

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0158462
(43) 공개일자 2022년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06K 9/00 (2022.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/397 (2021.01) G06F 21/32 (2013.01)
G06V 10/30 (2022.01) G06V 10/40 (2022.01)

(52) CPC특허분류

G06V 40/10 (2022.01)
A61B 5/397 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2021-0066303

(22) 출원일자 2021년05월24일

심사청구일자 2021년05월24일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

반성범

광주광역시 북구 면양로31번길 10 우산주공아파트
212동 505호

김재명

광주광역시 서구 운천로56번길 10 해광대덕무지개
아파트 103동 506호

김민구

광주광역시 북구 자라봉로 33 청암아파트 102동
806호

(74) 대리인

특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 34 항

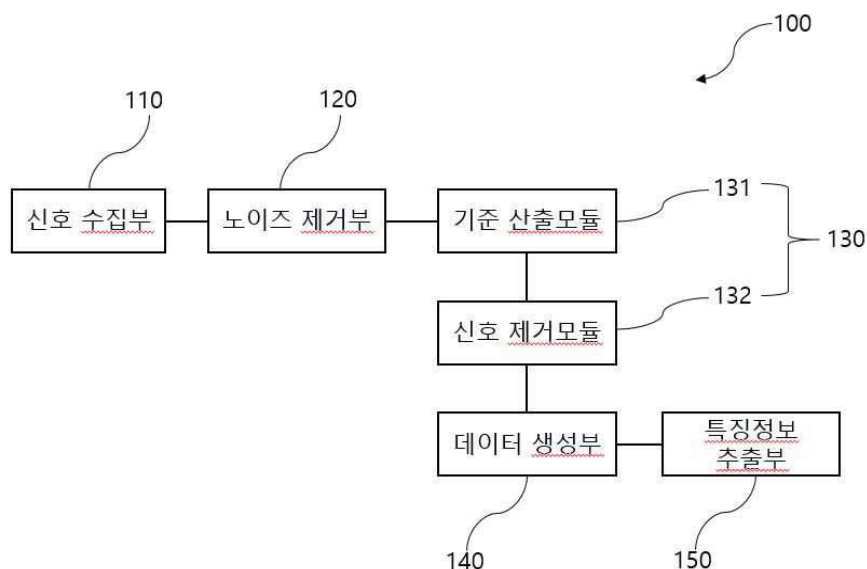
(54) 발명의 명칭 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법

(57) 요약

본 발명은 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법에 관한 것으로서, 상기 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템은 소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 신호 수집부와, 상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



근육에 힘이 미인가되는 휴식상태의 신호를 제거하는 신호 처리부와, 상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 특징정보 추출부를 구비한다.

본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법은 피측정자의 근전도 신호에서 휴식상태의 신호를 제거한 다음, 해당 근전도 신호를 토대로 사용자 인식을 위한 특징 정보를 추출할 수 있으므로 정확도 및 신뢰성이 높은 특징 정보를 추출할 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7203 (2013.01)

A61B 5/7257 (2013.01)

G06F 21/32 (2013.01)

G06V 10/30 (2022.01)

G06V 10/40 (2022.01)

G06V 40/15 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345264582
과제번호	2017R1A6A1A03015496
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	웨어러블 디바이스 기반 다중생체 신호를 이용한 사용자 인증 기술
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력
연구기간	2017.06.01 ~ 2026.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126526
과제번호	2021R1A2C1014033
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	사용자 인증 및 의도인지를 위한 온톨로지 기반 생체정보 추론 기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 신호 수집부;

상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의 근육에 힘이 미인가되는 휴식상태의 신호를 제거하는 신호 처리부; 및

상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 특징정보 추출부;를 구비하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신호 처리부는

상기 근전도 신호로부터 에너지를 산출하고, 산출된 에너지를 토대로 상기 휴식상태의 판별을 위한 임계값을 산출하는 기준 산출모듈; 및

상기 근전도 신호 중 해당 임계값 이하의 에너지를 갖는 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하고, 판별된 상기 휴식상태의 신호를 상기 근전도 신호에서 제거하는 신호 제거모듈;을 구비하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 기준 산출모듈은 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호의 에너지 평균 값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 상기 임계값으로 설정하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 기준 산출모듈은 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호를 다수의 단위 프레임으로 분할하고, 각 상기 단위 프레임의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 신호 제거모듈은 상기 단위 프레임 별로, 설정된 임계값 이하의 에너지를 갖는 상기 근전도 신호를 상기

휴식상태의 신호로 판별하여 상기 단위 프레임에서 제거하는,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서 노이즈를 필터링하여 상기 신호 처리부에 제공하는 노이즈 제거부;를 더 구비하는,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 노이즈 제거부는 상기 근전도 신호에서, 근육의 운동에 대응되는 기설정된 운동 주파수 대역의 신호만을 통과시키고, 통과된 상기 근전도 신호를 상기 신호 처리부에 제공하는,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 운동 주파수 대역은 10 Hz 내지 500Hz의 주파수 대역인,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,
상기 노이즈 제거부는 상기 근전도 신호에서, 측정장비의 잡음에 대응되는 기설정된 잡음 주파수 대역의 신호를 제거하여 상기 신호 처리부에 제공하는,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 잡음 주파수 대역은 55Hz 내지 65Hz 주파수 대역인,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호를 제공받고, 제공받은 해당 근전도 신호의 수를 증가시켜 상기 특징정보 추출부에 제공하는 데이터 생성부;를 더 구비하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 데이터 생성부는 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘을 이용하여 상기 신호처리부에서 제공받은 근전도 신호의 수를 증가시키는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 특징정보 추출부는 상기 근전도 신호를 시간-주파수 영역으로 변환하여 시간-주파수 데이터를 생성하고, 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 토대로 상기 특징 정보를 추출하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 특징정보 추출부는 상기 근전도 신호를 단시간 푸리에 변환(STFT:Short-Time Fourier Transform)에 적용하여 해당 시간-주파수 데이터를 생성하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 특징정보 추출부는 상기 근전도 신호에 대하여 변환 대상이 되는 시간 범위인 윈도우가 소정의 길이를 갖도록 세팅된 상태에서 상기 단시간 푸리에 변환을 적용하여 상기 시간-주파수 데이터를 생성하고,

상기 윈도우는 다수개가 상기 근전도 신호에 시간 순으로 세팅되되, 상호 인접된 윈도우들이 기설정된 중첩비율만큼 상호 오버랩되는 길이를 갖도록 설정되는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 중첩비율은 45% 내지 70%인,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 특징정보 추출부는 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 스펙트로그램으로 변환하고, 변환된 상기 스펙트로

그램을, 스펙트로그램으로부터 특징 정보를 추출하기 위해 기구축된 신경망 모델에 적용하여 상기 특징 정보를 추출하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템.

청구항 18

신호 수집부가 소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 신호 수집단계;

신호 처리부가 상기 신호 수집단계에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의 근육에 힘이 미인가되는 휴식 상태의 신호를 제거하는 신호 처리단계; 및

특징정보 추출부가 상기 신호 처리단계에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 특징정보 추출단계;를 포함하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 신호 처리단계는

상기 근전도 신호로부터 에너지를 산출하고, 산출된 에너지를 토대로 상기 휴식상태의 판별을 위한 임계값을 산출하는 기준 산출단계; 및

상기 근전도 신호 중 해당 임계값 이하의 에너지를 갖는 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하고, 판별된 상기 휴식상태의 신호를 상기 근전도 신호에서 제거하는 신호 제거단계;를 포함하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 기준 산출단계에서는, 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호의 에너지 평균값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 상기 임계값으로 설정하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 21

제19항 또는 제20항에 있어서,

상기 기준 산출단계에서는, 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호를 시간순으로 다수의 단위 프레임으로 분할하고, 각 상기 단위 프레임의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 신호 제거단계에서는, 상기 단위 프레임 별로, 설정된 임계값 이하의 에너지를 갖는 상기 근전도 신호를

상기 휴식상태의 신호로 판별하여 상기 단위 프레임에서 제거하는,
근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 23

