(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0098806
(43) 공개일자 2019년08월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) *B33Y 80/00* (2015.01)
G06F 3/0346 (2013.01) *H04W 4/80* (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/017 (2013.01)
B33Y 80/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0012015
(22) 출원일자 2018년01월31일
심사청구일자 2018년01월31일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
김범준
대구광역시 수성구 명덕로 477 범어쌍용예가아파트 104동 1603호
이분진
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동) 명교생활관 예인당 412호
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 20 항

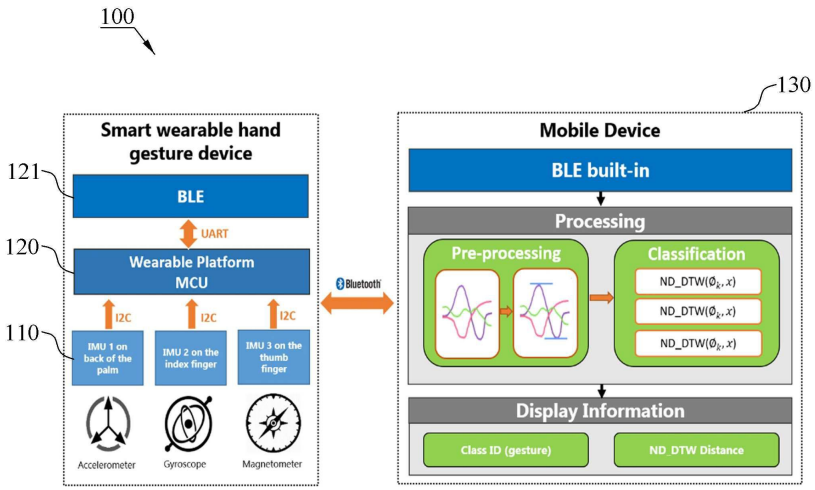
(54) 발명의 명칭 **동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법**

(57) 요 약

본 발명은 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 동작 인식을 위한 지능형 장치로서, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 동작 신호를 측정하고, 측정되는 동작 신호를 디지털 신호로 변환하여 각각 출력하는 3개의 IMU(Inertial Motion Unit) 센서 모듈; 상기 3개의 IMU 센서 모듈

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



의 동작 신호를 각각 입력받고, 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어(MCU) 모듈; 및 상기 제어 모듈로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 모바일 기기(Mobile Device)를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법에 따르면, 사용자의 손 등과 엄지 및 검지에 각각 배치되는 3개의 IMU 센서 모듈과, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어 모듈과, 동작 신호들의 시계열에 따른 전처리 과정과, N 차원의 DTW 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 제어하는 모바일 기기를 포함하여 구성함으로써, 3개의 IMU 센서 모듈로부터 측정되는 동작 신호들을 이용하여 22개의 다양한 제스처 동작 인식이 가능하도록 할 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 손 등과 2개의 손가락에 장착되는 3개의 IMU 센서 모듈과 제어 모듈을 사용자 착용(wearable)형으로 구성함으로써, 기존의 장갑 형태의 동작 인식 장치보다 훨씬 간단하게 구현할 수 있음은 물론, DTW 알고리즘의 적용을 통한 동작 인식의 다양한 제스처를 정확하게 인식 가능하고, 간단하고 사용하기 쉬운 소형화로 구현될 수 있도록 할 수 있다.

뿐만 아니라, 본 발명은, 사물인터넷(IoT) 개념의 유연한 PCB 회로 설계로 와이파이 또는 기타 인터넷 연결 옵션을 사용하는 모든 어플리케이션에 연결하여 다양한 전자 장치들의 원격 제어에 범용으로 활용하는 것이 가능하도록 할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G06F 3/014 (2013.01)
G06F 3/0346 (2013.01)
H04W 4/80 (2018.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017DG039010101
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업
연구과제명 운동 및 동작 감지를 위한 지능형 손가락 장치
기 여 율 1/1
주관기관 계명대학교
연구기간 2017.07.01 ~ 2018.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

동작 인식을 위한 지능형 장치(100)로서,

사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 동작 신호를 측정하고, 측정되는 동작 신호를 디지털 신호로 변환하여 각각 출력하는 3개의 IMU(Inertial Motion Unit) 센서 모듈(110);

상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)의 동작 신호를 각각 입력받고, 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어(MCU) 모듈(120); 및

상기 제어 모듈(120)로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 모바일 기기(Mobile Device)(130)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)은,

3개의 IMU 센서 모듈(110) 중 하나의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 등에 장착되고, 나머지 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 2개의 손가락에 각각 장착되는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)은,

상기 사용자의 손 등에 장착되는 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 방향을 측정하기 위한 모션 센서로 기능하고, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손가락 방향을 측정하기 위한 동작 센서로 기능하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 사용자의 손 등에 장착되어 모션 센서로 기능하는 IMU 센서 모듈(110)은, 가속도계(Accelerometer) 센서로 구성하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 사용자의 손가락에 장착되어 동작 센서로 기능하는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 엄지와 검지에 각각 배치하되, 검지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자이로스코프(Gyroscope) 센서로 구성하고, 엄지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자력계(Magnetometer) 센서로 구성하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)은,

사용자의 손 등에 장착되는 1개의 IMU 센서 모듈(110)과, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)에서 측정되는 손 방향과 손가락 방향의 동작 신호들을 통해 미리 설정된 사용자의 동작 22개의 제스처를 표현하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 22개의 제스처는,

6개의 단순(simple) 제스처와, 6개의 표준(normal) 제스처와, 6개의 복잡(complex) 제스처, 및 2개의 손가락만을 사용한 4개의 제스처로 구성하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 복합 제스처는,

손가락과 손 방향을 모두 사용하는 제스처인 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어 모듈(120)은,

상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)에서 측정한 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 상기 모바일 기기(130)로 전송하기 위한 블루투스 모듈(121)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제어 모듈(120)은,

상기 모바일 기기(130)와 저전력 통신을 위한 저전력 블루투스 4.0 BLE 보드로 구현되는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)과, 블루투스 모듈(121)을 구비하는 제어 모듈(120)은 케이싱(101)에 수용 설치되어 사용자의 손가락과 손 등에 체결되는 착용(wearable)으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 케이싱(101)은,

3D 프린터로 제작되는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 13

제9항에 있어서, 상기 모바일 기기(130)는,

상기 제어 모듈(120)로부터 블루투스 통신으로 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 시계열(Time series)을 전처리 과정을 통해 분류하고, 미리 설정된 클래스 ID와 N차원의 DTW 거리를 구하여 미리 설정된 22개의 제스처를 참조하여 비교한 결과로 사용자가 취한 제스처를 인식하고 그에 해당하는 동작 수행이 가능하도록 제어하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 모바일 기기(130)는,

상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 패턴을 측정하기 위한 동적 시간 워핑(DTW) 알고리즘을 탑재하여 사용하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 동적 시간 워핑 알고리즘은,

6배 교차 검증 방법으로 훈련되는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치.

