

【서지사항】

【서류명】 특허출원서

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 홍익대학교세종캠퍼스산학협력단

【특허고객번호】 1-2013-020039-7

【대리인】

【성명】 박세준

【대리인번호】 9-2015-001772-0

【발명의 국문명칭】 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치

【발명의 영문명칭】 FALL DETECTION DEVICE USING SIMPLE FALL DETECTION MODEL

【발명자】

【성명】 양진모

【성명의 영문표기】 YANG, JINMO

【국적】 KR

【주민등록번호】 *****-*****

【우편번호】 28156

【주소】 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 상정혜담길 17(상정리)

【거주국】 KR

【발명자】

【성명】 김장환

【성명의 영문표기】 KIM, JANGHWAN

【국적】 KR
【주민등록번호】 *****-*****
【우편번호】 30034
【주소】 세종특별자치시 조치원읍 산막길 17 우방유헤아파트 101동
 301호

【거주국】 KR

【발명자】

【성명】 김기두
【성명의 영문표기】 KIM, GIDU

【국적】 KR

【주민등록번호】 *****-*****

【우편번호】 10410

【주소】 경기도 고양시 일산동구 강송로217번길 65

【거주국】 KR

【발명자】

【성명】 김영철
【성명의 영문표기】 KIM, YEONGCHEOL

【국적】 US

【생년월일】 1961-09-25

【주소】 경기도 용인시 수지구 성북2로 126 성동마을엘지빌리지3차
 308동 210호

【거주국】 KR

【출원언어】 국어

【심사청구】 청구

【취지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 박세준

(서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】 0 면 46,000 원

【가산출원료】 28 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 9 항 625,000 원

【합계】 671,000원

【감면사유】 전담조직(50%감면)[1]

【감면후 수수료】 335,500 원

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치{FALL DETECTION DEVICE USING SIMPLE FALL DETECTION MODEL}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 생활 수준의 향상으로 인해 평균 인간 수명이 증가하고 있다. 세계 보건기구(WHO)의 추산에 따르면, 세계 평균 인간 수명이 2000년 66.8세에서 2019년 73.1세로 증가하였다. 이는 교육, 영양 및 기타 환경 요인과 같은 건강 서비스, 의학 및 생활 수준의 향상 때문인데, 수명이 연장된 것과는 수명에 영향을 주는 사고는 다양한 원인으로 발생되고 있다. 낙상 사고는 의도치 않은 부상으로 인한 사망의 주요 원인 중 하나이며, 2019년과 2021년에도 전 세계적으로 두 번째 원인이었다. 이는 특히 노인에게 심각한 문제이며, 노인은 낙상 사고에서 살아남았다더라도 기능적 손상이 상당하여 곧 사망할 수 있다.

【0003】 낙상 사고가 발생했을 때는 기능적 손상을 방지하기 위한 즉각적인 의료 처치가 중요한 요소이다. 연구자들은 사고 보고를 돕기 위해 인간의 낙상을 감지하는 다양한 기술을 개발하고 있다. 웨어러블 기기를 이용하여 낙상을 감지하

는 기술이 존재하지만, 웨어러블 기기의 특성상 항상 착용해야 하고, 착용시 불편한 단점이 존재한다.

【0004】 이미지 인식 기술을 활용하는 모니터링 시스템은 사람의 모습과 움직임을 포착하는 기술로, 촬영 영상을 인공 지능(AI) 시스템에 공급하여 감지하는 것이다. 일반적으로 이미지 인식 기술을 이용하는 인공지능 기술은 연속 데이터를 처리할 수 있는 복잡한 모델을 사용하여 수행된다. 이러한 기능은 주로 순환 신경망(Recurrent neural network, RNN), 합성곱 신경망(Convolutional neural network, CNN), 어텐션 기술 등을 기반으로 한 딥 러닝(deep learning) 신경망을 통해 제공되고 있다.

【0005】 하지만, 이러한 딥러닝 기술은 시간적 데이터 입력에서 결과를 정확하게 예측하는 성능으로 보여주지만, 복잡성 측면에서의 성능은 전통적인 머신러닝이나 통계적 기술에 비해 매우 낮아 높은 수준의 계산 능력을 가진 컴퓨팅 장치를 요구한다. 또한, 대부분의 작업은 AI 모델의 탐지를 사용하여 작동하는데, 이는 상당한 시간(훈련 및/또는 추론)이 소요될 수 있으며 리소스 집약적일 수 있으며, 이미지 인식 기술을 활용하는 딥러닝 모델은 저사양 시스템에서 실행해야 하는 경우, 요구되는 높은 사양 때문에 라이브 스트림(Livestream) 영상의 초당 프레임(Frames Per Second, FPS)이 감소될 수 밖에 없는 문제가 있다.

【0006】 따라서, 낙상 감지 사고는 정확하게 사고를 인지하고, 즉각적인 조치가 필요한데, 라이브 스트림 영상의 낮은 초당 프레임으로 인해 낙상 사고를 정확하게 판단하기 어려운 문제가 존재한다

【발명의 내용】**【해결하고자 하는 과제】**

【0007】 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는, 사전 학습된 포즈 추정 모델과 AI 모델을 추가로 학습하지 않고도 간단한 수학적 비교를 통해 낙상을 감지하는 심플 낙상 감지 모델(SFDM)을 포함한 낙상 감지 장치를 제공하는 것이다.

