

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0073749 (43) 공개일자 2010년07월01일
(51) Int. Cl.	G06K 9/00 (2006.01) G06K 9/46 (2006.01) G06T 7/60 (2006.01) H04N 5/262 (2006.01) (21) 출원번호 10-2008-0132503 (22) 출원일자 2008년12월23일 심사청구일자 없음	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내 (72) 발명자 김민기 서울 강남구 개포동 현대1차아파트 103동 401호 최광희 서울특별시 광진구 자양3동 553-314 대종리버빌 301호 오장석 경기 부천시 원미구 중3동 중흥마을 605동 2002호 (74) 대리인 특허법인충현

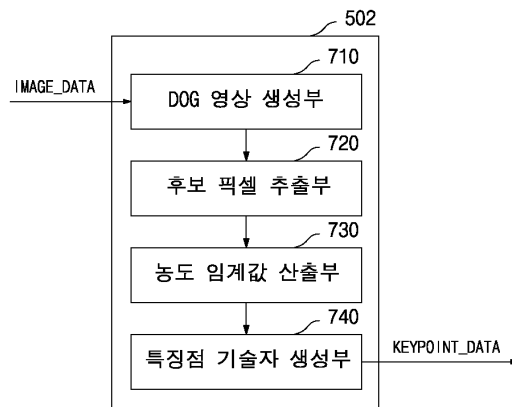
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) SIFT 기반의 특징점 추출 장치 및 방법과 이를 이용한 얼굴 인식 시스템

(57) 요약

본 발명은 SIFT 기반의 영상 인식 기술에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 장치는, 입력 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하는 농도 임계값 산출부; 및 전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성부를 포함하여, 추출되는 특징점의 개수를 증가시키고, 그에 따라 영상 인식률을 개선한다는 이점을 제공한다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

SIFT를 기반으로 입력 영상의 특징점을 추출하는 장치에 있어서,

입력 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하는 농도 임계값 산출부; 및

전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성부를 포함하는 SIFT 기반의 특징점 추출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 농도 임계값 산출부는, 상기 입력 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 특징점 추출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 특징점 기술자 생성부는, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 기준으로 주변 픽셀과의 위치, 크기 및 방위 정보를 포함하는 특징점 정보를 이용하여 상기 특징점 기술자를 생성하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 특징점 추출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서

상기 특징점 추출 장치는,

상기 입력 영상의 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 DOG 영상 생성부; 및

상기 DOG 영상의 최대점 또는 최소점을 검색하여 상기 전체 후보 픽셀을 추출하는 후보 픽셀 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 특징점 추출 장치.

청구항 5

SIFT를 기반으로 하되, 입력 얼굴 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하고, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점을 추출하는 특징점 추출부; 및

상기 입력 얼굴 영상의 특징점과 데이터베이스에 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식하는 얼굴 인식부를 포함하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 특징점 추출부는,

상기 입력 얼굴 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출하는 농도 임계값 산출부; 및

전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 특징점 기술자 생성부는, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 기준으로 주변 픽셀과의 위치, 크기 및 방위 정보를 포함하는 특징점 정보를 이용하여 상기 특징점 기술자를 생성하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서

상기 특징점 추출부는,

상기 입력 얼굴 영상의 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 DOG 영상 생성부; 및

상기 DOG 영상의 최대점 또는 최소점을 검색하여 상기 전체 후보 픽셀을 추출하는 후보 픽셀 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 얼굴 인식부는, 허프 변환(Hough Transform)에 의한 클러스터링(clustering)을 통해 상기 입력 얼굴 영상 및 상기 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 얼굴 인식부는, 상기 매칭되는 특징점의 개수 및 분포 정보를 고려하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템.

청구항 11

컴퓨터 시스템에서 SIFT를 기반으로 입력 영상의 특징점을 추출하는 방법에 있어서,

입력 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하는 농도 임계값 산출 단계; 및

전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성 단계를 포함하는 SIFT 기반의 특징점 추출 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 농도 임계값 산출 단계는, 상기 입력 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출하는 단계인 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 특징점 추출 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 특징점 기술자 생성 단계는, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 기준으로 주변 픽셀과의 위치, 크기 및 방위 정보를 포함하는 특징점 정보를 이용하여 상기 특징점 기술자를 생성하는 단계인 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 특징점 추출 방법.

청구항 14

제11항에 있어서

상기 특징점 추출 방법은,

상기 농도 임계값 산출 단계 전에, 상기 입력 영상의 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 DOG 영상 생성 단계; 및

상기 DOG 영상의 최대점 또는 최소점을 검색하여 상기 전체 후보 픽셀을 추출하는 후보 픽셀 추출 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 특징점 추출 방법.

청구항 15

컴퓨터 시스템에서 SIFT를 기반으로 얼굴 영상을 인식하는 방법에 있어서,

SIFT를 기반으로 하되, 입력 얼굴 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하고, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점을 추출하는 특징점 추출 단계; 및

상기 입력 얼굴 영상의 특징점과 데이터베이스에 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식하는 얼굴 인식 단계를 포함하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 특징점 추출 단계는,

상기 입력 얼굴 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출하는 농도 임계값 산출 단계; 및

전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 특징점 기술자 생성 단계는, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 기준으로 주변 픽셀과의 위치, 크기 및 방위 정보를 포함하는 특징점 정보를 이용하여 상기 특징점 기술자를 생성하는 단계인 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법.

청구항 18

제16항에 있어서

상기 특징점 추출 단계는,

상기 농도 임계값 산출 단계 전에, 상기 입력 얼굴 영상의 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 DOG 영상 생성 단계; 및

상기 DOG 영상의 최대점 또는 최소점을 검색하여 상기 전체 후보 픽셀을 추출하는 후보 픽셀 추출 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 얼굴 인식 단계는, 허프 변환(Hough Transform)에 의한 클러스터링(clustering)을 통해 상기 입력 얼굴 영상 및 상기 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하는 단계인 것을 특징으로 하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법.

청구항 20

제11항 내지 제19항 중 어느 한 항에 따른 방법을 컴퓨터 시스템에서 실행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체로서, 상기 컴퓨터 시스템이 판독할 수 있는 상기 기록매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은, SIFT에 기반한 영상 인식 기술에 관한 것이며, 특히 입력 영상에 따라 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀의 최적화된 농도 임계값을 산출함으로써 유동적 환경에 강인한 특징점 추출 장치 및 방법과 이를 이용한 얼굴인식 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근, 카메라를 이용하여 획득한 영상(image)으로부터 특징점(feature)을 추출하는 기술은 얼굴 인식을 통한 개인 인증, 3차원 복원, 자체추적 등 컴퓨터비전 분야에서 광범위하게 사용되고 있다.
- [0003] 영상의 특징점은 영상의 크기 변화, 회전 변환에 불변해야 한다. 또한, 부분적으로 조명과 카메라의 포즈변화에 불변해야 한다.
- [0004] PCA(Principal Component Analysis) 또는 ICA(Independent Component Analysis)를 이용하는 기존의 방식들은 예지 등이 많은 일반 영상에 대한 인식률은 높은 편이지만, 특징점 추출이 곤란한 얼굴 영상, 내시경 영상 등에는 그대로 적용하기에 적합하지 않다는 문제점이 있었다.
- [0005] 특히, 기존 방식들은 제한된 상황에서의 얼굴 인식률은 어느 정도 만족할 수 있는 수준이나, 유동적 상황에는 적용하기 곤란한 문제점이 있었다. 예컨대, 서로 크기가 다른 영상, 얼굴뿐만 아니라 배경까지 포함하고 있는 영상 등에 대해서는 인식률이 현저히 떨어진다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0006] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫 번째 기술적 과제는, SIFT를 기반으로 입력 영상에 따라 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀의 최적화된 농도 임계값을 산출함으로써 추출되는 특징점의 수를 증가시키고, 인식률을 개선할 수 있는 특징점 추출 장치를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명이 이루고자 하는 두 번째 기술적 과제는, 상기 특징점 추출 장치를 이용하는 얼굴 인식 시스템을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 세 번째 기술적 과제는, SIFT를 기반으로 입력 영상에 따라 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀의 최적화된 농도 임계값을 산출함으로써 추출되는 특징점의 수를 증가시키고, 인식률을 개선할 수 있는 특징점 추출 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명에 이루고자 하는 네 번째 기술적 과제는, 상기 특징점 추출 방법을 이용하는 얼굴 인식 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 상기와 같은 첫 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, SIFT를 기반으로 입력 영상의 특징점을 추출하는 장치에 있어서, 입력 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하는 농도 임계값 산출부; 및 전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성부를 포함하는 SIFT 기반의 특징점 추출 장치를 제공한다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 농도 임계값 산출부는, 상기 입력 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출한다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 특징점 기술자 생성부는, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 기준으로 주변 픽셀과의 위치, 크기 및 방위 정보를 포함하는 특징점 정보를 이용하여 상기 특징점 기술자를 생성한다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 특징점 추출 장치는, 상기 입력 영상의 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 DOG 영상 생성부; 및 상기 DOG 영상의 최대점 또는 최소점을 검색하여 상기 전체 후보 픽셀을 추출하는 후보 픽셀 추출부를 더 포함한다.

