(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0072851
(43) 공개일자 2023년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 40/16 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 40/171 (2022.01)
G06N 3/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-0159493
(22) 출원일자 2021년11월18일
심사청구일자 2021년11월18일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
반성범
광주광역시 북구 면앙로 31번길 10
안영은
광주광역시 서구 화운로 37, 102동 1507호(화정동, 대주아파트)
김민구
광주광역시 북구 자라봉로 33, 102동 806호(양산동, 청암아파트)
(74) 대리인
특허법인아이엠

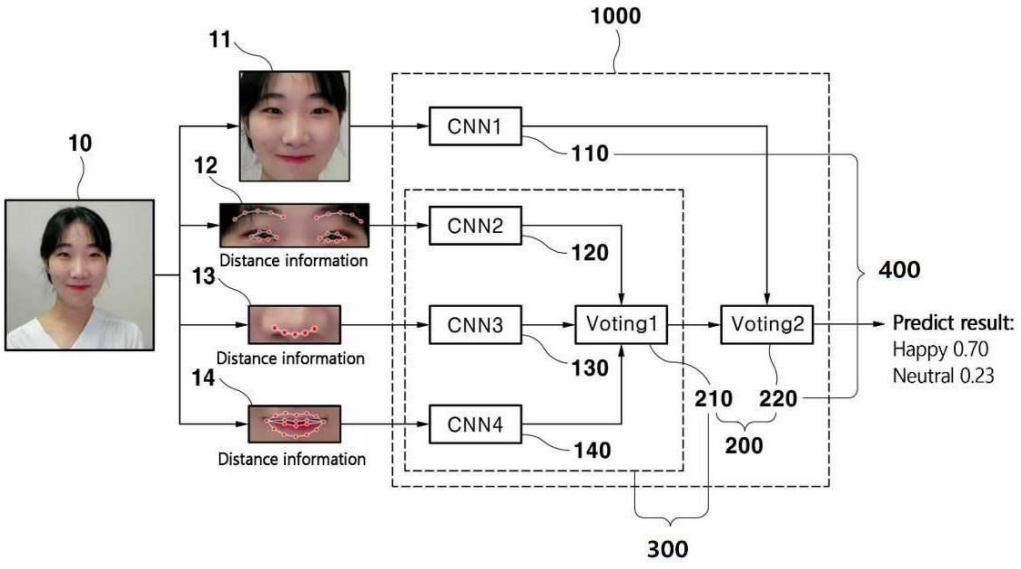
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법.**

(57) 요 약

본 발명은 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 관한 것으로 상세하게는 얼굴 이미지와 얼굴 이미지로부터 추출된 얼굴 영역별 랜드마크들 간의 거리 정보를 기반으로 앙상블 방법을 통해 앙상블 네트워크를 생성하고, 생성된 앙상블 네트워크를 이용하여 표정 분류를 수행하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 관한 것이다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06V 40/165 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711138632
과제번호 S1601201041
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신산업진흥원
연구사업명 인공지능중심산업융합집적단지조성(R&D)
연구과제명 AI 기반 다중센싱을 이용한 Brain-Body 인터페이스 기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 조선대학교 산학협력단
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31
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
연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

표정별 얼굴 이미지들을 수집하는 단계;

수집된 표정별 얼굴 이미지로들로부터 각 얼굴 영역의 랜드마크들을 추출하는 단계;

추출된 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크들 간의 거리 정보를 추출하는 단계;

표정별 얼굴 이미지들과 각 얼굴 이미지로부터 추출된 얼굴 영역별 거리 정보를 기반으로 복수 개의 학습 모델을 생성하는 단계; 및

생성된 복수 개의 학습 모델들의 출력을 이용하여 표정 분류를 수행하는 최종 예측기를 갖는 앙상블 네트워크를 구축하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 얼굴 영역은 눈 영역, 코 영역, 입 영역으로 분류되며,

상기 복수 개의 학습 모델을 생성하는 단계;는

상기 얼굴 이미지를 표정별로 학습한 제1 학습 모델;

상기 눈 영역의 거리 정보를 표정별로 학습한 제2 학습 모델;

