



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2016-0124026  
(43) 공개일자 2016년10월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/11 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
A61B 5/0205 (2006.01) A61B 5/024 (2006.01)  
A61B 5/0456 (2006.01) A61B 5/1171 (2016.01)  
A61B 5/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
A61B 5/1101 (2013.01)  
A61B 5/0205 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0046490 (분할)
- (22) 출원일자 2016년04월15일  
심사청구일자 2016년04월15일
- (62) 원출원 특허 10-2015-0053765  
원출원일자 2015년04월16일

- (71) 출원인  
상명대학교서울산학협력단  
서울특별시 종로구 홍지문2길 20 (홍지동, 상명대학교)
- (72) 발명자  
황성택  
서울특별시 광진구 광나루로56길 29, 3동 1102호 (구의동, 현대프라임아파트)
- 황민철  
경기도 고양시 일산동구 경의로 333, 508동 1403호 (마두동, 백마마을5단지아파트)  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
리엔목특허법인

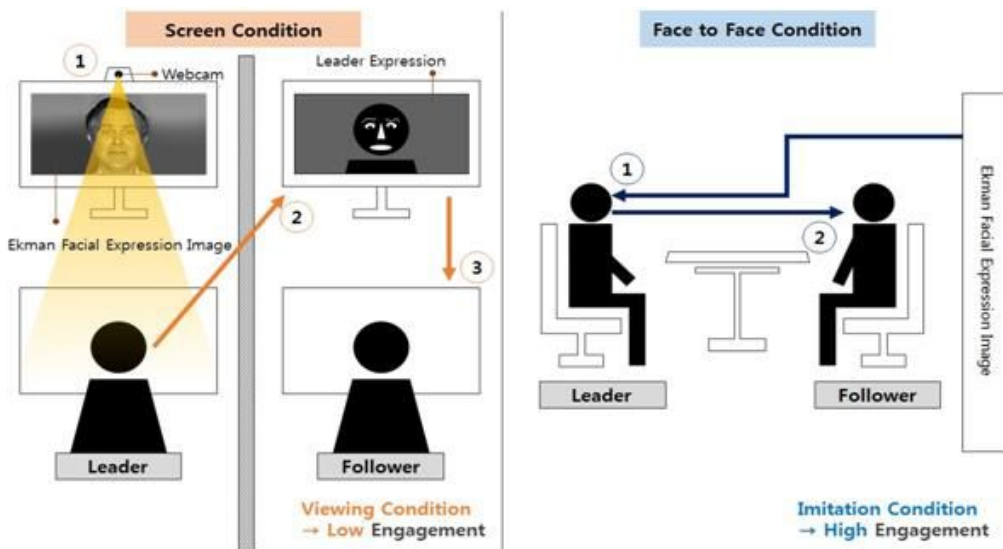
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 신체 미동 이용한 사용자의 몰입도 평가 방법 및 그 장치

(57) 요약

사용자의 몰입도가 높은 상태를 판단하는 방법 및 시스템에 대해 기술한다. 사용자로부터 취득된 RRI 평균의 변화량 값 (%)이 1.583% 크게 증가한 경우, 사용자로부터 취득된  $n$  FL ( $x$  값)와  $ln$  HF ( $y$  값)의 변화량 값 (%)이  $Y = 0.5614 * x$ 의 직선의 방정식 보다 위에 위치하는 경우, 몰입도가 높은 상태로 판단하고 두 가지 중, 한 가지라도 룰-베이스를 만족하지 않는 경우 몰입도가 낮은 상태로 판단할 수도 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/024 (2013.01)  
A61B 5/0456 (2013.01)  
A61B 5/1176 (2013.01)  
A61B 5/165 (2013.01)  
A61B 5/7235 (2013.01)

**원명주**

충청남도 천안시 동남구 풍세로 769-28, 211동  
1201호 (용곡동, 용곡마을세광2  
차엘리치타워아파트)

(72) 발명자

**박상인**

서울특별시 성북구 장위로41길 8-13 (장위동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2015-0029756
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	실감교류인체감응솔루션연구단
연구사업명	원천기술개발사업(글로벌프론티어연구개발사업)
연구과제명	Neuro-Emotion Intelligence Vision 기반 사용자 감성 추적, 휴먼 아바타의 능동적 감성
표현 및 피드백 기술	개발
기여율	1/1
주관기관	실감교류인체감응솔루션연구단
연구기간	2015.09.01 ~ 2016.08.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

자극에 노출된 사용자의 미세 움직임을 촬영하여 영상 데이터를 생성하는 단계;

상기 영상 데이터를 생성하면서 피험자에 대한 안면 트래킹(Face Tracking)을 수행하는 단계;

상기 영상 데이터에 대한 공간 분해(Spatial Decomposition)를 포함하는 영상 데이터 처리를 수행하는 단계;

상기 영상 데이터 처리를 통해 상기 피험자 안면의 미세 움직임 정보를 추출하는 단계;

상기 미세 움직임 정보를 이용하여 심박 정보를 추출하는 단계;

상기 심박 정보로부터 RRI (R-peak to R-peak Intervals) 데이터를 취득하는 단계;

상기 RRI 데이터로부터 HRV 데이터를 추출하는 단계;

상기 HRV 데이터에서 소정 범위 저주파 대역(LF)과 저주파 대역(LF)에 비해 높은 고주파 대역(HF)의 파워값(HF)을 각각 계산하는 단계;

상기 두 파워값을 이용해 상기 자극에 대한 상기 사용자의 몰입 여부를 판단하는 단계;를 포함하는 인체 미동기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 두 파워값으로부터 자연로그  $\ln$  LF와  $\ln$  HF로 계산하고, 이 값 변화량 값을 이용해 사용자의 몰입감을 평가하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

RRI 데이터로부터 평균(mean)을 구하고, 이 평균(mean)의 변화량을 이용하여 상기 사용자의 몰입감을 평가하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 RRI의 평균의 변화량(%)을 기준치 1.583%에 비교하여 이보다 높을 때 상기 사용자의 몰입도가 높은 것으로 평가하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 5

제2항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기  $\ln$  FL (x 값)와  $\ln$  HF (y 값)의 변화량 값 (%)이  $Y = 0.5614 * x$ 의 직선의 방정식 보다 위에 위치하는 경우, 상기 사용자의 몰입도가 높은 것을 판단하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 미세 움직임 정보를 추출하는 단계와 심박 정보를 추출하는 단계:는

안면 트래킹(Face Tracking) 단계;

공간 분리(Spatial Decomposition) 단계;

뉴로 필터(Neuro Filter) 단계;

시간 처리(Temporal Processing) 단계;

재구성(Reconstruction) 단계;

프레임 차 평균화(Frame Difference Average) 단계;

스무스 필터(Smoothing Filter) 단계; 그리고

슬라이딩 피이크 검출(Sliding Peak Detection) 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 미세 움직임 정보를 추출하는 단계와 심박 정보를 추출하는 단계:는

안면 트래킹(Face Tracking) 단계;

공간 분리(Spatial Decomposition) 단계;

뉴로 필터(Neuro Filter) 단계;

시간 처리(Temporal Processing) 단계;

재구성(Reconstruction) 단계;

프레임 차 평균화(Frame Difference Average) 단계;

스무스 필터(Smoothing Filter) 단계; 그리고

슬라이딩 피이크 검출(Sliding Peak Detection) 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 8

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 HRV 데이터는 상기 RRI의 리샘플링 및 FFT 분석을 통해 획득하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 9

제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하는 시스템에 있어서,

상기 영상 데이터를 생성하는 카메라;

상기 카메라로부터의 영상 데이터를 처리하는 영상 처리부;

상기 영상 처리부로부터의 데이터를 분석하여 상기 사용자의 몰입도를 평가하는 분석부:를 포함하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 장치.

#### 청구항 10

제2항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기  $\ln FL$  ( $x$  값)와  $\ln HF$  ( $y$  값)의 변화량 값 (%)이  $Y = 0.5614 * x$ 의 직선의 방정식 보다 위에 위치하는 경우, 상기 사용자의 몰입도가 높은 것을 판단하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 RRI의 평균의 변화량(%)을 기준치 1.583%에 비교하여 이보다 높을 때 상기 사용자의 몰입도가 높은 것으로 평가하는 것을 특징으로 하는 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 시스템.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 신체 미동을 이용하여 사용자(피험자)의 몰입도를 평가하는 방법 및 장치에 대해 기술한다.

