(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0103883
(43) 공개일자 2019년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/11 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/112 (2013.01)
A61B 5/1121 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0024844
(22) 출원일자 2018년02월28일
심사청구일자 2018년02월28일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
이은주
강원도 춘천시 국사봉길 7, 104동 1403호 (퇴계동)
김윤중
서울시 성동구 뚝섬로 51 (풍림강변아이원아파트) 105동 602호
(74) 대리인
김남혁

전체 청구항 수 : 총 11 항

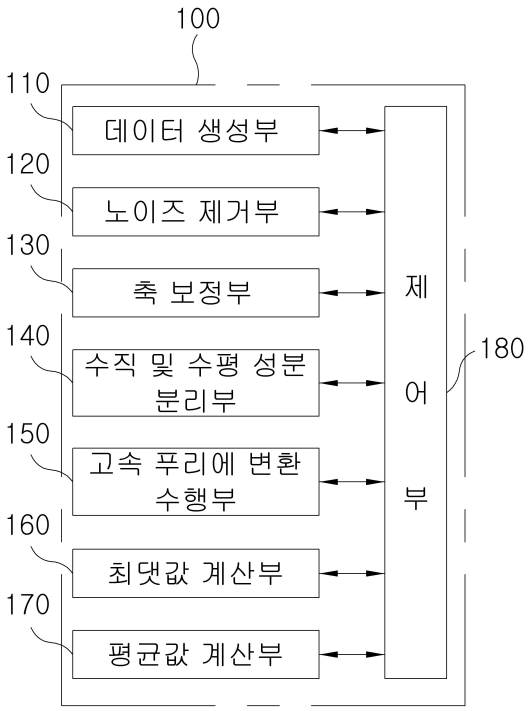
(54) 발명의 명칭 **파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 데이터 정량화 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 데이터 정량화 방법은, 단말기에서, 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성하는 단계; 단말기에서, 생성된 가속도계 데이터

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



에 포함된 잡음을 제거하는 단계; 단말기에서, 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세 및 단말기의 기울기를 보정하기 위해 3축 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축을 보정하는 단계; 단말기에서, 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계; 단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하고, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산하는 단계; 단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산하는 단계; 정량화 디바이스에서, 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 계산된 최댓값 및 평균값을 이용하여, 가속도계 데이터를 정량화하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류
A61B 5/7225 (2013.01)
A61B 5/7257 (2013.01)
A61B 2562/0219 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017R1A2B1009234
부처명 한국연구재단
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원사업
연구과제명 웨어러블센서와 휴대용 fNIRS-EEG를 이용, 기계 학습 기반 파킨슨병 전주기 개인맞춤형 모바일 헬스케어 시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한림대학교 산학협력단
연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

단말기에서, 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV(Comma Separated Value) 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성하는 단계;

상기 단말기에서, 상기 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음(noise)을 제거하는 단계;

상기 단말기에서, 상기 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세(posture) 및 상기 단말기의 기울기를 보정하기 위해 3축(triaxis) 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축(axis)을 보정하는 단계;

상기 단말기에서, 상기 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계;

상기 단말기에서, 상기 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 상기 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행하고, 상기 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산하는 단계;

상기 단말기에서, 상기 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 상기 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산하는 단계;

정량화 디바이스에서, 상기 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 상기 계산된 최댓값 및 상기 평균값을 이용하여, 상기 가속도계 데이터를 정량화하는 단계를 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 단계는,

저역 통과 필터(Low Pass Filter)를 이용하여 아래의 수학식 1에 따라 상기 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 단계를 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 방법.

<수학식 1>

$$y[i]=y[i-1]+\alpha(x[i]-y[i-1])$$

여기서, y[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, y[i-1]는 t=t[i-1]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, x[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 입력 값을 나타내고, α는 평활화 계수로 0.17을 나타낸 것이다.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 축을 보정하는 단계는,

아래의 수학식 2 및 수학식 3에 따라 상기 축을 보정하는 단계를 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 방법.

<수학식 2>

$$R_{q_0,q_1,q_2,q_3} = R = \begin{bmatrix} 1-2(q_2^2+q_3^2) & 2(q_1q_2-q_0q_3) & 2(q_0q_2+q_1q_3) \\ 2(q_1q_2+q_0q_3) & 1-2(q_1^2+q_3^2) & 2(q_2q_3-q_0q_1) \\ 2(q_1q_3-q_0q_2) & 2(q_0q_1+q_2q_3) & 1-2(q_1^2+q_2^2) \end{bmatrix}$$

<수학식 3>

$$\begin{bmatrix} A_x'[i] \\ A_y'[i] \\ A_z'[i] \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} A_x[i] \\ A_y[i] \\ A_z[i] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11}A_x[i]+q_{12}A_y[i]+q_{13}A_z[i] \\ q_{21}A_x[i]+q_{22}A_y[i]+q_{23}A_z[i] \\ q_{31}A_x[i]+q_{32}A_y[i]+q_{33}A_z[i] \end{bmatrix}$$

여기서, R은 쿼터니언(Quaternion) 회전 행렬을 나타낸 것이고, $A_x'[i]$, $A_y'[i]$ 및 $A_z'[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터이고, $A_x[i]$, $A_y[i]$ 및 $A_z[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 가속도계 데이터이다.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계는,

아래의 수학식 4 내지 수학식 7에 따라 상기 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계를 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 방법.

<수학식 4>

$$\overline{m}[i] = (m_x[i], m_y[i], m_z[i]) = \left(\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1} A_x'[n]}{k} \right), \left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1} A_y'[n]}{k} \right), \left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1} A_z'[n]}{k} \right) \right)$$

여기서, $A_x'[n]$, $A_y'[n]$ 및 $A_z'[n]$값은 각각, t=t[n]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터를 나타낸 것이고, $\overline{m}[i]$은 윈도우 사이즈 k인 슬라이딩 윈도우 기법을 이용하여 t=t[i]일 때 x, y, z 각 축방향의 가속도계 데이터의 평균벡터를 나타낸 것이고, k는 32이다.

<수학식 5>

$$\left\| \overline{m}[i] \right\| = \left(\frac{m_x[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}, \frac{m_y[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}, \frac{m_z[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}} \right)$$

여기서, $m_x[i]$, $m_y[i]$, $m_z[i]$는 각각 x, y, z축의 가속도계 데이터의 평균을 나타낸 것이고, $\left\| \overline{m}[i] \right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이다.

<수학식 6>

$$\bar{v}[i]=\frac{\bar{A}[i]\cdot\|\bar{m}[i]\|}{\|\bar{m}[i]\|^2}\|\bar{m}[i]\|$$

여기서, $\|\bar{m}[i]\|$는 $\bar{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이고, $\bar{A}[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\bar{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이다.

<수학식 7>

$$\bar{h}[i]=\bar{A}[i]-\bar{v}[i]$$

여기서, $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\bar{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $\bar{A}[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이고, $\bar{h}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수평 성분 벡터를 나타낸 것이다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가속도계 데이터를 정량화하는 단계는,

설정된 의사 결정 트리(decision tree) 및 설정된 기계학습(machine learning)을 이용하여 상기 가속도계 데이터를 정량화하는 단계를 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 방법.

청구항 6

설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성하는 데이터 생성부;

상기 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 노이즈 제거부;

상기 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세 및 기울기를 보정하기 위해 3축 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축을 보정하는 축 보정부;

상기 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 수직 및 수평 성분 분리부;

상기 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 상기 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하는 고속 푸리에 변환 수행부;

상기 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산하는 최댓값 계산부;

상기 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 상기 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산하는 평균값 계산부를 포함하는, 단말기; 및

상기 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 상기 계산된 최댓값 및 상기 평균값을 이용하여, 상기 가속도계 데이터를 정량화하는 정량화 디바이스를 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 노이즈 제거부는,

저역 통과 필터를 이용하여 아래의 수학식 1에 따라 상기 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 것을 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템.

<수학식 1>

$$y[i]=y[i-1]+\alpha(x[i]-y[i-1])$$

여기서, y[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, y[i-1]는 t=t[i-1]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, x[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 입력 값을 나타내고, α는 평활화 계수로 0.17을 나타낸 것이다.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 축 보정부는,

아래의 수학식 2 및 수학식 3에 따라 상기 축을 보정하는 것을 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템.

<수학식 2>

$$R_{q_0,q_1,q_2,q_3}=R=\begin{bmatrix}1-2(q_2^2+q_3^2) & 2(q_1q_2-q_0q_3) & 2(q_0q_2+q_1q_3)\\ 2(q_1q_2+q_0q_3) & 1-2(q_1^2+q_3^2) & 2(q_2q_3-q_0q_1)\\ 2(q_1q_3-q_0q_2) & 2(q_0q_1+q_2q_3) & 1-2(q_1^2+q_2^2)\end{bmatrix}$$

<수학식 3>

$$\begin{bmatrix}A_x'[i]\\ A_y'[i]\\ A_z'[i]\end{bmatrix}=R\begin{bmatrix}A_x[i]\\ A_y[i]\\ A_z[i]\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}q_{11}A_x[i]+q_{12}A_y[i]+q_{13}A_z[i]\\ q_{21}A_x[i]+q_{22}A_y[i]+q_{23}A_z[i]\\ q_{31}A_x[i]+q_{32}A_y[i]+q_{33}A_z[i]\end{bmatrix}$$

여기서, R은 쿼터니언(Quaternion) 회전 행렬을 나타낸 것이고, $A_x'[i]$, $A_y'[i]$ 및 $A_z'[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터이고, $A_x[i]$, $A_y[i]$ 및 $A_z[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 가속도계 데이터이다.