제18항 또는 제19항에 있어서,

상기 신호 수집단계와 신호 처리단계 사이에, 노이즈 제거부가 상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서 노이즈를 필터링하여 상기 신호 처리부에 제공하는 노이즈 제거단계;를 더 포함하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 노이즈 제거단계에서는, 상기 근전도 신호에서, 근육의 운동에 대응되는 기설정된 운동 주파수 대역의 신호만을 통과시키고, 통과된 상기 근전도 신호를 상기 신호 처리부에 제공하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 운동 주파수 대역은 10 Hz 내지 500Hz의 주파수 대역인,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 노이즈 제거단계에서는, 상기 근전도 신호에서, 측정장비의 잡음에 대응되는 기설정된 잡음 주파수 대역의 신호를 제거하여 상기 신호 처리부에 제공하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 잡음 주파수 대역은 55Hz 내지 65Hz 주파수 대역인,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 28

제18항에 있어서,

상기 신호 처리단계 및 특징정보 추출단계 사이에, 데이터 생성부가 상기 휴식사태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호의 수를 증가시켜 상기 특징정보 추출부에 제공하는 데이터 생성단계;를 더 포함하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 데이터 생성단계에서는, 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘을 이용하여 상기 근전도 신호의 수를 증가시키는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 30

제18항에 있어서,

상기 특징정보 추출단계에서는, 상기 근전도 신호를 시간-주파수 영역으로 변환하여 시간-주파수 데이터를 생성하고, 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 토대로 상기 특징 정보를 추출하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 특징정보 추출단계에서는, 상기 근전도 신호를 단시간 푸리에 변환(STFT:Short-Time Fourier Transform)에 적용하여 해당 시간-주파수 데이터를 생성하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 특징정보 추출단계에서는, 상기 근전도 신호에 대하여 변환 대상이 되는 시간 범위인 윈도우가 소정의 길이를 갖도록 세팅된 상태에서 상기 단시간 푸리에 변환을 적용하여 상기 시간-주파수 데이터를 생성하고,

상기 윈도우는 다수개가 상기 근전도 신호에 시간 순으로 세팅되며, 상호 인접된 윈도우들이 기설정된 중첩비율만큼 상호 오버랩되는 길이를 갖도록 설정되는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 중첩비율은 45% 내지 70%인,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

청구항 34

제30항에 있어서,

상기 특징정보 추출단계에서는, 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 스펙트로그램을 변환하고, 변환된 상기 스펙

트로그램을, 스펙트로그램으로부터 특징 정보를 추출하기 위해 기구축된 신경망 모델에 적용하여 상기 특징 정보를 추출하는,

근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 피측정자에게서 측정된 근전도 신호로부터 휴식상태의 신호를 제거하여 특징 정보를 추출하는 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 IT 발달로 일상생활에서 인터넷 서비스가 보편화됨에 따라 개인 신분을 증명하는 사용자 인식 방법이 주목받고 있다. 기존의 사용자가 지정한 패스워드를 입력하는 방식 또는 특정 장치를 이용한 방법은 망각 또는 분실 및 도난의 문제가 있다. 따라서 사용자의 고유한 정보 또는 행동 특징을 이용하는 생체정보 기반 사용자 인식 기술이 부각되고 있다. 생체정보 기반 사용자 인식 기술은 개인의 고유한 특징을 추출하여 정보화시키는 방식으로 사람마다 다른 특징을 인식시켜 비밀번호 대신 사용자를 인식하는 기술이다.

[0003] 얼굴·지문과 같은 생체정보를 이용한 사용자 인식은 전자 금융, 스마트 의료, 정보통신, 출입 통제, 헬스케어 서비스 등 다양한 분야에서 적용되고 있다.

[0004] 그러나 국내에서 3D 프린터를 이용하여 제작한 실리콘 지문으로 금융 위조사고가 발생하였으며, 사용자를 닮은 가족의 얼굴에 페이스 ID가 풀리는 문제가 발생하였다. 해외에서는 독일 해커단체가 러시아 대통령 사진으로 홍채를 복제하여 해킹한 사고가 발생하였으며 가짜 손을 만들고 그 위에 정맥 인증 정보를 입혀 정맥 인증을 통과하는 사례도 발생하였다. 이러한 생체정보의 문제점을 보완하기 위해 신체 내부에서 발생하는 개인별 고유의 생체신호를 이용한 사용자 인식 기술이 주목받고 있다.

[0005] 생체신호는 신체 내부에서 발생하여 개인의 고유한 특징을 가지는 전기적 신호이며, 대표적인 생체신호로는 근전도, 심전도, 뇌전도 등이 있다. 여기서, 근전도 신호는 신체가 움직일 때 근육의 수축 및 이완운동으로 인하여 발생하는 전기 신호로서, 각 근육의 발달 정도에 따른 활성도와 개인간의 근육 발달 정도 등 행동학적 특징에 의해 근육에서 발생하는 신호로 개인마다 고유하게 발생하는 생체신호이다. 또한, 근전도 신호는 그림 2와 같이 취득하고자 하는 부위의 근육을 피부 표면에서 측정할 수 있어 심전도와 뇌전도보다 신호 취득이 간편하고, 사용하는 근육에 따라 서로 다른 신호 패턴을 생성하는 장점이 있다.

[0006] 기존 근전도 기반 사용자 인식 연구들은 대부분 1차원 근전도 신호에 시간영역 특징 추출 방법을 이용하여 인식 알고리즘에 적용한 경우가 대부분이다. 그러나 근전도 신호는 시간의 흐름에 따라 특징이 변하는 연속적인 신호이며 시간 변화에 따라 일정한 근력 세기를 유지한 상태에서 반복하기 어려워 명백한 주기성을 찾기 어렵다. 즉 일정한 세기와 시간으로 취득되지 않은 1차원 근전도 신호를 시간 영역에서 분석할 경우 사용자 인식 성능을 저하시킨다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2016-0009741호: 착용형 제어장치 및 이를 위한 인증 및 페어링 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창안된 것으로서, 피측정자의 근전도 신호에서 휴식상태의 신호

를 제거한 다음, 해당 근전도 신호를 토대로 사용자 인식을 위한 특징 정보를 추출할 수 있는 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템은 소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 신호 수집부와, 상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의 근육에 힘이 미인가되는 휴식상태의 신호를 제거하는 신호 처리부와, 상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 특징정보 추출부를 구비한다.
- [0010] 상기 신호 처리부는 상기 근전도 신호로부터 에너지를 산출하고, 산출된 에너지를 토대로 상기 휴식상태의 판별을 위한 임계값을 산출하는 기준 산출모듈과, 상기 근전도 신호 중 해당 임계값 이하의 에너지를 갖는 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하고, 판별된 상기 휴식상태의 신호를 상기 근전도 신호에서 제거하는 신호 제거모듈을 구비한다.
- [0011] 상기 기준 산출모듈은 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호의 에너지 평균 값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 상기 임계값으로 설정한다.
- [0012] 상기 기준 산출모듈은 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호를 다수의 단위 프레임으로 분할하고, 각 상기 단위 프레임의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 신호 제거모듈은 상기 단위 프레임 별로, 설정된 임계값 이하의 에너지를 갖는 상기 근전도 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하여 상기 단위 프레임에서 제거할 수 있다.
- [0014] 한편, 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템은 상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서 노이즈를 필터링하여 상기 신호 처리부에 제공하는 노이즈 제거부를 더 구비할 수 있다.
- [0015] 상기 노이즈 제거부는 상기 근전도 신호에서, 근육의 운동에 대응되는 기설정된 운동 주파수 대역의 신호만을 통과시키고, 통과된 상기 근전도 신호를 상기 신호 처리부에 제공할 수 있다.
- [0016] 상기 운동 주파수 대역은 10 Hz 내지 500Hz의 주파수 대역인 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 노이즈 제거부는 상기 근전도 신호에서, 측정장비의 잡음에 대응되는 기설정된 잡음 주파수 대역의 신호를 제거하여 상기 신호 처리부에 제공할 수 있다.
- [0018] 상기 잡음 주파수 대역은 55Hz 내지 65Hz 주파수 대역인 것이 바람직하다.
- [0019] 한편, 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템은 상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호를 제공받고, 제공받은 해당 근전도 신호의 수를 증가시켜 상기 특징정보 추출부에 제공하는 데이터 생성부를 더 구비할 수 있다.
- [0020] 상기 데이터 생성부는 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘을 이용하여 상기 신호처리부에서 제공받은 근전도 신호의 수를 증가시킬 수 있다.
- [0021] 상기 특징정보 추출부는 상기 근전도 신호를 시간-주파수 영역으로 변환하여 시간-주파수 데이터를 생성하고, 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 토대로 상기 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0022] 상기 특징정보 추출부는 상기 근전도 신호를 단시간 푸리에 변환(STFT: Short-Time Fourier Transform)에 적용하여 해당 시간-주파수 데이터를 생성하는 것이 바람직하다.
- [0023] 상기 특징정보 추출부는 상기 근전도 신호에 대하여 변환 대상이 되는 시간 범위인 윈도우가 소정의 길이를 갖도록 세팅된 상태에서 상기 단시간 푸리에 변환을 적용하여 상기 시간-주파수 데이터를 생성하고, 상기 윈도우는 다수개가 상기 근전도 신호에 시간 순으로 세팅되되, 상호 인접된 윈도우들이 기설정된 중첩비율만큼 상호 오버랩되는 길이를 갖도록 설정될 수 있다.
- [0024] 상기 중첩비율은 45% 내지 70%인 것이 바람직하다.
- [0025] 상기 특징정보 추출부는 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 스펙트로그램으로 변환하고, 변환된 상기 스펙트로그램을, 스펙트로그램으로부터 특징 정보를 추출하기 위해 기구축된 신경망 모델에 적용하여 상기 특징 정보를

