

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 7월 7일 (07.07.2022)



(10) 국제공개번호
WO 2022/145584 A1

(51) 국제특허분류:

G06F 21/32 (2013.01) G06F 21/31 (2013.01)
G06F 3/01 (2006.01) G06F 21/45 (2013.01)
G06K 9/62 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06F 1/16 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/004911

(22) 국제출원일: 2021년 4월 20일 (20.04.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2020-0185953 2020년 12월 29일 (29.12.2020) KR
10-2021-0010620 2021년 1월 26일 (26.01.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)
[KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이동훈 (LEE, Dong Hoon); 03174 서울시 종로구 사직로8길 34, 1404호, Seoul (KR). 이선우 (LEE, Sunwoo); 02857 서울시 성북구 안암로9가길 55, 401호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 이대호 등 (LEE, Dae Ho et al.); 06120 서울특별시 강남구 강남대로 476 11층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

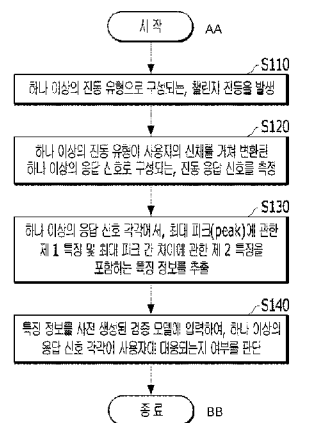
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: METHOD BY WHICH WEARABLE DEVICE AUTHENTICATES USER BY USING VIBRATION SIGNAL

(54) 발명의 명칭: 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법



S110 ... Generate challenge vibration, which includes one or more vibration types
S120 ... Measure vibration response signal including one or more response signals having been converted from the one or more vibration types after passing through body of user
S130 ... Extract, from each of one or more response signals, feature information including first feature related to maximum peak and second feature related to difference between maximum peaks
S140 ... Input feature information into pre-generated verification model to determine whether each of one or more response signals corresponds to user
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: According to one embodiment of the present disclosure, a method by which a wearable device authenticates a user may comprise the steps of: generating challenge vibration, which includes one or more vibration types; measuring a vibration response signal including one or more response signals having been converted from the one or more vibration types after passing through the body of a user; extracting, from each of the one or more response signals, feature information including a first feature related to a maximum peak and a second feature related to the difference between maximum peaks; and inputting the feature information into a pre-generated verification model to determine whether each of the one or more response signals corresponds to the user.

(57) 요약서: 본 개시의 일 실시예에 따라, 웨어러블 장치에 의해 수행되는 사용자 인증 방법으로서, 상기 방법은, 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키는 단계; 상기 하나 이상의 진동 유형이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정하는 단계; 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징 및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를 추출하는 단계; 및 상기 특징 정보를 사전 생성된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나 이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.

WO 2022/145584 A1

명세서

발명의 명칭: 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법

기술분야

- [1] 본 개시는 사용자 인증방법에 관한 것으로, 구체적으로 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 웨어러블 장치가 널리 사용되고 있으며, 편리함과 사용자 건강을 개선하는 수많은 웨어러블 장치 애플리케이션이 지속적으로 개발 및 도입되고 있다. 더욱이 최신의 웨어러블 장치는 페어링 된 스마트폰 없이 작동하도록 설계되고 있으므로, 웨어러블 장치는 사용자를 독립적으로 인증할 필요가 있다. 현재 웨어러블 장치에서는 사용자를 인증하기 위해 개인 식별 번호 (PIN) 또는 패턴을 입력하지만, 이 방법은 사용자에게 번거로운 상호 작용을 요구하며, 보안 수준이 낮다. 또한, 생체 정보를 기반으로 한 사용자 인증에는 생체 정보 또는 사용자 상호 작용을 측정할 수 있는 특수 센서가 요구된다. 한편, 사용자 인증 방법에 고주파 진동을 이용하기 위한 연구가 이루어지고 있으나, 고주파 진동을 측정하기 위해서는 고주파 센서가 요구된다. 예컨대 현재 웨어러블 위치의 가능한 최대 샘플링 주파수는 100Hz임을 고려할 때, 웨어러블 위치에서 진동신호를 이용하여 사용자 인증을 수행하기 위한 구체적인 방법론은 제시되지 않는 실정이다.
- [3] 따라서, 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법에 대한 연구의 필요성이 당업계에 존재할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 개시는 전술한 배경기술에 대응하여 안출된 것으로, 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법을 제공하고자 한다.
- [5] 본 개시의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

기술적 해결방법

- [6] 전술한 배경기술에 대응하여 안출된, 웨어러블 장치에 의해 수행되는 사용자 인증 방법으로서, 상기 방법은, 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키는 단계; 상기 하나 이상의 진동 유형이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정하는 단계; 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징 및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를 추출하는

단계; 및 상기 특징 정보를 사전 생성된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나 이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는 단계; 를 포함할 수 있다.

- [7] 또한, 상기 챌린지 진동을 구성하는 상기 하나 이상의 진동 유형은, 상기 웨어러블 장치에 사전 저장된 진동 유형들 중에서 중복을 허용하여 무작위로 선택될 수 있다.
- [8] 또한, 상기 진동 응답 신호를 측정하는 단계는, 50Hz 이상 150Hz 이하의 주파수로 샘플링 된 상기 진동 응답 신호를 측정할 수 있다.
- [9] 또한, 상기 진동 응답 신호를 측정하는 단계는, 상기 웨어러블 장치에 사전 내장된 자이로스코프 또는 가속도 센서 중 적어도 하나를 이용하여 상기 진동 응답 신호를 측정할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 제 1 특징은, 측정된 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 사전 설정된 개수만큼의 최대 피크들에 대한 피크 인덱스(peak index) 및 피크 높이(peak height) 쌍 값이고, 상기 제 2 특징은, 인접한 두 개의 최대 피크들 간의, 피크 인덱스 및 피크 높이 쌍 값의 차이 값일 수 있다.
- [11] 또한, 상기 특징 정보는, 적분 절대값(Integral Absolute Value; IAV), 평균 절대값(Mean Absolute Value; MAV), 분산(Variance; Var), 실효값(Root Mean Square; RMS), 표준편차(Standard deviation; Std), 중앙값 절대편차(Median Absolute Deviation; MAD), 신호 크기 영역(Signal Magnitude Area; SMA), 편포도(Skewness), 첨도(Kurtosis), 사분범위(Interquartile range; IQR), 에너지 및 엔트로피를 더 포함할 수 있다.
- [12] 또한, 상기 특징 정보를 추출하는 단계는: 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서 노이즈를 필터링 하는 단계; 필터링 된 상기 하나 이상의 응답 신호 각각을 변환하는 단계; 및 변환된 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서 상기 특징 정보를 추출하는 단계; 를 포함하고, 상기 변환은, 고속푸리에변환(Fast Fourier Transform; FFT), 이산여현변환(Discrete Cosine Transform; DCT), 이산웨이브렛변환(Discrete Wavelet Transform; DWT), 스펙트럼 밀도(Power Spectral Density; PSD), 및 자기 상관(Auto Correlation) 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.
- [13] 또한, 상기 방법은, 상기 사용자로 부터 진동 등록을 입력 받는 단계; 및 상기 진동 등록을 기초로, 상기 사전 저장된 진동 유형들 각각에 대응하는 검증 모델들을 생성하는 단계; 를 더 포함하고, 상기 진동 등록은, 상기 사전 저장된 진동 유형들 각각이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 학습 응답 신호들을 측정하는 것을 포함할 수 있다.
- [14] 또한, 상기 검증 모델은, 상기 사용자 및 상기 웨어러블 장치에 사전 입력된 디폴트 사용자들을 클래스로 하여 생성되고, 입력된 상기 특징 정보에 대응되는 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에 대하여, 상기 클래스로의 분류에 관한 확률 벡터를 출력하는, 다중 클래스 모델; 및 상기 확률 벡터를 입력 받고, 상기 확률

벡터가 상기 사용자에게 대응하는 상기 클래스로 분류되는지 여부에 따라, 상기 확률 벡터를 유효 또는 무효로 라벨링 하는, 이진 모델; 을 포함할 수 있다.

[15] 또한, 상기 하나 이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는 단계는, 상기 확률 벡터가 유효로 판단되는 경우, 상기 확률 벡터에 대응되는 상기 하나 이상의 응답 신호가 상기 사용자에게 대응되는 것으로 판단하고, 또는 상기 확률 벡터가 무효로 판단되는 경우, 상기 확률 벡터에 대응되는 상기 하나 이상의 응답 신호가 상기 사용자에게 대응되지 않는 것으로 판단할 수 있다.

[16] 또한, 상기 방법은, 상기 하나 이상의 응답 신호 전부가 상기 사용자에게 대응되는 것으로 판단되는 경우, 상기 사용자 인증이 성공한 것으로 결정하는 단계; 및 상기 하나 이상의 응답 신호 중 적어도 일부가 상기 사용자에게 대응되지 않는 것으로 판단되는 경우, 상기 사용자 인증이 실패한 것으로 결정하는 단계; 를 더 포함할 수 있다.

[17] 전술한 배경기술에 대응하여 안출된, 웨어러블 장치로서, 상기 웨어러블 장치는 하나 이상의 코어를 포함하는 프로세서; 메모리; 센싱부; 및 진동부; 를 포함하고, 상기 프로세서는, 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키도록 상기 진동부를 제어하고, 상기 센싱부를 통해, 상기 하나 이상의 진동 유형이 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는 진동 응답 신호를 측정하고, 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징 및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를 추출하고, 그리고 상기 특징 정보를 상기 메모리에 저장된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나 이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단할 수 있다.

[18] 전술한 배경기술에 대응하여 안출된, 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로, 상기 컴퓨터 프로그램은 웨어러블 장치의 하나 이상의 프로세서에서 실행되는 경우 사용자 인증을 위한 방법을 제공하며, 상기 방법은, 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키는 단계; 상기 하나 이상의 진동 유형이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정하는 단계; 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징 및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를 추출하는 단계; 및 상기 특징 정보를 사전 생성된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나 이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[19] 본 개시에서 얻을 수 있는 기술적 해결 수단은 이상에서 언급한 해결 수단들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 해결 수단들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

- [20] 본 개시의 몇몇 실시예에 따르면, 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법을 제공할 수 있다.
- [21] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [22] 다양한 양상들이 이제 도면들을 참조로 기재되며, 여기서 유사한 참조 번호들은 총괄적으로 유사한 구성요소들을 지칭하는데 이용된다. 이하의 실시예에서, 설명 목적을 위해, 다수의 특정 세부사항들이 하나 이상의 양상들의 총체적 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 그러한 양상(들)이 이러한 특정 세부사항들 없이 실시될 수 있음은 명백할 것이다. 다른 예시들에서, 공지의 구조들 및 장치들이 하나 이상의 양상들의 기재를 용이하게 하기 위해 블록도 형태로 도시된다.
- [23] 도 1은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법을 제공하기 위한 웨어러블 장치의 블록 구성도이다.
- [24] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따라 네트워크 함수를 나타낸 개략도이다.
- [25] 도 3은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [26] 도 4는 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 응답 신호로부터 특징 정보를 추출하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [27] 도 5는 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 응답 신호로부터 추출된 특징 정보를 100Hz의 샘플링 주파수에 대하여 산란 방법으로 도시한 도면이다.
- [28] 도 6은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 검증 모델을 생성하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [29] 도 7은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 검증 모델에서, 응답 신호의 사용자 대응 여부를 판단하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [30] 도 8은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 사용자 인증의 성공 여부를 판단하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 9는 본 개시내용의 실시예들이 구현될 수 있는 예시적인 컴퓨팅 환경에 대한 일반적인 개략도를 도시한다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [32] 다양한 실시예들이 이제 도면을 참조하여 설명된다. 본 명세서에서, 다양한 설명들이 본 개시의 이해를 제공하기 위해서 제시된다. 그러나, 이러한 실시예들은 이러한 구체적인 설명 없이도 실행될 수 있음이 명백하다.
- [33] 본 명세서에서 사용되는 용어 "컴포넌트", "모듈", "시스템" 등은 컴퓨터-관련 엔티티, 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 소프트웨어 및 하드웨어의 조합, 또는

소프트웨어의 실행을 지칭한다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서상에서 실행되는 처리과정(procedure), 프로세서, 객체, 실행 스레드, 프로그램, 및/또는 컴퓨터일 수 있지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치에서 실행되는 애플리케이션 및 컴퓨팅 장치 모두 컴포넌트일 수 있다. 하나 이상의 컴포넌트는 프로세서 및/또는 실행 스레드 내에 상주할 수 있다. 일 컴포넌트는 하나의 컴퓨터 내에 로컬화 될 수 있다. 일 컴포넌트는 2개 이상의 컴퓨터들 사이에 분배될 수 있다. 또한, 이러한 컴포넌트들은 그 내부에 저장된 다양한 데이터 구조들을 갖는 다양한 컴퓨터 판독가능한 매체로부터 실행할 수 있다. 컴포넌트들은 예를 들어 하나 이상의 데이터 패킷들을 갖는 신호(예를 들면, 로컬 시스템, 분산 시스템에서 다른 컴포넌트와 상호작용하는 하나의 컴포넌트로부터의 데이터 및/또는 신호를 통해 다른 시스템과 인터넷과 같은 네트워크를 통해 전송되는 데이터)에 따라 로컬 및/또는 원격 처리들을 통해 통신할 수 있다.

