한국의류산업학회지
제22권 제2호, 2020
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 22, No. 2, pp.240-249(2020)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2020.22.2.240

피부온을 기반으로 한 가전제품의 감성 평가 프로토콜 수립을 위한 문헌 조사

전은진[1)] · 이승훈[1)] · 김희은[2)] · 유희천[1)†]
[1)]포항공과대학교 산업경영공학과
[2)]경북대학교 의류학과

A Literature Review for an Emotion Evaluation Protocols Based on Skin Temperature for Home Appliances

Eun-Jin Jeon[1)], Seung-hoon Lee[1)], Hee-Eun Kim[2)], and Hee-Cheon You[1)†]
[1)]Dept. of Industrial & Management Engineering, POSTECH; Pohang, Korea
[2)]Dept. of Clothing & Textiles, Kyungpook National University; Daegu, Korea

Abstract: This study reviews studies that used skin temperature in order to establish an emotion evaluation protocol based on skin temperature for home appliances. A survey of skin temperature evaluation papers was conducted by the following five stages: (1) keyword search, (2) title screening, (3) abstract screening, (4) full paper screening, and (5) relevance evaluation. Selected papers were reviewed for: purpose, recruitment criteria of participants, the number of participants, apparatus, procedure, measures, analysis methods, and major findings. Thermistor sensors and thermography are used for the measurement of skin temperature. Skin temperature sensors are attached to 4 – 10 locations on the body and their mean of skin temperature is calculated by Ramanatan's 4-point or Hardy & Dubois's 7-point method. Semantic differential (SD) method and thermography measuring facial surface temperature have been used for emotion evaluation. The SD method provides a set of adjective pairs related to a product and evaluates changes in emotion from the use of the product. The range of facial surface analyzed is defined in the thermal image and temperature changes before and after the evaluation are analyzed. The evaluation items of home appliances include form, color, material, aesthetics, satisfaction, novelty, convenience, pleasantness, and excellence. Many existing emotion studies using skin temperature do not apply physiological and psychological methods. This study provides basic data to establish a skin temperature and emotion evaluation protocol by examining literature for skin temperature and evaluation of sensitivity.

Key words: emotion evaluation (감성 평가), home appliances (가전제품), skin temperature (피부온), literature review (문헌조사), evaluation protocol (평가 절차)

1. 서 론

피부온은 심부를 둘러싸고 있는 피부 표면의 온도로 인체의 온냉감각과 높은 상관관계가 있으며, 피부의 혈관 운동(Vasomotor acitivity)에 의해 조절된다. 피부온은 인체와 환경과의 열교환량을 규정하는 인자로서 체온 조절 반응의 지표이며, 피복 생리 기능 중 의복의 온열감을 결정하는 중요한 요소이다(Han et al., 2002). 인체는 운동으로 인해 열이 발생할 경우 열 방출을 위해 피부혈류량을 증가시킴으로써 체온 조절을 하게 되며, 피부 혈류량의 증가만으로 체온의 방열이 어려울 경우 발한을 유발하게 된다. 특히, 동작 시 피부를 통한 인체와 환경 사이의 열 이동 매커니즘을 파악하는 것은 체온 조절과 같은 인체 생리학적 측면에서 매우 중요하다. 일반적으로 피부온 관련 연구는 설정된 실험 환경에서 특정한 동작을 수행할 경우 피험자의 평균 피부온과 부위별 피부온을 파악하여 온도의 변화 경향을 분석하는 것이 대부분이다. 피부온의 측정 방법은 피부에 센서를 부착하여 사용하는 서미스터(Thermistor)와 적외선 에너지를 활용하여 피부온의 정보를 나타내는 서모그래피(Thermography) 등이 사용되고 있다.

가전제품 감성 평가는 대상 제품이 인간의 감성 변화에 어떤 영향을 주는지를 객관적으로 평가하고 제품의 물리적 특성과 인간의 심리적인 감성과의 상관관계를 파악하는 것이다. 가전제품의 기술변화가 빠르게 진행되면서 소비자들은 제품의 성능보다 디자인, 컬러, 스타일, 이미지와 같은 제품의 감성적인 요소를 더 중요하게 생각하는 경향으로 변화하고 있다. 가전제품에 대한 인간의 감성은 마케팅 전략에 있어서 구매자들의 구매 욕구를 자극하는 중요한 요소로 제품에 대한 감성 평가는

†Corresponding author; Hee-Cheon You
Tel. +82-54-279-2210, Fax. +82-54-270-2870
E-mail: hcyou@postech.ac.kr
© 2020 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

필수적인 요소로 대두되고 있다. 인간의 감성을 평가하는 방법은 생리학적 방법과 심리학적 방법이 있으며, 생리학적 평가 방법은 감성을 객관적으로 측정하기 위해 인간의 생리적 반응을 측정하여 객관적인 지표로 사용하는 방법이다(Jeong & Lee, 2006). 생리학적 평가 항목은 혈압(Blood pressure), 심전도(Electrocardiogram: ECG), 맥박(Pulse), 피부온(Skin temperature), 피부전기활동(Electrodermal: EDA), 근전도(Electromyogram: EMG), 뇌파(Electro-encephalogram: EEG) 등이 있다. 심리학적 평가 방법은 평가 대상과 관련된 형용사를 활용한 방법인 의미 분별법(Semantic Differential Method: SD)과 Valence & Arousal (Scherer, 2005) 등이 주로 사용되고 있다.

피부온 평가에 접촉식 감열소자인 서모커플이나 서미스터를 활용할 경우 연속적인 피부온 측정이 가능하며, 평가 진행시 피험자의 피부온 변화 경향을 파악할 수 있다. 그러나 평가 시 센서를 피부에 직접 부착함으로써 센서의 손상이 발생할 수 있으며, 피험자의 동작에 제약을 주어 여러 부위의 피부온을 동시에 측정하는데 한계가 있다(Bach et al., 2015). 비접촉식 서모그래피를 활용하여 피부온을 평가할 경우 피험자의 활동을 제약하지 않으며, 한번의 촬영으로 다량의 데이터를 획득할 수 있다. 반면 측정 시 상·하반신 탈의로 인해 피험자에게 심리적 부담을 줄 수 있으며, 의복내의 온도 측정이 불가하고 평가 환경에 쉽게 영향을 받을 수 있다는 단점이 있다. 다음으로 가전제품에 대한 감성 평가는 평가 대상 제품의 특성을 분석하지 않고 무분별하게 감성 평가 모형을 적용함으로써 사용상의 오류와 주관적 해석, 사용상의 미숙함과 같은 문제가 발생되고 있다(Kim & Lee, 2014). 또한 제품 감성 평가는 사용자들에게 좋은 감성을 유발할 수 있는 제품의 디자인 측면에만 초점을 맞추어 제품 사용 시 표출되는 인간의 감성과 관련된 평가는 부족한 실정이다(Jeong & Lee, 2006). 특히, 가전제품 사용성 평가의 경우 제품 수행도와 같은 객관적인 측면만이 강조되어 왔고 사용자 감성에 대한 평가는 미흡한 실정으로 체계적인 감성 평가에 대한 방법의 수립이 필요하다.