청구항 16

3개의 IMU 센서 모듈(110)과 제어 모듈(120) 및 모바일 기기(130)를 구비하는 지능형 장치(100)를 이용한 동작 인식 제어 방법으로서,

(1) 상기 제어 모듈(120)이 상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락을 통해 측정되어 디지털 신호로 변환된 동작 신호들을 각각 입력받는 단계;

(2) 상기 제어 모듈(120)이 상기 단계 (1)을 통해 각각 입력받은 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 상기 모바일 기기(130)로 전송하는 단계; 및

(3) 상기 모바일 기기(130)가 상기 제어 모듈(120)로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 단계 (1)에서,

상기 3개의 IMU 센서 모듈(110) 중 하나의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 등에 장착되고, 나머지 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 2개의 손가락에 각각 장착하되,

상기 사용자의 손 등에 장착되는 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 방향을 측정하기 위한 모션 센서로 기능하고, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손가락 방향을 측정하기 위한 동작 센서로 기능하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)은,

상기 사용자의 손 등에 장착되어 모션 센서로 기능하는 IMU 센서 모듈(110)이 가속도계(Accelerometer) 센서로 구성되고, 상기 사용자의 손가락에 장착되어 동작 센서로 기능하는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 엄지와 검지에 각각 배치하되, 검지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자이로스코프(Gyroscope) 센서로 구성되며, 엄지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자력계(Magnetometer) 센서로 구성되는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 3개의 IMU 센서 모듈(110)은,

사용자의 손 등에 장착되는 1개의 IMU 센서 모듈(110)과, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)에서 측정되는 손 방향과 손가락 방향의 동작 신호들을 통해 미리 설정된 사용자의 동작 22개의 제스처를 표현하되,

상기 22개의 제스처는,

6개의 단순(simple) 제스처와, 6개의 표준(normal) 제스처와, 6개의 복잡(complex) 제스처, 및 2개의 손가락만을 사용한 4개의 제스처로 구성되고, 상기 복합 제스처는 손가락과 손 방향을 모두 사용하는 제스처인 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 단계 (3)에서,

상기 모바일 기기(130)는 상기 제어 모듈(120)로부터 블루투스 통신으로 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 시계열(Time series)을 전처리 과정을 통해 분류하고, 미리 설정된 클래스 ID와 N차원의 DTW 거리를 구하여 미리 설정된 22개의 제스처를 참조하여 비교한 결과로 사용자가 취한 제스처를 인식하고 그에 해당하는 동작 수행이 가능하도록 제어하며, 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 패턴을 측정하기 위한 동적 시간 워핑(DTW) 알고리즘을 탑재하여 사용하는 것을 특징으로 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 사용자의 손 등과 엄지 및 검지에 각각 배치되는 3개의 IMU 센서 모듈을 이용하여 22개의 제스처 동작 인식이 구현될 수 있도록 하는 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 전자기술의 발달에 힘입어 기계와 사용자 간의 인터랙션(interaction) 방법은 더욱 다양해지고 있다. 특히, 최근에는 인간-컴퓨터 상호작용(Human Computer Interaction, HCI) 기술에 대한 관심도가 높아짐에 따라 사용자의 인지적, 감성적, 그리고 생활 경험을 증진시킬 수 있는 인터랙션에 대한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 제스처 동작 인식은 지능적이고 자연스러운 인터페이스로 인기 있는 연구 분야 중 하나로 각광받고 있다. 이와 같은 HCI 분야와 관련하여, 음성, 비전, 제스처, 혹은 그 외에도 다른 혁신적인 입출력 채널을 이용하는 사용자 친화적인 인터페이스 개발을 위해 많은 노력이 이루어지고 있다. 이 연구 분야에 있어서 가장 난이도가 높은 접근 방법 중 하나는 인간의 신경 체계의 전기적인 특성을 이용하여 인간의 신경 신호와 컴퓨터를 연결하는 것이다. 이와 같은 신경과 컴퓨터 간의 연결을 위해 다양한 생체의학적인 신호들이 사용되어 질 수 있는데, 대부분은 특별한 신체조직, 장기 또는 신경 체계와 같은 세포 조직으로부터 얻을 수 있게 된다.

[0003] 생체신호는 인체에서 발생되는 전기적 또는 자기적 신호를 의미하며, 대표적으로 근전도(EMG), 심전도(ECG), 뇌전도(EDG), 안전도(EOG), 피부 전도도(GSR) 등의 신호를 포함한다. 이러한 생체신호는 종래 의료분야에서 치료

또는 재활의 목적으로 주로 활용되어 왔으나, 최근에는 인간-컴퓨터 인터페이스(HCI) 분야에서 사용자의 동작 의도를 추론하여 컴퓨터, 기계, 로봇 등의 동작을 제어하는 용도로 그 활용범위가 넓어지고 있다. 이러한 생체신호를 이용하여 컴퓨터, 기계, 로봇 등을 제어하기 위해서는 생체신호를 정확하게 검출하는 기술은 물론이고, 검출된 생체신호로부터 사용자의 동작의도를 정확하게 추론하는 기술이 매우 중요하다.

