(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0097075
(43) 공개일자 2024년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/70 (2017.01) *G05D 1/20* (2024.01)
G06T 3/40 (2024.01) *G06T 5/20* (2024.01)
G06T 7/13 (2017.01) *G06V 10/44* (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/70 (2017.01)
G05D 1/021 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0178816
(22) 출원일자 2022년12월20일
심사청구일자 2022년12월20일

(71) 출원인
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
이현빈
대전광역시 서구 둔산로 155, 109동 703호(둔산동, 크로바아파트)
윤정수
충청남도 공주시 무령로 599-40, 205동 605호(금흥동, 공주월송 흥화하브)
김수열
대전광역시 유성구 학하서로 130 그린나래빌 203호(덕명동)
(74) 대리인
특허법인오암

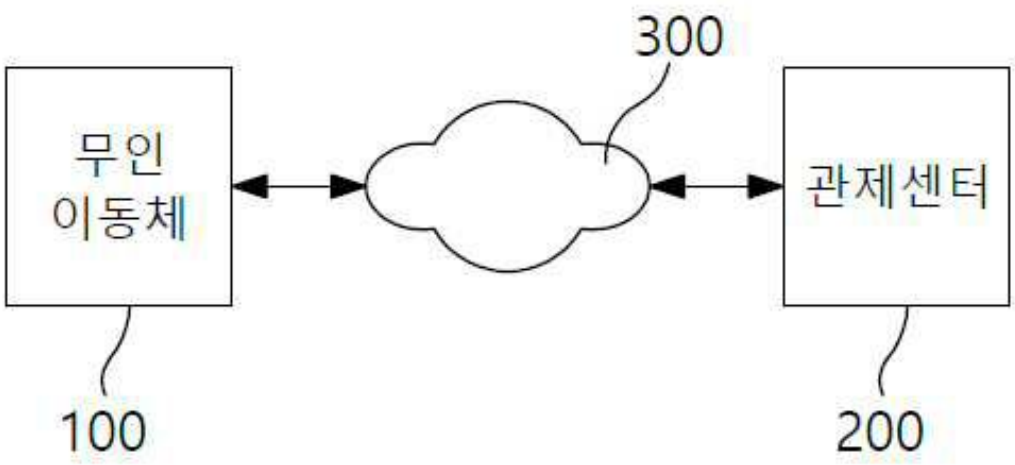
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **임베디드환경에서의 SLAM 시스템 및 그 특징점 검출 방법**

(57) 요 약

본 발명은 임베디드환경에서의 SLAM 시스템 및 그 특징점 검출 방법에 관한 것으로, 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공하는 무인이동체; 및 상기 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와 가우시안블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출하며, 상기 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정하는 관제센터;를 포함함으로써, 연산프로세스를 간략화 및 병렬처리하여 연산속도를 향상시킬 수 있으며, 영상노이즈를 감소시켜 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 효과적으로 수행할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 3/4015 (2024.01)
G06T 5/20 (2024.01)
G06T 7/13 (2017.01)
G06V 10/44 (2023.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345341784
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2022.07.01 ~ 2023.03.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공하는 무인이동체; 및

상기 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와 가우시안블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출하며, 상기 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정하는 관제센터;

를 포함하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 관제센터는,

상기 RGB영상프레임을 상기 회색조로 변환하고, 상기 인접픽셀데이터에 대해 4개의 픽셀이 하나의 픽셀이 되도록 논리적수퍼픽셀(Logical super pixel)로 변환시키며, 상기 변환된 논리적수퍼픽셀에 대해 논리적픽셀비닝(Logical pixel binning)을 수행하여 상기 회색조이미지를 획득하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 관제센터는,

상기 FAST검출기에서 픽셀들에 대한 결정트리(decision tree)를 적용하여 상기 특징점을 검출하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 관제센터는,

상기 가우시안블러필터를 저주파통과필터(Low pass filter)로 사용하여 고주파영역을 제거하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 관제센터는,

상기 BRIEF기술자를 통해 상기 특징점을 이진화하여 비교하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템.

청구항 6

무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공하는 단계;

관제센터에서 상기 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하는 단계;

상기 관제센터에서 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와 가우시안 블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출하는 단계; 및

상기 관제센터에서 상기 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정하는 단계;

를 포함하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 회색조로 변환하여 그룹화하는 단계는,

상기 RGB영상프레임을 상기 회색조로 변환하고, 상기 인접픽셀데이터에 대해 4개의 픽셀이 하나의 픽셀이 되도록 논리적수퍼픽셀(Logical super pixel)로 변환시키며, 상기 변환된 논리적수퍼픽셀에 대해 논리적픽셀비닝(Logical pixel binning)을 수행하여 상기 회색조이미지를 획득하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 특징점을 추출하는 단계는,

상기 FAST검출기에서 픽셀들에 대한 결정트리(decision tree)를 적용하여 상기 특징점을 검출하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 특징점을 추출하는 단계는,

상기 가우시안블러필터를 저주파통과필터(Low pass filter)로 사용하여 고주파영역을 제거하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 특징점을 추출하는 단계는,

상기 BRIEF기술자를 통해 상기 특징점을 이진화하여 비교하는

임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공할 경우 관제센터에서 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와 가우시안블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출한 후에, 카메라자세를 추정함으로써, 연산프로세스를 간략화 및 병렬처리하여 연산속도를 향상시킬 수 있으며, 영상노이즈를 감소시켜 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 효과적으로 수행할 수 있는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템 및 그 특징점 검출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 잘 알려진 바와 같이, 컴퓨터 비전에서 객체 추적 및 객체 탐지 기술을 사용하는 대표적인 기술로는 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM, Simultaneous Localization and Mapping)이 있는데, 이를 통해 무인이동체는 주변 환경정보를 분석하고 장애물을 피하거나 경로를 정할 수 있다.