#### 배경 기술

[0002] 몰입(flow or engagement)은 주위의 모든 자극이나 방해물과 정신적 잡념이 차단된 상태에서 특정 대상에 대해 자신의 모든 정신을 집중하는 상태를 뜻한다(Csikszentmihalyi, 1997). 몰입은 몰입하게 되는 대상과의 일체감을 유도하여 대상에 대한 기억력 증진 혹은 빠른 습득을 가능하게 한다. 사용자는 실제 환경이나 다양한 미디어 콘텐츠를 통해 정보를 제공 받는다. 그러나 이것은 단방향적인 정보의 제공으로 사용자가 정보를 받아들이고 습득하는 과정에 대한 이해가 고려되어 있지 않다. 사용자가 미디어 콘텐츠나 실제 환경에서 제공받는 정보에 대한 몰입의 정도는 제공되는 정보의 효율적인 전달과 밀접한 관련이 있다. 사용자가 제공되는 콘텐츠에 몰입하게 되면 사용자는 콘텐츠에서 제공하는 정보를 보다 효율적으로 접하고 습득하기가 용이하다. 따라서 콘텐츠의 대한 사용자의 몰입도를 높이는 것이 콘텐츠의 효과를 증대시킬 수 있는 주요한 요인이다.

[0003] 사용자의 몰입도를 높이기 위해서는 우선 사용자의 몰입 정도에 대해 정량적으로 평가할 수 있는 기술의 개발이 선행 되어야 한다. 사용자의 몰입도에 대해 정량적으로 평가하는 것이 가능하다면, 콘텐츠 내용, 콘텐츠 제시 방법, 콘텐츠 제시 환경 등의 다양한 내외적 요인의 변화를 통해 사용자의 몰입도를 높이기 위한 피드백 제시가 가능하다. 이것은 사용자와 콘텐츠 사이의 양방향 인터랙션을 의미한다. 기존의 단방향 인터랙션에 비해 사용자에게 보다 효율적으로 콘텐츠의 정보를 제시할 수 있다.

### 선행기술문헌

#### 비특허문헌

[0004] (비특허문헌 0001) Csikszentmihalyi, M. (1997). Finding flow: The psychology of engagement with everyday life. Basic Books.

(비특허문헌 0002) Ekman, P. (1972). Universal and cultural differences in facial expressions of emotions. In J.K.Cole (Ed). Nebraska symposium on motivation. Lincoln: University of Nebraska Press, 207-283.

(비특허문헌 0003) Pan, J., and tompkins, W. J. (1985). A real-time QRS detection algorithm. Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, (3), 230-236.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 인체 미동을 이용하여 사용자의 몰입도를 정량적으로 평가 할 수 있는 방법 및 시스템을 제안 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법은:

[0007] 자극에 노출된 사용자의 미세 움직임을 촬영하여 영상 데이터를 생성하는 단계;

[0008] 상기 영상 데이터를 생성하면서 피험자에 대한 안면 트래킹(Face Tracking)을 수행하는 단계;

[0009] 상기 영상 데이터에 대한 공간 분해(Spatial Decomposition)를 포함하는 영상 데이터 처리를 수행하는 단계;

- [0010] 상기 영상 데이터 처리를 통해 상기 피험자 안면의 미세 움직임 정보를 추출하는 단계;
- [0011] 상기 미세 움직임 정보를 이용하여 심박 정보를 추출하는 단계;
- [0012] 상기 심박 정보로부터 RRI (R-peak to R-peak Intervals) 데이터를 취득하는 단계;
- [0013] 상기 RRI 데이터로부터 HRV 데이터를 추출하는 단계;
- [0014] 상기 HRV 데이터에서 소정 범위 저주파 대역(LF)과 저주파 대역(LF)에 비해 높은 고주파 대역(HF)의 파워값(HF)을 각각 계산하는 단계;
- [0015] 상기 두 파워값을 이용해 상기 자극에 대한 상기 사용자의 몰입 여부를 판단하는 단계;를 포함한다.
- [0016] 본 발명의 한 실시 예에 따르면, 상기 두 파워값으로부터 자연로그  $\ln$  LF와  $\ln$  HF로 계산하고, 이 값 변화량 값을 이용해 사용자의 몰입감을 평가할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, RRI 데이터로부터 평균(mean)을 구하고, 이 평균(mean)의 변화량을 이용하여 상기 사용자의 몰입감을 평가할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 구체적인 실시 예에 따르면, 상기 RRI의 평균의 변화량(%)을 기준치 1.583%에 비교하여 이보다 높을 때 상기 사용자의 몰입도가 높은 것으로 평가할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 구체적인 실시 예에 따르면, 상기  $\ln$  FL (x 값)와  $\ln$  HF (y 값)의 변화량 값 (%)이  $Y = 0.5614 * x$ 의 직선의 방정식 보다 위에 위치하는 경우, 상기 사용자의 몰입도가 높은 것을 판단할 수 있다.
- [0020] 즉, 본 발명은 신체 미동으로부터 심박 정보를 추출하고 이로부터 얻어진 RRI 평균(mean)과 정규화된(Normalized)HRV의  $\ln$  FL와  $\ln$  HF가 몰입도를 평가하기 위한 유의미한 변수를 사용한다.
- [0021] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 미세 움직임 정보를 추출하는 단계와 심박 정보를 추출하는 단계:는
- [0022] 안면 트래킹(Face Tracking) 단계;
- [0023] 공간 분리(Spatial Decomposition) 단계;
- [0024] 뉴로 필터(Neuro Filter) 단계;
- [0025] 시간 처리(Temporal Processing) 단계;
- [0026] 재구성(Reconstruction) 단계;
- [0027] 프레임 차 평균화(Frame Difference Average) 단계;
- [0028] 스무스 필터(Smoothing Filter) 단계; 그리고
- [0029] 슬라이딩 피크 검출(Sliding Peak Detection) 단계;를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 구체적인 실시 예에 따르면, 상기 HRV 데이터는 상기 RRI의 리샘플링 및 FFT 분석을 통해 획득할 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따른 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법을 수행하는 시스템:은
- [0032] 상기 영상 데이터를 생성하는 카메라;
- [0033] 상기 카메라로부터의 영상 데이터를 처리하는 영상 처리부;
- [0034] 상기 영상 처리부로부터의 데이터를 분석하여 상기 사용자의 몰입도를 평가하는 분석부:를 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0035] 도1은 본 발명의 실험 방법을 예시한다.
- 도2는 본 발명의 실험 절차를 예시한다.
- 도3은 본 발명의 몰입도 평가 방법에서, 심전도 측정 지점을 나타내 보인다.
- 도4는 본 발명에 몰입도 평가 방법에서, 심전도 신호 처리 절차를 예시한다.
- 도5는 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, 5. RRI 분석결과 ( $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$ )를 도시한

다.

도6은 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, RRI 변화량 분석결과 ( $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$ ) 를 나타내 보인다.

도7은 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서,  $\ln$  LF 분석결과 ( $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$ )를 도시한다.

도8은 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서,  $\ln$  HF 분석결과 ( $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$ ) 를 도시한다.

도9는 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서,  $\ln$  LF 변화량 분석결과 ( $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$ ) 를 도시한다.

도10은 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서,  $\ln$  HF 변화량 분석결과 ( $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$ ) 를 도시한다.

도11은 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, 각 피험자의 자율신경계 균형 분석 결과 (High engagement)를 도시한다.

도12는 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, 각 피험자의 자율신경계 균형 분석 결과 (Low engagement)를 도시한다.

도13은 본 발명에 따른 몰입도 평가방법에서, RRI 기반 몰입도 평가 룰-베이스를 예시한다.

도14는 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서,  $\ln$  LF와  $\ln$  HF 기반 몰입도 평가 룰-베이스를 예시한다.

도15는 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, 몰입도 평가 통합 룰-베이스에 의한 평가방법의 흐름도이다.

도16은 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, RRI 기반 룰-베이스 정확도 검증 결과를 예시한다.

도17 본 발명에 따른 몰입도 평가 방법에서, Normalized HRV 기반 룰-베이스 정확도 검증 결과를 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서, 본 발명에 따라 신체 미동으로부터 심박 정보를 얻고 이로부터 얻어진 심박 정보를 이용해 사용자의 몰입도를 평가하는 방법 및 장치의 실시 예를 상세히 설명한다. 본 발명에서 다양한 컨텐츠 등에 의해 특정한 자극을 받은 사용자 또는 피험자를 대상으로 하며, 이는 피험자가 특정한 자극에 대한 몰입감을 평가하는 것이다.

[0037] 이러한 본 발명의 방법을 수행하는 시스템은 상기 영상 데이터를 생성하는 카메라, 상기 카메라로부터의 영상 데이터를 처리하는 영상 처리부, 상기 영상 처리부로부터의 데이터를 분석하여 상기 사용자의 몰입도를 평가하는 분석부를 포함하며, 이러한 시스템은 동영상 촬영장치를 마련되는 PC 기반의 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[0038] 먼저 본 발명에 따른 인체 미동 기반 사용자 몰입도 평가 방법의 검증하기 위한 실험 방법 등에 대해 먼저 설명한다.

