



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년10월20일
(11) 등록번호 10-1788211
(24) 등록일자 2017년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) B60K 28/02 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/00268 (2013.01)
B60K 28/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0095060
(22) 출원일자 2016년07월26일
심사청구일자 2016년07월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090042558 A
KR1020150127381 A

(73) 특허권자
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동)
이래오토모티브시스템 주식회사
대구광역시 달성군 논공읍 논공로 664
(72) 발명자
고병철
대구광역시 수성구 명덕로 455 수성3가롯데캐슬아파트 105동 2303호
남재열
대구광역시 수성구 수성로 412 수성보성타운 107동 503호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 16 항

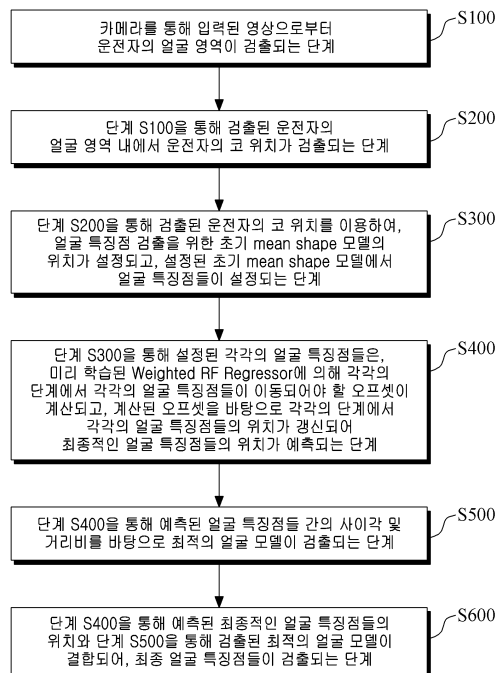
심사관 : 강현일

(54) 발명의 명칭 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 외부의 조명 환경 변화 및 운전자의 얼굴 가려짐에 유연한 운전자 얼굴 특징점 검출 방법으로서, (3) 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 전처리 과정을 통해 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점(landmarks) 검출 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



을 위한 초기 mean shape 모델의 위치가 설정되고, 상기 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들이 설정되는 단계, (4) 상기 단계 (3)을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들에 대하여, 미리 학습된 Weighted Random Forest Regressor(이하, Weighted RF Regressor)에 의해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋이 계산되고, 상기 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되어 최종적인 얼굴 특징점들의 위치가 예측되는 단계, (5) 상기 단계 (4)를 통해 예측된 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델이 검출되는 단계, 및 (6) 상기 단계 (4)를 통해 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 상기 단계 (5)를 통해 검출된 최적의 얼굴 모델이 결합되어, 최종 얼굴 특징점들이 검출되는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치에 따르면, Cascade 방법 기반으로 BRF 분류기와 Haar-like 특징 및 OCS-LBP 특징을 이용하여, 입력 영상으로부터 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출함으로써, 외부 조명 변화에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출할 수 있다.

또한, 본 발명에서는, 단계적 포즈 회귀(Cascade Pose Regression) 방법을 통해 예측된 최종 얼굴 특징점들의 위치와, 예측된 최종 얼굴 특징점들 간의 공간적 관계성을 이용하여 검출한 최적의 얼굴 모델을 결합해서 최종 얼굴 특징점들을 검출함으로써, 안경, 선글라스 및 머리카락 등으로 인한 얼굴 가려짐에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 특징점들을 검출할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06K 9/00288 (2013.01)

G06T 7/33 (2017.01)

(72) 발명자

곽준영

대구광역시 서구 당산로86길 7-10

정미라

대구광역시 달서구 호산로 125 삼성명가타운 220동
1207호

신주석

대구광역시 달성군 다사읍 대실역북로 38 대실역청
아람1단지아파트 105동 803호

명세서

청구범위

청구항 1

외부의 조명 환경 변화 및 운전자의 얼굴 가려짐에 유연한 운전자 얼굴 특징점 검출 방법으로서,

(3) 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 전처리 과정을 통해 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점(landmarks) 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치가 설정되고, 상기 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들이 설정되는 단계;

(4) 상기 단계 (3)을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들에 대하여, 미리 학습된 Weighted Random Forest Regressor(이하, Weighted RF Regressor)에 의해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋이 계산되고, 상기 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되어 최종적인 얼굴 특징점들의 위치가 예측되는 단계;

(5) 상기 단계 (4)를 통해 예측된 얼굴 특징점들 중 추출된 3개의 얼굴특징점들 간의 사이각 및 거리비와, 얼굴 모델 별로 정의된 가우시안 확률 밀도 함수(Probabilistic Density Function)와의 공간적 상관관계에 따른 확률값 검출을 통해 최적의 얼굴 모델이 결정되는 단계; 및

(6) 상기 단계 (4)를 통해 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 상기 단계 (5)를 통해 결정된 최적의 얼굴 모델이 결합되어, 최종 얼굴 특징점들이 검출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전처리 과정은,

