

웨어러블 컴퓨터에 대한 사용성 평가 연구 - 사용자 중심의 스마트 자켓 디자인을 위한 평가척도*

Study on Usability Evaluation for Wearable Computer : Evaluation Scale for User-Centered Smart Jacket Design

육형민*** · 전명훈*** · 오창영****† · 손영우**

Hyung-Min Yook*** · Myoung-Hoon Jeon*** · Chang-Young Oh****† · Young-Woo Sohn**

연세대학교 심리학과**

Dept. of Psychology, Yonsei University

인지과학협동과정***

The Graduate School of Cognitive Science

인지과학연구소****

Center for Cognitive Science

Abstract : To develop the scale of usability evaluation on smart jacket for everyday life, we selected four types of smart jackets based on the result of previous study and evaluated their usability. Considering both the embedded machine and the purpose, smart jackets can be classified four types. As the result of previous study, sixty items for evaluation of user experience were constructed. In this study, we extracted ten categorization factors from the results of usability evaluation of smart jackets. Also, the relative importance of usability factors varied according to the types of smart jackets. These results suggest that not only usability factors themselves but also the order of priority of usability evaluation can vary according to the type of smart jacket in design process.

Key words : Wearable computer, Smart Jacket, Usability evaluation

요약 : 사용자 중심의 일상 생활용 스마트 자켓 디자인을 위한 사용성 평가 척도를 개발하기 위하여 선행연구 결과를 토대로 네 유형의 스마트 자켓 사례를 선정하고 이에 대한 사용성 평가를 수행하였다. 스마트 자켓은 내장되는 기기의 종류와 사용 용도를 고려하여 네 유형으로 나누었으며, 사용자 경험을 평가하기 위한 평가 척도 구

* 본 연구는 과학기술부 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반 기술개발사업의 지원에 의한 것임.

† 교신저자 : 오창영(인지과학연구소)

E-mail : ocy@yonsei.ac.kr

TEL : 02-2123-4721

FAX : 02-364-2440(사용 전 전화)

성을 위하여 선행연구결과를 토대로 60개의 사용성 평가문항을 구성하였다. 각 스마트 자켓 유형에 대한 사용성 평정 결과 10개의 대표 범주 요인이 추출되었고, 각 유형에 대해 상대적으로 중요한 범주 요인에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과 자켓 유형별 중요 요인이 서로 달랐으며, 이 결과는 사용성 평가 척도 개발 시 디자인하는 스마트 자켓 유형에 따라 고려해야 할 중요 사용성 요인이 달라질 수 있으며 사용성 평가 척도에서의 우선 순위도 서로 달라질 수 있음을 나타낸다.

주제어 : 웨어러블 컴퓨터, 스마트 자켓, 사용성 평가 척도

1. 서론

웨어러블 컴퓨터(wearable computer)는 인간의 신체를 컴퓨팅 기기가 사용될 수 있는 환경(context)으로 설정한 신개념의 기술이다[13]. 웨어러블 컴퓨터의 형태적 특징은 의류처럼 컴퓨팅 장치를 신체에 착용할 수 있다는 것이며, 의복이나 액세서리에 각종 컴퓨팅 기기와 센서가 내장된 스타일로 제작되고 있다. 기능적 특징으로는 이동 중에도 주변 환경과 지속적으로 관계를 맺으면서 다른 컴퓨터와 쉽고 빠르게 정보를 주고받을 수 있다는 점을 들 수 있다[13]. 일반화된 휴대용 기기로서 핸드폰, PDA, 노트북컴퓨터 등이 지니고 있는 무게, 부피, 이동성, 사용성 등의 문제들에 대한 종합적인 대안으로서 웨어러블 컴퓨터는 차세대 컴퓨팅 기기로서 새롭게 주목받고 있다[6,8]. 1955년 최초로 제작된 이후 대부분 군사, 항공 분야의 특수한 기능을 수행하는 영역에 편중되어 제작되어 왔으나 1990년 대 후반 이후부터는 일반 사용자에게도 유용한 사용자 중심의 웨어러블 컴퓨터 개발이 시도되고 있다. 이때부터 사용성, 상호 작용성 등 사용자 관점을 반영하는 요소들이 웨어러블 컴퓨터의 주요 연구 과제로 등장하기 시작하였다[12]. 그러나 단순히 ‘입는 컴퓨터’라는 일반적인 정의로는 사용자들에게 웨어러블 컴퓨터라는 신기술과 기존에 사용되고 있는 휴대용 기기들간의 차이를 명확하게 제공하기 힘들며, 이러한 측면이 웨어러블 컴퓨터의 특성을 반영한 사용성의 주요 요인 도출을 어렵게 한다[1]. 일상생활용도의 웨어러블 컴퓨터가 사용자에게 만족

