



피부 전도도(Skin Conductance) 기반 가전 제품의 인지 부하 평가

POSTECH
POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



INDUSTRIAL AND MANAGEMENT
ENGINEERING, POSTECH



Ergonomic Design
Technology Lab



미래산업
사용성평가센터
Usability Center

홍영기, 정성욱, 유희천

포항공과대학교
산업경영공학과
인간공학설계기술 연구실

본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"(R0004840, 2020)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.



Contents

- **서론**
 - 연구 배경
 - 연구 목적
- **피부 전도도 기반 인지 부하 평가 protocol 개발**
 - 문헌 조사
 - 인지 부하 평가 척도 선정 및 평가 protocol 개발
- **피부전도도 기반 커피 머신 사용 인지 부하 평가**
 - 커피 머신 조작 task 수행 및 피부 전도도 측정
 - 피부 전도도 기반 인지 부하 평가 결과
- **토의**

인지 부하가 가전제품 사용성에 미치는 영향

- 부적절한 제품 설계, 복잡한 interface 등에 의해 발생하는 **인지 과부하는 제품의 사용성을 저해시키는 요인**으로 작용될 수 있음
 - ✓ 과도한 정보 제공 → 의사결정 어려움 느낌
 - ✓ 인지 부하가 적게 발생하는 설계 → 사용자와 제품의 상호작용을 원활하게 함
- ⇒ **사용자의 과도한 인지 부하 발생을 예방하는 제품 설계 필요**



객관적 인지 부하 평가 필요성

- 제품 설계와 검증 단계에서 **인지 부하를 평가할 수 있는 객관적 방법 필요**
 - ✓ 다양한 설문 평가와 생체 신호가 활용되어 인지 부하가 평가되고 있으나,
체계적인 평가 및 분석 절차의 부재로 실무에서 활용 어려움
 - ✓ 객관적 인지 부하 평가는 **제품의 세부적인 설계 요소에 대한 평가에 활용 가능**

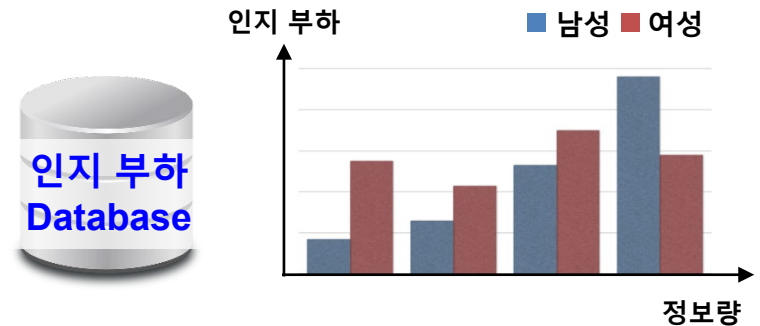
설계 요소별 객관적 인지 부하 평가



피부 전도도 **높음**
→ 인지 부하 **높음**

피부 전도도 **낮음**
→ 인지 부하 **낮음**

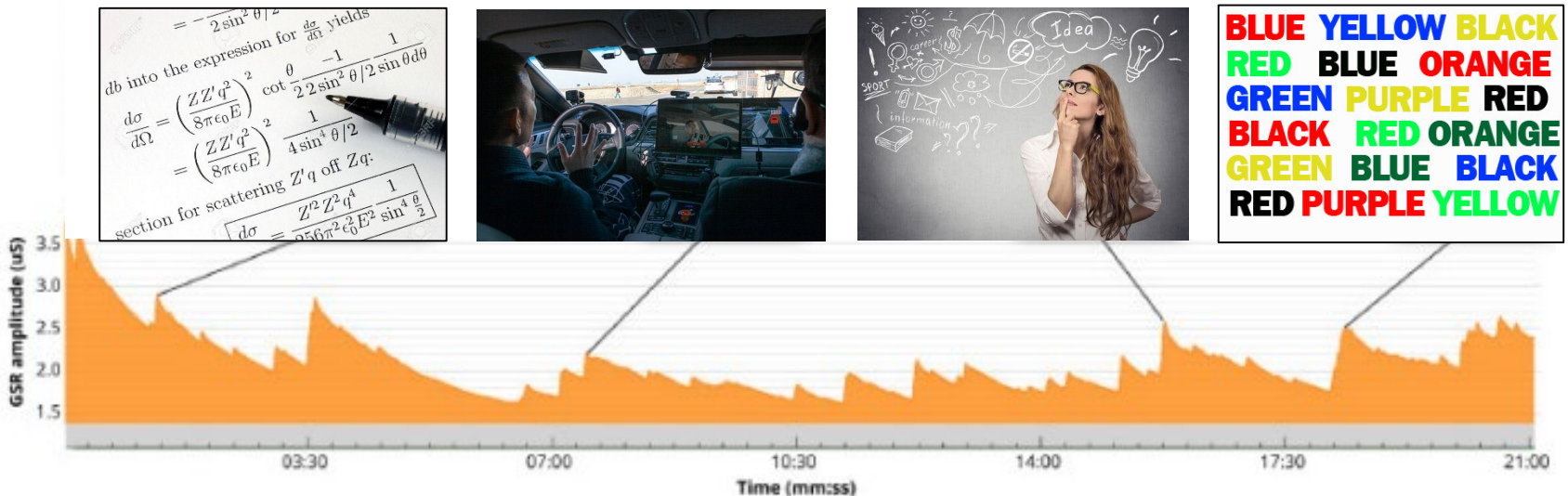
Database 기반 인지 부하 비교



피부 전도도 기반 인지 부하 평가 효용성

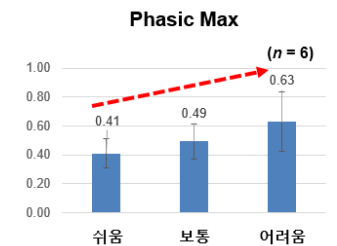
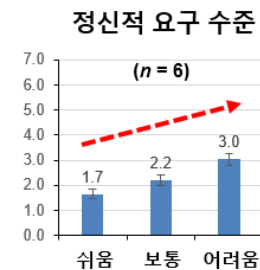
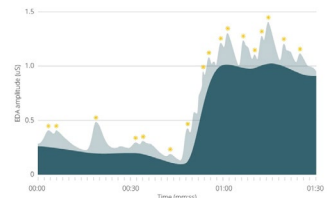
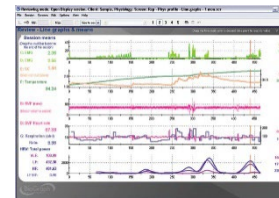
- **피부 전도도**는 인지 부하 평가 시 **객관적 척도로 유용하게 활용될 수 있음**
 - ✓ 인지 부하 시 피부 전도도는 자율신경계의 작용에 의해 변화됨
 - ✓ 전극 부착만으로 신호 측정이 가능하여 **측정이 용이**
 - ✓ **인지 부하 증가 → 피부 전도도 증가**

피부 전도도 변화와 인지 부하 변화 관계 예시



피부 전도도 기반 인지 부하 평가 및 분석

1. 피부 전도도 기반 **인지 부하 평가 protocol** 정립
2. 피부 전도도 기반 **인지 부하 분석 protocol** 정립
3. 가전 제품(커피 머신) 사용 작업 난이도에 따른 **인지 부하 평가**



