



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월28일
(11) 등록번호 10-2257897
(24) 등록일자 2021년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2014-0077333
(22) 출원일자 2014년06월24일
심사청구일자 2019년06월13일
(65) 공개번호 10-2015-0128510
(43) 공개일자 2015년11월18일
(30) 우선권주장
1020140055687 2014년05월09일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
실제 얼굴과 사진상의 얼굴 판별, 2011.06*
Face liveness detection from a single image
with sparse low rank bilinear discriminative
model, ECCV 2010.*
JP11339048 A*
Label Diffusion on Graph for Face
Identification, IEEE, 2012.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김원준
경기도 화성시 동탄반석로 264 예당마을대우푸르지오아파트 102동 2101호
서성주
서울특별시 종로구 통일로16길 8-3 인왕산I-PARK아파트 101동 901호
(74) 대리인
특허법인 무한
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 36 항

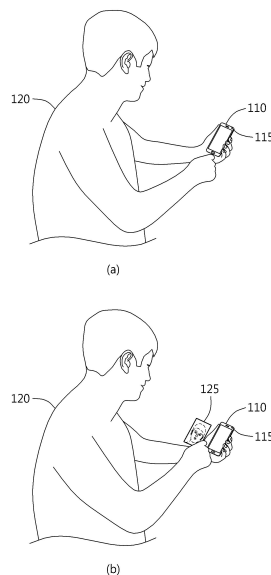
심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 라이브니스 검사 방법과 장치, 및 영상 처리 방법과 장치

(57) 요약

라이브니스 검사 방법과 장치, 및 영상 처리 방법과 장치가 개시된다. 일 실시예에 따르면, 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 객체의 라이브니스가 검사될 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 입력 영상으로부터 조명 변화에 강인한 영상이 생성될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

한재준

서울특별시 강남구 압구정로 313 한양아파트 61동
812호

황원준

서울특별시 서초구 효령로5길 9 방배리치빌 5층
502호

명세서

청구범위

청구항 1

입력 영상을 수신하는 단계; 및

상기 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계

를 포함하고,

상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는,

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 확산 전의 픽셀 값 및 상기 복수의 픽셀들의 확산 후의 픽셀 값에 기초하여 상기 복수의 픽셀들에 대한 확산 속도를 계산하는 단계; 및

상기 확산 속도에 기초하여 상기 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는 라이브니스 검사 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입력 영상에 포함된 객체는 얼굴인, 라이브니스 검사 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들에 포함된 빛 에너지의 분포에 기초하여 판단되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들에 포함된 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도에 기초하여 판단되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 확산 속도들과 관련된 통계적 정보에 기초하여 판단되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들의 값들은 확산 방정식(diffusion equation)에 기초하여 반복적으로(iteratively) 갱신되고, 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들은 반복적 갱신 전후의 픽셀 값들의 차이에 기초하여 계산되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 7

입력 영상을 수신하는 단계; 및

상기 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계

를 포함하고,

상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 확산 속도들과 관련된 통계적 정보에 기초하여 판단되고,

상기 확산 속도들과 관련된 통계적 정보는

미리 정해진 제1 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 수;

상기 제1 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 분포;

상기 확산 속도들의 크기들에 기초하여 추출된 제1 스케일의 영역에 포함된 잡음 성분의 양;

상기 확산 속도들의 평균;

상기 확산 속도들의 표준편차; 및

상기 확산 속도들에 기초한 필터 응답(filter response)

중 적어도 하나를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는

상기 객체가 상기 평면적 특성을 가진다고 판단되는 경우, 검사 실패에 대응하는 신호를 출력하는 단계; 및

상기 객체가 상기 3차원 구조적 특성을 가진다고 판단되는 경우, 검사 성공에 대응하는 신호를 출력하는 단계

중 적어도 하나를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 입력 영상은 단일 영상인, 라이브니스 검사 방법.

청구항 10

입력 영상을 수신하는 단계;

상기 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계; 및
 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계
 를 포함하고,
 상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는
 상기 객체의 라이브니스를 검사하기 위하여, 상기 확산 속도들과 관련된 통계적 정보를 계산하는 단계
 를 포함하고,
 상기 통계적 정보를 계산하는 단계는
 상기 확산 속도들 중 미리 정해진 제1 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 수를 계산하는 단계;
 상기 확산 속도들 중 상기 제1 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 분포를 계산하는 단계;
 상기 확산 속도들의 평균 및 표준편차 중 적어도 하나를 계산하는 단계; 및
 상기 확산 속도들에 기초한 필터 응답을 계산하는 단계
 중 적어도 하나를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
 상기 입력 영상에 포함된 객체는 얼굴인, 라이브니스 검사 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,
 상기 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계는
 확산 방정식(diffusion equation)에 기초하여 상기 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로(iteratively) 갱신하는
 단계
 를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 13

입력 영상을 수신하는 단계;
 상기 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계; 및
 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계
 를 포함하고,
 상기 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계는
 확산 방정식에 가산 연산자 분할(additive operator splitting, AOS) 기법을 적용함으로써, 상기 복수의 픽셀들
 의 값들을 반복적으로 갱신하는 단계
 를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는

상기 객체의 라이브니스를 검사하기 위하여, 상기 확산 속도들에 기초하여 상기 객체와 관련된 표면 특성 (surface property)을 추정하는 단계

를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 표면 특성은

상기 객체의 표면의 빛 반사 성질;

상기 객체의 표면의 차원 수; 및

상기 객체의 표면의 재질

중 적어도 하나를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 표면 특성을 추정하는 단계는

상기 표면 특성을 추정하기 위하여, 상기 확산 속도들에 기초하여 상기 입력 영상에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석하는 단계

를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는

상기 표면 특성이 얼굴을 표시하는 매체의 표면 특성에 대응하는 경우, 검사 실패에 대응하는 신호를 출력하는 단계; 및

상기 표면 특성이 실제 얼굴의 표면 특성에 대응하는 경우, 검사 성공에 대응하는 신호를 출력하는 단계

중 적어도 하나를 더 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

입력 영상을 수신하는 단계;

상기 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계; 및
 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계를 포함하고,
 상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는
 상기 객체의 라이브니스를 검사하기 위하여, 상기 확산 속도들과 관련된 통계적 정보를 계산하는 단계를 포함하고,
 상기 통계적 정보를 계산하는 단계는
 상기 확산 속도들의 크기에 기초하여 상기 입력 영상으로부터 제1 스케일의 영역을 추출하는 단계; 및
 상기 제1 스케일의 영역의 특징을 추출하는 단계를 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,
 상기 제1 스케일의 영역의 특징은 상기 제1 스케일의 영역에 포함된 잡음 성분의 양을 포함하고,
 상기 잡음 성분은 상기 제1 스케일의 영역에 미디언 필터링(median filtering)을 적용한 결과와 상기 제1 스케일의 영역 사이의 차이에 기초하여 계산되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 22

제10항에 있어서,
 상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는
 상기 통계적 정보가 얼굴을 표시하는 매체와 관련된 통계적 정보에 대응하는 경우, 검사 실패에 대응하는 신호를 출력하는 단계; 및
 상기 통계적 정보가 실제 얼굴과 관련된 통계적 정보에 대응하는 경우, 검사 성공에 대응하는 신호를 출력하는 단계
 중 적어도 하나를 더 포함하는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 23

입력 영상을 수신하는 단계;
 상기 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계; 및
 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계를 포함하고,
 상기 복수의 픽셀들 중 어느 하나의 픽셀의 확산 속도는 확산 전 상기 픽셀이 가지는 오리지널 값(original value)과 확산 후 상기 픽셀이 가지는 확산 값(diffusion value)에 기초하여 계산되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 오리지널 값과 상기 확산 값 사이의 차이가 클수록 상기 픽셀의 확산 속도가 크게 계산되고, 상기 오리지널 값과 상기 확산 값 사이의 차이가 작을수록 상기 픽셀의 확산 속도가 작게 계산되는, 라이브니스 검사 방법.

청구항 25

제10항에 있어서,

상기 입력 영상은 사용자의 얼굴을 포함하는 단일 영상인, 라이브니스 검사 방법.

청구항 26

조명 성분 및 비 조명 성분을 포함하는 제1 영상을 수신하는 단계;

상기 제1 영상에 포함된 복수의 픽셀들을 확산시킴으로써, 상기 조명 성분과 관련된 제2 영상을 생성하는 단계; 및

상기 제1 영상 및 상기 제2 영상에 기초하여 상기 비 조명 성분과 관련된 제3 영상을 생성하는 단계를 포함하는 영상 처리 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 제3 영상에 기초하여 얼굴을 인식하는 단계; 및

상기 제3 영상에 기초하여 사용자를 인증하는 단계

중 적어도 하나를 더 포함하는 영상 처리 방법.

청구항 28

제26항에 있어서,

상기 제2 영상을 생성하는 단계는

확산 방정식(diffusion equation)에 가산 연산자 분할(additive operator splitting, AOS) 기법을 적용함으로써, 상기 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신하는 단계

를 포함하는, 영상 처리 방법.

청구항 29

제26항에 있어서,

상기 제3 영상은 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 비, 및 로그 도메인에서 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 차이 중 적어도 하나에 기초하여 생성되는, 영상 처리 방법.

청구항 30

제26항에 있어서,

상기 비 조명 성분은 조명의 변화에 강인한 제1 스케일의 영역에 포함되고, 상기 조명 성분은 조명의 변화에 예민한 제2 스케일의 영역에 포함되는, 영상 처리 방법.