스러운 사용 경험을 제공하기 위해서는 연구개발자와 사용자 간의 상호작용이 전제된 사용성 평가 척도 개발이 선행되어야 한다[2]. 연구개발자와 사용자 간의 상호작용이란, 웨어러블 컴퓨터를 착용한 사용자가 무엇을 원하고, 또 왜 그런지에 대한 사용자의 생각을 연구 개발자가 이해하고 합의점을 도출해내는 과정을 의미한다[5,11].

본 연구에서는 사용자 요구 분석에 대한 실증적 연구를 토대로 해서, 일상생활에서 사용자가 필요로 하는 기능을 갖춘 스마트 자켓(본 연구에서 사용된 웨어러블 컴퓨터는 자켓 형태로 스마트 자켓이라고 칭함)의 디자인을 위한 사용성 평가 척도를 개발하고자 하였다. 특히 스마트 자켓에 대한 사용자 요구 분석 결과[3,4]를 토대로, 스마트 자켓 고유의 특징을 반영할 수 있는 사용성의 주요 요인들을 추출하여 평가 도구화하는 것에 초점을 맞추었다.

2. 연구 배경

선행연구에서는 전문가 평가(cognitive walkthrough)와 사용자 집단 면접법(user group interview)을 통하여 스마트 자켓 디자인에 대한 주요 사용성 요인을 알아보았다[3]. 전문가 평가 결과로부터 휴대용 기기의 사용성 평가에 적용되었던 기존의 평가 척도는 스마트 자켓의 특수한 사용 환경(인간의 신체를 새로운 사용 공간으로 활용)에 대한 평가를 반영할 수 없기 때문에 새로운 사용성 요소의 추출이 선행되어야 함을 확인하였다. 사용자 집단 면접 연구에서는 우선 참가자 집단을 도전감(challenge)이

라는 준거를 사용하여 얼리 어댑터(초기 수용자)와 래가드(후기 수용자)로 나누었다[10]. 스마트 자켓에 대한 사용자 경험 요소와 사용성 요소에 대한 중요도 평정 결과, 얼리 어댑터는 스마트 자켓의 기능적인 면(컴퓨터의 연장)에 사용성의 가치를 둔 반면, 래가드는 심미성이나 즐거움(옷의 연장)에 사용성의 가치를 두는 것으로 나타났다. 각 사용자 집단이 중요하게 고려한 사용성 요소들은 평가 척도의 구성 요인들에 반영하였다.

앞선 연구 결과를 토대로, 일상 생활용 스마트 자켓의 컨셉을 기능적인 측면은 건강이라는 주제로, 심미성이나 즐거움의 측면은 오락이라는 주제로 선정하였다. 또한 브레인스토밍(brainstorming) 방법을 이용하여 일상 생활용 스마트 자켓의 구체적인 애플리케이션에 대한 아이디어를 수집하였다[4]. 그 결과, 건강과 오락 두 주제 모두 실외와 실내에서 가능한 용도로 나뉘어졌다. 건강에 대한 주제로는 인간의 생체 신호를 체크하는 기능을 하는 운동복 스타일, 오락에 대한 주제로는 사람의 동작이나 자세를 교정하는 기능을 하는 잠옷 스타일에 대한 아이디어가 제시되었다.

