



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0101800
(43) 공개일자 2016년08월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) A61B 5/04 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/00369 (2013.01)
A61B 5/04004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0024336
(22) 출원일자 2015년02월17일
심사청구일자 2015년02월17일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
김덕환
서울특별시 양천구 목동로 230 103동 1004호 (목동, 아이파크아파트)
김상호
경기도 안산시 상록구 월피로 31 10동 501호 (월피동, 한양아파트)
류재환
인천광역시 연수구 능허대로79번길 30 103동 20호 (옥련동, 럭키송도아파트)
(74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 6 항

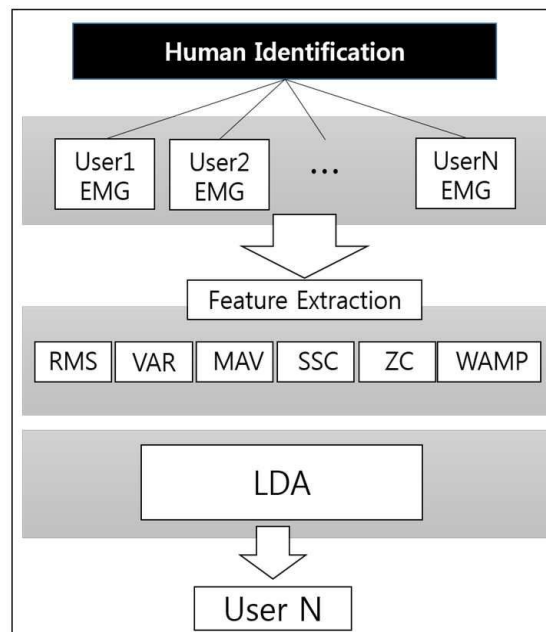
(54) 발명의 명칭 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법

(57) 요약

본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 관한 것으로서, (a) 사용자의 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호의 훈련용 데이터를 입력받아, 상기 EMG 신호로 사용자를 인식하는 분류기를 생성하는 단계; (b) 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호의 테스트용 신호를 입력받아, 상기 분류기를 테스트하여 인식

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



물을 구하여, 상기 인식률에 따라 분류기를 선정하는 단계; 및, (c) 상기 선정된 분류기로 사용자를 인식하는 단계를 포함하고, 사용자의 압력 신호에 따라 상기 EMG 신호를 보행주기 단위로 구분하여 상기 보행주기 단위의 EMG 신호를 생성하는 구성을 마련한다.

상기와 같은 방법에 의하여, 물리적인 센서로 취득하기 힘든 사람의 세부적인 움직임까지 나타내는 근전도 신호를 이용하여 사용자를 인식함으로써, 일정한 인식률을 가지면서도 위변조가 힘들어 높은 보안성을 갖는 사용자 인식방법을 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/04012 (2013.01)

A61B 5/112 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 49677-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 정보전자공동연구소

연구사업명 기초연구기반구축사업

연구과제명 그린 생체모방형 임플란티블 전자칩 및 U-생체정보처리 플랫폼 융합기술개발

기 여 율 3/10

주관기관 인하대학교

연구기간 2014.05.01 ~ 2015.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013R1A1A2006912

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원사업

연구과제명 클라우드 컴퓨팅 환경에서 차세대 저장장치의 고성능, 고신뢰성, 저전력을 위한 임베디드

소프트웨어 기술 개발

기 여 율 4/10

주관기관 인하대학교

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N-0001129

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 기업연계형 연구개발 인력양성

연구과제명 인하대 ICT 기업연계형 연구인력 양성 사업단

기 여 율 3/10

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2014.07.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 있어서,

(a) 사용자의 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호의 훈련용 데이터를 입력받아, 상기 EMG 신호로 사용자를 인식하는 분류기를 생성하는 단계;

(b) 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호의 테스트용 신호를 입력받아, 상기 분류기를 테스트하여 인식률을 구하여, 상기 인식률에 따라 분류기를 선정하는 단계; 및,

(c) 상기 선정된 분류기로 사용자를 인식하는 단계를 포함하고,

사용자의 압력 신호에 따라 상기 EMG 신호를 보행주기 단위로 구분하여 상기 보행주기 단위의 EMG 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (a)단계는,

(a1) 다수 채널의 EMG 신호와 압력 신호를 입력받는 단계;

(a2) 상기 압력 신호로부터 보행주기를 인식하는 단계;

(a3) 상기 EMG 신호를 상기 보행주기 단위로 구분하여, 구분된 보행주기 단위의 EMG 신호를 다수의 특징 추출 알고리즘을 이용하여 각각의 특징값으로 변환하는 단계; 및,

(a4) 상기 EMG 신호의 특징값을 입력으로 하고 사용자를 인식하는 출력으로 하여, 분류기를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 분류기는 상기 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호들을 결합하여 하나의 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호로 생성하고, 상기 결합된 보행주기의 EMG 신호에 특징 추출 알고리즘을 적용하여 특징값을 구하는 것을 특징으로 하는 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 특징 추출 알고리즘은 RMS(Root Mean Square), VAR(Variation), MAV(Mean Absolute Value), SSC(Slope Sign Change), ZC(Zero Crossing), WAMP(Willison Amplitude) 중 어느 하나 이상을 이용하는 것을 특징으로 하는 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 압력 신호는 기준이 되는 다리의 발바닥에 설치된 압력센서에 의하여 눌렸을 경우와 눌리지 않았을 경우에

발생되는 신호이고, 발바닥이 지면에 한번 붙었다가 떨어진 다음 다시 지면에 발이 붙을 때를 기준으로 1주기가 구분되는 것을 특징으로 하는 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 (b)단계에서, 인식률은 다음 [수식 1]에 의해 구하는 것을 특징으로 하는 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법.

[수식 1]

$$\text{인식률} = \frac{\text{옳게 인식한 걸음의 개수}}{\text{전체 보행주기의 개수}} \times 100(\%)$$

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 근전도 신호의 특징을 이용하여 사용자의 보행주기의 특징값을 분석해서 사용자 인식률을 측정하고, 이로부터 가장 인식률이 높은 EMG 특징을 추출하는, 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대 사회에서는 개인 정보의 보안이 요구된다. 이 요구를 충족하기 위해서 다양한 사용자 인증 및 인식 방식이 제안되어 사용하고 있다. 대표적으로 패스워드 인증 방식이 사용되고 있으나 위·변조 및 분실의 위험성이 존재한다.

