

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0002107 (43) 공개일자 2013년01월07일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06K 9/46 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0063152 (22) 출원일자 2011년06월28일 심사청구일자 2011년06월28일	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1 (72) 발명자 박대희 서울특별시 강남구 도곡동 타워팰리스 A동 1601호 강봉수 충청남도 연기군 조치원읍 세종로 2511, 고려대학교 교세종캠퍼스 제2과학기술대학 328호 (뒷면에 계속) (74) 대리인 특허법인엠에이피에스	

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 정면 얼굴 검출 장치

(57) 요약

본 발명은 정면 얼굴 검출 장치에 관한 것으로, 본 발명은 입력되는 영상 이미지 중 피부색 영역을 포함하는 얼굴 후보 이미지를 탐지하는 피부색 탐지부, 상기 피부색 탐지부에서 탐지된 상기 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하고 있는지 여부를 적어도 하나 이상의 단계를 거쳐 판단하는 단계형 분류부, 상기 단계형 분류부에서 상기 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴, 비정면 얼굴 및 비얼굴로 분류하는 정면 얼굴 인식부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

오승근

인천광역시 부평구 삼산동 삼산아파트 3동 501호

이종욱

경기도 부천시 원미구 역곡1동 113-34번지

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0904002

부처명 한국산업기술재단

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 배터리로 동작하는 감시카메라용 비디오압축 특성을 이용한 정보보호 및 상황인지 연구

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

정면 얼굴 검출 장치에 있어서,

입력되는 영상 이미지 중 피부색 영역을 포함하는 얼굴 후보 이미지를 탐지하는 피부색 탐지부,

상기 피부색 탐지부에서 탐지된 상기 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하고 있는지 여부를 적어도 하나 이상의 단계를 거쳐 판단하는 단계형 분류부, 및

상기 단계형 분류부에서 상기 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴, 비정면 얼굴 및 비얼굴로 분류하는 정면 얼굴 인식부를 포함하는 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 정면 얼굴 인식부는 다중 분류기를 이용하여 상기 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지를 상기 정면 얼굴, 상기 비정면 얼굴 및 상기 비얼굴로 분류하는 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 다중 분류기는 SRC(Sparse Representation Classifier)인 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 피부색 탐지부는 RGB 칼라 스페이스를 이용하여 상기 영상 이미지 중 상기 얼굴 후보 영역을 탐지하며 상기 RGB칼라 스페이스는 하기 수식과 같이 정의되는 정면 얼굴 검출 장치.

$R > 95 \text{ and } G > 40 \text{ and } B > 20 \text{ and } R - G > 15 \text{ and } R > B$

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단계형 분류부는 상기 얼굴 후보 이미지 중 얼굴 이미지를 포함하고 있지 않다고 판단되는 이미지를 상기 비얼굴로 분류하는 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 6

정면 얼굴 검출 장치에 있어서,

입력되는 영상 이미지 중 피부색 영역을 포함하는 얼굴 후보 이미지를 탐지하는 피부색 탐지부,

상기 피부색 탐지부에서 탐지된 상기 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하고 있는지 여부를 적어도 하나 이상의 단계를 거쳐 판단하는 단계형 분류부,

상기 단계형 분류부에서 상기 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지에 마스크를 적용하고, 상기 마스크가 적용된 얼굴 후보 이미지의 배경 이미지 잔존 유무에 따라 상기 마스크가 적용된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 구분하는 마스크부, 및

상기 마스크부에서 정면 얼굴로 구분된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 분류하는 정면 얼굴 인식부를 포함하는 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정면 얼굴 인식부는 단일 클래스 이진 분류기를 이용하여 상기 배경 이미지가 제거된 얼굴 후보 이미지를 상기 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 분류하는 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 단일 클래스 이진 분류기는 SVDD(support vector data description)인 정면 얼굴 검출 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 피부색 탐지부는 RGB 칼라 스페이스를 이용하여 상기 영상 이미지 중 상기 얼굴 후보 이미지를 탐지하며, 상기 RGB칼라 스페이스는 하기 수식과 같이 정의되는 정면 얼굴 검출 장치.

