(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0115540
(43) 공개일자 2024년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G04G 21/02 (2010.01) *G04G 21/08* (2010.01)
G04G 9/00 (2006.01) *G06V 40/12* (2022.01)
G06V 40/13 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G04G 21/02 (2013.01)
G04G 21/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0008006
(22) 출원일자 2023년01월19일
심사청구일자 2023년01월19일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김지완
울산광역시 울주군 삼남읍 도호1길 9-15, 2010호
이안 오클리
부산광역시 해운대구 마린시티1로 9, 2204호(우동, 마린시티자이)
(74) 대리인
특허법인태백

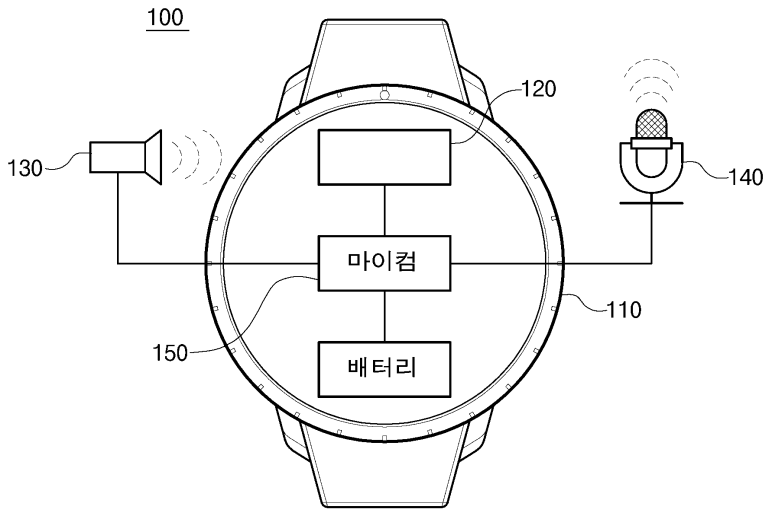
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **스마트 워치 및 그 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법**

(57) 요 약

본 발명은 스마트 워치의 디스플레이에 한 손의 손가락 중 어느 한 손가락을 접촉하면, 상기 스마트 워치의 일측 베젤에 구비된 내장 스피커에서 초음파를 발신하고, 상기 내장 스피커에서 발신한 초음파를 인접하는 내장 마이크에서 수신하여 녹음하며, 상기 내장 마이크를 통해 녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램을 토대로 한 손의 손가락 중 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하고, 식별된 손가락에 대응하는 해당 기능이 도출되도록 한 스마트 워치 및 그 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G04G 9/00 (2013.01)
G06V 40/1306 (2022.01)
G06V 40/1365 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711155534
과제번호 2021M3A9E4080780
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 바이오의료기술개발
연구과제명 행동중재 디지털치료 콘텐츠 개발 및 데이터 수집·분석·표준화 시스템 구축
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한양대학교 산학협력단
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415177444
과제번호 P0012725
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술진흥원
연구사업명 산업혁신인재성장지원(R&D)
연구과제명 신기술분야융합디자인전문인력양성
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국디자인진흥원
연구기간 2021.03.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

손가락을 접촉하여 화면을 조작하는 디스플레이를 구비한 스마트 워치에 있어서,

회로기판 및 배터리를 내부에 내장하는 워치프레임;

상기 워치프레임의 개부된 상면에 구비되고, 손가락의 접촉을 감지하는 터치패널을 구비한 디스플레이;

상기 워치프레임 중 일측 베젤에 구비되고, 선택적으로 초음파를 발신하는 내장 스피커;

상기 워치프레임 중 타측 베젤에 구비되고, 상기 내장 스피커에서 출력된 초음파의 수신하는 내장 마이크; 및

상기 워치프레임에 내장된 회로기판에 구비되면서, 상기 내장 마이크에서 수신한 음향신호를 토대로, 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하는 마이컴;을 포함하는 스마트 워치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 마이컴은

녹음된 음향신호를 복조 및 처리하여 시간에 따른 스펙트로그램을 생성하고,

생성된 스펙트로그램을 학습된 스펙트로그램와 대조하여 그 대조 결과로 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하는 것을 특징으로 하는 스마트 워치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 내장 스피커는

20.25kHz 반송파를 통해 변조된 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스의 초음파를 출력하는 스마트 워치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 초음파의 출력 길이는 21.3ms인 것을 특징으로 하는 스마트 워치.

청구항 5

a)스마트 워치의 디스플레이에 손가락의 접촉을 확인하는 단계;

b)스마트 워치의 디스플레이에 손가락의 접촉이 확인되면, 내장 스피커에서 초음파를 발신하는 단계;

c)상기 내장 스피커에서 초음파를 발신하면, 내장 마이크에서 음향신호를 수신하여 녹음하는 단계:

d)녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램으로, 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락을 판별하는 단계;를 포함하는 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 d)단계인 수신된 음향신호로, 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락을 판별하는 단계에서, 상기 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락이 판별되면,

다음으로 e)판별된 손가락에 지정된 스마트 워치의 해당 기능을 도출하는 단계;를 포함하는 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스마트 워치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 스마트 워치의 디스플레이에 한 손의 손가락 중 어느 한 손가락을 접촉하면, 접촉순간 발생하는 음향 신호와, 접촉 전의 음향신호에 대한 스펙트로그램을 분석하여, 한 손의 손가락 중 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하고, 식별된 손가락에 대응하는 해당 기능이 도출되도록 한 스마트 워치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로 스마트 워치는 건강 상태, 생리적 신호 및 운동 행동 추적, 금융 거래 중재, 메시지 및 알림 표시, 일정 및 탐색 활동 지원과 같은 광범위한 고급 기능을 수행할 수 있는 점점 더 강력한 개인용 컴퓨터이다.

[0004] 상기 스마트 워치에 구비된 디스플레이의 작은 크기(일반적으로 3cm x 3cm 정도)는 기존 터치 스크린 입력 기술의 표현력을 제한한다.

