

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0050660 (43) 공개일자 2012년05월21일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06F 17/30 (2006.01) G06K 9/46 (2006.01) G06K 9/78 (2006.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1	
(21) 출원번호 10-2010-0112029	(72) 발명자 박대희 서울특별시 강남구 도곡동 타워팰리스 A동 1601호	
(22) 출원일자 2010년11월11일 심사청구일자 2010년11월11일	이중욱 경기도 부천시 원미구 역곡1동 113-34번지 박승진 전라남도 목포시 신흥로 113, 제일2차하이빌 202동 105호 (옥암동)	
	(74) 대리인 특허법인엠에이피에스	

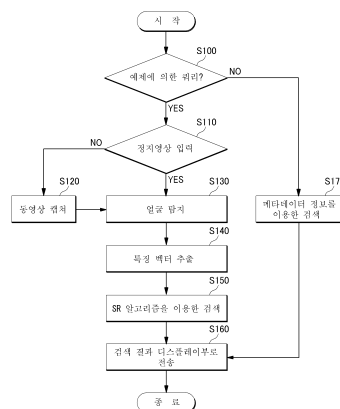
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 얼굴 인식 기반의 얼굴 검색 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명의 얼굴 검색 시스템은, 탐지 대상을 촬영한 영상으로부터 수집된 얼굴 정보가 저장된 얼굴 정보 저장부, 검색 대상자에 대한 쿼리를 수신하는 쿼리 입력부 및 상기 수신된 쿼리에 기초하여 상기 얼굴 정보 중 상기 검색 대상자에 대응되는 얼굴 정보를 검색하는 얼굴 검색부를 포함하되, 상기 쿼리는 키워드, 정지 영상 및 동영상 중 적어도 어느 하나를 포함한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

얼굴 검색 시스템에 있어서,
탐지 대상을 촬영한 영상으로부터 수집된 얼굴 정보가 저장된 얼굴 정보 저장부,
검색 대상자에 대한 쿼리를 수신하는 쿼리 입력부 및
상기 수신된 쿼리에 기초하여 상기 얼굴 정보 중 상기 검색 대상자에 대응되는 얼굴 정보를 검색하는 얼굴 검색 부를 포함하되,
상기 쿼리는 키워드, 정지 영상 및 동영상 중 적어도 어느 하나를 포함하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 얼굴 정보는,
상기 촬영한 영상으로부터 캡처한 캡처 이미지 중 얼굴이 탐지된 영역을 분할하여 생성한 얼굴 이미지 데이터,
상기 얼굴 이미지 데이터로부터 추출한 특징 벡터 데이터,
상기 촬영한 영상 중 얼굴이 탐지된 영상을 시간적으로 분할하여 생성한 분할 영상 데이터 및
상기 촬영한 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 생성한 메타데이터
를 포함하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 메타데이터는,
상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 날짜를 나타내는 탐지 날짜 데이터,
상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 시간을 나타내는 탐지 시간 데이터 및
상기 탐지 대상을 촬영한 장치에 관한 정보를 나타내는 영상 촬영부 정보 데이터 중 적어도 하나를 포함하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
상기 수신된 쿼리가 정지 영상인 경우,
상기 얼굴 검색부는 상기 정지 영상으로부터 특징 벡터를 추출하고, 상기 얼굴 정보 저장부에 저장된 상기 특징 벡터 데이터 중 상기 추출된 특징 벡터에 대응되는 특징 벡터 데이터를 검색하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 수신된 쿼리가 동영상인 경우,

상기 얼굴 검색부는 상기 동영상을 캡처하고, 상기 동영상의 캡처 이미지로부터 특징 벡터를 추출하고, 상기 얼굴 정보 저장부에 저장된 상기 특징 벡터 데이터 중 상기 추출된 특징 벡터에 대응되는 특징 벡터 데이터를 검색하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 수신된 쿼리가 키워드인 경우,

상기 얼굴 검색부는 상기 얼굴 정보 저장부에 저장된 메타데이터 중 상기 키워드에 대응되는 메타데이터를 검색하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 수신된 쿼리가 동영상 또는 정지 영상인 경우, 상기 얼굴 검색부는 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 검색을 수행하는 것인 얼굴 검색 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 검색된 얼굴 정보를 디스플레이하는 디스플레이부를 더 포함하는 얼굴 검색 시스템.

청구항 9

얼굴 검색 방법에 있어서,

탐지 대상을 촬영한 영상으로부터 얼굴 정보를 수집하는 단계,

검색 대상자에 대한 정지 영상을 수신하는 단계 및

상기 수신한 정지 영상에 기초하여 상기 수집된 얼굴 정보 중 상기 검색 대상자에 대응되는 얼굴 정보를 검색하는 단계를 포함하되,

상기 얼굴 정보는,

상기 촬영한 영상으로부터 캡처한 캡처 이미지 중 얼굴이 탐지된 영역을 분할하여 생성한 얼굴 이미지 데이터,

상기 얼굴 이미지 데이터로부터 추출한 특징 벡터 데이터,

상기 촬영한 영상 중 얼굴이 탐지된 영상을 시간적으로 분할하여 생성한 분할 영상 데이터 및

상기 촬영한 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 생성한 메타데이터

를 포함하는 얼굴 검색 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 얼굴 정보를 수집하는 단계는,

탐지 대상을 촬영한 영상을 캡처하여 캡처 이미지를 생성하는 단계,
 상기 캡처 이미지 중 얼굴이 탐지된 영역을 분할하여 얼굴 이미지 데이터를 생성하는 단계,
 상기 얼굴 이미지로부터 특징 벡터 데이터를 추출하는 단계,
 상기 촬영한 영상 중 얼굴이 탐지된 영상을 시간적으로 분할하여 분할 영상 데이터를 생성하는 단계 및
 상기 촬영한 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 메타데이터를 생성하는 단계
 를 포함하는 얼굴 검색 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,
 상기 메타데이터는,
 상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 날짜를 나타내는 탐지 날짜 데이터,
 상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 시간을 나타내는 탐지 시간 데이터 및
 상기 탐지 대상을 촬영한 장치에 관한 정보를 나타내는 영상 촬영부 정보 데이터 중 적어도 하나를 포함하는 얼굴 검색 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,
 상기 얼굴 정보를 검색하는 단계는,
 상기 수신된 정지 영상으로부터 특징 벡터를 추출하는 단계 및
 상기 특징 벡터 데이터 중 상기 추출된 특징 벡터에 대응되는 특징 벡터 데이터를 검색하는 단계
 를 포함하는 얼굴 검색 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
 상기 특징 벡터 데이터 중 상기 추출된 특징 벡터에 대응되는 특징 벡터 데이터를 검색하는 단계는 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 검색을 수행하는 것인 얼굴 검색 방법.

