smart clothing" has been developed in a various way to meet user centered design and human engineering that considered usability, wearability with clothing. Under this circumstance, research and development of smart clothing has been demanded usability and wearability test. But, Study of the usability evaluation for sensor based smart clothing is insufficient. In this study, we suggest criterion of usability evaluation for sensor based smart clothing that evaluate on the point of view such as wearability of clothing, interaction of clothing and devices, interaction of body and devices. we performed qualitative and quantitative test with developed smart clothing to present usability evaluation criterion for sensor based smart clothing. As a result, total 7 categories such as 'usefulness', 'wearability', 'appearance', 'riskness', 'facility of management', 'perceived change', were extracted as the usability and wearability criterion. Additionally, 28 factors of evaluation criterion for sensor based smart clothing were indicated on the result of this research. This study have meaning to indicate usability evaluation criterion for sensor based smart clothing.

Key words : sensor based smart clothing, usability criterion, wearability criterion, qualitative test, quantitative test

1. 서 론

스마트 의류는 섬유 패션 기술을 주 기술로 하고 디지털 하드웨어 기술 및 소프트웨어 응용기술을 중 기술로 하는 퓨전 기술에 의해 창출되는 스마트 기능의 섬유제품이다(산업자원부, 2004). 또한 섬유패션 기술과 디지털 관련 기술과의 접목에 의하여 하이테크 기능성 스마트 섬유제품을 구성하는 것으로, 소비자의 고감성화 수요를 만족시키는 신개념의복으로 정의될 수 있다.

착용자를 둘러싼 물리적 인터페이스로서의 의복에 대한 착용편의성과 사용편의성, 인체의 자세와 동작 등 인체공학적 측면에 대한 배려 및 사용자 중심의 디자인에 대한 연구가 다각적으로 진행되면서, 보다 진보된 스마트 의류로서의 평가가 요구되고 있다(육형민 외, 2004). 스마트 의류는 사용자가 원하는 상황에서라면 언제, 어디서든 접근하여 사용하는 것이 가능하다는 장점을 지니고 있으며, 형태적 특징으로는 사용자가 종래의 의류처럼 신체에 컴퓨팅 장치를 착용할 수 있으며, 기능적 특징으로는 이동하면서 자유롭게 정보에 접근할 수 있고, 항상 동작중인 컴퓨터에서 쉽고 빠르게 정보를 제공받으면서도 주변의 맥락과 지속적으로 관계를 맺을 수 있다는 것이다(육형민,

2004). 이러한 점에서 스마트 의류의 착용성, 사용성 평가는 기존의 의복의 착용성 평가, 컴퓨팅 기기의 사용성 평가와는 다른 방식의 접근방법이 필요하다. 그러나 단순히 스마트 의류라는 일반적 의복의 개념으로는 사용자들에게 스마트 의류라는 측면이 기존의 휴대용 기기들과의 차이를 명확히 제공하기는 힘들며, 이러한 측면이 스마트 의류의 특성을 반영한 사용성의 주요 요인 도출을 어렵게 한다. 특히 센서 기반의 스마트 의류에 관한 사용성 요인의 도출은 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 스마트 의류의 실증적 사용성 평가를 토대로 센서기반 스마트 의류의 사용성 평가 지침 항목을 개발하고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 스마트 의류의 사용성 평가

사용성, 또는 사용편의성은 일반적으로 사용자 인터페이스의 효능을 표현하는 의미(육형민, 2004, 재인용)로, 제품 혹은 시스템이 인간의 인지적, 지적, 신체적 요구와 어느 정도 부합하는지 평가하는 것이다(박선민, 2004). 사용성의 개념은 크게 수행도와 감성으로 객관적 측면과 주관적 측면으로 구성되며, 수행도와 감성이 종합적으로 고려되어야 제품의 이미지나 평가를 보다 정확하게 판별할 수 있다. 2001년 이후 현재에 이르는 스마트 의류는 본격적인 의류 제품화 시기에 접어들었으며, 수요

Corresponding author; Joo hyeon Lee
Tel. +82-2-2123-3108, Fax. +82-2-2123-2770
E-mail: ljhyeon@yonsei.ac.kr

나 인지도가 높아짐에 따라 그 개발 속도가 더욱 가속화되고 있다. 스마트 의류에 관한 연구는 지금까지 연구된 소형화, 경량화, 무선 의사소통 기술 같은 기술적 측면 뿐 아니라 인간공학학적 측면을 반영하여 보다 인간 중심화 된 착용성과 사용성을 향상시키는 방향으로 진행되고 있다(박선민, 2004).