인지 부하 평가 protocol 정립: 문헌 조사

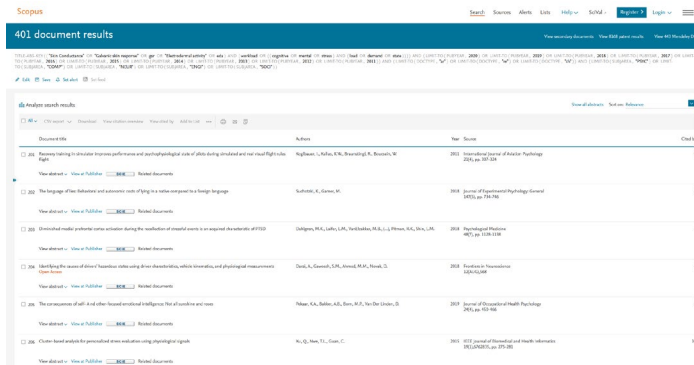
□ 문헌 조사 site: www.scopus.com

□ 검색 조건: title, abstract, keyword

□ 검색 keyword

✓ **피부 전도도** 관련: skin conductance, SCL, GSR, Galvanic Skin Response, Electrodermal activity, EDA

✓ **인지 부하** 관련: Cognitive workload, cognitive overload, cognitive demand, cognitive state, cognitive status, mental load, mental workload, mental status, stress state, stress recognition, levels of cognitive, stages of cognitive processing



※ 검색식

```
TITLE-ABS-KEY ( ( "Skin Conductance" OR "Galvanic skin response" OR gsr OR "Electrodermal activity" OR eda ) AND ( workload OR ( ( cognitive OR mental OR stress ) AND ( load OR demand OR state ) ) ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2012 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2011 ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ch" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "NEUR" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "SOCI" ) )
```

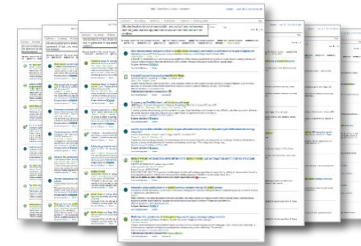
인지 부하 평가 protocol 정립: 문헌 선별 절차

S1. **Keywords 조합**을 통한 journal paper 검색

```
TITLE-ABS-KEY ( ("Skin Conductance" OR "Galvanic skin response" OR gsr OR "Electrodermal activity" OR eda) AND (workload OR ((cognitive OR mental OR stress) AND (load OR demand OR state)))) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2011)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ch")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "PSYC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "NEUR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "SOCT"))
```

401 건

S2. **Title screening**을 통한 1차 선별



53 건

S3. **Abstract screening**을 통한 2차 선별



43건

S4. 입수된 full paper에 대한 **관련도 평가**

상: 14건, 중: 25건, 하: 1건

40건

S5. 관련도에 따라 **최종 review 대상 논문 선별**

14건

인지 부하 평가 protocol 정립: 문헌 선정 결과

No.	Author(s)	Year	Title	Source	관련도
1	Visnovcova et al.	2016	The complexity of electrodermal activity is altered in mental cognitive stressors	<i>Computers in Biology and Medicine</i>	상
2	Ghaderyan et al.	2016	An efficient automatic workload estimation method based on electrodermal activity using pattern classifier combinations	<i>International Journal of Psychophysiology</i>	상
3	Al abdi et al.	2018	Objective detection of chronic stress using physiological parameters	<i>Medical & Biological Engineering & Computing</i>	상
4	Reimer et al.	2011	The impact of cognitive workload on physiological arousal in young adult drivers: a field study and simulation validation	<i>Ergonomics</i>	상
5	Liu et al.	2018	Psychological stress level detection based on electrodermal activity	<i>Behavioural Brain Research</i>	상
6	Kajiwara	2014	Evaluation of driver's mental workload by facial temperature and electrodermal activity under simulated driving conditions	<i>International Journal of Automotive Technology</i>	상
7	Wulvik et al.	2019	Investigating the relationship between mental state (workload and affect) and physiology in a control room setting (ship bridge simulator)	<i>Cognitive, Technology & Work</i>	상
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
14	Bornoiu et al.	2014	Kohonen neural network stress detection using only electrodermal activity features	<i>Advances in Electrical and Computer Engineering</i>	상

문헌 조사 결과: 실험참여자

- 실험참여자: **4 ~ 58명** (M = 33.8, SD = 28.6, age 10~30대)으로 다양
- 실험참여자 모집 기준
 - ✓ 피부 전도도에 영향을 미치는 **심혈관 질환 없는 자**(Visnovcova et al., 2016; Ghaderyan et al., 2016)
 - ✓ 인지 부하 평가가 가능한 **정상 인지 능력**을 보유한 자(AI abdi et al., 2018; Wiberg et al., 2015)
- 실험 전 통제 사항
 - ✓ 과도한 **운동 제한**(AI abdi et al., 2018; Ghaderyan et al., 2016; Wiberg et al. 2015)
 - ✓ **카페인** 음료 섭취 및 **흡연 금지**(AI abdi et al., 2018; Ghaderyan et al., 2016; Wiberg et al. 2015)

Author (year)	Participant			Age (mean)
	Total	Male	Female	
Visnovcova et al. (2016)	50	25	25	23.33
Ghaderyan et al. (2016)	35	12	23	24
Abdi et al. (2018)	58	26	32	21.52
Reimer et al. (2011)	26	-	-	23.9
Kajiwara (2014)	4	4	0	22
Wulvik et al. (2019)	31	18	13	24
Ghaderyan et al. (2018)	35	12	23	24
Xu et al. (2015)	44	44	-	28.6



문헌 조사 결과: 피부 전도도 측정 장비

- 피부 전도도를 측정하는 장비는 **sensor, encoder, software**로 구분
 - ✓ **Sensor**: 피부에 전극이 부착되어 피부 전도도를 측정
 - ✓ **Encoder**: sensor로부터 전달받은 신호를 기록하고 software로 신호 전송
 - ✓ **Software**: 전달받은 신호를 시각적으로 보여주고 신호 처리 및 분석

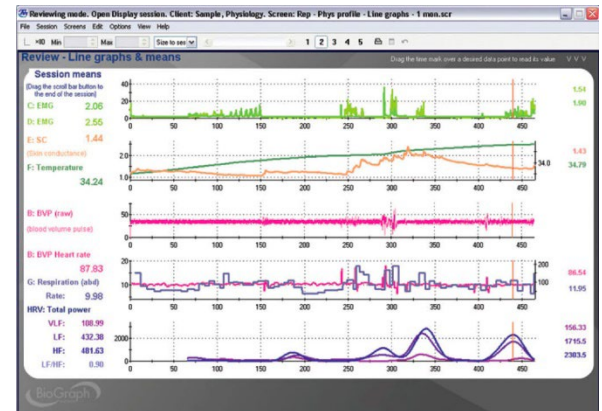
Sensor



Encoder



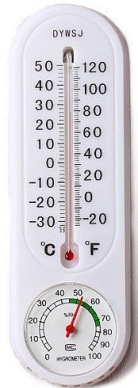
Software



문헌 조사 결과: 평가 환경

- **피부 전도도 및 인지 부하에 영향을 줄 수 있는 외부 요인을 제거**하기 위한 실험 환경 조성
 - ✓ 표준 온도 및 습도 유지 (Visnovcova et al., 2016; Al abdi et al., 2018; Kajiwara., 2014)
 - ✓ Task 이외의 자극 차단 (Visnovcova et al., 2016; Wulvik et al., 2019; BornoIU & Grigore., 2014)