피부온 관련 연구는 접촉식 피부온 센서를 활용하여 피부온의 연속적 변화 경향을 파악하거나 비접촉식 열화상 카메라를 활용하여 부위별 피부온을 평가하는 방식이다. 기존 연구는 고온 환경에서 접촉식 및 비접촉식 피부온 평가 장비를 활용하여 피부온을 평가하고 결과를 비교한 연구(Bach et al., 2015), 특수복 착용 시 부위별 피부온의 변화를 분석한 연구(Corona et al., 2018), 운동 시 심부온과 피부온 변화 경향을 분석한 연구(Quesada et al., 2016), 보호복 착용 시 피부온 평가 결과를 활용하여 심부온 예측모델을 개발한 연구(Richmond et al., 2013) 등으로 구분된다. 피부온 관련 연구는 의복을 착용한 후 피부온 센서나 열화상 카메라를 활용하여 연속적 피부온을 측정하거나 체열 촬영을 통해 부위별 온도 변화를 파악하는 것들이 대부분이다. 가전제품에 대한 감성 평가 연구는 의미 분별법을 활용한 방법(Jeong & Lee, 2006; Kim & Lee, 2012; Kim, 2016, Na et al., 2012; You, 2006)과 안면부 열화상 이미지의 변화 경향(Mizuno et al., 2015; Salazer et al., 2015)을 평가하는 연구들로 구분된다. 제품 사용 시 인간의 감성을 객관적으로 평가하기 위해서는 생리학적 방법(예: 피부온, 심전도)과 심리학적 방법(예: 감성 평가)을 병행하여 평가가 수행되어야 하나 기존 연구들은 양 측면을 고려하지 않았다는 한계가 있다. 따라서, 본 연구에서는 피부온 및 감성 평가 관련 문헌조사를 수행한 후 결과를 심층적으로 분석하여 피부온 평가 방법 및 가전제품에 대한 감성 평가 프로토콜 수립에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 문헌조사 및 선정

본 연구는 피부온 기반의 가전제품 감성 평가 방법 조사를 위하여 관련 사이트(www.sciencedirect.com, https://www.scopus.

No.	Key words	Result			
		All	Journal	Screened by relevance	Selected to review
1	Title-abs-key((“skin temperature” OR “thermography” OR “clothing microclimate”) AND (“home appliance” OR “electronic device” OR “smart device”))	1099	284	0	0
2	Title-abs-key((“home appliance” OR “electronic device” OR “smart device”) AND (“sentiment analysis” OR “emotional evaluation” OR “sensitivity evaluation” OR “sensitivity analysis” OR “sentiment classification”))	1060	255	4	0
3	Title-abs-key((“Skin temperature” OR “clothing microclimate”) AND (“thermography” OR “Thermal image analysis”))	4056	255	40	10
4	Title-abs-key((“skin temperature” OR “clothing microclimate” OR “thermography”) AND (“emotion” OR “sentiment classification”))	1620	109	14	1
5	Title-abs-key((“home appliance” OR “home product”) AND (“emotion” OR “emotion evaluation” OR “sentiment classification” OR “sentiment evaluation”))	209	98	2	0
			1001	60	11

Fig. 1. Key words in paper search.

com)를 활용하였으며, 5단계 논문 선별 절차(S1: key word 검색, S2: title screening, S3: abstract screening, S4: full paper screening, S5: 관련도 평가)를 통해 관련도가 높은 문헌을 선정하였다(Fig. 1). 논문 선별의 첫 번째 단계(S1)에서는 피부온(Skin temperature, thermography, body surface area), 감성 평가(Emotional sensibility, sentiment analysis, sentiment classification), 가전제품(Air purifier, home device, home product, home appliance) 관련 키워드를 선정하였다. 검색된 논문은 관련 전문가 4인이 제목(S2), 초록(S3), 전문(S4)을 교차 체크하여 관련도가 적은 논문은 제외하였다. 선정된 논문의 관련도는 피부온과 제품 감성과의 연관성을 평가하여 3단계(상, 중, 하)로 구분하였다. 검색 결과 S1 단계에서 1001개의 journal이 검색되었으며, S2~S3 단계를 거쳐 60편을 선별하였으며, S4 관련도 평가를 통해 선정된 최종 11편(상 3편, 중 3편, 하 5편)의 국외 문헌에 대해 심층 분석하였다(Table 1). 국내 문헌은 피부온 및 가전제품 감성 평가 관련 문헌을 검색하여 최종 9편의 문헌을 선정하였으며, 피부온 평가 프로토콜과 제품 감성 평가 방법에 대한 내용을 조사하였다(Table 2).

Table 1. Final selection of international thesis through thesis selection process

No.	Author(s)	Year	Title	Source	Relevance
1	Bach et al.	2015	A Comparison between Conductive and Infrared Devices for Measuring Mean Skin Temperature at Rest, during Exercise in the Heat, and Recovery	*PLoS One Public Library of Science*	Medium
2	Corona et al.	2018	Characterisation of regional skin temperatures in recreational surfers wearing a 2-mm wetsuit	*Ergonomics*	Low
3	Quesada et al.	2016	Effects of the cycling workload on core and local skin temperatures	*Experimental Thermal and Fluid Science*	Medium
4	Liu et al.	2013	A study of human skin and surface temperatures in stable and unstable thermal environments	*Journal of Thermal Biology*	Low
5	Quesada et al.	2015	Effects of graduated compression stockings on skin temperature after running	*Journal of Thermal Biology*	Low
6	Richmond et al.	2013	Insulated skin temperature as a measure of core body temperature for individuals wearing CBRN protective clothing	*Physiological measurement*	Medium
7	Lopez et al.	2015	The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography	*Consciousness and Cognition*	High
8	Yang et al.	2015	A coupling system to predict the core and skin temperatures of human wearing protective clothing in hot enviroments	*Applied Ergonomics*	Low
9	Fournet et al.	2011	Skin temperature mapping in the cold the role of subcutaneous fat	*International Conference on Electrical Engineering*	Low
10	Mizuno et al.	2015	Facial skin temperature fluctuation by mental work-load with thermography	*Electronics and Software Science*	High
11	Dai et al.	2017	Wearable biosensor network enabled multimodal daily-life emotion recognition employing reputation-driven imbalanced fuzzy classification	*Measurement*	High