추출할 수 있다.

- [0026] 한편, 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법은 신호 수집부가 소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 신호 수집단계와, 신호 처리부가 상기 신호 수집단계에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의 근육에 힘이 미인가되는 휴식상태의 신호를 제거하는 신호 처리단계와, 특징 정보 추출부가 상기 신호 처리단계에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 특징정보 추출단계를 포함한다.
- [0027] 상기 신호 처리단계는 상기 근전도 신호로부터 에너지를 산출하고, 산출된 에너지를 토대로 상기 휴식상태의 판별을 위한 임계값을 산출하는 기준 산출단계와, 상기 근전도 신호 중 해당 임계값 이하의 에너지를 갖는 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하고, 판별된 상기 휴식상태의 신호를 상기 근전도 신호에서 제거하는 신호 제거단계를 포함한다.
- [0028] 상기 기준 산출단계에서는, 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호의 에너지 평균값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 상기 임계값으로 설정할 수 있다.
- [0029] 상기 기준 산출단계에서는, 상기 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호를 시간순으로 다수의 단위 프레임으로 분할하고, 각 상기 단위 프레임의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정할 수 있다.
- [0030] 상기 신호 제거단계에서는, 상기 단위 프레임 별로, 설정된 임계값 이하의 에너지를 갖는 상기 근전도 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하여 상기 단위 프레임에서 제거할 수 있다.
- [0031] 한편, 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법은 상기 신호 수집단계와 신호 처리단계 사이에, 노이즈 제거부가 상기 신호 수집부에서 획득된 근전도 신호에서 노이즈를 필터링하여 상기 신호 처리부에 제공하는 노이즈 제거단계를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 노이즈 제거단계에서는, 상기 근전도 신호에서, 근육의 운동에 대응되는 기설정된 운동 주파수 대역의 신호만을 통과시키고, 통과된 상기 근전도 신호를 상기 신호 처리부에 제공할 수 있다.
- [0033] 한편, 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법은 상기 신호 처리단계 및 특징정보 추출단계 사이에, 데이터 생성부가 상기 휴식사태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호의 수를 증가시켜 상기 특징정보 추출부에 제공하는 데이터 생성단계를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 데이터 생성단계에서는, 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘을 이용하여 상기 근전도 신호의 수를 증가시킬 수 있다.
- [0035] 상기 특징정보 추출단계에서는, 상기 근전도 신호를 시간-주파수 영역으로 변환하여 시간-주파수 데이터를 생성하고, 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 토대로 상기 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0036] 상기 특징정보 추출단계에서는, 상기 근전도 신호를 단시간 푸리에 변환(STFT:Short-Time Fourier Transform)에 적용하여 해당 시간-주파수 데이터를 생성할 수 있다.
- [0037] 상기 특징정보 추출단계에서는, 상기 근전도 신호에 대하여 변환 대상이 되는 시간 범위인 윈도우가 소정의 길이를 갖도록 세팅된 상태에서 상기 단시간 푸리에 변환을 적용하여 상기 시간-주파수 데이터를 생성하고, 상기 윈도우는 다수개가 상기 근전도 신호에 시간 순으로 세팅되되, 상호 인접된 윈도우들이 기설정된 중첩비율만큼 상호 오버랩되는 길이를 갖도록 설정된다.
- [0038] 상기 특징정보 추출단계에서는, 생성된 상기 시간-주파수 데이터를 스펙트로그램을 변환하고, 변환된 상기 스펙트로그램을, 스펙트로그램으로부터 특징 정보를 추출하기 위해 기구축된 신경망 모델에 적용하여 상기 특징 정보를 추출할 수 있다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법은 피측정자의 근전도 신호에서 휴식상태의 신호를 제거한 다음, 해당 근전도 신호를 토대로 사용자 인식을 위한 특징 정보를 추출할 수 있으므로 정확도 및 신뢰성이 높은 특징 정보를 추출할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0040]

도 1은 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템에 대한 블록도이고,
 도 2는 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템의 신호 수집부에 의해 처리된 근전도 신호에 대한 예시도이고,
 도 3은 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템의 기준 산출모듈의 작동을 설명하기 위한 참고도이고,
 도 4는 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템의 신호 처리부에 의해 휴식상태의 신호가 제거된 근전도 신호에 대한 예시이고,
 도 5는 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템의 데이터 생성부에 의해 처리된 근전도 신호에 대한 예시이고,
 도 6은 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템의 특징정보 추출부에 의해 추출된 시간-주파수 데이터를 토대로 생성된 근전도 스펙트로그램의 예시이고,
 도 7 및 도 8은 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템의 특징정보 추출부의 작동을 설명하기 위한 참고도이고,
 도 9는 CNN의 네트워크 구조에 대한 개념도이고,
 도 10은 DenseNet201의 구조에 대한 개념도이고,
 도 11은 MobileNet-v1 및 MobileNet-v2의 구조에 대한 개념도이고,
 도 12는 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법에 대한 순서도이고,
 도 13은 본 발명의 성능 검사를 위한 검사 동작에 대한 사진이고,
 도 14는 휴식상태의 신호를 제거하지 않은 경우와, 휴식상태의 신호를 제거한 경우의 근전도 신호를 이용하여 사용자 인식 성능 검사 결과이고,
 도 15는 특징정보 추출부에서, STFT의 파라미터인 Window length를 64, 128, 256, 512로 세팅한 다음, 시간-주파수 해상도를 변화시켜가며 근전도 스펙트로그램을 생성하고, 생성된 스펙트로그램을 토대로 사용자 인식 성능 검사를 실시한 결과에 대한 그래프이고,
 도 16는 근전도 신호와, 근전도 신호에서 변환된 스펙트로그램을 이용한 사용자 인식 성능 검사 결과이고,
 도 17은 본 발명의 데이터 생성부를 통해 근전도 신호의 수를 증가시킨 경우와, 근전도 신호의 수를 증가시키지 않은 경우의 사용자 인식 성능 검사 결과이고,
 도 18은 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템에 대한 사용자 인식 성능에 대한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041]

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템과 이를 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출방법에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0042]

제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 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.

