



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0059768  
(43) 공개일자 2016년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0161716

(22) 출원일자 2014년11월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

김남준

경기도 안양시 동안구 귀인로 209 향촌현대5차아파트 101동 301호

유병인

서울특별시 강남구 학동로77길 27 대림e편한세상 1차 102동 201호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

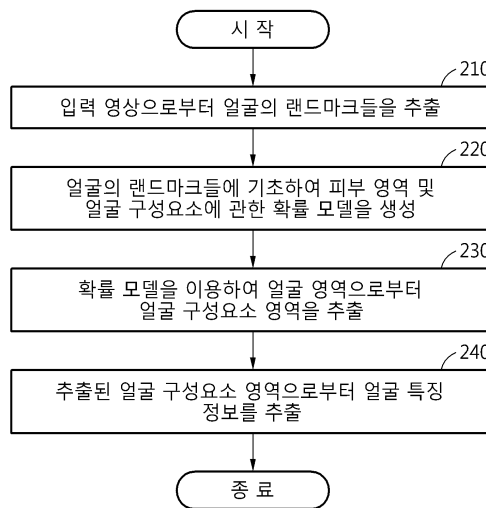
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **얼굴 특징 추출 방법 및 장치, 얼굴 인식 방법 및 장치**

(57) 요약

얼굴 특징 추출 방법 및 장치, 얼굴 인식 방법 및 장치가 개시된다. 일 실시예에 따르면, 얼굴 특징 추출 장치는 현재 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하고, 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역을 샘플링하여 샘플링된 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성한다. 얼굴 특징 추출 장치는 생성된 확률 모델을 이용하여 입력 영상에 포함된 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**이창교**

서울특별시 강남구 역삼로12길 12-1 성봉 302호

**한재준**

서울특별시 강남구 압구정로 313 한양아파트 61동  
812호

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하는 단계;  
 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계;  
 상기 확률 모델을 이용하여 상기 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 단계; 및  
 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계  
 를 포함하는 얼굴 특징 추출 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,  
 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽(contour)을 결정하는 단계;  
 상기 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링하는 단계;  
 상기 샘플링된 포인트들로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정하는 단계; 및  
 각각의 윤곽 포인트 세트들에 기초하여 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계  
 를 포함하는 얼굴 특징 추출 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
 상기 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 단계는,  
 상기 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 상기 확률 모델에 적용하여 상기 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류하는 단계; 및  
 상기 분류 결과에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역을 나타내는 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크를 생성하는 단계  
 를 포함하는 얼굴 특징 추출 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,  
 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,  
 상기 확률 맵 또는 상기 얼굴 구성요소 마스크를 이용하여 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징을 추출하는, 얼굴 특징 추출 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
 상기 확률 모델을 생성하는 단계는,  
 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 상기 얼굴 영역에서 피부 영역에 관한 샘플링 영역을 결정하는 단계; 및  
 상기 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 피부 영역에 관한 가능성(likelihood)을 학습하여 상

기 피부 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계를 포함하는 얼굴 특징 추출 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,  
 상기 확률 모델을 생성하는 단계는,  
 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 상기 얼굴 영역에서 얼굴 구성요소 영역에 관한 샘플링 영역을 결정하는 단계; 및  
 상기 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 가능성을 학습하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계를 포함하는 얼굴 특징 추출 방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서,  
 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,  
 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징, 영역 레벨의 얼굴 특징 및 픽셀 레벨의 얼굴 특징 중 적어도 하나를 추출하는, 얼굴 특징 추출 방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서,  
 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,  
 상기 얼굴 구성요소의 형상을 형성하는 포인트들 간의 사이 각을 멀티 레벨로 특징화하여 얼굴 구성요소 영역으로부터 현각도(chord angle) 특징을 추출하는, 얼굴 특징 추출 방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서,  
 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,  
 상기 확률 모델에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 포함된 픽셀들의 확률 값을 식별하고, 상기 식별된 픽셀들의 확률 값에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 관한 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출하는, 얼굴 특징 추출 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,  
 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,  
 상기 얼굴 구성요소 영역에 폴라 모델 형상(polar model shape)을 적용하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 대한 폴라 형상 매트릭스를 결정하는 단계를 포함하는 얼굴 특징 추출 방법.

**청구항 11**

얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하는 단계;  
 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계;  
 상기 확률 모델에 기반하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 관한 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계; 및  
 상기 추출된 얼굴 특징 정보에 기초하여 상기 입력 영상에 나타난 얼굴을 인식하는 단계

를 포함하는 얼굴 인식 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,

상기 확률 모델을 이용하여 상기 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 단계; 및

상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징, 영역 레벨의 얼굴 특징 및 픽셀 레벨의 얼굴 특징 중 적어도 하나를 추출하는 단계

를 포함하는 얼굴 인식 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는,

상기 추출된 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽을 결정하는 단계;

상기 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링하는 단계;

상기 샘플링된 포인트들로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정하는 단계; 및

각각의 윤곽 포인트 세트들에 기초하여 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계

를 포함하는 얼굴 인식 방법.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

상기 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 단계는,

상기 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 상기 확률 모델에 적용하여 상기 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류하는 단계; 및

상기 분류 결과에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역을 나타내는 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크를 생성하는 단계

를 포함하는 얼굴 인식 방법.

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

**청구항 16**

얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하는 랜드마크 추출기;

상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 확률 모델 생성기;

상기 확률 모델을 이용하여 상기 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 얼굴 구성요소 추출기; 및

상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출하는 얼굴 특징 추출기

를 포함하는 얼굴 특징 추출 장치.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 얼굴 특징 추출기는,

상기 추출된 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽을 결정하고, 상기 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 샘플링된 포인트들에 기초하여 얼굴 특징을 추출하는, 얼굴 특징 추출 장치.

**청구항 18**

제16항에 있어서,

상기 얼굴 구성요소 추출기는,

상기 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 상기 확률 모델에 적용하여 상기 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류하고, 상기 분류 결과에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역을 나타내는 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크를 생성하는, 얼굴 특징 추출 장치.

**청구항 19**

제16항에 있어서,

상기 확률 모델 생성기는,

상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 상기 얼굴 영역에서 샘플링 영역을 결정하고, 상기 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 상기 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는, 얼굴 특징 추출 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 아래의 설명은 영상으로부터 얼굴 특징을 추출하는 영상 처리 기술에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 얼굴 인식 기술은 지문이나 홍채 인식 등의 생체 인식 기술에 비하여, 그 인식 절차가 복잡하지 않고 사용자에게 거부감을 주지 않는다는 장점을 가진다. 얼굴 인식 기술은 얼굴 정보를 이용한 신분 증명, 멀티미디어 검색, 보안, 감시 시스템 등 다양한 응용 분야에서 널리 이용되고 있다.

[0003] 일반적으로, 얼굴 인식 방법은 학습 영상들을 이용하여 얼굴 인식을 수행하기 위한 인식기를 학습(training)시키는 단계와 학습된 인식기를 이용하여 입력 영상에 대한 얼굴 인식을 수행하는 단계를 포함한다. 인식기를 학습시키는 단계에서는, 학습 영상들로부터 얼굴 특징들이 추출되고, 인식기가 얼굴 특징들을 분류하여 학습을 수행한다. 얼굴 인식을 수행하는 단계에서는, 입력 영상으로부터 얼굴 특징들이 추출되고, 인식기가 추출된 얼굴 특징들에 기초하여 얼굴 인식을 수행한다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0004] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법은, 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하는 단계; 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계; 상기 확률 모델을 이용하여 상기 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 단계; 및 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0005] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽을 결정하는 단계; 상기 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링하는 단계; 상기 샘플링된 포인트들로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정하는 단계; 및 각각의 윤곽 포인트 세트들에 기초하여 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 단계는, 상기 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 상기 확률 모델에 적용하여 상기 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류하는 단계; 및 상기 분류 결과에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역을 나타내는 확률 맵 또는 얼굴 구성요

