



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0091318
(43) 공개일자 2017년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 21/32 (2013.01) A61B 5/0452 (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01) G06N 3/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G06F 21/32 (2013.01)
A61B 5/0452 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0012179
(22) 출원일자 2016년02월01일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자
배치성
경기도 용인시 기흥구 흥덕2로118번길 26, 904동
2004호 (영덕동, 흥덕마을9단지이던하우스아파트)

신진우
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 무한

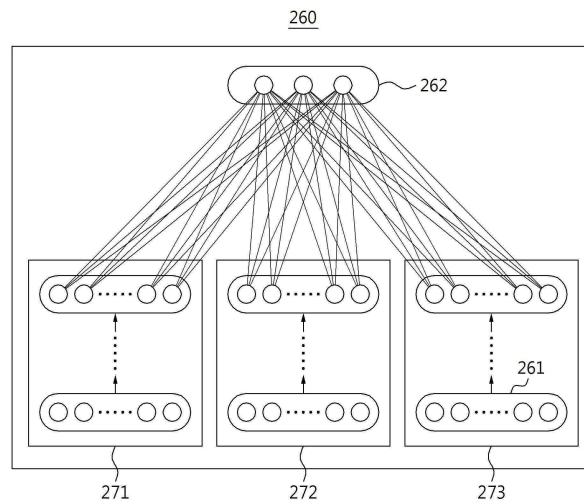
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 심전도 신호를 이용한 인증 장치 및 방법

(57) 요약

심전도 신호를 이용한 인증 장치 및 방법이 개시된다. 일실시예에 따른 인증 장치는 사용자의 심전도 신호가 입력되는 복수의 입력 노드와 연결되는 가중치 집합을 공유하는 복수의 은닉 노드로부터 특징값을 추출하는 뉴럴 네트워크(neural network)를 적어도 일시적으로 구현하는 적어도 하나의 프로세서와 상기 심전도 신호 및 상기 계산된 특징값을 상기 사용자와 매칭하여 등록하는 메모리를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2d



(52) CPC특허분류

G06K 9/00885 (2013.01)

G06N 3/02 (2013.01)

(72) 발명자

안성수

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)

김상준

경기도 화성시 동탄문화센터로 39, 321동 204호 (반송동, 시범다은마을포스코더샵아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 심전도 신호가 입력되는 복수의 입력 노드와 연결되는 가중치 집합을 공유하는 복수의 은닉 노드로부터 특징값을 추출하는 뉴럴 네트워크(neural network)를 적어도 일시적으로 구현하는 적어도 하나의 프로세서; 및

상기 심전도 신호 및 상기 추출된 특징값을 상기 사용자와 매칭하여 등록하는 메모리를 포함하는 인증 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 뉴럴 네트워크는 기계 학습(machine learning)에 따라 미리 지정된 개수의 상기 입력 노드를 포함하는 입력 노드 집합과 각각 연결된 상기 복수의 은닉 노드를 포함하는 인증 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 뉴럴 네트워크는 상기 복수의 은닉 노드 각각이 상기 입력 노드 집합 각각에 순차적으로 연결되도록 하는 인증 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 심전도 신호로부터 P파, QRS파 및 T파 중 적어도 하나의 구간 신호를 분리하는 신호 분리부

를 더 포함하고,

상기 뉴럴 네트워크는 상기 분리된 적어도 하나의 구간 신호에 따라 결정되는 상기 가중치 집합을 이용하는 인증 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 뉴럴 네트워크는 상기 P파에 대응하는 제1 가중치 집합을 갖는 제1 서브 뉴럴 네트워크, 상기 QRS파에 대응하는 제2 가중치 집합을 갖는 제2 서브 뉴럴 네트워크 및 상기 T파에 대응하는 제3 가중치 집합을 갖는 제3 서브 뉴럴 네트워크 중 적어도 하나를 포함하는 인증 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 뉴럴 네트워크는 상기 복수의 은닉 노드 각각에 대응하는 복수의 특징값 중 기설정된 범위의 상위값을 출력값으로 선택하는 인증 장치.

청구항 7

적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 적어도 일시적으로 구현되는,

뉴럴 네트워크를 이용하여 입력 심전도 신호에 대응하는 제1 출력값 및 기준 심전도 신호 각각에 대응하는 복수의 제2 출력값을 계산하는 계산부;

상기 제1 출력값에 기초하여 기설정된 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 추출하는 추출부; 및

상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 기준 심전도 신호가 등록 사용자에 연관되는 비율에 따라 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자의 인증 여부를 결정하는 결정부

를 포함하는 인증 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기준 심전도 신호는 상기 등록 사용자 및 미확인 사용자 중 어느 하나에 연관되고, 상기 계산부는 상기 뉴럴 네트워크를 이용하여 상기 등록 사용자 및 상기 미확인 사용자 중 어느 하나에 대응하는 상기 복수의 제2 출력값을 계산하는 인증 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 추출부는 상기 제1 출력값과의 유사도가 큰 순서대로 상기 기설정된 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 추출하는 인증 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 추출부는 서로 다른 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 반복적으로 추출하고, 상기 결정부는 반복적으로 계산된 상기 비율에 따라 상기 사용자의 인증 여부를 결정하는 인증 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 결정부는 상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 상기 기준 심전도 신호 중 상기 등록 사용자에 연관되는 비율이 가장 높은 경우에, 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자를 상기 등록 사용자로서 인증하는 인증 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 결정부는 상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 상기 기준 심전도 신호 중 상기 등록 사용자에 연관되는 비율이 소정의 임계치 이상인 경우에, 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자를 상기 등록 사용자로서 인

증하는 인증 장치.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 기준 심전도 신호를 저장하는 메모리

를 더 포함하고,

상기 사용자가 상기 등록 사용자로서 인증된 경우에, 상기 결정부는 상기 입력 심전도 신호를 상기 등록 사용자에 연관되는 상기 기준 심전도 신호로서 상기 메모리에 저장하는 인증 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 메모리는 상기 등록 사용자의 서로 다른 복수의 시점 각각에 대응하는 복수의 심전도 신호를 상기 기준 심전도 신호로서 저장하는 인증 장치.

청구항 15

접촉된 사용자의 신체로부터 입력 심전도 신호를 획득하는 센싱부;

상기 입력 심전도 신호에 대응하는 제1 출력값과 기저장된 기준 심전도 신호에 대응하는 복수의 제2 출력값을 뉴럴 네트워크를 이용하여 계산하고, 상기 제1 출력값에 기초하여 추출된 상기 제2 출력값 중 등록 사용자에 연관되는 비율에 따라 상기 접촉된 사용자를 인증하는 프로세서; 및

상기 인증의 결과를 상기 접촉된 사용자에게 출력하는 디스플레이

를 포함하는 웨어러블 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제1 출력값과의 유사도가 큰 순서대로 기설정된 개수의 상기 제2 출력값을 추출하고, 상기 제2 출력값에 대응하는 상기 기준 심전도 신호가 상기 등록 사용자에 연관되는 비율에 따라 상기 접촉된 사용자를 인증하는 웨어러블 디바이스.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 비율이 소정의 임계치 이상인 경우에 상기 접촉된 사용자를 상기 등록 사용자로서 결정하는 웨어러블 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

심전도 신호를 이용한 인증 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 안경, 시계 및 의복 등과 같이 착용 가능한 형태로 구현된 웨어러블 디바이스(wearable device)의 상용화가 확산되고 있다. 사용자들은 웨어러블 디바이스에 접촉하여 원하는 정보를 획득하고, 웨어러블 디바이스들 역시 사용자로부터 뇌파, 근전도 신호와 같은 생체 신호를 획득한다. 일반적으로, 웨어러블 디바이스는 접촉된 사용자가 등록 사용자인지 확인하는 인증 시스템을 포함한다. 사용자의 지문, 음성 또는 터치로 입력되는 정보가 웨어러블 디바이스에 의해 확인되는 것으로 사용자의 등록 여부가 인증될 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0003] 일실시예에 따른 인증 장치는 사용자의 심전도 신호가 입력되는 복수의 입력 노드와 연결되는 가중치 집합을 공유하는 복수의 은닉 노드로부터 특징값을 추출하는 뉴럴 네트워크(neural network)를 적어도 일시적으로 구현하는 적어도 하나의 프로세서와 상기 심전도 신호 및 상기 계산된 특징값을 상기 사용자와 매칭하여 등록하는 메모리를 포함할 수 있다.

[0004] 상기 뉴럴 네트워크는 기계 학습(machine learning)에 따라 미리 지정된 개수의 상기 입력 노드를 포함하는 입력 노드 집합과 각각 연결된 상기 복수의 은닉 노드를 포함할 수 있다. 더하여, 상기 뉴럴 네트워크는 상기 복수의 은닉 노드 각각이 상기 입력 노드 집합 각각에 순차적으로 연결되도록 할 수 있다.

[0005] 상기 인증 장치는 상기 심전도 신호로부터 P파, QRS파 및 T파 중 적어도 하나의 구간 신호를 분리하는 신호 분리부를 더 포함하고, 상기 뉴럴 네트워크는 상기 분리된 적어도 하나의 구간 신호에 따라 결정되는 상기 가중치 집합을 이용할 수 있다. 또한, 상기 뉴럴 네트워크는 상기 P파에 대응하는 제1 가중치 집합을 갖는 제1 서브 뉴럴 네트워크, 상기 QRS파에 대응하는 제2 가중치 집합을 갖는 제2 서브 뉴럴 네트워크 및 상기 T파에 대응하는 제3 가중치 집합을 갖는 제3 서브 뉴럴 네트워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0006] 상기 메모리는 복수의 기준 심전도 신호를 저장하고, 상기 뉴럴 네트워크는 상기 복수의 은닉 노드 각각에 대응하는 복수의 특징값 중 기설정된 범위의 상위값을 출력값으로 맥스 풀링(max pooling)할 수 있다.