스마트 의류의 착용성 및 사용성 평가는 Gemperle 등의 “착용성 향상을 위한 디지털 의류의 디자인 지침”을 기반으로 하여 다양하게 전개되어 왔다. Gemperle 등의 연구에서는 인간의 신체를 컴퓨팅 기기가 사용되는 새로운 환경으로 보고 물리적으로 구현되는 착용형태 및 컴퓨팅 기기와 인간의 신체와의 관계를 ‘착용성’이라고 정의하고 컴퓨팅 기기의 물리적 속성과 착용자와의 상호작용을 중심으로 착용성 향상을 위한 가이드라인을 제시하였다(Gemperle et al., 1998).

2.2. 사용성 평가 척도 개발에 관한 연구 동향

Knight(2002) 등의 연구에서는 라디오 네트워크를 통해 데이터를 전송하며, 선수들의 움직임에 대한 속도와 가속도, 체온, 맥박 등의 데이터를 얻을 수 있도록 개발한 센스 베스트의 사용자 만족감측정 척도를 개발하였다. 만족감 관련 평가 항목은 감정, 부착성, 불편함, 인지적 변화, 운동성, 걱정 등의 6개 항목으로 분류되었으며, 만족감 평가 척도는 착용상태에서 일반적인 상황, 던지는 상황, 매우 활동적인 상황 등 세 가지 조건 하에서 만족감을 평가하였다(Knight et al., 2002).

양은실(2003)의 연구에서는 사용성과 착용성 평가에 기초하여 스마트 의류의 디자인 프로토타입을 개발하는 것을 목적으로

로 하였다. 제작된 의복을 사용성과 착용성 평가를 위해 심층 면접을 실시하였으며, 심층면접을 위한 평가항목은 피복인간공학 측면의 착의 평가와 인간공학 측면의 사용성 평가의 연구들을 토대로 9개의 범주로 구성하였다(양은실, 2003). 육형민(2004)의 사용성 요인 추출을 위한 연구에서는 스마트 의류를 4가지 사용용도로 나누어 사용성 및 착용성 평가 문항을 구성 후 이에 대한 요인분석을 실시하여 범주화 구성을 하였다. 그 결과 심미적 외관, 착용편의성, 적응성, 운동기능성, 정보와의 상호작용의 범주로 도출되었다(육형민, 2004).

산업 디자인 측면에서 Nielsen의 사용성 평가를 위한 10가지 사용성 발견법칙은 심미성과 최소성, 유연성과 효율성, 가시성, 통제감과 자율성, 내구성의 범주로 구성되며, 이는 산업 디자인 측면의 사용성 평가 척도의 기반이 되고 있다(우승정, 2005 재인용).

3. 연구방법

3.1. 용어 정의

3.1.1. 사용성

1990년대 후반 이후의 스마트 의류는 일반 사용자에게 필요한 사용자 중심의 디자인이 시도되면서 사용편이성, 만족감 등과 같은 인간친화적인 요소들이 주요 연구과제로 등장하기 시작하였다. 선행연구들을 고찰한 결과 스마트 의류의 사용성 평가에 대한 개념은 기존의 기기의 사용성 평가에 기반한 인터페이스 사용성 평가를 넘어서 피복공학적 착용성과 기기의 사용

Table 1. 선행연구에 나타난 사용성 의 범주.

	Knight (2002)	박선민 (2004)	양은실 (2003)	육형민 (2003)	우승정 (2005)	Nielsen의 10가지 사용성 발견법칙 평가항목 (우승정, 2005 재인용)
외관	emotion (감정)	외관	외관	심미적 외관	심미성	심미성과 최소성
착용감	attachment(부착성) harm(불편함)	착용성	착용성	착용 편의성	동작 용이성 착용방식 신체에 미치는 영향	통제감과 자율성 유연성과 효율성
인지적 변화	perceived change (인지적 변화)		인지적 변화	적응성	심리적 만족감	
기기 부착의 적절성	movement (운동성)	위치	와이어 경로 적절성 기기 위치의 적절성	운동 기능성	easy/ comfort use	가시성
인터페이스 조작의 용이성		물리적 편리성 조작의 용이성	조작의 용이성		mobile easy use	통제감과 자율성
위험 인지	anxiety (걱정)	위협성	위협성		심리적 만족성 (안전)	
관리의 용이성		관리의 용이성	관리의 용이성			내구성
정보 획득의 유용성		유용성	유용성	정보와 상호 작용성	효용성	

