

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0071422

(43) 공개일자 2023년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 18/00 (2023.01) G06T 5/20 (2006.01)

G06T 7/11 (2017.01) G06T 7/194 (2017.01)

G06T 7/73 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G06V 40/174 (2022.01)

G06T 5/20 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2021-0157612

(22) 출원일자 2021년11월16일

심사청구일자 2021년11월16일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)

박수창

경상남도 창원시 의창구 북면 감계로 259, 301동
2301호

(72) 발명자

석종원

경상남도 창원시 성산구 창원천로94번길 19, 103
동 1101호(대원동)

김윤수

경상남도 창원시 마산합포구 구산면 해양관광로
1285-59

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양성보

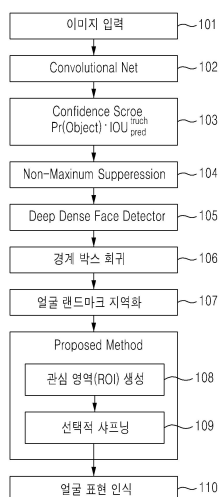
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 영유아 표정 인식 알고리즘 개선 방법

(57) 요약

영유아 표정 인식 알고리즘 개선 방법이 개시된다. 일 실시예에 따른 표정 인식 시스템에 의해 수행되는 영유아 표정 인식 방법은, 영상 정보로부터 객체탐지 모델을 사용하여 영유아의 얼굴 영역을 추출하는 단계; 상기 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득하는 단계; 상기 획득된 좌표 데이터를 이용하여 상기 복수 개의 구성 요소에 대한 관심 영역을 생성하는 단계; 상기 생성된 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 상기 영상 정보에 선택적 샤프닝 필터를 적용하는 단계; 및 상기 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 영유아의 이상징후 감지를 위한 표정 인식을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/194 (2017.01)
G06T 7/73 (2017.01)
G06T 2207/30201 (2013.01)
G06T 2210/12 (2013.01)

이수인

경상남도 함안군 칠원읍 오곡로 103, 103동 803호
 (광려천벽산블루밍아파트)

(72) 발명자

박수창

경상남도 창원시 의창구 북면 감계로 259, 301동
 2301호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425145220
과제번호	S3017456
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	산학협력 거점형 플랫폼(R&D)사업
연구과제명	다중 체온 감지용 임베디드 시스템을 탑재한 지능형 카메라 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	창원대학교산학협력단
연구기간	2020.11.23 ~ 2021.11.22

명세서

청구범위

청구항 1

표정 인식 시스템에 의해 수행되는 영유아 표정 인식 방법에 있어서,
영상 정보로부터 객체탐지 모델을 사용하여 영유아의 얼굴 영역을 추출하는 단계;
상기 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득하는 단계;
상기 획득된 좌표 데이터를 이용하여 상기 복수 개의 구성 요소에 대한 관심 영역을 생성하는 단계;
상기 생성된 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 상기 영상 정보에 선택적 샤프닝 필터를 적용하는 단계; 및
상기 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 영유아의 이상징후 감지를 위한 표정 인식을 수행하는 단계를 포함하는 영유아 표정 인식 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 추출하는 단계는,
상기 영상 정보로부터 객체 검출 알고리즘을 사용하여 적어도 하나 이상의 객체 정보를 검출하며, 상기 객체 검출 알고리즘으로 YOLO 알고리즘이 사용됨에 따라 상기 영상 정보에서 배경이 제거된 타겟 객체를 도출하는 단계를 포함하고, 상기 타겟 객체는, 영유아인 것을 특징으로 하는 영유아 표정 인식 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 추출하는 단계는,
상기 검출된 적어도 하나 이상의 객체 정보로부터 얼굴 영역 검출 알고리즘을 사용하여 얼굴 영역을 검출하며, 상기 도출된 타겟 객체를 포함하는 영상 정보에서 상기 얼굴 영역 검출 알고리즘으로 MTCNN 알고리즘이 적용됨에 따라 영상 크기를 조정된 후, P-Net, R-Net, O-Net의 과정을 통해 얼굴 영역을 추정하는 단계를 포함하는 영유아 표정 인식 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 추출하는 단계는,
상기 영상 크기가 조정된 영상 정보에 대하여 후보 창과 경계 상자 회귀 벡터를 획득하기 위해 Deep Dense Face Detector(DDFD)를 사용하는 단계를 포함하고,
상기 영유아의 얼굴 영역으로 추정된 경계 상자에 회귀 벡터가 사용됨에 따라 각 후보 창에 대해 가장 가까운 경계 상자의 왼쪽 상단, 높이 및 너비와의 오프셋이 예측되는 것을 특징으로 하는 영유아 표정 인식 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 좌표 데이터를 획득하는 단계는,