[0007] 일실시예에 따른 인증 장치는 뉴럴 네트워크를 이용하여 입력 심전도 신호에 대응하는 제1 출력값 및 기준 심전도 신호 각각에 대응하는 복수의 제2 출력값을 계산하는 계산부, 상기 제1 출력값에 기초하여 기설정된 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 추출하는 추출부 및 상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 기준 심전도 신호가 등록 사용자와 연관되는 비율에 따라 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자의 인증 여부를 결정하는 결정부를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 기준 심전도 신호는 상기 등록 사용자 및 미확인 사용자 중 어느 하나에 연관되고, 상기 계산부는 상기 뉴럴 네트워크를 이용하여 상기 등록 사용자 및 상기 미확인 사용자 중 어느 하나에 대응하는 상기 복수의 제2 출력값을 계산할 수 있다.

[0009] 상기 추출부는 상기 제1 출력값과의 유사도가 큰 순서대로 상기 기설정된 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 추출할 수 있다. 더하여, 상기 추출부는 서로 다른 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 반복적으로 추출하고, 상기 결정부는 반복적으로 계산된 상기 비율에 따라 상기 사용자의 인증 여부를 결정할 수 있다.

[0010] 상기 결정부는 상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 상기 기준 심전도 신호 중 상기 등록 사용자와 연관되는 비율이 가장 높은 경우에, 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자를 상기 등록 사용자로서 인증할 수 있다.

[0011] 상기 결정부는 상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 상기 기준 심전도 신호 중 상기 등록 사용자와 연관되는 비율이 소정의 임계치 이상인 경우에, 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자를 상기 등록 사용자로서 인증할 수 있다.

[0012] 상기 인증 장치는 상기 기준 심전도 신호를 저장하는 메모리를 더 포함하고, 상기 사용자가 등록 사용자로서 인증된 경우에, 상기 결정부는 상기 입력 심전도 신호를 상기 등록 사용자와 연관되는 상기 기준 심전도 신호로서 상기 메모리에 저장할 수 있다. 상기 메모리는 상기 등록 사용자의 서로 다른 복수의 시점 각각에 대응하는 복수의 심전도 신호를 상기 기준 심전도 신호로서 저장할 수 있다.

[0013] 일실시예에 따른 웨어러블 디바이스는 접촉된 사용자의 신체로부터 입력 심전도 신호를 획득하는 센싱부, 상기 입력 심전도 신호에 대응하는 제1 출력값과 기저장된 기준 심전도 신호에 대응하는 복수의 제2 출력값을, 뉴럴

네트워크를 이용하여 계산하고, 상기 제1 출력값에 기초하여 추출된 상기 제2 출력값 중 등록 사용자에게 연관되는 비율에 따라 상기 접촉된 사용자를 인증하는 프로세서 및 상기 인증의 결과를 상기 접촉된 사용자에게 출력하는 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 프로세서는 상기 제1 출력값과의 유사도가 큰 순서대로 기설정된 개수의 상기 제2 출력값을 추출하고, 상기 제2 출력값에 대응하는 상기 기준 심전도 신호가 상기 등록 사용자에게 연관되는 비율에 따라 상기 접촉된 사용자를 인증할 수 있다. 또한, 상기 프로세서는 상기 비율이 소정의 임계치 이상인 경우에 상기 접촉된 사용자를 상기 등록 사용자로서 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 일실시예에 따른 인증 장치가 심전도 신호를 등록하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 2a 및 도 2b는 입력된 심전도 신호로부터 특징값을 추출하는 과정을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 2c는 일실시예에 따른 서브 뉴럴 네트워크를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 2d는 뉴럴 네트워크를 이용하여 특징값을 추출하는 과정을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 3은 뉴럴 네트워크가 기계 학습하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 4a 및 도 4b는 일실시예에 따른 심전도 신호의 구간 신호 각각의 서브 뉴럴 네트워크를 생성하는 과정을 설명하는 예시도이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 인증 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.
- 도 6는 다른 일실시예에 따른 인증 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 7은 일실시예에 따른 사미즈 뉴럴 네트워크의 동작을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 8은 인증 장치가 k-최대근접 이웃 알고리즘을 적용하는 과정을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 9은 다른 일실시예에 따른 인증 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0017] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0018] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0019] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로써 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0021] 하기에 설명될 실시예들은 사용자의 심전도 신호를 인식(recognize)하는데 사용될 수 있다. 이하, 사용자의 심전도 신호를 인식하는 동작은 사용자의 심전도 신호를 인식함으로써 그 사용자를 인증(verify)하거나 식별(identify)하는 동작을 포함할 수 있다. 사용자를 인증하는 동작은 그 사용자가 기등록된 사용자인지 여부를

판단하는 동작을 포함할 수 있다. 이 경우, 사용자를 인증하는 동작의 결과는 참 또는 거짓으로 출력될 수 있다. 사용자를 식별하는 동작은 그 사용자가 복수의 등록 사용자들 중 어느 사용자에게 해당하는지를 판단하는 동작을 포함할 수 있다. 이 경우, 사용자를 식별하는 동작의 결과는 어느 하나의 등록 사용자의 아이디로 출력될 수 있다. 만약 그 사용자가 복수의 등록 사용자들 중 어느 사용자에게도 해당하지 않는 경우, 그 사용자가 식별되지 않음을 알리는 신호가 출력될 수도 있다. 예를 들어, 설명된 실시예들은 사용자의 신체로부터 심전도 신호를 획득하는 센서와 사용자 인증 결과를 출력하는 디스플레이를 포함하는 웨어러블 디바이스 형태로 구현될 수 있다.

[0022] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0023] 도 1은 일실시예에 따른 인증 장치가 심전도 신호를 등록하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0024] 아래의 설명에서 뉴럴 네트워크(Neural Network)는 입력 데이터를 이용하여 기계 학습을 수행하는 컴퓨팅 장치를 나타낼 수 있다. 예시적으로, 입력 데이터는 센싱 장치를 통해 획득된 사용자의 생체 신호일 수 있다. 또한, 센싱 장치는 웨어러블 디바이스와 같은 형태로 구현될 수 있다. 더하여, 생체 신호는 심전도(ECG: electrocardiography) 신호일 수 있다. 뉴럴 네트워크는 인증 장치에 포함되는 적어도 하나의 프로세서에 의해 적어도 일시적으로 구현될 수 있다. 아래의 설명에서 노드(node)들은 뉴럴 네트워크 내에 포함되는 인공 뉴런(artificial neuron)을 나타낼 수 있다.

[0025] 도 1을 참조하면, 인증 장치가 심전도 신호를 등록하는 방법(100)이 도시된다. 단계(110)에서 인증 장치는 사용자에게 연관되는 복수 개의 심전도 신호를 획득할 수 있다. 아래의 설명에서 하나의 심전도 신호는 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 하나의 심전도 주기를 나타낼 수 있다. 단계(110)에서 인증 장치는 복수 개의 심전도 주기에 각각 대응하는 복수 개의 심전도 신호를 획득할 수 있다.

[0026] 단계(120)에서 인증 장치는 복수 개의 심전도 신호 각각으로부터 P파, QRS파 및 T파를 추출할 수 있다. 예시적으로 단계(110)에서 인증 장치가 사용자로부터 100개의 심전도 신호를 획득한 경우, 단계(120)에서 인증 장치는 100개의 P파, 100개의 QRS파 및 100개의 T파를 추출할 수 있다.

[0027] 단계(130)에서 인증 장치는 뉴럴 네트워크를 이용하여 상기 복수 개의 심전도 신호의 특징값을 추출할 수 있다. 아래의 설명에서 특징값은 뉴럴 네트워크를 이용하여 수행된 기계 학습(machine learning)의 결과값을 나타낼 수 있다. 일실시예에 따르면, 특징값은 동일한 종류의 심전도 신호에 대해서는 유사한 값이 계산되고, 상이한 종류의 심전도 신호에 대해서는 서로 다른 값이 계산되는 결과값을 나타낼 수 있다. 인증 장치는 등록 사용자의 심전도 신호에 관한 특징값을 추출하고, 상기 특징값을 비교하여 임의의 심전도 신호가 등록 사용자에게 연관되는 등록 심전도 신호인지 여부를 판단할 수 있다. 상기 판단 과정에 관한 보다 자세한 설명은 아래에서 추가될 도면과 함께 설명될 것이다.

[0028] 단계(140)에서 인증 장치는 획득된 복수 개의 심전도 신호와 추출된 특징값을 저장할 수 있다. 일실시예에 따르면, 인증 장치는 복수 개의 심전도 신호 각각에 대응하는 복수 개의 특징값을 저장할 수 있다. 다른 일실시예에 따르면, 인증 장치는 복수 개의 심전도 신호에 대해 정규화(normalization)를 수행한 하나의 대표 심전도 신호를 획득하고, 상기 하나의 대표 심전도 신호에 대응하는 하나의 특징값을 저장할 수 있다. 또 다른 일실시예에 따르면, 인증 장치는 복수 개의 심전도 신호 각각에 대응하는 복수 개의 특징값을 계산하고, 계산된 복수 개의 특징값의 평균값을 하나의 대표 특징값으로 저장할 수 있다. 위에 기재된 실시예들은 사용자를 인증하기 위한 심전도 신호 및 특징값을 인증 장치에 저장하는 예시적 기재이고, 다른 실시예들의 범위를 한정하거나 제한하는 것으로 해석되어서는 안될 것이다.

[0029] 인증 장치가 뉴럴 네트워크에 포함되는 입력 계층 노드 및 은닉 계층 노드를 이용하여 특징값을 추출하는 과정에 대한 보다 자세한 설명은 아래에서 추가되는 도면과 함께 설명될 것이다.

[0030] 도 2a 및 도 2b는 입력된 심전도 신호로부터 특징값을 추출하는 과정을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.

[0031] 도 2a를 참조하면, 인증 장치로 입력되는 입력 심전도 신호가 도시된다. 입력 심전도 신호의 X 축은 시간 축(second)를 나타내고, Y 축은 심전도 신호의 진폭(mV)를 나타낼 수 있다. 보다 구체적으로, 입력 심전도 신호는 사용자로부터 획득된 생체 신호에서 전처리(pre-processing) 과정이 수행된 신호를 나타낼 수 있다. 인증 장치는 획득된 생체 신호에서 잡음(noise) 신호를 필터링하고, 피크값을 검출할 수 있다. 일실시예로서, 인증

장치는 심전도 신호의 QRS 파(wave) 내에 존재하는 R 피크를 검출할 수 있다. 더하여, 인증 장치는 피크값을 중심으로 심전도 신호의 템플릿(template)를 생성하고, 정규화(normalization)을 수행하고, 아웃라이어를 검출할 수 있다. 인증 장치가 수행하는 입력 심전도 신호에 대한 전처리(pre-processing) 과정은 기술 분야에 속하는 통상의 기술자에게는 straight forward한 사항에 해당되기 때문에 보다 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0032] 인증 장치는 입력 심전도 신호로부터 소정의 시간 간격에 상응하도록 샘플링된 심전도 신호(211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219)들을 생성할 수 있다. 도 2a에서 설명된 9 개의 샘플링된 심전도 신호는 예시적 기재일 뿐, 다른 실시예들의 범위를 제한하거나 한정하는 것으로 해석되어서는 안될 것이다. 인증 장치에 따라 다양한 개수의 샘플링된 심전도 신호를 이용하는 실시예들로 확장될 수 있다.

