

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0144826
(43) 공개일자 2023년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/0537 (2021.01)

A61B 5/11 (2006.01) G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/4869 (2013.01)

A61B 5/0537 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2022-0043984

(22) 출원일자 2022년04월08일

심사청구일자 2022년04월08일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

최진영

서울특별시 성북구 안암로 145, 애기능생활관 108호

김현조

서울특별시 성북구 안암로 145, 애기능생활관 108호

(74) 대리인

김준석, 박민욱

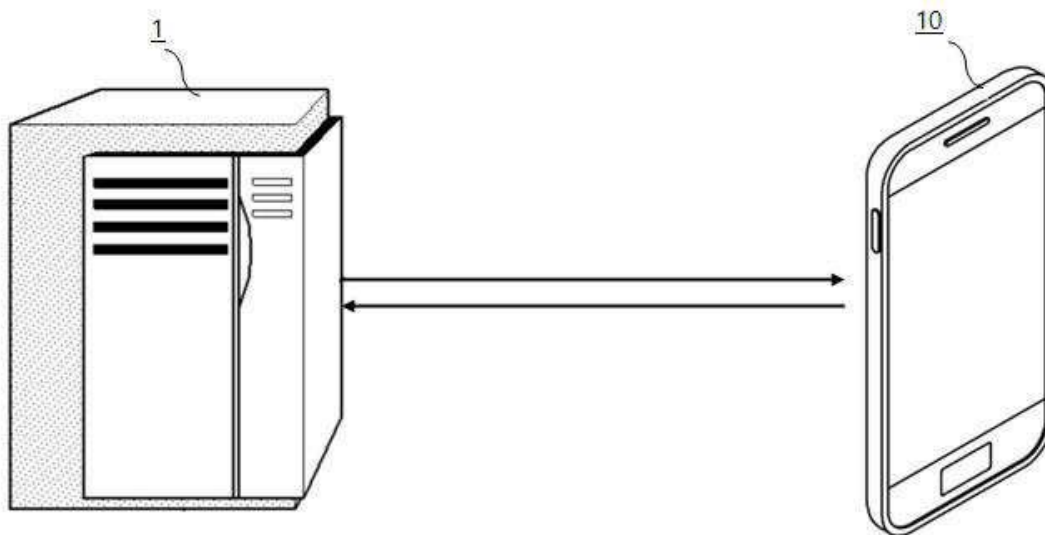
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법

(57) 요약

체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법이 개시된다. 일 측에 따른 관성 측정 센서로부터 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 적어도 하나의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정하고, 운동자세 분석 데이터베이스를 이용하여 상기 결정한 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석하는 분석부, 상기 분석한 운동자세를 기반으로 추출한 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산하는 처리부 및 상기 계산한 운동 속성 벡터를 기반으로 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 체성분 예측 정보를 제공하는 제공부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/1118 (2013.01)

A61B 5/1123 (2013.01)

A61B 5/7257 (2013.01)

A61B 5/7264 (2023.08)

G16H 50/20 (2018.01)

A61B 2562/0219 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

관성 측정 센서로부터 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 적어도 하나의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정하고, 운동자세 분석 데이터베이스를 이용하여 상기 결정한 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석하는 분석부;

상기 분석한 운동자세를 기반으로 추출한 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산하는 처리부; 및

상기 계산한 운동 속성 벡터를 기반으로 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 체성분 예측 정보를 제공하는 제공부;

를 포함하는 체성분 예측 정보 제공 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분석부는,

푸리에 변환을 통해 상기 수집한 복수의 관성 데이터를 주파수 축으로 변환하고, 주파수 축으로 변환된 관성 데이터 중에서 진폭을 기준으로 미리 설정된 개수의 관성 데이터를 추출하여 대표 관성 데이터로 결정하는 체성분 예측 정보 제공 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 처리부는,

운동자세 별로 운동자세 사전 데이터가 기 저장된 운동사전 데이터베이스로부터 상기 분석한 운동자세에 대응되는 운동자세 사전 데이터를 추출하고, 상기 추출한 운동자세 사전 데이터와 상기 운동량 데이터를 이용하여 운동 데이터를 생성하는 체성분 예측 정보 제공 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 운동 데이터와 사용자 체성분 데이터를 기반으로 생성된 운동 속성 벡터에 대해 정규화 및 시계열 처리 연산을 수행하는 체성분 예측 정보 제공 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 운동자세 분석 데이터베이스에는,

샘플 관성 데이터에 대해 밀도 기반 클러스터링 기법을 적용하여 생성한 하나 이상의 클러스터가 운동자세 별로 미리 저장되며, 상기 하나 이상의 클러스터 각각에는 대표 값이 미리 설정된 체성분 예측 정보 제공 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 분석부는,

상기 하나 이상의 클러스터 각각에 미리 설정된 대표 값과 상기 대표 관성 데이터 간의 거리를 기초로 운동자세를 분석하는 체성분 예측 정보 제공 시스템.

청구항 7

관성 측정 센서로부터 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 적어도 하나의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정하고, 운동자세 분석 데이터베이스를 이용하여 상기 결정한 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석하는 단계;

상기 분석한 운동자세를 기반으로 추출한 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산하는 단계; 및

상기 계산한 운동 속성 벡터를 기반으로 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 체성분 예측 정보를 제공하는 단계;

를 포함하는 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 분석하는 단계는,

푸리에 변환을 통해 상기 수집한 복수의 관성 데이터를 주파수 축으로 변환하고, 주파수 축으로 변환된 관성 데이터 중에서 진폭을 기준으로 미리 설정된 개수의 관성 데이터를 추출하여 대표 관성 데이터로 결정하는 단계;

를 포함하는 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 계산하는 단계는,

운동자세 별로 운동자세 사전 데이터가 기 저장된 운동사전 데이터베이스로부터 상기 분석한 운동자세에 대응되는 운동자세 사전 데이터를 추출하고, 상기 추출한 운동자세 사전 데이터와 상기 운동량 데이터를 이용하여 운동 데이터를 생성하는 단계;

를 포함하는 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 계산하는 단계는,

상기 운동 데이터와 사용자 체성분 데이터를 기반으로 생성된 운동 속성 벡터에 대해 정규화 및 시계열 처리 연산을 수행하는 단계;

를 더 포함하는 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 운동자세 분석 데이터베이스에는,

샘플 관성 데이터에 대해 밀도 기반 클러스터링 기법을 적용하여 생성한 하나 이상의 클러스터가 운동자세 별로 미리 저장되며, 상기 하나 이상의 클러스터 각각에는 대표 값이 미리 설정된 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 분석하는 단계는,

상기 하나 이상의 클러스터 각각에 미리 설정된 대표 값과 상기 대표 관성 데이터 간의 거리를 기초로 운동자세를 분석하는 단계;

를 포함하는 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 코로나19를 겪으면서 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 오프라인 피트니스뿐만 아니라 온라인 피트니스 채널 사용자도 증가하는 추세이다. 뿐만 아니라, 헬스케어 기능을 지원하는 웨어러블 기기의 이용자들이 증가함에 따라, 건강 및 운동을 관리할 수 있는 운동 기록 어플리케이션이 등장하고 있다. 다만, 종래 운동 기록 어플리케이션들의 경우 날짜, 신체 부위 등에 대한 상세 운동 기록을 사용자가 직접 개별적으로 입력해야 하는 번거로운 문제점이 있다. 또한, 웨어러블 기기를 통해 측정 가능한 데이터는 한정되어 있어 전반적인 신체 변화 정도를 예측하기 어렵다는 문제점이 있다. 이에 따라, 이러한 문제점들을 해결하기 위한 연구가 진행 중이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허공보 제10-0123408호(1994.09.15)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 개시된 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법은 관성 데이터를 기반으로 사용자의 운동 자세를 분류하여 운동량을 분석 및 제공하는데 목적이 있다.