청구항 14

얼굴 정보의 저장 방법에 있어서,
 탐지 대상을 촬영한 영상을 캡처하여 캡처 이미지를 생성하는 단계,
 상기 캡처 이미지 중 얼굴이 탐지된 영역을 분할하여 얼굴 이미지 데이터를 생성하는 단계,
 상기 얼굴 이미지로부터 특징 벡터 데이터를 추출하는 단계,
 상기 촬영한 영상 중 얼굴이 탐지된 영상을 시간적으로 분할하여 분할 영상 데이터를 생성하는 단계 및
 상기 촬영한 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 메타데이터를 생성하는 단계를 포함하되,
 상기 메타데이터는,
 상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 날짜를 나타내는 탐지 날짜 데이터, 상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐

지된 시간을 나타내는 탐지 시간 데이터 및 상기 탐지 대상을 촬영한 장치에 관한 정보를 나타내는 영상 촬영부 정보 데이터 중 적어도 하나를 포함하는 얼굴 정보 저장 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 얼굴 인식 기반의 얼굴 검색 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 공항, 항만, 연구소 또는 특수 시설물 등에 CCTV를 이용한 영상 감시에 수요가 급속하게 증가하였다. 이와 같이 특정 지역의 보안 및 감시를 위한 영상 감시 시스템에서 가장 중요한 요소 중 하나는 관리자가 관심 있는 장면을 신속하고 정확하게 찾아주는 영상 검색 요소이다. 특히, 대용량으로 수집된 데이터베이스로부터 사람이 등장한 장면을 일일이 직접 확인하는 것은 한계가 있으므로, 빠르고 정확한 범죄 용의자 또는 특정 인물 검색을 지원하기 위해서는 사람이 등장한 장면에 대한 처리가 필요하였다. 즉 감시 영상 중 사람이 등장한 장면에 대해 선택적으로 처리하여 데이터베이스화하는 기술에 대한 수요가 있었다.

[0003] 또한, 저장된 감시 영상에서 특정인에 대한 검색을 수행하기 위해 정지 영상을 이용한 질의 방법을 사용할 수 있다. 그러나 종래에는 탐지된 얼굴과 등록된 얼굴들과의 유사도를 비교하여 임계값보다 클 경우 등록된 얼굴과 동일한 사람의 얼굴로 판단하고, 임계값보다 작을 경우 등록된 다른 얼굴과의 비교를 반복하는 방식으로 이루어 졌다. 그러나, 이러한 방식은 높은 인식률을 보장하는 반면, 처리속도가 느리기 때문에 대용량의 데이터베이스 에서 실시간으로 인식작업을 수행해야 하는 검색 시스템에는 적합하지 못하다는 문제가 있었다. 따라서, 대용량 의 데이터베이스에서 얼굴 인식 기반의 검색이 가능함과 동시에 높은 검색율을 갖는 새로운 형태의 시스템에 대 한 필요성이 제기되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 전술한 필요에 위한 것으로, 키워드, 정지 영상 또는 동영상을 이용하여 얼굴 정보를 검색하는 시스템 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 얼굴 검색 시스템은, 탐 지 대상을 촬영한 영상으로부터 수집된 얼굴 정보가 저장된 얼굴 정보 저장부, 검색 대상자에 대한 쿼리를 수신 하는 쿼리 입력부 및 상기 수신된 쿼리에 기초하여 상기 얼굴 정보 중 상기 검색 대상자에 대응되는 얼굴 정보 를 검색하는 얼굴 검색부를 포함하되, 상기 쿼리는 키워드, 정지 영상 및 동영상 중 적어도 어느 하나를 포함한 다.

[0006] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 따른 얼굴 검색 방법은, 탐지 대상을 촬영한 영상으로부터 얼굴 정보를 수집하는 단계, 검색 대상자에 대한 정지 영상을 수신하는 단계 및 상기 수신한 정지 영상에 기초하여 상기 수집된 얼굴 정보 중 상기 검색 대상자에 대응되는 얼굴 정보를 검색하는 단계를 포함하되, 상기 얼굴 정보는, 상기 촬영한 영상으로부터 캡처한 캡처 이미지 중 얼굴이 탐지된 영역을 분할하여 생성한 얼굴 이미지 데이터, 상기 얼굴 이 이미지 데이터로부터 추출한 특징 벡터 데이터, 상기 촬영한 영상 중 얼굴이 탐지된 영상을 시간적으로 분할하여 생성한 분할 영상 데이터 및 상기 촬영한 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 생성한 메타데이터를 포함한 다.

[0007] 또한, 본 발명의 제 3 측면에 따른 얼굴 정보의 저장 방법은, 탐지 대상을 촬영한 영상을 캡처하여 캡처 이미지를 생성하는 단계, 상기 캡처 이미지 중 얼굴이 탐지된 영역을 분할하여 얼굴 이미지 데이터를 생성하는 단계, 상기 얼굴 이미지로부터 특징 벡터 데이터를 추출하는 단계, 상기 촬영한 영상 중 얼굴이 탐지된 영상을 시간적 으로 분할하여 분할 영상 데이터를 생성하는 단계 및 상기 촬영한 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 메타 데이터를 생성하는 단계를 포함하되, 상기 메타데이터는, 상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 날짜를 나타내 는 탐지 날짜 데이터, 상기 캡처 이미지로부터 얼굴이 탐지된 시간을 나타내는 탐지 시간 데이터 및 상기 탐지

대상을 촬영한 장치에 관한 정보를 나타내는 영상 촬영부 정보 데이터 중 적어도 하나를 포함한다.