[0033] 도 2b를 참조하면, 인증 장치에 포함되는 입력 계층 노드(220)와 은닉 계층 노드(230)가 도시된다. 입력 계층 노드(220)는 적어도 하나의 입력 노드(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229)를 포함할 수 있다. 예시적으로, 각각의 입력 노드(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229)에는 각각의 샘플링된 심전도 신호(211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219)가 입력될 수 있다. 예시적으로, 제1 입력 노드(221)에는 제1 샘플링된 심전도 신호(211)가 입력될 수 있다. 또한, 은닉 계층 노드(230)는 적어도 하나의 은닉 노드(231, 232, 233, 234, 235, 236, 237)를 포함할 수 있다.

[0034] 인증 장치는 기설정된 개수의 입력 노드(221, 222, 223)를 그룹핑하여 제1 입력 노드 집합으로 생성할 수 있다. 마찬가지로, 인증 장치는 입력 노드(222, 223, 234)를 그룹핑하여 제2 입력 노드 집합으로 생성할 수 있다. 또한, 인증 장치는 입력 노드(227, 228, 229)를 그룹핑하여 제3 입력 노드 집합으로 생성할 수 있다. 예시적으로, 본 실시예에서는 세 개의 입력 노드를 이용하여 하나의 입력 노드 집합을 생성하는 실시예가 설명되지만, 실시예들은 이에 한정되지 않고 다양한 변경이 가능할 것이다.

[0035] 인증 장치는 뉴럴 네트워크를 이용하여 입력 심전도 신호에 상응하는 출력값을 계산할 수 있다. 아래의 설명에서 상기 출력값은 사용자의 식별 또는 인증에 이용되기 위한 특징값을 나타낼 수 있다. 보다 구체적으로, 인증 장치는 제1 입력 노드 집합에 동일한 가중치 집합을 부여하여 제1 은닉 노드(231)에 상응하는 출력값을 계산할 수 있다. 마찬가지로, 인증 장치는 제2 입력 노드 집합 및 제3 입력 노드 집합 각각에 동일한 가중치 집합을 부여하여 제2 은닉 노드(232) 및 제3 은닉 노드(233)에 대응하는 출력값을 계산할 수 있다.

[0036] 일실시예로서, 제1 은닉 노드(231)에 상응하는 출력값을 계산하기 위해서 제1 입력 노드 집합의 제1 샘플링된 심전도 신호(211), 제2 샘플링된 심전도 신호(212) 및 제3 샘플링된 심전도 신호(213) 각각에는 가중치 집합(0.3, 0.5, 0.2)이 적용될 수 있다. 다시 말하여, 제1 샘플링된 심전도 신호(211)에는 0.3의 가중치가 적용되고, 제2 샘플링된 심전도 신호(212)에는 0.5의 가중치가 적용되고, 제3 샘플링된 심전도 신호(213)에는 0.2의 가중치가 적용될 수 있다. 마찬가지로, 제2 은닉 노드(232)에 상응하는 출력값을 계산하기 위해서 제2 입력 노드 집합의 샘플링된 심전도 신호(212, 213, 214)에 동일한 가중치 집합(0.3, 0.5, 0.2)이 적용될 수 있다. 그에 따라, 제2 샘플링된 심전도 신호(212)에는 0.3의 가중치가 적용되고, 제3 샘플링된 심전도 신호(213)에는 0.5의 가중치가 적용되고, 제4 샘플링된 심전도 신호(214)에는 0.2의 가중치가 계산될 수 있다. 본 실시예에 따라, 복수의 은닉 노드(231, 232, 233, 234, 235, 236, 237) 각각은 복수의 입력 노드(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229)와 공유되는 가중치 집합을 이용하여 연결될 수 있다.

[0037] 심전도 신호에는 사용자의 상태에 따라 변화(variation)가 나타날 수 있다. 예시적으로, 사용자의 흥분 상태, 수면 부족 상태, 카페인 과다 부족 상태 등에 따라 하나의 주기에 상응하는 심전도 신호 내의 피크값의 위치가 변경될 수 있다. 본 실시예에 따라, 인증 장치는 뉴럴 네트워크의 입력 노드를 입력 노드 집합으로 그룹핑하고, 그룹핑된 입력 노드 집합에 동일한 가중치 집합을 적용할 수 있다. 다시 말하면, 뉴럴 네트워크에 포함되는 복수의 은닉 노드들은 동일한 가중치 집합을 공유하여 입력 노드들과 연결될 수 있다. 복수의 입력 노드로 입력되는 심전도 신호가 소정의 시간 간격에 대응되는 경우에, 인증 장치는 시간 간격 내의 심전도 신호의 변화에도 불구하고 동일한 또는 소정의 오차 범위 내의 출력값을 특징값으로서 출력할 수 있다. 본 실시예에 따라, 인증 장치는 사용자의 상태 변화나 잡음 변화에도 보다 안정적으로 사용자 인증을 수행할 수 있다.

[0038] 도 2c는 일실시예에 따른 서브 뉴럴 네트워크를 설명하기 위한 예시도이다.

[0039] 도 2c를 참조하면, 특징값을 추출하기 위한 서브 뉴럴 네트워크가 도시된다. 서브 뉴럴 네트워크는 복수의 입력 노드(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229)를 포함하는 입력 계층 노드(220) 및 복수의 은닉 노드(231, 232, 233, 234, 235, 236, 237)를 포함하는 은닉 계층 노드(230)를 포함할 수 있다. 앞서 기재한 바와 같이, 은닉 계층 노드(230)들은 동일한 가중치 집합을 공유하며 입력 계층 노드(220)에 연결될 수 있다. 위에

대한 구체적인 설명은 도 2a 및 도 2b와 함께 기재된 설명이 다시 적용될 수 있어 자세한 설명은 생략하기로 한다.

- [0040] 도 2c에서 도시되는 서브 뉴럴 네트워크는 심전도 신호에 포함되는 P파, QRS파 및 T파 중 적어도 하나의 구간 신호에 대응할 수 있다. 일실시예에 따르면, 인증 장치는 적어도 하나의 서브 뉴럴 네트워크를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 인증 장치는 상기 P파에 대응하는 제1 가중치 집합을 갖는 제1 서브 뉴럴 네트워크, 상기 QRS파에 대응하는 제2 가중치 집합을 갖는 제2 서브 뉴럴 네트워크 및 상기 T파에 대응하는 제3 가중치 집합을 갖는 제3 서브 뉴럴 네트워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0041] 심전도 신호는 다른 임의의 신호와 다르게 심장의 운동에 따라 P파, QRS파 및 T파로 분리될 수 있다. 본 실시예에 따른 인증 장치는 서로 다른 특징을 나타내는 P파, QRS파 및 T파 각각에 대응하는 서브 뉴럴 네트워크를 포함하여 보다 적은 개수의 내부 노드를 이용하면서 보다 높은 인증의 정확성을 획득할 수 있다.
- [0042] 더하여, 인증 장치는 은닉 계층 노드(230)에 대응하는 복수의 특징값에 맥스 풀링(max pooling)을 수행(240)할 수 있다. 일실시예로서, 인증 장치는 기설정된 범위의 상위값을 특징값으로서 추출할 수 있다. 다른 일실시예로서, 인증 장치는 복수의 특징값 중 가장 높은 값을 나타내는 제1 특징값을 입력 심전도 신호에 대응하는 특징값으로서 추출할 수 있다. 심전도 신호가 나타내는 타임 쉬프팅(time shifting) 특성에 따라 인증 장치는 은닉 계층 노드(230)가 동일한 가중치 집합을 공유하도록 구현될 수 있다. 따라서, 가장 높은 특징값을 나타내는 은닉 노드(231, 232, 233, 234, 235, 236, 237)는 실제로 심전도 신호가 입력된 샘플링 구간에 연관되는 특징값을 출력할 수 있다. 본 실시예에 따른 인증 장치는 은닉 계층 노드(230)의 출력값에 맥스 풀링(max pooling)을 수행(240)하여 출력값을 결정하기 때문에 타임 쉬프팅에도 불구하고 입력 심전도 신호에 상응하는 특징값을 안정적으로 출력해낼 수 있다.
- [0043] 도 2c에 기재된 실시예에서는 출력 계층 노드(250)에서 입력 심전도 신호에 대응하는 네 개의 특징값이 추출되는 과정이 도시된다. 다만, 이는 예시적 기재일뿐 뉴럴 네트워크의 기계 학습에 따라 다양한 개수의 특징값들이 입력 심전도 신호에 대응하는 특징값으로 출력될 수 있다.
- [0044] 도 2d는 뉴럴 네트워크를 이용하여 특징값을 추출하는 과정을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- [0045] 도 2d를 참조하면, 인증 장치에 포함되는 뉴럴 네트워크(260)가 도시된다. 뉴럴 네트워크(260)는 입력 심전도 신호를 입력 받는 입력 계층 노드(261)와 입력 심전도 신호에 대응하는 특징값을 출력하는 출력 계층 노드(262)를 포함할 수 있다. 일실시예에 따르면, 뉴럴 네트워크(260)는 세 개의 서브 뉴럴 네트워크(271, 272, 273)를 포함할 수 있다. 예시적으로, 제1 서브 뉴럴 네트워크(271)는 입력 심전도 신호 중 P파의 특징값을 추출하고, 제2 서브 뉴럴 네트워크(272)는 입력 심전도 신호 중 QRS파의 특징값을 추출하고, 제3 서브 뉴럴 네트워크(273)는 입력 심전도 신호 중 T파의 특징값을 추출할 수 있다. 더하여, 각각의 서브 뉴럴 네트워크(271, 272, 273)의 특징값을 모두 연결하여(fully connected) 입력 심전도 신호의 특징값을 계산해낼 수 있다. 각각의 서브 뉴럴 네트워크(271, 272, 273)에 포함되는 노드의 개수 및 노드들이 연결되는 가중치는 기계 학습의 결과에 따라 결정될 수 있다. 인증 장치가 인증을 수행하기 위해 진행되는 기계 학습에 관한 설명이 아래의 도면과 함께 추가될 것이다.
- [0046] 도 3은 뉴럴 네트워크가 기계 학습하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 인증 장치가 특징값을 추출하기 위해 기계 학습을 수행하는 과정이 도시된다. 인증 장치는 샤미즈 뉴럴 네트워크(Siamese Neural Network)(321, 322)를 이용하여 사용자를 인증하기 위한 특징값을 추출할 수 있다. 아래의 설명에서 샤미즈 뉴럴 네트워크는 노드의 개수, 가중치의 크기 및 연결 관계를 공유하는 동일한 뉴럴 네트워크(321, 322)를 나타낼 수 있다.
- [0048] 제1 뉴럴 네트워크(321)에는 제1 심전도 신호 X1(311)이 입력될 수 있다. 더하여, 제2 뉴럴 네트워크(322)에는 제2 심전도 신호 X2(312)가 입력될 수 있다. 각각의 뉴럴 네트워크(321, 322)는 입력되는 심전도 신호(311, 312)에 대응하는 제1 특징값 Y1(331) 및 제2 특징값 Y2(332)를 각각 출력값으로 계산할 수 있다. 인증 장치는 입력되는 복수의 심전도 신호(311, 312)에 연관되는 사용자에게 관한 식별 정보를 미리 저장할 수 있다. 상기 식별 정보를 이용하여, 인증 장치는 동일한 사용자로부터 획득된 심전도 신호(311, 312)는 출력되는 특징값(331, 332)의 차이값 $|Y1 - Y2|$ (340)이 작아지도록, 상이한 사용자로부터 획득된 심전도 신호(311, 312)는 출력되는 특징값(331, 332)의 차이값 $|Y1 - Y2|$ (340)이 커지도록 기계 학습을 수행할 수 있다. 상기 기계 학습의 결과에 따라 각각의 등록 사용자에게 대응하는 심전도 신호를 보다 빠르고 정확하게 판단하기 위한 특징값이 식별될