청구항 31

제26항에 있어서,

상기 비 조명 성분에 대응하는 픽셀의 확산 속도는 상기 조명 성분에 대응하는 픽셀의 확산 속도보다 큰, 영상 처리 방법.

청구항 32

제26항에 있어서,

상기 제1 영상은 얼굴을 포함하는 단일 영상인, 영상 처리 방법.

청구항 33

제1항 내지 제17항 및 제20항 내지 제32항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

청구항 34

입력 영상을 수신하는 수신부; 및

상기 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 검사부

를 포함하고,

상기 검사부는,

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 확산 전의 픽셀 값 및 상기 복수의 픽셀들의 확산 후의 픽셀 값에 기초하여 상기 복수의 픽셀들에 대한 확산 속도를 계산하고,

상기 확산 속도에 기초하여 상기 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 결정하는 라이브니스 검사 장치.

청구항 35

제34항에 있어서,

상기 입력 영상에 포함된 객체는 얼굴인, 라이브니스 검사 장치.

청구항 36

제34항에 있어서,

상기 검사부는

상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키고, 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 판단하는, 라이브니스 검사 장치.

청구항 37

조명 성분 및 비 조명 성분을 포함하는 제1 영상을 수신하는 수신부;

상기 제1 영상에 포함된 복수의 픽셀들을 확산시킴으로써, 상기 조명 성분과 관련된 제2 영상을 생성하는 확산부; 및

상기 제1 영상 및 상기 제2 영상에 기초하여 상기 비 조명 성분과 관련된 제3 영상을 생성하는 생성부를 포함하는 영상 처리 장치.

청구항 38

제37항에 있어서,

상기 제1 영상은 얼굴을 포함하는 단일 영상인, 영상 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 라이브니스 검사 방법과 장치, 및 영상 처리 방법과 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생체 인식 기술은 사용자 개개인에 고유한 생체 특성을 이용하여 사람을 판별할 수 있다. 그 중에서도 얼굴 인식 시스템은 특정 센서에 접촉하지 않고 자연스럽게 얼굴을 기반으로 사용자를 인식할 수 있다.

[0003] 하지만, 얼굴 인식 시스템은 등록된 대상의 얼굴 사진을 이용한 위장 공격에 취약한 단점이 있다.

[0004] 얼굴 인식 시스템은 등록된 대상의 얼굴 사진을 이용한 위장 공격에 취약한 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 일 측에 따른 라이브니스 검사 방법은 입력 영상을 수신하는 단계; 및 상기 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계를 포함한다. 여기서, 상기 입력 영상은 단일 영상일 수 있다. 상기 입력 영상에 포함된 객체는 얼굴일 수 있다.

[0006] 상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는 상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들에 포함된 빛 에너지의 분포에 기초하여 판단될 수 있다. 상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는 상기 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도에 기초하여 판단될 수 있다.

[0007] 상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부는 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들과 관련된 통계적 정보에 기초하여 판단될 수 있다. 상기 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도는 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들과 관련된 통계적 정보에 기초하여 계산될 수 있다.

[0008] 상기 복수의 픽셀들의 값들은 확산 방정식(diffusion equation)에 기초하여 반복적으로(iteratively) 갱신되고, 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들은 반복적 갱신 전후의 픽셀 값들의 차이들에 기초하여 계산될 수 있다.

[0009] 상기 확산 속도들과 관련된 통계적 정보는 미리 정해진 제1 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 수;

상기 제1 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 분포; 상기 확산 속도들의 크기들에 기초하여 추출된 제1 스케일의 영역에 포함된 잡음 성분의 양, 상기 확산 속도들의 평균, 상기 확산 속도들의 표준편차, 및 상기 확산 속도들에 기초한 필터 응답(filter response) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0010] 상기 객체의 라이브니스를 검사하는 단계는 상기 객체가 상기 평면적 특성을 가진다고 판단되는 경우, 검사 실패에 대응하는 신호를 출력하는 단계; 및 상기 객체가 상기 3차원 구조적 특성을 가진다고 판단되는 경우, 검사 성공에 대응하는 신호를 출력하는 단계 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0011] 다른 측에 따른 라이브니스 검사 방법은 입력 영상을 수신하는 단계; 상기 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계; 및 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 단계를 포함한다.
- [0012] 또 다른 일 측에 따른 영상 처리 방법은 조명 성분 및 비 조명 성분을 포함하는 제1 영상을 수신하는 단계; 상기 제1 영상에 포함된 복수의 픽셀들을 확산시킴으로써, 상기 조명 성분과 관련된 제2 영상을 생성하는 단계; 및 상기 제1 영상 및 상기 제2 영상에 기초하여 상기 비 조명 성분과 관련된 제3 영상을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0013] 또 다른 일 측에 따른 라이브니스 검사 장치는 입력 영상을 수신하는 수신부; 및 상기 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 상기 객체의 라이브니스(liveness)를 검사하는 검사부를 포함한다.
- [0014] 상기 검사부는 상기 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키고, 상기 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 상기 객체가 상기 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0015] 또 다른 일 측에 따른 영상 처리 장치는 조명 성분 및 비 조명 성분을 포함하는 제1 영상을 수신하는 수신부; 상기 제1 영상에 포함된 복수의 픽셀들을 확산시킴으로써, 상기 조명 성분과 관련된 제2 영상을 생성하는 확산부; 및 상기 제1 영상 및 상기 제2 영상에 기초하여 상기 비 조명 성분과 관련된 제3 영상을 생성하는 생성부를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 일 실시예에 따른 라이브니스 검사를 설명하는 도면.
- 도 2는 일 실시예에 따른 라이브니스 검사의 원리를 설명하는 도면.
- 도 3은 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치를 나타낸 블록도.
- 도 4는 일 실시예에 따른 확산 동작을 설명하는 도면.
- 도 5는 일 실시예에 따른 SR 맵을 설명하는 도면.
- 도 6은 다른 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치를 나타낸 블록도.
- 도 7은 일 실시예에 따른 영상 처리를 설명하는 도면.
- 도 8은 일 실시예에 따른 조명에 의해 변하는 입력 영상을 설명하는 도면.
- 도 9는 일 실시예에 따른 영상 처리 장치를 나타낸 블록도.
- 도 10은 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 방법을 나타낸 동작 흐름도.
- 도 11은 일 실시예에 따른 영상 처리 방법을 나타낸 동작 흐름도.
- 도 12는 다른 실시예에 따른 영상 처리 방법을 나타낸 동작 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다. 하기에서 설명될 실시예들은 스마트 폰, 스마트 TV, 스마트 홈, 스마트 카, 감시 시스템 등 다양한 분야에 적용될 수 있다. 예를 들어, 실시예들은 스마트 폰 등의 로그인을 위하여 입력 영상의 라이브니스(liveness)를 검사하거나, 사용자를 인증하는 기술에 사용될 수 있다. 또한, 실시예들은 공공 장소 또는 보

안 장소에서의 출입 통제 및 감시를 위하여 입력 영상의 라이브니스를 검사하거나, 사용자를 인증하는 기술에 사용될 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따른 라이브니스 검사

[0019] 도 1은 일 실시예에 따른 라이브니스 검사를 설명하는 도면이다. 라이브니스 검사는 입력 영상에 포함된 객체가 라이브(live)한지 여부를 검사하는 기법으로, 예를 들어 라이브니스 검사는 입력 영상에 포함된 얼굴이 실제 얼굴 등 라이브 객체(live object)인지 또는 사진 등 페이크 객체(fake object)인지 여부를 판단할 수 있다. 라이브니스 검사를 통하여 사진 위조 또는 사진 변조 등으로 타인 얼굴 인증을 시도하는 사례 등이 효과적으로 방지될 수 있다.

[0020] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치(110)는 사용자(120)의 얼굴이 포함된 입력 영상을 수신하고, 수신된 입력 영상에 포함된 얼굴의 라이브니스를 검사할 수 있다. 라이브니스 검사 장치(110)는 모바일 폰, 스마트 폰, PDA, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터 등 같은 모바일 기기일 수 있다. 또는, 라이브니스 검사 장치(110)는 퍼스널 컴퓨터 등 컴퓨팅 장치, 텔레비전 등 전자 제품, 또는 출입문 통제 등을 위한 보안 장치일 수 있다. 라이브니스 검사 장치(110)는 사용자(120)의 얼굴을 촬영하는 이미지 센서(115)로부터 입력 영상을 수신할 수 있다.

[0021] 일 예로, 사용자(120)의 실제 얼굴이 촬영됨으로써 입력 영상이 생성될 수 있다. 이 경우, 라이브니스 검사 장치(110)는 입력 영상에 포함된 얼굴이 라이브 객체라고 판단할 수 있다. 라이브니스 검사 장치(110)는 검사 성공에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.

[0022] 다른 예로, 사용자(120)의 실제 얼굴이 아닌 디스플레이 매체(125)에 표시된 얼굴이 촬영됨으로써 입력 영상이 생성될 수 있다. 디스플레이 매체(125)는 얼굴 등 객체를 표시하는 매체로, 예를 들어 사용자의 얼굴이 인화된 종이, 사용자의 얼굴이 표시되는 전자 장치 등을 포함할 수 있다. 일 예로, 사용자(120)는 디스플레이 매체(125)에 표시되는 타인의 얼굴을 이미지 센서(115)로 향하게 함으로써, 타인 계정으로 로그인을 시도할 수 있다. 도 1에서 디스플레이 매체(125)에 표시되는 얼굴이 점선으로 표시된 것은 디스플레이 매체(125)에 표시되는 얼굴이 사용자(120) 방향이 아닌 이미지 센서(115) 방향을 향하고 있음을 나타내기 위함이다. 이 경우, 라이브니스 검사 장치(110)는 입력 영상에 포함된 얼굴이 페이크 객체라고 판단할 수 있다. 라이브니스 검사 장치(110)는 검사 실패에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.