[0003] 이러한 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 수행함에 있어 정확도를 높이기 위하여 다양한 센서를 접목하기도 하지만, 저가이면서 소형인 무인이동체의 SLAM 기능 구현을 위해서는 카메라만을 사용하는 비주얼SLAM(Visual-SLAM)이 많이 연구되고 있다.

[0004] 여기에서, 비주얼SLAM의 기능을 수행하기 위해서는 영상이나 이미지에서 특징점을 추출하여 이미지 간의 정합하는 기법을 사용하는데, 대표적으로 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF) 방식으로 특징점을 검출하여 SLAM을 수행하는 ORB-SLAM이 있다.

[0005] 이러한 ORB-SLAM을 수행하는 데 있어 기존의 고성능 PC를 통한 최적화 연구는 많이 수행됐지만, 임베디드환경에서는 최적화와 관련한 연구가 부족한 것이 현실이다. ORB-SLAM을 임베디드환경에서 사용할 때 크게 두 가지 문제가 있다.

[0006] 첫째, 이미지 신호처리 파이프라인(Image Sensor Processing Pipeline, ISP Pipeline) 연산에 많은 리소스가 사용되는데, 일반적인 컬러 카메라는 모노 센서 위에 CFA(Color filter array)를 통해 빛을 받아 픽셀마다 단일 색상을 촬영하며 각 픽셀에서 누락된 두 색상의 데이터를 보간 연산하여 3채널의 컬러 이미지로 만들게 되고, 기존의 ISP 파이프라인은 사람이 보기 위한 고품질의 영상을 생성하는 데 목적이 있으므로 프로세스가 복잡하고, 보간 연산이 누적 오류를 발생시켜 컴퓨터 비전 연산의 오차가 발생하는 문제점이 있다.

[0007] 둘째, 임베디드 카메라 시스템의 구조적 문제로 인해 영상 노이즈가 발생할 수 있는데, 임베디드환경의 무인이동체는 일반적으로 이미지 센서가 작고 구조가 단순한 카메라를 사용하고, 이런 종류의 카메라는 충분히 밝은 이미지를 촬영하려면 노출시간이 길어지기 때문에, 영상이 쉽게 흔들리고 흐려져 특징점을 검출하기 어려운 문제점이 있다.

[0008] 또한, 카메라에서 촬영되는 데이터 그대로 특징점을 검출할 경우 연산량이 너무 많아지므로 촬영된 이미지를 다운샘플링 및 보간 연산을 하여 리사이징(resizing)하고 있는데, 이런 방법은 영상을 어둡게 하고 노이즈를 만들며 기존의 ISP를 거쳐 연산한 데이터를 다시 지우는 결과를 초래할 뿐만 아니라, 특히 비주얼SLAM에서는 영상으로부터 특징점을 추출하고 프레임 간의 비교를 통해 무인이동체의 움직임을 인식하기 때문에, 영상의 왜곡, 노이즈, 흔들림 등에 민감하여 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 수행하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 1. 한국공개특허 제10-2021-0022941호(2021.03.04.공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 위해 기 설정된 CFA패턴에 따라 촬영되는 RGB 영상프레임을 제공할 경우 관제센터에서 픽셀비닝 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST검출기와 가우시안블러필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF기술자에 입력시켜 특징점을 추출한 후에, 카메라자세를 추정함으로써, 연산프로세스를 간략화 및 병렬처리하여 연산속도를 향상시킬 수 있으며, 영상노이즈를 감소시켜 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 효과적으로 수행할 수 있는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템 및 그 특징점 검출 방법을 제공하고자 한다.

[0011] 본 발명의 실시예들의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 측면에 따르면, 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공하는 무인이동체; 및 상기 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와 가우시안블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출하며, 상기 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정하는 관제센터;를 포함하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템.이 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 관제센터는, 상기 RGB영상프레임을 상기 회색조로 변환하고, 상기 인접픽셀데이터에 대해 4개의 픽셀이 하나의 픽셀이 되도록 논리적수퍼픽셀(Logical super pixel)로 변환시키며, 상기 변환된 논리적수퍼픽셀에 대해 논리적픽셀비닝(Logical pixel binning)을 수행하여 상기 회색조이미지를 획득하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템이 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 관제센터는, 상기 FAST검출기에서 픽셀들에 대한 결정트리(decision tree)를 적용하여 상기 특징점을 검출하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 관제센터는, 상기 가우시안블러필터를 저주파통과필터(Low pass filter)로 사용하여 고주파영역을 제거하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템이 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 관제센터는, 상기 BRIEF기술자를 통해 상기 특징점을 이진화하여 비교하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템이 제공될 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공하는 단계; 관제센터에서 상기 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하는 단계; 상기 관제센터에서 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와 가우시안블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출하는 단계; 및 상기 관제센터에서 상기 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정하는 단계;를 포함하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법이 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 회색조로 변환하여 그룹화하는 단계는, 상기 RGB영상프레임을 상기 회색조로 변환하고, 상기 인접픽셀데이터에 대해 4개의 픽셀이 하나의 픽셀이 되도록 논리적수퍼픽셀(Logical super pixel)로 변환시키며, 상기 변환된 논리적수퍼픽셀에 대해 논리적픽셀비닝(Logical pixel binning)을 수행하여 상기 회색조이미지를 획득하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법이 제공될 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 특징점을 추출하는 단계는, 상기 FAST검출기에서 픽셀들에 대한 결정트리(decision tree)를 적용하여 상기 특징점을 검출하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방