Table 2. Final selection of Korean thesis through thesis selection process

No.	Author(s)	Year	Title	Source	Relevance
1	Kim	2016	Emotion evaluation analysis on the design of air purifier for home	Korea Society of Design Trend	High
2	Jeong & Lee	2006	Development of tool measuring the user's emotions expressed while using a product	Journal of Korean Society of Design Science	High
3	Na et al.	2012	Investigation of the emotional characteristics of white for designing white based products	Korean Journal of the science of Emotion & sensibility	Medium
4	Park	2014	The development of sensibility evaluation tools for user oriented housing interior space	Journal of the Korean Institute of Interior Design	Medium
5	Kim & Lee	2012	Analysis of thermography on skin temperature during exercise	Journal of the Korean Society of Clothing and Industrial	High
6	Kim et al.	2017	Evaluation of the wear comfort of women's fitted sports T-shirts made from cool-touch fabrics	Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles	High
7	You	2006	Study on consumer emotional changes of pattern design	Unpublished master's thesis, Hongik University	High
8	Choi & Park	2002	Predicting consumer emotion evaluation of white appliances	The Korean Institute of Industrial Engineers	Low
9	Suh & Lee	2010	The emotional sensibility estimation system for front-load washer	Korea Academia-Industrial Coo-peration Society	Low

2.2. 문헌 조사 내용 요약

최종 선정된 국외 문헌 11편과 국내 문헌 9편에 대해 심층 리뷰를 진행하여 피부온과 가전제품 감성 평가와 관련된 실험 방법 및 결과에 대한 항목을 분류하고 세부 내용을 정리하였다. 선정된 문헌은 실험 목적, 평가 대상, 실험 참여자 모집 조건, 실험 참여자(표본 크기, 연령대, 성별, BMI), 실험 프로토콜(평가 장비, 실험 환경, 평가 작업, 실험 조건), 평가 척도(종속 변수, 통제 변인), 평가 방법(객관적 평가, 주관적 평가), 평가 결과로 분류하였다. 분류된 항목에 맞춰 세부적으로 관련 내용을 정리하여 최종 분류표를 작성하였으며, 선정 문헌을 항목별로 비교·분석하여 피부온 평가 및 가전제품 감성 평가에 대한 주요 요소를 추출하였다. 또한 분류표를 완료한 후 문헌별로 피부온 기반의 가전제품 감성 평가 수행 시 적용할 수 있는 핵심 내용(Key findings)을 파악하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 피험자 선정기준 및 평가 항목

문헌 조사를 통해 파악된 피부온 및 감성 평가 실험 참여자 수는 8~120명으로 확인되었으며, 연구별 실험 참여자 수의 차이가 큰 것으로 파악되었다. 피부온을 평가한 연구의 실험 참여자수는 접촉식 피부온 장비(Thermistor)를 사용한 경우는 8~46명, 비접촉식 피부온 장비(Thermography)를 사용한 경우는 4~120명이였으며, 감성을 평가한 연구에서는 8~120명으로 조사되었으며, 실험 참여자의 전체 평균은 40.5 ± 32.9명으로 파악되었다(Table 3). 기존 연구의 실험 참여자 선별 기준은 Table 3과 같이 고온 환경에서의 실험 혹은 실험 시 운동부하가 있는 경우는 대부분의 실험 참여자가 남성인 것으로 파악되었다(Bach et al., 2015; Corona et al., 2018; Quesada et al., 2015, 2016; Richmond et al., 2013). 반면, Lopez et al.(2015) 연구와 같이 실험 시 운동부하가 없고 열화상 카메라를 활용하여 감성을 평가한 연구에서는 실험 참여자에 여성이 포함되었으며, 남·여 성별 비율은 동일한 것으로 확인되었다. 피험자의 평균 연령은 25~50세로 확인되었으며, Richmond et al.(2013)의 연구에서는 피험자가 경찰, 소방관, 환자 이송요원 등의 경력자를 선정함으로써 피험자의 연령대가 비교적 높은 것으로 나타났다.

피험자 선정 기준은 수면 장애, 약물 사용 금지, 금연(Bach et al., 2015; Quesada et al., 2015, 2016), 심폐질환 및 피부질환이 없는 사람(Bach et al., 2015), 뇌손상이 없고 정신질환이 없는 사람(Salazar et al., 2015) 등으로 파악되었다. 실험 전 제한 사항은 실험 12시간 전 술 복용 금지, 실험 2시간 전 카페인 및 자극적인 음식 복용 금지, 흡연 금지, 자외선 노출 금지, 바디로션 크림 사용 금지, 실험 24시간 전 과도한 육체적 활동 금지, 실험 2시간 전 과도한 식사 및 약물 복용 금지 등으로 확인되었다.

문헌별 평가 항목을 조사한 결과 피부온 평가시에는 대부분 접촉식 피부온 장비와 비접촉식 피부온 장비를 사용하였으며, 2개 모두를 사용한 연구는 Bach et al.(2015)의 연구로 확인되었다. 피부온을 기반으로 감성 평가를 수행한 연구는 Dai et al.(2017), Mizuno et al.(2015), Salazer et al.(2015) 등이였으며, 피부온 및 감성 평가 이외에 수행된 평가 항목으로는 Effort perception, TECA(Cognitive Affective Empathy Test), Core temperature, Heart rate, EEG(Electro Encephalo Gram) 등인 것으로 파악되었다(Table 4).