- [34] 더불어, 용어 "또는"은 배타적 "또는"이 아니라 내포적 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 즉, 달리 특정되지 않거나 문맥상 명확하지 않은 경우에, "X는 A 또는 B를 이용한다"는 자연적인 내포적 치환 중 하나를 의미하는 것으로 의도된다. 즉, X가 A를 이용하거나; X가 B를 이용하거나; 또는 X가 A 및 B 모두를 이용하는 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다"가 이들 경우들 어느 것으로도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 "및/또는"이라는 용어는 열거된 관련 아이템들 중 하나 이상의 아이템의 가능한 모든 조합을 지칭하고 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [35] 또한, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 해당 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 다만, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 하나 이상의 다른 특징, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 달리 특정되지 않거나 단수 형태를 지시하는 것으로 문맥상 명확하지 않은 경우에, 본 명세서와 청구범위에서 단수는 일반적으로 "하나 또는 그 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [36] 그리고, "A 또는 B 중 적어도 하나"이라는 용어는, "A만을 포함하는 경우", "B만을 포함하는 경우", "A와 B의 구성으로 조합된 경우"를 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [37] 당업자들은 추가적으로 여기서 개시된 실시예들과 관련되어 설명된 다양한 예시 적 논리적 블록들, 구성들, 모듈들, 회로들, 수단들, 로직들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양쪽 모두의 조합들로 구현될 수 있음을 인식해야 한다. 하드웨어 및 소프트웨어의 상호교환성을 명백하게 예시하기 위해, 다양한 예시적 컴포넌트들, 블록들, 구성들, 수단들, 로직들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능성 측면에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 그러한 기능성이 하드웨어로 또는 소프트웨어로서 구현되는지

여부는 전반적인 시스템에 부과된 특정 어플리케이션(application) 및 설계 제한들에 달려 있다. 숙련된 기술자들은 각각의 특정 어플리케이션들을 위해 다양한 방법들로 설명된 기능성을 구현할 수 있다. 다만, 그러한 구현의 결정들이 본 개시내용의 영역을 벗어나게 하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[38] 제시된 실시예들에 대한 설명은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다. 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 범위를 벗어나지 않고도 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니다. 본 발명은 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

[39] 본 개시에서 네트워크 함수와 인공 신경망 및 뉴럴 네트워크(neural network)는 상호교환 가능하게 사용될 수 있다.

[40]

[41] 도 1은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법을 제공하기 위한 웨어러블 장치의 블록 구성도이다.

[42] 도 1에 도시된 웨어러블 장치(100)의 구성은 간략화 하여 나타낸 예시일 뿐이다. 본 개시의 일 실시예에서 웨어러블 장치(100)는 웨어러블 장치(100)의 컴퓨팅 환경을 수행하기 위한 다른 구성들이 포함될 수 있고, 개시된 구성들 중 일부만이 웨어러블 장치(100)를 구성할 수도 있다.

[43] 본 개시에서 웨어러블 장치(100)는 신체에 착용할 수 있는 컴퓨팅 장치일 수 있다. 이러한 웨어러블 장치에는 스마트 워치(smart watch), 스마트 글래스(smart glass), HMD(head mounted display) 등이 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[44] 본 개시의 일 실시예에 따른 웨어러블 장치(100)는 네트워크부(110), 프로세서(120), 메모리(130), 센싱부(140) 및 진동부(150)를 포함할 수 있다.

[45] 본 개시의 일 실시예에 따른 네트워크부(110)는 임의의 형태의 유선 또는 무선 통신 시스템들을 사용할 수 있다.

[46] 본 개시에서 네트워크부(110)는 유선 및 무선 등과 같은 그 통신 양태를 가리지 않고 구성될 수 있으며, 단거리 통신망(PAN: Personal Area Network), 근거리 통신망(WAN: Wide Area Network) 등 다양한 통신망으로 구성될 수 있다. 또한, 상기 네트워크는 공지의 월드와이드웹(WWW: World Wide Web)일 수 있으며, 적외선(IrDA: Infrared Data Association) 또는 블루투스(Bluetooth)와 같이 단거리 통신에 이용되는 무선 전송 기술을 이용할 수도 있다.

[47] 본 명세서에서 설명된 기술들은 위에서 언급된 네트워크들뿐만 아니라, 다른 네트워크들에서도 사용될 수 있다.

[48] 본 개시의 일 실시예에 따른 프로세서(120)는 하나 이상의 코어로 구성될 수 있으며, 컴퓨팅 장치의 중앙 처리 장치(CPU: central processing unit), 범용 그래픽 처리 장치 (GPGPU: general purpose graphics processing unit), 텐서 처리 장치(TPU:

tensor processing unit) 등의 데이터 분석, 딥러닝을 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(120)는 메모리(130)에 저장된 컴퓨터 프로그램을 판독하여 본 개시의 일 실시예에 따른 기계 학습을 위한 데이터 처리를 수행할 수 있다. 본 개시의 일 실시예에 따라 프로세서(120)는 신경망의 학습을 위한 연산을 수행할 수 있다. 프로세서(120)는 딥러닝(DL: deep learning)에서 학습을 위한 입력 데이터의 처리, 입력 데이터에서의 피쳐 추출, 오차 계산, 역전파(backpropagation)를 이용한 신경망의 가중치 업데이트 등의 신경망의 학습을 위한 계산을 수행할 수 있다. 프로세서(120)의 CPU, GPGPU, 및 TPU 중 적어도 하나가 네트워크 함수의 학습을 처리할 수 있다. 예를 들어, CPU와 GPGPU가 함께 네트워크 함수의 학습, 네트워크 함수를 이용한 데이터 분류를 처리할 수 있다. 또한, 본 개시의 일 실시예에서 복수의 컴퓨팅 장치의 프로세서를 함께 사용하여 네트워크 함수의 학습, 네트워크 함수를 이용한 데이터 분류를 처리할 수 있다. 또한, 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치에서 수행되는 컴퓨터 프로그램은 CPU, GPGPU 또는 TPU 실행가능 프로그램일 수 있다.

[49] 본 개시의 일 실시예에 따른 메모리(130)는 프로세서(120)가 생성하거나 결정한 임의의 형태의 정보 및 네트워크부(110)가 수신한 임의의 형태의 정보를 저장할 수 있다.

[50] 본 개시의 일 실시예에 따른 메모리(130)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 웨어러블 장치(100)는 인터넷(internet) 상에서 상기 메모리(130)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage)와 관련되어 동작할 수도 있다. 전술한 메모리에 대한 기재는 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[51] 본 개시의 일 실시예에 따른 센싱부(140)는 웨어러블 장치(100) 내 정보, 웨어러블 장치(100)를 둘러싼 주변 환경 정보 및 사용자 정보 중 적어도 하나를 센싱하기 위한 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 센싱부(140)는 근접센서(proximity sensor), 조도 센서(illumination sensor), 터치 센서(touch sensor), 가속도 센서(acceleration sensor), 자기 센서(magnetic sensor), 중력 센서(G-sensor), 자이로스코프 센서(gyroscope sensor), 모션 센서(motion sensor), RGB 센서, 적외선 센서(IR 센서: infrared sensor), 지문인식 센서(finger scan sensor), 초음파 센서(ultrasonic sensor), 광 센서(optical sensor, 예를 들어, 카메라), 마이크로폰(microphone), 배터리 게이지(battery gauge), 환경 센서(예를 들어,

기압계, 습도계, 온도계, 방사능 감지 센서, 열 감지 센서, 가스 감지 센서 등), 화학 센서(예를 들어, 전자 코, 헬스케어 센서, 생체 인식 센서 등) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 한편, 본 명세서에 개시된 웨어러블 장치는, 이러한 센서들 중 적어도 둘 이상의 센서에서 센싱되는 정보들을 조합하여 활용할 수 있다. 전술한 센싱부에 대한 기재는 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[52] 본 개시의 몇몇 실시예에 따르면, 센싱부(140)는 사용자의 신체로부터의 진동신호를 센싱할 수 있다. 여기서, 사용자의 신체로부터의 진동신호는, 웨어러블 장치(100)에서 발생된 진동이 사용자의 신체를 거치면서 변환된 것을 의미할 수 있다.

[53] 본 개시의 일 실시예에 따른 진동부(150)는, 프로세서(120)가 생성하거나 결정한 임의의 진동 신호를 발생시키고, 웨어러블 장치(100) 본체를 통해 사용자의 신체에 진동을 전달할 수 있다. 예컨대, 프로세서(120)는 메모리(130)에 사전 저장된 진동 유형들 중 적어도 일부를 순차적으로, 또는 합성하여 발생시키도록 진동부(150)를 제어할 수 있다. 이를 위해 진동부(150)는 액츄에이터 또는 모터를 포함할 수 있다. 전술한 진동부에 대한 기재는 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[54] 본 개시의 일 실시예에 따른 서버(미도시)는 서버의 서버 환경을 수행하기 위한 다른 구성들이 포함될 수도 있다. 서버는 임의의 형태의 장치는 모두 포함할 수 있다. 서버는 디지털 기기로서, 랩탑 컴퓨터, 노트북 컴퓨터, 데스크톱 컴퓨터, 웹패드, 이동 전화기와 같이 프로세서를 탑재하고 메모리를 구비한 연산 능력을 갖춘 디지털 기기일 수 있다.

[55] 본 개시의 일 실시예에 따른 서버는 네트워크부, 프로세서 및 메모리를 포함할 수 있다.

[56] 서버는 본 개시의 실시예들에 따른 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법을 제공하기 위하여, 클라이언트(예를 들어, 사용자 단말)에게 네트워크를 통해 정보를 제공하는 컴퓨팅 시스템일 수 있다. 이러한 경우, 사용자 단말은 서버에 액세스할 수 있는 임의의 형태의 웨어러블 장치(100)일 수 있다. 본 개시의 실시예들에 따른 서버는 예를 들어, 클라우드 서버일 수 있다. 서버는 서비스를 처리하는 웹 서버일 수 있다. 전술한 서버의 종류는 예시일 뿐이며 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[57] 본 개시의 실시예들에 따른 서버에 포함된 네트워크부, 프로세서 및 메모리 각각은, 전술한 웨어러블 장치(100)에 포함된 네트워크부(110), 프로세서(120) 및 메모리(130)와 동일한 역할을 수행하거나 또는 동일하게 구성될 수 있다.

[58] 이하에서는 본 개시의 실시예들에 따라 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법에 관하여 설명한다.

[59]

[60] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따라 네트워크 함수를 나타낸 개략도이다.

[61] 본 명세서에 걸쳐, 연산 모델, 신경망, 네트워크 함수, 뉴럴 네트워크(neural

network)는 동일한 의미로 사용될 수 있다. 신경망은 일반적으로 노드라 지칭될 수 있는 상호 연결된 계산 단위들의 집합으로 구성될 수 있다. 이러한 노드들은 뉴런(neuron)들로 지칭될 수도 있다. 신경망은 적어도 하나 이상의 노드들을 포함하여 구성된다. 신경망들을 구성하는 노드(또는 뉴런)들은 하나 이상의 링크에 의해 상호 연결될 수 있다.

- [62] 신경망 내에서, 링크를 통해 연결된 하나 이상의 노드들은 상대적으로 입력 노드 및 출력 노드의 관계를 형성할 수 있다. 입력 노드 및 출력 노드의 개념은 상대적인 것으로서, 하나의 노드에 대하여 출력 노드 관계에 있는 임의의 노드는 다른 노드와의 관계에서 입력 노드 관계에 있을 수 있으며, 그 역도 성립할 수 있다. 상술한 바와 같이, 입력 노드 대 출력 노드 관계는 링크를 중심으로 생성될 수 있다. 하나의 입력 노드에 하나 이상의 출력 노드가 링크를 통해 연결될 수 있으며, 그 역도 성립할 수 있다.
- [63] 하나의 링크를 통해 연결된 입력 노드 및 출력 노드 관계에서, 출력 노드의 데이터는 입력 노드에 입력된 데이터에 기초하여 그 값이 결정될 수 있다. 여기서 입력 노드와 출력 노드를 상호 연결하는 링크는 가중치(weight)를 가질 수 있다. 가중치는 가변적일 수 있으며, 신경망이 원하는 기능을 수행하기 위해, 사용자 또는 알고리즘에 의해 가변 될 수 있다. 예를 들어, 하나의 출력 노드에 하나 이상의 입력 노드가 각각의 링크에 의해 상호 연결된 경우, 출력 노드는 상기 출력 노드와 연결된 입력 노드들에 입력된 값들 및 각각의 입력 노드들에 대응하는 링크에 설정된 가중치에 기초하여 출력 노드 값을 결정할 수 있다.
- [64] 상술한 바와 같이, 신경망은 하나 이상의 노드들이 하나 이상의 링크를 통해 상호 연결되어 신경망 내에서 입력 노드 및 출력 노드 관계를 형성한다. 신경망 내에서 노드들과 링크들의 개수 및 노드들과 링크들 사이의 연관관계, 링크들 각각에 부여된 가중치의 값에 따라, 신경망의 특성이 결정될 수 있다. 예를 들어, 동일한 개수의 노드 및 링크들이 존재하고, 링크들의 가중치 값이 상이한 두 신경망이 존재하는 경우, 두 개의 신경망들은 서로 상이한 것으로 인식될 수 있다.
- [65] 신경망은 하나 이상의 노드들의 집합으로 구성될 수 있다. 신경망을 구성하는 노드들의 부분 집합은 레이어(layer)를 구성할 수 있다. 신경망을 구성하는 노드들 중 일부는, 최초 입력 노드로부터의 거리들에 기초하여, 하나의 레이어(layer)를 구성할 수 있다. 예를 들어, 최초 입력 노드로부터 거리가 n 인 노드들의 집합은, n 레이어를 구성할 수 있다. 최초 입력 노드로부터 거리는, 최초 입력 노드로부터 해당 노드까지 도달하기 위해 거쳐야 하는 링크들의 최소 개수에 의해 정의될 수 있다. 그러나, 이러한 레이어의 정의는 설명을 위한 임의적인 것으로서, 신경망 내에서 레이어의 차수는 상술한 것과 상이한 방법으로 정의될 수 있다. 예를 들어, 노드들의 레이어는 최종 출력 노드로부터 거리에 의해 정의될 수도 있다.
- [66] 최초 입력 노드는 신경망 내의 노드들 중 다른 노드들과의 관계에서 링크를

거치지 않고 데이터가 직접 입력되는 하나 이상의 노드들을 의미할 수 있다. 또는, 신경망 네트워크 내에서, 링크를 기준으로 한 노드 간의 관계에 있어서, 링크로 연결된 다른 입력 노드들을 가지지 않는 노드들을 의미할 수 있다. 이와 유사하게, 최종 출력 노드는 신경망 내의 노드들 중 다른 노드들과의 관계에서, 출력 노드를 가지지 않는 하나 이상의 노드들을 의미할 수 있다. 또한, 히든 노드는 최초 입력 노드 및 최후 출력 노드가 아닌 신경망을 구성하는 노드들을 의미할 수 있다.

