



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0062639

(43) 공개일자 2015년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 7/00 (2006.01) G06T 7/20 (2006.01)

H04N 7/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0147498

(22) 출원일자 2013년11월29일

심사청구일자 2013년11월29일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

정창성

서울특별시 노원구 노원로 214 6-905 (하계동, 선경아파트)

김기현

강원도 강릉시 해안로 93-8 303동 201호 (송정동, 신도브레뉴로얄카운티아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

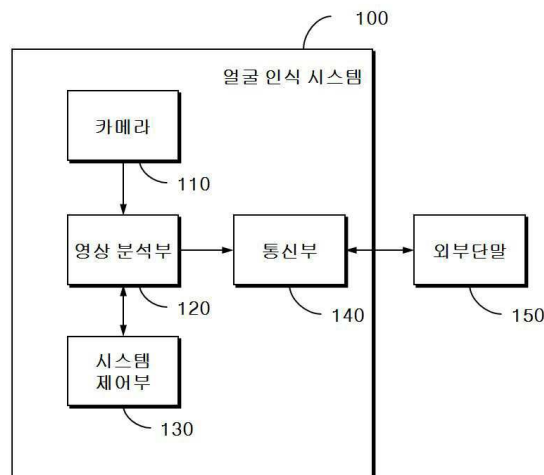
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 지능형 영상보완을 위한 얼굴 인식 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 얼굴 인식 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하는 단계, 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 단계, 인식된 얼굴을 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계, 및 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계를 포함함으로써, 카메라로 촬영된 영상에 얼굴을 인식하고, 인식된 얼굴이 감시영역을 벗어날 때까지 추적하여 인지하며, 이를 감시자에게 실시간으로 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김수현

경기도 군포시 고산로643번길 9 1241동 402호 (산본동, 한국공영아파트)

김윤기

서울특별시 동작구 장승배기로20길 46 301호 (노량진동)

손인규

서울특별시 강서구 화곡로 296 라동-140호 (화곡동, 강서아파트)

윤상덕

경기도 파주시 조리읍 공릉장터길 27 다동 111호 (무궁화아파트)

정인용

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 공학관 752호 (안암동5가)

조창우

서울특별시 동대문구 무학로44길 47-12 201호 (제기동)

한병진

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 공학관 752호 (안암동5가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415128733(H0301-13-3006)

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 대학IT연구센터 육성지원사업

연구과제명 소셜 미디어 서비스를 위한 클라우드 플랫폼 및 응용서비스 기술 개발

기 여 율 0.5/1

주관기관 건국대학교 산학협력단

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0020723

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 차세대정보컴퓨팅기술개발사업

연구과제명 Super Mobile 구현을 위한 시스템SW 원천기술 연구

기 여 율 0.5/1

주관기관 한국과학기술원산학협력단

연구기간 2013.07.01 ~ 2014.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하는 단계;

상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 단계;

상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계; 및

상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계를 포함하는 얼굴 인식 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 얼굴 이미지를 생성하는 단계는,

상기 카메라가 촬영한 영상에서 얼굴을 탐지하고, 얼굴 후보 영역을 추출하는 단계;

상기 얼굴이 정면을 바라보도록 상기 얼굴 이미지를 정렬시키는 단계;

상기 정렬된 얼굴 이미지를 정규화하는 단계; 및

상기 정규화된 얼굴 이미지에서 고유 특징 벡터를 추출하는 단계를 포함하는 얼굴 인식 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 얼굴 이미지를 생성하는 단계는,

상기 정규화된 얼굴 이미지의 조명을 감마 보정, difference of Gaussian(DoG), 또는 대비평활화를 이용하여 전 처리하는 단계를 더 포함하는 얼굴 인식 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계는,

Camshaft tracking 기법을 이용하여 상기 얼굴을 추적하는 단계; 및

kalman filter를 통해 상기 Camshaft tracking 기법에서 발생하는 오차를 보정하는 단계를 포함하는 얼굴 인식 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계는,

상기 얼굴 이미지의 정보를 외부 단말로 전송하고, 푸쉬(push) 알림을 통해 얼굴 인식 이벤트가 발생하였음을 알리는 메시지를 상기 외부 단말로 전송하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 7

감시영역을 촬영하는 카메라;

카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하며, 상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 영상 분석부;

상기 얼굴 이미지의 대상이 확인되면, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 통신부; 및

상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 카메라와 상기 영상 분석부를 제어하는 시스템 제어부를 포함하고,

상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 시스템.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 영상 분석부는,

상기 카메라가 촬영한 영상에서 얼굴을 탐지하고, 얼굴 후보 영역을 추출하고, 상기 얼굴이 정면을 바라보도록 상기 얼굴 이미지를 정렬시키고, 상기 정렬된 얼굴 이미지를 정규화하며, 상기 정규화된 얼굴 이미지에서 고유 특징 벡터를 추출하여 영상을 얼굴 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 시스템.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 영상 분석부는,

상기 정규화된 얼굴 이미지의 조명을 감마 보정, difference of Gaussian(DoG), 또는 대비평활화를 이용하여 전처리하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 시스템.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 통신부는,