3.2. 피부온 평가 및 감성 평가 장비

문헌조사 결과 피부온 평가 장비는 전도성 접촉식 피부온 평가 장비인 서미스터와 적외선을 활용한 비접촉식 피부온 평가 장비인 서모그라피로 분류되었다. 서미스터 평가 장비는 LT-8A(Wire)와 iBotton(Wireless) 장비가 주로 사용되었으며, 서모그라피 평가 장비는 FLIR System(E-60, A305sc)과 서모메타

Table 3. Number and characteristics of subjects by survey thesis

Author (year)	Participant			Age (mean ± SD)	BMI (kg, kg/m^2)
	Total	Male	Female		
Bach et al.(2015)	30	30	-	25.0 ± 2.9	78.7 ± 11.4
Corona et al.(2018)	46	46	-	30.6 ± 1.4	24.5 ± 0.4
Quesada et al.(2016)	17	17	-	29.9 ± 8.3	72.8 ± 10.6
Quesada et al.(2015)	44	29	15	29.3 ± 5.8	65.5 ± 7.8
Richmond et al.(2013)	32	Police(11)		41.1 ± 6.1	83.7 ± 9.0
		Firefighter(12)		37.2 ± 6.4	82.0 ± 13.4
		Ambulance service(9)		35.2 ± 6.0	79.6 ± 12.4
Salazar et al.(2015)	120	60	60	34.2 ± 6.9	-
	50	25	25	25.3 ± 2.8	-
	54	-	-	35.4 ± 9.6	-
Mizuno et al.(2015)	4	4	-	24.5 ± 3.5	-
Dai et al.(2017)	8	-	-	-	-

Table 4. Skin temperature and emotion evaluation items by survey thesis

Author (year)	Skin temperature		Emotion	Effort perception	TECA (Cognitive Affective Empathy Test)	Core temperature	Heart rate	EEG
	Thermistor	Thermography						
Bach et al.(2015)	O	O						
Corona et al.(2018)	O						O	
Quesada et al.(2016)		O		O		O		
Quesada et al.(2015)		O						
Richmond et al.(2013)	O					O	O	
Salazar et al.(2015)		O	O		O			
Mizuno et al.(2015)		O	O					
Dai et al.(2017)	O		O					O

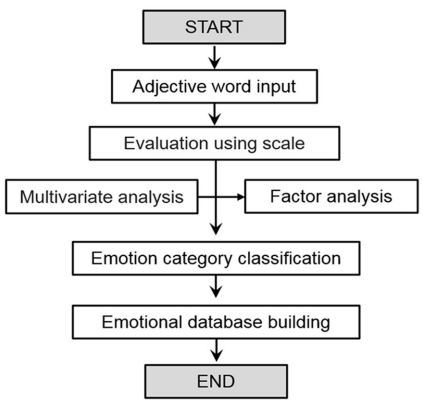
Table 5. Measuring equipment of skin temperature

Thermistor(conductive)			Thermography(Infrared)		
LT-8A (wire)	iButton (wireless)	Thermistor (Data Logger)	Infrared Camera	Infrared Thermometer	Infrared Calibrator
Gram Corporation, Japan Precision: 0.01. *http://linkjapan.co.kr*.	DS1922L-F50; Maxim Integratedb, USA Precision: 0.5. *https://www.alphaomega-electronics.com.*	SQ2020-2F8; Grant Instrumentsa, UK. *https://www.amplicon.com.*	E-60; FLIR Systemsc. *https://www.vfds.com.*	Visiofocus 06400; Tecnimedd, Italy. *https://www.tecnimed.it.*	Black body(BX-500 IR, Shenzhen, China). *https://www.amazon.com.*

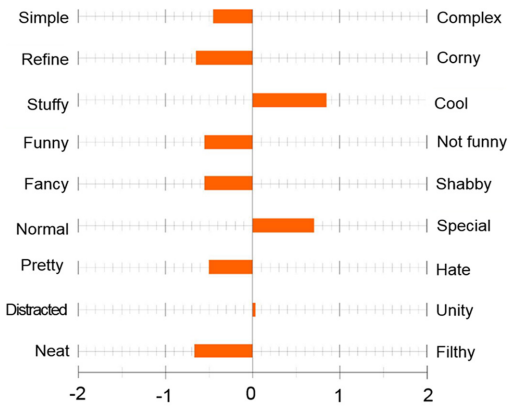
(Visiofocus 06400)로 조사되었다(Table 5). 접촉식 피부온 평가 장비는 감열소자 센서를 피부에 부착하여 피부온을 평가하는 방식으로 의복내의 피부온 측정이 가능하고 평가 기간내 연속적인 피부온 변화 경향을 파악할 수 있다는 장점이 있다(Bach et al., 2015; Corona et al., 2018). 반면, 센서 손상 발생과 좁은 면적 범위의 피부온에 대한 측정만이 가능하다는 한계가 있으며, 동시에 여러 부위 측정시에는 기기로 인한 활동상의 불편이 있다는 단점이 있다(Richmond et al., 2013). 비접촉식 피부온 평가 장비는 적외선을 활용하여 피부온을 측정하는 것으로 피험자의 동작에 제약이 없으며 1회 촬영으로 다양한 부위의 데이터를 획득할 수 있다는 장점이 있다(Quesada et al., 2016; Lopez et al., 2015). 반면, 피부온 측정 시 탈의 상태로 진행함으로써 피험자에게 부담을 줄 수 있고 의복내의 피부온 측정은 불가하며, 자료 분석 시 오차 범위가 크다는 한계가 있다(Mizuno et al., 2015).

감성 평가 방법은 열화상 카메라를 이용하여 자극에 대한 얼굴 표면 온도 변화를 분석하는 방법과 감성 어휘를 활용한 주관적 의미척도 분별법(SD: Semantic Differential Method, Valence & Arousal)으로 조사되었다. 감성 평가에서도 열화상 카메라는 FLIR System(E-60, A305sc)을 사용하였으며, 감성 어휘를 활용한 주관적 의미척도 분별법은 평가 제품에 대한 형용사 및 반의어 등의 감성 어휘를 결정한 후 등간격 척도법(scale: –2 ~2)을 활용하여 평가 제품에 대한 감성을 평가하는 것으로 조사되었다(Jeong & Lee, 2006; Kim, 2016)(Fig. 2).

피부온을 기반으로 한 가전제품에 대한 감성 평가는 가전제품을 조작하는 동작 수행시의 피부온 변화를 평가함으로써 평가로 인한 신체적인 부하가 거의 없어 운동시와 같이 급격한 피부온의 변화는 발생하지 않는다. 따라서, 가전제품 조작시의 피부온의 변화는 정도(정밀도, Precision)가 정밀한 장비를 사용하여 세밀한 피부온의 변화를 파악할 수 있어야 한다. 추후 피부온을 기반으로 한 감성 평가를 수행할 경우 피부온의 측정 장비는 반복 측정해서 얻어지는 측정값 분표의 모 표준편차인 정밀도가 작은 것으로 파악된 LT-8A(Gram Co. Japen, Precision 0.01)를 사용이 추천된다. 또한, 가전제품 사용시의 감성 평가를 열화상 사진 데이터를 활용하여 분석 할 경우 프로그램 상에서 분석 범위 선정이 정확하지 않다는 단점이 있어 열화상을 활용한 방법보다는 평가 대상 가전제품에 대한 감성 어휘 선정 및 분석을 통한 의미척도 분별법을 활용이 추천된다.



(a) Flowchart for Selecting Standard Adjectives



(b) Equal interval scale

Fig. 2. Example of emotional evaluation method(You, 2007).