발명의 효과

- [0008] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 사용자는 키워드뿐만 아니라 정지 영상 또는 동영상
을 쿼리로 이용하여 얼굴 검색을 수행할 수 있으므로, 대용량의 얼굴 정보 데이터베이스 처리에 용이하다는 장
점이 있다.
- [0009] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, SR(sparse representation) 알고리즘을 이용할
경우 다양한 조명 변화, 원 이미지에 다른 이미지가 겹치거나 변장한 경우, 원 이미지가 변질된 경우, 저해상도
등 인식 성능을 저해하는 다양한 환경에서도 정면 얼굴 이미지를 차원 축소 방법을 사용하지 않고서도 매우 높
은 얼굴 인식률을 보장한다는 장점이 있다.
- [0010] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 새로운 얼굴 정보가 추가되더라도, 얼굴 검색
시 모든 얼굴 정보에 대해 재학습을 수행할 필요 없이, 기생성된 행렬에 새로운 얼굴 정보에 대한 학습 결과만
열 데이터로 추가하면 되므로, 확장성이 뛰어나며, 대용량의 이미지 처리에 유리하다는 장점이 있다.
- [0011] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 영상을 쿼리로 이용하여 얼굴 검색을 수행하는
경우, CCTV와 같은 감시 장치와 결합하여 실시간으로 특정인에 대한 검색을 실시할 수 있다.
- [0012] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 사용자가 특정 검색 대상자에 대한 이미지나
영상을 검색할 경우, 검색 대상자에 대한 이미지나 영상뿐만 아니라 이에 대한 메타데이터도 함께 검색할 수 있
다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 시스템을 도시한 블록도이다.
도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 정보 생성부를 도시한 블록도이다.
도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 정보 데이터를 도시한 구조도이다.
도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 알고리즘을 도시한 순서도이다.
도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SR 알고리즘을 나타낸 도면이다.
도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 디스플레이부를 나타낸 도면이다.
도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 누적 정확도를 도시한다.
도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할
수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며
여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관
계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐
아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이
어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아
니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 시스템을 도시한 블록도이다. 또한, 도 2는 본 발명의 일실시예에
따른 얼굴 정보 생성부를 도시한 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 정보 데이터를 도시한 구
조도이다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 시스템(10)은 검색 대상자에 대한 쿼리를 키워드, 동영상 또는 정지 영상
형태로 수신하고, 수신된 쿼리를 기초로 SR(sparse representation) 알고리즘을 이용하여 얼굴 검색을
수행한다.

- [0018] 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 시스템(10)은 얼굴 정보(260)가 저장된 데이터베이스로부터 검색 대상자에 대한 얼굴 검색을 수행하며, 얼굴 정보(260)는 영상, 이미지 및 이에 대한 메타데이터를 포함한다.
- [0019] 얼굴 검색 시스템(10)은 도 1에 도시된 바와 같이, 영상 촬영부(100), 얼굴 정보 생성부(200), 얼굴 정보 생성부(200), 얼굴 정보 저장부(300), 쿼리 입력부(400), 얼굴 검색부(500) 및 디스플레이부(600)를 포함한다.
- [0020] 영상 촬영부(100)는 탐지 대상에 대한 영상을 촬영한다. 영상 촬영부(100)는 예컨대 CCTV와 같은 영상 생성 장치일 수 있으며, 탐지 대상을 촬영하여 영상을 생성한다. 탐지 대상은 불특정 대상 예컨대 임의의 사람이나 사물일 수 있으며, 생성된 영상은 얼굴 정보 생성부(200)로 전송될 수 있다.
- [0021] 얼굴 정보 생성부(200)는 영상 촬영부(100)로부터 수신한 영상을 이용하여 얼굴 정보(260)를 생성한다. 얼굴 정보(260)는 얼굴이 탐지된 영상, 이미지, 특징 벡터 및 얼굴 탐지 환경과 관련된 메타데이터를 포함할 수 있다. 얼굴 정보 생성부(200) 및 얼굴 정보(260)는 도 2 및 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0022] 얼굴 정보 생성부(200)는 도 2에 도시된 바와 같이, 이미지 캡처부(210), 얼굴 탐지부(220), 얼굴 특징 추출부(230), 영상 분할부(240) 및 탐지 정보 생성부(250)를 포함한다. 또한, 얼굴 정보 생성부(200)에서 생성된 얼굴 정보(260)는 도 3에 도시된 바와 같이, 얼굴 이미지 데이터(261), 특징 벡터 데이터(262), 분할 영상 데이터(263), 탐지 날짜 데이터(266), 탐지 시간 데이터(267) 및 영상 촬영부 정보 데이터(268)를 포함한다.
- [0023] 이미지 캡처부(210)는 영상 촬영부(100)로부터 수신한 영상을 캡처하여 이미지로 변환한다. 또한 이미지 캡처부(210)는 캡처된 이미지를 전처리하는 과정을 더 포함할 수 있다. 예를 들어 이미지 캡처부(210)는 캡처된 이미지에 대해 흑백 변환(gray color conversion), 보간(interpolation), 히스토그램 평활화(equalization of histogram), 스무딩(smoothing), 리사이징(resizing), 잡음 제거(noise cancelling) 등을 수행할 수 있다.
- [0024] 이미지 캡처부(210)에 의해 캡처된 이미지는 복수개로 구성될 수 있다. 또한, 이미지는 재생되는 영상을 캡처한 것이므로 동일 대상에 대해 다양한 각도, 표정이 담긴 복수의 이미지를 캡처할 수 있다.
- [0025] 얼굴 탐지부(220)는 캡처한 이미지를 이용하여 얼굴 이미지를 탐지한다. 이미지 캡처부(210)에서 제공된 이미지는 불특정 탐지 대상을 촬영하여 캡처한 것이므로, 탐지 대상자를 포함하지 않을 수 있으며, 탐지 대상자를 포함한다 하더라도 탐지 대상자의 얼굴뿐만 아니라, 전신, 의상, 배경 등을 더 포함할 수 있다.
- [0026] 한편, 본 발명에 따른 얼굴 검색 시스템(10)은 탐지 대상자의 얼굴을 생체 특징으로 하여 검색을 수행하므로, 얼굴 탐지부(220)는 얼굴 검색에 사용될 데이터베이스를 생성하기 위해 캡처된 이미지 중 얼굴 이미지를 탐지한다. 얼굴 탐지부(220)는 Haar-like feature 방법을 이용할 수 있다. 그러나 이에 한정되지는 않고 임의의 방법을 이용하여 얼굴 탐지를 수행할 수 있다. 얼굴 탐지부(220)에 의해 탐지된 얼굴 이미지는 도 3에 도시된 바와 같이 얼굴 정보(260) 중 얼굴 이미지 데이터(261)를 구성할 수 있다.
- [0027] 얼굴 특징 추출부(230)는 얼굴 탐지부(220)에서 탐지된 얼굴 이미지로부터 특징 벡터를 추출한다. 얼굴 특징 추출부(230)는 예컨대, NMF(non-negative matrix factorization) 알고리즘을 사용할 수 있다. NMF 알고리즘은 데이터 세트에서 독립적인 특성을 추출하기 위해 사용되는 것으로, NMF에 의해 유도된 특징 공간의 기저 벡터는 눈, 코, 입 등과 유사한 부분 이미지 형태를 보이며, 기저 벡터의 선형 결합으로 얼굴 이미지를 나타낼 수 있다. 본 실시예에 따른 얼굴 특징 추출부(230)는 NMF 알고리즘을 사용하는 것으로 예시하고 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, SVD(singular value decomposition) 방법이나 PCA 방법(principal component analysis) 등 얼굴 특징 추출에 사용될 수 있는 임의의 방법을 사용할 수 있다. 얼굴 특징 추출부(230)에 의해 추출된 특징 벡터는 도 3에 도시된 바와 같이 얼굴 정보(260) 중 특징 벡터 데이터(262)를 구성할 수 있다.
- [0028] 영상 분할부(240)는 영상 촬영부(100)에서 수신한 영상에서 얼굴이 탐지된 영상 부분을 분할한다. 영상 분할부(240)는 영상 촬영부(100)에서 수신한 영상에서 얼굴이 탐지될 경우, 영상을 시간적으로 분할할 수 있다. 그러나 영상 분할부(240)는 실시예에 따라 얼굴 부분에 대한 공간적 분할을 추가적으로 더 수행할 수 있다. 영상 분할부(240)에 의해 분할된 영상은 도 3에 도시된 바와 같이 얼굴 정보(260) 중 분할 영상 데이터(263)를 구성할 수 있다.
- [0029] 탐지 정보 생성부(250)는 얼굴이 탐지된 시간적 공간적 환경에 관한 메타데이터(metadata)(265)를 생성한다. 시간적 환경은 탐지 날짜 정보, 탐지 시간 정보 등을 포함할 수 있으며, 공간적 환경은 영상 촬영부 정보 등을 포함할 수 있다. 만약, 영상 촬영부(100)가 복수 개 고정 설치된 경우, 얼굴 탐지의 공간적 정보는 영상 촬영부 정보 예를 들어 영상 촬영부(100)의 레퍼런스 번호 정보 등을 통해 획득할 수 있다.
- [0030] 탐지 정보 생성부(250)에 의해 생성된 메타데이터(265)는 얼굴 이미지 데이터(261) 또는 분할 영상 데이터(26