표 1. 네 가지 유형의 스마트 자켓

유형	내장 기기 + 사용 용도
유형 1	전자기기+건강기능의 일상생활 용도
유형 2	전자기기+오락기능의 레저활동 용도
유형 3	센서시스템+건강기능의 일상생활 용도
유형 4	센서시스템+오락기능의 레저활동 용도

스마트 자켓에 대한 사용성 평가를 위해 사용 용도와 내장 기기 두 측면을 고려하여 스마트 자켓 유형을 선정하였다. 현재까지는 일상생활용으로 상용화된 스마트 자켓이 없기 때문에, 사용 용도는 건강에 초점을 맞춘 일상생활 용도와 오락에 초점을 맞춘 레저활동 용도의 두 사용 용도만 고려하였다. 내장 기기는 현재의 기술 발전 동향을 감안하여 대표적인 스마트 자켓 탑재용 기기로 자리잡은 전자기기와 함께 향후 많은 수요가 예상되는 센서 시스

템의 두 기기 종류만 고려하였다. 이와 같이 사용 용도 두 종류와 내장 기기 두 종류를 조합하여 모두 네 유형의 스마트 자켓을 사용성 평가 대상으로 선정하였으며, 따라서 본 연구에서 개발하려는 사용성 평가 척도는 이 네 유형의 스마트 자켓에 대한 것만으로 범위를 제한하였다(표 1).

3. 사용성 평가 척도 연구

선행연구 결과를 토대로 선정된 네 가지 유형의 일상 생활용 스마트 자켓에 대한 사용성 평가 척도를 개발하기 위하여 사용성 평가 문항을 구성하고 각 자켓 유형에 대한 사용성 평가를 수행하였다.

3.1 참가자

연세대학교에서 교양 심리학을 수강하는 대학생 196명이 사용성 평정에 참여하였으며, 참여한 학생에게는 수강 과목을 이수하는 데 필요한 크레딧이 수여되었다.

3.2 평가 도구 및 자극

평가 문항 : 스마트 자켓의 사용성과 관련하여 선행 연구[3,4]에서 도출된 주요 사용성 요인과 국내외 웨어러블 컴퓨터 사용성 관련 연구를 통해 검증된 주요 사용성 요인[2,7], 그리고 Neilson이 제안한 10가지 사용성 법칙[9]에서 제시된 요인들을 고려하여 총 60개 평가 문항을 구성하였다.

자극 : 네 가지 유형에 해당하는 대표적인 스마트 자켓의 실제 제작 사례를 사진 이미지로 만들고 이를 사용자가 이해하기 쉽도록 기술된 사용 시나리오와 함께 MS word 문서로 제작하였다. 제작된 자극은 개인용 컴퓨터를 이용하여 17인치 모니터에 제시하였다.

3.3 절차

참가자의 과제는 자극을 보고 나서 60개의 평가 문항에 대해 7점 척도로 평정하는 것이었다. 참가자는 먼저 연구 목적과 스마트 자켓의 개념에 대한 개괄적인 설명을 들은 뒤, 우선적으로 할당된 자극을 보고 적합하다고 판단되는 점수를 각 문항의 해당 입력 칸에 7점 평정하여 기입하도록 지시되었다.

3.4 결과 및 논의

3.4.1 요인 분석 결과

네 가지 유형의 스마트 자켓 각각에 대한 60개 평가 문항의 범주화 가능성을 알아보기 위하여 평정값을 대상으로 요인분석(factor analysis)을 실시하였다. 분석 결과 총 10개의 대표 범주를 분류할 수 있었으며, 전체 설명량은 전체 변량 중 51.43%였다. 범주별 요인으로 요인 1은 7.96%, 요인 2는 6.43%, 요인 3은 6.23%, 요인 4는 5.03%, 요인 5는 4.74%, 요인 6은 4.64%, 요인 7은 4.53%, 요인 8은 4.14%, 요인 9는 3.98%, 요인 10은 3.75%로 나타났다. 이와 같이 추출된 10개 요인들에 대하여 각 요인들을 구성하는 세부적인 문항들에 대한 평정치의 평균을 참고하여 10개의 대표 범주 용어를 추출하였다. 대표 범주 용어는 착용 편의성, 정보와의 상호작용성, 운동 기능성, 사용 편의성, 적응성, 심미적 외관, 즉시성, 도움말 제공, 기기의 배치, 내구성이다. 대표 요인들 중 착용 편의성, 적응성, 심미적 외관, 내구성은 옷(wear)의 속성과 연관된 평가 척도로 고려될 수 있었으며 정보와의 상호작용성, 즉시성은 이동성과 맥락 인식(context awareness)을 특징으로 하는 컴퓨터의 속성과 연관된 평가 척도로 고려될 수 있었다. 또한 사용 편의성, 도움말 제공은 기존의 사용성 원칙과 관련된 평가 척도로 고려되었고 운동 기능성, 기기의 배치는 신체의 움직임과 관련된 평가척도로 재구성해 볼 수 있었다.