상기 코 영역의 거리 정보를 표정별로 학습한 제3 학습 모델; 및

상기 입 영역의 거리 정보를 표정별로 학습한 제4 학습 모델;을 생성하는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 각 학습 모델은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘에 의해 학습되는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 앙상블 네트워크를 구축하는 단계;는

상기 제2 학습 모델과 상기 제3 학습 모델 및 상기 제4 학습 모델의 출력을 이용하여 표정 분류를 수행하는 제1 최종 예측기를 갖는 제1 앙상블 네트워크와 상기 제1 학습 모델의 출력과 상기 제1 앙상블 네트워크의 출력을 이용하여 표정 분류를 수행하는 제2 최종 예측기를 갖는 제2 앙상블 네트워크를 구축하는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항의 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법이 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 6

표정을 분류하고자 하는 얼굴 이미지를 입력받는 단계;

입력된 얼굴 이미지로부터 각 얼굴 영역의 랜드마크들을 추출하는 단계;

추출된 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크들 간의 거리 정보를 계산하는 단계; 및

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항의 방법으로 생성된 앙상블 네트워크에 입력된 얼굴 이미지와 각 얼굴 영역에 해당하는 거리 정보을 입력하여 표정을 분류하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법.

청구항 7

제 6 항의 랜드마크 기반 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법이 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 관한 것으로 상세하게는 얼굴 이미지와 얼굴 이미지로부터 추출된 얼굴 영역별 랜드마크들 간의 거리 정보를 기반으로 앙상블 방법을 통해 앙상블 네트워크를 생성하고, 생성된 앙상블 네트워크를 이용하여 표정 분류를 수행하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 얼굴 인식 기술이란, 인체 인식 기술의 하나로서, 얼굴 인식 기술은 촬영한 영상에서 얼굴을 찾아내는 얼굴 검출 기술과 검출된 얼굴이 등록된 사용자의 얼굴인지 확인하는 인증 기술로 나뉠 수 있다.

[0003] 초기 얼굴 인증 기술에서는 검출된 얼굴을 얼굴의 기하학적 특징으로 구별하는 방법을 사용하였으나, 얼굴의 표정, 조명, 각도 등의 주변 환경 요인으로부터 영향을 받게 되어, 얼굴 인식이 어렵게 되는 문제가 있었는 바, 이를 해결하기위하여 복잡한 얼굴 인증 기술에 대하여 개발이 진행되고 있으며, 홍채, 지문인식뿐만 아니라 얼굴 인식 기술을 이용하는 시스템이 증가하고 있기도 하다.

[0004] 또한, 최근에는 단순히 얼굴을 인식하여 인증하는 것이 아니라, 더 나아가 사용자의 얼굴 표정을 인식하여 사용자의 감정을 파악하는 얼굴 표정 분류 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 얼굴 표정 분류 기술은 얼굴 표정을 통해 사용자의 감정을 분석하기 위하여 사용될 수 있으며, 뿐만 아니라, 사용자의 감정을 데이터화하여 분석하는 것을 통해 상담, 인지 심리, 교육 분야, 사람, 컴퓨터 간 상호작용, 사용성 테스트 및 마켓 리서치 등의 분야에서도 폭넓게 사용될 수 있다.

[0005] 일반적으로 얼굴 표정 분류 기술은 사용자의 얼굴 이미지를 영상이나 사진으로 획득하여 표정을 추출한다. 그러나 이러한 얼굴 표정 인식 기술 역시, 조명, 주변 환경 요인의 영향을 받으며, 이로 인하여 사람의 얼굴이 다양하게 비춰질 수 있는 것은 물론이고, 획득된 영상으로부터 얼굴을 인식하고 표정을 분류하는 과정에서도 변수나 어려움이 많다는 문제점 있다.

[0006] 따라서, 상술한 문제점을 개선하기 위해 배경, 조명 또는 각도 등의 요인에 강인한 특징을 추출하여 정확한 얼굴 표정을 분류할 수 있는 연구개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2019-0081243호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-2188970호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 얼굴 이미지로부터 배경, 조명 또는 각도 등의 요인에도 강인한 특징 정보를 추출하여 얼굴의 표정들을 정확히 분류할 수 있는 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 표정별 얼굴 이미지들을 수집하는 단계; 수집된 표정별 얼굴 이미지로들로부터 각 얼굴 영역의 랜드마크들을 추출하는 단계; 추출된 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크들 간의 거리 정보를 추출하는 단계; 표정별 얼굴 이미지들과 각 얼굴 이미지로부터 추출된 얼굴 영역별 거리 정보를 기반으로 복수 개의 학습 모델을 생성하는 단계; 및 생성된 복수 개의 학습 모델들의 출력을 이용하여 표정 분류를 수행하는 최종 예측기를 갖는 앙상블 네트워크를 구축하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법을 제공한다.

