



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월30일
(11) 등록번호 10-1087765
(24) 등록일자 2011년11월22일

(51) Int. Cl.

G06K 9/46 (2006.01) G06T 7/60 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0103299

(22) 출원일자 2010년10월22일

심사청구일자 2010년10월22일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050054394 A

US6144755 A

논문

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

박대희

서울특별시 강남구 도곡동 타워팰리스 A동 1601호

이종욱

경기도 부천시 원미구 역곡1동 113-34번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 15 항

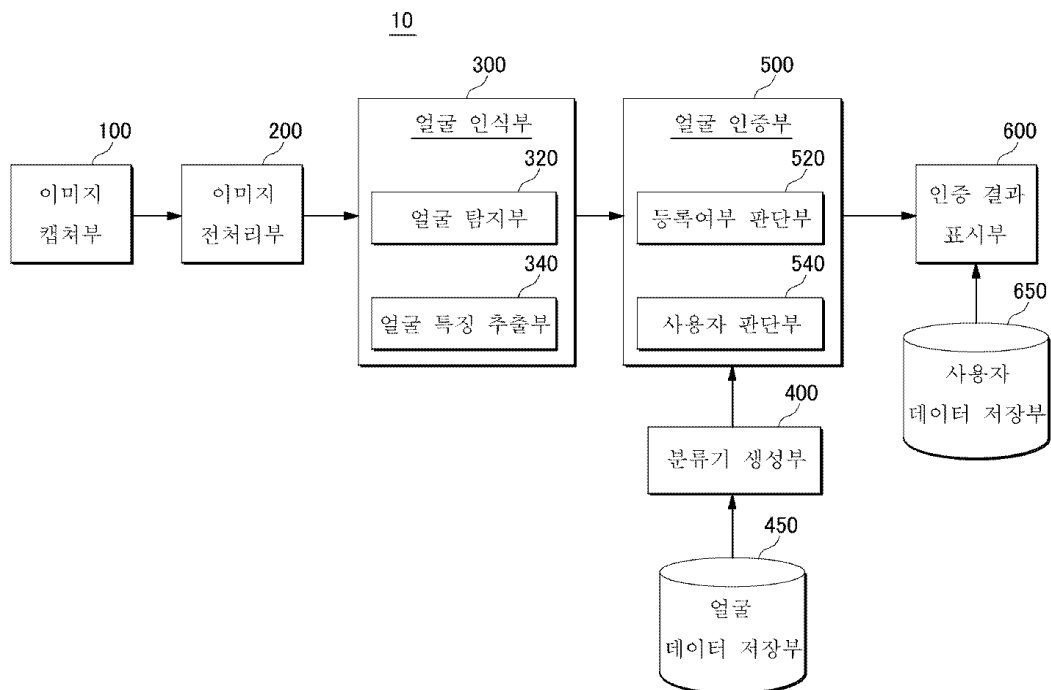
심사관 : 홍기완

(54) 얼굴 인식 기반의 범죄 용의자 탐지 및 식별 시스템

(57) 요약

얼굴 인증 장치에 있어서, 인증대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하는 얼굴 인식부 및 상기 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 상기 인증대상자에 대한 인증 결과를 산출하는 얼굴 인증부를 포함하되, 상기 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기를 포함하고, 상기 얼굴 인증부는, 상기 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 상기 인증대상자가 기 등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단하는 등록여부 판단부 및 상기 다중 분류기를 이용하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 사용자 판단부를 포함하는 얼굴 인증 장치를 제공한다.

대 표 도



(72) 발명자

강봉수

충청남도 연기군 조치원읍 서창리 고려대학교세종
캠퍼스 과학기술대학 203호

오승근

서울특별시 구로구 구로2동 구로구청 249-6호

특허청구의 범위

청구항 1

얼굴 인증 장치에 있어서,

인증대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하는 얼굴 인식부 및

상기 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 상기 인증대상자에 대한 인증 결과를 산출하는 얼굴 인증부를 포함하되,

상기 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기를 포함하고,

상기 얼굴 인증부는,

상기 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 상기 인증대상자가 기등록된 사용자에 해당하는지 여부를 판단하는 등록여부 판단부 및

상기 다중 분류기를 이용하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 사용자 매칭부를 포함하는 얼굴 인증 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 상기 기등록된 사용자의 얼굴 이미지를 학습하여 생성된 것인 얼굴 인증 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 상기 다중 분류기의 상위 노드에 배치되는 얼굴 인증 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 얼굴 인식부는,

상기 인증대상자의 이미지로부터 얼굴 이미지를 탐지하는 얼굴 탐지부 및

상기 탐지된 얼굴 이미지로부터 특징값을 추출하는 얼굴 특징 추출부

를 포함하는 얼굴 인증 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 SVDD(Support Vector Data Description) 분류기인 얼굴 인증 장치.

청구항 6

얼굴 인증 방법에 있어서,

인증대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하는 단계,

상기 추출된 특징값을 단일 클래스 이진 분류기에 입력하여 상기 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단하는 단계 및

상기 특징값을 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기에 입력하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 단계

를 포함하는 얼굴 인증 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 상기 기등록된 사용자의 얼굴 이미지를 학습하여 생성된 것인 얼굴 인증 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 상기 다중 분류기의 상위 노드에 배치되는 얼굴 인증 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 인증대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하는 단계는,

상기 인증대상자의 이미지로부터 얼굴 이미지를 탐지하는 단계 및

상기 탐지된 얼굴 이미지로부터 특징값을 추출하는 단계

를 포함하는 얼굴 인증 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 SVDD(Support Vector Data Description) 분류기인 얼굴 인증 방법.