상기 얼굴 이미지의 정보를 외부 단말로 전송하고, 푸쉬(push) 알림을 통해 얼굴 인식 이벤트가 발생하였음을 알리는 메시지를 상기 외부 단말로 전송하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 얼굴 인식 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 카메라로 촬영된 영상에 얼굴을 인식하고, 인식된 얼굴이 감시영역을 벗어날 때까지 추적하여 인지하며, 이를 감시자에게 실시간으로 제공하는 얼굴 인식 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근 기사에 따르면 전국에 설치된 CCTV는 약 270만대에 달하며, 민간이 설치한 CCTV까지 계산하면 최소 300만대 이상의 CCTV가 설치되어 운용되고 있다고 한다. 하지만, 이러한 CCTV를 감시하는 감시 인력은 설치된 CCTV의 수에 비례해서 크게 부족한 것이 현실이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 지능형 영상 분석 기술이 필요하게 되었다. 지능형 영상 분석 기술은 실시간 영상 분석을 통하여 사전 정의된 이벤트가 발생될 때 감시자에게 인지시켜주기 때문에, 모든 영상을 24시간 365일 쉼 없이 감시하지 않고, 경보가 발생할 때 해당 화면을 보고 상황을 판단하면 된다. 따라서 한 사람이 다수의 CCTV를 감시할 수 있으며, 사고를 사전에 예방하고 사고가 발생할 경우에는 신속하게 인지하여 대응함으로써 피해를 줄일 수 있도록 해준다.

[0003]

현재 지능형 영상 분석 기술에서 탐지하는 이벤트에 대한 정확한 정의 및 명칭이 없지만, 사용 방법에 따라서 보안 이벤트, 비즈니스 인텔리전스 이벤트, 객체 인식 이벤트 등으로 구분된다. 보안 이벤트는 보안을 목적으로

탐지되는 이벤트로 정의 될 수 있으며, 영상에서 움직임, 상태 정보를 기반으로 관리자가 정의한 규칙에 위배되는지 여부를 검사하여 탐지되며, 대표적인 이벤트로 트립와이어 기반의 침입 탐지 이벤트가 있다. 비즈니스 인텔리전스 이벤트는 객체 식별, 추적 등과 같은 영상 분석을 통하여 영상에 존재하는 객체의 수, 출입자 수, 체류 시간, 공간 점유율 등과 같이 비즈니스에 도움이 될 만한 정보를 생성하는 것을 의미하며, 최근 많이 개발되어 적용되고 있다. 마지막으로 객체 인식은 얼굴 인식, 자동차 번호판 인식과 같은 객체 신원을 확인하는 인식 기술들로 인식 거리의 제한, 영상 내 인식 가능한 객체의 크기 제한 등 제약 조건이 많은 환경에서 개발되어 지능형 영상 분석과 독립된 분야로 인식되어 왔다. 하지만, 최근 객체 인식 기술들이 기존에 가지던 다양한 제한 조건을 극복하고 비제한적인 환경에서 객체를 인식할 수 있는 기술로 발전하고 있다.

[0004] 본 발명과 관련된 선행기술로는 '자동 얼굴 위치 추적 및 얼굴 인식 방법 및 시스템(한국등록특허 특10-1316805)' 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 카메라로 촬영된 영상에 얼굴을 인식하고, 인식된 얼굴이 감시영역을 벗어날 때까지 추적하여 인지하며, 이를 감시자에게 실시간으로 제공하는 얼굴 인식 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 카메라로 촬영된 영상에 얼굴을 인식하고, 인식된 얼굴이 감시영역을 벗어날 때까지 추적하여 인지하며, 이를 감시자에게 실시간으로 제공하는 얼굴 인식 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하는 단계; 상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 단계; 상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계; 및 상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계를 포함하는 얼굴 인식 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 얼굴 이미지를 생성하는 단계는, 상기 카메라가 촬영한 영상에서 얼굴을 탐지하고, 얼굴 후보 영역을 추출하는 단계; 상기 얼굴이 정면을 바라보도록 상기 얼굴 이미지를 정렬시키는 단계; 상기 정렬된 얼굴 이미지를 정규화하는 단계; 및 상기 정규화된 얼굴 이미지에서 고유 특징 벡터를 추출하는 단계를 포함하는 얼굴 인식 방법일 수 있다.

[0009] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 얼굴 이미지를 생성하는 단계는, 상기 정규화된 얼굴 이미지의 조명을 감마 보정, difference of Gaussian(DoG), 또는 대비평활화를 이용하여 전처리하는 단계를 더 포함하는 얼굴 인식 방법일 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계는, Camshaft tracking 기법을 이용하여 상기 얼굴을 추적하는 단계; 및 kalman filter를 통해 상기 Camshaft tracking 기법에서 발생하는 오차를 보정하는 단계를 포함하는 얼굴 인식 방법일 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계는, 상기 얼굴 이미지의 정보를 외부 단말로 전송하고, 푸쉬(push) 알림을 통해 얼굴 인식 이벤트가 발생하였음을 알리는 메시지를 상기 외부 단말로 전송하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 방법일 수 있다.

[0012] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 감시영역을 촬영하는 카메라; 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하며, 상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 영상 분석부; 상기 얼굴 이미지의 대상이 확인되면, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 통신부; 및 상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 카메라와 상기 영상 분석부를 제어하는 시스템 제어부를 포함하고, 상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 것을 특징으로 하는 얼굴 인식 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 시스템 사용자는 CCTV 감시 영역 내에 데이터베이스에 등록된 특정 인물이 인식되면 자동으로 관련 이벤트를 인지할 수 있다. 따라서 다수의 CCTV 영상을 감시하는 관리자의 감시 효율과 실시간 위협 상황에 빠르게 대응할 수 있도록 도와준다. 또한, 아웃도어 환경의 영상에서 발생하는 인식률이 낮아지는 문제(조명, 얼굴 위치, 표정 등)를 최적화된 전처리 과정을 통하여 얼굴 인식에 적합한 환경으로 정규화하고 얼굴 고유 특징 벡터 추출 기법을 사용하여 얼굴 인식률을 향상시킬 수 있다. 나아가, 데이터베이스와 비교하여 인식에 성공한 얼굴에 대하여 CCTV 감시 영역에서 벗어날 때까지 카메라에서 그 위치변화를 추적하는 알고리즘을 통하여 감시자의 감시 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 인식 시스템의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 얼굴 인식 시스템의 블록도이다.