[0010] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 얼굴 영역은 눈 영역, 코 영역, 입 영역을 포함하며, 상기 복수 개의 학습 모델을 생성하는 단계;는 상기 얼굴 이미지를 표정별로 학습한 제1 학습 모델; 상기 눈 영역의 거리 정보를 표정별로 학습한 제2 학습 모델; 상기 코 영역의 거리 정보를 표정별로 학습한 제3 학습 모델; 상기 입 영역의 거리 정보를 표정별로 학습한 제4 학습 모델;을 생성한다.

[0011] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 각 학습 모델은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘에 의해 학습될 수 있다.

[0012] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 앙상블 네트워크를 생성하는 단계;는 상기 제2 학습 모델과 상기 제3 학습 모델 및 상기 제4 학습 모델의 출력을 이용하여 표정 분류를 수행하는 제1 최종 예측기를 갖는 제1 앙상블 네트워크와 상기 제1 학습 모델의 출력과 상기 제1 앙상블 네트워크의 출력을 이용하여 표정 분류를 수행하는 제2 최종 예측기를 갖는 제2 앙상블 네트워크를 생성한다.

[0013] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법이 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제공할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 표정을 분류하고자 하는 얼굴 이미지를 입력받는 단계; 입력된 얼굴 이미지로부터 각 얼굴 영역의 랜드마크들을 추출하는 단계; 추출된 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크들 간의 거리 정보를 계산하는 단계; 및 상기 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법으로 생성된 앙상블 네트워크에 입력된 얼굴 이미지와 각 얼굴 영역에 해당하는 거리 정보을 입력하여 표정을 분류하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랜드마크 기반 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법을 제공한다.

[0015] 또한, 본 발명은 상기 랜드마크 기반 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법이 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 더 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과가 있다.

[0017] 본 발명의 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 의하면, 얼굴 이미지와 얼굴 영역별 랜드마크들로부터 도출된 거리 정보를 기반으로 복수 개의 학습 모델을 생성하여 앙상블 네트워크를 구축함으로써, 어느 하나의 학습 모델의 예측 결과에 치우치지 않고, 복수 개의 학습 모델의 예측 결과를 취합하여 최종적으로 표정 분류를 수행하기 때문에 높은 정확도의 표정 분류를 수행할 수 있다는 장점이 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를

이용한 표정 분류 방법에 의하면, 표정에 대한 얼굴 이미지 뿐만 아니라 얼굴 영역별 근육 움직임에 대한 특징을 담고 있는 거리 정보를 함께 사용하기 때문에 표정 인식 수행 시 배경, 조명 또는 각도 등 다양한 환경에서도 표정 인식률이 높다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법의 순서도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법의 순서도,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 앙상블 네트워크를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.

[0021] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[0022] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법의 순서도, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법의 순서도, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 앙상블 네트워크를 보여주는 도면이다.

[0024] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법(S1000)은 수집된 표정별 얼굴 이미지와 각 얼굴 이미지로부터 추출된 얼굴 영역들의 랜드마크 간의 거리 정보를 기반으로 앙상블 학습 방법을 통해 앙상블 네트워크를 구축하는 것이다.

[0025] 또한, 본 발명의 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법(S2000)은 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법(S1000)으로 구축된 앙상블 네트워크에 인식하고자 하는 얼굴 이미지와 각 얼굴 이미지로부터 추출된 얼굴 영역들의 랜드마크 간의 거리 정보를 입력하여, 표정 분류를 수행하는 방법에 관한 것이다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법(S1000) 및 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법(S2000)은 컴퓨터에 의해 수행되며, 상기 컴퓨터에는 상기 컴퓨터를 기능시켜 상기 랜드마크 기반의 학습 모델 생성 방법과 상기 얼굴 표정 분류 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 저장된다.