[0004] 사용자의 동작 의도를 추론하는 가장 간단한 방법은, 여러 대의 고속 적외선 카메라를 사용하여 모션을 캡처하는 비전 시스템이나, 단일 EMG 및 IMU를 사용하는 제스처 제어 시스템, 및 생체신호 검출장치가 생체신호의 특정 인자 값이 설정된 임계값을 초과하면 사용자가 동작을 개시한 것으로 판단하고, 해당 동작에 대응하는 제어 동작을 수행하는 방법 등이 사용될 수 있다. 이때, 비전 시스템의 경우 여러 대의 고속 적외선 카메라를 사용하여 모션을 캡처하는 방식으로 구현되는 장비의 소형화에 문제가 있으며, 단일 EMG 및 IMU를 사용하는 제스처 제어 시스템의 경우에는 다양한 사용자 동작을 인식하는데 한계가 있었다. 또한, 생체신호(EMG 신호)는 장치 고유의 잡음, 전자기적인 복사, 동작 잡음, 그리고 다른 조직과의 상호 작용 등에 의해서 유발되는 복잡한 형태의 잡음들을 포함하게 되므로, 이와 같이 EMG와 같은 생체신호에 포함된 노이즈는 주변 환경이나 사용자의 신체 상태, 센서와 신체의 접촉상태에 따라 지속적으로 변하기 때문에 정확한 임계값을 설정하기가 어려운 문제가 있었으며, 이러한 문제 해결을 위해서는 사용자의 동작여부를 정확하게 판단할 수 있는 방안이 요구된다. 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0133306호와, 대한민국 등록특허공보 제10-1000869호가 선행기술 문헌으로 개시되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 사용자의 손 등과 엄지 및 검지에 각각 배치되는 3개의 IMU 센서 모듈과, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어 모듈과, 동작 신호들의 시계열에 따른 전처리 과정과, N 차원의 DTW 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 제어하는 모바일 기기를 포함하여 구성함으로써, 3개의 IMU 센서 모듈로부터 측정되는 동작 신호들을 이용하여 22개의 다양한 제스처 동작 인식이 가능하도록 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은, 손 등과 2개의 손가락에 장착되는 3개의 IMU 센서 모듈과 제어 모듈을 사용자 착용(wearable)형으로 구성함으로써, 기존의 장갑 형태의 동작 인식 장치보다 훨씬 간단하게 구현할 수 있음은 물론, DTW 알고리즘의 적용을 통한 동작 인식의 다양한 제스처를 정확하게 인식 가능하고, 간단하고 사용하기 쉬운 소형화로 구현될 수 있도록 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0007] 뿐만 아니라, 본 발명은, 사물인터넷(IoT) 개념의 유연한 PCB 회로 설계로 와이파이 또는 기타 인터넷 연결 옵션을 사용하는 모든 어플리케이션에 연결하여 다양한 전자 장치들의 원격 제어에 범용으로 활용하는 것이 가능하도록 하는, 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치는,

[0009] 동작 인식을 위한 지능형 장치로서,

[0010] 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 동작 신호를 측정하고, 측정되는 동작 신호를 디지털 신호로 변환하여 각각 출력하는 3개의 IMU(Inertial Motion Unit) 센서 모듈;

[0011] 상기 3개의 IMU 센서 모듈의 동작 신호를 각각 입력받고, 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어(MCU) 모듈; 및

[0012] 상기 제어 모듈로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 모바일 기기(Mobile Device)를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 3개의 IMU 센서 모듈은,

[0014] 3개의 IMU 센서 모듈 중 하나의 IMU 센서 모듈은 사용자의 손 등에 장착되고, 나머지 2개의 IMU 센서 모듈은 사용자의 2개의 손가락에 각각 장착될 수 있다.

[0015] 더욱 바람직하게는, 상기 3개의 IMU 센서 모듈은,

[0016] 상기 사용자의 손 등에 장착되는 IMU 센서 모듈은 사용자의 손 방향을 측정하기 위한 모션 센서로 기능하고, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈은 사용자의 손가락 방향을 측정하기 위한 동작 센서로 기능할 수 있다.

[0017] 더욱 더 바람직하게는,

[0018] 상기 사용자의 손 등에 장착되어 모션 센서로 기능하는 IMU 센서 모듈은, 가속도계(Accelerometer) 센서로 구성할 수 있다.

[0019] 더욱 더 바람직하게는,

[0020] 상기 사용자의 손가락에 장착되어 동작 센서로 기능하는 2개의 IMU 센서 모듈은 사용자의 엄지와 검지에 각각 배치하되, 검지에 배치되는 IMU 센서 모듈은 자이로스코프(Gyroscope) 센서로 구성하고, 엄지에 배치되는 IMU 센서 모듈은 자력계(Magnetometer) 센서로 구성할 수 있다.

[0021] 바람직하게는, 상기 3개의 IMU 센서 모듈은,

[0022] 사용자의 손 등에 장착되는 1개의 IMU 센서 모듈과, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈에서 측정되는 손 방향과 손가락 방향의 동작 신호들을 통해 미리 설정된 사용자의 동작 22개의 제스처를 표현할 수 있다.

[0023] 더욱 바람직하게는, 상기 22개의 제스처는,

[0024] 6개의 단순(simple) 제스처와, 6개의 표준(normal) 제스처와, 6개의 복잡(complex) 제스처, 및 2개의 손가락만을 사용한 4개의 제스처로 구성할 수 있다.

[0025] 더욱 더 바람직하게는, 상기 복합 제스처는,

[0026] 손가락과 손 방향을 모두 사용하는 제스처이다.

[0027] 바람직하게는, 상기 제어 모듈은,

[0028] 상기 3개의 IMU 센서 모듈에서 측정한 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 상기 모바일 기기로 전송하기 위한 블루투스 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0029] 더욱 바람직하게는, 상기 제어 모듈은,

[0030] 상기 모바일 기기와 저전력 통신을 위한 저전력 블루투스 4.0 BLE 보드로 구현될 수 있다.

[0031] 더욱 바람직하게는,

[0032] 상기 3개의 IMU 센서 모듈과, 블루투스 모듈을 구비하는 제어 모듈은 케이싱에 수용 설치되어 사용자의 손가락과 손 등에 체결되는 착용(wearable)으로 구성될 수 있다.

[0033] 더욱 더 바람직하게는, 상기 케이싱은,

[0034] 3D 프린터로 제작될 수 있다.

[0035] 더욱 바람직하게는, 상기 모바일 기기는,

[0036] 상기 제어 모듈로부터 블루투스 통신으로 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 시계열(Time series)을 전처리 과정을 통해 분류하고, 미리 설정된 클래스 ID와 N차원의 DTW 거리를 구하여 미리 설정된 22개의 제스처를 참조하여 비교한 결과로 사용자가 취한 제스처를 인식하고 그에 해당하는 동작 수행이 가능하도록 제어할 수 있다.

[0037] 더욱 더 바람직하게는, 상기 모바일 기기는,

[0038] 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 패턴을 측정하기 위한 동적 시간 워핑(DTW) 알고리즘을 탑재하여 사용할 수 있다.

[0039] 더더욱 바람직하게는, 상기 동적 시간 워핑 알고리즘은,

[0040] 6배 교차 검증 방법으로 훈련될 수 있다.