도 3a 내지 3d는 얼굴 인식 과정을 도시한 블록도이다.

도 4는 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 흐름도이다.

도 5 및 6은 발명의 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 인식 방법은 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하는 단계, 상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 단계, 상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계, 및 상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계를 포함한다.

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0018] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 인식 시스템의 블록도이다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 인식 시스템(100)은 카메라(110), 영상 분석부(120), 시스템 제어부(130), 및 통신부(140)로 구성된다.

[0021] 카메라(110)는 감시영역을 촬영한다.

[0022] 보다 구체적으로, 카메라(110)는 감시영역을 감시하는 CCTV 카메라일 수 있다. 카메라(110)에 의해 촬영된 영상은 얼굴 인식에 이용된다.

[0023] 영상 분석부(120)는 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하며, 상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인한다.

[0024] 보다 구체적으로, 얼굴 인식 과정을 통해 카메라(110)를 통해 촬영된 영상을 실시간으로 분석하여 얼굴 인식 결과를 판단한다. 실시간으로 감시영역에 누군가가 진입한 경우, 촬영된 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 인식된 얼굴을 이용하여 참조 얼굴 이미지와 비교할 수 있는 얼굴 이미지를 생성한다. 상기 생성된 얼굴 이미지를

참조 얼굴 이미지와 비교함으로써 상기 생성된 얼굴 이미지의 대상이 해당 감시구역에 허가된 자인지 아니면 무허가 침입자인지를 판단한다.

[0025] 영상 분석부(120)는 얼굴을 인식하고 얼굴 이미지를 생성하기 위하여, 상기 카메라가 촬영한 영상에서 얼굴을 탐지하고, 얼굴 후보 영역을 추출하고, 상기 얼굴이 정면을 바라보도록 상기 얼굴 이미지를 정렬시키고, 상기 정렬된 얼굴 이미지를 정규화하며, 상기 정규화된 얼굴 이미지에서 고유 특징 벡터를 추출하여 영상을 얼굴 이미지를 생성할 수 있다. 상기 정규화된 얼굴 이미지의 조명을 감마 보정, difference of Gaussian(DoG), 또는 대비평활화를 이용하여 전처리할 수 있다.

[0026] 상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적할 수 있다. Camshaft tracking 기법을 이용하여 상기 얼굴을 추적하고, kalman filter를 통해 상기 Camshaft tracking 기법에서 발생하는 오차를 보정할 수 있다.

[0027] 영상 분석부(120)가 얼굴을 인식하고 얼굴 이미지를 생성하는 과정은 도 2 및 도 3에서 자세히 다루도록 한다.

[0028] 통신부(140)는 상기 얼굴 이미지의 대상이 확인되면, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공한다.

[0029] 보다 구체적으로, 영상 분석부(120)의 영상 분석 결과, 얼굴이 인식되고, 상기 얼굴 이미지의 대상이 확인되거나, 미확인 대상으로 확인되면, 얼굴 인식 이벤트를 발생시켜, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 실시간으로 제공한다. 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자의 스마트 단말과 같은 외부 단말로 전송하고, 푸쉬(push) 알림을 통해 얼굴 인식 이벤트가 발생하였음을 알리는 메시지를 상기 외부 단말로 전송할 수 있다.

[0030] 시스템 제어부(130)는 상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 카메라와 상기 영상 분석부를 제어한다.

[0031] 보다 구체적으로, 상기 얼굴 이미지의 정보를 저장하여, 감시자 등 사용자가 해당 얼굴 이미지의 정보를 조회할 수 있도록 하고, 얼굴 인식 시스템을 관리 및 제어할 수 있는 역할을 하며, 실시간 제어 사용자 인터페이스(User Interface, UI)와 얼굴 이미지의 정보를 기록 및 조회할 수 있는 데이터베이스로 구분할 수 있다.

[0032] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 얼굴 인식 시스템의 블록도이다.

[0033] 전체적인 시스템은 크게 CCTV Camera(110), 영상 분석 시스템(120), 시스템을 관리하고 사용자에게 편의를 제공하는 시스템 매니저(130), 영상 분석을 통하여 관리자 스마트폰에 알림을 전송하는 스마트폰 어플리케이션(150)과 스마트폰에 실시간 알림 전송에 사용되는 GCM Server(160)으로 구성된다.