법이 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 특징점을 추출하는 단계는, 상기 가우시안블러필터를 저주파통과필터(Low pass filter)로 사용하여 고주파영역을 제거하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법이 제공될 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 특징점을 추출하는 단계는, 상기 BRIEF기술자를 통해 상기 특징점을 이진화하여 비교하는 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 특징점 검출 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 위해 기 설정된 CFA패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공할 경우 관제센터에서 픽셀비닝 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST검출기와 가우시안블러필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF기술자에 입력시켜 특징점을 추출한 후에, 카메라자세를 추정함으로써, 연산프로세스를 간략화 및 병렬처리하여 연산속도를 향상시킬 수 있으며, 영상노이즈를 감소시켜 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 효과적으로 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 블록구성도이고,

도 2 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템을 설명하기 위한 도면이며,

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템에서 특징점을 검출하는 과정을 나타낸 플로우차트이며,

도 12 내지 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템에서 픽셀비닝처리 및 특징점 추출 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 실시예들에 대한 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 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0025] 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.

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템의 블록구성도이고, 도 2 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0028] 도 1 내지 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템은 무인이동체(100), 관제센터(200), 통신망(300) 등을 포함할 수 있다.

[0029] 무인이동체(100)는 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임과 IMU 센싱정보를 제공하는 로봇으로, 카메라를 통해 RGB영상을 촬영하면서 IR센서를 통해 각종 주변환경을 센싱하고, IMU센서를 통해 로봇자세를 센싱하여 자율적으로 주행할 수 있으며, 예를 들면, 무인배송로봇, 무인서빙로봇, 자율주행자동차, 무인항공체(드론), 무인청소로봇 등을 포함할 수 있다.

[0030] 이러한 무인이동체(100)는 카메라를 통해 실시간 RGB영상을 촬영한 후에, 그 RGB영상프레임을 고속영상처리모듈을 통해 영상데이터로 처리하여 관제센터(200)로 통신망(300)을 통해 전송할 수 있다.

[0031] 이와 함께 무인이동체(100)는 카메라를 통해 촬영된 RGB영상을 기반으로 하는 컴퓨터비전(computer vision)모듈을 탑재함으로써, RGB영상 속 물체와 환경에 대한 이미지를 분석하여 객체를 검출 및 판별하는 것과 같은 시각 기능을 제공할 수 있다.

[0032] 또한, 무인이동체(100)는 IR센서를 통해 온도, 압력, 방사선세기 등을 포함하는 환경정보를 센싱하여 제공할 수 있으며, 추가적으로 라이다(LiDAR), 레이더센서(radar sensor), 초음파센서(ultrasonic sensor) 등을 구비함으로써, 거리, 속도, 방향, 움직임, 장애물검출, 온도측정 등 다양한 추가환경정보를 감지 및 제공할 수 있다.

[0033] 한편, 무인이동체(100)는 IMU센서를 통해 로봇자세와 관련한 IMU 센싱정보를 측정하여 제공할 수 있는데, IMU센서는 자이로스코프, 가속도계 및 지자기센서를 포함하여 구성된 센서로, 각 센서는 관성을 이용하여 물리량을 측정할 수 있으며, 자이로스코프는 각속도를 측정할 수 있고, 가속도계는 가속도를 측정할 수 있으며, 지자기센서는 자북을 기준으로 현재 센서가 얼마나 틀어졌는지를 측정함으로써, 무인이동체(100)에 대한 IMU 센싱정보를 측정하여 통신망(300)을 통해 관제센터(200)로 전송할 수 있다.

[0034] 상술한 바와 같은 무인이동체(100)는 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 RGB영상프레임을 촬영하는데, 기 설정된 CFA패턴은 예를 들면, 쿼드베이어코딩(quad bayer coding)패턴 등을 포함할 수 있다.

[0035] 여기에서, 카메라를 통해 RGB영상을 촬영하는데 있어 베이어패턴(bayer pattern)과 이미지 보간에 대해 설명하면, 일반적인 컬러영상을 생성하려면 빨간색(R), 녹색(G), 파란색(B)의 3채널의 정보가 필요하게 되는데, 대부분의 컬러카메라는 모노센서를 사용하여 컬러를 표현하고 있으며, 모노센서로 컬러를 표현하기 위해 도 2에 도시한 바와 같이 이미지센서 위에 CFA패턴의 필터를 적층하여 픽셀마다 다른 색을 촬영할 수 있다.