【과제의 해결 수단】

【0008】 본 발명의 실시 예에 따른 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치는, 스트리밍 기기와 통신을 수행하여 스트리밍 영상을 수신받는 통신 인터페이스와, 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 스트리밍 영상을 분석하여 상기 스트리밍 영상 내 관찰 대상을 인식하여 낙상 상태를 감지하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 스트리밍 영상을 이용하여 3D 랜드마크를 생성하는 3D 랜드마크 예측부와, 상기 스트리밍 영상의 단일 이미지 프레임을 분석하여 상기 관찰 대상의 정상 상태 및 낙상 상태 중 어느 한 상태를 판단하는 단일 프레임 낙하 감지부와, 상기 3D 랜드마크의 연속적인 시간적 집합으로 구성된 상태 시리즈를 처리하고, 중간 누적 상태를 계산하여 상기 관찰 대상의 정상 상태 및 낙상 상태 중 어느 한 상태를 최종 감지하는 누적 낙상 감지부를 포함한다.

【0009】 실시 예에 따라, 상기 3D 랜드마크 예측부는, 상기 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 단일 이미지 프레임에서 2D 랜드마크를 생성하고, 상기 2D 랜드마크에 기초하여 상기 관찰 대상의 2D 위치에 대응하는 3D 랜드마크를 생성할

수 있다.

【0010】 실시 예에 따라, 상기 단일 프레임 낙하 감지부는, 상기 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 3D 랜드마크에서 3D 축 방향의 분포를 비교하고, 단일 이미지 프레임 내 관찰 대상의 현재 상태를 판단할 수 있다.

【0011】 실시 예에 따라, 상기 단일 프레임 낙하 감지부는, 상기 3D 축 방향의 분포를 비교를 위해 값 집합의 산란 정도를 측정하는 표준 편차를 이용하며, 폭, 깊이, 높이 방향의 산란을 비교하여 레코드가 한 방향으로 다른 방향보다 더 분산되어 있는지 확인하고, 하기 수식에 따라 상기 따라 3D 랜드마크에서 3D 축 방

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_k^n (p_k - \mu_p)^2}{n}}$$

향의 분포를 계산하고, p_k 는 x 좌표, y 좌표, z 좌표이고, μ_p 는 x 평균 좌표, y 평균좌표, z 평균좌표이고, σ_p 는 x 좌표, y 좌표, z 좌표의 표준 편차일 수 있다.

【0012】 실시 예에 따라, 상기 단일 프레임 낙하 감지부는, 하기 수식에 따라 상태 값을 결정하고, $\text{curSt} = \sigma_z < \sigma_x \text{ or } \sigma_z < \sigma_y$, curSt는 상태 값을 의미하고, 0 또는 1의 값을 나타내며, 0의 값은 정상 상태(c-normal)를 나타내며, 1은 낙하 상태(c-fall)를 나타내고, 하기 수식에 따라 상기 단일 이미지 프레임 내 상기

$$\text{st} \in \{N, F\},$$

관찰 대상의 현재 상태를 결정하며, where $N = 0, F = 1$, st는 상기 단일 이미지 프레임 내 상기 관찰 대상의 현재 상태를 의미하고, 0은 정상 상태, 1은 낙상

상태를 나타낼 수 있다.

【0013】 실시 예에 따라, 상기 누적 낙상 감지부는, 하기 수식에 따라 상기

$$\text{icSt}(t_s, t_f) = \text{st},$$

중간 누적 상태의 계산을 수행하고, **where for all t in $[t_s, t_f]$, $\text{curSt}(t) = \text{st}$.**,

t 는 시간을 나타내고, s 와 f 는 시간 시퀀스의 시작과 끝을 나타내고, icst 는 중간 누적 상태를 의미하며, icSt 의 값은 중간 누적 정상(ic-normal)의 경우 0이고 중간 누적 낙상(ic-fall)의 경우 1로 계산될 수 있다.

【0014】 실시 예에 따라, 상기 누적 낙상 감지부는, 하기 수식에 따라 임계

값을 이용하여 중간 누적 상태를 산출하고,

$$\text{icSt}(t_s, t_f) = \text{int} \left(\frac{\sum_{t=t_s}^{t_f} \text{curSt}(t)}{\#_{(t=t_s)}^{t_f} t} > 0.5 \right),$$

, int 는 Boolean 인수를 int 유형으로

변환한 것이고, $\#$ 는 발생 횟수를 나타낼 수 있다.

【0015】 실시 예에 따라, 상기 누적 낙상 감지부는, 하기 수식에 따라 상기

$$\text{finSt} = \text{finDet} \left(\left(\text{icSt} \left((t_s, t_f)_k \right) \right)_{k \in \mathbb{W}} \right)$$

최종 감지를 수행하고, **where $(t_s, t_f)_k = (t^{2k}, t^{2k+1})$.**, finSt 는 최종 감지

의 결과값을 의미할 수 있다.

【0016】 실시 예에 따라, 상기 누적 낙상 감지부는, 하기 수식에 따라 시퀀

스에서 연속된 요소의 수를 계산하고, 해당 요소의 발생을 카운트와 모든 요소에 대한 단일 요소 표현으로 대체하여 시퀀스를 압축하는 RLE 알고리즘을 이용하여

$$\begin{aligned} \text{seq}_{\text{IC}} &= (N, N, N, F, F, N, N, F, F, F) \\ \text{encSeq}_{\text{IC}} &= \text{RLE}(\text{seq}_{\text{IC}}) \\ &= (3N, 2F, 2N, 3F) \end{aligned}$$

icSt를 그룹화하고, $\text{ord}(\text{encSeq}_{\text{IC}}) = (N, F, N, F)$, 상기 최종 감지의 가능한 결과값은 최종 낙하 상태인 경우 1이고, 최종 정상 상태인 경우 0으로 결정될 수 있다.