[0034] CCTV Camera(110)은 실제 감시하는 영역에 설치된 카메라를 지칭하며 카메라에서 수집된 영상을 영상 분석 시스템(120)으로 전송하여 인식에 활용한다. 영상 분석 시스템(120)은 얼굴 인식 알고리즘이 내장되어 CCTV에서 들어오는 영상을 실시간으로 분석하여 얼굴 인식 결과를 판단한다. 또한 영상 분석 시스템에서 얼굴 인식에 성공하면 성공 이벤트를 발생시키며 결과 영상을 시스템 매니저(130)와 스마트폰 어플리케이션에 전송한다. 또 관리자에게 이벤트를 바로 인지시킬 수 있도록 스마트폰 Push 알림 서비스를 GCM Server(160)으로 등록시킨다. 영상 분석 시스템은 크게 전처리 및 필터링 단계(121)와 얼굴 특징 추출 및 매칭 단계(122)로 구분할 수 있다. 시스템 매니저(130)는 지능형 영상 분석 시스템을 관리 및 제어할 수 있는 역할을 하며 실시간 제어 User Interface(121)와 얼굴 인식 결과를 기록 및 조회할 수 있는 DB(132)로 구분할 수 있다. 스마트폰 어플리케이션(150)은 영상 분석 시스템(120)에서 얼굴 인식 성공으로 탐지 이벤트가 발생하는 순간 실시간으로 관리자 어플리케이션으로 이벤트 메시지를 발생시키는 역할을 한다. 모바일 어플리케이션(151)은 이벤트 결과를 확인 및 조회할 수 있는 User Interface 역할을 한다. 또한 이벤트 결과 영상을 비디오 분석 시스템(120)으로부터 네트워크를 통해 전송받아 간단한 얼굴 인식 조회 및 확인 기능을 제공한다. Push Alarm Service(152)은 구글에서 제공하는 GCM Server(160)와 연동하여 어떤 메시지가 발생하면 스마트폰을 통해 진동 혹은 알림음으로 메시지가 발생했음을 사용자에게 인지시켜줄 수 있는 서비스를 말한다. GCM Server(160)는 구글에서 제공하는 스마트폰 알림 서비스로 비디오 분석 시스템(120)에서 이벤트가 발생하면 그 결과를 GCM Server(160)에 등록하고 등록된 이벤트는 GCM Server를 통하여 스마트폰 Push Alarm Service(152)로 전송된다.

[0035] 도 3a 내지 3d는 얼굴 인식 과정을 도시한 것이다.

[0036] 얼굴 인식은 얼굴 탐지(301), 얼굴 후보 영역 추출(Cropping)(302), ASM 알고리즘을 활용한 얼굴 정렬 기법(303), 얼굴 영상의 정규화(304), 조명 전처리(305), 얼굴 고유 특징 추출(306), 얼굴 특징 매칭(308)과 얼굴

인식 대상의 얼굴 특징 데이터가 들어있는 DB(307), 얼굴 추적(309, 310)으로 구성되어 있다.

- [0037] 얼굴 탐지(301)는 영상에서 사람의 얼굴이 존재하는지 판단하며 만약에 CCTV 감시 영상에 얼굴이 존재하면 어느 위치에 있는지 그 위치까지 판단하는 역할을 한다. 얼굴 탐지는 Haar Cascade와 AdaBoosting 알고리즘을 통하여 진행한다.
- [0038] 얼굴 후보 영역 Cropping(302)은 얼굴 탐지 과정을 통해 대략적인 위치를 추정(예측)을 통해 얼굴 영역만을 고유 특징 추출을 위하여 잘라내는 기능을 한다.
- [0039] ASM 알고리즘을 활용한 얼굴 정렬(303)은 잘라낸 얼굴 후보 영역(302)에서 ASM 알고리즘을 통하여 얼굴의 윤곽과 눈, 코 입 등의 68개의 주요 위치를 판단한 후, 영상 내에서의 얼굴의 각도가 틀어져있거나, 회전되어져 있으면 Affine Transformation을 통하여 얼굴을 정면으로 만드는 역할을 한다.
- [0040] 얼굴 영상의 정규화(304) 과정은 얼굴 고유 특징을 추출하기 좋은 크기로 영상을 잘라낸다. 모든 얼굴 후보 영상을 위의 과정을 거쳐 전 처리한 후에 64×48 사이즈의 정면 얼굴 영상으로 정규화시킨다.
- [0041] 조명 전처리과정(305)은 일정한 크기로 정규화된 얼굴 사진을 다양한 조명 변화에도 강건한 얼굴 인식이 가능하도록 최적화된 필터 처리 과정을 거치는 것을 말한다. 조명 전처리의 필터 과정은 감마 보정(Gamma Correction), Difference of Gaussian(DoG), 대비 평활화(Contrast Equalization)으로 구성되어 있다.
- [0042] 얼굴 특징 추출(306)은 얼굴 고유 특징 벡터를 추출하는 단계이다. 도 3b와 같이, 위의 과정을 통해 정규화된 얼굴 사진을 방향과 크기가 서로 다른 40개의 Gabor Filter를 컨볼루션시켜 40개의 GMP(Gabor Magnitude Picture)를 획득한다. 40개의 Gabor Filter들은 모두 서로 다른 Orientation과 Scale 정보를 가지는데 이 두개를 합쳐서 Magnitude 정보라고 부른다. 따라서, 최종 획득한 40개의 서로 다른 GMP(Gabor Magnitude Picture)들은 얼굴 영상으로부터 Magnitude 정보를 획득하였다고 볼 수 있다. 상기 획득한 40개의 GMP 영상을 x와 y 방향으로 1, 2차 미분(Gradient)영상을 얻고 이진화(Binarization)시켜서 몇 가지 수학적 공식에 맞춰 GSF(Gabor Surface Feature) 특징 벡터를 획득한다. 하나의 GMP 영상을 G라고하고, 하나의 영상을 x축 방향과 y축 방향으로 Gradient 연산(1차 미분)을 통하여 Gx와 Gy 영상을 생성한다. 다시 Gradient 연산한(1차 미분한) Gx영상과 Gy영상을 x방향과 y방향으로 각각 Gradient 연산(2차 미분)하여 Gxx, Gyy 라는 영상을 생성한다. 즉, 1개의 GMP영상 G는 1, 2차 Gradient 연산(미분 연산)을 통하여 4개의 영상(Gx, Gy, Gxx, Gyy, Gxy)을 추가로 만들었다. 총 5개의 영상 G, Gx, Gy, Gxx, Gyy를 이진화(Binarization)시켜서 B, Bx, By, Bxx, Byy의 5개의 이진화 영상으로 만든다. 이진화 방법은 영상 픽셀의 중간값(Median)을 기준으로 모든 픽셀이 중간값(Median)보다 크거나 같으면 1, 작으면 0으로 만드는 작업을 말한다. 5개의 바이너리 영상을 아래의 식에 대입하여 하나의 새로운 특징 영상으로 만든다. 영상의 첫 번째 픽셀부터 마지막 픽셀까지 아래 식을 적용하여 새로운 영상 F를 생성한다.