[0005] 이러한 문제를 해결하기 위해 기기 주변 상호 작용과 같은 기술을 통해 스마트 워치의 입력 기능을 확장하려는 광범위한 연구가 진행되는데, 일례로 손가락 제스처 감지 또는 압력, 접촉 면적, 다중 터치의 공간적 또는 시간적 패턴 또는 터치하는 손가락을 구별하는 기능과 같은 추가 터치 속성을 감지하기 위해 화면을 확대하는 등 하였다.

[0006] 작은 크기(일반적으로 가로 3cm, 세로 3cm 정도)의 기존 터치 스크린 입력 기술의 표현력이 제한됨에 따라 화면 상의 표적을 제시하고 선택할 수 있는 공간이 한정되어 있으며, 손가락 굵기 문제로 상호작용 중에 스마트 워치의 디스플레이 화면의 많은 부분이 가려져, 터치 조작에 따른 어려움과 한계가 있었다.

[0007] 종래기술로는 제10-2015-0061420호(2015.06.04)를 참조할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 스마트 워치의 디스플레이에 한 손의 손가락 중 어느 한 손가락을 접촉하면, 상기 스마트 워치의 일측 베젤에 구비된 내장 스피커에서 초음파를 발신하고, 상기 내장 스피커에서 발신한 초음파를 인접하는 내장 마이크에서 수신하여 녹음하며, 상기 내장 마이크를 통해 녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램을 토대로 한 손의 손가락 중 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하고, 식별된 손가락에 대응하는 해당 기능이 도출되도록 한 스마트 워치 및 그 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 따른 스마트 워치는 회로기판 및 배터리를 내부에 내장하는 워치프레임; 상기 워치프레임의 개부된 상면에 구비되고, 손가락의 접촉을 감지하는 터치패널을 구비한 디스플레이; 상기 워치프레임 중 일측 베젤에 구비되고, 선택적으로 초음파를 발신하는 내장 스피커; 상기 워치프레임 중 타측 베젤에 구비되고, 상기 내장

스피커에서 출력된 초음파의 수신하는 내장 마이크; 및 상기 워치프레임에 내장된 회로기판에 구비되면서, 상기 내장 마이크에서 수신한 음향신호를 토대로, 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하는 마이컴;을 포함한다.

[0013] 이때 본 발명에 따른 상기 마이컴은 녹음된 음향신호를 복조 및 처리하여 시간에 따른 스펙트로그램을 생성하고, 생성된 스펙트로그램을 학습된 스펙트로그램와 대조하여 그 대조 결과로 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하는 것이 바람직하다.

[0014] 그리고 본 발명에 따른 상기 내장 스피커는 20.25kHz 반송파를 통해 변조된 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스의 초음파를 출력하는 것이 바람직하다.

[0015] 여기서 본 발명에 따른 상기 초음파의 출력 길이는 21.3ms인 것이 바람직하다.

[0016] 본 발명에 따른 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법은 a)스마트 워치의 디스플레이에 손가락의 접촉을 확인하는 단계; b)스마트 워치의 디스플레이에 손가락의 접촉이 확인되면, 내장 스피커에서 초음파를 발신하는 단계; c)상기 내장 스피커에서 초음파를 발신하면, 내장 마이크에서 음향신호를 수신하여 녹음하는 단계: d)녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램으로, 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락을 판별하는 단계;를 포함한다.

[0017] 이때 본 발명에 따른 상기 d)단계인 수신된 음향신호로, 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락을 판별하는 단계에서, 상기 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락이 판별되면, 다음으로 e)판별된 손가락에 지정된 스마트 워치의 해당 기능을 도출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따른 스마트 워치 및 그 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법에 의해 나타나는 효과는 다음과 같다.

[0020] 스마트 워치의 디스플레이에 한 손의 손가락 중 어느 한 손가락을 접촉하면, 상기 스마트 워치의 일측 베젤에 구비된 내장 스피커에서 초음파를 발신하고, 상기 내장 스피커에서 발신한 초음파를 인접한 내장 마이크에서 수신하여 녹음하며, 상기 내장 마이크를 통해 녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램을 토대로 한 손의 손가락 중 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하고, 식별된 손가락에 대응하는 해당 기능이 도출되도록 하여, 종래보다 손가락의 인식률이 향상되는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치의 구성을 보인 예시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치에 손가락으로 터치하는 상태를 보인 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치에 인식한 엄지, 거지, 중지 별 스펙트로그램을 보인 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치의 터치 학습을 위한 화면을 보인 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치의 터치 학습을 실시하는 상태를 보인 예시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치의 엄지, 검지, 중지를 사용한 터치에 대한 이동 시간(왼쪽), 터치 시간(가운데) 및 오차 카운트(오른쪽)를 보여주는 학습 데이터를 보인 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치의 실시 상태를 보인 예시도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 엄지, 검지, 중지들의 소나ID 정확도(%)를 행렬로 보인 예시도이다.(왼쪽: 일반 모델, 가운데: 개별 모델 평균, 오른쪽: LOOCV 모델 평균.)

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0024] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0025] 본 발명은 스마트 워치의 디스플레이에 한 손의 손가락 중 어느 한 손가락을 접촉하면, 상기 스마트 워치의 일측 베젤에 구비된 내장 스피커에서 초음파를 발신하고, 상기 내장 스피커에서 발신한 초음파를 인접한 내장 마이크에서 수신하여 녹음하며, 상기 내장 마이크를 통해 녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램을 토대로 한 손의 손가락 중 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하고, 식별된 손가락에 대응하는 해당 기능이 도출되도록 한 스마트 워치 및 그 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법에 관한 것으로, 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

[0026] 먼저, 도 1 내지 도 5를 참조한 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치(100)는 워치프레임(110), 디스플레이(120), 내장 스피커(130), 내장 마이크(140), 및 마이컴(150)을 포함한다.

[0027] 먼저, 상기 워치프레임(110)은 통상의 스마트 워치와 같이 상면이 개구된 원형 또는 사각형 형태의 프레임으로 형성되고, 개구된 상면을 통해 상기 워치프레임(110)의 내부에는 회로기판 및 배터리를 내장할 수 있다.

[0028] 그리고 상기 워치프레임(100)의 측면인 베젤에는 상기 회로기판과 전기적으로 연결된 내장 스피커(130) 및 내장 마이크(140)가 배치될 수 있고, 상기 마이컴(150)은 상기 회로기판 내에 탑재될 수 있다.