(1) 상기 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출되는 단계; 및

(2) 상기 단계 (1)을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 단계 (1)은,

(1-1) 상기 카메라를 통해 입력된 영상에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계;

(1-2) 상기 단계 (1-1)을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 Boosted Random Forest(이하, BRF라 함) 분류기의 입력 벡터로 사용되어 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계;

(1-3) 상기 단계 (1-2)를 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Orientation Center Symmetric Local Binary Pattern(이하, OCS-LBP라 함) 특징 벡터들이 추출되는 단계;

(1-4) 상기 단계 (1-3)을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계; 및

(1-5) 상기 단계 (1-4)를 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 얼굴 영역이 검출되는 단계를 포함하며,

상기 단계 (2)는,

(2-1) 상기 단계 (1)을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징

벡터들이 추출되는 단계;

(2-2) 상기 단계 (2-1)을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 코 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계;

(2-3) 상기 단계 (2-2)를 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 단계;

(2-4) 상기 단계 (2-3)을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 코 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계; 및

(2-5) 상기 단계 (2-4)를 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 코의 위치가 검출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 얼굴 특징점들은,

얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들과, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 약한 지점에 위치한 얼굴 특징점들로 구성되는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 단계 (4)에서,

상기 단계 (3)을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들은, 단계적 포즈 회귀(Cascade Pose Regression, CPR) 방법을 통해 각각의 위치가 갱신되는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 단계 (4)에서는,

슬라이딩 윈도우의 크기가 변경되어, 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들로부터 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 얼굴 모델은,

얼굴이 정면을 향하는 Front shape 모델, 얼굴이 좌를 향하는 Left yaw shape 모델, 얼굴이 우를 향하는 Right yaw shape 모델, 얼굴이 정면을 향하며 왼쪽으로 기운 Left roll shape 모델, 및 얼굴이 정면을 향하며 오른쪽으로 기운 Right roll shape 모델을 포함하는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 각각의 얼굴 모델에서 추출된 3개의 얼굴 특징점들은,

얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들인 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 단계 (5)에서,

상기 단계 (4)를 통해 예측된 얼굴 특징점들 중, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델이 검출되는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법.

청구항 12

적어도 하나 이상의 프로세서와, 상기 프로세서에 의한 외부의 조명 환경 변화 및 운전자의 얼굴 가려짐에 유연한 운전자 얼굴 특징점 검출 장치에 있어서,

상기 프로세서는,

카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역을 검출하고,

상기 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치를 검출하고,

상기 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치를 설정하고, 상기 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들을 설정하고,

미리 학습된 Weighted RF Regressor를 통해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋을 계산하고, 상기 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치를 갱신하여 최종적인 얼굴 특징점들의 위치를 예측하고,

상기 예측된 얼굴 특징점들 중 추출된 3개의 얼굴특징점들 간의 사이각 및 거리비와 얼굴 모델 별로 정의된 가우시안 확률 밀도 함수(Probabilistic Density Function)와의 공간적 상관관계에 따른 확률값 검출을 통해 최적의 얼굴 모델을 결정하며,

상기 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 상기 결정된 최적의 얼굴 모델을 결합하여, 최종 얼굴 특징점들을 검출하도록 구현된 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 얼굴 특징점들은,

얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들과, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 약한 지점에 위치한 얼굴 특징점들로 구성되는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 초기 mean shape 모델에서 설정된 얼굴 특징점들이, 단계적 포즈 회귀(Cascade Pose Regression, CPR) 방법을 통해 각각의 위치가 갱신되도록 구현된 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 얼굴 모델은,

얼굴이 정면을 향하는 Front shape 모델, 얼굴이 좌를 향하는 Left yaw shape 모델, 얼굴이 우를 향하는 Right yaw shape 모델, 얼굴이 정면을 향하며 왼쪽으로 기운 Left roll shape 모델, 및 얼굴이 정면을 향하며 오른쪽으로 기운 Right roll shape 모델을 포함하는 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

제12항에 있어서, 상기 각각의 얼굴 모델에서 추출된 3개의 얼굴 특징점들은,

얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들인 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

청구항 19

제12항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 예측된 얼굴 특징점들 중, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델을 검출하도록 구현된 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

청구항 20

제12항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 카메라를 통해 입력된 영상에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들을 추출하고,

상기 추출된 Haar-like 특징 벡터들을 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용하여 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우를 선별하고,

상기 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들을 추출하고,

상기 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들을 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용하여 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들을 선별하며,

상기 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들로 선별된 윈도우들을 병합하여, 최종 얼굴 영역을 검출하도록 구현된 것을 특징으로 하는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 외부 조명 환경 변화 및 얼굴 가려짐에 유연한 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차량의 운행에 따른 교통사고 사망자를 최대한 줄이기 위하여 세계 각국에서 선진 안전 자동차(ASV: Advanced Safety Vehicle)에 관한 연구에 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한, 선진 안전 자동차는 교통사고 사망자를 줄이는 차, 운전자의 피로를 덜어주는 차, 또는 운전하기 쉬운 차로서, 차량의 안정성 향상과 보행자 보호를 위해 사고를 미리 방지하는 것을 그 기본 개념으로 하고 있으며, 이를 위해 적용된 안전 기술은 운전자 상태 감시 시스템, 야간 장애물 감지 시스템 및 차의 위험상태 경고 시스템 등이 있다.