표준 온도 및 습도 유지



20°C ~ 25°C



30% ~ 55%

Task 이외의 자극 차단



블라인드

문헌 조사 결과: 인지 부하 평가 척도

- 생체 신호를 활용하여 인지 부하를 평가하기 위해 **피부 전도도가 측정**되었고, **주관적 평가**를 이용하기도 함

Author (year)	Skin conductance	Skin potential	Pupil diameter	HR	Skin temperature	Subjective
Visnovcova et al. (2016)	○					
Ghaderyan et al. (2016)	○	○				○
Abdi et al. (2018)	○					
Reimer et al. (2011)	○		○	○		○
Liu et al. (2018)	○			○		
Kajiwara (2014)	○	○			○	○
Wulvik et al. (2019)	○					○
Bornoiu et al. (2014)	○					
Ghaderyan et al. (2018)		○				
Xu et al. (2015)	○			○		

문헌 조사 결과: 피부 전도도 신호 특성

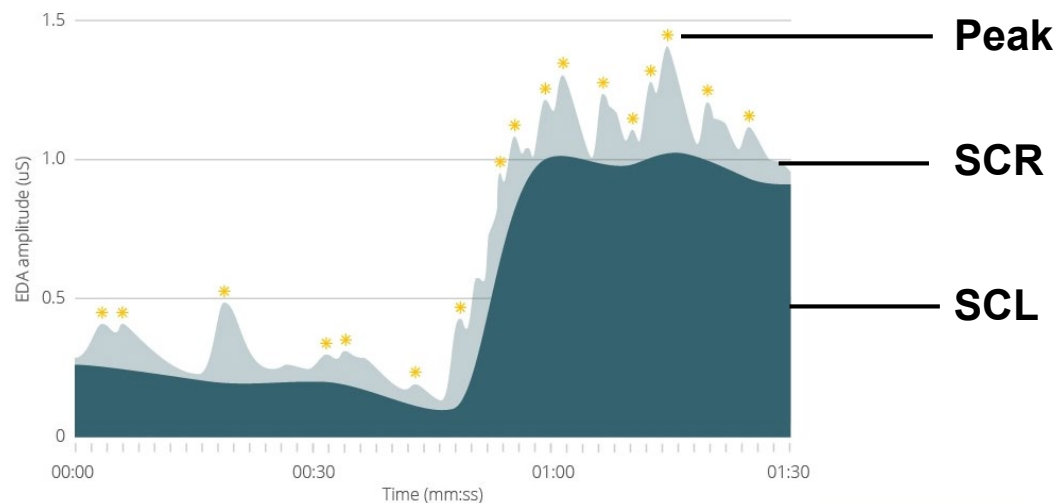
□ 피부 전도도 신호는 **두 개의 요소로 구성**

1. Skin conductance response (**SCR**)

- 인지 부하, 감정 변화 등 **자극에 의해 변화**되는 피부전도도 특성
- 측정값이 **급격하게 변화**

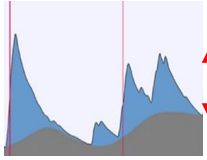
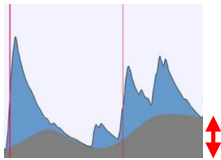
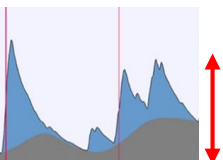
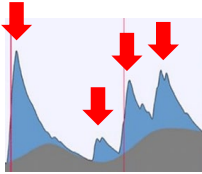
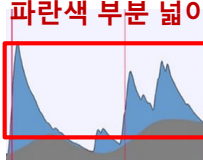
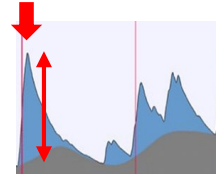
2. Skin conductance level (**SCL**)

- 외부 자극과 관계 없이 **전반적인 생리 상태**에 의해 변화되는 피부전도도 특성
- 측정값이 **느리게 변화**






문헌 조사 결과: 피부전도도 신호 분석 척도

□ SCR과 SCL을 기반으로 도출된 인지 부하 평가 관련 피부 전도도 신호 분석 척도

Measure	Skin conductance response (SCR)	Skin conductance level (SCL)	Mean skin conductance (Global mean)	Number of SCR (nSCR)	Sum of SCR amplitudes (Amplitude Sum)	Maximum value of phasic activity (Phasic Max)	...
정의	피실험자가 자극을 받았을 때의 피부전도도 변화	피실험자의 전반적인 피부전도도 상태	피부전도도 평균	특정 threshold를 초과한 SCR의 개수	SCR 상태의 피부전도도의 총합	피실험자가 최대 자극을 받았을 때의 피부전도도 변화	...
예시							...
적용점	특정 구간 내에서 일어난 평균 인지부하	측정 대상자의 전반적인 생리학적 상태	피실험자의 전반적인 인지부하 상태	특정 구간 내에서 일어난 인지부하 횟수	특정 구간 내에서 일어난 인지부하 총량	특정 자극의 인지부하 최대량	...
인지 부하 경향	↑	↑	↑	↑	↑	↑	...

인지 부하 평가 protocol 정립: Summary

- 문헌 조사 내용을 바탕으로 가전제품 사용 시 **인지 부하를 평가하는 protocol 개발에 적용**

구분	Contents
실험 참여자	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 심혈관 질환 없는 자 ▪ 정상 인지 능력 보유자
실험 장비	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sensor 2) Encoder 3) Software 
실험 환경	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 표준 온도 및 습도 유지 ▪ Task 이외의 자극 차단 
인지 부하 평가 척도	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 인지 부하 평가에 주로 사용되는 척도 <ol style="list-style-type: none"> 1) Skin conductance 2) 주관적 평가 
피부 전도도 신호 분석 척도	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SCR, SCL, Mean skin conductance, Number of SCR, Sum of SCR amplitudes, Maximum value of phasic activity

피부 전도도 기반 커피 머신 인지 부하 평가: 개요

- 목적: 피부전도도 기반 커피 머신 사용 인지 부하 평가
- 실험 참여자: 정상 인지 능력 보유자 30명 (20~50대, 남자: 17명, 여자: 13명)
- 평가 방법 및 척도
 - ✓ 커피 머신 사용 task: 난이도를 상이하게 하여 커피 또는 물 추출
 - ✓ 독립변수: 추출 난이도(Level 1, 2, 3)
 - ✓ 객관적 평가 척도: SCR, SCL, mean SC, number of SCR, sum of SCR amplitude, maximum value of phasic activity
 - ✓ 주관적 평가 척도: 정신적 요구수준, 노력 수준, 당혹감, 전반적인 난이도

객관적 평가 항목



주관적 평가 항목

항목	매우 낮음	상당히 낮음	다소 낮음	보통	다소 높음	상당히 높음	매우 높음
정신적 요구 수준	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
노력 수준	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
당혹감	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

실험참여자

- **n = 30명** (연령: 20대 ~ 50대, 남성: 17명, 여성: 13명)
- 실험참여자 모집 기준
 - ✓ 피부 전도도에 영향을 미치는 **심혈관 질환 없는 자**
 - ✓ 정신 병력이 없고 **정상 인지 능력**을 보유한 자

실험 참여 동의서

POSTECH IRB 제 4-1) 인간대상연구 표준화 문서

인간대상연구 피험자 동의서

기본 정보	
승인번호	PIRB-2020-E009
연구 교직원	피부 전도도 기반 사용자 인지 부하 평가
연구 책임자	성명 소속 학위 주소 연락처
	유영민 산업경영학과 교수 인천광역시 남동구
	연락처: 654-279-2210 이메일: Yeung@postech.ac.kr

본 연구는 피부 전도도를 사용하여 사용자의 인지 부하를 평가하는 연구입니다. 위험은 본 연구에 참여할 것이지 여부를 결정하기 위해, 충분한 이해를 바탕으로 신중하게 결정되어야 합니다. 이 연구가 왜 수행되며, 무엇을 수행하는지 귀하가 이해하는 것이 중요합니다. 이 연구를 수행하는 동안 귀하의 개인 정보가 이 연구에 대해 설명될 수 있습니다. 이 연구는 전담진료소 없이 외래로 진행되는 형태입니다. 연구가 수행될 수 있는 동안이나 연구가 끝난 후라도 언제든지 연구에 참여하거나, 탈퇴하거나, 연구결과를 다른 사람에게 알릴 수 있습니다. 귀하의 사생활은 귀하가 본 연구에 대해 고지된 위험성에 대해 설명을 받았음을 의미하며, 이 문서에 대한 귀하의 서명은 자신으로만 인정받아야 하는 연구에 참가를 동의하는 것을 의미합니다.