[0041] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법은,

[0042] 3개의 IMU 센서 모듈과 제어 모듈 및 모바일 기기를 구비하는 지능형 장치를 이용한 동작 인식 제어 방법으로서,

[0043] (1) 상기 제어 모듈이 상기 3개의 IMU 센서 모듈로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락을 통해 측정되어 디지털 신호로 변환된 동작 신호들을 각각 입력받는 단계;

[0044] (2) 상기 제어 모듈이 상기 단계 (1)을 통해 각각 입력받은 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 상기 모바일 기기로 전송하는 단계; 및

[0045] (3) 상기 모바일 기기가 상기 제어 모듈로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0046] 바람직하게는, 상기 단계 (1)에서,

[0047] 상기 3개의 IMU 센서 모듈 중 하나의 IMU 센서 모듈은 사용자의 손 등에 장착되고, 나머지 2개의 IMU 센서 모듈은 사용자의 2개의 손가락에 각각 장착하되,

[0048] 상기 사용자의 손 등에 장착되는 IMU 센서 모듈은 사용자의 손 방향을 측정하기 위한 모션 센서로 기능하고, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈은 사용자의 손가락 방향을 측정하기 위한 동작 센서로 기능할

수 있다.

[0049] 더욱 바람직하게는, 상기 3개의 IMU 센서 모듈은,

[0050] 상기 사용자의 손 등에 장착되어 모션 센서로 기능하는 IMU 센서 모듈이 가속도계(Accelerometer) 센서로 구성되고, 상기 사용자의 손가락에 장착되어 동작 센서로 기능하는 2개의 IMU 센서 모듈은 사용자의 엄지와 검지에 각각 배치하되, 검지에 배치되는 IMU 센서 모듈은 자이로스코프(Gyroscope) 센서로 구성되며, 엄지에 배치되는 IMU 센서 모듈은 자력계(Magnetometer) 센서로 구성될 수 있다.

[0051] 더욱 더 바람직하게는, 상기 3개의 IMU 센서 모듈은,

[0052] 사용자의 손 등에 장착되는 1개의 IMU 센서 모듈과, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈에서 측정되는 손 방향과 손가락 방향의 동작 신호들을 통해 미리 설정된 사용자의 동작 22개의 제스처를 표현하되,

[0053] 상기 22개의 제스처는,

[0054] 6개의 단순(simple) 제스처와, 6개의 표준(normal) 제스처와, 6개의 복잡(complex) 제스처, 및 2개의 손가락만을 사용한 4개의 제스처로 구성되고, 상기 복합 제스처는 손가락과 손 방향을 모두 사용하는 제스처이다.

[0055] 더더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서,

[0056] 상기 모바일 기기는 상기 제어 모듈로부터 블루투스 통신으로 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 시계열(Time series)을 전처리 과정을 통해 분류하고, 미리 설정된 클래스 ID와 N 차원의 DTW 거리를 구하여 미리 설정된 22개의 제스처를 참조하여 비교한 결과로 사용자가 취한 제스처를 인식하고 그에 해당하는 동작 수행이 가능하도록 제어하며, 상기 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 패턴을 측정하기 위한 동적 시간 워핑(DTW) 알고리즘을 탑재하여 사용할 수 있다.

발명의 효과

[0057] 본 발명에서 제안하고 있는 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법에 따르면, 사용자의 손 등과 엄지 및 검지에 각각 배치되는 3개의 IMU 센서 모듈과, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어 모듈과, 동작 신호들의 시계열에 따른 전처리 과정과, N 차원의 DTW 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 제어하는 모바일 기기를 포함하여 구성함으로써, 3개의 IMU 센서 모듈로부터 측정되는 동작 신호들을 이용하여 22개의 다양한 제스처 동작 인식이 가능하도록 할 수 있다.

[0058] 또한, 본 발명에 따르면, 손 등과 2개의 손가락에 장착되는 3개의 IMU 센서 모듈과 제어 모듈을 사용자 착용(wearable)형으로 구성함으로써, 기존의 장갑 형태의 동작 인식 장치보다 훨씬 간단하게 구현할 수 있음은 물론, DTW 알고리즘의 적용을 통한 동작 인식의 다양한 제스처를 정확하게 인식 가능하고, 간단하고 사용하기 쉬운 소형화로 구현될 수 있도록 할 수 있다.

[0059] 뿐만 아니라, 본 발명은, 사물인터넷(IoT) 개념의 유연한 PCB 회로 설계로 와이파이 또는 기타 인터넷 연결 옵션을 사용하는 모든 어플리케이션에 연결하여 다양한 전자 장치들의 원격 제어에 범용으로 활용하는 것이 가능하도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0060] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 구성을 기능블록으로 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 시스템 구조도를 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 IMU 센서 모듈들과 제어 모듈의 구현 일례

의 구성을 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 착용 상태의 구성을 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치를 이용한 22개의 제스처 표현 구성을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법의 처리 과정을 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법을 이용한 유클리드 거리 및 DTW의 그래프를 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, 다차원 DTW의 그래프를 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, 전처리 과정의 그래프를 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, ND-DTW 알고리즘을 사용하여 제스처 인식 정확도의 검증 실험 결과를 도시한 도면.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법과 관련 시스템과의 비교를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0061] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0062] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결' 되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결' 되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결' 되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함' 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0063] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 구성을 기능블록으로 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 시스템 구조도를 도시한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 IMU 센서 모듈들과 제어 모듈의 구현 일례의 구성을 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 착용 상태의 구성을 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치를 이용한 22개의 제스처 표현 구성을 도시한 도면이다. 도 1 내지 도 5에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치(100)는, 3개의 IMU 센서 모듈(110), 제어 모듈(120), 및 모바일 기기(130)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0064] 3개의 IMU 센서 모듈(110)은, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 동작 신호를 측정하고, 측정되는 동작 신호를 디지털 신호로 변환하여 각각 출력하는 3개의 IMU(Inertial Motion Unit) 센서의 구성이다. 이러한 3개의 IMU 센서 모듈(110)에서, 3개의 IMU 센서 모듈(110) 중 하나의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 등에 장착되고, 나머지 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 2개의 손가락에 각각 장착될 수 있다. 여기서, 3개의 IMU 센서 모듈(110)에서, 사용자의 손 등에 장착되는 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 방향을 측정하기 위한 모션 센서로 기능하고, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손가락 방향을 측정

하기 위한 동작 센서로 기능할 수 있다.