[67] 본 개시의 일 실시예에 따른 신경망은 입력 레이어의 노드의 개수가 출력 레이어의 노드의 개수와 동일할 수 있으며, 입력 레이어에서 히든 레이어로 진행됨에 따라 노드의 수가 감소하다가 다시 증가하는 형태의 신경망일 수 있다. 또한, 본 개시의 다른 일 실시예에 따른 신경망은 입력 레이어의 노드의 개수가 출력 레이어의 노드의 개수 보다 적을 수 있으며, 입력 레이어에서 히든 레이어로 진행됨에 따라 노드의 수가 감소하는 형태의 신경망일 수 있다. 또한, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 신경망은 입력 레이어의 노드의 개수가 출력 레이어의 노드의 개수보다 많을 수 있으며, 입력 레이어에서 히든 레이어로 진행됨에 따라 노드의 수가 증가하는 형태의 신경망일 수 있다. 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 신경망은 상술한 신경망들의 조합된 형태의 신경망일 수 있다.

[68] 딥 뉴럴 네트워크(DNN: deep neural network, 심층신경망)는 입력 레이어와 출력 레이어 외에 복수의 히든 레이어를 포함하는 신경망을 의미할 수 있다. 딥 뉴럴 네트워크를 이용하면 데이터의 잠재적인 구조(latent structures)를 파악할 수 있다. 즉, 사진, 글, 비디오, 음성, 음악의 잠재적인 구조(예를 들어, 어떤 물체가 사진에 있는지, 글의 내용과 감정이 무엇인지, 음성의 내용과 감정이 무엇인지 등)를 파악할 수 있다. 딥 뉴럴 네트워크는 컨볼루션 뉴럴 네트워크(CNN: convolutional neural network), 리커런트 뉴럴 네트워크(RNN: recurrent neural network), 오토 인코더(auto encoder), GAN(Generative Adversarial Networks), 제한 볼츠만 머신(RBM: restricted boltzmann machine), 심층 신뢰 네트워크(DBN: deep belief network), Q 네트워크, U 네트워크, 삼 네트워크, 적대적 생성 네트워크(GAN: Generative Adversarial Network) 등을 포함할 수 있다. 전술한 딥 뉴럴 네트워크의 기재는 예시일 뿐이며 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[69] 본 개시의 일 실시예에서 네트워크 함수는 오토 인코더(autoencoder)를 포함할 수도 있다. 오토 인코더는 입력 데이터와 유사한 출력 데이터를 출력하기 위한 인공 신경망의 일종일 수 있다. 오토 인코더는 적어도 하나의 히든 레이어를 포함할 수 있으며, 홀수 개의 히든 레이어가 입출력 레이어 사이에 배치될 수 있다. 각각의 레이어의 노드의 수는 입력 레이어의 노드의 수에서 병목 레이어(인코딩)라는 중간 레이어로 축소되었다가, 병목 레이어에서 출력 레이어(입력 레이어와 대칭)로 축소와 대칭되어 확장될 수도 있다. 오토 인코더는 비선형 차원 감소를 수행할 수 있다. 입력 레이어 및 출력 레이어의

수는 입력 데이터의 전처리 이후에 차원과 대응될 수 있다. 오토 인코더 구조에서 인코더에 포함된 히든 레이어의 노드의 수는 입력 레이어에서 멀어질수록 감소하는 구조를 가질 수 있다. 병목 레이어(인코더와 디코더 사이에 위치하는 가장 적은 노드를 가진 레이어)의 노드의 수는 너무 작은 경우 충분한 양의 정보가 전달되지 않을 수 있으므로, 특정 수 이상(예를 들어, 입력 레이어의 절반 이상 등)으로 유지될 수도 있다.

- [70] 뉴럴 네트워크는 교사 학습(supervised learning), 비교사 학습(unsupervised learning), 반교사 학습(semi supervised learning), 또는 강화 학습(reinforcement learning) 중 적어도 하나의 방식으로 학습될 수 있다. 뉴럴 네트워크의 학습은 뉴럴 네트워크가 특정한 동작을 수행하기 위한 지식을 뉴럴 네트워크에 적용하는 과정일 수 있다.
- [71] 뉴럴 네트워크는 출력의 오류를 최소화하는 방향으로 학습될 수 있다. 뉴럴 네트워크의 학습에서 반복적으로 학습 데이터를 뉴럴 네트워크에 입력시키고 학습 데이터에 대한 뉴럴 네트워크의 출력과 타겟의 에러를 계산하고, 에러를 줄이기 위한 방향으로 뉴럴 네트워크의 에러를 뉴럴 네트워크의 출력 레이어에서부터 입력 레이어 방향으로 역전파(backpropagation)하여 뉴럴 네트워크의 각 노드의 가중치를 업데이트 하는 과정이다. 교사 학습의 경우 각각의 학습 데이터에 정답이 라벨링되어있는 학습 데이터를 사용하며(즉, 라벨링된 학습 데이터), 비교사 학습의 경우는 각각의 학습 데이터에 정답이 라벨링되어 있지 않을 수 있다. 즉, 예를 들어 데이터 분류에 관한 교사 학습의 경우의 학습 데이터는 학습 데이터 각각에 카테고리가 라벨링 된 데이터 일 수 있다. 라벨링된 학습 데이터가 뉴럴 네트워크에 입력되고, 뉴럴 네트워크의 출력(카테고리)과 학습 데이터의 라벨을 비교함으로써 오류(error)가 계산될 수 있다. 다른 예로, 데이터 분류에 관한 비교사 학습의 경우 입력인 학습 데이터가 뉴럴 네트워크 출력과 비교됨으로써 오류가 계산될 수 있다. 계산된 오류는 뉴럴 네트워크에서 역방향(즉, 출력 레이어에서 입력 레이어 방향)으로 역전파 되며, 역전파에 따라 뉴럴 네트워크의 각 레이어의 각 노드들의 연결 가중치가 업데이트 될 수 있다. 업데이트 되는 각 노드의 연결 가중치는 학습률(learning rate)에 따라 변화량이 결정될 수 있다. 입력 데이터에 대한 뉴럴 네트워크의 계산과 에러의 역전파는 학습 사이클(epoch)을 구성할 수 있다. 학습률은 뉴럴 네트워크의 학습 사이클의 반복 횟수에 따라 상이하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 뉴럴 네트워크의 학습 초기에는 높은 학습률을 사용하여 뉴럴 네트워크가 빠르게 일정 수준의 성능을 확보하도록 하여 효율성을 높이고, 학습 후기에는 낮은 학습률을 사용하여 정확도를 높일 수 있다.
- [72] 뉴럴 네트워크의 학습에서 일반적으로 학습 데이터는 실제 데이터(즉, 학습된 뉴럴 네트워크를 이용하여 처리하고자 하는 데이터)의 부분집합일 수 있으며, 따라서, 학습 데이터에 대한 오류는 감소하나 실제 데이터에 대해서는 오류가 증가하는 학습 사이클이 존재할 수 있다. 과적합(overfitting)은 이와 같이 학습

데이터에 과하게 학습하여 실제 데이터에 대한 오류가 증가하는 현상이다. 예를 들어, 노란색 고양이를 보여 고양이를 학습한 뉴럴 네트워크가 노란색 이외의 고양이를 보고는 고양이임을 인식하지 못하는 현상이 과적합의 일종일 수 있다. 과적합은 머신러닝 알고리즘의 오류를 증가시키는 원인으로 작용할 수 있다. 이러한 과적합을 막기 위하여 다양한 최적화 방법이 사용될 수 있다. 과적합을 막기 위해서는 학습 데이터를 증가시키거나, 레귤라이제이션(regularization), 학습의 과정에서 네트워크의 노드 일부를 비활성화하는 드롭아웃(dropout), 배치 정규화 레이어(batch normalization layer)의 활용 등의 방법이 적용될 수 있다.

[73]

[74] 본 개시의 일 실시예에 따라 데이터 구조를 저장한 컴퓨터 판독가능 매체가 개시된다.

[75]

데이터 구조는 데이터에 효율적인 접근 및 수정을 가능하게 하는 데이터의 조직, 관리, 저장을 의미할 수 있다. 데이터 구조는 특정 문제(예를 들어, 최단 시간으로 데이터 검색, 데이터 저장, 데이터 수정) 해결을 위한 데이터의 조직을 의미할 수 있다. 데이터 구조는 특정한 데이터 처리 기능을 지원하도록 설계된, 데이터 요소들 간의 물리적이거나 논리적인 관계로 정의될 수도 있다. 데이터 요소들 간의 논리적인 관계는 사용자 정의 데이터 요소들 간의 연결관계를 포함할 수 있다. 데이터 요소들 간의 물리적인 관계는 컴퓨터 판독가능 저장매체(예를 들어, 영구 저장 장치)에 물리적으로 저장되어 있는 데이터 요소들 간의 실제 관계를 포함할 수 있다. 데이터 구조는 구체적으로 데이터의 집합, 데이터 간의 관계, 데이터에 적용할 수 있는 함수 또는 명령어를 포함할 수 있다. 효과적으로 설계된 데이터 구조를 통해 컴퓨팅 장치는 컴퓨팅 장치의 자원을 최소한으로 사용하면서 연산을 수행할 수 있다. 구체적으로 컴퓨팅 장치는 효과적으로 설계된 데이터 구조를 통해 연산, 읽기, 삽입, 삭제, 비교, 교환, 검색의 효율성을 높일 수 있다.

[76]

데이터 구조는 데이터 구조의 형태에 따라 선형 데이터 구조와 비선형 데이터 구조로 구분될 수 있다. 선형 데이터 구조는 하나의 데이터 뒤에 하나의 데이터만이 연결되는 구조일 수 있다. 선형 데이터 구조는 리스트(List), 스택(Stack), 큐(Queue), 데크(Deque)를 포함할 수 있다. 리스트는 내부적으로 순서가 존재하는 일련의 데이터 집합을 의미할 수 있다. 리스트는 연결 리스트(Linked List)를 포함할 수 있다. 연결 리스트는 각각의 데이터가 포인터를 가지고 한 줄로 연결되어 있는 방식으로 데이터가 연결된 데이터 구조일 수 있다. 연결 리스트에서 포인터는 다음이나 이전 데이터와의 연결 정보를 포함할 수 있다. 연결 리스트는 형태에 따라 단일 연결 리스트, 이중 연결 리스트, 원형 연결 리스트로 표현될 수 있다. 스택은 제한적으로 데이터에 접근할 수 있는 데이터 나열 구조일 수 있다. 스택은 데이터 구조의 한 쪽 끝에서만 데이터를 처리(예를 들어, 삽입 또는 삭제)할 수 있는 선형 데이터 구조일 수 있다. 스택에 저장된 데이터는 늦게 들어갈수록 빨리 나오는 데이터 구조(LIFO-Last in First

Out)일 수 있다. 큐는 제한적으로 데이터에 접근할 수 있는 데이터 나열 구조로서, 스택과 달리 늦게 저장된 데이터일수록 늦게 나오는 데이터 구조(FIFO-First in First Out)일 수 있다. 데크는 데이터 구조의 양 쪽 끝에서 데이터를 처리할 수 있는 데이터 구조일 수 있다.

[77] 비선형 데이터 구조는 하나의 데이터 뒤에 복수개의 데이터가 연결되는 구조일 수 있다. 비선형 데이터 구조는 그래프(Graph) 데이터 구조를 포함할 수 있다. 그래프 데이터 구조는 정점(Vertex)과 간선(Edge)으로 정의될 수 있으며 간선은 서로 다른 두개의 정점을 연결하는 선을 포함할 수 있다. 그래프 데이터 구조 트리(Tree) 데이터 구조를 포함할 수 있다. 트리 데이터 구조는 트리에 포함된 복수개의 정점 중에서 서로 다른 두개의 정점을 연결시키는 경로가 하나인 데이터 구조일 수 있다. 즉 그래프 데이터 구조에서 루프(loop)를 형성하지 않는 데이터 구조일 수 있다.