$R > 95$ and $G > 40$ and $B > 20$ and $R - G > 15$ and $R > B$

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 단계형 분류부는 상기 얼굴 후보 이미지 중 얼굴 이미지를 포함하고 있지 않다고 판단되는 이미지를 상기 비얼굴로 분류하는 정면 얼굴 검출 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 정면 얼굴 검출 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지난 2001년 발생한 9.11 테러 사태는 미국을 중심으로 세계 각국이 개인 및 공공의 안전을 위하여 보다 강화된 국토보안(homeland security) 기술의 개발에 많은 투자를 하게 되는 계기가 되었으며, 이와 더불어 생체 인식을 통한 출입 관리 및 영상 보안 감시에 대한 수요가 급속하게 증가하고 있다. 특히 개인 및 공공의 안전을 위하여 공항, 주차장, 지하철 등 공공장소에 폐쇄회로(CCTV, Close-Circuit Television)를 설치하여, 얼굴인식 기반의 수배자 검색 혹은 범죄 용의자 검색을 통한 보안 감시 및 출입 통제를 수행하는 요주의 인물 식별 시스템(a watch list identification system)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 요주의 인물 식별 시스템의 성능을 향상시키기 위해서는 우선적으로 인물의 얼굴 영역을 정확하게 추출하는 것이 중요하다.

[0004] 그러나, 종래의 얼굴 인식 분야에서는 주어진 영상으로부터 다양한 각도의 얼굴 영역을 출력한다. 다양한 각도의 얼굴 영역을 이용하여 요주의 인물 식별 시스템을 구성할 경우, 얼굴 인식률의 저하 및 계산량의 증가로 인하여 식별 과정에서 매우 심각한 식별 성능 저하를 가져오게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 그 목적은 보다 정확하고 쉽게 정면 얼굴을 검출할 수 있는 정면 얼굴 검출 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의하면, 정면 얼굴 검출 장치에 있어서, 입력되는 영상 이미지 중 피부색 영역을 포함하는 얼굴 후보 이미지를 탐지하는 피부색 탐지부, 상기 피부색 탐지부에서 탐지된 상기 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하고 있는지 여부를 적어도 하나 이상의 단계를 거쳐 판단하는 단계형 분류부, 상기 단계형 분류부에서 상기 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴, 비정면

얼굴 및 비얼굴로 분류하는 정면 얼굴 인식부를 포함하는 정면 얼굴 검출 장치가 제공된다.

[0007] 본 발명에 의하면, 정면 얼굴 검출 장치에 있어서, 입력되는 영상 이미지 중 피부색 영역을 포함하는 얼굴 후보 이미지를 탐지하는 피부색 탐지부, 상기 피부색 탐지부에서 탐지된 상기 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하고 있는지 여부를 적어도 하나 이상의 단계를 거쳐 판단하는 단계형 분류부, 상기 단계형 분류부에서 상기 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지에 마스크를 적용하고, 상기 마스크가 적용된 얼굴 후보 이미지의 배경 이미지 잔존 유무에 따라 상기 마스크가 적용된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 구분하는 마스크부, 상기 마스크부에서 정면 얼굴로 구분된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 분류하는 정면 얼굴 인식부를 포함하는 정면 얼굴 검출 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0008] 본 발명은 다중 분류기(SRC)를 이용하여 얼굴 이미지를 포함하는 얼굴 후보 이미지 중 정면 얼굴을 분류함으로써, 보다 안정적이고 정확한 정면 얼굴을 탐지할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명은 마스크를 이용하여 배경 이미지의 잔존 유무에 따라 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 구분함으로써, 정면 얼굴 구분 속도를 증가시킬 수 있다.

