(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0061874
(43) 공개일자 2019년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*A61B 5/117* (2016.01) *A61B 5/00* (2006.01)
*A61B 5/0488* (2006.01) *A61B 5/11* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*A61B 5/117* (2013.01)
*A61B 5/0488* (2019.01)
(21) 출원번호 10-2017-0160693
(22) 출원일자 2017년11월28일
심사청구일자 2017년11월28일

(71) 출원인
**인하대학교 산학협력단**
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
**김덕환**
서울특별시 양천구 목동로 230, 103동 1004호
**김상호**
경기도 안산시 상록구 월피로 31, 10동 501호
(74) 대리인
**김영철, 최우성, 김 순 영**

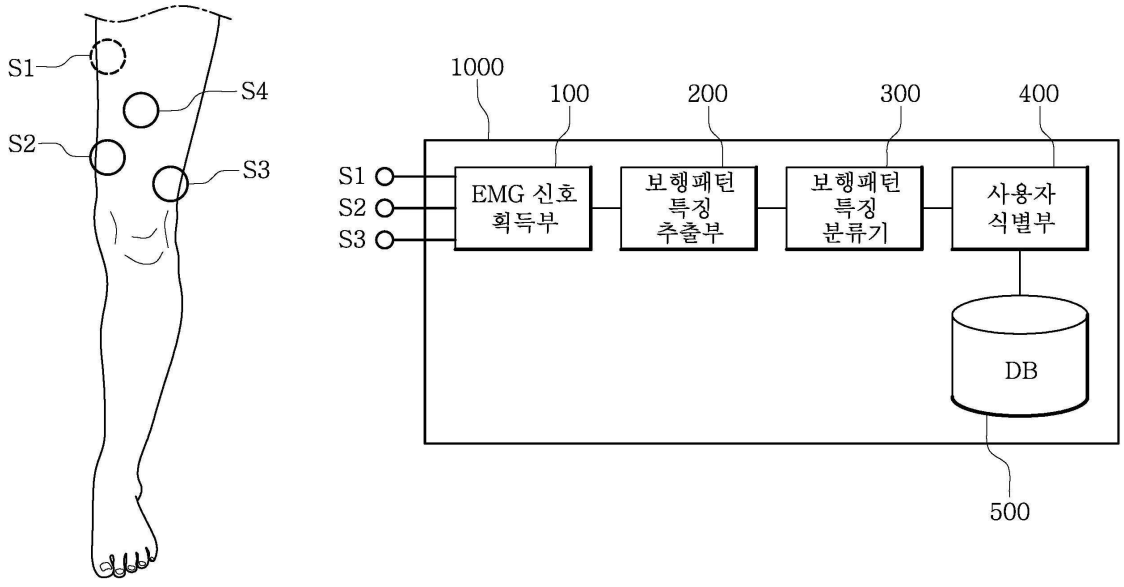
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치 및 방법**

## (57) 요 약

실시예들은 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 단계, 획득한 EMG 신호에 대해 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 단계, 추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 단계 및 분류된 보행상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 단계를 포함하는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법 및 이를 수행하는 장치에 관련된다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*A61B 5/112* (2013.01)
*A61B 5/7264* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 55049-1
부처명 산업통산자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가원
연구사업명 산업핵심기술개발사업
연구과제명 인간 내면상태의 인식 및 이를 이용한 인간친화형 인간-로봇 상호작용 기술 개발
기 여 율 4/10
주관기관 인하대학교
연구기간 2016.12.01 ~ 2017.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 56043-1
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구
연구과제명 그린 생체모방형 임플란티블 전자칩 및 U-생체정보처리 플랫폼 융합기술개발(정보전자공동연구소)
기 여 율 3/10
주관기관 인하대학교
연구기간 2017.05.01 ~ 2018.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015R1D1A1A01061112
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구
연구과제명 클라우드 기반 software Defined Storage의 고성능, 고신뢰성, 고가용성 및 공간효율성 향상을 위한 시스템 소프트웨어
기 여 율 3/10
주관기관 인하대학교
연구기간 2017.11.01 ~ 2018.10.31

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 EMG 신호 획득부;

획득한 EMG 신호에 대해 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 보행패턴 특징 추출부;

추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 보행패턴 특징 분류기; 및

분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 사용자 식별부를 포함하는, EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 데이터베이스는,

