(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0050342
(43) 공개일자 2012년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/46 (2006.01) *G06T 7/60* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0111786
(22) 출원일자 2010년11월10일
심사청구일자 없음
기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
조재일
대전광역시 유성구 지족로 343, 반석마을2단지 204동 1704호 (지족동)
황대환
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 506동 1404호 (전민동, 엑스포아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김원준, 제일특허법인

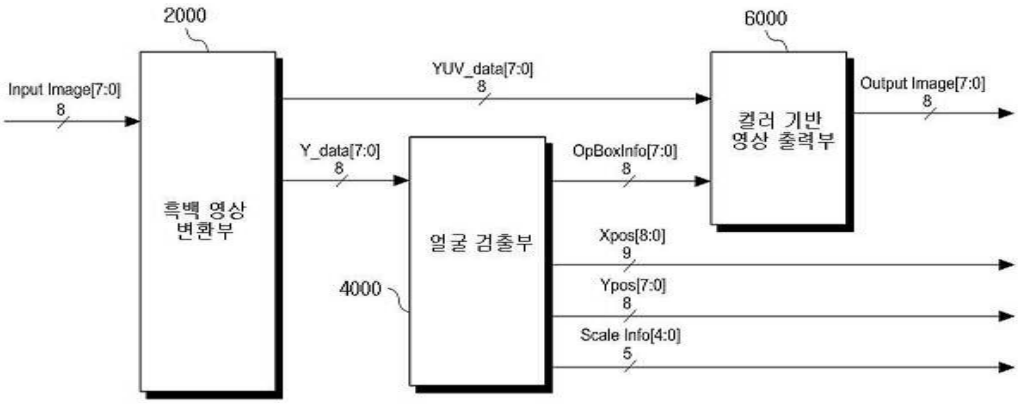
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **영상 객체 검출 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 영상 신호를 이용한 객체 검출 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 입력 영상의 잡음을 제거하여 저장하고, 저장된 입력 영상의 크기를 조절하며, 크기가 조절된 입력 영상을 회전 변환 기법을 통해 회전 변환 시킨 다음 이 영상을 MCT 방식으로 변환 시키고, 그 변환 영상에 MCT값을 이용하여 후보 영역을 검출하며, 검출된 후보 영역들 중에서 사람 영역을 결정하고, 결정된 사람 영역을 표시하여 출력함으로써, 입력 영상에서 영상 객체를 효과적으로 검출할 수 있다. 본 발명은 조명변화에 강인한 영상 변환 기법과 회전변화에 강인한 회전 변환 기법을 적용시켜 기존의 방법에 비해서 보다 정확하고 안정적으로 사람 얼굴 검출을 수행 할 수 있는 장점을 갖고 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

최승민

대전광역시 유성구 가정로 306-6, 주공타운아파트 1동 306호 (도룡동)

장지호

경기도 용인시 수지구 죽전로 121, 102동 502호 (죽전동, 꽃메마을아이파크)

한동일

서울특별시 서초구 잠원로 166-4, 1106호 (잠원동, 미주파스텔)

최종호

서울특별시 동대문구 장안벚꽃로 107, 현대홈타운 아파트 113동 1405호 (장안동)

고광진

서울특별시 광진구 능동로21길 55, T101 (군자동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	KI001813
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	u-로봇 HRI 솔루션 및 핵심 소자 기술 개발
주관기관	한국전자통신연구원
연구기간	2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

영상 처리 기법을 이용한 고속 사람 탐지 장치에 있어서,

실시간으로 입력되는 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환시키는 흑백 영상 변환 블록과,

상기 흑백 영상을 변환된 영상을 입력받아 얼굴을 탐지하는 얼굴 검출 블록과,

상기 결정된 사람 영역을 카메라로부터 들어오는 영상과 결합하여 출력시키는 컬러 기반 영상 출력블록을 포함하는

영상 객체 검출 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영상 신호를 이용한 객체 검출 기법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 카메라로부터 입력된 입력 영상에서 객체 영역, 예컨대 사람 영역을 검출하는데 적합한 영상 객체 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재, 개인 식별이나 사용자 인증, 개인 정보 보호를 위한 대표적인 수단으로, 예를 들면, 주민등록증, 운전면허증, 학생증 등을 이용한 식별 수단들을 이용하고 있으나, 이러한 식별 수단들은 개인이 휴대하지 않을 경우 신원을 확인하기 어렵기 때문에, 본인 확인이 쉽지 않고, 때때로 식별 수단의 소유자와 실제 소유자가 같지 않은 경우에도 본인으로 확인되는 경우도 발생할 수 있다.

[0003] 이러한 문제점을 보완하기 위해 예를 들면, 지문 인식, 홍채 인식, 얼굴 인식 등의 생체 인식 기술의 개발이 진행되고 있으며, 특히, 생체 인식 기술 중 얼굴 인식 기술은 다른 생체 정보에 비해 상대적으로 사용자에 대한 강제성이 적으며, 비접촉 방식으로 거부감이 덜하기 때문에 다양한 응용 분야에서 각광 받고 있다.

[0004] 여기서, 생체 인식 기술 중 하나인 얼굴 인식을 포함하는 사람 검출 기술은 생체 인식의 핵심 기반 기술로써 매우 오랜 전부터 연구되어 왔으며, 생체 인식을 위한 검출 기술로의 활용뿐만 아니라, 최근 들어 디지털 기기, 모바일 기기 등과 관련된 시장의 확대와 더불어 더욱 다양하게 개발되고 있다.

[0005] 이러한 환경에서 디지털 기기, 모바일 기기 등에 카메라를 탑재하고, 얼굴 인식을 포함하는 사람 인식 기술을 적용할 경우 상품의 부가가치 향상 및 판매 증대가 예상된다. 예를 들면, 휴대폰 등과 같은 모바일 기기의 경우 사람의 위치를 검출하고, 영상 처리를 통해 사람 얼굴을 인식한 후에, 얼굴 표정에 변화를 주는 기능 등을 제공할 수 있고, 디지털 카메라 등과 같은 디지털 기기의 경우 사람 위치를 잡아 포커스 맞추는 기능 등을 제공할 수 있어 다양한 기술들과 접목시켜 활용 할 수 있다.

[0006] 한편, 지금까지의 얼굴 인식을 포함한 사람 검출 알고리즘은 주로 PC기반 환경에서 동작하는 알고리즘 형태로 개발되어 왔으며, 이 기술을 바로 임베디드(embedded) 시스템에 적용할 경우 상대적으로 부족한 리소스와 성능 때문에 실시간으로 사람 검출이 불가능하거나, 낮은 검출율을 보임으로서 효율적인 사람 검출이 힘들었다.

[0007] 그러나, 서비스 로봇 분야의 확대로 인해 일상생활 속에서 예를 들면, 청소 로봇, 엔터테인먼트용 장난감 로봇 등과 같은 가정용 로봇 시장이 커지고 있고, 휴대 전화, 디지털 카메라 등과 같은 휴대용 기기에서 사람의 생체 정보를 사용할 수 있는 활용 분야가 늘어나면서 임베디드 시스템에서의 고성능 실시간 사람 검출 기술의 필요성은 더욱더 커져가고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 종래에는 얼굴 인식을 포함한 사람 검출 알고리즘은 조명 변화 및 회전 변화에 따라 사람 검출 성능이 급격히 떨어지는 문제점을 나타내고 있으며, 이를 해결 하려면 추가적인 처리과정이 필요하기 때문에, 이에 따른 계산량 증가와 장치 적인 복잡도 증가는 PC 기반이 아닌 하드웨어, 예를 들어 휴대단말 등에 탑재시키기에는 어려움이 있다.

[0009] 또한, 하드웨어 구현 시 자원을 많이 소모하기 때문에 상용화시키기에 무리가 있으며, 상용화시킬 수 있다 하더라도 계산량 증가에 따른 처리 시간의 증가는 실시간 처리에 어려운 문제로 작용하고 있기 때문에, 단순한 사람 검출 알고리즘이 아닌 조명 변화 및 회전 변화에 강인하여 높은 검출 성능을 나타내며, 고속의 처리 속도로 하드웨어 상에서 직접 구현 가능한 실시간 처리 엔진의 개발이 요구된다.

[0010] 이에 따라, 본 발명은 입력 영상의 크기를 조정하고, 수정된 센서스 트랜스폼(Modified Census Transform, 이하 MCT라 함) 방식 및 회전 변환 방식을 이용해 영상을 변환하여 사람 영역을 검출함으로써, 사람 검출 성능을 향상시킬 수 있는 영상 객체 검출 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 카메라를 통해 입력된 입력 영상 내 사람 객체의 위치 변화 및 크기 변화에 무관하고, 영상의 잡음, 조명 변화, 회전 변화에 강인하여 사람 인식의 정확도를 향상시킴으로써, 사람 영역의 검출율을 향상시킬 수 있는 영상 객체 검출 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 과제를 해결하기 위한 영상 객체 검출 장치는, 영상 처리 기법을 이용한 고속 사람 탐지 장치에 있어서, 실시간으로 입력되는 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환 시키는 흑백 영상 변환 블록과, 상기 흑백 영상을 변환된 영상을 입력받아 얼굴을 탐지하는 얼굴 검출 블록과, 상기 결정된 사람 영역을 카메라로 부터 들어오는 영상과 결합하여 출력시키는 컬러 기반 영상 출력블록을 포함할 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 흑백 영상 변환 블록은, 상기 컬러 기반 입력 영상을 두 가지의 다른 클럭을 이용해 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환하여 출력할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 얼굴 검출 블록은, 상기 입력 영상을 다수의 영역으로 분할하여 영상 잡음을 제거하는 잡음 제거블록과, 상기 영상 잡음이 제거된 상기 입력 영상에 대해 영상 크기를 조정하여 제 2입력 영상을 전달하는 영상 크기 조정 블록과, 상기 영상 잡음이 제거된 상기 입력 영상을 저장한 후, 추출하여 제 1 입력 영상으로 출력하고, 상기 전달된 제 2 입력 영상을 출력하는 메모리 조정 블록과, 상기 제 2 입력 영상을 4개 영역으로 분할하여 회전 변환 방식으로 변화하는 영상 회전 처리 블록과, 상기 제 2 입력 영상을 다수의 영역으로 분할하여 MCT 방식으로 변환하는 영상 변환 블록과, 상기 MCT 방식으로 변환 된 변환 영상에 MCT값과 기 설정된 임계값을 비교한 후, 적어도 하나의 후보 영역을 검출하고, 상기 검출된 적어도 하나의 후보 영역 중에서 사람 영역을 결정하는 데이터 처리 블록과, 상기 결정된 사람 영역을 상기 제 1 입력 영상에 표시하여 출력하는 영상 출력 블록을 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 잡음 제거 블록은, 상기 입력 영상을 내부 메모리에 저장한 후에, 저장된 상기 입력 영상을 추출하는 영상 데이터 저장부와, 추출된 상기 입력 영상을 상기 다수의 영역으로 분할하는 영상 분석 분할부와, 분할된 상기 입력 영상에 대해 영역별로 상기 영상 잡음을 제거하는 영상 잡음 처리부를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 메모리 조정 블록은, 상기 잡음 제거 블록으로부터 출력된 상기 제 1 입력 영상을 입력 메모리에 저장하는 메모리 기록부와, 상기 입력 메모리에서 상기 제 1 입력 영상을 추출하여 출력하는 메모리 해독부와, 상기 제 2 입력 영상을 수신하여 내부 메모리에 저장한 후에, 추출하여 출력하는 영상 크기 저장 메모리부와, 상기 메모리 해독부로 부터 출력되는 상기 제 1 입력 영상과 상기 영상 크기 저장 메모리로 부터 출력되는 제 2 입력 영상을 다중화하여 상기 영상 크기 조정 블록, 영상 변환 블록 및 영상 출력 블록으로 각각 출력하는 다중화부를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 영상 크기 조정 블록은 상기 메모리 조정 블록으로부터 출력된 상기 입력 영상을 수평 방향으로 각각 1라인씩 상기 영상 크기를 조절하여 출력하는 수평 크기 조절부와, 상기 수평 크기 조절부로 부터 출력된 상기 입력 영상을 수직 방향으로 각각 1라인씩 상기 영상 크기를 조절하여 상기 제 2 입력 영상으로 출력하는 수직 크기 조절부를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 회전 변환 처리 블록은, 상기 메모리 조정 블록으로 부터 출력된 상기 제 2 입력 영상을 입력 받아