[0003] 이러한 문제점을 해결하고자 생체신호를 이용한 인증 방식이 사용되고 있다[비특허문헌 1,2]. 생체신호를 이용한 인식방식은 신체 일부나 행동 패턴 등의 고유한 특성을 정보로 사용한다. 따라서 분실의 위험이 없고 본인이 직접 시스템을 이용해야 한다는 안정성과 위·변조가 힘들어 높은 보안성을 제공한다. 활용되는 생체신호로는 지문, 홍채, 얼굴, 음성 등이 있고 이를 이용한 인식방법이 연구 개발 되고 있다. 그러나 지문의 경우 타인에 의한 위·변조의 위험성이 있고, 얼굴인식은 주변 환경에 따라 인식률이 떨어질 수 있다. 또한 홍채나 안구를 이용한 방식은 기기에 신체가 접촉하여 사용자로 하여금 거부감을 들게 한다[비특허문헌 1,2].

[0004] 생체신호인 EMG(electromyography) 신호(또는 근전도 신호)는 물리적인 센서로 취득하기 힘든 사람의 세부적인 움직임까지 측정이 가능하며 개인 마다의 보행습관에 따라서 근육의 발달 정도가 다르다. 따라서 개개인마다 EMG 측정값이 다르게 나온다[비특허문헌 3,4].

[0005] 따라서 위와 같은 EMG 특징을 이용하여 사용자의 보행 주기의 특징 값들을 분석해서 사용자 인식률을 측정하고, 이로부터 가장 인식률이 높은 EMG 특징을 추출하는 방법이 필요하다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0006] (비특허문헌 0001) [비특허문헌 1] 최경택, 박강령, 김재희, “Biometric System에서의 Privacy 보호 기술,” 정보보호학회지, 제15권 제6호, pp. 19-30, 2005.
- (비특허문헌 0002) [비특허문헌 2] 박승환, “생체신호의 인식 기술,” 정보처리학회지, 제6권 제4호, pp.44-52, 1999.
- (비특허문헌 0003) [비특허문헌 3] Nixon, Mark S., Tan, Tieniu, Chellappa, Rama, “Human Identification Based on Gait, International Series on Biometrics, Vol. 4”, Springer, 2006.

(비특허문헌 0004) [비특허문헌 4] D-H. Kim, J-H. Ryu, S-H. Kim, "Multi-step Gait phase Recognition Using Feature and Channel Selection based on sEMG Signals", Fall Conference of The Institute of Electronics and Information Engineers, pp.682-685, 2013. 11.

(비특허문헌 0005) [비특허문헌 5] Zygote media Groups, Inc., Zygote Body 3D data, 2012.

(비특허문헌 0006) [비특허문헌 6] D-H. Kim, J-H. Ryu, S-H. Jeong, "The Gait phase Recognition Using Two phase LDA classifiers based on Surface EMG Signals", Summer Conference of The Institute of Electronics and Information Engineers, pp.1009-1012, 2013.

(비특허문헌 0007) [비특허문헌 7] D. H. Lee, S. L. Lee and D-H. Kim, "Implementation of a Prototype System for surface EMG Analysis based on Gait Phases," submitted to Yanbian University of Science & Technology 2012 International Symposium, June, 2012.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 근전도 신호의 특징을 이용하여 사용자의 보행주기의 특징값을 분석해서 사용자 인식률을 측정하고, 이로부터 가장 인식률이 높은 EMG 특징을 추출하는, 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 특히, 본 발명의 목적은 근전도 신호를 특징 추출 알고리즘을 통해 특징을 추출하고, 추출된 특징으로 사용자를 분류하는 분류기를 생성하고, 테스트를 통해서 가장 인식률이 높은 특징의 분류기를 선정하여 사용자를 분류하여 인식하는, 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 제공하는 것이다.

[0009]

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 관한 것으로서, (a) 사용자의 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호의 훈련용 데이터를 입력받아, 상기 EMG 신호로 사용자를 인식하는 분류기를 생성하는 단계; (b) 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호의 테스트용 신호를 입력받아, 상기 분류기를 테스트하여 인식률을 구하여, 상기 인식률에 따라 분류기를 선정하는 단계; 및, (c) 상기 선정된 분류기로 사용자를 인식하는 단계를 포함하고, 사용자의 압력 신호에 따라 상기 EMG 신호를 보행주기 단위로 구분하여 상기 보행주기 단위의 EMG 신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 있어서, 상기 (a)단계는, (a1) 다수 채널의 EMG 신호와 압력 신호를 입력받는 단계; (a2) 상기 압력 신호로부터 보행주기를 인식하는 단계; (a3) 상기 EMG 신호를 상기 보행주기 단위로 구분하여, 구분된 보행주기 단위의 EMG 신호를 다수의 특징 추출 알고리즘을 이용하여 각각의 특징값으로 변환하는 단계; 및, (a4) 상기 EMG 신호의 특징값을 입력으로 하고 사용자를 인식하는 출력으로 하여, 분류기를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 있어서, 상기 분류기는 상기 다수 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호들을 결합하여 하나의 채널의 보행주기 단위의 EMG 신호로 생성하고, 상기 결합된 보행주기의 EMG 신호에 특징 추출 알고리즘을 적용하여 특징값을 구하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 있어서, 상기 특징 추출 알고리즘은 RMS(Root Mean Square), VAR(Variation), MAV(Mean Absolute Value), SSC(Slope Sign Change), ZC(Zero Crossing), WAMP(Willison Amplitude) 중 어느 하나 이상을 이용하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 있어서, 상기 압력 신호는 기준이 되는 다리의 발바닥에 설치된 압력센서에 의하여 눌렸을 경우와 눌리지 않았을 경우에 발생하는 신호이고, 발바닥이 지면에 한번 붙었다가 떨어진 다음 다시 지면에 발이 붙을 때를 기준으로 1주기가 구분되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명은 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 있어서, 상기 (b)단계에서, 인식률

은 다음 [수식 1]에 의해 구하는 것을 특징으로 한다.