[0036] 그리고, R, G, B 3원색의 비율을 1:2:1로 하는 베이어패턴을 가장 많이 사용하고 있는데, 사람이 가장 민감하게 느끼는 색상이 그린(Green)이기 때문에, 베이어패턴의 색상 배열은 G, R, B, G로 구성되어 있으며, 이 모노필터에서 촬영된 단일채널영상은 각 픽셀에 한가지 색데이터만을 가지고 있으므로, 손실된 다른 두 색상구성요소를 보간하여 획득해야 하며, 이러한 과정을 디모자이싱(Demosaicing) 또는 디베이어(Debayer)라고 한다.

[0037] 한편, 벡터 데이터로 이루어진 1차원 배열에서의 이미지 보간에 대해 설며아면, CFA를 이루고 있는 픽셀의 크기 및 배열이 같다고 가정할 경우 각 픽셀에 대한 손실색상정보는 아래의 수학식 1과 같이 인접한 두픽셀의 평균값으로 복원될 수 있다.

수학식 1

[0038]
$$P(i) = \frac{P(i-1) + P(i+1)}{2}$$

[0039] 하지만, 이미지의 색상을 상술한 바와 같이 보간할 경우 색상잡음(FCN, False color noise)이 발생하게 되는데, 특히 급격한 밝기의 변화가 있는 1차원 배열에서 색상잡음이 크게 발생할 수 있다.

[0040] 한편, 이미지는 2차원의 배열이며 베이어패턴 CFA에서의 보간 연산에 선형 보간 기법을 적용할 경우 도 3의 (1), (2) 및 (3)에 도시한 바와 같이 각 색상의 채널이 독립적으로 보간될 수 있는데, 보간된 색상의 경계가 상하좌우 4방향에 대하여 존재할 경우 1차원 배열보다 색상잡음이 4배 증가할 수 있다. 이에 보간된 이미지에서 색상잡음과 같은 노이즈를 줄이기 위하여 본 발명의 실시예에서는 후술하는 관제센터(200)에서 픽셀비닝 방식으로 카메라를 통해 촬영된 RGB영상프레임을 전처리할 수 있다.

[0041] 이러한 픽셀비닝은 인접한 픽셀의 데이터를 그룹화하여 하나로 동작시키는 기술로서, 카메라의 공간 분해능인 해상도는 줄어들지만 결합한 픽셀데이터의 노이즈를 줄일 수 있다는 장점이 있는데, 고화질 모바일카메라는 이러한 기능을 더욱 합리적으로 사용하기 위해 도 4에 도시한 바와 같이 기존의 방식과 다른 이미지센서 배열을 사용하고 있다.

[0042] 이러한 이미지센서 배열방식에서 가장 중요한 것은 같은 색상필터로 묶인 그룹이 모여서 슈퍼픽셀을 형성하는 것이지만, 이 형태는 기존의 필터배열과 같다는 것이며, 이러한 형태의 픽셀비닝필터를 쿼드베이어코딩(Quad Bayer coding)이라고 한다.

[0043] 여기에서, 쿼드베이어코딩 구조는 인접한 4개의 픽셀이 같은 색상의 필터로 그룹화되어 있으며, 이러한 구조를 통해 도 5에 도시한 바와 같이 하나의 센서로 고감도 및 고분해능을 달성할 수 있는데, 야경 등 조도가 낮은 환경에서 고감도이미지가 필요할 경우에는 인접한 4개의 픽셀 데이터를 통합하여 1개의 픽셀로 만들 수 있으므로 기존의 픽셀보다 물리적으로 4배 더 많은 빛을 받을 수 있어 쿼드베이어코딩센서는 일반적인 베이어이미지센서보다 노이즈가 적으면서 밝은 고감도이미지를 생성할 수 있을 뿐만 아니라 조도가 높은 환경에서는 개별 픽셀을 따로 처리하여 고해상도의 이미지를 획득할 수 있다.

[0044] 이러한 픽셀비닝은 특수하게 고안된 카메라이미지센서에서 더욱 효과적으로 작용하지만, 도 2에 도시한 바와 같은 일반적인 베이어이미지센서에서도 픽셀비닝이 사용될 수 있다.

[0045] 또한, 산업용 카메라에서는 여러 해상도의 영상을 출력하거나 전송할 데이터의 크기를 줄이기 위해 서브샘플링을 수행하게 되는데, 이러한 과정에서 도 6에 도시한 바와 같이 흑백센서는 인접한 픽셀 간의 데이터를 결합하고 컬러카메라이미지의 경우는 같은 색상셀과 결합하여 픽셀비닝을 수행할 수 있다.

[0046] 상술한 바와 같이 픽셀비닝에서 가장 중요한 것은 동일색상 픽셀 간의 결합인데, 동일색상의 픽셀값을 더하면 이미지의 밝기가 증가할 수 있고, 동일색상 픽셀값을 평균으로 나누면 노이즈를 감소시킬 수 있으며, 카메라의 해상도를 낮출 수 있는 장점이 있다.

[0047] 관제센터(200)는 모바일로봇(100)과 통신망(300)을 통해 연동되어 모바일로봇(100)의 각종 동작제어를 수행할 수 있으며, 모바일로봇(100)으로부터 전송되는 영상프레임과 각종 센싱정보를 이용하여 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 수행함으로써, 모바일로봇(100)의 자율주행을 제어할 수 있다.