[0065] 또한, 3개의 IMU 센서 모듈(110)에서, 사용자의 손 등에 장착되어 모션 센서로 기능하는 IMU 센서 모듈(110)은 가속도계(Accelerometer) 센서로 구성되고, 사용자의 손가락에 장착되어 동작 센서로 기능하는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 엄지와 검지에 각각 배치하되, 검지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자이로스코프(Gyroscope) 센서로 구성하고, 엄지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자력계(Magnetometer) 센서로 구성될 수 있다.

[0066] 또한, 3개의 IMU 센서 모듈(110)은 도 3 내지 도 5에 각각 도시된 바와 같이, 사용자의 손 등에 장착되는 1개의 IMU 센서 모듈(110)과, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)에서 측정되는 손 방향과 손가락 방향의 동작 신호들을 통해 미리 설정된 사용자의 동작 22개의 제스처를 표현할 수 있다. 여기서, 22개의 제스처는 도 5의 (a) 내지 (d)에 도시된 바와 같이, 6개의 단순(simple) 제스처와, 6개의 표준(normal) 제스처와, 6개의 복잡(complex) 제스처, 및 2개의 손가락만을 사용한 4개의 제스처로 구성될 수 있다. 여기서, 복합 제스처는 손가락과 손 방향을 모두 사용하는 제스처로 정의 될 수 있다.

[0067] 제어 모듈(120)은, 3개의 IMU 센서 모듈(110)의 동작 신호를 각각 입력받고, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어부의 구성이다. 이러한 제어 모듈(120)은 3개의 IMU 센서 모듈(110)에서 측정한 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 모바일 기기(130)로 전송하기 위한 블루투스 모듈(121)을 더 포함하여 구성할 수 있다. 여기서, 제어 모듈(120)은 모바일 기기(130)와 저전력 통신을 위한 저전력 블루투스 4.0 BLE 보드로 구현될 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명의 동작 인식을 위한 지능형 장치(100)에서, 3개의 IMU 센서 모듈(110)과, 블루투스 모듈(121)을 구비하는 제어 모듈(120)은 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 케이싱(101)에 수용 설치되어 사용자의 손가락과 손 등에 체결되는 착용(wearable)으로 구성될 수 있다. 여기서, 케이싱(101)은 3D 프린터로 제작될 수 있다.

[0069] 모바일 기기(130)는, 제어 모듈(120)로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 장치의 구성이다. 이러한 모바일 기기(Mobile Device)(130)는 제어 모듈(120)로부터 블루투스 통신으로 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 시계열(Time series)을 전처리 과정을 통해 분류하고, 미리 설정된 클래스 ID와 N차원의 DTW 거리를 구하여 미리 설정된 22개의 제스처를 참조하여 비교한 결과로 사용자가 취한 제스처를 인식하고 그에 해당하는 동작 수행이 가능하도록 제어할 수 있다.

[0070] 또한, 모바일 기기(130)는 3개의 IMU 센서 모듈(110)의 3개의 영역을 통해 22개의 동작 인식을 구현하고, 인식을 원하는 추가 동작을 설정하는 것도 가능하다. 즉, 다양한 응용 프로그램에 더 많은 기능을 포함시켜 사용자가 직접 사용자 정의 제스처를 허용할 수 있다.

[0071] 또한, 모바일 기기(130)는 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 패턴을 측정하기 위한 동적 시간 워핑(DTW) 알고리즘을 탑재하여 사용할 수 있다. 여기서, 동적 시간 워핑 알고리즘은 6배 교차 검증 방법으로 훈련될 수 있다. 또한, 모바일 기기(130)는 제어 모듈(120)과 블루투스 통신을 수행하기 위한 블루투스 모듈을 내장형으로 구성한다.

[0072] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 도면이고, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법의 처리 과정을 도시한 도면이며,

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법을 이용한 유클리드 거리 및 DTW의 그래프를 도시한 도면이고, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, 다차원 DTW의 그래프를 도시한 도면이며, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, 전처리 과정의 그래프를 도시한 도면이다. 도 6 내지 도 10에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법은, 3개의 IMU 센서 모듈로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락을 통해 측정되어 디지털 신호로 변환된 동작 신호들을 각각 입력받는 단계(S110), 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 상기 모바일 기기로 전송하는 단계(S120), 및 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 이용하여 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 단계(S130)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0073] 본 발명에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S110에서는, 제어 모듈(120)이 3개의 IMU 센서 모듈(110)로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락을 통해 측정되어 디지털 신호로 변환된 동작 신호들을 각각 입력받는다. 이러한 단계 S110에서, 3개의 IMU 센서 모듈(110) 중 하나의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 등에 장착되고, 나머지 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 2개의 손가락에 각각 장착하되, 사용자의 손 등에 장착되는 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 방향을 측정하기 위한 모션 센서로 기능하고, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손가락 방향을 측정하기 위한 동작 센서로 기능할 수 있다.

[0074] 또한, 3개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 등에 장착되어 모션 센서로 기능하는 IMU 센서 모듈(110)이 가속도계(Accelerometer) 센서로 구성되고, 상기 사용자의 손가락에 장착되어 동작 센서로 기능하는 2개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 엄지와 검지에 각각 배치하되, 검지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자이로스코프(Gyroscope) 센서로 구성되며, 엄지에 배치되는 IMU 센서 모듈(110)은 자력계(Magnetometer) 센서로 구성될 수 있다.

[0075] 또한, 3개의 IMU 센서 모듈(110)은 사용자의 손 등에 장착되는 1개의 IMU 센서 모듈(110)과, 사용자의 손가락에 장착되는 2개의 IMU 센서 모듈(110)에서 측정되는 손 방향과 손가락 방향의 동작 신호들을 통해 미리 설정된 사용자의 동작 22개의 제스처를 표현할 수 있다. 여기서, 22개의 제스처는 6개의 단순(simple) 제스처와, 6개의 표준(normal) 제스처와, 6개의 복잡(complex) 제스처, 및 2개의 손가락만을 사용한 4개의 제스처로 구성되고, 복합 제스처는 손가락과 손 방향을 모두 사용하는 제스처로 구현될 수 있다.

[0076] 본 발명에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S120에서는, 제어 모듈(120)이 단계 S110을 통해 각각 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 모바일 기기(130)로 전송한다.

[0077] 본 발명에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S130에서는 모바일 기기(130)가 제어 모듈(120)로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 무선근거리 통신을 통해 전송받아 전처리 과정과, N 차원의 DTW(Dynamic Time Warping) 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행할 수 있다.