[0043]

본 출원에서 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 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0044] 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 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0045] 도 1에는 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템(100)이 도시되어 있다.
- [0046] 도면을 참조하면, 상기 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템(100)은 소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 신호 수집부(110)와, 상기 신호 수집부(110)에서 획득된 근전도 신호에서 노이즈를 필터링하는 노이즈 제거부(120)와, 상기 신호 수집부(110)에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의 근육에 힘이 미인가되는 휴식상태의 신호를 제거하는 신호 처리부(130)와, 상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호를 제공받고, 제공받은 해당 근전도 신호의 수를 증가시키는 데이터 생성부(140)와, 상기 신호처리부에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 특징정보 추출부(150)를 구비한다.
- [0047] 상기 신호 수집부(110)는 해당 피측정자의 근전도를 측정하기 위해 피측정자의 신체에 부착되는 근전도 센서(미도시)를 구비한다. 상기 근전도 센서는 12개의 채널 및 습식 전극을 포함할 수 있다. 근전도 센서는 12개의 채널을 통해 신호를 취득함으로써 보다 정확한 근전도 신호를 측정할 수 있고, 미세한 근전도 신호까지 측정할 수 있다. 근전도 센서에 포함된 습식 전극은 하이드로겔 성분이 포함된 젤이 전극에 도포된 전극일 수 있다. 해당 신호 수집부(110)의 근전도 센서는 손, 팔, 종아리, 허벅지 등에 부착될 수 있으나, 이에 한정하는 것이 아니라 검사 동작에 따라 신체의 다양한 부위에 부착될 수 있다.
- [0048] 여기서, 신호 수집부(110)는 도 2에 도시된 바와 같이 근전도 센서에서 수집된 근전도 신호를 검사 동작의 주기별로 분할한다. 즉, 신호 수집부(110)는 해당 근전도 신호를, 각 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 구간으로 분할하는 것이 바람직하다. 이때, 신호 수집부(110)는 근전도 센서에서 수신된 근전도 신호를 채널별로 각각 독립적으로 수집하여 노이즈 제거부(120)에 전달할 수 있다.
- [0049] 노이즈 제거부(120)는 상기 근전도 신호에서, 근육의 운동에 대응되는 기설정된 운동 주파수 대역의 신호만을 통과시키고, 통과된 상기 근전도 신호를 상기 신호 처리부(130)에 제공하는 대역 통과 필터를 구비한다. 여기서, 운동 주파수 대역은 10 Hz 내지 500Hz의 주파수 대역이 적용된다.
- [0050] 또한, 노이즈 제거부(120)는 상기 근전도 신호에서, 측정장비의 잡음에 대응되는 기설정된 잡음 주파수 대역의 신호를 제거하여 상기 신호 처리부(130)에 제공하는 대역 제거 필터를 더 구비할 수 있다. 일반적으로 측정장비의 전력선 잡음은 장비의 접지가 부적절하거나 장비 주변의 고압선에 의해 발생되며, 대개 60Hz로 나타난다. 따라서, 상기 잡음 주파수 대역은 55Hz 내지 65Hz 주파수 대역으로 세팅되는 것이 바람직하다.
- [0051] 신호 처리부(130)는 노이즈 제거부(120)를 통해 잡음이 제거된 근전도 신호에서, 휴식상태의 신호를 제거하는 것으로서, 기준 산출모듈(131) 및 신호 제거모듈(132)을 구비한다.
- [0052] 상기 기준 산출모듈(131)은 근전도 신호로부터 에너지를 산출하고, 산출된 에너지를 토대로 상기 휴식상태의 판별을 위한 임계값을 산출한다. 여기서, 기준 산출모듈(131)은 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 임계값으로 설정할 수 있다.
- [0053] 보다 상세하게, 상기 기준 산출모듈(131)은 도 3과 같이 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호를, 경과시간을 기준으로 다수의 단위 프레임으로 분할한다. 도 2에서, 점선 부분은 분할된 단위 프레임이다. 이때, 상기 기준 산출모듈(131)은 단위 프레임들이 상호 중첩되지 않도록 해당 근전도 신호를 분할하는 것이 바람직하다.
- [0054] 다음, 기준 산출모듈(131)은 각 단위 프레임의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정한다. 즉, 기준 산출모듈(131)은 각 단위 프레임에 포함된 신호 각각의 에너지 소비량을 산출하여 평균값을 계산하고, 계산된 에너지 평균값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정한다. 여기서, 기준 산출모듈(131)은 근전도 신호를 토대로 에너지를 산출하기 위해 종래에 일반적으로 사용되는 에너지 산출수단이 적용되므로 상세한 설명은 생략한다.

[0055] 신호 제거모듈(132)은 근전도 신호 중 해당 임계값 이하의 에너지를 갖는 신호를 휴식상태의 신호로 판별하고, 판별된 휴식상태의 신호를 근전도 신호에서 제거한다. 즉, 상기 신호 제거모듈(132)은 상기 단위 프레임 별로, 설정된 임계값 이하의 에너지를 갖는 상기 근전도 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하여 상기 단위 프레임에서 제거한다.

[0056] 이때, 휴식상태의 신호가 제거된 근전도 신호 역시 지속시간이 다르므로 신호 제거모듈(132)은 해당 근전도 신호를 리샘플링하여 신호의 크기를 모두 동일하게 세팅할 수 있다. 도 4에는 휴식상태의 신호가 제거된 근전도 신호에 대한 예시가 제시되어 있다.

[0057] 데이터 생성부(140)는 신호 제거모듈(132)에서 휴식상태의 신호가 제거된 근전도 신호의 수를 증가시킨다. 신호 제거모듈(132)을 통과한 근전도 신호의 수가 다소 적어 특징 정보를 추출하는데 어려움이 있다. 따라서, 데이터 생성부(140)는 해당 근전도 신호의 수를 증가시킨다.

[0058] 이때, 데이터 생성부(140)는 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘을 이용하여 해당 근전도 신호의 수를 증가시킨다. 상기 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘은 Mallat과 Zhang 에 의해 처음 소개된 것으로, 신호를 대략적으로 표현한 후 원소(Atom)들을 하나씩 선택하여 현재 신호와 가장 높은 내적을 가진 원소를 찾아내고, 현재 신호에서 해당 원소만 사요하는 근사값을 빼고 잔여 신호가 분해될 때까지 반복 수행한다. 상기 대응 추적 알고리즘의 대략적인 분해는 하기의 수학적식1과 같다.

수학적식 1

$$s = \sum_{i=1}^m \alpha_{\gamma_i} \Phi_{r_i} + R^{(m)}$$

[0059]

[0060] 여기서, $R^{(m)}$ 은 잔여 신호를 의미하며, 반복 횟수(m)에 따라 인덱스(γ_i)를 찾고, α_{γ_i} 를 계산한다. 따라서, 데이터 생성부(140)는 대응 추적 알고리즘을 근전도 신호에 적용하여 현재 신호와 유사한 신호를 생성할 수 있으며, 반복 횟수에 따라 유사도를 변화시켜가며 신호를 생성할 수 있다. 이때, 데이터 생성부(140)는 생성된 신호가 90%~99% 사이의 교차 상관 관계 유사도를 갖도록 신호 생성을 진행하는 것이 바람직하다.

[0061] 한편, 데이터 생성부(140)는 신호 수집부(110)의 근전도 센서의 12채널의 신호를 모두 이용하기 위해 도 5에 도시된 바와 같이 해당 근전도 신호를 시간 도메인으로 모두 결합할 수 있다.

[0062] 특징정보 추출부(150)는 데이터 생성부(140)에서 근전도 신호를 제공받아 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징정보를 추출한다. 여기서, 특징정보 추출부(150)는 상기 근전도 신호를 시간-주파수 영역으로 변환하여 시간-주파수 데이터를 생성하고, 생성된 시간-주파수 데이터를 토대로 특징정보를 추출한다.

[0063] 이때, 상기 특징정보 추출부(150)는 상기 근전도 신호에 대하여 변환 대상이 되는 시간 범위인 윈도우가 소정의 길이를 갖도록 세팅된 상태에서 상기 단시간 푸리에 변환(STFT:Short-Time Fourier Transform)을 적용하여 상기 시간-주파수 데이터를 생성한다.

[0064] 상기 단시간 푸리에 변환(STFT)은 기존 주파수 영역 특징 추출 방법인 FFT(Fast Fourier Transform)의 단점을 보완한 방법인데, 시간의 흐름에 따라 변하는 신호에 대해 분석하고자 하는 시점의 주파수 성분을 분석하는 방법으로 시간과 주파수를 포함하는 다차원 특징을 추출할 수 있다.