보행하는 복수의 훈련 대상자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서를 이용해 획득한 EMG 신호에 대하여 하나 이상의 제2 특징추출 알고리즘을 적용하여 훈련 대상자에 대한 보행패턴 특징을 추출하고, 추출된 훈련 대상자에 대한 보행패턴 특징을 HMM 모델에 적용하여 보행 상태에 따라 분류된 훈련 대상자 별 보행패턴 특징을 저장하고 있는 것을 특징으로 하는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서는,

보행하는 사용자의 반건양근, 외측광근, 내측광근으로부터 EMG 신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 특징추출 알고리즘은,

MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 포함하는 것을 특징으로 하는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 특징추출 알고리즘은,

IEMG(Integrated EMG), MAV(mean absolutue), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MMAV2(Modified Mean Absolute Value2), MAVSLP(Mean Absolute ValueSlope), SSI(Simple Square Integral), VAR(variance), RMS(root mean square), WL(waveform length), ZC(zero crossing), SSC(Slope Sign Changes), WAMP(Willison Amplitude) 중 적어도 4개 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치.

**청구항 6**

보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 단계;

획득한 EMG 신호에 대해 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 단계;

추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 단계; 및

분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 단계를 포함하되,

보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서는 보행하는 사용자의 반건양근, 외측광근, 내측광근에 부착된 것이고,

상기 제1 특징추출 알고리즘은,

MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 포함하는 것을 특징으로 하는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 사용자 인식 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용하여 사용자를 인식하는 장치 및 방법에 관련된다.

### *배 경 기 술*

[0002] 최근, 심전도(electrocardiogram,ECG), 뇌전도(Electroencephalogram,EEG), 근전도(Electromyographic,EMG)와 같은 생체신호(human bio signal)는 의용공학분야(biomedical engineering domain)에서 널리 사용되고 있다. 이러한 신호들 중 표면 EMG(surface EMG, sEMG)를 사용한 신호처리는 의학, 스포츠, 재활 공학과 같은 다양한 응용 분야에서 많은 관심을 끌고 있다.

[0003] 한편 보안등일 이유로 사용자를 식별하기 위한 기술은 주로 홍채인식, 지문인식, 안면인식 등과 같이 이미지 센서를 이용한 기술이 주를 이루고 있다. 그러나 이러한 이미지 센서를 이용한 사용자 인식은 사용자들이 밀집 되있거나, 특정 온도나 밝기에서 그 기능을 수행하지 못하는 문제가 있다.

### *선행기술문헌*

#### *특허문헌*

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2015-0000241호

## *발명의 내용*

### *해결하려는 과제*

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사용자의 하체에 부착된 EMG 센서를 이용하여 획득한 EMG 신호를 기초로 사용자

의 보행패턴을 산출하고, 데이터베이스에 저장된 정보와 비교함으로써 사용자를 인식할 수 있다.

[0006] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치는 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 EMG 신호 획득부, 획득한 EMG 신호에 대해 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 보행패턴 특징 추출부, 추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 보행패턴 특징 분류기 및 분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 사용자 식별부를 포함한다.

[0008] 일 실시예에 있어서, 상기 데이터베이스는, 보행하는 복수의 훈련 대상자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서를 이용해 획득한 EMG 신호에 대하여 하나 이상의 제2 특징추출 알고리즘을 적용하여 훈련 대상자에 대한 보행패턴 특징을 추출하고, 추출된 훈련 대상자에 대한 보행패턴 특징을 HMM 모델에 적용하여 보행 상태에 따라 분류된 훈련 대상자 별 보행패턴 특징을 저장할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 있어서, 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서는, 보행하는 사용자의 반건양근, 외측광근, 내측광근으로부터 EMG 신호를 획득할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 특징추출 알고리즘은, MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 특징추출 알고리즘은, IEMG(Integrated EMG), MAV(mean absolutue), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MMAV2(Modified Mean Absolute Value2), MAVSLP(Mean Absolute ValueSlope), SSI(Simple Square Integral), VAR(variance), RMS(root mean square), WL(waveform length), ZC(zero crossing), SSC(Slope Sign Changes), WAMP(Willison Amplitude) 중 적어도 4개 이상을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법은 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 단계, 획득한 EMG 신호에 대해 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 단계, 추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 단계 및 분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 단계를 포함하되, 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서는 보행하는 사용자의 반건양근, 외측광근, 내측광근에 부착된 것이고, 상기 제1 특징추출 알고리즘은, MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사용자의 하체에 부착한 EMG 센서를 활용하여 보행패턴을 학습하고 사용자를 인식함에 있어서, 가장 적합한 근육 부위와 개수 및 특징추출알고리즘을 이용함으로써 높은 인식률과 짧은 인식시간을 구현할 수 있다.