[0027] 한편, 상기 랜드마크 기반의 학습 모델 생성 방법(S1000)과 상기 얼굴 표정 분류 방법(S2000)은 상기 컴퓨터에 의해 수행될 수 있도록 각각의 컴퓨터 프로그램으로도 제공될 수 있다.

[0028] 또한, 상기 컴퓨터는 일반적인 퍼스널 컴퓨터뿐만 아니라, 통신망을 통해 접속 가능한 서버 컴퓨터, 클라우드 시스템, 스마트폰, 태블릿과 같은 스마트 기기, 임베디드 시스템을 포함하는 광의의 컴퓨터이다.

[0029] 또한, 상기 컴퓨터 프로그램은 별도의 기록 매체에 저장되어 제공될 수 있으며, 상기 기록매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되어 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다.

[0030] 예를 들면, 상기 기록매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD, DVD와 같은 광 기록 매체, 자기 및 광 기록을 겸할 수 있는 자기-광 기록 매체, 롬, 램, 플래시 메모리 등 단독 또는 조합에 의해 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치일 수 있다.

[0031] 또한, 상기 컴퓨터 프로그램은 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등이 단독 또는 조합으로 구성된 프로그램일 수 있고, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드 뿐만 아니라, 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드로 짜여진 프로그램일 수 있다.

[0032] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 대해 상세히 설명한다.

[0033] 먼저, 본 발명의 일 실싱에에 따른 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법(S1000)은 학습을 위한 얼굴 이

미지들을 표정별로 수집한다(S1100).

[0034] 여기서, 수집된 얼굴 이미지들은 행복, 평온함, 슬픔, 기쁨 및 두려움 등을 포함하는 감정 상태들에 대한 얼굴 표정을 담은 이미지들이다.

[0035] 다음, 수집된 얼굴 이미지들로부터 랜드마크를 검출한다(S1200).

[0036] 상기 랜드마크란 얼굴에 존재하는 눈, 코, 입, 턱 등의 얼굴 영역을 검출하고, 검출된 각 영역의 형상에 대해 특징점으로 표시하는 것을 의미하며, 공지된 다양한 랜드마크 검출 알고리즘에 의해 수행될 수 있다.

[0037] 예를 들면, 상기 랜드마크 검출 알고리즘은 검출된 형태를 다수 개의 점을 통해 표현할 수 있는 점 분포 모델 알고리즘을 사용하며, ASM(Active Shape Model), AAM(Active Appearance Model), ESM(Explicit Shape Model) 및 SDM(Supervised Descebt Model) 등이 사용될 수 있으며, 이러한 알고리즘을 통해 각 얼굴 영역의 랜드마크에 대한 2차원 좌표를 획득할 수 있다.

[0038] 다음, 추출된 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크를 이용하여 학습을 위한 특징 벡터를 계산한다(S1300).

[0039] 상세하게는 상기 랜드마크 검출 알고리즘을 통해 추출된 얼굴 영역별 랜드마크의 2차원 좌표를 이용하여 특징 벡터를 계산하며, 본 발명에서는 표정에 따라 근육 움직임 변화가 크게 나타나는 눈썹과 눈을 포함하는 눈 영역과 코 영역 및 입 영역의 랜드마크들을 사용한다.

[0040] 또한, 상기 특징 벡터로 각 얼굴 영역별 랜드마크 간의 거리 정보를 사용하며, 상기 거리 정보는 각 얼굴 영역에 해당하는 2개 이상의 랜드마크 간의 거리값을 의미한다.

[0041] 또한, 상기 거리값은 2차원 좌표를 이용하여 거리를 계산할 수 있는 공지된 다양한 알고리즘에 의해 수행될 수 있으며, 예를 들면, 2차원 좌표 상에서 두 점 사이의 거리를 구하는 유클리디안 거리 알고리즘, 맨하탄 거리 알고리즘, 해밍 거리 알고리즘 등이 사용될 수 있다.

[0042] 또한, 본 발명은 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크 간의 거리값 이외에도, 기울기 정보, 각도 정보를 계산하여 특징 벡터로 사용할 수 있다.

[0043] 여기서, 상기 기울기 정보는 해당 얼굴 영역에 포함되는 2개의 랜드마크 간의 기울기값을 의미하며, 상기 각도 정보는 해당 얼굴 영역에 포함되는 3개 이상의 랜드마크를 선분으로 이어서 형성될 수 있는 도형 형상의 내각 또는 외각을 의미한다.

