

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일

2020 년 8 월 20 일 (20.08.2020)

WIPO | PCT

WO 2020/166757 A1

(51) 국제특허분류:

G06K 9/00 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06K 9/48 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2019/003160

(22) 국제출원일:

2019 년 3 월 19 일 (19.03.2019)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2019-0017408 2019 년 2 월 14 일 (14.02.2019) KR

(71) 출원인: 연세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) [KR/KR]; 03722 서울시 서대문구 연세로 50(신촌동, 연세대학교), Seoul (KR).

(72) 발명자: 이상윤 (LEE, Sang Youn); 06798 서울시 서초구 청계산로7길 43, 504동 1302호, Seoul (KR). 전태재 (JEON, Tae Jae); 22003 인천시 연수구 컨벤시아대로 130번길 80, 102동 302호, Incheon (KR). 배한별 (BAE, Han Byeol); 06297 서울시 강남구 언주로29길 34, 502동 907호, Seoul (KR). 이용주 (LEE, Yong Ju); 03727 서울시 서대문구 성산로 394(창천동, JK캠퍼스), Seoul (KR).

(74) 대리인: 민영준 (MIN, Young Joon); 06296 서울시 강남구 남부순환로2706, 3층(도곡동, 차우빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ,

LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

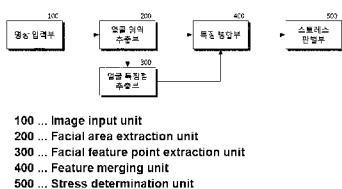
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: STRESS RECOGNITION APPARATUS AND METHOD USING IMAGE AND FACIAL FEATURE POINTS

(54) 발명의 명칭: 영상과 얼굴의 특징점을 이용한 스트레스 인식 장치 및 방법



(57) Abstract: The present invention may provide a stress recognition apparatus and method using an image and facial feature points, the apparatus comprising: a facial area extraction unit which receives an input image including a face of a target subjected to measurement of stress, and extracts a facial area vector for a facial area from the input image according to a pattern estimation method learned in advance; a facial feature point extraction unit which receives the extracted facial area vector from the facial area extraction unit and extracts a facial feature point vector from the facial area vector according to a pre-designated tree algorithm; and a stress determination unit which receives the facial area vector and the facial feature point vector and determines the level of stress of the target from the facial area vector and the facial feature point vector according to a pattern estimation method learned in advance.

(57) 요약서: 본 발명은 스트레스를 측정하고자 하는 대상자의 얼굴이 포함된 입력 영상을 인가받고, 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 입력 영상에서 얼굴 영역에 대한 얼굴 영역 벡터를 추출하는 얼굴 영역 추출부, 얼굴 영역 추출부에서 추출된 얼굴 영역 벡터를 인가받고, 기지정된 트리 알고리즘에 따라 얼굴 영역 벡터로부터 얼굴 특징점 벡터를 추출하는 얼굴 특징점 추출부 및 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 벡터를 인가받고, 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 벡터로부터 대상자의 스트레스 수준을 판별하는 스트레스 판별부를 포함하는 영상과 얼굴의 특징점을 이용한 스트레스 인식 장치 및 방법을 제공할 수 있다.



WO 2020/166757 A1

명세서

발명의 명칭: 영상과 얼굴의 특징점을 이용한 스트레스 인식 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 스트레스 인식 장치 및 방법에 관한 것으로, 영상과 얼굴의 특징점을 이용한 딥러닝 기반 스트레스 인식 장치 및 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 최근 현대인들이 극심한 수준의 스트레스에 시달리게 되면서 이에 따라 사용자가 스트레스를 받았는지를 인식하여 스트레스를 받았을 경우 스트레스를 감소시키는 방향으로 피드백을 주는 시스템들이 개발되고 있다.
- [4] 기존의 스트레스 인식 분야는 생체신호를 이용한 방법이 많이 연구되고 있는데 생체신호를 측정하려면 몸에 생체신호 측정 장비를 부착해야 하기 때문에 사용자가 거부감을 느낄 수 있다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 열화상 영상을 이용한 스트레스 인식 연구가 진행되었지만, 이 또한 열화상 영상 취득 장비가 없다면 스트레스 인식을 할 수 없기 때문에 일상 생활에서 간편하게 스트레스 인식을 하기가 어렵다는 한계가 있다.
- [5] 이에 스마트폰이나 카메라 등과 같은 장치를 이용하여 용이하게 획득할 수 있는 일반 영상으로부터 스트레스를 인식하고자 하는 연구가 계속되어 왔다. 특히 최근에는 인공 신경망을 이용하여 일반 영상에 포함된 대상자의 스트레스를 인식하기 위한 연구가 활발하게 수행되고 있다. 다만 기존의 일반 영상을 이용한 스트레스 인식 연구는 대부분 특정한 기준 없이 영상으로부터 특징을 추출하여 사용하여 스트레스 인식의 정확도를 향상 시키는데 한계가 있다는 문제가 있다.

[6]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 목적은 영상에서 얼굴 영역과 얼굴 영역 내의 얼굴 특징점을 검출하고, 얼굴 특징점의 위치를 기반으로 얼굴 영역의 패턴을 인식하여, 스트레스를 정확하게 판별할 수 있는 스트레스 인식 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[8]

과제 해결 수단

- [9] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레스 인식 장치는 스트레스를 측정하고자 하는 대상자의 얼굴이 포함된 입력 영상을 인가받고, 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 입력 영상에서 얼굴 영역에 대한 얼굴

영역 벡터를 추출하는 얼굴 영역 추출부; 상기 얼굴 영역 추출부에서 추출된 상기 얼굴 영역 벡터를 인가받고, 기지정된 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터로부터 얼굴 특징점 벡터를 추출하는 얼굴 특징점 추출부; 및 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터를 인가받고, 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터로부터 상기 대상자의 스트레스 수준을 판별하는 스트레스 판별부; 를 포함한다.