소 마스크를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0007] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 확률 맵 또는 상기 얼굴 구성요소 마스크를 이용하여 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 확률 모델을 생성하는 단계는, 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 상기 얼굴 영역에서 피부 영역에 관한 샘플링 영역을 결정하는 단계; 및 상기 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 피부 영역에 관한 가능성을 학습하여 상기 피부 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 확률 모델을 생성하는 단계는, 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 상기 얼굴 영역에서 얼굴 구성요소 영역에 관한 샘플링 영역을 결정하는 단계; 및 상기 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 가능성을 학습하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 얼굴 구성요소의 형상을 형성하는 포인트들 간의 사이 각을 멀티 레벨로 특징화하여 얼굴 구성요소 영역으로부터 현각도(Chord Angle) 특징을 추출할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 확률 모델에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 포함된 픽셀들의 확률 값을 식별하고, 상기 식별된 픽셀들의 확률 값에 기초하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 관한 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법에서, 상기 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 얼굴 구성요소 영역에 폴라 모델 형상을 적용하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 대한 폴라 형상 매트릭스를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 얼굴 인식 방법은, 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하는 단계; 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 단계; 상기 확률 모델에 기반하여 상기 얼굴 구성요소 영역에 관한 얼굴 특징 정보를 추출하는 단계; 및 상기 추출된 얼굴 특징 정보에 기초하여 상기 입력 영상에 나타난 얼굴을 인식하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 장치는, 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출하는 랜드마크 추출기; 상기 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성하는 확률 모델 생성기; 상기 확률 모델을 이용하여 상기 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 얼굴 구성요소 추출기; 및 상기 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출하는 얼굴 특징 추출기를 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 장치의 전체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 과정의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 멀티 레벨의 윤곽 특징을 추출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 픽셀 분류 영역을 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역을 위한 샘플링 영역을 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 얼굴 영역으로부터 추출된 얼굴 구성요소 영역의 일례들을 도시하는 도면이다.
- 도 9 및 도 10은 일 실시예에 따른 윤곽 레벨의 얼굴 특징을 추출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 일 실시예에 따른 영역 레벨의 얼굴 특징을 추출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 일 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 13은 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 장치의 구성을 도시하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0016] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 아래의 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 실시예의 범위가 본문에 설명된 내용에 한정되는 것으로 해석되어서는 안된다. 관련 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타내며, 공지된 기능 및 구조는 생략하도록 한다.
- [0017] 도 1은 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 장치의 전체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0018] 사용자의 얼굴 영역을 포함하는 얼굴 영상이 입력 영상으로서 얼굴 특징 추출 장치(100)에 입력된다. 입력 영상은 하나의 얼굴 영상 또는 복수의 얼굴 영상들로 구성될 수 있고, 사용자의 전체 얼굴 영역을 포함하거나 또는 얼굴의 일부 영역만을 포함할 수도 있다. 얼굴 특징 추출 장치(100)는 입력 영상으로부터 얼굴 특징 정보를 추출한다.
- [0019] 얼굴 특징 정보는 입력 영상으로부터 추출된 얼굴 특징에 관한 정보를 나타낸다. 얼굴 특징 정보는 얼굴의 형상(shape)에 관한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 정보는 입력 영상에 나타난 얼굴 구성요소(component)의 윤곽 또는 영역에 관한 특징 디스크립터를 포함할 수 있다. 얼굴 구성요소는 눈, 눈썹, 코, 입 또는 치아 등과 같이 사용자의 얼굴을 특징화하는데 중요한 역할을 하는 구성요소이다.
- [0020] 일반적으로, 입력 영상에 나타난 얼굴 영역으로부터 얼굴 특징을 추출하는데 있어, 수염 영역 및 피부 영역은 방해 요소로 작용할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 영역에서 피부 영역은 눈, 코 및 입 등의 얼굴 구성요소 영역의 특징 정도를 저하시킬 수 있다. 따라서, 얼굴 영역에서 피부 영역을 제외한 얼굴 구성요소 영역을 정확하게 추출하는 것은 정확한 얼굴 인식을 위해 중요하다.
- [0021] 얼굴 특징 추출 장치(100)는 피부 영역에 관한 확률 모델(probabilistic model)을 입력 영상에 적용하여 정교한 얼굴 구성요소 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0022] 얼굴 특징 추출 장치(100)는 입력 영상으로부터 얼굴 구성요소들에 관한 랜드마크(또는, 랜드마크 포인트)들을 추출하고, 추출된 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치(100)는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역들에 대한 가능성(likelihood) 학습(training)을 수행하는 것에 의해 확률 모델을 생성할 수 있다. 여기서, 가능성 학습이란 현재 얼굴 영역에서 랜드마크 기반의 피부 영역 또는 특정 얼굴 구성요소 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 얼굴 영역에 포함된 임의의 픽셀이 피부 영역 또는 특정 얼굴 구성요소 영역에 포함되는지를 학습하는 것을 나타낸다.
- [0023] 얼굴 특징 추출 장치(100)는 생성된 확률 모델을 이용하여 입력 영상에 나타난 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치(100)는 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 이와 같은 과정을 통해, 얼굴 특징 추출 장치(100)는 조명의 영향 또는 피부색의 영향에 강인하게 얼굴 구성요소 영역을 추출할 수 있다.
- [0024] 얼굴 특징 추출 장치(100)는 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽(contour) 레벨의 얼굴 특징, 영역(region) 레벨의 얼굴 특징 또는 픽셀(pixel) 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치(100)는 얼굴 구성요소의 형상을 형성하는 포인트들 간의 사이 각을 멀티 레벨로 특징화하여 회전, 크기, 이동, 및 모양 변화에 강인한 현각도(chord angle) 특징을 추출할 수 있다. 다른 예로, 얼굴 특징 추출 장치(100)는 폴라 모델 형상(polar model shape) 등을 이용하여 각 얼굴 구성요소 영역들로부터 영역 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다.
- [0025] 얼굴 특징 추출 장치(100)는 정교하게 분리된 얼굴 구성요소 영역들을 갖는 피부 제외 확률 맵(Skin Exclusion Probability Map) 또는 얼굴 구성요소 마스크(Face Component Mask) 등과 같이 형상 컨텍스트(shape contexts)를 나타내는 입력 영상에 대한 영역 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다. 또한, 얼굴 특징 추출 장치(100)는 입력 영상에 기존의 LBP(Local Binary Pattern), SIFT(Scale Invariant Feature Transform), HoG(Histogram



of Oriented Gradient) 또는 MCT(Modified Census Transform) 등의 특징 추출 기법을 적용한 픽셀 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다.

- [0026] 입력 영상이 인식기의 학습을 위한 학습 영상인 경우, 얼굴 특징 추출 장치(100)에 의해 추출된 학습 영상의 얼굴 특징 정보는 인식기를 학습시키는데 이용될 수 있다. 입력 영상이 얼굴 인식을 위한 타겟(target) 영상인 경우, 얼굴 특징 추출 장치(100)에 의해 추출된 타겟 영상의 얼굴 특징 정보에 기초하여 얼굴 인식이 수행될 수 있다.
- [0027]
- [0028] 도 2는 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 방법의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0029] 단계(210)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크(facial landmark)들을 추출한다. 얼굴의 랜드마크는, 예를 들어 눈썹, 눈 코, 입, 턱, 귀, 및 얼굴의 윤곽 등에 위치한 특징점들을 나타낸다.
- [0030] 얼굴 특징 추출 장치는 입력 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하고, 검출된 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소들에 대한 랜드마크들을 추출할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 관련 기술 분야에서 널리 이용되는 Haar 기반의 캐스케이드 에이다부스트 분류기(Haar-based cascade adaboost classifier)를 이용하여 입력 영상에서 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 그 후, 얼굴 특징 추출 장치는 능동적 윤곽 모델(ACM, Active Contour Model), 능동적 형상 모델(ASM, Active Shape Model), 능동적 외양 모델(AAM, Active Appearance model), 또는 SDM(Supervised Descent Method) 등을 이용하여 검출된 얼굴 영역 내에서 얼굴의 랜드마크들을 추출할 수 있다.
- [0031] 다른 실시예에 따르면, 얼굴 특징 추출 장치는 입력 영상에 대해 배경 제거(background removal) 또는 조명 보정(luminance correction) 등의 전처리 과정을 먼저 수행하고, 전처리 과정이 수행된 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출할 수 있다.
- [0032] 단계(220)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 단계(210)에서 추출된 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성한다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 영역에 포함된 픽셀들에 대해 각 픽셀이 피부 영역 또는 각각의 얼굴 구성요소 영역에 해당될 확률을 계산할 수 있다. 확률 모델을 통해 얼굴 영상에 포함된 특정 픽셀이 피부 영역에 해당될 확률 및 특정 얼굴 구성요소 영역에 해당될 확률이 결정될 수 있다. 각각의 픽셀들에 대해 계산된 확률 분포는 다변량 가우시안 확률 밀도 함수(Multivariate Gaussian PDF(Probability Density Function))으로 나타낼 수 있다.
- [0033] 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴의 랜드마크들의 위치 정보에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역 내에 포함된 픽셀들의 컬러 픽셀 값들에 대해 가능성 모델(likelihood model)을 학습하여 확률 모델을 생성할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따르면, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 얼굴 영역에서 피부 영역에 관한 샘플링 영역을 결정하고, 결정된 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 피부 영역에 관한 가능성(likelihood)을 학습하여 피부 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다. 또한, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 얼굴 영역에서 얼굴 구성요소 영역에 관한 샘플링 영역을 결정하고, 결정된 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 가능성을 학습하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다.
- [0035] 얼굴 특징 추출 장치가 샘플링 영역을 결정하는 과정은 도 7에서 보다 자세히 설명하도록 한다.
- [0036] 단계(230)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 이용하여 전체 얼굴 영역으로부터 보다 정교한 얼굴 구성요소 영역을 추출한다. 얼굴 특징 추출 장치는 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 이용하여 입력 영상으로부터 배경 영역 및 피부 영역이 제외된 정교한 얼굴 구성요소 영역을 추출할 수 있다.
- [0037] 얼굴 특징 추출 장치는 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역에서 피부 컬러일 확률이 작은 영역을 얼굴 구성요소 영역으로서 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 확률 모델에 적용하여 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 분류 결과에 기초하여 얼굴 구성요소 영역을 나타내는 피부 제외 확률 맵(Skin Exclusion Probability Map) 및 얼굴 구성요소 마스크(face component mask)를 생성할 수 있다. 피부 제외 확률 맵은 얼굴 영역으로부터 추출된 각각의 얼굴 구성요소들의 확률 정보를 포함한다.