[0010] 더하여, 본 발명은 단일 클래스 분류기(SVDD)를 이용하여 정면 얼굴과 비정면 얼굴을 구분함으로써, 정면 얼굴에 대한 학습만으로 보다 정확하게 빠르게 얼굴 후보 이미지 중 정면 얼굴을 탐지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 정면 얼굴 검출 장치가 도시된 구성도이다.

도 2는 도 1의 단계형 분류부가 도시된 구성도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 정면 얼굴 검출 장치가 도시된 구성도이다.

도 4는 도 3의 마스크부에서 얼굴 후보 이미지를 마스크 처리하는 방법을 나타내는 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 정면 얼굴 검출 장치가 도시된 구성도이고, 도 2는 도 1의 단계형 분류부가 도시된 구성도이다.

[0015] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 정면 얼굴 검출 장치는 피부색 탐지부(110), 단계형 분류부(120) 및 제1정면 얼굴 인식부(130)를 포함한다.

[0016] 피부색 탐지부(110)는 RGB 칼라 스페이스와 명시적 피부색 정의 모델을 이용하여 입력되는 영상 이미지 중 피부색 영역이 포함되는 얼굴 후보 이미지를 탐지한다. 피부색 탐지부(110)는 입력되는 이미지 영역의 크기를 줄이는 전처리 역할을 한다.

[0017] 보다 구체적으로, 피부색 탐지부(110)는 R, G, B 각각의 값의 피부색 범위를 의미하는 RGB 칼라 스페이스를 정의하고, RGB 칼라 스페이스에 포함되는 픽셀들을 추출한다. 이때, 추출된 픽셀들의 집합이 피부색 영역이 되고, 얼굴 후보 이미지는 피부색 영역을 기준으로 특정 크기를 갖는 부-윈도우(sub-window)이다.

[0018] 본 발명에서 RGB 칼라 스페이스는 하기 수학식 1과 같이 정의된다.

수학식 1

$$R>95\text{and}G>40\text{and}B>20\text{and}R-G>15\text{and}R>B$$

[0019]

[0020]

이와 같이, 본 발명에서는 RGB 칼라 스페이스에 포함되는 픽셀들을 피부색 영역으로 탐지하고, 피부색 영역을 포함하는 얼굴 후보 이미지를 검출함으로써, 피부색 정의 모델의 계산 시간을 50%이상 감소시킬 수 있고, 입력되는 영상 이미지에서 축소된 이미지(부-윈도우)인 얼굴 후보 이미지를 단계형 분류부(120)로 제공할 수 있다.

[0021]

도 2에 도시된 바와 같이, 단계형 분류부(120)는 분류율은 떨어지지만 속도는 매우 빠른 복수의 약 분류기(weak-classifier)(121, 122, 123)를 포함하며, 복수의 약 분류기(121, 122, 123)는 입력되는 영상 이미지가 미리 정의된 얼굴 특징을 포함하는지 여부를 판단하고, 거절(reject)된 얼굴 후보 이미지는 다음 분류기로 출력하지 않는다.

[0022]

보다 구체적으로, 제1 약 분류기(121)는 피부색 탐지부(110)로부터 입력되는 얼굴 후보 이미지에서 미리 정의된 얼굴 특징 연산을 수행하여 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하는지 여부를 판단하고, 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지는 제2 약 분류기(122)로 출력한다. 그러나, 얼굴 이미지를 포함하고 있지 않다고 판단된 얼굴 후보 이미지는 비얼굴로 분류하여 제2 약 분류기(122)로 출력하지 않는다. 그러면, 제2 약 분류기(122)는 제1 약 분류기(121)에 비해 적은 양의 얼굴 후보 이미지를 판단하게 된다.

[0023]

본 발명의 약 분류기(121, 122, 123)는 비정상-오분류(false-negative)율은 크지만, 정상-오분류(false-positive)율은 거의 0에 가깝게 학습되므로 매우 적은 계산량으로 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하고 있는지 여부를 판단할 수 있다.