- 본 연구는 오로지 연구만을 목적으로 수행됩니다.
- 연구의 목적 및 목적

본 연구는 기존 연구를 사용자의 인지 부하를 피부 전도도를 이용하여 측정 및 분석하는 프로토콜을 위한 연구로서 30분 동안 활동을 대상으로 관련된 및 관련된 비교 평가를 통해 인지 부하 측정 및 분석 프로토콜을 평가하고자 하는 연구입니다.
- 대상 선정기간 및 본 연구에 참여하는 대상의 전체 유망자 수

본 연구는 최대 30명 이상 사용자 시 참가자는 인지 부하를 측정하는 방법입니다. 대상자는 최대 기간은 2020년 5월 30일부터 8월 15일까지입니다. 2020년 2월 29일 실험참여자 30명을 더 모집할 필요가 없습니다. 15명 참가 시에는 더 모집할 수 없습니다.
- 본 연구에 참여하게 된으로써 받게 되는 권리 및 권익

본 연구에 관련된 피험자도 인정될 경우 2020년 5월 30일 부터 8월 15일까지 중에 1달 동안 포항공과대학교 대학 4층으로 방문하시어 연구에 참여하게 됩니다. 본 연구가 2020년

IRB 심사 승인

POSTECH IRB 제 4-1) 심의면제통보서

심의면제통보서

수신	작성연구자	성명	위탁자	소속	산업경영공학	직위	교수
연구번호	PIRB-2020-E009						
연구교직원	피부 전도도 기반 사용자 인지 부하 평가						
연구종류	<input checked="" type="checkbox"/> 인간대상연구 <input type="checkbox"/> 인체외동물연구						
발행일자	2020년 2월 29일						

상기 연구자에게 대한 본 위원회에서는 심의면제승인을 확인합니다.

※ 모든 연구자들은 '연구'의 시행을 준수하여야 합니다.

- 연구자는 **본 연구**에 대한 연구의 목적을 이해하고, 연구의 수행을 위해, 사용자의 연구를 진행할 수 있도록 충분한 이해를 제공하여야 합니다.
- 연구자는 '연구'에 대한 연구의 목적을 이해하고, 연구의 수행을 위해, 사용자의 연구를 진행할 수 있도록 충분한 이해를 제공하여야 합니다.
- 연구자는 **본 연구**에 대한 연구의 목적을 이해하고, 연구의 수행을 위해, 사용자의 연구를 진행할 수 있도록 충분한 이해를 제공하여야 합니다.
- 연구자는 **본 연구**에 대한 연구의 목적을 이해하고, 연구의 수행을 위해, 사용자의 연구를 진행할 수 있도록 충분한 이해를 제공하여야 합니다.

2020년 2월 29일

포항공과대학교 생명윤리위원회 위원장

ver 1.0 (Apr 2015)

평가 대상

- Philips 라떼클래식 EP3221/43
- 독립변수: **커피 머신 사용 task 난이도(Level 1, 2, 3)**

평가 대상 커피 머신

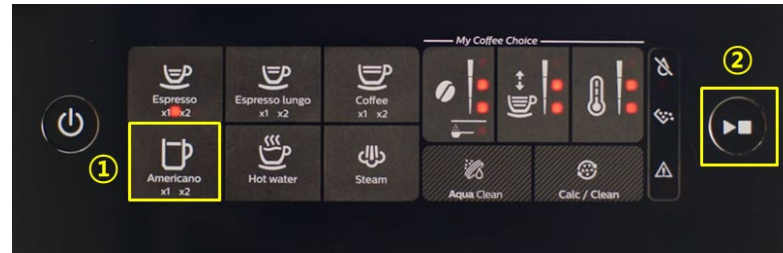


커피 머신 조작 버튼 UI



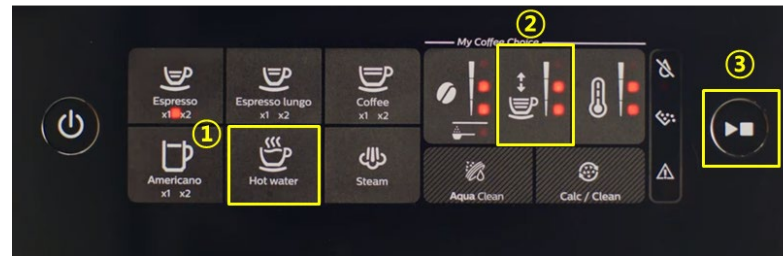
커피 머신 사용 Task

- Level 1: Americano 1잔 추출



2가지 버튼 조작

- Level 2: 뜨거운 물 1잔을 양 1단계로 설정하여 추출



3가지 버튼 조작

- Level 3: Espresso 2잔을 농도 3단계, 양 3단계, 온도 1단계로 설정하여 추출



5가지 버튼 조작

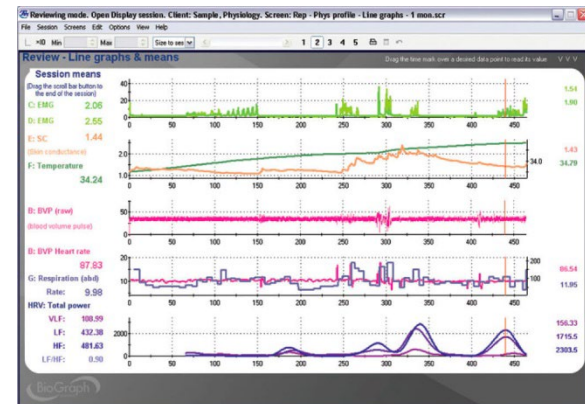
피부전도도 측정 방법

□ 평가 장비

- ✓ Sensor: SA9309 (Thought Technology Ltd., Canada)
- ✓ Encoder: FlexComp Infiniti (Thought Technology Ltd., Canada)
- ✓ Software: Biograph Infiniti 5.1.2 (Thought Technology Ltd., Canada)

□ 장비 사용 방법

- ✓ **센서 부착** 시 피실험자의 **비우세손 검지와 중지의 2번째 마디**에 부착
- ✓ 센서 부착부터 마지막 휴식 구간까지 **전체 구간에서 연속적으로 측정**