수 있다.

- [0049] 도 4a 및 도 4b는 일실시예에 따른 심전도 신호의 구간 신호 각각의 서브 뉴럴 네트워크를 생성하는 과정을 설명하는 예시도이다.
- [0050] 도 4a를 참조하면, 인증 장치에 입력된 생체 신호로부터 획득된 입력 심전도 신호(410), P파(421), QRS파(422) 및 T파(423)의 예시적 그래프가 도시된다. 그래프의 X 축은 시간 축을 나타내고 단위는 second이고, Y 축은 진폭을 나타내고 단위는 mV이다. 인증 장치는 하나의 주기에 대응하는 심전도 신호(410)로부터 P파(421), QRS파(422) 및 T파(423)를 추출할 수 있다. 예시적으로, 인증 장치는 R 피크값의 위치에 기초하여 QRS 간격의 평균값을 이용하여 QRS파(422)를 추출하고, 추출된 QRS파(422)에 의해 분리되는 각각의 구간 신호를 P파(421) 및 T파(423)로 추출할 수 있다. 다만, 실시예의 범위가 이에 한정되는 것은 아니고 인증 장치는 다양한 추출 방법에 따라 P파(421), QRS파(422) 및 T파(423) 각각을 추출할 수 있다.
- [0051] 도 4b를 참조하면, P파(421)에 대응하는 제1 서브 뉴럴 네트워크(431), QRS파(422)에 대응하는 제2 서브 뉴럴 네트워크(432) 및 T파(423)에 대응하는 제3 서브 뉴럴 네트워크(433)가 도시된다. 일실시예에 따르면, 인증 장치는 하나의 입력 심전도 신호(410)로부터 추출된 P파(421), QRS파(422) 및 T파(423)를 서로 다른 서브 뉴럴 네트워크(431, 432, 433) 각각의 입력 노드에 입력할 수 있다. 서브 뉴럴 네트워크(431, 432, 433) 각각은 P파(421), QRS파(422) 및 T파(423)에 서로 다른 가중치를 적용하여 각각의 은닉 계층 노드의 출력값을 계산해낼 수 있다. 다만, 이 과정에서 도 2a 및 도 2b의 실시예에서 설명된 입력 노드 집합 각각에는 동일한 가중치 집합이 적용되는 구성이 이용될 수 있다.
- [0052] 본 실시예에 따른 때, 인증 장치는 P파(421), QRS파(422) 및 T파(423) 각각에 대응하는 서브 뉴럴 네트워크(431, 432, 433)를 생성할 수 있다. 인증 장치가 독립된 서브 뉴럴 네트워크(431, 432, 433)를 생성하는 과정에는 미리 저장된 기준 심전도 신호를 이용한 기계 학습이 이용될 수 있다. 예시적으로, 기준 심전도 신호는 등록된 사용자에 대응하는 심전도 신호뿐만 아니라 미확인 사용자에 대응하는 심전도 신호를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 미확인 사용자는 등록된 사용자와 구별되는 다른 사람일 수 있다.
- [0053] 더하여, 기계 학습에 따라 인증 장치는 독립된 서브 뉴럴 네트워크(431, 432, 433) 각각의 입력 계층 노드의 개수, 입력 노드 집합의 가중치의 크기, 은닉 계층 노드의 개수 및 노드들의 연결 관계를 결정할 수 있다. 생성된 서브 뉴럴 네트워크(431, 432, 433)는 입력 심전도 신호(410) 전체를 처리하는 뉴럴 네트워크와 비교하여 보다 간단한 노드들의 연결 관계를 가질 수 있다. 또한, 뉴럴 네트워크 내에서 입력 계층 노드와 출력 계층 노드를 연결하는 은닉 계층 노드의 개수가 감소될 수 있다. 본 실시예에 따른 인증 장치는 P파(421), QRS파(422) 및 T파(423) 각각에 독립적으로 대응하는 뉴럴 네트워크(431, 432, 433)를 생성하여 미리 저장된 기준 심전도 신호에 따라 편향된(overfitting) 출력값을 계산하는 것을 방지할 수 있다.
- [0054] 도 5는 일실시예에 따른 인증 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.
- [0055] 도 5를 참조하면, 인증 장치(500)는 뉴럴 네트워크(510), 메모리(520) 및 신호 분리부(530)를 포함할 수 있다. 인증 장치(500)는 기저장된 기준 심전도 신호를 이용하여 사용자 인증을 수행하기 위한 기계 학습을 수행할 수 있다. 예를 들어, 기계 학습에 따라, 뉴럴 네트워크(510)는 기설정된 개수의 입력 노드를 입력 노드 집합으로 그룹핑하고, 그룹핑된 입력 노드 집합에 부여되는 동일한 가중치 집합을 적용하여 출력값을 계산할 수 있다.
- [0056] 인증 장치(500)는 휴대용 전자 장치에 구현(또는 탑재)될 수 있다. 휴대용 전자 장치는 랩탑(laptop) 컴퓨터, 이동 전화기, 스마트 폰(smart phone), 태블릿(tablet) PC, 모바일 인터넷 디바이스(mobile internet device(MID)), PDA(personal digital assistant), EDA(enterprise digital assistant), 휴대용 게임 콘솔(handheld console), e-북(e-book), 또는 스마트 디바이스(smart device)로 구현될 수 있다. 예를 들어, 스마트 디바이스는 스마트 워치(smart watch) 또는 스마트 밴드(smart band)로 구현될 수 있다.
- [0057] 뉴럴 네트워크(510)는 뉴럴 네트워크에 포함되는 입력 노드를 동일한 가중치 집합이 부여되는 입력 노드 집합으로 그룹핑할 수 있다. 일실시예에 따르면, 뉴럴 네트워크(510)는 소정의 시간 범위 내의 심전도 신호를 입력 받는 입력 노드를 상기 입력 노드 집합으로 그룹핑할 수 있다. 더하여, 뉴럴 네트워크(510)는 입력 노드 집합에 대응하는 은닉 계층 노드를 생성할 수 있다. 또한, 뉴럴 네트워크(510)는 은닉 계층 노드를 상기 출력값과 매칭시킬 수 있다.
- [0058] 다른 일실시예에 따르면, 뉴럴 네트워크(510)는 기계 학습에 따라 미리 지정된 개수의 상기 입력 노드를 포함하는 입력 노드 집합과 복수의 은닉 노드 각각을 연결할 수 있다. 더하여, 복수의 은닉 노드 각각은 동일한 가중

치 집합을 공유하여 입력 노드 집합 각각에 연결될 수 있다.