[0005] 개시된 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법은 분석한 운동량을 기반으로 체성분 예측 정보를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 측에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템은 관성 측정 센서로부터 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 적어도 하나의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정하고, 운동자세 분석 데이터베이스를 이용하여 상기 결정한 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석하는 분석부; 상기 분석한 운동자세를 기반으로 추출한 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산하는 처리부; 및 상기 계산한 운동 속성 벡터를 기반으로 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 체성분 예측 정보를 제공하는 제공부를 포함할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 분석부는, 푸리에 변환을 통해 상기 수집한 복수의 관성 데이터를 주파수 축으로 변환하고, 주파수 축으로 변환된 관성 데이터 중에서 진폭을 기준으로 미리 설정된 개수의 관성 데이터를 추출하여 대표 관성 데이터로 결정할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 처리부는, 운동자세 별로 운동자세 사전 데이터가 기 저장된 운동자세 사전 데이터베이스로부터 상기 분석한 운동자세에 대응되는 운동자세 사전 데이터를 추출하고, 상기 추출한 운동자세 사전 데이터와 상기 운동량 데이터를 이용하여 운동 데이터를 생성할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 처리부는, 상기 운동 데이터와 사용자 체성분 데이터를 기반으로 생성된 운동 속성 벡터에 대해 정규화 및 시계열 처리 연산을 수행할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 운동자세 분석 데이터베이스에는, 샘플 관성 데이터에 대해 밀도 기반 클러스터링 기법을 적용하여

생성한 하나 이상의 클러스터가 운동자세 별로 미리 저장되며, 상기 하나 이상의 클러스터 각각에는 대표 값이 미리 설정될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 분석부는, 상기 하나 이상의 클러스터 각각에 미리 설정된 대표 값과 상기 대표 관성 데이터 간의 거리를 기초로 운동자세를 분석할 수 있다

[0012] 일 측에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어방법은 관성 측정 센서로부터 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 적어도 하나의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정하고, 운동자세 분석 데이터베이스를 이용하여 상기 결정한 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석하는 단계; 상기 분석한 운동자세를 기반으로 추출한 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산하는 단계; 및 상기 계산한 운동 속성 벡터를 기반으로 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 체성분 예측 정보를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 분석하는 단계는, 푸리에 변환을 통해 상기 수집한 복수의 관성 데이터를 주파수 축으로 변환하고, 주파수 축으로 변환된 관성 데이터 중에서 진폭을 기준으로 미리 설정된 개수의 관성 데이터를 추출하여 대표 관성 데이터로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 계산하는 단계는, 운동자세 별로 운동자세 사전 데이터가 기 저장된 운동사전 데이터베이스로부터 상기 분석한 운동자세에 대응되는 운동자세 사전 데이터를 추출하고, 상기 추출한 운동자세 사전 데이터와 상기 운동량 데이터를 이용하여 운동 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 계산하는 단계는, 상기 운동 데이터와 사용자 체성분 데이터를 기반으로 생성된 운동 속성 벡터에 대해 정규화 및 시계열 처리 연산을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 운동자세 분석 데이터베이스에는, 샘플 관성 데이터에 대해 밀도 기반 클러스터링 기법을 적용하여 생성한 하나 이상의 클러스터가 운동자세 별로 미리 저장되며, 상기 하나 이상의 클러스터 각각에는 대표 값이 미리 설정될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 분석하는 단계는, 상기 하나 이상의 클러스터 각각에 미리 설정된 대표 값과 상기 대표 관성 데이터 간의 거리를 기초로 운동자세를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 개시된 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법은 관성 데이터를 기반으로 사용자의 운동자세를 분류하여 운동량을 분석 및 제공할 수 있다.

[0019] 개시된 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템 및 그 제어방법은 분석한 운동량을 기반으로 체성분 예측 정보를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 일 실시예에 따른 사용자 단말의 다양한 구현 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어 블록도를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 일 실시예에 따른 시간 축 상에 표현된 관성 데이터를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시예에 따른 주파수 축 상에 표현된 관성 데이터를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시예에 따른 밀도 기반 클러스터링 기법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 7은 일 실시예에 따른 사용자로부터 체성분 정보를 입력 받는 유저 인터페이스 화면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 8은 일 실시예에 따른 순환 신경망의 장점을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 일 실시예에 따른 체성분 예측 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 일 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0022] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0023] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0024] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에서 사용되는 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소, 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 그렇지만 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어가 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부", "모듈", "유닛" 등은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.
- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.
- [0026] "제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.
- [0027] 도 1은 일 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2는 일 실시예에 따른 사용자 단말의 다양한 구현 예를 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는 설명이 중복되는 것을 방지하기 위해 함께 설명하도록 한다.
- [0028] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 체성분과 관련된 예측 정보를 제공하는 시스템으로서, 보다 구체적으로는 사용자의 운동량을 운동자세 별로 면밀히 분석하고, 분석 결과를 기반으로 예측되는 체성분 변화 정보를 제공하는 시스템을 의미한다.
- [0029] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 단일 오브젝트(object)로 구현될 수도 있고 복수의 오브젝트를 통해 구현될 수도 있다. 예를 들어 도 1을 참조하면, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 사용자에게 체성분 예측 정보를 제공하기 위한 연산의 일부를 서버(1)에서 수행할 수 있으며, 남은 연산의 일부를 수행함과 동시에 디스플레이를 통해 사용자 정보를 입력 받고, 체성분 예측 정보를 표시할 수 있는 사용자 단말(10)로 구성될 수 있다. 다만, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 도 1에 도시된 바로 한정되는 것은 아니다.
- [0030] 다른 예로, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 사용자 단말(10)에서 구현될 수도 있다. 일 실시예로, 사용자 단말(10)은 통신망을 통해 사용자의 관성 데이터를 수집하고, 수집한 관성 데이터를 기반으로 운동자세를 분석하여 체성분 예측 정보를 제공하기 위한 일련의 연산을 자체적으로 수행할 수도 있다.
- [0031] 한편, 사용자 단말(10)은 도 1에 도시된 바와 같은 스마트 폰 형태로만 한정되는 것은 아니다. 사용자 단말은 유선 또는 무선 통신망을 지원하는 통신 모듈, 취업 관련 추천 정보를 제공하기 위한 각종 연산을 수행할 수 있는 프로세서 및 사용자에게 취업 정보를 제공하는 디스플레이가 내장된 단말을 전부 포함할 수 있다. 예를 들

어, 사용자 단말은 도 2에 도시된 바와 같이 데스크 탑(desk top), 태블릿 PC(tablet PC) 뿐만 아니라, 사용자의 신체에 탈부착이 가능한 시계 형태의 웨어러블 단말 등을 전부 포함하며, 제한은 없다.

[0032] 이하에서는 설명의 편의상 사용자 단말이 도 1에 도시된 바와 같이 스마트 폰 형태로 구현되어 취업 관련 추천 정보를 제공하기 위한 일련의 연산을 자체적으로 수행하는 경우에 대해서 설명하도록 하나, 전술한 바와 같이 이에 한정되는 것은 아니며 제한은 없다.

[0033] 도 3은 일 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 제어 블록도를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 4는 일 실시예에 따른 시간 축 상에 표현된 관성 데이터를 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 5는 일 실시예에 따른 주파수 축 상에 표현된 관성 데이터를 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 일 실시예에 따른 밀도 기반 클러스터링 기법을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 또한, 도 7은 일 실시예에 따른 사용자로부터 체성분 정보를 입력 받는 유저 인터페이스 화면을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 8은 일 실시예에 따른 순환 신경망의 장점을 설명하기 위한 도면이며, 도 9는 일 실시예에 따른 체성분 예측 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는 설명이 중복되는 것을 방지하기 위해 함께 설명하도록 한다.

[0034] 도 3을 참조하면, 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)은 통신망을 통해 각종 데이터를 송수신하는 통신부(110), 통신부(110)를 통해 수신한 관성 데이터 중에서 대표 관성 데이터를 결정하고, 대표 관성 데이터와 운동자세 분석 데이터베이스(130)를 이용하여 운동자세를 분석하는 분석부(120), 운동자세를 기반으로 도출한 운동량 데이터 및 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산하는 처리부(150), 운동 속성 벡터를 기반으로 체성분 예측 모델을 생성하고, 생성한 체성분 예측 모델을 기반으로 체성분 예측 정보를 제공하는 제공부(180) 및 각종 정보를 시각적으로 표시하는 디스플레이(200)로 구성될 수 있다.

[0035] 여기서, 분석부(120), 처리부(150) 및 제공부(180)는 도 3에 도시된 바와 같이 프로세서(400)에 의해 구현될 수 있는 등 구현방법에는 제한이 없다. 프로세서(400)는, 예를 들어, 중앙 처리 장치(CPU: Central Processing Unit), 그래픽 처리 장치(GPU: Graphic Processing Unit), 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU: Micro Controller Unit), 애플리케이션 프로세서(AP: Application Processor), 전자 제어 유닛(ECU: Electronic Controlling Unit) 및/또는 이외 각종 연산 및 제어 처리를 수행할 수 있는 적어도 하나의 전자 장치 등을 포함할 수 있다. 이들 장치는, 예를 들어, 하나 또는 둘 이상의 반도체 칩, 회로 또는 관련 부품 등을 단독으로 이용하거나 조합하여 구현된 것일 수도 있다. 이하에서는 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)의 구성요소 각각에 대해 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0036] 도 3을 참조하면, 통신부(110)는 통신망을 통해 각종 데이터를 주고 받을 수 있다. 여기서, 통신망은 유선 통신망 및 무선 통신망을 전부 포함한다,

[0037] 무선 통신망은 데이터가 포함된 신호를 무선으로 주고 받을 수 있는 통신망을 의미한다. 예를 들어, 통신부(110)는 3G(3Generation), 4G(4Generation), 5G(5Generation) 등과 같은 통신방식을 통해 기지국을 거쳐 디바이스 간에 무선 신호를 송수신할 수 있으며, 이외에도 무선 랜(Wireless LAN), 와이파이(Wi-Fi), 블루투스(Bluetooth), 지그비(Zigbee), WFD(Wi-Fi Direct), UWB(Ultra wideband), 적외선 통신(IrDA; Infrared Data Association), BLE (Bluetooth Low Energy), NFC(Near Field Communication) 등과 같은 통신방식을 통해 소정 거리 이내의 단말과 데이터가 포함된 무선 신호를 송수신할 수 있다.