【발명의 효과】

【0017】 본 발명의 실시 예에 따른 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치에 의하면, 사전 학습된 포즈 추정 모델과 AI 모델을 추가로 학습하지 않고도 간단한 수학적 비교를 통해 관찰 대상의 낙상 상태를 감지할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

【0018】 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 시스템의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 낙상 감지 장치의 블록도이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 프로세서의 블록도이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 3D 랜드마크 및 단일 프레임 낙하 감지부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5 내지 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 누적 낙상 감부지부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0019】 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다. 본 명세서에 기재된 실시 예에 있어서 '모듈' 혹은 '부'는 적어도 하나의 기능이나 동작을 수행하는 기능적 부분을 의미하며, 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

【0020】 명세서에서 사용되는 "부" 또는 "모듈"이라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, "부" 또는 "모듈"은 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 "부" 또는 "모듈"은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부" 또는 "모듈"은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "부" 또는 "모듈"은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 "부" 또는 "모듈"들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 "부" 또는 "모듈"들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 "부" 또는 "모듈"들로 더 분리될 수 있다.

【0021】 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 시스템의 블록도이다.

【0022】 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 심플 낙상 감지 모델 (Simplem Fall Detection Model, SFDM)을 이용한 낙상 감지 시스템(10)은 낙상 감지 장치(100)와 스트리밍 기기(200)를 포함한다.

【0023】 낙상 감지 장치(100)는 복잡한 딥러닝 연산을 수행하지 않고도, 심플 낙상 감지 모델(SFDM)을 이용하여 스트리밍 영상을 분석하고, 관찰 대상의 낙상 상태를 판단할 수 있다.

【0024】 예컨대, 낙상 감지 장치(100)는 PC(personal computer), 스마트 폰 (smart phone), 태블릿 (tablet) PC, 모바일 인터넷 장치(mobile internet device(MID)), 인터넷 태블릿, IoT(internet of things) 장치, IoE(internet of everything) 장치, 데스크 탑 컴퓨터(desktop computer), 랩탑(laptop) 컴퓨터, 워크스테이션 컴퓨터, Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말, 및 PDA (Personal Digital Assistant) 중 적어도 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

【0025】 낙상 감지 장치(100)는 네트워크 통신망을 통해 스트리밍 기기(200)로부터 실시간으로 스트리밍 영상을 수신받을 수 있다. 낙상 감지 장치(100)는 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 스트리밍 영상을 분석하고, 관찰 대상의 낙상 사고 발생 여부를 판단할 수 있다.

【0026】 예컨대, 네트워크 통신망은 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 이러한 네트워크는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5GPP(5rd Generation Partnership Project) 네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access) 네트워크, 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), WirelessLAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), 블루투스(Bluetooth) 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지 않는다.

【0027】 스트리밍 기기(200)는 관찰 대상을 촬영하기 위한 장소에 배치되어 실시간으로 스트리밍 영상을 생성하며, 네트워크 통신망을 통해 낙상 감지 장치(100)에 제공할 수 있다.

【0028】 예컨대, 스트리밍 기기(200)는 CCTV, CCD(Charge Coupled Device Camera) 카메라, 적외선 카메라, 핀홀(pinhole) 카메라, 팬틸트줌(pan-tilt-zoom, PTZ) 카메라, PC(personal computer), 스마트 폰(smart phone), 태블릿 (tablet) PC, 모바일 인터넷 장치(mobile internet device(MID)), IoT(internet of things) 장치, IoE(internet of everything) 장치, 데스크 탑 컴퓨터(desktop computer), 랩탑(laptop) 컴퓨터, 워크스테이션 컴퓨터, Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말, 및 PDA (Personal Digital Assistant) 중 어느 하나일 수 있으나, 데이터를 기록할 수 있는 일련의 통신 장치가 포함될 수 있다.

【0029】 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 낙상 감지 장치의 블록도이다.

【0030】 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 낙상 감지 장치(100)는 프로세서(110), 통신 인터페이스(120), 메모리(130), 및 스토리지(140)를 포함한다.

【0031】 프로세서(110)는 낙상 감지 장치(100) 각 구성의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(110)는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit), GPU(Graphic Processing Unit) 또는 본 발명의 기술 분야에 잘 알려진 임의의 형태의 프로세서(110)를 포함하여 구성될 수 있다.

【0032】 또한, 프로세서(110)는 본 발명의 실시 예에 따른 방법을 실행하기 위한 적어도 하나의 애플리케이션 또는 프로그램에 대한 연산을 수행할 수 있으며, 낙상 감지 장치(100)는 하나 이상의 프로세서(110)를 구비할 수 있다.

【0033】 실시 예에 따라, 프로세서(110)는 프로세서(110) 내부에서 처리되는 신호(또는, 데이터)를 일시적 및/또는 영구적으로 저장하는 램(RAM: Random Access Memory, 미도시) 및 롬(ROM: Read-Only Memory, 미도시)을 더 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(110)는 그래픽 처리부, 램 및 롬 중 적어도 하나를 포함하는 시스템 온칩(SoC: system on chip) 형태로 구현될 수 있다.

【0034】 통신 인터페이스(120)는 낙상 감지 장치(100)의 유선 또는 무선 통신을 지원하며, 스트리밍 기기(200)와 통신을 수행하여 스트리밍 영상을 수신받을

수 있다. 통신 인터페이스(120)는 인터넷 통신 외의 다양한 통신 방식을 지원할 수도 있다. 이를 위해, 통신 인터페이스(120)는 본 발명의 기술 분야에 잘 알려진 통신 모듈을 포함하여 구성될 수 있다.