- [0059] 더하여, 뉴럴 네트워크(510)는 입력 노드 각각에 입력되는 심전도 신호에 가중치를 적용하여 은닉 계층 노드에 대응하는 특징값을 추출할 수 있다. 예시적으로, 하나의 입력 노드 집합은 하나의 은닉 계층 노드에 매칭될 수 있다. 더하여, 뉴럴 네트워크(510)는 복수의 은닉 노드 각각을 입력 노드 집합 각각에 순차적으로 연결할 수 있다.
- [0060] 메모리(520)는 사용자에게 연관되는 입력 심전도 신호와 뉴럴 네트워크(510)를 이용하여 계산된 특징값을 상기 사용자와 매칭하여 등록할 수 있다. 또한, 메모리(520)는 등록 사용자와 구분되는 다른 사용자들의 복수의 기준 심전도 신호를 저장할 수 있다.
- [0061] 신호 분리부(530)는 입력 심전도 신호로부터 P파, QRS파 및 T파 중 적어도 하나의 구간 신호를 분리할 수 있다. 예시적으로, 신호 분리부(530)는 입력 심전도 신호에서 R 피크의 위치를 추출할 수 있다. 더하여, 신호 분리부(530)는 R 피크를 포함하는 상향파, 상기 상향파 다음에 추출되는 하향파, 상기 상향파 앞에 기록되는 하향파를 QRS파로서 추출할 수 있다. 위의 기재는 예시적 기재일 뿐, 심전도 신호를 분리하는 다양한 방법에 따라 신호 분리부(530)는 입력 심전도 신호로부터 P파, QRS파 및 T파 중 적어도 하나의 구간 신호를 분리할 수 있다.
- [0062] 뉴럴 네트워크(510)는 적어도 하나의 구간 신호 각각에 대응하는 서브 뉴럴 네트워크를 포함할 수 있다. 일실시예에 따르면, 뉴럴 네트워크(510)는 P파, QRS파 및 T파 각각에 대응하는 서로 다른 노드의 개수, 매개변수의 크기, 연결 관계를 갖는 세 개의 독립된 뉴럴 네트워크를 포함할 수 있다.
- [0063] 더하여, 뉴럴 네트워크(510)는 기저장된 기준 심전도 신호에 기초하여 뉴럴 네트워크(510)의 초기 설정값을 설정할 수 있다. 뉴럴 네트워크(510)는 상기 입력 노드 집합에 적용되는 상기 가중치의 크기, 상기 입력 노드 집합에 포함되는 상기 입력 노드의 개수, 상기 입력 노드 사이의 거리 중 적어도 하나를 상기 초기 설정값으로 설정할 수 있다. 더하여, 뉴럴 네트워크(510)는 등록 사용자에게 상응하는 등록 심전도 신호를 이용하여 초기 설정값을 조정할 수 있다. 실시예에 따른 때, 뉴럴 네트워크(510)는 기준 심전도 신호를 이용하여 뉴럴 네트워크의 기계 학습이 진행된 이후에 등록 심전도 신호를 이용하여 기계 학습을 추가적으로 진행할 수 있다. 본 실시예에 따른 때, 인증 장치는 등록 사용자에게 상응하는 등록 심전도 신호를 이용하여 파인 튜닝(fine tuning)이 수행되고, 등록 사용자를 보다 빠르고 정확하게 인증할 수 있다.
- [0064] 도 6는 다른 실시예에 따른 인증 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0065] 도 6를 참조하면, 단계(610)에서 인증 장치는 뉴럴 네트워크를 이용하여 입력 심전도 신호 및 기준 심전도 신호 각각에 대응하는 출력값을 계산할 수 있다. 상기 출력값은 등록 심전도 신호에 매칭하여 인증 장치 내의 메모리에 미리 저장된 특징값을 나타낼 수 있다. 일실시예에 따르면, 인증 장치는 입력 심전도 신호에 대응하는 제1 뉴럴 네트워크 및 기준 심전도 신호에 대응하는 제2 뉴럴 네트워크를 이용하여 출력값을 계산할 수 있다. 보다 구체적으로, 제1 뉴럴 네트워크 및 제2 뉴럴 네트워크는 내부 노드들에 부여되는 가중치를 공유하는 샤미즈 뉴럴 네트워크(Siamese Neural Network)일 수 있다. 본 실시예에 따른 사용자의 인증 과정에 이용되는 샤미즈 뉴럴 네트워크에 대한 보다 자세한 설명은 아래에 추가되는 도면과 함께 기재된다. 본 실시예에서 입력 심전도 신호는 인증 장치에 접촉된 사용자로부터 획득된 심전도 신호를 나타낼 수 있다. 또한, 기준 심전도 신호는 인증 장치에 미리 저장된 심전도 신호를 나타내고, 기준 심전도 신호는 등록 사용자 및 미확인 사용자, 다시 말하여 등록 사용자와 구별되는 타인 중 어느 하나와 연관되는 신호를 나타낼 수 있다. 인증 장치 내에 등록 사용자는 한 명으로 한정되지 않을 수 있고, 하나의 인증 장치 내에 복수의 등록 사용자가 등록될 실시예도 구현 가능할 것이다.
- [0066] 단계(610)에서 인증 장치는 심전도 신호를 이용하여 사용자 인증을 수행할 타겟 사용자로부터 복수 개의 입력 심전도 신호를 획득하고, 획득된 복수 개의 입력 심전도 신호에서 P파, QRS파 및 T파를 추출하는 단계를 더 실행할 수 있지만, 앞서 기재한 도 1의 단계(110) 및 단계(120)의 설명이 그대로 적용될 수 있어 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0067] 단계(620)에서, 인증 장치는 계산된 출력값들의 유사도를 계산할 수 있다. 일실시예에 따르면, 입력 심전도 신호에 대응하는 출력값과 기준 심전도 신호에 대응하는 출력값의 norm, root-mean-square(RMSE), correlation, cosine similarity 등을 비교하는 것으로 출력값들의 유사도를 계산할 수 있다.
- [0068] 단계(630)에서, 인증 장치는 입력 심전도 신호와 소정의 유사도 범위 내에 존재하는 기준 심전도 신호가 등록 사용자에게 연관되는 비율에 따라 사용자를 인증할 수 있다. 일실시예에 따르면, 인증 장치는 k-최대근접이웃 알고리즘(k-Nearest Neighborhood algorithm)을 이용하여 입력 심전도 신호와 소정의 유사도 범위 내에 존재하는

기준 심전도 신호를 추출할 수 있다.

- [0069] 일실시예에 따르면 인증 장치는 추출된 기준 심전도 신호 중 등록 사용자와 연관되는 등록 심전도 신호의 비율을 계산하고, 계산된 비율이 다른 사용자와 비교하여 가장 높은 경우에 임계치 이상인 경우에 인증 장치에 접촉된 사용자를 등록 사용자로서 인증할 수 있다.
- [0070] 다른 일실시예에 따르면 인증 장치는 추출된 기준 심전도 신호 중 등록 사용자와 연관되는 등록 심전도 신호의 비율이 미리 지정된 임계치 이상인 경우에 인증 장치에 접촉된 사용자를 등록 사용자로서 인증할 수 있다. 인증 장치가 이용하는 k-최대근접이웃 알고리즘에 관한 보다 자세한 설명은 아래에서 추가될 도면과 함께 기재된다.
- [0071] 도 7은 일실시예에 따른 샤미즈 뉴럴 네트워크의 동작을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- [0072] 도 7을 참조하면, 인증 장치는 기저장된 기준 심전도 신호(711)와 사용자로부터 획득된 입력 심전도 신호(712)를 샤미즈 뉴럴 네트워크(Siamese Neural Network)에 입력할 수 있다. 보다 구체적으로, 기준 심전도 신호(711)는 제1 뉴럴 네트워크(721)에 입력되고 입력 심전도 신호(712)는 제2 뉴럴 네트워크(722)에 입력될 수 있다. 일실시예에 따르면, 샤미즈 뉴럴 네트워크를 구성하는 제1 뉴럴 네트워크(721) 및 제2 뉴럴 네트워크(722)는 매개 변수의 크기, 가중치의 크기, 내부의 노드들의 개수 및 연결 관계 중 적어도 하나를 공유하는 뉴럴 네트워크일 수 있다.
- [0073] 제1 뉴럴 네트워크(721)은 $G_W(X_1)$ (731)을 출력값으로 계산해낼 수 있다. 마찬가지로, 제2 뉴럴 네트워크(722)은 $G_W(X_2)$ (732)를 출력값으로 계산해낼 수 있다. 다만, 인증 장치가 내부에 저장하는 기준 심전도 신호는 복수의 심전도 신호일 수 있다. 또한, 기준 심전도 신호는 등록 사용자와 연관된 심전도 신호일 수도 있고, 등록 사용자와는 구별되는 다른 사람과 연관된 심전도 신호일 수 있다. 따라서, 제1 뉴럴 네트워크(721)은 복수의 $G_W(X_1)$ (731)를 출력값으로 계산해낼 수 있다. 제1 뉴럴 네트워크(721) 및 제2 뉴럴 네트워크(722)는 샤미즈 뉴럴 네트워크에 포함되는 것으로서 입력 데이터가 유사할수록 유사한 크기의 출력값을 계산해낼 것이다. 다시 말하면, 기준 심전도 신호(711)와 입력 심전도 신호(712)가 유사하면 $G_W(X_1)$ 과 $G_W(X_2)$ 의 유사도 값(640)이 높을 것이고, 기준 심전도 신호(711)와 입력 심전도 신호(712)가 상이하다면 $G_W(X_1)$ 과 $G_W(X_2)$ 유사도 값(640)이 낮게 계산될 것이다.
- [0074] 일실시예에 따르면, 인증 장치는 입력 심전도 신호(712)에 대응하는 하나의 $G_W(X_2)$ (732)와 복수의 기준 심전도 신호(711)에 대응하는 복수의 $G_W(X_1)$ (731)에 k-최대근접이웃 알고리즘을 적용할 수 있다. 인증 장치는 k-최대근접이웃 알고리즘을 적용하여 입력 심전도 신호(712)에 연관되는 사용자가 등록 사용자인지 여부를 결정할 수 있다. 이 과정에 대한 자세한 설명은 아래의 도면과 함께 추가적으로 기재된다.
- [0075] 도 8은 인증 장치가 k-최대근접이웃 알고리즘을 적용하는 과정을 보다 구체적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- [0076] 도 8을 참조하면, 입력 심전도 신호 및 기준 심전도 신호로부터 각각 획득된 복수의 출력값(810, 820, 830, 840, 850)이 도시된다. 인증 장치는 사용자로부터 획득된 입력 심전도 신호를 이용하여 제1 출력값(810)을 획득할 수 있다. 보다 구체적으로, 사용자는 현재 인증을 수행하기 위해 인증 장치에 접촉한 사용자일 수 있다. 더하여, 인증 장치는 기저장된 기준 심전도 신호를 이용하여 복수의 제2 출력값(820, 830, 840, 850)을 획득할 수 있다. 앞서 기재한 바와 같이, 기준 심전도 신호는 인증 장치에 등록된 등록 사용자에게 연관되는 심전도 신호 및 등록 사용자 이외의 미확인 사용자에게 연관되는 심전도 신호를 포함할 수 있다. 인증장치는 등록 사용자에게 연관되는 심전도 신호를 이용하여 복수의 제2-1 출력값(820)을 획득하고, 미확인 사용자에게 연관되는 심전도 신호를 이용하여 복수의 제2-2 출력값(830, 840, 850)을 획득할 수 있다. 예시적으로, 미확인 사용자에게 연관되는 심전도 신호는 복수의 서로 다른 사람에게 연관되는 심전도 신호를 포함할 수 있다.
- [0077] 인증 장치는 제1 출력값(810)을 이용하여 기설정된 유사도 범위 내에 존재하는 복수의 제2 출력값(820, 830, 840, 850)을 추출할 수 있다. 일실시예에 따르면, 인증 장치는 제1 출력값(810)과 차이값이 작은 순서대로, 기설정된 개수의 복수의 제2 출력값(820, 830, 840, 850)을 추출할 수 있다. 도 8에 기재된 실시예에서는 서로 다른 10개의 제2 출력값(820, 830, 840, 850)이 추출된 과정이 도시된다. 다만, 실시예의 범위는 이에 한정되지 않고, 10개보다 작거나 큰 실시예들로 변경하여 적용할 수 있을 것이다.
- [0078] 더하여, 인증 장치는 추출된 제2 출력값(820, 830, 840, 850) 내에 등록 사용자에게 연관되는 제2-1 출력값(820)의 비율을 계산할 수 있다. 인증 장치는 등록 사용자에게 연관되는 제2-1 출력값(820)의 비율이 다른 제2 출력값