[0038] 유선 통신망은 데이터가 포함된 신호를 유선으로 주고 받을 수 있는 통신망을 의미한다. 예를 들어, 유선 통신망은 PCI(Peripheral Component Interconnect), PCI-express, USB(Universe Serial Bus) 등을 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이하에서는 설명되는 통신망은 무선 통신망과 유선 통신망을 전부 포함한다.

[0039] 통신부(110)는 통신망을 통해 관성 측정 센서가 수집한 관성 데이터를 수신할 수 있다. 여기서, 관성 측정 센서는 사용자 신체 부위, 예를 들어 사용자의 손목, 무릎 관절 등 의 회전 및 이동을 측정할 수 있는 센서 일체를 포함한다. 이때, 관성 측정 센서는 사용자의 신체에 직접적으로 장착될 수도 있고 손목 및 무릎 보호대, 신발과 같이 신체 부위에 착용하는 의류 상에 장착될 수도 있다. 뿐만 아니라, 관성 측정 센서는 스마트 워치 상에 내장되어 사용자 신체 특정 부위에 장착 될 수도 있는 등 장착방법에는 제한이 없다. 관성 측정 센서를 통해 획득되는 관성 데이터는 장착된 신체 부위의 각속도, 가속도, 지자기, 측정 시간, 측정 날짜 등을 포함할 수 있으며, 제한은 없다.

[0040] 또한, 통신부(110)는 통신망을 통해 사용자 체성분 데이터를 수신할 수 있다. 여기서, 사용자 체성분 데이터는 사용자의 신체를 파악할 수 있는 각종 데이터를 포함한다. 예를 들어, 사용자 체성분 데이터는 신체 전체에 대한 체성분 데이터, 부위 별 체성분 데이터 등을 포함하며, 이외에도 사용자의 신체 상태를 파악할 수 있는 다양

한 정보를 포함한다. 일 실시예로, 사용자 체성분 데이터는 사용자의 신장, 체중, 사용자 신체 전체 또는 몸통, 오른팔, 왼팔, 오른다리, 왼다리 각각에 대한 골격근량, 체지방량, 체중, BMR, 체지방률 등을 포함할 수 있다.

[0041] 체성분 데이터는 인바디 등과 같은 체성분 분석 기기 또는 체성분 분석이 가능한 웨어러블 기기 등으로부터 획득할 수 있으며, 체성분 분석 방법으로는 생체 전기 임피던스법(BIA), 이중 에너지 X선 흡수법(DEXA), 수중 체밀도법 등 기 공지된 다양한 분석 방법이 이용될 수 있다. 한편, 사용자 체성분 데이터는 통신부(110)를 통해 체성분 분석 기기로부터 직접 수신할 수도 있으나, 사용자가 직접 입력할 수도 있다. 이에 대한 구체적인 설명은 후술하도록 하며, 이하에서는 사용자로부터 수신한 관성 데이터를 기반으로 운동자세를 분석하는 분석부(120)에 대해 설명하도록 한다.

[0042] 도 3을 참조하면, 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)에는 분석부(120)가 마련될 수 있다. 분석부(120)는 통신부(110)를 통해 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 대표 관성 데이터를 결정할 수 있으며, 대표 관성 데이터를 기반으로 사용자의 운동자세를 분류 또는 분석할 수 있다. 여기서, 사용자의 운동자세는 사용자가 어떠한 운동을 수행하였는지 여부에 대한 것으로서, 예를 들어 달리기, 스쿼트, 벤치 프레스, 레그 프레스 등과 같이 다양한 종류의 운동자세로 분류될 수 있다.

[0043] 전술한 바와 같이 관성 측정 센서는 사용자의 주요 신체 부위 중 적어도 하나의 부위에 장착될 수 있다. 이에 따라, 분석부(120)는 관성 데이터에 포함된 장착 신체 부위에서의 각속도, 가속도, 지자기 등을 기반으로 사용자가 어떠한 운동을 하였는지, 즉 운동자세를 도출할 수 있다.

[0044] 이때, 분석부(120)는 다양한 방법을 통해 사용자의 운동자세 정보를 분석할 수 있다. 예를 들어, 복수의 관성 데이터 중에서도 변화 값이 작은 관성 데이터 보다 변화 값이 큰 관성 데이터가 사용자가 어떠한 운동을 하고 있는지를 쉽게 파악할 수 있는 데이터일 수 있다.

[0045] 이에, 분석부(120)는 푸리에 변환을 적용하여 시간 축으로 표현된 복수의 관성 데이터를 주파수 축으로 변환할 수 있다. 분석부(120)는 주파수 축으로 변환된 복수의 관성 데이터 중에서 진폭 값을 기준으로 관성 데이터를 미리 설정된 개수만큼 추출하여 대표 관성 데이터로 결정할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 통신부(110)를 통해 수집된 복수의 관성 데이터는 도 4에 도시된 바와 같이 시간 축 상에 표현될 수 있다. 도 4에 도시된 그래프의 x축은 시간, y축은 진폭에 해당한다.

[0047] 이때, 분석부(120)는 푸리에 변환을 통해 도 4에 도시된 그래프를 도 5에 도시된 바와 같이 주파수 축으로 변환할 수 있다. 도 5에 도시된 그래프의 x축은 주파수, y축은 진폭에 해당한다.

[0048] 분석부(120)는 도 5에 도시된 복수의 관성 데이터 중에서 진폭이 가장 큰 50Hz 주파수의 관성 데이터와 두 번째로 큰 진폭을 갖는 40Hz 주파수의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정할 수 있다. 이에 따라, 분석부(120)는 대표 관성 데이터에 대표 관성 데이터의 주파수, 측정 시간, 측정 날짜를 매핑하여 아래 표 1과 같이 저장할 수도 있다.

표 1

순서	주파수(Hz)	측정 시간(분)	측정 날짜
1	50, 40	35.2	2022-3-10
2	13, 18	15.7	2022-3-11
3	5, 12	7.5	2022-3-12
...	...	...	...
2000	10, 18	20.3	2022-9-28

[0050] 여기서, 측정 시간은 관성 데이터 중에서 마지막으로 수집된 관성 데이터의 측정 시간과 첫 번째로 수집된 관성 데이터 간의 시간 차로 계산될 수 있으며 이외에도 다양한 방법을 통해 계산될 수 있고 제한은 없다. 또한 측정 날짜는 전술한 바와 같이 관성 데이터에 포함될 수 있다. 분석부(120)는 전술한 대표 관성 데이터에 대한 정보를 기반으로 사용자의 운동자세를 분석할 수 있다. 예를 들어, 운동자세 분석 데이터베이스(130)에는 관성 데이터에 대응되는 운동자세에 대한 정보가 기 저장될 수 있다. 이에 따라, 분석부(120)는 대표 관성 데이터와 운동자세 분석 데이터베이스(130)에 저장된 데이터를 비교하여 대표 관성 데이터가 어떠한 운동자세를 수행할 때 나타나는 데이터인지를 파악할 수 있다. 이하에서는 운동자세 분석 데이터베이스(130)에 대해 설명하도록 한다.