[0029] 또한, 상기 스마트 워치(100)는 상기 스마트 워치(100)의 상, 하측 각각에는 시계줄이 구비되고, 상, 하측 시계줄의 체결로 사용자의 손목에 착용 된다.

[0030] 그리고 상기 워치프레임(100)의 개구된 상면에는 상기 회로기판과 전기적으로 연결된 디스플레이(120)를 구비한다.

[0031] 이때 상기 디스플레이(120)는 손가락의 접촉에 따라 정전용량이 변화하는 터치패널을 구비한 것으로, 사용자가 손가락을 접촉시켜, 상기 스마트 워치(100)의 구동 및 화면들을 조작할 수 있다.

[0032] 그리고 상기 내장 스피커(130)는 상기 워치프레임(110)의 일측 베젤에 구비되어, 선택적으로 초음파를 발신한다.

[0033] 이때 상기 내장 스피커(130)는 20.25kHz 반송파를 변조된 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스(길이 127, u=63, 최대 1024 데이터 포인트)의 초음파를 발신한다.

[0034] 상기한 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스의 초음파는 여러 가지 유익한 특성이 있는데, 그 중 가청되지 않는 점과, 초음파 파장의 길이가 21.3ms에 불과하기 때문에 빠른 변화(초당 46.95 주기)에 비교적 민감하다.

[0035] 또한, 음파 신호의 임펄스 응답을 추정하고, 시간 적으로 음파 반사에 의해 생성된 피크를 구별하기 위해 간단한 자동상관(auto-correlation)특성을 가지고 있다.

[0036] 여기서 상기 내장 스피커(130)는 통상의 스피커로 구성할 수도 있다.

[0037] 그리고 상기 워치프레임(110) 중 타측 베젤에는 내장 마이크(140)를 구비하는데, 상기 내장 마이크(140)는 상기 내장 스피커(130)에서 출력된 초음파를 수신한다.

[0038] 이때 상기 내장 마이크(140)는 상기 디스플레이(120)를 중심에 두고 상기 내장 스피커(130)와 인접한 상기 워치프레임(110) 중 타측 베젤에 구비되는 것이 바람직하다.

[0039] 또한, 상기 내장 마이크(140)는 통상의 마이크로 구성할 수 있다.

[0040] 상기 마이컴(150)은 상기 워치프레임(110)에 내장된 회로기판에 구비되면서, 상기 내장 마이크(140)에서 수신한 초음파의 파장을 토대로, 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이(120)에 접촉하고 있는 손가락을 식별한다.

[0041] 이때 도 2에 도시한 바와 같이 상기 마이컴(150)은 초음파 파장을 복조 및 처리하여 시간에 따라 변하는 스펙트

로그램을 생성하고, 생성된 스펙트로그램을 학습된 스펙트로그램과 대조하여 그 결과로 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이(120)에 접촉하고 있는 손가락을 식별할 수 있다.

[0042] 도 3 내지 도 8을 참조한 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법은 a)스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 손가락의 접촉을 확인하는 단계와, b)스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 손가락의 접촉이 확인되면, 내장 스피커(130)에서 초음파를 발신하는 단계와, c)상기 내장 스피커(130)에서 초음파를 발신하면, 내장 마이크(140)에서 초음파를 수신하여 녹음하는 단계와, d)녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램으로, 스마트 워치의 디스플레이에 접촉된 손가락을 판별하는 단계;를 포함한다.

[0043] 상기한 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법을 단계별로 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.

[0044] 먼저 a)단계로, 스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 손가락의 접촉을 확인한다.

[0045] 이때 손가락은 스마트 워치(100)를 착용한 사용자의 한 손의 엄지, 검지, 중지 중 어느 한 손가락으로, 상기 디스플레이(120)의 터치패널에서 손가락의 접촉을 감지한다.

[0046] 다음은 b)단계로, 스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 손가락의 접촉이 확인되면, 내장 스피커(130)에서 초음파를 발신한다.

[0047] 상기 내장 스피커(130)는 20.25kHz 반송파를 변조된 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스(길이 127, u=63, 최대 1024 데이터 포인트)의 초음파를 발신한다.

[0048] 상기한 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스의 초음파는 여러 가지 유익한 특성이 있는데, 그 중 가청되지 않는 점과, 초음파 파장의 길이가 21.3ms에 불과하기 때문에 빠른 변화(초당 46.95 주기)에 비교적 민감하다.

[0049] 또한, 음파 신호의 임펄스 응답을 추정하고, 시간 적으로 음파 반사에 의해 생성된 피크를 구별하기 위해 간단한 자동상관(auto-correlation)특성을 가지고 있다.

[0050] 여기서 상기 내장 스피커(130)는 통상의 스피커로 구성할 수도 있다.

[0051] 다음은 c)단계로, 상기 내장 스피커(130)에서 초음파를 발신하면, 내장 마이크(140)에서 음향신호를 수신하여 녹음한다.

[0052] 이때 상기 내장 마이크(140)는 상기 디스플레이(120)를 중심에 두고 상기 내장 스피커(130)와 인접하는 상기 워치프레임(110) 중 타측 베젤에 구비되는 것이 바람직하다.

[0053] 또한, 상기 내장 마이크(140)는 통상의 마이크로 구성할 수 있고, 상기 내장 마이크(140)에서 수신된 음향신호는 마이컴(150)에 구비된 메모리에 임시 저장된다.

[0054] 다음은 d)단계로, 녹음된 음향신호를 분석하여 스펙트로그램을 생성하여, 그 스펙트로그램으로, 스마트 워치의 디스플레이(120)에 접촉된 손가락을 판별한다.

[0055] 이때 손가락의 판별은 마이컴(150)에서 판별하는데, 상기 마이컴(150)은 상기 워치프레임(110)에 내장된 회로기판에 구비되면서, 상기 내장 마이크(140)에서 수신하여 녹음된 음향신호를 분석하여 이를 토대로, 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이(120)에 접촉하고 있는 손가락을 식별한다.