3)에 대한 데이터로 기능할 수 있다. 만약, 사용자가 특정 검색 대상자에 대한 이미지 또는 영상을 검색할 경우, 얼굴 검색 시스템(10)은 검색 대상자에 대한 얼굴 이미지 데이터(261) 또는 분할 영상 데이터(263)뿐만 아니라 이에 대한 메타데이터(265)도 함께 검색할 수 있다. 또한, 사용자가 메타데이터(265)에 대한 정보를 조건으로 검색을 요청할 경우, 얼굴 검색 시스템(10)은 이를 기준으로 하여 검색을 수행할 수 있다.

[0031] 탐지 정보 생성부(250)에 의해 생성된 메타데이터는 도 3에 도시된 바와 같이 얼굴 정보(260) 중 탐지 날짜 데이터(266), 탐지 시간 데이터(267) 및 영상 촬영부 정보 데이터(268) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니며, 메타데이터(265)는 얼굴이 탐지된 환경과 관련된 임의의 정보를 포함할 수 있다.

[0032] 다시 도 1을 참조하면, 얼굴 정보 저장부(300)는 얼굴 정보 생성부(200)에 의해 생성된 얼굴 정보(260)를 저장한다. 얼굴 정보(260)는 영상 촬영부(100)에 의해 촬영된 영상 또는 이를 캡처한 이미지 중 얼굴이 탐지될 때 생성되므로, 얼굴 정보 저장부(300)는 복수의 탐지 대상자로부터 복수의 얼굴 정보(260)를 저장할 수 있다. 얼굴 정보(260)가 누적됨에 따라 얼굴 정보 저장부(300)는 대용량의 얼굴 정보 데이터베이스를 구축할 수 있다. 구축된 얼굴 정보 데이터베이스는 사용자에게 의해 입력된 쿼리에 의해 검색을 수행할 수 있으며 이와 관련해서는 하기에 상세히 설명한다.

[0033] 쿼리 입력부(400)는 사용자로부터 검색 대상자에 대한 쿼리를 수신한다. 쿼리(Query)는 얼굴이 탐지된 영상 또는 이미지를 검색하기 위한 검색 조건이다. 얼굴 정보 저장부(300)에 저장된 대용량의 얼굴 정보 데이터베이스를 사용자가 직접 확인하는 것은 한계가 있으므로, 쿼리를 이용하여 빠르고 정확한 검색을 수행할 수 있다.