- [0051] 이하에서 설명되는 운동자세 분석 데이터베이스(130)는 미리 생성되어 도 1의 외부 서버(1)로부터 전달 받을 수도 있고, 체성분 예측 정보 제공 서비스를 제공하기에 앞서 체성분 예측 정보 시스템(100)에서 일련의 연산을 통해 자체적으로 생성 및 저장할 수도 있는 등 제한은 없다.
- [0052] 운동자세 분석 데이터베이스(130)에는 샘플 관성 데이터에 대해 밀도 기반 클러스터링 기법(Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, DBSCAN)을 적용하여, 관성 데이터에 대응되는 운동자세 정보가 기 저장될 수 있다. 여기서 샘플 관성 데이터는 운동자세 분석 데이터베이스(130)를 생성하기 위해 미리 수집한 관성 데이터를 의미하며, 수집방법에는 제한이 없다.
- [0053] 밀도 기반 클러스터링 기법은 개체들을 분류하기 위한 기준이 없는 상태에서 주어진 데이터의 속성값들을 고려하여 유사 개체끼리 그룹화하는 방법으로서, 전술한 바와 같이 미리 설정된 분류 기준이 부재하여 비지도 학습(Unsupervised Learning) 방법으로 분류되며, 클러스터 내 차이를 줄이고 클러스터 간 차이는 최대화하도록 하여 대표성을 찾는 원리로 구현되는 것이 일반적이다.
- [0054] 밀도 기반 클러스터링 기법은 데이터를 $B(B \geq 1)$ 차원 상의 포인트로 나타낸 다음, 모수와 분류점, 분류점 간 관계에 기반하여 데이터를 군집화할 수 있다. 예를 들어, 샘플 관성 데이터에 포함된 속성 또는 파라미터의 개수가 $A(A \geq 1)$ 개인 경우, 복수의 샘플 관성 데이터는 A 차원 상에 포인트 형태로 표현될 수 있으며, 포인트로 표현된 샘플 관성 데이터 간의 관계를 분석하여 그룹화시킬 수 있다. 이하에서는 설명의 편의상 포인트 형태로 표현된 데이터를 데이터 포인트라 지칭하기로 한다.
- [0055] 모수는 $\varepsilon (\varepsilon \geq 0)$ 및 $\text{minPts}(\text{minPts} \geq 0)$ 로 구성될 수 있으며, ε 는 특정 데이터로부터의 반경을 의미하며, minPts 는 클러스터를 구성하는데 필요한 최소 데이터 개수를 의미하며, 모수 ε 및 minPts 는 미리 설정될 수 있다.
- [0056] 또한 분류점은 코어 포인트(Core point), 보더 포인트(Border point), 노이즈 포인트(Noise point)로 구성될 수 있다. 여기서, 코어 포인트는 ε 반경 내에 minPts 보다 많은 데이터 포인트를 의미하며, 보더 포인트는 ε 반경 내에 minPts 보다 적은 데이터가 포함되어 있으나, 하나 이상의 코어 포인트로부터 ε 반경에 속하는 데이터의 포인트를 의미한다. 노이즈 포인트는 ε 반경 내에 minPts 보다 적은 데이터를 포함하며, ε 반경 내에 하나 이상의 코어 포인트가 부재한 데이터 포인트를 의미한다.
- [0057] minPts 는 6, ε 는 임의의 특정 값인 경우, 도 6의 좌측 (a)에 도시된 바와 같이 관성 데이터 $X(X \geq 1)$ 의 ε 반경 내에는 샘플 관성 데이터 X 를 포함하여 6개의 샘플 관성 데이터가 존재하므로, 샘플 관성 데이터 X 는 코어 포인트에 해당된다.
- [0058] 도 6의 우측 (b)를 참조하면, 샘플 관성 데이터 $Y(Y \geq 1)$ 의 ε 반경 내에는 샘플 관성 데이터 Y 를 포함 5개의 샘플 관성 데이터만 존재하지만, 샘플 관성 데이터 Y 는 코어 포인트인 샘플 관성 데이터 X 의 ε 반경 내에 존재하므로 보더 포인트에 해당된다.
- [0059] 이러한 방법을 기반으로, 샘플 관성 데이터는 코어 포인트, 보더 포인트, 노이즈 포인트로 분류될 수 있으며, 포인트들 간의 관계는 코어 포인트를 중심으로 직접적 밀도 도달 가능 관계(Direct density reachable), 밀도 도달 가능 관계(Density reachable), 연결된 밀도 관계(Density connected) 중 어느 하나로 분류될 수 있다.
- [0060] 샘플 관성 데이터 $p(p \geq 1)$ 가 샘플 관성 데이터 $q(q \geq 1)$ 의 ε 반경에 존재하고 관성 데이터 q 가 코어 포인트에 해당하는 경우, 샘플 관성 데이터 p 와 샘플 관성 데이터 q 는 직접적 밀도 도달 가능 관계에 해당한다.
- [0061] 또한, 샘플 관성 데이터 p 와 샘플 관성 데이터 q 사이에 n 개의 샘플 관성 데이터 $p_n(n = 1, 2, 3, \dots) p_n(n = 1, 2, 3, \dots)$ 이 존재하며, 샘플 관성 데이터 p 와 샘플 관성 데이터 p_1 , 샘플 관성 데이터 p_1 와 샘플 관성 데이터 p_2 , 샘플 관성 데이터 p_2 와 샘플 관성 데이터 p_3 , 샘플 관성 데이터 p_3 와 샘플 관성 데이터 q 간에 직접적 밀도 도달 가능 관계라면, 샘플 관성 데이터 p 는 샘플 관성 데이터 q 로부터 밀도 도달 가능 관계에 해당한다.
- [0062] 또한, 샘플 관성 데이터 p 와 샘플 관성 데이터 q 가 샘플 관성 데이터 $z(z \geq 1)$ 로부터 모수의 조건, 즉 ε 반경 내이며 minPts 개수를 만족하며, 샘플 관성 데이터 p 와 샘플 관성 데이터 q 간에 밀도 도달 가능 관계에 해당하는 경우, 샘플 관성 데이터 p 와 샘플 관성 데이터 q 는 연결된 밀도 관계에 해당한다.
- [0063] 코어 포인트, 보더 포인트, 노이즈 포인트로 분류된 관성 데이터 중에서 코어 포인트로 분류된 샘플 관성 데이터(이하에서는 설명의 편의상 코어 포인트 관성 데이터라 지칭하기로 한다)에 대해 전술한 방법을 적용하여 직접적 밀도 도달 가능 관계에 해당하는 코어 포인트 관성 데이터만의 추출이 가능하며, 추출된 코어 포인트 관

성 데이터 중에서 연결된 밀도 관계에 해당하는 코어 포인트 관성 데이터 만을 도출하여 클러스터로 생성할 수 있다.

[0064] 운동자세 별 클러스터는 클러스터에 포함된 코어 포인트를 중심으로 보더 포인트에 해당하는 관성 데이터 만을 추출하여 클러스터에 포함시킴으로써 생성될 수 있으며, 각 클러스터의 중앙값을 대표값으로 설정하여 라벨링할 수 있다.

[0065] 분석부(120)는 운동자세 분석 데이터베이스(130)에 저장된 운동자세, 즉 클러스터 별 대표값과 대표 관성 데이터 간의 거리를 기준으로 관성 데이터가 어떠한 운동자세에 수행할 때 나타나는 값인지 파악할 수 있으며, 이를 기반으로 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석할 수 있다. 이에 따라, 분석부(120)는 분석 결과를 기반으로 아래 표 2와 같이 운동량 데이터를 추출할 수 있다.

표 2

운동량 데이터	운동자세	측정 시간(분)	측정 날짜
1	달리기	35.2	2022-3-10
2	스쿼트	15.7	2022-3-11
3	벤치 프레스	7.5	2022-3-12
...	...	...	...
2000	레그 프레스	20.3	2022-9-28

[0067] 분석부(120)는 분석 결과를 기반으로 추출한 운동량 데이터를 운동일지 데이터베이스(140)에 저장할 수 있다. 이에 따라, 사용자는 일일이 운동결과를 입력하지 않아도 되어 번거로움을 피할 수 있다. 이하에서는 처리부(150)의 동작에 대해 설명하도록 한다. 도 3을 참조하면, 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)에는 처리부(150)가 마련될 수 있다.

[0068] 처리부(150)는 체성분 정보 예측을 위해 분석부(120) 또는 운동일지 데이터베이스(140)로부터 전달 받은 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터에 대해 일련의 전처리 연산을 수행하여 운동 속성 벡터를 계산할 수 있다.

[0069] 여기서, 사용자 체성분 데이터는 전술한 바와 같이 사용자의 신체 상태를 파악할 수 있는 다양한 정보를 포함하며, 아래 표 3은 체성분 데이터의 대표적인 예에 해당한다.

표 3

신장	체중	몸통 골격근량	몸통 체지방량	...	체수분량	기초대사량	BMI	date
180.3cm	81.5kg	22.1kg	19.9kg	...	38.2kg	1617kcal	25.07	2022-3-10
180.3cm	81.3kg	22.2kg	19.8kg	...	38.1kg	1630kcal	25.00	2022-3-11
180.3cm	81.2kg	22.3kg	19.7kg	...	38.1kg	1642kcal	24.97	2022-3-12
180.3cm	...	...	...	...	...	...	...	...
180.3cm	75.3kg	26.1kg	13.6kg	...	35.8kg	1758kcal	23.16	2022-9-28

[0071] 체성분 데이터는 사용자가 직접 입력할 수도 있고 통신부(110)를 통해 체성분 분석 기기로부터 수신될 수도 있다. 예를 들어, 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)의 처리부(150)는 도 7에 도시된 바와 같이 신장, 체중, BMI, 부위별 체지방량, 부위별 골격근량, 기초대사량, 체수분량을 입력 받을 수 있는 유저 인터페이스 화면을 표시부(200) 상에 표시할 수 있다. 표시부(200)가 터치 스크린 타입 디스플레이 패널로 구현된 경우, 처리부(150)는 표시부(200) 상에 감지되는 터치 입력을 기반으로 사용자 체성분 데이터를 수신할 수 있다.

[0072] 처리부(150)는 사용자로부터 입력 받거나 또는 체성분 분석기기로부터 전달 받은 사용자 체성분 데이터를 체성분 정보 데이터베이스(170)에 저장할 수 있다. 또한, 처리부(150)는 입력 받은 사용자 체성분 데이터 및 운동량 데이터에 대해 일련의 전처리 연산을 수행하여 운동 속성 벡터를 계산할 수 있다.