[0056] 보다 상세하게는 상기 마이컴(150)은 음향신호(초음파 파장)를 복조 및 처리하여 시간에 따라 변하는 스펙트로그램을 생성하고, 생성된 스펙트로그램을 학습된 스펙트로그램과 대조하여 그 결과로 한 손의 엄지, 검지, 중지 손가락 중 상기 디스플레이(120)에 접촉하고 있는 손가락을 식별할 수 있다.

[0057] 상기한 상기 d)단계인 수신된 초음파의 파장으로, 스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 접촉된 손가락을 판별하는 단계에서, 상기 스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 접촉된 손가락이 판별되면, 다음은 e)단계로, 판별된 손가락에 지정된 스마트 워치(100)의 해당 기능을 도출한다.

[0058] 이때 해당 기능을 키보드의 쉬프트-키(shift-key) 등을 눌렀을 때 발현되느 기능일 수 있으나, 이에 한정하지 않고 설정에 따라 쉬프트-키(shift-key)을 제외한 다른 특수키에 해당하는 기능이 발현될 수 있다.

[0059] 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치가 접촉된 손가락 식별하는 것은 연속반복적인 학습(딥 러닝 모델)에 의해 이루어지는데, 연속반복적인 학습(딥 러닝 모델)으로 얻은 데이터를 처리하여 어떤 손가락이 디스플레이

(120)에 터치를 수행했는지 식별한다.

[0060] 여기서 연속반복적인 학습(딥 러닝 모델) 과정을 살펴보면, 손가락이라는 한 가지 핵심 변수를 중심으로 설계되었고, 한 손의 손가락 중 엄지, 검지 및 중지만 고려하였다.

[0061] 다양한 터치를 포착하기 위해 상기 디스플레이(120)에 일곱 개의 표적을 원형으로 배열하여 나타냈었는데, 하나의 표적은 상기 디스플레이(120) 정중앙에 위치하고, 다른 여섯 개의 표적은 이를 둘러싸도록 방사상으로 배열된다.

[0062] 각 표적은 지름 120픽셀(11.33㎜)로, 상기 스마트 워치(100)의 디스플레이(120) 화면 지름 34㎜의 1/3에 해당한다.

[0063] 대상에 직접 표시되는 아이콘을 사용하여 각 화면 터치에 사용할 손가락을 표시했고, 이 인터페이스의 세부 사항은 도 4 및 도 5에 나와 있다.

[0064] 전체적으로 이 배열은 각각 고유한 손가락/표적 조합을 가진 21개의 다른 시도로 이어져있다.

[0065] 이러한 시도를 4개의 블록으로 배열했으며, 각 블록은 가능한 각 시도의 5회 반복하여 무작위로 정렬되어 세트를 이루어진다.

[0066] 따라서 16명의 실험자가 4블록씩 5회 반복하여 세 손가락(엄지, 검지, 중지)으로 7개 표적을 총 6720건의 실험에서 데이터를 수집할 수 있다.

[0067] 이 실험에서 각 시도에 대해, 고정 기간의 끝에서 목표물을 터치할 때까지 측정된 이동 시간, 터치 시간, 손가락이 화면에 접촉한 시간, 정확성, 적절한 대상이 선택되었는지 여부, 및 원시 오디오 등의 측정치(데이터)를 수집했다.

[0068] 이것은 고정 기간의 시작부터 화면이 해제된 후 500ms까지 방출 및 수집되었다.

[0069] 또한, 실험 전반에 걸쳐 참가자의 손과 시청에 대한 비디오를 녹화하고 그들이 언급한 잘못 완료된 시도(예: 잘못된 손가락)를 자가 보고하도록 요청했다.

[0070] 손가락을 두드리는 것의 정확성에 대한 더 이상의 독립적인 측정을 통합하지 않았다.

[0071] 이 영역의 이전 작업에 이어, 대다수의 시도가 올바르게 완료되었는지 확인하기 위해 작업의 단순성에 의존했다.

[0072] 실험 절차를 살펴보면, 실험은 참가자들이 빈 책상 앞에 앉고, 빈 교실에서 진행되었다.

[0073] 피로를 방지하기 위해 실험하는 동안 책상에 손목을 올려놓을 수 있었고, 그런 다음 왼쪽 손목에 스마트 워치(100)를 착용하고 최대 5분 동안 세 손가락 터치(엄지, 검지, 중지)를 연습했다.

[0074] 실험자는 실험 과제를 완료하기 위한 가장 편안하고 효과적인 입력 동작을 결정하도록 지시받았는데, 이는 많은 실험자가 스마트 워치(100)의 디스플레이(120)에 접촉(탭)을 수행하기 위해 엄지 또는 중지를 사용하는 것에 익숙하지 않기 때문에 중요하다.

[0075] 연습 단계는 실험자가 손가락 접촉(탭)을 만드는 다양한 접근 방식을 실험할 수 있도록 하여 연구 과제의 가변성을 줄이는데 도움이 되었다.

[0076] 그러나 실험자의 손, 팔 또는 손가락 포즈를 제한하지 않았다는 점에 주목했고, 실험자는 편안하다고 느끼는 방식으로 스마트 워치의 디스플레이를 접촉(탭)할 수 있었다.

[0077] 각 시도는 검지(집게 손가락)로 디스플레이(120)를 접촉(탭)한 다음 고정 기간(500ms) 동안 스마트 워치(100) 위로 마우스를 가져간 후, 시도 대상과 손가락이 표시되었다.

[0078] 그런 다음 실험자는 해당 손가락으로 대상을 두드리고, 다음 시도를 진행했다. 불완전한 시도는 3초 후에 시간 초과로 처리되었다.

[0079] 실험 결과는 총 6530번(97.17%)의 시도를 올바르게 완료했고, 97번의 오류(1.44%)를 기록했다.

[0080] 또한, 실험자가 화면을 잘못 탭하는 실수(예: 잘못된 손가락으로)를 자가 보고한 오류 30개(0.45%)와 기술적인 문제로 데이터 손실이 발생한 오류 63개(0.94%)를 기록했다.

[0081] 여기서 희소성으로 인한 자체 보고 오류와 사용자 성능과의 관련성 부족으로 인한 기술적 오류를 분석하지 않기

로 결정했다.