[수식 1]

$$\text{인식률} = \frac{\text{옳게 인식한 걸음의 개수}}{\text{전체 보행주기의 개수}} \times 100(\%)$$

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법에 의하면, 물리적인 센서로 취득하기 힘든 사람의 세부적인 움직임까지 나타내는 근전도 신호를 이용하여 사용자를 인식함으로써, 일정한 인식률을 가지면서도 위변조가 힘들어 높은 보안성을 갖는 사용자 인식방법을 제공할 수 있는 효과가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 실시하기 위한 전체 시스템의 구성에 대한 블록도.

도 2는 본 발명에 사용되는 압력신호에 따른 보행주기를 구분하는 것을 나타낸 그림.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 설명하는 전체 흐름도.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 설명하는 흐름도.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 훈련과정을 설명하는 흐름도.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 분류기의 인식률 평가 과정을 설명하는 흐름도.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 사용자 인식 과정을 설명하는 흐름도.

도 8은 본 발명의 실험 결과에 따른 피험자별 6개의 특징 각각에 대하여 인식률을 보인 그래프.

도 9는 본 발명의 실험 결과에 따른 피험자별 특징 인식률의 평균을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 도면에 따라서 설명한다.

또한, 본 발명을 설명하는데 있어서 동일 부분은 동일 부호를 붙이고, 그 반복 설명은 생략한다.

먼저, 본 발명의 일실시예에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 실시하기 위한 전체 시스템의 구성에 대하여 도 1을 참조하여 설명한다.

도 1에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법은 훈련 데이터(11) 또는 근전도 신호(12)를 입력받아, 특징 및 채널을 선택하거나 사용자를 인식하는 컴퓨터 단말(20) 상의 프로그램 시스템(30)으로 실시될 수 있다. 즉, 상기 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법은 프로그램으로 구성되어 컴퓨터 단말(20)에 설치되어 실행될 수 있다. 컴퓨터 단말(20)에 설치된 프로그램은 하나의 프로그램 시스템(30)과 같이 동작할 수 있다.

한편, 다른 실시예로서, 상기 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법은 프로그램으로 구성되어 범용 컴퓨터에서 동작하는 것 외에 ASIC(주문형 반도체) 등 하나의 전자회로로 구성되어 실시될 수 있다. 또는 보행의 근전도 신호를 이용한 사용자 인식만을 전용으로 처리하는 전용 단말(30)로 개발될 수도 있다. 특히, 상기기와 같은 전자회로는 사용자를 인식하는 인식장치에 이용되거나, 인식장치의 일부로서 실시될 수 있다. 이를 보행 주기 기반 사용자 인식 장치(30)라 부르기로 한다. 그 외 가능한 다른 형태도 실시될 수 있다.

다음으로, 본 발명에서 사용자를 인식할 때 이용되는 근전도 신호 및 보행주기를 도 2를 참조하여 설명한다.

먼저, 근전도(EMG) 신호에 대하여 설명한다.

EMG 신호는 바이오팩(Biopac)사의 MP-150을 이용하여 측정한다. MP-150시스템에 의해 획득된 EMG 신호는 1kHz

로 동기화된 상태로 샘플링된다. EMG 신호는 대퇴직근(Rectus Femoris; RF), 가쪽 넓은근(Vastus Lateralis; VL), 안쪽 넓은근(Vastus Medialis; VM), 반건양근(Semitendinous Muscle; SEM)과 같은 보행에 흔히 사용되는 근육신호를 측정하여 4채널을 사용한다[비특허문헌 5,6].