[0073] 이를 위해, 처리부(150)는 운동사전 데이터베이스(160)에 저장된 데이터를 기반으로 운동량 데이터에 운동자세 사전 데이터를 추가하여 운동 데이터를 생성할 수 있다.

[0074] 운동사전 데이터베이스(160)에는 운동자세 별로 운동자세시 산소 사용 여부, 적절한 세트 당 시간, 운동 복잡도, 운동 강도 등과 같은 운동자세 사전 데이터가 미리 저장될 수 있다. 예를 들어, 운동사전 데이터베이스

스(160)에는 아래 표 4와 같이 운동자세 별로 산소 사용 여부, 세트 당 시간, 운동 복잡도, 운동 강도 등이 매핑된 운동자세 사전 데이터가 미리 저장될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

표 4

[0075]

운동자세 사전 데이터	운동자세	산소 사용 여부	세트 당 시간(분)	운동 복잡도	운동 강도
1	달리기	유산소	30	상	하
2	스쿼트	무산소	3	중	중
3	벤치 프레스	무산소	2.5	하	상
...	...	...	...	...	...
N(N≥1)	레그 프레스	무산소	3.5	하	상

[0076]

처리부(150)는 운동자세 사전 데이터베이스(160)로부터 운동자세에 대응되는 운동자세 사전 데이터를 추출한 다음, 운동량 데이터에 추가하여 운동 데이터를 생성할 수 있다. 체성분 예측 모델을 생성하기 위해서는 사용자의 운동량에 따른 체성분 변화 추이에 대한 학습이 요구될 수 있다. 예를 들어 체성분 예측 모델 학습을 위해서는, 운동 속성과 사용자 체성분 벡터에 포함된 즉, 운동 속성 벡터에 포함된 파라미터 또는 속성들의 정규화 처리가 요구될 수 있으며, 운동 속성 벡터 내 데이터들을 시계열적으로 적절히 분할하여 시간에 따른 변화 추이 파악 또한 요구될 수 있다.

[0077]

이에 따라, 처리부(150)는 운동 데이터와 사용자 체성분 데이터에 대해 일련의 정규화 및 시계열 처리 연산을 수행할 수 있다. 이하에서는 운동 데이터를 벡터화한 것을 운동 벡터라 지칭하고, 사용자 체성분 데이터를 벡터화한 것을 사용자 체성분 속성 벡터라 지칭하기로 하며, 운동 데이터와 사용자 체성분 데이터를 포함하는 운동 속성 데이터를 벡터화한 것을 운동 속성 벡터라 지칭하기로 한다. 데이터를 벡터로 변환하는 일련의 연산은 처리부(150)에 의해 수행될 수 있다. 이하에서는 정규화 및 시계열 처리 연산방법에 대해 살펴보도록 한다.

[0078]

아래 표 5는 정규화 처리 연산이 적용된 운동 속성 벡터에 대한 것으로서, 이하에서는 정규화 처리 연산 방법을 보다 손쉽게 설명하기 위해 표 5를 참조하여 설명하도록 하나 이에 한정되는 것은 아니다.

표 5

[0079]

운동 속 성 벡터	운동자세	산소 사 용 여부	세트 수	몸통 골격근량	...	BMI	운동 복 잡도	운동 강 도	측정 날 짜
1	[1, 0, 0, ..., 0]	1	0.399	0.721	...	1.198	1	0	0.274
2	[0, 1, 0, ..., 0]	0	0.971	0.725	...	1.153	0.5	0.5	0.277
3	[0, 0, 1, ..., 0]	0	0.216	0.729	...	1.127	0.5	1	0.280
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2000	[0, 0, 0, ..., 1]	0	1.125	1.14	...	0.781	0	1	0.816

[0080]

처리부(150)는 운동 정보 벡터와 사용자 체성분 속성 벡터 중에서 카테고리 형태의 벡터에 대해서는 원-핫 인코딩 연산을 적용하여 정규화할 수 있다. 원-핫 인코딩 연산은 분류 대상의 카테고리 집합 크기를 차원으로 하며 분류 대상이 속하는 카테고리의 인덱스에 '1'의 값을 부여하고 나머지 인덱스에는 '0'을 부여하는 방식에 따라 벡터 형태로 변환하는 연산을 의미한다. 예를 들어 표 5를 참조하면, 운동자세에 포함되는 달리기, 스쿼트, 벤치 프레스 등과 같은 파라미터는 카테고리 형태로 분류가 가능할 수 있다. 이에, 처리부(150)는 원-핫 인코딩 연산을 적용하여 달리기는 [1, 0, 0, 쉼, 1]로, 스쿼트는 [0, 1, 0, 쉼, 0]으로, 벤치 프레스는 [0, 0, 1, 쉼, 0]으로 변환할 수 있다.

[0081]

다음으로, 산소 사용 여부는 유산소와 무산소로 구분될 수 있는 바, 처리부(150)는 바이너리 인코딩 연산을 통해 산소 사용 여부에 대한 정보를 정규화할 수 있다. 예를 들어 표 6을 참조하면, 처리부(150)는 무산소에 대해서는 '0'으로, 유산소에 대해서는 '1'로 정규화할 수 있다.

[0082]

처리부(150)는 실수형으로 표현되는 정보에 대해서는 정규 분포의 표준화 연산을 기반으로 정규화할 수 있다. 정규 분포의 표준화 연산은 평균으로부터 떨어진 정도를 기반으로 표준화하는 연산을 의미한다. 예를 들어, 처리부(150)는 세트 수, 골격근량, 체지방량, 체수분량, 신장, 체중, 기초대사량, BMI 에 대해서는 정규 분포의 표준화 연산을 적용하여 표 5와 같이 나타낼 수 있다.

[0083] 처리부(150)는 운동 복잡도와 운동 강도에 대해서는 세분화된 정도에 따라 아래 수학적 1을 적용하여 정규화할 수 있다.

수학적 1

$$\text{운동 복잡도 및 운동 강도} = \frac{\text{해당 항목의 오름차순 순서} - 1}{\text{분류 항목 수} - 1}$$

[0084]

[0085] 예를 들어, 운동 복잡도와 운동 강도가 상, 중, 하 3가지로 세분화된 경우, 처리부(150)는 표 5와 같이 운동 복잡도와 운동 강도가 상인 경우 '1'로, 운동 복잡도와 운동 강도가 중인 경우 '0.5'로, 운동 복잡도와 운동 강도가 하인 경우 '0'으로 표현할 수 있다.

[0086] 처리부(150)는 측정 날짜에 대해서는 하기 수학적 2를 적용하여 정규화 변환할 수 있으며, 이에 따라 측정 날짜는 표 5와 같이 표현될 수 있다.

수학적 2

$$\text{측정 날짜} = \frac{\text{측정 일}}{\text{최종 측정 일} - \text{최초 측정 일}}$$

[0087]

[0088] 체성분 예측 모델을 생성하기 위한 전처리 연산으로서, 처리부(150)는 정규화된 운동 속성 벡터에 대해 시계열 처리 연산을 적용할 수 있다. 체성분 예측 모델을 생성하기 위해서는 특정 기간 동안의 운동량을 기반으로 변환된 체성분이 어느 정도인지에 대한 시계열 학습이 요구될 수 있다. 이에 따라, 처리부(150)는 운동 속성 벡터 중에서 정규화된 운동 속성 벡터는 입력 시계열 데이터로, 정규화된 사용자 체성분 속성 벡터는 출력 시계열 데이터로 설정할 수 있다. 즉, 처리부(150)는 체성분 예측 모델 생성을 위해 정규화된 운동 속성 벡터에 포함된 데이터들을 입/출력 데이터로 적절히 시계열 변환할 수 있다.

[0089] 정규화된 운동 속성 벡터는 체성분 변화 예측 모델에서 미리 정의한 입/출력 시계열 데이터 길이에 따라 적절한 형태로 미리 설정될 수 있으며, 예를 들어 체성분 변화 예측 모델의 입력 시계열 데이터 길이가 7, 출력 시계열 데이터 길이가 1인 경우, 처리부(150)는 정규화된 운동 속성 벡터에 대해 시계열 처리 연산을 적용함으로써 아래 표 6과 같이 변환할 수 있다. 입/출력 시계열 데이터 길이는 미리 설정될 수 있으며, 운동 속성 벡터의 크기 등에 따라 적응적으로 변화될 수도 있는 등 설정방법에는 제한이 없다.

표 6

[0090]

입력 시계열 데이터 (운동 속성 벡터)	출력 시계열 데이터 (운동 속성 벡터에 대응되는 체성분 정보)
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]	[8]

[0091] 이때, 상기 표 6의 입력 시계열 데이터는 학습 데이터에 대응되며, 출력 시계열 데이터는 정답 데이터에 대응될 수 있다. 즉, 입력 시계열 데이터만큼 운동을 하였을 때의 결과가 출력 시계열 데이터에 포함되는 체성분 데이터에 대응되는 것을 의미할 수 있다. 사용자 개개인의 특성에 맞춘 체성분 예측 모델을 생성하여 예측 정확도를 높이기 위해서는 사용자의 운동 정보 및 이에 대한 체성분 변화 추이에 대한 학습이 요구된다. 이에 따라, 처리부(150)는 정규화된 운동 속성 벡터에 대해 시계열 처리 연산을 적용함으로써 시간에 따른 변화 추이를 학습하기에 적절한 형태로 변환할 수 있다. 예를 들어, 처리부(160)는 시계열 변환 연산을 통해 표 7에 도시된 바와 같이 학습 데이터와 정답 데이터를 설정할 수 있다.