- [10] 상기 얼굴 영역 추출부는 단계적으로 연결된 다수의 영역 검출부를 포함하고, 상기 다수의 영역 검출부 각각은 패턴 추정 방식이 미리 학습된 컨볼루션 신경망(Convolution Neural Network: 이하 CNN)을 포함하여, 입력되는 영상의 각 영역을 얼굴 분류 벡터, 경계 박스 회귀 벡터 및 얼굴 랜드마크 위치 벡터로 분류할 수 있다.
- [11] 상기 다수의 영역 검출부 각각은 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절한 후, NMS 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 얼굴 후보 영역의 수를 줄일 수 있다.
- [12] 상기 얼굴 특징점 추출부는 상기 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터의 데이터를 랜덤하게 샘플링하여 생성된 다수의 결정 트리를 포함하는 랜덤 포레스트를 획득하고, 랜덤 포레스트에 의해 추출된 특징에 대해 회귀 트리 분류기를 이용하여 얼굴 특징점을 추출하고, 기지정된 횟수로 반복하여 얼굴 특징점을 추출하여 상기 얼굴 특징점 벡터를 획득할 수 있다.
- [13] 상기 스트레스 판별부는 각각 다수의 컨볼루션 레이어를 포함하는 다수의 컨볼루션 모듈과 상기 다수의 컨볼루션 모듈 사이에 배치되어, 이전 기설정된 개수의 컨볼루션 모듈에서 인가되는 연산 결과를 합하는 적어도 하나의 가산기를 포함하는 패턴 추정 방식이 미리 학습된 ResNet(Residual Network)로 구현되며, 상기 다수의 컨볼루션 모듈 각각에 포함되는 다수의 컨볼루션 레이어 중 적어도 하나의 컨볼루션 레이어는 크기가 상이할 수 있다.
- [14] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 스트레스 인식 방법은 스트레스를 측정하고자 하는 대상자의 얼굴이 포함된 입력 영상을 획득하는 단계; 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 입력 영상에서 얼굴 영역에 대한 얼굴 영역 벡터를 추출하는 단계; 기지정된 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터로부터 얼굴 특징점 벡터를 추출하는 단계; 및 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터로부터 상기 대상자의 스트레스 수준을 판별하는 단계; 를 포함한다.

[15]

발명의 효과

- [16] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 스트레스 인식 장치 및 방법은 영상에서 얼굴 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 영역에서 얼굴 특징점의 위치를 추출하며, 얼굴 특징점의 위치를 기반으로 추출된 얼굴 영역의 패턴을 미리 학습된 방식으로

인식하여, 영상에 포함된 대상자의 스트레스를 판별함으로써, 빠르게 스트레스를 인식할 수 있으며 인식 성능을 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 학습 시간을 단축시킬 수 있다.

[17]

도면의 간단한 설명

[18] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레스 인식 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

[19] 도2는 도1의 얼굴 영역 추출부의 상세 구성을 나타낸다.

[20] 도3은 도2의 얼굴 영역 추출부에서 각 구성의 기능을 설명하기 위한 도면이다.

[21] 도4는 도1의 스트레스 판별부를 구성하는 인공 신경망 일부 구조 예를 나타낸다.

[22] 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레스 인식 방법을 나타낸다.

[23]

발명의 실시를 위한 형태

[24] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[25] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[26] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[27] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레스 인식 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

[28] 도1을 참조하면, 본 실시예에 따른 스트레스 인식 장치는 영상 입력부(100), 얼굴 영역 추출부(200), 얼굴 특징점 추출부(300), 특징 병합부(400) 및 스트레스 판별부(500)를 포함한다.

[29] 영상 입력부(100)는 스트레스 인지 대상이 되는 대상자의 얼굴이 포함된 입력 영상을 획득하여 얼굴 영역 추출부(200) 및 얼굴 특징점 추출부(300)로 전달한다. 여기서 입력 영상은 일반적인 카메라 장치 등을 이용하여 촬영된 일반 영상으로 스트레스 측정 대상자의 얼굴이 포함된 영상이다.