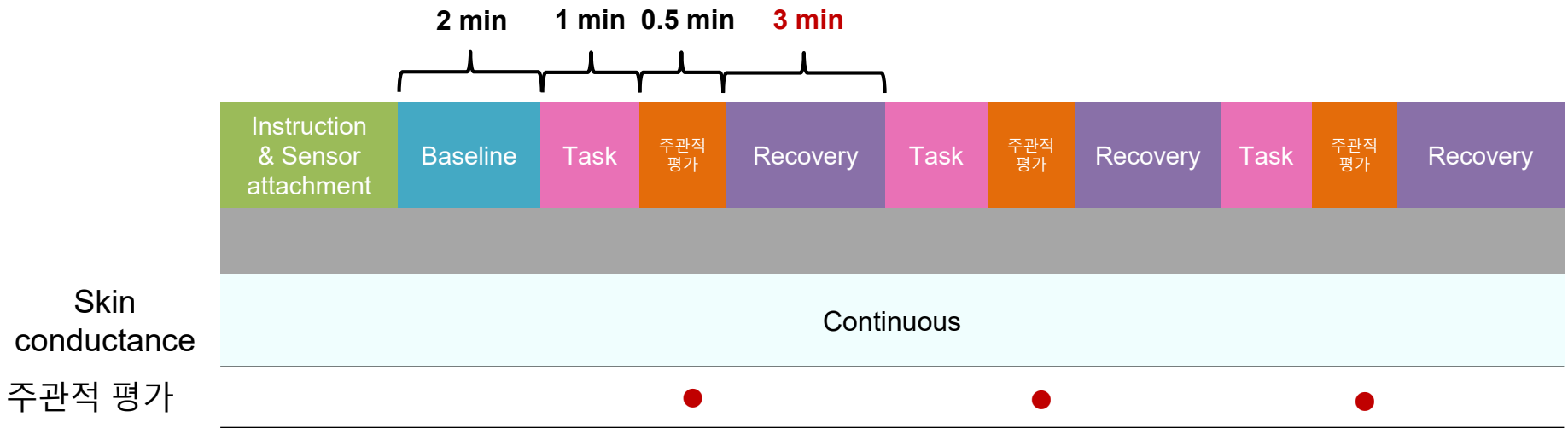
주관적 평가 항목

- **NASA-TLX** 문항 중 **가전 제품 사용 시 인지 부하 평가에 적절한 항목 3종**과 **전반적인 난이도**에 대한 문항을 추가하여 **총 4종** 선정

평가 항목	내용	선정 여부
정신적 요구 수준	지각적/인지적 활동이 요구 되는 정도	○
신체적 요구 수준	신체적 활동이 요구되는 정도	×
시간적 요구 수준	Task 수행 시 느껴지는 시간적 압박감	×
임무 성취감	Task를 성공적으로 완수했다고 생각하는 정도	×
노력 수준	목표 달성을 위해 정신적/신체적으로 노력한 정도	○
당혹감	Task 수행 시 당혹감을 느낀 정도	○
+		
전반적인 난이도	Task 수행의 전반적 난이도	○

실험 절차

- 실험의 전체 절차 및 주의사항이 적힌 script 제공
- 커피 머신 각 버튼 기능 설명
- 실험 진행 중 센서 부착 부위 움직임 통제
- 실험 진행 과정 녹화
- 총 실험 시간: 20분/인



평가 환경

- 실험 중 피실험자의 행동을 관찰하기 위해 **피실험자의 정면과 커피 머신 조작부에 카메라**를 설치
- **Task와 주관적 평가지는 프린트**로 주어짐
- 피실험자가 task에 집중할 수 있도록 **블라인드를 이용해 공간을 분리**시킴



분석 Protocol

❑ Preprocessing

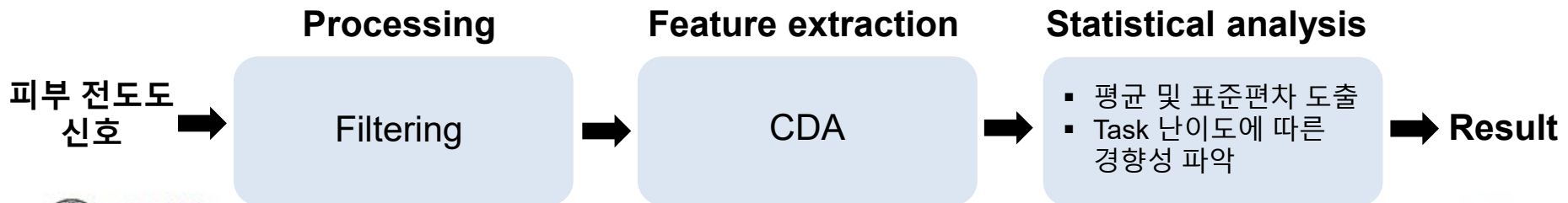
- ✓ Low-pass filtering
- ✓ Down-sampling (원본 256 Hz → 32Hz로 적용)

❑ Feature extraction

- ✓ Ledalab code를 활용하여 Continuous Decomposition Analysis(CDA)
- ✓ 6가지 피부 전도도 관련 변수 추출

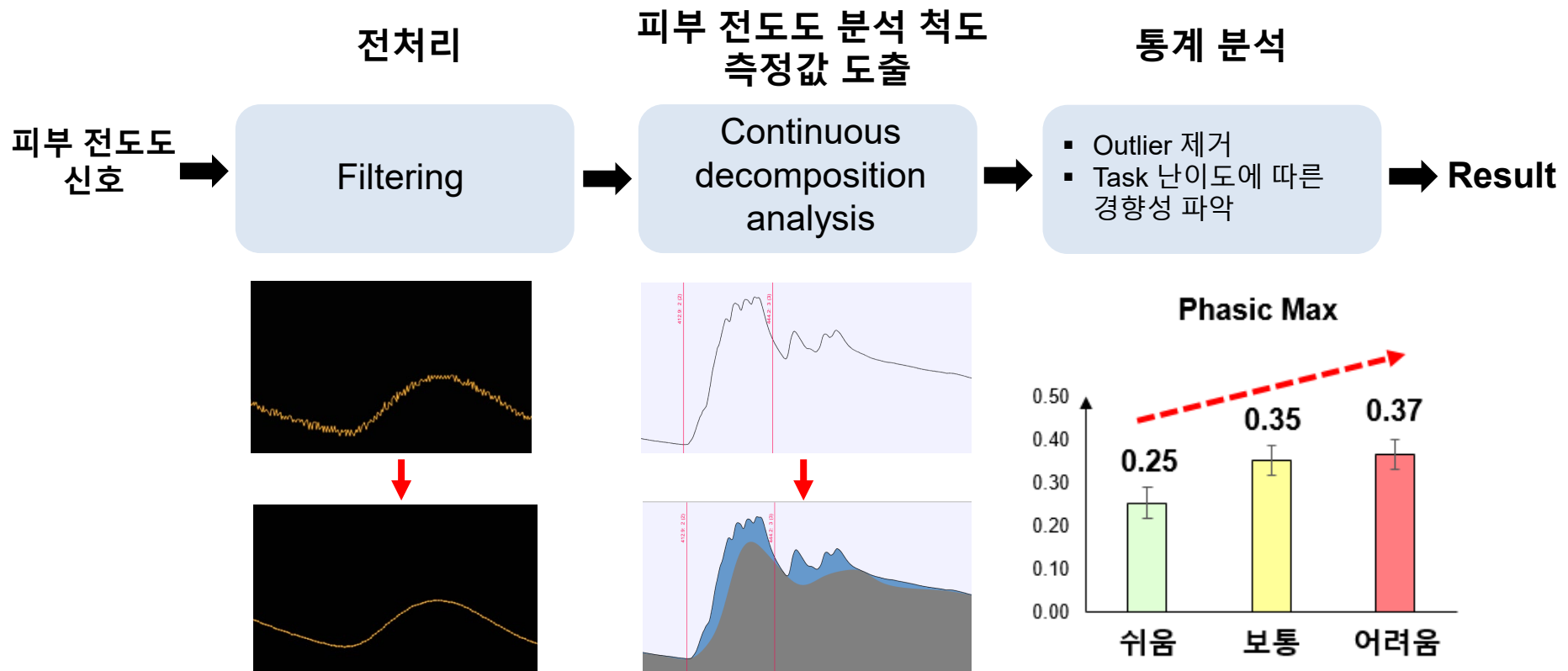
❑ Statistical analysis

- ✓ 각 task 구간에서 주관적 평가 결과와 피부 전도도 척도의 평균과 표준편차 도출
- ✓ Task 난이도에 따른 주관적 평가 결과와 피부 전도도 척도의 경향성 파악