[0023] 라이브니스 검사 장치(110)는 입력 영상으로부터 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 이 경우, 실시예들은 입력 영상으로부터 검출된 얼굴 영역에 적용될 수 있다.

[0024] 도 2는 일 실시예에 따른 라이브니스 검사의 원리를 설명하는 도면이다. 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치는 입력 영상에 포함된 객체가 평면(flat surface)적 특성 또는 3차원 구조(3-dimentional structure)적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다.

[0025] 도 2를 참조하면, 라이브니스 검사 장치는 매체(210)에 표시된 얼굴(211)과 사용자의 실제 얼굴(220)을 구별할 수 있다. 매체(210)에 표시된 얼굴(211)은 2차원 평면에 해당한다. 매체(210)에 표시된 얼굴(211)이 촬영됨으로써 입력 영상이 생성되는 경우, 입력 영상에 포함된 객체는 평면적 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 매체(210)의 표면은 2차원 평면에 해당하므로, 매체(210)에 표시된 얼굴(211)에 입사되는 빛(215)은 매체(210)의 표면에서 균일하게 반사된다. 이로 인하여, 입력 영상의 객체에 빛 에너지가 균일하게 분포될 수 있다. 약간의 굴곡을 가지지만 전반적으로는 평면에 가까운 곡면 디스플레이의 표면도 2차원 평면에 해당될 수 있다.

[0026] 반면, 사용자의 실제 얼굴(220)은 3차원 구조에 해당한다. 사용자의 실제 얼굴(220)이 촬영됨으로써 입력 영상이 생성되는 경우, 입력 영상에 포함된 객체는 3차원 구조적 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 사용자의 실제 얼굴(220)은 다양한 굴곡을 가지는 3차원 구조에 해당하므로, 사용자의 실제 얼굴(220)에 입사되는 빛(225)은 사용자의 실제 얼굴(220)의 표면에서 불균일하게 반사된다. 이로 인하여, 입력 영상의 객체에 빛 에너지가 불균일하게 분포될 수 있다.

[0027] 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 객체에 포함된 빛 에너지의 분포에 기초하여 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 객체에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석함으로써, 입력 영상의

객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 판단할 수 있다.

- [0028] 일 예로, 매체(210)에 표시된 얼굴(211)이 촬영됨으로써 입력 영상이 생성될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석함으로써, 입력 영상의 얼굴이 평면적 특성을 가진다고 판단할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴이 페이크 객체라고 판단하고, 검사 실패에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0029] 다른 예로, 사용자의 실제 얼굴(220)이 촬영됨으로써 입력 영상이 생성될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석함으로써, 입력 영상의 얼굴이 3차원 구조적 특성을 가진다고 판단할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴이 라이브 객체라고 판단하고, 검사 성공에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0030] 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 객체에 포함된 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도에 기초하여 객체의 라이브니스를 판단할 수 있다. 일 예로, 매체(210)에 표시된 얼굴(211)에 입사되는 빛은 균일하게 반사되므로, 입력 영상의 얼굴에 포함되는 빛 에너지가 균일하게 분포될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴에 포함된 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도가 미리 정해진 임계 균일도 이상인 경우, 입력 영상의 얼굴이 평면적 특성을 가진다고 판단할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴이 페이크 객체라고 판단하고, 검사 실패에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0031] 다른 예로, 사용자의 실제 얼굴(220)에 입사되는 빛은 불균일하게 반사되므로, 입력 영상의 얼굴에 포함되는 빛 에너지가 불균일하게 분포될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴에 포함된 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도가 미리 정해진 임계 균일도 미만인 경우, 입력 영상의 얼굴이 3차원 구조적 특성을 가진다고 판단할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 얼굴이 라이브 객체라고 판단하고, 검사 성공에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0032] 라이브니스 검사 장치는 단일 입력 영상을 이용하여 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 여기서, 단일 입력 영상은 단일 사진, 단일 이미지, 또는 단일 프레임의 정지 영상일 수 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 단일 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 판단함으로써, 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 단일 입력 영상의 객체에 포함된 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도를 계산함으로써, 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다.
- [0033] 도 3은 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치를 나타낸 블록도이다. 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치(310)는 수신부(311)와 검사부(312)를 포함한다. 수신부(311)는 입력 영상을 수신할 수 있다. 수신부(311)는 이미지 센서로부터 생성된 입력 영상을 수신할 수 있다. 수신부(311)는 이미지 센서와 유선 또는 무선으로 연결되거나, 네트워크를 통하여 연결될 수 있다. 수신부(311)는 메인 메모리, 캐시 메모리, 하드 디스크 드라이브, 솔리드 스테이트 드라이브, 플래시 메모리 디바이스, 네트워크 드라이브 등의 저장 장치로부터 입력 영상을 수신할 수도 있다.
- [0034] 검사부(312)는 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 예를 들어, 검사부(312)는 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 판단함으로써, 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 검사부(312)는 입력 영상의 객체에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석함으로써, 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 예를 들어, 검사부(312)는 입력 영상의 객체에 포함된 빛 에너지가 균일하게 분포된 정도를 계산함으로써, 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다.
- [0035] 검사부(312)는 입력 영상의 객체에 대응하는 복수의 픽셀들에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석하기 위하여, 입력 영상의 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다. 확산 동작과 관련된 보다 상세한 사항은 도 4를 참조하여 후술한다.
- [0036] 도 4는 일 실시예에 따른 확산 동작을 설명하는 도면이다. 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치는 입력 영상의 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 확산 방정식(diffusion equation)을 이용하여 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신할 수 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 수확식 1을 이용하여 입력 영상의 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다.

수학식 1

$$u^{k+1} = u^k + \text{div}(d(|\nabla u^k|)\nabla u^k)$$

[0037]

[0038] 여기서, k는 반복 횟수이고, u^k 는 k번째 반복 이후 픽셀의 값이며, u^{k+1} 은 k+1번째 반복 이후 픽셀의 값이다. u^0 은 입력 영상의 픽셀의 값일 수 있다. ∇ 는 그래디언트 연산자(gradient operator)이고, $\text{div}()$ 는 발산 함수(divergence function)이다.

[0039] $d()$ 는 확산 함수(diffusivity function)이다. 확산 함수는 미리 정해질 수 있다. 예를 들어, 라ιβ니스 검사 장치는 확산 함수를 수학식 2로 정의할 수 있다.

수학식 2

$$d(|\nabla u|) = 1/(|\nabla u| + \beta)$$

[0040]

[0041] 여기서, β 는 스몰 퍼지티브 넘버(small positive number)일 수 있다. 수학식 2와 같이 정의되는 확산 함수를 사용하는 경우, 확산 동작 중 객체의 경계(boundary)가 잘 보존될 수 있다. 수학식 2와 같이 확산 함수가 ∇u 의 함수인 경우, 확산 방정식은 비선형(non-linear)일 수 있다.

[0042] 라ιβ니스 검사 장치는 수학식 1을 풀이하기 위하여, 가산 연산자 분할(additive operator splitting, AOS) 기법을 적용할 수 있다. 예를 들어, 라ιβ니스 검사 장치는 수학식 3을 이용하여 입력 영상의 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다.

수학식 3

$$u^{k+1} = \frac{1}{2}((I - 2\tau A_x(u^k))^{-1} + (I - 2\tau A_y(u^k))^{-1})u^k$$

[0043]

[0044] 여기서, I는 입력 영상의 픽셀의 값이고, A_x 는 수평 방향으로의 확산 매트릭스이며, A_y 는 수직 방향으로의 확산 매트릭스이다. τ 는 타임 스텝일 수 있다. 최종 반복 횟수 L과 타임 스텝 τ 는 미리 정해질 수 있다. 일반적으로, 타임 스텝 τ 가 작게 설정되고, 최종 반복 횟수 L이 크게 설정되는 경우, 최종적으로 확산된 픽셀의 값 u^L 의 신뢰도가 높아질 수 있다.

[0045] 라ιβ니스 검사 장치는 수학식 1을 풀이하기 위하여 가산 연산자 분할 기법을 이용함으로써, 최종 반복 횟수 L을 감소시킬 수 있다. 가산 연산자 분할 기법을 이용하는 경우, 임의의 크기의 타임 스텝 τ 를 이용하더라도 최종적으로 확산된 픽셀의 값 u^L 의 신뢰도가 높기 때문이다. 라ιβ니스 검사 장치는 확산 방정식을 풀이하기 위하여 가산 연산자 분할 기법을 이용함으로써, 확산 동작을 위한 연산의 효율성을 향상시킬 수 있다. 라ιβ니스 검사 장치는 적은 프로세서 자원 및 적은 메모리 자원을 이용하여 확산 동작을 수행할 수 있다.

[0046] 라ιβ니스 검사 장치는 확산 방정식을 풀이하기 위하여 가산 연산자 분할 기법을 이용함으로써, 입력 영상의 텍스처를 효과적으로 보존할 수 있다. 라ιβ니스 검사 장치는 저조도 및 역광 환경에서도 입력 영상의 원본 텍스처를 효과적으로 보존할 수 있다.