상기 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 눈, 코, 입을 포함하는 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득하는 단계

를 포함하고,

상기 좌표 데이터는, Deep Dense Face Detector(DDFD)에서 획득된 얼굴 랜드마크 좌표와 실제 눈, 코, 입의 좌표 간의 관계에 기초하여 획득되는

것을 특징으로 하는 영유아 표정 인식 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 선택적 샤프닝 필터를 적용하는 단계는,

상기 영상 정보에서의 좌표 데이터와 상기 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 고대역 필터를 적용하여 상기 영상 정보에 대한 선택적 샤프닝을 적용하는 단계

를 포함하는 영유아 표정 인식 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 표정 인식을 수행하는 단계는,

상기 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 지식 종류 기반의 MicroExpNet을 사용하여 영유아의 표정을 분석하여 무표정, 슬픔, 행복을 포함하는 영유아의 표정 인식 결과를 도출하는 단계

를 포함하는 영유아 표정 인식 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 표정 인식 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 영유아가 아닌 경우, 얼굴 영역 검출 후 온도 측정을 진행하여 건물로 출입 시 발열성 질병 여부를 조기 진단할 수 있다. 하지만 영유아의 경우, 자기표현이 서툴기 때문에 의사소통이 어려워 주변 사람에게 문제 상황을 전달함에 있어 어려움이 많다.

[0004] 대한두통학회의 두통 실태 조사 결과, 영유아의 경우 참다가 고통이 심화되면 주변 사람에게 문제 상황을 전달하기 때문에 체온 측정만으로 문제점을 조기 검출하기 힘들다. 특히, 발열 관련 전염병의 경우에는 증상이 악화된 후에 대처가 진행되는 경우가 많기 때문에 집단 감염으로 발전될 가능성이 매우 높다.

[0005] 이에, 영유아의 의사표현이 어렵다는 것을 고려하여 집단 감염을 조기 예방할 수 있는 영유아의 표정 인식 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 영유아의 이상징후 감지를 위한 표정 인식 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0008] 객체 탐지 모델을 사용하여 영상 정보로부터 영유아를 검출한 후, 얼굴 영역을 추출하고, 표정 인식의 핵심 요소인 눈, 코, 입의 좌표를 획득하고, 획득된 좌표를 기반으로 선택적 샤프닝 필터를 적용하여 표정 인식을 진행하는 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 표정 인식 시스템에 의해 수행되는 영유아 표정 인식 방법은, 영상 정보로부터 객체탐지 모델을 사용하여 영유아의 얼굴 영역을 추출하는 단계; 상기 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득하는 단계; 상기 획득된 좌표 데이터를 이용하여 상기 복수 개의 구성 요소에 대한 관심 영역을 생성하는 단계; 상기 생성된 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 상기 영상 정보에 선택적 샤프닝 필터를 적용하는 단계; 및 상기 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 영유아의 이상징후 감지를 위한 표정 인식을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 추출하는 단계는, 상기 영상 정보로부터 객체 검출 알고리즘을 사용하여 적어도 하나 이상의 객체 정보를 검출하며, 상기 객체 검출 알고리즘으로 YOLO 알고리즘이 사용됨에 따라 상기 영상 정보에서 배경이 제거된 타겟 객체를 도출하는 단계를 포함하고, 상기 타겟 객체는, 영유아일 수 있다.