[0039] 1. 실험방법

[0040] 1.1 피험자

[0041] 본 연구에 참여한 피험자는 상명대학교 및 대학원 재학생 30명 (남, 여 각각 15명, 평균나이:  $26.24 \pm 4.2$ )을 대상으로 하였다. 실험에 참여한 피험자는 자율 신경계 및 심혈관계 이상이나 과거력이 없는 사람을 대상으로 진행 하였다. 실험에 참여하기 전, 자율 및 심혈관계에 영향을 끼칠 수 있는 카페인, 음주, 흡연 등을 제한하였고 충분한 수면을 통해 실험 당일 피로를 최소화할 수 있도록 하였다. 또한, 피험자로부터 연구목적외의 제외하고 실험에 대한 대략적인 사항에 대해 설명한 후 자발적 참여의지에 대한 피험자 동의서를 얻었으며, 실험에 참여할 대가로 소정의 금액을 지불하여 실험에 적극적으로 참여할 수 있는 동기를 부여하였다.

[0042] 1.2. 실험절차

[0043] 실험에 참여한 60명의 피험자는 무작위로 한 그룹에 두 명씩 30 그룹으로 분류하였다. 각 그룹의 두 명의 피험자는 각각 리더(leader)와 팔로워(follower)로 나누어 실험을 진행하였다. 리더는 시스템에서 제시 되어지는 6 개의 Ekman 기본감성 (행복, 슬픔, 놀람, 혐오, 공포, 화남)에 얼굴표정을 보고 자신의 얼굴표정을 따라 하도록

하였다 (Ekman, 1972). 팔로워는 리더가 짓는 얼굴표정을 쳐다보기만 하거나 따라 하도록 지시하였다. 상기의 태스크는 얼굴을 마주 본 상태에서 진행하는 대면(Face to Face) 조건과 스크린을 통해 상대방을 본 상태에서 진행하는 스크린(Screen) 조건으로 나누어 반복 진행하였다.

[0044] 본 실험에서 스크린 조건에서 리더의 표정을 쳐다 보기만 하는 것을 몰입감이 낮은 상태(LE, low engagement)로 정의 하였고, 대면(Face to Face) 조건에서 리더의 얼굴표정을 팔로워가 따라 하는 조건을 몰입감이 높은 상태(HE, high engagement)로 정의 하였다. 또한, 얼굴 표정에 대해 사전에 학습하여 자연스러운 얼굴표정이 가능하도록 하기 위해 얼굴표정을 소개하는 도입(introduction) 태스크와 사전에 얼굴표정을 지어볼 수 있도록 훈련하는 실행(practice) 태스크를 포함하였다. 각 태스크 사이에는 휴식 30초가 포함되어 있으며, 얼굴 표정 사이에는 5초의 휴식이 포함 되었다. 자세한 실험 방법과 절차는 도1과 도2에 도시하였으며, 영상 처리에 대해서는 도 4에 도시되어 있다.

[0045] 1.3. 데이터 수집

[0046] 본 발명은 심박 정보를 신체 미동으로부터 추출한다.

[0047] 본 발명에 따른 미동 데이터를 추출 하는 방법에 있어서 처리하는 순서는 아래와 같이 총 10단계를 포함한다. 도3은 단계별 동작 시나리오를 예시한다.

[0048] 가. 영상입력(Audio Input) 단계(S11)

[0049] 동영상 카메라로 피험자를 촬영하여 연속적인 영상 데이터를 생성한다. 이때 촬영영역은 도3에 도시된 바와 같이 얼굴이 포함되는 상반신이다.

[0050] 나. 안면 추적 또는 트래킹(Face Tracking) 단계(S12)

[0051] 상기 영상 카메라를 이용하여 입력 된 영상 데이터를 이용하여 인체의 미세한 움직임을 머리에서 추출하기 위하여 OpenCV(Open Computer Vision)를 이용한 안면인식을 통해 영상 정보를 분리 하도록 한다.

[0052] OpenCV는 C 이다. 원래는 이 개발하였으며, 우, 등의 여러 플랫폼에서 사용할 수 있다. 이러한 OpenCV는 실시간 이미지 프로세싱에 중점을 둔 라이브러리이다.

[0053] 상기 OpenCV에 기반을 둔 안면 인식 시스템(facial recognition system)은 디지털 이미지를 통해 각 사람을 자동으로 식별하는 컴퓨터 지원 응용 프로그램을 말한다. 이는 살아 있는 이미지에 나타나는 선택된 얼굴 특징과 안면 데이터베이스를 서로 비교함으로써 이루어진다.

[0054] 도 3에서 S12단계에서 원본 영상에 나타나는 사각형이 안면부분의 트래킹 영역을 나타낸다. 이것은 사용자의 움직임에 대응하여 안면 부분에 대한 트래킹이 수행된다.

[0055] 다. 공간 분리(Spatial Decomposition) 단계(S13)

[0056] 잘 알려진 영상의 공간 분리 기법으로 가우시안(Gaussian blur)와 다운 샘플링(down sample)을 통하여 각 주파수(Frequency)별 공간을 분리한다.

### 수학식 1

[0057]  $(1 + \alpha) \beta(x, t) \approx (1 + \alpha) \delta(t) I'(x, t)$

[0058] 도3의 S13에 도시된 이미지가 공간 분리된 상태의 결과물이다.

[0059] 위의 식에서,  $\alpha$  는 영상의 증폭 비율값이며,  $\beta$  는 시간, 공간 주파수 대역으로 필터된 이미지의 값이며,  $x$  는 영상의 가로축(x) 위치값이며,  $t$  는 시간이며,  $\delta(t)$ 는 입력된 영상과 움직임 영상과의 혼합비율 값이며, 그리고  $I'$  는 움직인 이미지의 움직임 정도이다.

[0060] 라. 뉴로 필터(Neuro Filter) 단계(S14)

[0061] 뉴로 필터(Neuro Filter 단계)는 영상의 공간 주파수를 분리 함에 있어 일반적인 생체신호(bio signal)을 기준으로 영상으로부터 추출 할 수 있는 주파수 대역을 생체신호간 상관성이 있는 대역을 선정하여 주파수 대역을 선정하고 그 선정 된 대역의 영상 정보를 취득하는 것을 의미한다.

[0062] 예를 들어, 일반적인 PPG 데이터를 신호처리 할 경우 0.4~1.3Hz 구간의 주파수 성분을 가지고 데이터 분석을 실시함으로써 PPG와 유사한 신호를 영상으로부터 취득하기 위해서는 동일 대역 혹은 인근 대역의 주파수 분석을 통해 유사한 데이터를 추출한다.

[0063] 마. 시간 처리(Temporal Processing) 단계(S15)

[0064] 영상을 뉴로필터(Neuro Filter) 대역의 주파수 공간으로 분리한 후, 분리된 공간의 주된 성분의 주파수 대역을 시간처리(Temporal Processing)를 이용하여 차이 값을 추출하여 영상이 진행되는 동안(시간이 흐르는 동안) 해당 주파수 성분의 값을 분리하여 추출한다.

[0065] 바. 재구성(Reconstruction) 단계(S16)

[0066] 분리된 공간의 성분을 뉴로 필터(Neuro Filter) 대역의 주파수 성분만 시간을 이용하여 분리해내고 분리된 성분 값을 일정량의 증폭을 통해 기존 영상에 복원하여 실제 미세하게 잘 보이지 않는 움직임에 해당하는 주파수 성분의 데이터 값을 만들어 낼 수 있도록 한다.

### 수학식 2

[0067] 
$$(1 + \alpha) \delta(t) < \frac{\lambda}{8}$$

[0068] 위의 식에서,  $\alpha$ 는 영상의 증폭 비율 값이며,  $\delta(t)$ 는 입력된 영상과 움직임 영상과의 혼합비율 값이며, 그리고  $\lambda$ 는 이미지 공간의 과장 대역 값이다.

[0069] 사. 프레임 차 평균화(Frame Difference Average) 단계(S17)

[0070] 분리된 성분의 데이터 값을 매 시간(30fps 기준)마다 측정되는 영상의 움직임 데이터의 1프레임이 평균의 차이 값을 계산하여 이전 상태와 현 상태의 평균적으로 움직임의 차이 값을 계산하여 전체적인 미세 움직임의 양을 추출한다. 여기에서 1 프레임의 평균은 1프레임의 미세 움직임 양을 나타낸다.