청구항 9

제6항에 있어서,

수직 및 수평 성분 분리부는,

아래의 수학식 4 내지 수학식 7에 따라 상기 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 것을 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템.

<수학식 4>

$$\overline{m}[i]=(m_x[i],m_y[i],m_z[i])=\left(\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_x'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_y'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_z'[n]}{k}\right)\right)$$

여기서, $A_x'[n]$, $A_y'[n]$ 및 $A_z'[n]$값은 각각, t=t[n]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터를 나타낸 것이고, $\overline{m}[i]$은 윈도우 사이즈 k인 슬라이딩 윈도우 기법을 이용하여 t=t[i]일 때 x, y, z 각 축방향의 가속도계 데이터의 평균벡터를 나타낸 것이고, k는 32이다.

<수학식 5>

$$\left\|\overline{m}[i]\right\|=\left(\frac{m_x[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}},\frac{m_y[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}},\frac{m_z[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}\right)$$

여기서, $m_x[i]$, $m_y[i]$, $m_z[i]$는 각각 x, y, z축의 가속도계 데이터의 평균을 나타낸 것이고, $\left\|\overline{m}[i]\right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이다.

<수학식 6>

$$\overline{v}[i]=\frac{\overline{A}[i]\cdot\left\|\overline{m}[i]\right\|}{\left\|\overline{m}[i]\right\|^2}\left\|\overline{m}[i]\right\|$$

여기서, $\left\|\overline{m}[i]\right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이고, $\overline{A}[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이다.

<수학식 7>

$$\overline{h}[i]=\overline{A}[i]-\overline{v}[i]$$

여기서, $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $\overline{A}[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{h}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수평 성분 벡터를 나타낸 것이다.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 정량화 디바이스는,

설정된 의사 결정 트리 및 설정된 기계학습을 이용하여 상기 가속도계 데이터를 정량화하는 것을 포함하는, 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템.

청구항 11

하드웨어와 결합되어 제1항 내지 제5항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장된 애플리케이션.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템 및 방법{QUANTIFICATION SYSTEM AND METHOD OF GAIT TEST TO EXTRACT FEATURES OF FREEZING OF GAIT SYSPTOM OF PARKINSON'S DISEASE}

배 경 기 술

[0002] 파킨슨병의 주요 발병요소로는 고령이며, 도파민의 신경세포가 점차 소실되어 나타나는 신경계의 만성 진행성 질환이다. 이와 관련하여, 파킨슨병의 증상에는 자세의 불안정(postural instability)이나 자세반사의 이상(abnormal postural reflex) 및 보행동결(freezing of gait) 등이 있다.

[0003] 종래에는 파킨슨병을 진단하고자 할 때에는 의사의 직접적인 진단이 있어야 하기 때문에 파킨슨병이 의심되는 거동이 불편한 환자가 직접 병원에 내원하여야 하는 불편함이 있었다.

[0004] 따라서, 파킨슨병이 의심되는 환자가 직접 병원에 내원하지 않더라도 정확하게 파킨슨병의 유무를 진단할 수 있는 시스템 및 방법의 개발이 시급한 실정이다.

[0005] [관련기술문헌]

[0006] 1. 모션 센서를 이용한 보행주기 검출 시스템과 방법(특허출원번호 제10-2009-0029902호)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 단말기에 생성된 사용자의 걸음걸이에 대한 정확한 가속도 데이터를 기반으로, 고속 푸리에 변환의 결과값, 최댓값 및 평균값과 같은 특징들을 정확히 추출하는 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 단말기에서 추출된 특징들을 기반으로, 정량화 디바이스에서 의사 결정 트리 및 기계학습 등을 이용하여 정확하게 가속도계 데이터를 정량화하는 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0009] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 방법은, 단말기에서, 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성하는 단계; 단말기에서, 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 단계; 단말기에서, 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세 및 단말기의 기울기를 보정하기 위해 3축 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축을 보정하는 단계; 단말기에서, 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계; 단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수직 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하고, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산하는 단계; 단말기에서, 분리된 수직

성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산하는 단계; 정량화 디바이스에서, 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 계산된 최댓값 및 평균값을 이용하여, 가속도계 데이터를 정량화하는 단계를 포함한다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 특징은 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 단계는, 저역 통과 필터를 이용하여 아래의 수학식 1에 따라 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 단계를 포함한다.

[0012] <수학식 1>

[0013] $$y[i]=y[i-1]+\alpha(x[i]-y[i-1])$$

[0014] 여기서, y[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, y[i-1]는 t=t[i-1]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, x[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 입력 값을 나타내고, α는 평활화 계수로 0.17을 나타낸 것이다.

[0015] 본 발명이 해결하고자 하는 또 특징은 축을 보정하는 단계는, 아래의 수학식 2 및 수학식 3에 따라 축을 보정하는 단계를 포함한다.

[0016] <수학식 2>

[0017] $$R_{q_0,q_1,q_2,q_3}=R=\begin{bmatrix}1-2(q_2^2+q_3^2) & 2(q_1q_2-q_0q_3) & 2(q_0q_2+q_1q_3)\\ 2(q_1q_2+q_0q_3) & 1-2(q_1^2+q_3^2) & 2(q_2q_3-q_0q_1)\\ 2(q_1q_3-q_0q_2) & 2(q_0q_1+q_2q_3) & 1-2(q_1^2+q_2^2)\end{bmatrix}$$

[0018] <수학식 3>

[0019] $$\begin{bmatrix}A_x'[i]\\ A_y'[i]\\ A_z'[i]\end{bmatrix}=R\begin{bmatrix}A_x[i]\\ A_y[i]\\ A_z[i]\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}q_{11}A_x[i]+q_{12}A_y[i]+q_{13}A_z[i]\\ q_{21}A_x[i]+q_{22}A_y[i]+q_{23}A_z[i]\\ q_{31}A_x[i]+q_{32}A_y[i]+q_{33}A_z[i]\end{bmatrix}$$

[0020] 여기서, R은 쿼터니언(Quaternion) 회전 행렬을 나타낸 것이고, $A_x'[i]$, $A_y'[i]$ 및 $A_z'[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터이고, $A_x[i]$, $A_y[i]$ 및 $A_z[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 가속도계 데이터이다.

[0021] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 특징은 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계는, 아래의 수학식 4 내지 수학식 7에 따라 상기 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 단계를 포함한다.

[0022] <수학식 4>

[0023] $$\overline{m}[i]=(m_x[i],m_y[i],m_z[i])=\left(\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_x'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_y'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_z'[n]}{k}\right)\right)$$

[0024] 여기서, $A_x'[n]$, $A_y'[n]$ 및 $A_z'[n]$값은 각각, t=t[n]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터를 나타낸 것이고, $\overline{m}[i]$은 윈도우 사이즈 k인 슬라이딩 윈도우 기법을 이용하여 t=t[i]일 때 x, y, z 각 축방향의 가속도계 데이터의 평균벡터를 나타낸 것이고, k는 32이다.

[0025] <수학식 5>

$$\left\|\overline{m}[i]\right\| = \left(\frac{m_x[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}, \frac{m_y[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}, \frac{m_z[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}} \right)$$

[0026]

[0027] 여기서, $m_x[i]$, $m_y[i]$, $m_z[i]$는 각각 x, y, z축의 가속도계 데이터의 평균을 나타낸 것이고, $\left\|\overline{m}[i]\right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이다.

[0028] <수학식 6>

$$\overline{v}[i] = \frac{\overline{A}[i] \cdot \left\|\overline{m}[i]\right\|}{\left\|\overline{m}[i]\right\|^2} \left\|\overline{m}[i]\right\|$$

[0029]

[0030] 여기서, $\left\|\overline{m}[i]\right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이고, $\overline{A}[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이다.

[0031] <수학식 7>

$$\overline{h}[i] = \overline{A}[i] - \overline{v}[i]$$

[0032]

[0033] 여기서, $A[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $\overline{A}[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{h}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$의 수평 성분 벡터를 나타낸 것이다.

[0034] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 특징은 가속도계 데이터를 정량화하는 단계는, 설정된 의사 결정 트리 및 설정된 기계학습을 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 단계를 포함한다.