수학식 1

$$F = 2^3 B_x + 2^2 B_y + 2^1 B_{xx} + 2^0 B_{yy}.$$

- [0043]
- [0044] 1개의 GMP영상이 도 3c와 같이, 1개의 Magnitude와 Gradient 정보를 새로운 고유 특징 영상 변환된다. 위의 과정을 40개의 GMP영상에 동일하게 적용하여 40개의 고유 특징 영상을 생성한다.
- [0045] 얼굴 특징 DB(307)은 얼굴 인식의 비교 대상으로 사용할 사람의 얼굴의 고유 특징 벡터가 저장되어 있다. 고유 특징 벡터는 위의 전처리과 정규화, 특징 추출화 과정을 동일하게 거쳐서 생성한다.
- [0046] 얼굴 특징 비교(308)은 얼굴 특징 DB(307)에 저장되어있는 특징 벡터들과 현재 CCTV에서 탐지되어 획득한 얼굴의 특징을 서로 비교하여 가장 유사한 얼굴이 존재하는지 비교하는 역할을 한다. 이때, 머신 러닝의 일종인 FDA Classifier를 이용하여 빠르고 정확한 얼굴 비교가 가능하다. 미리 학습시킨 FDA(Fisher Discriminant Analysis) Classifier를 이용하여 40개의 고유 특징 영상을 1개의 고유 특징 영상으로 분류한다. 40개의 영상을 임의의 중첩되지 않는 m*n개의 subspace 영역으로 나눈다. 미리 학습된(특정 규칙대로) FDA Classifier를 통해서 40개 고유 특징 영상의 Subspace의 각 영역을 1개의 영역을 분류화시키는 작업을 말한다. 도 3d와 같이, 분류화되어 최종 만들어진 1개의 고유 특징 영상의 모든 픽셀 값을 인식에 사용할 얼굴의 고유 특징 벡터라고 한다. 특징 매칭시 이를 이용하여 벡터 비교 연산을 통하여 가장 유사한 벡터를 얼굴 인식에 가장 적합한 인물로

정한다.

- [0047] Camshfit Tracking(309)은 얼굴 인식이 완료된 얼굴에 대하여 CCTV 감시 영역에서 벗어날 때까지 그 위치를 지속적으로 추적하는 과정이다.
- [0048] Kalman Filter(310)는 Camshift Tracking이 가지는 추적 오차를 보정하고 정확하고 자연스러운 추적 시스템을 위해 거치는 재귀적인 필터 과정이다.
- [0049] 상기 얼굴 인식을 통해, 2차원 정면 얼굴 사진만 가지고 높은 성능의 얼굴 인식률을 갖는다. 범죄자 혹은 검색 대상 인물의 최소한의 얼굴 사진(2D 정면 사진)만을 가지고도 인식이 가능하므로 지능형 영상 보안 시스템에 적용하기 적합하고, 얼굴의 특징 추출 및 매칭 기반이기 때문에 처리 속도가 빠르다. 따라서, 실시간 영상 인식이 가능하다. 다양한 전처리 과정(302, 303, 304, 305)을 거치기 때문에 아웃도어 환경에 적용하기 좋으며, 얼굴의 특징 추출 시, 영상의 Gradient 정보와 Magnitude 정보를 동시에 사용하여 특징을 만들기 때문에 기존 Magnitude 기반의 특징 추출 방법보다 정확하고 개개인 얼굴 고유의 특징을 추출할 수 있다.
- [0050] 도 4는 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 흐름도이다.
- [0051] 410단계는 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하는 단계이다.
- [0052] 보다 구체적으로, 감시구역을 촬영하는 카메라가 촬영한 영상을 분석하여 상기 감시구역에 위치한 자의 얼굴을 인식하고, 상기 인식한 얼굴에 대한 얼굴 이미지를 생성한다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식 및 얼굴 이미지 생성에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식 및 얼굴 이미지 생성에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0053] 420단계는 상기 얼굴 이미지와 데이터베이스에 저장된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상을 확인하는 단계이다.
- [0054] 보다 구체적으로, 410단계에서 생성된 얼굴 이미지를 미리 등록된 참조 얼굴 이미지와 비교하여, 상기 얼굴 이미지의 대상이 누구인지를 확인하는 단계이다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0055] 430단계는 상기 인식된 얼굴을 상기 카메라의 감시영역 내에서 추적하는 단계이다.
- [0056] 보다 구체적으로, 410단계에서 인식된 얼굴이 카메라의 감시영역을 벗어나기 전까지 추적하는 단계이다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 3의 얼굴 추적에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1 내지 도 3의 얼굴 추적에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0057] 440단계는 상기 생성된 얼굴 이미지의 정보를 저장하고, 상기 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공하는 단계이다.
- [0058] 보다 구체적으로, 얼굴이 인식된 경우, 이벤트를 발생시키고, 상기 인식된 얼굴에 대한 얼굴 이미지의 정보를 감시자에게 제공한다. 상기 얼굴 이미지의 정보를 외부 단말로 전송하고, 푸쉬(push) 알림을 통해 얼굴 인식 이벤트가 발생하였음을 알리는 메시지를 상기 외부 단말로 전송할 수 있다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식 이벤트의 감시자로의 제공에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식 이벤트의 감시자로의 제공에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0059] 도 5 및 6은 발명의 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 흐름도이다.
- [0060] 얼굴을 인식하고, 얼굴 이미지를 생성하기 위하여, 510단계에서 상기 카메라가 촬영한 영상에서 얼굴을 탐지하고, 얼굴 후보 영역을 추출한다. 520단계에서는 상기 얼굴이 정면을 바라보도록 상기 얼굴 이미지를 정렬시키고, 530단계에서 상기 정렬된 얼굴 이미지를 정규화한다. 540단계에서는 상기 정규화된 얼굴 이미지에서 고유 특징 벡터를 추출한다. 상기 530단계 이후, 상기 정규화된 얼굴 이미지의 조명을 감마 보정, difference of Gaussian(DoG), 또는 대비평활화를 이용하여 전처리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1 내지 도 3의 얼굴 인식에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0061] 인식된 얼굴을 감시영역 내에서 추적하기 위하여, 610단계에서 Camshaft tracking 기법을 이용하여 상기 얼굴을