성이 함께 평가되어야 함을 알 수 있다. 이에 본 연구의 스마트 의류 사용성 평가는 인체공학에 기반한 피복 착용성과 피복과 기기와의 상호작용성, 기기와 인체와의 상관성, 기기의 사용성 및 효용성을 통합하여 사용성이라 한다.

3.1.2. 센서 기반 스마트 의류

“스마트 의류”는 기존의 PC 부품들을 신체에 분산 부착하는 “착용형 컴퓨터(Wearable computer)”에서 발전한 개념으로, 일상생활에서 착용되는 의류에 센서 기능이나 IT 기능을 부가함으로써, 고도의 생활 편의성이라는 새로운 부가가치를 부여하는 신종 의류라는 차이점을 지닌다.

“센서 기반 스마트 의류”는 스마트 의류의 한 종류로서 생체 신호 측정이 가능한 디바이스 및 센서를 의복 내에 내장시킴으로써, 미래 생활의 건강 관리 개념의 라이프스타일에 있어 언제 어디서나 건강을 체크 및 관리 가능하도록 고안된 신종 의류 제품을 의미한다.

3.2. 연구 절차

본 연구에서는 기기와 의복의 결합이라는 새로운 분야의 사용성 및 착용성 평가항목을 도출하기 위하여 센서, 스마트 의류의 사용성 및 착용성에 관한 문헌 연구와 산업 디자인 분야의 사용성 평가 문헌을 고찰하여 두 분야를 비교 분석하였다. 그 결과 기기와 의류의 두 영역에 모두 교차되는 내용을 사용성 평가 항목으로 도출하였다. 설문평가와 인터뷰를 동시에 진행하여 사용성 평가 항목 도출에 반영하였다. 설문평가의 내용은 통계분석의 신뢰도, 요인분석을 통하여 요인을 추출하였고, 인터뷰 내용은 채록 및 분석을 통해 요인 분석 결과와 함께 사용성 평가 항목을 추출하는데 사용하여 최종 센서기반 스마트 의류를 위한 착용성, 사용성 평가 항목을 추출하였다.