- [0028] 전극은 은/염화은(Ag/AgCl) 성분의 젤이 발라져 있는 전극으로 각 전극의 중심에서 2cm 간격으로 부착하여 구성한다. EMG 입력장치는 10-500Hz의 대역 통과 필터로 구성되어 입력된 신호는 10-500Hz의 대역을 갖는다[비특허문헌 6].
- [0029] 다음으로, 보행 주기에 대하여 설명한다.
- [0030] 보행 주기는 EMG 신호와 함께 발뒤꿈치에 부착한 압력신호를 이용하여 구분한다. 사람의 보행은 다리가 지면에 붙었다 떨어졌다는 반복하면서 진행된다[비특허문헌 6,7]. 도 2에서 보는 바와 같이, 한 번의 보행 주기는 기준이 되는 다리의 발이 지면에 한번 붙었다가 떨어진 다음 다시 지면에 발이 붙을 때를 기준으로 구분한다. 즉, 압력을 측정하여 압력신호를 출력하는 압력센서는, 사용자의 기준이 되는 다리의 발에 부착되어 설치된다.
- [0031] 다음으로, 본 발명의 실시를 위한 특징추출 알고리즘에 대하여 설명한다.
- [0032] 본 발명에서는 각 근육에서 측정하는 근전도 신호를 특징추출 알고리즘을 이용하여 특징값을 추출한다. 즉 근전도 신호는 연속된 데이터들이고, 이들을 소정의 범위 내에서 축약하여 획득하는 값이 특징값이다. 특히, 본원발명은 보행 주기 내의 근전도 신호들을 축약하여 특징값들을 추출할 수 있다.
- [0033] EMG 신호를 이용한 근활동 분석 방법에는 적분 근전도(IEMG, Integrated EMG), 평균값(Average Value), 피크(Peak), 중간값(Mean Value), 문턱값(Threshold) 등이 있다. IEMG는 특정 동작이 시작되고 끝날 때까지 측정된 신호를 적분을 하여 1개의 특징 값으로 변환하는 것이다. 평균값(Average Value) 및, 피크(Peak)는 특정 동작이 시작되고 끝날 때까지 측정된 신호의 평균과 최대 값을 특징 값으로 추출한 것이다. 중간값(Mean)은 특정 동작이 시작되고 끝날 때까지 측정된 신호의 최대 값과 최소 값의 중앙에 위치한 값을 특징 값으로 추출한다. 마지막으로 문턱값(Threshold)은 근활성도에 따라 명령어를 정의해둔 뒤 기준이 넘을 때마다 명령어를 수행 또는 전송하는 방법이다.
- [0034] 즉 상방향 1.3mv, 좌 방향 2.6mv로 설정했다면 주먹을 주었을 때 그 최대 값이 1.5mv가 나왔다면 상방향 명령어를 전송하고, 2.8mv가 나왔다면 좌방향 명령어를 전송하는 방법이다. 기존의 EMG 신호 분석 방법은 근활성도 측정을 위해 개발된 방법이다. 따라서 식이 간단하고 활성도에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 보행 분석과 같이 복잡한 조합을 통해 패턴을 인식하는 방법에는 정확도가 낮은 단점이 있다.
- [0035] 최근에는, 팔, 보행, 허리 등의 동작 인식을 위하여 신호처리 알고리즘을 이용한 EMG 신호 분석 방법들이 제안되었다. 대표적으로 VAR(variance of EMG), wAMP(Willision amplitude), RMS(root mean square), MAV(mean absolutue), ZC(zero crossing), SSC(sign slope change) 등을 이용한 특징 추출 알고리즘이 있다. 각각 분산, 진폭의 평균, 실효치, 절대값의 평균, 반복횟수, 진폭의 기울기를 이용하여 특징 값으로 변환한다.
- [0036] 본 발명에서는, 근전도 신호 데이터는 6개 등 다수의 특징 추출 알고리즘으로 대표 특징 값을 추출하는데, 이때 사용된 특징추출 알고리즘은 RMS(root mean square), VAR(variance), MAV(mean absolute), SSC(Slope Sign Change), ZC(zero crossing), wAMP(Willision amplitude) 등이다. 이들은 각각 실효치, 분산, 절대값의 평균, 진폭의 기울기, 반복횟수, 진폭의 평균을 이용하여 특징 값으로 변환한다. 이하에서 상기 6개의 특징 추출 알고리즘을 사용하는 것으로 설명하나, 이에 한정되지 않는다. 사용자의 숫자나 인식 범위 등을 고려하여 필요한 개수의 특징 추출 알고리즘을 선택할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일실시예에 따른 근전도 신호를 이용한 보행 주기 기반 사용자 인식 방법을 도 3 내지 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0038] 근전도 신호를 이용한 사용자 인식 방법은 분류기 생성단계와, 분류기 성능 평가 단계, 및, 사용자 인식 단계로 나뉜다.[비특허문헌 6,7] 도 3은 사용자 인식 알고리즘의 블록도이다. 먼저 근육의 EMG 신호를 채널 별로 취득한다. 또한 발뒤꿈치에 설치한 압력센서 데이터를 추가로 입력받아 보행 주기를 구분한다. 두 번째 과정은 추출한 데이터에서 사용자 개개인의 특징을 추출한다. 사용된 특징 추출 알고리즘은 RMS(Root Mean Square), VAR(Variation), MAV(Mean Absolute Value), SSC(Slope Sign Change), ZC(Zero Crossing), WAMP(Willision Amplitude)이다. 이때, 다수의 근육(예를 들어, 4개의 근육) 채널의 근전도 신호들을 보행주기 단위로 합하여 하나의 근전도 신호를 만들고, 만들어진 하나의 근전도 신호로 특징을 추출한다. 세 번째 과정은 LDA(Linear Discriminant Analysis)를 이용하여 분류기를 생성한다.[비특허문헌 6,7] 생성된 분류기에 대하여 인식률의 성

능을 평가한다.