[0012] 상기 추출하는 단계는, 상기 검출된 적어도 하나 이상의 객체 정보로부터 얼굴 영역 검출 알고리즘을 사용하여 얼굴 영역을 검출하며, 상기 도출된 타겟 객체를 포함하는 영상 정보에서 상기 얼굴 영역 검출 알고리즘으로 MTCNN 알고리즘이 적용됨에 따라 영상 크기를 조정된 후, P-Net, R-Net, O-Net의 과정을 통해 얼굴 영역을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 추출하는 단계는, 상기 영상 크기가 조정된 영상 정보에 대하여 후보 창과 경계 상자 회귀 벡터를 획득하기 위해 Deep Dense Face Detector(DDFD)를 사용하는 단계를 포함하고, 상기 영유아의 얼굴 영역으로 추정된 경계 상자에 회귀 벡터가 사용됨에 따라 각 후보 창에 대해 가장 가까운 경계 상자의 왼쪽 상단, 높이 및 너비와 오프셋이 예측될 수 있다.

[0014] 상기 좌표 데이터를 획득하는 단계는, 상기 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 눈, 코, 입을 포함하는 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득하는 단계를 포함하고, 상기 좌표 데이터는, Deep Dense Face Detector(DDFD)에서 획득된 얼굴 랜드마크 좌표와 실제 눈, 코, 입의 좌표 간의 관계에 기초하여 획득될 수 있다.

[0015] 상기 선택적 샤프닝 필터를 적용하는 단계는, 상기 영상 정보에서의 좌표 데이터와 상기 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 고대역 필터를 적용하여 상기 영상 정보에 대한 선택적 샤프닝을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 표정 인식을 수행하는 단계는, 상기 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 지식 종류 기반의 MicroExpNet을 사용하여 영유아의 표정을 분석하여 무표정, 슬픔, 행복을 포함하는 영유아의 표정 인식 결과를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 표정 인식을 수행하기 전, 얼굴 영상으로부터 관심 영역을 생성하고, 눈, 코, 입의 영역을 고려하여 선택적 샤프 선명화를 진행하고, 샤프 선명화가 진행된 영상에 대한 표정 분석을 적용하여 감정 표현이 명확하지 않은 영유아의 표정 인식률을 향상시킬 수 있다.

[0019] 사회적 약자인 영유아의 의사표현 어려움을 고려하여 집단 감염을 조기 예방할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 일 실시예에 따른 영유아 표정 인식 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일 실시예에 따른 표정 인식 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 표정 인식 시스템에서 영유아 표정 인식 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 일 실시예에 있어서, 관심 영역을 표시한 것을 설명하기 위한 예이다.

도 5는 일 실시예에 있어서, 관심 영역에 샤프닝을 적용한 결과를 설명하기 위한 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1은 일 실시예에 따른 영유아 표정 인식 동작을 설명하기 위한 도면이다.

표정 인식 시스템은 입력 이미지(입력 영상)가 입력되는 것을 수신할 수 있다(101). 이때, 표정 인식 시스템에 입력되는 입력 영상은 영유아가 포함된 영상 정보일 수 있다. 예를 들면, 영상 정보는 적어도 한 명 이상의 영유아가 포함된 영상일 수 있다.

표정 인식 시스템은 입력 영상에 대한 객체 검출을 수행하고, 검출된 객체로부터 얼굴 영역을 추출할 수 있다. 표정 인식 시스템은 추출된 얼굴 영역에서 눈, 코, 입과 같이 표정 분석에 핵심 요소가 포함된 부분을 관심 영역으로 설정한 뒤, 설정된 관심 영역에 대한 선택적 샤프닝을 수행하고, 선택적 샤프닝을 통해 특징이 향상된 이미지(영상)에 표정 인식을 적용하여 결과를 도출할 수 있다.

표정 인식 시스템은 객체 검출 알고리즘의 경우, YOLO 알고리즘을 사용하고, 얼굴 영역 검출 알고리즘의 경우, MTCNN 알고리즘을 사용하고, 표정 분석 알고리즘의 경우, MicroExpNet을 활용할 수 있다.