[0035] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템은, 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성하는 데이터 생성부; 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 노이즈 제거부; 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세 및 기울기를 보정하기 위해 3축 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축을 보정하는 축 보정부; 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 수직 및 수평 성분 분리부; 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하는 고속 푸리에 변환 수행부; 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산하는 최댓값 계산부; 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산하는 평균값 계산부를 포함하는, 단말기; 및 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 계산된 최댓값 및 평균값을 이용하여, 가속도계 데이터를 정량화하는 정량화 디바이스를 포함한다.

[0036] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 특징은 노이즈 제거부는, 저역 통과 필터를 이용하여 아래의 수학식 1에 따라 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하는 것을 포함한다.

[0037] <수학식 1>

[0038] $$y[i]=y[i-1]+\alpha(x[i]-y[i-1])$$

[0039] 여기서, y[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, y[i-1]는 t=t[i-1]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, x[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 입력 값을 나타내고, α는 평활화 계수로 0.17을 나타낸 것이다.

[0040] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 특징은 축 보정부는, 아래의 수학식 2 및 수학식 3에 따라 축을 보정하는 것을 포함한다.

[0041] <수학식 2>

[0042] $$R_{q_0,q_1,q_2,q_3}=R=\begin{bmatrix}1-2(q_2^2+q_3^2) & 2(q_1q_2-q_0q_3) & 2(q_0q_2+q_1q_3)\\ 2(q_1q_2+q_0q_3) & 1-2(q_1^2+q_3^2) & 2(q_2q_3-q_0q_1)\\ 2(q_1q_3-q_0q_2) & 2(q_0q_1+q_2q_3) & 1-2(q_1^2+q_2^2)\end{bmatrix}$$

[0043] <수학식 3>

[0044] $$\begin{bmatrix}A_x'[i]\\ A_y'[i]\\ A_z'[i]\end{bmatrix}=R\begin{bmatrix}A_x[i]\\ A_y[i]\\ A_z[i]\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}q_{11}A_x[i]+q_{12}A_y[i]+q_{13}A_z[i]\\ q_{21}A_x[i]+q_{22}A_y[i]+q_{23}A_z[i]\\ q_{31}A_x[i]+q_{32}A_y[i]+q_{33}A_z[i]\end{bmatrix}$$

[0045] 여기서, R은 쿼터니언(Quaternion) 회전 행렬을 나타낸 것이고, $A_x'[i]$, $A_y'[i]$ 및 $A_z'[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터이고, $A_x[i]$, $A_y[i]$ 및 $A_z[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 가속도계 데이터이다.

[0046] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 특징은 수직 및 수평 성분 분리부는, 아래의 수학식 4 내지 수학식 7에 따라 상기 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 것을 포함한다.

[0047] <수학식 4>

[0048] $$\overline{m}[i]=(m_x[i],m_y[i],m_z[i])=\left(\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_x'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_y'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_z'[n]}{k}\right)\right)$$

[0049] 여기서, $A_x'[n]$, $A_y'[n]$ 및 $A_z'[n]$값은 각각, t=t[n]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터를 나타낸 것이고, $\overline{m}[i]$은 윈도우 사이즈 k인 슬라이딩 윈도우 기법을 이용하여 t=t[i]일 때 x, y, z 각 축방향의 가속도계 데이터의 평균벡터를 나타낸 것이고, k는 32이다.

[0050] <수학식 5>

[0051] $$\left\|\overline{m}[i]\right\|=\left(\frac{m_x[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}},\frac{m_y[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}},\frac{m_z[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}\right)$$

[0052] 여기서, $m_x[i]$, $m_y[i]$, $m_z[i]$는 각각 x, y, z축의 가속도계 데이터의 평균을 나타낸 것이고, $\|\overline{m}[i]\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이다.

[0053] <수학식 6>

[0054] $$\overline{v}[i] = \frac{\overline{A}[i] \cdot \|\overline{m}[i]\|}{\|\overline{m}[i]\|^2} \|\overline{m}[i]\|$$

[0055] 여기서, $\|\overline{m}[i]\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이고, $\overline{A}[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이다.

[0056] <수학식 7>

[0057] $$\overline{h}[i] = \overline{A}[i] - \overline{v}[i]$$

[0058] 여기서, $A[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $\overline{A}[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{h}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i] = (A_x'[i], A_y'[i], A_z'[i])$의 수평 성분 벡터를 나타낸 것이다.

[0059] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 특징은 정량화 디바이스는, 설정된 의사 결정 트리 및 설정된 기계학습을 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 것을 포함한다.

발명의 효과

[0060] 본 발명은 단말기를 생성된 사용자의 걸음걸이에 대한 정확한 가속도 데이터를 기반으로, 고속 푸리에 변환의 결과값, 최댓값 및 평균값과 같은 특징들을 정확히 추출하는 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

[0061] 본 발명은 단말기에서 추출된 특징들을 기반으로, 정량화 디바이스에서 의사 결정 트리 및 기계학습 등을 이용하여 정확하게 가속도계 데이터를 정량화하는 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 걸음걸이 테스트 데이터 정량화 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

[0062] 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0063] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말기의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 정량화 디바이스의 개략적인 구성을 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말기에서 축이 보정된 가속도계 데이터를 이용하여 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 값으로 분리하는 내용을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 데이터 셋의 형상을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 특징 및 라벨의 분포를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 평균을 이용한 의사 결정 트리를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 도 6의 의사 결정 트리를 실제로 테스트한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 기계학습을 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 내용을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 학습 정확도와 손실함수의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 데이터 정량화 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0064] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0065] 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 펌웨어 (firmware), 소프트웨어 (software), 또는 하드웨어 (hardware) 로 구성된, 알고리즘 또는 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 알고리즘 또는 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 디지털 신호 처리 디바이스 (Digital Signal Processing Device) 의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 알고리즘 또는 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0066] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또한, 몇 가지 대체 실시 예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0067] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0068] 본 발명의 여러 실시 예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시 예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0069] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예들을 상세히 설명한다.

[0071] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말기의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다. 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말기(100)는 데이터 생성부(110), 노이즈 제거부(120), 축 보정부(130), 수직 및 수평 성분 분리부(140), 고속 푸리에 변환 수행부(150), 최댓값 계산부(160), 평균값 계산부(170) 및 제어부(180)을 포함한다.

[0072] 데이터 생성부(110)는 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV(Comma Separated Value) 파일 형식으

로 가속도계 데이터를 생성한다. 여기서, 설정된 시간이란, 예를 들면, 20ms일 수 있다.

[0073] 노이즈 제거부(120)는 데이터 생성부(110)에서 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음(noise)을 제거한다. 구체적으로, 노이즈 제거부(120)는 저역 통과 필터(Low Pass Filter)를 이용하여 아래의 <수학식 1>에 따라 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거한다.

수학식 1

[0074] $$y[i]=y[i-1]+\alpha(x[i]-y[i-1])$$

[0075] 여기서, y[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, y[i-1]는 t=t[i-1]일 때 상기 저역 통과 필터의 출력 값을 나타내고, x[i]는 t=t[i]일 때 상기 저역 통과 필터의 입력 값을 나타내고, α는 평활화 계수로 0.17을 나타낸 것이다.

[0076] 즉, 본 실시 예에서는 평활화 계수로 0.17를 사용하였지만 이에 한정되는 것은 아니며, 생성된 가속도계 데이터의 노이즈를 제거하기 위해 저역 통과 필터를 사용하였지만 이에 한정되는 것은 아니며, 칼만 필터(Kalman Filter) 등 노이즈를 제거하기 위한 필터는 어떤 것이든 사용될 수 있다.

[0077] 축 보정부(130)는 노이즈 제거부(120)에서 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세(posture) 및 단말기의 기울기를 보정하기 위해 3축(triaxis) 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 역할을 수행하는 것으로 축(axis)을 보정한다.

[0078] 구체적으로, 축 보정부(130)는 아래의 <수학식 2> 및 <수학식 3>에 따라 축을 보정한다.

수학식 2

[0079] $$R_{q_0,q_1,q_2,q_3}=R=\begin{bmatrix}1-2(q_2^2+q_3^2) & 2(q_1q_2-q_0q_3) & 2(q_0q_2+q_1q_3)\\ 2(q_1q_2+q_0q_3) & 1-2(q_1^2+q_3^2) & 2(q_2q_3-q_0q_1)\\ 2(q_1q_3-q_0q_2) & 2(q_0q_1+q_2q_3) & 1-2(q_1^2+q_2^2)\end{bmatrix}$$

수학식 3

[0080] $$\begin{bmatrix}A_x'[i]\\ A_y'[i]\\ A_z'[i]\end{bmatrix}=R\begin{bmatrix}A_x[i]\\ A_y[i]\\ A_z[i]\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}q_{11}A_x[i]+q_{12}A_y[i]+q_{13}A_z[i]\\ q_{21}A_x[i]+q_{22}A_y[i]+q_{23}A_z[i]\\ q_{31}A_x[i]+q_{32}A_y[i]+q_{33}A_z[i]\end{bmatrix}$$

[0081] 여기서, R은 쿼터니언(Quaternion) 회전 행렬을 나타낸 것이고, $A_x'[i]$, $A_y'[i]$ 및 $A_z'[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터이고, $A_x[i]$, $A_y[i]$ 및 $A_z[i]$값은 각각 x[i]는 t=t[i]일 때 x, y, z축의 가속도계 데이터이다.