### 수학식 3

[0071] 
$$m = X_n - X_{n-1}$$

[0072] 아. 스무스 필터링(Smoothing Filter) 단계(S18)

[0073] 추출 된 미세 움직임을 데이터로 추출하였을 때 움직임에 대한 노이즈가 포함되어 신호가 거칠게 일그러지거나 하여, 피이크(peak) 검출에 어려움이 있어 노이즈를 제거하고 피이크 검출의 정확도를 높이는 데이터를 가공 처리한다.

### 수학식 4

[0074] 
$$SMA = \frac{P_M + P_{M-1} + \dots + P_{M-(n-1)}}{n}$$

### 수학식 5

[0075] 
$$SMA_{today} = SMA_{yesterday} - \frac{P_{M-n}}{n} + \frac{P_M}{n}$$

[0076] 위 식에서 SMA는 이동평균 값이며, SMAtoday, SMAyesterday는 서로 다른 특정일자 이동평균 값이며, Pm 은 현재 프레임의 이동의 값이며, n은 이동평균의 윈도우 사이즈(window size)이다.

[0077] 자. 슬라이딩 피크 검출(Sliding Peak Detection) 단계(S19, S20)

[0078] 노이즈를 제거하고 피크 검출을 위한 가공 처리 된 데이터를 받아 1프레임당 피크 데이터를 30초 크기 (size)의 윈도우(windows)를 기준으로 지속적으로 슬라이딩(sliding) 시켜 움직임 영향 및 데이터에 영향을 최소화 시켜 BPM(bit per minute) 신호를 심박 정보(PPG)로서 추출한다.

**수학식 6**

[0079]  $SPD = f(peak)_i^{i+w}$

[0080] 위의 식에서  $i$  는 0, 1, ..., n 등의 자연수 이며,  $w$  는 윈도우 크기이다.

[0081] 1.4 신호처리

[0082] 위의 과정에서 취득한 PPG 신호는 QRS 검출 알고리즘을 통해 R-peak를 검출하였다(Pan and Tompkins, 1985). 검출된 R-peak로부터 노이즈를 제외하고 정상적 R-peak 간격의 차이를 이용해 RRI (R-peak to R-peak interval)를 추출 하였다. 심장 리듬 패턴 (HRP, heart rhythm pattern) 분석을 위해 분당 심박수 (BPM, beat per minute)는 60/RRI을 통해 계산할 수 있고, 정상 RRI의 표준 편차를 이용해 SDNN (standard deviation normal to normal)을 추출할 수 도 있다.

[0083] 위와 같은 과정을 통해 측정된 심박 정보(PPG) 데이터는 QRS 검출 알고리즘을 통해 R-peak을 검출 하였다 (Pan & Tomplins, 1985). 검출된 R-peak는 비정상적인 심박 간격의 데이터를 제외하고 정상적인 심박 간격의 데이터를 기준으로 R-peak 사이의 시간 간격을 계산하여 RRI (R-peak to R-peak Intervals) 데이터를 취득하였다. RRI 데이터는 시계열 데이터로 변환하기 위해 2 Hz로 리샘플링(re-sampling) 하였고 FFT (Fast Furier Transform) 분석을 통해 HRV (Heart Rate Variability) spectrum 데이터를 추출하였다. 추출된 데이터는 LF (very Low Frequency, 0.0033 - 0.04 Hz)대역과 HF (High Frequency, 0.15 - 0.4 Hz) 대역의 각각 파워값을 계산하였고 각각의 파워값은 자연로그를 취해  $\ln$  LF와  $\ln$  HF로 계산하였다. 계산된 값은  $\ln$  LF와  $\ln$  HF측에 9개의 도메인으로 구성된 좌표에 플로팅하여 자율신경계 균형을 확인 하였다. 자세한 신호처리 과정은 전술한 바와 같이 도4에 도시된 바와 같다.

[0084] 2. 실험결과

[0085] 본 실험에서 스크린(Screen) 조건의 표현 제시(Viewing expression) 태스크는 LE(Low engagement)로, 그리고 대면(Face to Face) 조건의 모방(Imitation) 태스크는 High engagement (HE) 로 정의 하였다. 모든 태스크 구간의 데이터는 기준(reference) 구간에 대비하여 변화량으로 계산하여 몰입도에 대한 결과(Ratio of change)를 비교 하였다.

[0086]  $Rate\ of\ change = \frac{task - reference}{reference} \times 100$

[0087] 2.1. RRI (R-peak to R-peak Intervals)

[0088] RRI 분석 결과, HE는 기준(reference) 대비 RRI가 유의하게 증가하였고 ( $t = -3.099, p = .004$ ), LE는 기준 (reference) 대비 RRI가 감소하는 패턴을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다 ( $t = 1.237, p = .226$ ). 변화량 분석결과 HE가 LE에 비해 통계적으로 유의하게 증가하는 결과를 확인하였다 ( $t = 7.248, p = .000$ ). 자세한 분석결과는 도5와 도6에 도시하였다.

[0089] 2.2. 정규화된(Normalized) HRV ( $\ln$  LF &  $\ln$  HF)

[0090] 정규화된(Normalized) HRV 분석 결과, HE는 기준(reference) 대비  $\ln$  LF가 유의하게 증가하였고 ( $t = -7.128, p = .000$ ), LE는 기준(reference) 대비  $\ln$  LF가 유의하게 감소하는 결과를 확인하였다 ( $t = 4.026, p = .000$ ). 자세한 분석결과는 도7에 도시하였다.

[0091] 또한, HE는 기준(reference) 대비  $\ln$  HF가 유의하게 감소하였고 ( $t = 5.227, p = .000$ ), LE는 기준(reference) 대비  $\ln$  HF가 유의하게 증가하는 결과를 확인하였다 ( $t = -5.900, p = .000$ ). 자세한 분석결과는 도8에 도시하였다.