목적 주소를 생성하는 목적 주소 생성부와, 원시 주소를 생성하는 원시 주소 생성부와, 4개의 분할된 메모리로부터 가져온 4개의 영상을 스위칭 하는 메모리 전환 처리부와, 스위칭 된 4개의 영역값을 보간법에 의해 연산처리하는 영상 보간 처리부를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 영상 변환 블록은, 상기 메모리 조정 블록으로부터 출력된 상기 제 2 입력 영상을 내부 메모리에 저장한 후, 추출하는 영상 데이터 저장부와, 추출된 상기 제 2 입력 영상을 다수의 영역으로 분할하여 각각 출력하는 영상 분석 분할부와, 분할 출력된 상기 제 2 입력 영상에 대해 상기 MCT 방식으로 영상을 변환 하여 상기 변환 영상을 출력하는 MCT 변환부를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 MCT 변환부는, 상기 MCT 방식의 변환을 통해 각 영역과 그 주변 영역들과의 관계가 수치화하여 표현할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 데이터 처리 블록은, 상기 변환 영상에 대해 후보 영역을 검출하기 위한 검출 윈도우를 상, 하, 좌, 우 등 각 방향으로 1픽셀 단위로 이동하면서 전체 영역을 스캔하고, 상기 검출 윈도우가 위치하는 영역에 대응하는 픽셀들의 MCT값을 전달하는 영상 분석부와, 상기 MCT값 및 기 설정된 임계값을 비교한 후에, 상기 MCT값이 상기 기 설정된 임계값보다 상대적으로 낮은 값인 경우 상기 후보 영역으로 검출하는 영상 검출부와, 상기 후보 영역으로 검출된 영역의 위치 산출을 반복 수행하는 위치 재설정부와, 상기 호보 영상의 검출 및 위치 산출의 반복 수행 중 이전 후보 영상과 현재 호보 영상을 비교 연산하여 기 설정된 횟수만큼 상기 호보 영역으로 판단된 경우 상기 사람 영역으로 결정 및 출력하는 영상 그룹화부를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 기 설정된 임계값은, 상기 MCT값이 특정 확률값보다 상대적으로 낮은값을 가질 때, 상기 사람 영역으로 판단하기 위해 설정된 값을 의미할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 영상 출력 블록은 상기 데이터 처리 블록으로부터 출력된 상기 사람 영역에 대한 사람 영역의 좌표값 및 영상 크기값을 내부 메모리에 저장하는 출력 영상 처리부와, 상기 내부 메모리를 포함하며, 상기 저장된 사람 영역 정보를 추출하여 출력 하는 검출 영상 저장부와, 상기 제 1 입력 영상에 상기 사람 영역의 좌표값 및 영역 크기값을 적용하여 상기 사람 영역을 표시 및 출력하는 영상 표시부를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 내부 메모리는, 검출된 상기 사람 영역이 다수 개인 경우 각각의 상기 사람 영역의 좌표값 및 영역 크기값이 저장되는 상기 다수 개에 대응하는 각각의 메모리를 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 컬러 기반 영상 출력블록은 상기 영상 출력 블록으로 부터 출력된 상기 사람 영역에 대한 사람 영역의 좌표값 및 영상 크기값과 카메로로 부터 입력 받은 영상을 결합하여 컬러 기반의 출력을 시킬 수 있다.

[0026] 본 발명의 과제를 해결하기 위한 영상 객체 검출 방법은, 영상 처리 기법을 이용한 고속 사람 탐지 방법에 있어서, 실시간으로 입력되는 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환 시키는 흑백 영상 변환 단계와, 상기 흑백 영상을 변환된 영상을 입력받아 얼굴을 탐지하는 얼굴 검출 단계와, 상기 결정된 사람 영역을 카메라로 부터 들어오는 영상과 결합하여 출력시키는 컬러 기반 영상 출력단계를 포함할 수 있다.

[0027] 여기서, 상기 흑백 영상 변환 단계는, 상기 컬러 기반 입력 영상을 두 가지의 다른 클력을 이용해 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환하여 출력할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 얼굴 검출 단계는, 상기 입력 영상을 다수의 영역으로 분할하여 영상 잡음을 제거하는 잡음 제거 단계와, 상기 영상 잡음이 제거된 상기 입력 영상에 대해 영상 크기를 조정하여 제 2입력 영상을 전달하는 영상 크기 조정 단계와, 상기 영상 잡음이 제거된 상기 입력 영상을 저장한 후, 추출하여 제 1 입력 영상으로 출력하고, 상기 전달된 제 2 입력 영상을 출력하는 메모리 조정 단계와, 상기 제 2 입력 영상을 4개 영역으로 분할하여 회전 변환 방식으로 변화하는 영상 회전 처리 단계와, 상기 제 2 입력 영상을 다수의 영역으로 분할하여 MCT 방식으로 변환하는 영상 변환 단계와, 상기 MCT 방식으로 변환 된 변환 영상에 MCT값과 기 설정된 임계값을 비교한 후, 적어도 하나의 후보 영역을 검출하고, 상기 검출된 적어도 하나의 후보 영역 중에서 사람 영역을 결정하는 데이터 처리 단계와, 상기 결정된 사람 영역을 상기 제 1 입력 영상에 표시하여 출력하는 영상 출력 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 잡음 제거 단계는, 상기 입력 영상을 내부 메모리에 저장한 후에, 저장된 상기 입력 영상을 추출하는 영상 데이터 저장 단계와, 추출된 상기 입력 영상을 상기 다수의 영역으로 분할하는 영상 분석 분할 단계와, 분할된 상기 입력 영상에 대해 영역별로 상기 영상 잡음을 제거하는 영상 잡음 처리 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 메모리 조정 단계는, 상기 잡음 제거 블록으로부터 출력된 상기 제 1 입력 영상을 입력 메모리에 저장하는 메모리 기록 단계와, 상기 입력 메모리에서 상기 제 1 입력 영상을 추출하여 출력하는 메모리 해독 단계

와, 상기 제 2 입력 영상을 수신하여 내부 메모리에 저장한 후에, 추출하여 출력하는 영상 크기 저장 메모리 단계와, 상기 메모리 해독부로부터 출력되는 상기 제 1 입력 영상과 상기 영상 크기 저장 메모리로부터 출력되는 제 2 입력 영상을 다중화하여 상기 영상 크기 조정 블록, 영상 변환 블록 및 영상 출력 블록으로 각각 출력하는 다중화 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 영상 크기 조정 단계는, 상기 메모리 조정 블록으로부터 출력된 상기 입력 영상을 수평 방향으로 각각 1라인씩 상기 영상 크기를 조절하여 출력하는 수평 크기 조절 단계와, 상기 수평 크기 조절부로 부터 출력된 상기 입력 영상을 수직 방향으로 각각 1라인씩 상기 영상 크기를 조절하여 상기 제 2 입력 영상으로 출력하는 수직 크기 조절 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 회전 변환 처리 단계는, 상기 메모리 조정 블록으로 부터 출력된 상기 제 2 입력 영상을 입력 받아 목적 주소를 생성하는 목적 주소 생성 단계와, 원시 주소를 생성하는 원시 주소 생성 단계와, 4개의 분할된 메모리로부터 가져온 4개의 영상을 스위칭 하는 메모리 전환 처리 단계와, 스위칭 된 4개의 영역값을 보간법에 의해 연산 처리하는 영상 보간 처리 단계를 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 영상 변환 단계는, 상기 메모리 조정 블록으로부터 출력된 상기 제 2 입력 영상을 내부 메모리에 저장한 후, 추출하는 영상 데이터 저장 단계와, 추출된 상기 제 2 입력 영상을 다수의 영역으로 분할하여 각각 출력하는 영상 분석 분할 단계와, 분할 출력된 상기 제 2 입력 영상에 대해 상기 MCT 방식으로 영상을 변환 하여 상기 변환 영상을 출력하는 MCT 변환 단계를 포함할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 MCT 변환 단계는, 상기 MCT 방식의 변환을 통해 각 영역과 그 주변 영역들과의 관계가 수치화하여 표현할 수 있다.

[0035] 또한, 상기 데이터 처리 단계는, 상기 변환 영상에 대해 후보 영역을 검출하기 위한 검출 윈도우를 상, 하, 좌, 우 등 각 방향으로 1픽셀 단위로 이동하면서 전체 영역을 스캔하고, 상기 검출 윈도우가 위치하는 영역에 대응하는 픽셀들의 MCT값을 전달하는 영상 단계와, 상기 MCT값 및 기 설정된 임계값을 비교한 후에, 상기 MCT값이 상기 기 설정된 임계값보다 상대적으로 낮은 값인 경우 상기 후보 영역으로 검출하는 영상 검출 단계와, 상기 후보 영역으로 검출된 영역의 위치 산출을 반복 수행하는 위치 재설정 단계와, 상기 호보 영상의 검출 및 위치 산출의 반복 수행 중 이전 후보 영상과 현재 호보 영상을 비교 연산하여 기 설정된 횟수만큼 상기 호보 영역으로 판단된 경우 상기 사람 영역으로 결정 및 출력하는 영상 그룹화 단계를 포함할 수 있다.

[0036] 또한, 상기 기 설정된 임계값은, 상기 MCT값이 특정 확률값보다 상대적으로 낮은값을 가질 때, 상기 사람 영역으로 판단하기 위해 설정된 값을 의미할 수 있다.

[0037] 또한, 상기 영상 출력 단계는, 상기 데이터 처리 블록으로부터 출력된 상기 사람 영역에 대한 사람 영역의 좌표값 및 영상 크기값을 내부 메모리에 저장하는 출력 영상 처리 단계와, 상기 내부 메모리를 포함하며, 상기 저장된 사람 영역 정보를 추출하여 출력 하는 검출 영상 저장 단계와, 상기 제 1 입력 영상에 상기 사람 영역의 좌표값 및 영역 크기값을 적용하여 상기 사람 영역을 표시 및 출력하는 영상 표시 단계를 포함할 수 있다.

[0038] 또한, 상기 내부 메모리는, 검출된 상기 사람 영역이 다수 개인 경우 각각의 상기 사람 영역의 좌표값 및 영역 크기값이 저장되는 상기 다수 개에 대응하는 각각의 메모리를 포함할 수 있다.

[0039] 또한, 상기 컬러 기반 영상 출력 단계는, 상기 영상 출력 블록으로 부터 출력된 상기 사람 영역에 대한 사람 영역의 좌표값 및 영상 크기값과 카메라로 부터 입력 받은 영상을 결합하여 컬러 기반의 출력을 시킬 수 있다.

발명의 효과

[0040] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에서는 영상 처리 및 컴퓨터 비전 기법을 적용시켜 조명 변화 및 회전 변화에 강인하며 한 화면에서 32개의 다양한 종류의 사람 얼굴을 정확하고 고속으로 인식할 수 있는 고속 사람 탐지 기법을 제안하였다. 현재, 다양한 종류의 사람 인식 기법이 제안되었으나 알고리즘 형태로 제시되어 임베디드 환경에서 하드웨어 직접 구현이 어려운 실정이며, 하드웨어 구현 사례의 경우에도 초당 30프레임 이상의 처리 속도(실시간 처리 가능)와 함께 높은 검출율을 동시에 나타내는 구현 사례가 없는 정도 단계의 수준에 머물러 있으며, 또한 다양한 조명 변화 및 회전 변화에서 사람 인식 기법에 있어서는 외부 제한요소들에 강인하게 작용하지 못하여 상용화에 많은 어려움을 가지고 있다. 예를 들어, 조명 환경이 균등하지 못하고 한 방향에 집중되어 사람의 좌우측 혹은 일부분의 밝기 상태가 다를 경우 또는 기울어진 얼굴일 경우에는 검출을 실패하게 된다.

그러나 본 발명의 영상 처리 및 컴퓨터 비전 기법을 적용시켜 조명 변화 및 회전 변화에 강인한 고성능 실시간 사람 얼굴 검출 기법의 경우 다양한 형태의 사람을 인식함에 있어서 사람의 위치 변화, 크기 변화에 무관한 특성은 물론, 카메라 잡음, 조명 변화 및 회전 변화 등의 외부 제한요소들에 강인하게 작용하여 이를 통해서 기존의 방법에 비해서 사람 인식의 정확도를 높이고 고속으로 처리할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 컬러 기반의 영상 출력을 위한 영상 객체 검출 장치에 대한 구성 블록도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 기법을 이용한 고속 사람 탐지 및 검출을 위한 시스템 구성 블록도로서, 예컨대 도 1의 얼굴 검출부의 상세 구성 블록도,

도 3은 도 2의 잡음 제거부의 상세 구성 블록도,

도 4는 도 2의 메모리 조정 및 처리부의 상세 구성 블록도,

도 5는 도 2의 영상 회전 처리부의 상세 구성 블록도,

도 6은 도 5의 영상 회전 변환부의 상세 구성 블록도,

도 7a는 카메라 입력과 이에 따른 영상 메모리의 입출력 타이밍 예시도,

도 7b는 영상 메모리의 입출력 타이밍과 이에 따른 영상 회전 처리부의 입출력 및 축소된 영상 메모리의 입출력, MCT 변환부의 입력 타이밍 예시도,

도 8a는 영상 메모리에 기록되는 입력 영상을 예시한 도면,

도 8b는 영상 회전 처리부를 통해 회전된 영상이 영상 메모리에 기록되는 영상을 예시한 도면,

도 9는 도 2의 MCT 변환부의 상세 구성 블록도,

도 10은 MCT 변환 과정을 나타내는 도면,

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 영상 저장 분할부의 세부 동작을 설명하기 위한 도면,

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 MCT 변환부내의 동작을 설명하기 위한 MCT 변환을 통해 얻어진 영상을 예시한 도면,

도 13은 도 2의 영상크기 조정 및 처리부의 상세 구성 블록도,

도 14는 도 2의 데이터 처리부의 상세 구성 블록도,

도 15는 도 14의 사람 신뢰도 측정부의 상세 구성 블록도,

도 16은 축소된 영상에 후보 영역이 검출 되었을 때 원 영상에서의 대응 위치를 계산하는 과정을 예시한 도면,

도 17은 도 14의 위치 재설정부의 상세 구성 블록도,

도 18은 데이터 그룹화를 적용했을 때와 적용하지 않았을 때의 결과 영상을 예시적으로 비교한 도면,

도 19는 도 14의 데이터 그룹화부의 상세 구성 블록도,

도 20은 도 2의 영상 출력부의 상세 구성 블록도,

도 21은 도 2의 영상 출력부로부터 출력되는 영상을 예시적으로 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 도면부호는 동일 구성 요소를

지칭한다.