[0047] 도 4를 참조하면, 영상(410)은 입력 영상이고, 영상(420)은 중간 확산 영상이며, 영상(430)은 최종 확산 영상이다. 예를 들어, 최종 반복 횟수 L은 20으로 설정될 수 있다. 영상(420)은 입력 영상에 포함된 픽셀들의 값들이 수학식 3에 의하여 5번 반복 갱신된 결과 도출된 영상일 수 있다. 영상(430)은 입력 영상에 포함된 픽셀들의 값들이 수학식 3에 의하여 20번 반복 갱신된 결과 도출된 영상일 수 있다.

[0048] 라이브니스 검사 장치는 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부를 판단하기 위하여, 확산 속도를 이용할 수 있다. 확산 속도는 각각의 픽셀의 값이 확산되는 속도로, 예를 들어 확산 속도는 수학적 식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 4

$$s(x, y) = |u^L(x, y) - u^0(x, y)|$$

[0049] 여기서, $s(x, y)$ 는 (x, y) 좌표의 픽셀의 확산 속도이고, $u^0(x, y)$ 는 입력 영상에 포함된 (x, y) 좌표의 픽셀의 값이며, $u^L(x, y)$ 는 최종 확산 영상에 포함된 (x, y) 좌표의 픽셀의 값이다. 확산 전후의 픽셀의 값의 차이가 클수록 확산 속도는 크게 계산되고, 확산 전후의 픽셀의 값의 차이가 작을수록 확산 속도는 작게 계산될 수 있다.

[0051] 일 실시예에 따르면, 얼굴 영상은 스몰 스케일의 영역과 라지 스케일의 영역으로 분류될 수 있다. 예를 들어, 스몰 스케일의 영역은 눈, 눈썹, 코, 입 등 특징 점 또는 특징 선이 존재하는 영역일 수 있다. 라지 스케일의 영역은 이마, 볼 등 피부가 넓게 차지하는 영역일 수 있다.

[0052] 스몰 스케일의 영역에 속하는 픽셀들의 확산 속도는 라지 스케일의 영역에 속하는 픽셀들의 확산 속도보다 크다. 예를 들어, 영상(410)의 안경테에 해당하는 픽셀(411)은 피부에 해당하는 주변 픽셀들과 상이하므로, 확산에 의하여 값이 크게 변할 수 있다. 영상(410)의 픽셀(411)의 값은 확산으로 인하여 영상(430)의 픽셀(431)의 값으로 갱신될 수 있다. 반면, 영상(410)의 볼에 해당하는 픽셀(412)은 주변 픽셀들과 유사하므로, 확산에 의하여 값이 작게 변할 수 있다. 영상(410)의 픽셀(412)의 값은 확산으로 인하여 영상(430)의 픽셀(432)의 값으로 갱신될 수 있다.

[0053] 확산 속도의 차이는 영상 내 빛 에너지의 분포에 기인할 수 있다. 예를 들어, 영상 내 빛 에너지가 균일하게 분포되는 경우 확산 속도가 작게 계산될 수 있다. 빛 에너지가 균일하게 분포되는 경우, 주변 픽셀들 사이 픽셀 값이 유사할 가능성이 높기 때문이다. 반면, 영상 내 빛 에너지가 불균일하게 분포되는 경우 확산 속도가 크게 계산될 수 있다. 빛 에너지가 불균일하게 분포되는 경우, 주변 픽셀들 사이 픽셀 값이 상이할 가능성이 높기 때문이다.

[0054] 라이브니스 검사 장치는 확산 속도들과 관련된 통계적 정보에 기초하여 영상 내 빛 에너지가 균일하게 분포되는 정도를 계산할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 확산 속도들과 관련된 통계적 정보에 기초하여 영상 내 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 확산 속도들과 관련된 통계적 정보를 계산하기 위하여, 수학적 식 5를 이용하여 스몰 스케일의 영역을 추출할 수 있다.

수학적 식 5

$$SR(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } s(x, y) > \mu + \sigma \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0055] 여기서, $SR(x, y)$ 는 (x, y) 좌표의 픽셀이 스몰 스케일의 영역에 속하는지 여부를 지시하는 지시자(indicator)이다. 예를 들어, $SR(x, y)$ 의 값이 1인 경우 (x, y) 좌표의 픽셀은 스몰 스케일의 영역에 속하고, $SR(x, y)$ 의 값이 0인 경우 (x, y) 좌표의 픽셀은 스몰 스케일의 영역에 속하지 않을 수 있다.

[0057] $SR(x, y)$ 의 값은 확산 속도에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, $s(x, y)$ 가 미리 정해진 임계 값보다 크면 $SR(x, y)$ 의 값은 1로 결정되고, 그 밖의 경우 $SR(x, y)$ 의 값은 0으로 결정될 수 있다. 미리 정해진 임계 값은 전체 영상의 평균 μ 과 전체 영상의 표준편차 σ 에 기초하여 설정될 수 있다. 전체 영상의 평균 μ 는 전체 영상에 포함된 픽셀들의 확산 속도들의 평균이고, 전체 영상의 표준편차 σ 는 전체 영상에 포함된 픽셀들의 확산

속도들의 표준편차일 수 있다.

[0058] 이하, (x, y) 좌표의 픽셀의 값이 $SR(x, y)$ 인 영상은 SR 맵(SR map)이라고 지칭될 수 있다. SR 맵에 포함된 각각의 픽셀들은 0 또는 1의 값을 가지므로, SR 맵은 이진화 맵(binary map)이라고 지칭될 수 있다. SR 맵은 다양한 조명 환경에서 얼굴 내 기저 구조(underlying structure)를 효과적으로 표현할 수 있다.

[0059] 도 5는 일 실시예에 따른 SR 맵을 설명하는 도면이다. 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따라 사용자의 얼굴이 표시된 매체가 촬영된 경우의 SR 맵(510)과 동일 사용자의 실제 얼굴이 촬영된 경우의 SR 맵(520)은 상이하다. SR 맵(510)과 SR 맵(520)에서 검은 색으로 표시된 부분은 $SR(x, y)=1$ 에 해당하는 픽셀들에 해당하고, 흰 색으로 표시된 부분은 $SR(x, y)=0$ 에 해당하는 픽셀들에 해당한다. 이 경우, SR 맵(510)과 SR 맵(520)에서 검은 색으로 표시된 부분은 확산 속도가 상대적으로 빠른 부분이고, 흰 색으로 표시된 부분은 확산 속도가 상대적으로 느린 부분에 해당할 수 있다.

[0060] 라이브니스 검사 장치는 SR 맵을 분석함으로써, 영상 내 얼굴의 라이브니스를 검사할 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 SR 맵으로부터 다양한 특징들을 추출함으로써, 영상 내 얼굴의 라이브니스를 검사할 수 있다.

[0061] 사용자의 실제 얼굴이 촬영된 경우 사용자의 실제 얼굴의 굴곡에 의하여 다양한 빛 반사가 발생할 수 있다. 영상 내 빛 에너지가 불균일하게 분포되는 경우, SR 맵에 픽셀 값이 1인 픽셀들이 많이 포함될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 수학적 식 6에 기초하여, 영상 내 얼굴의 라이브니스를 판단할 수 있다.

수학적 식 6

$$\text{Fake} = \begin{cases} 1, & \text{if } \sum_{(x,y)} N(SR(x, y)=1) < \xi \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

[0062]

[0063] 여기서, $N(SR(x, y)=1)$ 은 $SR(x, y)=1$ 을 만족하는 픽셀의 수를 나타내고, ξ 는 임계 값으로, ξ 의 값은 미리 설정될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 $\sum_{(x,y)} N(SR(x, y)=1) < \xi$ 인 경우 영상 내 얼굴이 페이크 객체라고 판단될 수 있다.

[0064] 또한, 영상 내 빛 에너지가 불균일하게 분포되는 경우, SR 맵에 잡음 성분이 많이 포함될 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 수학적 식 7에 기초하여 영상 내 얼굴의 라이브니스를 판단할 수 있다.

수학적 식 7

$$\text{Fake} = \begin{cases} 1, & \text{if } \sum_{(x,y)} |SR(x, y) - SR_M(x, y)| < \xi \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

[0065]

[0066] 여기서, $SR_M(x, y)$ 는 SR 맵에 미디언 필터링(median filtering)을 적용한 영상의 (x, y) 좌표의 픽셀 값이다. ξ 는 임계 값으로, ξ 의 값은 미리 설정될 수 있다. 잡음 성분이 많을수록 $SR(x, y)$ 의 값과 $SR_M(x, y)$ 의 값이

상이한 픽셀의 수가 많아지므로, $\sum_{(x,y)} |SR(x, y) - SR_M(x, y)| < \xi$ 인 경우 영상 내 얼굴이 페이크 객체라고 판단될 수 있다.

[0067] 수학적 식 6과 수학적 식 7은 예시적인 사항들에 해당하며, 라이브니스 검사 장치는 그 밖의 다양한 확산 속도 기반

통계적 정보를 이용하여 영상 내 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 미리 정해진 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 분포(distribution) 등을 이용할 수 있다.