분석 Protocol: 개요

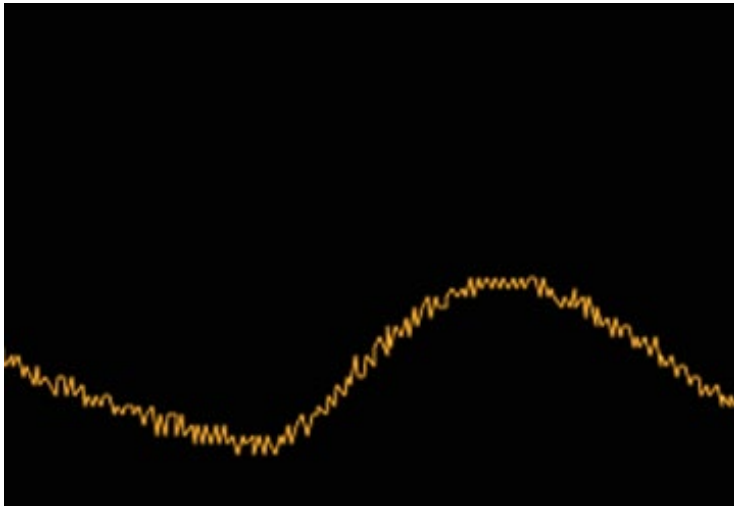
- 전처리 → 피부 전도도 분석 척도 측정값 도출 → 통계 분석 순서로 분석 진행
- 피부 전도도 신호 분석 tool: **Ledalab** (Matlab-based software)



분석 Protocol: 전처리

- ❑ Down-sampling (원본 256 Hz → 32Hz로 적용)
- ❑ **Low-pass filtering** (1Hz)

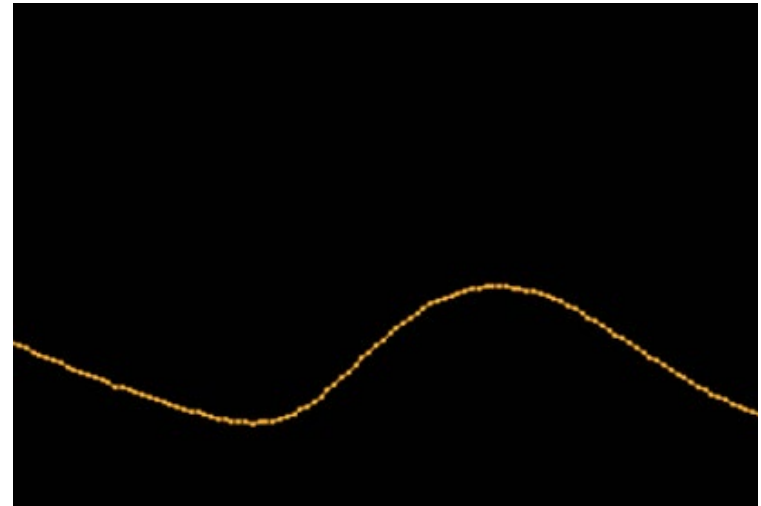
Raw signal



전처리



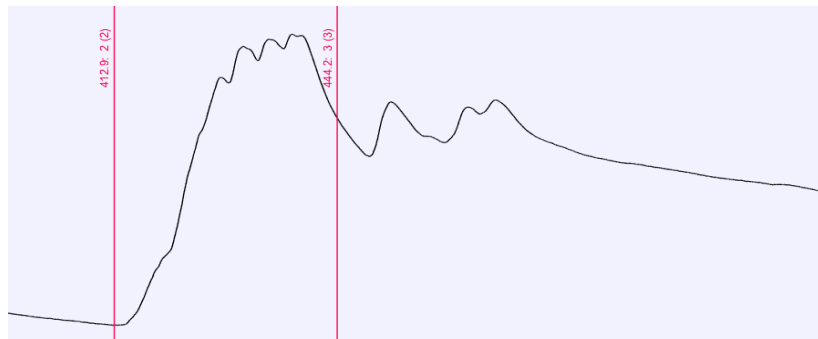
Filtered signal



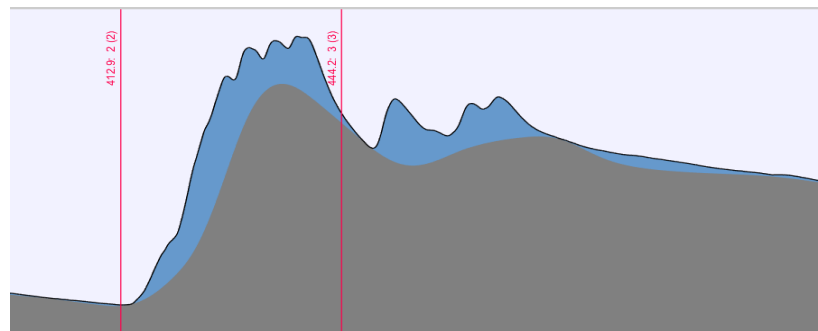
분석 Protocol: 피부 전도도 분석 척도 측정값 도출

- ❑ Ledalab function을 활용하여 6가지 분석 척도에 대한 측정값 도출
- ❑ Continuous decomposition analysis (CDA) → 피부 전도도 신호를 SCL 및 SCR로 분류하여 분석 수행

전처리된 신호



CDA가 적용된 신호



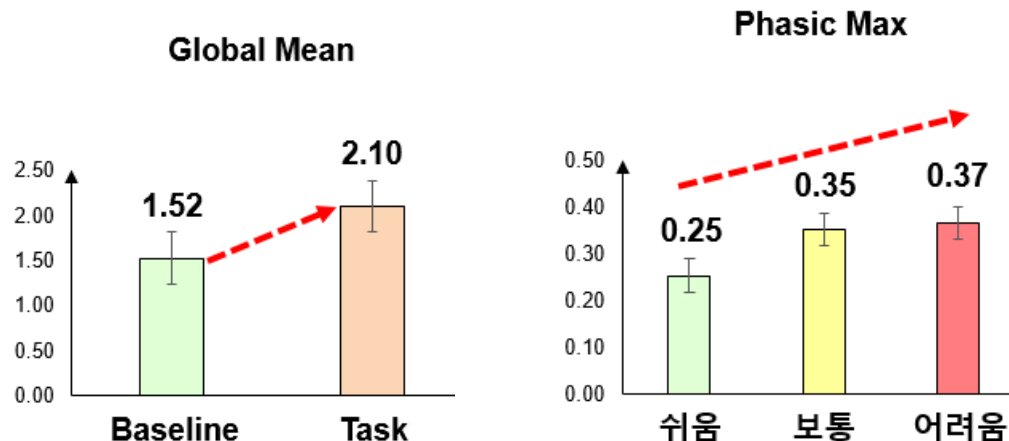
분석 Protocol: 통계 분석

□ Outlier 제거

- ✓ 피부 전도도 분석 척도 측정값의 평균과 표준편차 도출
- ✓ 특정 척도의 **측정값이 $M \pm 3SD$** 인 실험참여자는 **분석에서 제외**