추적하고, 620단계에서 kalman filter를 통해 상기 Camshaft tracking 기법에서 발생하는 오차를 보정한다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 3의 얼굴 추적에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1 내지 도 3의 얼굴 추적에 대한 상세한 설명으로 대신한다.

[0062]

본 발명의 실시예에 따른 얼굴 인식 방법의 얼굴 인식 성능 평가 결과, 정면 얼굴을 기준으로 얼굴의 표정변화가 일어난 경우와 조명 변화(어둡거나, 밝거나)에 따른 인식을 실험 결과 기존의 알고리즘에 비해 상당히 우수한 결과를 나타내었다. 이는 다음 표 1과 같다. 얼굴 인식에는 FERET 얼굴 영상 데이터베이스를 사용하였다. (얼굴 인식 평가에 사용되는 표준 얼굴 DB)

표 1

[0063]

얼굴 인식 방법	표정 변화(fb)	조명 변화(fc)
EBGM	86.30%	
FisherFace	96.00%	82.00%
Local Active Pixel	93.00%	78.00%
본 발명	96%	90%

[0064]

본 발명의 실시예들은 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 본 발명을 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 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0065]

이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0066]

따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

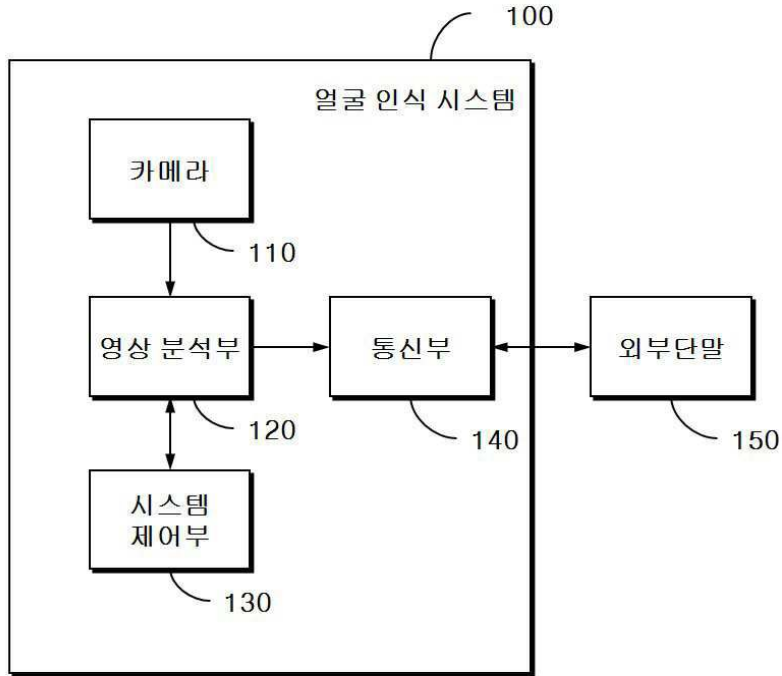
부호의 설명

[0067]