3.4.2 변량 분석 및 사후 검증 결과

각 대표 요인들이 네 유형의 스마트 자켓에 대해 유의미한 요인이 될 수 있는지를 알아보기 위하여 네 가지 유형의 스마트 자켓을 독립 변인으로 하고 범주화된 요인들을 종속 변인으로 하여 변량분석(analysis of variance)을 수행하였다. 분석 결과, 유의미한 차이를 보이는 대표 범주 요인은 착용 편의성, 정보와의 상호작용성, 운동 기능성, 심미적 외관, 즉시성의 다섯 개로 나타났다.

추출된 다섯 개 대표 범주 요인이 구체적으로 어떤 스마트 자켓 유형에 대해 상대적으로 더 중요한 요인이 될 수 있는지를 알아보기 위하여 Tukey의 HSD(Honestly Significant Difference) 사후검증(Post hoc test)을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

착용 편의성 요인 : 착용 편의성 요인은 스마트 자켓 유형 1에서 평균값이 가장 높았고(M=5.27), 가장 낮은 평균값을 보인 것은 스마트 자켓 유형 2였다(M=3.85). 사후검증 결과 유형 1(M=5.27)과 유형 2(M=3.85), 유형 1(M=5.27)과 유형 3(M=4.38) 간에 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과로부터 사용자들은 같은 종류의 전자기기가 내장되어 있더라도 건강 용도와 결합된 스마트 자켓에 대해 착용 편의성 요인을 보다 더 중요하게 고려할 것이라고 예상할 수 있었다(그림 1).

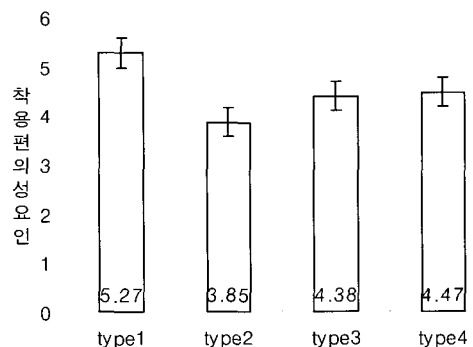


그림 1. 네 가지 자켓 유형에 대한 착용 편의성

정보와의 상호작용성 요인 : 정보와의 상호작용성 요인은 스마트 자켓 유형 1과 스마트 자켓 유형 2에서 높은 평균값을 보였다(M=5.92, M=5.86). 사후검증 결과 유형 1(M=5.92)과 유형 4(M=5.27), 유형 2(M=5.86)와 유형 4(M=5.27) 간에 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과로부터 정보와의 상호작용 요인은 전자기기가 내장되어 있는 건강이나 오락 용도의 스마트 자켓 유형 모두에서 사용자에게 중요하게 고려될 것임을 시사한다(그림 2).

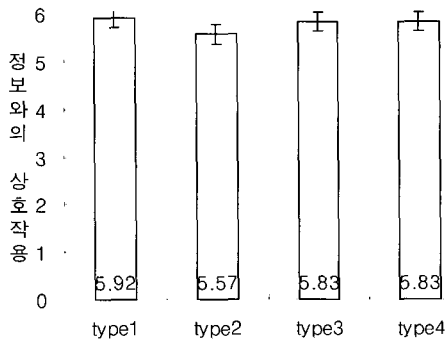


그림 2. 네 가지 자켓 유형에 대한 정보와의 상호작용성

운동 기능성 요인 : 운동 기능성 요인은 스마트 자켓 유형 2, 유형 3, 유형 4에서 모두 높은 평균값을 보였다(M=6.64, M=6.57, M=6.52). 사후검증 결과 유형 1(M=6.10)과 유형 2(M=6.64), 유형 1(M=6.10)과 유형 3(M=6.57), 유형 1(M=6.10)과 유형 4(M=