[0014] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터베이스에 저장된 특징 정보를 참조하여 현재 보행하는 사용자 하체로부터 획득한 EMG 신호로부터 사용자를 인식하는 과정을 나타내는 시스템 구성을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 과정에 따른 근육별 사용자 인식 정확도를 나타낸다.

도 4는 통상적으로 생체신호를 기반으로 특징을 분류하는 특징 분류 알고리즘의 종류를 나타내고, 도 5는 본 발명의 사용자 인식 방식 중 획득한 EMG 신호에 대하여 각 특징 분류 알고리즘을 적용한 사용자 인식률 결과를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따란 근육 수와 특징 추출 알고리즘의 수에 따른 인식 정확도와 인식시간을 나타낸다.

도 7은 다양한 사용자 인식 방법에 따른 인식률과, 본 발명의 일 실시예에 따른 인식률 결과를 나타낸다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법의 순서도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0016] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0018] 다만, 실시형태를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다.

[0019] 본 명세서에 기술된 실시예는 전적으로 하드웨어이거나, 부분적으로 하드웨어이고 부분적으로 소프트웨어이거나, 또는 전적으로 소프트웨어인 측면을 가질 수 있다. 본 명세서에서 "부(unit)", "모듈(module)", "장치" 또는 "시스템" 등은 하드웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 또는 소프트웨어 등 컴퓨터 관련 엔티티(entity)를 지칭한다. 예를 들어, 본 명세서에서 부, 모듈, 장치 또는 시스템 등은 실행중인 프로세스, 프로세서, 객체(object), 실행 파일(executable), 실행 스레드(thread of execution), 프로그램(program), 및/또는 컴퓨터(computer)일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 컴퓨터에서 실행중인 애플리케이션(application) 및 컴퓨터의 양쪽이 모두 본 명세서의 부, 모듈, 장치 또는 시스템 등에 해당할 수 있다.

[0020] 실시예들이 도면에 제시된 순서도를 참조로 하여 설명되었다. 간단히 설명하기 위하여 상기 방법은 일련의 블록들로 도시되고 설명되었으나, 본 발명은 상기 블록들의 순서에 한정되지 않고, 몇몇 블록들은 다른 블록들과 본 명세서에서 도시되고 기술된 것과 상이한 순서로 또는 동시에 일어날 수도 있으며, 동일한 또는 유사한 결과를 달성하는 다양한 다른 분기, 흐름 경로, 및 블록의 순서들이 구현될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 기술되는 방법의 구현을 위하여 도시된 모든 블록들이 요구되지 않을 수도 있다. 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 일련의 과정들을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램의 형태로 구현될 수도 있으며, 상기 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수도 있다.

[0021] 이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 상세히 살펴본다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치의 블록도이다. 도 1을 참조하면, EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치 1000는 EMG 신호 획득부 100, 보행패턴 특징 추출부 200, 보행패턴 특징 분류기 300, 및 사용자 식별부 400를 포함할 수 있다. 다른 일 실시예에서 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치 1000는 데이터베이스 500를 더 포함할 수 있다.

[0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터베이스에 저장된 특징 정보를 참조하여 현재 보행하는 사용자 하체로부터 획득한 EMG 신호로부터 사용자를 인식하는 과정을 나타내는 시스템 구성을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 우선 데이터베이스 생성과정이 선행된다. 다양한 참여자로부터 EMG 신호를 획득하고 S11, 획득한 EMG 신호로부터 특징을 추출하며 S12, 추출된 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행패턴 상태에 따라 분류하여 데이터베이스 500에 참여자 별로 저장한다 S13. 따라서 데이터베이스 500에는 참여자별 보행 패턴에 따른 특징이 저장

된다.

[0024] 데이터베이스 생성과정 이 후, 사용자 인식 과정이 시작될 수 있다. 판단대상 사용자X로부터 EMG 신호를 획득하고 S21, 획득한 EMG 신호에 대하여 특징을 추출하고 S22, 추출된 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행패턴 상태에 따라 분류한다S23. 분류된 보행 상태에 따른 특징을 데이터베이스500에 저장된 특징과 비교하여 대응되거나, 가장 유사한 참여자를 사용자 X로 인식(또는 추정)할 수 있다.

[0025] 이하에서는, 도 1 및 도 2에서 설명한 구성과 단계에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0026] 도 1을 다시 참조하면, EMG 신호 획득부 100는 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득할 수 있다. 예컨대 EMG 신호 획득부 100는 하나 이상의 EMG 센서를 포함하거나, EMG 센서와 통신 가능한 통신 장비일 수도 있다. 또한 EMG 센서는 피부표면에서 EMG 신호를 획득하는 sEMG장비일 수 있다.