상세하게는, 표정 인식 시스템은 영상 정보로부터 객체탐지 모델을 사용하여 영유아의 얼굴 영역을 추출할 수 있다. 표정 인식 시스템은 YOLO 알고리즘을 사용하여 영상 정보로부터 적어도 하나 이상의 객체 정보를 추출할 수 있다. 표정 인식 시스템은 YOLO 알고리즘을 통해 입력 영상에 그리드를 적용하여 경계 상자를 다차원적으로 배치하고, 확률 맵을 구성하여 최종 객체를 검출할 수 있다(102~104). YOLO 알고리즘은 입력 영상을 수신하고, 수신된 입력 영상에 대한 사이즈 조정(Resize), Convolutional Net(102), Non-Maximum Suppression 과정을 수행하도록 구성될 수 있다. YOLO 네트워크의 구조는 GoogLeNet 모델을 기반으로 영상(이미지) 분류기가 운영되며 24개 컨볼루션 계층과 2개의 완전 결합 계층으로 구성될 수 있다. 네트워크의 최종 출력인 7x7x30 특징맵에서 입력 영상에 적용된 그리드별 경계 상자와 신뢰도 지수(103), 클래스 별 예측 값을 확인할 수 있다. 최종적으로 Non-Maximum Suppression(104)을 진행하여 동일한 객체에 중복 생성된 경계 박스 중에서 가장 확률이 높은 것만 그려줄 수 있다.

표정 인식 시스템은 추출된 적어도 하나 이상의 객체 정보로부터 얼굴 영역 검출 알고리즘을 사용하여 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 표정 인식 시스템은 MTCNN 알고리즘을 사용하여 얼굴 영역을 검출할 수 있다(105~107). MTCNN 알고리즘은 입력 영상을 수신하고, 수집된 입력 영상에 대한 크기 조정, P-NET, R-NET 및 O-NET 과정을 수행하도록 구성될 수 있다. 각각의 P-NET, R-NET 및 O-NET 과정에서 얼굴 분류(Face classification), 경계 박스 회귀(Bounding Box Regression)(106), 얼굴 랜드마크 지역화(Facial Landmark Localization)(107)가 수행될 수 있다. 얼굴 분류는 후보 창과 경계 상자 회귀 벡터를 획득하기 위해 Deep Dense Face Detector(DDFD)(105)과 유사한 컨볼루션 네트워크가 활용될 수 있다. 경계 박스 회귀는 크기가 조정된 각 영상에 대하여 컨볼루션 네트워크 이후 얼굴 영역으로 추정된 경계 상자에 회귀 벡터를 사용할 수 있다. 이후 각 후보를 보정하고, 각 후보 창에 대해 가장 가까운 경계 상자의 왼쪽 상단, 높이 및 너비와의 오프셋을 예측하며 수식은 다음과 같다.

수학식 1:

$$L_i^{Box} = \|\hat{y}_i^{Box} - y_i^{Box}\|_2^2$$

여기서, $\hat{y}_i^{Box}$ 는 컨볼루션 네트워크에서 획득한 회귀 타겟, y_i^{Box} 는 실제 좌표이다.

얼굴 랜드마크 지역화는 앞서 획득된 얼굴 영역에서 눈, 코, 입(입꼬리)의 x, y좌표에 대한 얼굴 랜드마크 지역화 값을 획득할 수 있다. 이때, 2개의 눈, 1개의 코, 2개의 입꼬리의 x, y좌표에 대한 얼굴 랜드마크 지역화

값이 획득될 수 있다. 랜드마크 지역화 수식은 다음과 같다.

수학식 2:

$$L_i^{lmark} = \|\hat{y}_i^{lmark} - y_i^{lmark}\|_2^2$$

여기서, $\hat{y}_i^{lmark}$ 는 컨볼루션 네트워크에서 획득한 얼굴 랜드마크 좌표, y_i^{lmark} 는 실제 좌표이다. 크기가 조정된 각 영상에서 획득된 좌표 값을 원본 영상의 좌표로 변환해주며, Non-Maximum Suppression을 적용하여 가장 높은 확률만 남기고 제거를 수행한다.

표정 인식 시스템은 객체 검출 수행 시, 원본 영상에서 배경이 제거된 객체를 도출할 수 있으며, MTCNN 알고리즘을 활용하여 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 표정 인식 시스템은 얼굴 영역 검출 진행 시, 얼굴 랜드마크 지역화(Facial Landmark Localization)를 적용하여 표정 인식의 핵심 요소인 눈, 코, 입의 위치 데이터를 획득할 수 있다.