- [0014] 상기와 같은 두 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, SIFT를 기반으로 하되, 입력 얼굴 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하고, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점을 추출하는 특징점 추출부; 및 상기 입력 얼굴 영상의 특징점과 데이터베이스에 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식하는 얼굴 인식부를 포함하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템을 제공한다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 특징점 추출부는, 상기 입력 얼굴 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출하는 농도 임계값 산출부; 및 전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성부를 포함한다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 얼굴 인식부는, 허프 변환(Hough Transform)에 의한 클러스터링(clustering)을 통해 상기 입력 얼굴 영상 및 상기 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭한다.
- [0017] 일 실시예에 있어서, 상기 얼굴 인식부는, 상기 매칭되는 특징점의 개수 및 분포 정보를 고려하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식한다.
- [0018] 상기와 같은 세 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 컴퓨터 시스템에서 SIFT를 기반으로 입력 영상의 특징점을 추출하는 방법에 있어서, 입력 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하는 농도 임계값 산출 단계; 및 전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성하는 특징점 기술자 생성 단계를 포함하는 SIFT 기반의 특징점 추출 방법을 제공한다.
- [0019] 상기와 같은 네 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 컴퓨터 시스템에서 SIFT를 기반으로 얼굴 영상을 인식하는 방법에 있어서, SIFT를 기반으로 하되, 입력 얼굴 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하고, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점을 추출하는 특징점 추출 단계; 및 상기 입력 얼굴 영상의 특징점과 데이터베이스에 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식하는 얼굴 인식 단계를 포함하는 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법을 제공한다.

효 과

- [0020] 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 장치 및 방법과 이를 이용한 얼굴인식 시스템 및 방법은, 입력 영상에 따라 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀의 최적화된 농도 임계값을 산출함으로써 기존 방식보다 추출되는 특징점의 수를 30%이상 증가시키고, 이에 따라 인식률을 개선한다는 이점을 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제의 개요를 우선 제시한다.
- [0022] 본 발명은 우선, 유동적 환경에 강인한 얼굴 인식 시스템을 만들기 위해 SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 알고리즘을 기반으로 한다.
- [0023] 영상의 특징점을 추출하는 대표적인 알고리즘인 SIFT는 『D.G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", Int. J. Comput. Vision 60 (2), 91-110, 2004.』에서 Lowe에 의해 제안되었다. SIFT는 이미지 회전, 스케일링, 이동, 부분 조명 변화 및 투영 변환(projective transform)에 불변인 특성을 지니고 있다. SIFT는 로컬 이미지(local image) 특성을 고려하여 특징의 위치, 스케일 및 방향 등의 속성을 추출한다. 즉, 첫 번째 단계로, DOG(Difference-Of-Gaussian) 함수를 통해 생성한 스케일 공간에서 최대·최소(extrema)를 검색하여 샘플점(또는 후보 픽셀)을 선택한다(Scale-space extrema detection). 두 번째 단계로, 안정도(stability) 수치에 기반하여 키포인트들을 선택한다(Keypoint localization). 세 번째 단계로, 각각의 키포인트에 대하여 1 이상의 방향을 할당한다(Orientation assignment). 마지막 단계로, 로컬 이미지 기울기(local image gradient)들을 이용하여 키포인트 기술자를 생성한다(Keypoint descriptor).
- [0024] 특히, SIFT는 얼굴 인식에 있어서 3차원 정보를 찾기 위한 첫 걸음인 기본 행렬(fundamental matrix; F)을 구하기 위해 사용된다. 즉, SIFT에 의해 크기 변화에 불변한 특징점을 추출하고, 상기 특징점들을 이용하여 상기 기본 행렬(F)을 구한다. 상기 특징점들로부터 상기 기본 행렬(F)을 구하는 과정에서, 이상값(outlier)들을 제거하

여 일대일 대응 문제(corresponding problem)를 해결하기 위해 키포인트 매칭(keypoint matching), 허프 변환(Hough Transform)에 의한 클러스터링(clustering) 단계를 거친다.

- [0025] 이러한 과정을 통해 두 영상간의 매칭 포인트(matching point)들의 개수와 분포 정보를 파악하여 얼굴을 인식해 낸다.
- [0026] 그러나, 단순한 SIFT 알고리즘은 특징점 추출을 위한 기준값을 어떤 영상이든지 고정시켜 적용하기 때문에, 특징이 적은 얼굴 영상, 내시경 영상 등에 대해서는 추출할 수 있는 특징점의 수가 적다는 한계가 있다.
- [0027] 도 1에는 두 개의 일반 영상에 대해 SIFT를 적용하여 추출한 특징점이 도시되어 있다.
- [0028] 도 2에는 두 개의 내시경 영상에 대해 SIFT를 적용하여 추출한 특징점이 도시되어 있다.
- [0029] 상기 도 1 및 도 2는, 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 0.02로 설정하고 곡률 임계값(curvature threshold)을 10으로 설정한 경우이다.
- [0030] 도 1에 도시된 바와 같이, 일반 영상에 대해서는 왼쪽 영상부터 각각 485개 및 414개의 특징점을 추출해냄으로써 기존 방식보다 월등히 우수한 성능을 보이고 있다.
- [0031] 그러나, 도 2에 도시된 바와 같이, 내시경 영상에 대해서는 왼쪽 영상부터 각각 18개 및 13개의 특징점을 추출하여 특징이 적은 영상에 대해서는 적용상 한계가 있음을 알 수 있다.
- [0032] 이에 대해, 본 발명은 SIFT의 한계를 극복하기 위해 입력 영상에 따라 특징점 추출의 기준값을 적절히 산출하여 추출되는 특징점 수를 증가시키고 및 인식률을 개선한다.
- [0033] 도 3에는 두 개의 내시경 영상에 대해 농도 임계값은 0.01, 곡률 임계값은 10으로 설정한 SIFT를 적용하여 추출한 특징점이 도시되어 있다.
- [0034] 도 3에 도시된 바와 같이, 왼쪽 영상부터 각각 111개 및 110개의 특징점을 추출하여 성능이 개선되었음을 알 수 있다.
- [0035] 도 4에는 두 개의 내시경 영상에 대해 농도 임계값은 0.01, 곡률 임계값은 50으로 설정한 SIFT를 적용하여 추출한 특징점이 도시되어 있다.
- [0036] 도 4에 도시된 바와 같이, 왼쪽 영상부터 각각 126개 및 123개의 특징점을 추출하여 경계로 보이는 지점의 특징점들이 소폭 상승하였음을 알 수 있다.
- [0037] 도 3 및 도 4의 결과에서 알 수 있듯이, SIFT의 성능은 상기 곡률 임계값에 비해 상기 농도 임계값에 큰 영향을 받는다.
- [0038] 따라서, 본 발명은 특히, 입력 영상에 따라 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀의 최적화된 농도 임계값을 자동으로 산출하여 추출되는 특징점의 개수를 증가시키고, 얼굴 인식률을 개선하고자 하는 것이다.
- [0039] 이하, 본 발명의 기술적 과제의 해결 방안을 명확화하기 위해 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불명료하게 할 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자 등의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있을 것이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0040] 도 5에는 본 발명에 따른 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템의 일례가 블록도로 도시되어 있다.
- [0041] 도 6에는 본 발명에 따른 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법의 일례가 흐름도로 도시되어 있다.
- [0042] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 얼굴 인식 시스템(500)은, 특징점 추출부(502) 및 얼굴 인식부(504)를 포함하며, 카메라부(510), 영상 신호 처리부(520) 및 얼굴 영역 검출부(530)을 더 포함할 수 있다.
- [0043] 우선, 상기 카메라부(510)는 이미지 센서(image sensor), 예컨대 CCD 센서나 CMOS 센서 등을 이용하여 피사체의 광 신호를 전기적 신호로 변환한다(S610).
- [0044] 상기 영상 신호 처리부(520)는, 상기 카메라부(510)로부터 입력되는 전기적 아날로그 영상 신호를 디지털 데이터 영상 신호로 변환한다(S620).
- [0045] 상기 얼굴 영역 검출부(530)는, 상기 영상 신호 처리부(520)로부터 입력되는 영상 신호에서 얼굴 영역을 검색하

여 추출한다(S630). 상기 얼굴 영역 검출부(530)의 구현을 위해 윤곽선, 피부 색상, 질감, 템플릿(template) 등을 이용한 얼굴 추출 기술이 이용될 수 있다. 예컨대, 상기 얼굴 영역 검출부(530)는 입력 영상에서 얼굴 색상을 이용하여 얼굴영역을 찾을 수 있다. 이때, 상기 얼굴 영역 검출부(530)는 얼굴 색상을 강조하기 위한 변환 모듈, 흑색과 백색을 강조하기 위한 변환 모듈, 얼굴의 특징 정보를 추출하기 위하여 특정 부분의 이미지를 향상시키는 전처리 모듈, 얼굴영역과 배경영역을 분리하는 배경 라벨링(labeling) 모듈 등을 포함할 수 있다.