[0003] 이 중, 운전자 상태 감시 시스템은, 차량 내부에 장착된 카메라를 통한 운전자의 상태를 판단한 뒤 운전자에게 경고하여 운전자가 안전 운행을 할 수 있도록 도와주는 시스템으로, 운전자의 상태를 판단하기 위해서는 카메라를 통해 입력되는 영상으로부터 운전자의 얼굴을 정확히 검출하여 분석하는 것이 필수적이다. 하지만, 종래의 카메라를 통해 입력되는 영상으로부터 얼굴을 검출하는 방식은, 외부 조명 환경 변화 및 얼굴 가려짐의 영향 때문에, 얼굴을 정확히 검출하는데 한계가 있었다.

[0004] 이와 같은 얼굴 검출과 관련하여, 등록특허 제10-1619661호(발명의 명칭: 운전자의 얼굴 방향 검출 방법, 등록일자: 2016년 05월 02일) 등이 개시된바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, Cascade 방법 기반으로 Boosted Random Forest(이하, BRF라 함) 분류기와 Haar-like 특징 및 Orientation Center Symmetric Local Binary Pattern(이하, OCS-LBP라 함) 특징을 이용하여, 입력 영상으로부터 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출함으로써, 외부 조명 변화에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출할 수 있는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명에서는, 단계적 포즈 회귀(Cascade Pose Regression) 방법을 통해 예측된 최종 얼굴 특징점들의 위치와, 예측된 최종 얼굴 특징점들 간의 공간적 관계성을 이용하여 검출한 최적의 얼굴 모델을 결합해서 최종 얼굴 특징점들을 검출함으로써, 안경, 선글라스 및 머리카락 등으로 인한 얼굴 가려짐에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 특징점들을 검출할 수 있는, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법은,

[0008] 외부의 조명 환경 변화 및 운전자의 얼굴 가려짐에 유연한 운전자 얼굴 특징점 검출 방법으로서,

[0009] (3) 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 전처리 과정을 통해 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점(landmarks) 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치가 설정되고, 상기 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들이 설정되는 단계;

[0010] (4) 상기 단계 (3)을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들에 대하여, 미리 학습된 Weighted Random Forest Regressor(이하, Weighted RF Regressor)에 의해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋이 계산되고, 상기 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되어 최종적인 얼굴 특징점들의 위치가 예측되는 단계;

(5) 상기 단계 (4)를 통해 예측된 얼굴 특징점들 중 추출된 3개의 얼굴특징점들 간의 사이각 및 거리비와, 얼굴 모델 별로 정의된 가우시안 확률 밀도 함수(Probabilistic Density Function)와의 공간적 상관관계에 따른 확률값 검출을 통해 최적의 얼굴 모델이 결정되는 단계; 및

[0011] (6) 상기 단계 (4)를 통해 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 상기 단계 (5)를 통해 결정된 최적의 얼굴

모델이 결합되어, 최종 얼굴 특징점들이 검출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0012] 삭제
- [0013] 바람직하게는, 상기 전처리 과정은,
- [0014] (1) 상기 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출되는 단계; 및
- [0015] (2) 상기 단계 (1)을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 더욱 바람직하게는,
- [0017] 상기 단계 (1)은,
- [0018] (1-1) 상기 카메라를 통해 입력된 영상에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계;
- [0019] (1-2) 상기 단계 (1-1)을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 Boosted Random Forest(이하, BRF라 함) 분류기의 입력 벡터로 사용되어 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계;
- [0020] (1-3) 상기 단계 (1-2)를 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Orientation Center Symmetric Local Binary Pattern(이하, OCS-LBP라 함) 특징 벡터들이 추출되는 단계;
- [0021] (1-4) 상기 단계 (1-3)을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계; 및
- [0022] (1-5) 상기 단계 (1-4)를 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 얼굴 영역이 검출되는 단계를 포함하며,
- [0023] 상기 단계 (2)는,
- [0024] (2-1) 상기 단계 (1)을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계;
- [0025] (2-2) 상기 단계 (2-1)을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 코 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계;
- [0026] (2-3) 상기 단계 (2-2)를 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 단계;
- [0027] (2-4) 상기 단계 (2-3)을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 코 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계; 및
- [0028] (2-5) 상기 단계 (2-4)를 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 코의 위치가 검출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0029] 바람직하게는, 상기 얼굴 특징점들은,
- [0030] 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들과, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 약한 지점에 위치한 얼굴 특징점들로 구성될 수 있다.
- [0031] 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서,
- [0032] 상기 단계 (3)을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들은, 단계적 포즈 회귀(Cascade Pose Regression, CPR) 방법을 통해 각각의 위치가 갱신될 수 있다.