청구항 11

출입관리 시스템에 있어서,

인증대상자를 촬영하여 이미지를 생성하는 이미지 캡처부,

상기 이미지로부터 특징값을 추출하는 얼굴 인식부,

상기 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 상기 인증대상자에 대한 인증 결과를 산출하는 얼굴 인증부 및

상기 인증 결과에 기초하여 상기 인증대상자에 대한 출입을 제어하는 출입 관리부를 포함하되,

상기 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기를 포함하고,

상기 얼굴 인증부는,

상기 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 상기 인증대상자가 기등록된 사용자에 해당하는지 여부를 판단하는 등록여부 판단부 및

상기 다중 분류기를 이용하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 사용자 판단부를 포함하는 출입관리 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 상기 기등록된 사용자의 얼굴 이미지를 학습하여 생성된 것인 출입관리 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 상기 다중 분류기의 상위 노드에 배치되는 출입관리 시스템.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 이미지 캡처부는 상기 인증대상자를 촬영하여 서로 다른 복수의 이미지를 생성하고,

상기 얼굴 인식부는 상기 복수의 이미지 각각으로부터 특징값을 추출하는 출입관리 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 등록여부 판단부는 상기 추출된 특징값 각각에 대한 인증 결과를 산출하고,

상기 출입 관리부는 상기 산출된 인증 결과를 기설정된 값과 비교하여 상기 인증대상자에 대한 출입을 제어하는 출입관리 시스템.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 범죄 용의자 탐지 및 식별 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 얼굴 인증 장치, 얼굴 인증 방법 및 이를 이용한 출입관리 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 사무실, 주차장 또는 특수 시설물 등에 CCTV나 생체인식시스템을 설치하여 출입자의 신원을 확인하고 출입을 통제함으로써, 보안을 유지하고자 하는 출입 관리 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 생체 인식시스템 중 카메라를 이용한 얼굴인식시스템은 출입자에게 신체적 제한을 가하지 않으면서도 편리하게 출입 관리의 목적달성이 가능하다는 장점이 있다.

[0003] 종래 얼굴 인식을 이용한 출입 관리 시스템은 인증자의 얼굴을 인식한 후 인식한 얼굴이 시스템에 등록된 경우에만 출입을 허락하며, 그렇지 않을 경우에는 출입을 거부함으로써 출입을 통제한다. 이러한 얼굴 인식 기반 출입 관리 시스템은 탐지된 얼굴과 등록된 얼굴들과의 유사도를 비교하여 임계값보다 클 경우 등록된 얼굴과 동

일한 사람의 얼굴로 판정하여 출입을 허가하고, 임계값보다 작을 경우 등록된 다른 얼굴과의 비교를 반복하는 방식으로 이루어진다.

[0004] 한편, SVM(Support Vector Machine)과 같이 이진 클래스 분류기를 이용하여 출입 관리 시스템과 같은 다중 클래스 분류 문제에 적용하기 위해서는 별도의 구성방법 예컨대, 일대다 방법, 일대일 투표 방법, 일대일 토너먼트 방법이 요구된다. 그러나 이러한 다중 클래스 분류 문제를 위한 SVM 방법론들은 높은 인식률을 보장하는 반면, 처리속도가 느리기 때문에 대용량의 데이터베이스에서 실시간으로 인식작업을 수행해야 하는 출입 관리 시스템에는 적합하지 못하다는 문제가 있었다.

[0005] 따라서, 대용량의 데이터베이스에서 실시간 얼굴 인식 및 인증이 가능함과 동시에 높은 인식률을 보장하는 새로운 형태의 분류 방법에 대한 필요성이 제기되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 혼합 계층형 분류기를 이용한 얼굴 인증 장치 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 얼굴 인증 장치는, 인증 대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하는 얼굴 인식부 및 상기 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 상기 인증대상자에 대한 인증 결과를 산출하는 얼굴 인증부를 포함하되, 상기 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기를 포함하고, 상기 얼굴 인증부는, 상기 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 상기 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단하는 등록여부 판단부 및 상기 다중 분류기를 이용하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 사용자 매칭부를 포함한다.

[0008] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 따른 얼굴 인증 방법은, 인증대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하는 단계, 상기 추출된 특징값을 단일 클래스 이진 분류기에 입력하여 상기 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단하는 단계 및 상기 특징값을 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기에 입력하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, 본 발명의 제 3 측면에 따른 출입관리 시스템은, 인증대상자를 촬영하여 이미지를 생성하는 이미지 캡처부, 상기 이미지로부터 특징값을 추출하는 얼굴 인식부, 상기 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 상기 인증대상자에 대한 인증 결과를 산출하는 얼굴 인증부 및 상기 인증 결과에 기초하여 상기 인증대상자에 대한 출입을 제어하는 출입 관리부를 포함하되, 상기 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기를 포함하고, 상기 얼굴 인증부는, 상기 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 상기 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단하는 등록여부 판단부 및 상기 다중 분류기를 이용하여 상기 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 사용자 판단부를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 혼합 계층형 분류기는 다중 클래스 이진 분류기의 상위 노드에 SR(sparse representation) 알고리즘에 따라 분류를 수행하는 다중 분류기를 배치한 혼합 형태의 구조를 가진다.

[0011] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 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.

[0012] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 학습되지 않은 데이터에 대해서 단일 클래스 이진 분류기를 통해 미리 분류할 수 있으므로, 불필요한 연산을 줄일 수 있으며, 그 결과 실시간 얼굴 인증 처리가 가능하다는 장점이 있다.

[0013] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 새로운 학습 이미지가 추가되더라도, 모든 얼굴 이미지에 대한 재학습을 수행할 필요 없이, 기생성된 행렬에 새로운 얼굴 이미지에 대한 학습 결과만 열 데이터로 추가하면 되므로, 확장성이 뛰어나며, 대용량의 이미지 처리에 유리하다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증 장치를 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 캡처된 이미지에 대한 얼굴 탐지를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증부를 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 인증 결과 표시부를 도시한다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증 방법을 도시한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 출입 관리 시스템을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 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 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0016] 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 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증 장치를 도시한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 캡처된 이미지에 대한 얼굴 탐지를 설명하기 위한 도면이다.

[0018] 얼굴 인증 장치(10)는 인증대상자의 이미지로부터 특징값을 추출하고, 혼합 계층형 분류기에 추출된 특징값을 입력하여 인증대상자의 인증 결과를 산출한다.