표정 인식 시스템은 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득하고, 획득된 좌표 데이터를 이용하여 복수 개의 구성 요소에 대한 관심 영역을 생성할 수 있다(108). 도 4를 참고하면, 눈, 코, 입 위치정보 기반 관심 영역을 표시한 것으로, 도 4(a)는 얼굴 검출 영상, 도 4(b)는 관심 영역 표시 영상을 나타낸 예이다.

표정 인식 시스템은 획득된 위치 데이터를 기반으로 도 4와 같이 관심 영역(ROI, Region Of Interest)을 표시할 수 있다. 표정 인식 시스템은 생성된 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 영상 정보에 선택적 샤프닝 필터를 적용할 수 있다(109). 표정 인식 시스템은 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 영유아의 이상징후 감지를 위한 표정 표현을 인식할 수 있다(110). 표정 인식에 있어 눈, 코, 입 영역이 핵심 요소이며 그 외의 특징이 두드러질 경우 인식을 저하의 요인이 되므로, 원본 영상에 대한 선택적 샤프닝을 다음과 같이 수행할 수 있다.

수학식 3:

$$\text{Sharpening img} = \begin{cases} \text{if } (x_{img}, y_{img}) = (x_{ROI}, y_{ROI}) \\ (x_{img}, y_{img}) \cdot H_{HPF} \\ \text{otherwise} \\ (x_{img}, y_{img}) \end{cases}$$

여기서, x_{img} , y_{img} 는 각각 원본 영상의 좌표 데이터, x_{ROI} , y_{ROI} 는 관심 영역의 좌표 데이터, H_{HPF} 는 고대역 필터이다. 고대역 필터는 가장 기본적으로 사용되는 필터를 적용하였으며, 다음과 같이 구성될 수 있다.

수학식 4:

$$H_{HPF} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

선택적 샤프닝을 수행한 결과 도 5와 같이 관심 영역의 엣지(Edge)가 향상되는 것을 확인할 수 있다. 도 5는 관심 영역에 선택된 샤프닝을 적용한 결과를 나타낸 것으로, 도 5(a)는 원본 영상, 도 5(b)는 선택적 샤프닝 영상을 나타낸 예이다.

일례로, 알고리즘의 성능을 시험함에 있어 얼굴 데이터 셋(예를 들면, UTK face dataset)에서 임의로 테스트 케이스 10개가 선별될 수 있다. 하나의 테스트 케이스에 레이블(감정) 당 10개, 총 30개의 데이터가 준비될 수

있다. 따라서 전체 데이터 셋을 300개를 선별하여 성능이 검증될 수 있다. 감정 표현이 명확하지 않은 영유아의 특성상 무표정(Neutral), 슬픔(Sad), 행복(Happy)을 포함하는 3가지의 뚜렷한 감정만으로 데이터 셋 레이블이 구성될 수 있다. 시험에 사용된 모델은 Oulu-CASIA 데이터 셋에 사전 훈련된 MicroExpNet이 사용될 수 있다. 고성능 얼굴 표정 인식 모델들이 CK+, OuluCasia와 같은 공개된 데이터 셋에서 사람보다 높은 인식률이 검증되었다. 인식 정확도를 높이기보다는 연산량을 절감하기 위해 모델의 경량화 연구가 지속되었고, MicroExpNet은 지식 증류(Knowledge Distillation)를 차용한다. 지식 증류 기반의 모델은 선생(Teacher) 모델, 학생(Student) 모델 2 가지 서브 모델로 나뉘어진다. 선생 모델은 GoogLeNet과 같은 크고 무거운 모델, 학생 모델은 선생 모델보다 상대적으로 훨씬 작고 가벼운 모델로 구성되며, 수식은 다음과 같다.