[0046] 그 다음, 상기 특징점 추출부(502)는, SIFT를 기반으로 하되 입력 얼굴 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀(candidate pixel)의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출하고, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점을 추출한다(S640).

[0047] 상기 특징점 추출부(502)는, 본 발명에 따른 특징점 추출 장치 및 방법으로 구현할 수 있다.

[0048] 도 7에는 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 장치가 블록도로 도시되어 있다.

[0049] 도 8에는 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 방법이 흐름도로 도시되어 있다.

[0050] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 특징점 추출 장치는 DOG 영상 생성부(710), 후보 픽셀 추출부(720), 농도 임계값 산출부(730) 및 특징점 기술자 생성부(740)를 포함한다.

[0051] 상기 DOG 영상 생성부(710)는, 입력 영상의 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 이용하여 DOG 영상을 생성한다(S810).

[0052] 도 9에는 입력 영상의 가우시안 피라미드를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 과정이 도시되어 있다.

[0053] 도 9에 도시된 바와 같이, 상기 DOG 영상 생성부(710)는 상기 입력 영상을 다양한 스케일의 분산값을 갖는 가우시안 필터에 통과시키고, 그 결과 영상들을 인접하는 스케일에 따라서 순차적으로 서로 뺀다. 이로써 생성되는 영상을 가우시안 차이(Difference Of Gaussian; DOG) 영상이라 하는데, DOG 영상을 2:1로 부표본화 하고 다시 다양한 스케일을 갖는 가우시안 필터를 통과시킨다. 이러한 과정을 통하여 피라미드 구조의 DOG 영상들을 얻을 수 있다.

[0054] 그 다음, 상기 후보 픽셀 추출부(720)는, 각 DOG 영상의 최대 또는 최소에 해당하는 샘플점, 즉 특징점이 될 전체 후보 픽셀(candidate pixel)을 추출한다(S820).

[0055] 도 10에는 후보 픽셀을 추출하기 위하여 비교되는 DOG 영상의 픽셀들이 도시되어 있다.

[0056] 도 10에 도시된 바와 같이, 최대 또는 최소 위치는 주변의 8픽셀과 위 아래 스케일 DOG 영상의 9픽셀씩, 모두 26픽셀과 비교하여 최대이거나 최소인 경우에 상기 후보 픽셀로 추출된다.

[0057] 그 다음, 상기 농도 임계값 산출부(730)는, 상기 입력 영상에 대응하여 특징점 추출에 사용되는 후보 픽셀의 농도 임계값(contrast threshold)을 산출한다(S830).

[0058] 기존의 SIFT에서는, 노이즈 등에 의한 요소를 제거하기 위하여 DOG 값의 크기가 작거나 강한 에지선 상에 있는 후보 픽셀들을 제거하였다. 즉, 수학적 식 1과 같이 농도 임계값보다 작은 후보 픽셀들을 제거하였다.

수학식 1

$$D(X) = D + \frac{\partial D^T}{\partial X} X + \frac{1}{2} X^T \frac{\partial^2 D}{\partial X^2} X,$$

$$\hat{X} = - \frac{\partial^2 D^{-1}}{\partial X^2} \frac{\partial D}{\partial X},$$

$$D(\hat{X}) = D + \frac{1}{2} \frac{\partial D^T}{\partial X} \hat{X},$$

$$|D(\hat{X})| < contrast \ threshold.$$

[0063] 상기 수학식 1에서, D는 DOG를 나타내는 변수, X는 선택된 픽셀의 위치에 대한 정보, $\hat{X}$ 는 localization을 통

해 정확성이 향상시킨 위치 정보, 그리고 $D(\hat{X})$ 는 localization된 픽셀에 대한 DOG를 의미한다.

[0064] 상기 수학적 식 1에 나타난 바와 같이, 상기 농도 임계값을 작게 할수록 많은 특징점들을 추출할 수 있게 된다. 그러나, 상기 농도 임계값을 무작정 작게 하여 추출되는 특징점의 수를 필요 이상으로 증가시키는 경우에는 연산의 비효율성은 물론 미스 매칭의 위험을 초래하는 문제점이 발생한다.

[0065] 또한, 입력 영상마다 $|D(\hat{X})|$ 값의 분포가 다르므로 입력 영상에 따라 적절한 농도 임계점을 산출할 필요가 있다.

[0066] 그러나, 기존의 SIFT에서는 입력 영상과는 무관하게 고정된 기준값들을 사용하여 특징점을 추출하는 문제가 있다.

[0067] 이에 반해, 본 발명의 상기 농도 임계값 산출부(730)는, 상기 입력 영상부터 생성되는 DOG(Difference of Gaussian) 영상의 히스토그램(histogram) 분석을 통해 최대 픽셀수를 지니는 농도값을 상기 농도 임계값으로 산출한다.

[0068] 히스토그램 분석이란, 영상에 대하여 각 농도의 레벨마다 해당 농도 레벨을 갖는 픽셀의 수, 또는 모든 픽셀 수에 대한 비율을 분석하는 방법을 말한다. 이러한 히스토그램 분석 결과는 통상 횡축에 농도치, 종축에 화소 수를 취한 막대 그래프로 표시될 수 있다. 상기 히스토그램 분석은 영상 데이터가 어떤 농도치를 갖는 픽셀들로 구성되어있는지 조사하는데 사용될 수 있다.

[0069] 한편, 곡률 임계값(curvature thresh) r과 관련하여 제거되는 후보 픽셀의 조건은 수학적 식 2와 같이 유도될 수 있다.

수학적 식 2

$$H = \begin{bmatrix} D_{xx} & D_{xy} \\ D_{xy} & D_{yy} \end{bmatrix},$$

[0070]

$$Tr(H) = D_{xx} + D_{yy} = \alpha + \beta,$$

[0071]

$$Det(H) = D_{xx}D_{yy} - (D_{xy})^2 = \alpha\beta,$$

$$\alpha = r\beta,$$

$$\frac{Tr(H)^2}{Det(H)} = \frac{(\alpha + \beta)^2}{\alpha\beta} = \frac{(r\beta + \beta)^2}{r\beta^2} = \frac{(r+1)^2}{r},$$

[0072]

$$\frac{Tr(H)^2}{Det(H)} < \frac{(r+1)^2}{r}.$$

[0073] 상기 수학적 식 2에 나타난 바와 같이, 상기 곡률 임계값의 경우 r값을 크게 할 수록 경계로 보이는 부분에서 추출되는 특징점의 수를 소폭 증가시킬 수 있다.

[0074] 그 다음, 상기 특징점 기술자 생성부(740)는, 상기 전체 후보 픽셀 중 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 이용하여 특징점 기술자(keypoint descriptor)를 생성한다(S840).

[0075] 상기 특징점 기술자 생성부(740)는, 상기 농도 임계값 이상의 후보 픽셀을 기준으로 주변 픽셀과의 위치, 크기 및 방위 정보를 포함하는 특징점 정보를 이용하여 상기 특징점 기술자를 생성한다. 즉, 최종 선택된 후보 픽셀을 중심으로 16x16 크기의 블록을 설정하고, 그 블록 내의 픽셀에 대하여 방향성을 측정한다. 각각의 픽셀마다 방향 및 그 크기를 측정하여 해당 블록에서 가장 크게 존재하는 방향을 추정한다. 이 방향을 해당 특징점의 방향으로 설정한다. 최종적인 SIFT 특징벡터를 구하기 위해서는 다시 각각의 키포인트를 중심으로 16x16 블록을 설정하고 다시 4x4 블록 단위로 나누어 그 블록 내의 각 픽셀에 대하여 픽셀값의 변화 방향을 측정한다. 상기 변화 방향은 변화 기술기에 비례하도록 설정하여 변화의 크기가 클수록 해당 방향의 확률분포도 커지도록 방향에 대한 확률분포를 구한다.

[0076] 도 11에는 8 by 8 블록에 대해 방향성 분포를 추출하여 8개의 방향으로 양자화하는 과정이 도시되어 있다.

[0077] 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 방향성 확률분포는 8개의 방향으로 구분되어 저장되는데, 결국 16x16 블록에

대하여 128 차원의 벡터 형태로 표현된다. 이 방향성 확률분포를 나타내는 벡터가 SIFT 특징 벡터의 구조이며, 특징점의 영상 좌표, 방향성, 가우시안 스케일 등의 파라미터와 함께 저장된다. 이와 같이 얻어진 128 차원의 SIFT 특징 벡터는 벡터 양자화를 수행하여 코드북으로 표현된다. 초기에 구해진 SIFT 특징 벡터는 부동 소수점을 갖는 임의의 실수로서, 상기 SIFT 특징 벡터를 전송하거나 거리를 비교할 때 상대적으로 많은 전송용량 및 시간이 필요하다. 따라서, 이러한 단점을 극복하기 위하여, 각 8방향 단위로 구분된 SIFT의 8차원 벡터에 대하여 벡터 양자화를 수행하고 실수값으로 표현되는 8차원 방향분포를 1차원의 코드북으로 대응시킨다. 이러한 벡터 양자화 과정을 거침으로써, 128차원의 실수계수 SIFT 특징 벡터는 16차원의 정수계수의 벡터로 변환될 수 있다. 이러한 16차원의 벡터로 양자화된 SIFT 특징 벡터를 낮은 데이터 양으로 전송하고, 벡터 간의 차이를 계산할 때는 양자화된 코드북의 128 차원 벡터로 환원하여 비교하게 된다.