- [0038] 단계(220) 내지 단계(230)에 대한 보다 자세한 내용은 도 4에서 후술하도록 한다.
- [0039] 단계(240)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 단계(230)에서 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출한다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징, 영역 레벨의 얼굴 특징 또는 픽셀 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다.
- [0040] 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크를 이용하여 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 얼굴 구성요소들에 관한 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 얼굴 영역으로부터 각각의 얼굴 구성요소 영역들을 식별할 수 있다.
- [0041] 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소의 형상을 형성하는 포인트들 간의 사이 각을 멀티 레벨로 특징화하여 얼굴 구성요소 영역으로부터 회전, 크기, 이동 및 모양의 변화에 강인한 현각도(Chord Angle) 특징을 추출할 수 있다.
- [0042] 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽을 결정하고, 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 샘플링된 포인트들로부터 멀티 레벨(multi-level)의 윤곽 포인트 세트들을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 윤곽 포인트 세트들에 기초하여 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스와 같은 윤곽 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치가 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스를 추출하는 과정은 도 5에서 보다 자세히 설명하도록 한다.
- [0043] 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들에 기초하여 얼굴 구성요소 영역으로부터 영역 레벨의 얼굴 특징 또는 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 각각의 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 얼굴 영역으로부터 각각의 얼굴 구성요소 영역들을 식별할 수 있다.
- [0044] 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 입력 영상으로부터 눈썹, 눈 및 입 등에 관한 특징 추출 영역을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 결정된 특징 추출 영역에 대해 폴라 모델 형상(Polar Model Shape) 등을 이용하여 영역 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 영역에 폴라 형상(polar shape)을 적용하여 얼굴 구성요소 영역에 대한 폴라 형상 매트릭스를 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치가 폴라 형상 매트릭스를 추출하는 과정은 도 11에서 보다 자세히 설명하도록 한다.
- [0045] 얼굴 특징 추출 장치는 피부 영역 및 얼굴 컴포넌트 영역에 관한 확률 모델로부터 결정된 확률 정보에 기초하여 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 확률 모델에 기초하여 얼굴 구성요소 영역에 포함된 픽셀들의 확률 값을 식별하고, 식별된 픽셀들의 확률 값에 기초하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 확률 모델로부터 결정된 확률 정보에 기존의 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT 등의 픽셀 레벨의 특징 추출 기법들을 적용하여 세부적인 모양 변화 구분이 가능한 변별력 있는 영상 특징을 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 입력 영상으로부터 눈썹, 눈 및 입 등에 관한 특징 추출 영역을 결정하고, 특징 추출 영역에 포함된 픽셀들의 확률 값에 기존의 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT의 특징 추출 기법들을 적용하여 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 확률 모델로부터 결정된 확률 정보에 기초하여 특징 추출 영역에 포함된 픽셀들의 확률 값이 결정될 수 있다.
- [0047] 단계(240)에 대한 보다 자세한 내용은 도 5 및 도 6에서 후술하도록 한다.
- [0048] 도 3은 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 과정의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 단계(a)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크(310)들을 추출하고, 추출된 얼굴의 랜드마크(310)들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역의 가능성 학습을 위한 샘플링 영역(320)들을 결정할 수 있다.
- [0050] 단계(b)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 샘플링 영역(320)들에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역들에 관한 가능성을 학습하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다.

다.

- [0051] 단계(c)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 확률 모델에 기초하여 입력 영상(330)으로부터 다른 영역은 제외한 얼굴 구성요소 영역을 추출할 수 있다. 예를 들어, 입력 영상(330)으로부터 눈썹 영역, 눈 영역, 코 영역 및 입 영역만이 추출될 수 있다. 추출된 얼굴 구성요소 영역들은 확률 정보를 포함하는 피부 제외 확률 맵(340)의 형태 또는 얼굴 구성요소 마스크의 형태로 표현될 수 있다.
- [0052] 단계(d)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 영역으로부터 영역 레벨의 얼굴 특징(350) 또는 윤곽 레벨의 얼굴 특징(360)을 추출할 수 있다. 도 3에 도시된 영역 레벨의 얼굴 특징(350)은 형상 컨텍스트(shape contexts) 특징을 나타내고, 윤곽 레벨의 얼굴 특징(360)은 각각의 얼굴 구성요소에 관한 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 나타낸다. 또한, 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 얼굴 구성요소 영역에 대한 결과 이미지들로부터 기존의 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT 등의 픽셀 레벨 특징 추출 기법들을 이용하여 세부적인 모양 변화 구분이 가능한 변별력 있는 얼굴 특징을 추출할 수도 있다.
- [0053]
- [0054] 도 4는 일 실시예에 따른 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0055] 단계(410)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 및 얼굴 구성요소에 관한 샘플링 영역을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소들에 대한 랜드마크들에 기초하여 얼굴 영역 내에서 가능성 학습에 필요한 샘플링 영역을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 영역 내에서 피부 영역의 가능성 학습에 필요한 피부 샘플링 영역 및 각각의 얼굴 구성요소 영역들의 가능성 학습에 필요한 얼굴 구성요소 샘플링 영역들을 결정할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 구성요소 샘플링 영역들은 눈썹, 눈, 코 및 입 각각에 관한 샘플링 영역을 포함할 수 있다.
- [0056] 다른 실시예에 따르면, 얼굴 특징 추출 장치는 샘플링 영역을 보다 정밀하게 결정하기 위해, SLIC(Simple Linear Iterative Clustering) 등과 같은 이미지 클러스터링(image clustering) 기법을 이용할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 이미지 클러스터링 기법을 이용하여 미리 설정된 샘플링 영역 및 해당 샘플링 영역의 주변 영역을 포함하는 클러스터 영역의 평균(mean) 값 및 분산(variance) 값을 주변 클러스터 영역과 비교하고, 비교 결과에 기초하여 가능성 학습에 필요한 샘플링 영역을 재결정할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 클러스터 영역의 평균 값이 주변 클러스터 영역들보다 높고, 클러스터 영역의 분산 값이 주변 클러스터 영역들보다 상대적으로 낮은 영역을 샘플링 영역으로 재결정할 수 있다.
- [0057] 단계(420)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 단계(410)에서 결정된 샘플링 영역들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 피부 영역에 관한 확률 모델 및 각각의 얼굴 구성요소 영역들에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다. 확률 모델은 확률 밀도 함수의 형태를 가질 수 있고, 얼굴 특징 추출 장치는 확률 밀도 함수의 평균 및 분산을 결정할 수 있다.
- [0058] 얼굴 특징 추출 장치는 피부 샘플링 영역에 기초하여 피부 컬러 확률 분포를 획득할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 피부 샘플링 영역에 포함된 3채널(Red, Green, Blue)의 피부 컬러 입력에 대한 가능성(likelihood)을 학습하여 피부 컬러에 대한 다변량 가우시안 확률 밀도 함수를 획득할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 다음의 수학적 식 1에 기초하여 피부 컬러에 대한 다변량 가우시안 확률 밀도 함수를 계산할 수 있다.

**수학적 식 1**

$$P_s(x_s | \mu_s, \Sigma_s) = \frac{1}{(2\pi)^{D/2} |\Sigma_s|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} (x_s - \mu_s)^T \Sigma_s^{-1} (x_s - \mu_s)\right)$$

[0059]

- [0060] 수학적 식 1에서,  $P_s()$ 는 현재 입력 영상에 대한 피부 컬러 분포를 나타내는 다변량 가우시안 확률 밀도 함수를 나타낸다.  $x_s$ 는 피부 샘플링 영역에서 획득된 3D(Dimensional) 컬러 벡터 값을 나타내고,  $\mu_s$ 와  $\Sigma_s$ 는 각각 피부 샘플링 영역에 대한 3D 컬러 입력 벡터의 평균 값과 공분산(covariance) 값을 나타낸다. D는 차원

(Dimension)의 크기를 나타내고, 여기서는 컬러 공간에서 픽셀당 컴포넌트의 개수로 '3'의 값을 가진다. 아래 첨자 s는 피부(skin) 영역에 관한 것임을 나타낸다.

[0061] 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 샘플링 영역에 기초하여 각각의 얼굴 구성요소들에 관한 얼굴 구성요소 컬러 확률 분포를 획득할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 얼굴 구성요소 샘플링 영역들에 포함된 3채널(Red, Green Blue)의 얼굴 구성요소 컬러 입력에 대한 가능성을 학습하여 각각의 얼굴 구성요소 컬러에 대한 다변량 가우시안 확률 밀도 함수를 획득할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 다음의 수학적 식 2에 기초하여 각각의 얼굴 구성요소 컬러에 대한 다변량 가우시안 확률 밀도 함수를 계산할 수 있다.

수학적 식 2

$$P_c(x_c | \mu_c, \Sigma_c) = \frac{1}{(2\pi)^{D/2} |\Sigma_c|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} (x_c - \mu_c)^T \Sigma_c^{-1} (x_c - \mu_c)\right)$$

[0062] 수학적 식 2에서,  $P_c()$ 는 현재 입력 영상에 대한 각각의 얼굴 구성요소 컬러 분포를 나타내는 다변량 가우시안 확률 밀도 함수를 나타낸다.  $x_c$ 는 얼굴 구성요소 샘플링 영역에서 획득된 3D 컬러 벡터 값을 나타내고,  $\mu_c$ 와  $\Sigma_c$ 는 각각 얼굴 구성요소 샘플링 영역에 대한 3D 컬러 입력 벡터의 평균 값과 공분산 값을 나타낸다. D는 차원의 크기를 나타내고, 여기서는 컬러 공간에서 픽셀당 컴포넌트의 개수로 '3'의 값을 가진다. 아래 첨자 c는 얼굴 구성요소에 관한 것임을 나타낸다.

[0064] 얼굴 특징 추출 장치는 수학적 식 1 및 수학적 식 2에 기초하여 결정된 다변량 가우시안 확률 밀도 함수들에 기초하여 피부 영역에 관한 확률 모델 및 각 얼굴 구성요소들에 관한 확률 모델들을 결정할 수 있다.

[0065] 단계(430)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 단계(420)에서 생성된 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역에 포함된 픽셀들을 분류(classification)할 수 있다. 픽셀들의 분류 결과에 기초하여 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역이 추출될 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 피부 영역에 관한 확률 모델 및 각 얼굴 구성요소들에 관한 확률 모델들에 기초하여 얼굴 영역에 포함된 각 픽셀들이 피부 영역 또는 특정 얼굴 구성요소 영역에 포함되는지 여부를 결정할 수 있다.

[0066] 다른 실시예에 따르면, 얼굴 특징 추출 장치는 보다 정교한 픽셀 분류를 수행하기 위한 확장된 픽셀 분류 영역을 결정하고, 픽셀 분류 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 픽셀들을 분류할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치가 확장된 픽셀 분류 영역을 결정하는 과정은 도 6에서 보다 자세히 설명하도록 한다.

[0067] 단계(440)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 단계(430)의 분류 결과에 기초하여 피부 제외 확률 맵을 생성할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 확률 모델을 통해 결정된 피부 영역에 관한 확률 값들 및 각 얼굴 구성요소들에 관한 확률 값들을 비교하여 피부 제외 확률 맵을 생성할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 다음의 수학적 식 3에 기초하여 눈의 얼굴 구성요소에 대한 피부 제외 확률 맵을 계산할 수 있다.