[0078] 또한, 단계 S130에서 모바일 기기(130)는 제어 모듈(120)로부터 블루투스 통신으로 입력받은 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 시계열(Time series)을 전처리 과정을 통해 분류하고, 미리 설정된 클래스 ID와 N차원의 DTW 거리를 구하여 미리 설정된 22개의 제스처를 참조하여 비교한 결과로 사용자가 취한 제스처를 인식하고 그에 해당하는 동작 수행이 가능하도록 제어하며, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들의 패턴을 측정하기 위한 동적 시간 워핑(DTW) 알고리즘을 탑재하여 사용할 수

있다.

[0079] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법의 처리 과정으로서, 3개의 동작 신호의 시계열(Time Series)처리와, 전처리(Pre Processing) 과정과, 분류(Classification) 처리와, 클래스 ID 및 NC-DTW Distance 추출 과정을 나타내고 있다. 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법을 이용한 유클리드 거리 및 DTW의 그래프를 나타내고 있다. 즉, 도 8의 (a)는 유클리드 거리(Euclidean Distance)를 나타내고, 도 8의 (b)는 Dynamic Time Warping의 그래프를 나타내고 있다. 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, 다차원 DTW의 그래프를 나타내고 있다.

수학식 1

[0080]
$$DIST(i,j) = \sqrt{\sum_{n=1}^{N}(i_n - j_n)^2}$$

[0081] 여기서, 수학식 1은 N 차원의 DTW를 나타내며, 주어진 2개의 시계열 사이의 거리를 계산하고, 모든 N 차원에 걸친 총 거리는 유클리드 거리로 워핑 행렬을 구성하는데 사용된다.

[0082] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, 전처리 과정의 그래프를 나타낸다.

수학식 2

[0083]
```
angle = (0.98)*(angle + gyro*dt) + (0.02)*(x_acc);
```

Integration.

Low-pass portion acting on the accelerometer.

Something resembling a high-pass filter on the integrated gyro angle estimate. It will have approximately the same time constant as the low-pass filter.

[0084] 여기서, 수학식 2는 신호처리의 전처리 과정을 나타낸다. 즉, 보완적인 필터 방법을 사용하여 가속도계의 잡음을 제거(가속도계+자이로스코프)할 수 있다. 이때, 통합된 자이로스코프의 각 추정치는 하이패스 필터와 유사하고, 저역통과 필터와 거의 동일한 시간 상수를 갖게 된다.

[0085] 또한, 전처리 과정 이후의 분류 과정에서, 분류 임계값(Classification Threshold)은 아래의 수학식 3 내지 5로 표현될 수 있다.

수학식 3

[0086]
$$\tau_g = \mu_g + (\sigma_g \gamma)$$

수학식 4

[0087]
$$\mu_g = \frac{1}{M_g - 1} \sum_{i=1}^{M_g} 1\{ND - DWT(\emptyset_g, X_i)\}$$

수학식 5

[0088]
$$\sigma_g = \sqrt{\frac{1}{M_g - 1} \sum_{i=1}^{M_g} 1\left\{\left(ND - DWT(\emptyset_g, X_i) - \mu_g\right)^2\right\}}$$

[0089] 즉, N 차원 입력 시계열 X가 템플릿의 제스처와 일치하지 않은 경우, 잘못된 분류 문제는 훈련 단계에서 템플릿의 각 제스처에 대한 분류를 정의하여 해결하고 있다. 이때, 알고리즘은 특정 제스처가 일치하지 않음을 나타내며, d는 총 정규화 된 워핑 거리이고, 감마는 훈련 단계에서 초기에 임의의 숫자로 설정 될 수 있으며, 나중에 사용자에 의해 조정될 수도 있다.

[0090] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법에서, ND-DTW 알고리즘을 사용하여 제스처 인식 정확도의 검증 실험 결과를 도시한 도면이고, 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치의 제어 방법과 관련 시스템과의 비교를 도시한 도면이다. 도 11은 ND-DTW 알고리즘을 사용하여 제스처 인식 정확도를 검증하기 위한 실험이 수행된 결과이다. 본 실험에는 6 명의 오른 손잡이 피험자가 실험에 참여하고, 각 피 실험자는 22 회의 제스처를 25 번 반복하며, 제스처는 18 개의 손 제스처와 4 개의 손가락 제스처로 구성되었다. 또한, 사용된 IMU 센서의 양에 근거한 정확도 비율에 대한 영향도 고려되며, ND-DTW 모델은 6배 교차 검증 방법을 사용하여 훈련되었다. 도 12는 본 발명에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법과 관련 시스템과의 실험 결과를 비교하여 나타내고 있다. 본 발명은 3개의 IMU 센서 모듈을 사용하여 평균 정확도 96.78%를 나타내고 있다.

[0091] 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법에서는 제스처 인식으 위한 손과 손가락을 이용한 스마트 웨어러블 컨트롤러 시스템의 설계 및 구현이 가능하고, 이러한 본 발명은 3개의 IMU 센서를 사용하여 평균 정확도 96.78 %의 저비용에서 DTW 알고리즘으로 총 22 개의 미리 정의된 제스처를 인식할 수 있으며, 3.7V, 240mA의 배터리로 10시간의 낮은 에너지 소비로 잘 수행되었다. 즉, 본 발명은 전력 소비 및 착용 할 수 있는 편안함과 함께 크기를 줄이기 위한 차원의 관점에서 PCB 설계가 최적화되고, 다양한 소프트웨어 플랫폼과 호환되는 독립 실행형 시스템으로서 임베디드 하드웨어에서 인식 알고리즘이 구현되며, 손과 손가락 움직임을 활용하여 3차원 제스처와 관련된 복잡한 제스처를 인식하고, 다양한 응용 프로그램에 더 많은 기능을 포함시키고 사용자가 직접 사용자 정의 제스처를 허용하는 것이 가능하게 구현될 수 있다.

[0092] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 동작 인식을 위한 지능형 장치 및 그 제어 방법은, 사용자의 손등과 엄지 및 검지에 각각 배치되는 3개의 IMU 센서 모듈과, 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 출력하는 제어 모듈과, 동작 신호들의 시계열에 따른 전처리 과정과, N 차원의 DTW 분류와, 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 제어하는 모바일 기기를 포함하여 구성함으로써, 3개의 IMU 센서 모듈로부터 측정되는 동작 신호들을 이용하여 22개의 다양한 제스처 동작 인식이 가능하도록 할 수 있게 된다. 또한, 손 등과 2개의 손가락에 장착되는 3개의 IMU 센서 모듈과 제어 모듈을 사용자 착용(wearable)형으로 구성함으로써, 기존의 장갑 형태의 동작 인식 장치보다 훨씬 간단하게 구현할 수 있음은 물론, DTW 알고리즘의 적용을 통한 동작 인식의 다양한 제스처를 정확하게 인식 가능하고, 간단하고 사용하기 쉬운 소형화로 구현될 수 있도록 할 수 있으며, 특히, 사물인터넷

(IoT) 개념의 유연한 PCB 회로 설계로 와이파이 또는 기타 인터넷 연결 옵션을 사용하는 모든 어플리케이션에 연결하여 다양한 전자 장치들의 원격 제어에 범용으로 활용하는 것이 가능하도록 할 수 있게 된다.