[0027] 하나 이상의 EMG 센서는, 보행하는 사용자의 오른 다리, 왼 다리, 오른다리와 왼 다리 모두에 설치될 수 있다. 예컨대 하나 이상의 EMG 센서는 보행하는 사용자의 반건양근 S1, 외측광근 S2, 내측광근 S3으로부터 EMG 신호를 획득하는 것일 수 있다. 일 실시예에 따르면 사용자의 하체 부위 중 반건양근, 외측광근, 내측광근 총 3개 채널을 이용하여 EMG 신호를 측정함으로써 사용자의 보행 패턴 정보를 수집할 수 있다. 이렇게 수집된 EMG 신호들은 전처리 과정을 통해 노이즈가 제거될 수 있다. 노이즈가 제거된 EMG 신호들은 이후 과정에서 특징이 추출될 수 있다.

[0028] 보행패턴 특징 분류기 300는 추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류할 수 있다. 보행패턴 특징 분류기 300는 예컨대 사용자의 오른발과 왼발을 구분하고, 발이 올라가는 상태, 내려가는 상태, 앞을 향하여 올라가는 상태, 뒤를 향하여 올라가는 상태 등으로 보행 상태를 나눌 수 있다. 나눠진 보행 상태 별로 보행패턴 특징이 대응되도록 분류될 수 있다.

[0029] 사용자 식별부 400는 분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별할 수 있다. 도 2에서 설명한 바와 같이, 현재 측정한 EMG 신호로부터 사용자 보행 패턴 특징을 데이터베이스에 저장된 정보와 비교하여 사용자를 인식할 수 있다.

[0030] 데이터베이스 500는, 보행하는 복수의 훈련 대상자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서를 이용해 획득한 S11(도 2 참조) EMG 신호에 대하여 하나 이상의 제2 특징추출 알고리즘을 적용하여 S12 훈련 대상자에 대한 보행패턴 특징을 추출하고, 추출된 훈련 대상자에 대한 보행패턴 특징을 HMM 모델에 적용하여 보행 상태에 따라 분류된 훈련 대상자 별 보행패턴 특징을 저장S13할 수 있다.

[0031] 여기서 복수의 훈련 대상자로부터 획득되는 EMG 신호는 반건양근, 외측광근, 내측광근으로부터 획득한 신호일 수 있다. 또한 제2 특징 추출 알고리즘은 IEMG(Integrated EMG), MAV(mean absolutue), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MMAV2(Modified Mean Absolute Value2), MAVSLP(Mean Absolute ValueSlope), SSI(Simple Square Integral), VAR(variance), RMS(root mean square), WL(waveform length), ZC(zero crossing), SSC(Slope Sign Changes), WAMP(Willison Amplitude) 중 적어도 4개 이상을 포함할 수 있으나, 바람직하게는 MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 포함할 수 있다.

[0032] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 결과 및 발명의 효과를 설명한다.

[0033] 도 3은 본 발명의 일 과정에 따른 근육별 사용자 인식 정확도를 나타낸다. 도 3에서 K는 특징 분류 시 임의적으로 설정하는 군집 수를 의미하며, 도 3의 결과는 사용자의 근육 부위를 달리한 점을 제외하고 나머지 특징 추출 알고리즘과 분류기는 동일한 조건에 따른 것이다.

[0034] 도 3을 참조하면 대퇴직근은 반건양근, 외측광근, 내측광근에 비하여 낮은 정확도를 나타내고 있다. 따라 본 발명의 일 실시예에 따르면 반건양근, 외측광근, 내측광근으로부터 획득한 EMG 신호를 이용하여 사용자의 보행패턴으로부터 사용자를 인식한다. EMG 신호를 획득하는 근육 부위를 증가시키게 되면 정확도는 올라가나 연산양이 많아지기 때문에 적절한 EMG 신호 채널 수를 확보하는 것이 중요하다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 도 3에 도시된 결과를 바탕으로 반건양근, 외측광근, 내측광근 3개 채널로부터 획득한 EMG 신호를 이용하는 점을 일 특징으로 한다.

[0035] 보행패턴 특징 추출부 200는 획득한 EMG 신호(혹은 노이즈 저감 전처리가 진행된)에 대해 하나 이상의 제1 특징 추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출할 수 있다.