수학적 식 3

$$\begin{aligned} P(\text{Eye} | x) &> P(\text{Skin} | x) \\ \Rightarrow \frac{P(x | \text{Eye})P(\text{Eye})}{P(x)} &> \frac{P(x | \text{Skin})P(\text{Skin})}{P(x)} \quad (\text{Bayes's Rule}) \\ \Rightarrow P(x | \text{Eye}) &> P(x | \text{Skin}), \quad \text{if } P(\text{Eye}) = P(\text{Skin}) \end{aligned}$$

[0069] 수학적 식 3에서  $P(\text{Eye} | x)$ 는 현재 픽셀 x가 눈(eye) 영역일 확률을 나타내고,  $P(\text{Skin} | x)$ 는 현재 픽셀 x가 피부 영역일 확률을 나타낸다. 픽셀 x의 3채널(Red, Green, Blue)의 컬러 입력 값이 피부 제외 확률 맵의

계산을 위해 이용된다.

- [0070] 예를 들어, 얼굴 영역에서 어느 픽셀이 눈 영역일 확률과 피부 영역일 확률이 동일하다고 가정하고, 베이즈 규칙(Bayes's Rule)을 이용하면, 얼굴 특징 추출 장치는 눈 영역에 관한 샘플링 영역과 피부 영역에 관한 샘플링 으로부터 획득된 각각의 확률 분포 함수를 이용하여 수학식 3에서와 같이 얼굴 영역에서 피부 컬러를 가지는 픽셀 영역을 제거하여 눈 영역에 관한 윤곽/영역만을 분리할 수 있다. 수학식 3에서 픽셀  $x$ 가 피부 영역일 확률 보다 높은 얼굴 구성요소의 확률을 가지는 영역만 추출하면, 추출된 영역이 해당 얼굴 구성요소의 영역이 되고, 추출된 영역은 피부 제외 확률 맵으로 표현될 수 있다.
- [0071] 단계(450)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵의 노이즈를 저감(reduction)시킬 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 관련 기술 분야에서 널리 이용되는 MRF(Markov Random Field) 또는 Graph Cut 등의 노이즈 제거 기법을 이용하여 피부 제외 확률 맵에 포함된 노이즈를 저감시킬 수 있다.
- [0072] 단계(460)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 노이즈가 저감된 피부 제외 확률 맵에 기초하여 얼굴 구성요소 마스크를 생성할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 얼굴 구성요소들에 대한 얼굴 구성요소 마스크들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 0 부터 1까지의 확률 값을 가지는 각각의 얼굴 구성요소들에 관한 피부 제외 확률 맵들에서 확률 값이 0 또는 1이 되도록 이진화하여 각각의 얼굴 구성요소들에 대한 얼굴 구성요소 마스크들을 생성할 수 있다.
- [0073]
- [0074] 도 5는 일 실시예에 따른 멀티 레벨의 윤곽 특징을 추출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0075] 단계(510)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 마스크에 기초하여 얼굴 영역으로부터 각각의 얼굴 구성요소 영역들을 식별 하고, 얼굴 구성요소 영역들에 대한 닫힌 윤곽(closed contour)을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 영역들에 닫힌 윤곽 상에서 등간격으로 복수의 포인트들을 샘플링할 수 있다.
- [0076] 단계(520)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 단계(510)에서 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 샘플링된 샘플링 포인트들 로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트(multi-level contour points set)들을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 얼굴 구성요소의 윤곽 상의 샘플링 포인트들로부터 다각형 근사법(polygonal approximation)에 기반하여 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 상위 레벨(예 를 들어, fine level)에서는 보다 많은 샘플링 포인트들에 기초하여 윤곽 포인트 세트를 구성하고, 하위 레벨 (예를 들어, coarse level)에서는 적은 샘플링 포인트들에 기초하여 윤곽 포인트 세트를 구성할 수 있다.
- [0077] 단계(530)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 윤곽 포인트 세트들에 대해 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 윤곽 포인트 세트들에 대해 현각도(chord angle)에 관한 디스크립터 를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소의 윤곽 상에 위치한 샘플링 포인트들 간의 사이 각 을 특징화하여 현각도(Chord Angle)에 관한 특징을 추출하고, 각각의 닫힌 윤곽 상에서 샘플링된 포인트들에 대 한 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스(chord angle descriptor matrix)를 생성할 수 있다. 각각의 얼굴 구성요소들의 윤곽 상의 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들은 각 레벨의 윤곽 포인트 세트들에 대 해 모두 생성될 수 있다. 얼굴 인식 과정에서는 복수의 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들 중 얼굴 표정 등의 변화에 강인한 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스가 선택되어 이용될 수 있다.
- [0078]
- [0079] 도 6은 일 실시예에 따른 픽셀 분류 영역을 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 영역에서 픽셀 분류 영역을 결정하고, 결정된 픽셀 분류 영역으로부터 정교한 얼굴 구성요소 윤곽 및 영역 을 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 확률 모델을 이용하여 픽셀 분류 영역 내에서 피부 영역에 관한 확 률 분포 함수와 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 분포 함수를 비교할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 비교 결 과에 기초하여, 픽셀 분류 영역에 포함된 픽셀들 중 피부 영역에 해당되는 픽셀을 제거함으로써 입력 영상으로 부터 정교한 얼굴 구성요소 영역을 추출할 수 있다.
- [0080] 픽셀 분류 영역은 가능성 학습이 수행되는 샘플링 영역보다 충분히 커야 픽셀 분류 영역이 각각의 얼굴 구성요 소 영역들을 모두 포함할 수 있고, 해당 픽셀 분류 영역에서 정교한 얼굴 구성요소 영역의 추출이 가능하게 된 다.
- [0081] 도 6을 참조하면, (a) 단계에서 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소들에 관한 얼굴의 랜드마크(610)들에 기초

하여 닫힌 윤곽(620)을 결정할 수 있다. (a) 단계에서는 눈썹과 눈을 포함하는 닫힌 윤곽(620)을 예로 든다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴의 랜드마크들(610)들에 기초하여 닫힌 윤곽(620)과 같은 초기 픽셀 분류 영역을 결정할 수 있다.

[0082] (b) 단계에서, 얼굴 특징 추출 장치는 닫힌 윤곽(620)에 대한 무게 중심(Centroid of Gravity; CoG)을 계산할 수 있다. (c) 단계에서, 얼굴 특징 추출 장치는 무게 중심으로부터 닫힌 윤곽(620) 상의 각 샘플링 포인트들까지의 거리를 확장한 위치의 포인트들을 계산할 수 있다. (d) 단계에서, 얼굴 특징 추출 장치는 (c) 단계에서 계산된 확장한 위치의 포인트들을 연결하여 최종적인 픽셀 분류 영역(630)을 결정할 수 있다.

[0083]

[0084] 도 7은 일 실시예에 따른 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역을 위한 샘플링 영역을 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0085] 얼굴 특징 추출 장치는 입력 영상으로부터 추출된 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 대한 샘플링 영역들을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 학습을 수행하고, 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다.

[0086] (a)에는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 결정된 피부 영역에 대한 샘플링 영역(710)이 도시되어 있다. 여기서는, 코 영역이 피부 컬러와 유사하기 때문에 피부 영역에 포함된다고 가정한다. (c)에는 입 주변 영역에서 추출된 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 결정된 입 영역에 대한 샘플링 영역(740)이 도시되어 있다. 일 실시예에 따르면, 이미지 클러스터링 기법을 통해 보다 정밀한 샘플링 영역이 재결정될 수 있다. 예를 들어, 얼굴 특징 추출 장치는 (b)에서와 같이 이미지 클러스터링 기법을 이용하여 눈 영역에 대해 기결정된 샘플링 영역(720)보다 더 정밀한 샘플링 영역(730)을 결정할 수 있다. 샘플링 영역들(710, 720, 730, 740)은 얼굴 영역에서 조명이나 가림(occlusion) 등에 상대적으로 강인한 피부 영역 또는 얼굴 구성요소 영역을 대표하는 컬러 픽셀들을 포함하는 영역들이다.

[0087]

[0088] 도 8은 일 실시예에 따른 얼굴 영역으로부터 추출된 얼굴 구성요소 영역의 일례들을 도시하는 도면이다. 얼굴 영역으로부터 추출된 얼굴 구성요소 영역은 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크 등의 형태로 표현될 수 있다.

[0089] (a)에는, 입력 영상(810)으로부터 생성된 피부 제외 확률 맵(820)과 얼굴 구성요소 마스크(830)가 도시되어 있다. (b)에는 다른 입력 영상(850)으로부터 생성된 피부 제외 확률 맵(850) 및 얼굴 구성요소 마스크(860)가 도시되어 있다. 피부 제외 확률 맵들(820, 850)은 얼굴 구성요소 영역에 포함된 픽셀들에 대한 확률 값 정보를 포함할 수 있다. 피부 제외 확률 맵들(820, 850)은 0 부터 1까지의 확률 값 정보를 포함할 수 있고, 얼굴 구성요소 마스크들(830, 860)은 0 또는 1의 확률 값 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 각각의 피부 제외 확률 맵들(820, 850)에서 0보다 큰 확률 값을 가지는 픽셀들의 확률 값을 1로 설정하는 것에 의해 각각의 얼굴 구성요소 마스크들(830, 860)이 생성될 수 있다.

[0090] 도 9 및 도 10은 일 실시예에 따른 윤곽 레벨의 얼굴 특징을 추출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0091] 도 9는 일 실시예에 따른 입력 영상으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징들 중 하나인 현각도(Chord Angle) 특징을 추출하는 과정을 도시하고 있다. (a)는 입력 영상을 나타내고, (b)는 각각의 얼굴 구성요소들에 대한 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 나타낸다. (c)는 각각의 얼굴 구성요소들에 대해 계산된 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 통합하여 벡터화한 것을 나타낸다.