- [0068] 또는, 라이브니스 검사 장치는 SR 맵을 이용하지 않는 확산 속도 기반 통계적 정보를 이용할 수도 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 모든 픽셀들의 확산 속도들 각각의 값, 모든 픽셀들의 확산 속도들의 평균, 모든 픽셀들의 확산 속도들의 표준 편차 등을 이용할 수 있다. 또는, 라이브니스 검사 장치는 확산 속도들에 기초한 필터 응답(filter response)를 이용할 수도 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 모든 픽셀들의 확산 속도들에 미디언 필터링(median filtering)을 적용한 결과를 이용할 수 있다.
- [0069] 라이브니스 검사 장치는 확산 속도 기반 통계적 정보를 기반으로 다양한 특징을 추출하고, 추출된 특징을 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 라이브니스 검사 장치는 학습 단계에서 다양한 트레이닝 영상들로부터 확산 속도 기반 통계적 정보를 계산하고, 통계적 정보로부터 추출된 특징을 이용하여 분류기(classifier)를 학습시킬 수 있다. 트레이닝 영상들은 라이브 객체를 포함하는 영상들 및 페이크 객체를 포함하는 영상들로 구성될 수 있다.
- [0070] 간단한 구조의 분류기는 유클리디언 거리(Euclidian distance) 등 벡터 사이 거리, 또는 정규화된 상관성(normalized correlation) 등 유사도를 구하고, 벡터 사이 거리나 유사도를 문턱치와 비교할 수 있다. 좀더 정교한 분류기로서 신경망이나 베이지안 분류기(Bayesian classifier), SVM(Support Vector Machine) 학습 분류기, 에이다부스트(Adaboost) 학습 분류기 등이 이용될 수 있다.
- [0071] 라이브니스 검사 장치는 입력 영상으로부터 확산 속도 기반 통계적 정보를 계산하고, 통계적 정보로부터 미리 정해진 방식으로 특징을 추출할 수 있다. 미리 정해진 방식은 학습 단계에서 이용된 방식일 수 있다. 라이브니스 검사 장치는 추출된 특징과 학습된 파라미터를 분류기에 입력함으로써, 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 분류기는 추출된 특징과 학습된 파라미터에 기초하여 입력 영상에 포함된 객체가 라이브 객체인지, 혹은 페이크 객체인지 여부를 지시하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0072] 도 6은 다른 실시예에 따른 라이브니스 검사 장치를 나타낸 블록도이다. 도 6을 참조하면, 라이브니스 검사 장치(600)는 수신부(611), 확산부(612), 및 검사부(613)를 포함한다. 수신부(611)는 입력 영상을 수신한다. 수신부(611)는 도 3의 수신부(311)에 대응할 수 있다.
- [0073] 확산부(612)는 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다. 확산부(612)는 확산 방정식에 기초하여 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신할 수 있다. 예를 들어, 확산부(612)는 수학식 1을 이용하여 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다.
- [0074] 확산부(612)는 확산 방정식에 가산 연산자 분할 기법을 적용함으로써, 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신할 수 있다. 예를 들어, 확산부(612)는 수학식 3을 이용하여 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다. 확산부(612)는 복수의 픽셀들이 확산되어 생성되는 확산 영상(diffusion image)을 출력할 수 있다.
- [0075] 검사부(613)는 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 일 예로, 검사부(613)는 객체의 라이브니스를 검사하기 위하여, 확산 속도들에 기초하여 객체와 관련된 표면 특성(surface property)를 추정할 수 있다. 표면 특성은 객체의 표면과 관련된 특성으로, 예를 들어 객체의 표면의 빛 반사 성질, 객체의 표면의 차원 수, 객체의 표면의 재질 등을 포함할 수 있다.
- [0076] 검사부(613)는 입력 영상에 포함된 객체와 관련된 표면 특성을 추정하기 위하여, 입력 영상에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석할 수 있다. 예를 들어, 검사부(613)는 입력 영상에 포함된 빛 에너지의 분포를 분석함으로써, 입력 영상에 포함된 객체가 2차원 평면 등 얼굴을 표시하는 매체의 표면 특성을 가지는지 혹은 3차원 구조 등 사용자의 실제 얼굴의 표면 특성을 가지는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0077] 입력 영상에 포함된 객체가 2차원 평면 등 얼굴을 표시하는 매체의 표면 특성을 가진다고 판단되는 경우, 검사부(613)는 검사 실패에 대응하는 신호를 출력할 수 있다. 또는, 입력 영상에 포함된 객체가 3차원 구조 등 사용자의 실제 얼굴의 표면 특성을 가진다고 판단되는 경우, 검사부(613)는 검사 성공에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0078] 다른 예로, 검사부(613)는 객체의 라이브니스를 검사하기 위하여, 확산 속도들과 관련된 통계적 정보를 계산할 수 있다. 예를 들어, 2차원 객체와 3차원 객체는 빛을 반사시키는 성질이 상이하다. 2차원 객체와 3차원 객체 사이에 상이한 빛 반사 성질은 확산 속도를 이용하여 모델링될 수 있다.

- [0079] 검사부(613)는 입력 영상과 확산 영상을 이용하여 확산 속도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 검사부(613)는 수학적 4를 이용하여 픽셀들 각각의 확산 속도를 계산할 수 있다. 검사부(613)는 확산 속도들과 관련된 통계적 정보를 계산하기 위하여, 수학적 5를 이용하여 스몰 스케일의 영역을 추출할 수 있다. 추출된 스몰 스케일의 영역은 SR 맵으로 표현될 수 있다. 검사부(613)는 수학적 6 또는 수학적 7을 이용하여 입력 영상 내 객체의 라이브니스를 판단할 수 있다.
- [0080] 검사부(613)는 그 밖의 다양한 확산 속도 기반 통계적 정보를 이용하여 입력 영상 내 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 예를 들어, 검사부(613)는 미리 정해진 임계 값 이상의 확산 속도에 대응하는 픽셀의 분포(distribution) 등을 이용할 수 있다. 또한, 검사부(613)는 SR 맵을 이용하지 않는 확산 속도 기반 통계적 정보를 이용할 수도 있다.
- [0081] 검사부(613)는 통계적 정보가 얼굴을 표시하는 매체와 관련된 통계적 정보에 대응하는 경우 검사 실패에 대응하는 신호를 출력할 수 있다. 또는, 검사부(613)는 통계적 정보가 사용자의 실제 얼굴과 관련된 통계적 정보에 대응하는 경우 검사 성공에 대응하는 신호를 출력할 수 있다.
- [0082] 라이브니스 검사 장치(600)는 단일 입력 영상을 이용하여 객체의 라이브니스를 검사할 수 있다. 여기서, 단일 입력 영상은 단일 사진, 단일 이미지, 또는 단일 프레임의 정지 영상일 수 있다.
- [0083] 일 실시예에 따른 영상 처리
- [0084] 도 7은 일 실시예에 따른 영상 처리(image processing)를 설명하는 도면이다. 도 7을 참조하면, 일 실시예에 따른 입력 영상(710)은 사용자의 얼굴을 포함한다. 입력 영상(710)에 포함된 사용자의 얼굴은 조명에 의하여 크게 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 도 8을 참조하면, 동일한 사람의 얼굴을 촬영하더라도 조명에 따라 생성되는 영상이 크게 달라질 수 있다. 이처럼 조명의 변화에 취약한 입력 영상을 이용하는 경우, 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증의 신뢰도가 크게 낮아지거나, 연산 복잡도가 크게 증가할 수 있다.
- [0085] 일 실시예에 따른 영상 처리 장치는 입력 영상으로부터 조명의 변화에 강인한 영상을 생성할 수 있다. 실시예들은 조명의 변화에 강인한 영상을 생성함으로써, 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증의 신뢰도를 향상시키거나, 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증의 연산 복잡도를 감소시키는 기술을 제공할 수 있다.
- [0086] 입력 영상(710)은 조명 성분(715) 및 비 조명 성분을 포함할 수 있다. 조명 성분(715)은 픽셀 값들을 구성하는 성분들 중 외부 조명에 의하여 영향을 받는 성분일 수 있다. 비 조명 성분은 픽셀 값들을 구성하는 성분들 중 외부 조명에 의하여 실질적으로 영향을 받지 않는 성분일 수 있다. 영상 처리 장치는 입력 영상(710)으로부터 조명 성분(715)을 분리함으로써, 조명의 변화에 강인한 영상을 생성할 수 있다.
- [0087] 영상 처리 장치는 입력 영상으로부터 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 이 경우, 실시예들은 입력 영상으로부터 검출된 얼굴 영역에 적용될 수 있다. 이하, '얼굴 영상'은 얼굴을 포함하는 입력 영상 자체를 지칭하거나, 입력 영상으로부터 추출된 얼굴 영역을 지칭할 수 있다.
- [0088] 얼굴 영상은 조명 성분과 비 조명 성분을 이용하여 표현될 수 있다. 예를 들어, 얼굴 영상은 램버시안 모델에 의하여 수학적 8과 같이 표현될 수 있다.

수학적 8

$$I = w \cdot v$$

- [0089]
- [0090] 여기서, I는 얼굴 영상이고, w는 조명 성분이며, v는 비 조명 성분이다. I는 입력 영상(710)에 해당하고, w는 조명 성분과 관련된 영상(720)에 해당하며, v는 비 조명 성분과 관련된 영상(730)에 해당할 수 있다.
- [0091] 조명 성분과 관련된 영상(720)은 조명 성분(715)을 포함하고, 비 조명 성분과 관련된 영상(730)은 조명 성분(715)을 실질적으로 포함하지 않을 수 있다. 이로 인하여, 비 조명 성분과 관련된 영상(720)은 조명의 변화에 강인한 영상일 수 있다. 비 조명 성분과 관련된 영상(730)은 캐노니컬 영상(canonical image)이라고 지칭될 수 있다.