[78] 본 명세서에 걸쳐, 연산 모델, 신경망, 네트워크 함수, 뉴럴 네트워크(neural network)는 동일한 의미로 사용될 수 있다. 이하에서는 신경망으로 통일하여 기술한다. 데이터 구조는 신경망을 포함할 수 있다. 그리고 신경망을 포함한 데이터 구조는 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다. 신경망을 포함한 데이터 구조는 또한 신경망에 의한 처리를 위하여 전처리된 데이터, 신경망에 입력되는 데이터, 신경망의 가중치, 신경망의 하이퍼 파라미터, 신경망으로부터 획득한 데이터, 신경망의 각 노드 또는 레이어와 연관된 활성화 함수, 신경망의 학습을 위한 손실 함수 등을 포함할 수 있다. 신경망을 포함한 데이터 구조는 상기 개시된 구성들 중 임의의 구성 요소들을 포함할 수 있다. 즉 신경망을 포함한 데이터 구조는 신경망에 의한 처리를 위하여 전처리된 데이터, 신경망에 입력되는 데이터, 신경망의 가중치, 신경망의 하이퍼 파라미터, 신경망으로부터 획득한 데이터, 신경망의 각 노드 또는 레이어와 연관된 활성화 함수, 신경망의 학습을 위한 손실 함수 등 전부 또는 이들의 임의의 조합을 포함하여 구성될 수 있다. 전술한 구성들 이외에도, 신경망을 포함한 데이터 구조는 신경망의 특성을 결정하는 임의의 다른 정보를 포함할 수 있다. 또한, 데이터 구조는 신경망의 연산 과정에 사용되거나 발생하는 모든 형태의 데이터를 포함할 수 있으며 전술한 사항에 제한되는 것은 아니다. 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 판독가능 기록 매체 및/또는 컴퓨터 판독가능 전송 매체를 포함할 수 있다. 신경망은 일반적으로 노드라 지칭될 수 있는 상호 연결된 계산 단위들의 집합으로 구성될 수 있다. 이러한 노드들은 뉴런(neuron)들로 지칭될 수도 있다. 신경망은 적어도 하나 이상의 노드들을 포함하여 구성된다.

[79] 데이터 구조는 신경망에 입력되는 데이터를 포함할 수 있다. 신경망에 입력되는 데이터를 포함하는 데이터 구조는 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다. 신경망에 입력되는 데이터는 신경망 학습 과정에서 입력되는 학습 데이터 및/또는 학습이 완료된 신경망에 입력되는 입력 데이터를 포함할 수 있다. 신경망에 입력되는 데이터는 전처리(pre-processing)를 거친 데이터 및/또는

전처리 대상이 되는 데이터를 포함할 수 있다. 전처리는 데이터를 신경망에 입력시키기 위한 데이터 처리 과정을 포함할 수 있다. 따라서 데이터 구조는 전처리 대상이 되는 데이터 및 전처리로 발생하는 데이터를 포함할 수 있다. 전술한 데이터 구조는 예시일 뿐 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

- [80] 데이터 구조는 신경망의 가중치를 포함할 수 있다. (본 명세서에서 가중치, 파라미터는 동일한 의미로 사용될 수 있다.) 그리고 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조는 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다. 신경망은 복수개의 가중치를 포함할 수 있다. 가중치는 가변적일 수 있으며, 신경망이 원하는 기능을 수행하기 위해, 사용자 또는 알고리즘에 의해 가변 될 수 있다. 예를 들어, 하나의 출력 노드에 하나 이상의 입력 노드가 각각의 링크에 의해 상호 연결된 경우, 출력 노드는 상기 출력 노드와 연결된 입력 노드들에 입력된 값들 및 각각의 입력 노드들에 대응하는 링크에 설정된 가중치에 기초하여 출력 노드에서 출력되는 데이터 값을 결정할 수 있다. 전술한 데이터 구조는 예시일 뿐 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [81] 제한이 아닌 예로서, 가중치는 신경망 학습 과정에서 가변되는 가중치 및/또는 신경망 학습이 완료된 가중치를 포함할 수 있다. 신경망 학습 과정에서 가변되는 가중치는 학습 사이클이 시작되는 시점의 가중치 및/또는 학습 사이클 동안 가변되는 가중치를 포함할 수 있다. 신경망 학습이 완료된 가중치는 학습 사이클이 완료된 가중치를 포함할 수 있다. 따라서 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조는 신경망 학습 과정에서 가변되는 가중치 및/또는 신경망 학습이 완료된 가중치를 포함한 데이터 구조를 포함할 수 있다. 그러므로 상술한 가중치 및/또는 각 가중치의 조합은 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조에 포함되는 것으로 한다. 전술한 데이터 구조는 예시일 뿐 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [82] 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조는 직렬화(serialization) 과정을 거친 후 컴퓨터 판독가능 저장 매체(예를 들어, 메모리, 하드 디스크)에 저장될 수 있다. 직렬화는 데이터 구조를 동일하거나 다른 컴퓨팅 장치에 저장하고 나중에 다시 재구성하여 사용할 수 있는 형태로 변환하는 과정일 수 있다. 컴퓨팅 장치는 데이터 구조를 직렬화하여 네트워크를 통해 데이터를 송수신할 수 있다. 직렬화된 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조는 역직렬화(deserialization)를 통해 동일한 컴퓨팅 장치 또는 다른 컴퓨팅 장치에서 재구성될 수 있다. 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조는 직렬화에 한정되는 것은 아니다. 나아가 신경망의 가중치를 포함한 데이터 구조는 컴퓨팅 장치의 자원을 최소한으로 사용하면서 연산의 효율을 높이기 위한 데이터 구조(예를 들어, 비선형 데이터 구조에서 B-Tree, Trie, m-way search tree, AVL tree, Red-Black Tree)를 포함할 수 있다. 전술한 사항은 예시일 뿐 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [83] 데이터 구조는 신경망의 하이퍼 파라미터(Hyper-parameter)를 포함할 수 있다. 그리고 신경망의 하이퍼 파라미터를 포함한 데이터 구조는 컴퓨터 판독가능

매체에 저장될 수 있다. 하이퍼 파라미터는 사용자에게 의해 가변되는 변수일 수 있다. 하이퍼 파라미터는 예를 들어, 학습률(learning rate), 비용 함수(cost function), 학습 사이클 반복 횟수, 가중치 초기화(Weight initialization)(예를 들어, 가중치 초기화 대상이 되는 가중치 값의 범위 설정), Hidden Unit 개수(예를 들어, 히든 레이어의 개수, 히든 레이어의 노드 수)를 포함할 수 있다. 전술한 데이터 구조는 예시일 뿐 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[84]

[85] 도 3은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

[86] 도 4는 응답 신호로부터 특징 정보를 추출하는 방법의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

[87] 도 5는 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 응답 신호로부터 추출된 특징 정보를 100Hz의 샘플링 주파수에 대하여 산란 방법으로 도시한 도면이다.

[88] 도 6은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 검증 모델을 생성하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

[89] 도 7은 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 검증 모델에서, 응답 신호의 사용자 대응 여부를 판단하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

[90]

[91] 도 3을 참조하면, 웨어러블 장치(100)는 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는 챌린지 진동을 발생시킬 수 있다(S110). 즉, 웨어러블 장치의 프로세서(120)는 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는 챌린지 진동을 발생시키도록 진동부(150)를 제어할 수 있다.

[92] 프로세서(120)는 선택된 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는 챌린지 진동(vibration challenge)을 생성할 수 있다. 예컨대, 선택된 하나 이상의 진동 유형을 무작위적 시퀀스로 구성하여, 챌린지 진동을 생성할 수 있다.

[93] 하나 이상의 진동 유형은, 웨어러블 장치(100)가 기본적으로 제공하는 진동 유형들로부터 선택될 수 있다. 구체적으로, 웨어러블 장치(100)의 메모리(130)에 사전 저장된 진동 유형들 중에서 선택될 수 있다.

[94] 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형은, 웨어러블 장치(100)에 사전 저장된 진동 유형들 중에서, 중복을 허용하여 무작위로 선택될 수 있다. 이 경우, 하나 이상의 진동 유형들은 사전 설정된 개수만큼 선택될 수 있다.

[95] 예컨대, 웨어러블 장치(100)가 10개의 진동 유형들을 기본적으로 제공하고, 사전 설정된 개수가 5개인 경우, 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형은 10개의 진동 유형들 중에서 중복을 허용하여 무작위로 5개가 선택될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 예컨대 사전 설정되지 않은 임의의 개수의 진동 유형들이 챌린지 진동을 구성하도록 선택될 수 있다.

[96] 챌린지 진동은 웨어러블 장치(100)의 진동부(150)를 통해 출력될 수 있다. 구체적으로, 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형의 시퀀스에 따라

웨어러블 장치(100)가 진동할 수 있고, 이에 따라 웨어러블 장치(100)를 착용한 사용자의 신체에 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형이 전달될 수 있다.

[97]

[98]

[99] *한편, 웨어러블 장치(100)는, 상술한 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형이 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정할 수 있다(S120). 즉, 웨어러블 장치의 프로세서(120)는 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형이 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정하도록 센싱부(140)를 제어할 수 있다.

[100] 챌린지 진동에 대한 진동 응답 신호(response vibration signal)는, 사용자의 신체적 특징에 따라 챌린지 진동이 상이하게 흡수, 반사, 전파되어 생성되는 진동을 센싱한 신호일 수 있다. 즉, 사용자의 신체적 특징에 따라, 동일한 챌린지 진동에 대해서도 사용자 별로 상이한 진동 응답 신호가 생성될 수 있다. 사용자의 신체적 특징은 예컨대 사용자 손목 부위의 형태, 두께, 골 밀도 등일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[101] 진동 응답 신호는, 웨어러블 장치(100)에 사전 내장된 자이로스코프(gyroscope) 및/또는 가속도 센서(140)를 이용하여, 50Hz 이상 150Hz 이하의 주파수로 샘플링 되어 측정될 수 있다. 프로세서(120)는 50Hz 이상 150Hz 이하의 주파수로 샘플링 된 진동 응답 신호를 측정하도록, 웨어러블 장치(100)에 사전 내장된 자이로스코프 및/또는 가속도 센서(140)를 제어할 수 있다.

[102] 상용되는 웨어러블 장치(100)는 적어도 자이로스코프 및/또는 가속도 센서(140)를 기본적으로 내장하고 있으며, 한편 소형 전자장치인 웨어러블 장치(100)의 상기 센서들은, 다른 전자장치들에 비해 비교적 낮은 샘플링 주파수를 가진다. 이를 고려할 때, 본 개시에 따른 사용자 인증 방법은, 사용자 인증을 위해 지문 센서, 홍채 센서 등의 추가적인 센서 설치를 요구하지 않으며, 상용되는 웨어러블 장치(100)에 기본적으로 내장되는 센서들만을 사용할 수 있다. 이에 따라, 웨어러블 장치의 생산 및 판매 단가를 낮출 수 있으며, 나아가 본 개시에 따른 사용자 인증 방법은 상용되는 웨어러블 장치에서 별도의 개조 없이도 구현 가능하다.

[103]

[104] 한편, 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징 및 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보(210)가 추출될 수 있다(S130). 즉, 프로세서(120)는 센싱부(140)를 통해 측정된 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크에 관한 제 1 특징 및 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보(210)를 추출할 수 있다.

[105] 도 4를 참고하면, 측정된 진동 응답 신호로부터 특징 정보(210)를 추출하기

위해, 프로세서(120)는 측정된 진동 응답 신호를 먼저 하나 이상의 응답 신호로 분리하고(S210), 분리된 하나 이상의 응답 신호 각각에서 노이즈를 필터링하며(S220), 필터링 된 하나 이상의 응답 신호 각각을 변환하는 단계(S230)를 거칠 수 있다. 다만, 상술한 단계들은 응답 신호로부터 특징 정보(210)를 추출하는데 있어서 필수적인 것은 아니어서, 위에서 열거된 단계들보다 많거나, 또는 적은 단계들을 가질 수 있다.

[106] 측정된 진동 응답 신호들은, 먼저 챌린지 진동을 구성하는 하나 이상의 진동 유형들 각각에 대한 응답 신호들로 분리될 수 있다(S210). 예컨대, 챌린지 진동이 5개의 진동 유형들로 구성되는 경우, 챌린지 진동에 대하여 측정된 진동 응답 신호들은 5개의 진동 유형 각각에 대응하는 5개의 응답 신호들로 분리될 수 있다.

[107] 분리된 응답 신호들은, 노이즈를 제거하기 위해 필터링 될 수 있다(S220). 노이즈는 사용자의 움직임에 따른 것일 수 있다. 이 경우, 사람의 움직임의 주파수 범위는 대략 0Hz와 20Hz 사이이므로, 20Hz의 하이 패스 필터(high pass filter)를 사용하여 응답 신호들 각각에 대한 노이즈를 제거할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[108] 다음으로, 필터링 된 응답 신호들에 대해 변환이 수행될 수 있다(S230). 변환은 고속푸리에변환(Fast Fourier Transform; FFT), 이산여현변환(Discrete Cosine Transform; DCT), 이산웨이브렛변환(Discrete Wavelet Transform; DWT), 스펙트럼 밀도(Power Spectral Density; PSD), 및 자기 상관(Auto Correlation) 중 적어도 하나를 이용하여 수행될 수 있다.

[109] 상술한 변환이 수행된 결과로부터, 특징 정보(210) 추출이 수행될 수 있다(S240).

[110] 특징 정보(210)와 관련하여 다시 도 3을 참고하면, 하나 이상의 응답 신호 각각에서 추출되는 특징 정보(210)는, 최대 피크에 관한 제 1 특징 및 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하고, 그 밖의 통계적 특징들(statistical features)을 포함할 수 있다.

[111] 구체적으로, 제 1 특징은, 상술한 변환이 수행된 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 사전 설정된 개수만큼의 최대 피크들에 대한 피크 인덱스(위치) 및 피크 높이 쌍 값일 수 있다. 예컨대, 사전 설정된 개수가 5개인 경우, 가장 큰 5개 피크에 대한 피크 인덱스 및 피크 높이 쌍 값을 제 1 특징으로 획득할 수 있으며, 가령 (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3), (x4, y4) 및 (x5, y5)과 같이 표시될 수 있다.