[0048] 이러한 관제센터(200)는 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST검출기와 가우시안블러필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF기술자에 입력시켜 특징점을 추출하며, 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정할 수 있다.

[0049] 여기에서, 관제센터(200)는 RGB영상프레임을 회색조로 변환하고, 인접픽셀데이터에 대해 4개의 픽셀이 하나의 픽셀이 되도록 논리적수퍼픽셀(Logical super pixel)로 변환시키며, 변환된 논리적수퍼픽셀에 대해 논리적픽셀비닝(Logical pixel binning)을 수행하여 회색조이미지를 획득할 수 있다.

[0050] 예를 들면, 관제센터(200)는 RGB영상프레임에 대해 픽셀비닝 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화할 수 있는데, 논리적픽셀비닝을 활용한 회색조이미지는 도 7에 도시한 바와 같이 구현될 수 있다.

[0051] 여기에서, 컬러카메라는 렌즈를 통해 들어온 빛을 이미지센서에서 데이터화 하는 장치이며, 이미지센서는 CFA 패턴이 적용된 모노센서로 이루어져 있는데, 이것은 G, R, B, G의 색상 데이터를 가지는 4개의 픽셀로 이루어져 있으며, 각 픽셀은 한 채널의 색상값을 가질 수 있다.

[0052] 기존의 영상처리 과정에서는 보간된 3채널의 색상데이터를 추가로 연산하여 회색조프레임을 만들었지만, 회색조프레임을 다운샘플링하여 사용하는 임베디드환경의 ORB 특징점 추출 알고리즘에서는 단순한 연산구조가 필요한데, 이미지센서에서 사용된 CFA 패턴을 직접 회색조프레임으로 변환할 경우 인접한 4개의 픽셀이 하나의 회색조 픽셀로 변환될 수 있다.

[0053] 여기에서, 가장 많이 쓰이는 CFA패턴의 베이어(Bayer)구조는 사람의 눈에 민감한 색상에 맞추어 구성되었기 때문에, 이것을 회색조픽셀로 변환할 경우 기존의 휘도변환공식과 크게 다르지 않은 결과를 얻으면서 연산량을 효과적으로 감소시킬 수 있는데, 8 MP(Mega Pixel) 해상도의 카메라를 통해 촬영된 RGB영상프레임에 대해 논리적인수퍼픽셀 생성을 통해 픽셀비닝을 수행하여 노이즈가 적은 회색조이미지(예를 들면, 640X480 사이즈 회색조이미지프레임)를 생성할 수 있다.

[0054] 한편, 관제센터(200)는 FAST검출기에서 픽셀들에 대한 결정트리(decision tree)를 적용하여 특징점을 검출할 수 있고, 가우시안블러필터를 저주파통과필터(Low pass filter)로 사용하여 고주파영역을 제거할 수 있으며, BRIEF 기술자를 통해 특징점을 이진화하여 비교할 수 있다.

[0055] 예를 들면, 관제센터(200)는 논리적픽셀비닝 방식으로 생성된 회색조이미지를 FAST검출기와 가우시안블러필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF기술자에 입력시켜 특징점을 추출할 수 있는데, 특징점을 추출하기 위한 전처리과정인 논리적픽셀비닝모듈(Logical pixel binning module)은 FPGA(Field Programmable Gate Array)에서 도 8에 도시한 바와 같이 구성되어 데이터를 연산할 수 있다.

[0056] 여기에서, 베이어(Bayer)데이터는 1채널의 데이터이므로 1픽셀당 8bit의 저장 공간을 가질 수 있기 때문에, 32

비트(bit)구조의 버스에서 4개의 픽셀이 한 번에 전송될 수 있고, 32 비트데이터가 입력될 경우 도 9의 (a)에 도시한 바와 같이 논리적수퍼픽셀(Logical super pixel BLOCK)을 생성하여 라인버퍼(Line Buffer)에 저장할 수 있다.

[0057] 그리고, 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이 2개의 라인버퍼에 데이터가 저장될 경우 논리적픽셀비닝(Pixel binning BLOCK)을 시작할 수 있는데, 이때 MAC(multiply and accumulation) 연산을 통해 노이즈가 적은 픽셀데이터를 연산할 수 있으며, 환경에 따라서 밝기를 조절하는 등의 다양한 연산을 수행할 수 있다.

[0058] 본 발명의 일 실시예에서는 노이즈를 필터링하는 평균연산을 수행할 수 있는데, 이러한 과정은 FPGA에서 파이프라이닝되어 바로 다음연산을 시작할 수 있으므로 연산속도를 향상시킬 수 있다.

[0059] 한편, ORB 특징점 추출을 위한 모듈은 도 10에 도시한 바와 같이 복수의 라인버퍼와, FAST검출기(feature extrection module), 가우시안블러필터(Gaussian filter) 및 BRIEF기술자(Descriptor computing module)를 포함할 수 있으며, FAST 검출기와 BRIEF 기술자는 같은 이미지데이터를 입력하여 연산을 수행할 수 있다.

[0060] 이러한 모듈들이 병렬화되어 병렬연산을 수행할 경우 ORB 특징점을 빠르게 추출할 수 있는데, FAST검출기에서는 특징점을 추출하기 위해 9×9 커널연산이 필요하고, 이를 위해서 10개의 라인버퍼가 구비될 수 있으며, 픽셀레지스터를 9×9에서 9×(9+4n-1)로 연산을 확장할 경우 병렬로 4n 픽셀을 감지할 수 있다.