[0092] 얼굴 특징 추출 장치는 입력 영상이 입력되면, 눈과 눈썹 사이, 코, 윗 입술(upper lips), 아랫 입술(lower lips) 등의 각 얼굴 구성요소들의 윤곽을 결정하고, 얼굴 구성요소들의 윤곽에서 샘플링된 샘플링 포인트들로부터 다각형 근사법에 기반하여 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정할 수 있다. 그 후, 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 윤곽 포인트 세트들에 대해 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 계산할 수 있다.

[0093] 예를 들어, 얼굴 인식 등에 이용될 얼굴 특징 정보는 (c)에서와 같이 각각의 얼굴 구성요소들에 대해 계산된 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 멀티 차원의 벡터로 통합되어 이용될 수 있다. (c)에서 'D'는 차원(Dimension)을 나타낸다. 얼굴 인식 과정에서는 모든 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들이 이용되

지 않고, 특정 얼굴 구성요소의 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스만이 선택적으로 이용되거나, 복수의 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들이 조합되어 윤곽 레벨의 얼굴 특징으로 이용될 수 있다.

- [0094] 도 10은 일 실시예에 따른 다각형 근사법에 기반하여 멀티 레벨의 현각도(Chord Angle) 특징을 추출하는 과정을 도시하고 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 샘플링된 샘플링 포인트들로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정할 수 있다. (a)는 가장 상위 레벨일 경우로서 보다 정교한 레벨의 윤곽 포인트 세트들이 결정된 경우를 나타내고, (b)와 (c)는 각각 중간 레벨 및 하위 레벨에서 결정된 윤곽 포인트 세트들을 나타낸다. 하위 레벨로 갈수록 윤곽 포인트 세트를 구성하는 샘플링 포인트들의 수가 감소된다.
- [0095] 도 10에서 인덱스(1010)는 레벨에 따른 윤곽 포인트 세트들의 변화를 나타내고, 인덱스(1020)는 각 레벨의 윤곽 포인트 세트들에 대해 계산된 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스를 나타낸다. 얼굴 특징 추출 장치는 각 레벨의 윤곽 포인트 세트들에 대해 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 생성하고, 각 레벨에 따른 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스들을 모두 저장할 수 있다.
- [0096]
- [0097] 도 11은 일 실시예에 따른 영역 레벨의 얼굴 특징을 추출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 얼굴 특징 추출 장치는 폴라 모델 형상과 폴라 형상 매트릭스들을 통해 각 얼굴 구성요소 영역들로부터 영역 레벨의 얼굴 특징을 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출 장치는 각각의 얼굴 구성요소 영역들에서 무게 중심을 계산하고, 무게 중심을 기준으로 한 폴라 모델 형상을 각각의 얼굴 구성요소 영역들에 적용하여 폴라 형상 매트릭스들을 결정할 수 있다.
- [0098] 도 11에는 입 영역에 대한 폴라 형상 매트릭스를 결정하는 일례가 도시되어 있다. (a)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 입력 영상(1110)에서 입 영역을 포함하는 주변 영역(1120)에서 입 영역에 대한 무게 중심을 계산하고, 무게 중심을 기준으로 한 폴라 모델 형상(1130)을 입 영역에 적용하여 폴라 형상 매트릭스를 결정할 수 있다. 여기서, 입력 영상(1110)에 대한 폴라 형상 매트릭스의 컴포넌트(component)들은 픽셀의 컬러 벡터 값에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0099] (b)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 피부 제외 확률 맵(1140)에서 입 영역을 포함하는 주변 영역(1150)에서 입 영역에 대한 무게 중심을 계산하고, 무게 중심을 기준으로 한 폴라 모델 형상(1160)을 입 영역에 적용하여 폴라 형상 매트릭스를 결정할 수 있다. 여기서, 피부 제외 확률 맵(1140)에 대한 폴라 형상 매트릭스의 컴포넌트들은 0 부터 1 까지의 확률 값에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0100] (c)에서, 얼굴 특징 추출 장치는 얼굴 구성요소 마스크(1170)에서 입 영역을 포함하는 주변 영역(1180)에서 입 영역에 대한 무게 중심을 계산하고, 무게 중심을 기준으로 한 폴라 모델 형상(1190)을 입 영역에 적용하여 폴라 형상 매트릭스를 결정할 수 있다. 여기서, 얼굴 구성요소 마스크(1170)에 대한 폴라 형상 매트릭스의 컴포넌트들은 0 또는 1의 확률 값에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0101]
- [0102] 도 12는 일 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0103] 단계(1210)에서, 얼굴 인식 장치는 얼굴 인식을 위한 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출한다. 얼굴 인식 장치는 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하고, 검출된 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소들에 대한 랜드마크들을 추출할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 인식 장치는 Haar 기반의 캐스케이드 에이 다부스트 분류기를 이용하여 입력 영상에서 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 그 후, 얼굴 인식 장치는 능동적 윤곽 모델, 능동적 형상 모델, 능동적 외양 모델, 또는 SDM 등을 이용하여 검출된 얼굴 영역 내에서 얼굴의 랜드마크들을 추출할 수 있다.
- [0104] 다른 실시예에 따르면, 얼굴 인식 장치는 입력 영상에 대해 배경 제거 또는 조명 보정 등의 전처리 과정을 먼저 수행하고, 전처리 과정이 수행된 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출할 수 있다.
- [0105] 단계(1220)에서, 얼굴 인식 장치는 단계(1210)에서 추출된 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성한다. 얼굴 인식 장치는 얼굴 영역에 포함된 픽셀들에 대해 각 픽셀이 피부 영역 또는 각각의 얼굴 구성요소 영역에 해당될 확률을 계산할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 얼굴의 랜드마크들의 위치 정보에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역 내에 포함된 픽셀들의 컬러 픽셀 값들에 기초하여 가능성 모델을 학습하는 것에 의해 확률 모델을 생성할 수 있다. 확률 모델을 통해 얼굴 영상에 포함된 특징

픽셀이 피부 영역에 해당될 확률 및 특정 얼굴 구성요소 영역에 해당될 확률이 결정될 수 있다.

- [0106] 일 실시예에 따르면, 얼굴 인식 장치는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 얼굴 영역에서 샘플링 영역을 결정하고, 결정된 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델들을 생성할 수 있다.
- [0107] 단계(1230)에서, 얼굴 인식 장치는 단계(1220)에서 생성된 확률 모델에 기반하여 얼굴 구성요소 영역에 관한 얼굴 특징 정보를 추출한다.
- [0108] 얼굴 인식 장치는 현재 입력 영상에서 랜드마크 기반으로 학습한 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역에서 피부 컬러일 확률이 작은 영역을 얼굴 구성요소 영역으로서 추출할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 확률 모델에 적용하여 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 분류 결과에 기초하여 얼굴 구성요소 영역을 나타내는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크를 생성할 수 있다.
- [0109] 얼굴 인식 장치는 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징 정보, 영역 레벨의 얼굴 특징 정보, 또는 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0110] 예를 들어, 얼굴 인식 장치는 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽을 결정하고, 결정된 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 샘플링된 포인트들로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정하고, 각각의 윤곽 포인트 세트들에 기초하여 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스 등과 같은 윤곽 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0111] 다른 예로, 얼굴 인식 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 입력 영상으로부터 눈썹, 눈 및 입 등에 관한 특징 추출 영역을 결정할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 결정된 특징 추출 영역에 대해 폴라 모델 형상 등을 이용하여 영역 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 얼굴 구성요소 영역에 폴라 형상을 적용하여 얼굴 구성요소 영역에 대한 폴라 형상 매트릭스를 결정할 수 있다.
- [0112] 또 다른 예로, 얼굴 인식 장치는 확률 모델로부터 결정된 확률 값에 기존의 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT 등의 픽셀 레벨의 특징 추출 기법들을 적용하여 세부적인 모양 변화의 구분이 가능한 변별력 있는 영상 특징을 추출할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 입력 영상으로부터 눈썹, 눈 및 입 등에 관한 특징 추출 영역을 결정하고, 결정된 특징 추출 영역에 대응되는 피부 제외 확률 맵의 확률 값들에 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT의 특징 추출 기법들을 적용하여 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0113] 얼굴 인식 장치가 단계(1210) 내지 단계(1230)을 통해 입력 영상으로부터 얼굴 특징 정보를 추출하는 동작은, 도 1 내지 도 11을 통해 설명된 얼굴 특징 추출 장치에 의해 입력 영상으로부터 얼굴 특징 정보를 추출하는 동작에 대응될 수 있다.
- [0114] 단계(1240)에서, 얼굴 인식 장치는 단계(1230)에서 추출된 얼굴 특징 정보에 기초하여 입력 영상에 나타난 얼굴을 인식할 수 있다. 얼굴 인식 장치는 입력 영상으로부터 추출된 얼굴 특징 정보를 데이터베이스에 미리 저장된 기준 얼굴 특징 정보와 비교하여 입력 영상으로부터 추출된 얼굴 특징 정보와 기준 얼굴 특징 정보 간의 유사도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 인식 장치는 관련 기술 분야에서 널리 이용되는 PCA(Principal Component Analysis) 기법 또는 LDA(Linear Discriminate Analysis) 기법 등을 이용하여 입력 영상으로부터 추출된 얼굴 특징 정보와 기준 얼굴 특징 정보 간의 유사도를 계산할 수 있다.
- [0115] 얼굴 인식 장치는 입력 영상으로부터 추출된 얼굴 특징 정보와 기준 얼굴 특징 정보 간의 유사도가 미리 설정된 조건을 만족하는 경우에는 얼굴 인식이 성공하였다고 결정하고, 그렇지 않은 경우에는 얼굴 인식이 실패하였다고 결정할 수 있다. 얼굴 인식 결과는 디스플레이 또는 오디오를 통해 사용자에게 제공될 수 있다.
- [0116]
- [0117] 도 13은 일 실시예에 따른 얼굴 특징 추출 장치의 구성을 도시하는 도면이다.
- [0118] 도 13을 참조하면, 얼굴 특징 추출 장치(1300)는 랜드마크 추출기(1310), 확률 모델 생성기(1320), 얼굴 구성요소 추출기(1330) 및 얼굴 특징 추출기(1340)를 포함한다.
- [0119] 랜드마크 추출기(1310)는 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출한다. 랜드마크 추출기(1310)는 얼굴 영역을 포함하는 입력 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하고, 검출된 얼굴 영역으로부터 일



굴 구성요소들에 대한 랜드마크들을 추출할 수 있다. 예를 들어, 랜드마크 추출기(1310)는 능동적 윤곽 모델, 능동적 형상 모델, 능동적 외양 모델, 또는 SDM 등을 이용하여 검출된 얼굴 영역 내에서 얼굴의 랜드마크들을 추출할 수 있다.