[0082] 올바르게 완료된 시행에서 얻은 손가락의 이동 시간 및 터치 시간에 대한 데이터와 시행 오류 수는 도 6에 나타내었다.

[0083] 손가락의 이동 및 터치 시간 데이터는 정규 분포를 따르고, 구형성 가정을 유지하므로, 손가락 변수에 대한 단방향 반복 측정 분산 분석(ANOVA)을 통해 분석하였다.

[0084] 이동 시간($F(2,15)=123.578, P<0.001, \hat{\eta}_G^2=0.493$)은 상당한 주효과를 가져온 반면, 터치 시간($F(2,15)=2.715, P<0.082, \hat{\eta}_G^2=0.043$)은 그렇지 않았다.

[0085] Bonferroni 보정을 통합한 이동 시간에 대한 사후 t-테스트에서 검지를 사용한 탭이 엄지나 중지를 사용한 탭보다 빠르다는 것을 보여주었다(both p<0.001).

[0086] 이는 엄지와 중지 탭 모두 디스플레이(120)와 접촉하기 전에 추가적인 손 움직임을 포함하며 이러한 동작은 약 200ms의 시간을 약간이지만 안정적으로 요구한다는 것을 시사한다.

[0087] 이러한 움직임은 각 시도를 시작하는 데 사용되는 탭에 검지손가락이 필요했기 때문일 수 있다.

[0088] 그런 다음 오류를 조사하였는데, 오류 수는 정규 분포를 따르지 않아 실제로 3명의 참가자가 오류의 51(66%)에 기여했으며 나머지 많은 참가자가 완벽하거나 거의 완벽한 성능을 달성했다.

[0089] 또한, 대부분의 오류(92%)는 가장 왼쪽(23%), 중앙(54%) 또는 가장 오른쪽(15%) 대상의 가운데 행에서 발생했다.

[0090] 이 데이터의 불균일성을 반영하여 손가락 변수에 대한 Friedman 테스트를 사용하여 오류 수를 분석했다.

[0091] 그것은 현저한 차이($X^2(2)=5.848, p=0.008$)가 나타났고, 이는 Wilcoxon 테스트(Bonferroni 보정을 모방하기 위해 0.0167의 α 수준을 적용하는 것)에 따른 유의미한 차이를 드러냈으며, 이는 엄지에 비해 잘못된 표적 선택으로 이어지는 검지(Z=2.5, p=0.007)와 중지(Z=4.0, p=0.011)의 영향이었다.

[0092] 실험의 오류율이 일반적으로 낮았지만(전체적으로 1.44%) 연구 작업의 단순성을 반영하여, 스마트 워치(100)의 디스플레이(120) 중앙 행에 위치한 버튼을 정확하게 누르는 작업에서 어느 정도 어려움을 경험한 참가자의 하위 집합이 있었다고 결론 짓었다.

[0093] 따라서 모든 사용자에게 최적의 성능을 지원하기 위해 엄지손가락을 두드리는 대상이 스마트 워치(100)의 디스플레이(120) 상단 또는 하단에 배치하였다.

[0094] 또한, 라이브로 메모를 하고 실험 비디오 녹화를 조사하여, 실험에서 세 개의 탭 중 실험자의 성능 변화를 비공식적으로 카탈로그화 했다.

[0095] 검지 탭은 단일의 고립된 뻗은 손가락으로 균일하게 수행되었고, 엄지와 검지로 '브이 포즈'를 선택한 14명의 실험자가 다른 손가락을 느슨한 주먹에 집어넣는 등 엄지와 검지로 '브이 포즈'를 하는 퍼포먼스도 꽤 균일했다.

[0096] 나머지 두 참가자(P10, P11)는 먼저 검지를 움켜쥔 주먹으로 다른 실험자들과 합류한 후 엄지로 탭 했다.

[0097] 11명의 실험자가 검지와 중지로 'V 포즈'를 하고, 2명의 실험자가 중지를 단독으로(P10과 P11), 나머지 3명(P2, P5, P12)이 중지를 탭하는 동안 손을 느슨하게 펼치며 모든 손가락을 뻗는 등 중지를 탭하는 방식이 다소 다양했으며, 이러한 포즈는 도 5에 나타내었다.

[0098] 상기한 과정에 따라 각 시도에 대해 녹음된 사운드를 처리했는데, 간단히 말해 기록된 ZC 시퀀스 데이터는 반송파에서 복조된 다음 홉 크기가 512인 원래의 1024 샘플 ZC 시퀀스와 순환적으로 자동 응답(auto-correlated)되었다.

[0099] 이러한 각각의 자동 응답은 약 368cm의 최대 거리로부터의 반사를 포함하는 신호에 대한 임펄스 응답의 추정치를 산출했고, 이러한 추정의 시퀀스를 연결하여 터치 전체에 걸쳐 소나 장면을 나타내는 시변 이미지를 형성했다.

[0100] 이 과정에서 두 개의 변수를 정의했는데, nSamples는 각 임펄스 응답 추정에서 사용된 샘플 수를 참조하고 nSeqs는 연결한 추정 수를 나타낸다.

[0101] 이는 각각 소나 반사를 포착하는 물리적 범위와 포착하는 시간에 해당하고, 그리드 검색 절차에서 이러한 매개변수 값을 변경하는 것의 영향을 조사했는데, 아래와 같이 [표 1] 및 [표 2]로 나타내었다.

표 1

[0102]

Signal Range	Near		Mid		Far
nSamples(#)	25	90	100	200	300
Distance(cm)	4.5	9	18	36	54
Accuracy(%)	86.06	89.43	91.73	93.26	93.72

[0103] [표 1]은 사용된 ZC 시퀀스의 길이인 nSamples로 표시되는 다양한 소나 범위에 대한 정확도(%)를 나타낸 것으로, nSeqs는 60/40으로 설정되는 것이 바람직하다.

표 2

[0104]

Signal Range	Before Touch			After Touch		Before/After Touch		
nSeqs(#)	20	40	60	20	40	20/20	40/40	60/40
Time(ms)	213	426	639	213	426	426	852	1065
Accuracy(%)	62.94	86.37	89.59	60.95	82.39	69.98	90.81	93.72

[0105] [표 2]는 nSeqs 수행된 임펄스 추정 수 및 시간(ms)으로 표현되는 다양한 데이터 캡처 기간에 대한 정확도(%)를 나타낸 것으로, nSample은 300으로 설정되는 것이 바람직하다.