- [0033] 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서는,
- [0034] 슬라이딩 윈도우의 크기가 변경되어, 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들로부터 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출될 수 있다.
- [0035] 바람직하게는, 상기 얼굴 모델은,
- [0036] 얼굴이 정면을 향하는 Front shape 모델, 얼굴이 좌를 향하는 Left yaw shape 모델, 얼굴이 우를 향하는 Right yaw shape 모델, 얼굴이 정면을 향하며 왼쪽으로 기운 Left roll shape 모델, 및 얼굴이 정면을 향하며 오른쪽으로 기운 Right roll shape 모델을 포함할 수 있다.
- [0037] 삭제
- [0038] 삭제
- [0039] 삭제
- [0040] 삭제
- [0041] 더욱더 바람직하게는, 상기 각각의 얼굴 모델에서 추출된 3개의 얼굴 특징점들은,
- [0042] 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들일 수 있다.
- [0043] 바람직하게는, 상기 단계 (5)에서,
- [0044] 상기 단계 (4)를 통해 예측된 얼굴 특징점들 중, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델이 검출될 수 있다.
- [0045] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 특징에 따른, 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치는,
- [0046] 적어도 하나 이상의 프로세서와, 상기 프로세서에 의한 외부의 조명 환경 변화 및 운전자의 얼굴 가려짐에 유연한 운전자 얼굴 특징점 검출 장치에 있어서,
- [0047] 상기 프로세서는,
- [0048] 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역을 검출하고,
- [0049] 상기 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치를 검출하고,
- [0050] 상기 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치를 설정하고, 상기 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들을 설정하고,
- 미리 학습된 Weighted RF Regressor를 통해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋을 계산하고, 상기 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치를 갱신하여 최종적인 얼굴 특징점들의 위치를 예측하고,
- 상기 예측된 얼굴 특징점들 중 추출된 3개의 얼굴특징점들 간의 사이각 및 거리비와 얼굴 모델 별로 정의된 가우시안 확률 밀도 함수(Probabilistic Density Function)와의 공간적 상관관계에 따른 확률값 검출을 통해 최적의 얼굴 모델을 결정하며,

- [0051] 상기 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 상기 결정된 최적의 얼굴 모델을 결합하여, 최종 얼굴 특징점들을 검출하도록 구현된 것을 특징으로 한다.
- [0052] 삭제
- [0053] 삭제
- [0054] 바람직하게는, 상기 얼굴 특징점들은,
- [0055] 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들과, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 약한 지점에 위치한 얼굴 특징점들로 구성될 수 있다.
- [0056] 바람직하게는, 상기 프로세서는,
- [0057] 상기 초기 mean shape 모델에서 설정된 얼굴 특징점들이, 단계적 포즈 회귀방법을 통해 각각의 위치가 갱신되도록 구현될 수 있다.
- [0058] 바람직하게는, 상기 얼굴 모델은,
- [0059] 얼굴이 정면을 향하는 Front shape 모델, 얼굴이 좌를 향하는 Left yaw shape 모델, 얼굴이 우를 향하는 Right yaw shape 모델, 얼굴이 정면을 향하며 왼쪽으로 기운 Left roll shape 모델, 및 얼굴이 정면을 향하며 오른쪽으로 기운 Right roll shape 모델을 포함할 수 있다.
- [0060] 삭제
- [0061] 삭제
- [0062] 삭제
- [0063] 삭제
- [0064] 더욱더 바람직하게는, 상기 각각의 얼굴 모델에서 추출된 3개의 얼굴 특징점들은,
- [0065] 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들일 수 있다.
- [0066] 바람직하게는, 상기 프로세서는,
- [0067] 상기 예측된 얼굴 특징점들 중, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델을 검출하도록 구현될 수 있다.
- [0068] 바람직하게는, 상기 프로세서는,
- [0069] 상기 카메라를 통해 입력된 영상에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들을 추출하고,
- [0070] 상기 추출된 Haar-like 특징 벡터들을 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용하여 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우를 선별하고,

- [0071] 상기 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들을 추출하고,
- [0072] 상기 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들을 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용하여 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들을 선별하며,
- [0073] 상기 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들로 선별된 윈도우들을 병합하여, 최종 얼굴 영역을 검출하도록 구현될 수 있다.

발명의 효과

- [0074] 본 발명에서 제안하고 있는 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치에 따르면, Cascade 방법 기반으로 BRF 분류기와 Haar-like 특징 및 OCS-LBP 특징을 이용하여, 입력 영상으로부터 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출함으로써, 외부 조명 변화에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출할 수 있다.