[0019] 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증 장치(10)는 혼합 계층형 분류기를 사용한다. 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기와 다중 분류기를 계층적으로 결합하여 생성된다.

[0020] 얼굴 인증 장치(10)는 도 1에 나타난 바와 같이, 이미지 캡처부(100), 이미지 전처리부(200), 얼굴 인식부(300), 분류기 생성부(400), 얼굴 데이터 저장부(450), 얼굴 인증부(500), 인증 결과 표시부(600) 및 사용자 데이터 저장부(650)를 포함한다.

[0021] 이미지 캡처부(100)는 인증대상자의 이미지를 캡처한다. 또한, 이미지 캡처부(100)는 캡처한 이미지를 이미지 전처리부(200)에 제공한다. 이미지 캡처부(100)는 직접 이미지를 생성하는 장치 예컨대, 디지털 카메라 장치일 수 있으나, 이에 한정되지는 않고 동영상 이미지 생성 장치 예컨대, CCTV 장치에서 제공된 동영상 이미지로부터 정지된 이미지를 캡처할 수 있는 장치일 수도 있다. 또한, 캡처된 이미지는 흑백 이미지 또는 칼라 이미지일 수 있다.

[0022] 이미지 전처리부(200)는 이미지 캡처부(100)에서 제공된 이미지를 전처리한다. 예를 들어, 이미지 전처리부(200)는 흑백 변환(gray color conversion), 보간(interpolation), 히스토그램 평활화(equalization of histogram), 스무딩(smoothing), 리사이징(resizing) 및 잡음 제거(noise cancelling) 중 적어도 하나를 수행할 수 있다. 이미지 전처리는 얼굴 인식부(300)에서 사용될 이미지의 인식률을 높이거나, 인식 속도를 증가시키기 위한 것일 수 있다. 이미지 전처리부(200)에 의해 전처리된 이미지(110)는 얼굴 인식부(300)에 제공된다.

- [0023] 얼굴 인식부(300)는 이미지 전처리부(200)에서 제공된 이미지(110)로부터 얼굴을 인식한다. 얼굴 인식부(300)는 도 1에 도시된 바와 같이 얼굴 탐지부(320) 및 얼굴 특징 추출부(340)를 포함한다. 얼굴 탐지부(320)는 인증대상자의 이미지(110)로부터 얼굴 이미지(310)를 탐지한다. 이미지 전처리부(200)에서 제공된 이미지(110)는 도 2에 도시된 바와 같이 인증대상자의 얼굴뿐만 아니라, 전신, 의상, 배경 등을 포함할 수 있다. 본 실시예는 인증대상자의 얼굴을 이용하여 인증을 수행하므로 얼굴 탐지부(320)는 도 2에 도시된 바와 같이 제공된 이미지 중 얼굴 이미지(310)를 탐지한다. 얼굴 탐지부(320)는 Haar-like feature 방법을 이용할 수 있다. 그러나 이에 한정되지는 않고 임의의 방법을 이용하여 얼굴 탐지를 수행할 수 있다.
- [0024] 얼굴 특징 추출부(340)는 얼굴 탐지부(320)에서 탐지된 얼굴 이미지(210)로부터 특징값을 추출한다. 얼굴 특징 추출부(340)는 예컨대, NMF(non-negative matrix factorization) 방법을 사용할 수 있다. NMF 방법은 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(340)는 NMF 방법을 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(340)에서 추출된 특징값은 얼굴 인증부(500)에 제공된다.
- [0025] 이미지 캡처부(100), 이미지 전처리부(200) 및 얼굴 인식부(300)는 실시예에 따라 적어도 일부 구성이 생략될 수 있다. 예컨대, 이미지 캡처부(100)가 얼굴 이미지를 제공하는 경우, 이미지 전처리부(200) 및 얼굴 인식부(300)의 얼굴 탐지부(320)는 생략될 수 있다. 또한, Haar-like feature 방법, NMF 방법, SVD 방법 및 PCA 방법은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있으므로, 이것들에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0026] 분류기 생성부(400)는 얼굴 데이터 저장부(450)를 참조하여 혼합 계층형 분류기를 생성한다. 얼굴 데이터 저장부(450)는 기등록된 사용자의 얼굴 이미지를 저장한다. 얼굴 데이터 저장부(450)는 한 명 이상의 사용자에 대해 각각 하나 이상의 얼굴 이미지를 저장할 수 있다.
- [0027] 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 다중 분류기를 포함한다. 단일 클래스 이진 분류기 및 다중 분류기는 각각 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장된 얼굴 이미지를 학습하여 생성된다. 이 경우, 얼굴 이미지의 학습을 위한 이미지의 전처리, 얼굴 탐지 및 얼굴 특징 추출은 이미지 전처리부(200) 및 얼굴 인식부(300)에서 사용된 방법과 동일할 수 있다.
- [0028] 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 혼합 계층형 분류기는 다중 분류기의 상위 노드에 단일 클래스 이진 분류기를 배치한 혼합 형태의 구조를 가진다. 그 결과, 얼굴 인증의 정확성 및 신속성을 확보할 수 있다.
- [0029] 다중 분류기는 SR(sparse representation)을 기반으로 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장된 얼굴 이미지를 학습하여 생성된다. 다중 분류기는 각각의 얼굴 이미지를 $1 \times m$ 의 열벡터로 변환시킬 수 있다. 얼굴 데이터 저장부(450)는 한 사람 당 복수의 얼굴 이미지를 포함할 수 있다. 예를 들어, 얼굴 데이터 저장부(450)에 5명에 대한 50장의 얼굴 이미지(각 사람 당 10장의 얼굴 이미지)를 저장한다면, 분류기 생성부(400)는 $50 \times m$ 의 크기의 행렬을 갖는 다중 분류기를 생성할 수 있다.
- [0030] 이후, 다중 분류기에 새로운 얼굴 이미지에 대한 특징값이 입력되면, 입력된 이미지와 유사한 이미지에 대응되는 행렬에 대해서는 상대적으로 높은 값을 산출하고, 유사하지 않은 이미지에 대응되는 행렬에 대해서는 0 또는 상대적으로 낮은 값을 가진다. 이를 통해, 기등록된 사용자에 대한 얼굴 이미지를 매칭시킬 수 있다. 이와 관련해서는 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0031] 특히, SR을 기반으로 한 다중 분류기는 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.
- [0032] 또한, 새로운 학습 이미지가 추가되더라도, 모든 얼굴 이미지에 대한 재학습을 수행할 필요 없이, 기생성된 행렬에 새로운 얼굴 이미지에 대한 학습 결과만 열 데이터로 추가하면 되므로, 확장성이 뛰어나며, 대용량의 이미지 처리에 유리하다는 장점이 있다.
- [0033] 단일 클래스 이진 분류기는 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장된 얼굴 이미지를 학습하여 생성된 단일 클래스이다. 단일 클래스 이진 분류기는 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장된 모든 얼굴 이미지로부터 특징값을 추출하고, 추출된 특징값을 연산함으로써 형성된다. 단일 클래스 이진 분류기는 전체 공간을 얼굴 데이터 저장