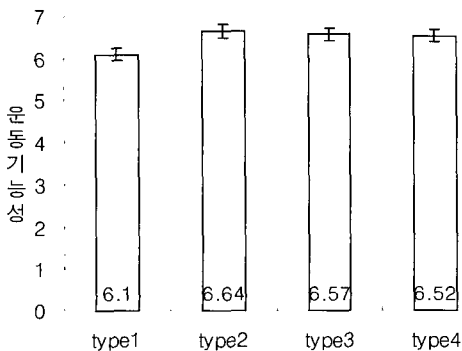


그림 3. 네 가지 자켓 유형에 대한 운동 기능성

6.52) 간에 유의한 차이가 나타났다. 그러나 상대적으로 낮은 평균값을 보인 유형 1의 평균값이 6을 넘는다는 것은 7점 척도의 평정 기준에서 매우 높은 점수에 해당하므로, 운동 기능성 요인은 네 가지 스마트 자켓 유형 모두에서 매우 중요하게 고려되는 요인이라고 해석할 수 있었다(그림 3).

심미적 외관 요인 : 심미적 외관 요인은 스마트 자켓 유형 2와 유형 4에서 높은 평균값을 나타내었다(M=5.57, M=5.83). 유형 1과 유형 3은 이에 비해 상대적으로 더 낮은 평균값을 보였다(M=4.31, M=4.58). 사후검증 결과 유형 1(M=4.31)과 유형 2(M=5.57), 유형 1(M=4.31)과 유형 4(M=5.83) 간에 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과로부터 심미적 외관 요인은 전자기기가 내장된 오락에 초점을 둔 스마트 자켓과 센서 시스템이 내장된 오락에 초점을 맞춘 레저활동 용도의 스마트 자켓 두 종류에 대해서 사용자에게 중요하게 고려될 것이라고 예상할 수 있었다(그림 4).

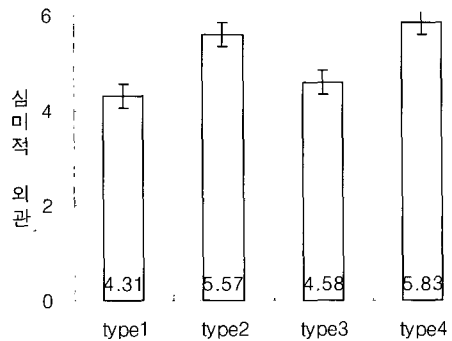


그림 4. 네 가지 자켓 유형에 대한 심미적 외관

즉시성 요인 : 즉시성 요인은 스마트 자켓 유형 1과 유형 3에서 높은 평균값을 나타내었다(M=5.18, M=5.43). 사후검증 결과, 유형 1(M=5.18)과 유형 2(M=4.34), 유형 1(M=5.18)과 유형 4(M=4.35), 유형 2(M=4.34)와 유형 3(M=5.43), 유형 3(M=5.43)과 유형 4(M=4.35) 간에 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과를 볼 때 즉시성 요인은 전자기기가 내

장된 건강에 초점을 둔 스마트 자켓과 센서 시스템이 내장된 건강에 초점을 맞춘 일상생활 용도의 스마트 자켓 두 종류에 대해서 사용자에게 중요하게 고려될 것임을 시사한다(그림 5).