- [0075] 또한, 본 발명에서는, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 예측된 최종 얼굴 특징점들의 위치와, 예측된 최종 얼굴 특징점들 간의 공간적 관계성을 이용하여 검출한 최적의 얼굴 모델을 결합해서 최종 얼굴 특징점들을 검출함으로써, 안경, 선글라스 및 머리카락 등으로 인한 얼굴 가려짐에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 특징점들을 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0076] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법의 전체적인 흐름을 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출되는 과정을 도시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 검출된 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 과정을 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 본 발명에서 사용된 19개의 얼굴 특징점들의 모습을 도시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되는 모습을 도시한 도면.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 본 발명에서 사용된 5개의 얼굴 모델의 모습을 도시한 도면.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 추출하고, 추출된 사이각 및 거리비를 이용하여 추출된 확률 모델의 모습을 도시한 도면.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, Front shape 모델에 대한 관계 확률 모델의 모습을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0077] 이하에서는 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 동일 또는 유사한 부호를 사용한다.

- [0078] 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.

[0079] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법의 전체적인 흐름을 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법은, (1) 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출되는 단계(S100), (2) 단계 S100을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 단계(S200), (3) 단계 S200을 통해 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치가 설정되고, 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들이 설정되는 단계(S300), (4) 단계 S300을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들은, 미리 학습된 Weighted RF Regressor에 의해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋이 계산되고, 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되어 최종적인 얼굴 특징점들의 위치가 예측되는 단계(S400), (5) 단계 S400을 통해 예측된 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델이 검출되는 단계(S500), 및 (6) 단계 S400을 통해 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 단계 S500을 통해 검출된 최적의 얼굴 모델이 결합되어, 최종 얼굴 특징점들이 검출되는 단계를 포함하여 구성될 수 있다. 이하에서는, 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법의 각각의 단계에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0080] 단계 S100에서는 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출될 수 있다. 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출되는 과정을 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역을 검출하는 과정은, (1-1) 카메라를 통해 입력된 영상에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계(S110), (1-2) 단계 S110을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계(S120), (1-3) 단계 S120을 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 단계(S130), (1-4) 단계 S130을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계(S140), 및 (1-5) 단계 S140을 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 얼굴 영역이 검출되는 단계(S150)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0081] 단계 S200에서는 단계 S100을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출될 수 있다. 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 검출된 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 과정을 도시한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 과정은, (2-1) 단계 S100을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계(S210), (2-2) 단계 S210을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 코 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계(S220), (2-3) 단계 S220을 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 단계(S230), (2-4) 단계 S230을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 코 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계, 및 (2-5) 단계 S240을 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 코의 위치가 검출되는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0082] 단계 S300에서는 단계 S200을 통해 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점(landmarks) 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치가 설정되고, 설정된 초기 means shape 모델에서 얼굴 특징점들이 설정될 수 있다. 여기서, 얼굴 특징점들은, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들과, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 약한 지점에 위치한 얼굴 특징점들로 구성될 수 있다. 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 본 발명에서 사용된 19개의 얼굴 특징점들의 모습을 도시한 도면이다. 도 4에서 빨간색으로 표시된 얼굴 특징점들은 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들이고, 파란색으로 표시된 얼굴 특징점들은 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 약한 지점에 위치한 얼굴 특징점들이다.

- [0083] 단계 S400에서 단계 S300을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들은, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 각각의 위치가 갱신될 수 있다. 여기서, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되는 과정 중 매 단계에서는, 슬라이딩 윈도우의 크기가 변경되어, 각각의 얼굴 특징점들로부터 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출될 수 있다.
- [0084] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되는 모습을 도시한 도면이다. 단계 S400에서 단계 S300을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들은, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 도 5에 도시된 바와 같이, 매 단계마다 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신될 수 있다. 좀 더 구체적으로, 단계 S400에서는, 단계 S300을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들에 대하여, 미리 학습된 Weighted RF Regressor에 의해, 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋이 계산되고, 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되어 최종적인 얼굴 특징점들의 위치가 예측될 수 있다.
- [0085] 단계 S500에서는, 단계 S400을 통해 예측된 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델이 검출될 수 있다. 좀 더 구체적으로, 단계 S500에서는, 단계 S400을 통해 예측된 최종 얼굴 특징점들 중, 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비와, 본 발명에서 사용되는 5개의 얼굴 모델 별로 정의된 가우시안 확률 밀도 함수와의 상관관계를 통해 최적의 얼굴 모델이 결정될 수 있다.
- [0086] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 본 발명에서 사용된 5개의 얼굴 모델의 모습을 도시한 도면이다. 본 발명에서는 도 6에 도시된 바와 같이, 얼굴이 정면을 향하는 Front shape 모델 ①, 얼굴이 좌를 향하는 Left yaw shape 모델 ②, 얼굴이 우를 향하는 Right yaw shape 모델 ③, 얼굴이 정면을 향하며 왼쪽으로 기운 Left roll shape 모델 ④, 및 얼굴이 정면을 향하며 오른쪽으로 기운 Right roll shape 모델 ⑤이 사용될 수 있다.
- [0087] 또한, 얼굴 모델 별로 정의된 가우시안 확률 밀도 함수는, 각각의 얼굴 모델에서 추출된 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 중, 추출된 3개의 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 이용하여, 해당 얼굴 모델에 대한 공간적 관계를 나타낸 것이다. 이하에서는, 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리각이 추출되고, 추출된 사이각 및 거리비를 이용하여 추출된 확률 모델에 대해 도 7 및 도 8을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0088] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 추출하고, 추출된 사이각 및 거리비를 이용하여 추출된 확률 모델의 모습을 도시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법에서, Front shape 모델에 대한 관계 확률 모델의 모습을 도시한 도면이다.
- [0089] 본원발명에서는, 실시예에 따라 도 7(a)에 도시된 바와 같이, 얼굴 특징점 j, k 가 존재할 때, 코 중앙에 위치한 얼굴 특징점 i 를 중심으로, 두 얼굴 특징점 j, k 의 사이각은 $R_{a,i,j,k} = \alpha(v_{i,j} - v_{i,k})$, 거리비는 $R_{p,i,j,k} = v_{i,j} / v_{i,k}$ 로 정의되어 추출될 수 있다. 이렇게 추출된 사이각과 거리비는 얼굴 영역의 회전이나 크기 변화에도 그 값이 일정하게 유지되므로 강인한 공간적 관계를 추출할 수 있다. 또한, 추출된 사이각 및 거리비를 이용하여 도 7 (b)에 도시된 얼굴 모델에 대한 공간적 관계 모델인 가우시안 확률 밀도 함수를 추출할 수 있다. 더 나아가, 실시예에 따라, Front shape 모델에서 추출된 얼굴 표정이나 가려짐에 따른 변화에 강인한 지점에 위치한 얼굴 특징점들 중 추출된 3개의 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 이용하여, 도 8에 도시된 바와 같이, Front