- [0039] 사용자 인식 단계에서는 분류기 생성단계와 동일하게 취득된 EMG 신호(보행주기 단위로 합한 근전도 신호)의 특징값을 계산하고 분류기를 통해서 사용자를 인식한다. 사용자의 인식은 1인의 사용자에게 대하여 해당 사용자의 여부를 판단하는 분류나, 다수의 사용자 중 어느 1인의 사용자를 선택하는 분류, 모두 적용이 가능하다.
- [0040] 도 4를 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0041] 도 4에서 보는 바와 같이, 근전도 신호 기반 보행단계 인식 방법은 훈련과정(S10), 특징의 인식률 평가 과정(S20), 및 사용자 인식 과정(S30)으로 나뉜다.
- [0042] 훈련 과정(S10)에서는 훈련데이터를 이용하여, 사용자별로 보행시의 4채널의 근육과 6개의 특징 추출 알고리즘을 이용하여 경우의 수만큼 분류기를 생성한다. 이때, 근육은 보행주기별로 4개 채널을 합하여 1개 채널로 생성하고, 1개의 채널에 대한 특징(또는 특징추출 알고리즘)은 1개씩으로 구성하여 생성한다. 이때, 압력센서를 통해 보행주기를 구하고, 보행주기 내에서의 근전도 특징을 구한다.
- [0043] 예를 들어, 하나의 보행주기 내에는 4개 채널의 근전도 신호가 들어온다. 이때, 들어오는 신호가 CH1, CH2, CH3, CH4라고 한다면, 이들 신호들을 순차적으로 연결하여 결합한다. 즉, CH1-CH2-CH3-CH4 로 연결된 하나의 채널로 생성한다. 이 채널 신호의 길이는 보행주기의 4배가 된다. 이때의 신호를 결합된 보행주기의 근전도 신호 또는 결합 근전도 신호라 부르기로 한다.
- [0044] 특징의 인식률 평가 과정(S20)에서는 생성된 분류기와 그에 이용하여 각각 새로운 데이터(또는 테스트용 데이터)에 대한 인식 정확도를 계산한다. 그 후 근전도의 특징별로 가장 높은 인식률을 보인 분류기와 그에 사용된 근육을 선택한다.
- [0045] 사용자 인식 과정(S30)에서는 선택된 특징 추출 알고리즘(근육도 선택가능)을 이용하여 입력된 EMG 신호를 특징값으로 변환한다. 이때 특징값은 다수의 채널의 근전도 신호를 보행주기 단위로 합하여 결합된 보행주기의 근전도 신호로 특징값을 변환한다. 그 후 선택된 분류기를 이용하여 분류 결과를 얻어서, 사용자를 인식한다. 이때, 압력센서를 통해 보행주기를 구하고, 보행주기 내에서의 근전도 특징을 구한다.
- [0046] 먼저, 훈련과정(S10)을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0047] 도 5에서 보는 바와 같이, 훈련과정(S10)은 훈련 데이터 입력 단계(S11), 압력 센서에 의한 보행주기 구분 단계(S12), EMG 신호의 특징값 변환 단계(S13), 분류기 생성 단계(S14)로 구성된다.
- [0048] 훈련과정의 첫 번째 단계(S11)에서는 분류기 생성을 위하여 4채널 EMG신호와 압력 데이터 신호, 사용자 식별정보(또는 사용자 이름이나 아이디)를 입력받는다.
- [0049] 이때 압력 데이터는 압력센서에 의한 데이터이다. 바람직하게는, 상기 압력센서는 기준이 되는 다리의 앞꿈치 또는 뒷꿈치에 설치하여 눌렀을 경우와 눌리지 않았을 경우를 분류한다.
- [0050] 또한, 4개 채널 근전도 신호는 각각 내측광근, 외측광근, 최직근, 비복근 등의 근육에서 측정된 생체신호들이다.
- [0051] 또한, 사용자 식별정보는 상기 근전도 신호가 어느 사용자의 근전도 신호인지를 식별하는 정보로서, 사용자 이름이나 아이디 등 사용자를 식별할 수 있는 데이터이다.
- [0052] 두 번째 단계(S12)는 압력 데이터를 이용하여 보행주기를 인식한다.
- [0053] 압력센서로 발바닥이 눌렀을 때 1, 안 눌렀을 때 0으로 하여, 발이 지면에 한번 붙었다가 떨어진 다음 다시 지면에 발이 붙을 때를 기준으로 1주기를 구분한다.
- [0054] 세 번째 단계(S13)는 각 사용자의 보행 주기 내에서 발생하는 근전도 신호를 결합하여, 결합된 보행주기의 근전도 신호에 각각 특징 추출 알고리즘을 적용하여 특징 값을 추출한다(또는 변환한다). 이때 사용되는 특징 추출 알고리즘으로서, RMS(root mean square), VAR(variance), MAV(mean absolute), SSC(Slope Sign Change), ZC(zero crossing), wAMP(Willison amplitude) 총 6개를 사용한다.
- [0055] 네 번째 단계(S14)는 특징 값으로 변환된 EMG신호의 특징을 입력으로, 선형 판별 분석법(LDA, linear discriminant analysis)을 이용하여 각 채널의 각 특징에 따라 사용자를 분류하는 분류기를 생성한다. 즉, 특징 추출 알고리즘 6개를 경우의 수만큼 분류기를 생성한다. 따라서 6개의 분류기가 생성될 수 있다. 각 분류기는

사용자를 분류한다.

[0056] 본 발명에서는 훈련단계에서 연속되어 들어오는 근전도 신호는 한 주기 내에서 특징 추출 알고리즘으로 대표 값을 산출하고, 산출된 대표값과 사용자 식별정보로 분류기를 생성한다. 분류기는 LDA(linear discriminant analysis)를 이용하여 분류한다. 이것은 선형 판별 분석으로 트레이닝 데이터와 입력받은 특징 값들을 비교하여 분류한다. 즉 분류기는 입력된 EMG신호를 이용하여 사용자를 판단한다. EMG신호 입력받고, 보행주기 내의 결합된 근전도 신호를 생성하고, 이로부터 특징을 추출하여, 이를 분류기에 입력하면, 사용자 결과를 획득할 수 있다.

[0057] 다음으로, 특징의 인식률 평가 과정(S20)을 보다 구체적으로 설명한다.

[0058] 도 6에서 보는 바와 같이, 특징의 인식률 평가 과정(S20)은 테스트용 데이터 입력 단계(S21), 입력된 EMG 신호의 특징값 변환 단계(S22), 변환된 특징값으로 분류기의 사용자 인식 결과 획득 단계(S23), 분류기의 인식률 계산 단계(S25), 및, 인식률이 높은 분류기 및 상기 분류기에 사용된 특징 추출 알고리즘 선택 단계(S26)로 구성된다.

[0059] 특징의 인식률 평가 과정의 첫 번째 단계(S21)는 사용자 별 EMG 신호 및 압력 신호 데이터를 입력받는다. 즉, 각 사용자의 새로운 테스트용 EMG신호 및 압력 신호를 입력받는다.

[0060] 다음으로, 새로 입력된 EMG 신호를 훈련과정과 동일한 특징 추출 알고리즘을 사용하여 특징 값으로 변환한다(S22). 이때 EMG 신호도 보행주기 단위로 결합하여 결합된 EMG 신호를 이용한다. 그리고 변환된 특징값을 분류기에 입력하여 결과를 획득하고(S23), 결과로 얻은 사용자와 실제 사용자를 비교하여 각 분류기의 인식률을 계산한다(S24).

[0061] 인식률은 각 분류기별로 구한다. 앞서와 같이, 분류기는 채널 별로 인식률을 계산한다.

[0062] 다음 수학적 식 1은 사용자 인식률을 구하는 수식이다. 인식률은 전체 보행주기에 대하여 바르게 인식한 보행주기의 개수에 백분율을 곱해서 인식률을 계산한다.

[0063] [수학적 식 1]

$$\text{인식률} = \frac{\text{옳게 인식한 걸음의 개수}}{\text{전체 보행주기의 개수}} \times 100(\%)$$

[0064]

[0065] 마지막으로, 인식률이 가장 높게 나오는 분류기를 사용자 인식 단계에 사용하도록 선택하고, 선택된 분류기에서 사용된 특징 추출 알고리즘을 사용자 인식 과정(S30)에서 사용한다.

[0066] 다음으로, 사용자 인식 과정(S30)을 보다 구체적으로 설명한다.

[0067] 도 7에서 보는 바와 같이, 사용자 인식 단계(S30)는 실제 EMG 신호 및 압력신호를 입력받아 특징값으로 변환하는 단계(S31), 선택된 분류기에 변환된 특징값을 입력하여 분류하는 단계(S32), 분류결과로부터 사용자를 인식하는 단계(S33)로 구성된다.