[0106] 도 7을 참조하면, 2D 컨볼루션 신경망(ConvNet)을 사용하여 임펄스 응답 추정에서 화면 터치와 관련된 손가락을 식별하려고 했다.

[0107] 데이터와 전통적인 초음파 사진 간의 유사성 때문에 우리는 오디오 스펙트로그램에서 시각적 패턴을 감지하기 위한 기존 설계를 기반으로 시스템을 구축했다.

[0108] 기능 학습을 지원하기 위해 우리는 3개의 컨볼루션 블록으로 구성된 모델을 선택했으며, 각 블록에는 컨볼루션, ReLU(Rectified Linear unit) 활성화 및 최대 풀링 레이어가 포함되어 있다.

[0109] 필터 수를 연속적으로 늘리고(32개에서 64개, 128개) 컨볼루션 레이어에서 3x3 커널을 사용하고 최대 풀링 레이어에서 2x2 커널과 보폭 2를 사용했다.

[0110] 마지막 컨볼루션 블록의 출력을 평면화한 후 각각 1024개와 128개 단위로 완전히 연결된 두 개의 은닉층을 포함했습니다. 최종 완전 연결 계층은 엄지, 검지 또는 중지 클래스로 다중 분류를 수행했다.

[0111] 훈련, 테스트 및 검증을 위해 여기에 설명된 모든 모델의 데이터를 6:2:2 방식에 따라 분할하고 5중 교차 검증을 수행했다.

[0112] 우리의 초기 모델은 모든 실험자의 데이터에 대한 그리드 검색 절차를 통해 nSamples 및 nSeq 매개변수를 탐색했고, nSamples의 값은 4.5cm(손가락의 단일 반사)에서 54cm(신체, 팔, 손 및 손가락의 다중 반사) 사이의 반사를 포함하도록 선택되었다.

[0113] nSeq의 값은 213ms에서 1065ms 사이의 기간으로 지정되는데, 가장 중요한 정보가 포함된 기간을 밝히기 위해 터치의 시간적 중간점(123-639ms), 터치의 시간적 중간점(213-426ms) 및 이러한 범위의 조합 모두에서 간격을 고려했다.

[0114] 터치 중간점 이후의 639ms 기간은 그것이 수반하는 높은 지연 시간 및 500ms 후에 오디오 캡처를 종료했다는 사실 때문에 생략했다.

[0115] 이 그리드 탐색 절차 동안 구성된 모델의 성능은 [표 1]과 [표 2]에 나와 있는데, 최대 범위(54cm 반사)와 시간 주기(1065ms)를 포함하는 구성으로, 최대 데이터(93.7%)가 달성된다는 것을 나타났다.

[0116] 더 낮은 거리에서의 성능이 높게 유지된다는 점에 주목하고, 손가락과 손을 포함하는 9cm 범위의 데이터는

89.43%의 정확도를 달성하였고, 추가 범위를 포함함으로써 얻을 수 있는 이점은 부분적으로 손과 손목의 반향 또는 다중 반사가 원인일 수 있다.

[0117] 시간 측면에서 터치 중간점 이전 기간은 이후 기간보다 약간 개선된 반면 두 기간의 조합은 최고점으로 이어졌고, 디스플레이에서 손가락 접근과 후퇴 동작 모두 분류를 지원하는 귀중한 정보를 포함하고 있다고 결론지었다.

[0118] 또한, 손가락과 손의 움직임이 작거나 느릴 가능성이 있는 터치 중간점 주변의 짧은 기간은 낮은 성능을 보였다.

[0119] 따라서 주요 소나 기능은 손이 움직일 때 변화하는 장면과 관련이 있을 수 있고, 더 정적인 포즈의 이미지는 덜 두드러졌다.

[0120] 이러한 결과를 기반으로 모든 추가 테스트에 대해 최적으로 수행되는 일반 모델 구성(1065ms의 기간 동안 캡처된 54cm 범위의 데이터 포함)을 선택했다.

[0121] 성능을 검증하기 위해 두 가지 추가 모델 세트를 생성했는데, 각 실험자의 데이터를 사용하여 자신의 모델을 생성하는 개별 모델과, 각 실험자의 데이터가 다른 모든 실험자의 데이터를 사용하여 훈련된 모델에 대한 유효성 검사 세트 역할을 하는 LOOCV(Leve One Out Cross Validation) 모델이 있다.

[0122] 이 모델의 데이터는 아래의 [표 3]에 나와 있고, 개별 모델은 평균 정확도가 93.7%로, 일반 모델과 유사한 성능 프로필을 보여준다.

표 3

[0123]

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	μ	σ
Individual (%)	92.32	92.49	93.2	90.93	95.32	94.04	92.48	95.94	93.27	95.64	93.44	94.86	89.07	96.62	95.04	94.74	93.71	1.98
LOOCV(%)	88.25	74.51	89.78	78.28	85.47	81.62	88.62	95.23	85.54	89.1	91.99	86.31	79.64	80.47	83.37	87.72	85.37	5.43

[0124] 각각의 데이터가 상대적으로 희소하기 때문에 개별 모델이 일반적인 모델 성능을 향상시킬 수 없다고 제안하고, LOOCV 모델의 데이터는 이러한 결론을 뒷받침한다.

[0125] 평균(85.37%)은 일반 또는 실험자별 모델을 사용하여 얻은 것보다 현저히 감소하였고, 이는 상대적으로 작은 샘플 내에서 각 실험자의 탭 동작에 의해 생성된 소나 장면이 다소 독특했음을 시사한다.

[0126] 그러므로 일반 모델과 동등한 LOOCV 성능 또는 이를 초과하는 개별 모델 성능을 달성하려면 더 많은 사용자로부터 더 많은 데이터를 샘플링해야 할 것이다.

[0127] 또한, 손가락 클래스 간의 분류 오류 분포에 대해 생각해 볼 가치가 있다.