shape 모델에 대한 공간적 관계를 나타내는 관계 확률 모델을 추출할 수 있다.

- [0090] 단계 S600에서는, 단계 S400을 통해 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와, 단계 S500을 통해 검출된 최적의 얼굴 모델이 결합되어, 최종 얼굴 특징점들이 검출될 수 있다.
- [0091] 한편, 실시예에 따라 상술한 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법은, 적어도 하나 이상의 프로세서와, 해당 프로세서에 의한 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 장치로 구현될 수 있다.
- [0092] 이상 설명한 것과 같이, 본 발명에서 제안하고 있는 운전자 상태 모니터링을 위한 얼굴 특징점 검출 방법 및 장치에 따르면, Cascade 방법 기반으로 BRF 분류기와 Haar-like 특징 및 OCS-LBP 특징을 이용하여, 입력 영상으로부터 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출함으로써, 외부 조명 변화에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 영역 및 코의 위치를 검출할 수 있다.
- [0093] 또한, 본 발명에서는, 단계적 포즈 회귀 방법을 통해 예측된 최종 얼굴 특징점들의 위치와, 예측된 최종 얼굴 특징점들 간의 공간적 관계성을 이용하여 검출한 최적의 얼굴 모델을 결합해서 최종 얼굴 특징점들을 검출함으로써, 안경, 선글라스 및 머리카락 등으로 인한 얼굴 가려짐에 영향을 덜 받으며 보다 정확하게 운전자의 얼굴 특징점들을 검출할 수 있다.
- [0094] 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

- [0095] S100: 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 운전자의 얼굴 영역이 검출되는 단계
- S110: 카메라를 통해 입력된 영상에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계
- S120: 단계 S110을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계
- S130: 단계 S120을 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 단계
- S140: 단계 S130을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 얼굴 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계
- S150: 단계 S140을 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 얼굴 영역이 검출되는 단계
- S200: 단계 S100을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 운전자의 코 위치가 검출되는 단계
- S210: 단계 S100을 통해 검출된 운전자의 얼굴 영역 내에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 Haar-like 특징 벡터들이 추출되는 단계
- S220: 단계 S210을 통해 추출된 Haar-like 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 코 영역 후보가 포함된 윈도우가 선별되는 단계
- S230: 단계 S220을 통해 선별된 윈도우에서 슬라이딩 윈도우 방법을 통해 OCS-LBP 특징 벡터들이 추출되는 단계
- S240: 단계 S230을 통해 추출된 OCS-LBP 특징 벡터들이 BRF 분류기의 입력 벡터로 사용되어 최종 코 영역 후보가 포함된 윈도우들이 선별되는 단계
- S250: 단계 S240을 통해 선별된 윈도우들이 병합되어, 최종 코의 위치가 검출되는 단계
- S300: 단계 S200을 통해 검출된 운전자의 코 위치를 이용하여, 얼굴 특징점 검출을 위한 초기 mean shape 모델의 위치가 설정되고, 설정된 초기 mean shape 모델에서 얼굴 특징점들이 설정되는 단계