[0036] 일 실시예에서 제1 특징추출 알고리즘은, MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 포함할 수 있다. 즉 상술한 5개의 특징추출 알고리즘이 3채널 EMG 신호에 대하여 적용되고, 각 채널 신호에 대해 특징이 추출될 수 있다.

[0037] 도 4는 통상적으로 생체신호를 기반으로 특징을 분류하는 특징 분류 알고리즘의 종류를 나타내고, 도 5는 본 발명의 사용자 인식 방식 중 획득한 EMG 신호에 대하여 각 특징 분류 알고리즘을 적용한 사용자 인식률 결과를 나타낸다. 도 3에서와 마찬가지로 도 5의 결과는 특징추출 알고리즘을 달리한 점을 제외하고 나머지 조건(근육부위 및 분류기 종류)은 동일하다.

[0038] 사용자의 하체로부터 획득한 EMG 신호에 대하여 도 4에 나열된 특징 추출 알고리즘을 모두 적용하면 매우 높은 사용자 인식 정확도를 얻을 수 있으나, 데이터 처리량이 많아지기 때문에 장치에 무리가 가고 인식 시간이 늘어나는 문제가 발생될 수 있다. 따라서 적절한 특징 추출 알고리즘을 선별하여 하체로부터 획득한 EMG 신호에 대해 적용하는 것이 필요하다. 도 5를 참조하면 MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)가 다른 특징 추출 알고리즘에 비하여 높은 정확도를 나타내고 있는 바, 본 발명의 실시예에서는 상술한 5개의 특징 추출알고리즘을 이용하는 것을 일 특징으로 한다.

[0039] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따란 근육 수와 특징 추출 알고리즘의 수에 따른 인식 정확도와 인식시간을 나타낸다. 도 6에서 근육 4개는 대퇴직근, 반건양근, 외측광근, 내측광근이고, 3개는 반건양근, 외측광근, 내측광근이며, 2개는 외측광근, 내측광근을 의미한다. 또한 특징 12개는 IEMG(Integrated EMG), MAV(mean absolutue), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MMAV2(Modified Mean Absolute Value2), MAVSLP(Mean Absolute ValueSlope), SSI(Simple Square Integral), VAR(variance), RMS(root mean square), WL(waveform length), ZC(zero crossing), SSC(Slope Sign Changes), WAMP(Willison Amplitude) 이고, 특징 5개는 MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope)를 의미한다.

[0040] 도 6을 참조하면 근육3개/특징추출알고리즘5개를 이용한 경우에 비하여, 근육 4개/특징알고리즘12개를 이용한 경우는 인식률이 높으나 시간이 오래 걸리며, 근육2개/특징알고리즘5개를 이용한 경우는 인식률과 시간 면에서 모두 효과적이지 못함이 나타난다. 즉 본 발명의 일 실시예에 따라 사용자의 EMG 신호를 이용해 보행패턴을 분석함으로써 사용자를 인식하기 위해서는 반건양근, 외측광근, 내측광근 3개 근육으로부터 신호를 측정하고, MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute Value Slope) 5개의 특징추출알고리즘을 적용하는 것이 가장 최적임을 알 수 있다. 보다 구체적으로, 사용자 인식에 적합한 근육과 특징을 사용할 경우 평균 인식률이 약 2.3%떨어지지만 인식속도가 약 41.5% 향상되었다.

[0041] 도 7은 다양한 사용자 인식 방법에 따른 인식률과, 본 발명의 일 실시예에 따른 인식률 결과를 나타낸다. 우선 모션 캡쳐나 실루엣을 이용한 사용자 인식 정확보다는 95.71(%), 95로 매우 높으며, 음향을 이용한 경우 65.5로 매우 낮게 나타난다. 한편 본 발명의 일 실시예에 따른 인식 결과는 91.8로 90% 이상을 보인다. 사용환경에 따라서 모션 캡쳐나 실루엣을 이용한 사용자 인식이 불가하고, EMG 센서를 이용한 사용자 인식이 필요한 경우가 있을 수 있다. 예컨대 어두운 환경이나 여러명이 조밀하게 모여있는 경우 모션캡쳐나 실루엣을 활용하기 어려운 바, 이러한 환경에서 본 발명의 인식 방법을 이용하여 사용자를 정확하게 인식할 수 있을 것이다.

[0042] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법의 순서도이다. EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법은 상술한 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 장치의 구성요소들에 의해 구현될 수 있다.