[0043] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0044] 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0045] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0046] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 영상처리 및 컴퓨터 비전 기법을 적용시켜 조명 변화 및 회전 변화에 강인한 사람 얼굴 검출 알고리즘의 실시간 처리 하드웨어 IP 개발 장치는 연산 과정의 최적화를 위한 컬러 영상 정보를 흑백 영상 정보로 변환시키는 흑백 영상 변환부, 카메라를 통해 입력 받은 과정에서 발생하는 양자화 잡음을 제거 시키는 잡음 제거부, 카메라로 부터 입력 받은 영상 정보를 입력 및 출력 시키는 메모리 조정 및 처리부, 회전 변화에 강인함을 위해 영상을 회전 시키는 영상 회전 처리부, 다양한 조명 변화에 강인함을 위한 MCT(Modified Census Transform)변환부, 다양한 크기의 사람 얼굴 검출이 가능토록 영상의 크기를 20단계에 거쳐 순차적으로 영상을 축소화 시키는 영상 크기 조정 및 처리부, 입력 받은 영상 이미지로 부터 사람을 검출하기 위한 데이터를 분석 및 처리하고 검출된 사람 얼굴 영역 표시를 위한 위치 재설정 및 오검출의 최소화를 위한 데이터 그룹화를 하는 데이터 처리부, 사람 얼굴 검출 영역 표시를 위한 영상 출력부, 컬러 기반의 디스플레이 출력을 위한 컬러 기반 영상 출력부로 구성된다. 결과적으로 조명 변화 및 회전 변화에 강인한 고성능 실시간 사람 얼굴 검출 기술이며, 이전의 방법에 비해 보다 더 정확하고 효과적으로 사람 얼굴 검출이 되어 진다.

[0047] 이하, 본 발명의 실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0048] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 영상 객체 검출 기법에 있어서, 흑백 영상을 기반으로 객체, 예를 들어 사람의 얼굴을 검출한 후 검출 결과를 컬러 기반의 영상으로 출력하기 위한 블록을 나타낸다.

[0049] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 컬러 기반 사람 탐지 기법 장치는 흑백 영상 변환부(2000), 얼굴 검출부(4000), 컬러 기반 영상 출력부(6000)를 포함할 수 있다.

[0050] 흑백 영상 변환부(2000)는 카메라 등으로부터 들어오는 YUV타입의 컬러 영상에서 흑백 데이터인 Y데이터만 추출하여 얼굴 검출부(4000)로 보내주는 역할을 한다.

[0051] 얼굴 검출부(4000)는 입력되는 흑백 영상 데이터를 기반으로 얼굴 검출을 하여 결과로서 영상에서의 얼굴 위치 정보를 출력한다. 여기서 얼굴 위치 좌표 정보는 얼굴 영역 테두리의 이미지 자체를 전달하는 것과 좌표 값으로 나뉠 수 있다.

[0052] 얼굴 영역 테두리 이미지(OpBoxInfo)는 컬러 기반 영상 출력부(6000)로 전달될 수 있다. 얼굴 위치좌표 정보는 Host Interface구조로서 외부로 출력되어 임베디드 칩의 입력으로 전달될 수 있다.

[0053] 컬러 기반 영상 출력부(6000)를 통해 출력되는 컬러 기반의 YUV영상 데이터와 얼굴 검출부(4000)로부터 들어오는 얼굴 위치 정보를 합하여 최종적인 컬러 기반의 얼굴 검출 영상을 내보내 준다.

[0054] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사람 검출 기법을 나타낸 전체적인 블록도로서, 예컨대 도 1의 얼굴 검출부(4000)의 상세 구성도이다.

[0055] 도 2에 도시한 바와 같이, 얼굴 검출부(4000)는 잡음 제거부(4100), 메모리 조정 및 처리부(4200), 영상 회전 처리부(4300), MCT 변환부(4400), 영상크기 조정 및 처리부(4500), 데이터 처리부(4600), 영상출력부(4700) 등을 포함할 수 있다.

[0056] 잡음 제거부(4100)는 실제적으로는 1개의 영상저장 분할부(4120), 1개의 잡음 제거 처리부(4160)로 구성될 수 있다.

[0057] 사람 검출을 위해 이 장치로 들어오는 입력 영상은 카메라(Camera)로부터 얻어지게 되는데, 이 영상 획득 장비의 성능에 따라 잡음은 크고 작을 수 있다. 영상에 잡음이 심하게 존재하게 될 경우, 오검출이 발생할 수 있고 이는 검출 성능에 영향을 미치게 된다. 입력 영상 신호가 잡음 제거부(4100)를 통과하므로 인해 1차적으로 잡음이 제거될 수 있으며, 결과적으로 오검출을 방지하여 궁극적으로 높은 성능의 검출을 가능케 하는 것이다.

[0058] 도 3은 도 2의 잡음 제거부(4100)를 이루는 1개의 영상 저장 분할부(4120), 1개의 잡음 제거 처리부(4160)의 구성을 나타낸 도면이다.

[0059] 영상 저장 분할부(4120)에서는 카메라로부터 받은 영상 이미지를 메모리에 저장하고 3X3 9개의 화소로 분할하는 역할을 수행한다.

[0060] 잡음 제거 처리부(4160)에서는 영상 분석 분할부(4120)에서 분할된 데이터를 이용하여 잡음제거 처리 역할을 수행한다.

[0061] 도 4는 도 2의 메모리 조정 및 처리부(4200)를 이루는 1개의 메모리 기록부(4220), 1개의 메모리 탐색부(4240), 2개의 영상 메모리(4260), 1개의 축소된 영상 메모리(4280)의 구성을 나타내는 도면이다.

[0062] 메모리 기록부(4220)에서는 잡음 제거부(4100)를 거쳐 잡음이 제거된 영상 이미지를 2개의 영상 메모리(4260)에 저장 및 기록 해주는 역할을 수행한다. 이때 각 영상 메모리는 4개로 분할되어 있다. 이것은 메모리 전환 처리부(4346) 및 영상 보간 처리부(4348)에서 회전 변환하려는 화소 주변의 4개의 화소를 필요로 하기 때문이다

[0063] 메모리 탐색부(4240)에서는 후술하는 윈시 주소 생성부(4344)로부터 들어오는 윈시 주소 (x,y)를 입력 받아 4개로 분할된 각각의 영상 메모리에서 필요한 화소를 뽑아 내보내 주기 위한 주소를 생성하는 역할을 할 수 있다.

[0064] 축소된 영상 메모리(4280)에서는 영상크기 조정 및 처리부(4500)에 의해 처리된 수직 및 수평 크기 조절된 이미지를 저장 및 처리 하는 역할을 수행한다.

[0065] 도 5는 도 4의 영상 회전 처리부(4300)을 이루는 1개의 타이밍 처리부(4320), 2개의 영상 회전 변환부(4340), 1개의 영상 전환 처리부(4360)의 구성을 나타내는 도면이다.

[0066] 타이밍 처리부(4320)은 각도(Degree) 정보와 외부 동기 신호, 디스플레이 동기 신호를 입력 받아 영상 회전 변환부(4340)로 각도 정보를 보내주며, 영상의 회전 타이밍을 조절하는 역할을 할 수 있다.

[0067] 영상 회전 변환부(4340)에서는 실제 영상의 회전 변환이 이루어진다. 영상 메모리가 2개이기 때문에 영상 회전 변환부도 2개가 필요하게 된다.

[0068] 영상 전환 처리부(4360)은 영상 회전 변환부로부터 회전된 영상을 입력 받아 MCT 변환부(4400)와 영상 크기 조정 및 처리부(4500) 또는 디스플레이로 영상을 보내주는 역할을 한다. 이때, 2개의 각 회전된 영상이 일정한 출력 위치로 매칭되는 것이 아니라, 위의 설명과 같이 2개 중에서 결정되기 때문에, 영상 전환 처리부(4360)은

회전된 영상의 출력을 스위칭 해주는 역할이라 할 수 있다.

[0069] 도 6은 도 5의 영상 회전 변환부0(4340)을 이루는 1개의 목적 주소 생성부(4342), 1개의 원시 주소 생성부(4344), 1개의 메모리 전환 처리부(4346), 영상 보간 처리부(4348)의 구성을 나타내는 도면이다.

[0070] 보간을 이용하는 회전 변환에서는 원시 주소보다 목적 주소를 먼저 계산하게 된다. 따라서, 도 6에 도시한 바와 같이 목적 주소 생성부(4342)와 원시 주소 생성부(4344) 순으로 계산이 이루어진다.

[0071] 원시 주소 생성부(4344)에서 생성한 주소값은 메모리 조정 및 처리부(4200)내에 있는 메모리 탐색부(4240)을 거쳐 인접한 4개 화소의 출력이 메모리 전환 처리부(4346)로 들어간다.

[0072] 메모리 전환 처리부(4346)에서는 메모리 조정 및 처리부(4346)로부터 입력 받는 4개의 화소값을 원시 주소 생성부(4344)로부터 입력받은 컨트롤 신호(Ctrl Sig)를 이용하여 스위칭 하는 역할을 할 수 있다.

[0073] 영상 보간 처리부(4348)에서는 실제 보간 계산을 수행하여 회전된 영상을 생성한다. 4개의 인접 화소와 원시 주소 생성부(4344)로부터 입력되는 2개의 가중치 값을 이용해 보간 계산을 수행할 수 있다.

[0074] 도 7a는 카메라 입력과 이에 따른 영상 메모리(4260) 0,1의 입출력 타이밍을 나타내는 도면이다.

[0075] 도 7a에서 메모리 조정 및 처리부(4200)는 이 장치에 연속적으로 입력되는 고속의 영상들을 효과적으로 기록 및 관리 하며 적절한 시기에 장치 내부로 전달하여 전반적인 사람 검출 동작 과정이 원활하게 이루지게 한다. 고속 입력 영상은 원영상 저장을 위한 두 개의 영상 메모리(4260)에 번갈아 가면서 기록되게 해줌으로써 이를 통해 입력 영상을 처리하면서 발생하는 지연시간에 상관없이 동작할 수 있게 된다.

[0076] 도 7b는 영상 메모리(4260) 0,1의 입출력 타이밍과 이에 따른 영상 회전 처리부(4300)의 입출력, 축소된 영상 메모리(4280)의 입출력과 MCT 변환부(4400)의 입력 타이밍을 나타내는 도면이다.

[0077] 도 7b를 보면 특히 영상 회전 처리부(4300)에서는 1번 영상이 입력되는 동안 3번의 읽기 동작으로 회전되지 않은 원본 영상 및 +, -각도로 회전된 영상을 처리할 수 있다. 또한, 메모리 조정 및 처리부(4200)에서는 영상크기 조정 및 처리부(4500)에서 생성되는 크기 조정 영상들을 고속으로 적절히 기록 및 해독해 줌으로써 실시간 처리가 원활히 이루어지도록 한다.

[0078] 도 8a는 영상 메모리(4260)에 기록되는 입력 영상, 예를 들어 얼굴 이미지 저장 영상을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0079] 도 8b는 영상 회전 처리부(4300)를 통해 회전 적용된 얼굴 이미지 영상이 영상 메모리(4260)에 기록되는 경우를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0080] 도 9는 도 2의 MCT 변환부(4400)의 상세 도면으로 1개의 영상 저장 분할부(4420), 1개의 MCT 계산부(4460)를 포함할 수 있다.

[0081] 영상 저장 분할부(4420)에서는 메모리 조정 및 처리부(4200)로부터 입력된 영상 이미지 데이터를 저장하고 3X3 9개의 화소로 분할하는 역할을 수행한다.

[0082] MCT 계산부(4460)에서는 조명의 변화가 사람 검출에 미치는 영향을 줄이기 위해 영상을 이루는 각 화소와 그 화소의 주변 화소들과의 관계를 수치화하여 표현하는 MCT 변환을 통해서 영상을 변환하는 역할을 수행한다.

[0083] 도 10은 MCT 변환 과정을 예시적으로 설명하는 도면이다.

[0084] 도 10에 도시한 바와 같이, 3X3 9개의 화소의 영상 값들은 더해져서 총합 및 평균이 구해지고 이 평균값에 따라

평균값 작으면 0, 크면 1을 할당하고 그 값을 정수화 하여 최종 MCT 변환 값을 얻게 됨을 알 수 있다.

[0085] 도 11은 메모리 조정 및 처리부(4200)로부터 입력된 영상이 저장된 후 9개의 값으로 분할되는 영상 저장 분할부(4420)의 세부 동작 과정을 나타내는 도면으로 2개의 라인 메모리(4424), 7개의 지연 장치(4422)의 구성을 나타내고 있다.

[0086] 도 11과 같이 입력 영상은 라인 메모리(4424)를 통하여 3개 행렬로 분할되고 다시 지연 장치(4422)를 거쳐 3개의 열로 분할되어 결과적으로 9개 화소의 영상 값들이 동시에 MCT 계산부(4460)로 전달되도록 동작됨을 알 수 있다.

[0087] 도 12는 MCT 변환을 통해 얻어진 영상 예를 나타내는 도면이다.

[0088] 도 13는 도 2의 영상크기 조정 및 처리부(4500)의 상세 도면으로 1개의 수평 크기 조절부(4520), 1개의 라인정보 저장부(4540), 1개의 수직 크기 조절부(4560) 등을 포함할 수 있다.