[0065] 이때, 단시간 푸리에 변환의 적용 식은 하기의 수학적식2와 같다.

수학적식 2

$$X(R, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \omega(t-R) e^{-j\omega t} dt = s$$

[0066]

[0067] 신호 $x(t)$ 입력신호와, 윈도우 함수 $\omega(t)$ 를 이용하여 FFT 길이에 따라 스펙트로그램 변환을 진행하며, R은 윈

도우 길이이고, ω 는 각주파수이며, s 는 스펙트로그램값이다. 따라서, 상기 수학적 식 2에, 1차원 근전도 신호를 적용하면 시간에 따라 주파수 정보를 포함하게 되며, 시간-주파수 정보를 갖는 다차원 특징인 시간-주파수 데이터를 획득할 수 있다. 도 6에는 추출된 시간-주파수 데이터를 토대로 생성된 근전도 스펙트로그램이 제시되어 있다.

[0068] 한편, 단시간 푸리에 변환(STFT)을 이용한 방법은 정해진 윈도우 길이 R 을 기준으로 FFT(Fast Fourier Transform)를 진행하기 때문에 시간과 주파수 두 가지 분해능을 동시에 향상될 수 없다. 즉, 윈도우 길이가 작을 경우, 시간 해상도가 향상되나 주파수 해상도는 하락하고, 윈도우 길이가 커질 경우, 시간 해상도가 하락하고 주파수 해상도가 향상된다.

[0069] 따라서, 도 7에 도시된 바와 같이 특징정보 추출부(150)는 다수의 윈도우가 근전도 신호에 시간 순으로 순차적으로 세팅되되, 상호 인접된 윈도우들이 기설정된 중첩비율만큼 상호 오버랩되는 길이를 갖도록 설정된다. 이때, 상기 중첩비율은 45% 내지 70%인 것이 바람직하다. 여기서, 특징정보 추출부(150)는 생성된 시간-주파수 데이터를 스펙트로그램으로 변환할 수 있다.

[0070] 도 8에는 근전도 신호를 윈도우의 길이를 달리하여 스펙트로그램으로 변환한 예시도가 제시되어 있다. 도면에서, 'Window=64'는 윈도우 길이를 64(단위 확인 요망)로 설정한 것이고, 'Window=128'은 윈도우 길이를 128로 설정한 것이고, 'Window=256'는 윈도우 길이를 256으로 설정한 것이고, 'Window=512'는 윈도우 길이를 512로 설정한 것이다. 도면을 참조하면, 윈도우들이 상호 중첩되도록 윈도우 길이가 세팅되면 시간-주파수 해상도가 향상됨을 알 수 있다.

[0071] 한편, 특징정보 추출부(150)는 변환된 상기 스펙트로그램을, 스펙트로그램으로부터 특징정보를 추출하기 위해 기구축된 신경망 모델에 적용하여 해당 특징 정보를 추출할 수 있다. 여기서, 신경망 모델은 CNN(Convolution Neural Network)이 적용될 수 있다. 상기 CNN은 3개의 컨벌루션 층과 2개의 맥스 풀링 층, 2개의 완전연결 층과 활성화함수는 Relu로 구성하였으며, 최종적으로 소프트맥스에 의해 분류가 진행된다. 전체적인 네트워크 구조는 도 9에 도시되어 있다. CNN의 컨벌루션 층 필터크기는 3X3으로 설정하고, 풀링 층의 필터 크기는 2X2로 스트라이드는 2로 설정된다. 최대 반복 횟수는 150으로 반복 수행하고, 각 층의 초기 가중치는 랜덤으로 설정하여 소프트맥스에 의해 출력 층에서 사용자가 최종 인식된다.

[0072] 또한, 신경망 모델은 깊은 신경망으로 설계된 DenseNet201과, 제한적 환경에서도 적용할 수 있는 MobileNet-v2 네트워크가 적용될 수도 있다.

[0073] 상기 DenseNet201은 조밀하게 연결된 CNN 구조로 설계 되어 있으며, 도 10에 도시된 바와 같이 이전 레이어들의 특징맵을 다음 레이어의 입력과 연결하는 방식으로 레이어 간의 흐름 개선을 개선하였다. 이러한 구조는 네트워크가 깊어짐으로써 입력에 대한 정보가 여러 계층을 통과하면서 정보를 상실할 수 있는 문제를 보완하기 위해 적용되었다. 따라서, DenseNet201은 Vanishing Gradient 개선, Feature Propagation 강화, Feature Reuse, Parameter 수 절약의 이점을 갖는다.

[0074] MobileNet은 고성능 컴퓨터가 아닌 제한된 환경에서도 사용이 가능하도록 경량화 네트워크로 설계된 신경망 모델이다. MobileNet는 Xception에서 가져온 Depthwise Seperable 컨벌루션으로 입력 데이터를 채널별로 나누는 다음 각 채널에 해당하는 필터에 대해 컨벌루션 연산을 진행한다.

[0075] 따라서, 입력 데이터의 채널 수 만큼 필터가 존재하며, 컨벌루션 연산을 마친 특징 맵은 다시 1X1 컨벌루션을 진행하여 최종 1채널의 결과물로 출력된다. 이러한 MobileNet-v1을 기반으로 MobileNet-v2가 설계되었으며, 전체 컨벌루션을 서로 다른 Stride를 가지는 두 개의 개별 레이어로 분할함으로써 정확도를 유지하면서 필요한 작업 및 메모리 수를 줄였다. 도 11에는 MobileNet-v1 및 MobileNet-v2의 구조도가 제시되어 있다.

[0076] 한편, 도 12에는 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템(100)을 이용한 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법에 대한 순서도가 도시되어 있다.

[0077] 도면을 참조하면, 상기 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 방법은 신호 수집단계(S110), 노이즈 제거단계(S120), 신호 처리단계(S130), 데이터 생성단계(S140) 및 특징정보 추출단계(S150)를 포함한다.

[0078] 상기 신호 수집단계(S110)는 신호 수집부(110)가 소정의 검사 동작을 수행하는 피측정자의 신체로부터 근전도 신호를 획득하는 단계이다. 여기서, 신호 수집부(110)는 근전도 센서에서 수집된 근전도 신호를 검사 동작의 주기 별로 분할한다. 즉, 신호 수집부(110)는 해당 근전도 신호를, 각 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의

구간으로 분할하는 것이 바람직하다.