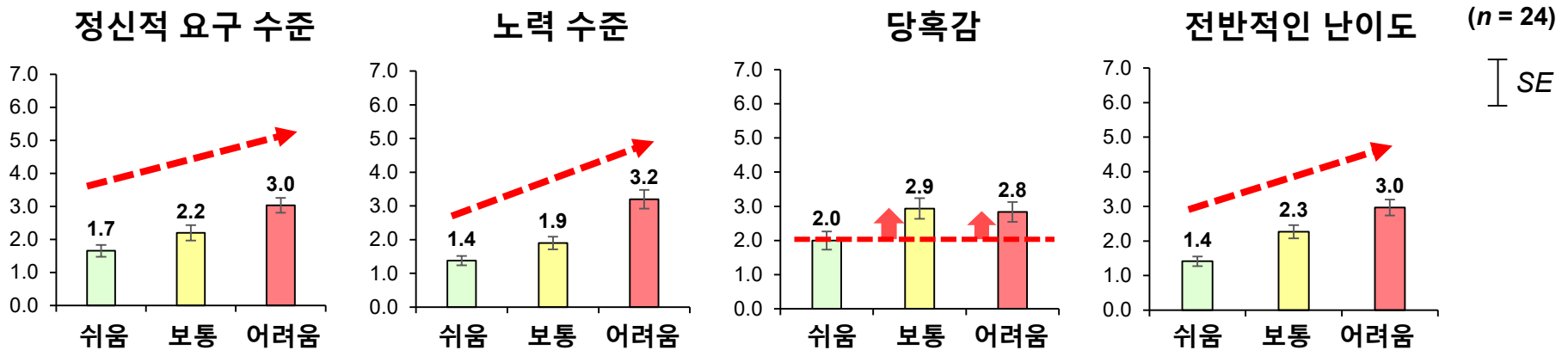
□ 통계 분석

- ✓ **Baseline과 task 구간**에서 분석 척도 측정값의 **차이 비교**
- ✓ **Task level에 따른** 분석 척도 측정값의 **경향성 분석**



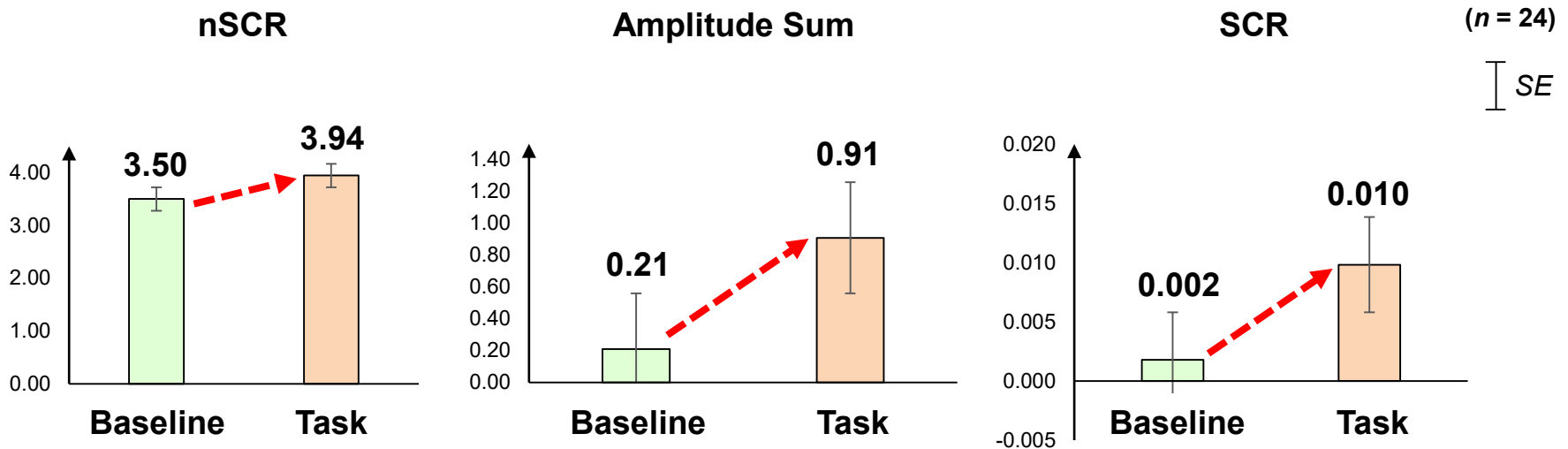
주관적 평가 결과

- 정신적 요구 수준, 노력 수준, 전반적인 난이도 → **Task Level에 따라 증가**
- 당혹감 → **Level 1에 비해 2과 3에서 높은 값을 가짐**



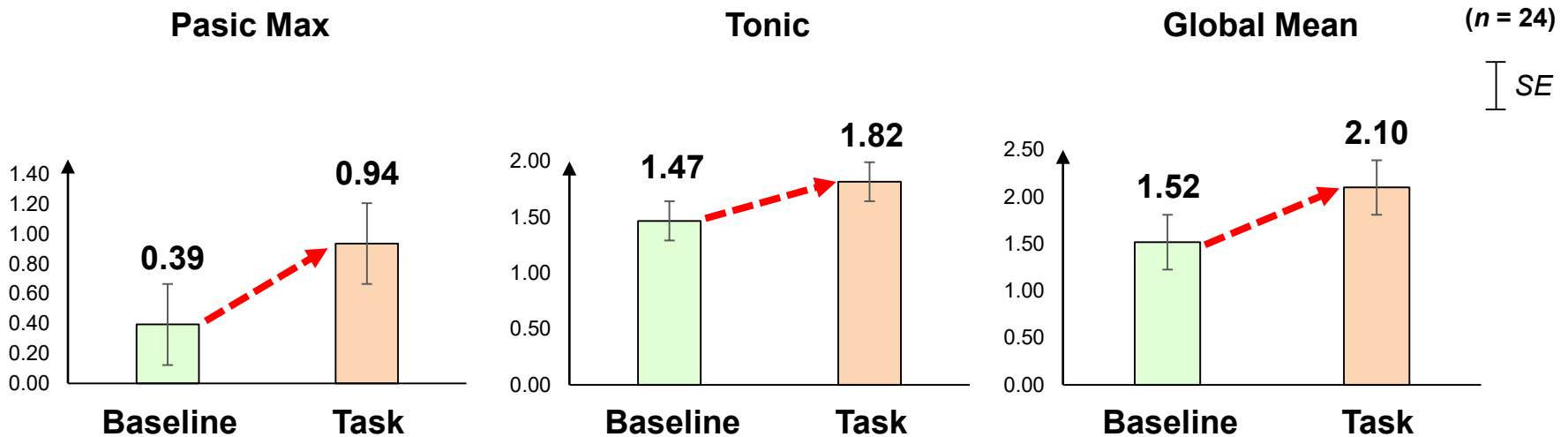
피부전도도 신호 분석 결과: Baseline과 Task 구간 차이 (1/2)

- Baseline 구간과 task 구간의 피부 전도도 신호 분석 척도의 측정값을 비교
 - ✓ 6개의 신호 분석 척도 모두 **baseline** 구간에 비해 **task** 구간에서 증가
 - ✓ nSCR 척도는 유의미한 차이를 보이지 않음