- [30] 얼굴 영역 추출부(200)는 인공 신경망으로 구현되고 영상에 포함된 얼굴 영역에 대한 패턴 추정 방식이 미리 학습되어, 영상 입력부(100)에서 전달된 입력 영상에서 얼굴이 포함된 영역을 추출한다.
- [31] 일반 영상에서 대상자의 스트레스를 인식하는 방법의 대부분은 영상에 포함된 대상자의 얼굴을 분석하여 수행된다. 따라서 영상에서 얼굴 영역을 제외한 나머지 영역은 스트레스를 인식하는데 불필요한 영역일 뿐만 아니라, 오히려 스트레스 인식을 수행하는데 장애가 될 수 있다. 이에 얼굴 영역 추출부(200)는 영상 입력부(100)에서 전달된 영상에서 얼굴 영역만을 추출한다. 그리고 추출된 얼굴 영역 영상을 얼굴 특징점 추출부(300)와 특징 병합부(400)로 전달한다.
- [32] 본 실시예에서 얼굴 영역 추출부(200)는 하나의 인공 신경망으로 구현될 수도 있으나, 얼굴 영역 검출 성능의 향상을 위해 다수의 인공 신경망으로 구현될 수도 있다. 그리고 다수의 인공 신경망으로 구현되는 경우, 단계별 멀티태스킹 방식으로 구현될 수 있다. 얼굴 영역 추출부(200)에 대한 상세한 설명은 후술하도록 한다.
- [33] 얼굴 특징점 추출부(300)는 얼굴 영역 추출부(200)에서 추출된 얼굴 영역 벡터를 인가받고, 인가된 얼굴 영역 벡터에서 기지정된 방식으로 얼굴의 특징점을 판별하여, 얼굴 영역 벡터에서 판별된 특징점의 위치를 특징점 위치 데이터로 특징 병합부(400)로 전달한다. 사람은 스트레스 상황에서 눈, 머리 및 입 등의 움직임이 평상시와 다르다는 연구 결과가 공개된바 있으며, 이에 영상에 포함된 대상자의 스트레스 여부를 정확하게 판별하기 위해서는 얼굴에서 눈, 머리 및 입과 같은 특징점들의 위치를 확인할 필요가 있다. 이에 얼굴 특징점 추출부(300)는 얼굴 영역 벡터에서 주요 관심 대상 영역으로 지정될 수 있는 특징점을 추출한다.
- [34] 얼굴 특징점 추출부(300) 또한 얼굴 영역 추출부(200)와 유사하게 미리 학습된 인공 신경망으로 구현될 수 있으나, 여기서는 일예로 트리(tree) 알고리즘을 이용하여 얼굴 특징점을 추출하는 것으로 가정한다. 이는 얼굴 영상에서 얼굴 특징점을 추출하는 성능이 인공 신경망보다 트리 알고리즘을 이용하는 경우 더욱 우수한 것으로 알려져 있기 때문이다.
- [35] 특징 병합부(400)는 얼굴 영역 추출부(200)로부터 얼굴 영역 벡터를 인가받고, 얼굴 특징점 추출부(300)로부터 얼굴 특징점 위치 벡터를 인가받아 병합하여 스트레스 판별부(500)로 전달한다. 이때 특징 병합부(400)는 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 위치 벡터를 여러가지 방식으로 병합할 수 있으나, 여기서는 일예로 얼굴 영역 벡터에 얼굴 특징점 위치 벡터를 단순 결합하는 방식으로 병합하는 것으로 가정한다.
- [36] 스트레스 판별부(500)는 미리 지정된 패턴 추정 방식으로 학습된 인공 신경망으로 구현되고, 특징 병합부(400)로부터 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 위치 벡터가 병합된 데이터를 입력으로 인가받아 학습된 패턴 추정 방식에 따라 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 위치 벡터로부터 영상에 포함된 대상자의

스트레스 수준을 판별한다.

- [37] 여기서 스트레스 판별부(500)는 스트레스를 기지정된 다수의 레벨로 구분하고, 대상자의 스트레스 수준을 다수의 스트레스 레벨 중 하나로 판별 할 수 있다. 간단한 예로서 스트레스 판별부(500)는 스트레스 레벨을 스트레스 낮음, 스트레스 중간 및 스트레스 높음의 3개 레벨로 구분하고, 대상자의 스트레스 수준을 3개의 레벨 중 하나로 판별할 수 있다. 그러나 이는 단순한 예로서 스트레스 레벨은 3개 이상의 다수개로 구분될 수도 있다.
- [38] 상기한 바와 같이, 본 실시예에서는 얼굴 영역 추출부(200)가 입력된 영상에서 얼굴 영역 벡터를 추출하고, 얼굴 특징점 추출부(300)는 얼굴 영역 벡터에서 얼굴 특징점 위치 벡터를 추출하며, 스트레스 판별부(500)는 얼굴 영역 벡터뿐만 아니라 얼굴 특징점 위치 벡터를 함께 입력받아 패턴을 인식하여 스트레스를 추출함으로써, 대상자에 대한 스트레스 수준의 판별 정확도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [39] 도1에서는 설명의 편의를 위해, 특징 병합부(400)가 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 위치 벡터를 인가받아 병합하는 것으로 설명하였으나, 상기한 바와 같이, 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 위치 벡터는 단순 결합 방식으로 병합될 수 있으므로, 스트레스 판별부(500)는 얼굴 영역 추출부(200)에서 출력되는 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 추출부(300)에서 출력되는 얼굴 특징점 위치 벡터를 직접 인가받도록 구성될 수 있다. 즉 특징 병합부(400)는 생략될 수 있다.
- [40] 도2는 도1의 얼굴 영역 추출부의 상세 구성을 나타내고, 도3은 도2의 얼굴 영역 추출부에서 각 구성의 세부 구조의 일예를 나타내며,
- [41] 상기한 바와 같이, 얼굴 영역 추출부(200)는 단일 인공 신경망으로 구현될 수 있으나, 얼굴 영역 검출 성능을 향상시키기 위해서는, 도2에 도시된 바와 같이, 단계적으로 연결되는 다수의 영역 검출부(220 ~ 240)를 포함하도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [42] 도2를 참조하면, 얼굴 영역 추출부(200)는 일예로 3개의 영역 검출부(220 ~ 240)를 포함하도록 구성되고, 3개의 영역 검출부(220 ~ 240) 각각은 도3에 도시된 바와 같이, 영상 인식, 음성 인식, 자연어 처리, 필기체 인식 등에 주로 이용되는 인공 신경망인 컨볼루션 신경망(Convolution Neural Network: 이하 CNN)로 구현될 수 있다. 그리고 3개의 영역 검출부(220 ~ 240)는 순차적으로 더 복잡한 구조를 갖도록 구성될 수 있다. 이렇게 얼굴 영역 추출부(200)가 단계적으로 연결되는 다수의 영역 검출부(220 ~ 240)를 포함하고, 다수의 영역 검출부(220 ~ 240)가 순차적으로 더 복잡한 구조를 갖는 인공 신경망으로 구현되는 경우, 매우 복잡한 구성을 갖는 단일 인공 신경망에 비해 더욱 빠르고 정확하게 얼굴 영역을 검출할 수 있다.
- [43] 그리고 얼굴 영역 추출부(200)는 영상 입력부(100)에서 전달되는 입력 영상의 크기를 다양하게 조절하여 출력하는 영상 크기 조절부(210)를 더 포함할 수 있다.
- [44] 도2의 얼굴 영역 추출부(200)의 동작을 설명하면, 우선 영상 크기