[0092] 조명 성분(715)은 주로 라지 스케일의 영역에 분포될 가능성이 크므로, 조명 성분과 관련된 영상(720)은 라지 스케일의 영역에 해당하는 영상일 수 있다. 조명 성분(715)은 스몰 스케일의 영역에 분포될 가능성이 작으므로, 비 조명 성분과 관련된 영상(730)은 스몰 스케일의 영역에 해당하는 영상일 수 있다.

[0093] 영상 처리 장치는 입력 영상(710)으로부터 비 조명과 관련된 영상(730)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 입력 영상(710)을 수신할 수 있다. 영상 처리 장치는 입력 영상(710)으로부터 조명 성분과 관련된 영상(720)을 생성할 수 있다. 영상 처리 장치는 입력 영상(710)과 조명 성분과 관련된 영상(720)을 수학적 8에 적용함으로써, 비 조명과 관련된 영상(730)을 계산할 수 있다.

[0094] 영상 처리 장치는 조명 성분과 관련된 영상(720)을 생성하기 위하여, 입력 영상(710)을 확산시킬 수 있다. 스몰 스케일의 영역에 속하는 픽셀들의 확산 속도는 라지 스케일의 영역에 속하는 픽셀들의 확산 속도보다 크다. 영상 처리 장치는 확산 속도의 차이를 이용하여 스몰 스케일의 영역과 라지 스케일의 영역을 분리할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 미리 정해진 반복 횟수만큼 입력 영상(710)에 포함된 복수의 픽셀을 확산시킴으로써, 라지 스케일의 영역에 해당하는 조명 성분과 관련된 영상(720)을 생성할 수 있다.

[0095] 영상 처리 장치는 확산 방정식을 이용하여 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 수학적 9를 이용하여 입력 영상(710)의 얼굴에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다.

수학적 9

[0096]
$$u^{k+1} = u^k + \text{div}(d(|\nabla u^k|)\nabla u^k)$$

[0097] 여기서, k는 반복 횟수이고, u^k 는 k번째 반복 이후 픽셀의 값이며, u^{k+1} 은 k+1번째 반복 이후 픽셀의 값이다. u^k 는 $u^k(x, y)$ 로, 영상 내 (x, y) 위치에 해당하는 픽셀이 k번 확산된 결과 해당 픽셀이 가지는 값일 수 있다. u^{k+1} 은 $u^{k+1}(x, y)$ 로, 영상 내 (x, y) 위치에 해당하는 픽셀이 k+1번 확산된 결과 해당 픽셀이 가지는 값일 수 있다. 예를 들어, u^0 은 입력 영상(710)의 픽셀의 값일 수 있다. 최종 반복 횟수가 L인 경우, u^L 은 조명 성분과 관련된 영상(720)의 픽셀의 값일 수 있다.

[0098] ∇ 는 그래디언트 연산자이고, $\text{div}()$ 는 발산 함수이다. $d()$ 는 확산 함수이다. 확산 함수는 미리 정해질 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 확산 함수를 수학적 10으로 정의할 수 있다.

수학적 10

[0099]
$$d(|\nabla u|) = 1/(|\nabla u| + \beta)$$

[0100] 여기서, β 는 스몰 퍼지티브 넘버일 수 있다. 수학적 10과 같이 정의되는 확산 함수를 사용하는 경우, 확산 동작 중 얼굴의 경계가 잘 보존될 수 있다. 수학적 10과 같이 확산 함수가 ∇u 의 함수인 경우, 확산 방정식은 비선형일 수 있다. 이하, 확산에 의하여 생성되는 영상은 확산 영상이라고 지칭될 수 있다. 확산 함수가 비선형인 경우, 확산에 의하여 생성되는 영상은 비선형 확산 영상이라고 지칭될 수 있다.

[0101] 수학적 10은 확산 함수의 예시적인 사항으로, 확산 함수는 다양하게 변형될 수 있다. 예를 들어, 입력 영상에 따라 복수의 후보 확산 함수들 중 어느 하나의 후보 확산 함수가 선택될 수 있다.

[0102] 영상 처리 장치는 수학적 9를 풀이하기 위하여, 가산 연산자 분할 기법을 적용할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 수학적 11을 이용하여 입력 영상(710)의 얼굴에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다.

수학식 11

$$u^{k+1} = \frac{1}{2}((I - 2\tau A_x(u^k))^{-1} + (I - 2\tau A_y(u^k))^{-1})u^k$$

[0103]

[0104]

여기서, I는 입력 영상(710)의 픽셀의 값이고, A_x 는 수평 방향으로의 확산 매트릭스이며, A_y 는 수직 방향으로의 확산 매트릭스이다. τ 는 타임 스텝일 수 있다. 최종 반복 횟수 L과 타임 스텝 τ 는 미리 정해질 수 있다. 일반적으로, 타임 스텝 τ 가 작게 설정되고, 최종 반복 횟수 L이 크게 설정되는 경우, 최종적으로 확산된 픽셀의 값 u^L 의 신뢰도가 높아질 수 있다.

[0105]

영상 처리 장치는 수학식 9를 풀이하기 위하여 가산 연산자 분할 기법을 이용함으로써, 최종 반복 횟수 L을 감소시킬 수 있다. 가산 연산자 분할 기법을 이용하는 경우, 임의의 크기의 타임 스텝 τ 를 이용하더라도 최종적으로 확산된 픽셀의 값 u^L 의 신뢰도가 높기 때문이다. 영상 처리 장치는 확산 방정식을 풀이하기 위하여 가산 연산자 분할 기법을 이용함으로써, 확산 동작을 위한 연산의 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0106]

영상 처리 장치는 입력 영상(710) 및 조명 성분과 관련된 영상(720)에 기초하여 비 조명 성분과 관련된 영상(730)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 수학식 12 또는 수학식 13을 이용하여 비 조명 성분과 관련된 영상(730)을 생성할 수 있다. 수학식 8의 w 는 u^L 에 대응하므로, 수학식 8로부터 수학식 12 또는 수학식 13이 도출될 수 있다.

수학식 12

$$v = I/u^L$$

[0107]

수학식 13

$$\log v = \log I - \log u^L$$

[0108]

[0109]

여기서, I는 얼굴 영상으로, 예를 들어 입력 영상(710)에 해당할 수 있다. I는 u^0 일 수 있다. u^L 은 라지 스케일의 영역으로, 예를 들어 조명 성분과 관련된 영상(720)에 해당할 수 있다. v는 스몰 스케일의 영역으로, 예를 들어 비 조명 성분과 관련된 영상(730)에 해당할 수 있다.

[0110]

도 9는 일 실시예에 따른 영상 처리 장치를 나타낸 블록도이다. 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 처리 장치(910)는 수신부(911), 확산부(912), 및 생성부(913)를 포함한다. 수신부(911)는 입력 영상을 수신할 수 있다. 수신부(911)는 이미지 센서로부터 생성된 입력 영상을 수신할 수 있다. 수신부(911)는 이미지 센서와 유선 또는 무선으로 연결되거나, 네트워크를 통하여 연결될 수 있다. 수신부(911)는 메인 메모리, 캐시 메모리, 하드 디스크 드라이브, 솔리드 스테이트 드라이브, 플래시 메모리 디바이스, 네트워크 드라이브 등의 저장 장치로부터 입력 영상을 수신할 수도 있다.

[0111]

확산부(912)는 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다. 객체는 사용자의 얼굴일 수 있다. 확산부(912)는 확산 방정식에 기초하여 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신할 수 있다. 예를 들어, 확산부(912)는 수학식 9를 이용하여 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다.

[0112]

확산부(912)는 확산 방정식에 가산 연산자 분할 기법을 적용함으로써, 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들의 값들을 반복적으로 갱신할 수 있다. 예를 들어, 확산부(912)는 수학식 11을 이용하여 입력 영상

에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시킬 수 있다. 확산부(912)는 복수의 픽셀들이 확산되어 생성되는 확산 영상을 출력할 수 있다. 확산 영상은 조명과 관련된 영상일 수 있다.