- [0078] 상술한 바와 같이 상기 특징점 추출부(502)가 입력 얼굴 영상에서 특징점을 추출하면, 상기 얼굴 인식부(504)는, 상기 입력 얼굴 영상의 특징점과 데이터베이스(540)에 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하여 상기 입력 얼굴 영상을 인식한다(S650).
- [0079] 즉, 상기 얼굴 인식부(504)는 허프 변환(Hough Transform)에 의한 클러스터링(clustering)을 통해 상기 입력 얼굴 영상 및 상기 저장된 얼굴 영상의 특징점을 매칭하고, 상기 매칭되는 특징점의 개수를 이용하여 상기 매칭되는 특징점의 개수가 많은 영상을 얼굴 영상으로서 인식한다. 또한, 상기 얼굴 인식부(504)는 매칭되는 특징점의 개수 정보뿐만 아니라, 매칭되는 특징점의 위치, 매칭되는 특징점을 잇는 선분의 길이 및 기울기 등과 같이 매칭점되는 특징점의 분포 정보를 고려하여 얼굴 영상을 인식할 수 있다.
- [0080] 특히, 상기 얼굴 인식부(504)는, 개인 인증, 시스템 보안등에 있어서 상기 데이터베이스(540)에 저장된 얼굴 영상 정보 중 상기 입력 얼굴 영상과 소정의 기준값 이상의 매칭점을 갖는 얼굴 영상 정보가 존재하는 경우, 접근 권한을 인정하고, 그렇지 않은 경우 접근 권한을 부정하는 인증 모듈(미도시)을 포함할 수 있다.
- [0081] 일 실시예에 있어서, 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 장치 및 이를 이용한 얼굴 인식 시스템은 마이크로프로세서상에 시스템 온 칩(system on chip) 형태로 구현하여 상기 마이크로프로세서로 하여금 상기과 같은 특징점 추출 및 얼굴 인식을 수행하도록 할 수 있다. 본 발명을 마이크로프로세서로 구현하면 각종 시스템의 크기를 줄일 수 있고, 조립 과정을 단순화시킬 수 있으며, 제조 비용을 절감할 수 있는 등의 이점이 있다.
- [0082] 한편, 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 방법 및 이를 이용한 얼굴 인식 방법의 세부 과정은 상기 특징점 추출 장치 및 얼굴 인식 시스템의 구성 모듈들의 세부 동작과 대응되는 설명이 가능하다.
- [0083] 또한, 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 방법과 이를 이용한 얼굴 인식 방법은 컴퓨터로 판독할 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽어들일 수 있는 프로그램 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 본 발명이 소프트웨어를 통해 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다.
- [0084] 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록매체에는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽어들일 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0085] 이하, 본 발명의 현저한 효과를 검증한다.
- [0086] 도 12a 및 도 12b에는 각각 일반 영상에 대해 본 발명을 적용하여 추출한 특징점 및 매칭점이 도시되어 있다.
- [0087] 도 12a 및 도 12b에 도시된 바와 같이, 추출된 특징점의 개수는 왼쪽부터 각각 687개, 및 772개이고, 이때 산출된 농도 임계값은 왼쪽부터 각각 0.0077 및 0.0056이었다. 또한, 이를 통해 획득한 매칭점은 135개이었다.
- [0088] 도 13a 및 도 13b에는 각각 내시경 영상에 대해 본 발명을 적용하여 추출한 특징점 및 매칭점이 도시되어 있다.
- [0089] 도 13a 및 도 13b에 도시된 바와 같이, 추출된 특징점의 개수는 왼쪽부터 각각 560개, 및 509개이고, 이때 산출된 농도 임계값은 왼쪽부터 각각 0.0031 및 0.0032이었다. 또한, 이를 통해 획득한 매칭점은 145개이었다.
- [0090] 이와 같이, 본 발명에 의하는 경우 영상의 종류에 관계없이 더 많은 특징점을 추출할 수 있고, 그에 따라 더 많은 매칭점을 찾을 수 있음을 알 수 있다.
- [0091] 도 14a 내지 도 18b에는 기존 방식 및 본 발명을 적용한 얼굴 인식 결과가 도시되어 있다.

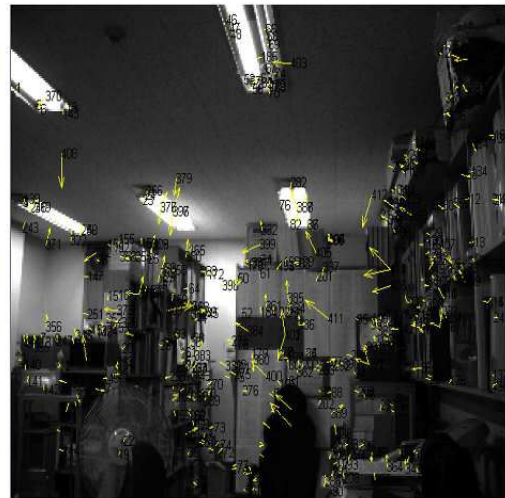
- [0092] 도 14a 및 도 14b에는 각각 기존 방식 및 본 발명을 적용하여 추출한 특징점이 도시되어 있다.
- [0093] 도 15a 및 도 15b에는 각각 기존 방식 및 본 발명을 적용하여 획득한 매칭점이 도시되어 있다.
- [0094] 도 16a 및 도 16b에는 각각 기존 방식 및 본 발명을 적용한 얼굴 인식 결과 도시되어 있다.
- [0095] 도 14a 내지 도 16b에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의하는 경우 기존 방식보다 추출되는 특징점의 개수가 평균 30%이상 증가하고, 그에 따라 더 많은 매칭점을 획득하며, 결과적으로 얼굴 인식률을 높일 수 있음을 알 수 있다.
- [0096] 도 17a 내지 도 18b에는 표정 변화가 많은 얼굴 영상에 대해 기존 방식 및 본 발명을 적용한 얼굴 인식 결과가 도시되어 있다.
- [0097] 도 17a 및 도 17b에는 각각 표정 변화가 많은 얼굴 영상에 대해 기존 방식 및 본 발명을 적용하여 추출한 특징점이 도시되어 있다.
- [0098] 도 18a 및 도 18b에는 각각 표정 변화가 많은 얼굴 영상에 대해 기존 방식 및 본 발명을 적용한 얼굴 인식 결과 도시되어 있다.
- [0099] 도 17a 내지 도 18b에 도시된 바와 같이, 표정 변화가 많은 얼굴 영상에 대해서도 본 발명에 의하는 경우 더 많은 특징점을 추출할 수 있으며, 그에 따라 얼굴 인식률을 높일 수 있음을 알 수 있다.
- [0100] 지금까지 본 발명에 대해 실시예들을 참고하여 설명하였다. 그러나 당업자라면 본 발명의 본질적인 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위에서 본 발명이 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 즉, 본 발명의 진정한 기술적 범위는 첨부된 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 균등범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