【0035】 예컨대, 통신 인터페이스(120)는 LAN(Local Area Network), WAN(Wide Area Network), CDMA(Code Division Multiple Access), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Communications), LTE(Long Term Evolution), EPC(Evolved Packet Core), WLAN(Wireless LAN)(Wi-Fi), Wibro(Wireless broadband), Wimax(World Interoperability for Microwave Access), HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) 등의 무선 인터넷 통신 뿐만 아니라, 블루투스(Bluetooth), RFID(Radio Frequency Identification), 적외선 통신(IrDA, infrared Data Association), UWB(Ultra Wideband), 지그비(ZigBee) 등의 근거리 통신 기술을 사용할 수도 있어, 어느 하나의 통신 방식에 한정되지 아니한다.

【0036】 메모리(130)는 각종 데이터, 명령 또는 정보를 저장할 수 있다. 메모리(130)는 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 방법을 실행하기 위하여 스토리지(140)로부터 컴퓨터 프로그램을 로드할 수 있다. 메모리(130)에 컴퓨터 프로그램이 로드되면, 프로세서(110)는 컴퓨터 프로그램을 구성하는 하나 이상의 인스트럭션들을 실행함으로써 상기 방법을 수행할 수 있다. 메모리(130)는 RAM과 같은 휘발성 메모리로 구현될 수 있을 것이나, 본 개시의 기술적 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

【0037】 스토리지(140)는 컴퓨터 프로그램을 비임시적으로 저장할 수 있다. 낙상 감지 장치(100)를 이용하여 컴퓨터 프로그램을 실행하는 경우, 스토리지(160)는 프로세스 수행 중 생성 및 처리에 필요한 각종 정보를 저장할 수 있다.

【0038】 스토리지(140)는 ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리 등과 같은 비휘발성 메모리, 하드 디스크, 착탈형 디스크, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 포함하여 구성될 수 있다.

【0039】 버스(150)는 낙상 감지 장치(100)의 구성 요소 간 통신 기능을 제공한다. 버스(150)는 주소 버스(address Bus), 데이터 버스(Data Bus) 및 제어 버스(Control Bus) 등 다양한 형태의 버스로 구현될 수 있다.

【0040】 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 프로세서의 블록도이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 3D 랜드마크 및 단일 프레임 낙하 감지부(112)의 동작을 설명하기 위한 도면이고, 도 5 내지 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 누적 낙상 감지부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

【0041】 도 3을 참조하면, 프로세서(110)는 3D 랜드마크 예측부(111), 단일 프레임 낙하 감지부(112), 및 누적 낙상 감지부(113)를 포함하며, 각 구성요소는 소프트웨어 모듈, 하드웨어 모듈, 또는 이들의 결합에 의해 구현되고, 적어도 하나의 통신 경로를 통해 연결되어 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의

미할 수 있다.

【0042】 3D 랜드마크 예측부(111)는 스트리밍 기기(200)로부터 수신된 스트리밍 영상을 이용하여 3D 랜드마크를 생성하며, 단일 프레임 낙하 감지부(112)는 단일 이미지 프레임을 분석하여 관찰 대상의 정상 상태 또는 낙상 상태를 판단할 수 있다. 그리고, 누적 낙상 감지부(113)는 3D 랜드마크의 연속적인 시간적 집합으로 구성된 상태(curSt) 시리즈를 처리하고, 중간 누적 상태의 계산하고, 중간 누적 상태에 기초하여 최종 감지를 도출할 수 있다.

【0043】 이하, 3D 랜드마크 예측부(111), 단일 프레임 낙하 감지부(112), 및 누적 낙상 감지부(113) 각각의 동작에 대해 상세히 설명한다.

【0044】 도 4를 참조하면, 3D 랜드마크 예측부(111)는 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 스트리밍 영상의 단일 이미지 프레임 내 관찰 대상의 3D 랜드마크를 생성할 수 있다. 예컨대, 심플 낙상 감지 모델은 OpenPose 기반 경량 모델 기반인 3D Lightweight OpenPose 모델을 포함할 수 있다.

【0045】 심플 낙상 감지 모델은 단일 이미지 프레임 이미지에서 2D 랜드마크를 생성한 다음, 2D 랜드마크에 기초하여 이미지의 관찰 대상의 2D 위치에 대응하는 3D 랜드마크를 생성할 수 있다. 이와 같이, 2D 랜드마크에서 3D 좌표로 구성된 3D 랜드마크를 생성하는 프로세스를 리프팅이라 한다.

【0046】 단일 프레임 낙하 감지부(112)는 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 3D 랜드마크에서 3D 축 방향의 분포를 비교하고, 단일 이미지 프레임 내 관찰 대상

의 현재 상태를 판단할 수 있다. 단일 프레임 낙하 감지부(112)는 3D 축 방향의 분포를 비교를 위해 값 집합의 산란 정도를 측정하는 표준 편차를 이용할 수 있으며, 이를 통해 폭, 깊이, 높이 방향의 산란을 비교하여 레코드가 한 방향으로 다른 방향보다 더 분산되어 있는지 확인할 수 있다.

【0047】 단일 프레임 낙하 감지부(112)는 하기의 수학적 식 1에 따라 3D 랜드마크에서 3D 축 방향의 분포를 계산할 수 있다.

【0048】 【수학적 식 1】

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_k^n (p_k - \mu_p)^2}{n}}$$

【0049】 여기서 p_k 는 x 좌표, y 좌표, z 좌표이고, μ_p 는 x 평균 좌표, y 평균 좌표, z 평균좌표이고, σ_p 는 x 좌표, y 좌표, z 좌표의 표준 편차 값이다.