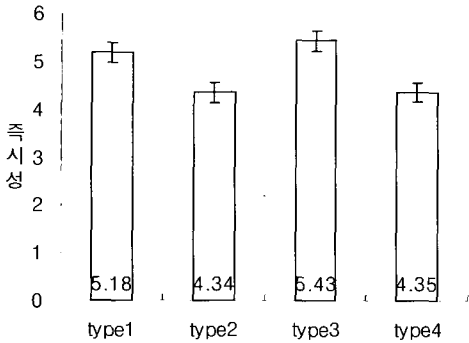


그림 5. 네 가지 자켓 유형에 대한 즉시성

이상의 결과를 통해 어떠한 유형의 스마트 자켓을 디자인하는가에 따라 고려해야 할 주요 사용성 요인이 달라질 수 있으며, 사용성 평가 척도에서의 우선 순위도 바뀔 수 있다는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구는 일상생활용 스마트 자켓의 사용성 평가 척도를 개발하기 위해 실시되었다. 스마트 자켓과 같은 웨어러블 컴퓨터에 대한 기존 연구들은 대부분 연구 개발자 중심으로 또는 사용자의 부분적인 참여만으로 이루어졌기 때문에 사용자가 만족할 수 있는 사용성에 대한 깊이 있는 이해가 부족하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 사용자 참여 중심의 디자인 방법론을 적용한 선행연구 결과를 토대로, 사용자 관점에서 중요시되는 요인들을 추출해낸 실증적 자료 및 주요 요인들에 대한 객관적인 자료들을 토대로 일상생활용 스마트 자켓에 대한 종합적인 사용성 평가 척도를 개발하는 데 초점을 맞추었다. 그러나 일반 사용자들에게는 다소 생소한 스마트 자켓이라는 신기술을 대상으로

하여 단순히 제작 사례만을 이용하여 사용자에게 스마트 자켓을 소개하고 그에 대한 사용성을 평가했다는 것은 본 연구의 한계로 볼 수 있었다. 따라서 스마트 자켓에 대한 사용 경험이 없는 평정자들로부터 이끌어낸 사용성 평가 도구는 후속 연구를 통하여 보다 더 타당하고 현실성 있는 평가 도구로 수정 및 보완되어야 할 것이다. 이 같은 연구의 한계점에도 불구하고 본 연구는 사용자 참여 중심의 실증적 연구 자료의 수집 및 수집된 자료에 기초하여 사용성 평가 척도를 개발하고 나아가 기기별, 사용 용도별 평가 척도의 중요도를 달리 해야 한다는 사실을 밝혔다는 것에 그 의미가 있다고 할 수 있다.

참고문헌

- [1] 박희주 (2002). 동작 인식형 디지털웨어의 상품화 가능성 탐색과 디자인 프로토타입의 제안, 연세대학교 대학원 석사학위 청구논문.
- [2] 양은실 (2003). 사용성 및 착용성 평가에 기초한 웨어러블 컴퓨터의 디자인 프로토타입 개발, 연세대학교 대학원 석사학위 청구논문.
- [3] 육형민, 전명훈, 이희승, 성지하, 황신용, 노윤진, 손영우 (2003). 지능형 자켓 디자인을 위한 사용성 요인 추출, 한국감성과학회지, 6(3), 89-99.
- [4] 육형민, 전명훈, 노윤진, 성지하, 이희승, 손영우 (2003). 지능형 자켓 디자인을 위한 사용자 요구 분석, 한국감성과학회 추계학술대회, 12-13, 숭실대학교.
- [5] Fallman D. (2003). Design-oriented Human-Computer Interaction, Proceedings of CHI2003, Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI Letters, 5-1, Fort Lauderdale, Florida New York, April.
- [6] Fickas, S., Kortuem, G., & Segall, Z. (1997). Software Issues in Wearable Computing, CHI97 Workshop on Research Issues in Wearable Computers, 1-3, Atlanta, Georgia, Mar.
- [7] Knight, J. K, Baber C, Schwirtz A. & Bristow,

- H. W. (2002). The Comfort Assessment of Wearable Computers, Sixth International Symposium on Wearable Computers (ISWC'02), October, 07 - 10, 2002, Seattle, Washington.
- [8] Lehtikainen, J. & Suomela, R. (2002). Accessing Context in wearable Computers, *Personal and Ubiquitous Computing*, 6(1), 64-74.
- [9] Nielsen Jacob (1993). *Usability Engineering*, Academic Press, London.
- [10] Novak, P. T. & Hoffman, L. D. (1997). *Measuring the Flow Experience Among Web Users*, International Research Corporation.
- [11] Noyes J. & Baber Chris. (1999), *User-Centered Design of Systems*, London. Springer-Verlag.
- [12] Pentland Alex (1999). *Wearable computers*, *IEEE Micro*, 19(6), 9-11.
- [13] Steve Mann (2001). *Wearable Computer: Toward Humanistic Intelligence*, *IEEE International system*.