조절부(210)가 입력 영상의 크기를 점차로 줄여가며 다양한 크기를 갖는 입력 영상을 획득하여 영상 피라미드를 생성한다. 그리고 생성된 영상 피라미드의 여러 크기의 영상 각각을 다수의 영역 검출부(220 ~ 240) 중 제1 영역 검출부(220)로 전달하고, 제1 영역 검출부(220)는 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 입력 영상에서 1차 얼굴 영역을 검출한다.

- [45] 제1 영역 검출부(220)는 우선 슬라이딩 윈도우 방식을 이용하여 영상 피라미드의 다양한 크기의 영상에서 신속하게 얼굴 후보 영역을 탐색할 수 있다. 그리고 CNN으로 구현되는 제1 영역 검출부(220)는 입력 영상의 각 영역을 얼굴 분류 벡터, 경계 박스 회귀(Bounding box regression) 벡터 및 얼굴 랜드마크 위치 벡터로 분류할 수 있으며, 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절하고, Non-Maximum Suppression(이하 NMS) 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 얼굴 후보 영역의 수를 줄여 다수의 1차 얼굴 영역을 검출한다. 여기서 제1 영역 검출부(220)가 가장 구조가 단순한 구조를 갖는 것은 신속하게 1차 얼굴 영역을 검출할 수 있도록 하기 위함이다.
- [46] 제1 영역 검출부(220)가 1차 얼굴 영역을 검출하면, 제1 영역 검출부(220)보다 복잡한 구조의 CNN으로 구현되는 제2 영역 검출부(230)가 다수의 1차 얼굴 영역 중 얼굴 영역이 아닌 영역을 제거하고, 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절하고, Non-Maximum Suppression(이하 NMS) 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 다수의 2차 얼굴 영역을 획득한다. 여기서 2차 얼굴 영역의 개수는 1차 얼굴 영역의 개수 이하로 획득될 수 있다.
- [47] 그리고 제3 영역 검출부(240)는 2차 영역 검출부(230)와 유사하게 다수의 2차 얼굴 영역 중 얼굴 영역이 아닌 영역을 제거하고, 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절하며, NMS 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 최종 얼굴 영역 벡터와 함께 얼굴 랜드마크 위치 벡터를 획득한다.
- [48] 상기한 바와 같이, 얼굴 특징점 추출부(300)는 얼굴 영역 추출부(200)와 유사하게 적어도 하나의 인공 신경망으로 구현될 수도 있으나, 트리(tree) 알고리즘을 이용하여 얼굴 특징점을 추출하도록 구현될 수도 있다. 트리 알고리즘을 이용한 얼굴 특징점 추출 방법은 최근 제안된 회귀 기반(regression-based) 얼굴 특징점 검출 방법으로, Hand-craft 방식의 알고리즘이다. 트리 알고리즘은 데이터를 랜덤하게 샘플링하여 다수의 결정 트리를 생성함으로써 랜덤 포레스트(random forest)를 획득하고, 획득된 랜덤 포레스트의 다수의 결정 트리들의 결과를 모아 다수결로 특징을 추출한다.
- [49] 그리고 랜덤 포레스트에 의해 추출된 특징에 대해 회귀 트리 분류기(regression tree classifier)를 적용하여 목표값에 빠르게 수렴할 수 있도록 한다. 회귀 트리 분류기를 이용하여 빠르게 목표값에 수렴할 수 있도록 하므로, 캐스케이드(Cascade) 방식으로 다수 횟수로 리파인이 가능하다. 캐스케이드

방식에 따른 리파인 횟수가 증가함에 따라 검출되는 얼굴 특징점의 위치가 검증 진리(ground truth)에서 지정된 특징점의 위치와 유사하게 나타나게 된다.