【0050】 만약, 좌표들이 서로 멀리 떨어져 있으면 표준 편차 값이 크게 산출되고, 좌표가 가까우면 표준 편차 값이 상대적으로 작게 산출될 수 있다. x와 y는 수평 방향의 좌표이므로, 3D 랜드마크에 대응하는 관찰 대상은 높이인 z의 표준 편차가 두 수평 방향 중 하나의 표준 편차보다 작을 경우 단일 이미지 프레임 내에 포함된 것으로 판단될 수 있다.

【0051】 단일 프레임 낙하 감지부(112)는 하기의 수학적 식 2에 따라 상태 값을 결정할 수 있다.

【0052】 【수학식 2】

$$\text{curSt} = \sigma_z < \sigma_x \text{ or } \sigma_z < \sigma_y$$

【0053】 여기서, curSt는 상태 값을 의미하는 것으로, 0 또는 1의 값을 나타낼 수 있다. 0의 값은 정상 상태(c-normal)를 나타내며, 1은 낙하 상태(c-fall)를 나타낼 수 있다.

【0054】 그리고, 단일 프레임 낙하 감지부(112)는 하기의 수학식 3에 의해 단일 이미지 프레임 내 관찰 대상의 현재 상태를 결정할 수 있다.

【0055】 【수학식 3】

$$\text{st} \in \{N, F\},$$

$$\text{where } N = 0, F = 1$$

【0056】 여기서, st는 단일 이미지 프레임 내 관찰 대상의 현재 상태를 의미하고, 0은 정상 상태, 1은 낙상 상태를 나타낸다.

【0057】 도 5 내지 도 7을 참조하면, 누적 낙상 감지부(113)는 3D 랜드마크의 연속적인 시간적 집합으로 구성된 curSts 시리즈를 처리할 수 있다.

【0058】 누적 낙상 감지부(113)는 중간 누적 상태의 계산과 최종 감지의 두 단계의 과정을 수행할 수 있으며, 중간 누적 상태의 계산에서 모든 curSts의 값이 0이면 관찰 대상은 정상 상태의 중간 누적 상태에 있는 것으로 판단되지만, 모든

curSts의 값이 1이면 관찰 대상은 낙상 상태의 중간 누적 상태에 있는 것으로 판단될 수 있다.

【0059】 누적 낙상 감지부(113)의 중간 누적 계산은 수학식 4에 따라 산출될 수 있다.

【0060】 【수학식 4】

$$\text{icSt}(t_s, t_f) = \text{st},$$

where for all t in $[t_s, t_f]$, $\text{curSt}(t) = \text{st}.$

【0061】 여기서, t 는 시간을 나타내고, s 와 f 는 시간 시퀀스의 시작과 끝을 나타내고, icst 는 중간 누적 상태이다.

【0062】 curSt와 마찬가지로 icSt의 값은 중간 누적 정상(ic-normal)의 경우 0이고 중간 누적 낙상(ic-fall)의 경우 1로 계산될 수 있다.

【0063】 다만, icSt에 해당하는 상태 시퀀스의 값이 0(c-normal)과 1(c-fall) 사이에서 변동할 수 있는데, 이는 관찰 대상이 한 상태에서 다른 상태로 전환하거나, 특정 조건에서 포즈 추정의 출력 품질이 감소할 때 발생할 수 있다. 이러한 상황은 icSt의 결과를 불확정하게 만들 수 있다.

【0064】 따라서, 누적 낙상 감지부(113)는 이러한 불확실성을 피하기 위해 임계값을 사용할 수 있다. 개별 상태의 비율이 1(c-fall)인 경우 임계값 0.5보다 크면 icSt의 값은 1(ic-fall)이고, 0.5 이하이면 0(ic-normal)으로 생성할 수

있다.

【0065】 누적 낙상 감지부(113)는 하기의 수학식 5에 따라 임계값을 이용하여 중간 누적 상태를 산출할 수 있다.

【0066】 【수학식 5】

$$\text{icSt}(t_s, t_f) = \text{int} \left(\frac{\sum_{t=t_i}^{t_f} \text{curSt}(t)}{\#_{(t=t_i)}^{t_f} t} > 0.5 \right)$$

【0067】 여기서 int는 Boolean 인수를 int 유형으로 변환한 것이고, #는 발생 횟수를 나타낸다.

【0068】 중간 누적 상태는 단일 프레임에서 낙하 상태의 잘못된 감지를 방지하기 위해 사용되지만, 수직에서 낙하까지의 낙하 시퀀스도 추가적인 인식이 필요하다.

【0069】 따라서, 누적 낙상 감지부(113)는 하기의 수학식 6에 따라 최종 감지(finSt)를 수행할 수 있다.

【0070】 【수학식 6】

$$\text{finSt} = \text{finDet} \left(\left(\text{icSt} \left((t_s, t_f)_k \right) \right)_{k \in \mathbb{W}} \right)$$

where $(t_s, t_f)_k = (t^{2k}, t^{2k+1})$.

【0071】 도 6에 도시된 바와 같이, icSt의 시퀀스는 즉각적이고 겹치지 않는 연속적인 순서이다. 예컨대, 제1 icSt는 t^0 에서 t^1 까지의 단일 이미지 프레임에 관한 것이고, 제2 icSt는 t^2 에서 t^3 까지의 단일 이미지 프레임에 관한 것이다.

【0072】 누적 낙상 감지부(113)는 수학적 식 6에 따른 최종 감지를 위해 RLE(run-length encoding) 알고리즘을 사용하여 icSt를 그룹화할 수 있다. RLE 알고리즘은 시퀀스에서 연속된 요소의 수를 계산하고, 해당 요소의 발생을 카운트와 모든 요소에 대한 단일 요소 표현으로 대체하여 시퀀스를 압축할 수 있다.