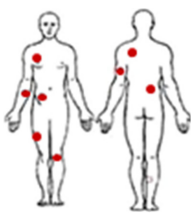
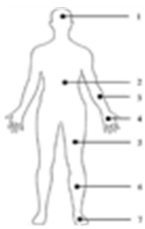
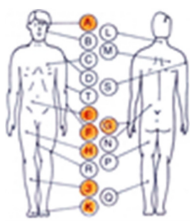
3.3. 평가 방법

3.3.1. 피부온 평가 방법 및 절차

접촉식 피부온 평가시 환경온은 작업 부하(Workload)가 없는 실험의 경우 온도 24.0±1.2°C, 습도 56±8%의 조건으로 설정하였으며, 작업 부하가 있는 실험은 21.8±0.7°C, 39.4±4.5%의 조건에서 수행하는 것으로 조사되었다. 피부온 평가 시 센서 부착 부위는 4개 부위(Bach et al., 2015), 7개 부위(Yang et al., 2015), 8개 부위(Corona et al., 2018), 10개 부위(Choi & Loftness, 2012) 등으로 파악되었다(Table 6).

평균 피부온(T_{sk})은 인체의 전체 면적에 대한 각 측정점의 표면 면적비율과 가중치를 적용하여 계산하였으며, 대표적으로 Ramanatan 4점법($T_{sk} = T_{neck} \times 0.28 + T_{scapula} \times 0.28 + T_{hand} \times 0.16 + T_{shin} \times 028$)과 Hardy & Dubois 7점법($T_{sk} = T_{forehead} \times 0.07 + T_{trunk} \times 0.35 + T_{arm} \times 0.14 + T_{hand} \times 0.05 + T_{thigh} \times 0.19 + T_{calf} \times 0.13 +$

Table 6. Sensor attachment location of skin temperature

	Bach et al.(2015)	Corona et al.(2018)	Choi et al.(2012)	Yang et al.(2015)	Hardy & Dubois
					
Part	4part	8 part	10 part	7 part	7 part
Head top					
Forehead			○	○	○
Neck	○				
Shoulder	○				
Chest		○	○		
Abdomen		○		○	○
Upper arm		○	○		
Lower arm		○	○	○	○
Hand	○		○	○	○
Bally			○		
Thigh		○	○	○	○
Calf	○	○	○	○	○
Posterior calf			○		
Back		○			
Lower back		○			
Foot			○	○	○

$T_{foot} \times 0.07$)을 사용하는 것으로 확인되었다. 비접촉식 피부온 평가시의 환경온은 실내 온도를 기준으로 $0.89 \pm 0.56^{o}C$(Quesada et al., 2016)로 설정하였으며, 방사온도는 ISO 18434-1:2008 표준을 기준으로 설정하였다. 피부온 평가에 사용되는 서모그라피 열화상 카메라의 설정 온도는 18~40°C(Lopez et al., 2015)였으며, 촬영거리는 실험자와 수평으로 2 m, 카메라 위치는 바닥에서 110 cm로 조사되었다. 피부온 평가 시 열화상 카메라의 촬영거리와 카메라 위치 등은 평가의 종류, 촬영 대상, 촬영 범위를 기준으로 최적의 조건을 확인한 후 설정되어야 할 것으로 사료된다.

문헌 조사에서 파악된 주관적 감각에 대한 평가로는 Pereception of fatigue, ASHRAE-PMV, PANAS(Positive and Negative Affect Schedule) 등으로 조사되었다. Brog RPE scale은 20점 likert scale(0 = nothing; 10 = very strong; 20 = very hard)로 구성되어 있으며, ASHRAE-PMV은 7점 likert scale (Cold −3, cool −2, slightly cool −1, neutral 0, slightly warm 1, warm 2, and hot 3)로 온열감을 평가하였다.

피부온을 기반으로 한 감성 평가 수행 시 환경온은 작업부하가 없는 실험 조건으로 온도: $24.0 \pm 1.2^{o}C$, 습도: $56 \pm 8\%$로 설정하는 것이 추천된다. 센서 부착 부위와 평균 피부온 계산은 일반적으로 사용되는 Hardy & Dubois 7점법이 추천되며, 실제 실험에서는 실험 대상과 결과 분석 범위를 고려하여 센서 부착 부위를 선정하여야 한다. 또한, 열화상 카메라 설정 온도는 18~40°C(Lopez et al., 2015)로 설정이 추천되며, 실험 환경온도가 18~40°C 범위를 벗어나는 저온이나 고온일 경우는 온도를 수정하여 설정하여야 한다. 평가 전·후에 대한 온열감, 습윤감 등과 같은 주관적 감각 평가는 운동부하가 없는 가전제품 조작과 같은 동작 수행 시에는 의미가 없을 것으로 사료되어 배제하는 것이 추천된다.

3.3.2. 감성 평가 방법 및 절차

감성 평가 방법은 열화상 카메라를 이용하여 얼굴 표면 온도 분석을 통해 외부 자극에 대한 감성의 변화를 파악하는 방법과 감성 어휘가 포함된 설문지를 이용하여 감성의 변화 경향을 파악하는 주관적 의미척도 분별법 등으로 조사되었다. 열화상 카메라를 이용한 감성 평가 방법은 피험자에게 주제와 관련된 60개의 이미지 세트를 디지털 형식으로 제공한 후 얼굴 표면 온도의 변화를 분석하여 피험자의 감성 변화(각성, 공감, 사랑)를 파악하는 방법이다(Mizuno et al., 2015; Salazar et al., 2015). 열화상 카메라를 이용한 감성 평가의 결과 분석은 촬영된 얼굴 열화상 이미지에 분석 범위를 부위별로 구분한 후 평가 전·후 온도 변화를 파악하였으며, 분석 부위는 이마, 눈 주위, 코, 뺨, 입술 등으로 구분하는 것으로 확인되었다(Fig. 3). 열화상 촬영 시 평가 환경은 온도 18~20°C, 습도 50%로 설정하였으며, 열화상 카메라의 설정온도는 18~40°C로 조사되었다. 열화상 촬영 시 카메라 높이는 바닥으로 부터 110 cm, 실험자와의 촬영 거리는 60~100 cm로 설정하였으며, 초당 8프레임으로 연속 녹화하였다. 추후 열화상 장비를 활용하여 감성 평가를 진행할 경우에는 평가 대상에 대한 촬영 범위와 평가 조건에 적합하도록 촬영 거리와 카메라 높이, 카메라 설정 온도를 조정한 후 평가가 진행되어야 한다.