- [0092] 변화량 분석결과에서  $\ln$  LF는 HE가 LE에 비해 통계적으로 유의하게 증가하는 결과를 확인하였고 ( $t = 6.312$ ,  $p = .000$ ),  $\ln$  HF는 HE가 LE에 비해 통계적으로 유의하게 감소하는 결과를 확인하였다 ( $t = -9.092$ ,  $p = .000$ ). 자세한 분석결과는 도9와 도10에 도시하였다.
- [0093]  $\ln$  LF와  $\ln$  HF를 9개의 도메인에 각 피험자의 데이터를 플로팅 시킨 결과, HE는 기준(reference) 구간에 대비하여 LF (교감 신경계) 활성도가 감소하고 HF (부교감신경계) 활성도가 증가하는 방향으로 이동하였고 LE는 기준(reference) 구간에 대비하여 LF (교감 신경계) 활성도가 증가하고 HF (부교감신경계) 활성도가 감소하는 방향으로 이동하였다. 자세한 분석결과는 도11과 도12에 도시하였다.
- [0094] 2.3. 몰입도 평가 룰-베이스 설정
- [0095] 몰입도 평가 룰-베이스는 변화량 분석 결과를 기준으로 설정 하였다. 각 피험자의 RRI 변화량 분석 결과를 HE와 LE 조건에 따라 플로팅한 결과는 도13에 도시된 바와 같다. 각 피험자의 데이터 중에서 HE와 LE를 구분할 수 있는 가장 큰 분별력을 갖는 지점을 임계값 (threshold)으로 설정하였다. 이에 따라, RRI의 기준(reference) 대비 변화량이 1.53 % 보다 크게 증가하는 경우를 HE, 반대의 경우를 LE로 판단하는 룰-베이스로 설정하였다.
- [0096] 각 피험자(사용자)의  $\ln$  LF와  $\ln$  HF의 변화량 분석 결과를 HE와 LE 조건에 따라 플로팅한 결과는 도14에 도시된 바와 같다. 각 피험자의 데이터 중에서 HE와 LE를 구분할 수 있는 가장 큰 분별력을 갖는 지점을 임계값 (threshold)으로 설정하였다. LE와 HE 데이터 중, 가장 인접한 두 점 사이의 중간 지점과 0점을 지나는 직선의 방정식을 룰-베이스로 설정하였다 ( $Y = 0.56146 \times X$ ). 이에 따라,  $\ln$  LF와  $\ln$  HF의 reference 대비 변화량 값이  $Y = 0.56146 \times X$ 의 직선보다 위에 있으면 HE, 반대의 경우를 LE로 판단하는 룰-베이스로 설정하였다.
- [0097] 두 개의 룰-베이스를 통합하여 몰입도를 평가하기 위한 룰-베이스를 설정하였고 통합 룰-베이스는 도15에 도시하였다.
- [0098] 3. 정확도 검증 결과
- [0099] 룰-베이스의 정확도를 검증하기 위해, 15명의 피험자가 검증 실험에 참여하였다. 룰-베이스 검증 결과, RRI 변화량을 통해 몰입도를 평가한 결과에서 HE는 15 케이스 중 15 케이스 모두 HE로 판단하였고 LE는 15 케이스 중 13 케이스를 LE로 판단하고 나머지 2 케이스는 HE로 판단하는 결과를 나타내었다. 자세한 연구 결과는 도16에 도시된 바와 같다.
- [0100] 정규화된(Normalized) HRV를 기준으로 몰입도를 평가한 결과에서 HE는 15 케이스 중 15 케이스 모두 HE로 판단하였고 LE는 15 케이스 중 14 케이스를 LE로 판단하고 나머지 1 케이스는 HE로 판단하는 결과를 나타내었다. 자세한 연구 결과는 도17에 도시된 바와 같다.
- [0101] 최종적으로 HE는 15 케이스 중 15 케이스 모두 HE로 판단하였으며, HE의 분류 정확도는 100%로 판단되었다 ( $15/15 \times 100 = 100\%$ ). LE는 15 케이스 중 12 케이스를 LE로 판단하고 나머지 3 케이스는 HE로 판단하는 결과를 나타내었으며, LE의 분류 정확도는 80%로 판단되었다 ( $12/15 \times 100 = 80\%$ ). 전체 몰입도에 대한 평가 정확도는 90%로 확인되었다 ( $27/30 \times 100 = 90\%$ ).
- [0102] 4. 결론
- [0103] 본 발명은 심전도 신호를 기반으로 사용자의 몰입도를 정량적으로 평가 할 수 있는 방법을 제안하는데 그 목적이 있다. 연구 결과에 따라, RRI 평균(mean)과 정규화된(Normalized) HRV의  $\ln$  VFL와  $\ln$  HF가 몰입도를 평가하기 위한 유의미한 변수임을 확인하였다. 사용자의 몰입도가 높은 상태임을 판단할 수 있는 경우는 다음과 같다 (반대의 경우, 사용자의 몰입도가 낮음을 의미한다).
- [0104] 1. 사용자로부터 취득된 RRI 평균(mean)의 변화량 값 (%)이 1.583% 크게 증가한 경우
- [0105] 2. 사용자로부터 취득된  $\ln$  VFL (x 값)와  $\ln$  HF (y 값)의 변화량 값 (%)이  $Y = 0.5614 \times x$ 의 직선의 방정식 보다 위에 위치하는 경우
- [0106] 3. 상기 두 가지 룰-베이스를 만족하는 경우를 몰입도가 높은 상태로 판단하고 두 가지 중, 한 가지라도 룰-베이스를 만족하지 않는 경우 몰입도가 낮은 상태로 판단함
- [0107] 본 발명에서 제안된 사용자 몰입도 평가 방법은 미디어 매체나 실제 환경에서 사용자의 콘텐츠에 대한 몰입도를 실시간으로 평가 할 수 있다. 이는 사용자와 콘텐츠간의 단방향 인터랙션이 아닌, 콘텐츠가 사용자의 몰입 상태에 따라 다양한 피드백을 통해 사용자의 몰입도를 증가 시킬 수 있는 양방향 인터랙션을 가능하게 해 줄 것으로

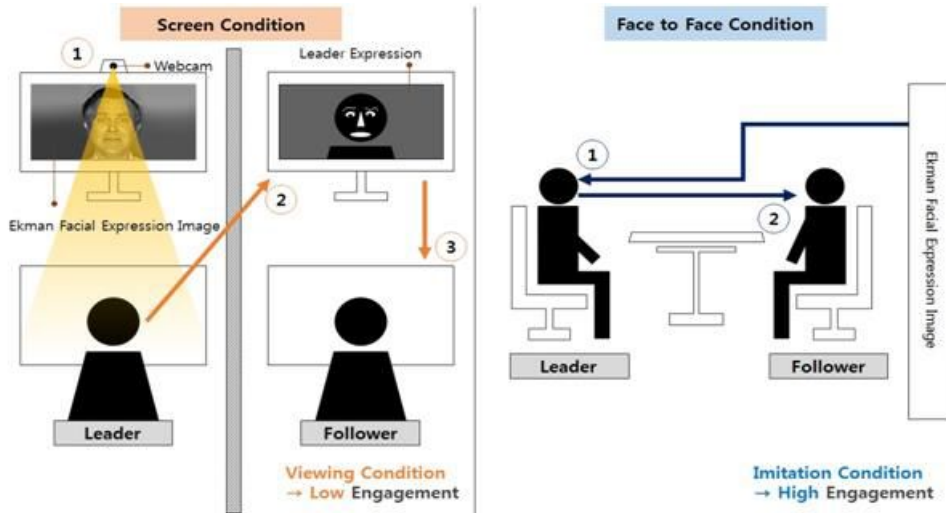
기대된다. 또한, 상기의 발명은 다양한 산업분야에 적용되어 콘텐츠를 통한 좀 더 효율적인 정보제공 효과를 가능하게 할 것으로 기대된다.

[0108]

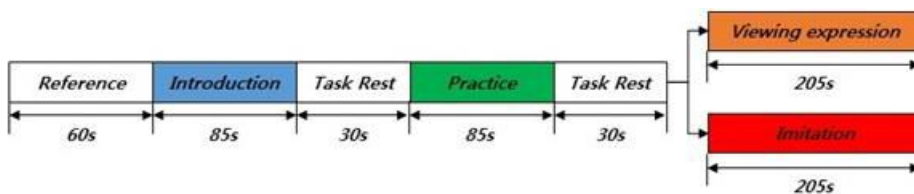
이러한 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