[0047] 수학적식 5:

$$p_t = \frac{e^{z_i/T}}{\sum_j e^{z_j/T}}, p'_s = \frac{e^{v_i/T}}{\sum_j e^{v_j/T}}, p_s = \frac{e^{v_i}}{\sum_j e^{v_j}}$$

[0049] 여기서 p_t 는 선생 softmax의 soft 출력, z_i 는 선생의 logit, p_s 와 p'_s 는 학생 softmax의 hard와 soft 출력, T 는 온도이다. 각 모델은 입력된 데이터에 해당하는 클래스를 예측하며 학습을 통해 사전의 학습된 복잡한 모델의 가중치를 증류하여 보다 가벼운 모델에 옮기는 것이 가능하게 된다.

[0050] 선생 네트워크는 Inception v3, Student 네트워크는 CNN, FC(Fully-Connected) 층 순으로 각 2개씩 이어져 구성되어 있다. 감정 표현이 명확하지 않은 영유아의 특성을 고려하여 무표정, 슬픔, 행복 3가지의 뚜렷한 감정 영상을 선별 후 테스트를 수행했으며, 이러한 실험 결과, 10개의 테스트 케이스에서 무표정, 슬픔, 행복에 대한 표정 인식률이 기존 방법 대비 평균적으로 각각 2.52%, 1.12%, 2.29% 향상되는 결과가 도출될 수 있다.

[0051] 도 2는 일 실시예에 따른 표정 인식 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이고, 도 3은 일 실시예에 따른 표정 인식 시스템에서 영유아 표정 인식 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0052] 표정 인식 시스템(100)의 프로세서는 객체 검출부(210), 좌표 획득부(220), 관심 영역 생성부(230), 선명화 수행부(240) 및 표정 분석부(250)를 포함할 수 있다. 이러한 프로세서의 구성요소들은 표정 인식 시스템에 저장된 프로그램 코드가 제공하는 제어 명령에 따라 프로세서에 의해 수행되는 서로 다른 기능들(different functions)의 표현들일 수 있다. 프로세서 및 프로세서의 구성요소들은 도 3의 영유아 표정 인식 방법이 포함하는 단계들(310 내지 350)을 수행하도록 표정 인식 시스템을 제어할 수 있다. 이때, 프로세서 및 프로세서의 구성요소들은 메모리가 포함하는 운영체제의 코드와 적어도 하나의 프로그램의 코드에 따른 명령(instruction)을 실행하도록 구현될 수 있다.

[0053] 프로세서는 영유아 표정 인식 방법을 위한 프로그램의 파일에 저장된 프로그램 코드를 메모리에 로딩할 수 있다. 예를 들면, 표정 인식 시스템에서 프로그램이 실행되면, 프로세서는 운영체제의 제어에 따라 프로그램의 파일로부터 프로그램 코드를 메모리에 로딩하도록 표정 인식 시스템을 제어할 수 있다. 이때, 객체 검출부(210), 좌표 획득부(220), 관심 영역 생성부(230), 선명화 수행부(240) 및 표정 분석부(250) 각각은 메모리에 로딩된 프로그램 코드 중 대응하는 부분의 명령을 실행하여 이후 단계들(310 내지 350)을 실행하기 위한 프로세서의 서로 다른 기능적 표현들일 수 있다.

[0054] 단계(310)에서 객체 검출부(210)는 영상 정보로부터 객체탐지 모델을 사용하여 영유아의 얼굴 영역을 추출할 수 있다. 객체 검출부(210)는 영상 정보로부터 객체 검출 알고리즘을 사용하여 적어도 하나 이상의 객체 정보를 검출할 수 있다. 객체 검출부(210)는 객체 검출 알고리즘으로 YOLO 알고리즘이 사용됨에 따라 그리드 기법 적용으로 관심 영역이 다차원적으로 배치된 후 확률 맵이 구성되어 영상 정보에서 배경이 제거된 타겟 객체를 도출할 수 있다. 객체 검출부(210)는 검출된 적어도 하나 이상의 객체 정보로부터 얼굴 영역 검출 알고리즘을 사용하여 얼굴 영역을 검출하며, 도출된 타겟 객체를 포함하는 영상 정보에서 얼굴 영역 검출 알고리즘으로 MTCNN 알고리즘이 적용됨에 따라 영상 크기를 조정된 후, P-Net, R-Net, O-Net의 과정을 통해 얼굴 영역을 추정할 수 있다. 객체 검출부(210)는 영상 크기가 조정된 영상 정보에 대하여 후보 창과 경계 상자 회귀 벡터를 획득하기 위해 Deep Dense Face Detector(DDFD)를 사용함에 따라 얼굴 영역으로 추정된 경계 상자에 회귀 벡터를 사용할 수 있다. 이때, 영유아의 얼굴 영역으로 추정된 경계 상자에 회귀 벡터가 사용됨에 따라 각 후보 창에 대해 가

장 가까운 경계 상자의 왼쪽 상단, 높이 및 너비와의 오프셋이 예측될 수 있다.