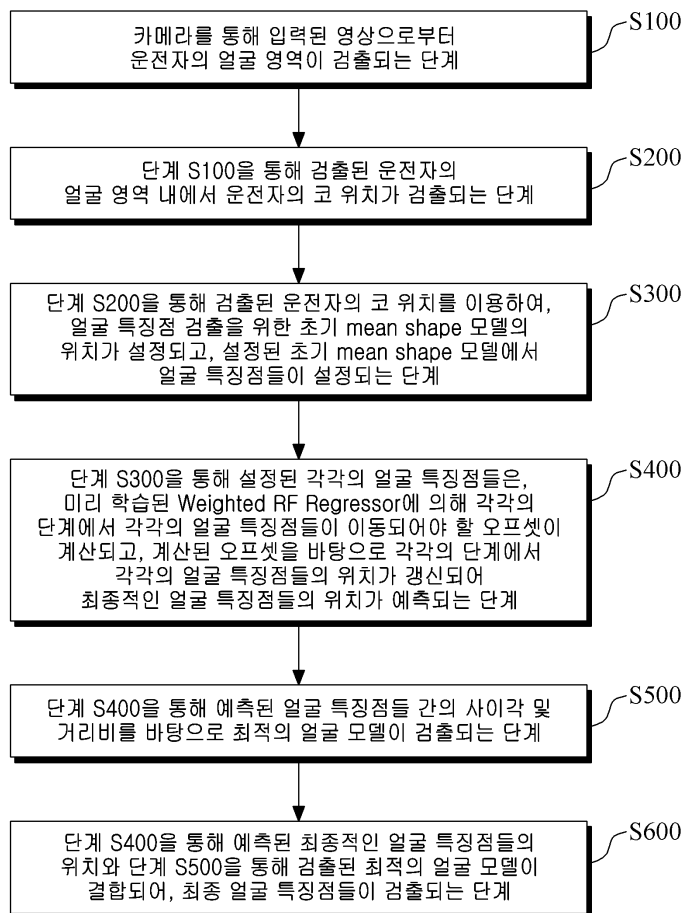
S400: 단계 S300을 통해 설정된 각각의 얼굴 특징점들은, 미리 학습된 Weighted RF Regressor에 의해 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들이 이동되어야 할 오프셋이 계산되고, 계산된 오프셋을 바탕으로 각각의 단계에서 각각의 얼굴 특징점들의 위치가 갱신되어 최종적인 얼굴 특징점들의 위치가 예측되는 단계

S500: 단계 S400을 통해 예측된 얼굴 특징점들 간의 사이각 및 거리비를 바탕으로 최적의 얼굴 모델이 검출되는 단계

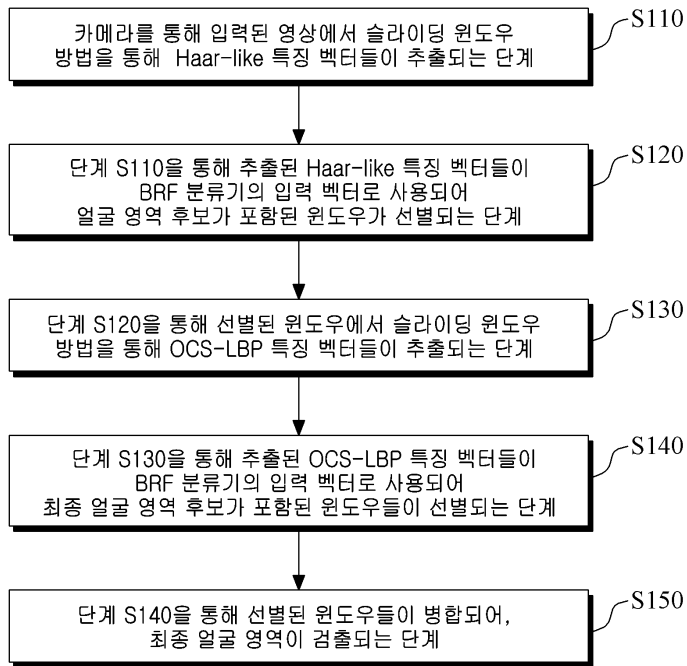
S600: 단계 S400을 통해 예측된 최종적인 얼굴 특징점들의 위치와 단계 S500을 통해 검출된 최적의 얼굴 모델이 결합되어, 최종 얼굴 특징점들이 검출되는 단계