[0089] 영상크기 조정 및 처리부(4500)를 통해 입력 영상의 크기가 고속으로 조절되고, 이 크기 조절된 영상을 데이터 처리부(4600)에서 이용함으로써 이를 통해 다양한 크기의 사람 검출이 가능해진다.

[0090] 영상 크기 조정 및 처리부(4500)는 영상의 가로 크기 조절과 세로 크기 조절이 순차적으로 이루어지는데 수평 크기 조절부(4520)와 수직 크기 조절부(4560)가 각각 그 역할을 담당하고 있다.

[0091] 수평 크기 조절부(4520)는 메모리 조정 및 처리부(4200)로부터 입력받은 영상 이미지를 수평방향으로 각각 1라인씩 크기 조절하고 라인정보 저장부(4540)에 저장하는 역할을 수행한다.

[0092] 수직 크기 조절부(4560)는 라인정보 저장부(4540)로부터 입력된 영상 이미지를 수직방향으로 각각 1라인씩 크기 조절하는 역할을 담당한다.

[0093] [표 1]은 영상 크기 조정 및 처리부(4500)의 과정을 거쳐 영상이 축소되는 비율과 이에 따른 동작 소요시간 및 누적 소요 시간을 나타낸다.

표 1

[0094]

단계	영상 크기	소요 시간	누적 시간
0 (원영상)	320 x 240	1.464 ms	1.464 ms
1	284 x 213	1.152 ms	2.616 ms
2	252 x 189	0.910 ms	3.526 ms
3	224 x 168	0.718 ms	4.244 ms
4	199 x 149	0.561 ms	4.805 ms
5	176 x 132	0.440 ms	5.245 ms
6	156 x 117	0.344 ms	5.589 ms
7	138 x 104	0.268 ms	5.857 ms
8	122 x 92	0.210 ms	6.067 ms
9	108 x 81	0.166 ms	6.233 ms
10	96 x 72	0.129 ms	6.363 ms
11	85 x 64	0.101 ms	6.464 ms
12	75 x 56	0.078 ms	6.542 ms
13	66 x 49	0.060 ms	6.602 ms
14	58 x 43	0.046 ms	6.648 ms
15	51 x 38	0.036 ms	6.683 ms
16	45 x 33	0.028 ms	6.711 ms
17	40 x 29	0.021 ms	6.732 ms
18	35 x 25	0.016 ms	6.749 ms
19	31 x 22	0.013 ms	6.761 ms

[0095] 도 14는 도 2의 데이터 처리부(4600)의 상세 도면으로서 1개의 데이터 분석부(4620), 1개의 사람 신뢰도 측정부(4640), 1개의 위치 재설정부(4660), 1개의 데이터 그룹화부(4680) 등을 포함할 수 있다.

[0096] 데이터 분석부(4620)에서는 영상에서 사람 후보영역을 검출하는 역할을 하는 윈도우를 상하, 좌우 1화소 단위로 이동해가며 영상을 전체적으로 스캔하고 윈도우가 현재 위치하고 있는 20x20 부분에 해당하는 화소 400개에 대한 MCT 값을 사람 신뢰도 측정부(440)에 전달하는 역할을 할 수 있다.

[0097] 사람 신뢰도 측정부(4640)에서는 데이터 분석부(4620)를 통해 전달 받은 20x20 사람 후보영역 검출 윈도우의 400개의 MCT 값들을 가지고 각 MCT값에 따른 확률 값들(총 400개)을 산출하여 합산하고 그 확률 총합에 따라 윈도우의 사람 정보 포함 여부를 판단할 수 있게 된다.

[0098] 도 15는 도 14의 사람 신뢰도 측정부(4640)의 세부 동작을 나타내는 도면으로 400개의 사람 신뢰도 메모리(4642), 1개의 사람 신뢰도 계산부(4644), 1개의 좌표 정보 생성부(4646) 등을 포함할 수 있다.

[0099] 사람 신뢰도 측정부(4640)에서 사람 신뢰도 메모리(4642)를 통해 얻어진 사람 확률 값들은 사람 신뢰도 계산부(4644)에서 합산된 후 정해진 임계값과 비교과정을 거치게 된다. 신뢰도 총합이 임계값을 넘지 않을 경우 사람 후보 영역으로 설정 되는데, 이때 인가 신호(Valid Signal)가 좌표 정보 생성부(4646)로 전달될 수 있다.

[0100] 좌표 정보 생성부(4646)는 인가 신호(Valid Signal)가 입력될 때, 메모리 조정 및 처리부(4200)를 통해 전달된 H, V Sync 정보를 통해 검출 윈도우의 위치 정보, 즉, 좌상단 좌표(x,y)와 이미지 크기를 알 수 있는 영상 크기 조정 및 처리부(4500)의 영상 조정 단계 정보(Scale Info) 신호를 생성하는 역할을 할 수 있다.

[0101] 좌표 정보 생성부(4646)를 통해 생성되는 검출 위치 정보가 최종 검출 영역으로 설정 되려면, 위치 재설정부(4660)와 데이터 그룹화부(4680)를 거쳐 추가적인 비교 과정을 통과해야만 한다.

[0102] [표 2]는 사람 신뢰도 메모리(4642)에 사용된 20x20 윈도우 내의 위치와 MCT 값에 따른 신뢰도 값 데이터 예시를 나타내고, [표 3]은 Q8.8 Fiexed Point Format 16bits 변환 예시를 나타내고 있다.

표 2

[0103]

MCT 값	(1, 1)	(14, 10)
1	1.302622	0.315946
2	1.772520	0.000000
3	0.487639	0.000000
4	0.937634	0.831502
5	0.155170	0.361624
6	0.316182	0.793199
7	0.308015	0.469133
8	1.77252	0.839976
9	1.154538	0.686302
10	0.358852	0.000000
: :	: :	: :
11	0.000000	0.993162
511	0.153845	0.485727

[0104] ※ 윈도우 내 좌표 (1, 1)과 (14, 10)에서의 MCT 값에 따른 신뢰도 값 예.

표 3

[0105]

점 (1, 1)의 신뢰도 Q 8.8 Format (16bits) 변환 예			
MCT 값	실수값	정수부	소수부
1	1.302622	00000001	01001101

2	1.772520	00000001	11000101
3	0.487639	00000000	01111100
4	0.937634	00000000	11110000
5	0.155170	00000000	00100111
6	0.316182	00000000	01010000
7	0.308015	00000000	01001110
8	1.772520	00000001	11000101
9	1.154538	00000001	00100111
10	0.358852	00000000	01011011
11	0.000000	00000000	00000000
: :	: :	: :	: :
511	0.153845	00000000	00100111

[0106] ※ 윈도우 내 좌표 (1, 1)의 Q8.8 Fixed Point Format 변환(16bits) 예.

[0107] 신뢰도 값들은 [표 2] 및 [표 3]과 같이 윈도우 내의 위치와 MCT 값에 따라 고유의 값을 가지게 되는데, 이것은 오프라인 상에서 미리 학습되어 산출된 값을 Q8.8 Fixed Point Format으로 변환 되어 메모리에 Look-Up Table(LUT) 형태로 저장하여 사용할 수 있다.

[0108] 도 16은 축소된 영상에 후보 영역이 검출되었을 때 원영상에서의 대응 위치를 계산하는 과정을 예시적으로 설명하는 도면이다.

[0109] 도 16과 같이 원영상에서 좌상단 좌표는 축소 비율에 따라 대응 좌표가 구해지고, 검출영역 윈도우의 크기 또한 검출 윈도우 크기(20)x(1/축소비율)의 식으로 구해질 수 있다. 그러나, 이와 같이 반복되는 실수 연산을 줄이기 위해 대응 좌표를 미리 계산한 후 크기 조절 단계별로 각각 20개의 대응 위치 변환 LUT 메모리에 저장하고, 좌표값을 주소화시켜 대응될 수 있도록 설계되는 것이 바람직할 것이다.

[0110] 도 17은 도 14의 위치 재설정부(4660)의 상세 구성을 도시한 도면으로서 1개의 좌표 정보 신호 분배부(4662), 14개의 대응 위치 변환 LUT 메모리(4664), 1개의 위치 정보 신호 생성부(4666) 등을 포함할 수 있다.

[0111] 위치 재설정부(4660)는 데이터 분석부(4620)와 사람 신뢰도 측정부(4640)를 통해서 사람 후보로 판단된 영역이 320x240 크기의 원영상에서의 어느 곳에 위치하고 크기를 차지하는지를 계산할 수 있다.

[0112] 이러한 위치 재설정부(4660)는 사람 신뢰도 측정부(4640)에서 원영상 크기뿐만 아니라 영상 크기 조정 및 처리부(4500)를 통하여 크기 조정된 영상에 대해서도 사람 검출을 시도하고 있기 때문에, 축소된 영상에서 사람 영역이 검출 되었을 경우 원영상에서의 대응되는 위치와 크기를 계산해 내어 최종 출력 영상에 재설정 해주는 역할을 담당할 수 있다.

[0113] 도 17과 같이 사람 신뢰도 측정부(4640)를 통해 전달 받은 좌표 정보는 원영상 크기에서의 대응 위치를 계산하기 위해 좌표 정보 신호 분배부(4662)에서 영상 조정 단계 정보(Scale Info)에 따라 대응 위치 변환 LUT 메모리(4664)로 컨트롤 신호(Control Signal)와 함께 보내지게 되고, 그에 따라 변환된 위치 좌표는 위치 정보 신호 생성부(4666)로 전달될 수 있다.

[0114] 위치 정보 신호 생성부(4666)에서는 변환된 위치 좌표와 좌표 정보 신호 분배부(4662)를 통해 전달 받은 영상 조정 단계 정보(Scale Info)를 통해 다시 검출 영역 표시 윈도우의 좌상단 좌표 (x,y) 및 윈도우 크기 정보 신호(Region Info)를 생성할 수 있게 된다.

[0115] 도 18은 데이터 그룹화를 적용했을 때와 데이터 그룹화를 적용하지 않았을 때의 결과 영상을 예시한 도면이다.

[0116] 도 18에서 볼 수 있듯이, 후보 검출 영역들은 사람이 존재하는 부분 근처에서 3회 이상 여러 번 중복해서 나타나고, 오검출 영역에서는 1~2회 이하로 나타남을 알 수 있다.

[0117] 도 19는 도 14의 데이터 그룹화부(4680)의 상세 구성을 나타내는 도면으로서 1개의 후보 영역 신호 분배부(4682), 32개의 데이터 그룹 비교부(4684), 1개의 데이터 조정 및 재전송부(4686), 1개의 최종 검출 영역 신호 생성부(4688) 등을 포함할 수 있다.

[0118] 데이터 그룹화부(4680)는 위치 재설정부(4660)에서 검출된 사람 영역의 위치를 계속 전달 받으며, 그 이전에 받았던 후보영역의 위치와 비교하는 연산을 수행할 수 있다. 이 연산을 통해 특정 위치와 그 주변 영역이 최소 3번 이상 사람 후보 영역으로 판단되면 그 영역을 실제 사람 영역으로 결정하는 역할을 수행할 수 있다. 즉, 이러한 과정을 통해 사람 영역이 아닌데 사람 영역으로 인식하는 False Positive Rate를 줄임으로써 실내외 환경의 다양한 배경 변화에서도 강인한 사람 검출이 가능해진다.

[0119] 도 19와 같이 후보 영역 신호 분배부(4682)에서는 위치 재설정부(4660)로 전달받은 검출 영역의 좌상단 좌표(x,y) 정보와 윈도우 크기 정보 신호(Region Info)를 서로 다른 32개의 데이터 그룹 비교부(4684)로 분배하여 전송하는 역할을 할 수 있다.

[0120] 32개의 데이터 그룹 비교부(4684)는 서로 다른 각기 32개의 사람을 동시 검출할 수 있도록 독립적으로 설계 되었으며, 검출 된 후보 영역 정보는 각 데이터 그룹 비교부(4684)에서 비교 후 데이터 조정 및 재전송부(4686)로 반환될 수 있다. 반환된 후보 영역 정보는 데이터 조정 및 재전송부(4686)에서 다시 0~31까지의 데이터 그룹 비교부(4684)에 모두 비교 그룹화될 수 있도록 적절히 통제되고 재전송 될 수 있다.

[0121] 그 밖에도 데이터 조정 및 재전송부(4686)는 메모리 조정 및 처리부(4200)로부터 수평 동기신호 및 수직 동기신호를 전달받고, 전달된 수평 동기신호 및 수직 동기신호를 분석하여 한 프레임 내의 후보 검출 영역 비교가 끝났을 때 데이터 그룹 비교부(4684)의 출력 데이터를 유효화 하는 인가 신호(Out Enb)를 생성하여 최종 검출 영역 신호 생성부(4688)로 전달할 수 있다.

[0122] 최종 검출 영역 신호 생성부(4688)에서는 인가 신호(Out Enb)가 입력될 때, 데이터 그룹 비교부(4684)로부터 제공된 32개의 최종 검출 영역 정보를 종합 출력하는 역할을 담당할 수 있다. 이러한 출력은 영상 출력부(4700)로 전달되기도 하지만 이 자체로서 얼굴 검출부(4000)의 출력이 된다. 이것은 Host Interface와 같은 구조로서 FPGA칩 외부의 임베디드 칩의 입력 데이터로 사용될 수 있다.

[0123] 도 20은 도 2의 영상 출력부(4700)의 상세 구성을 예시한 것으로서 1개의 출력 영상 처리부(4720), 32개의 검출 영상 저장부(4740), 1개의 출력 영상 생성부(4760) 등을 포함할 수 있다.