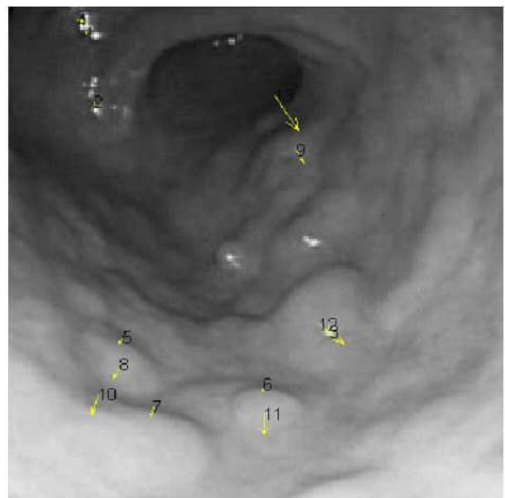
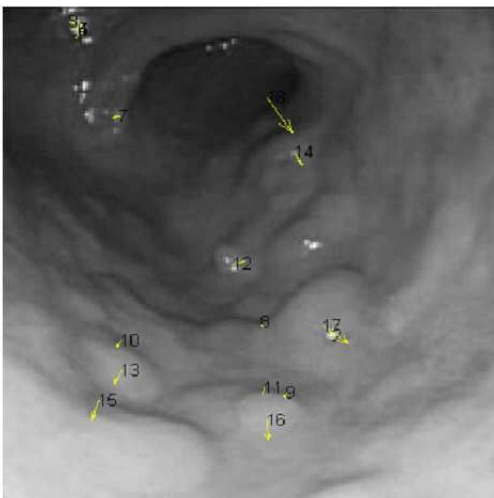
- [0101] 도 1은 두 개의 일반 영상에 대해 SIFT를 적용하여 추출한 특징점을 나타낸 도면.
- [0102] 도 2는 두 개의 내시경 영상에 대해 SIFT를 적용하여 추출한 특징점을 나타낸 도면.
- [0103] 도 3은 두 개의 내시경 영상에 대해 농도 임계값은 0.01, 곡률 임계값은 10으로 설정한 SIFT를 적용하여 추출한 특징점을 나타낸 도면.
- [0104] 도 4는 두 개의 내시경 영상에 대해 농도 임계값은 0.01, 곡률 임계값은 50으로 설정한 SIFT를 적용하여 추출한 특징점을 나타낸 도면.
- [0105] 도 5는 본 발명에 따른 SIFT 기반의 얼굴 인식 시스템의 일례를 나타낸 블록도.
- [0106] 도 6은 본 발명에 따른 SIFT 기반의 얼굴 인식 방법의 일례를 나타낸 흐름도.
- [0107] 도 7은 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 장치를 나타낸 블록도.
- [0108] 도 8은 본 발명에 따른 SIFT 기반의 특징점 추출 방법을 나타낸 흐름도.
- [0109] 도 9는 입력 영상의 가우시안 피라미드를 이용하여 DOG 영상을 생성하는 과정을 나타낸 도면.
- [0110] 도 10은 후보 픽셀을 추출하기 위하여 비교되는 DOG 영상의 픽셀들을 나타낸 도면.
- [0111] 도 11은 8 by 8 블록에 대해 방향성 분포를 추출하여 8개의 방향으로 양자화하는 과정을 나타낸 도면.
- [0112] 도 12a 및 도 12b는 각각 일반 영상에 대해 본 발명을 적용하여 추출한 특징점 및 매칭점을 나타낸 도면.
- [0113] 도 13a 및 도 13b는 각각 내시경 영상에 대해 본 발명을 적용하여 추출한 특징점 및 매칭점을 나타낸 도면.
- [0114] 도 14a 내지 도 18b는 기존 방식 및 본 발명을 적용한 얼굴 인식 결과를 나타낸 도면.