[0068] 사용자 인식과정의 첫 번째 단계(S31)는 채널과 특징추출 알고리즘을 이용하여, 각 보행주기 내의 근전도 신호들을 합하여 특징 값으로 변환한다. 앞서 테스트 과정에서 인식률이 가장 높은 분류기를 알아내고 이를 사용한다. 한편, 이때 입력되는 데이터는 실제 EMG 신호와 압력신호이다. 이때, 다수의 채널(예를 들어 4개의 채널)의 근전도 신호들을 보행주기 단위로 하나로 결합하여 결합된 보행주기의 근전도 신호를 특징 추출 알고리즘에 적용하여 특징값을 추출한다.

[0069] 두 번째 단계(S32)는 특징 추출 알고리즘 선택과정에서 선택된 분류기를 이용하여 분류 결과를 얻는다. 마지막 세 번째 단계(S33)는 분류기 결과에 의하여 사용자를 식별한다..

[0070] 다음으로, 실험을 통한 본 발명의 효과를 구체적으로 설명한다.

[0071] 먼저, 실험방법을 설명한다.

[0072] 실험을 위한 피험자로 평균 나이 26.67세(±9.56), 평균 키 169.67(±6.22)의 성인남자 3명이 참여하였다. 보행 데이터는 약 35m 평지보행을 성인 평균 보행속도 1.4m/s보다 느린 약 1.5m/s~1.6m/s속도 보행하여 40걸음을 측정하였다. 20걸음은 훈련에 사용하고 20걸음을 사용자 인식에 사용한다.

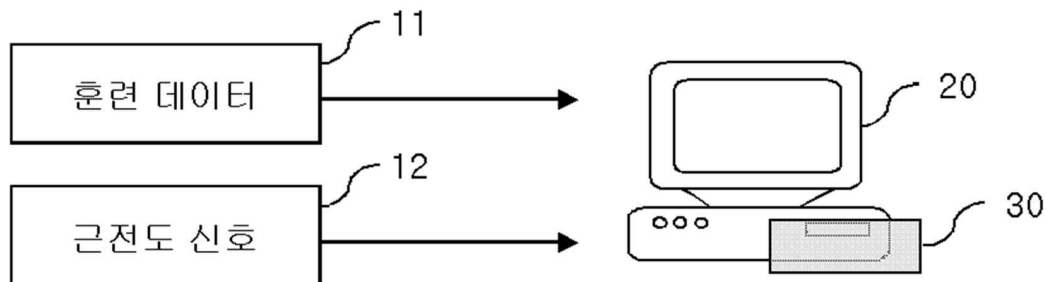
- [0073] 보행 주기에 따른 사용자 인식률을 구하기 위해서 입력된 보행에 대하여 주기마다 EMG 특징을 계산하여 추출하고 LDA를 사용하여 사용자를 인식한다. 앞서 수학적 식 1을 이용하여 사용자 인식률을 구한다. 전체 보행주기에 대하여 바르게 인식한 보행주기의 개수에 백분율을 곱해서 인식률을 계산하였다.
- [0074] 도 8은 피험자별 6개의 특징 각각에 대하여 인식률을 보인 그림이다.
- [0075] VAR의 평균 인식률이 100%로 가장 높은 인식률을 보이고, RMS, MAV의 평균 인식률이 각각 93.33%, 86.67%로 대체로 높은 인식률을 보인다.
- [0076] 도 9는 앞에서 구한 피험자별 보행 주기 인식률의 평균을 계산한 그림이다. 피험자1과 피험자2의 인식률은 95.83%, 피험자3은 60.83%의 평균 정확도를 보인다. 그리고 피험자 3명에 대한 전체 평균은 84.17%를 보인다.
- [0077] 본 발명에서는 EMG 신호를 이용하여 사용자를 인식하는 방법을 제안하였다. 사용자 인식에 사용되지 않는 생체 신호인 EMG신호를 이용하여 인식하는 방법을 제안한 것이다.
- [0078] 이상, 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 실시 예에 한정되는 것은 아니고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.
- [0079]

부호의 설명

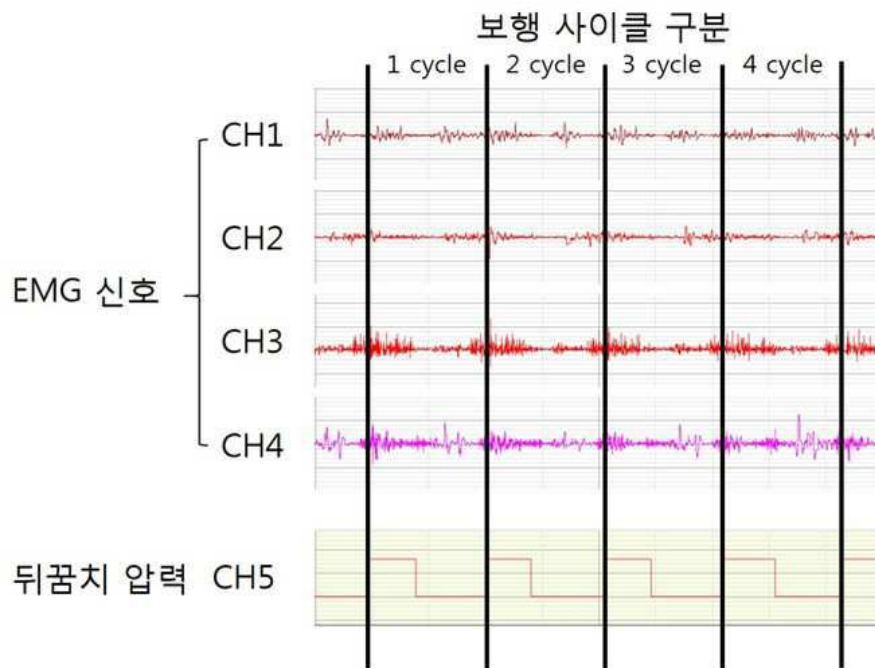
- [0080] 10 : 훈련데이터 12 : EMG 신호
20 : 컴퓨터 단말 30 : 사용자 인식 장치