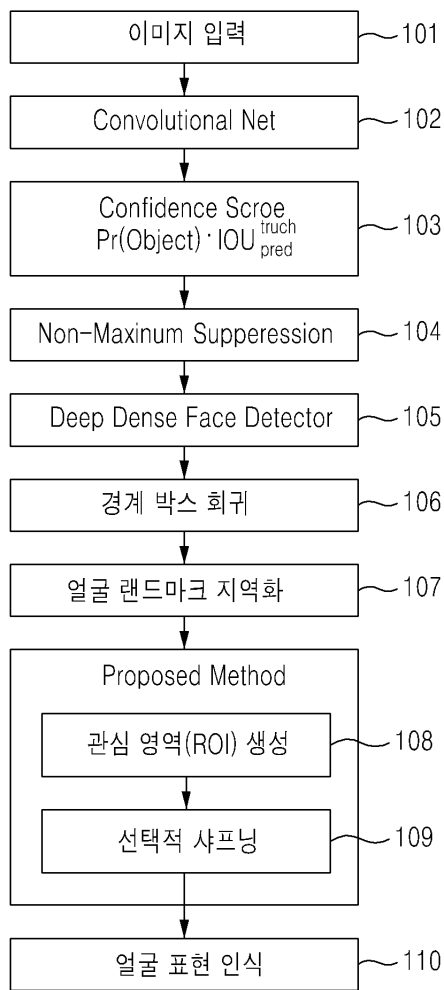
- [0055] 단계(320)에서 좌표 획득부(220)는 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득할 수 있다. 좌표 획득부(220)는 추출된 영유아의 얼굴 영역에서 표정 인식을 위한 눈, 코, 입을 포함하는 복수 개의 구성 요소에 대한 좌표 데이터를 획득할 수 있다. 이때, 좌표 데이터는, Deep Dense Face Detector(DDFD)에서 획득된 얼굴 랜드마크 좌표와 실제 눈, 코, 입의 좌표 간의 관계에 기초하여 획득될 수 있다.
- [0056] 단계(330)에서 관심 영역 생성부(230)는 획득된 좌표 데이터를 이용하여 복수 개의 구성 요소에 대한 관심 영역을 생성할 수 있다.
- [0057] 단계(340)에서 선명화 수행부(240)는 생성된 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 영상 정보에 선택적 샤프닝 필터를 적용할 수 있다. 선명화 수행부(240)는 영상 정보에서의 좌표 데이터와 관심 영역의 좌표 데이터를 기반으로 고대역 필터를 적용하여 영상 정보에 대한 선택적 샤프닝을 적용할 수 있다.
- [0058] 단계(350)에서 표정 분석부(250)는 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 영유아의 이상징후 감지를 위한 표정 인식을 수행할 수 있다. 표정 분석부(250)는 선택적 샤프닝 필터가 적용된 영상 정보로부터 지식 증류 기반의 MicroExpNet을 사용하여 영유아의 표정을 분석하여 무표정, 슬픔, 행복을 포함하는 영유아의 표정 인식 결과를 도출할 수 있다. 표정 분석부(250)는 영유아의 표정 인식 결과 중 복수 개의 감정으로부터 가장 가까운 하나의 감정(예를 들면, 행복)을 표정 인식 결과로 도출할 수 있다. 또는, 표정 분석부(250)는 영유아의 표정 인식 결과 중, 복수 개의 감정 각각에 대한 표정 인식 결과를 정량적으로 도출할 수 있다. 예를 들면, 표정 분석부(250)는 영유아의 표정으로부터 무표정 30%, 슬픔 50%, 행복 20%와 같이 100% 기준으로 각 감정에 대한 표정 인식 결과를 도출할 수 있다.
- [0059] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0060] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0061] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0062] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