- [0113] 생성부(913)는 입력 영상과 확산 영상을 이용하여 출력 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 생성부(913)는 수학적 식 12 또는 수학적 식 13을 이용하여 출력 영상을 생성할 수 있다. 출력 영상은 비 조명 성분과 관련된 영상일 수 있다.
- [0114] 영상 생성 장치(910)는 단일 입력 영상을 이용하여 출력 영상을 생성할 수 있다. 여기서, 단일 입력 영상은 단일 사진, 단일 이미지, 또는 단일 프레임의 정지 영상일 수 있다.
- [0115] 영상 생성 장치(910)는 출력 영상에 기초하여 입력 영상에 포함된 얼굴을 인식할 수 있다. 출력 영상은 비 조명 성분과 관련된 영상으로, 조명의 변화에 강인한 영상일 수 있다. 영상 생성 장치(910)는 조명의 변화에 강인한 영상을 이용하여 입력 영상에 포함된 얼굴을 인식하므로, 얼굴 인식의 정확도 및/또는 신뢰도가 향상될 수 있다. 예를 들어, 조명의 변화에 강인한 영상을 이용하는 경우, 저조도 환경에서 정렬(alignment) 연산의 성능이 향상될 수 있다.
- [0116] 영상 생성 장치(910)는 출력 영상에 기초하여 사용자를 인증할 수 있다. 예를 들어, 영상 생성 장치(910)는 출력 영상에 기초하여 사용자의 얼굴을 인식함으로써, 사용자를 인증할 수 있다. 출력 영상은 비 조명 성분과 관련된 영상으로, 조명의 변화에 강인한 영상일 수 있다. 영상 생성 장치(910)는 조명의 변화에 강인한 영상을 이용하여 사용자를 인증하므로, 사용자 인증의 정확도 및/또는 신뢰도가 향상될 수 있다.
- [0117] 일 실시예에 따른 동작 흐름도
- [0118] 도 10은 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 방법을 나타낸 동작 흐름도이다. 도 10을 참조하면, 일 실시예에 따른 라이브니스 검사 방법은 입력 영상을 수신하는 단계(1010) 및 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사하는 단계(1020)를 포함한다.
- [0119] 일 예로, 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사하는 단계(1020)는 입력 영상에 포함된 객체가 평면적 특성 또는 3차원 구조적 특성을 가지는지 여부에 기초하여 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사하는 단계일 수 있다.
- [0120] 다른 예로, 입력 영상에 포함된 객체의 라이브니스를 검사하는 단계(1020)는 입력 영상에 포함된 객체에 대응하는 복수의 픽셀들을 확산시키는 단계 및 복수의 픽셀들의 확산 속도들에 기초하여 객체의 라이브니스를 검사하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0121] 도 11은 일 실시예에 따른 영상 처리 방법을 나타낸 동작 흐름도이다. 도 11을 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 처리 방법은 제1 영상을 수신하는 단계(1110), 제2 영상을 생성하는 단계(1120), 및 제3 영상을 생성하는 단계(1130)를 포함한다.
- [0122] 제1 영상은 입력 영상일 수 있다. 제2 영상은 조명 성분과 관련된 영상일 수 있다. 제3 영상은 비 조명 성분과 관련된 영상일 수 있다.
- [0123] 도 10 및 도 11에 도시된 각 단계들에는 도 1 내지 도 9를 통하여 진술한 사항들이 그대로 적용될 수 있으므로, 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0124] 도 12는 다른 실시예에 따른 영상 처리 방법을 나타낸 동작 흐름도이다. 도 12를 참조하면, 도 10에 도시된 라이브니스 검사 방법과 도 11에 도시된 영상 처리 방법이 조합될 수 있다.
- [0125] 단계(1210)에서 제1 영상이 수신될 수 있다. 제1 영상은 입력 영상일 수 있다. 입력 영상은 사용자의 얼굴을 포함할 수 있다. 단계(1220)에서 제1 영상에 기초하여 제2 영상이 생성될 수 있다. 제2 영상은 제1 영상이 확산됨으로써 생성될 수 있다. 제2 영상은 조명 성분과 관련된 영상일 수 있다.
- [0126] 단계(1240)에서 제1 영상과 제2 영상에 기초하여 픽셀 단위로 확산 속도가 계산될 수 있다. 예를 들어, 각각의 픽셀의 확산 속도는 제2 영상 내 픽셀의 값과 제1 영상 내 픽셀의 값 사이의 차로 계산될 수 있다.
- [0127] 단계(1250)에서 확산 속도에 기초하여 통계적 정보가 추출될 수 있다. 예를 들어, 미리 정해진 임계값보다 큰 확산 속도를 가지는 픽셀들의 수가 계산될 수 있다. 단계(1270)에서 확산 속도 기반 통계적 정보를 이용하여 라이브니스 검사가 수행될 수 있다. 예를 들어, 미리 정해진 임계값보다 큰 확산 속도를 가지는 픽셀들의 수를

이용하여 입력 영상이 라이브한지 여부가 판단될 수 있다. 만약 라이브니스 검사가 실패하는 경우, 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증은 수행되지 않고 동작이 종료될 수 있다.

[0128] 만약 라이브니스 검사가 성공하는 경우, 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증이 수행될 수 있다. 이 경우, 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증을 위하여 조명의 변화에 강한 영상이 생성될 수 있다. 단계(1230)에서 제1 영상 및 제2 영상에 기초하여 제3 영상이 생성될 수 있다. 제3 영상은 제1 영상과 제2 영상 사이의 비 또는 로그 도메인에서 제1 영상과 제2 영상 사이의 차로 계산될 수 있다. 제3 영상은 비 조명 성분과 관련된 영상으로, 조명 변화에 강한 영상일 수 있다.

[0129] 단계(1260)에서 제3 영상을 이용하여 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증이 수행될 수 있다. 단계(1260)에서는 라이브니스 검사가 성공한 경우에 한하여 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증이 수행될 수 있다. 이 때, 조명 변화에 강한 영상인 제3 영상을 이용하여 얼굴 인식 및/또는 사용자 인증이 수행될 수 있다.

[0130] 도 12에 도시된 각 단계들에는 도 1 내지 도 11을 통하여 전술한 사항들이 그대로 적용될 수 있으므로, 보다 상세한 설명은 생략한다.

[0131] 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, 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.

[0132] 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) 또는 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 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.

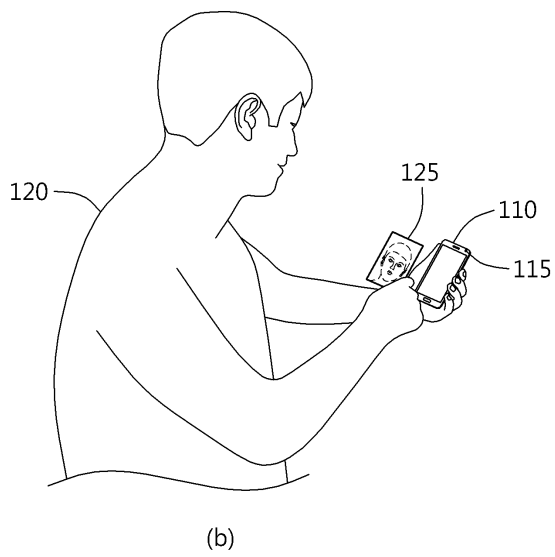
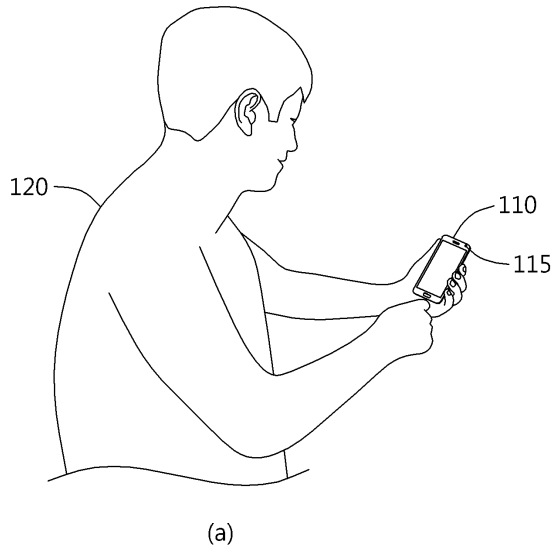
[0133] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0134] 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.

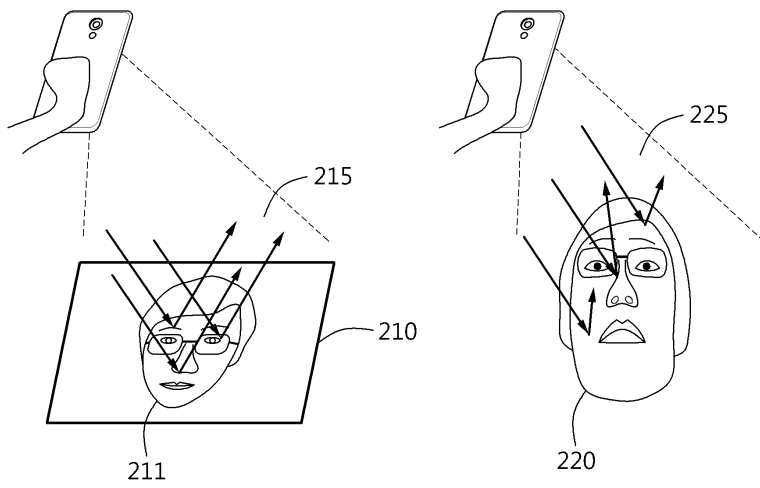
그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