(830, 840, 850)의 비율보다 가장 높은 경우에 접촉된 사용자를 등록 사용자로 인증할 수 있다. 위의 실시예에서 제2-1 출력값(820)의 비율은 60%로서, 다른 제2-2 출력값의 비율로 계산된 20% 또는 10%보다 높아 인증 장치는 접촉된 사용자를 등록 사용자로 인증할 수 있다.

[0079] 또한, 다른 일실시예로서 등록 사용자에 연관되는 제2-1 출력값(820)의 비율이 기설정된 임계치 이상인 경우에 접촉된 사용자를 등록 사용자로 인증할 수 있다. 제2-1 출력값(820)의 비율에 연관되는 기설정된 임계치는 인증 장치에 요구되는 보안성에 따라 조절될 수 있는 값이다. 실시예에 따른 인증 장치는 퍼스널 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 스마트 폰, 텔레비전, 스마트 가전 기기, 지능형 자동차, 웨어러블 장치 등 다양한 형태의 제품으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에 높은 보안성이 요구되는 경우에는 기설정된 임계치를 높은 비율로 설정할 수 있다. 이 경우에, 실시예들은 사용자 인증을 통한 결제 서비스 등과 같은 시스템에도 적용될 수 있을 것이다.

[0080] 도 8에 도시된 실시예에서 제2-1 출력값(820)은 추출된 10개의 제2 출력값(820, 830, 840, 850) 중 60%의 비율로 존재한다. 예시적으로, 기설정된 임계치가 50%로 설정된 경우에, 인증 장치는 현재 접촉된 사용자가 등록 사용자라는 것을 인증할 수 있다.

[0081] 도 9은 다른 일실시예에 따른 인증 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.

[0082] 도 9을 참조하면, 인증 장치(900)는 계산부(910), 추출부(920), 결정부(930) 및 메모리(940)를 포함할 수 있다. 계산부(910)는 뉴럴 네트워크를 이용하여 입력 심전도 신호에 대응하는 제1 출력값을 계산할 수 있다. 또한, 계산부(910)는 상기 뉴럴 네트워크를 이용하여 기준 심전도 신호 각각에 대응하는 복수의 제2 출력값을 계산할 수 있다. 예시적으로, 기준 심전도 신호는 등록 사용자 및 미확인 사용자 중 어느 하나에 연관되는 심전도 신호일 수 있다. 계산부(910)는 기계 학습에 따라 결정된 뉴럴 네트워크의 가중치를 적용하여 제1 출력값 및 복수의 제2 출력값을 계산할 수 있다. 계산부(910)는 뉴럴 네트워크 각각의 노드에 부여된 가중치에 따라 가중합을 계산하는 방법으로 제1 출력값 및 복수의 제2 출력값을 계산할 수 있다.

[0083] 추출부(920)는 제1 출력값에 기초하여 기설정된 개수의 상기 복수의 제2 출력값을 추출할 수 있다. 일실시예에 따르면, 추출부(920)는 제1 출력값과 차이값이 작은 순서대로 기설정된 개수의 복수의 제2 출력값을 추출할 수 있다. 더하여, 결정부(930)는 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 기준 심전도 신호가 등록 사용자에 연관되는 비율을 이용하여 사용자의 인증 여부를 결정할 수 있다. 결정부(930)는 상기 추출된 제2 출력값 각각에 대응하는 상기 기준 심전도 신호 중 상기 등록 사용자에 연관되는 비율이 소정의 임계치 이상인 경우에, 상기 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자를 상기 등록 사용자로서 인증할 수 있다. 결정부(930)는 상기 비율이 소정이 임계치 미만인 경우에, 사용자에게 인증 실패 메시지 또는 재인증 요청 메시지를 출력할 수 있다.

[0084] 다른 일실시예에 따르면, 추출부(920)는 제1 출력값과 차이값이 작은 순서대로 서로 다른 개수의 복수의 제2 출력값을 반복적으로 추출할 수 있다. 예시적으로, 추출부(920)는 제1 출력값과 차이값이 작은 순서대로, k_1 개의 제2 출력값, k_2 개의 제2 출력값 및 k_3 개의 제2 출력값을 반복적으로 추출할 수 있다. 결정부(930)는 k_1 개의 제2 출력값에 대응하는 기준 심전도 신호 중 등록 사용자에 연관되는 제1 비율을 계산할 수 있다. 마찬가지로, 결정부(930)는 k_2 개의 제2 출력값에 대응하는 기준 심전도 신호 중 등록 사용자에 연관되는 제2 비율을 계산할 수 있다. 또한, 결정부(930)는 k_3 개의 제2 출력값에 대응하는 기준 심전도 신호 중 등록 사용자에 연관되는 제3 비율을 계산할 수 있다. 더하여, 결정부(930)는 제1 비율, 제2 비율 및 제3 비율 각각을 소정의 임계치와 비교할 수 있다. 그에 따라, 소정의 임계치 이상으로 비율이 계산된 경우가 아닌 경우보다 많은 경우에, 결정부(930)는 입력 심전도 신호에 연관되는 사용자를 등록 사용자로서 인증할 수 있다.

[0085] 메모리(940)는 사용자 인증에 이용되는 기준 심전도 신호를 저장할 수 있다. 더하여, 메모리(940)는 등록 사용자의 서로 다른 복수의 시점 각각에 대응하는 복수의 심전도 신호를 상기 기준 심전도 신호로서 저장할 수 있다. 실시예에 따른 때, 인증 장치(900)는 등록 사용자의 다양한 신체 상태에 상응하는 기준 심전도 신호를 미리 저장하여 기계 학습의 결과가 편향되는 것을 방지할 수 있다. 인증 장치(900)에 접촉된 사용자가 등록 사용자로서 인증된 경우에, 결정부(930)는 상기 입력 심전도 신호를 등록 사용자에 연관되는 기준 심전도 신호로서 새롭게 메모리(940)에 저장할 수 있다.

[0086] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마

이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

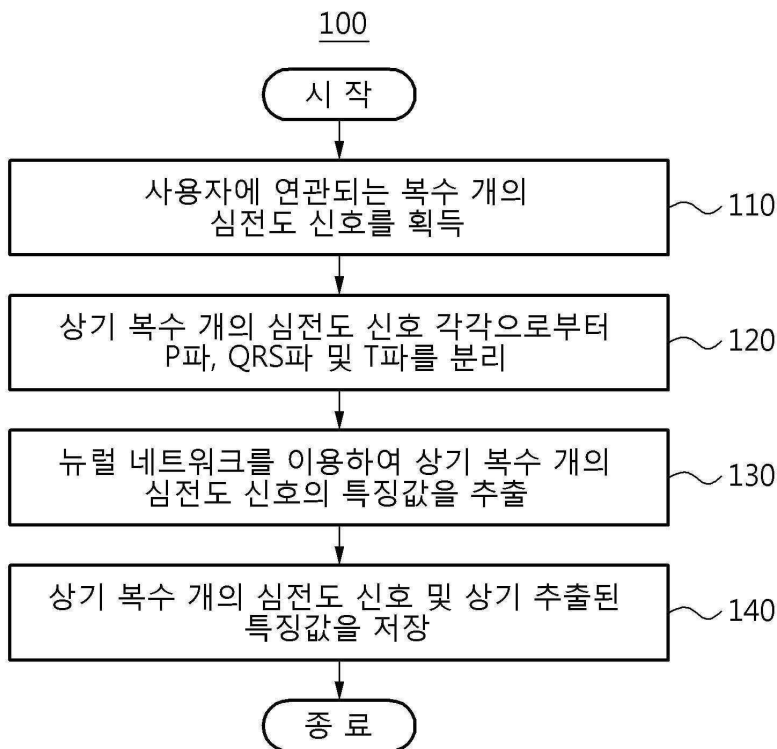
[0087] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0088] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

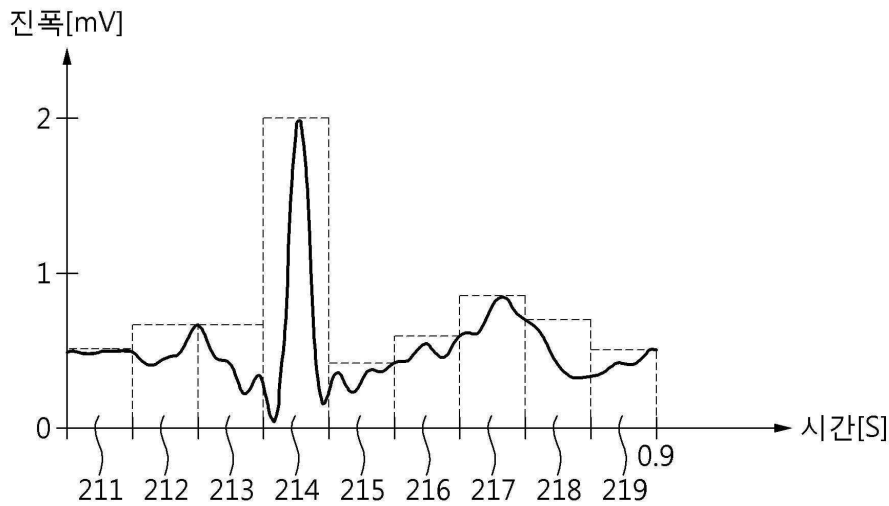
[0089] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