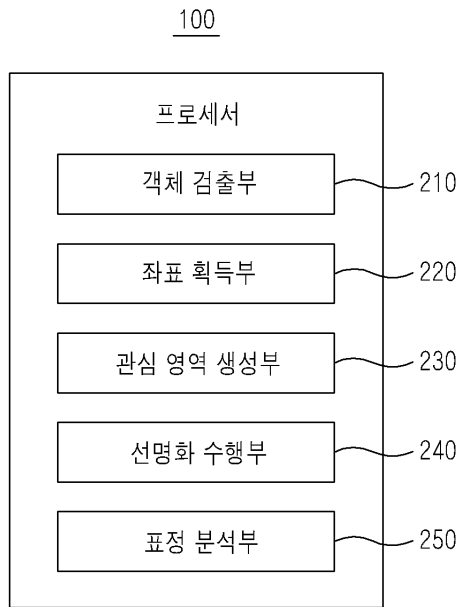
[0063] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

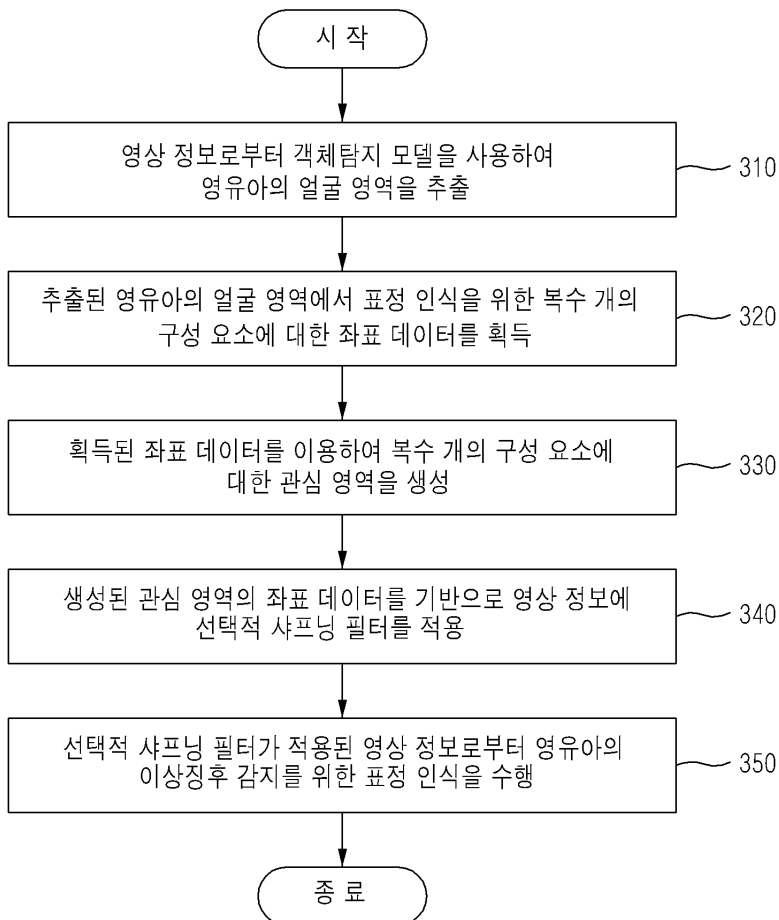
도면1



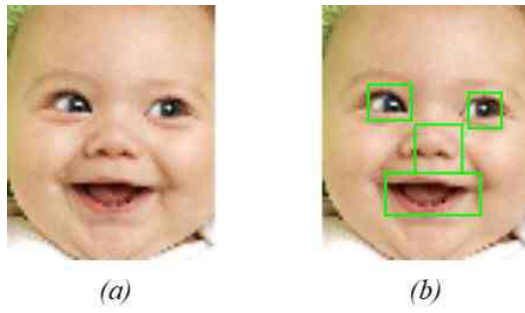
도면2



도면3



도면4



도면5