[0082] 상술한 <수학식 2> 및 <수학식 3>의 의미를 보다 구체적으로 살펴보면, 단위 사원수를 구하기 위해서는 다음과 같은 과정이 필요하다.

[0083] 여기서, 단위 사원수 벡터 q는 아래의 <수학식 8> 내지 <수학식 10>과 같다.

수학식 8

[0084] $$\bar{q} = q_0 + iq_1 + jq_2 + kq_3$$

[0085] 여기서, i, j, k는 복소 단위 벡터이며, $i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1$ 을 만족한다.

수학식 9

[0086] $$\bar{q} = \cos(\theta/2) + i\sin(\theta/2)\hat{e}_{norm,x} + j\sin(\theta/2)\hat{e}_{norm,y} + k\sin(\theta/2)\hat{e}_{norm,z}$$

[0087] 여기서, Θ는 회전각이며, $\hat{e} = \hat{e}_{norm,x}\hat{i} + \hat{e}_{norm,y}\hat{j} + \hat{e}_{norm,x}\hat{k}$ 는 단위 회전 축 백터이다.

수학식 10

[0088] $$q_0^{\,2} + q_1^{\,2} + q_2^{\,2} + q_3^{\,2} = 1$$

[0089] 먼저, 가속도계 데이터의 초기벡터를 $\overline{A_i}$ 라 하고, 구하고자 하는 벡터를 $\overline{A_f}$라고 할 때, 초기벡터 $\overline{A_i}$ 는 피 실험자가 가만히 있는 자세에서 처음 설정된 시간 동안(예를 들면, 약 10초 동안) 측정한 데이터를 평균화한 것이다.

[0090] 즉, $\overline{A_i} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ 의 값을 가지며 원하는 벡터는 y축을 중력의 방향으로 고정하는 것이므로 벡터 $\overline{A_f} = A_x'\hat{i} + A_y'\hat{j} + A_z'\hat{k} = 0\hat{i} + 9.81\hat{j} + 0\hat{k}$ 와 같이 나타낼 수 있다. 이때, 단위 사원수를 구성하는데 필요한 각도 Θ는 벡터 $\overline{A_i}$ 와 $\overline{A_f}$ 의 내적을 이용하여 구할 수 있으며, 단위 회전축 벡터 $\hat{e}$는 벡터 $\overline{A_i}$ 와 $\overline{A_f}$ 의 외적을 통하여 구할 수 있다.

[0091] 아래의 <수학식 11> 내지 <수학식 12>는 벡터 $\overline{A_i}$ 와 $\overline{A_f}$ 의 내적을 통해 각도 Θ를 구하는 과정이며, <수학식 13> 내지 <수학식 14>는 벡터 $\overline{A_i}$ 와 $\overline{A_f}$ 의 외적을 통해 단위 회전축 벡터 $\hat{e}$를 구하는 과정이다.

수학식 11

[0092] $$\overline{A}_i \cdot \overline{A}_f = (A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}) \cdot (A_x'\hat{i} + A_y'\hat{j} + A_z'\hat{k}) = \left|\overline{A}_i\right|\left|\overline{A}_f\right|\cos(\theta)$$

[0093] 이때, $A_x' = A_z' = 0$ 이고, $A_y' = 9.81$ 이므로,

수학식 12

[0094] $$\theta = \arccos\left(\frac{A_y}{\left|\overline{A}_i\right|}\right)$$

수학식 13

[0095] $$\overline{A}_i \times \overline{A}_f = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ A_x' & A_y' & A_z' \end{vmatrix} = -9.81A_z\hat{i} + 9.81A_x\hat{k}$$

수학식 14

[0096] $$\hat{e} = -\frac{A_z}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}}\hat{i} + \frac{A_x}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}}\hat{k}$$

[0097] 상술한 바와 같은 방법으로 구해진 단위 축 벡터와 각도 Θ를 이용하여 수학식 2에서 언급된 쿼터니언 회전행렬 R을 구성할 수 있다.

[0098] 수직 및 수평 성분 분리부(140)는 축 보정부(130)에서 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리한다.

[0099] 구체적으로, 수직 및 수평 성분 분리부(140)는 아래의 <수학식 4> 내지 <수학식 7>에 따라 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리한다.

수학식 4

$$\overline{m}[i]=(m_x[i],m_y[i],m_z[i])=\left(\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_x'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_y'[n]}{k}\right),\left(\frac{\sum_{n=i}^{i+k-1}A_z'[n]}{k}\right)\right)$$

[0100]

[0101] 여기서, $A_x'[n]$, $A_y'[n]$ 및 $A_z'[n]$값은 각각, t=t[n]일 때 x, y, z축의 보정된 가속도계 데이터를 나타낸 것이고, $\overline{m}[i]$은 윈도우 사이즈 k인 슬라이딩 윈도우 기법을 이용하여 t=t[i]일 때 x, y, z 각 축방향의 가속도계 데이터의 평균벡터를 나타낸 것이고, k는 32이다.

수학식 5

$$\left\|\overline{m}[i]\right\|=\left(\frac{m_x[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}},\frac{m_y[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}},\frac{m_z[i]}{\sqrt{m_x^2[i]+m_y^2[i]+m_z^2[i]}}\right)$$

[0102]

[0103] 여기서, $m_x[i]$, $m_y[i]$, $m_z[i]$는 각각 x, y, z축의 가속도계 데이터의 평균을 나타낸 것이고, $\left\|\overline{m}[i]\right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이다.

수학식 6

$$\overline{v}[i]=\frac{\overline{A}[i]\cdot\left\|\overline{m}[i]\right\|}{\left\|\overline{m}[i]\right\|^2}\left\|\overline{m}[i]\right\|$$

[0104]

[0105] 여기서, $\left\|\overline{m}[i]\right\|$는 $\overline{m}[i]$의 단위벡터(정규화, norm)를 나타낸 것이고, $\overline{A}[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수직 성분 벡터를 나타낸 것이다.

수학식 7

$$\overline{h}[i]=\overline{A}[i]-\overline{v}[i]$$

[0106]

[0107] 여기서, $A[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터의 벡터를 나타낸 것이고, $\overline{v}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $\overline{A}[i]=(A_x'[i],A_y'[i],A_z'[i])$의 수직 성분 벡터

를 나타낸 것이고, $\overline{h}[i]$는 t=t[i]일 때 보정한 가속도계 데이터 $A[i]=(A_x^{'}[i],A_y^{'}[i],A_z^{'}[i])$의 수평 성분 벡터를 나타낸 것이다.

[0108] 고속 푸리에 변환 수행부(150)는 수직 및 수평 성분 분리부(140)에서 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행한다.

[0109] 최댓값 계산부(160)는 수직 및 수평 성분 분리부(140)에서 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산한다.

[0110] 평균값 계산부(170)은 수직 및 수평 성분 분리부(140)에서 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산한다.

[0111] 제어부(180)는 단말기(100)의 전반적인 동작을 제어한다.

[0113] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 정량화 디바이스의 개략적인 구성을 도시한 블록도이다. 먼저, 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 정량화 디바이스(200)는 의사 결정 트리 알고리즘(decision tree algorithm) 수행부(210), 기계학습 알고리즘(machine learning algorithm) 수행부(220) 및 제어부(230)를 포함한다.

[0114] 의사 결정 트리 알고리즘 수행부(210)는 단말기에서 추출한 고속 푸리에 변환의 결과값, 계산된 최댓값 및 평균값을 이용하여, 설정된 의사 결정 트리를 만들어서 수행한다.

[0115] 기계학습 알고리즘 수행부(220)는 의사 결정 트리 알고리즘 수행부(210)에서 트리를 구성하는 데이터 셋과 동일한 데이터 셋을 사용하여, 기계학습으로 학습과 시험을 수행한다.

[0116] 제어부(230)는 정량화 디바이스(200)의 전반적인 동작을 제어한다.

[0118] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말기에서 축이 보정된 가속도계 데이터를 이용하여 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리하는 내용을 설명하기 위한 도면이다.

[0119] 먼저, 단말기는 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거하고, 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 축을 보정한 후, 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리한다.

[0120] 구체적으로, 단말기에서는 데이터 분석의 효율성을 위해 사용자의 상하, 전후 및 좌우의 운동 데이터를 분리한다.

[0121] 보다 구체적으로 살펴보면, 단말기는 상술한 <수학식 4>와 같이 가속도계 데이터로부터 32개씩 데이터를 모아 각 축의 평균을 구한 후, <수학식 5>와 같이 단위 벡터를 만든다.

[0122] 이후, 단말기는 <수학식 5>를 통해 구해진 단위 벡터를 <수학식 6>과 같이 가속도계에 적용하면, 가속도계 데이터의 수직 성분을 구할 수 있고, 가속도계 데이터로부터 수직 성분을 제거하면, <수학식 7>과 같이 가속도계 데이터의 수평 성분만이 남게 된다.