부(450)에 저장된 얼굴 이미지에 해당하는 공간과, 해당되지 않는 반대 공간으로 분할한다.

[0034] 본 발명의 일실시예에 따른 단일 클래스 이진 분류기는 SVM(support vector machine) 일 수 있다. 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 단일 클래스 이진 분류기는 SVM의 대표적인 모델인 SVDD(support vector data description)일 수 있다. SVDD에 의하면, d-차원 입력공간상에 존재하는 K개의 데이터 집합이 주어졌을 경우, 각각의 클래스를 분류하기 위한 분류기는 각 클래스의 학습 데이터를 포함하면서 체적을 최소화하는 구체(sphere)를 구하는 문제로 정의하여 분류한다. SVDD에 대해서는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있으므로, 자세한 설명은 생략한다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 따른 단일 클래스 이진 분류기는 다중 분류기의 최상위 노드에 배치된다. 따라서, 단일 클래스 이진 분류기에 인증대상자의 새로운 이미지 또는 새로운 이미지에 대한 특징값이 입력되면, 우선적으로 새로운 이미지 또는 그 특징값이 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장된 얼굴 이미지 또는 그 특징값에 해당하는지 판단할 수 있다. 학습되지 않은 데이터에 대해서 단일 클래스 이진 분류기를 통해 미리 분류할 수 있으므로, 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장되지 않은 새로운 이미지에 대한 불필요한 연산을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0036] 얼굴 인증부(500)는 얼굴 인식부(300)에서 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 인증대상자의 인증 결과를 산출한다. 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증부(500)는 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단하는 등록여부 판단부(520) 및 다중 분류기를 이용하여 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별하는 사용자 판단부(540)를 포함한다. 이것과 관련해서는 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.

[0037] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증부를 설명하기 위한 개념도이다.

[0038] 등록여부 판단부(520)는 얼굴 인식부(300)로부터 인증대상자의 얼굴 이미지(550)에 대한 특징값을 수신한다. 등록여부 판단부(520)는 수신된 특징값을 단일 클래스 이진 분류기에 입력하여 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 새로운 사용자에게 해당하는지 판단한다.

[0039] 만약, 등록여부 판단부(520)가 인증대상자를 기등록된 사용자에게 해당한다고 판단한 경우, 사용자 판단부(540)는 인증대상자에 매칭되는 기등록된 사용자를 판별할 수 있다.

[0040] 예를 들어, 인증대상자의 이미지로부터 추출된 특징값(550)이 입력되면, 등록여부 판단부(520)는 단일 클래스 이진 분류기(522)를 통해 기등록된 사용자로 판단할 수 있다.

[0041] 다음으로, 사용자 판단부(540)는 다중 분류기(542)를 통해 인증대상자가 기등록된 사용자 중 특정 사용자(544)와 매칭된다는 것을 판단할 수 있다. 구체적으로, 다중 분류기(542)는 학습 이미지를 이용하여 생성된 행렬 A를 포함한다. 행렬 A의 각각의 열 데이터는 학습 이미지 각각에 대한 특징값 벡터일 수 있다. 예를 들어, i개의 클래스, n개의 학습 이미지로부터 행렬 A를 생성할 경우, i번째 클래스에 속하는 n번째 학습 이미지 특징값은 행렬 $A = [\dots, v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}, \dots] \in R$ 의 열로 정렬될 수 있다. 인증대상자의 이미지로부터 추출된 특징값(550)이 y라면 y는 A에 대한 하기 수학적 식 1로 표현될 수 있다.

[0042] [수학적 식 1]

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

[0043]

[0044] 수학적 식 1에서 x는 계수 벡터(coefficient vector)이다. 특징값(550)이 클래스 i에 속한다면, 계수 벡터 x는 i와 관련된 학습 데이터 값을 제외하고는 0 또는 0에 근사한 값을 갖고, 하기 수학적 식 2와 같이 표현된다.

[0045] [수학적 식 2]

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

[0046]

[0047] 사용자 판단부(540)는 상대적으로 높은 값을 갖는 클래스에 해당하는 사용자를 추출할 수 있다. 이로써, 사용자 판단부(540)는 인증대상자가 기등록된 사용자 중 특정 사용자(544)와 매칭된다는 것을 판단할 수 있다.