[0061] 그리고, 가우시안블러필터는 7×7 커널연산이 필요하고, 이를 위해서 8개의 라인버퍼가 구비될 수 있으며, 픽셀레지스터를 7×(7+4n??1)로 연산을 확장하여 4n 픽셀씩 연산할 수 있다.

[0062] 또한, 단일 BRIEF 패턴에는 29×29 커널연산이 필요하고, 30개의 라인버퍼가 필요하며, 29×(29+4n??1) 연산확장을 통해 4n 병렬연산을 수행할 수 있다.

[0063] 상술한 바와 같은 관제센터(200)의 ORB 특징점 검출모듈들을 FPGA에 적용한 연산구조를 FPGA의 리소스에 맞게 병렬처리 및 파이프라이닝할 경우 ORB 특징점 추출 연산속도를 효과적으로 향상시킬 수 있다.

[0064] 통신망(300)은 무선통신방식을 지원하는 네트워크망으로, 예를 들어GSM(Global System for Mobile communication), CDMA(Code Division Multi Access), CDMA2000(Code Division Multi Access 2000), EVDO(Enhanced Voice-Data Optimized or Enhanced Voice-Data Only), WCDMA(Wideband CDMA), HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), HSUPA(High Speed Uplink Packet Access), LTE(Long Term Evolution), LTE-A(Long Term Evolution-Advanced) 등을 포함하는 다양한 무선통신망을 포함할 수 있으며, 이를 통해 무인이동체(100)와 관제센터(200) 간의 원활한 무선통신환경을 제공할 수 있다.

[0065] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 위해 기 설정된 CFA패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공할 경우 관제센터에서 픽셀비닝 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST검출기와 가우시안블러필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF기술자에 입력시켜 특징점을 추출한 후에, 카메라자세를 추정함으로써, 연산프로세스를 간략화 및 병렬처리하여 연산속도를 향상시킬 수 있으며, 영상노이즈를 감소시켜 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 효과적으로 수행할 수 있다.

[0066] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템에서 특징점을 검출하는 과정을 나타낸 플로우차트이다. 여기에서, 본 발명에서 특징점을 검출하는 과정에 대한 구체적인 설명은 상술한 바와 같은 본 발명의 일 실시예에서 상세하게 설명하였으므로, 이하에서는 특징점 검출 과정에 대해 간략하게 설명하기로 한다.

[0067] 도 11을 참조하면, 무인이동체(100)에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization & Mapping)을 위해 기 설정된 CFA(color filter array)패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 통신망(300)을 통해 관제센터(200)로 제공할 수 있다(단계410).

[0068] 그리고, 관제센터(200)에서 RGB영상프레임이 수신될 경우 픽셀비닝(pixel binning) 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화할 수 있다(단계420).

[0069] 상기 회색조로 변환하여 그룹화하는 단계(420)에서는 RGB영상프레임을 회색조로 변환하고, 인접픽셀데이터에 대해 4개의 픽셀이 하나의 픽셀이 되도록 논리적수퍼픽셀로 변환시키며, 변환된 논리적수퍼픽셀에 대해 논리적픽셀비닝을 수행하여 회색조이미지를 획득할 수 있다.

[0070] 다음에, 관제센터(200)에서 그룹화된 회색조이미지를 FAST(Feature from Accelerated Segment Test)검출기와

가우시안블러(Gaussian blur)필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)기술자에 입력시켜 특징점을 추출할 수 있다(단계430).

[0071] 상기 특징점을 추출하는 단계(430)에서는 FAST검출기에서 픽셀들에 대한 결정트리(decision tree)를 적용하여 특징점을 검출할 수 있고, 가우시안블러필터를 저주파통과필터(Low pass filter)로 사용하여 고주파영역을 제거할 수 있으며, BRIEF기술자를 통해 특징점을 이진화하여 비교할 수 있다.

[0072] 이어서, 관제센터(200)에서 상기 단계(730)에서 추출된 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정함으로써, 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 수행할 수 있다(단계440).

[0073] 이러한 카메라자세 추정에 대해서는 종래에 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 수행함에 있어서 특징점을 이용하여 카메라자세를 추정하는 다양한 기법이 개시되어 있으므로 그 구체적이 설명은 생략하기로 한다.

[0074] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 무인이동체에서 동시적 위치추정 및 지도 작성(SLAM)을 위해 기 설정된 CFA패턴에 따라 촬영되는 RGB영상프레임을 제공할 경우 관제센터에서 픽셀비닝 방식으로 인접픽셀데이터를 회색조로 변환하여 그룹화하고, 그룹화된 회색조이미지를 FAST검출기와 가우시안블러필터에 입력시켜 병렬연산한 후에, BRIEF기술자에 입력시켜 특징점을 추출한 후에, 카메라자세를 추정함으로써, 연산프로세스를 간략화 및 병렬처리하여 연산속도를 향상시킬 수 있으며, 영상노이즈를 감소시켜 무인이동체의 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM)을 효과적으로 수행할 수 있다.