[0123] 도 3은 단말기에서 가속도계 데이터의 수직 성분과 수평 성분이 분리된 것을 나타낸 도면이다.

[0124] 여기서, 측정 과정에서 얻어지는 특징 데이터(고속 푸리에 변환의 결과값, 최댓값 및 평균값)는 64개의 데이터를 모아서 이루어진 것이다. 구체적으로, 0부터 63번째 데이터에서 나온 특징을 첫 번째의 특징으로 하고, 1부터 64번째 데이터에서 나온 특징을 두 번째의 특징으로 이루게 된다.

[0125] 이후, 상술한 바와 같이, 단말기는 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하고, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산한다. 또한,

단말기는 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산한다.

[0126] 상술한 바와 같이, 측정 과정에서 얻어지는 특징 데이터(고속 푸리에 변환의 결과값, 최댓값 및 평균값)는 CSV 파일로 단말기 내에 생성되고, 측정이 완료된 후 정량화 디바이스로 전송된다.

[0127] 아래의 <표 1>은 CSV 파일 테이블을 나타낸 것이다.

[0128] <표 1>

[0129]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	VFmax	Vpeak	HFmax	Hpeak	Vmax	Hmax	VaverX	VaverY	VaverZ	VaverT	HaverX	HaverY	HaverZ	HaverT	Action
2	3.089471	2.066143	5.406574	0.199266	2.291029	0.063647	-5.34E-08	1.673216	-5.80E-07	1.673216	6.40E-05	2.99E-04	-0.00201	0.021889	Stand
3	3.089471	2.048349	5.406574	0.22402	2.291029	0.074627	-3.65E-08	1.673633	-4.24E-07	1.673633	-8.08E-04	2.89E-04	-0.0012	0.022511	Stand
4	3.089471	1.976102	5.406574	0.185904	2.291029	0.074627	5.23E-10	1.677894	3.10E-08	1.677894	-7.45E-04	2.74E-04	-5.26E-04	0.021908	Stand
5	3.089471	1.971985	5.406574	0.192001	2.291029	0.074627	-1.13E-08	1.677544	2.35E-07	1.677544	-4.20E-04	2.59E-04	-3.62E-04	0.022017	Stand
6	3.089471	1.977414	5.406574	0.183967	2.291029	0.074627	2.24E-09	1.6777	-5.45E-08	1.6777	3.56E-04	2.49E-04	-0.00121	0.021618	Stand

[0130] 여기서, VFmax는 수직방향 성분의 FFT의 최대값이고, Vpeak는 수직방향 성분의 FFT의 최대값에 대한 주파수이고, HFmax는 수평방향 성분의 FFT의 최대값이고, Hpeak는 수평방향 성분의 FFT의 최대값에 대한 주파수이고, Vmax는 수직방향 성분의 최대값이고, Hmax는 수평방향 성분의 최대값이고, VaverX는 수직방향 성분의 x방향 크기 평균값이고, VaverX는 수직방향 성분의 y방향 크기 평균값이고, VaverX는 수직방향 성분의 z방향 크기 평균값이고, VaverX는 수평방향 성분의 x방향 크기 평균값이고, VaverX는 수평방향 성분의 y방향 크기 평균값이고, VaverX는 수평방향 성분의 z방향 크기 평균값이며, Action는 학습을 위한 데이터 값이다.

[0131] <표 1>은 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용한 변수들을 보여주고 있다. 구체적으로, 특징 파라미터를 구하기 위해 윈도우 사이즈 64인 슬라이딩 윈도우 방식을 이용하였다. 즉, 첫 번째 행의 각 파라미터들은 축 보정 과정 및 회전행렬이용 변환을 통해 얻은 변수들(보정한 가속도계 데이터, 수직성분, 수평성분 등) 중 i=1~64(64개) 데이터를 이용하여 구한 것이며, 두 번째 행의 각 파라미터들은 i=2~65(64개) 데이터를 이용하여 구한 것이다. 본 발명의 일 실시 예에서 슬라이딩 윈도우 방식을 사용한 이유는 행위가 변하는 과정에 생길 수 있는 잡음을 제거하기 위함이다.

[0133] 도 4 내지 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 데이터 셋의 형상 및 의사 결정 트리를 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 먼저, 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 데이터 셋(dataset)의 형상을 설명하기 위한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 정량화 디바이스에서는 의사 결정 트리 및 기계학습을 이용할 때 동일한 데이터 셋을 사용하였다.

[0134] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 특징 및 라벨의 분포를 나타낸 도면이다. 먼저, 본 발명의 일 실시 예에 따른 의사 결정 트리를 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 방법은 상술한 바와 같이, 측정 과정에서 얻어지는 특징 데이터(고속 푸리에 변환의 결과값, 최댓값 및 평균값) 등을 단말기 내에서 직접 구한 후, WEKA(Waikato Environment for Knowledge Analysis)를 사용하여 얻어낸 의사 결정 트리를 애플리케이션에 적용하여 분류한 것이다.

[0135] 본 발명의 일 실시 예에서는 WEKA에서 지원하는 J48을 사용하였으며, 도 5는 WEKA를 사용하여 얻어낸 특징 별 데이터 분포를 나타낸 것이다. 구체적으로, 도 5에서 수직 축은 데이터의 개수를 나타낸 것이고, 수평축은 데이터의 크기를 나타낸 것이다. 또한, 도 5에 마지막에 위치한 그래프는 왼쪽부터 사용자가 걷는 상태(파란색), 뛰는 상태(빨간색), 서 있는 상태(하늘색), 앉아있는 상태(회색)를 의미한다.

[0136] 도 6 및 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 평균을 이용한 의사 결정 트리를 설명하기 위한 도면이다. 먼저, 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 의사 결정 트리는 모든 특징을 분류하지 않고, 각 특징마다 따로 트리를 구성함으로써 어떤 특징이 가장 효율적으로 행위를 분류해 내는지에 대한 정보를 알고자 하였다.

[0137] 도 7은 도 6의 의사 결정 트리를 실제로 테스트한 도면이다. 구체적으로, 도 7과 같이 평균을 사용하여 만든 트

리 모델을 애플리케이션이 적용하여 실험한 결과 각각 행위 별로 25%씩 완벽하게 분류하는 보였다.

[0139] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 기계학습을 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 내용을 설명하기 위한 도면이다. 먼저, 도 8에 도시된 바와 같이, 기계학습을 이용하여 가속도계 데이터를 정량화하는 방법으로는 학습 시 구글의 Tensor Flow를 Python에서 사용함으로써 진행하였다. 먼저, CNN(Convolution Neural Network)을 통한 학습을 위해 입력되는 데이터 셋을 4차원 배열로 분리한다. 여기서, 분리할 때 적용되는 파라미터는 윈도우 크기(window size), 윈도우 간의 간격을 조절하여 구성한다.

[0140] 본 발명의 일 실시 예에서는 10명의 데이터 셋을 가지고 학습하였는데, [4000×7] 크기의 배열로 입력된다. 본래 7개의 column에는 각각 user ID, time stamp, x data, y data, z data, strength, label이 들어 있지만, 본 발명의 일 실시 예에서는 학습 시 x data, y data 및 z data만을 사용하였다.

[0141] 또한, 본 발명의 일 실시 예에서는 윈도우 크기는 30, 윈도우 이동 거리는 윈도우 크기의 반인 15로 하여 진행하였다. 이와 같이, 데이터를 나누게 되면 최종적으로 4차원 배열이 만들어지게 되고, 여기서 70%의 데이튼 학습 데이터로 사용하였고, 30%의 데이터는 시험 데이터로 사용하였다.

[0143] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 학습 정확도와 손실함수의 관계를 설명하기 위한 도면이다. 먼저, 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 학습을 진행할 때 손실 함수 값과 정확도를 지표로 삼고 확인하며 학습을 진행하였다.

[0144] 도 9에 도시된 바와 같이, 손실함수는 무한히 0에 가까워졌으며 학습이 빠르게 진행되어 정확도는 일직 100%라는 분류에 도달하였다. 본 발명의 일 실시 예에서는 30%의 데이터 셋 즉, 테스트 데이터 셋을 사용하여 시험한 결과 100% 완벽하게 분류해내는 것을 확인할 수 있다.

[0146] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 파킨슨병의 보행동결 증상 특징 추출을 위한 데이터 정량화 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 먼저, 도 10에 도시된 바와 같이, 단말기에서, 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성한다(S1010).

[0147] 이후, 단말기에서, 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거한다(S1020).

[0148] 이후, 단말기에서, 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세 및 단말기의 기울기를 보정하기 위해 3축 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축을 보정한다(S1030).

[0149] 이후, 단말기에서, 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리한다(S1030).

[0150] 이후, 단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하고, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산한다(S1040).

[0151] 이후, 단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산한다(S1050).

[0152] 이후, 정량화 디바이스에서, 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 계산된 최댓값 및 평균값을 이용하여, 가속도계 데이터를 정량화한다(S1060).