[0048] 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증부(500)는 단일 클래스 이진 분류기(522)와 다중 분류기(542)를 계층적으로 결합한 혼합 계층형 분류기를 사용함으로써 얼굴 인증 속도와 정확도 면에서 모두 뛰어난 결과를 가진다. 구

체적으로, 학습되지 않은 데이터에 대해서 단일 클래스 이진 분류기를 통해 미리 분류할 수 있으므로, 얼굴 데이터 저장부(450)에 저장되지 않은 새로운 이미지에 대한 불필요한 연산을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

- [0049] 인증 결과 표시부(600)는 얼굴 인증부(500)에서 판별된 결과를 표시한다. 인증 결과 표시부(600)와 관련해서는 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 인증 결과 표시부를 도시한다.
- [0051] 인증 결과 표시부는 도 4에 도시된 바와 같이 캡처된 이미지(610), 탐지된 얼굴 이미지(620), 기등록된 얼굴 이미지(630) 및 그에 대응되는 사용자 정보(640)를 표시할 수 있다. 사용자 정보(640)는 예를 들어 성명, 위험 등급, 나이, 주소, 특이 사항 등을 포함할 수 있다.
- [0052] 기등록된 얼굴 이미지 및 그에 대응되는 사용자 데이터는 사용자 데이터 저장부(650)로부터 수신할 수 있다. 사용자 데이터는 도 4에 도시된 예시에 한정되는 것은 아니며, 그 밖에 다양한 정보를 이용하여 표시할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증 장치(10)는 출입 관리에 사용될 수 있다. 출입 허가된 사용자의 얼굴 이미지로부터 혼합 계층형 분류기를 생성한 후, 인증요구자의 인증 과정을 거쳐 사용자의 출입을 통제할 수 있다. 또한, 얼굴 인증 장치(10)는 범죄 용의자 판별에 사용될 수 있다. 범죄 용의자의 얼굴 이미지로부터 혼합 계층형 분류기를 생성한 후, 주요시설 예컨대 공항, 항만, 정부 관청에 설치하여 실시간 감지할 수도 있다.
- [0054] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 얼굴 인증 방법을 도시한 순서도이다.
- [0055] 먼저, 인증대상자의 이미지를 캡처한다(S100).
- [0056] 인증대상자의 이미지는 직접 이미지를 생성하는 장치 예컨대, 디지털 카메라 장치를 이용하여 캡처한 것일 수 있으나, 이에 한정되지는 않고 동영상 이미지 생성 장치 예컨대, CCTV 장치에서 제공된 동영상 이미지로부터 정지된 이미지를 캡처한 것일 수도 있다.
- [0057] 다음으로, 이미지를 전처리한다(S200).
- [0058] 캡처된 인증대상자의 전처리한다. 전처리는 예컨대 흑백 변환(gray color conversion), 보간(interpolation), 히스토그램 평활화(equalization of histogram), 스무딩(smoothing), 리사이징(resizing) 및 잡음 제거(noise cancelling) 중 적어도 하나일 수 있다. 이미지 전처리는 얼굴 인식부(300)에서 사용될 이미지의 인식률을 높이거나, 인식 속도를 증가시키기 위한 것일 수 있다.
- [0059] 다음으로, 이미지로부터 특징값을 추출한다(S300).
- [0060] 전처리된 이미지로부터 얼굴 이미지를 탐지한 후, 탐지된 얼굴 이미지로부터 특징값을 추출한다. 얼굴 탐지는 Haar-like feature 방법을 이용할 수 있다. 그러나 이에 한정되지는 않고 임의의 방법을 이용하여 얼굴 탐지를 수행할 수 있다.
- [0061] 얼굴 특징의 추출은 예컨대, NMF(non-negative matrix factorization) 방법을 사용할 수 있다. NMF 방법은 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. 그러나, 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.
- [0062] 다음으로, 혼합 계층형 분류기를 이용한 인증 결과를 산출한다(S400).
- [0063] 추출된 특징값을 혼합 계층형 분류기에 입력하여 인증대상자의 인증 결과를 산출한다. 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기 및 다중 분류기를 계층적으로 결합하여 생성된다. 단일 클래스 이진 분류기는 기등록된 사용자의 얼굴 이미지를 학습하여 생성된 것일 수 있다. 인증 결과 산출 단계(S400)는 먼저, 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 인증대상자가 기등록된 사용자에게 해당하는지 여부를 판단한다. 그 후, 다중 분류기를 이용하여 기등록된 사용자 중 상기 인증대상자에 매칭되는 사용자를 판별한다. 단일 클래스 이진 분류기는 다중 분류기의 상위 노드에 배치되므로, 인증대상자가 기등록된 사용자가 아닌 경우 불필요한 연산을 줄일 수 있다는 장점이 있다.
- [0064] 또한, SR 알고리즘에 기초한 다중 분류기는 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.