도면

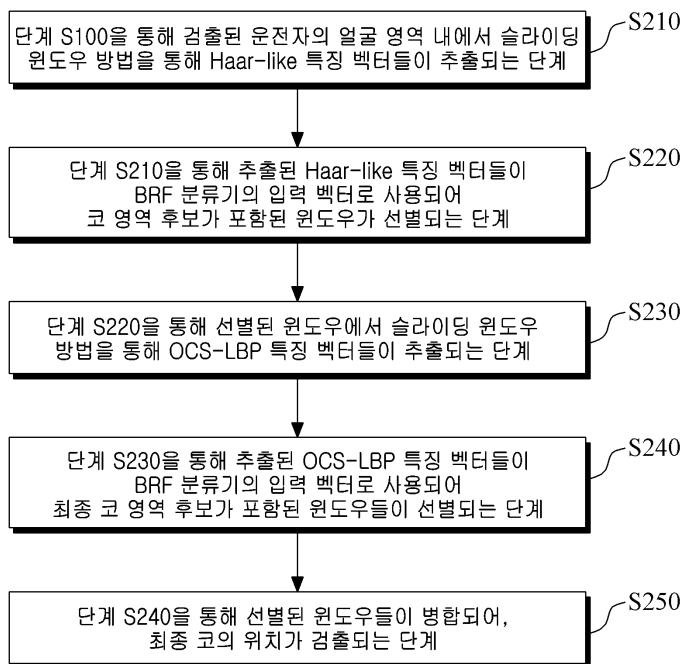
도면1



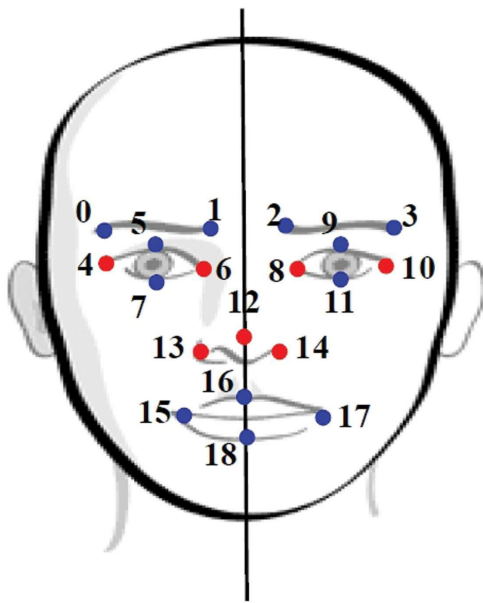
도면2



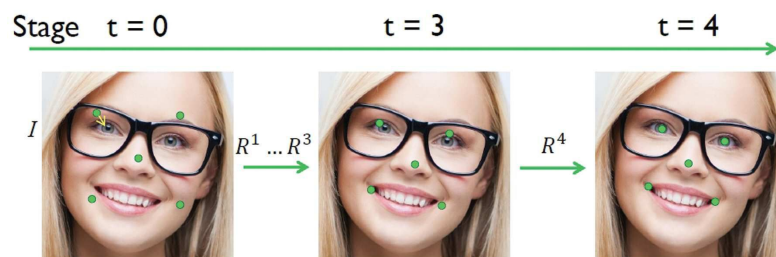
도면3



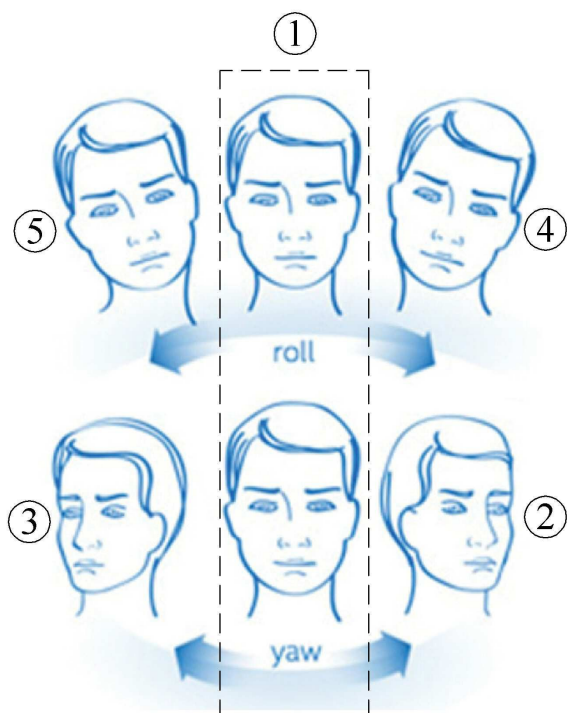
도면4



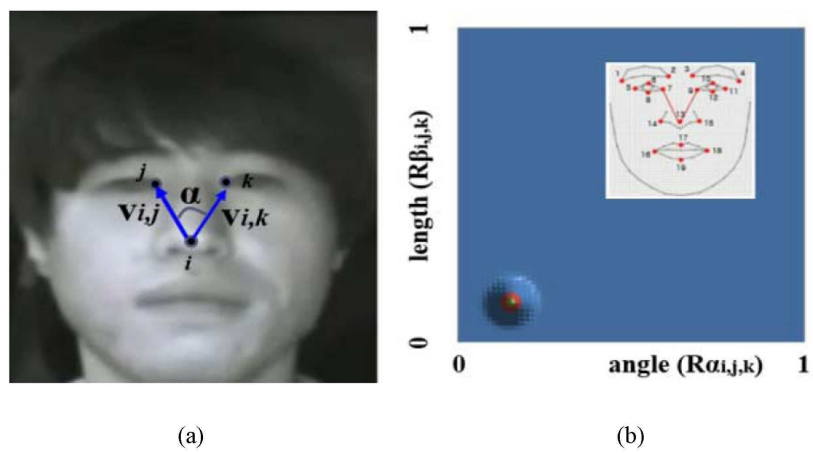
도면5



도면6



도면7



도면8