[0044] 다음, 표정별 얼굴 이미지들과 각 얼굴 이미지로부터 추출된 특징 벡터를 기반으로 복수 개의 학습 모델을 생성한다(S1400).

[0045] 상세하게는 표정별 얼굴 이미지들을 학습한 제1 학습 모델(110)과, 표정별 얼굴 이미지들의 눈 영역의 특징 벡터를 학습한 제2 학습 모델(120), 표정별 얼굴 이미지들의 코 영역의 특징 벡터를 학습한 제3 학습 모델(130), 표정별 얼굴 이미지들의 입 영역의 특징 벡터를 학습한 제4 학습 모델(140)을 생성한다.

[0046] 또한, 이외에도, 상기 특징 벡터로 표정별 얼굴 이미지들의 눈 영역, 코 영역 및 입 영역의 기울기 정보와 각도 정보를 추출했을 경우, 각 영역에 해당하는 기울기 정보와 각도 정보를 학습한 학습 모델들이 추가적으로 생성될 수 있다.

[0047] 또한, 생성된 학습 모델들은 다양한 인공신경망에 의해 데이터들이 학습되어 생성될 수 있으며, 바람직하게는 CNN(Convolution Neural Network)에 의해 생성될 수 있다.

[0048] 또한, 각 학습 모델은 동일한 종류의 인공신경망을 통해 생성되거나, 각기 다른 종류의 인공신경망을 통해 생성될 수 있다.

[0049] 다음, 복수 개의 학습 모델들을 이용하여 앙상블 네트워크를 생성한다(S1500).

[0050] 앙상블 네트워크란 앙상블 방법에 의해 구축된 네트워크로, 여러 개의 학습 모델들과 학습 모델로부터 출력되는 출력값 또는 결과값을 기반으로 분류/예측을 수행하는 최종 예측기를 포함하여 이루어진다.

[0051] 본 발명에서는 생성된 제1 학습 모델(110), 제2 학습 모델(120), 제3 학습 모델(130) 및 제4 학습 모델(140)과 각 학습 모델(110,120,130,140)의 출력값을 기반으로 표정 분류를 수행할 수 있는 최종 예측기(200)를 구성하여 앙상블 네트워크(1000)를 구축하였다.

[0052] 여기서, 제1 학습 모델(110), 제2 학습 모델(120), 제3 학습 모델(130) 및 제4 학습 모델(140)은 표정 분류를

수행하고자 하는 얼굴 이미지와 특징 벡터들을 입력할 경우 출력으로 예측된 표정들의 확률이 출력되며, 상기 최종 예측기(200)는 이를 입력받아 최종적으로 예측된 표정 결과를 출력한다.

[0053] 상세하게는, 본 발명의 앙상블 네트워크(1000)는 상기 제2 학습 모델(120), 제3 학습 모델(130) 및 제4 학습 모델(140)과 상기 제2 학습 모델(120), 제3 학습 모델(130) 및 제4 학습 모델(140)의 출력을 입력받아 1차적으로 표정 분류 결과를 출력하는 제1 최종 예측기(210)를 포함하는 제1 앙상블 네트워크(300)와 상기 제1 학습 모델(110)과 상기 제1 앙상블 네트워크(300) 및 상기 제1 학습 모델(110)의 출력과 상기 제1 앙상블 네트워크(300)의 출력을 입력받아 최종적으로 표정 분류 결과를 출력하는 제2 최종 예측기(220)를 포함한다.

[0054] 즉, 상기 제2 최종 예측기(220)를 통해 최종적으로 표정 분류를 수행하고자 하는 얼굴 이미지의 표정 분류 결과가 출력되며, 각 최종 예측기(210,220)는 학습 모델들의 출력값을 확률 평균을 구한 뒤 가장 확률이 높은 값을 최종 결과로 선정하는 소프트 보팅(Voting) 방식의 예측기일 수 있다.

[0055] 또한, 본 발명의 앙상블 네트워크(1000)는 상기 제1 학습 모델(110), 제2 학습 모델(120), 제3 학습 모델(130) 및 제4 학습 모델(140)의 출력이 하나의 최종 예측기에 연결되는 구조로도 구축될 수 있다.