문헌 분석 결과, 열화상 분석과 병행하여 피험자의 감성을 평가하기 위한 주관적 감각에 대한 평가는 PANAS(Positive and Negative Affect Schedule)의 설문지로 20개의 형용사에 대해 5점 likert scale(very slightly or not at all, a little, moderately, quite a bit, extremely)을 활용하여 평가하는 방법과 열화상 촬영과 병행하여 평가 이미지 세트를 제공한 후 Valence-Arousal plane & 2-D Self-Assessment Manikin(2-D SAM) 질문지로 각성과 공감에 대해 9점 likert scale로 평가하는 방법 등으로 조사되었다(Dai et al., 2017)(Fig. 4).

감성 평가 방법 중 감성 어휘를 활용한 주관적 의미척도 분별법은 먼저, 평가 제품과 관련된 감성 어휘를 추출한 후 사전 평가를 통해 적합한 감성 어휘를 선정하였다. 선정된 제품에 대한 감성 평가 항목은 조형, 색채, 재질, 심미성, 사용 만족성, 신규성, 불편성, 유쾌성, 우수성 등으로 조사되었다. 문헌조사 결과에서 파악된 제품에 대한 감성 평가 항목은 공기청정기 제품의 경우는 조형, 재질, 색채(Kim, 2016) 등이였으며, 핸드폰과 가전제품에 대한 감성 평가 항목은 심미성, 사용 만족성, 신규성, 불편성, 유쾌성, 우수성(Jeong & Lee, 2006; Na et al., 2012; Park, 2014) 등으로 파악되었다. 평가 제품에 대한 감성

(a) Example of thermal image evaluation(Mizuno et al., 2015)

(b) Example of facial thermography(Salazar et al., 2015)

Fig. 3. Emotion evaluation method using thermal image.

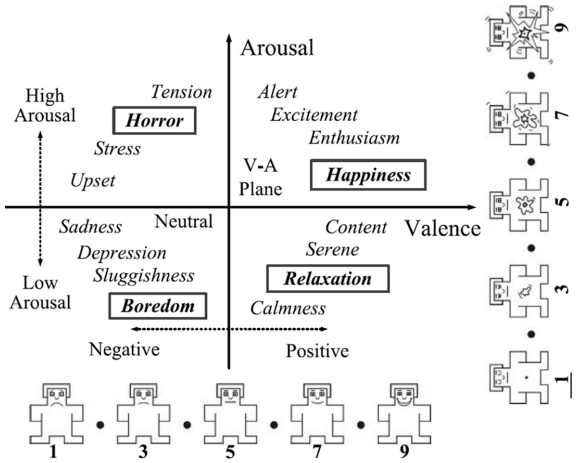


Fig. 4. Valence-arousal plane & 2-D self-assessment manikin(2-D SAM) questionnaire(Dai et al., 2017).

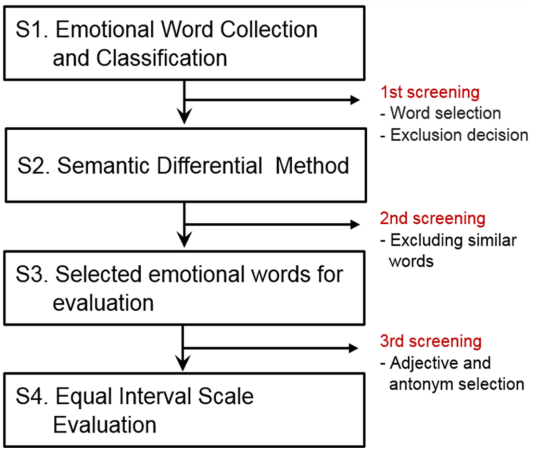


Fig. 5. Emotion evaluation method using subjective semantic differential.

Table 7. Examples of final adjectives for emotional evaluation of home appliances

	Molding	Material	Color	Aesthetic	Usability	Newness	Discomfort	Pleasantness	Distinction
1	Round	Hard	Bright	Pretty	Contentedly	Unique	Inconvenience	Pleasure	Excellent
2	Modern	Solid	Neat	Cultured	Careful	Unworn	Dullness	Cheerfulness	Best
3	Balanced	Harmonious	Warm	Luxurious	Natural	Novel	Difficult	Like	Stand out
4	Curvilinear	smarmy	Luxurious	Clean	Reliable	Peculiar	Irritated	Enjoyment	Preferred
5	Special	Bright	Urban	Charming	Efficient	Dynamic	Flustration	Refreshing	Exclusive
6	Angled	Flexible	Dark	Cute	Useful	Sensual	Disappointment	Colorful	Cultured
7	Classic	Weak	Sordid	Pretty	Stable	Tidy	Complex	Joyful	Luxurious
8	Unbalanced	Crude	Cold	Harmonious	Simple	Newest	Artificial	Cheerful	Differentiated
9	Straight	Rough	Cheap	Attractive	Satisfied	Funny			
10	Common	Matte	Loutish	Friendly	Convenient	Fresh			
11			Swank	Elegant	Practical	Individual			
12				Romantic		Futuristic			
13				Modern		New			

평가 항목을 선정한 후 최종 선정된 감성 어휘에 대한 형용사 및 반의어에 대해 등간격 척도법(scale: –2~2)을 활용하여 평가 제품에 대한 감성을 평가하였다. 평가 절차는 Fig. 5와 같이 감성 어휘 수집 및 분류, 의미척도 분별법을 활용한 감성 어휘 선정, 최종 평가용 감성 어휘 선정, 등간격 척도법을 활용한 감성 평가의 순으로 파악되었다.

감성 평가 방법 중 열화상 카메라를 이용하여 얼굴 표면 온도를 분석하는 방법은 열화상 데이터 분석 시 얼굴 부위별 분석 범위 설정을 정확하게 할 수 없다는 단점이 있어 선호되지 않는다. 추후 피부온을 기반으로 한 가전제품 사용시의 감성 평가는 열화상을 활용한 방법보다는 평가 대상 가전제품에 대한 감성 어휘 선정 및 분석을 통한 의미척도 분별법을 활용하는 것이 추천된다.

문헌조사 결과에서 파악된 공기청정기(조형, 재질, 색채)와 핸드폰 및 가전제품(심미성, 사용만족성, 신규성, 불편성, 유쾌성, 우수성)에 대한 감성 평가 항목별 최종 선정 형용사는 Table 7과 같다.