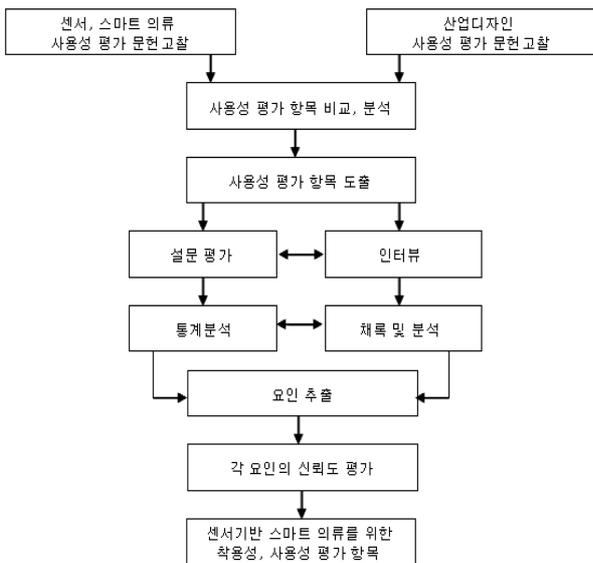


Fig. 1. 사용성 평가 항목 추출을 위한 연구 절차

3.3. 사용성 평가 항목 도출

스마트 의류의 사용성 평가의 선행연구(박선민, 2004; 육형민, 2004)와 산업디자인의 사용성 평가 항목(Knight et al., 2002; Siegel and Bauer, 1997) 을 비교하여 공통적인 항목을 도출하고 그 중 센서 기반 스마트 의류에 적합한 항목을 추출하였다. 본 연구에서는 생체 신호 센서 기반의 스마트 의류의 사용성 및 착용성 평가 항목을 도출하고자 사용성 평가 항목과 관련된 선행연구를 고찰하고, 각각의 연구에서 중복되는 카테고리 외관, 착용감, 인지적 변화, 위험인지, 관리의 용이성, 정보획득의 유용성의 6개 항목으로 분류하였다. 기기 부착의 적절성, 인터페이스 조작의 용이성의 항목은 본 연구에 사용된 스마트 의류의 경우는 사용자가 의복 내 기기를 인지하지 않아야 한다는 점을 고려하여 제외하였다. 그 중 중복되는 항목과 센서 기반 의복에 적합하지 않은 항목을 제외하고 6개 범주 30개의 문항을 선별하였다.

3.4. 사용성 평가 방법

3.4.1. 정량적 평가

(1) 인구 통계학적 특성 : 인구 통계학적 내용은 연령, 학력, 성별을 묻는 문항으로 구성되었다.

(2) 디자인 모형에 대한 정량적 척도 : 선행 연구를 통해 추출된 내용에 대한 항목별 차이를 알아보기 위해 6가지 범주의 30문항을 제시하고 평가 문항은 설문지는 5점 Likert type을 적용, 정량적으로 분석하였다.

3.4.2. 정성적 평가

(1) 디자인 모형에 대한 정성적 척도 : 정량적 척도에 사용한 외관, 착용감, 인지적 변화, 위험인지, 관리의 용이성, 정보획득의 유용성의 6가지 항목으로 나누어서 반구조적(semi-structured)이고 개방적인(open-ended)질문의 형태로 이루어졌다.

설문지 조사와 인터뷰를 동시에 진행하여 데이터의 정량적 분석과 정성적 분석을 하였다. 이렇게 평가된 항목들은 SPSS 11.0을 통하여 신뢰도 분석, 요인분석을 실시하여 사용성을 구성하는 범주를 추출하였다. 심층면접은 응답자가 자유롭게 진술 하도록 하고, 인터뷰 결과는 질적 분석을 통해 항목별로 분류하였다. 심층면접을 통한 평가 항목의 도출은 정량적 평가에서 부족한 요인 추가 및 정량적 평가와의 비교분석을 통한 신뢰성 확보를 위해 실시되었다. SPSS 11.0을 통하여 분류된 범주들은 인터뷰 결과에서 나온 항목과 비교 분석하여 최종 요인을 도출하였다.

3.5. 연구 기간 및 연구 대상

본 연구의 사용성 및 착용성 평가를 위한 설문 및 인터뷰는 2006년 4월 21일~5월 30일까지 진행되었다. 연세대학교 대학생, 대학원생을 대상으로 전공에 상관없이 무작위로 155명을 선정하여, 10분간 실험 의류를 착용하도록 한 후 착용성 및 사용성에 관한 정성적, 정량적 평가를 실시하였다.

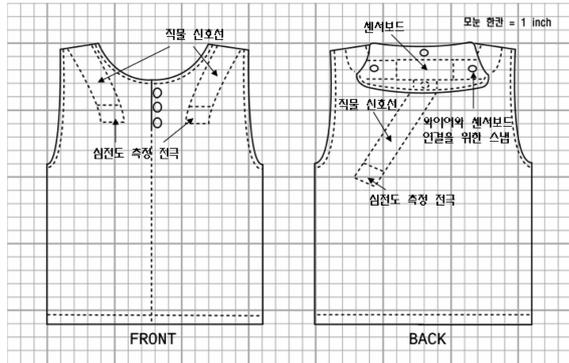


Fig. 2. 사용성 및 착용성 평가를 위한 스마트 의류의 구성도.



Fig. 3. 사용성 평가를 위한 스마트 의류의 실물사진.

3.6. 측정 도구

본 연구에서 사용한 스마트 의류는 선행연구인 “센서 기반형 스마트 의류의 디자인 연구”를 통해 개발된 티셔츠형 의복으로 실시하였다. 본 의복은 직물로 구성된 ECG 전극, 직물 신호선과 지름 1 cm의 온도 센서가 부착되어 있으며, 뒷목 부분에는 가로*세로, 4*8의 메인보드가 구성되도록 하였다.