[0124] 영상출력부(4700)는 데이터 처리부(4600)를 통해 전달 된 최종 검출 영역의 좌표 및 크기 정보와 메모리 조정 및 처리부(4200)를 통해 전달 된 원영상을 가지고 최종 영상을 생성하는 작업을 수행할 수 있다. 총 32개의 사람 검출 영역에 대해 검출 영역을 각각에 표시한 32개의 영역 표시 영상들을 만들고 이것들을 영상 메모리(4260)에 저장되어 있는 흑백의 원영상과 합성하여 흑백 기반의 결과 영상을 생성하는 역할을 하고 있다.

[0125] 출력 영상 처리부(4720)에서는 데이터 처리부(4600)에 의해 검출된 사람 영역이라고 판명된 32개 영역의 좌표값 및 영역 크기값을 검출 영상 저장부(4740)에 분할 전달하는 역할을 할 수 있다.

[0126] 검출 영상 저장부(4740)는 동일한 역할을 하는 독립된 처리부를 32개 가질 수 있는데, 출력 영상 처리부(4720)에서 전달하는 32개의 사람 검출 영역 정보는 32개의 독립된 검출 영상 저장부 0~31(4740)에 각 1개씩 분할 전달될 수 있다. 검출 영상 저장부(4740)에 전달된 1개의 사람 검출 영역 정보는 임시영상 위에 □모양의 박스 형태로 표시될 수 있다. 32개의 검출 영상 저장부 0~31(4740)를 통해 생성된 32개의 검출 영역 표시 영상은 출력 영상 생성부(4760)로 전달될 수 있다.

[0127] 출력 영상 생성부(4760)에서는 검출 영상 저장부(4740)로부터 전달된 32개의 □모양 사람 검출 영역 표시 임시 영상들을 가지고 조합하여 32개의 사람 검출 영역이 표시된 최종 결과 영상을 컬러 기반 영상 출력부(6000)로 출력하는 역할을 수행할 수 있다.

[0128] 도 21은 영상 출력부(4700)를 통해 생성된 흑백 기반의 영상을 예시한 도면이다. 컬러 기반 영상 출력부(6000)을 거치면 최종적인 컬러 기반의 얼굴 검출된 영상을 얻을 수 있다.

[0129] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 입력 영상의 크기를 조정하고, MCT 방식 및 회전 변환 방식을 이용해 영상을 변환하여 사람 영역을 검출함으로써 사람 검출 성능을 향상시킬 수 있으며, 카메라를 통해 입력된 입력 영상 내 사람 객체의 위치 변화 및 크기 변화에 무관하고, 영상의 잡음, 조명 변화, 회전 변화에 강인하여 사람 인식의 정확도를 향상시킴으로써, 사람 영역의 검출율을 향상시킬 수 있도록 구현한 것이다.

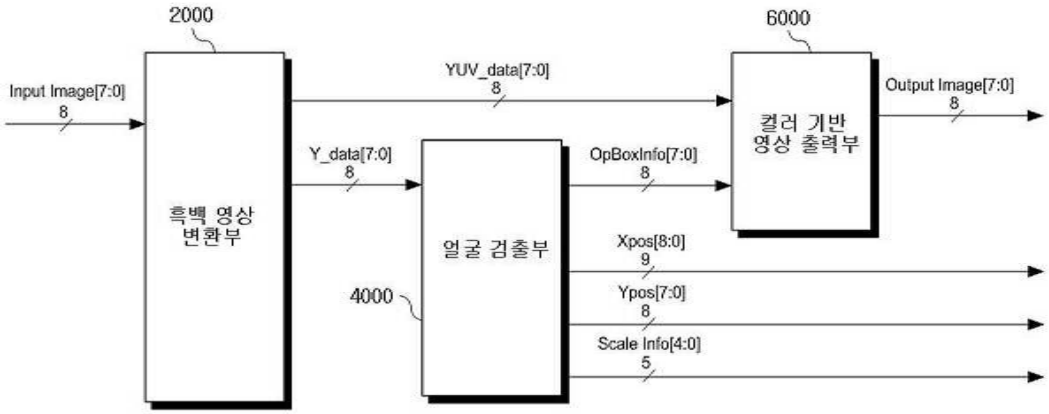
부호의 설명

[0130]

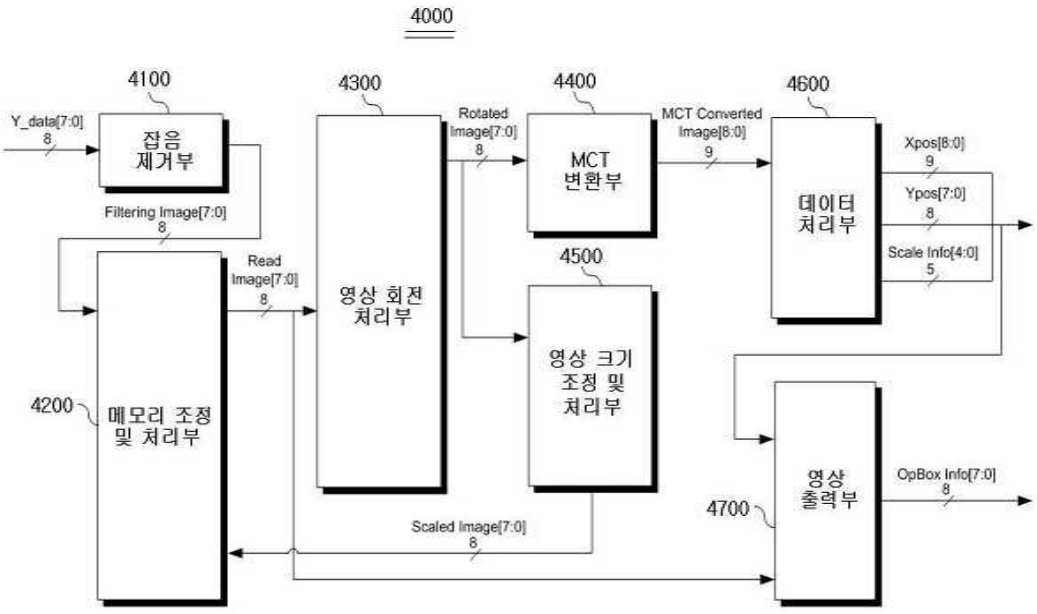
1000: 흑백 영상 변환부	4000: 얼굴 검출부
4100: 잡음 제거부	4120: 영상 저장 분할부
4160: 잡음 제거 처리부	4200: 메모리 조정 및 처리부
4220: 메모리 기록부	4240: 메모리 탐색부
4260: 영상 메모리	4280: 축소된 영상 메모리
4300: 영상 회전 처리부	4320: 타이밍 처리부
4340: 영상 회전 변환부	4360: 영상 전환 처리부
4342: 목적 주소 생성부	4244: 원시 주소 생성부
4246: 메모리 전환 처리부	4248: 영상 보간 처리부
4400: MCT 변환부	4420: 영상 저장 분할부
4460: MCT 계산부	4422: 지연장치
4424: 라인 메모리	4500: 영상 크기 조정 및 처리부
4520: 수평 크기 조절부	4540: 라인정보 저장부
4560: 수직 크기 조절부	4600: 데이터 처리부
4620: 데이터 분석부	4640: 사람 신뢰도 측정부
4642: 사람 신뢰도 LUT 메모리	4644: 사람 신뢰도 계산부
4646: 좌표 정보 생성부	4660: 위치 재설정부
4662: 좌표 정보 신호 분배부	4664: 대응 위치 변환 LUT 메모리
4666: 위치 정보 신호 생성부	4680: 데이터 그룹화부
4682: 후보 영역 신호 분배부	4684: 데이터 그룹 비교부
4686: 데이터 조정 및 재전송부	4688: 최종 검출 영역 신호 생성부
4700: 영상 출력부	4720: 출력 영상 처리부
4740: 검출 영상 저장부	4760: 출력 영상 생성부
6000: 컬러 기반 영상 출력부	

도면

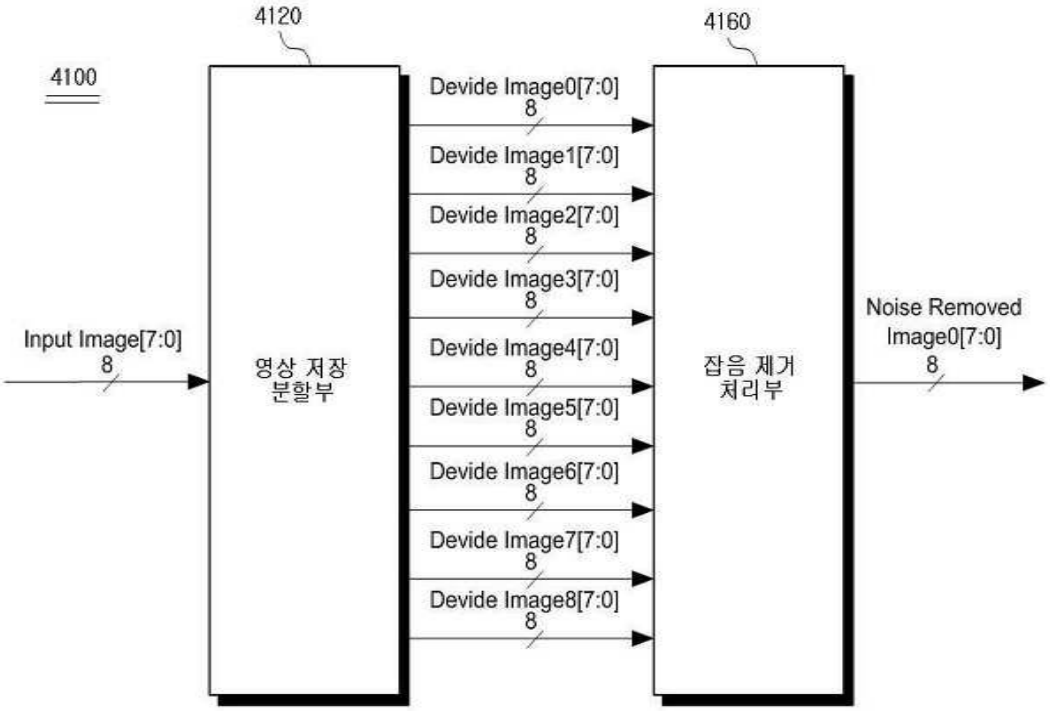
도면1


2000
Input Image[7:0]
8
흑백 영상
변환부
YUV_data[7:0]
8
6000
컬러 기반
영상 출력부
Output Image[7:0]
8
Y_data[7:0]
8
얼굴 검출부
4000
OpBoxInfo[7:0]
8
Xpos[8:0]
9
Ypos[7:0]
8
Scale Info[4:0]
5

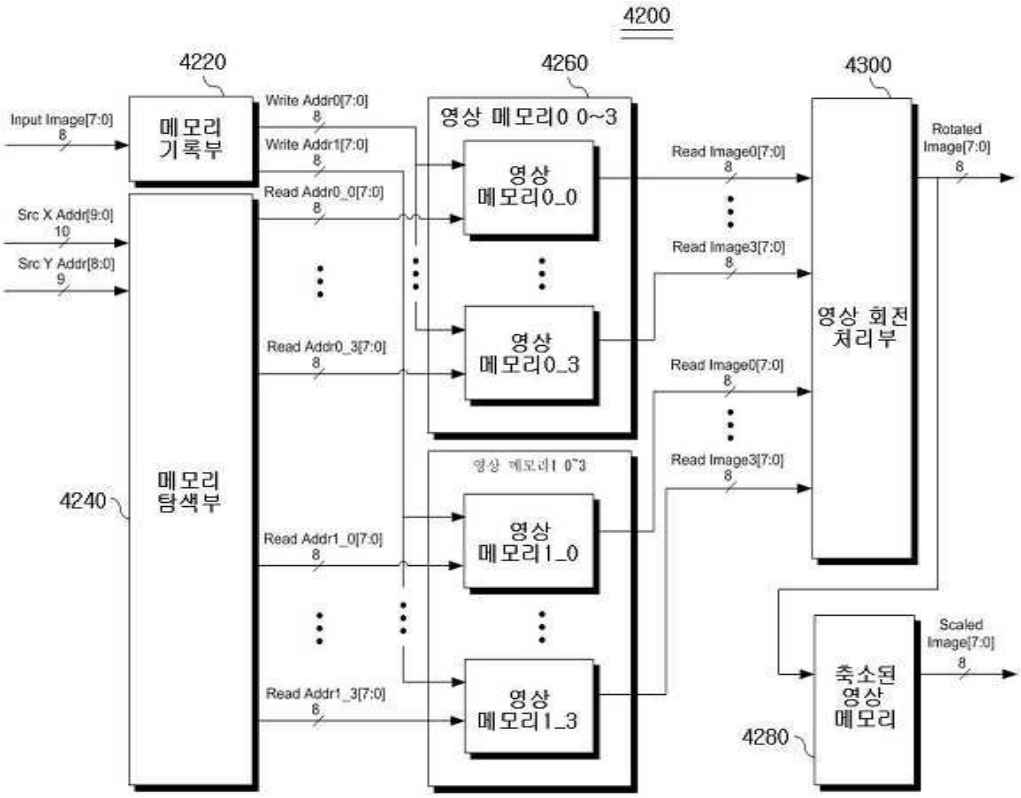
도면2


4000
4100
Y_data[7:0]
8
잡음
제거부
Filtering Image[7:0]
8
4200
메모리 조정
및 처리부
Read
Image[7:0]
8
4300
영상 회전
처리부
Rotated
Image[7:0]
8
4400
MCT
변환부
MCT Converted
Image[8:0]
9
4500
영상 크기
조정 및
처리부
Scaled Image[7:0]
8
4600
데이터
처리부
Xpos[8:0]
9
Ypos[7:0]
8
Scale Info[4:0]
5
4700
영상
출력부
OpBox Info[7:0]
8