- [0079] 노이즈 제거단계(S120)는 상기 신호 수집단계(S110) 이후에, 노이즈 제거부(120)가 상기 신호 수집부(110)에서 획득된 근전도 신호에서 노이즈를 필터링하여 상기 신호 처리부(130)에 제공하는 단계이다. 이때, 노이즈 제거부(120)는 상기 근전도 신호에서, 근육의 운동에 대응되는 기설정된 운동 주파수 대역의 신호만을 통과시키고, 통과된 상기 근전도 신호를 상기 신호 처리부(130)에 제공하는 대역 통과 필터를 구비한다. 여기서, 운동 주파수 대역은 10 Hz 내지 500Hz의 주파수 대역이 적용된다.
- [0080] 또한, 노이즈 제거부(120)는 노이즈 제거부(120)는 상기 근전도 신호에서, 측정장비의 잡음에 대응되는 기설정된 잡음 주파수 대역의 신호를 제거하여 상기 신호 처리부(130)에 제공하는 대역 제거 필터를 더 구비할 수 있다. 상기 잡음 주파수 대역은 55Hz 내지 65Hz 주파수 대역으로 세팅되는 것이 바람직하다.
- [0081] 신호 처리단계(S130)는 신호 처리부(130)가 상기 신호 수집단계(S110)에서 획득된 근전도 신호에서, 상기 피측정자의 근육에 힘이 미인가되는 휴식상태의 신호를 제거하는 단계로서, 기준 산출단계(S131) 및 신호 제거단계(S132)를 포함한다.
- [0082] 상기 기준 산출단계(S131)는 기준 산출모듈(131)이 상기 근전도 신호로부터 에너지를 산출하고, 산출된 에너지를 토대로 상기 휴식상태의 판별을 위한 임계값을 산출하는 단계이다. 여기서, 상기 기준 산출모듈(131)은 검사 동작의 시작 시점부터 완료시점까지의 상기 근전도 신호를, 경과시간을 기준으로 다수의 단위 프레임으로 분할한다. 다음, 기준 산출모듈(131)은 각 단위 프레임의 근전도 신호의 에너지 평균 값을 산출하고, 산출된 에너지 평균 값을 해당 단위 프레임의 임계값으로 설정한다.
- [0083] 신호 제거단계(S132)는 상기 신호 제거모듈(132)이 근전도 신호 중 해당 임계값 이하의 에너지를 갖는 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하고, 판별된 상기 휴식상태의 신호를 상기 근전도 신호에서 제거하는 단계이다. 여기서, 신호 제거모듈(132)은 상기 단위 프레임 별로, 설정된 임계값 이하의 에너지를 갖는 상기 근전도 신호를 상기 휴식상태의 신호로 판별하여 상기 단위 프레임에서 제거한다. 이때, 휴식상태의 신호가 제거된 근전도 신호 역시 지속시간이 다르므로 신호 제거모듈(132)은 해당 근전도 신호를 리샘플링하여 신호의 크기를 모두 동일하게 세팅할 수 있다.
- [0084] 데이터 생성단계(S140)는 상기 신호 처리단계(S130) 이후에, 데이터 생성부(140)가 상기 휴식사애티의 신호가 제거된 상기 근전도 신호의 수를 증가시켜 상기 특징정보 추출부(150)에 제공하는 단계이다. 여기서, 데이터 생성부(140)는 대응 추적(Matching pursuit) 알고리즘을 이용하여 해당 근전도 신호의 수를 증가시킨다.
- [0085] 상기 특징정보 추출단계(S150)는 특징정보 추출부(150)가 상기 신호 처리단계(S130)에서 상기 휴식상태의 신호가 제거된 상기 근전도 신호에서 상기 피측정자를 인식하기 위한 특징 정보를 추출하는 단계이다. 여기서, 특징정보 추출부(150)는 상기 근전도 신호를 시간-주파수 영역으로 변환하여 시간-주파수 데이터를 생성하고, 생성된 시간-주파수 데이터를 토대로 특징정보를 추출한다. 이때, 상기 특징정보 추출부(150)는 상기 근전도 신호에 대하여 변환 대상이 되는 시간 범위인 윈도우가 소정의 길이를 갖도록 세팅된 상태에서 상기 단시간 푸리에 변환(STFT:Short-Time Fourier Transform)을 적용하여 상기 시간-주파수 데이터를 생성하는데, 다수의 윈도우가 근전도 신호에 시간 순으로 순차적으로 세팅되며, 상호 인접된 윈도우들이 기설정된 중첩비율만큼 상호 오버랩되는 길이를 갖도록 설정된다. 이때, 상기 중첩비율은 45% 내지 70%인 것이 바람직하다.
- [0086] 여기서, 특징정보 추출부(150)는 생성된 시간-주파수 데이터를 스펙트로그램으로 변환할 수 있다. 또한, 특징정보 추출부(150)는 변환된 상기 스펙트로그램을, 스펙트로그램으로부터 특징정보를 추출하기 위해 기구축된 신경망 모델에 적용하여 해당 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0087] 한편, 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템(100)에 대한 사용자 인식 성능 재현성을 검사하였다. 검사는 오픈 데이터베이스의 Ninapro DB2를 사용하였으며, 검사 조건을 하기의 표1과 같다.

표 1

구분	데이터
인원(명)	40
손동작(수)	7
채널(수)	12
반복횟수(수)	6
표본 추출 비율(Hz)	2,000

[0089] 여기서, 검사 동작은 Ninapro DB2에 포함된 팔 전체 또는 손의 움직임으로서, 도 13와 같다. 각 검사 동작은 6 번씩 반복되었으며, 동작을 5초동안 지속한 다음, 3초 휴식하는 패턴으로 2,000Hz의 샘플링으로 취득되었다. 근전도 신호를 획득하는 센서 채널은 전완근 주변, 이두와 삼두를 포함하여 총 12채널을 사용하였다. 각 동작 반복 횟수가 6회로 데이터의 수가 부족하기 때문에 초기에는 5:5의 비율을 적용하여 데이터를 나누면 각 동작 Training data와 Test data는 각각 3개씩 구성된다. 따라서, 피측정자 한명에 대한 데이터 수는 Training data 21개, Test data 21개이며, 총 40명에 대해 Training data 840개, Test data 840개로 구성된다. 신호 수집부(110)에서 수집된 근전도 신호를 토대로 데이터 생성부(140)에서 생성된 근전도 신호의 교차상관관계 유사도는 하기의 표 2와 같다.

표 2

구분	반복 생성 횟수									
	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회
교차상관 관계 유사도	0.908	0.919	0.927	0.934	0.942	0.955	0.96	0.973	0.985	0.99
	0.903	0.913	0.922	0.932	0.941	0.949	0.956	0.964	0.971	0.981
	0.907	0.918	0.928	0.937	0.944	0.956	0.963	0.971	0.979	0.989
	0.900	0.912	0.923	0.933	0.94	0.952	0.959	0.966	0.972	0.983
	0.904	0.916	0.924	0.934	0.943	0.953	0.961	0.969	0.974	0.986
	0.907	0.917	0.925	0.937	0.949	0.956	0.961	0.968	0.972	0.988
	0.909	0.919	0.927	0.936	0.945	0.955	0.964	0.971	0.977	0.989

[0090]

[0091] 상기 표 2를 참조하면, 데이터 생성부(140)에서 생성된 신호는 90%~99% 사이의 유사도로 신호가 생성됨을 알 수 있다. 따라서, 초기에 구성된 Training data를 10배 증가시키면 각 동작 데이터는 Training data 33개, Test data 33개로 구성되며, 총 40명에 대해 Training data 9,240개, Test data 840개로, Training data의 수를 증가시켜 구성 비율을 변화시킬 수 있다.

[0092] 해당 데이터에 대해 휴식상태의 신호를 제거하지 않은 근전도 신호와, 본 발명의 신호 처리부(130)에 의해 휴식상태의 신호를 제거한 1차원 근전도 신호를 이용하여 시행한 사용자 인식 성능 검사 결과는 하기의 표 3과 같다. 모든 검사 동작을 5번씩 반복하여 성능을 분석하였으며, 최종적으로 평균값을 산출하여 사용자 인식 성능을 확인하였다.

표 3

구분	휴식상태 제거 전						휴식상태 제거 후					
	인식 성능					평균	인식 성능					평균
1	56.7%	56.7%	56.7%	59.2%	55%	56.8%	55%	59.2%	55.8%	56.7%	59.2%	57.2%
2	66.7%	65.8%	66.7%	66.7%	68.3%	66.8%	68.3%	71.7%	68.3%	67.5%	64.2%	68%
3	64.2%	63.3%	66.7%	61.7%	61.7%	63.5%	69.2%	67.5%	67.5%	68.3%	67.5%	68.2%
4	64.2%	67.5%	63.3%	65%	65.8%	65.2%	69.2%	68.3%	69.2%	67.5%	71.7%	69.2%
5	70.8%	73.3%	65%	65%	70.8%	68.9%	75%	75.8%	74.2%	68.3%	76.7%	74%
6	65.8%	65%	65%	63.3%	66.6%	65.1%	66%	70%	65.8%	65.8%	65%	66.5%
7	22.5%	30%	29.2%	32.5%	29.2%	28.7%	65.8%	63.3%	68.3%	63.3%	65.8%	65.3%

[0093]

[0094] 또한, 도 14에는 휴식상태의 신호를 제거하지 않은 경우와, 휴식상태의 신호를 제거한 경우의 근전도 신호를 이용하여 사용자 인식 성능 검사 결과에 대한 그래프가 제시되어 있다. 표 3 및 도 14를 참조하면, 휴식상태의 신호를 제거하지 않은 경우의 사용자 인식 성능은 59.3%이고, 휴식상태의 신호를 제거한 경우의 사용자 인식 성능은 66.7%로, 휴식상태의 신호를 제거하는 경우가 휴식상태의 신호를 제거하지 않은 경우의 사용자 인식 검사 성능이 7.4% 향상됨을 알 수 있다.