도면

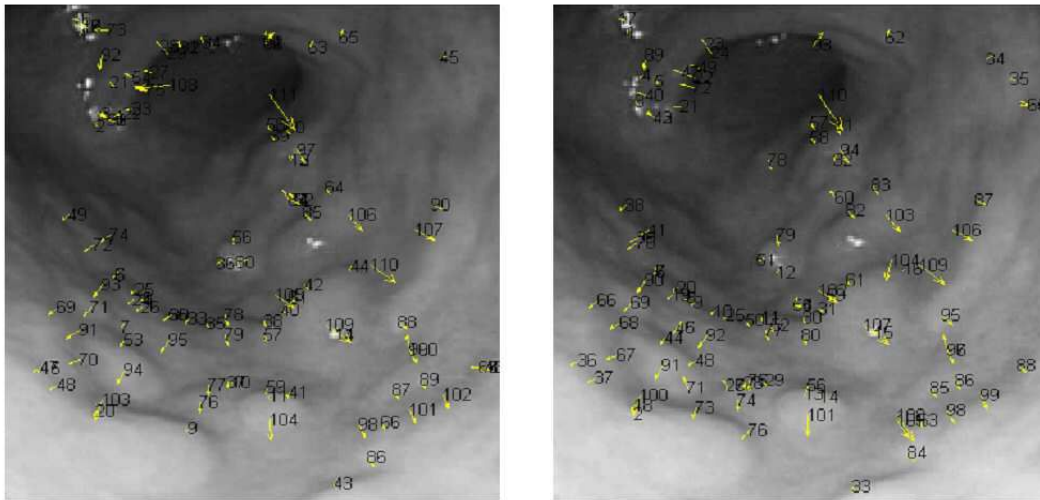
도면1



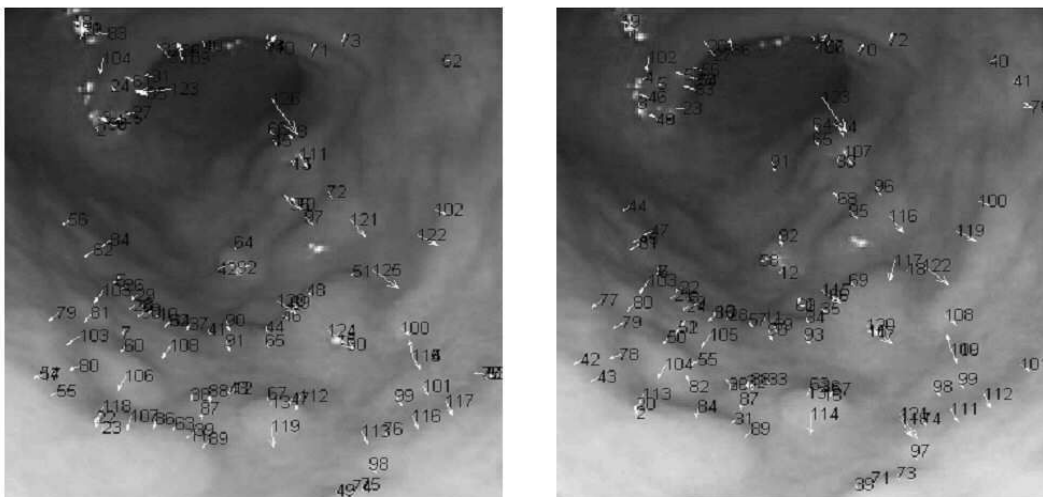
도면2



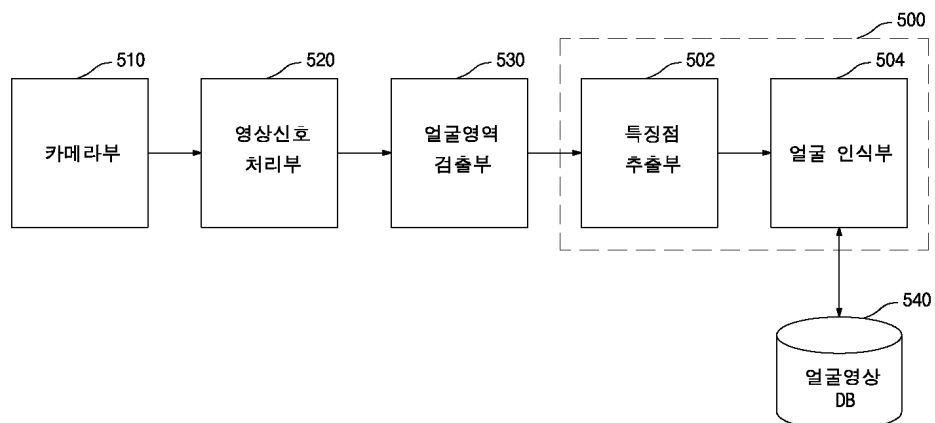
도면3



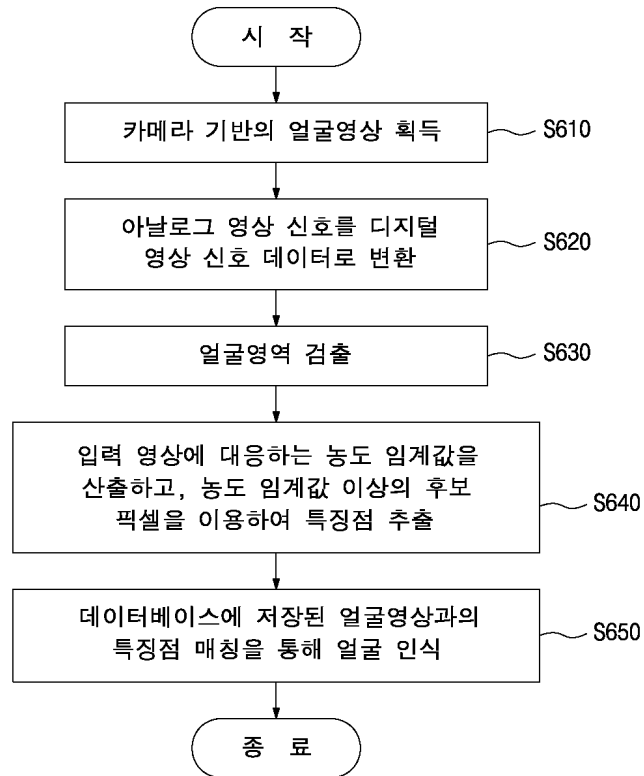
도면4



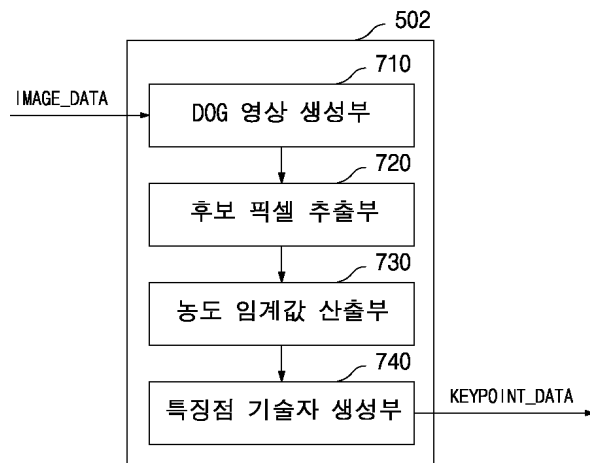
도면5



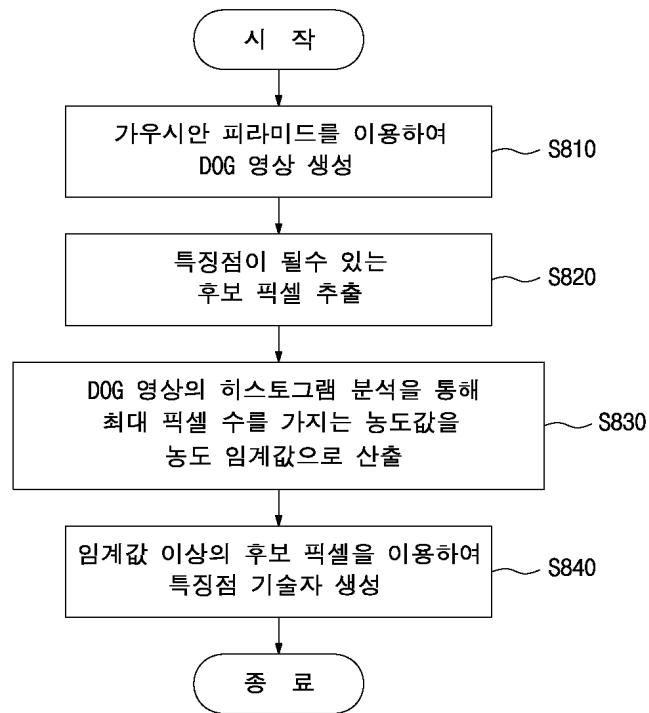
도면6