[0128] 도 8은 일반 모델과 개별 및 LOOCV 모델 세트에 대한 평균 성능을 보여주는데, 이는 비슷한 경향을 관찰할 수 있다.

[0129] 분류 성능은 검지에서 정점을 찍는 반면, 엄지와 중지는 더 자주 혼동되는데, 이는 엄지와 중지가 78.8%와 83.2%의 시간에 정확하게 인식되는 LOOCV 모델에서 두드러진다.

[0130] 이 결과로부터 검지 탭을 다른 손가락의 탭과 분리하는 두 가지 클래스 작업에서 성능이 높을 수 있음을 시사하며, LOOCV 모델에서도 최대 96%이다.

[0131] 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 워치 및 그 스마트 워치에 접촉된 손가락 식별방법은 스마트 워치의 디스플레이에 한 손의 손가락 중 어느 한 손가락을 접촉하면, 상기 스마트 워치의 일측 베젤에 구비된 내장 스피커에서 초음파를 발신하고, 상기 내장 스피커에서 발신한 초음파를 대향진 내장 마이크에서 수신하며, 상기 내장 마이크에서 수신한 초음파의 파장으로 음파이미지를 생성하여, 그 음파이미지의 토대로 한 손의 손가락 중 디스플레이에 접촉한 손가락을 식별하였다.

[0132] 실험에서 개별 및 일반 모델 모두에서 93.7%의 피크 정확도와 85.4%의 LOOCV 정확도를 달성하였다.

[0133] 이러한 결과는 표준 스마트워치를 사용하여 손가락 식별을 구현하는 이전 작업과 유리하게 비교된다.