4. 연구 결과

4.1. 사용성 평가 항목의 요인 구조

본 연구에서는 센서 기반의 스마트 의류 문항을 도출한 후

사용성의 구조를 알아보기 위하여 요인분석을 실시하였다. 분석결과 총 6개의 요인이 도출되었으며, 신뢰도(Cronbach'sa)는 0.757로 나타났다. 도출된 6개 요인들의 총 변량에 대한 누적 설명량은 51.50%였다. 범주별 요인으로는 요인 1은 13.53%, 요인 2는 9.28%, 요인 3은 8.55%, 요인 4는 7.05%, 요인 5는 6.97%, 요인 6은 6.09%로 나타났다.

총 30문항 중 9문항을 제외한 21문항이 7개의 범주로 나누어졌으며, 9문항은 요인분석에 의한 의미를 갖지 못하는 것으로 분석되어 제외되었다. 1요인에서 ‘착용시 건강체크의 부담이 든다.’의 항목은 하나의 요인에 속하기에는 다른 항목들에

Table 2. 설문문을 통해 추출된 7개의 범주.

요인	항목	부하량	변량 백분율 (%)	누적 변량 (%)
기능의 효용성	이 의복을 입지 않았을 때보다 건강관리를 효율적으로 할 수 있을 것 같다.	0.754	13.537	13.537
	이 의복은 꼭 필요한 의복이라 생각한다.	0.748		
	이 의복을 입고 있으면, 나의 건강에 대해 관심이 될 것 같다.	0.631		
	건강의 위협시 핸드폰으로 알람을 알려주는 것이 유용할 것으로 생각한다.	0.590		
의복 편의성	의복 착용 시 평상시 보다 안전하다는 생각이 든다.	0.537	9.283	22.820
	이 의복은 내가 움직이는 데 영향을 끼친다.	0.680		
	내 신체 위에 기기가 있다는 것이 느껴진다.	0.664		
외관 만족도	전체적인 의복의 외관에 만족한다.	0.719	8.552	31.372
기기 안정성 (위험성)	전자파나 열 등에 대한 인체에 미치는 해에 대해 안전하다고 생각한다.	0.613		
	기기, 의복 구성에 있어 시스템이 안정성을 가진다고 생각한다.	0.598		
관리의 용이성	세탁 및 관리가 쉽도록 설계되었다.	0.739	7.059	38.430
	기기의 탈부착이 편리하게 설계되었다.	0.675		
	직물로 된 센서와 신호선의 사용이 관리나 세탁을 용이하게 할 것이다.	0.663		
특이성	일반적인 의복과 외관이 다른 느낌이 든다.	0.714	6.979	45.409
	의복을 입었을 때 사회적 시선 등의 부담이 느껴진다.	0.615		
	의복을 입고 벗기에 내장된 기기로 인한 불편함이 느껴진다.	0.613		
	나는 이 의복을 입었을 때, 긴장감이 든다.	0.554		
	나는 이 의복을 입는 것이 어색하다.	0.505		
기기 편의성 (위치의 적합성)	기기의 위치가 적절한 위치에 있다.	0.612	6.093	51.502
	움직임 시 센서로 인한 이물감이 느껴진다.	0.610		