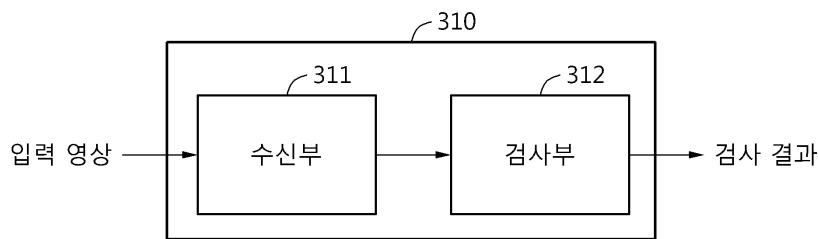
도면1



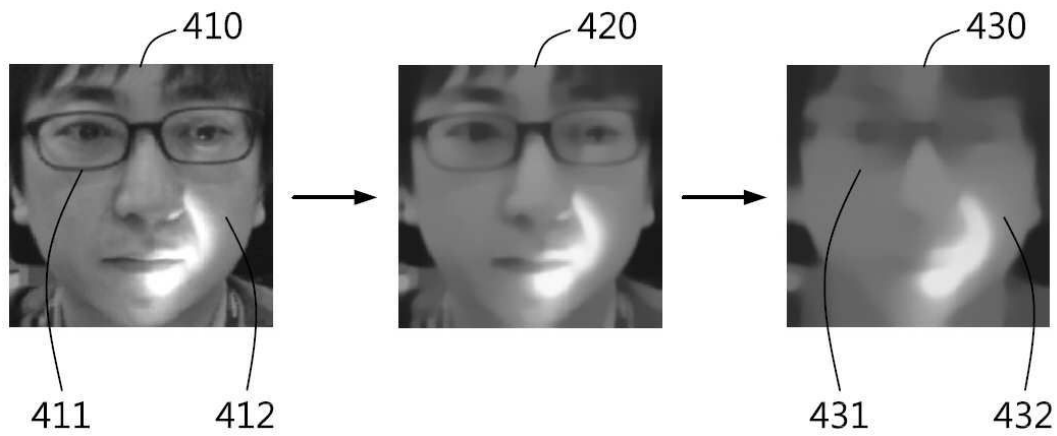
도면2



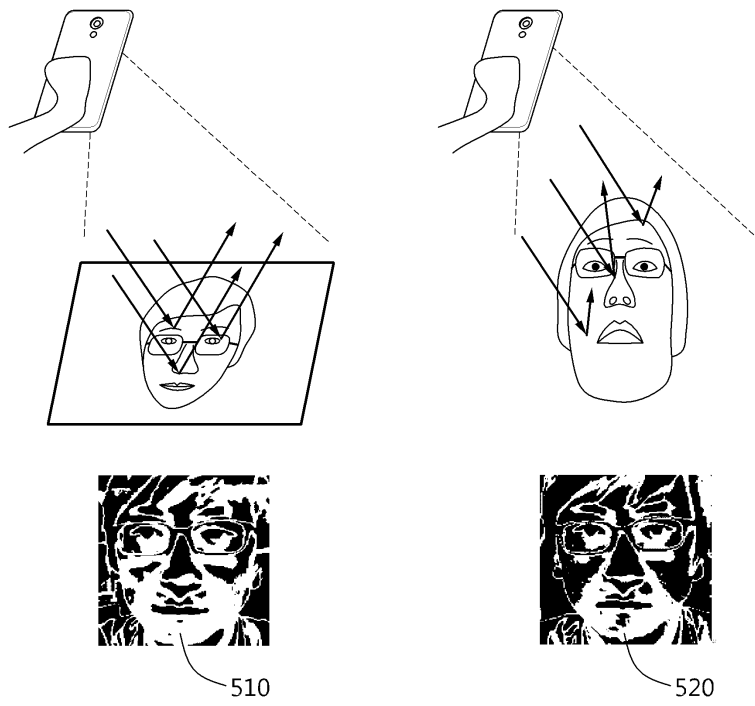
도면3



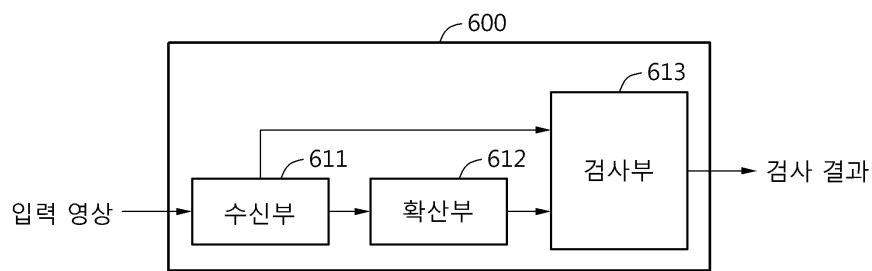
도면4



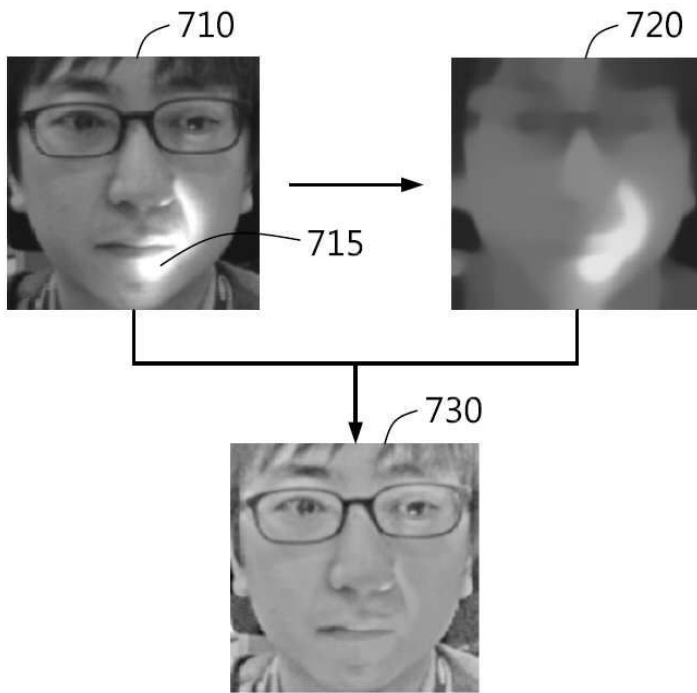
도면5



도면6



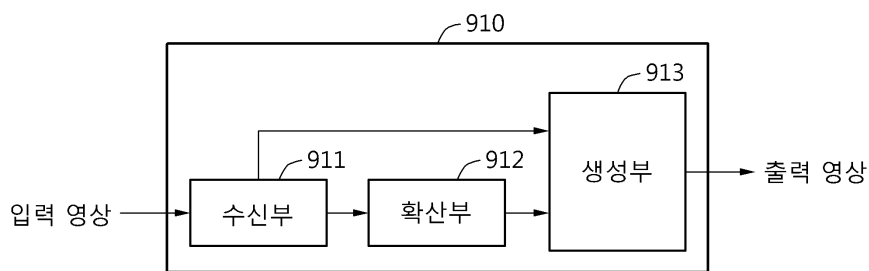
도면7



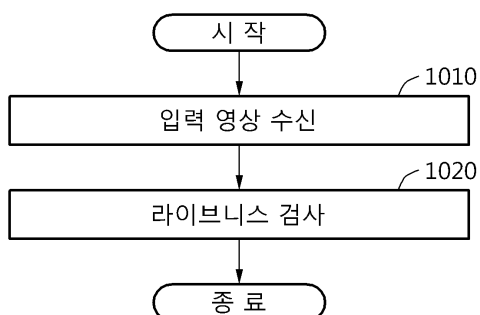
도면8



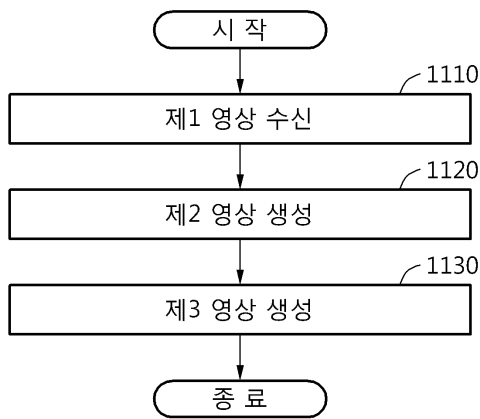
도면9



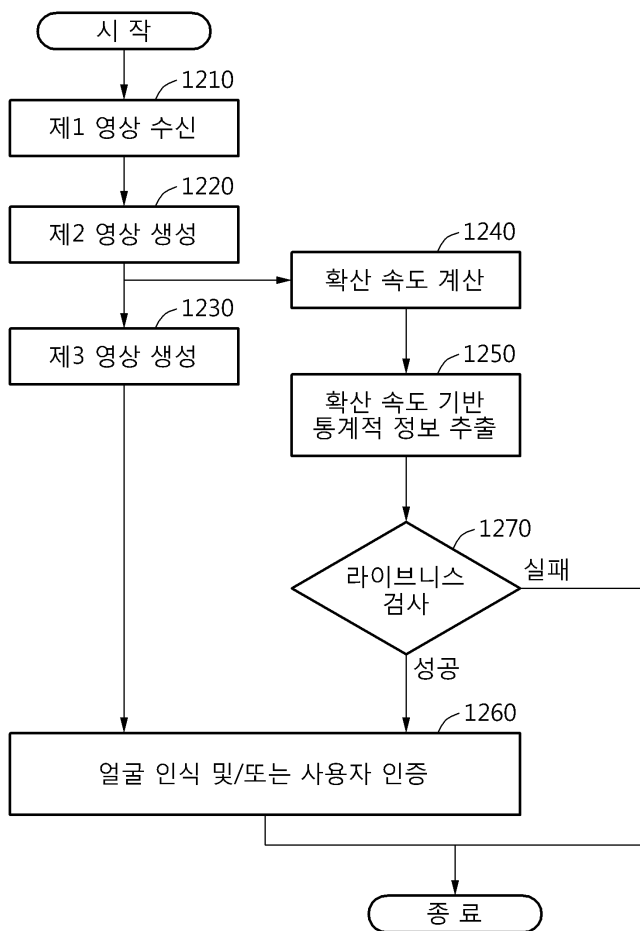
도면10



도면11



도면12



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 33

【변경전】

제1항 내 제17항 및 제20항 내지 제32항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

【변경후】

제1항 내지 제17항 및 제20항 내지 제32항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.