【0073】 누적 낙상 감지부(113)는 RLE를 사용하여 순서를 생성하는 방법은 하기의 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

【0074】 【수학적 식 7】

$$\begin{aligned} \text{seq}_{\text{IC}} &= (N, N, N, F, F, N, N, F, F, F) \\ \text{encSeq}_{\text{IC}} &= \text{RLE}(\text{seq}_{\text{IC}}) \\ &= (3N, 2F, 2N, 3F) \\ \text{ord}(\text{encSeq}_{\text{IC}}) &= (N, F, N, F) \end{aligned}$$

【0075】 최종 감지의 가능한 값은 최종 낙하 상태인 경우 1이고, 최종 정상 상태인 경우 0으로 결정될 수 있다.

【0076】 이와 같은 방식에 따라, 누적 낙상 감지부(113)는 최종 감지가 정의된 이후, 다르게 수행되는 네 가지 사례 연구를 제시할 수 있다.

【0077】 케이스 1의 경우, 누적 낙상 감지부(113)는 ic-normal에서 ic-normal status(0, 0)로 판단하여 최종 감지를 최종 정상 상태로 판단할 수 있다.

【0078】 그리고, 케이스 2의 경우, 누적 낙상 감지부(113)는 ic-normal에서 ic-fall(0, 1)로 판단하여 최종 감지를 최종 낙상 상태로 판단할 수 있다.

【0079】 그리고, 케이스 3의 경우, 누적 낙상 감지부(113)는 ic-normal 및 ic-fall에서 ic-normal(0, 1, 0)로 판단하여 최종 감지를 최종 정상 상태로 판단할 수 있다.

【0080】 그리고, 케이스 4의 경우, 누적 낙상 감지부(113)는 ic-normal, icfall, 및 ic-normal에서 ic-fall(0, 1, 0, 1)로 판단하여 최종 감지를 최종 낙상 상태로 판단할 수 있다.

【0081】 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

【부호의 설명】

【0082】 10: 낙상 감지 시스템

100: 낙상 감지 장치

110: 프로세서

111: 3D 랜드마크 예측부

112: 단일 프레임 낙하 감지부

113: 누적 낙상 감지부

120: 통신 인터페이스

130: 메모리

140: 스토리지

200: 스트리밍 기기

【청구범위】**【청구항 1】**

스트리밍 기기와 통신을 수행하여 스트리밍 영상을 수신받는 통신 인터페이스;

심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 스트리밍 영상을 분석하여 상기 스트리밍 영상 내 관찰 대상을 인식하여 낙상 상태를 감지하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 스트리밍 영상을 이용하여 3D 랜드마크를 생성하는 3D 랜드마크 예측부;

상기 스트리밍 영상의 단일 이미지 프레임을 분석하여 상기 관찰 대상의 정상 상태 및 낙상 상태 중 어느 한 상태를 판단하는 단일 프레임 낙하 감지부; 및

상기 3D 랜드마크의 연속적인 시간적 집합으로 구성된 상태 시리즈를 처리하고, 중간 누적 상태를 계산하여 상기 관찰 대상의 정상 상태 및 낙상 상태 중 어느 한 상태를 최종 감지하는 누적 낙상 감지부를 포함하는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 3D 랜드마크 예측부는,

상기 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 단일 이미지 프레임에서 2D 랜드마크

마크를 생성하고, 상기 2D 랜드마크에 기초하여 상기 관찰 대상의 2D 위치에 대응하는 3D 랜드마크를 생성하는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 단일 프레임 낙하 감지부는,

상기 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 3D 랜드마크에서 3D 축 방향의 분포를 비교하고, 단일 이미지 프레임 내 관찰 대상의 현재 상태를 판단하는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 단일 프레임 낙하 감지부는,

상기 3D 축 방향의 분포를 비교를 위해 값 집합의 산란 정도를 측정하는 표준 편차를 이용하며, 폭, 깊이, 높이 방향의 산란을 비교하여 레코드가 한 방향으로 다른 방향보다 더 분산되어 있는지 확인하고,

하기 수식에 따라 상기 따라 3D 랜드마크에서 3D 축 방향의 분포를 계산하고,

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_k^n (p_k - \mu_p)^2}{n}}$$

p_k 는 x 좌표, y 좌표, z 좌표이고, μ_p 는 x 평균 좌표, y 평균좌표, z 평균좌

표이고, σ_p 는 x 좌표, y 좌표, z 좌표의 표준 편차인 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 단일 프레임 낙하 감지부는,

하기 수식에 따라 상태 값을 결정하고,

$$\text{curSt} = \sigma_z < \sigma_x \text{ or } \sigma_z < \sigma_y$$

curSt는 상태 값을 의미하고, 0 또는 1의 값을 나타내며, 0의 값은 정상 상태(c-normal)를 나타내며, 1은 낙하 상태(c-fall)를 나타내고,

하기 수식에 따라 상기 단일 이미지 프레임 내 상기 관찰 대상의 현재 상태를 결정하며,

$$\text{st} \in \{N, F\},$$

$$\text{where } N = 0, F = 1$$

st는 상기 단일 이미지 프레임 내 상기 관찰 대상의 현재 상태를 의미하고, 0은 정상 상태, 1은 낙상 상태를 나타내는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 누적 낙상 감지부는,