[0034] 쿼리는 키워드에 의한 쿼리(Query-by-keyword) 및 예제에 의한 쿼리(Query-by-example)를 포함할 수 있다. 키워드에 의한 쿼리는 키워드를 이용하여 검색을 수행하는 것으로, 키워드는 얼굴 정보(260) 중 탐지 날짜 데이터, 탐지 시간 데이터 및 영상 촬영부 정보 데이터와 관련된 것일 수 있다. 예를 들어, 키워드는 `2010년 11월 1일`, `오후 10시~오후 11시` 및 `3번 CCTV`일 수 있다.

[0035] 또한, 예제에 의한 쿼리는 정지 영상 또는 동영상을 이용하여 검색을 수행하는 것으로, 사용자는 검색하고자 하는 대상에 대한 정지 영상 또는 동영상을 이용하여 검색을 수행할 수 있다.

[0036] 얼굴 검색부(500)는 쿼리 입력부(400)에 의해 수신된 쿼리에 기초하여 얼굴 정보 저장부(300)에 저장된 얼굴 정보(260)에 대한 검색을 수행한다. 쿼리는 키워드에 의한 쿼리 및 예제에 의한 쿼리를 포함할 수 있으므로, 얼굴 검색부(500)는 쿼리에 따라 다른 방법을 이용하여 검색을 수행할 수 있다. 이와 관련해서는 도 4를 참조하여 상세히 설명한다.

[0037] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 알고리즘을 도시한 순서도이다.

[0038] 얼굴 검색부(500)는 먼저 예제에 의한 쿼리인지 판단한다(S100). 사용자가 이미지 또는 영상을 입력한 경우 예제에 의한 쿼리로 판단하고, 키워드를 입력한 경우 키워드에 의한 쿼리로 판단한다.

[0039] 쿼리가 예제에 의한 쿼리로 판단된 경우, 정지 영상이 입력된 것인지 판단한다(S110). 예제에 의한 쿼리는 정지 영상의 입력과 동영상 입력을 포함할 수 있으므로, 입력된 대상이 정지 영상인지 동영상인지에 대해 판단한다.

[0040] 정지 영상이 아닌 동영상이 입력된 경우 동영상을 캡처한 후 얼굴 탐지를 수행한다(S120, S130). 또한, 정지 영상이 입력된 경우, 정지 영상에 대한 얼굴 탐지를 수행한다(S130). 본 발명에 따른 얼굴 검색 시스템(10)은 탐지 대상자의 얼굴을 생체 특징으로 하여 검색을 수행하므로, 얼굴 검색부(500)는 사용자에게 의해 입력된 정지 영상 중 얼굴 이미지를 탐지한다. 얼굴 탐지는 Haar-like feature 방법 등을 이용하여 수행할 수 있다.

[0041] 얼굴 탐지가 완료되면, 특징 벡터를 추출한다(S140). 특징 벡터 추출은 NMF(non-negative matrix factorization) 알고리즘 등을 이용하여 수행할 수 있다. 이 경우, 특징 벡터 추출은 얼굴 정보 생성부(200)에 의해 사용된 추출 방법과 동일한 방법을 사용한 것일 수 있다.

[0042] 다음으로, SR 알고리즘을 이용한 검색을 수행한다(S150). 이와 관련해서는 도 5를 참조하여 설명한다.

[0043] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SR 알고리즘을 나타낸 도면이다.

[0044] 도 5를 참조하면, 먼저 얼굴 정보 저장부(300)에 저장된 얼굴 정보(260)를 이용하여 행렬 A를 생성한다. 구체적으로 얼굴 정보 저장부(300)에 저장된 얼굴 정보(260) 중 특징 벡터 데이터를 이용하여 n차원을 가지는 고차원 데이터 행렬 A를 생성한다. 행렬 A의 각각의 열 데이터는 얼굴 정보 각각에 대한 특징 벡터일 수 있다. 예를 들어, i개의 클래스, n개의 얼굴 정보(260)로부터 행렬 A를 생성할 경우, i번째 클래스에 속하는 n번째 학습 이미

지 특징 벡터는 행렬 $A = [\dots, v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}, \dots] \in R$ 의 열로 정렬 될 수 있다. 사용자로부터 입력된 이미지로부터 추출된 특징 벡터가 y라면 y는 A에 대한 하기 수학식 1로 표현될 수 있다.

[0045] [수학식 1]

$$y = Ax \in R^m$$

[0047] 수학식 1에서 x는 계수 벡터(coefficient vector)이다. 특징 벡터가 클래스 i에 속한다면, 계수 벡터 x는 i와 관련된 학습 데이터 값을 제외하고는 0 또는 0에 근사한 값을 갖고, 하기 수학식 2와 같이 표현된다.

[0048] [수학식 2]

$$x = [0, \dots, 0, \beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{in}, 0, \dots]^T \in R$$

[0050] 수학식 2는 수학식 1을 풀어 x값을 얻을 수 있으며, x의 최적해(optimization)를 구하는 문제로 변경할 수 있다.

[0051] [수학식 3]

$$\hat{x}_0 = \operatorname{argmin} \|x\|_0 \text{ subject to } y = Ax$$

[0053] 수학식 3을 이용하여 해를 찾는 것은 NP-hard 문제이며 해를 찾기 어렵다. 그러나 만약 x의 해가 충분히 스파스(sparse)하다면, l^0 -노름(norm) 최소화 문제(수학식 3)는 다음 컨벡스 관련 최적화 문제를 이용하여, 근사적인 l^1 -노름 최소화 문제로 풀 수 있다.

[0054] [수학식 4]

$$\hat{x}_1 = \operatorname{argmin} \|x\|_1 \text{ subject to } y = Ax$$

[0056] 얼굴 검색부(500)는 상대적으로 높은 값을 갖는 클래스에 해당하는 검색 대상자를 추출할 수 있다.

[0057] SR(sparse representation) 알고리즘을 이용할 경우 다양한 조명 변화, 원 이미지에 다른 이미지가 겹치거나 변장한 경우, 원 이미지가 변질된 경우, 저해상도 등 인식 성능을 저해하는 다양한 환경에서도 정면 얼굴 이미지를 차원 축소 방법을 사용하지 않고서도 매우 높은 얼굴 인식률을 보장한다는 장점이 있다.