[112] 제 2 특징은, 제 1 특징과 관련된 최대 피크들 중 인접한 두 개의 최대 피크들 간의 피크 인덱스 및 피크 높이 쌍 값의 차이값일 수 있다. 예컨대, 상술한 것과 같이 제 1 특징이 (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3), (x4, y4) 및 (x5, y5)과 같이 표시되는 경우에 있어서, 제 2 특징은 (x1- x2, y1- y2), (x2- x3, y2- y3), (x3- x4, y3- y4), 및 (x4- x5, y4- y5)과 같이 표시될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[113] 특징 정보(210)는, 제 1 특징 및 제 2 특징 외에도 통계적 특징들을 더 포함할 수

있으며, 통계적 특징은 적분 절대값(IAV; Integral Absolute Value), 평균 절대값(MAV; Mean Absolute Value), 분산(Var; Variance), 실효값(RMS; Root Mean Square), 표준편차(Std; Standard deviation), 중앙값 절대편차(MAD; Median Absolute Deviation), SMA(Signal Magnitude Area), 편포도(Skewness; 주파수 영역 신호의 편포도), 첨도(Kurtosis; 주파수 신호 첨도), 사분범위(IQR; Interquartile range), 에너지(평균 제곱 합), 또는 엔트로피(신호 엔트로피)를 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[114] 제 1 특징 및 제 2 특징을 포함하는 상기 특징 정보(210)는, 상용되는 웨어러블 장치의 샘플링 주파수를 고려할 때, 사용자 인증에 있어 적합한 것일 수 있다.

[115] 이와 관련하여 도 5는, 100Hz의 낮은 주파수로 샘플링 된 응답 신호로부터 추출된 서로 다른 특징들이, 각각의 서브젝트(즉, 사용자)에 대하여 어느 정도의 산란도로 클러스터링 되는지를 나타낸다. 구체적으로, 도 5의 (a)는 응답 신호로부터 추출된 특징이 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 특징 정보(210), 즉 제 1 특징 및 제 2 특징을 포함하는 특징 정보(210)인 경우를 도시한다. 대조적으로, 도 5의 (b)는 응답 신호로부터 추출된 특징이 통계적 특징인 경우를, (c)는 MFCC(Mel-frequency Cepstral Coefficient)인 경우를 도시한다. MFCC는, 인간의 청력 특성에 기초하여 발달되고 Hz 주파수와 비선형 대응 관계를 가지는 Mel 주파수, 그리고 Hz 주파수 간의 관계를 사용하는 계산을 통해 획득된 Hz 스펙트럼 특성이다. Mel 주파수와 Hz 주파수 간의 비선형 대응 관계 때문에, MFCC 계산 정확도는 주파수가 증가함에 따라 감소되는 경향이 있다. MFCC는 통계적 특징들과 함께, 진동 기반 방법들에서 가장 널리 사용된다.

[116] 도 5를 참고하면, 100Hz의 낮은 샘플링 주파수에서, 제 1 특징 및 제 2 특징을 포함하는 특징 정보(210)가, 통계적 특징 또는 MFCC 보다, 각각의 사용자에게 대하여 산란도가 낮게 클러스터링 되는 것을 볼 수 있다. 즉, 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 제 1 특징 및 제 2 특징을 포함하는 특징 정보(210)는, 100Hz의 샘플링 주파수에서 각각의 사용자에게 대하여 보다 높은 연관도를 가진다. 상용되는 웨어러블 장치, 예컨대 웨어러블 위치의 샘플링 주파수가 약 100Hz임을 고려할 때, 본 개시에서와 같이 응답 신호들로부터 제 1 특징 및 제 2 특징을 포함하는 특징 정보(210)를 추출하고 이를 통해 사용자 인증을 수행함에 따라, 사용자 인증의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[117]

[118] 한편, 다시 도 3을 참조하면, 하나 이상의 응답 신호 각각에서 추출된 특징 정보(210)를 사전 생성된 검증 모델(300)에 입력하여, 하나 이상의 응답 신호 각각이 사용자에게 대응되는지 여부를 판단할 수 있다(S140). 즉, 프로세서(120)는 하나 이상의 응답 신호 각각에서 추출한 특징 정보(210)를 사전 생성되어 메모리(130)에 저장되어 있는 검증 모델(300)에 입력하여, 하나 이상의 응답 신호 각각이 사용자에게 대응되는지 여부를 판단할 수 있다.

[119] 도 6을 참조하면, 검증 모델(300)은, 사용자가 웨어러블 장치(100) 사용을

처음으로 개시하는 경우 입력하는 진동 등록(vibration enrollment)에 기초하여 생성될 수 있다. 구체적으로, 진동 등록 입력 시, 웨어러블 장치(100)에 사전 저장된 진동 유형들 각각이 사용자의 신체를 거쳐 변환된 학습 응답 신호들이 측정될 수 있다(S310). 그리고, 이에 기초하여 웨어러블 장치(100)에 사전 저장된 진동 유형들 각각에 대응하는 검증 모델(300)들이 생성될 수 있다(S320). 예컨대, 웨어러블 장치(100)가 10개의 진동 유형들을 기본적으로 제공하는 경우, 진동 등록은 10개의 진동 유형들 각각이 사용자의 신체를 거쳐 변환된 10개의 학습 응답 신호들을 측정하는 것을 포함할 수 있으며, 이에 기초하여 10개의 진동 유형들 각각에 대응하는 10개의 검증 모델(300)들이 생성될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [120] 검증 모델(300)은, 예컨대 챌린지 진동을 구성하는 임의의 진동 유형이 사용자의 신체를 거쳐 변환된 응답 신호와, 해당 진동 유형에 대하여 진동 등록 시에 측정된 학습 응답 신호를 비교하고, 서로 일치하는 것으로 분류되는 지 여부, 즉 챌린지 진동에 대한 응답으로 입력된 응답 신호가 유효한 지 여부를 판단할 수 있다. 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 검증 모델의 예시는 이하에서 도 7을 통해 후술한다.
- [121] 도 7을 참고하면, 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 검증 모델(300)은 다중 클래스 모델(multi-class model, 310) 및 이진 모델(binary model, 320)을 포함할 수 있다. 다만, 상술한 구성 요소들은 검증 모델(300)을 구현하는데 있어서 필수적인 것은 아니어서, 위에서 열거된 요소보다 많거나 또는 적은 모델들을 포함할 수 있다.
- [122] 사용자 인증은 단일한 적합한 사용자를 그 외의 복수의 부적합한 사용자로부터 분류하는, 즉 단일 분류(one-class classification)에 해당한다. 다만 본 개시에 따른 검증 모델(300)의 경우, 단일 분류의 성능을 향상시키기 위해, 다중 클래스 모델(310) 및 이진 모델(320)이 결합하여 구성될 수 있다. 다중 클래스 모델(310)은 다중 클래스 분류자에, 이진 모델(320)은 이진 분류자에 대응되는 것일 수 있다.
- [123] 웨어러블 장치(100)는 초기 상태에서, 웨어러블 장치(100)가 기본적으로 제공하는 진동 유형들에 대한 디폴트 사용자(default user)들의 응답 신호들을 포함하는 디폴트 데이터 셋(default data set)을 포함할 수 있다. 이러한 초기 상태에서, 사용자는 상술한 진동 등록을 수행할 수 있고, 프로세서(120)는 진동 등록 및 디폴트 데이터 셋에 기초하여 검증 모델(300)을 생성할 수 있다.
- [124] 다중 클래스 모델(310)은, 사용자 및 상술한 디폴트 사용자들을 클래스로 하여 생성될 수 있다. 다중 클래스 모델(310)은 응답 신호들(즉, 변환된 응답 신호들로부터 추출된 특징정보, 210)을 입력받고, 각각의 응답 신호가 어느 클래스로 분류되는지에 관한 확률 벡터(probability vector, 220)를 출력할 수 있다.
- [125] 확률 벡터(220)의 길이는 클래스들의 수에 대응할 수 있다. 이 경우, 각각의 응답 신호는 확률 벡터(220)에서 임계값을 초과하는 요소와 대응되는 클래스로 분류될 수 있다. 예컨대, 디폴트 사용자 5명과 사용자 1명을 클래스로 하여

생성되고(즉, 클래스 0부터 클래스 5까지, 총 6개 클래스) 임계값이 0.5인 다중 클래스 모델(310)에 있어서, 임의의 응답 신호에 대한 확률 벡터(220)가 (0.1, 0.2, 0.15, 0.8, 0.1, 0.24)로 연산되는 경우, 다중 클래스 모델(310)은 해당 응답 신호를 클래스 3으로 분류할 수 있다. 한편 다중 클래스 모델(310)에서는 랜덤 포레스트 분류자(Random Forest Classifier)가 사용될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[126] 이진 모델(320)은, 응답 신호를 유효 또는 무효로 분류할 수 있다. 구체적으로, 이진 모델(320)은 임의의 클래스(즉, 사용자 또는 디폴트 사용자들)로 분류된 확률 벡터(220)를 입력 받고, 유효(valid) 또는 무효(invalid)로 라벨링(230, 240)된 확률 벡터를 출력할 수 있다.

[127] 예컨대, 사용자에게 대응하는 클래스로 분류된 확률 벡터는 유효한 클래스로 라벨링(230) 될 수 있다. 반면, 그 외의 확률 벡터(즉, 디폴트 사용자들에 대응하는 클래스로 분류된 확률 벡터)는 유효하지 않은 클래스로 라벨링(240) 될 수 있다. 가령 부정 사용자(즉, 사용자 및 디폴트 사용자 어디에도 속하지 않는 사용자)로부터의 응답 신호가 입력되는 경우, 해당 응답 신호에 대한 확률 벡터는 이진 모델(320)에서 유효한 클래스로 라벨링(230) 되는 확률 벡터(즉 사용자의 확률 벡터)와 상이할 것이다. 이에 따라, 이진 모델(320)은 부정 사용자로부터의 응답 신호를 유효하지 않은 것으로 라벨링(240) 할 수 있다. 한편 이진 모델(320)에서는 SVM 분류자(Support Vector Machine Classifier)가 사용될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[128] 한편, 하나 이상의 응답 신호 각각에서 추출된 특징 정보(210)를 검증 모델의 다중 클래스 모델(310)에 입력하여 획득되는 확률 벡터(220)가 이진 모델(320)에서 유효인 것으로 라벨링(230)되는 경우, 프로세서(120)는 확률 벡터(220)에 대응하는 응답 신호가 사용자에게 대응되는 것으로 판단될 수 있다. 또는, 하나 이상의 응답 신호 각각에서 추출된 특징 정보(210)를 검증 모델의 다중 클래스 모델(310)에 입력하여 획득되는 확률 벡터(220)가 이진 모델(320)에서 무효인 것으로 라벨링(240)되는 경우, 프로세서(120)는 확률 벡터(220)에 대응하는 응답 신호는 사용자에게 대응되지 않는 것으로 판단될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[129]

[130] 도 8은, 본 개시의 몇몇 실시예에 따른 사용자 인증의 성공 여부를 판단하는 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

[131] 진동 응답 신호를 구성하는 하나 이상의 응답 신호 전부가 사용자에게 대응되는 것으로 판단되는 경우, 프로세서(120)는 사용자 인증이 성공한 것으로 결정할 수 있다(S160). 예컨대, 챌린지 진동을 구성하는 5개 진동 유형들 각각에 대한 5개 응답 신호 모두가 사용자에게 대응되는 것으로 판단되는 경우에만, 프로세서(120)는 사용자 인증이 성공한 것으로 결정할 수 있다.

[132] 또는, 진동 응답 신호를 구성하는 하나 이상의 응답 신호 중 어느 하나라도

- 사용자에 대응되지 않는 것으로 판단되는 경우, 프로세서(120)는 사용자 인증이 실패한 것으로 결정할 수 있다(S170). 예컨대, 챌린지 진동을 구성하는 5개의 진동 유형들 중 4개 진동 유형에 대한 4개 응답 신호만이 유효한 것으로 분류되고, 나머지 1개 진동 유형에 대한 1개 응답 신호는 유효하지 않은 것으로 분류되는 경우에, 프로세서(120)는 사용자 인증이 실패한 것으로 결정할 수 있다.
- [133] 사용자 인증이 성공 여부 결정에 대하여 전술한 기재는 일 예시에 불과하며, 본 개시를 제한하지 않는다. 예컨대, 프로세서(120)는 챌린지 진동을 구성하는 진동 유형들 중 일부인, 임의의 개수 이상의 진동 유형들에 대한 응답 신호가 사용자에게 대응되는 것으로 판단되는 경우에, 사용자 인증이 성공한 것으로 결정할 수도 있다.
- [134] 사용자 인증이 성공한 것으로 결정되는 경우, 프로세서(120)는 예컨대 웨어러블 장치(100)의 잠금을 해제하고 사용자가 웨어러블 장치(100)를 사용하는 것을 허용할 수 있다. 또는, 사용자 인증이 실패한 것으로 결정되는 경우, 프로세서(120)는 예컨대 사용자 인증 절차를 처음부터 다시 수행하거나, 또는 웨어러블 장치(100)를 잠글 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [135] 이와 같이, 웨어러블 장치의 챌린지 진동에 대한 응답 신호를 측정 및 분석하여 사용자 인증을 수행함으로써, 사용자로서는 사용자 인증을 위하여 웨어러블 장치에 대한 별도의 상호작용을 수행할 필요가 없다. 이에 따라, 사용자 인증의 사용성을 향상시킬 수 있으며, 특히 사용자가 웨어러블 장치를 조작하기 어려운 상황에서도 사용자 인증이 간편하게 완료될 수 있다.
- [136]
- [137] 도 9는 본 개시내용의 실시예들이 구현될 수 있는 예시적인 컴퓨팅 환경에 대한 일반적인 개략도를 도시한다.
- [138] 본 개시가 일반적으로 컴퓨팅 장치에 의해 구현될 수 있는 것으로 전술되었지만, 당업자라면 본 개시가 하나 이상의 컴퓨터 상에서 실행될 수 있는 컴퓨터 실행가능 명령어 및/또는 기타 프로그램 모듈들과 결합되어 및/또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로써 구현될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.
- [139] 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정의 태스크를 수행하거나 특정의 추상 데이터 유형을 구현하는 루틴, 프로그램, 컴포넌트, 데이터 구조, 기타 등등을 포함한다. 또한, 당업자라면 본 개시의 방법이 단일-프로세서 또는 멀티프로세서 컴퓨터 시스템, 미니컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터는 물론 퍼스널 컴퓨터, 핸드헬드(handheld) 컴퓨팅 장치, 마이크로프로세서-기반 또는 프로그램가능 가전 제품, 기타 등등(이들 각각은 하나 이상의 연관된 장치와 연결되어 동작할 수 있음)을 비롯한 다른 컴퓨터 시스템 구성으로 실시될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.
- [140] 본 개시의 설명된 실시예들은 또한 어떤 태스크들이 통신 네트워크를 통해 연결되어 있는 원격 처리 장치들에 의해 수행되는 분산 컴퓨팅 환경에서 실시될 수 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서, 프로그램 모듈은 로컬 및 원격 메모리 저장 장치

둘 다에 위치할 수 있다.