하기 수식에 따라 상기 중간 누적 상태의 계산을 수행하고,

$$\text{icSt}(t_s, t_f) = \text{st},$$

$$\text{where for all } t \text{ in } [t_s, t_f], \text{ curSt}(t) = \text{st}.$$

t 는 시간을 나타내고, s 와 f 는 시간 시퀀스의 시작과 끝을 나타내고, icst 는 중간 누적 상태를 의미하며, icSt 의 값은 중간 누적 정상(ic-normal)의 경우 0이고 중간 누적 낙상(ic-fall)의 경우 1로 계산되는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 누적 낙상 감지부는,

하기 수식에 따라 임계값을 이용하여 중간 누적 상태를 산출하고,

$$\text{icSt}(t_s, t_f) = \text{int} \left(\frac{\sum_{t=t_s}^{t_f} \text{curSt}(t)}{\#_{(t=t_s)}^{t_f} t} > 0.5 \right)$$

int 는 Boolean 인수를 int 유형으로 변환한 것이고, $\#$ 는 발생 횟수를 나타내는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 누적 낙상 감지부는,

하기 수식에 따라 상기 최종 감지를 수행하고,

$$\text{finSt} = \text{finDet} \left(\left(\text{icSt} \left((t_s, t_f)_k \right) \right)_{k \in \mathbb{W}} \right)$$

$$\text{where } (t_s, t_f)_k = (t^{2k}, t^{2k+1}).$$

finSt는 최종 감지의 결과값을 의미하는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 누적 낙상 감지부는,

하기 수식에 따라 시퀀스에서 연속된 요소의 수를 계산하고, 해당 요소의 발생을 카운트와 모든 요소에 대한 단일 요소 표현으로 대체하여 시퀀스를 압축하는 RLE 알고리즘을 이용하여 icSt를 그룹화하고,

$$\text{seq}_{\text{IC}} = (N, N, N, F, F, N, N, F, F, F)$$

$$\text{encSeq}_{\text{IC}} = \text{RLE}(\text{seq}_{\text{IC}})$$

$$= (3N, 2F, 2N, 3F)$$

$$\text{ord}(\text{encSeq}_{\text{IC}}) = (N, F, N, F)$$

상기 최종 감지의 가능한 결과값은 최종 낙하 상태인 경우 1이고, 최종 정상 상태인 경우 0으로 결정되는 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치.

【요약서】

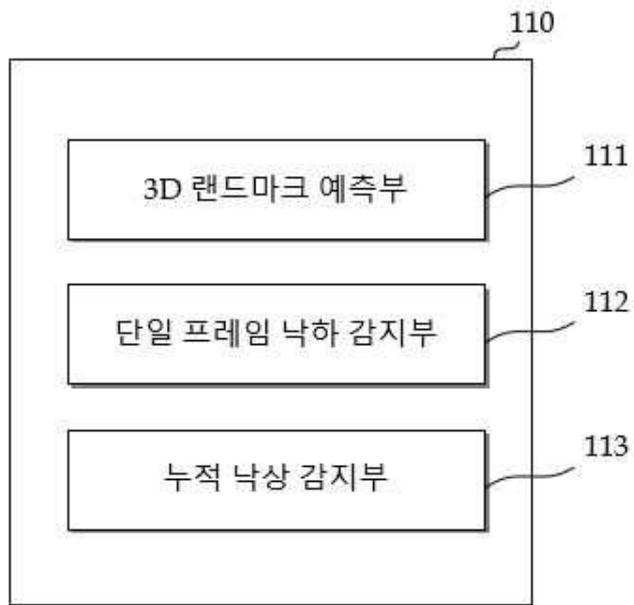
【요약】

본 발명의 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치는, 스트리밍 기기와 통신을 수행하여 스트리밍 영상을 수신받는 통신 인터페이스와, 심플 낙상 감지 모델을 이용하여 상기 스트리밍 영상을 분석하여 상기 스트리밍 영상 내 관찰 대상을 인식하여 낙상 상태를 감지하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 스트리밍 영상을 이용하여 3D 랜드마크를 생성하는 3D 랜드마크 예측부와, 상기 스트리밍 영상의 단일 이미지 프레임을 분석하여 상기 관찰 대상의 정상 상태 및 낙상 상태 중 어느 한 상태를 판단하는 단일 프레임 낙하 감지부와, 상기 3D 랜드마크의 연속적인 시간적 집합으로 구성된 상태 시리즈를 처리하고, 중간 누적 상태를 계산하여 상기 관찰 대상의 정상 상태 및 낙상 상태 중 어느 한 상태를 최종 감지하는 누적 낙상 감지부를 포함한다.