[0043] 도 8을 참조하면 EMG 신호에 기반한 보행패턴을 이용한 사용자 인식 방법은 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 단계S100, 획득한 EMG 신호에 대해 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 단계 S200, 추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 단계 S300 및 분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을, 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 단계 S400를 포함할 수 있다. 여기서 보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서는 보행하는 사용자의 반건양근, 외측광근, 내측광근에 부착된 것일 수 있다. 또한 제1 특징추출 알고리즘은, MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), IEMG(Integrated EMG), MMAV1(Modified Mean Absolute Value1), MAVSLP(Mean Absolute

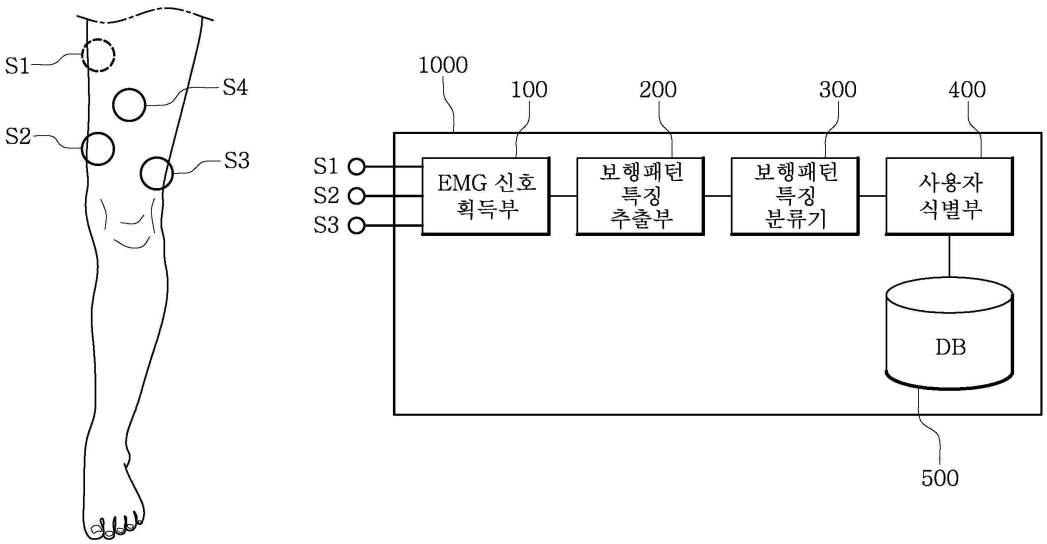
Value Slope)를 포함할 수 있다.

[0044] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는, 상술한 방법을 실행하기 위한 명령을 저장할 수 있다.

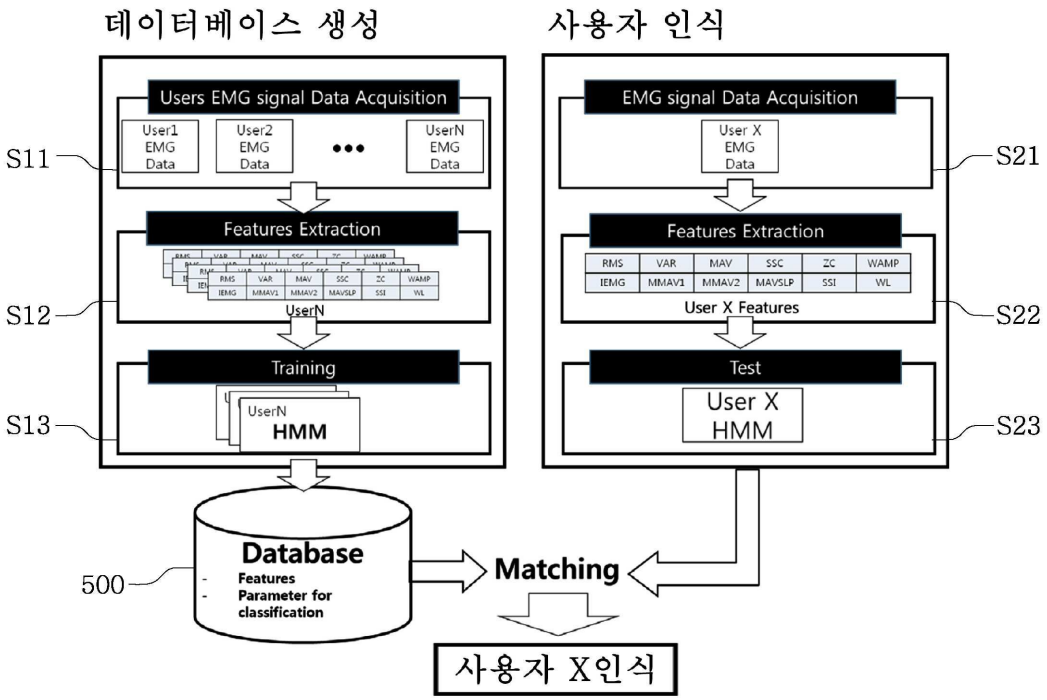
[0045] 이상에서 살펴본 본 발명은 도면에 도시된 실시예들을 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위 내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