- [0065] 본 발명의 일실시예에 따른 단일 클래스 이진 분류기는 SVM 일 수 있다. 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 단일 클래스 이진 분류기는 SVM의 대표적인 모델인 SVDD 일 수 있다.
- [0066] 그 밖에, 혼합 계층형 분류기, 단일 클래스 이진 분류기 및 다중 분류기의 구성 및 효과에 대해서는 도 1 내지 도 4를 참조하여 설명하였으므로, 이와 관련해서는 중복되는 범위 내에서 설명을 생략한다.
- [0067] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 출입 관리 시스템을 도시한 블록도이다.
- [0068] 출입관리 시스템(20)은 인증대상자를 촬영한 이미지로부터 특징값을 추출하고, 분류기에 추출된 특징값을 입력함으로써 인증대상자의 인증 결과를 산출한다. 그 후, 산출된 인증 결과를 기초로 인증대상자의 출입을 제어한다.
- [0069] 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 출입관리 시스템(20)은 혼합 계층형 분류기를 사용한다. 혼합 계층형 분류기는 단일 클래스 이진 분류기와 다중 분류기를 계층적으로 결합하여 생성된다.
- [0070] 출입관리 시스템(20)은 도 6에 나타난 바와 같이, 얼굴 인증 장치(10) 및 출입 관리부(700)를 포함한다.
- [0071] 이 중 출입 관리부(700)를 제외한 얼굴 인증 장치의 하위 구성 장치 즉, 이미지 캡처부(100), 이미지 전처리부(200), 얼굴 인식부(300), 분류기 생성부(400), 얼굴 데이터 저장부(450), 얼굴 인증부(500), 인증 결과 표시부(600) 및 사용자 데이터 저장부(650)에 대해서는 도 1에 도시된 구성과 동일 또는 유사하므로 이와 관련해서는 중복되는 범위 내에서 설명을 생략한다.
- [0072] 또한, 혼합 계층형 분류기, 단일 클래스 이진 분류기 및 다중 분류기의 구성 및 효과에 대해서는 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명하였으므로, 이와 관련해서는 중복되는 범위 내에서 설명을 생략한다.
- [0073] 출입 관리부(700)는 얼굴 인증 장치(10)의 인증 결과에 기초하여 인증대상자에 대한 출입을 제어한다. 예를 들어, 출입 관리부(700)는 얼굴 인증부(500)의 단일 판단부(520)에 의해 인증대상자가 기등록된 사용자로 판단된 경우 인증대상자의 출입을 허가할 수 있다. 또는 얼굴 인증부(500)의 다중 판단부(540)에 의해 기등록된 사용자 중 인증대상자에 매칭되는 사용자가 판별된 경우 출입을 허가할 수 있다.
- [0074] 이와 반대로 출입 관리부(700)는 기등록된 사용자에 대한 출입을 통제할 수도 있다. 예를 들어, 얼굴 데이터 저장부(450)에 범죄 용의자들에 대한 얼굴 이미지를 저장하고, 분류기 생성부(400)를 이용하여 혼합 계층형 분류기를 생성할 수 있다. 이 경우, 출입 관리부(700)는 단일 판단부(520)에 의해 인증대상자가 기등록된 사용자로 판단되거나 다중 판단부(540)에 의해 기등록된 사용자 중 인증대상자에 매칭되는 사용자가 판별된 경우 출입을 통제할 수 있다.
- [0075] 출입관리 시스템(20)은 때때로 인증대상자에 대해 인식을 잘못 수행할 수 있다. 예를 들어, 단일 클래스 이진 분류기에서 등록 사용자를 미등록 사용자로 잘못 분류할 경우, 다중 분류기에서 판단되지 않고 바로 미등록 사용자로 판단한다. 출입관리 시스템(20)의 특성 상 오류가 발생한다면 신뢰성에 큰 타격을 입을 수 있다. 따라서, 본 시스템은 위와 같이 오류가 발생하는 상황을 방지하기 위해 동일 인증대상자로부터 복수의 이미지를 생성하고, 이를 기초로 하여 복수 회에 걸쳐 인증 여부를 판단할 수 있다.
- [0076] 구체적으로, 이미지 캡처부(100)는 인증대상자를 촬영하여 복수의 이미지를 생성한다. 복수의 이미지는 동일한 인증대상자로부터 생성된 서로 다른 이미지일 수 있다. 각각의 이미지는 이미지 전처리부(200)에 의해 전처리되고, 얼굴 인식부(300)에 의해 특징값이 추출되고, 얼굴 인증부(400)에 의해 인증 결과가 산출된다. 그 결과, 출입 관리부(700)는 복수의 이미지 각각에 대한 인증 결과를 수신한다. 출입 관리부(700)는 복수의 인증 결과를 기초로 인증대상자에 대한 출입을 제어한다. 인증 결과는 기등록 사용자 여부 판단 결과와 기등록 사용자 판별 결과를 포함한다.
- [0077] 본 발명의 일실시예에 따른 출입 관리부(700)는 복수의 인증 결과를 기설정된 값과 비교하여 인증대상자에 대한 출입을 제어할 수 있다. 예를 들어, 출입 관리부(700)가 세 개의 인증 결과를 수신하고, 기설정된 값이 2라고 가정하자. 만약, 세 개의 인증 결과 중 두 개가 인증대상자를 미등록 사용자라 판단하고 오직 하나만 등록 사용자라 판단한 경우, 출입 관리부(700)는 인증대상자를 미등록 사용자라 판단하고 출입을 허용하지 않을 수 있다. 본 실시예에서는 세 개의 인증 결과를 수신하고 기설정된 값을 2라고 예시하였으나, 이에 한정되지는 않고, 임의의 개수의 인증 결과를 수신하고 임의의 기설정된 값을 이용하여 인증대상자의 출입을 제어할 수 있다. 이와 같이, 복수의 인증 결과를 기초로 인증대상자에 대한 출입을 제어한다면 보다 안정적으로 정확한 출

입관리를 수행할 수 있다.