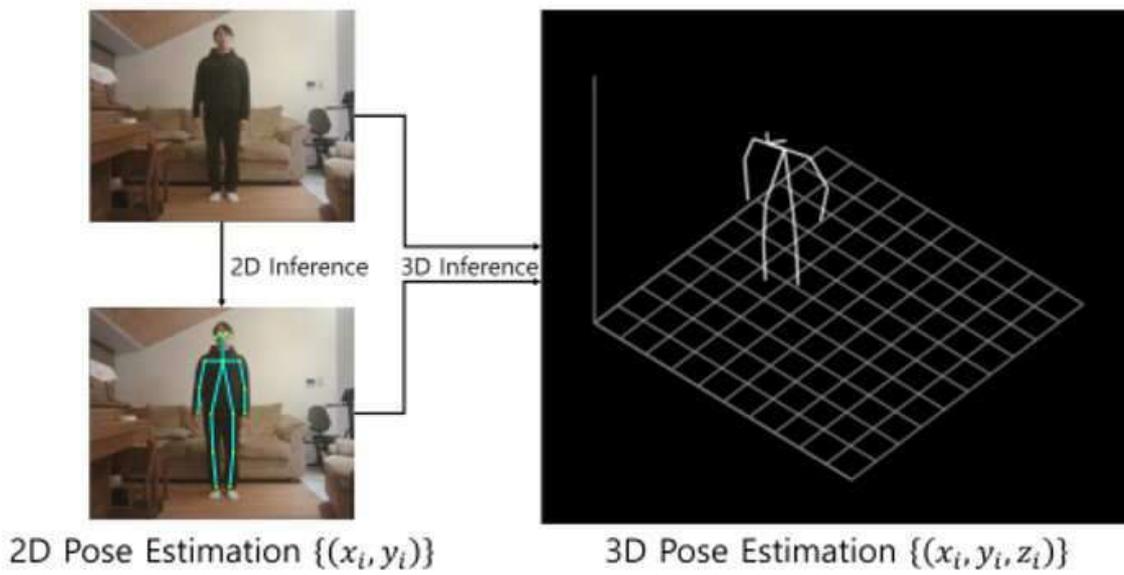
【대표도】

도 1

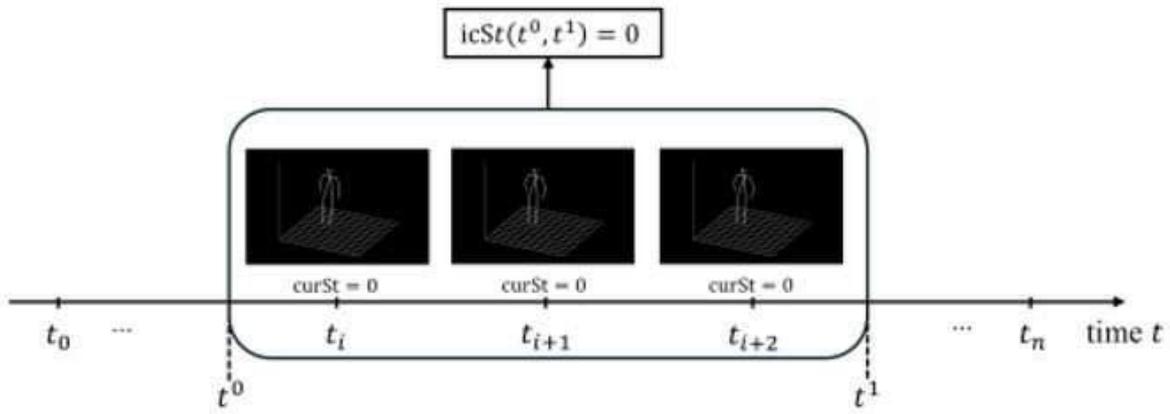
【도 3】



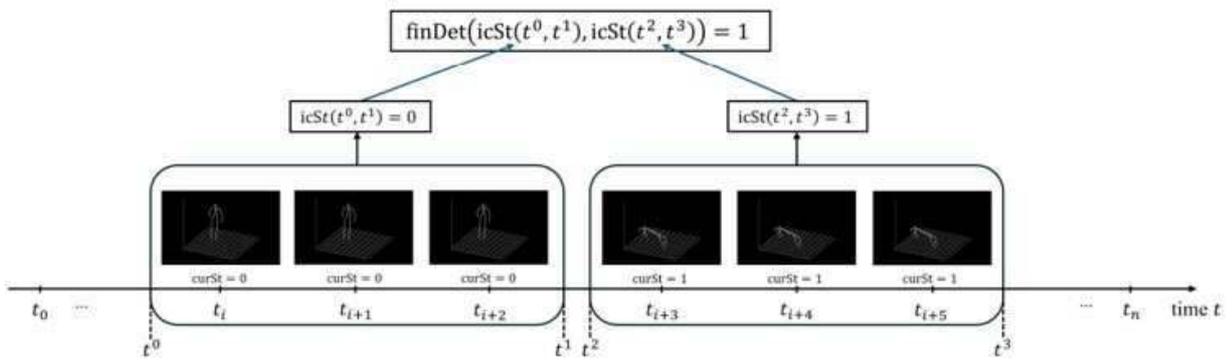
【도 4】



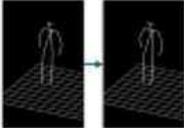
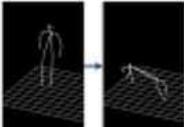
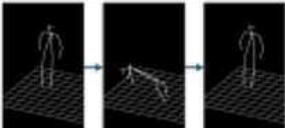
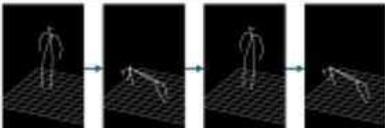
【도 5】



【도 6】



【도 7】

Case Study #	Action sequence	interCumulStatus sequence	Final detection
1. Normal 1		(0,0) (ic-normal, ic-normal)	0 (final-normal)
2. Fall 1		(0,1) (ic-normal, ic-fall)	1 (final-fall)
3. Normal 2		(0,1,0) (ic-normal, ic-fall, ic-normal)	0 (final-normal)
4. Fall 2		(0,1,0,1) (ic-normal, ic-fall, ic-normal, ic-fall)	1 (final-fall)

출원번호통지서

출원일자 2024.12.24
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2024-0195036 (접수번호 1-1-2024-1433349-18)
(DAS접근코드E8F5)
출원인명칭 홍익대학교세종캠퍼스산학협력단(1-2013-020039-7)
대리인성명 박세준(9-2015-001772-0)
발명자성명 양진모 김장환 김기두 김영철
발명의명칭 심플 낙상 감지 모델을 이용한 낙상 감지 장치

특허청장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내 : <https://www.kipo.go.kr-지식재산제도>