- [50] 도4는 도1의 스트레스 판별부를 구성하는 인공 신경망 일부 구조 예를 나타낸다.
- [51] 상기한 바와 같이, 스트레스 판별부(500) 또한 인공 신경망으로 구현될 수 있다. 특히 본 실시예에서 스트레스 판별부(500)는 얼굴 영역 추출부(200)에서 추출한 얼굴 영역 벡터와 함께 얼굴 특징점 추출부(300)에서 추출한 얼굴 특징점 위치 벡터를 입력으로 인가받아 기지정된 패턴 추정 방식에 따라 인가된 얼굴 영역 벡터와 얼굴 특징점 위치 벡터의 특징을 분석하여 대상자의 스트레스 정도를 판별한다.
- [52] 이때, 스트레스 판별부(500)는 도3에 도시된 3개의 영역 검출부(220 ~ 240)의 구조와 유사하게 CNN으로 구현될 수도 있다. 그러나 CNN의 경우, 구조가 복잡해질수록 연산량이 기하급수적으로 증가할 뿐만 아니라 학습 속도가 느려지게 되며, 일정 수준 이상의 레이어에서는 정확도가 향상되지 않고 오히려 오버 피팅이나 학습 오류가 발생할 가능성이 증가하게 된다.
- [53] 이러한 문제를 방지하기 위해서, 기지정된 컨볼루션 레이어(conv)를 컨볼루션 모듈(CM)로 그룹화하고, 각 컨볼루션 모듈(CM) 사이의 가산기(AD)가 솟켓 연결되는 ResNet(Residual Network)이 제안되어 있다. ResNet은 학습 시에 대응하는 컨볼루션 모듈(CMi) 이전의 인접한 컨볼루션 모듈(CMi-1)이 추출한 특성을 함께 고려하여 학습할 수 있으며, 이로 인해 신경망의 깊이가 매우 깊어진 경우에도, 패턴 추정 시에 왜곡을 발생하지 않으며, 우수한 성능을 나타낼 수 있다.
- [54] 따라서 본 실시예에서 스트레스 판별부(500)는 학습 과정을 단순화하고 학습할 방향을 지정하기 용이한 ResNet를 이용하는 것으로 가정한다.
- [55] 일반적으로 ResNet는 도4의 (a)에 도시된 바와 같이, 각 컨볼루션 모듈(CMi)내의 컨볼루션 레이어(conv)의 크기를 동일하게 구성하지만, 본 실시예에서는 (b)에 도시된 바와 같이, 각 컨볼루션 모듈(CMi)내의 컨볼루션 레이어(conv)크기를 상이하게 구성한 병목 구조(Bottleneck architecture)로 구성함으로써, 특징 맵 수를 증가시키면서 내부 파라미터의 수는 감소시킬 수 있다. 이 경우 성능을 높이면서 연산량은 감소시킬 수 있다.
- [56] 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레스 인식 방법을 나타낸다.
- [57] 도1 내지 도4를 참조하여 도5의 본 실시예에 따른 스트레스 인식 방법을 설명하면, 우선 스트레스 측정 대상자가 촬영된 입력 영상을 획득한다(S10). 여기서 입력 영상은 통상의 카메라를 이용하여 획득된 일반 영상이다.
- [58] 입력 영상이 획득되면, 인공 신경망으로 구현되고 영상에 포함된 얼굴 영역에 대한 패턴 추정 방식이 미리 학습된 얼굴 영역 추출부(200)가 입력 영상에서 얼굴이 포함된 영역을 추출한다(S20).
- [59] 이때, 얼굴 영역 추출부(200)는 단계적으로 연결된 다수의 인공 신경망을

포함하여, 얼굴 영역을 빠르고 정확하게 추출하도록 구성될 수 있다. 또한 입력 영상의 크기를 다양하게 조절하여 영상 피라미드를 생성하여 단계적으로 연결된 다수의 인공 신경망으로 전달함으로써, 인공 신경망이 신속하게 얼굴 후보 영역을 탐색하도록 할 수 있다.

[60] 여기서 단계적으로 연결된 다수의 인공 신경망은 순차적으로 복잡한 구조를 가질 수 있으며, 각 인공 신경망은 CNN으로 구현되어 입력되는 영상의 각 영역을 얼굴 분류 벡터, 경계 박스 회귀(Bounding box regression) 벡터 및 얼굴 랜드마크 위치 벡터로 분류하고, 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절한 후, NMS 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 얼굴 후보 영역의 수를 줄임으로써, 얼굴 영역을 획득할 수 있다. 이때 얼굴 영역은 벡터의 형태로 획득될 수 있다. 또한 얼굴 영역과 함께 얼굴 랜드마크 위치가 함께 획득될 수도 있다.

[61] 한편, 얼굴 영역 추출부(200)에서 얼굴 영역이 추출되면, 획득된 얼굴 영역에서 얼굴 특징점 위치를 기지정된 알고리즘에 따라 추출한다(S30). 얼굴 특징점 위치는 일예로 트리 알고리즘을 이용하여 추출될 수 있다. 얼굴 특징점 위치 또한 벡터의 형태로 획득될 수 있다.

[62] 그리고 추출된 얼굴 영역과 얼굴 특징점 위치를 병합한다(S40). 여기서 얼굴 영역과 얼굴 특징점 위치는 단순 벡터 결합 방식으로 병합될 수 있다.

[63] 이후 미리 지정된 패턴 추정 방식에 따라 미리 학습된 인공 신경망이 추출된 얼굴 영역과 얼굴 특징점 위치를 기반으로 입력 영상에 포함된 대상자의 스트레스 수준을 판별한다(S50). 이때 스트레스 레벨을 기지정된 다수의 레벨로 구분하고, 대상자의 스트레스 수준을 구분된 다수의 스트레스 레벨 중 하나로 분류함으로써, 대상자의 스트레스 수준을 판별할 수 있다.

[64] 여기서 인공 신경망은 각 컨볼루션 모듈(CMi)이 병목 구조를 갖는 ResNet로 구현될 수 있다.