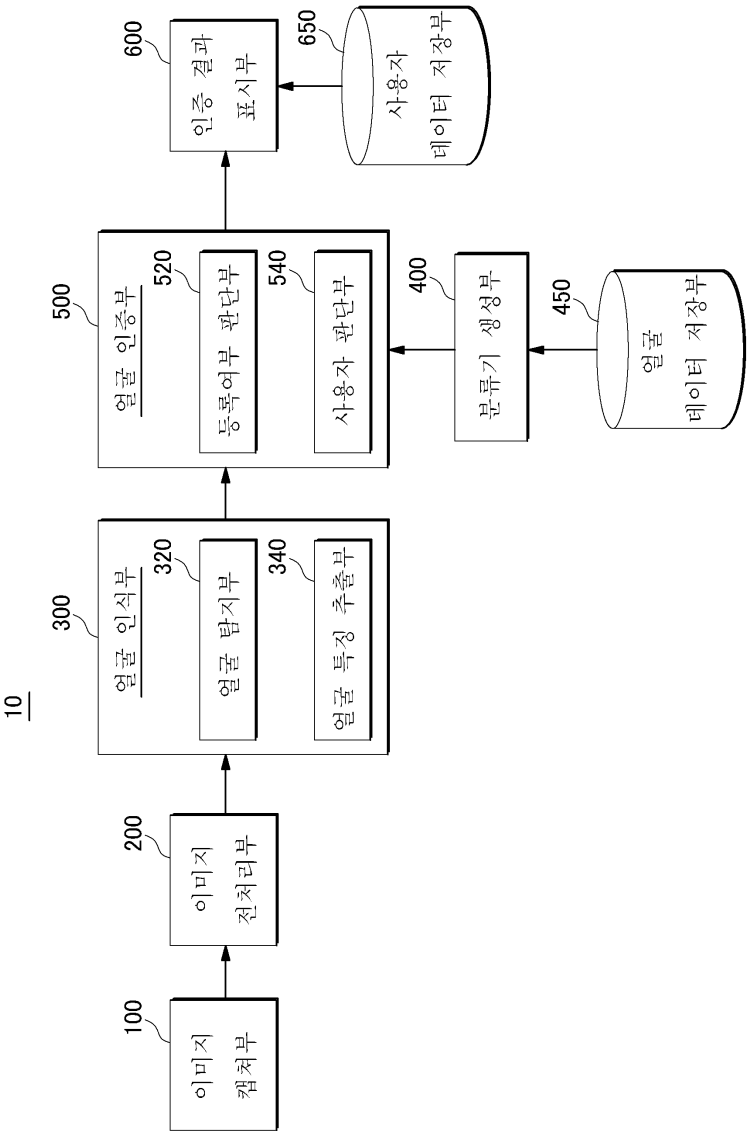
- [0078] 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 도 1, 도 3 및 도 6에 도시된 구성 요소들은 소프트웨어 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성 요소를 의미하며, 소정의 역할들을 수행한다.
- [0079] 그렇지만 '구성 요소들'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, 각 구성 요소는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.
- [0080] 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.
- [0081] 구성 요소들과 해당 구성 요소들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성 요소들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들로 더 분리될 수 있다.
- [0082] 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 판독가능 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 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0083] 전술한 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.
- [0084] 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

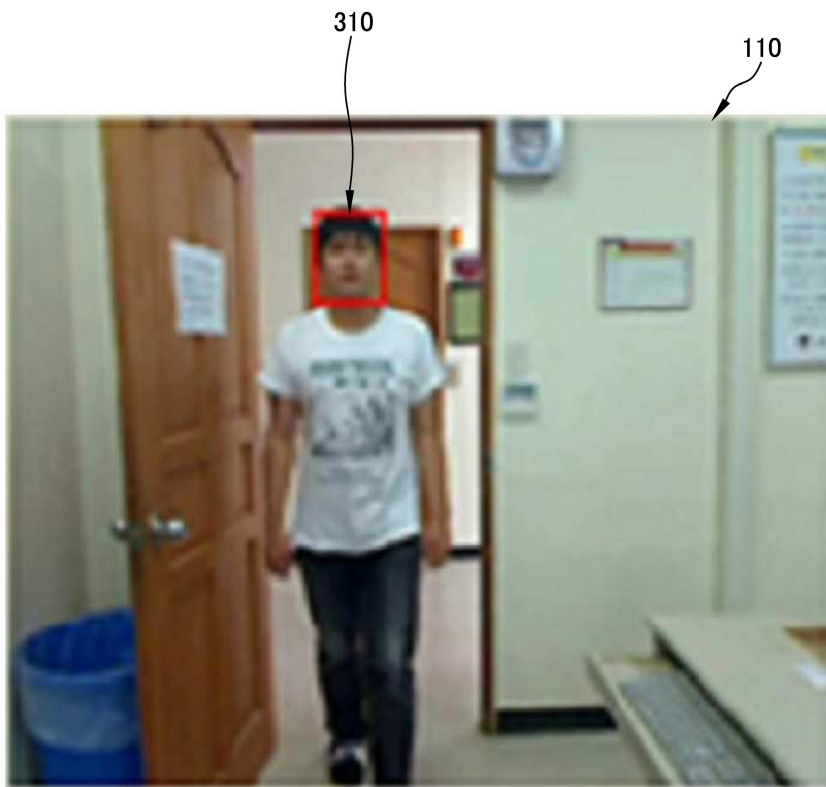
- [0085]
- | | |
|--------------------|------------------|
| 10: 얼굴 인증 장치 | 20: 출입관리 시스템 |
| 100: 이미지 캡처부 | 200: 이미지 전처리부 |
| 300: 얼굴 인식부 | 320: 얼굴 탐지부 |
| 340: 얼굴 특징 추출부 | 400: 분류기 생성부 |
| 420: 단일 클래스 이진 분류기 | 440: 다중 분류기 |
| 450: 얼굴 데이터 저장부 | 500: 얼굴 인증부 |
| 520: 등록여부 판단부 | 540: 사용자 판단부 |
| 600: 인증 결과 표시부 | 650: 사용자 데이터 저장부 |
| 700: 출입 관리부 | |