- [141] 컴퓨터는 통상적으로 다양한 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다. 컴퓨터에 의해 액세스 가능한 매체는 그 어떤 것이든지 컴퓨터 판독가능 매체가 될 수 있고, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체는 휘발성 및 비휘발성 매체, 일시적(transitory) 및 비일시적(non-transitory) 매체, 이동식 및 비-이동식 매체를 포함한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 및 컴퓨터 판독가능 전송 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보를 저장하는 임의의 방법 또는 기술로 구현되는 휘발성 및 비휘발성 매체, 일시적 및 비-일시적 매체, 이동식 및 비이동식 매체를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 기타 메모리 기술, CD-ROM, DVD(digital video disk) 또는 기타 광 디스크 저장 장치, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장 장치 또는 기타 자기 저장 장치, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있고 원하는 정보를 저장하는 데 사용될 수 있는 임의의 기타 매체를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.
- [142] 컴퓨터 판독가능 전송 매체는 통상적으로 반송파(carrier wave) 또는 기타 전송 메커니즘(transport mechanism)과 같은 피변조 데이터 신호(modulated data signal)에 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터 등을 구현하고 모든 정보 전달 매체를 포함한다. 피변조 데이터 신호라는 용어는 신호 내에 정보를 인코딩하도록 그 신호의 특성들 중 하나 이상을 설정 또는 변경시킨 신호를 의미한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 판독가능 전송 매체는 유선 네트워크 또는 직접 배선 접속(direct-wired connection)과 같은 유선 매체, 그리고 음향, RF, 적외선, 기타 무선 매체와 같은 무선 매체를 포함한다. 상술된 매체들 중 임의의 것의 조합도 역시 컴퓨터 판독가능 전송 매체의 범위 안에 포함되는 것으로 한다.
- [143] 컴퓨터(1102)를 포함하는 본 개시의 여러가지 측면들을 구현하는 예시적인 환경(1100)이 나타내어져 있으며, 컴퓨터(1102)는 처리 장치(1104), 시스템 메모리(1106) 및 시스템 버스(1108)를 포함한다. 시스템 버스(1108)는 시스템 메모리(1106)(이에 한정되지 않음)를 비롯한 시스템 컴포넌트들을 처리 장치(1104)에 연결시킨다. 처리 장치(1104)는 다양한 상용 프로세서들 중 임의의 프로세서일 수 있다. 듀얼 프로세서 및 기타 멀티프로세서 아키텍처도 역시 처리 장치(1104)로서 이용될 수 있다.
- [144] 시스템 버스(1108)는 메모리 버스, 주변장치 버스, 및 다양한 상용 버스 아키텍처 중 임의의 것을 사용하는 로컬 버스에 추가적으로 상호 연결될 수 있는 몇 가지 유형의 버스 구조 중 임의의 것일 수 있다. 시스템 메모리(1106)는 판독 전용 메모리(ROM)(1110) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(1112)를 포함한다. 기본 입/출력 시스템(BIOS)은 ROM, EPROM, EEPROM 등의 비휘발성 메모리(1110)에 저장되며, 이 BIOS는 시동 중과 같은 때에 컴퓨터(1102) 내의 구성요소들 간에

정보를 전송하는 일을 돕는 기본적인 루틴을 포함한다. RAM(1112)은 또한 데이터를 캐싱하기 위한 정적 RAM 등의 고속 RAM을 포함할 수 있다.

- [145] 컴퓨터(1102)는 또한 내장형 하드 디스크 드라이브(HDD)(1114)(예를 들어, EIDE, SATA)–이 내장형 하드 디스크 드라이브(1114)는 또한 적당한 새시(도시 생략) 내에서 외장형 용도로 구성될 수 있음–, 자기 플로피 디스크 드라이브(FDD)(1116)(예를 들어, 이동식 디스켓(1118)으로부터 판독을 하거나 그에 기록을 하기 위한 것임), 및 광 디스크 드라이브(1120)(예를 들어, CD-ROM 디스크(1122)를 판독하거나 DVD 등의 기타 고용량 광 매체로부터 판독을 하거나 그에 기록을 하기 위한 것임)를 포함한다. 하드 디스크 드라이브(1114), 자기 디스크 드라이브(1116) 및 광 디스크 드라이브(1120)는 각각 하드 디스크 드라이브 인터페이스(1124), 자기 디스크 드라이브 인터페이스(1126) 및 광 드라이브 인터페이스(1128)에 의해 시스템 버스(1108)에 연결될 수 있다. 외장형 드라이브 구현을 위한 인터페이스(1124)는 USB(Universal Serial Bus) 및 IEEE 1394 인터페이스 기술 중 적어도 하나 또는 그 둘 다를 포함한다.
- [146] 이들 드라이브 및 그와 연관된 컴퓨터 판독가능 매체는 데이터, 데이터 구조, 컴퓨터 실행가능 명령어, 기타 등등의 비휘발성 저장을 제공한다. 컴퓨터(1102)의 경우, 드라이브 및 매체는 임의의 데이터를 적당한 디지털 형식으로 저장하는 것에 대응한다. 상기에서의 컴퓨터 판독가능 매체에 대한 설명이 HDD, 이동식 자기 디스크, 및 CD 또는 DVD 등의 이동식 광 매체를 언급하고 있지만, 당업자라면 zip 드라이브(zip drive), 자기 카세트, 플래쉬 메모리 카드, 카트리지, 기타 등등의 컴퓨터에 의해 판독가능한 다른 유형의 매체도 역시 예시적인 운영 환경에서 사용될 수 있으며 또 임의의 이러한 매체가 본 개시의 방법들을 수행하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어를 포함할 수 있다는 것을 잘 알 것이다.
- [147] 운영 체제(1130), 하나 이상의 애플리케이션 프로그램(1132), 기타 프로그램 모듈(1134) 및 프로그램 데이터(1136)를 비롯한 다수의 프로그램 모듈이 드라이브 및 RAM(1112)에 저장될 수 있다. 운영 체제, 애플리케이션, 모듈 및/또는 데이터의 전부 또는 그 일부분이 또한 RAM(1112)에 캐싱될 수 있다. 본 개시가 여러가지 상업적으로 이용가능한 운영 체제 또는 운영 체제들의 조합에서 구현될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.
- [148] 사용자는 하나 이상의 유선/무선 입력 장치, 예를 들어, 키보드(1138) 및 마우스(1140) 등의 포인팅 장치를 통해 컴퓨터(1102)에 명령 및 정보를 입력할 수 있다. 기타 입력 장치(도시 생략)로는 마이크, IR 리모콘, 조이스틱, 게임 패드, 스타일러스 펜, 터치 스크린, 기타 등등이 있을 수 있다. 이들 및 기타 입력 장치가 종종 시스템 버스(1108)에 연결되어 있는 입력 장치 인터페이스(1142)를 통해 처리 장치(1104)에 연결되지만, 병렬 포트, IEEE 1394 직렬 포트, 게임 포트, USB 포트, IR 인터페이스, 기타 등등의 기타 인터페이스에 의해 연결될 수 있다.
- [149] 모니터(1144) 또는 다른 유형의 디스플레이 장치도 역시 비디오 어댑터(1146)

등의 인터페이스를 통해 시스템 버스(1108)에 연결된다. 모니터(1144)에 부가하여, 컴퓨터는 일반적으로 스피커, 프린터, 기타 등등의 기타 주변 출력 장치(도시 생략)를 포함한다.

- [150] 컴퓨터(1102)는 유선 및/또는 무선 통신을 통한 원격 컴퓨터(들)(1148) 등의 하나 이상의 원격 컴퓨터로의 논리적 연결을 사용하여 네트워크화된 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(들)(1148)는 워크스테이션, 컴퓨팅 디바이스 컴퓨터, 라우터, 퍼스널 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 마이크로프로세서-기반 오락 기기, 피어 장치 또는 기타 통상의 네트워크 노드일 수 있으며, 일반적으로 컴퓨터(1102)에 대해 기술된 구성요소들 중 다수 또는 그 전부를 포함하지만, 간략함을 위해, 메모리 저장 장치(1150)만이 도시되어 있다. 도시되어 있는 논리적 연결은 근거리 통신망(LAN)(1152) 및/또는 더 큰 네트워크, 예를 들어, 원거리 통신망(WAN)(1154)에의 유선/무선 연결을 포함한다. 이러한 LAN 및 WAN 네트워킹 환경은 사무실 및 회사에서 일반적인 것이며, 인트라넷 등의 전사적 컴퓨터 네트워크(enterprise-wide computer network)를 용이하게 해주며, 이들 모두는 전세계 컴퓨터 네트워크, 예를 들어, 인터넷에 연결될 수 있다.
- [151] LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(1102)는 유선 및/또는 무선 통신 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(1156)를 통해 로컬 네트워크(1152)에 연결된다. 어댑터(1156)는 LAN(1152)에의 유선 또는 무선 통신을 용이하게 해줄 수 있으며, 이 LAN(1152)은 또한 무선 어댑터(1156)와 통신하기 위해 그에 설치되어 있는 무선 액세스 포인트를 포함하고 있다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(1102)는 모뎀(1158)을 포함할 수 있거나, WAN(1154) 상의 통신 컴퓨팅 디바이스에 연결되거나, 또는 인터넷을 통하는 등, WAN(1154)을 통해 통신을 설정하는 기타 수단을 갖는다. 내장형 또는 외장형 및 유선 또는 무선 장치일 수 있는 모뎀(1158)은 직렬 포트 인터페이스(1142)를 통해 시스템 버스(1108)에 연결된다. 네트워크화된 환경에서, 컴퓨터(1102)에 대해 설명된 프로그램 모듈들 또는 그의 일부분이 원격 메모리/저장 장치(1150)에 저장될 수 있다. 도시된 네트워크 연결이 예시적인 것이며 컴퓨터들 사이에 통신 링크를 설정하는 기타 수단이 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.
- [152] 컴퓨터(1102)는 무선 통신으로 배치되어 동작하는 임의의 무선 장치 또는 개체, 예를 들어, 프린터, 스캐너, 데스크톱 및/또는 휴대용 컴퓨터, PDA(portable data assistant), 통신 위성, 무선 검출가능 태그와 연관된 임의의 장비 또는 장소, 및 전화와 통신을 하는 동작을 한다. 이것은 적어도 Wi-Fi 및 블루투스 무선 기술을 포함한다. 따라서, 통신은 종래의 네트워크에서와 같이 미리 정의된 구조이거나 단순히 적어도 2개의 장치 사이의 애드혹 통신(ad hoc communication)일 수 있다.
- [153] Wi-Fi(Wireless Fidelity)는 유선 없이도 인터넷 등으로의 연결을 가능하게 해준다. Wi-Fi는 이러한 장치, 예를 들어, 컴퓨터가 실내에서 및 실외에서, 즉 기지국의 통화권 내의 아무 곳에서나 데이터를 전송 및 수신할 수 있게 해주는

셀 전화와 같은 무선 기술이다. Wi-Fi 네트워크는 안전하고 신뢰성 있으며 고속인 무선 연결을 제공하기 위해 IEEE 802.11(a, b, g, 기타)이라고 하는 무선 기술을 사용한다. 컴퓨터를 서로에, 인터넷에 및 유선 네트워크(IEEE 802.3 또는 이더넷을 사용함)에 연결시키기 위해 Wi-Fi가 사용될 수 있다. Wi-Fi 네트워크는 비인가 2.4 및 5GHz 무선 대역에서, 예를 들어, 11Mbps(802.11a) 또는 54 Mbps(802.11b) 데이터 레이트로 동작하거나, 양 대역(듀얼 대역)을 포함하는 제품에서 동작할 수 있다.