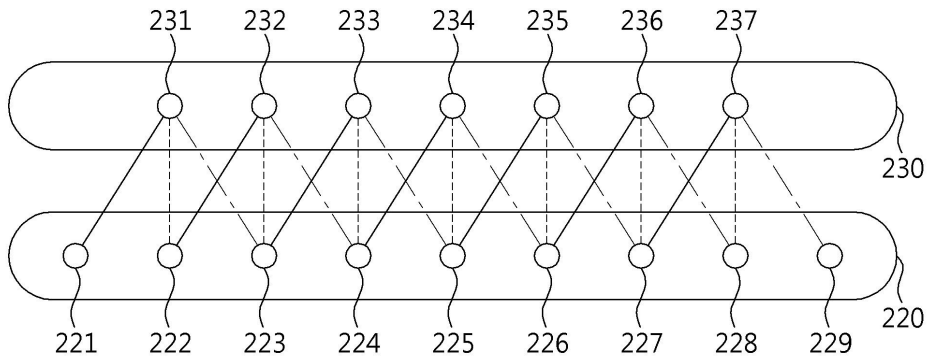
도면1



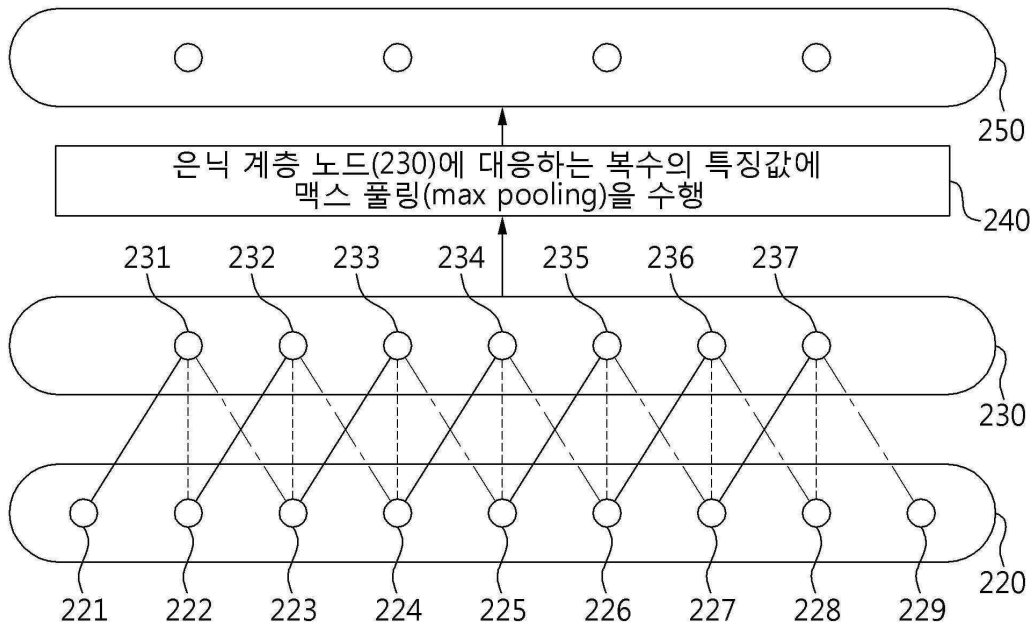
도면2a



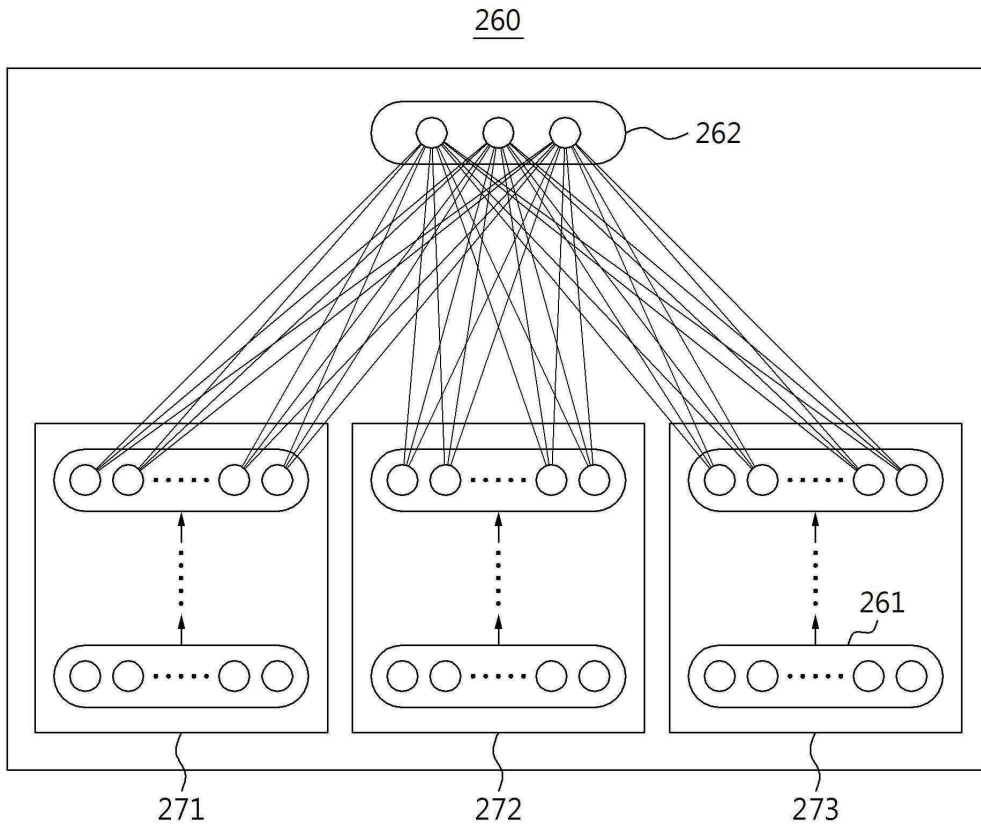
도면2b



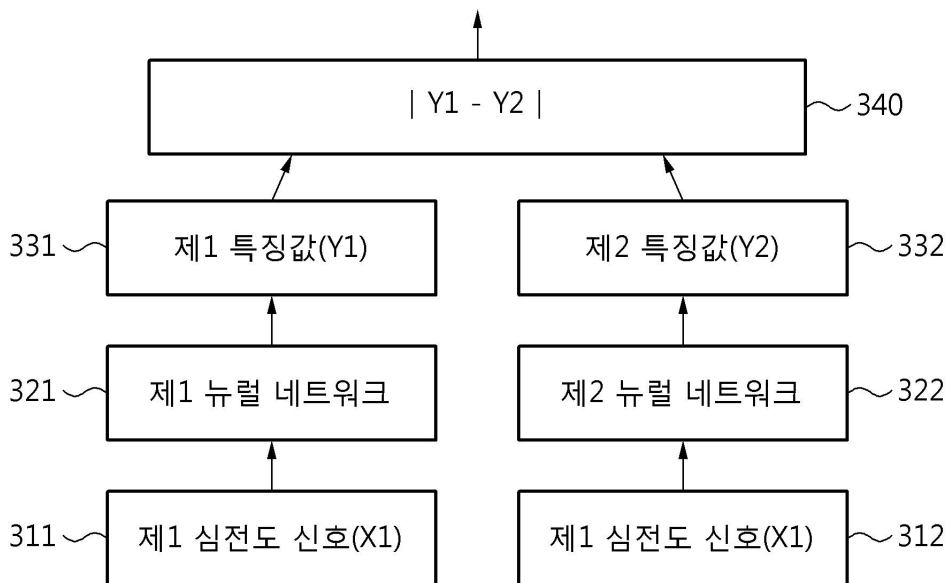
도면2c



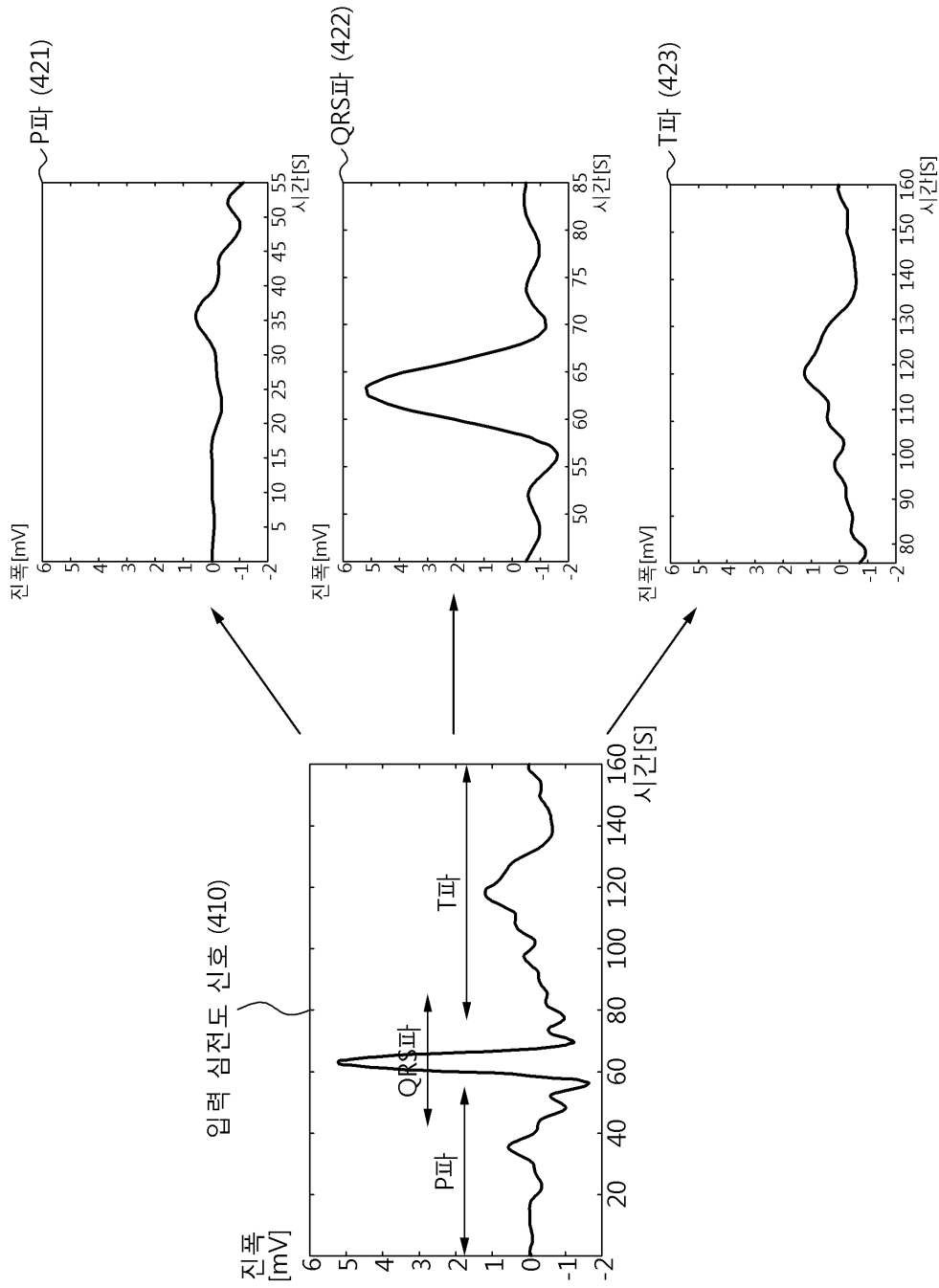
도면2d