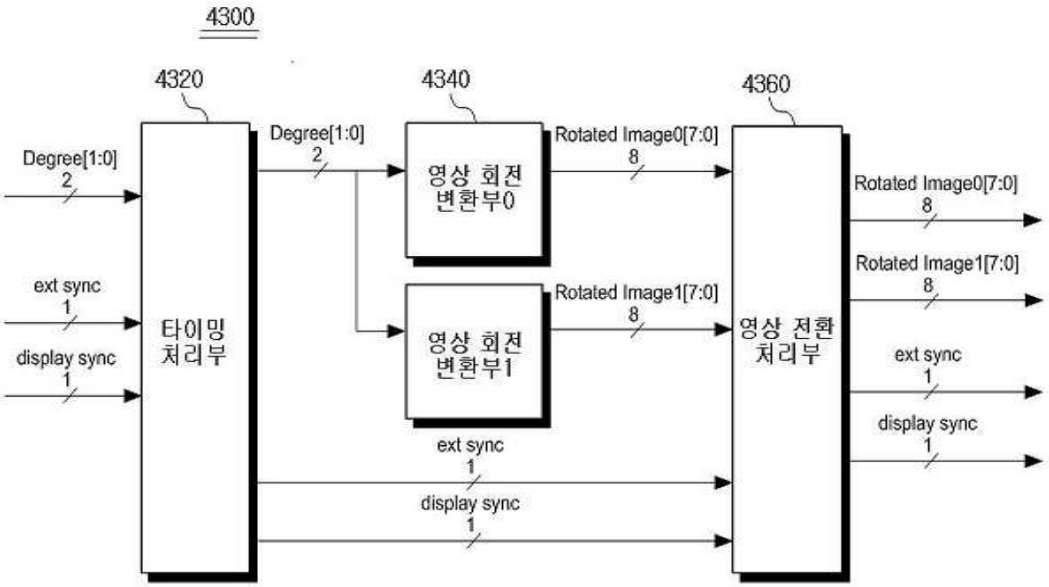
도면3


4100
4120
4160
Input Image[7:0]
8
영상 저장
분할부
Devide Image0[7:0]
Devide Image1[7:0]
Devide Image2[7:0]
Devide Image3[7:0]
Devide Image4[7:0]
Devide Image5[7:0]
Devide Image6[7:0]
Devide Image7[7:0]
Devide Image8[7:0]
8
잡음 제거
처리부
Noise Removed
Image0[7:0]
8

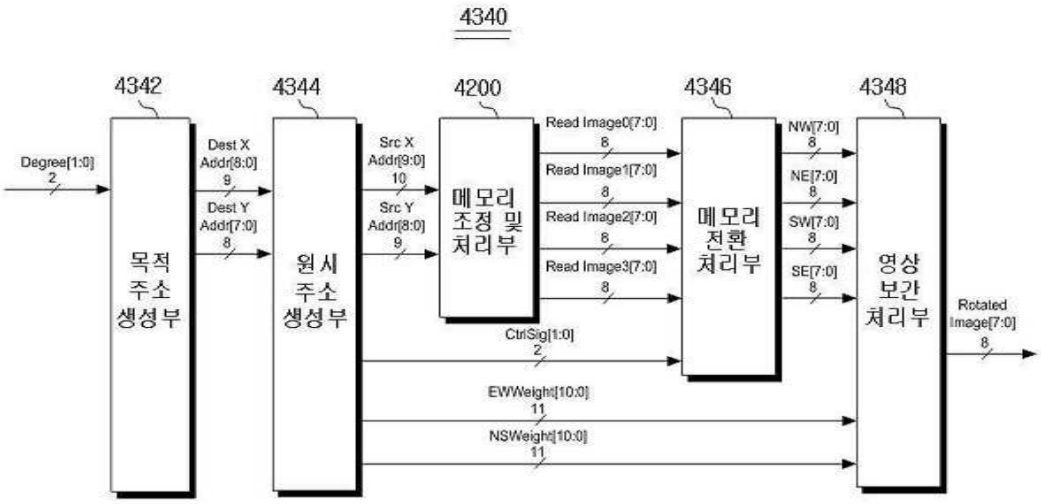
도면4


4200
4220
4260
4300
Input Image[7:0]
메모리
기록부
Write Addr0[7:0]
Write Addr1[7:0]
Read Addr0_0[7:0]
Read Addr0_3[7:0]
Src X Addr[9:0]
10
Src Y Addr[8:0]
9
메모리
탐색부
4240
영상 메모리0 0~3
영상
메모리0_0
영상
메모리0_3
영상 메모리1 0~3
영상
메모리1_0
영상
메모리1_3
Read Addr1_0[7:0]
Read Addr1_3[7:0]
Read Image0[7:0]
Read Image3[7:0]
영상 회전
처리부
Rotated
Image[7:0]
축소된
영상
메모리
4280
Scaled
Image[7:0]

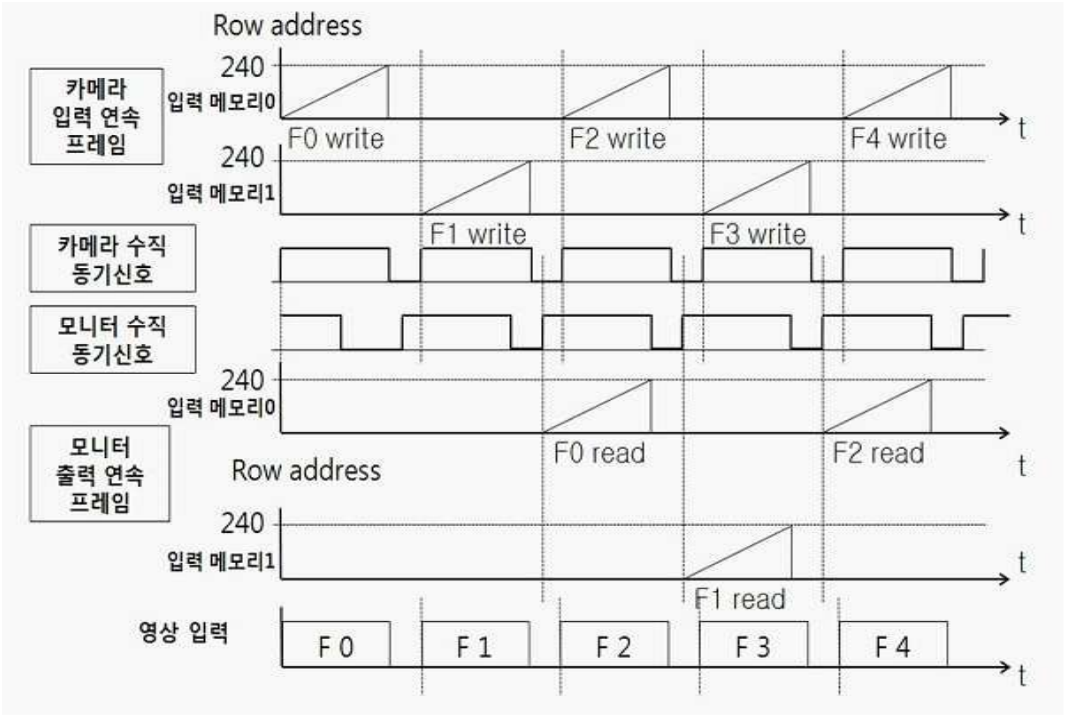
도면5


4300
4320
4340
4360
Degree[1:0]
2
ext sync
1
display sync
1
타이밍
처리부
Degree[1:0]
2
영상 회전
변환부0
영상 회전
변환부1
Rotated Image0[7:0]
8
Rotated Image1[7:0]
8
ext sync
1
display sync
1
영상 전환
처리부
Rotated Image0[7:0]
8
Rotated Image1[7:0]
8
ext sync
1
display sync
1

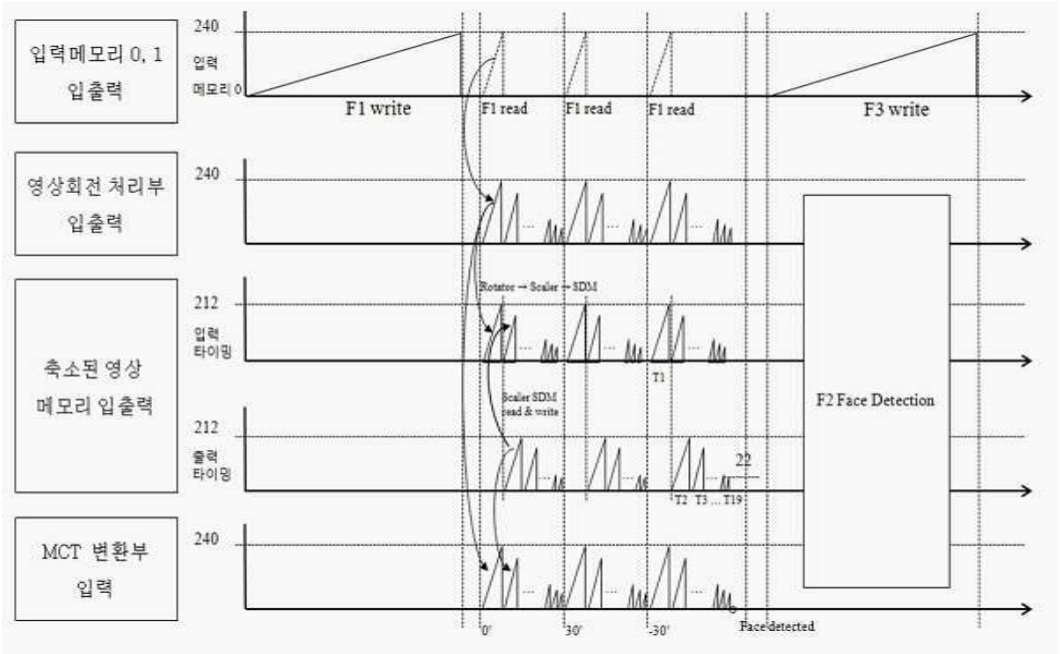
도면6


4340
4342
4344
4200
4346
4348
Degree[1:0]
2
목적
주소
생성부
Dest X
Addr[8:0]
9
Dest Y
Addr[7:0]
8
원시
주소
생성부
Src X
Addr[9:0]
10
Src Y
Addr[8:0]
9
메모리
조정 및
처리부
Read Image0[7:0]
8
Read Image1[7:0]
8
Read Image2[7:0]
8
Read Image3[7:0]
8
CtrlSig[1:0]
2
EWWeight[10:0]
11
NSWeight[10:0]
11
메모리
전환
처리부
NW[7:0]
8
NE[7:0]
8
SW[7:0]
8
SE[7:0]
8
영상
보간
처리부
Rotated
Image[7:0]
8

도면7a


Row address
240
입력 메모리0
F0 write
F2 write
F4 write
t
240
입력 메모리1
F1 write
F3 write
t
카메라 입력 연속 프레임
카메라 수직 동기신호
모니터 수직 동기신호
240
입력 메모리0
F0 read
F2 read
t
모니터 출력 연속 프레임
Row address
240
입력 메모리1
F1 read
t
영상 입력
F 0
F 1
F 2
F 3
F 4
t

도면7b


입력메모리 0, 1 입출력
240
입력 메모리 0
F1 write
F1 read
F1 read
F1 read
F3 write
영상회전 처리부 입출력
240
축소된 영상 메모리 입출력
212
입력 타이밍
Rotator → Scaler → SDM
Scaler SDM read & write
T1
F2 Face Detection
212
출력 타이밍
22
T2 T3 ... T19
MCT 변환부 입력
240
'0'
30'
-30'
Face detected