표 7

[0092]

학습 데이터 셋(운동 속성 벡터)	정답 데이터 셋 (운동 속성 벡터에 포함된 체성분 분석 정보)
{[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7],[5, 6, 7, 8, 9, 10, 11], [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15], ...}	[8, 12, 16, ...]

[0093]

이하에서는 위 데이터를 기반으로 체성분 예측 변화 모델을 생성하고, 생성한 체성분 예측 모델을 기반으로 체성분 예측 정보를 제공하는 제공부(180)에 대해 설명하도록 한다. 제공부(180)는 전술한 학습 데이터 셋과 정답 데이터 셋에 대한 학습을 통해 체성분 예측 모델을 생성할 수 있다. 이때, 학습 기법으로는 기 공지된 다양한 학습 기법이 이용될 수 있으며, 제한은 없다.

[0094]

예를 들어, 제공부(180)는 학습 데이터 셋과 정답 데이터 셋에 대해 딥러닝 기법을 적용하여 체성분 예측 모델을 생성할 수 있다. 일 실시예로, 제공부(180)는 학습 데이터 셋과 정답 데이터 셋에 대해 순환 신경망을 적용하여 체성분 예측 모델을 생성할 수 있다.

[0095]

순환 신경망은 인공 신경망의 한 종류로서, 내부에 순환 구조가 포함되어 있어 시간의 흐름에 따라 변화하는 데이터를 학습하는데 적합한 딥러닝 기법 중 하나에 해당하며, 입/출력 시계열 데이터의 길이를 자유롭게 설정할 수 있는 장점이 있다. 이에 따라, 제공부(180)는 미리 설정된 기준에 따라 입/출력 데이터의 길이, 예를 들어 표 6과 같이 입력 시계열 데이터의 길이는 7, 출력 시계열 데이터의 길이는 1를 설정할 수 있다.

[0096]

이외에도, 제공부(180)는 도 8 좌측에 도시된 바와 같이 입력 시계열 데이터의 길이는 3, 출력 시계열 데이터의 길이는 1로 설정할 수도 있고, 도 8 우측에 도시된 바와 같이 입/출력 시계열 데이터의 길이를 모두 3으로 설정할 수도 있는 등 입/출력 길이 설정방법에는 제한이 없다.

[0097]

제공부(180)는 미리 결정된 기준에 따라 계층 깊이, 계층 별 유닛 수 또는 스테이지 수, 계층 별 활성화 함수 등을 설정하여 체성분 예측 모델을 생성하기 위한 학습을 수행할 수 있다.

[0098]

제공부(180)는 순환 신경망 중에서도 RNN(Recurrent Neural Network)을 기본 계층으로 이용하여 학습을 수행할 수 있다. 다만, RNN을 기반으로 학습할 경우 현재 정보에 과거 정보가 쌓이면서 데이터가 순환되기 때문에 데이터가 지속적으로 갱신될 수 있는 장점이 있는 반면, 현재 데이터와 과거 데이터 간의 갭이 커질수록 성능이 저하되는 단점이 있으며, 연산 처리속도가 저하되는 단점 또한 있을 수 있다.

[0099]

이에, 실시예에 따른 제공부(180)는 도 9에 도시된 바와 같이 LSTM(Long Short Term Memory Network), GRU(Gated Recurrent Unit) 등을 계층으로 추가 설정할 수 있으며, 활성화 함수로는 Sigmoid, ReLU(Rectified Linear Unit), Tanh(Hyperbolic Tangent) 등이 이용할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0100]

제공부(180)는 미리 설정된 학습율과 학습 횟수를 만족할 때까지 학습을 반복하여 체성분 예측 모델을 생성할 수 있으며, 생성한 체성분 예측 모델을 기반으로 체성분 예측 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제공부(180)는 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)에 마련된 스피커를 통해 체성분 예측 정보를 청각적으로 제공할 수 있으며, 표시부(200)를 통해 시각적으로 제공할 수도 있는 등 제공방법에는 제한이 없다.

[0101]

일 실시예로, 제공부(180)는 막대 그래프 등을 통해 체성분 예측 정보를 시각적으로 표현할 수 있도록 구현된 유저 인터페이스를 표시부(180) 상에 표시할 수 있다. 이에 따라, 사용자는 운동량을 기반으로 사용자의 신체 상태를 즉각적으로 파악할 수 있는 장점이 있으며, 성취 욕구를 증진시키는데에도 장점이 있다.

[0102]

또한 제공부(180)는 사용자 체성분 예측 정보를 체성분 정보 데이터베이스(170) 상에 저장할 수 있으며, 사용자로부터 요청이 있을 경우 체성분 정보 데이터베이스(170)에 저장된 체성분 예측 정보를 호출하여 제공할 수 있다. 개시된 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템(100)은 사용자의 운동 데이터를 기반으로 체성분 예측 모델을 생성함으로써 보다 정확한 체성분 예측 정보의 제공이 가능하다. 또한 사용자는 운동에 따라 변화하는 체성분 예측 정보를 실시간으로 파악함으로써 운동 성취 욕구가 증진될 수 있다. 이하에서는 저장부(190) 및 표시부(200)의 구성에 대해 간략하게 설명하도록 한다.

[0103]

운동자세 분석 데이터베이스(130), 운동일지 데이터베이스(140), 운동사전 데이터베이스(160) 및 체성분 정보 데이터베이스(170)는 저장부(190)로 구현될 수 있다. 여기서, 저장부(190)는 주기억장치 및 보조기억장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 주기억장치는 예를 들어, 롬(ROM) 및/또는 램(RAM)과 같은 반도체 저장 매체를 이용하여 구현된 것일 수 있고, 보조기억장치는, 플래시 메모리 장치(솔리드 스테이트 드라이브(SSD, Solid

State Drive) 등), SD(Secure Digital) 카드, 하드 디스크 드라이브(HDD, Hard Disc Drive), 콤팩트 디스크, 디브이디(DVD) 또는 레이저 디스크 등과 같이 데이터를 영구적 또는 반영구적으로 저장 가능한 장치를 기반으로 구현될 수 있다.

[0104] 표시부(200)는 각종 정보를 시각적으로 표시할 수 있는 표시 수단으로서, 음극선관(CRT, Cathode Ray Tube) 디스플레이 패널, 액정 디스플레이(LCD, Liquid Crystal Display) 패널, 발광 다이오드(LED, Light Emitting Diode) 패널, 유기 발광 다이오드(OLED, Organic Light Emitting Diode), 플라즈마 디스플레이 패널(PDP, Plasma Display Panel), 전계 방출 디스플레이(FED, Field Emission Display) 패널 등으로 구현될 수 있으며, 제한은 없다. 이하에서는 체성분 예측 정보 제공 시스템의 동작에 대해서 간단하게 설명하도록 한다.

[0105] 도 10은 일 실시예에 따른 체성분 예측 정보 제공 시스템의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

[0106] 도 10을 참조하면, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 관성 측정 센서로부터 수집한 복수의 관성 데이터 중에서 적어도 하나의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정할 수 있다(1000). 체성분 예측 정보 제공 시스템은 통신망을 통해 관성 측정 센서로부터 복수의 관성 데이터를 수신할 수 있다. 체성분 예측 정보 제공 시스템은 복수의 관성 데이터 중에서 운동자세를 가장 잘 파악할 수 있는 하나 이상의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정할 수 있다.

[0107] 대표 관성 데이터를 결정하는 방법은 다양할 수 있다. 예를 들어, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 푸리에 변환을 적용하여 시간 축으로 표현된 관성 데이터를 주파수 축으로 변환할 수 있다. 체성분 예측 정보 제공 시스템은 주파수 축으로 변환된 관성 데이터 중에서 진폭이 가장 큰 $D(D \geq 1)$ 개의 관성 데이터를 대표 관성 데이터로 결정할 수 있는 등, 대표 관성 데이터를 결정하는 방법에는 제한이 없다.

[0108] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동자세 분석 데이터베이스를 이용하여 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석할 수 있다(1010). 구체적으로, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동자세 분석 데이터베이스에 저장된 데이터와 대표 관성 데이터를 비교하여 운동자세를 분석할 수 있다. 운동자세 분석 데이터베이스에는 미리 수집한 샘플 관성 데이터에 대해 밀도 기반 클러스터링 기법을 적용하여 생성된 클러스터가 운동자세 별로 저장될 수 있다.