[0058] 다음으로, 검색 결과를 디스플레이부(600)로 전송한다(S160). 검색 결과는 검색 대상자에 대한 모든 얼굴 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 검색 결과는 검색 대상자의 얼굴 이미지 데이터, 특징 벡터 데이터, 분할 영상 데이터, 탐지 날짜 데이터, 탐지 시간 데이터, 영상 촬영부 정보 데이터 등을 포함할 수 있다. 전송된 검색 결과는 디스플레이부(600)에 의해 디스플레이된다.

[0059] 한편 도 4에 도시된 바와 같이, 사용자로부터 예제에 의한 쿼리가 아닌 키워드에 의한 쿼리가 수신된 경우, 메타데이터를 이용한 검색을 수행한다(S170).

[0060] 키워드는 얼굴 정보 중 탐지 날짜 데이터, 탐지 시간 데이터 및 영상 촬영부 정보 데이터와 관련된 것일 수 있다. 예를 들어, 키워드가 `2010년 11월 1일`, `오후 10시~오후 11시` 및 `3번 CCTV`인 경우, 얼굴 검색부(500)는 얼굴 정보 저장부(300)를 검색하여 키워드 조건에 대응하는 얼굴 정보를 검색할 수 있다. 검색된 얼굴 정보는 예제에 의한 쿼리와 동일하게 디스플레이부(600)로 전송된다.

[0061] 사용자는 키워드뿐만 아니라 정지 영상 또는 동영상을 쿼리로 이용하여 얼굴 검색을 수행할 수 있으므로, 대용량의 얼굴 정보 데이터베이스 처리에 용이하다는 장점이 있다.

[0062] 또한, 동영상을 쿼리로 이용하여 얼굴 검색을 수행하는 경우, CCTV와 같은 감시 장치와 결합하여 실시간으로 특정인에 대한 검색을 실시할 수 있다. 예를 들어, 범죄 용의자에 대한 얼굴 정보를 데이터베이스에 저장한 후,

실시간 CCTV를 통해 감지된 인물 중에 데이터베이스에 저장된 범죄 용의자와 동일한 인물이 있는지 자동으로 검색할 수 있다.

- [0063] 또한, 새로운 얼굴 정보가 추가되더라도, 얼굴 검색 시 모든 얼굴 정보에 대해 재학습을 수행할 필요 없이, 기 생성된 행렬에 새로운 얼굴 정보에 대한 학습 결과만 열 데이터로 추가하면 되므로, 확장성이 뛰어나며, 대용량의 이미지 처리에 유리하다는 장점이 있다.
- [0064] 다시 도 1을 참조하면, 디스플레이부(600)는 얼굴 검색부(500)에 의해 검색된 얼굴 정보를 디스플레이한다. 이와 관련해서는 도 6을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0065] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 디스플레이부를 나타낸 도면이다.
- [0066] 도 6은 예제에 의한 쿼리 중 영상을 입력한 경우에 대한 디스플레이부(600)를 나타낸다. 디스플레이부(600)는 입력 영상 표시부(610), 입력 이미지 표시부(620), 입력 얼굴 이미지 표시부(630), 검색 이미지 표시부(640), 검색 영상 표시부(650) 및 검색 메타데이터 표시부(660)를 포함한다.
- [0067] 입력 영상 표시부(610), 입력 이미지 표시부(620) 및 입력 얼굴 이미지 표시부(630)는 쿼리 입력부(400)에 의해 수신한 입력 영상과 얼굴 검색부(500)에 의해 캡처되고 얼굴 탐지가 수행된 이미지를 디스플레이한다. 사용자가 입력 영상 표시부(610)에 도시된 바와 같이 영상을 입력하면, 입력 이미지 표시부(620)에 도시된 정지 영상으로 캡처되고, 탐지된 얼굴 이미지가 입력 얼굴 이미지 표시부(630)에 디스플레이된다. 이와 관련해서는 상기에서 상세히 설명하였다.
- [0068] 검색 이미지 표시부(640), 검색 영상 표시부(650) 및 검색 메타데이터 표시부(660)는 얼굴 검색부(500)에 의해 검색이 완료된 얼굴 정보를 도시한다. 검색 이미지 표시부(640)는 얼굴 검색부(500)에 의해 검색된 얼굴 정보(260) 중 얼굴 이미지 데이터(261)를 디스플레이하고, 검색 영상 표시부(650)는 얼굴 정보(260) 중 분할 영상 데이터(263)를 디스플레이한다. 또한, 메타데이터 표시부(660)는 검색된 얼굴 정보(260) 중 메타데이터(265)를 디스플레이한다. 예를 들어 메타데이터 표시부(660)는 얼굴 정보(260) 중 영상 촬영부 정보 데이터(268), 탐지 날짜 데이터(266) 및 탐지 시간 데이터(267)를 디스플레이할 수 있다(661, 662, 663).
- [0069] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 누적 정확도를 도시한다.
- [0070] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 시스템의 검색 성능을 나타낸다. 실험에서 얼굴 정보 데이터베이스는 총 28명, 한 명당 15장의 얼굴 이미지를 이용하여 수집하였다. 얼굴 정보 데이터베이스에 사용된 얼굴 이미지와 다른 이미지를 한 명당 15장씩 준비한 후, 이를 쿼리로 사용하여 검색 성능을 테스트하였다. 예제에 의한 질의를 이용한 검색 결과 첫 번째 추천 이미지의 정확도는 도 7에 도시된 바와 같이 99.5%의 높은 성능을 기록하였다.
- [0071] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 검색 방법을 도시한 순서도이다.
- [0072] 먼저, 얼굴 정보를 수집한다(S200).
- [0073] 탐지 대상을 촬영한 영상으로부터 얼굴 정보를 수집한다. 탐지 대상은 불특정 대상 예컨대 임의의 사람이나 사물일 수 있으며, CCTV와 같은 영상 생성 장치를 이용하여 촬영할 수 있다. 얼굴 정보는 얼굴 이미지 데이터, 특징 벡터 데이터, 분할 영상 데이터 및 메타데이터를 포함한다.
- [0074] 촬영된 영상은 캡처 이미지로 캡처된 후, 얼굴 영역이 탐지된다. 캡처 이미지를 기초로 얼굴 영역이 분할된 얼굴 이미지가 생성된다. 또한, 얼굴 이미지에 대해 특징 벡터를 추출한다. 특징 벡터는 예컨대, NMF(non-negative matrix factorization) 알고리즘 등을 사용하여 추출될 수 있다. 한편, 촬영된 영상 중 얼굴이 탐지된 영상에 대해 분할된 분할 영상을 생성한다. 분할 영상은 촬영된 영상을 시간적으로 분할하여 생성된 것일 수 있다.
- [0075] 또한, 영상에 대한 얼굴 탐지 정보를 이용하여 메타데이터를 생성한다. 메타데이터는 얼굴 탐지에 대한 시간적, 공간적 환경에 관한 데이터로서, 시간적 환경은 탐지 날짜 정보, 탐지 시간 정보 등을 포함할 수 있으며, 공간적 환경은 영상 촬영부 정보 등을 포함할 수 있다. 메타데이터는 탐지 날짜 데이터, 탐지 시간 데이터 및 영상 촬영부 정보 데이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0076] 다음으로, 검색 대상자에 대한 쿼리를 수신한다(S210).
- [0077] 쿼리(Query)는 얼굴이 탐지된 영상 또는 이미지를 검색하기 위한 검색 조건으로 키워드에 의한 쿼리(Query-by-