[0134] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0136] 100: 스마트 워치

110: 워치프레임

120: 디스플레이

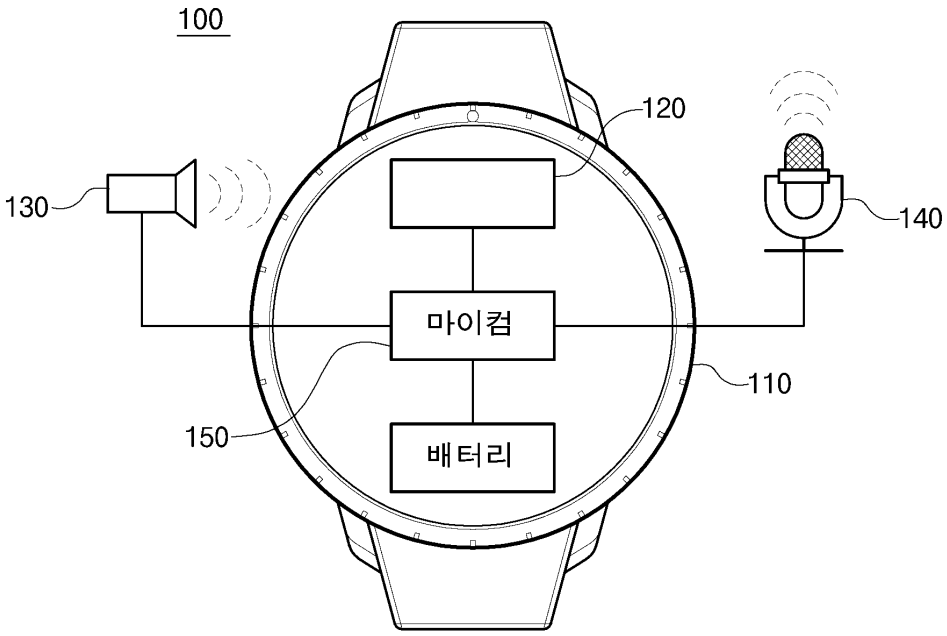
130: 내장 스피커

140: 내장 마이크

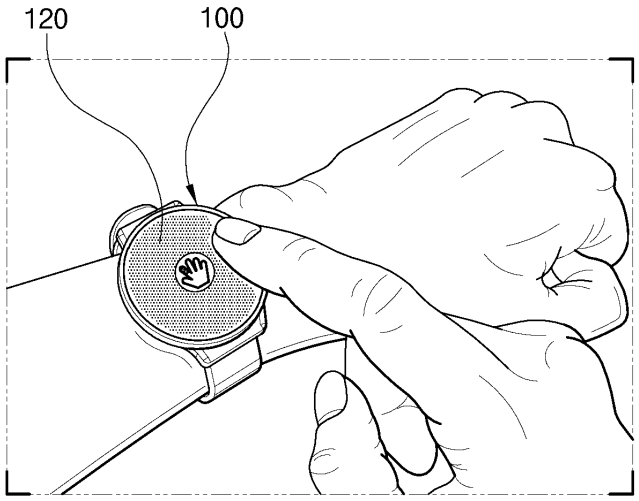
150: 마이컴

도면

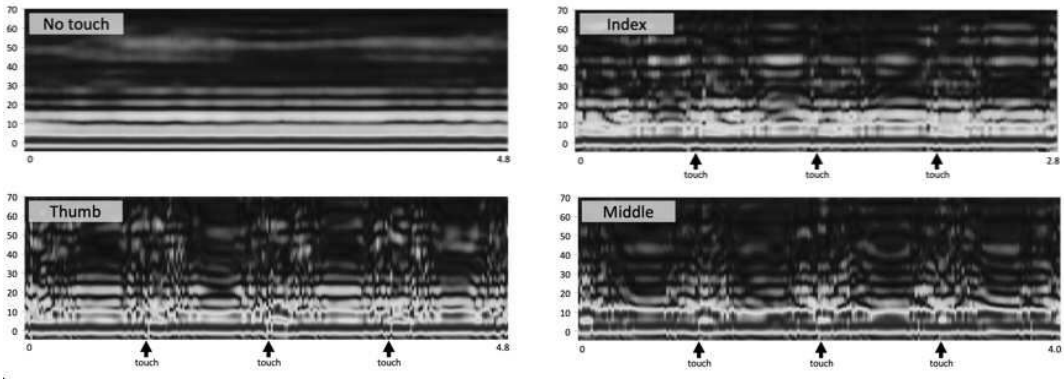
도면1



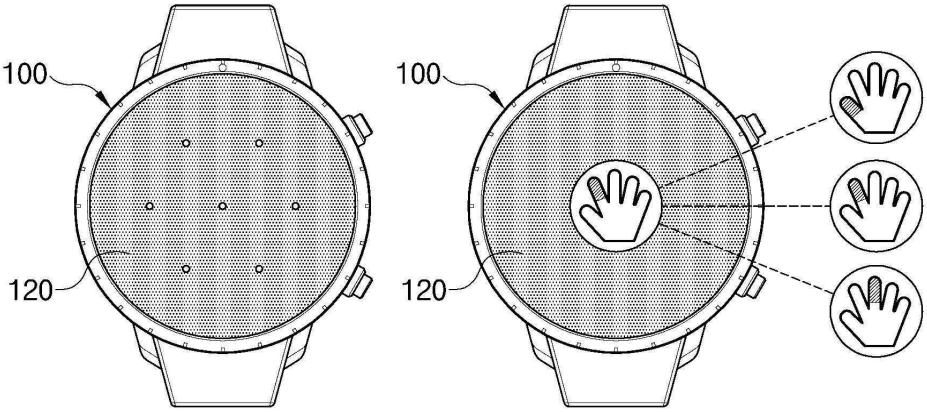
도면2



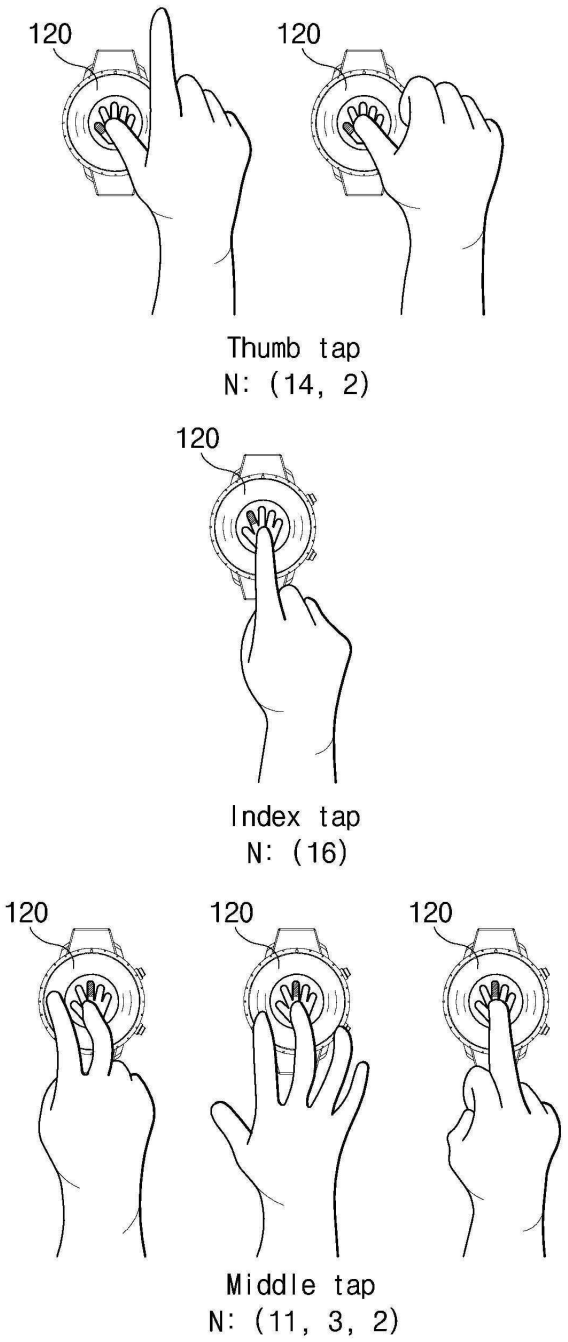
도면3



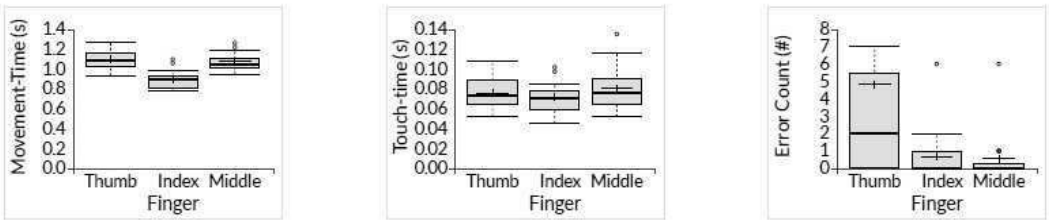
도면4



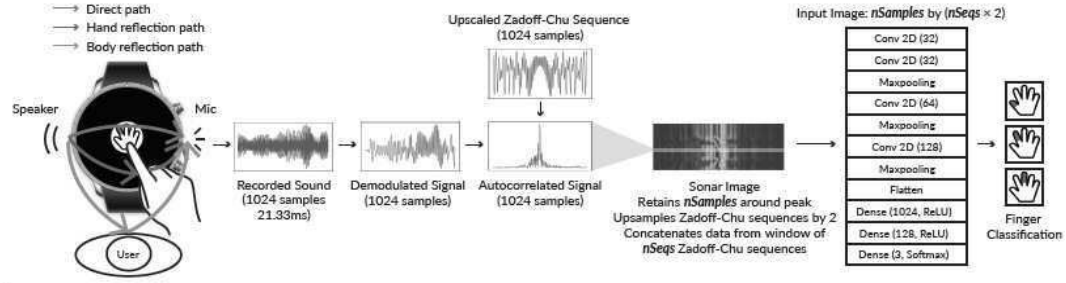
도면5


120
120
Thumb tap
N: (14, 2)
120
Index tap
N: (16)
120
120
120
Middle tap
N: (11, 3, 2)

도면6


Movement-Time (s)
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
Thumb
Index
Middle
Finger
Touch-time (s)
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
Thumb
Index
Middle
Finger
Error Count (#)
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Thumb
Index
Middle
Finger

도면7



도면8

Model	General	Individual	LOOCV
Accuracy	93.72%	μ: 93.71% σ: 1.98	μ: 85.37% σ: 5.43