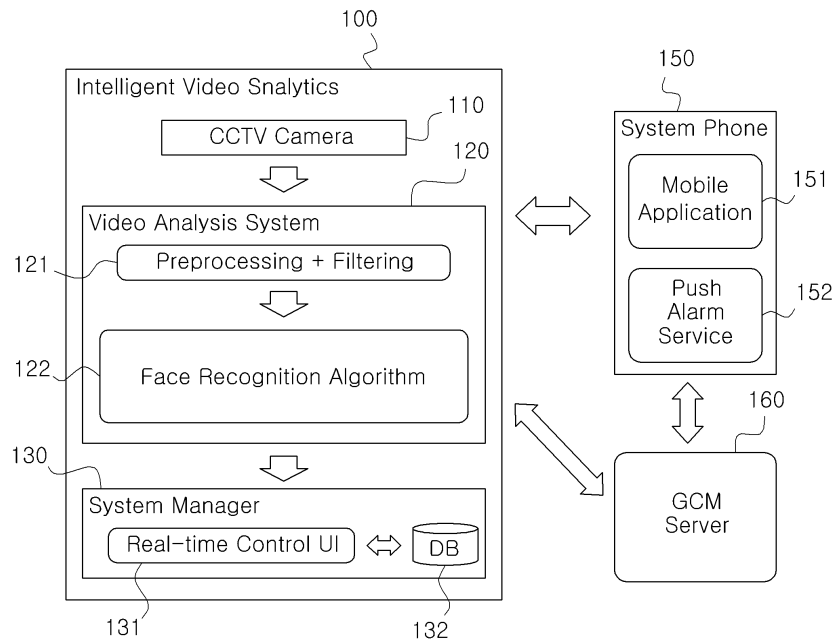
- 100: 얼굴 인식 시스템
- 110: 카메라
- 120: 영상 분석부
- 130: 시스템 제어부
- 140: 통신부
- 150: 외부단말