## 도면

### 도면1




### 도면2



도면3

| | K = 32 | K = 64 | Avg. |
|---|---|---|---|
| 대퇴직근 | 78.45 | 81.25 | 79.85 |
| 반건양근 | 83.35 | 83.9 | 83.63 ! |
| 외측광근 | 80 | 81.85 | 80.93 ! |
| 내측광근 | 84.1 | 83.7 | 83.90 ! |

도면4

| | |
|---|---|
| RMS | 일정한 힘과 근육 수축에 관련 |
| MAV | 근전도 신호의 절대값 평균으로 근육 활성도에 관련 |
| VAR | 근전도 신호의 힘을 나타냄 |
| WAMP | 인접한 근전도 신호들이 정해진 기준을 초과하는 횟수 |
| ZC | 근전도 신호가 X축의 0을 교차한 횟수 |
| SSC | 시간 영역에서 계산된 근전도 신호의 주파수 영역 특성을 나타냄 |
| IEMG | 근전도 신호의 시작점과 관련 |
| MMAV1 | 경중함수를 적용하여 MAV를 강화 |
| MMAV2 | 경중함수를 연속화하여 부드럽게 함 |
| MAVS | 인접한 MAV 값들의 차 |
| SSI | 근전도 신호의 힘을 나타냄 |
| WL | 근전도 신호 waveform의 길이를 나타냄 |

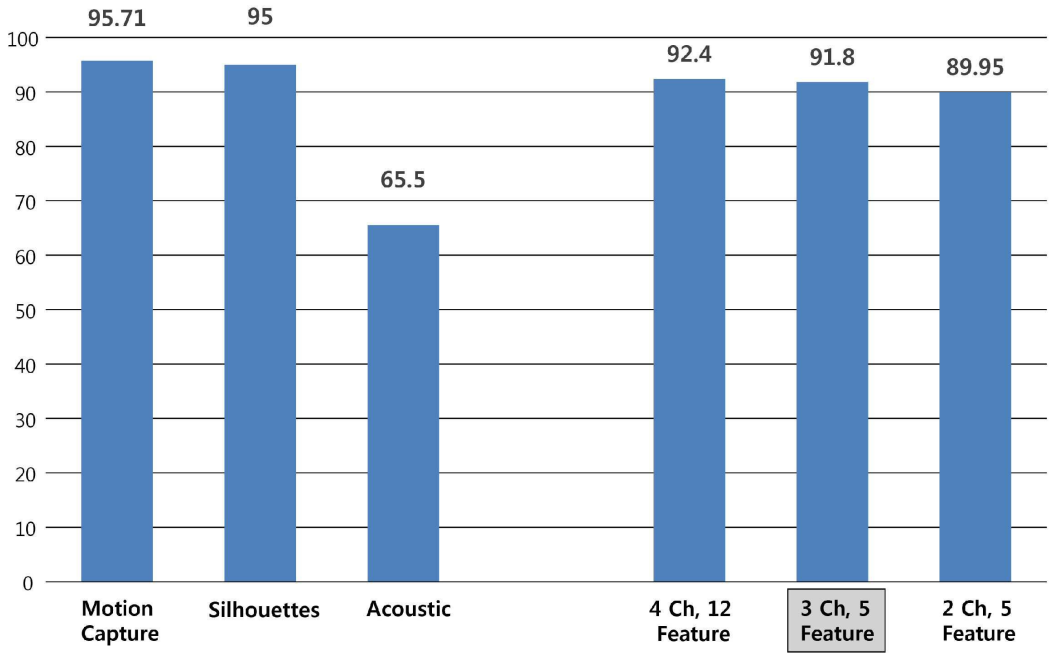
도면5

| | K = 32 | K = 64 | Avg. | |
|---|---|---|---|---|
| RMS | 92.80 | 93.00 | 92.90 | ! |
| MAV | 94.10 | 95.35 | 94.73 | ! |
| VAR | 75.60 | 80.40 | 78.00 | |
| WAMP | 73.50 | 76.65 | 75.08 | |
| ZC | 94.10 | 93.80 | 93.95 | ! |
| SSC | 74.85 | 73.95 | 74.40 | |
| IEMG | 93.30 | 94.25 | 93.78 | ! |
| MMAV1 | 93.15 | 94.95 | 94.05 | ! |
| MMAV2 | 88.75 | 91.50 | 90.13 | ! |
| MAVSLP | 92.30 | 93.90 | 93.10 | ! |
| SSI | 80.45 | 84.55 | 82.50 | |
| WL | 91.60 | 92.05 | 91.83 | ! |