- [154] 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 정보 및 신호들이 임의의 다양한 상이한 기술들 및 기법들을 이용하여 표현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 위의 설명에서 참조될 수 있는 데이터, 지시들, 명령들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 입자들, 광학장들 또는 입자들, 또는 이들의 임의의 결합에 의해 표현될 수 있다.
- [155] 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 여기에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 프로세서들, 수단들, 회로들 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, (편의를 위해, 여기에서 소프트웨어로 지칭되는) 다양한 형태들의 프로그램 또는 설계 코드 또는 이들 모두의 결합에 의해 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호 호환성을 명확하게 설명하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 이들의 기능과 관련하여 위에서 일반적으로 설명되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 대하여 부과되는 설계 제약들에 따라 좌우된다. 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 각각의 특정한 애플리케이션에 대하여 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수 있으나, 이러한 구현 결정들은 본 개시의 범위를 벗어나는 것으로 해석되어서는 안 될 것이다.
- [156] 여기서 제시된 다양한 실시예들은 방법, 장치, 또는 표준 프로그래밍 및/또는 엔지니어링 기술을 사용한 제조 물품(article)으로 구현될 수 있다. 용어 제조 물품은 임의의 컴퓨터-판독가능 저장장치로부터 액세스 가능한 컴퓨터 프로그램, 캐리어, 또는 매체(media)를 포함한다. 예를 들어, 컴퓨터-판독가능 저장매체는 자기 저장 장치(예를 들면, 하드 디스크, 플로피 디스크, 자기 스트립, 등), 광학 디스크(예를 들면, CD, DVD, 등), 스마트 카드, 및 플래쉬 메모리 장치(예를 들면, EEPROM, 카드, 스틱, 키 드라이브, 등)를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 또한, 여기서 제시되는 다양한 저장 매체는 정보를 저장하기 위한 하나 이상의 장치 및/또는 다른 기계-판독가능한 매체를 포함한다.
- [157] 제시된 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조는 예시적인 접근들의 일례임을 이해하도록 한다. 설계 우선순위들에 기반하여, 본 개시의 범위 내에서 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조가

재배열될 수 있다는 것을 이해하도록 한다. 첨부된 방법 청구항들은 샘플 순서로 다양한 단계들의 엘리먼트들을 제공하지만 제시된 특정한 순서 또는 계층 구조에 한정되는 것을 의미하지는 않는다.

- [158] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 개시를 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 개시는 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [159] 상기와 같이 발명의 실시를 위한 최선의 형태에서 관련 내용을 기술하였다.

산업상 이용가능성

- [160] 본 개시는 사용자 인증방법에 관한 것으로, 구체적으로 웨어러블 장치에서의 진동신호를 이용한 사용자 인증방법에 관한 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 웨어러블 장치에 의해 수행되는 사용자 인증 방법으로서,
 하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키는 단계;
 상기 하나 이상의 진동 유형이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나
 이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정하는 단계;
 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징
 및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를
 추출하는 단계; 및
 상기 특징 정보를 사전 생성된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나 이상의
 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는 단계;
 를 포함하는,
 사용자 인증 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
 상기 챌린지 진동을 구성하는 상기 하나 이상의 진동 유형은,
 상기 웨어러블 장치에 사전 저장된 진동 유형들 중에서 중복을 허용하여
 무작위로 선택되는,
 사용자 인증 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
 상기 진동 응답 신호를 측정하는 단계는,
 50Hz 이상 150Hz 이하의 주파수로 샘플링 된 상기 진동 응답 신호를
 측정하는,
 사용자 인증 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
 상기 진동 응답 신호를 측정하는 단계는,
 상기 웨어러블 장치에 사전 내장된 자이로스코프 또는 가속도 센서 중
 적어도 하나를 이용하여 상기 진동 응답 신호를 측정하는,
 사용자 인증 방법.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서,
 상기 제 1 특징은,
 측정된 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 사전 설정된 개수만큼의
 최대 피크들에 대한 피크 인덱스(peak index) 및 피크 높이(peak height) 쌍
 값이고,
 상기 제 2 특징은,
 인접한 두 개의 최대 피크들 간의, 피크 인덱스 및 피크 높이 쌍 값의 차이
 값인,
 사용자 인증 방법.
- [청구항 6] 제 1항에 있어서,

상기 특징 정보는,
 적분 절대값(Integral Absolute Value; IAV), 평균 절대값(Mean Absolute Value; MAV), 분산(Variance; Var), 실효값(Root Mean Square; RMS), 표준편차(Standard deviation; Std), 중앙값 절대편차(Median Absolute Deviation; MAD), 신호 크기 영역(Signal Magnitude Area; SMA), 편포도(Skewness), 첨도(Kurtosis), 사분범위(Interquartile range; IQR), 에너지 및 엔트로피를 더 포함하는,
 사용자 인증 방법.

[청구항 7] 제 1항에 있어서,
 상기 특징 정보를 추출하는 단계는:
 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서 노이즈를 필터링 하는 단계;
 필터링 된 상기 하나 이상의 응답 신호 각각을 변환하는 단계; 및
 변환된 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서 상기 특징 정보를 추출하는 단계;
 를 포함하고,
 상기 변환은,
 고속푸리에변환(Fast Fourier Transform; FFT), 이산여현변환(Discrete Cosine Transform; DCT), 이산웨이브렛변환(Discrete Wavelet Transform; DWT), 스펙트럼 밀도(Power Spectral Density; PSD), 및 자기 상관(Auto Correlation) 중 적어도 하나를 이용하는,
 사용자 인증 방법.

[청구항 8] 제 2항에 있어서,
 상기 사용자로부터 진동 등록을 입력 받는 단계; 및
 상기 진동 등록을 기초로, 상기 사전 저장된 진동 유형들 각각에 대응하는 검증 모델들을 생성하는 단계;
 를 더 포함하고,
 상기 진동 등록은,
 상기 사전 저장된 진동 유형들 각각이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 학습 응답 신호들을 측정하는 것을 포함하는,
 사용자 인증 방법.

[청구항 9] 제 1항에 있어서,
 상기 검증 모델은,
 상기 사용자 및 상기 웨어러블 장치에 사전 입력된 디폴트 사용자들을 클래스로 하여 생성되고, 입력된 상기 특징 정보에 대응되는 상기 하나 이상의 응답 신호 각각에 대하여, 상기 클래스로의 분류에 관한 확률 벡터를 출력하는, 다중 클래스 모델; 및
 상기 확률 벡터를 입력 받고, 상기 확률 벡터가 상기 사용자에게 대응하는 상기 클래스로 분류되는지 여부에 따라, 상기 확률 벡터를 유효 또는

무효로 라벨링 하는, 이진 모델;
을 포함하는,
사용자 인증 방법.

[청구항 10] 제 9항에 있어서,
상기 하나 이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를
판단하는 단계는,
상기 확률 벡터가 유효로 판단되는 경우, 상기 확률 벡터에 대응되는 상기
하나 이상의 응답 신호가 상기 사용자에게 대응되는 것으로 판단하고, 또는
상기 확률 벡터가 무효로 판단되는 경우, 상기 확률 벡터에 대응되는 상기
하나 이상의 응답 신호가 상기 사용자에게 대응되지 않는 것으로 판단하는,
사용자 인증 방법.

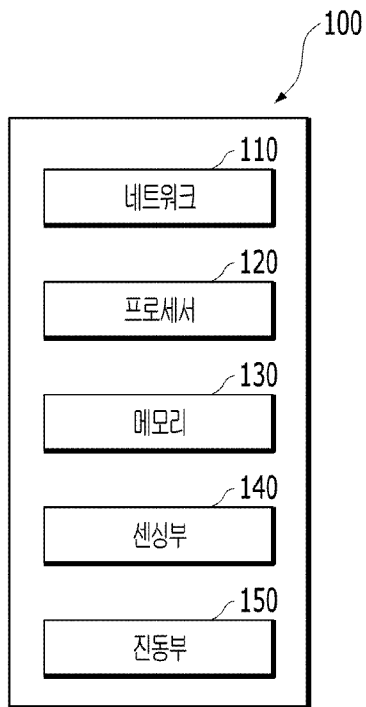
[청구항 11] 제 1항에 있어서,
상기 하나 이상의 응답 신호 전부가 상기 사용자에게 대응되는 것으로
판단되는 경우, 상기 사용자 인증이 성공한 것으로 결정하는 단계; 및
상기 하나 이상의 응답 신호 중 적어도 일부가 상기 사용자에게 대응되지
않는 것으로 판단되는 경우, 상기 사용자 인증이 실패한 것으로 결정하는
단계;
를 더 포함하는,
사용자 인증 방법.

[청구항 12] 웨어러블 장치로서,
하나 이상의 코어를 포함하는 프로세서;
메모리;
센싱부; 및
진동부;
를 포함하고,
상기 프로세서는,
하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키도록 상기
진동부를 제어하고,
상기 센싱부를 통해, 상기 하나 이상의 진동 유형이 사용자의 신체를 거쳐
변환된 하나 이상의 응답 신호로 구성되는 진동 응답 신호를 측정하고,
상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징
및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를
추출하고, 그리고
상기 특징 정보를 상기 메모리에 저장된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나
이상의 응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는,
웨어러블 장치.

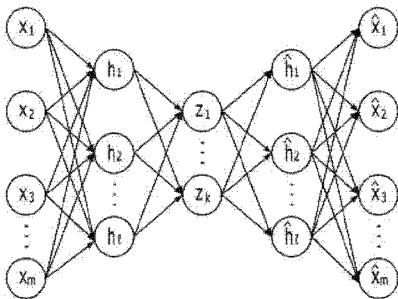
[청구항 13] 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로, 상기 컴퓨터
프로그램은 웨어러블 장치의 하나 이상의 프로세서에서 실행되는 경우

사용자 인증을 위한 방법을 제공하며,
상기 방법은,
하나 이상의 진동 유형으로 구성되는, 챌린지 진동을 발생시키는 단계;
상기 하나 이상의 진동 유형이 상기 사용자의 신체를 거쳐 변환된 하나
이상의 응답 신호로 구성되는, 진동 응답 신호를 측정하는 단계;
상기 하나 이상의 응답 신호 각각에서, 최대 피크(peak)에 관한 제 1 특징
및 상기 최대 피크 간 차이에 관한 제 2 특징을 포함하는 특징 정보를
추출하는 단계; 및
상기 특징 정보를 사전 생성된 검증 모델에 입력하여, 상기 하나 이상의
응답 신호 각각이 상기 사용자에게 대응되는지 여부를 판단하는 단계;
를 포함하는,
컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

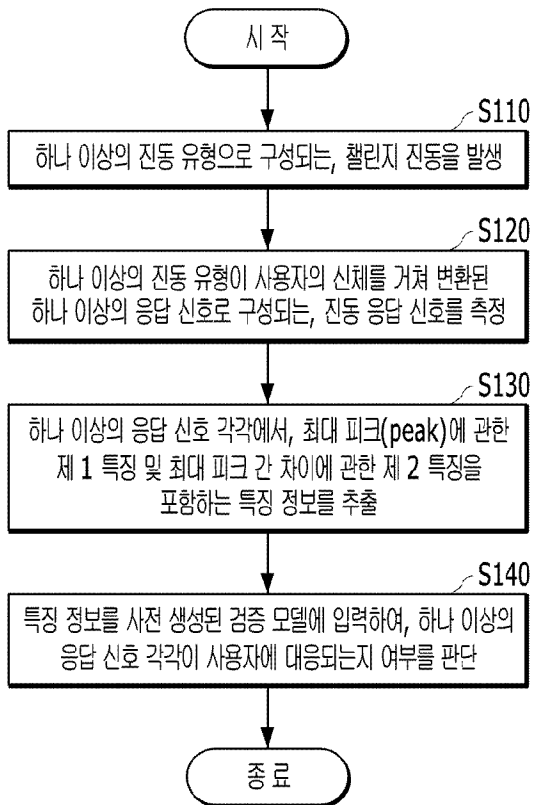
[도 1]



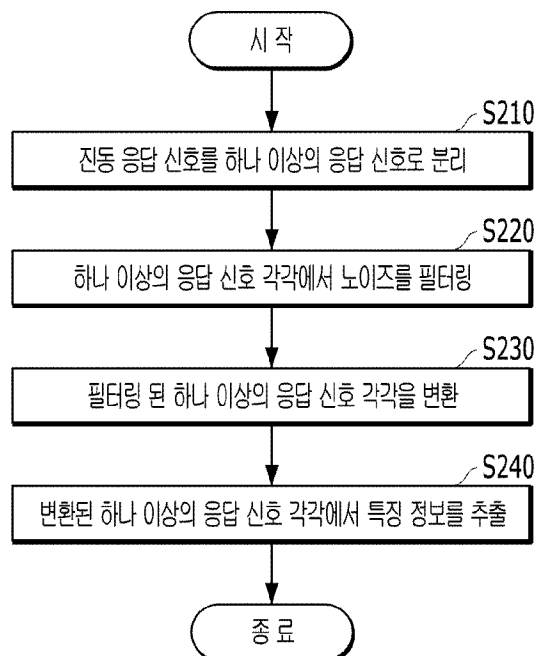
[도 2]



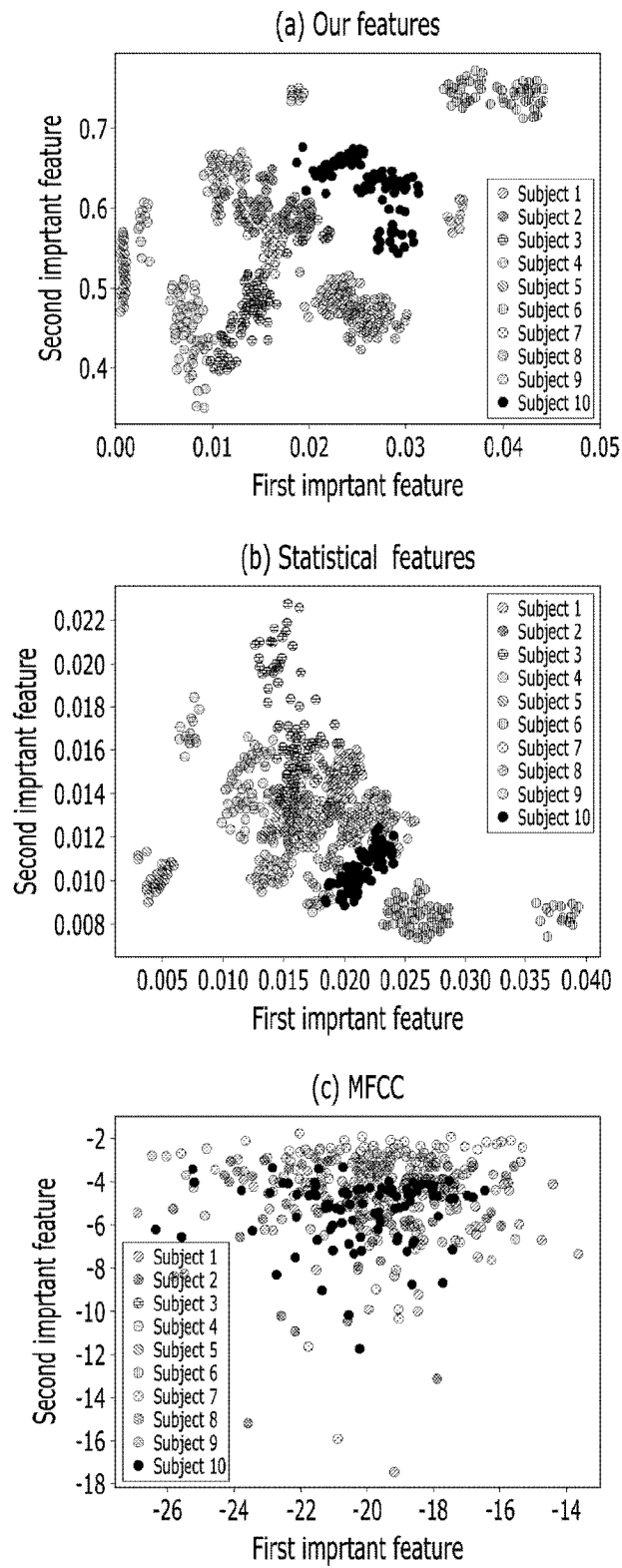
[도3]