[65] 상기에서는 추출된 얼굴 영역과 얼굴 특징점 위치를 우선 병합한 후 스트레스 수준을 판별하는 것으로 설명하였으나, 경우에 따라서는 별도의 병합 과정을 거치지 않고, 얼굴 영역과 얼굴 특징점 위치를 그대로 입력으로 받아 스트레스를 판별할 수도 있다.

[66] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행 시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

- [67] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [68] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.
- [69]
- [70]

청구범위

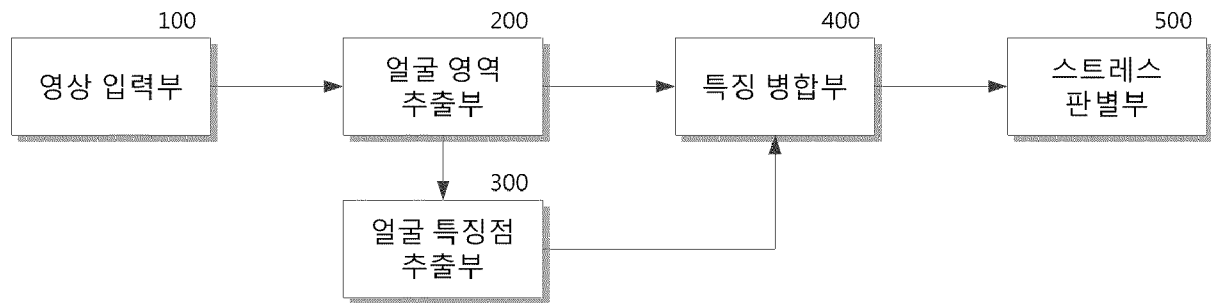
- [청구항 1] 스트레스를 측정하고자 하는 대상자의 얼굴이 포함된 입력 영상을 인가받고, 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 입력 영상에서 얼굴 영역에 대한 얼굴 영역 벡터를 추출하는 얼굴 영역 추출부; 상기 얼굴 영역 추출부에서 추출된 상기 얼굴 영역 벡터를 인가받고, 기지정된 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터로부터 얼굴 특징점 벡터를 추출하는 얼굴 특징점 추출부; 및 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터를 인가받고, 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터로부터 상기 대상자의 스트레스 수준을 판별하는 스트레스 판별부를 포함하는 스트레스 인식 장치.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서, 상기 얼굴 영역 추출부는 단계적으로 연결된 다수의 영역 검출부를 포함하고, 상기 다수의 영역 검출부 각각은 패턴 추정 방식이 미리 학습된 컨볼루션 신경망(Convolution Neural Network: 이하 CNN)을 포함하여, 입력되는 영상의 각 영역을 얼굴 분류 벡터, 경계 박스 회귀 벡터 및 얼굴 랜드마크 위치 벡터로 분류하는 스트레스 인식 장치.
- [청구항 3] 제2 항에 있어서, 상기 다수의 영역 검출부 각각은 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절한 후, NMS 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 얼굴 후보 영역의 수를 줄이는 스트레스 인식 장치.
- [청구항 4] 제2 항에 있어서, 상기 얼굴 영역 추출부는 상기 입력 영상의 크기를 조절하여 서로 다른 크기의 다수의 영상을 생성하여, 단계적으로 연결된 다수의 영역 검출부 중 가장 전단에 배치된 영역 검출부로 전달하는 스트레스 인식 장치.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서, 상기 얼굴 특징점 추출부는 상기 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터의 데이터를 랜덤하게 샘플링하여 생성된 다수의 결정 트리를 포함하는 랜덤 포레스트를 획득하고, 랜덤 포레스트에 의해 추출된 특징에 대해 회귀 트리 분류기를 이용하여 얼굴 특징점을 추출하고, 기지정된 횟수로 반복하여 얼굴 특징점을 추출하여 상기 얼굴 특징점 벡터를 획득하는 스트레스 인식 장치.
- [청구항 6] 제1 항에 있어서, 상기 스트레스 판별부는 각각 다수의 컨볼루션 레이어를 포함하는 다수의 컨볼루션 모듈과 상기 다수의 컨볼루션 모듈 사이에 배치되어, 이전 기설정된 개수의 컨볼루션 모듈에서 인가되는 연산 결과를 합하는 적어도 하나의 가산기를