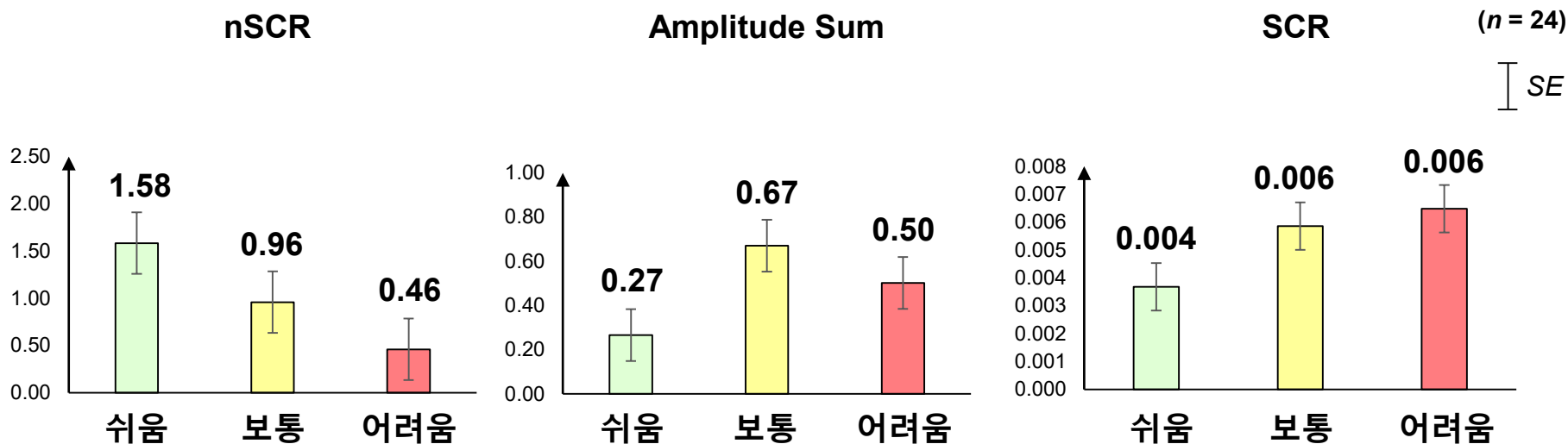
피부전도도 신호 분석 결과: Baseline과 Task 구간 차이 (2/2)

- Baseline 구간과 task 구간의 피부 전도도 신호 분석 척도의 측정값을 비교
 - ✓ 6개의 신호 분석 척도 모두 **baseline** 구간에 비해 **task** 구간에서 증가
 - ✓ nSCR 척도는 유의미한 차이를 보이지 않음



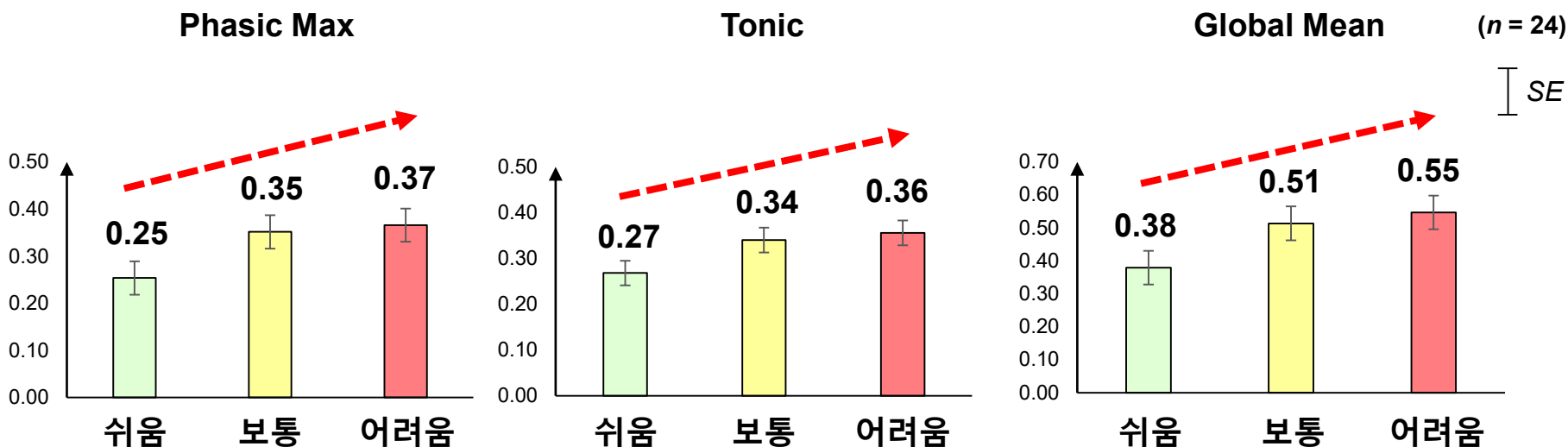
피부전도도 신호 분석 결과: Task 난이도에 따른 경향성 (1/2)

- nSCR: 난이도 증가 → 감소하는 경향
- Amplitude Sum: 난이도에 따른 경향성을 보이지 않음
- SCR: 난이도 증가 → 증가하는 경향



피부전도도 신호 분석 결과: Task 난이도에 따른 경향성 (2/2)

- **Phasic Max, Tonic, Global Mean:** 난이도 증가 → 증가하는 경향



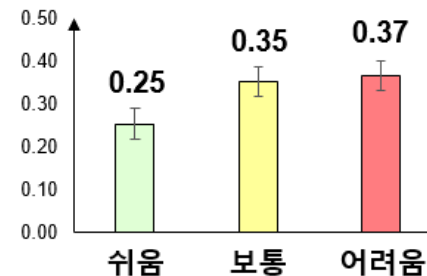
토의 (1/2)

- 피부전도도를 기반으로 한 인지부하 평가 protocol 정립
 - ✓ 인지부하 평가를 위한 주요 **피부전도도 척도 및 척도별 경향성** 확인
 - ✓ 가전 제품을 대상으로 한 **인지부하 평가 환경 조성**
- 가전 제품(커피 머신)의 인지부하 평가 실험 분석 결과
 - ✓ **주관적 평가**는 당혹감을 제외한 모든 항목에서 **task 난이도에 따라 증가하는 경향** 파악
 - ✓ 피부전도도 척도의 경우, **SCR, Phasic Max, Tonic, Global Mean**는 task 난이도에 **따라 증가하는 경향** 파악
 - ✓ **nSCR, Amplitude Sum**은 task 난이도에 따른 **경향성이 드러나지 않음**

피부전도도 기반
인지부하 평가 환경



Task 난이도에 따른
Phasic Max 경향성



토의 (2/2)

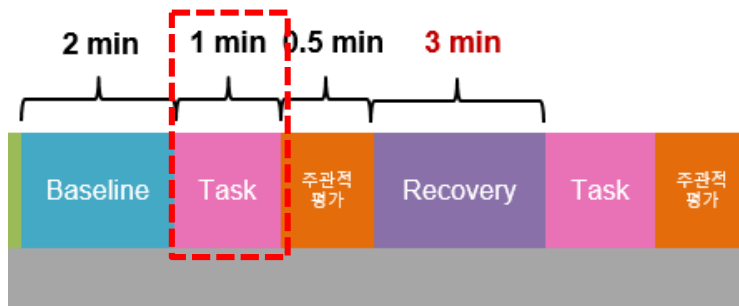
□ Limitation

- ✓ 피부 전도도를 활용하여 사용자의 인지 부하를 분명하게 파악하기 위해 평가 시 **더 많은 시간이 소요되는 task가 필요**
- ✓ 난이도에 따른 **인지 부하의 차이가 명확한 task** 필요

□ 추후 연구 사항

- ✓ **성별, 나이, 제품 사용 경험** 등과 같은 요인에 의한 피부전도도 기반 인지부하 분석
- ✓ 제품의 **UI 설계 요소별 인지 과부하 요인을 탐색**하여 UI 설계안에 대한 평가에 활용

평가 protocol의 task 및 휴식 구간



제품 설계 요소별 인지 부하 평가



경청해 주셔서 감사합니다.



본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"(R0004840, 2020)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.