[0056] 이렇게, 생성된 앙상블 네트워크(1000)에 표정 분류를 수행하고자 하는 얼굴 이미지와 특징 벡터를 입력하여 표정 분류를 수행하며, 아래에서는 표정 분류 방법(S2000)에 대해 상세히 설명한다.

[0057] 먼저, 본 발명의 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법은 표정 분류을 수행하고자 하는 얼굴 이미지(11)를 실시간으로 입력받는다(S2100).

[0058] 여기서, 상기 얼굴 이미지(11)는 실시간으로 촬영된 사람 영상(10)으로부터 추출된 얼굴 이미지로, 상기 영상(10)으로부터 얼굴 부분만을 검출하기 위한 과정이 수행될 수 있다.

[0059] 상기 영상(10)으로부터 얼굴 부분만을 검출하기 위해 공지된 다양한 얼굴 검출 알고리즘이 사용될 수 있으며, 바람직하게는 유사-하르 필터 기반의 캐스케이드 알고리즘이 사용될 수 있다.

[0060] 다음, 입력된 얼굴 이미지(11)로부터 각 얼굴 영역(12,13,14)의 랜드마크들을 추출하고(S2200), 추출된 각 얼굴 영역에 해당하는 랜드마크들 간의 거리 정보를 계산하여 특징 벡터를 추출한다(S2300).

[0061] 여기서, 상기 특징 벡터로 거리 정보를 한정하는 것으로 설명하였으나 상기 앙상블 네트워크 생성 방법(S1000)에서 특징 벡터로 기울기 정보와 각도 정보를 추가적으로 이용하여 학습 모델들을 생성할 경우 동일하게 기울기 정보와 각도 정보를 더 추출하는 것이 바람직하다.

[0062] 다음, 상기 앙상블 네트워크 생성 방법(S1000)에 의해 생성된 앙상블 네트워크(1000)의 각 학습 모델(110,120,130,140)에 입력된 얼굴 이미지(11)와 입력된 얼굴 이미지(11)로부터 추출된 각 얼굴 영역(12,13,14)의 특징 벡터를 입력하여, 표정 분류를 수행한다.

[0063] 따라서, 본 발명의 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법 및 생성된 앙상블 네트워크를 이용한 표정 분류 방법에 의하면, 얼굴 이미지와 얼굴 영역별 랜드마크들로부터 도출된 거리 정보를 기반으로 복수 개의 학습 모델을 생성하여 앙상블 네트워크를 구축함으로써, 어느 하나의 학습 모델의 예측 결과에 치우치지 않고, 복수 개의 학습 모델의 예측 결과를 취합하여 최종적으로 표정 분류를 수행하기 때문에 높은 정확도의 표정 분류를 수행할 수 있다는 장점이 있다.

[0064] 또한, 본 발명의 표정 분류를 위한 랜드마크 기반의 앙상블 네트워크 생성 방법에 의하면, 얼굴 이미지 뿐만 아니라 얼굴 영역별 근육 움직임에 대한 특징을 담고 있는 거리 정보를 함께 사용하기 때문에 표정 분류 수행 시 배경, 조명 또는 각도 등 다양한 환경에서도 표정 인식률이 높다는 장점이 있다.