keyword) 및 예제에 의한 쿼리(Query-by-example)를 포함할 수 있다. 키워드에 의한 쿼리는 키워드를 이용하여 검색을 수행하는 것이고, 예제에 의한 쿼리는 동영상 또는 정지 영상을 이용하여 검색을 수행하는 것이다.

- [0078] 다음으로, 쿼리에 기초하여 수집된 얼굴 정보 중 검색 대상자에 대응되는 얼굴 정보를 검색한다(S220).
- [0079] 수신된 쿼리에 기초하여 얼굴 정보에 대한 검색을 수행할 수 있다. 쿼리는 키워드에 의한 쿼리 및 예제에 의한 쿼리를 포함할 수 있으므로, 쿼리에 따라 다른 방법을 이용하여 검색을 수행할 수 있다. 이와 관련해서는 도 4를 참조하여 상세히 설명하였다.
- [0080] 특히, 정지 영상을 쿼리로 수신한 경우, 정지 영상으로부터 특징 벡터를 추출하고, 수집된 얼굴 정보 중 특징 벡터 데이터 중에서 추출된 특징 벡터에 대응되는 특징 벡터 데이터를 검색한다. 또한, 특징 벡터 데이터에 대한 검색은 SR(sparse representation) 알고리즘을 이용하여 수행할 수 있다. 이와 관련해서는 도 5를 참조하여 상세히 설명하였다.
- [0081] 다음으로, 검색된 얼굴 정보를 디스플레이 한다(S230).
- [0082] 수집되었던 얼굴 정보의 모든 데이터가 디스플레이될 수 있으며 이와 관련해서는 도 6을 참조하여 상세히 설명하였다.
- [0083] 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 도 1 및 도 2에 도시된 구성 요소들은 소프트웨어 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성 요소를 의미하며, 소정의 역할들을 수행한다.
- [0084] 그렇지만 '구성 요소들'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, 각 구성 요소는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.
- [0085] 따라서, 일 예로서 구성 요소는 소프트웨어 구성 요소들, 객체지향 소프트웨어 구성 요소들, 클래스 구성 요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성 요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.
- [0086] 구성 요소들과 해당 구성 요소들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성 요소들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들로 더 분리될 수 있다.
- [0087] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 매커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0088] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0089] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

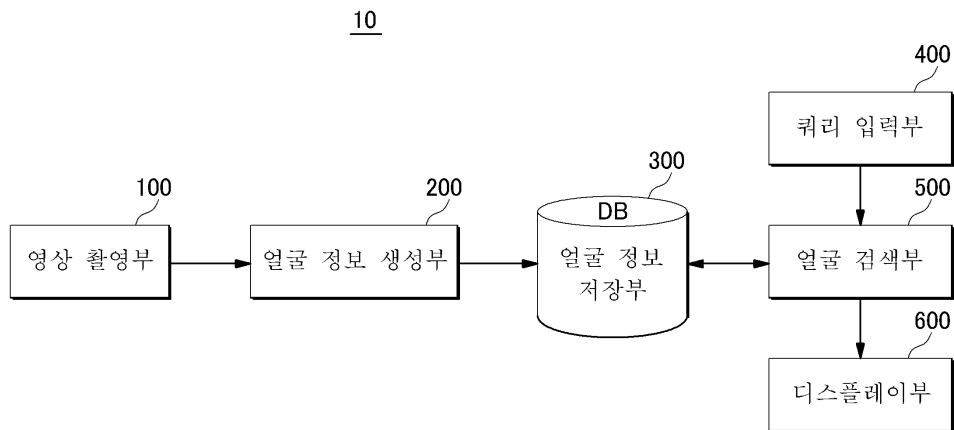
부호의 설명

- [0090] 10: 얼굴 검색 시스템 100: 영상 촬영부
200: 얼굴 정보 생성부 210: 이미지 캡처부

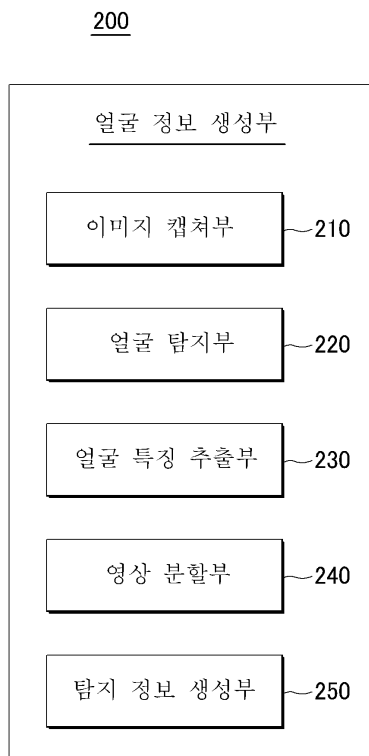
220: 얼굴 탐지부 230: 얼굴 특징 추출부
 240: 영상 분할부 250: 탐지 정보 생성부
 260: 얼굴 정보 300: 얼굴 정보 저장부
 400: 쿼리 입력부 500: 얼굴 검색부
 600: 디스플레이부