4. 결 론

본 연구에서는 피부온 및 가전제품 감성 평가와 관련된 국·내외 문헌을 심층적으로 분석하여 피부온을 기반으로 한 가전제품 감성 평가에 대한 기초자료를 수립하였다. 문헌 조사는 5단계(S1: key word 검색, S2: title screening, S3: abstract screening, S4: full paper screening, S5: 관련도 평가) 선별 절차로 진행하였으며, 피부온, 가전제품, 감성 평가 관련 키워드를 사용하여 검색하였다. 1차 검색된 문헌은 전문가 검증을 통해 최종 국외 문헌 11편과 국내 문헌 9편 총 20편을 선별하였다. 선별된 문헌은 실험 목적, 평가 대상, 실험 참여자 모집 조건, 실험 참여자, 평가 척도, 평가 방법, 평가 결과, 핵심 내용 등의 세부 항목으로 분류하여 비교·분석하였다.

피험자 선정 기준은 수면 장애, 약물사용 금지, 금연, 심폐질환, 피부질환이 없는 사람, 뇌손상이 없고 정신질환이 없는 사람 등으로 파악되었다. 평가 장비는 전도성 접촉식 피부온 평가 장비(Thermistor)와 적외선을 활용한 비접촉식 피부온 평가

장비(Thermography)로 분류되었다. 감성 평가 장비는 열화상 카메라를 활용한 방법과 감성 어휘를 활용한 주관적 의미척도 분별법 등으로 조사되었다. 피험자 인원의 평균은 40.5±32.9명이였으며, 접촉식 피부온 장비를 사용한 연구(8~46명)보다 비접촉식 피부온 장비를 사용한 연구(4~120명)와 감성 평가를 수행한 연구(8~120명)의 피험자 수가 많은 것으로 조사되었다. 접촉식 피부온 장비는 피험자 피부 표면에 센서를 부착하여 평가함으로써 많은 인원의 피험자를 대상으로 한 평가에는 한계가 있는 것으로 확인되었다. 반면, 비접촉식 피부온 장비는 피험자를 대상으로 거리, 높이, 온도 등을 설정한 후 다양한 상황에서의 촬영이 가능해 피험자 인원에 제한이 없었으며, 감성 평가의 경우도 열화상 카메라를 활용하거나 평가 설문지를 활용함으로써 피험자 인원에 대한 제약이 없는 것으로 확인되었다.

피부온 평가 방법 중 접촉식 피부온 평가는 작업부하의 여부에 따라 환경온을 설정하였으며, 피부온의 센서 부착부위는 10개 사이의 부위로 파악되었다. 평균 피부온은 Ramanatan 4점법과 Hardy & Dubois 7점법을 사용하여 산출하였다. 비접촉식 피부온 평가시의 환경온도는 실험공간의 환경온을 기준으로 설정하였으며, 방사온도는 ISO 18434-1:2008를 기준으로 설정하였다. 주관적 감각 평가는 Pereception of fatigue, ASHRAE-PMV, PANAS, ASHRAE-PMV 등으로 확인되었다. 감성 평가 방법은 열화상 카메라를 활용하여 얼굴 표면 온도를 분석하는 방법과 감성 어휘를 활용한 주관적 의미척도 분별법 등을 사용하는 것으로 조사되었다. 피험자의 감성을 평가 방법에서 주관적 감각은 PANAS 설문지, Valence-Arousal plane & 2-D Self-Assessment Manikin(2-D SAM) 질문지를 활용하여 각성과 공감 등의 감성에 대해 평가하는 것으로 확인되었다. 가전제품에 대한 감성 평가 항목은 조형, 색채, 재질, 심미성, 사용만족성, 신규성, 불편성, 유쾌성, 우수성 등으로 조사되었으며, 항목별 선정된 감성 어휘에 대한 형용사 및 반의어를 결정한 후 등간격 척도법(scale: −2~2)을 활용하여 평가하는 것으로 파악되었다.

인체생리 반응은 발한, 피부온, 혈류량 등으로 체온 조절을 통해 인체가 최적의 환경을 유지하도록 하는 역할을 함으로써 가전제품 사용 시 인체와 환경사이의 열이동 매커니즘을 파악하는 것은 매우 중요하다. 인간의 감성은 주관적이고 개인적이며, 직관적이고 모호한 것이어서 제품 사용 시 사용자의 감성을 정확하게 측정하는 것은 다양한 외부요인의 영향으로 어려움이 따른다. 또한, 인간의 감성을 객관적으로 평가하기 위해서는 생리학적인 방법과 심리학적 방법을 병행하여 평가가 이루어져야 한다. 조사한 문헌의 다수는 객관적인 평가 혹은 주관적인 평가를 개별적으로 평가하였으며, Salazar et al.(2015) 연구에서는 객관적인 평가로 열화상 사진 분석과 주관적 평가를 병행하여 연구를 수행하였으나 객관적인 평가로 인체생리(피부온, 맥박, 심전도, 뇌파) 측면에서의 분석은 이루어지지 않았다는 한계가 있다. 본 연구에서는 피부온 및 감성 평가 관련 문헌조사를 수행하여 피험자 선정 기준, 피부온 장비의 장·단점, 환경온 설정 범위, 평가 방법, 분석 방법, 평가 프로토콜, 주의사항 등을 정리하였다. 또한, 가전제품 감성 평가에 대한 감성 어휘 추출, 평가 어휘 선정, 평가 방법, 평가 절차, 분석 방법, 주의사항 등을 정리하여, 감성 평가 프로토콜 수립을 위한 기초자료를 제시하였다. 추후 본 연구에서 제시한 기초자료를 기반으로 가전제품 사용 시 피부온과 감성 평가에 대한 프로토콜을 수립한 후 실제 피험자를 대상으로 한 평가를 진행함으로써 피부온과 감성과의 연관성에 대한 검증이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 ‘산업통상자원부’의 “미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업”의 지원을 받아 수행된 연구결과임(R0004840, 2019).

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임(No. 2017R1D1A1B03033496).

References

Bach, J. E., Stewart, I. B., Disher, A. E., & Costello, J. T. (2015). A comparison between conductive and infrared devices for measuring mean skin temperature at rest, during exercise in the heat, and recovery. *PLoS One Public Library of Science*, 10(2). doi:10.1371/journal.pone.0117907

‘CEM BX-500 infrared calibrator’. (2019). *Amazon.* Retrieved July 30, 2019, from https://www.amazon.com/CEM-BX-500-Portable-Infrared-Calibrator/dp/B01AIUF7K4

Choi, H., & Park, M. Y. (2002). Predicting consumer emotion evaluation of white appliances. *Proceedings of the Korean Institute of Industrial Engineers*, *Korea*, *10*, pp. 101-108.