[0075] 한편, 도 12 내지 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 임베디드환경에서의 SLAM 시스템에서 픽셀비닝처리 및 특징점 추출 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0076] 도 12 내지 도 16을 참조하면, 회색조 프레임 생성에 대한 측정 및 비교 결과에서는 본 발명의 실시예에서 제시한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 FPGA를 기반으로 하여 ORB 특징점 추출을 구현하였으며, Xilinx 사의 ZYNQ 계열 FPGA XC7Z020-1CLG400C 칩셋을 사용한 ZYBO-Z7 보드를 활용하여 이미지의 특징점을 추출하고 추출시간과 사용 자원을 비교하였다.

[0077] 본 발명의 실시예를 구현한 시뮬레이션에서는 이미지 처리의 결과를 비교하기 위하여 KODAK 이미지 데이터세트를 사용하였고, 이 이미지에서 색상데이터 일부를 제거하여 베이어(Bayer)패턴과 같은 G, R, B, G 이미지로 변환하였으며, 이렇게 만들어진 이미지를 통해 두 가지 방법으로 회색조 이미지를 생성하였다.

[0078] 예를 들면, 프레임의 색상을 보간하고, 회색조 이미지로 변환하여 다운샘플링을 수행한 첫 번째 이미지와, 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법으로 생성된 두 번째 회색조이미지를 각각 생성하였는데, 도 12의 (a)는 KODAK 이미지 데이터세트의 컬러이미지 원본이며, 도 12의 (b)는 특정색상을 제거하여 베이어패턴으로 만든 이미지이고, 도 12의 (c)는 기존의 방법으로 색상을 보간하여 다운샘플링을 수행한 이미지이며, 도 12의 (d)는 본 발명의 실시예에 따라 구현한 방법을 사용하여 생성한 회색조이미지이고, 도 12의 (e)는 도 12의 (c)를 회색조로 변환한 이미지이다.

[0079] 여기에서, 도 12의 (b)의 베이어패턴 이미지는 G, R, B, G의 색상데이터를 가지고 있으므로 전체적으로 녹색을 띠고 있어 밝기가 어두운 것처럼 보이지만 회색조이미지로 변환하여 확인하면 기존의 이미지와 다르지 않은 것을 확인할 수 있다.

[0080] 그리고, 도 12의 (c)의 이미지에서는 이미지 보간 과정에서 색상노이즈가 발생했음을 확인할 수 있으며, 이 이미지를 사용하여 생성된 회색조이미지인 도 12의 (e)는 데이터가 희석되어 상이 흐리게 된 것을 확인할 수 있다.

[0081] 상술한 바와 같이 당장 한 프레임에서는 큰 차이가 없지만 연속되어 누적되는 데이터의 오차와 변형이 특징점 추출을 어렵게 할 수 있으며, KODAK 이미지세트는 작은 치수의 이미지이기 때문에, 특징점 추출의 시간 차이와 전력 차이를 비교하는 이미지는 UHD 데이터세트의 이미지를 사용하여 결과를 도출하고자 한다.

[0082] 한편, 픽셀비닝의 노이즈 감소에 대한 측정 및 비교 결과에 대해 설명하면, 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법의 성능을 비교하기 위해 [Ultra-Eye: UHD and HD images eye tracking dataset] 이미지를 사용하였다.

[0083] 이 이미지세트에 의도적으로 점잡음(Salt-and-pepper noise)을 발생시키고, 특징점을 추출하여 노이즈에 반응하는 정도를 두 가지 방법으로 비교하였는데, 첫 번째는 8 MP 카메라에서 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법과, 기존의 방법을 수행할 경우를 비교하기 위하여 3840 X 2160 크기의 이미지에 점잡음을 발생시켜 추출된 특징점이 노이즈에 반응하는 정도를 비교하였고, 두 번째로는 픽셀비닝의 노이즈 필터링 효과를 확인하기 위해

1920 X 1080 크기로 다운샘플링한 이미지에서 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법과, 기존의 방법을 수행할 경우 추출된 특징점을 비교하였다.

[0084] 상술한 바와 같은 비교 결과를 설명하면, 도 13에 도시한 좌측이미지는 실험을 위해 사용된 데이터세트의 이미지 원본 중 하나이며, 도 13에 도시한 우측이미지는 실험을 위해 픽셀의 특정 색상을 제거하여 베이어패턴으로 변환한 이미지를 나타내는데, 이 베이어패턴 이미지를 기존의 방법에 따라 보간한 후, 회색조로 변환하고, 다운샘플링하여 추출한 특징점과, 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법인 논리적픽셀비닝을 통해 다운샘플링된 회색조이미지를 생성하여 추출한 특징점을 비교하였다.

[0085] 그 비교 결과, 도 14의 상단이미지들은 기존의 방법(좌측)과 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법(우측)으로 전처리된 이미지를 나타내며, 도 14의 (a)는 기존의 방법으로 전처리된 이미지에서 2,503개의 특징점을 추출하였음을 확인할 수 있고, 도 14의 (b)는 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법으로 전처리된 이미지에서 기존의 방법보다 약 1,000개를 더 추출하여 3,591개의 특징점을 추출하였음을 확인할 수 있다.

[0086] 다음에, 노이즈에 의해 특징점 추출 개수가 많아진 것이 아님을 증명하기 위해 이미지에 점잡음을 발생시키고, 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법과 기존의 방법으로 특징점을 추출하여 비교하였다.