[0154] 본 명세서에서, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능 (들) 을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또한, 몇 가지 대체 실시 예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0155] 본 명세서에 개시된 실시 예들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계는 프로세서에 의해 실행되는 하드

웨어, 소프트웨어 모듈 또는 그 2 개의 결합으로 직접 구현될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서에 커플링되며, 그 프로세서는 저장 매체로부터 정보를 판독할 수 있고 저장 매체에 정보를 기입할 수 있다. 다른 방법으로, 저장 매체는 프로세서와 일체형일 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 주문형 집적회로 (ASIC) 내에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말기 내에 상주할 수도 있다. 다른 방법으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내에 개별 컴포넌트로서 상주할 수도 있다.

[0156] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0157] 140 수직 및 수평 성분 분리부

150 고속 푸리에 변환 수행부

160 최댓값 계산부

170 평균값 계산부

180 제어부

200 정량화 디바이스

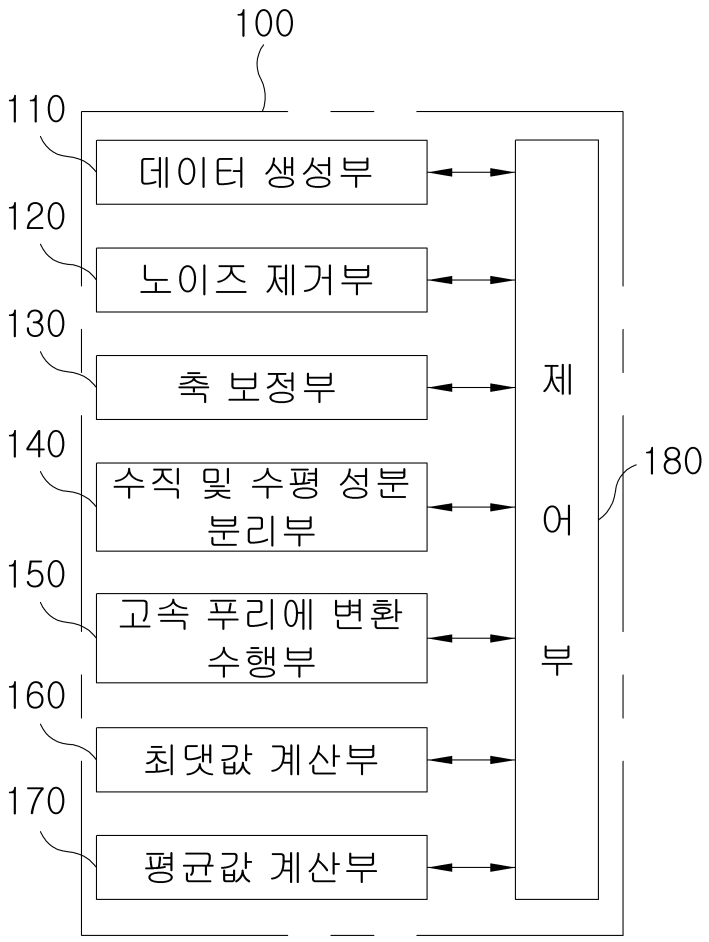
210 의사 결정 트리 알고리즘 수행부

220 기계학습 알고리즘 수행부

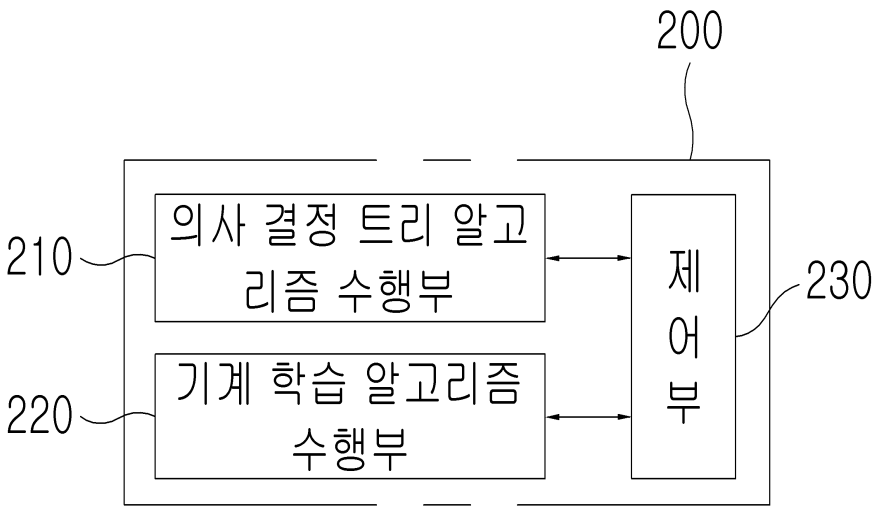
230 제어부

도면

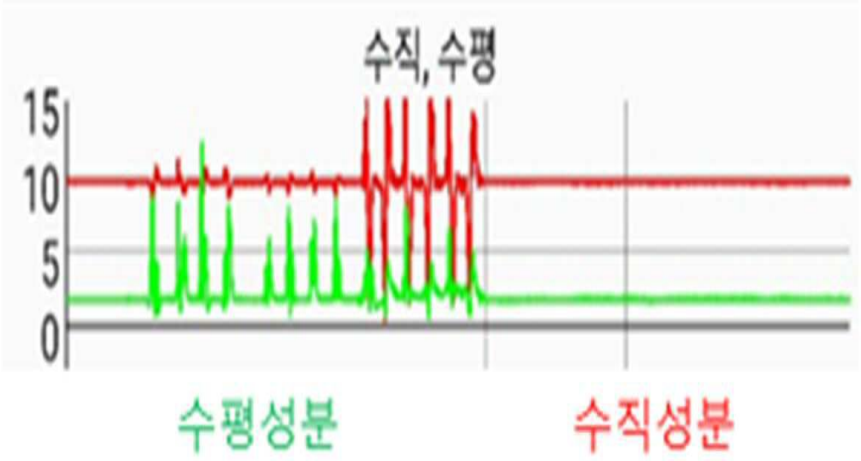
도면1


100
110
데이터 생성부
120
노이즈 제거부
130
축 보정부
140
수직 및 수평 성분 분리부
150
고속 푸리에 변환 수행부
160
최댓값 계산부
170
평균값 계산부
제어부
180