[0120] 다른 실시예에 따르면, 랜드마크 추출기(1310)는 입력 영상에 대해 배경 제거 또는 조명 보정 등의 전처리 과정을 먼저 수행하고, 전처리 과정이 수행된 입력 영상으로부터 얼굴의 랜드마크들을 추출할 수 있다.

[0121] 확률 모델 생성기(1320)는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성한다. 확률 모델 생성기(1320)는 얼굴 영역에 포함된 픽셀들에 대해 각 픽셀이 피부 영역 또는 각각의 얼굴 구성요소 영역에 해당될 확률을 계산할 수 있다. 확률 모델 생성기(1320)는 얼굴의 랜드마크들의 위치 정보에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역 내에 포함된 픽셀들의 컬러 픽셀 값들에 대해 가능성 모델을 학습하여 확률 모델을 생성할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 확률 모델 생성기(1320)는 얼굴의 랜드마크들에 기초하여 얼굴 영역에서 샘플링 영역을 결정할 수 있다. 확률 모델 생성기(1320)는 샘플링 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값에 기초하여 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 생성할 수 있다.

[0122] 얼굴 구성요소 추출기(1330)는 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역에 관한 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역으로부터 얼굴 구성요소 영역을 추출한다. 얼굴 구성요소 추출기(1330)는 확률 모델을 이용하여 얼굴 영역에서 피부 컬러일 확률이 작은 영역을 얼굴 구성요소 영역으로서 추출할 수 있다. 얼굴 구성요소 추출기(1330)는 얼굴 영역에 포함된 픽셀들의 픽셀 값을 확률 모델에 적용하여 얼굴 영역을 피부 영역 및 얼굴 구성요소 영역으로 분류할 수 있다. 얼굴 구성요소 추출기(1330)는 분류 결과에 기초하여 피부 제외 확률 맵 및 각각의 얼굴 구성요소들에 대한 얼굴 구성요소 마스크들을 생성할 수 있다.

[0123] 얼굴 특징 추출기(1340)는 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 얼굴 특징 정보를 추출한다. 얼굴 특징 추출기(1340)는 추출된 얼굴 구성요소 영역으로부터 윤곽 레벨의 얼굴 특징 정보, 영역 레벨의 얼굴 특징 정보, 또는 픽셀 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0124] 얼굴 특징 추출기(1340)는 얼굴 구성요소 영역에 기초하여 얼굴 구성요소의 윤곽을 결정하고, 결정된 얼굴 구성요소의 윤곽 상에서 복수의 포인트들을 샘플링할 수 있다. 얼굴 특징 추출기(1340)는 샘플링된 포인트들로부터 멀티 레벨의 윤곽 포인트 세트들을 결정하고, 각각의 윤곽 포인트 세트들에 기초하여 현각도(Chord Angle) 디스크립터 매트릭스 등과 같은 윤곽 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0125] 얼굴 특징 추출기(1340)는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 입력 영상으로부터 눈썹, 눈 및 입 등에 관한 특징 추출 영역을 결정할 수 있다. 얼굴 특징 추출기(1340)는 결정된 특징 추출 영역에 대해 폴라 모델 형상 등을 이용하여 영역 레벨의 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출기(1340)는 얼굴 구성요소 영역에 폴라 형상을 적용하여 얼굴 구성요소 영역에 대한 폴라 형상 매트릭스를 결정할 수 있다.

[0126] 얼굴 특징 추출기(1340)는 확률 모델로부터 결정된 확률 값에 기존의 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT 등의 픽셀 레벨의 특징 추출 기법들을 적용하여 세부적인 모양 변화의 구분이 가능한 변별력 있는 영상 특징을 추출할 수 있다. 얼굴 특징 추출기(1340)는 피부 제외 확률 맵 또는 얼굴 구성요소 마스크들을 이용하여 입력 영상으로부터 눈썹, 눈 및 입 등에 관한 특징 추출 영역을 결정하고, 결정된 특징 추출 영역에 대응되는 피부 제외 확률 맵의 확률 값들에 LBP, SIFT, HoG 또는 MCT의 특징 추출 기법들을 적용하여 얼굴 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0127] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, 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 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(configuration)도 가능하다.

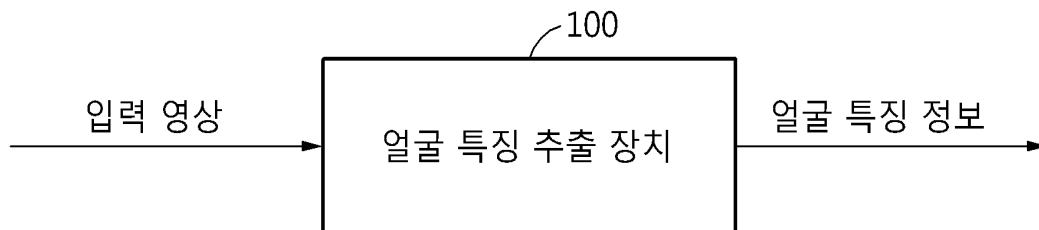
[0128] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)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.

[0129] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

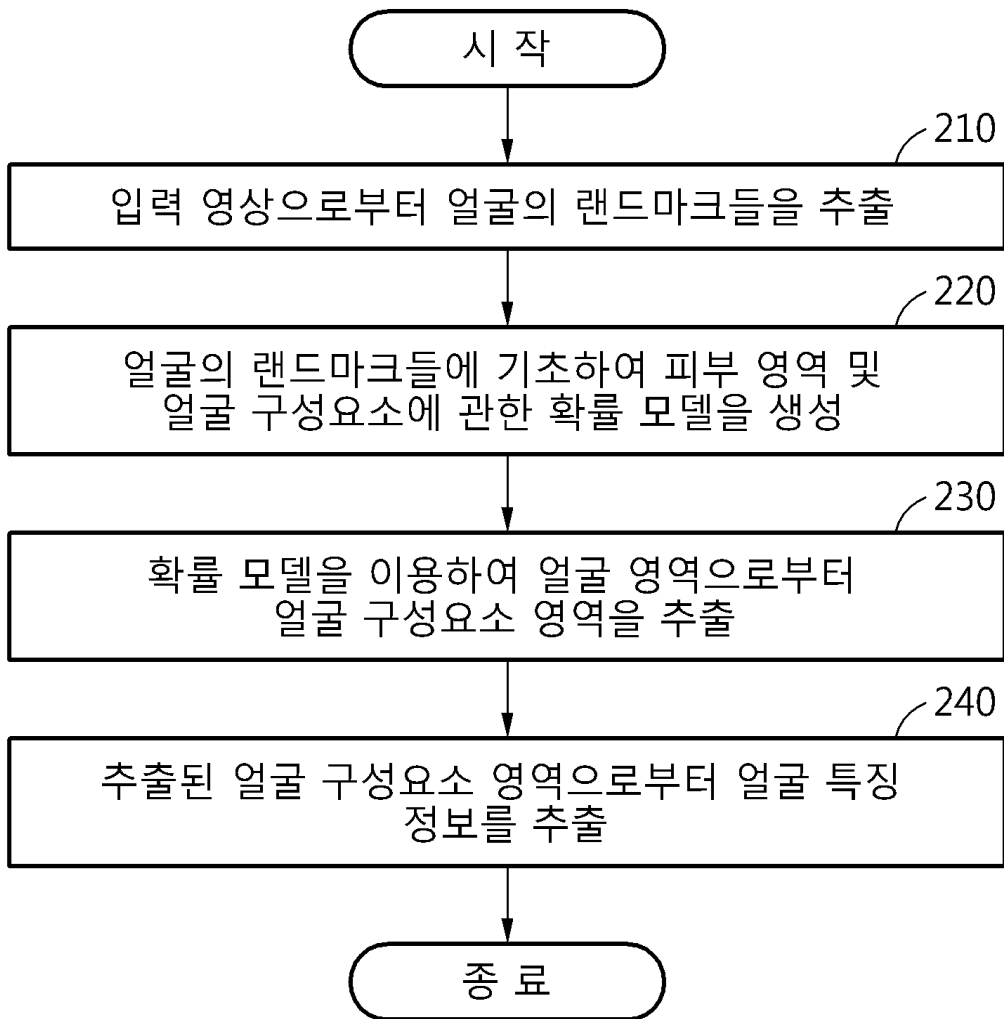
[0130] 이상과 같이 비록 한정된 도면에 의해 실시예들이 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