비해 낮은 요인점수를 가져 제외되었으며, '이 의복을 착용하면 안전하지 못하다고 생각한다.', '기기의 On-Off기능이 있는 것이 중요하다.'의 항목은 2요인에서 다른 문항과의 의미요인을 볼 때 부합되지 않아 제외하였다. 3요인에서는 0.5이하의 점수를 보이는 세 문항('일상적 외관을 갖는다는 것에 만족한다.', '외부 충격에 의해 기기파손의 위험성을 느낀다.', '기존의 의복과 같이 내구성이 좋게 구성되어 있다.')을 제외하고 나머지 문항으로 구성하였으며, '의복을 입게 되면 기존과 같이 편안한 느낌이다.'의 항목은 2요인, 3요인에 각각 0.363, 0.393의 요인점수를 보여 한 요인에 묶이기에는 요인의 설명력을 가지지 못해 제외하였다. 5요인에서는 '촉감이 다르게 느껴진다.' 항목에서 응답자들의 생각으로는 촉감이 느껴지는 것이 세탁, 관리의 용이성과 관련이 있다는 답변을 보였으나, 요인의 의미를 설명할 수 없어 제외하였다. 6요인에서는 의미 요인을 평가하여 두 문항('센서 기반의 스마트 의류의 디자인이 중요하다.', '이 의복을 입고 있으면, 나의 건강에 대해 관심이 될 것 같다.')을 제외하고 구성하였다. 이와 같이 추출된 6개의 요인에 대해서 세부 항목의 평정치의 평균을 참고하여 7개의 대표 범주 용어를 추출하였다. 7개의 범주 용어들은 선행연구의 사용성 범주 용어의 고찰과 본 연구의 결과 범주에 속한 각 항목들의 대표 단어로 선정하였다. 대표 범주 용어는 기능 효율성, 의복 편의성, 외관만족도, 기기 안정성, 관리 용이성, 특이성, 기기 편의성으로 추출하였다. 추출된 대표 범주 용어 중 의복 편의성, 관리 용이성, 특이성, 외관만족도는 의복의 고유의 속성과 관련된 평가 척도로 고려할 수 있었으며, 기기안정성, 기기 편의성은 기기와의 상호 작용에 기인한 평가 척도로 고려할 수 있었다. 또한 선행연구에서 추출한 범주에서 제외한 기기 부착의 위치 항목은 요인분석결과 기기로 인한 의복의 착용성과 관련된 평가 척도 범주의 하나로 추출됨을 알 수 있었다.

- 1) **기능의 효율성** : 센서 기반의 스마트 의류를 입었을 경우 의복 내에 통합된 기능이용할 것인지에 대한 요인들을 설명한다.
- 2) **의복 편의성** : 기존 의복의 착용성에 관련된 항목으로 스마트 의류를 착용 하였을 때, 의복 및 기기가 기존의 의복과 같이 편안하며, 착용감이 좋은지를 평가하는 범주이다.
- 3) **외관 만족도** : 스마트 의류의 전체적인 외관에 대한 만족도를 묻는 항목으로 구성되어있다.
- 4) **기기 안정성** : 기기를 의복에 통합함으로써 기기로 인한 전자파, 시스템 안정성에 대해 평가하는 범주로 나타났다.
- 5) **관리의 용이성** : 기존의 의복과 같이 세탁 및 관리가 용이한지 묻는 요인으로 분류되었다.
- 6) **특이성** : 센서기반의 스마트 의류의 착용시 기존의 의복착장과는 달리 다른 느낌, 인지감이 드는지를 평가하는 요인이다.
- 7) **기기 편의성** : 기기의 위치가 의복을 입었을 때, 착용성과 관련해서 기기가 적정한 위치에 있는지를 평가하는 기기와 관련된 착용감을 평가하는 요인으로 나타났다.

4.2. 인터뷰를 통한 평가 항목 도출

설문과 동시에 이루어진 인터뷰를 통한 정량적 사용성 평가에서는 다음과 같이 나타났다.

기능의 효율성, 관리의 용이성, 특이성의 범주에서는 대부분의 응답자가 전반적으로 만족하고 있었으며, 일상적인 의복과 같은 스타일로 기존의 의복과 다른 특이성은 인지하지 못한다고 답하였다. 또한 위의 범주들에 대하여 피험자들의 답변은 설문과 중복되는 답변을 한 것으로 평가되어 본 구성에서 제외하였다.

1) **의복 편의성** : '센서로 인해 의복이 몸에 붙여야 한다면, 겉옷으로 입기는 부담이 될 것 같다.'(42.3%), '운동 등의 격한 활동 시에는 땀으로 인해 센서 부분이 불편해질 것 같다.'(12.2%)의 의견이 제시되었다.

2) **외관 만족도** : '소재가 일반 티셔츠 같은 외관의 소재였으면 한다'(38.9%)라는 응답이 가장 많았으며, '옷의 형태가 다양하게 변환되는 의복이었으면 한다'(30.2%)라는 의견도 제시되었다.

3) **기기 안정성** : 기기 안정성에 대한 답변으로는 '기기가 외부의 충격으로 인해 파손될까 걱정 된다'라는 의견이 가장 많이 나왔으며(52.5%), '비가 오거나 물에 젖거나 하면 전류가 흐르거나 오작동 되는 문제가 발생하지 않을까 한다.'(32.2%)는 의견도 많았다.