도면

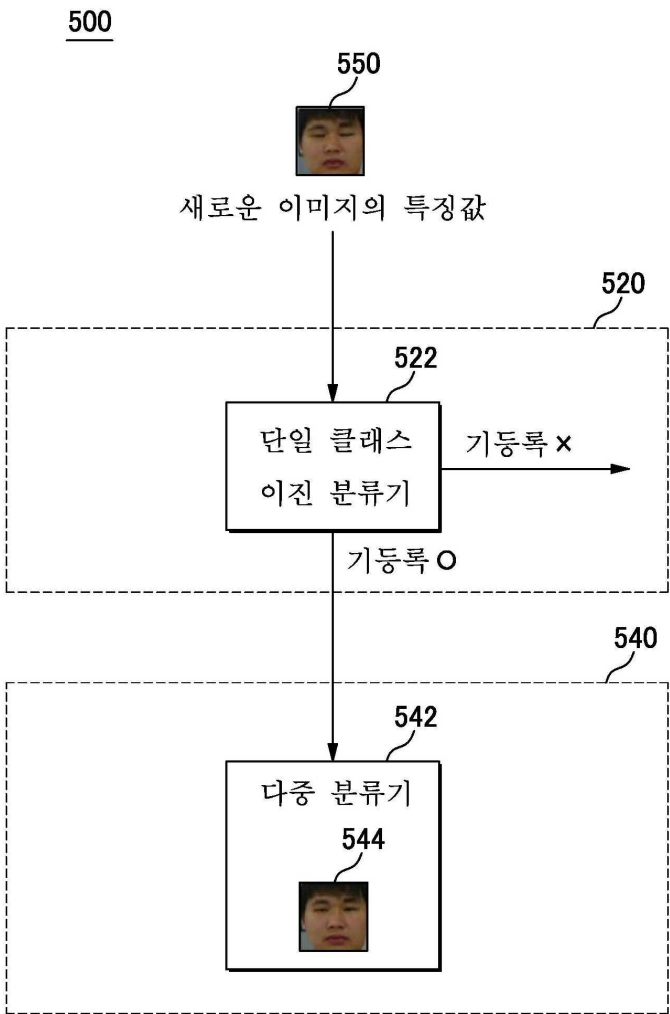
도면1



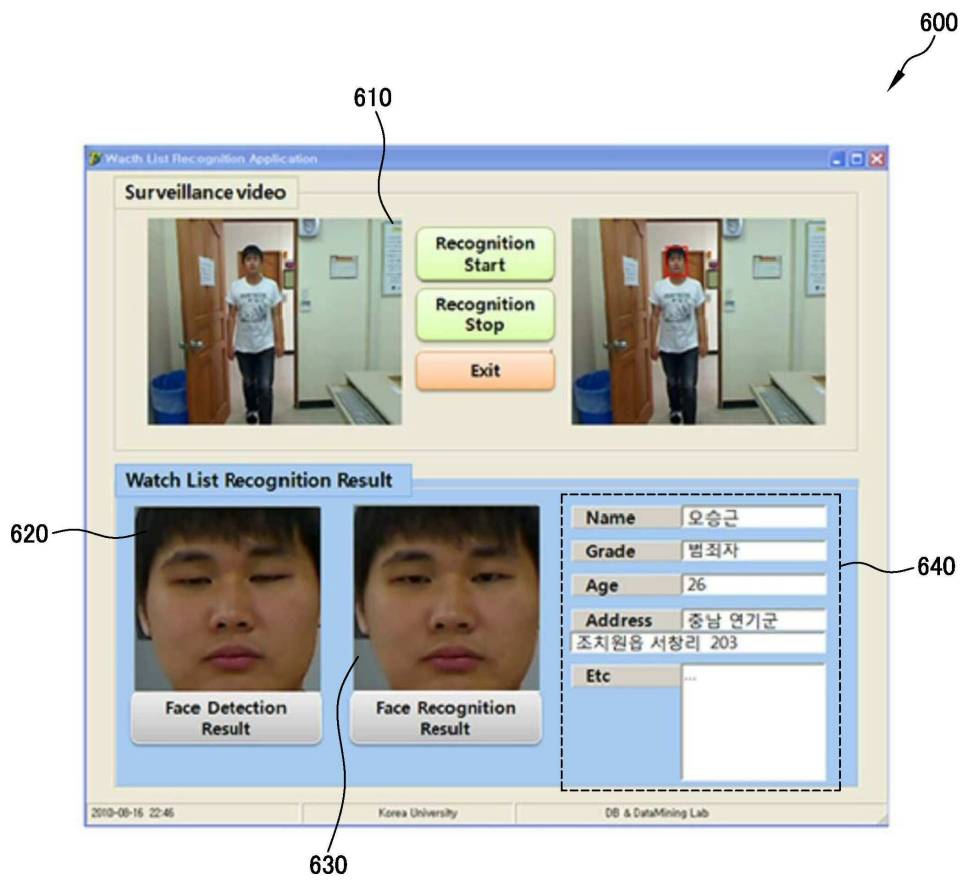
도면2



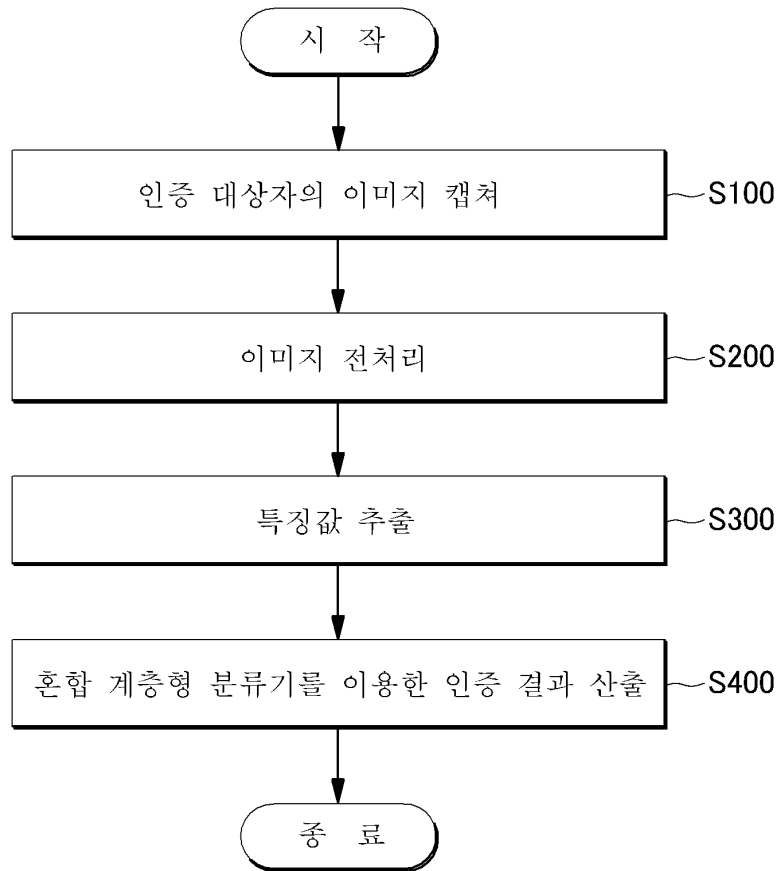
도면3



도면4



도면5



도면6