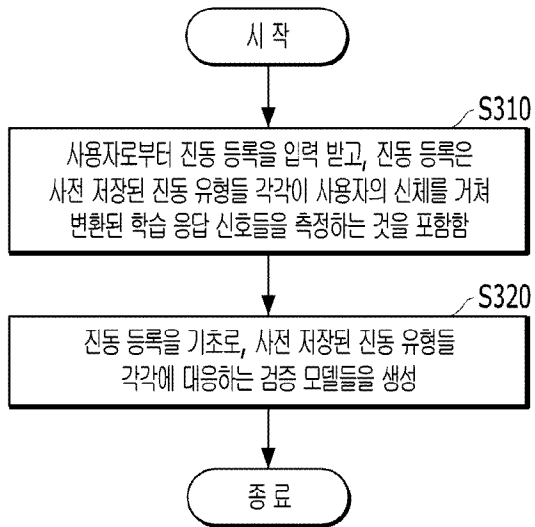
[도4]



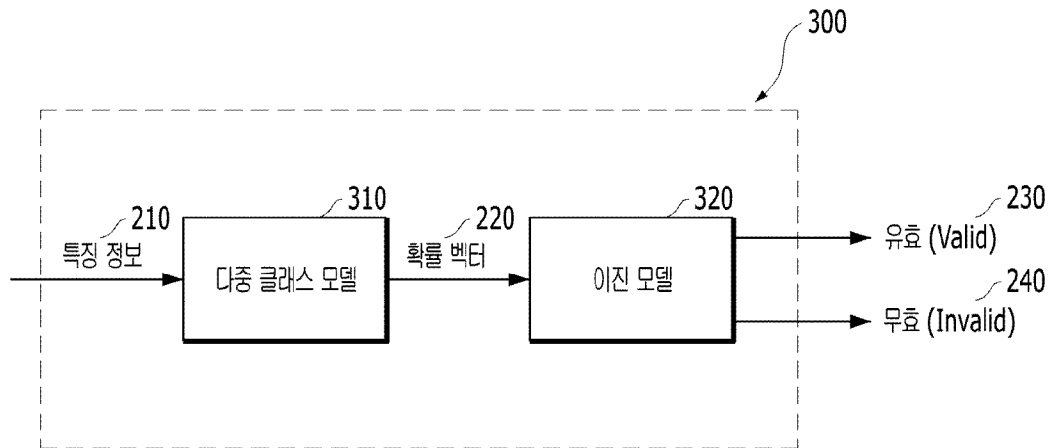
[도5]



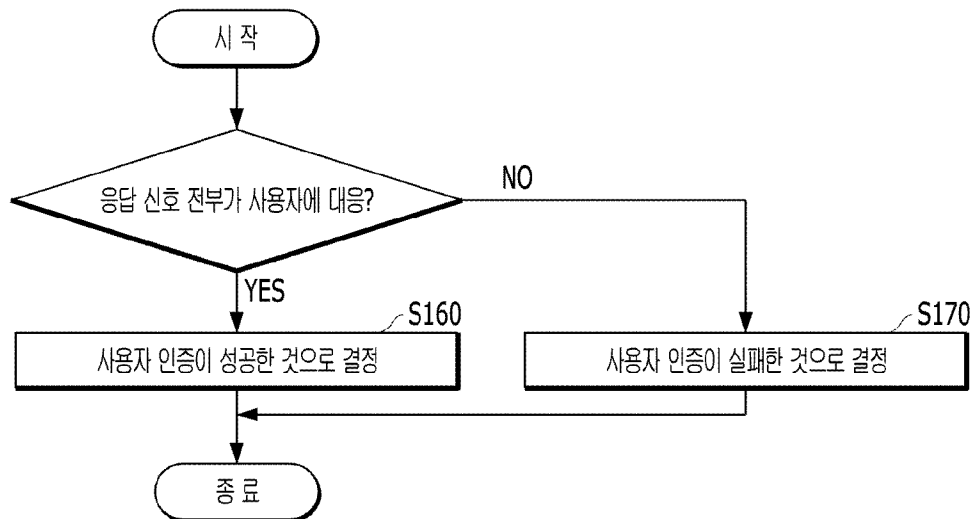
[도6]



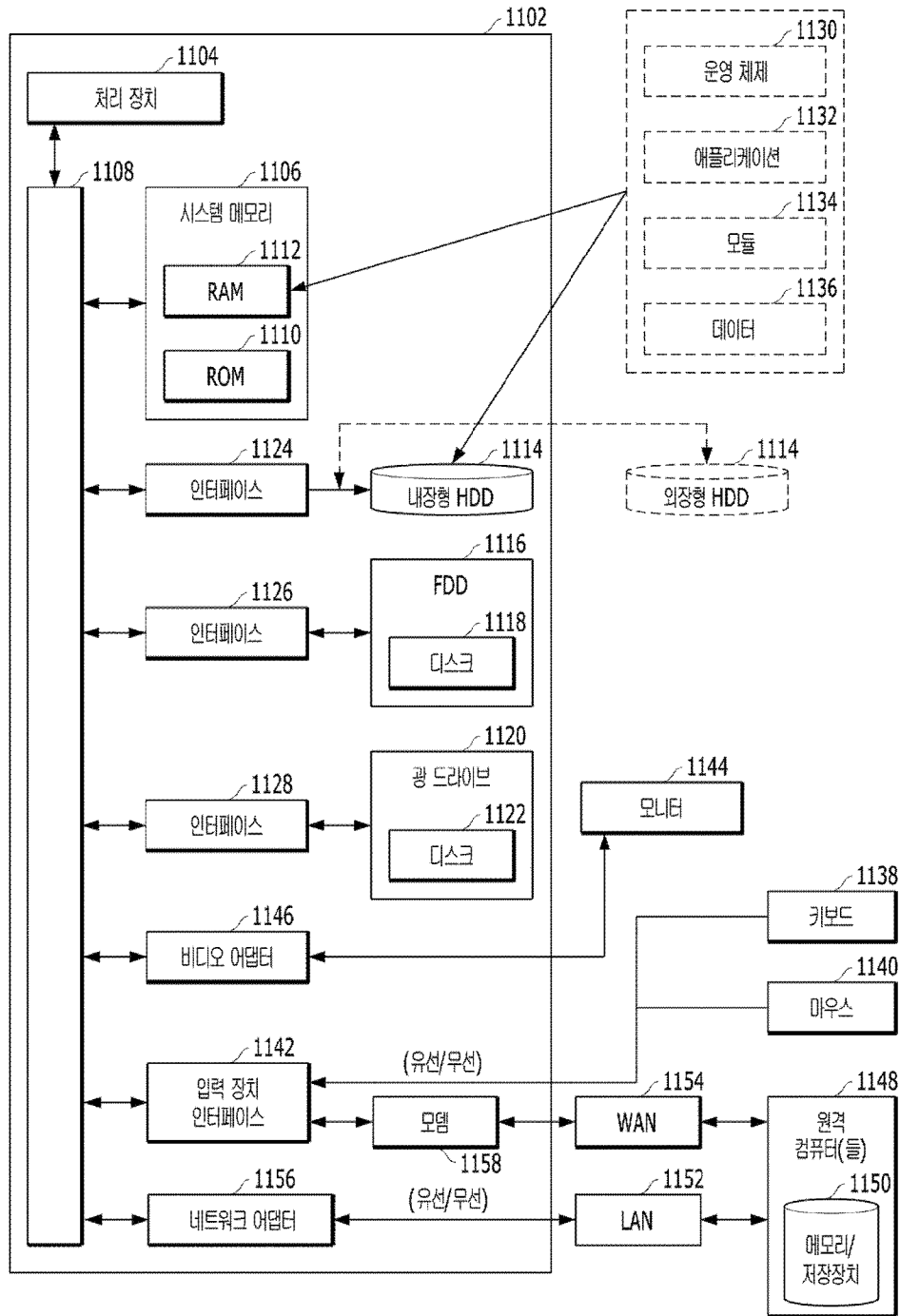
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/004911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 21/32(2013.01)i; **G06F 3/01**(2006.01)i; **G06K 9/62**(2006.01)i; **G06F 1/16**(2006.01)i; **G06F 21/31**(2013.01)i;
G06F 21/45(2013.01)i; **G06N 3/08**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F 21/32(2013.01); G06F 21/20(2006.01); G06F 21/31(2013.01); G06F 21/55(2013.01); H04L 9/32(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
 Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 웨어러블 장치(wearable device), 사용자 인증(user authentication), 진동(vibration), 신체(body), 특징 정보(feature information)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	KR 10-2019-0080689 A (INNOMDLE LAB CO., LTD.) 08 July 2019 (2019-07-08) See paragraphs [0037]-[0097] and [0117]; claims 1, 3 and 14; and figures 1 and 5.	1-5,8,11-13 6-7,9-10
A	KR 10-2020-0007656 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 22 January 2020 (2020-01-22) See paragraphs [0012]-[0037]; and figures 1-3.	1-13
A	JP 2011-227569 A (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) 10 November 2011 (2011-11-10) See paragraphs [0012]-[0014]; and figures 1-2.	1-13
A	KR 10-1627545 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 07 June 2016 (2016-06-07) See paragraphs [0040]-[0081]; and figures 1-2.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 October 2021

Date of mailing of the international search report

14 October 2021

Name and mailing address of the ISA/KR

**Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208**

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/004911

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1643354 B1 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) 27 July 2016 (2016-07-27) See paragraphs [0041]-[0042]; and figure 1.	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/004911

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
KR	10-2019-0080689	A	08 July 2019	KR	10-2007975 B1	06 August 2019
KR	10-2020-0007656	A	22 January 2020	US	2020-0019690 A1	16 January 2020
JP	2011-227569	A	10 November 2011	CN	102027487 A	20 April 2011
				CN	102027487 B	01 April 2015
				JP	2010-257247 A	11 November 2010
				JP	5146398 B2	20 February 2013
				JP	5146485 B2	20 February 2013
				US	2012-0028710 A1	02 February 2012
				US	8479274 B2	02 July 2013
				WO	2010-122807 A1	28 October 2010
KR	10-1627545	B1	07 June 2016	None		
KR	10-1643354	B1	27 July 2016	None		

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06F 21/32(2013.01)i; G06F 3/01(2006.01)i; G06K 9/62(2006.01)i; G06F 1/16(2006.01)i; G06F 21/31(2013.01)i; G06F 21/45(2013.01)i; G06N 3/08(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06F 21/32(2013.01); G06F 21/20(2006.01); G06F 21/31(2013.01); G06F 21/55(2013.01); H04L 9/32(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 웨어러블 장치(wearable device), 사용자 인증(user authentication), 진동(vibration), 신체(body), 특징 정보(feature information)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X A	KR 10-2019-0080689 A (이눔들연구소 주식회사) 2019.07.08 단락 [0037]-[0097], [0117]; 청구항 1, 3, 14; 및 도면 1, 5	1-5,8,11-13 6-7,9-10
A	KR 10-2020-0007656 A (한국전자통신연구원) 2020.01.22 단락 [0012]-[0037]; 및 도면 1-3	1-13
A	JP 2011-227569 A (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) 2011.11.10 단락 [0012]-[0014]; 및 도면 1-2	1-13
A	KR 10-1627545 B1 (연세대학교 산학협력단) 2016.06.07 단락 [0040]-[0081]; 및 도면 1-2	1-13
A	KR 10-1643354 B1 (서울대학교산학협력단) 2016.07.27 단락 [0041]-[0042]; 및 도면 1	1-13
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년10월13일(13.10.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년10월14일(14.10.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2019-0080689 A	2019/07/08	KR 10-2007975 B1	2019/08/06
KR 10-2020-0007656 A	2020/01/22	US 2020-0019690 A1	2020/01/16
JP 2011-227569 A	2011/11/10	CN 102027487 A	2011/04/20
		CN 102027487 B	2015/04/01
		JP 2010-257247 A	2010/11/11
		JP 5146398 B2	2013/02/20
		JP 5146485 B2	2013/02/20
		US 2012-0028710 A1	2012/02/02
		US 8479274 B2	2013/07/02
		WO 2010-122807 A1	2010/10/28
KR 10-1627545 B1	2016/06/07	없음	
KR 10-1643354 B1	2016/07/27	없음	