[0093] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0094] 100: 본 발명의 일실시예에 따른 지능형 장치

101: 케이싱

110: IMU 센서 모듈

120: 제어(MCU) 모듈

130: 모바일 기기

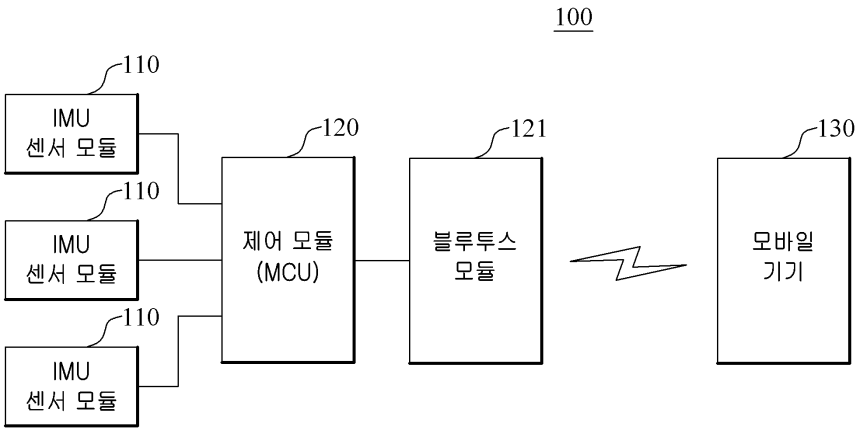
S110: 3개의 IMU 센서 모듈로부터 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락을 통해 측정되어 디지털 신호로 변환된 동작 신호들을 각각 입력받는 단계

S120: 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 하나의 출력으로 통합하여 상기 모바일 기기로 전송하는 단계

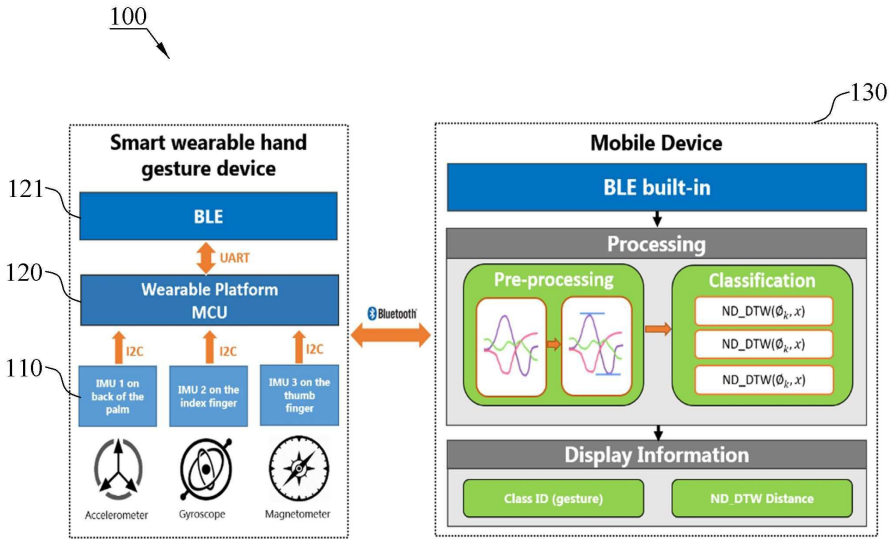
S130: 사용자의 제스처 인식을 위한 손과 손가락의 움직임의 동작 신호들을 이용하여 미리 설정된 제스처 선택의 맵핑 처리를 통해 사용자의 손과 손가락의 동작을 인식하고 그에 해당하는 제어를 수행하는 단계

도면

도면1



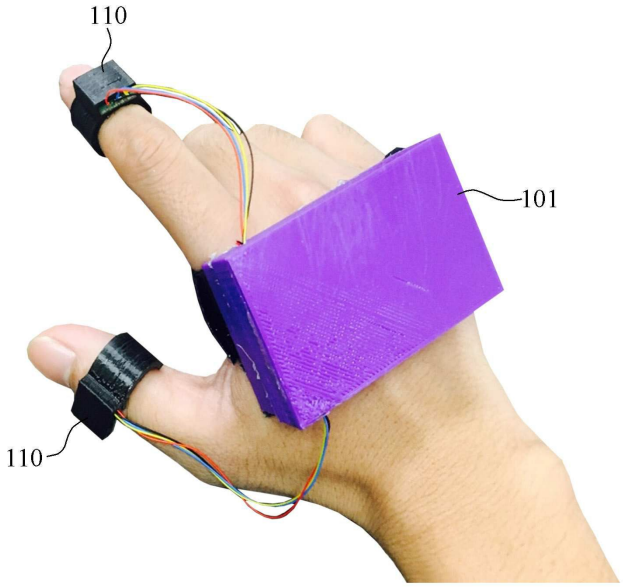
도면2


100
130
Smart wearable hand gesture device
121
BLE
UART
120
Wearable Platform MCU
I2C
I2C
I2C
110
IMU 1 on back of the palm
IMU 2 on the index finger
IMU 3 on the thumb finger
Accelerometer
Gyroscope
Magnetometer
Bluetooth
Mobile Device
BLE built-in
Processing
Pre-processing
Classification
ND_DTW(Ø_k, x)
ND_DTW(Ø_k, x)
ND_DTW(Ø_k, x)
Display Information
Class ID (gesture)
ND_DTW Distance