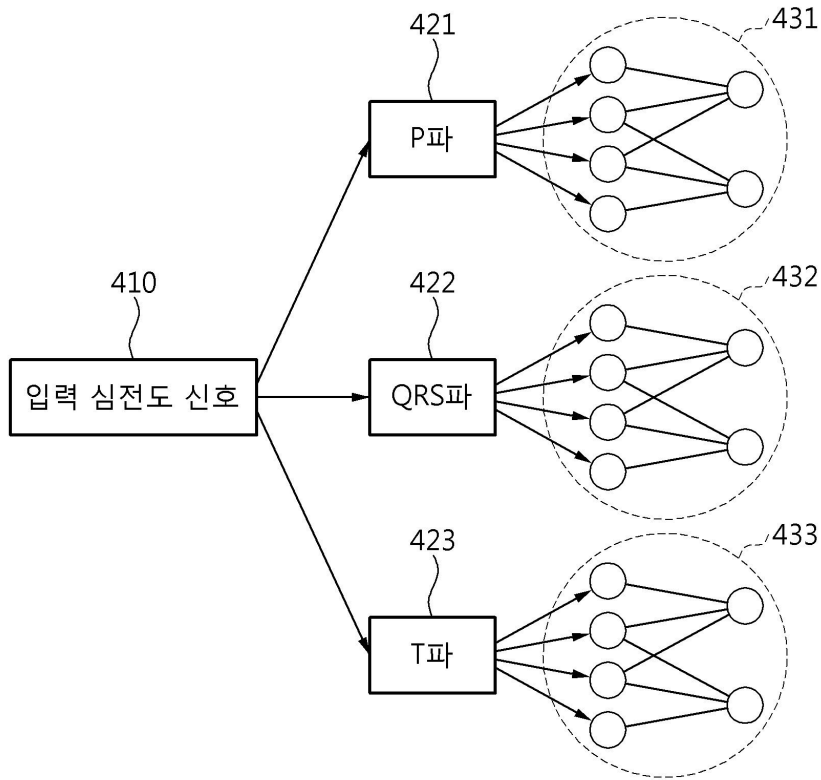
도면3



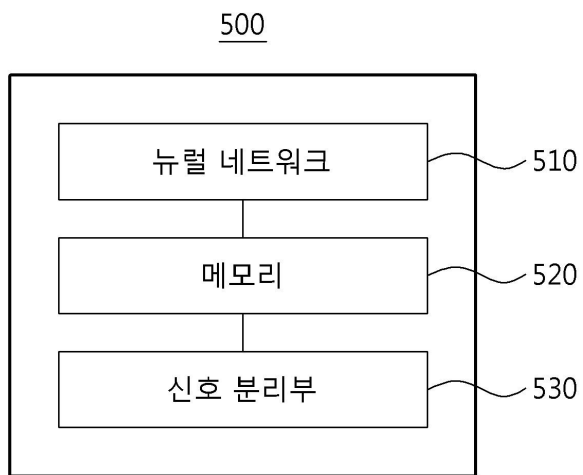
도면4a



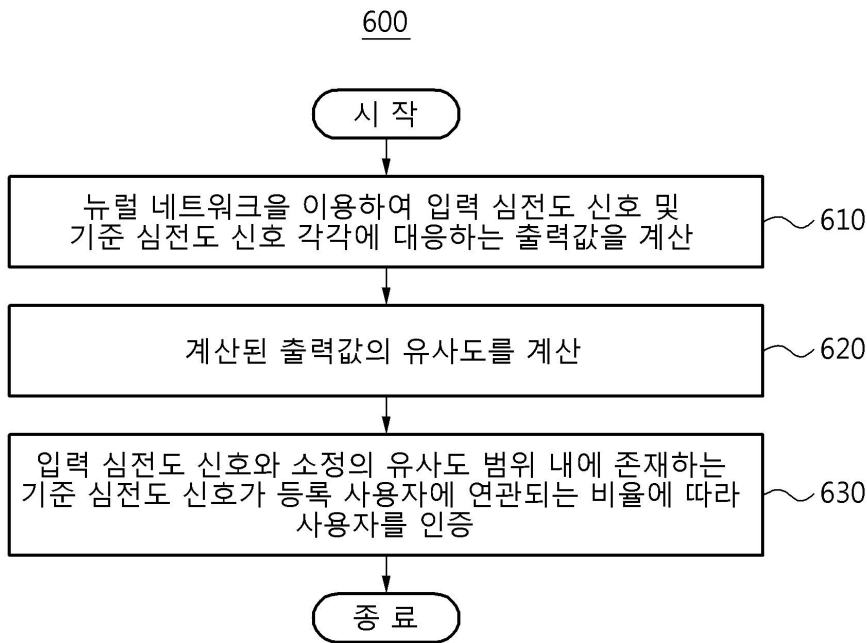
도면4b



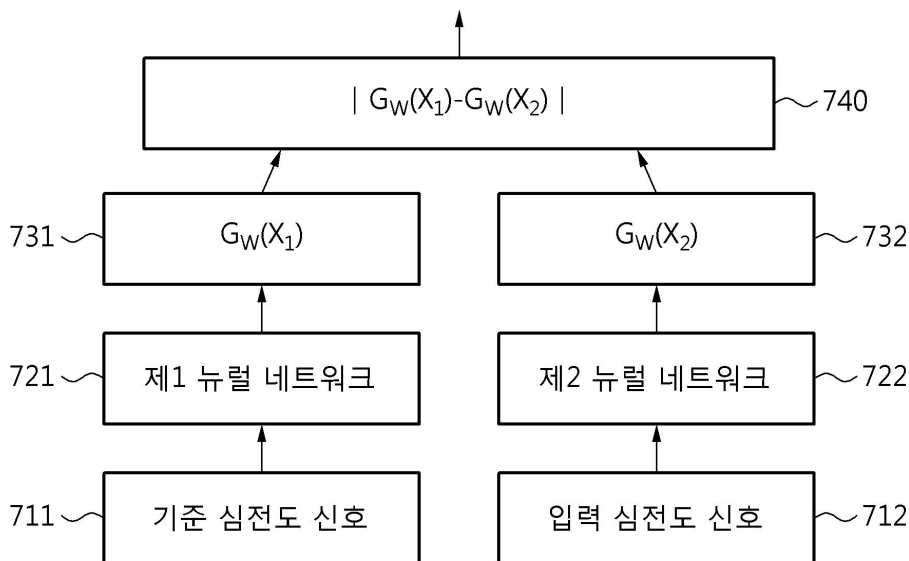
도면5



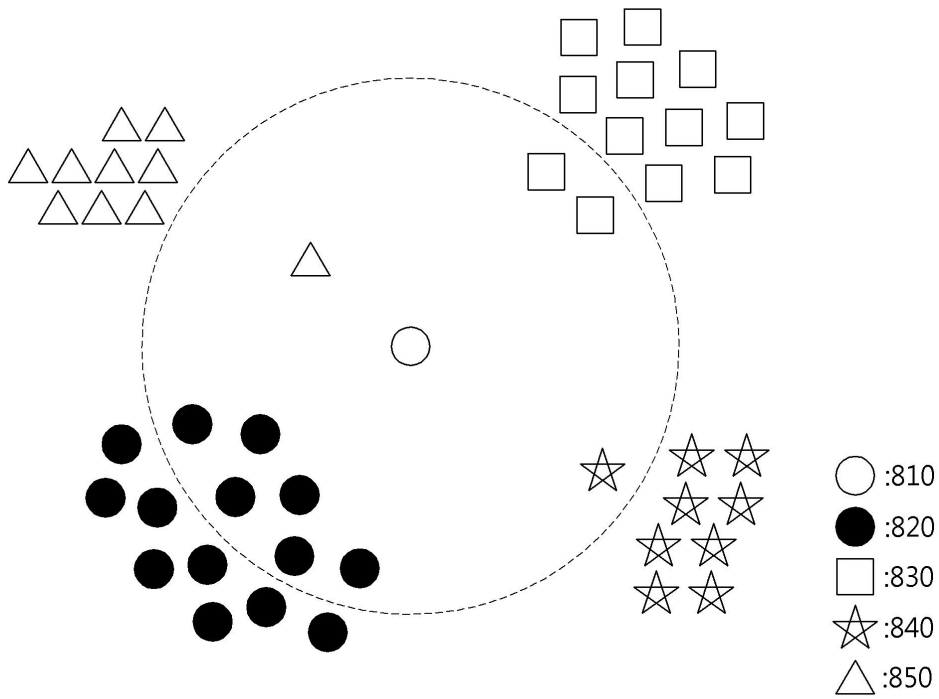
도면6



도면7



도면8



도면9