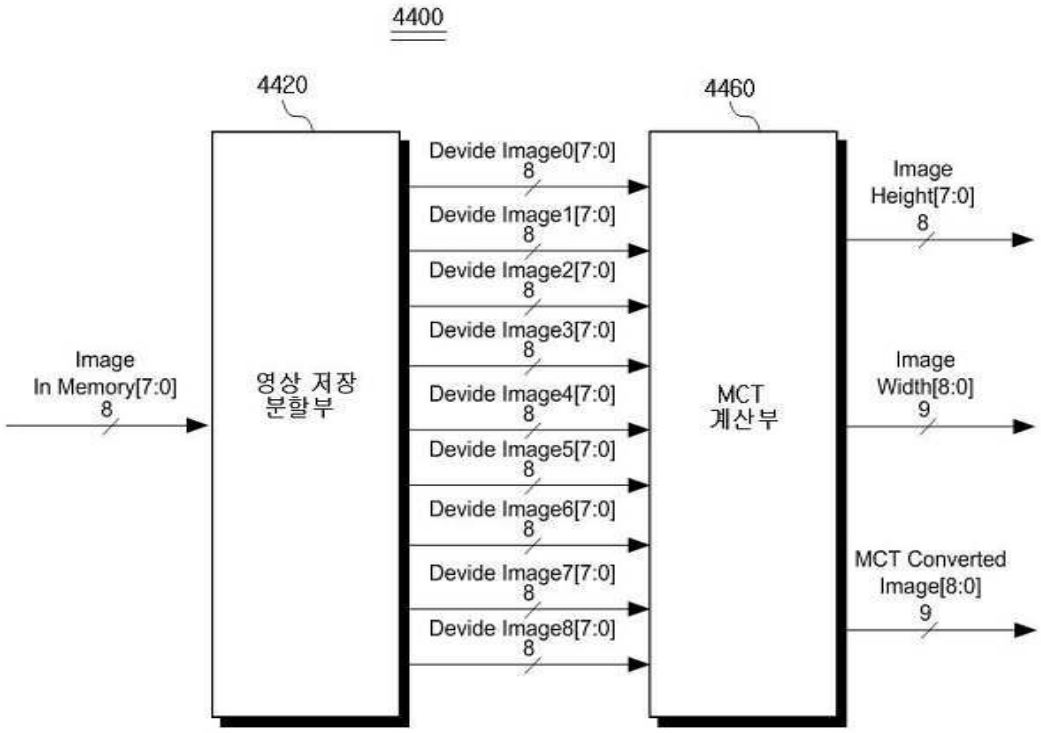
도면8a



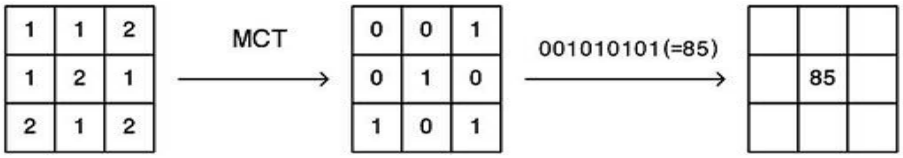
도면8b



도면9



도면10



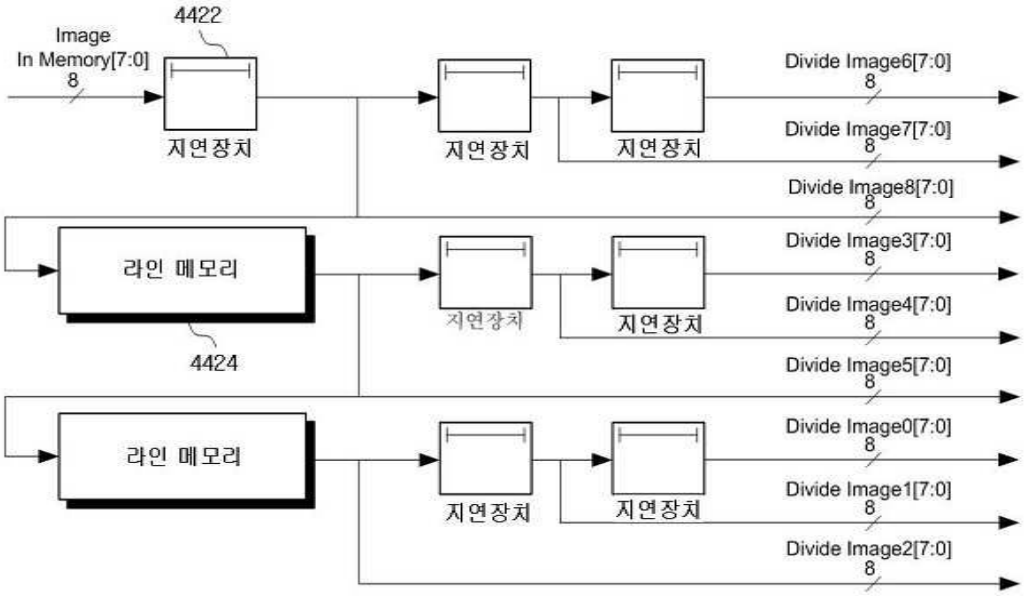
3x3 픽셀 값들의 합
: 1+1+2+1+2+1+2+1+2 = 12

3x3 픽셀의 평균값
: 12/9 = 4/3 = 1. 333..

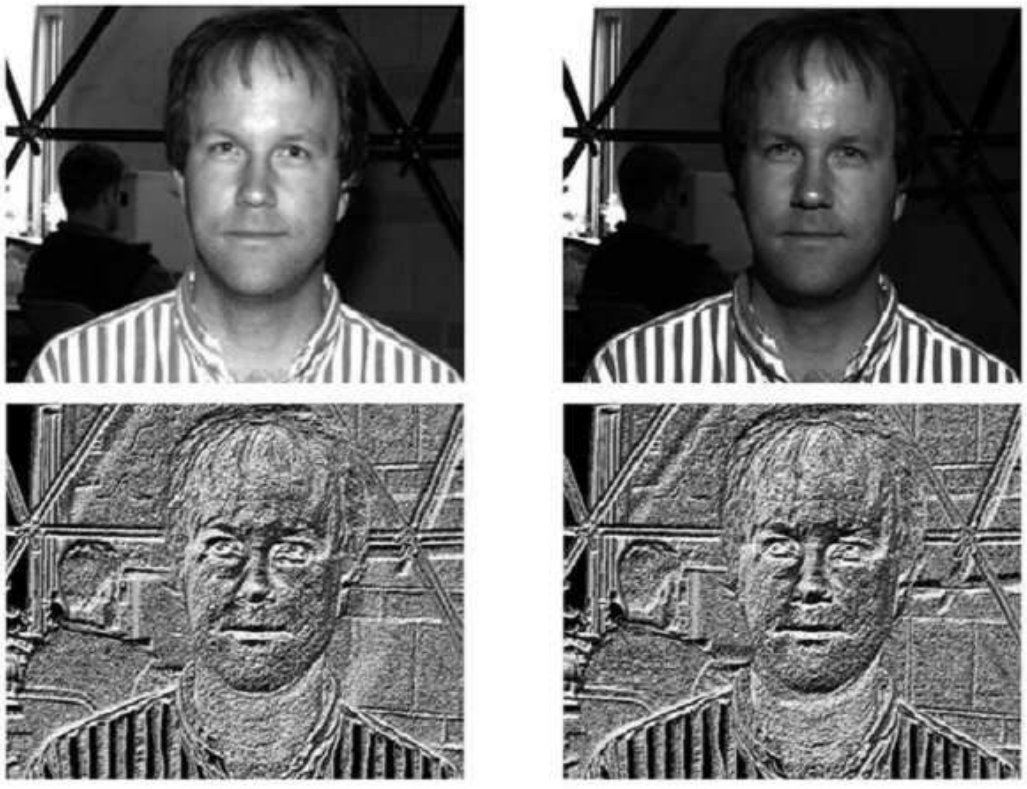
각 픽셀에 평균값 (1. 333..)
보다 크면 1, 작으면 0을 할당

정수화를 통한 MCT 값 생성

도면11

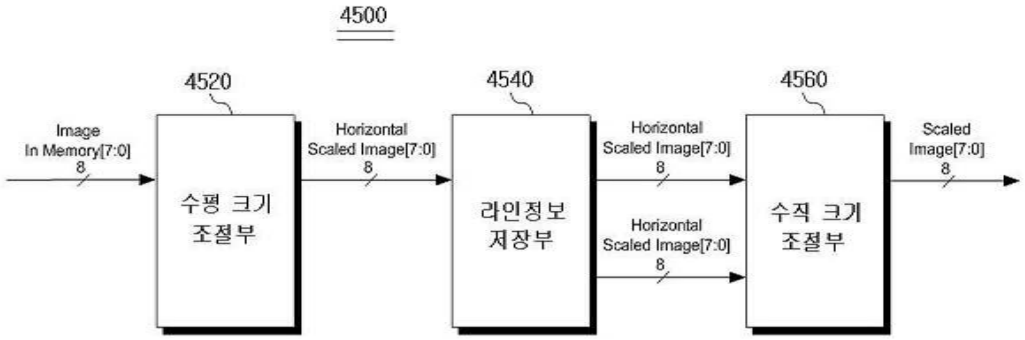


도면12

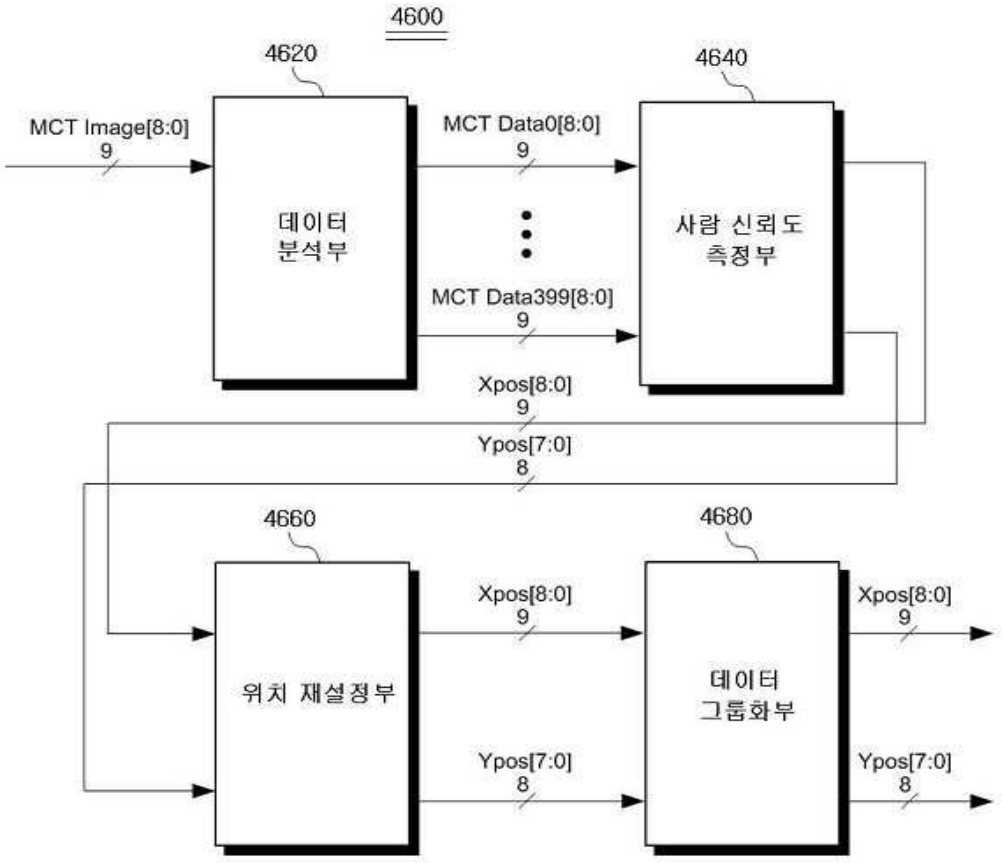


〈원 영상〉 〈MCT 변환 적용 후〉

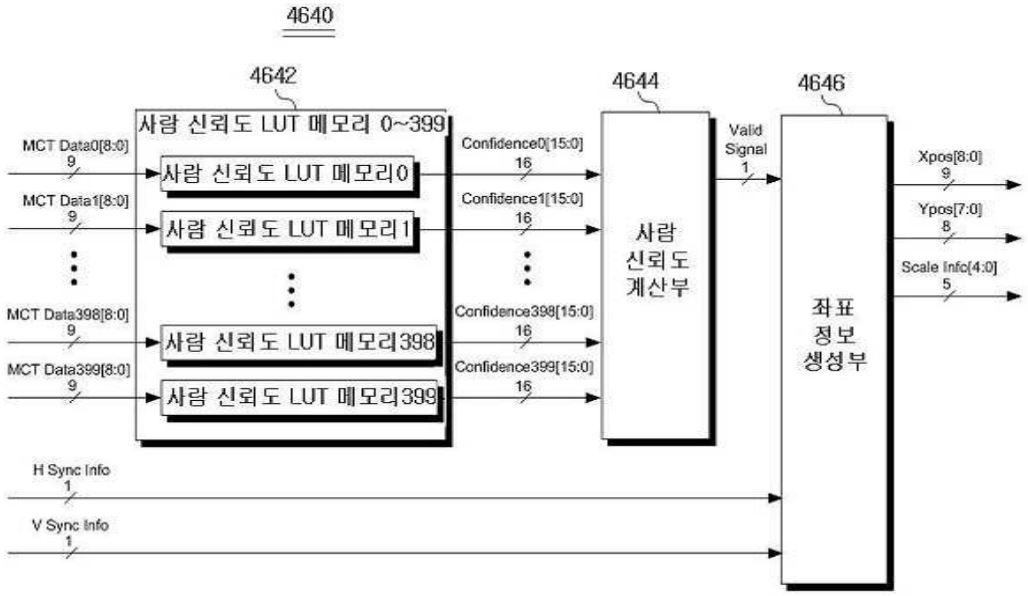
도면13


4500
4520
4540
4560
Image
In Memory[7:0]
8
수평 크기
조절부
Horizontal
Scaled Image[7:0]
8
라인정보
저장부
Horizontal
Scaled Image[7:0]
8
Horizontal
Scaled Image[7:0]
8
수직 크기
조절부
Scaled
Image[7:0]
8