- 포함하는 패턴 추정 방식이 미리 학습된 ResNet(Residual Network)로 구현되며,
- 상기 다수의 컨볼루션 모듈 각각에 포함되는 다수의 컨볼루션 레이어 중 적어도 하나의 컨볼루션 레이어는 크기가 상이한 스트레스 인식 장치.
- [청구항 7] 스트레스를 측정하고자 하는 대상자의 얼굴이 포함된 입력 영상을 획득하는 단계;
- 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 입력 영상에서 얼굴 영역에 대한 얼굴 영역 벡터를 추출하는 단계;
- 기 지정된 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터로부터 얼굴 특징점 벡터를 추출하는 단계; 및
- 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터로부터 상기 대상자의 스트레스 수준을 판별하는 단계; 를 포함하는 스트레스 인식 방법.
- [청구항 8] 제7 항에 있어서, 상기 얼굴 영역 벡터를 추출하는 단계는 순차적으로 입력되는 영상에서 얼굴 영역을 검출하는 다수의 영역 검출 단계를 포함하고,
- 상기 다수의 영역 검출 단계는 각각은
- 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 입력되는 영상의 각 영역을 얼굴 분류 벡터, 경계 박스 회귀 벡터 및 얼굴 랜드마크 위치 벡터로 분류하는 단계; 및
- 상기 경계 박스 회귀 벡터를 이용하여 얼굴 후보 영역의 위치를 조절한 후, NMS 알고리즘에 따라 서로 영역이 겹치는 얼굴 후보 영역들을 병합하여 얼굴 후보 영역의 수를 줄이는 단계; 를 포함하는 스트레스 인식 방법.
- [청구항 9] 제7 항에 있어서, 상기 얼굴 특징점 벡터를 추출하는 단계는 상기 트리 알고리즘에 따라 상기 얼굴 영역 벡터의 데이터를 랜덤하게 샘플링하여 생성된 다수의 결정 트리를 포함하는 랜덤 포레스트를 획득하는 단계;
- 상기 랜덤 포레스트에 의해 추출된 특징에 대해 회귀 트리 분류기를 이용하여 얼굴 특징점을 추출하는 단계; 및
- 상기 랜덤 포레스트를 획득하는 단계와 얼굴 특징점을 추출하는 단계를 기 지정된 횟수로 반복하여 상기 얼굴 특징점 벡터를 획득하는 단계; 를 포함하는 스트레스 인식 방법.
- [청구항 10] 제7 항에 있어서, 상기 스트레스 수준을 판별하는 단계는 스트레스 수준을 나타내는 다수의 스트레스 레벨을 지정하는 단계; 및
- 상기 얼굴 영역 벡터와 상기 얼굴 특징점 벡터로부터 미리 학습된 패턴 추정 방식에 따라 상기 대상자의 스트레스 수준을 상기 다수의 스트레스 레벨 중 하나로 분류하여 판별하는 단계; 를 포함하는 스트레스 인식

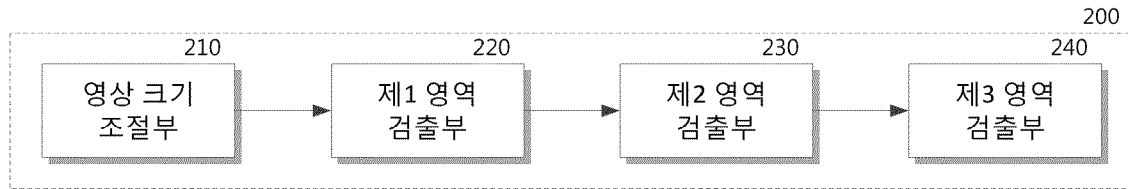
방법.

- [청구항 11] 제7 항에 있어서, 상기 스트레스 수준을 판별하는 단계는 적어도 하나는 상이한 크기를 다수의 컨볼루션 레이어를 포함하는 다수의 컨볼루션 모듈과 상기 다수의 컨볼루션 모듈 사이에 배치되어, 이전 기설정된 개수의 컨볼루션 모듈에서 인가되는 연산 결과를 합하는 적어도 하나의 가산기를 포함하고, 패턴 추정 방식이 미리 학습된 ResNet(Residual Network)를 이용하여 상기 스트레스 수준을 판별을 판별하는 스트레스 인식 방법.

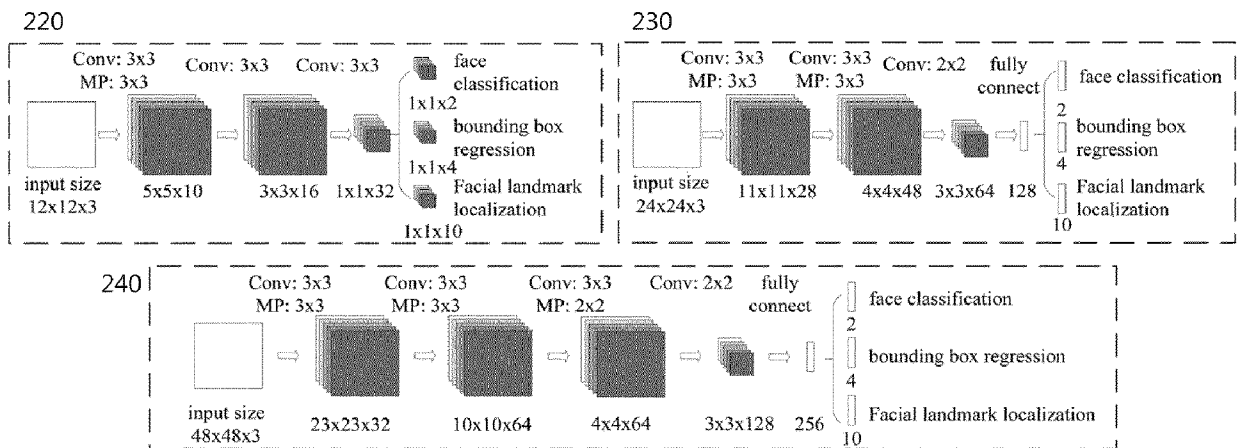
[도1]