[0095] 한편, 도 15에는 특징정보 추출부(150)에서, STFT의 파라미터인 Window length를 64, 128, 256, 512로 세팅한 다음, 시간-주파수 해상도를 변화시켜가며 근전도 스펙트로그램을 생성하고, 생성된 스펙트로그램을 토대로 사

용자 인식 성능 검사를 실시한 결과에 대한 그래프가 도시되어 있다. 도면을 참조하면, Window length가 256일 때, 85.4%로 가장 높은 인식 성능을 보였다.

[0096] 따라서 256의 Window length를 이용하여 근전도 스펙트로그램을 생성하였을 경우, 도 16과 같이 40명의 사용자 인식 성능은 휴식상태 신호 제거하지 않은 경우가 78.7%이고, 휴식상태 신호 제거한 경우는 85.4%의 정확도로 인식되었다. 근전도 스펙트로그램으로 변환하였을 때 각각 19.4%, 18.7%의 인식 성능이 향상됨을 확인하였으며, 휴식상태 전처리 제거 전과 후는 6.7% 사용자 인식 성능이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0097] 한편, 도 17에는 데이터 생성부(140)를 통해 근전도 신호의 수를 증가시킨 경우와, 근전도 신호의 수를 증가시키지 않은 경우의 사용자 인식 성능 검사 결과가 제시되어 있다. 여기서, '1D EMG signal'는 1차원 근전도 신호를 토대로 사용자 인식 성능 검사를 수행한 결과이고, '2D spectrogram image'는 근전도 신호를 토대로 생성된 스펙트로그램을 토대로 사용자 인식 성능 검사를 수행한 결과이다. 도면을 참조하면, 근전도 신호의 수를 증가시켰을 경우가 신호의 수를 증가시키기 전보다 1차원 근전도 신호에서는 7%의 인식 성능이 향상되었으며, 근전도 스펙트로그램에서는 10% 이상 향상되어 96.1%의 사용자 인식 성능을 보였다.

[0098] 또한, 표 4 및 표 5에는 특징정보 추출부(150)에서 사용된 신경망 모델의 종류에 따른 사용자 인식 성능 결과가 제시되어 있다. 표 4는 신호 수집부(110)에서 수집된 근전도 신호를 전처리 작업 없이 사용자 인식 검사에 사용한 경우의 결과 값이고, 표 5는 신호 처리부(130) 및 노이즈 제거부(120)를 통해 잡음 제거 및 휴식상태의 신호 제거 작업을 수행한 다음, 사용자 인식 검사를 수행한 결과 값이다.

표 4

구분	MobileNet-v2	DenseNet201	CNN
1D EMG Signal	X	52.6%	59.3%
2D EMG spectrogram	X	61.8%	78.7%

[0099]

표 5

구분	MobileNet-v2	DenseNet201	CNN
1D EMG Signal	55.4%	67.3%	73.7%
2D EMG spectrogram	83%	90.3%	96.1%

[0100]

[0101] 상기 표를 참조하면, 직접 구성한 CNN 네트워크를 포함한 총 세 개의 네트워크에서 1차원 근전도 신호를 이용한 결과보다 근전도 스펙트로그램을 이용하였을 때 높은 인식 성능을 보였다. 또한 원본 신호를 이용하였을 때 낮은 인식 성능을 보이는 반면에 본 논문에서 제안하는 잡음 제거 및 데이터의 수 증가를 포함한 전처리를 진행하였을 경우 인식 성능이 크게 향상됨을 알 수 있다.

[0102] 한편, 하기의 표 6에는 기존의 근전도 기반 사용자 인식 시스템과 본 발명의 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템(100)의 사용자 인식 성능을 비교한 결과가 제시되어 있다.

표 6

구분	Pre processing	Feature Extraction	People	Classification	Performance
X. Zhai et al.[19] (2016)	-	Feature : RMS, Spectrogram, PCA	40	Analysis : SVM	RMS : 67.7% Spectrogram : 77.4%
D. Huang et al.[12] (2019)	-	Feature : Spectrogram	40	Analysis : SVM, CNN-LSTM	SVM : 77.2% CNN-LSTM : 79.3%
본 발명	Matching pursuit Filter (Band-pass, Notch)	Feature : Spectrogram	40	Analysis : CNN	CNN : 96.1%

[0103]

[0104]

X. Zhai 및 D. Huang는 동일한 Ninapro DB2를 이용하여 1차원 근전도 신호를 스펙트로그램으로 변환하여 행동 패턴 인식을 진행했다. 상기 표를 참조하면, 본 발명이 기존의 사용자 인식 시스템에 비해 보다 더 높은 사용자 인식 성능을 보여줄 수 있다.

[0105]

한편, 도 18에는 본 발명에 따른 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템(100)에 대한 사용자 인식 성능이 제시되어 있다. 근전도 신호에 적합한 STFT의 시간-주파수 해상도를 조절하여 근전도 스펙트로그램으로 변환하였으며, 특징정보 추출부(150)의 신경망 모델은 딥러닝 기반의 CNN네트워크를 구성하여 사용자 인식을 진행하였다. 실험 결과 CNN 네트워크 기반 근전도 스펙트로그램을 이용한 사용자 인식에서 85.4%로 기존 연구들에 비해 향상된 성능을 보였다. 또한, 전처리 단계에서 휴식상태의 신호를 포함하여 불필요한 잡음을 제거하고 부족한 학습 데이터의 수를 증가 시킨 후 근전도 스펙트로그램으로 변환하였을 때 96.1%로 높은 인식 성능을 보이는 것으로 확인하였다. 따라서 본 발명의 사용자 인식 성능은 10% 이상 향상되었으며 기존 연구들과 비교하였을 때도 15% 이상 향상됨을 확인하였다.

[0106]

제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0107]

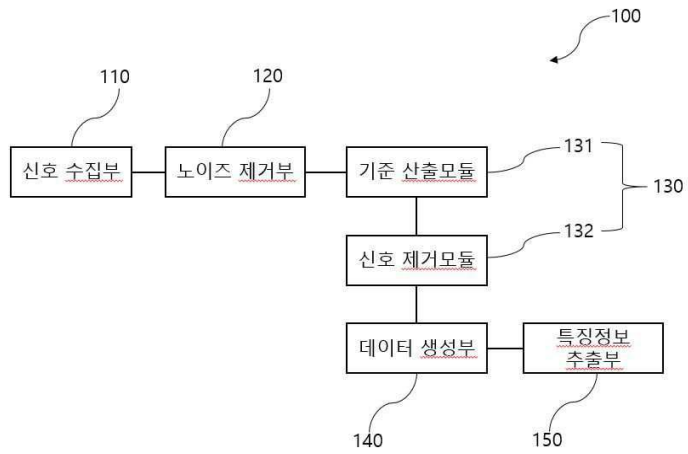
- 100: 근전도 신호 기반 인식 정보 추출 시스템
- 110: 신호 수집부
- 120: 노이즈 제거부
- 130: 신호 처리부
- 131: 기준 산출모듈
- 132: 신호 제거모듈
- 140: 데이터 생성부
- 150: 특징정보 추출부
- S110: 신호 수집단계
- S120: 노이즈 제거단계
- S130: 신호 처리단계
- S131: 기준 산출단계
- S132: 신호 제거단계