**도면**

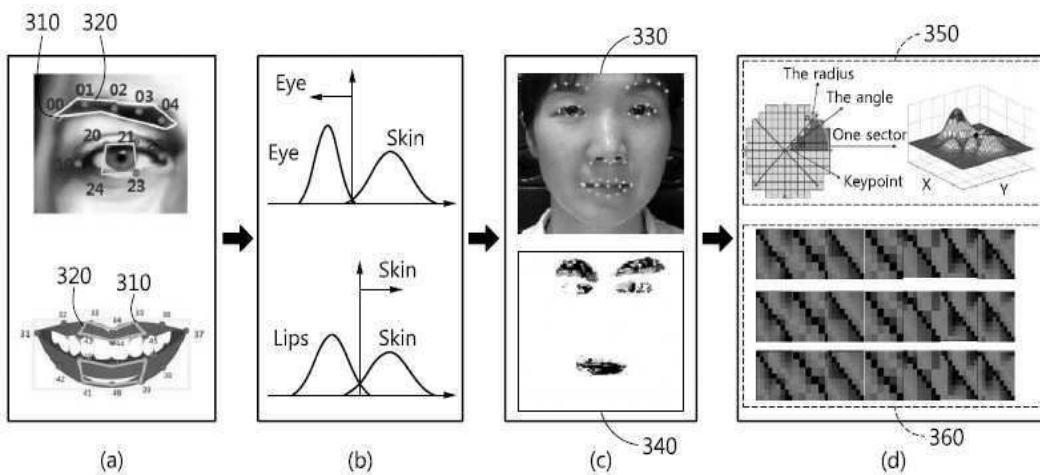
**도면1**



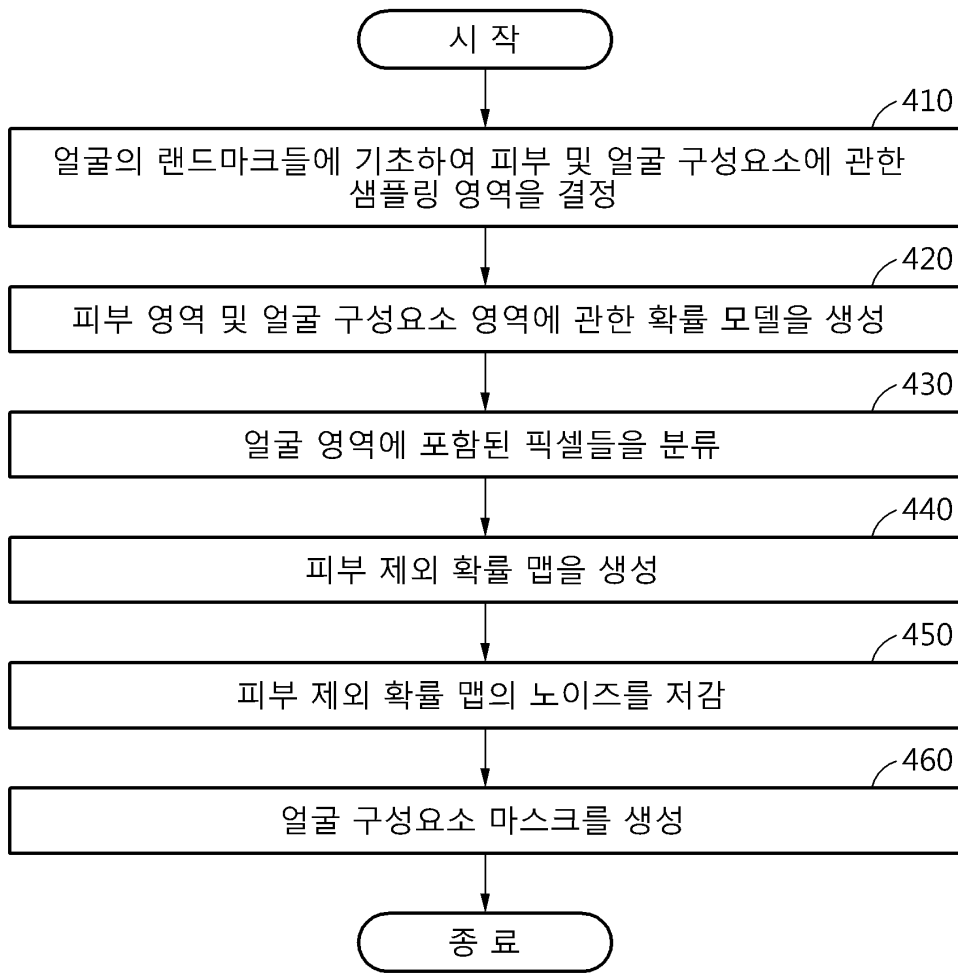
도면2



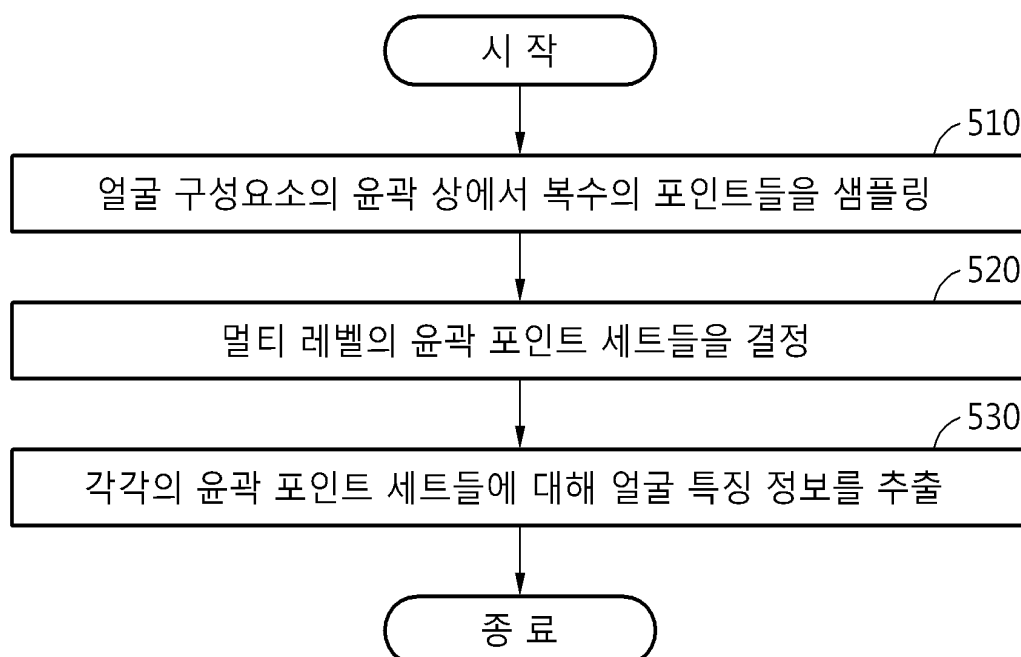
도면3



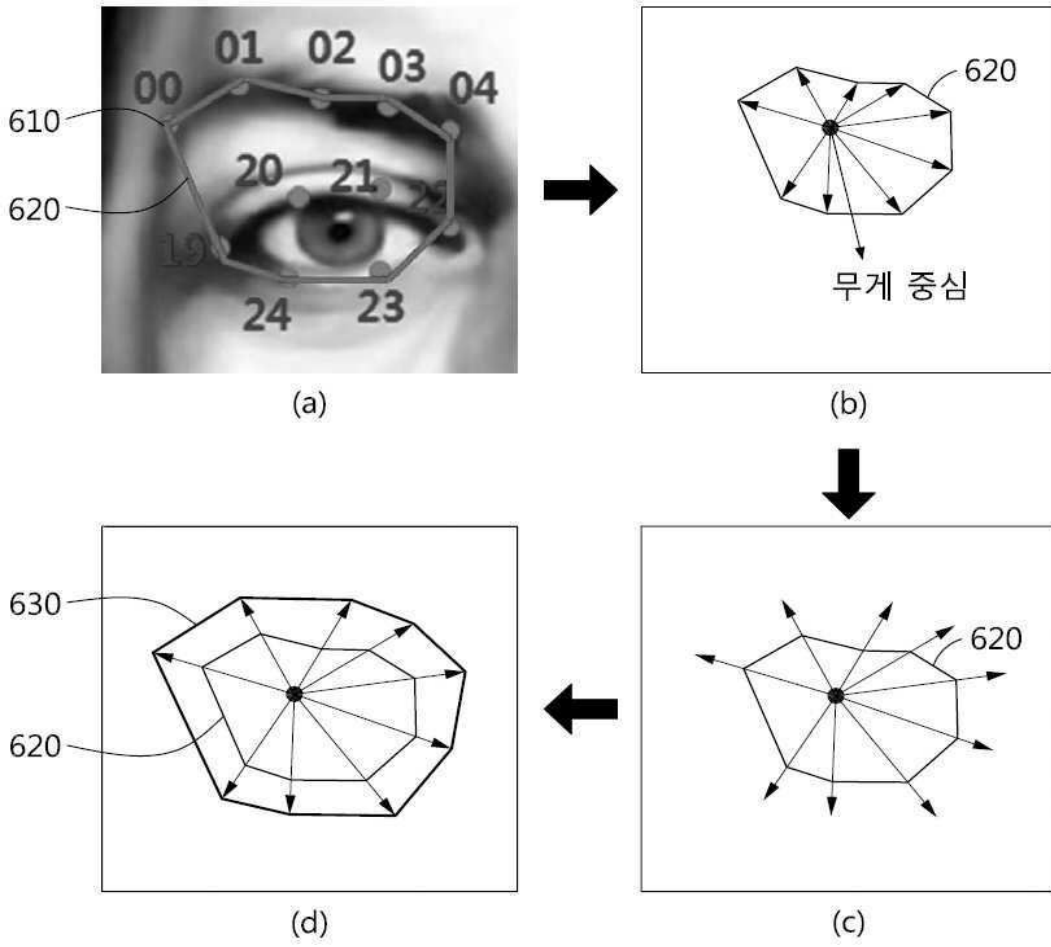
도면4



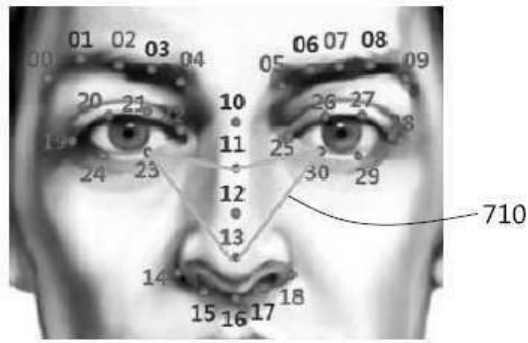
도면5



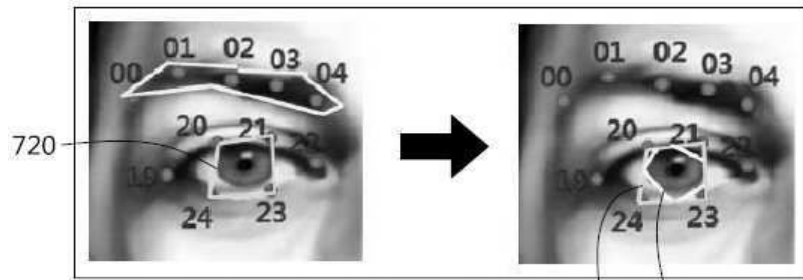