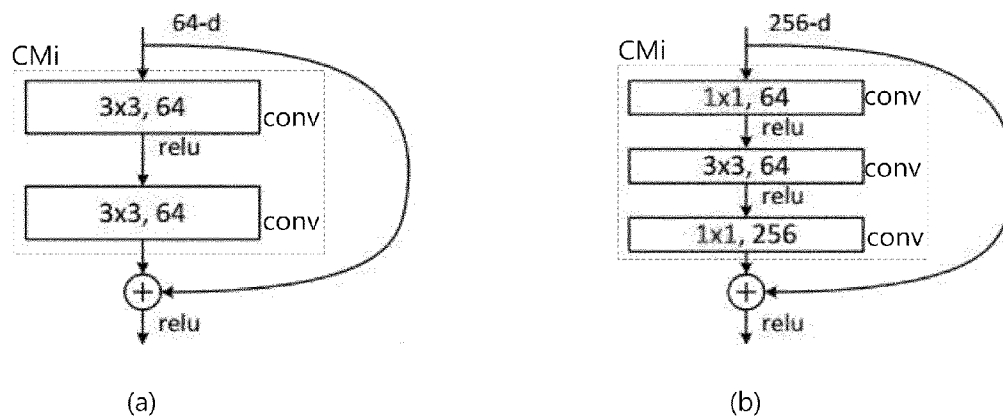
[도2]



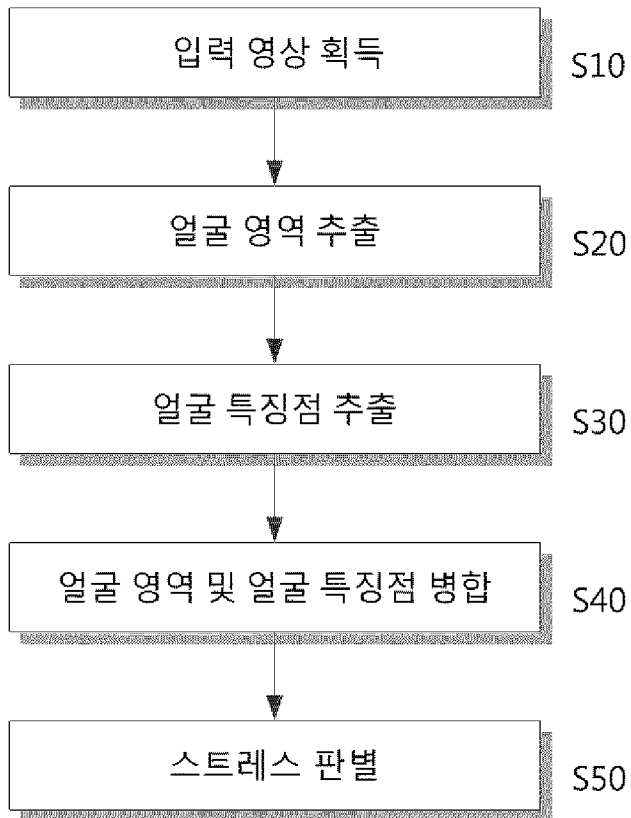
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/003160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(2006.01)i, G06K 9/48(2006.01)i, G06N 3/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K 9/00; A61B 5/00; A61B 5/02; A61B 5/16; G06K 9/46; G06Q 30/02; G06Q 50/10; G06Q 50/22; G06K 9/48; G06N 3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: face, stress, recognition, image

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-176762 A (TRIART K.K.) 05 October 2017 See claims 1-2 and figures 1-3.	1-11
Y	KR 10-2017-0093470 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 16 August 2017 See paragraph [0024] and claim 1.	1-11
A	KR 10-2014-0132864 A (KIM, Haeng Woo) 19 November 2014 See claims 1-4 and figure 5.	1-11
A	KR 10-2015-0093036 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 17 August 2015 See paragraphs [0051]-[0056] and figure 3.	1-11
A	JP 2006-305260 A (HAGIWARA, Ichiro) 09 November 2006 See claims 1-4 and figures 1-2.	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 NOVEMBER 2019 (15.11.2019)

Date of mailing of the international search report

15 NOVEMBER 2019 (15.11.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/003160

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2017-176762 A	05/10/2017	None	
KR 10-2017-0093470 A	16/08/2017	None	
KR 10-2014-0132864 A	19/11/2014	None	
KR 10-2015-0093036 A	17/08/2015	None	
JP 2006-305260 A	09/11/2006	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06K 9/00(2006.01)i, G06K 9/48(2006.01)i, G06N 3/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06K 9/00; A61B 5/00; A61B 5/02; A61B 5/16; G06K 9/46; G06Q 30/02; G06Q 50/10; G06Q 50/22; G06K 9/48; G06N 3/08

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 얼굴(face), 스트레스(stress), 인식(recognition), 영상(image)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2017-176762 A (TRIART K.K.) 2017.10.05 청구항 1-2 및 도면 1-3 참조.	1-11
Y	KR 10-2017-0093470 A (삼성전자주식회사) 2017.08.16 단락 [0024] 및 청구항 1 참조.	1-11
A	KR 10-2014-0132864 A (김행우) 2014.11.19 청구항 1-4 및 도면 5 참조.	1-11
A	KR 10-2015-0093036 A (한국전자통신연구원) 2015.08.17 단락 [0051]-[0056] 및 도면 3 참조.	1-11
A	JP 2006-305260 A (HAGIWARA ICHIRO) 2006.11.09 청구항 1-4 및 도면 1-2 참조.	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 11월 15일 (15.11.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 11월 15일 (15.11.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,

4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강성철

전화번호 +82-42-481-8405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2017-176762 A	2017/10/05	없음	
KR 10-2017-0093470 A	2017/08/16	없음	
KR 10-2014-0132864 A	2014/11/19	없음	
KR 10-2015-0093036 A	2015/08/17	없음	
JP 2006-305260 A	2006/11/09	없음	