도면

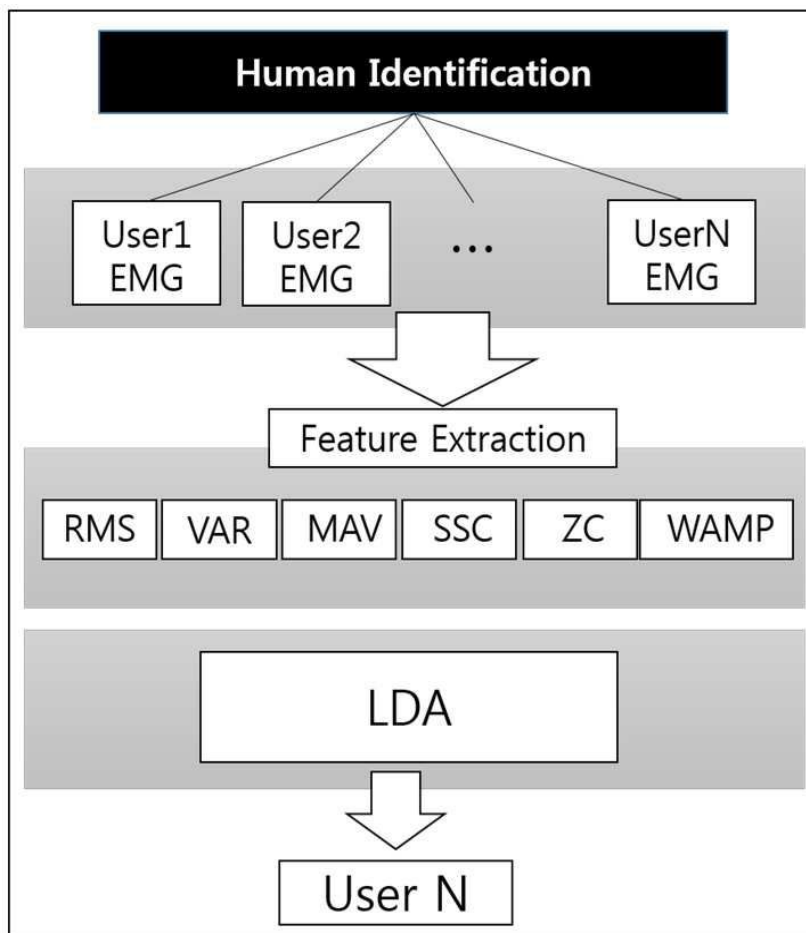
도면1



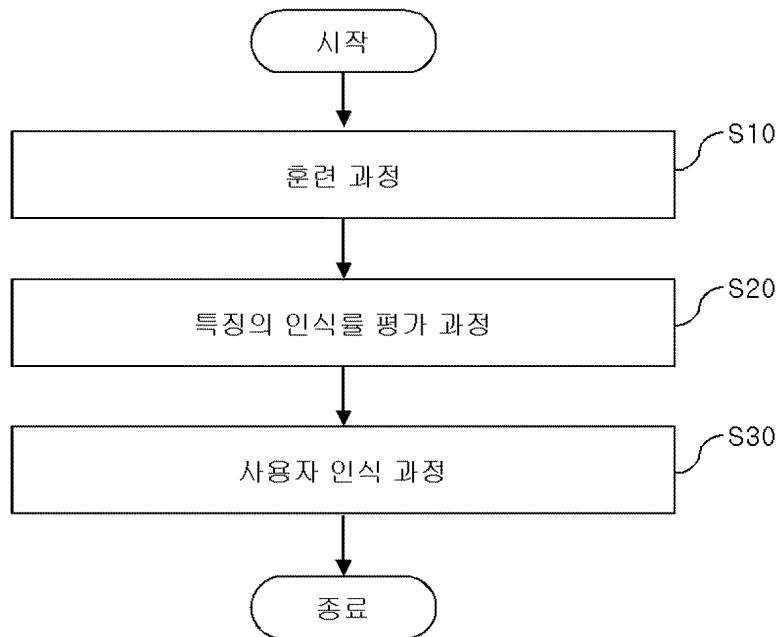
도면2



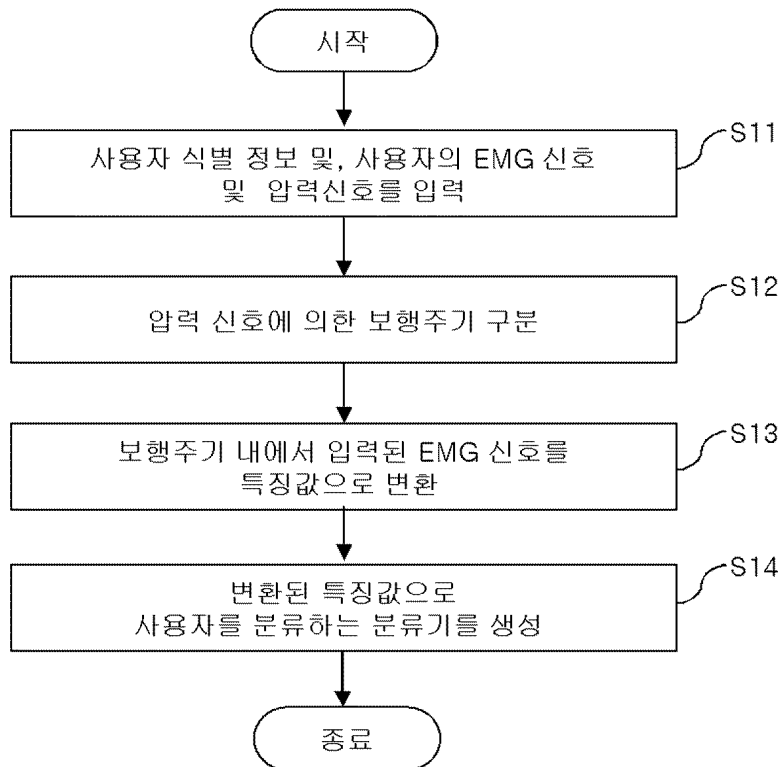
도면3