도면6



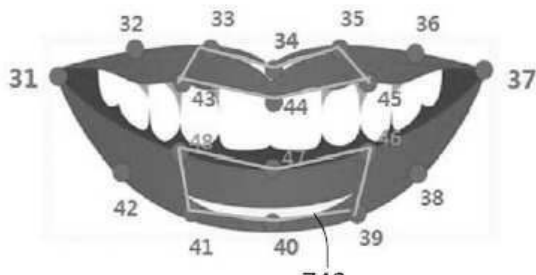
도면7



(a)

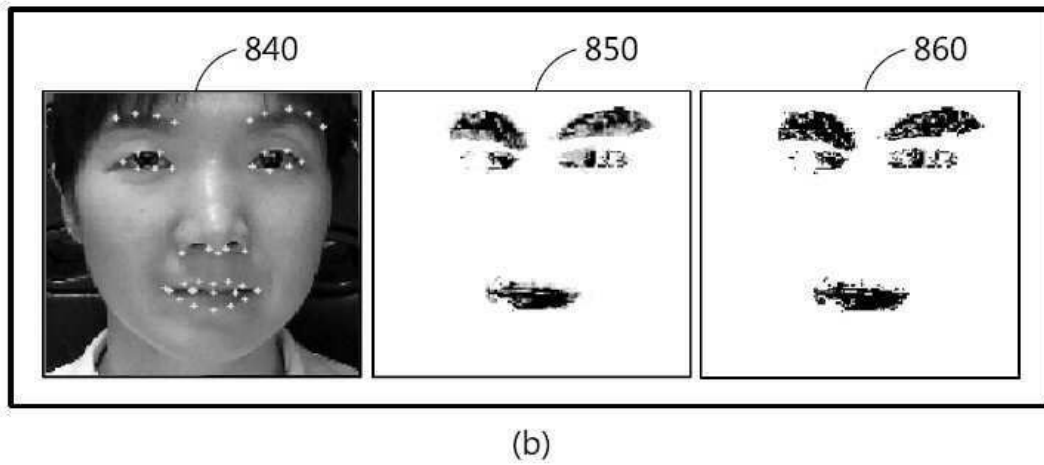
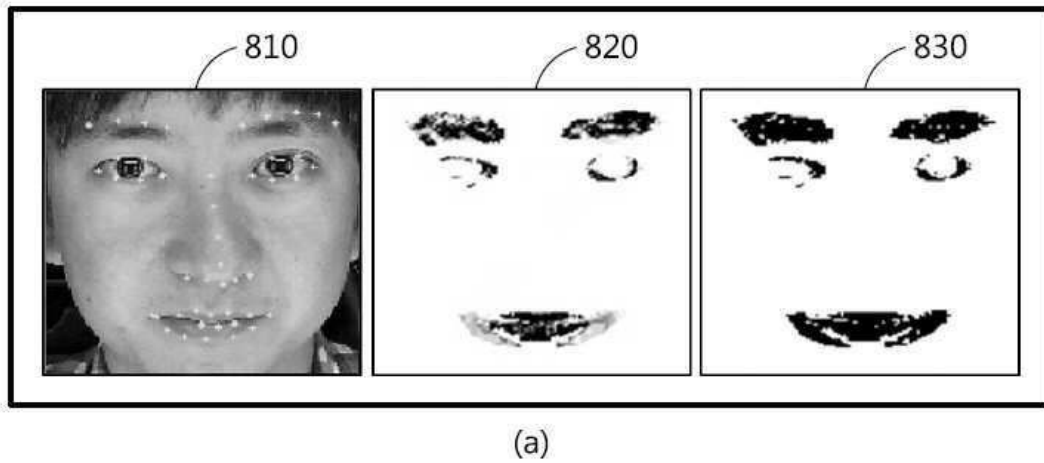


(b)

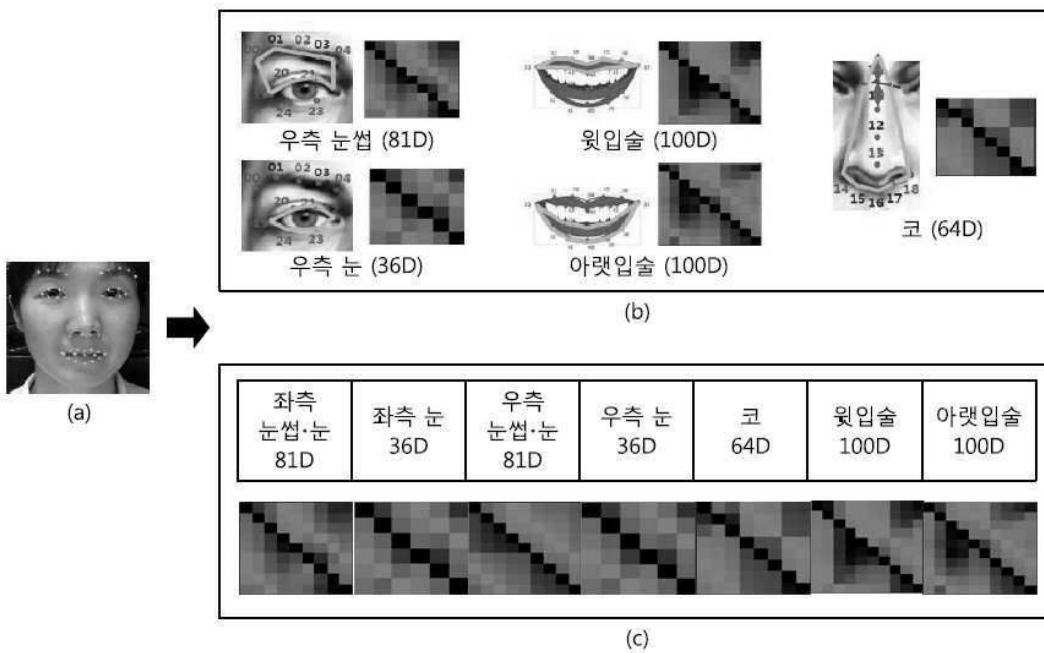


(c)

도면8



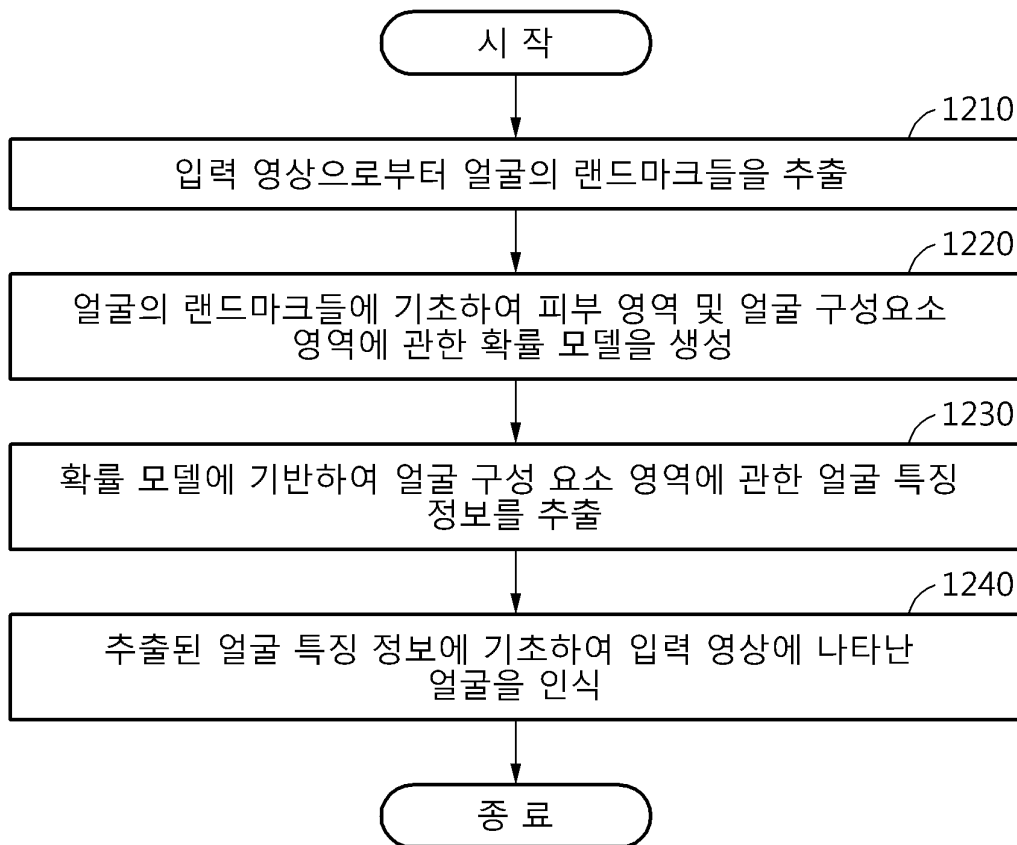
도면9







도면12



도면13