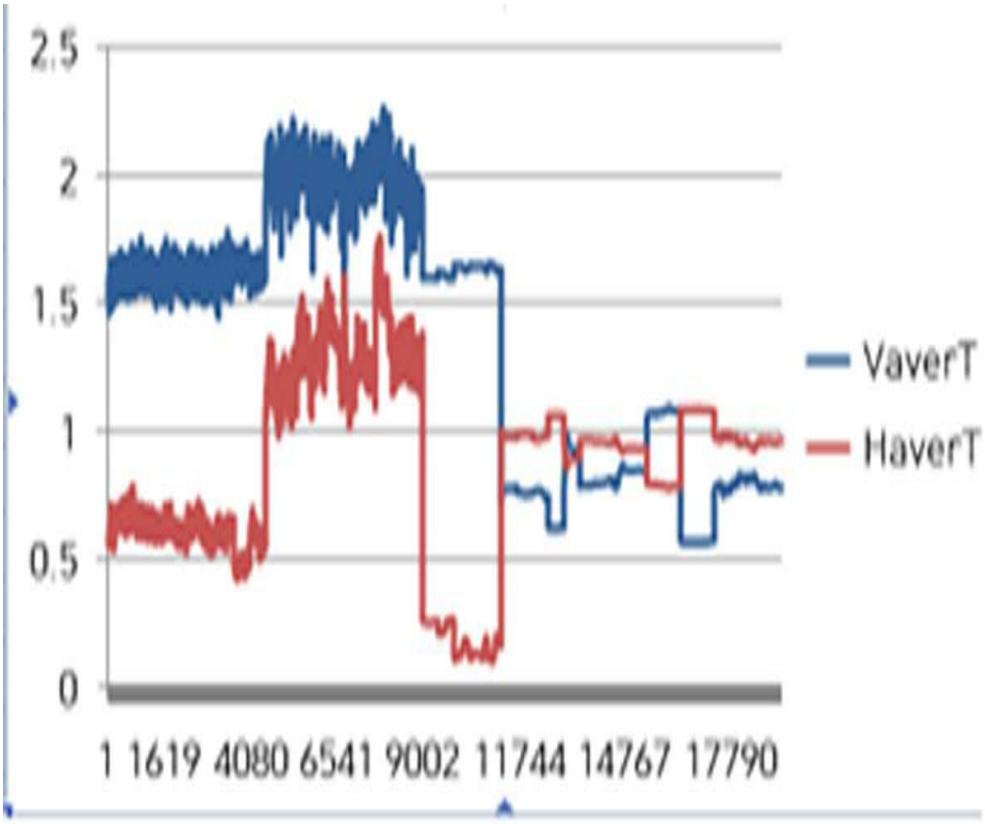
도면2


200
210
의사 결정 트리 알고리즘 수행부
220
기계 학습 알고리즘 수행부
제어부
230

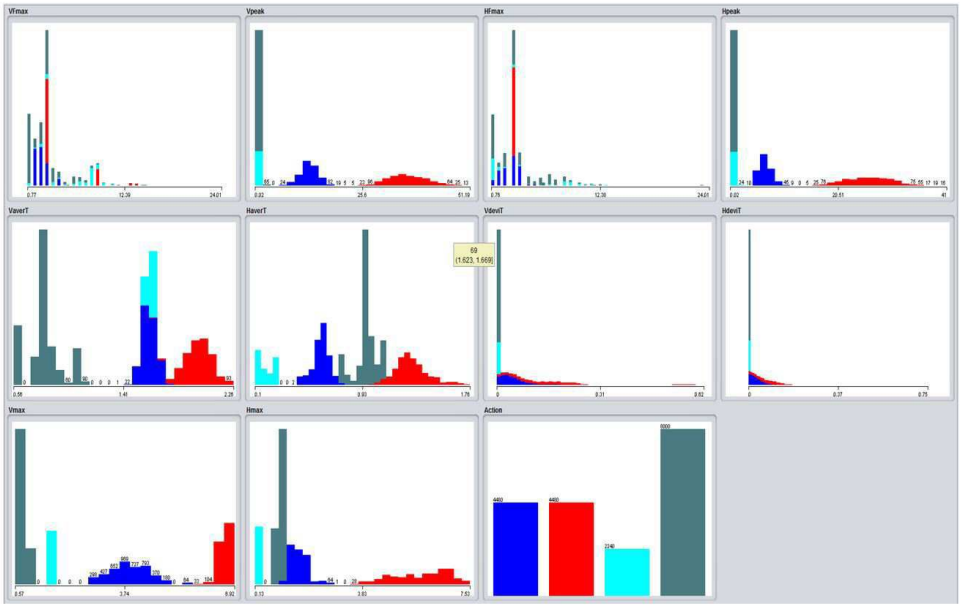
도면3


수직, 수평
15
10
5
0
수평성분
수직성분

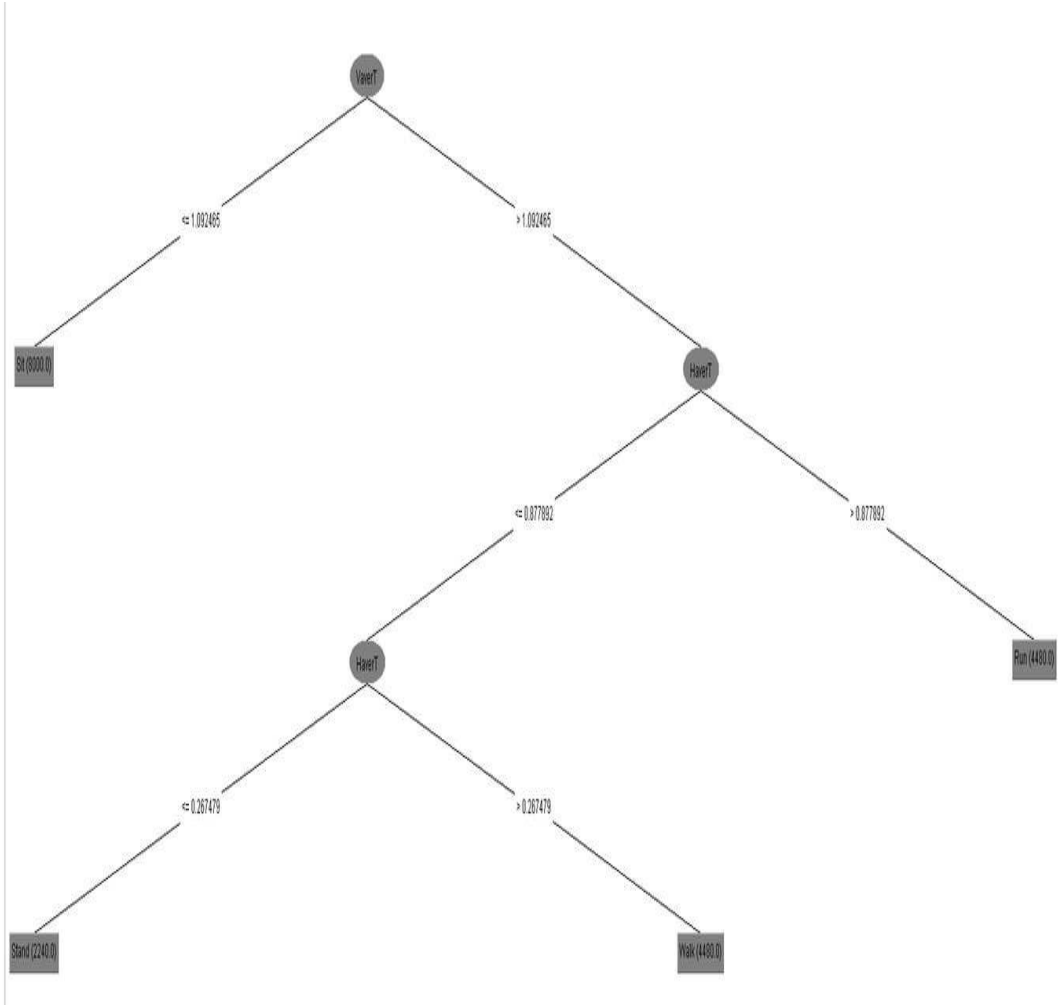
도면4


2.5
2
1.5
1
0.5
0
1 1619 4080 6541 9002 11744 14767 17790
VaverT
HaverT

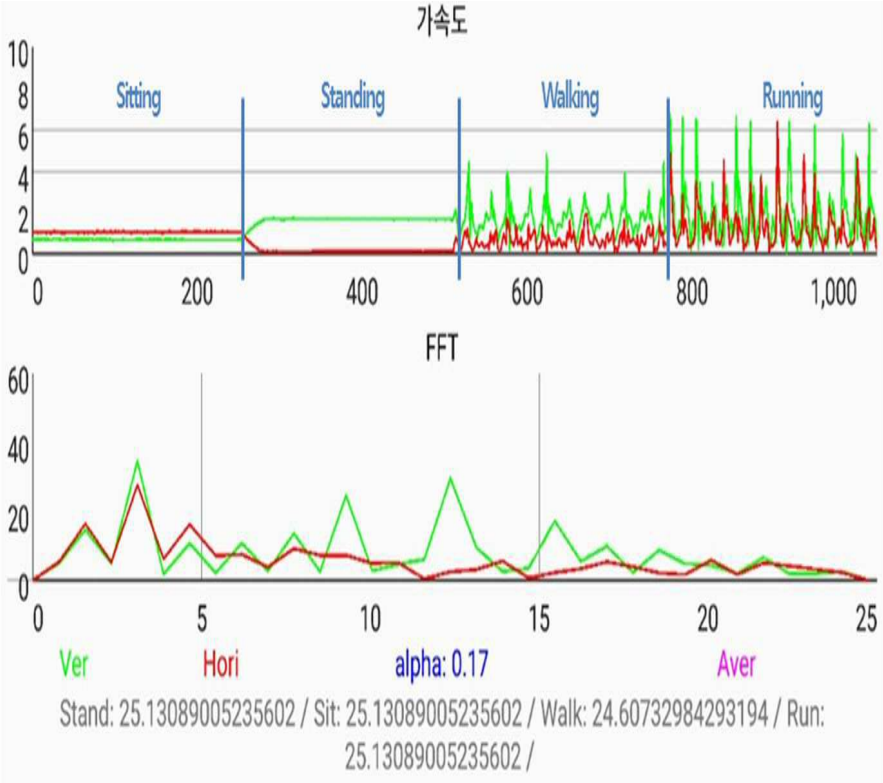
도면5


VfMax
Vpeak
HfMax
Hpeak
VaverT
HaverT
VdevT
HdevT
Vmax
Hmax
Action

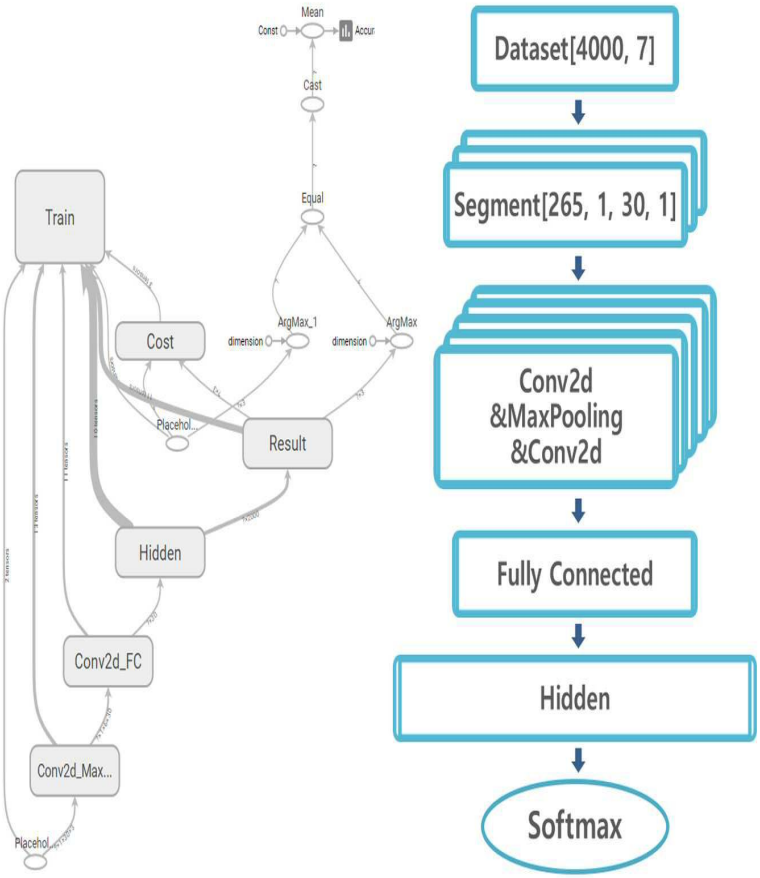
도면6


VaverT
<= 1.092465
> 1.092465
Sit (8000.0)
HaverT
<= 0.877892
> 0.877892
HaverT
Run (4480.0)
<= 0.267479
> 0.267479
Stand (2240.0)
Walk (4480.0)

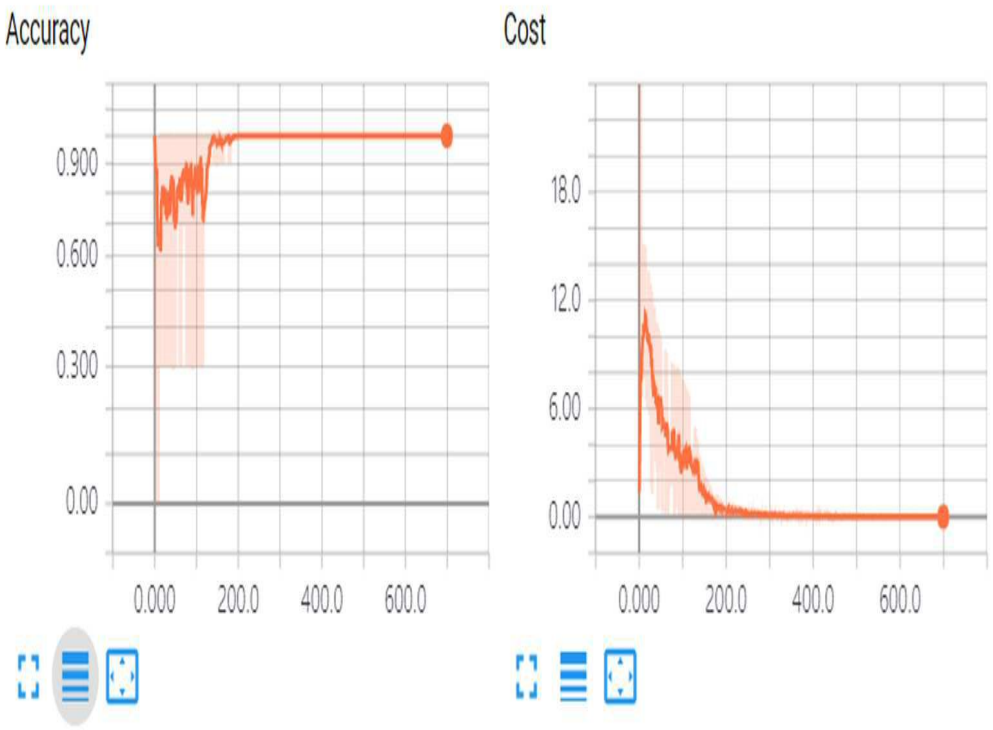
도면7


가속도
Sitting
Standing
Walking
Running
FFT
Ver
Hori
alpha: 0.17
Aver
Stand: 25.13089005235602 / Sit: 25.13089005235602 / Walk: 24.60732984293194 / Run: 25.13089005235602 /

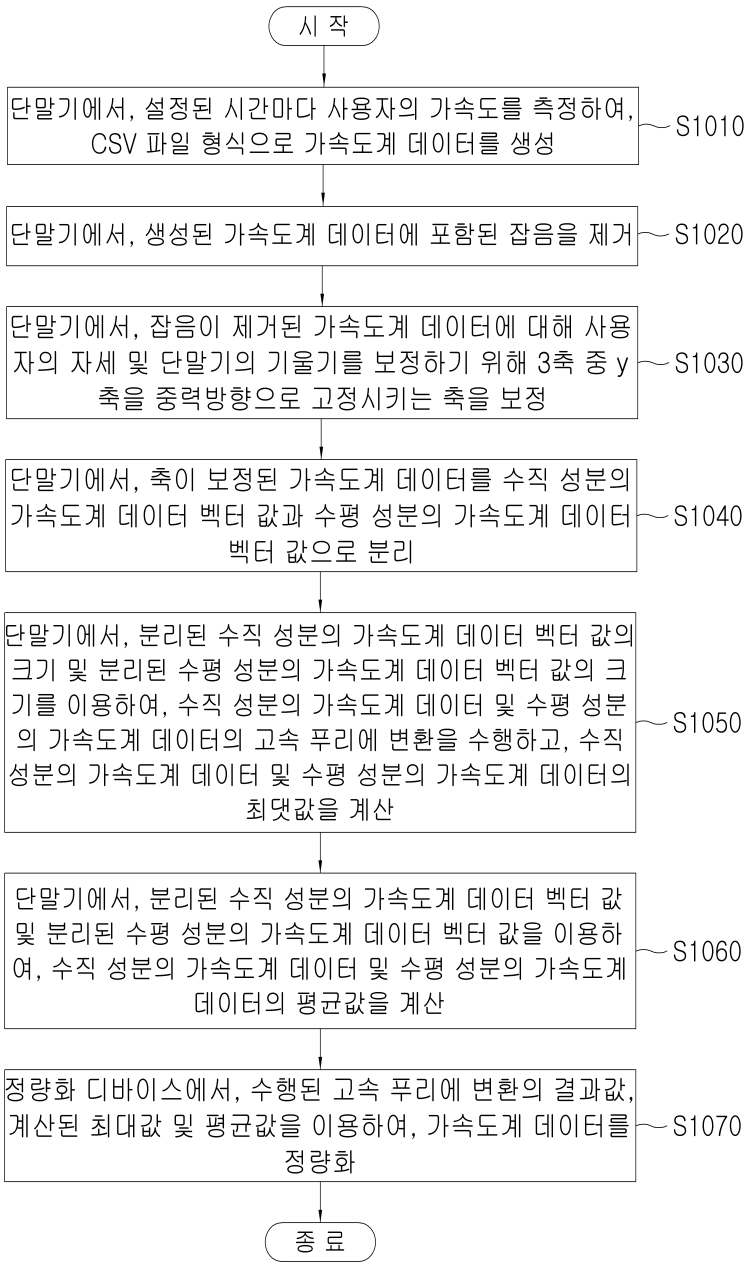
도면8


Mean
Const
Accur
Cast
Equal
Train
Cost
ArgMax_1
ArgMax
dimension
Placehol...
Result
Hidden
Conv2d_FC