[0065] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

부호의 설명

[0072] 1000:앙상블 네트워크 110:제1 학습 모델

120:제2 학습 모델 130:제3 학습 모델

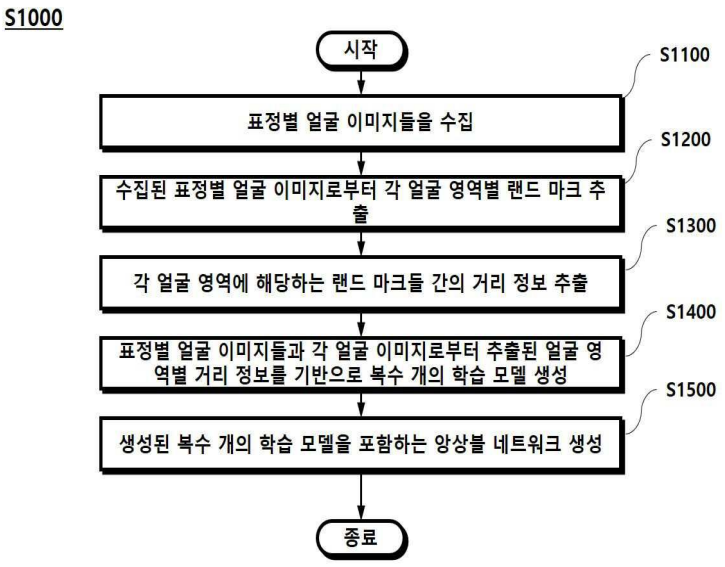
140:제4 학습 모델 200:최종 예측기

210:제1 최종 예측기 220:제2 최종 예측기

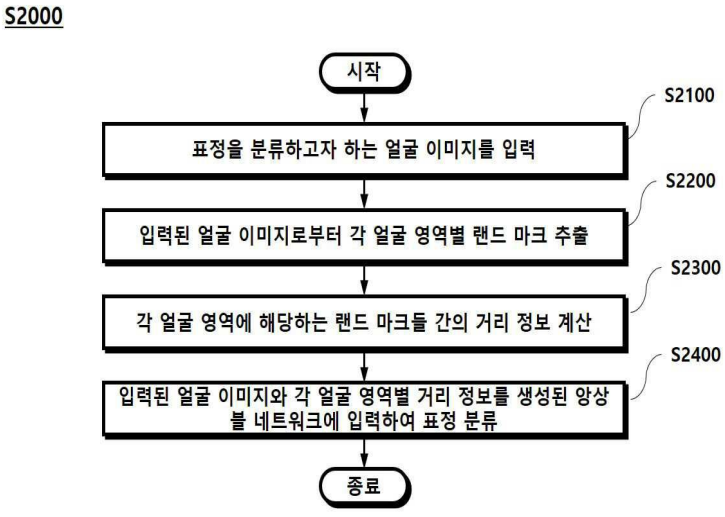
300: 제1 앙상블 네트워크 400:제2 앙상블 네트워크

도면

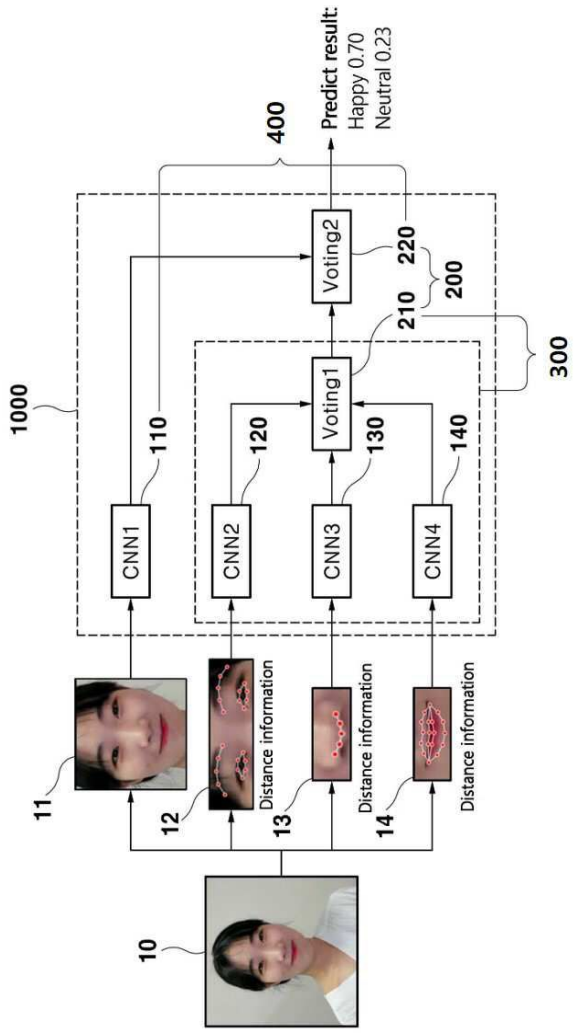
도면1



도면2



도면3


Predict result:
Happy 0.70
Neutral 0.23
400
Voting2
220
200
210
300
1000
Voting1
110
120
130
140
CNN1
CNN2
CNN3
CNN4
Distance information
Distance information
Distance information
11
12
13
14
10