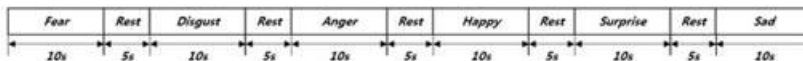
도면1



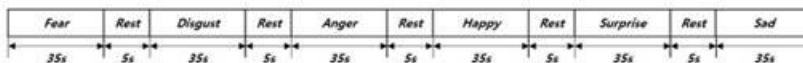
도면2



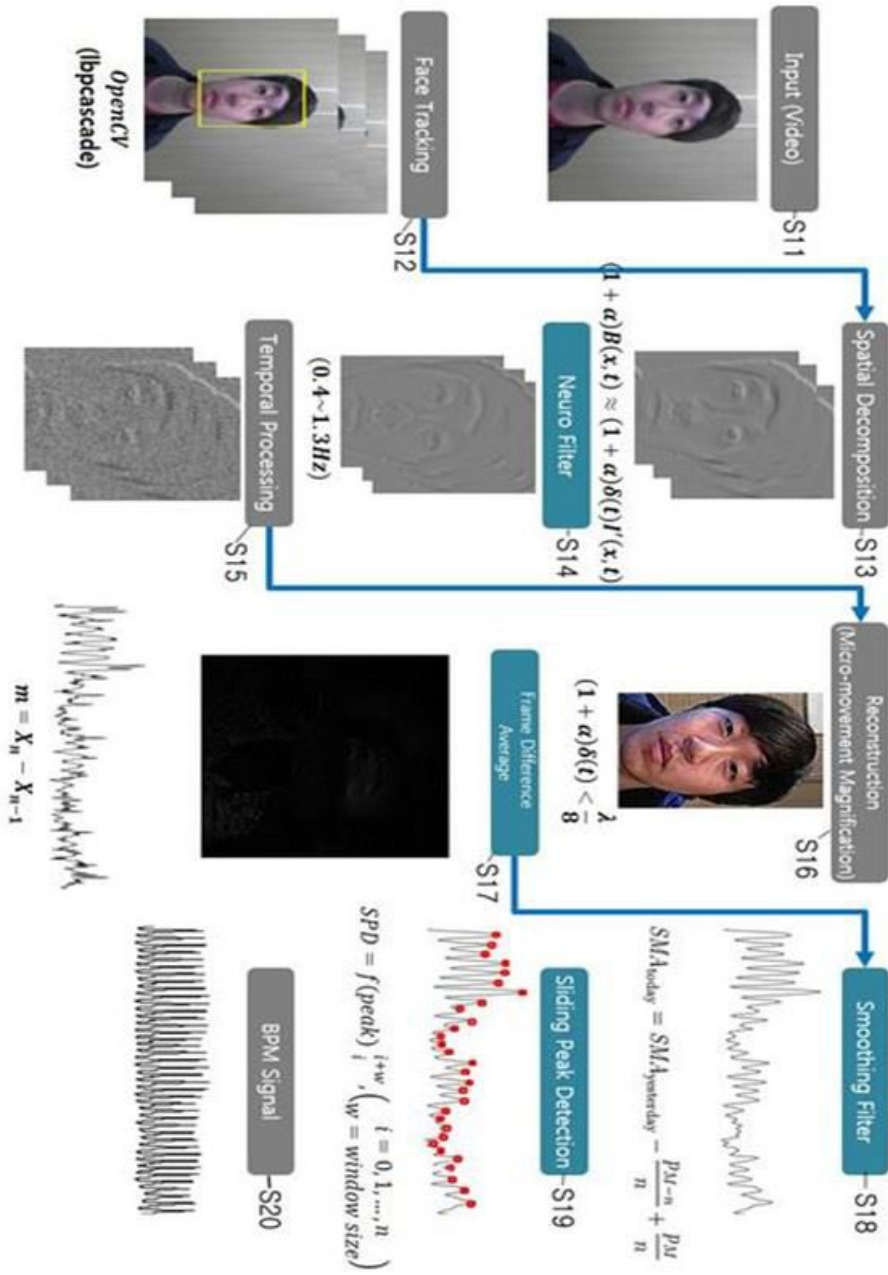
Introduction & Practice



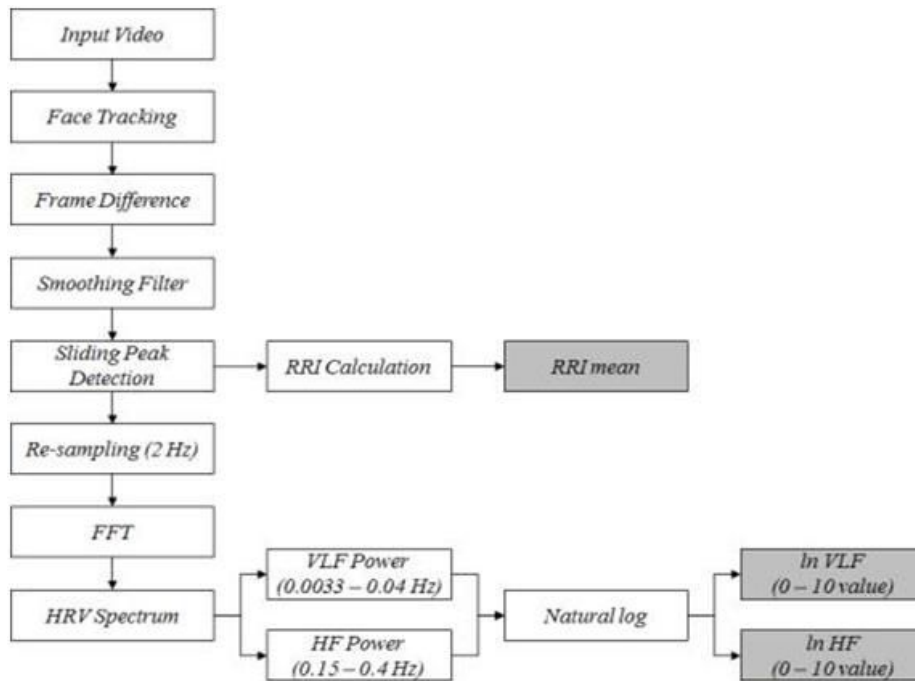
Viewing expression & Imitation



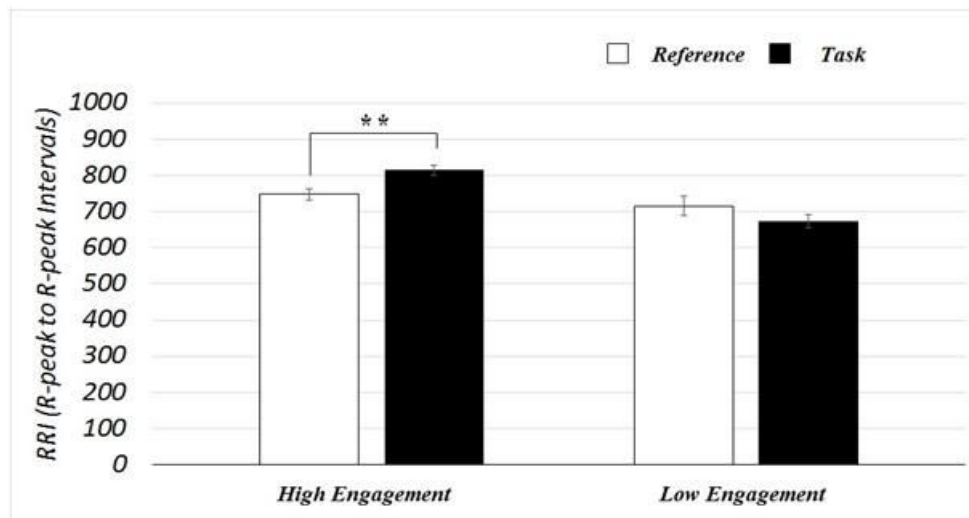
도면3



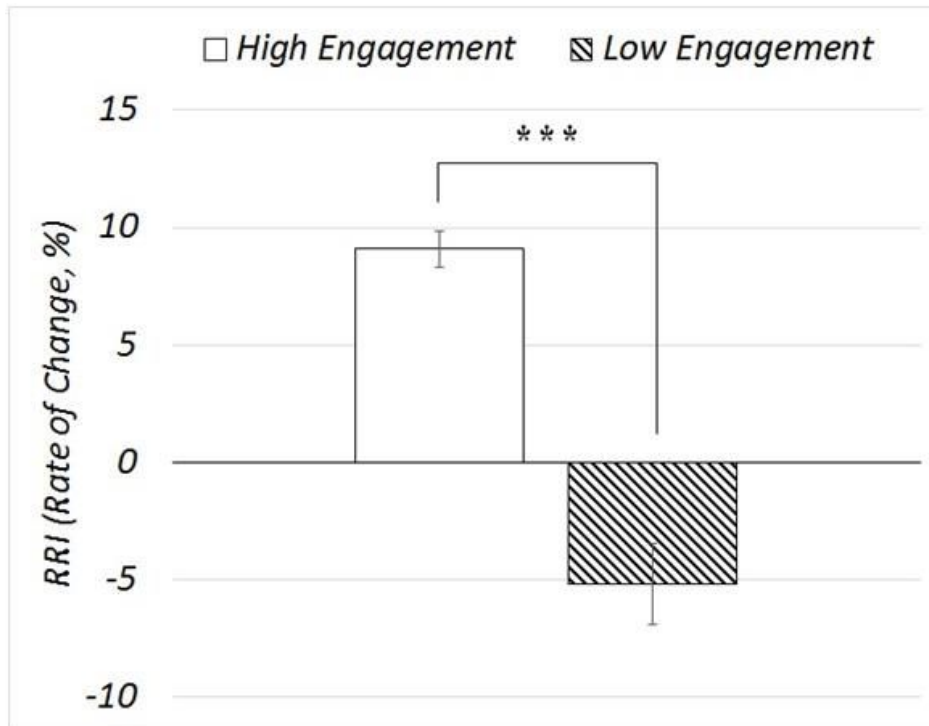
도면4



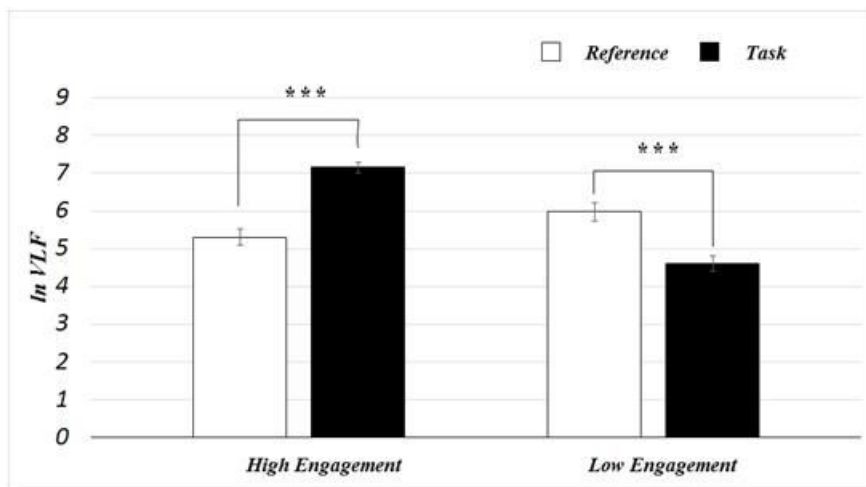
도면5



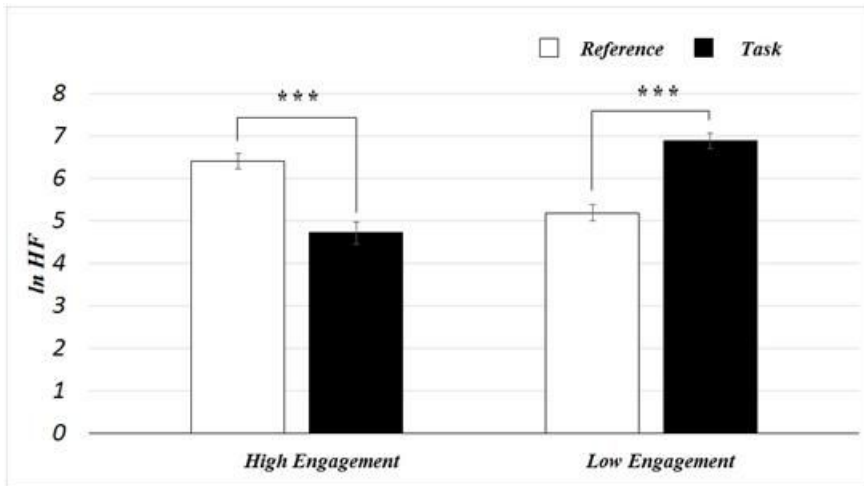
도면6



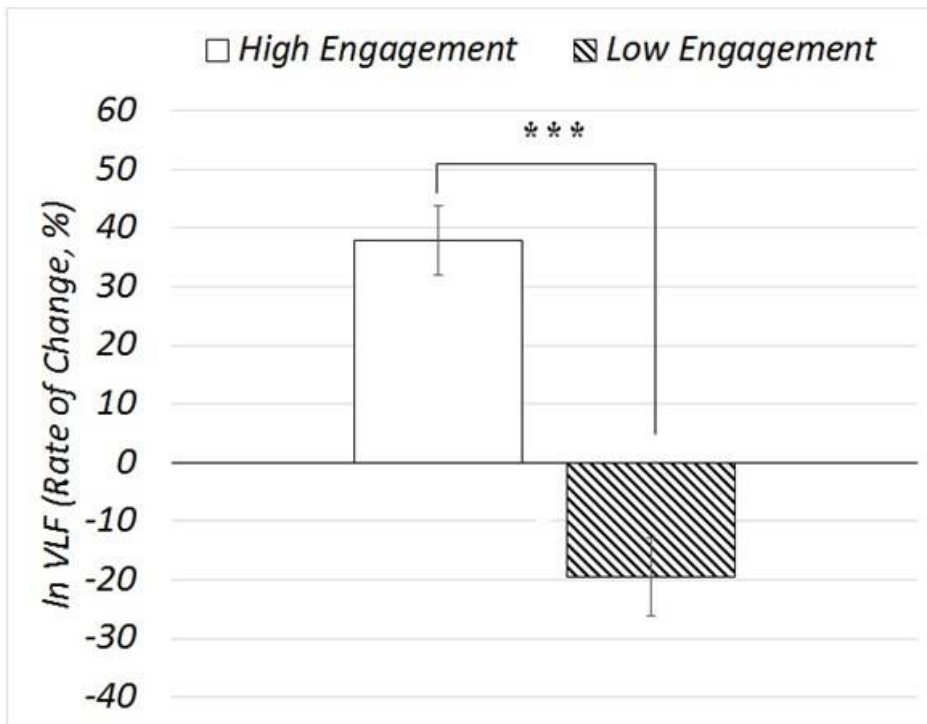
도면7



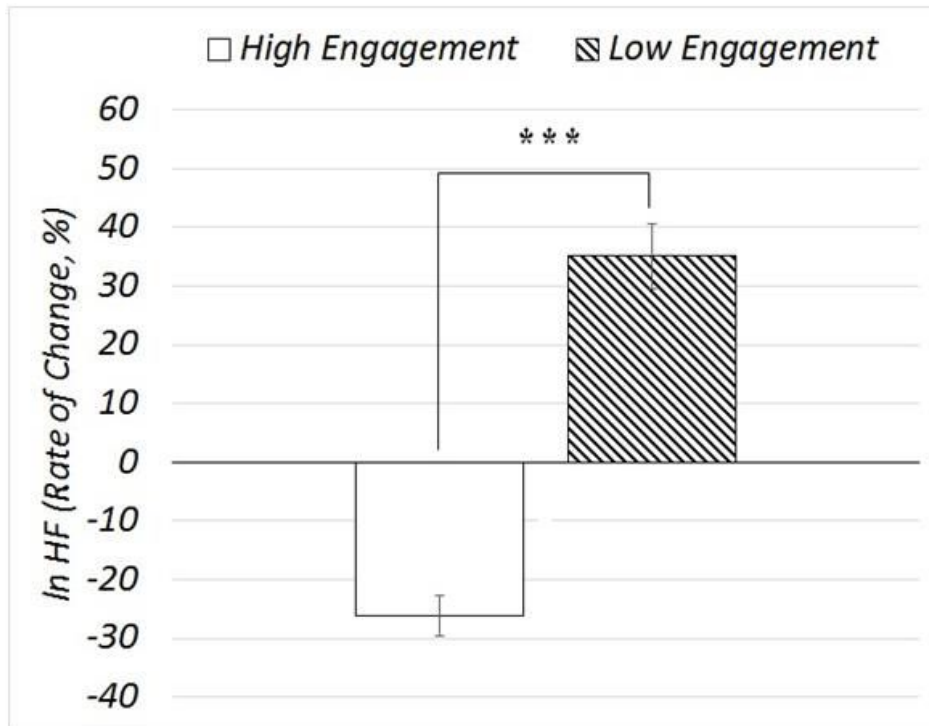
도면8



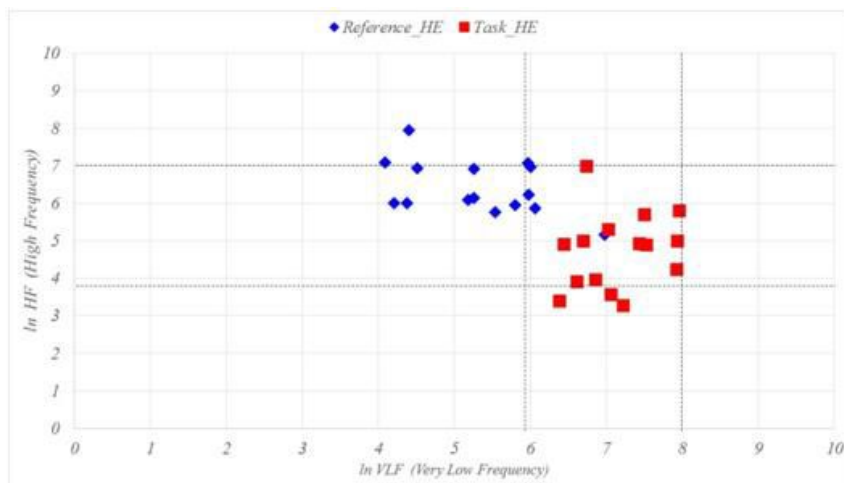