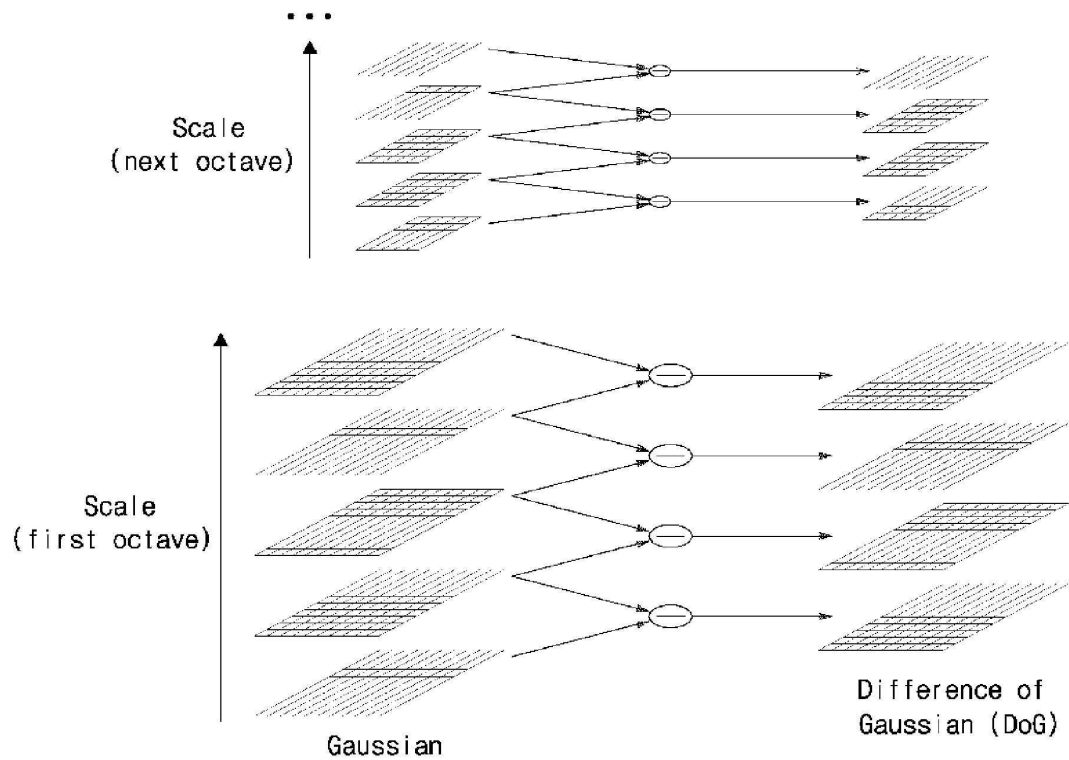
도면7



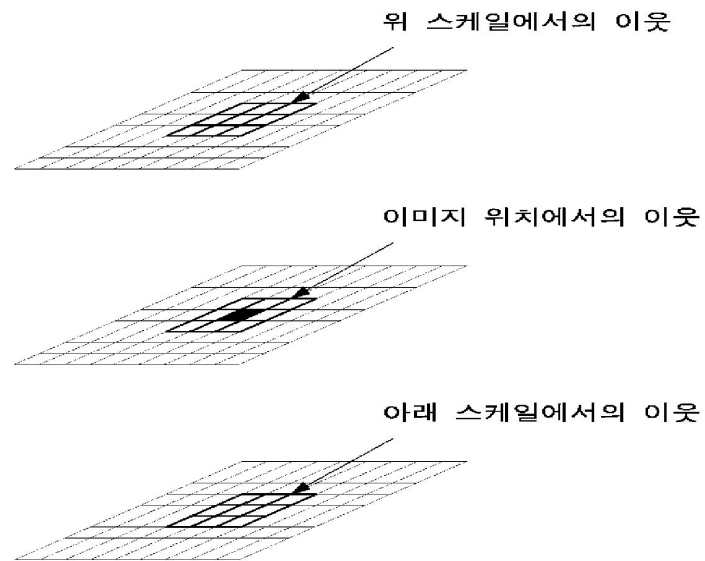
도면8



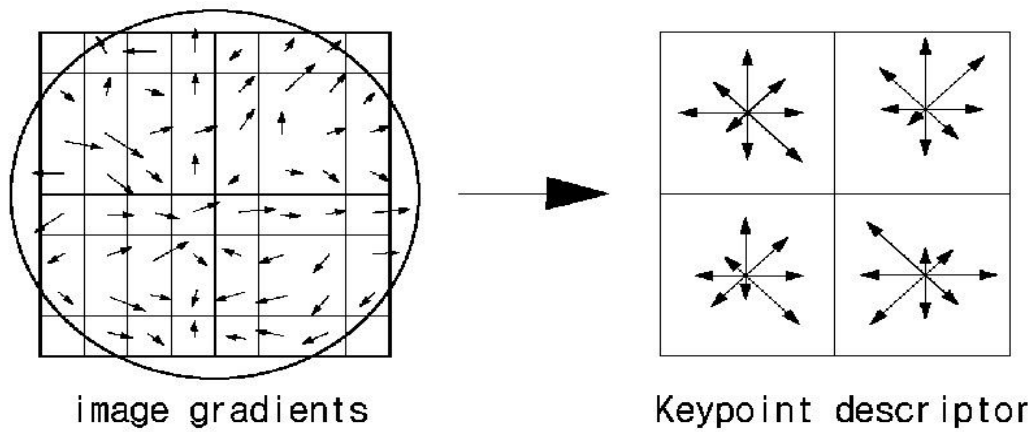
도면9



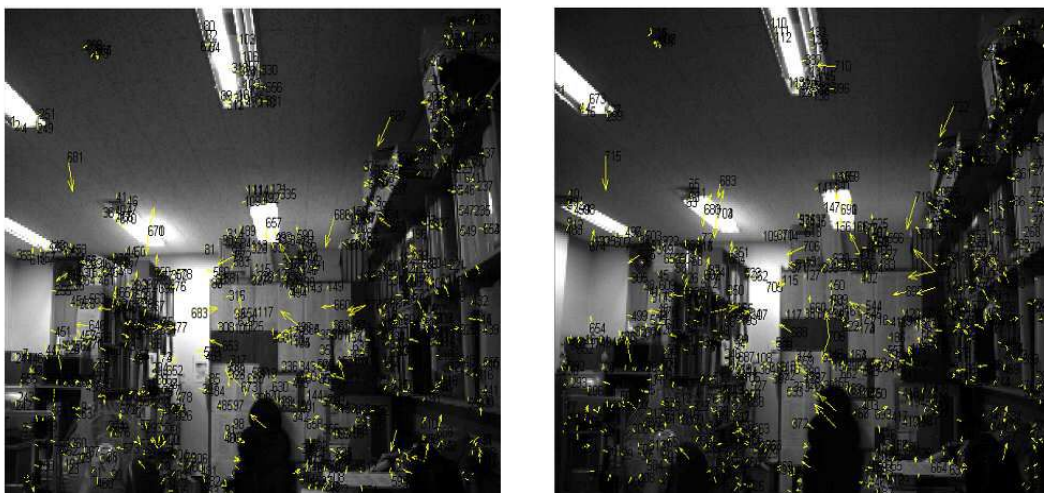
도면10



도면11



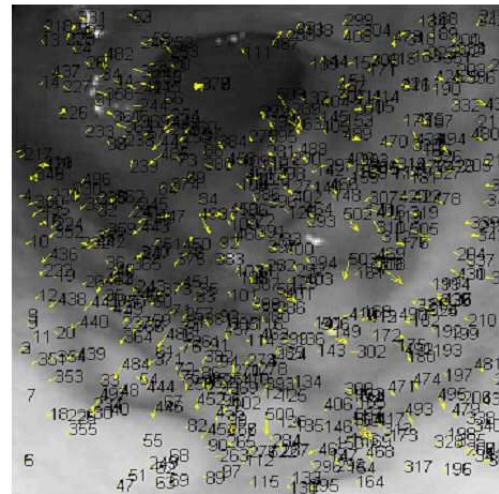
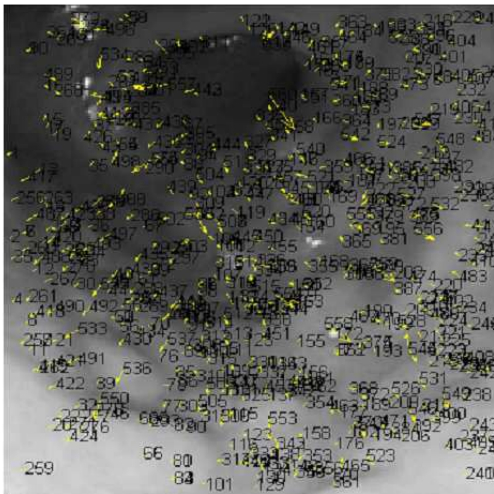
도면12a