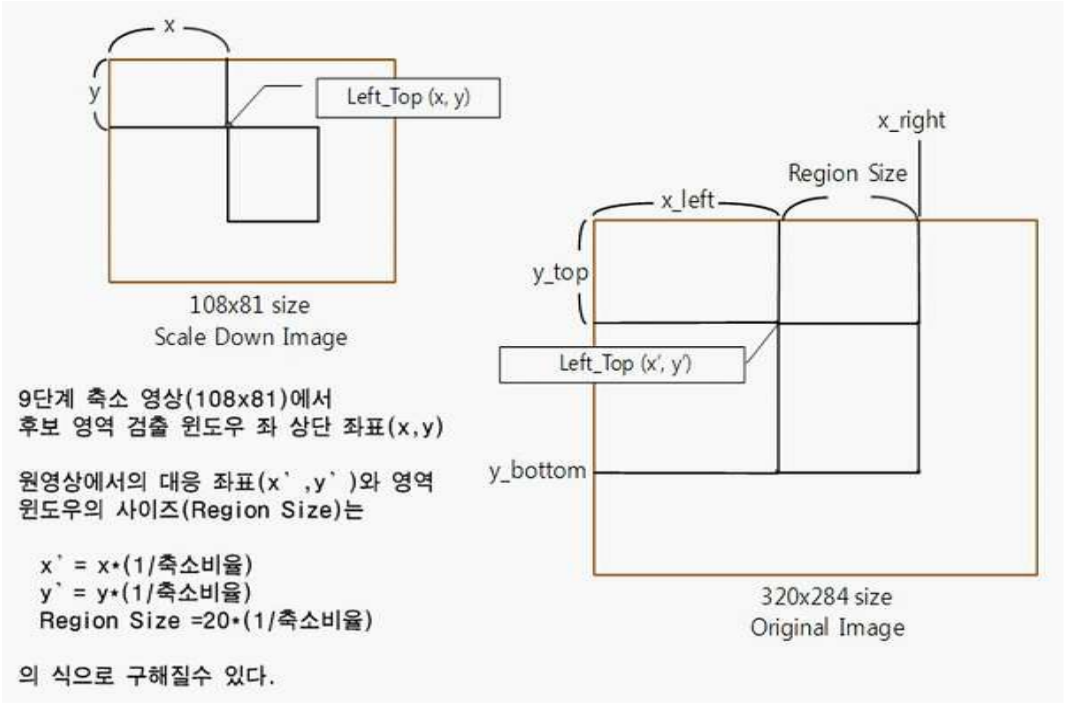
도면14


4600
4620
4640
MCT Image[8:0]
9
데이터
분석부
MCT Data0[8:0]
9
MCT Data399[8:0]
9
사람 신뢰도
측정부
Xpos[8:0]
9
Ypos[7:0]
8
4660
4680
위치 재설정부
Xpos[8:0]
9
Ypos[7:0]
8
데이터
그룹화부
Xpos[8:0]
9
Ypos[7:0]
8

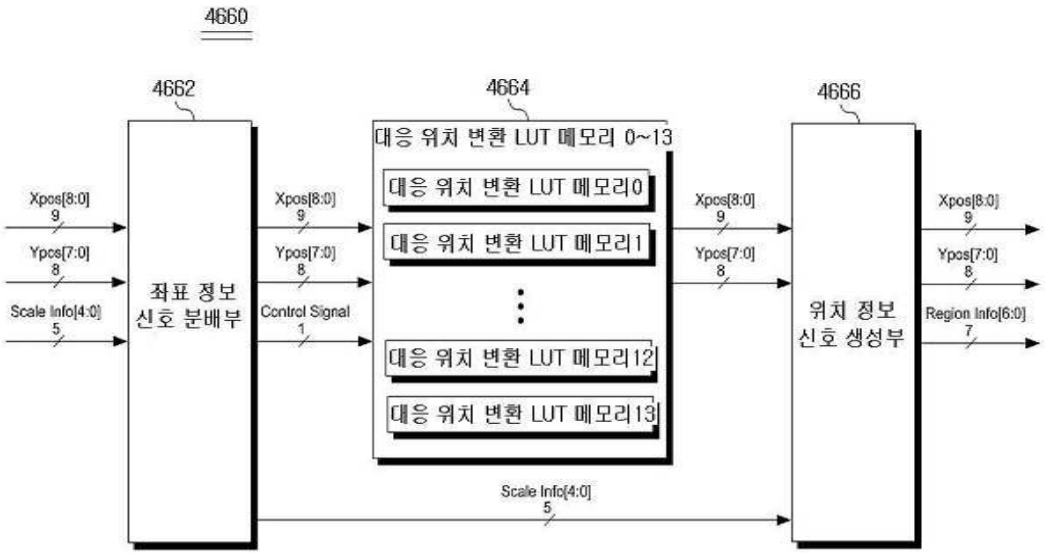
도면15


4640
4642
사람 신뢰도 LUT 메모리 0~399
4644
4646
MCT Data0[8:0]
9
사람 신뢰도 LUT 메모리0
MCT Data1[8:0]
9
사람 신뢰도 LUT 메모리1
MCT Data398[8:0]
9
사람 신뢰도 LUT 메모리398
MCT Data399[8:0]
9
사람 신뢰도 LUT 메모리399
Confidence0[15:0]
16
Confidence1[15:0]
16
Confidence398[15:0]
16
Confidence399[15:0]
16
사람 신뢰도 계산부
Valid Signal
1
좌표 정보 생성부
Xpos[8:0]
9
Ypos[7:0]
8
Scale Info[4:0]
5
H Sync Info
1
V Sync Info
1

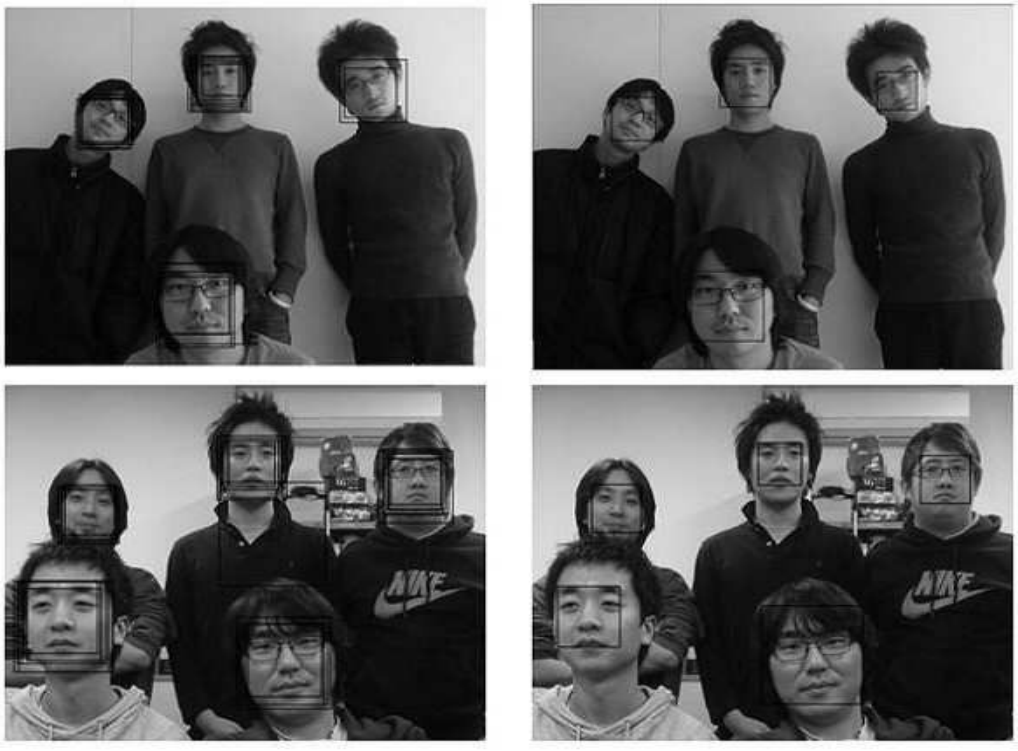
도면16


x
y
Left_Top (x, y)
108x81 size
Scale Down Image
x_right
Region Size
x_left
y_top
Left_Top (x', y')
y_bottom
320x284 size
Original Image
9단계 축소 영상(108x81)에서
후보 영역 검출 윈도우 좌 상단 좌표(x,y)
원영상에서의 대응 좌표(x` ,y`)와 영역
윈도우의 사이즈(Region Size)는
x` = x*(1/축소비율)
y` = y*(1/축소비율)
Region Size =20*(1/축소비율)
의 식으로 구해질수 있다.

도면17

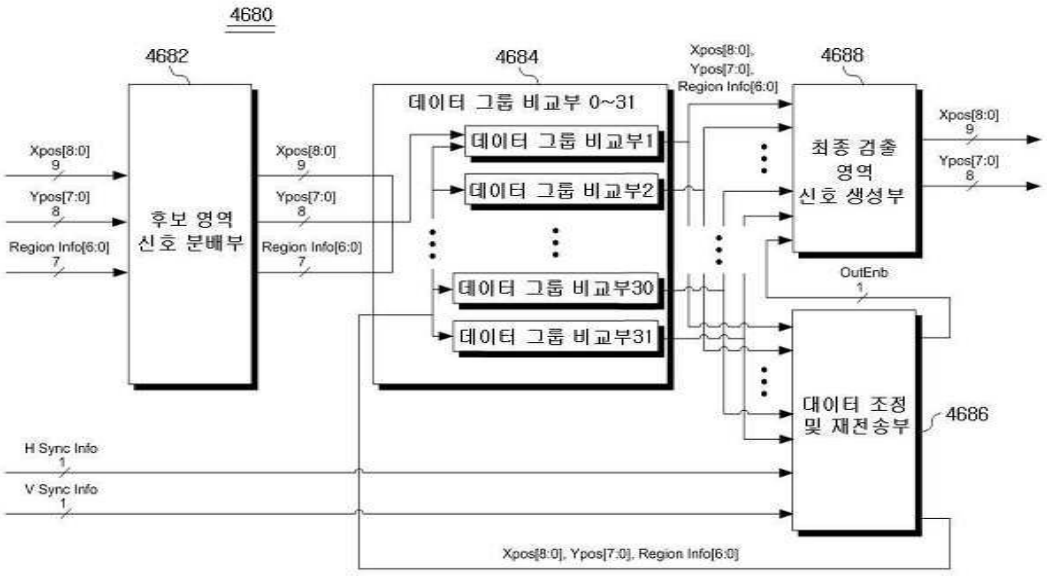


도면18

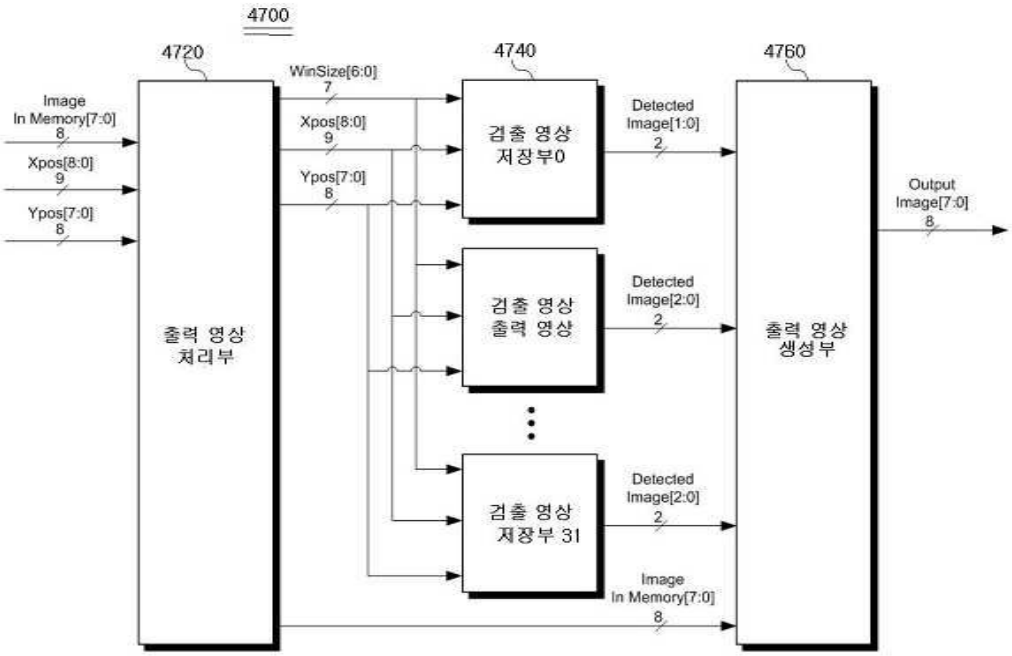


(a) 그룹핑 미적용 (b) 그룹핑 적용

도면19


4680
4682
4684
4688
Xpos[8:0], Ypos[7:0], Region Info[6:0]
데이터 그룹 비교부 0~31
Xpos[8:0] 9
Ypos[7:0] 8
Region Info[6:0] 7
후보 영역 신호 분배부
데이터 그룹 비교부1
데이터 그룹 비교부2
데이터 그룹 비교부30
데이터 그룹 비교부31
최종 검출 영역 신호 생성부
Xpos[8:0] 9
Ypos[7:0] 8
OutEnb 1
대이터 조정 및 재전송부
4686
H Sync Info 1
V Sync Info 1
Xpos[8:0], Ypos[7:0], Region Info[6:0]

도면20


4700
4720
4740
4760
Image In Memory[7:0] 8
Xpos[8:0] 9
Ypos[7:0] 8
출력 영상 처리부
WinSize[6:0] 7
Xpos[8:0] 9
Ypos[7:0] 8
검출 영상 저장부0
검출 영상 출력 영상
검출 영상 저장부 31
Detected Image[1:0] 2
Detected Image[2:0] 2
Detected Image[2:0] 2
Image In Memory[7:0] 8
출력 영상 생성부
Output Image[7:0] 8

도면21



〈얼굴 검출 영상 이미지〉