도면9



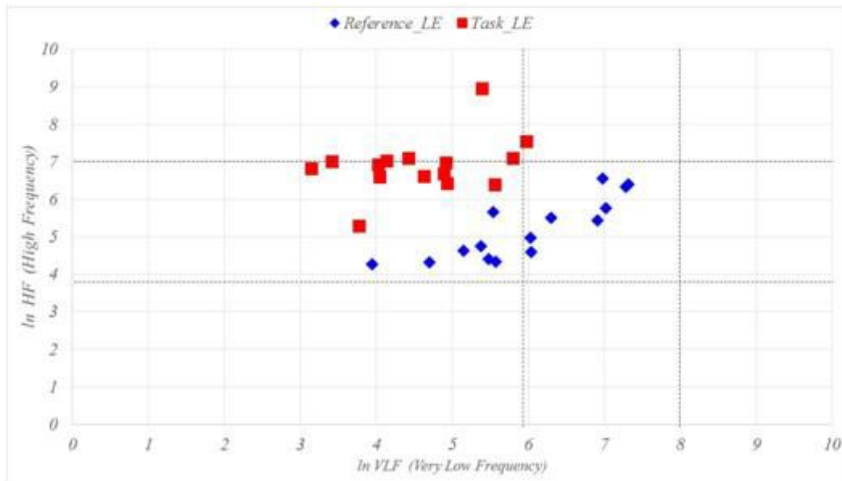
도면10



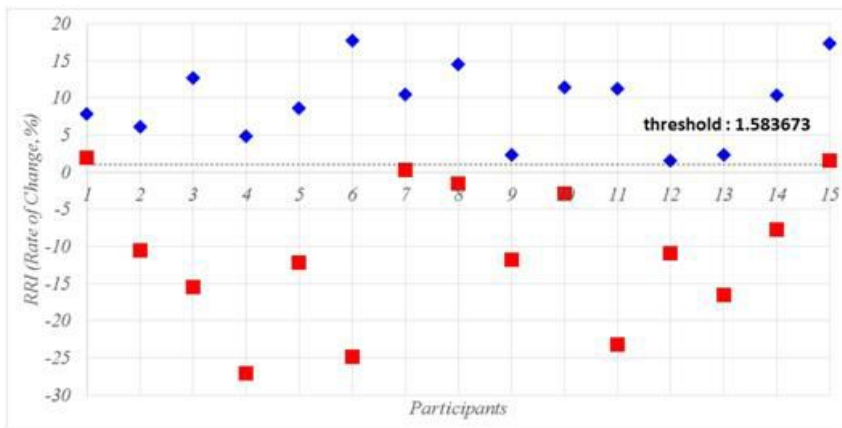
도면11



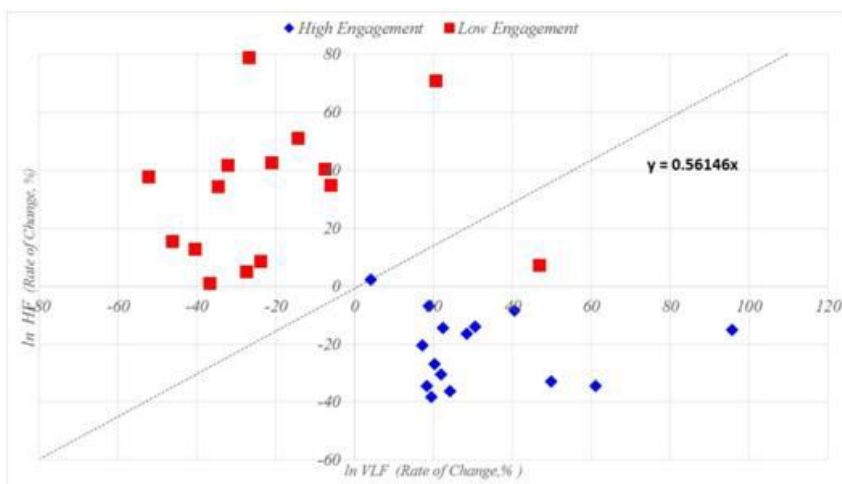
도면12



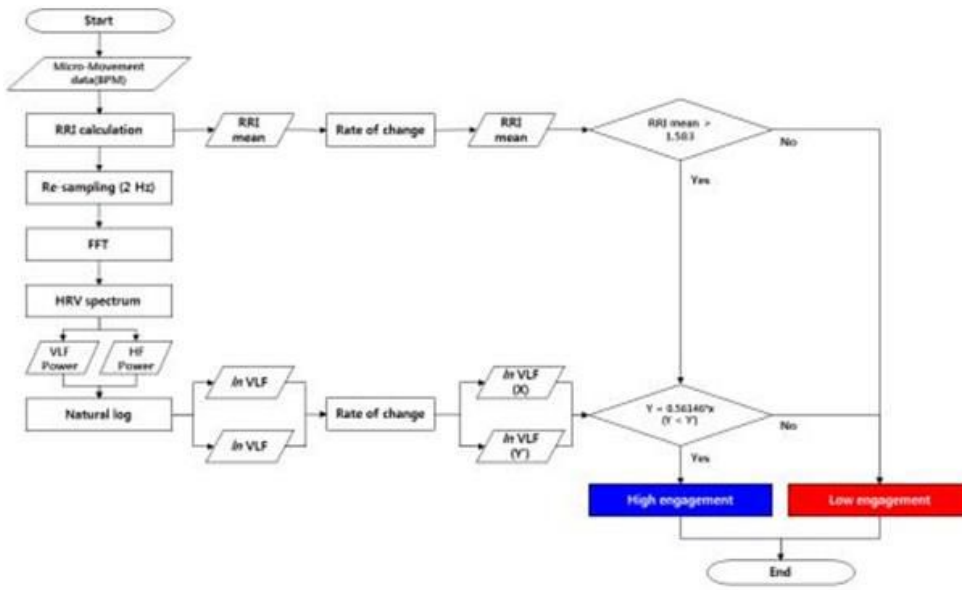
도면13



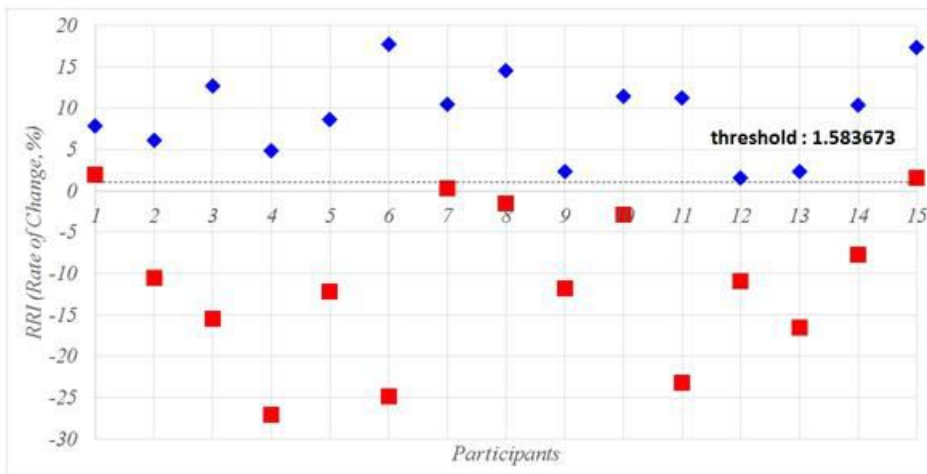
도면14



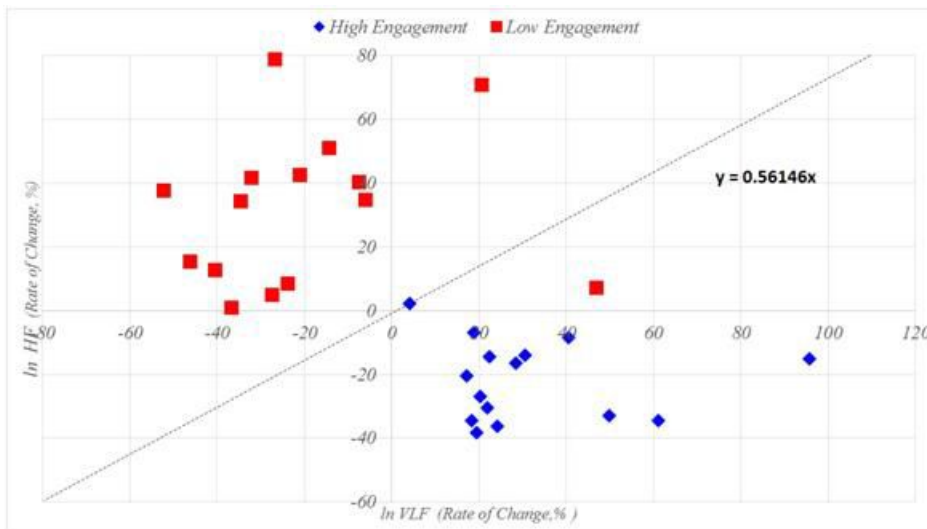
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	一种用于评估用户的沉浸水平的方法和设备		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020160124026A</a>	公开(公告)日	2016-10-26
申请号	KR1020160046490	申请日	2016-04-15
[标]申请(专利权)人(译)	祥明UNIV局IND学术合作		
申请(专利权)人(译)	祥明学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	首尔祥明学术合作		
[标]发明人	HWANG SUNG TEAC 황성택 WHANG MIN CHEOL 황민철 PARK SANG IN 박상인 WON MYOUNG JU 원명주		
发明人	황성택 황민철 박상인 원명주		
IPC分类号	A61B5/11 A61B5/00 A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/0456 A61B5/1171 A61B5/16		
CPC分类号	A61B5/1101 A61B5/024 A61B5/7235 A61B5/165 A61B5/0205 A61B5/1176 A61B5/0456		
其他公开文献	KR101846350B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

描述了一种用于确定用户具有高水平沉浸感的方法和系统。当从用户获得的n FL ( x值 ) 和ln HF ( y值 ) 的变化值 ( % ) 随  $Y = 0.5614 * x$  线性增加时判断浸入程度高，并且如果两者中的一个不满足规则库，则可以确定浸入程度低。