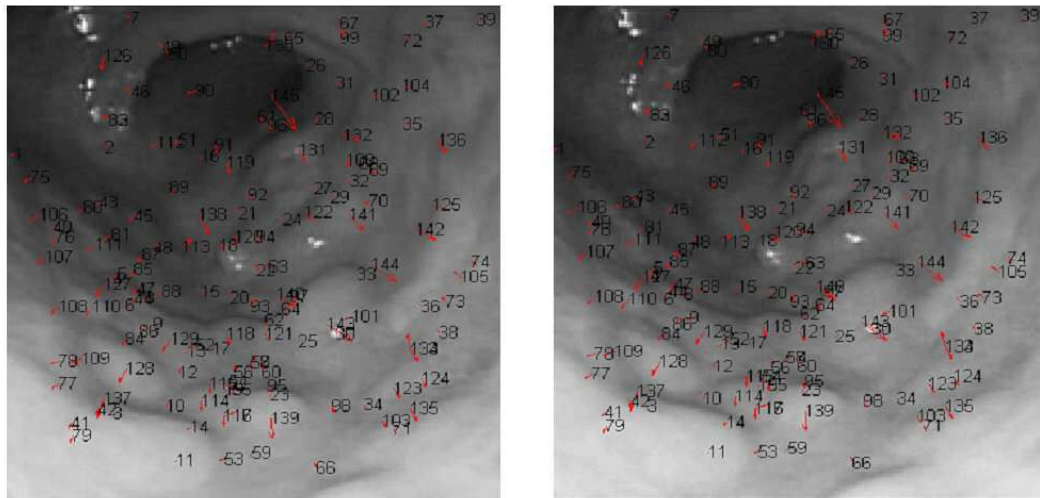
도면12b



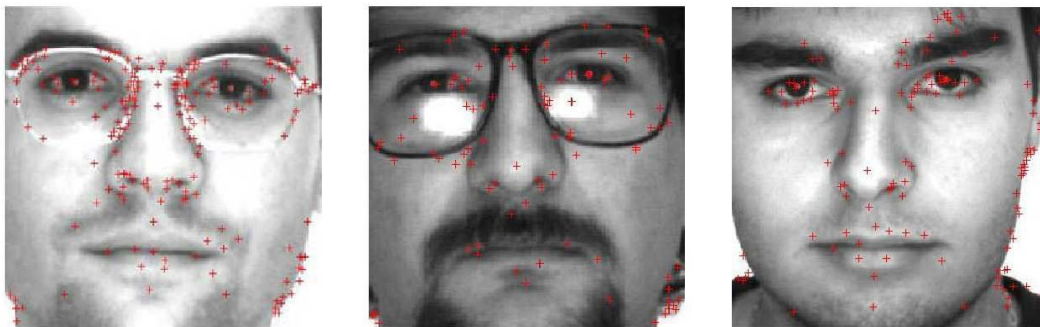
도면13a



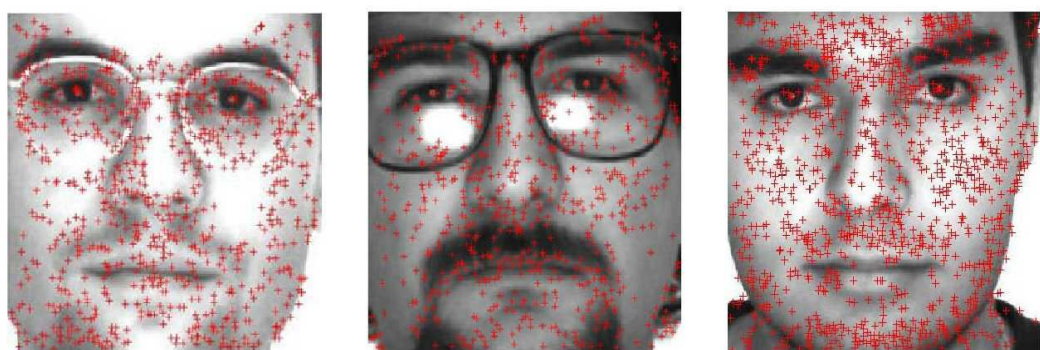
도면13b



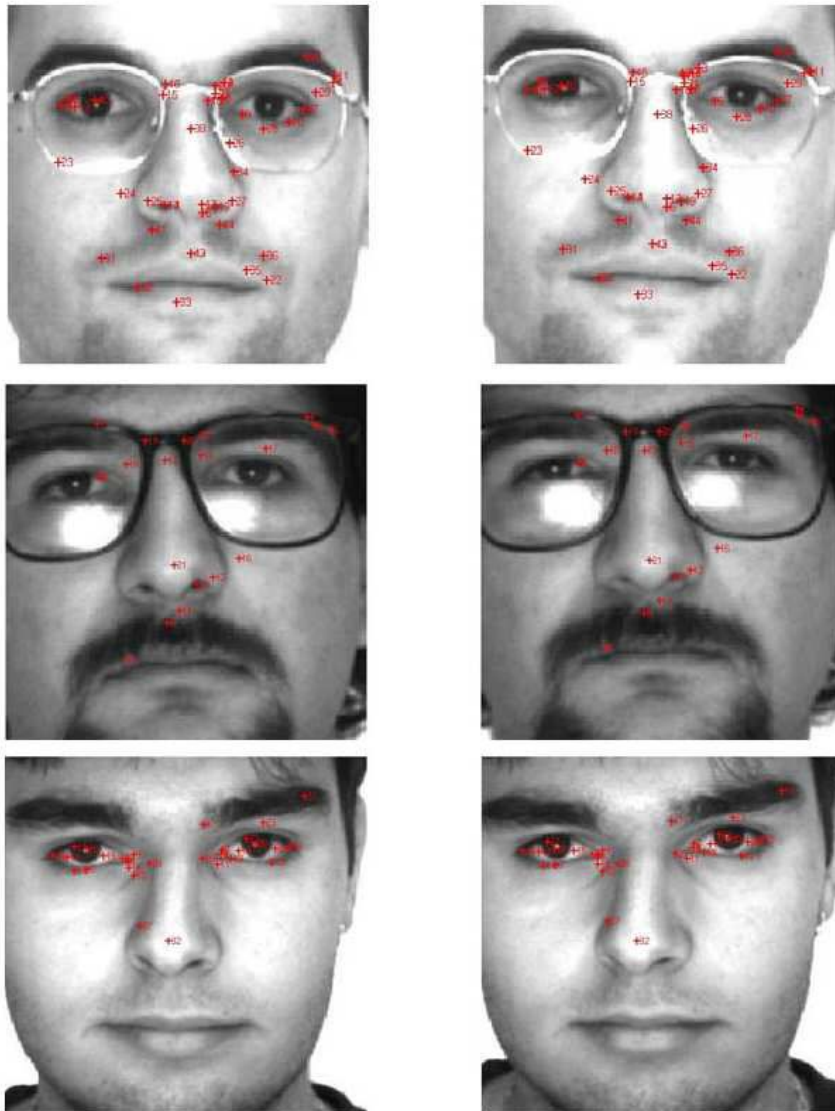
도면14a



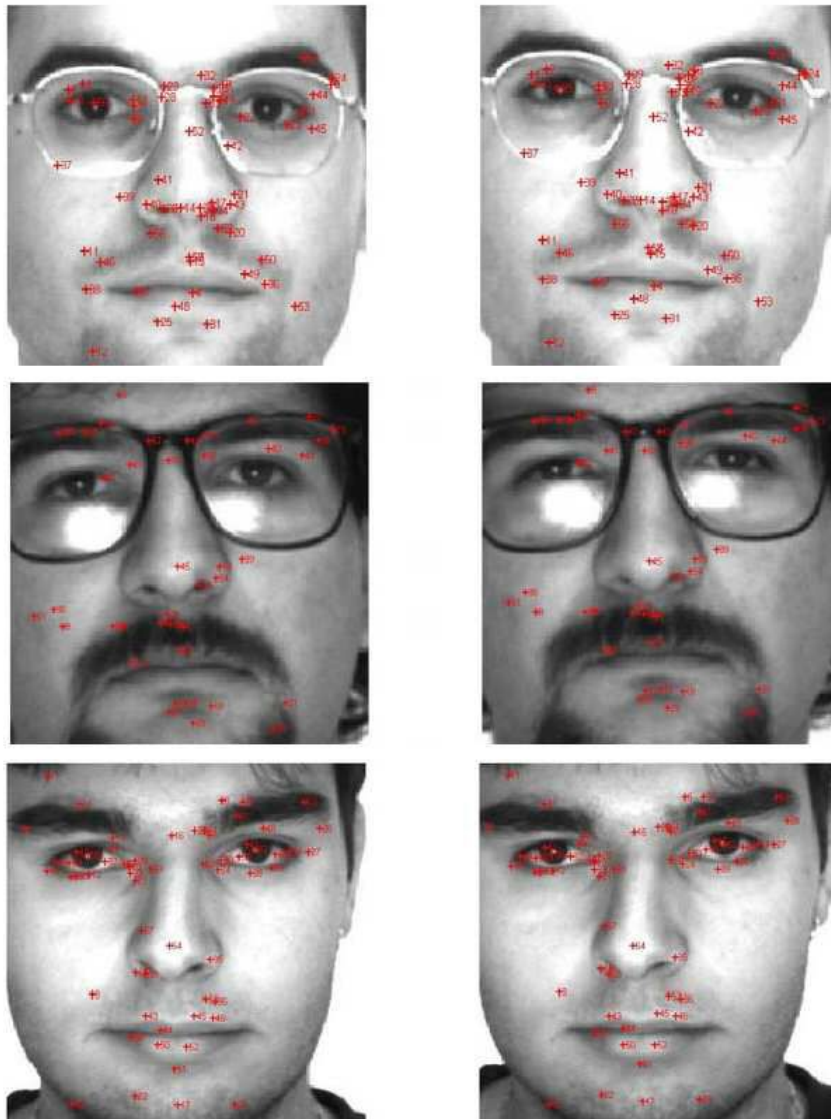
도면14b



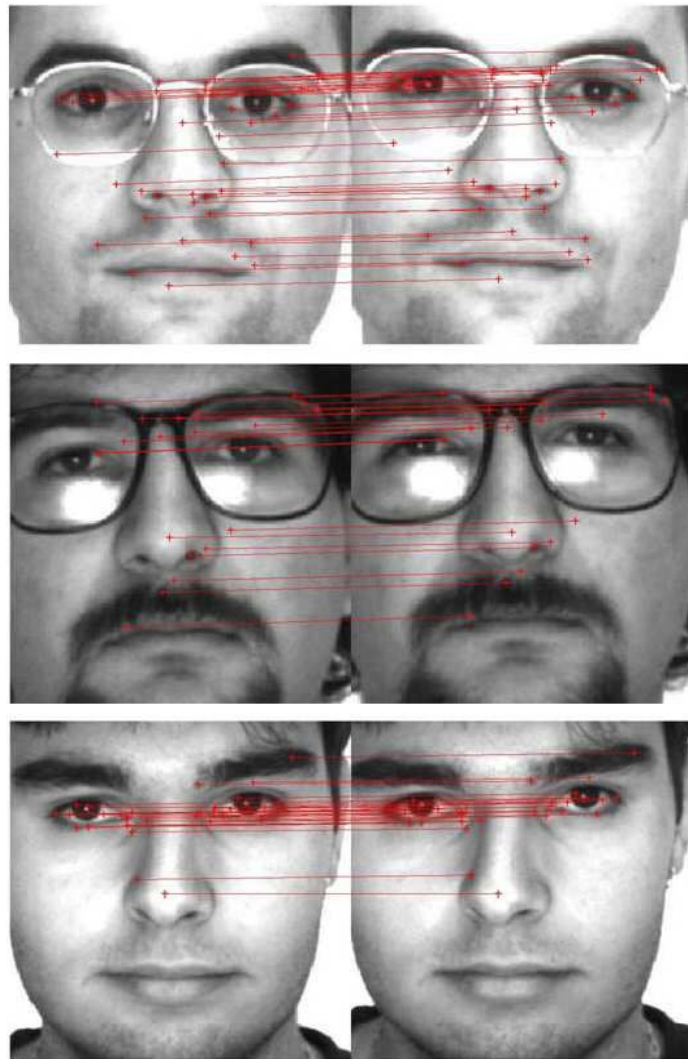
도면15a



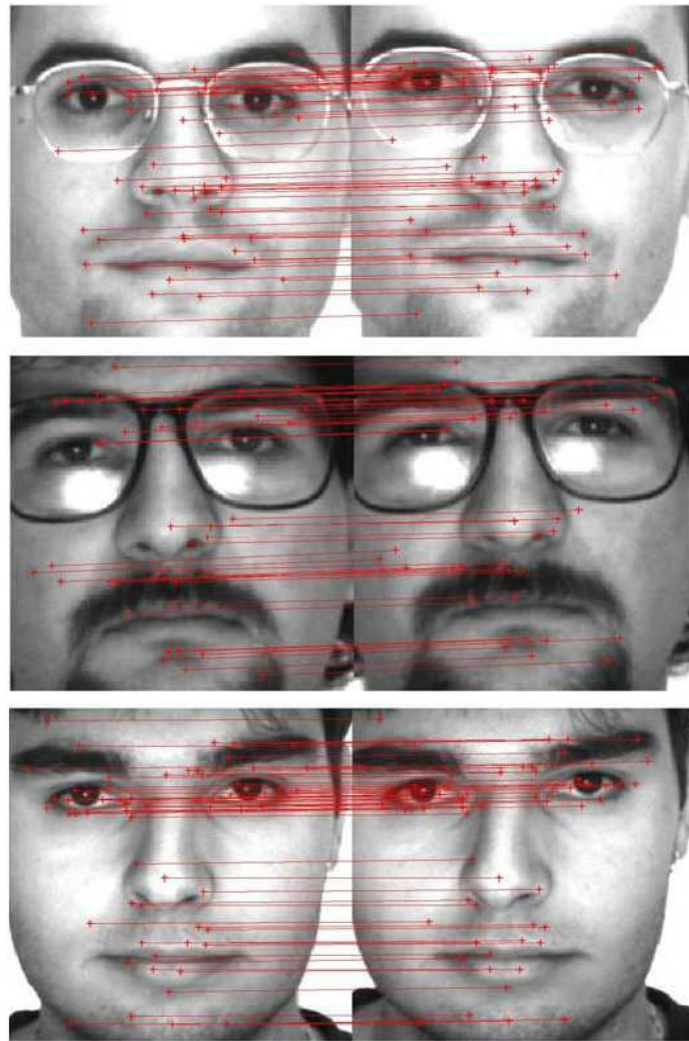
도면15b



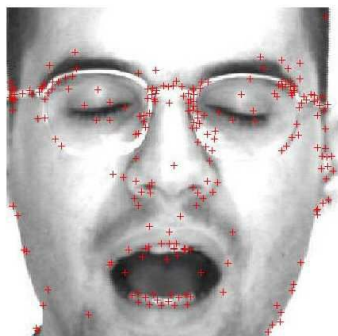
도면16a



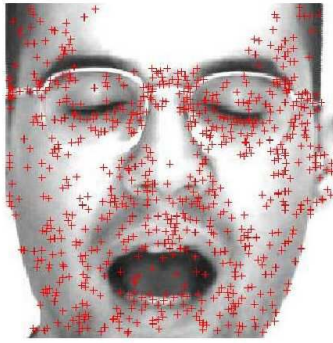
도면16b



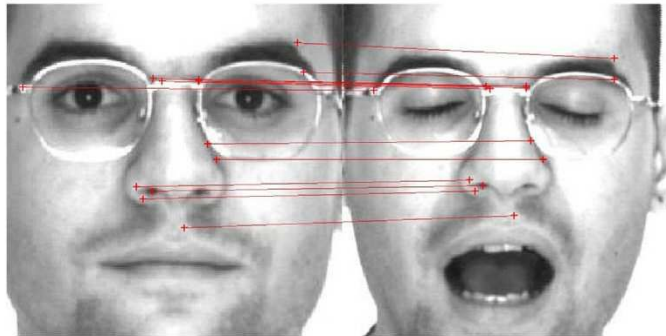
도면17a



도면17b



도면18a



도면18b