도면

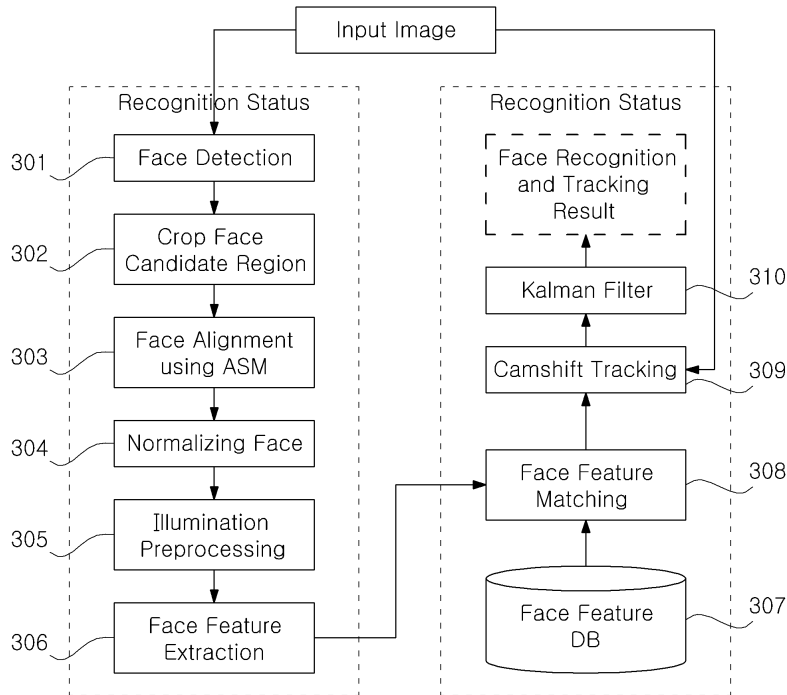
도면1



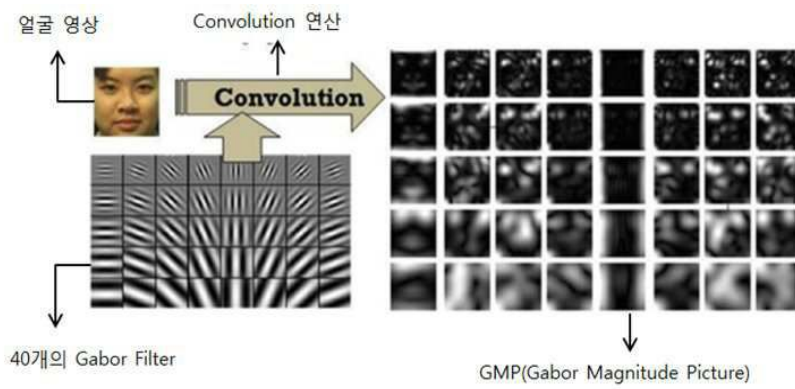
도면2



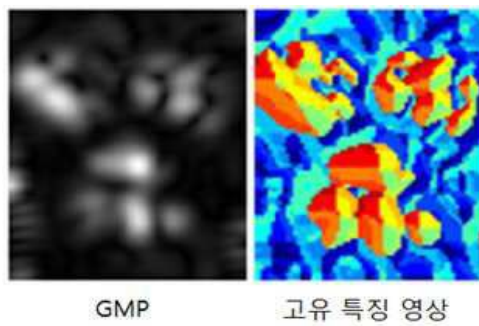
도면3a



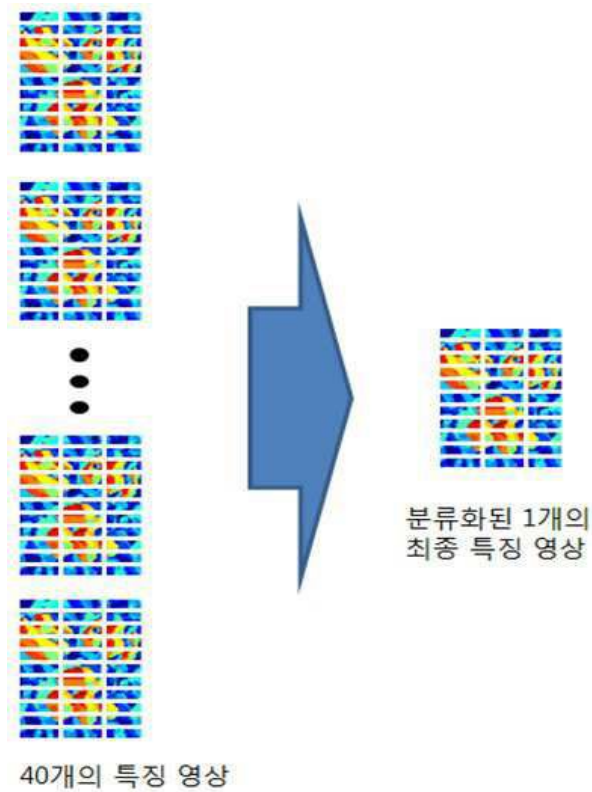
도면3b



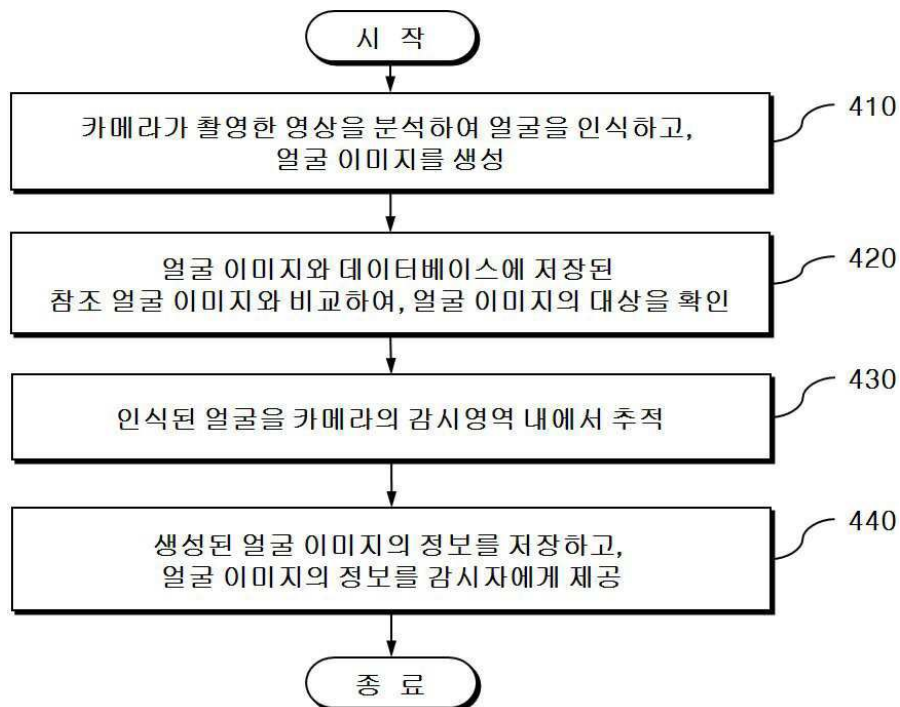
도면3c



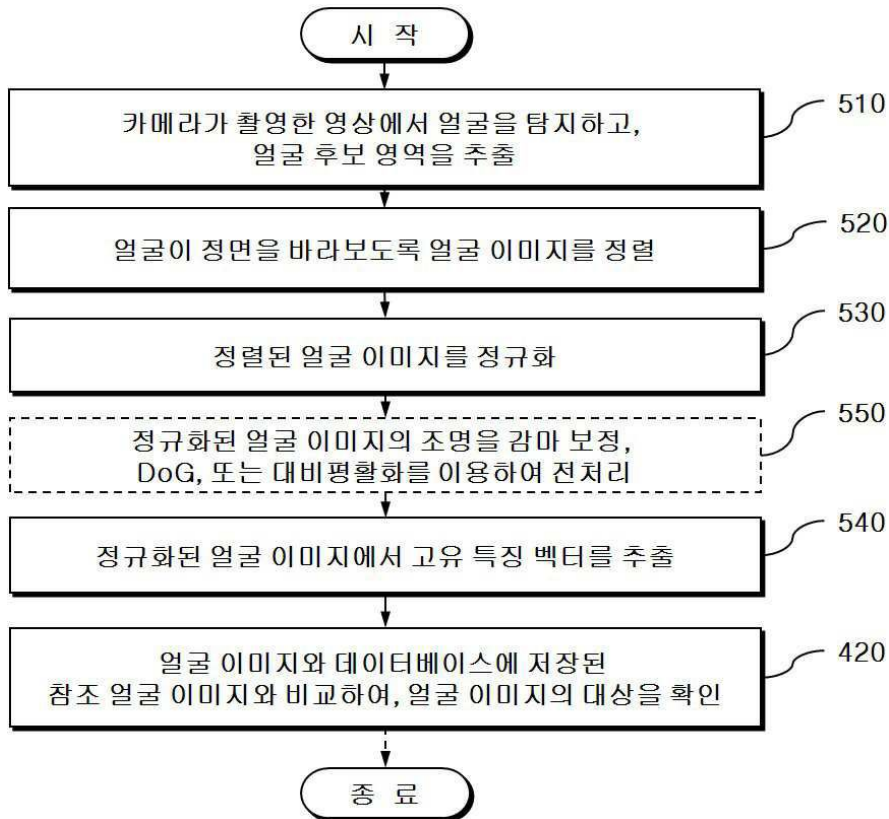
도면3d



도면4



도면5



도면6