S140: 데이터 생성단계

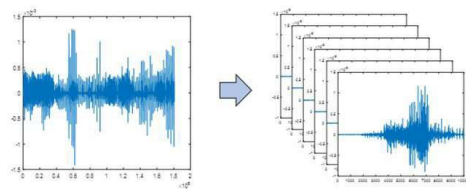
S150: 특징정보 추출단계

도면

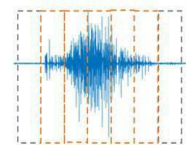
도면1



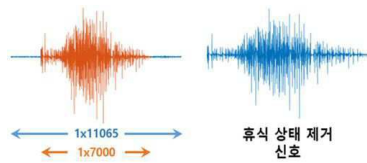
도면2



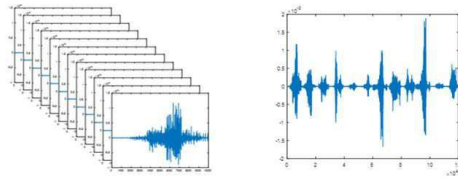
도면3



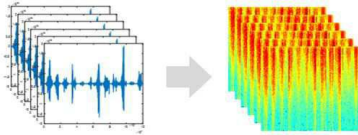
도면4



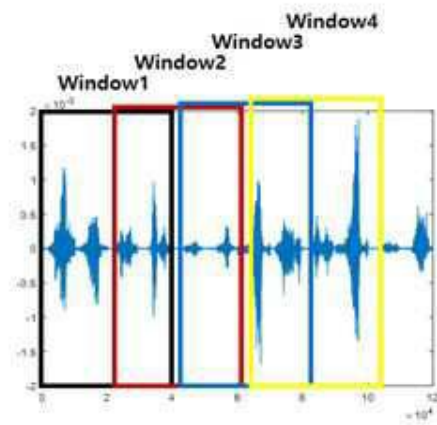
도면5



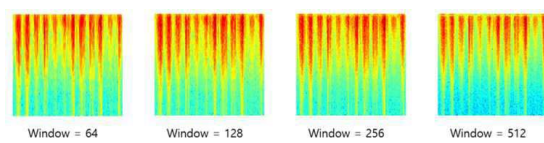
도면6



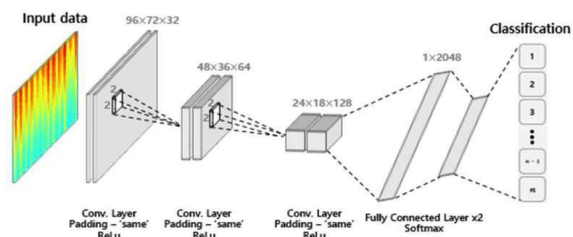
도면7



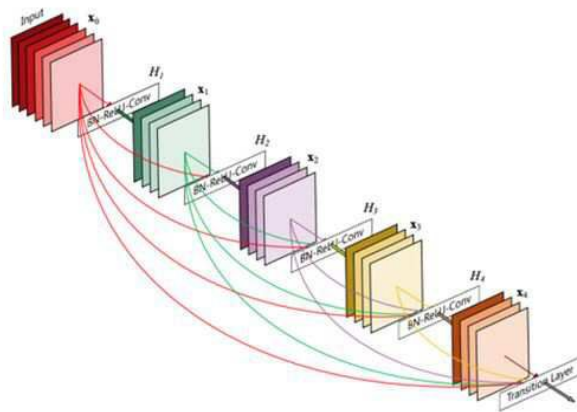
도면8



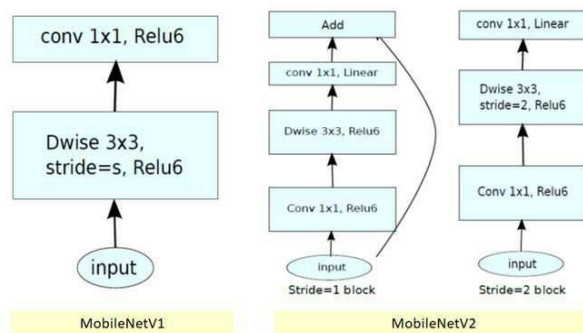
도면9



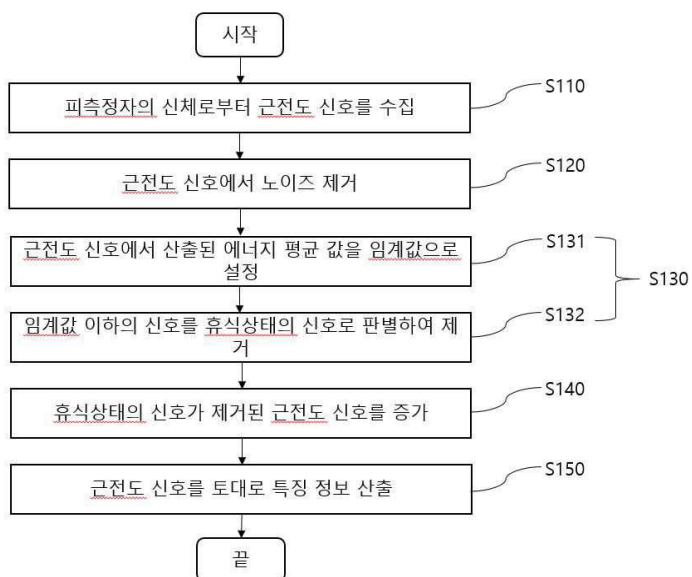
도면10



도면11



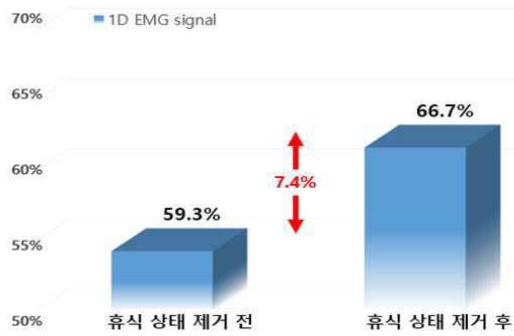
도면12



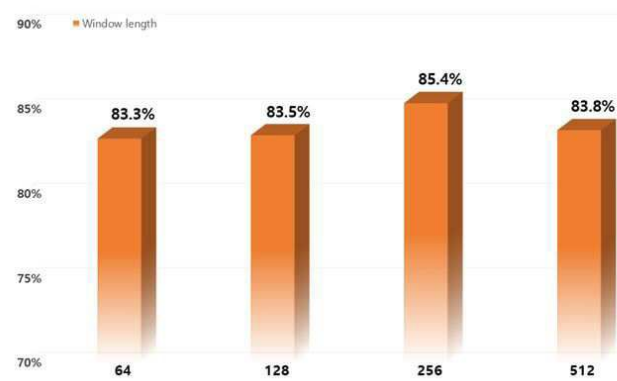
도면13



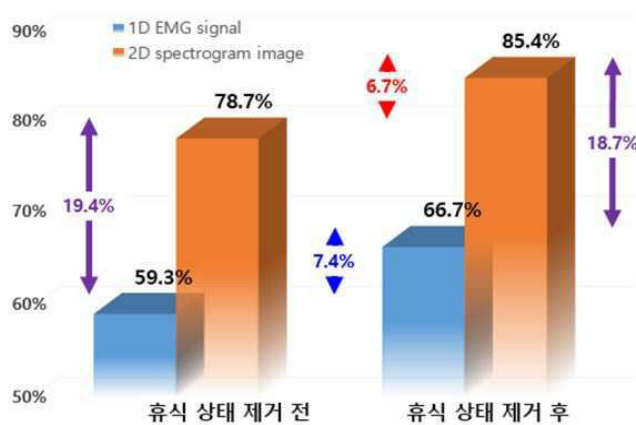
도면14



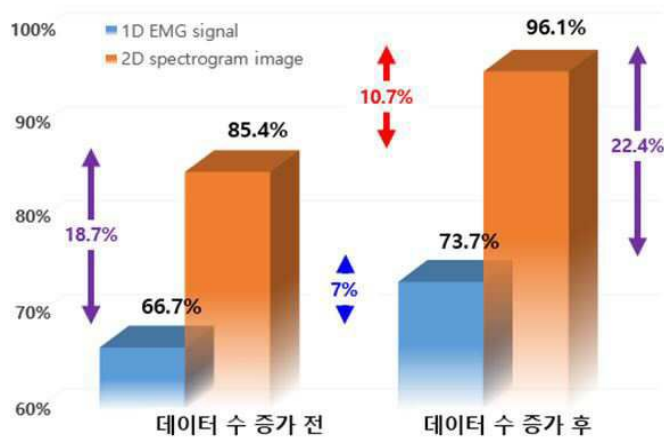
도면15



도면16



도면17



도면18