도면

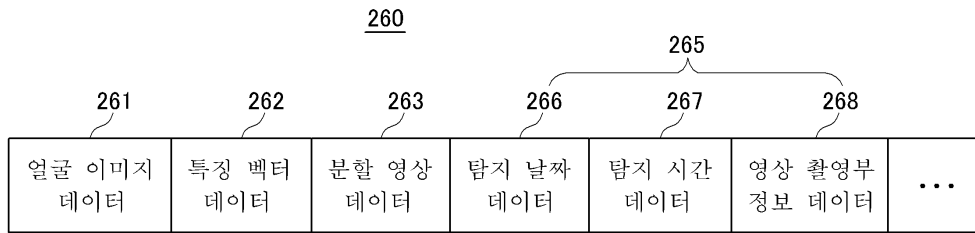
도면1



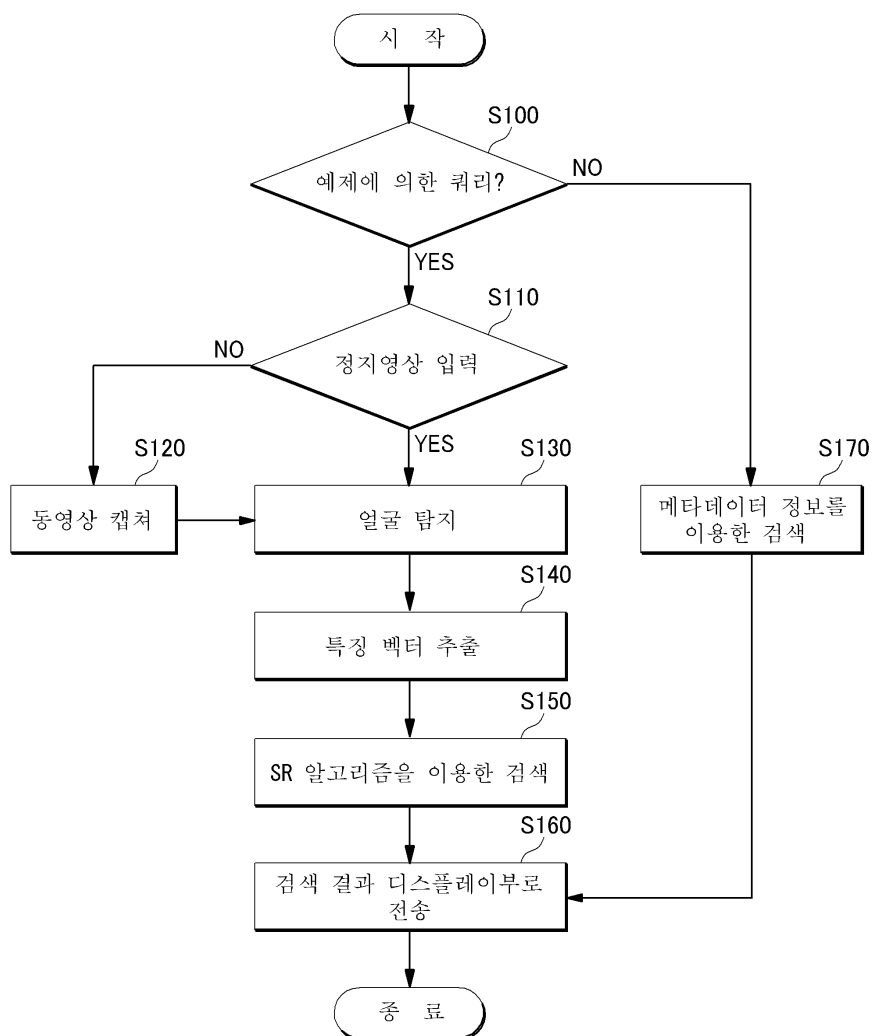
도면2



도면3



도면4



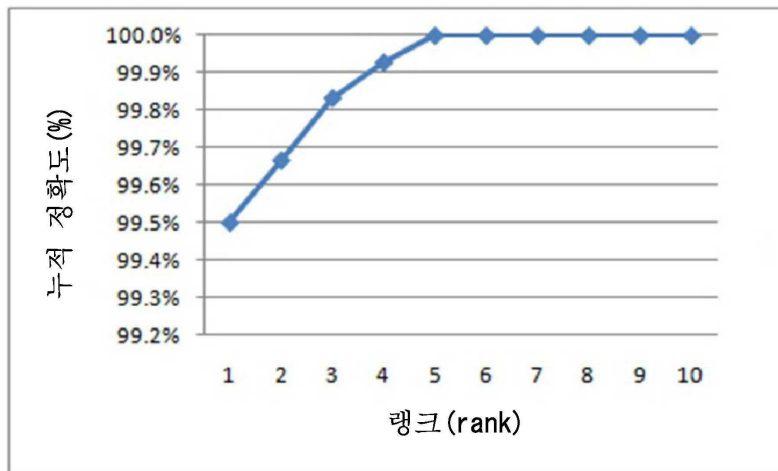
도면5

-
- 알고리즘 SRC 를 이용한 얼굴 이미지 인식
-
1. **Input:** a matrix of training samples
 $A = [A_1, A_2, \dots, A_k] \in \mathbb{R}^{m \times n}$ for k classes, a test sample
 $y \in \mathbb{R}^m$.
 2. Normalize the columns of A to have unit l^2 -norm.
 3. Solve the l^1 - minimization problem:
 $\hat{x}_1 = \arg \min_x \|x\|_1$ subject to $y = Ax$.
 4. Compute the residuals $r_i(y) = \|y - A\delta_i(\hat{x}_1)\|_2$ for
 $i = 1, \dots, k$.
 5. **Output:** $\text{identity}(y) = \arg \min_i r_i(y)$
-

도면6



도면7



도면8