4) **기기 편의성** : 기기의 위치에 관해서는 '한 부위에 넣을 수 있도록 디자인된 것 보다는 원하는 부위에 넣을 수 있도록 하는 것이 더 바람직'(42.2%)이라는 의견이 제시되었으며, '기기의 무게가 한곳으로 쏠리는 경향이 있어 무게중심의 문제로 불편함을 느낀다.'(50.4%)이라는 문제점을 가장 많이 제시하였다.

4.3. 센서 기반 스마트 의류의 사용성 평가 항목 개발

설문 조사를 요인분석 하여 센서 기반 스마트 의류의 사용성 평가 항목을 7개의 범주로 분류하였다. 또한 심층면접을 통한 의견들을 종합하여 각 범주별로 나누어 빈도 분석 결과를 토대로 가장 많은 답변이 나온 항목을 앞에 제시하였으며, 그 항목을 대표할 수 있는 요인을 각각의 범주에 포함하였다. 제 2요인 의복 편의성에 「움직임 시 센서로 인한 이물감이 느껴진다.」, 「의복 착용시 기존의 의복과 같은 느낌이다.」 두 항목을 추가하였다. 제 3요인 외관 만족도에는 「의복의 소재가 만족스럽다」, 「기기가 들어간 의복이 일상적 외관을 가졌다는 것에 만족한다」, 「센서 기반 스마트 의류의 디자인 스타일이 중요하다.」의 3가지 문항을 첨가하였다. 기기 안정성을 나타내는 4요인에는 「기기가 외부 충격에 안전하다고 생각한다」, 「기기의 오작동으로 인한 해가 걱정된다」의 두 항목을 추가하였다. 마지막 7요인인 기기 편의성 요인에는 「기기의 무게로 인한 불편함이 느껴진다」는 항목을 추가하였다.

그 결과 센서 기반 스마트 의류의 사용성 평가를 위한 항목은 총 7개의 요인에 28개의 항목으로 구성되었다. 추가 항목에는 요인 분석을 통해 요인 변별력을 갖지 못해 제외된 항목들이 포함 된 경우가 있는데, 이는 인터뷰 응답의 정성적 평가를

Table 3. 센서기반 스마트 의류의 사용성 평가항목

요 인	항 목
기능의 효용성	이 의복을 입지 않았을 때보다 건강관리를 효율적으로 할 수 있을 것 같다.
	이 의복은 꼭 필요한 의복이라 생각한다.
의복 편의성	이 의복을 입고 있으면, 나의 건강에 대해 안심 이 될 것 같다.
	건강의 위험시 핸드폰으로 알람을 알려주는 것 이 유용할 것으로 생각한다.
	의복 착용 시 평상시 보다 안전하다는 생각이 든다.
	이 의복은 내가 움직이는 데 영향을 끼친다. 내 신체 위에 기기가 있다는 것이 느껴진다. 움직임 시 센서로 인한 이물감이 느껴진다. 의복 착용시 일반 의복과 같이 편안한 느낌이다.
외관 만족도	전체적인 의복의 외관에 만족한다.
	의복의 소재가 만족스럽다.
	기기가 들어간 의복이 일상적인 외관을 가졌다는 것이 마음에 든다.
기기 안정성 (위험성)	센서 기반의 스마트 의류는 다양한 형태로 변 환, 호환되는 것이 좋다.
	전자파나 열 등에 대한 인체에 미치는 해에 대 해 안전하다고 생각한다.
	기기가 외부 충격에 안전하다고 생각한다. 기기의 오작동이 걱정된다.
관리의 용이성	세탁 및 관리가 쉽도록 설계되었다.
	기기의 탈부착이 편리하게 설계되었다. 직물로 된 센서와 신호선의 사용이 관리나 세탁 을 용이하게 할 것이다.
특이성	일반적인 의복과 외관이 다른 느낌이 든다.
	의복을 입었을 때 사회적 시선 등의 부담이 느껴진다. 의복을 입고 벗기에 내장된 기기로 인한 불편함 이 느껴진다.
	나는 이 의복을 입었을 때, 긴장감이 든다. 나는 이 의복을 입는 것이 어색하다.
기기 편의성 (위치의 적합성)	기기의 위치가 적절한 위치에 있다.
	기기의 무게로 인한 불편함을 느낀다. 움직임 시 센서로 인한 이물감이 느껴진다.