[0024]

단계형 분류부(120)에서 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지는 제1 정면 얼굴 인식부(130)로 출력된다.

[0025]

제1 정면 얼굴 인식부(130)는 다중 분류기(Multiple Classifier)를 이용하여 얼굴 이미지를 포함한다고 판단된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴, 비정면 얼굴, 비얼굴로 분류한다.

[0026]

이때, 다중 분류기는 SRC(Sparse Representation Classifier)이다.

[0027]

SRC는 다양한 조명 변환, 원 이미지에 다른 이미지가 겹치거나 변장한 경우, 원 이미지가 변질된 경우, 저해상도 등 식별 성능을 저해하는 다양한 환경에서도, 정면 얼굴 이미지를 차원 축소 방법을 사용하지 않고서도 매우 높은 얼굴 인식률을 보장한다.

[0028]

SR(Sparse Representation)을 기반으로 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴, 비정면 얼굴, 비얼굴로 분류하는 제1 정면 얼굴 인식부(130)는 학습 이미지를 이용하여 생성된 행렬A를 포함한다.

[0029]

행렬A 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

$$A = [v_{i,1}, v_{i,2}, \dots, v_{i,n_i}] \in R^{m \times n_i}$$

의 열로 정렬될 수 있다. 얼굴 후보 이미지 중 정면 얼굴의 특징값이 y라면 y는 A에 대한 하기 수학식2로 표현될 수 있다.

수학식 2

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

[0030]

[0031]

수학식 2에서 x는 계수 벡터(coefficient vector)이다. 정면 얼굴 특징값이 클래스 i에 속한다면, 계수 벡터 x는 i와 관련된 학습 데이터 값을 제외하고는 0 또는 0에 근사한 값을 갖고, 하기 수학식 3과 같이 표현된다.

수학식 3

$$x = [0, \dots, 0, \beta_{i,1}, \beta_{i,2}, \dots, \beta_{i,n_i}, 0, \dots, 0]^T \in R^n$$

[0032]

[0033] 제1 정면 얼굴 인식부(130)는 상대적으로 높은 값을 갖는 클래스에 해당하는 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴로 분류할 수 있다.

[0034] 이와 같이, 본 발명의 제1 실시예에서는 피부색 탐지부(110)가 영상 이미지 중 얼굴 후보 이미지를 탐지하여 정면 얼굴을 탐지하는 범위를 축소하고, 단계형 분류부(120)가 실시간 얼굴 후보 이미지가 얼굴 이미지를 포함하는지 여부를 판단하고, 정면 얼굴 인식부(130)가 다중 분류기(SRC)를 이용하여 얼굴 이미지를 포함하는 얼굴 후보 이미지 중 정면 얼굴을 분류함으로써, 보다 안정적이고 정확한 정면 얼굴을 탐지할 수 있으며, 정면 얼굴 탐지율이 높아지면서 추후 요주의 인물 식별 성능을 향상시킬 수 있다.

[0035] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 정면 얼굴 검출 장치가 도시된 구성도이고, 도 4는 도 3의 마스크부에서 얼굴 후보 이미지를 마스크 처리하는 방법을 나타내는 예시도이다.

[0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 정면 얼굴 검출 장치는 피부색 탐지부(210), 단계형 분류부(220), 마스크부(230) 및 제2 정면 얼굴 인식부(240)를 포함한다.

[0037] 피부색 탐지부(210) 및 단계형 분류부(220)는 본 발명의 제1 실시예와 동일하므로 이에 대한 설명은 생략하도록 한다.

[0038] 도 4에 도시된 바와 같이, 마스크부(230)는 단계형 분류부(220)에서 입력되는 얼굴 후보 이미지에 마스크(231)를 적용한 후 배경 이미지 잔존 유무에 따라 정면 얼굴과 비정면 얼굴을 구분한다.