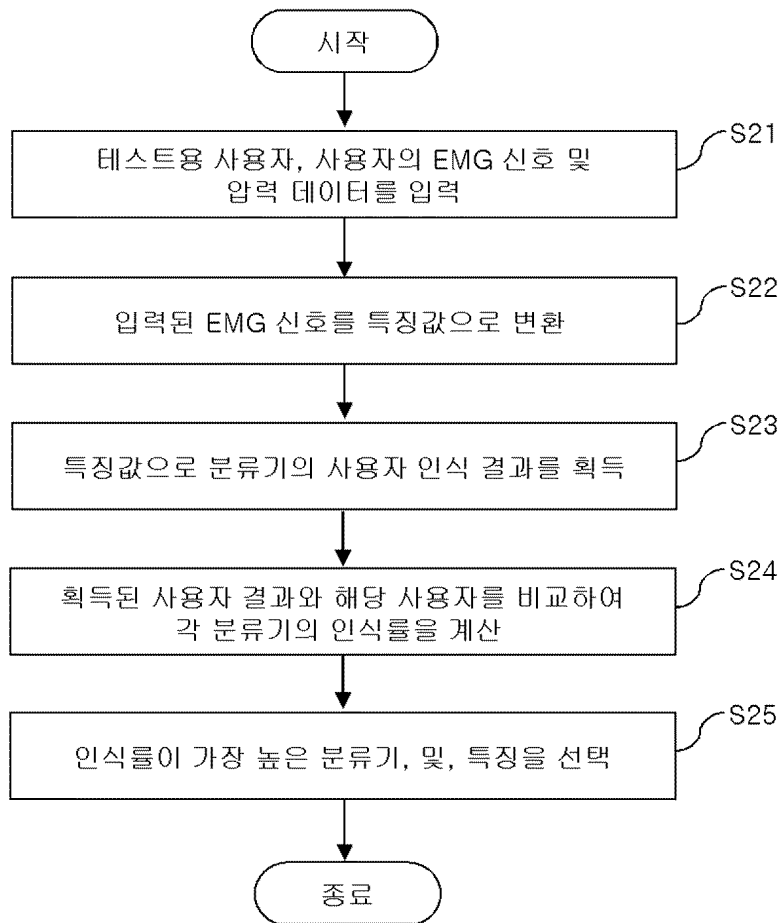
도면4



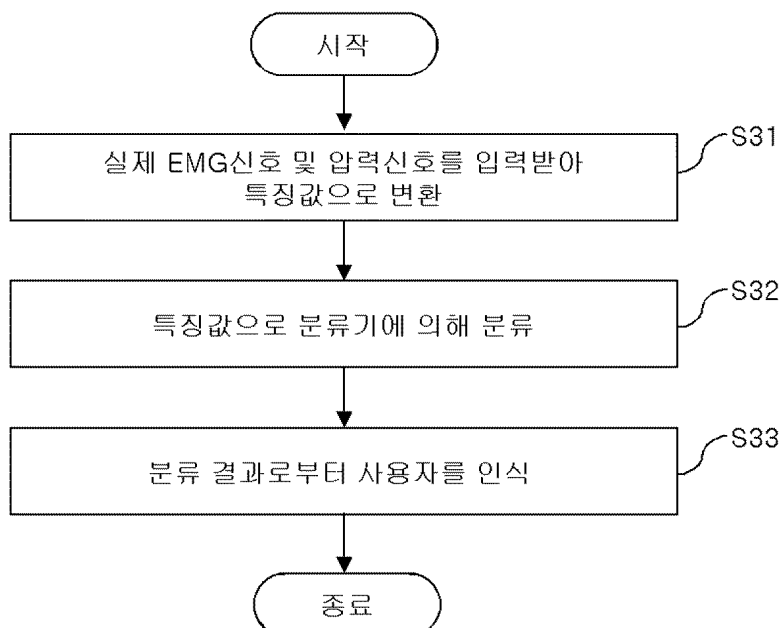
도면5



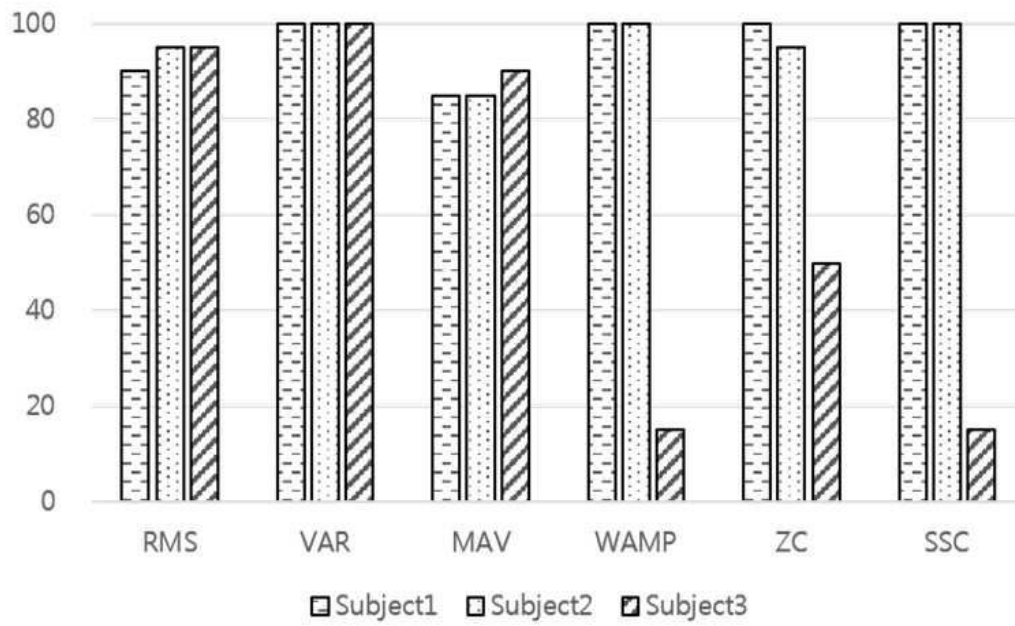
도면6



도면7



도면8



도면9