Choi, J. H., & Loftness, V. (2012). Investigation of human body skin temperatures as a bio-signal to indicate overall thermal sensations. *Building and Environment*, *58,* 258-269. doi:10.1016/j.buildenv.2012.07.003

‘Compact InfraRed Camera’. (2019). *VFDs.com.* Retrieved April 15, 2019, from https://www.vfds.com/flir-infrared-camera-i5

Corona, L. J., Simmons, G. H., Nessler, J. A., & Newcomer, S. C. (2018). Characterisation of regional skin temperatures in recreational surfers wearing a 2-mm wetsuit. *Ergonomics*, *61*(5)*,* 729-735. doi:10.1080/00140139.2017.1387291

Dai, Y., Wang, X., Zhang, P., & Zhang, W. (2017). Wearable biosensor network enabled multimodal daily-life emotion recognition employing reputation-driven imbalanced fuzzy classification. *Measurement*, *109*, 408-424. doi:10.1016/j.measurement.2017.06.006

Fournet, D., Voelcker, T., Ross, L., & Redortier, B. (2011). Skin temperature mapping in the cold the role of subcutaneous fat. *Proceeding of the International Conference on Electrical Engineering*, *Spring Conference*, *Indonesia.*

‘Grant SQ2020 Wi-Fi series’. (2019). *Amplicon.* Retrieved July 30, 2019, from https://www.amplicon.com/products/grant-sq2020-wi-fi/

Han, H. T., Kim, M. K., Park, M. K., & Lee, S. S. (2002). Measurements of temperature distribution on human body surface using multi-channel skin temperature sensors. *Proceedings of the Korean Society for Emotion & Sensibility*, *Korea*, pp. 205-209.

Jeong, S. H., & Lee, K. P. (2006). Development of tool for measuring the user's emotions expressed while using a product. *Journal of Korean Society of Design Science*, *64, 19*(2), 343-354.

Kim, J. S. (2016). Emotion evaluation analysis on the design of air purifier for home. *Korea Society of Design Trend, 52*, 157-168.

Kim, H. E., & Lee, A. R. (2012). Analysis of thermography on skin temperature during exercise. *Fashion & Textile Research Journal*, *14*(1), 130-135. doi:10.5805/KSCI.2012.14.1.130

Kim, J. H., & Lee, J. S. (2014). Reliability analysis of emotion evaluation EPA·PAD model in each design field. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, *17*(1), 79-92. doi:10.14695/KJSOS.2014.17.1.79

Kim, S. Y., Choi, J. Y., Lee, H. R., & Hong, K. H. (2017). Evaluation of the wear comfort of women's fitted sports T-shirts made from cool-touch fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *41*(5), 929-938. doi:10.5850/JKSCT.2017.41.5.929

Liu, Y., Wang, L., Liu, J., & Di, Y. (2013). A study of human skin and surface temperatures in stable and unstable thermal environments. *Journal of Thermal Biology*, *38*(7), 440–448. doi:10.1016/j.jtherbio.2013.06.006

Lopez, E., Dominguez, E., Ramos, V., Fuente, J., Meins, A., Iborra, O., Galvez, G., Rodriguez-Artacho, M., & Gomez-Milan, E. (2015). The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography. *Consciousness and Cognition*, *34*, 149-162. doi:10.1016/j.concog.2015.04.003

Mizuno, T., Sakai, T., Kawazura, S., Asano, H., Akehi, K., Matsuno, S., Mito, K., Kume, Y., & Itakura, N. (2015). Facial skin temperature fluctuation by mental work-load with thermography. *Proceedings of the International Conference on Electronics and Software Science, Takamatsu*, *Japan.*

Na, N. R., Suk, H. J., & Lee, J. I. (2012). Investigation of the emotional characteristics of white for designing white based products. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, *15*(2), 297-306.

Park, J. M. (2014). The development of sensibility evaluation tools for user-oriented housing interior space. *Journal of the Korean Institute of Interior Design*, *25*(5), 112-121. doi:10.14774/JKIID.2014.23.5.112

Quesada, J. I., Martez, N., Palmer, S. P., Psikuta, A., Annaheim, S., Rossi, R., Corber, J., Anda, R. C., & Pez-Soriano, P. (2016). Effects of the cycling workload on core and local skin temperatures. *Experimental Thermal and Fluid Science*, *77*, 91-99. doi:10.1016/j.expthermflusci.2016.04.008

Quesada, J. I., Lucas-Cuevas, A. G., Gil-Calvo, M., Giménez, J. V., Aparicio, I., Cibrián Ortizde Anda, R. M., Salvador Palmer, R., Llana-Belloch, S., & Pérez-Soriano, P. (2015). Effects of graduated compression stockings on skin temperature after running. *Journal of Thermal Biology*, *52*, 130-136. doi:10.1016/j.jtherbio.2015.06.005

'Registrador de Datos Económico Thermochron iButton'. (2019). *Alphaomega*. Retrieved July 11, 2019, from https://www.alphaomega-electronics.com/

Richmond, V. L., Wilkinson, D. M., Blacker, S. D., Horner, F. E., Carter, J., Havenith, G., & Rayson, M. P. (2013). Insulated skin temperature as a measure of core body temperature for individuals wearing CBRN protective clothing. *Physiological Measurement*, *34*(11), 1531-1543. doi:10.1088/0967-3334/34/11/1531

Salazar-Lopez, E., Dominguez, E., Juarez Ramos, V., Fuente, J., Meins, A., Iborra, O., Galvez, G., Rodriguez-Artacho, M. A., & Gomez-Milan, E. (2015). The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography. *Consciousness and Cognition*, *34*, 149-162. doi:10.1016/j.concog.2015.04.003

Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Trends and Developments: Research on Emotions*, *44*(4), 695-729. doi:10.1177/0539018405058216

'Thermistor'. (2019). *Link Japan*. Retrieved July 11, 2019, from http://linkjapan.co.kr/shop/item/1317511/

Suh, S. W., & Lee, C. G. (2010). The emotional sensibility estimation system for front-load washer. *Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, *11*(3), 821-826.

'Techni Med Vizio Focus'. (2019). *Danawa.* Retrieved July 15, 2019, from https://www.tecnimed.it/en/shop/uncategorized/visiofocus-06400/

Yang, J., Weng, W., & Fu, M. (2015). A coupling system to predict the core and skin temperatures of human wearing protective clothing in hot environments. *Applied Ergonomics*, *51*, 363-369. doi:10.1016/j.apergo.2015.06.002

You, J. S. (2006). *Study on consumer emotional changes of pattern design.* Unpublished master's thesis, Hongik University, Seoul.

(Received 16 January, 2020; 1st Revised 20 February, 2020
2nd Revised 6 March, 2020, Accepted 13 March, 2020)