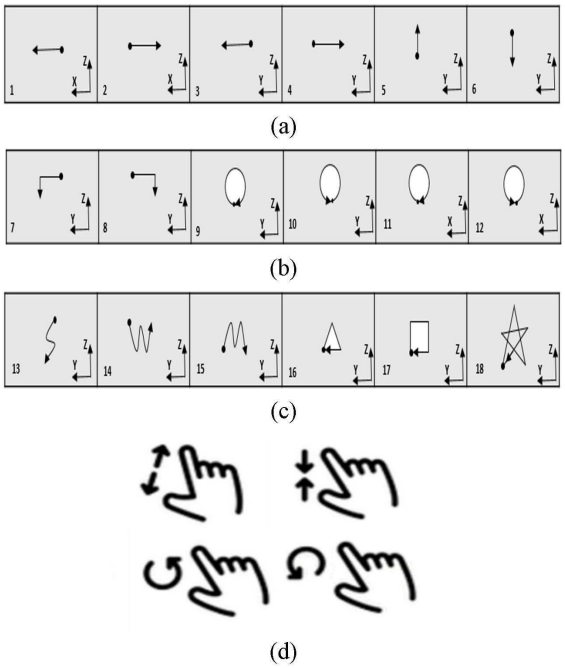
도면3



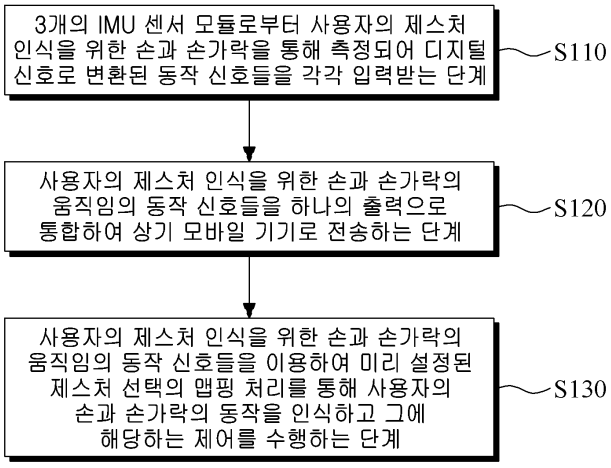
도면4



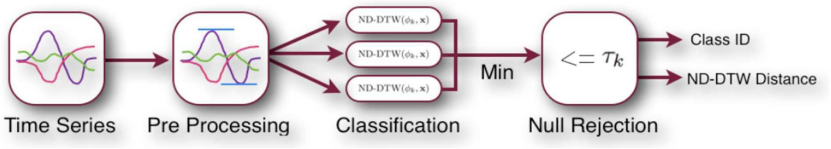
도면5



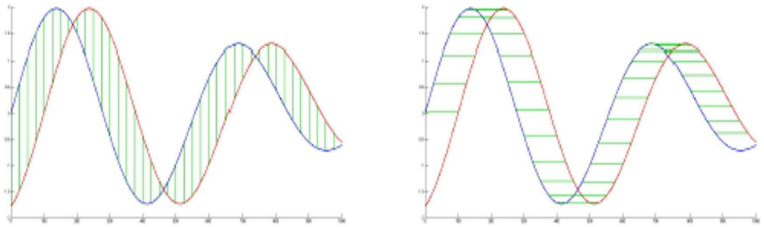
도면6



도면7

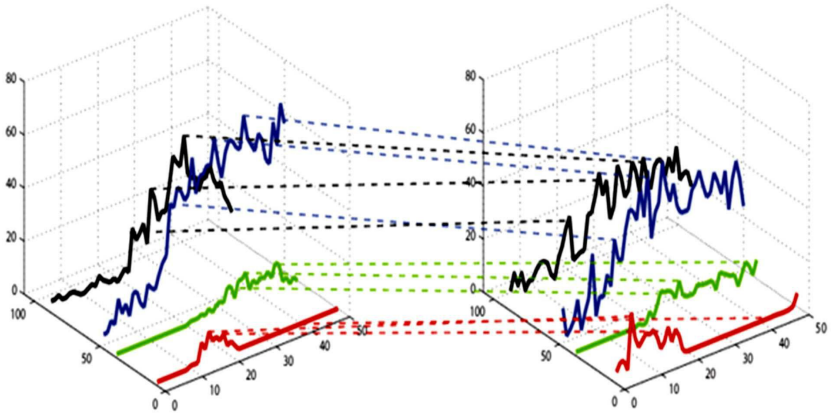


도면8

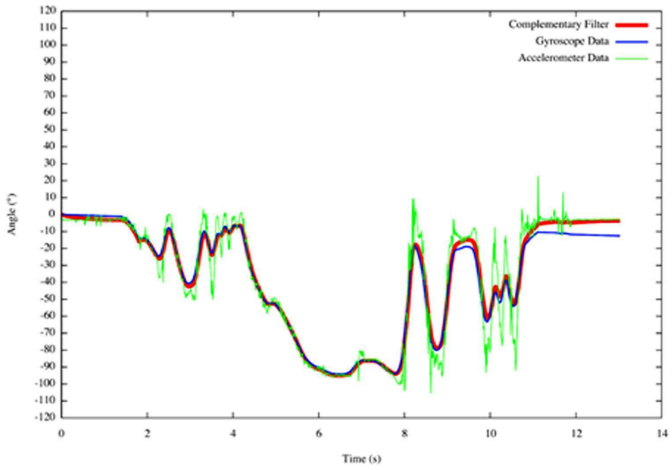


(a) (b)

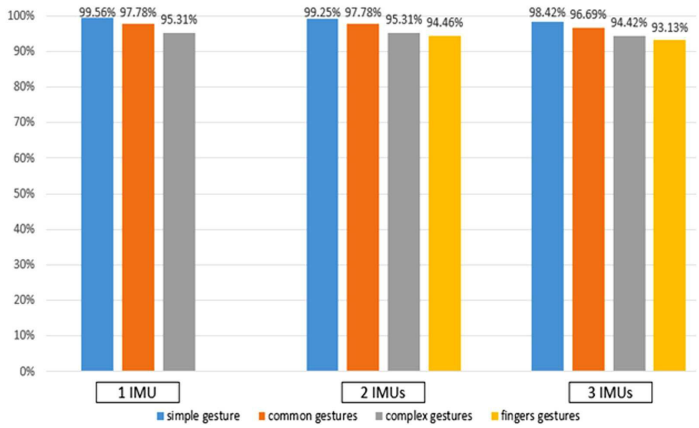
도면9



도면10



도면11



도면12

Author	Type of sensors	Quantity of sensors	Number of gesture	Accuracy rate	Paper
Chang	IMU EMG	3	6	95.6%	[39]
Georgi	IMU EMG	17	12	97.8%	[40]
Khezri	EMG	4	6	92%	[41]
Englehart	EMG	4	6	98%	[42]
Liu	IMU	1	8	98.6%	[13]
Proposed study	IMU	1	18	97.55%	
Proposed study	IMU	2	22	96.90%	
Proposed study	IMU	3	22	95.89%	