Conv2d_Max...
Placehol...
Dataset[4000, 7]
Segment[265, 1, 30, 1]
Conv2d
&MaxPooling
&Conv2d
Fully Connected
Hidden
Softmax

도면9


Accuracy
0.900
0.600
0.300
0.00
0.000
200.0
400.0
600.0
Cost
18.0
12.0
6.00
0.00
0.000
200.0
400.0
600.0

도면10


시 작
단말기에서, 설정된 시간마다 사용자의 가속도를 측정하여, CSV 파일 형식으로 가속도계 데이터를 생성
S1010
단말기에서, 생성된 가속도계 데이터에 포함된 잡음을 제거
S1020
단말기에서, 잡음이 제거된 가속도계 데이터에 대해 사용자의 자세 및 단말기의 기울기를 보정하기 위해 3축 중 y축을 중력방향으로 고정시키는 축을 보정
S1030
단말기에서, 축이 보정된 가속도계 데이터를 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값과 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값으로 분리
S1040
단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값의 크기를 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 고속 푸리에 변환을 수행하고, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 최댓값을 계산
S1050
단말기에서, 분리된 수직 성분의 가속도계 데이터 벡터 값 및 분리된 수평 성분의 가속도계 데이터 벡터 값을 이용하여, 수직 성분의 가속도계 데이터 및 수평 성분의 가속도계 데이터의 평균값을 계산
S1060
정량화 디바이스에서, 수행된 고속 푸리에 변환의 결과값, 계산된 최대값 및 평균값을 이용하여, 가속도계 데이터를 정량화
S1070
종 료