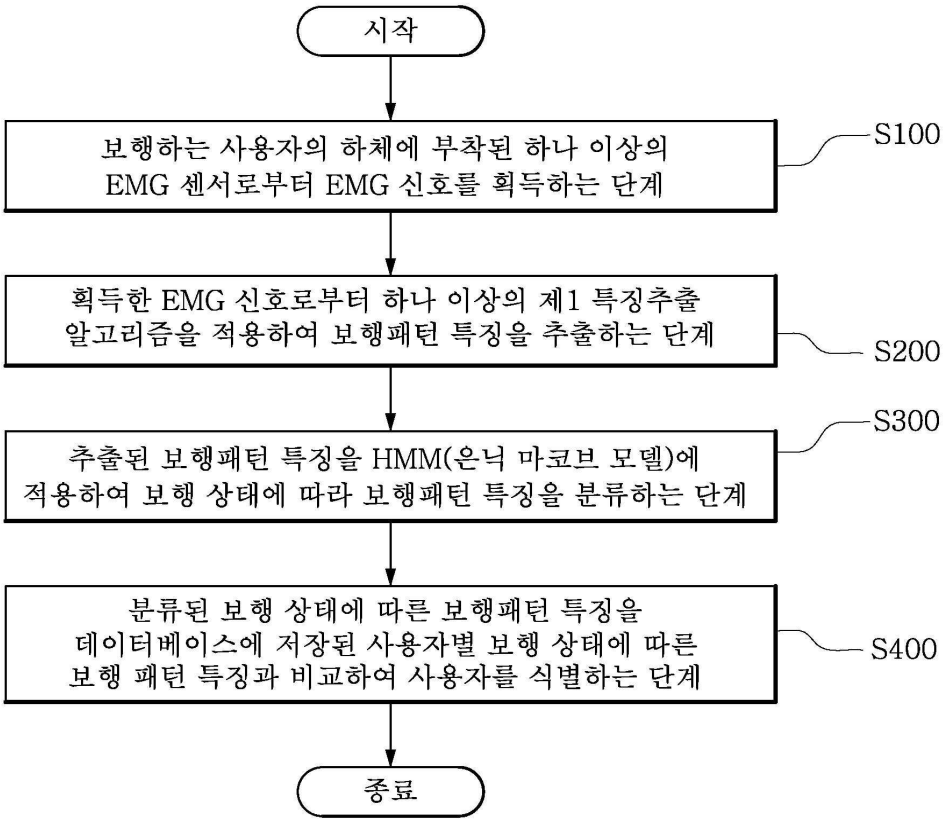
도면6

| | | K = 32 | K = 64 | Avg. |
|---|---|---|---|---|
| 근육 4개 | 인식률(%) | 93.5 | 94.4 | 93.95 |
| 특징 12개 | 실행시간(ms) | 145 | 162 | 153.5 |
| 근육 3개 | 인식률(%) | 91.5 | 92.1 | 91.8 |
| 특징 5개 | 실행시간(ms) | 103 | 114 | 108.5 |
| 근육 2개 | 인식률(%) | 89.9 | 90 | 89.95 |
| 특징 5개 | 실행시간(ms) | 106 | 140 | 123 |

도면7


95.71
95
65.5
92.4
91.8
89.95
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Motion Capture
Silhouettes
Acoustic
4 Ch, 12 Feature
3 Ch, 5 Feature
2 Ch, 5 Feature

도면8


시작
보행하는 사용자의 하체에 부착된 하나 이상의 EMG 센서로부터 EMG 신호를 획득하는 단계
S100
획득한 EMG 신호로부터 하나 이상의 제1 특징추출 알고리즘을 적용하여 보행패턴 특징을 추출하는 단계
S200
추출된 보행패턴 특징을 HMM(은닉 마코브 모델)에 적용하여 보행 상태에 따라 보행패턴 특징을 분류하는 단계
S300
분류된 보행 상태에 따른 보행패턴 특징을 데이터베이스에 저장된 사용자별 보행 상태에 따른 보행 패턴 특징과 비교하여 사용자를 식별하는 단계
S400
종료