[0109] 클러스터는 샘플 관성 데이터에 포함된 각속도, 가속도, 지자기 등과 같은 속성, 파라미터 개수에 대응되는 차원으로 표현될 수 있다. 예를 들어 샘플 관성 데이터 상에 각속도, 가속도, 지자기 값이 포함되어 있는 경우, 클러스터는 3 차원으로 표현될 수 있으며, 각각의 클러스터에는 대표 값이 라벨링될 수 있다. 이에 따라, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동자세 별로 생성된 클러스터의 대표 값과 대표 관성 데이터 값의 거리를 기준으로 운동자세를 파악할 수 있다.

[0110] 운동자세 분석 데이터베이스는 도 3에 도시된 바와 같이 체성분 예측 정보 제공 시스템 내에 저장될 수도 있고, 외부에 저장될 수도 있다. 운동자세 분석 데이터베이스가 외부에 저장된 경우, 운동자세 분석 데이터베이스는 통신망을 통해 운동자세 분석 데이터베이스에 접속하여 대표 관성 데이터에 대응되는 운동자세를 분석할 수 있다.

[0111] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동량 데이터와 사용자 체성분 데이터를 이용하여 운동 속성 벡터를 계산할 수 있다(1020). 여기서, 운동량 데이터는 운동자세, 측정 시간, 측정 날짜 등이 포함된 데이터를 의미하며, 사용자 체성분 데이터는 사용자의 신체 상태를 파악할 수 있는 데이터로서, 신장, 체중, 부위별 골격근량, 부위별 체지방량, 체수분량, 기초대사량, BMI 등을 포함한다.

[0112] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동량 데이터와 운동사전 데이터베이스에 저장된 데이터를 이용하여 운동 데이터를 생성할 수 있다. 운동사전 데이터베이스에는 운동자세 별로 운동자세시 산소 사용 여부, 적절한 세트당 시간, 운동 복잡도, 운동 강도 등과 같은 운동자세 사전 데이터가 저장될 수 있다. 이에 따라, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동사전 데이터베이스에서 분석한 운동자세에 대응되는 운동자세 사전 데이터를 추출한 다음, 운동량 데이터에 매핑함으로써 운동 데이터를 생성할 수 있다. 그러면, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동량 데이터에 사용자 체성분 데이터를 추가한 다음 벡터화하여 운동 속성 벡터를 계산할 수 있다.

[0113] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동 속성 벡터를 기반으로 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 체성분 예측 정보를 제공할 수 있다(1030). 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동 속성 벡터의 일련의 연산을 수행하여 체성분 예측 모델을 생성하기 위한 변수로 이용할 수 있다.

[0114] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 정규화 처리 연산을 수행하여 운동 속성 벡터에 포함된 파라미터들을 적절한

형태로 변환할 수 있다. 체성분 예측 정보 제공 시스템은 운동 속성 벡터에 포함된 파라미터 각각에 대해 정규화 처리 연산을 수행할 수 있는데, 이때 파라미터의 특성에 맞추어 정규화 처리 연산을 같거나 또는 다르게 설정할 수 있다. 예를 들어, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 수행하여 운동 속성 벡터에 포함된 파라미터 특성에 따라 원-핫 인코딩 연산, 바이너리 인코딩 연산, 정규 분포의 표준화 연산 등을 수행할 수 있으며, 이외에도 진술한 다양한 연산 방법을 이용할 수 있다.

[0115] 또한 체성분 예측 정보 제공 시스템은 정규화 처리 연산을 통해 정규화된 운동 속성 벡터에 대해 시계열 처리 연산을 수행함으로써, 정규화된 운동 속성 벡터를 시간의 흐름에 따라 변화하는 데이터를 학습하는데 적절한 포맷으로 변환할 수 있다.

[0116] 이에 따라, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 정규화 및 시계열 처리 연산이 적용된 운동 속성 벡터를 순환 신경망의 입/출력 시계열 데이터로 이용하여 체성분 예측 모델을 생성할 수 있으며, 생성한 체성분 예측 모델을 이용하여 사용자에게 체성분 예측 정보를 제공할 수 있다. 데이터 학습을 위해 사용되는 순환 신경망의 계층 깊이, 유닛 수, 계층 별 활성화 함수, 학습률 등은 미리 설정될 수 있으며, 관리자 또는 사용자에게 의해 업데이트 또는 변경될 수 있다.

[0117] 체성분 예측 정보 제공 시스템은 다양한 방법으로 체성분 예측 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 체성분 예측 정보를 표시부를 통해 시각적으로 제공할 수도 있고, 스피커를 통해 청각적으로 제공할 수도 있다. 또한 표시부를 통해 시각적으로 제공하는 경우, 체성분 예측 정보 제공 시스템은 체성분 예측 정보를 단순히 수치로 제공할 수도 있고, 과거 체성분 정보와 함께 그래프 형태로 제공할 수도 있는 등 제공방법에는 제한이 없다.

[0118] 본원 발명의 실시예들과 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 발명의 상세한 설명이 아닌 특허청구 범위에 나타나며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