통하여 응답들을 대표할 수 있는 대표 요인을 추출하는 과정에서 요인분석에서 탈락된 항목들이 재추출된 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 센서 기반의 스마트 의류의 사용성 평가의 평가 척도를 제시하고자 하였다. 센서 기반의 스마트 의류의 실증적 평가 방법을 제시하기 위해 스마트 의류를 제작, 심층면접과 설문 면접을 통해 사용성 평가를 위한 문항을 제시하였다. 설문에 사용된 문항은 선행연구에서 사용된 사용성 평가 문항을 비교, 분석하여 총 6범주에 30가지 문항을 추출, 구성하였

다. 요인분석 결과 사용성 평가 요인은 총 7개의 범주, 21문항으로 분류되었다. 7개의 범주는 기능의 효용성, 의복편의성, 외관 만족도, 기기안정성, 관리의 용이성, 특이성, 기기편의성으로 명명하였으며, 정성적 평가를 통해 추출된 항목을 포함하여 28개의 항목을 제시하였다.

본 연구에서는 센서 기반의 사용성 평가 항목을 위한 연구로 기존의 스마트 의류의 사용성 평가 항목과는 다른 차이점을 보인다. 기기 사용성 항목에 있어서 센서 기반 스마트 의류는 기기를 착용자가 인지하지 않도록 구성되어야 하는 바, 기기 사용성 부분이 요인으로 구성되지 않았다. 또한 본 연구에서 개발된 사용성 평가 항목은 의복 편의성, 의복과 기기의 상호 작용성, 신체와 기기간의 상호 작용성, 즉, 의복과 기기를 하나로 통합하여 평가되는 요인량을 보임으로써 통합된 범주로 평가되어야 함을 제시하는 등 기존연구와의 차별점을 제시하였다. 따라서 본 연구는 센서 기반 스마트 의류의 사용성 평가 항목을 제시함으로써 센서 기반 스마트 의류의 지표를 마련하였다는 점에 의의를 갖는다.

그러나 센서 기반의 스마트 의류의 전반을 평가하여 결과를 도출하지 않아 센서 기반 전반의 의류에 접목시키기에는 제한점이 있으므로 추후 센서 기반 스마트 의류의 넓은 범위의 연구가 요구된다.

참고문헌

박선민. (2004) *지체장애인을 위한 디지털 웨어 디자인 프로토타입 개발*, 연세대학교 석사학위 논문.

양은실. (2003). *사용성 및 착용성 평가에 기초한 웨어러블 컴퓨터의 디자인 프로토타입 개발*. 연세대학교 대학원 석사학위논문.

육형민. (2004). *스마트 제킷 디자인을 위한 사용성 평가 척도 개발*. 연세대학교 대학원 석사학위논문.

육형민, 전명훈, 이희승, 성지하, 황신웅, 노윤진, 손영우. (2003). *지능형 자켓 디자인을 위한 사용성 요인추출*. *한국감성과학회지*, 6(3), 89-99.

육형민, 전명훈, 오창영, 손영우. (2004). *‘웨어러블 컴퓨터에 대한 사용성 평가 연구-사용자 중심의 스마트 자켓 디자인을 위한 평가척도’*. *감성과학회지*, 7(3), 7-13.

이주현. (2004). *일상생활용 디지털 의류*, *섬유기술과 산업*, 8(1), 11-18.

우승정. (2005). *미래 전장 환경을 위한 스마트 의류형 전투복 제킷의 탐색적 연구*, 연세대학교 대학원 석사 학위논문.

산업자원부. (2004). *산업기술로드맵*.

Gamperle, F., C. Kasabach, Stivorie, J., M.Bauer, & Martin, R. (1998). *Design for Wearability, Digest of Paper Forth International Symposium of Wearable Computer, Los Alamitos, California: IEEE*.

James F. Knight, Chris Baber, Anthony Schwartz and Huw W. Bristow, (2002). *The Comfort Assessment of Wear able Computers, Proceedings of the 6th Annual International Symposium on Wearable Computer. IEEE*.

Jane Siegel and Malcolm Bauer. (1997). *A Field Usability Evaluation of a Wearable System. IEEE*.

(2008년 1월 3일 접수/ 2008년 7월 9일 1차수정/ 2008년 8월 8일 게재확정)