[0039] 보다 구체적으로, 도 4a와 같이 정면 얼굴에 마스크(231)를 적용한 경우 배경 이미지는 모두 제거되며, 마스크부(230)는 도 4a와 같이 배경 이미지가 잔존하지 않는 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴로 구분한다.

[0040] 그러나, 도 4b 및 도 4c의 비정면 얼굴에 마스크(231)를 적용한 경우, 배경 이미지는 모두 제거되지 않고 존재하게 되므로, 마스크부(230)는 도 4b 및 도 4c와 같이 배경 이미지가 잔존하는 얼굴 후보 이미지를 비정면 얼굴로 구분한다.

[0041] 제2 정면 얼굴 인식부(240)는 단일 클래스 분류기(One Class Classifier)를 이용하여 마스크부(230)에서 정면 얼굴로 구분된 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 분류한다.

[0042] 이때, 단일 클래스 분류기는 SVDD(Support Vector Data Description)이다.

[0043] SVDD는 정면 얼굴과 비정면 얼굴을 구분하기 위해서 두 클래스를 모두 학습할 필요 없이 정면 얼굴만을 기계 학습한 후에 얼굴 후보 이미지가 정면 얼굴인지를 판단한다.

[0044] 이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에서는 마스크를 이용하여 배경 이미지의 잔존 유무에 따라 얼굴 후보 이미지를 정면 얼굴과 비정면 얼굴로 구분함으로써, 정면 얼굴 구분 속도를 증가시킬 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 제2 실시예에서는 SVDD와 같은 단일 클래스 분류기를 이용하여 정면 얼굴과 비정면 얼굴을 구분함으로써, 정면 얼굴에 대한 학습만으로 보다 정확하게 빠르게 얼굴 후보 이미지 중 정면 얼굴을 탐지할 수 있다. 정면 얼굴 탐지율이 높아지면서 추후 요주의 인물 식별 성능을 향상시킬 수 있다.

[0046] 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.

[0047] 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

[0048]

110, 210: 피부색 탐지부

120, 220: 단계형 분류부

130: 제1 정면 얼굴 인식부

230: 마스크부

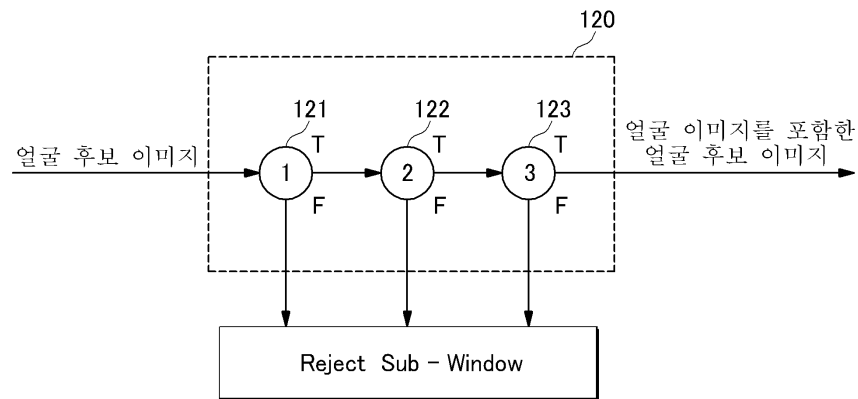
240: 제2 정면 얼굴 인식부

도면

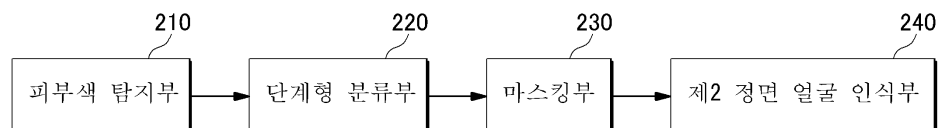
도면1



도면2



도면3



도면4



231

(a)



231

(b)



231

(c)