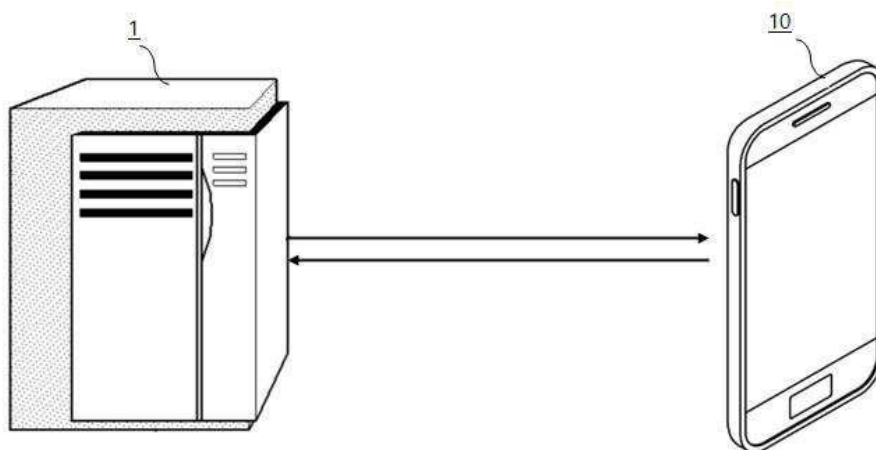
부호의 설명

[0119] 1: 서버

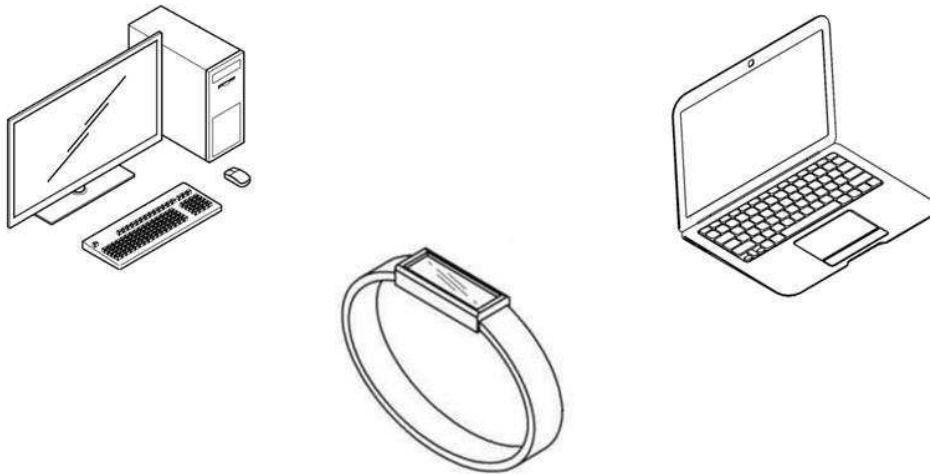
10: 사용자 단말

도면

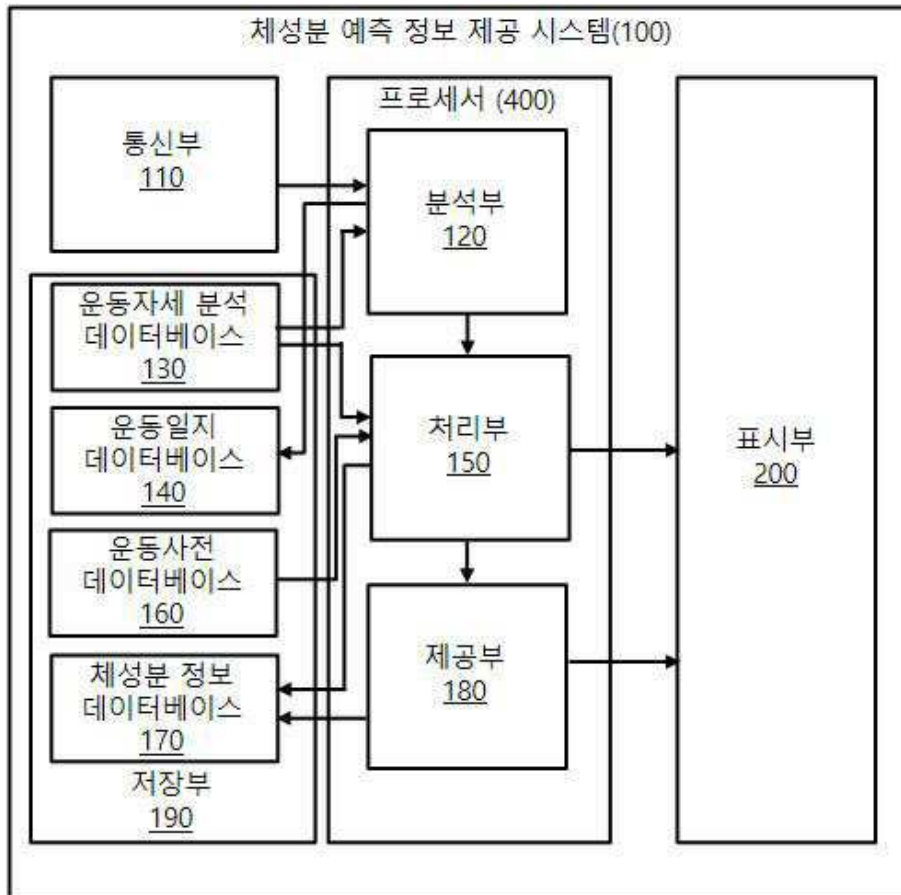
도면1



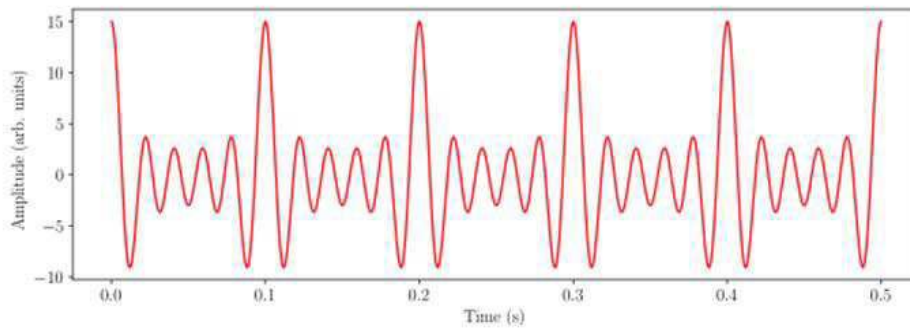
도면2



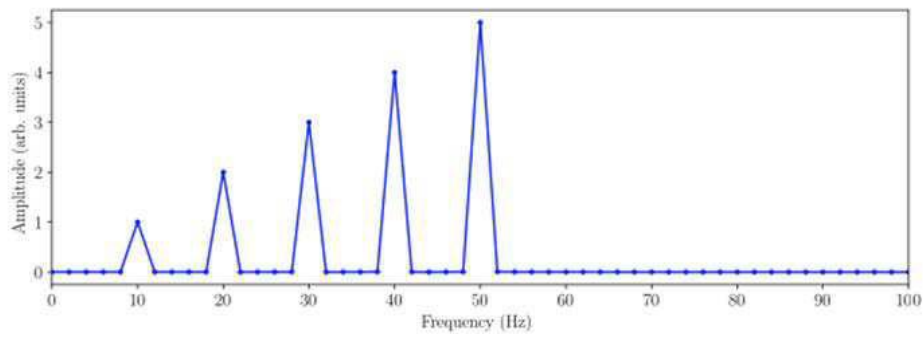
도면3



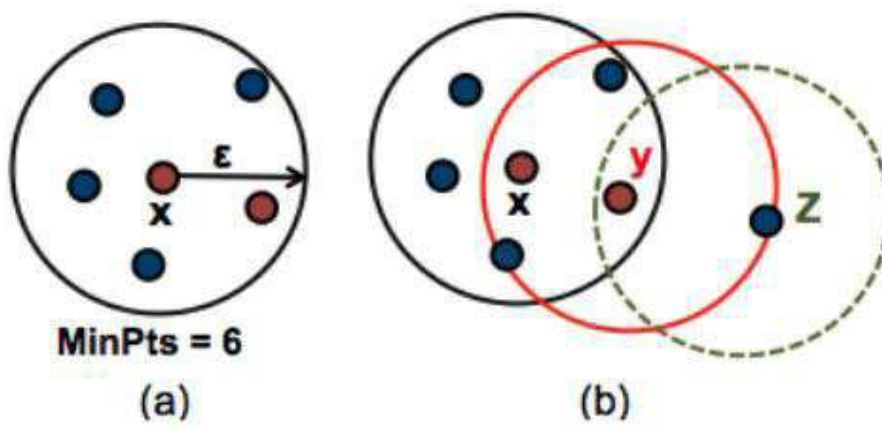
도면4



도면5



도면6

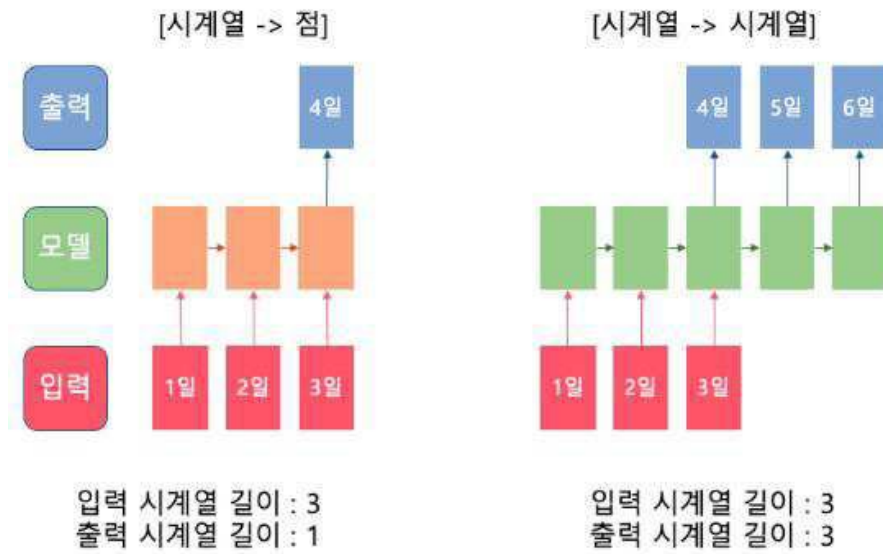


도면7

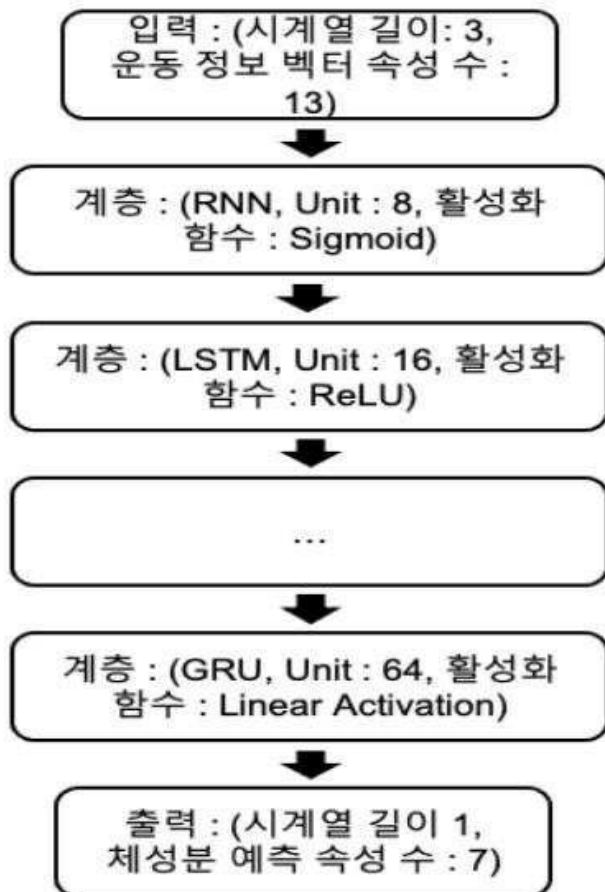
체성분 정보를 입력해주세요.

1. 신장을 입력해주세요 : cm
2. 체중을 입력해주세요 : kg
3. BMI를 입력해주세요 : kg/m^2
4. 체지방량을 입력해주세요
 - ①몸통 : kg
 - ②왼팔 : kg
 - ③왼팔 : kg
 - ④오른팔 : kg
 - ⑤왼다리 : kg
 - ⑥오른다리 : kg
5. 골격근량을 입력해주세요
 - ①몸통 : kg
 - ②왼팔 : kg
 - ③왼팔 : kg
 - ④오른팔 : kg
 - ⑤왼다리 : kg
 - ⑥오른다리 : kg
6. 기초대사량을 입력해주세요: kcal
7. 체수분량을 입력해주세요 : kg

도면8



도면9



도면10