[0087] 그 비교 결과로, 변형하지 않은 이미지를 사용하여 추출된 특징점의 숫자와 점잡음을 발생시킨 이미지에서 특징점의 개수를 확인하여 노이즈에 민감하게 반응하는 정도를 파악하였고, 도 15의 상단이미지는 점잡음 1,500개를 추가한 이미지를 나타내고, 하단이미지는 점잡음을 발생시킨 이미지에서 특징점을 추출한 이미지를 나타내는데, 도 15의 (a)는 기존의 방법으로 특징점을 추출한 이미지로 노이즈에 의해 특징점이 3,608개로 증가하였을 확인할 수 있고, 도 15의 (b)는 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법으로 특징점을 추출한 이미지로 3,671개의 특징점을 추출하여 80개의 특징점이 증가하였음을 아래의 표 1에 나타낸 바와 같이 확인할 수 있다.

표 1

[0088]

유형	기존 방법	구현한 방법
기본 이미지	2,503개	3,591개
점 잡음 1500개	3,608개	3,671개

[0089] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따라 구현된 방법에서 노이즈가 필터링되고 있음을 알 수 있다.

[0090] 한편, 픽셀비닝 없이 베이어패턴을 통해 회색조이미지를 생성하는 경우 노이즈에 반응하는 정도를 비교하기 위하여 1920 X 1080으로 다운샘플링된 이미지를 사용하여 실험을 진행하였다.

[0091] 도 16의 상단이미지는 다운샘플링된 이미지에 점잡음을 700개 발생시킨 이미지로서, 이 이미지를 베이어패턴으로 변환하고, 각각의 방법으로 추출된 특징점을 비교한 결과, 도 16의 (a)에는 색상 보간 및 이미지 피라미드 다운샘플링을 적용하여 특징점을 추출한 이미지를 나타내고, 도 16의 (b)는 베이어패턴을 사용한 회색조이미지 변환 방법만을 사용하여 다운샘플링한 이미지인데, 도 16의 (a)에서는 3,578개의 특징점을 추출하였음을 알 수 있고, 도 16의 (b)에서는 4,546개의 특징점을 추출하였음을 아래의 표 2에 나타낸 바와 같이 알 수 있다.

표 2

[0092]

유형	기존 방법	비닝 없는 수퍼 픽셀 회색조변환
점 잡음 700개	3,578개	4,546개

[0093] 상술한 바와 같이 베이어패턴을 사용한 회색조이미지 변환 방법만을 사용하면 이미지의 손실은 적지만 노이즈를 억제하는 방법이 없으므로 데이터를 희석하는 기존의 방법보다 노이즈에 취약함을 확인하였다.

[0094] 한편, 베이어패턴에서 색상을 보간하는 방법인 디모자이크(Demosaic)를 데스크톱 i7-10700k 환경에서 수행할 경우 한 프레임을 연산하는데 0.616초의 시간이 소요되었으며, 이미지 다운샘플링과 회색조 변환 방법이 함께 수행될 경우 한 프레임을 연산하는데 0.657초의 시간이 소요된 반면에, 논리적픽셀비닝을 통해 다운샘플링된 회색조이미지를 생성할 경우 한 프레임을 연산하는데 0.022초의 시간만이 필요하여 아래 표 3에 나타낸 바와 같이 96.6%의 연산시간 감소효과를 가져옴을 알 수 있다.

표 3

[0095]

유형	기존 방법	제안하는 방법	향상도
연산 소요 시간	657ms	22ms	96.6%

[0096] 다음에, 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따라 시뮬레이션한 성능평가에 대해 설명하면, 본 발명의 실시예에 따라 구현한 특징점 추출 모듈은 Xilinx 사의 ZYNQ 계열 XC7Z020-1CLG400C 칩셋을 사용한 FPGA에서 합성되었는데, 전체 LUT(Look Up Table) 자원의 73.31%를 사용하였으며, 55%의 FF(Flip Flop)을 사용하였고, BRAM(Block RAM)을 총 37.72% 사용하였다.

[0097] 그리고, 아래의 표 4에 나타낸 바와 같이 140MHz의 클록을 사용하여 CFA 이미지에서 특징점을 추출하는데 평균적으로 한 프레임을 연산하기 위해 19.8ms의 시간을 사용하여 50 FPS를 유지하였다. ZYBO-Z7에 내장된 ARM 듀얼코어 Cortex-A9 프로세서의 코어 클록 속도는 667MHz이며 이 ARM 코어만을 사용한다면 한 프레임을 연산하는데 394.5ms가 걸리므로 평균적으로 1초에 2.5 프레임을 연산할 수 있다.

표 4

[0098]

유형	연산 시간	FPS
FPGA	19.8ms	50 FPS
Cortex-A9	394.5ms	2.5 FPS
I7-10700k	67.2ms	15 FPS

[0099] 여기에서, 사용된 ZYBO-Z7 보드는 최대 19W 정도의 전력을 소모할 수 있지만, 코어의 리소스 사용량이 적어 평균 5W의 전력 소모를 나타내고 있고, 데스크톱의 인텔 i7-10700k의 환경에서 실험한 경우 평균 200W의 전력 소모를 보였으며, 한 프레임을 연산하기 위해 67.2ms의 시간을 사용하여 평균적으로 1초에 15프레임을 연산할 수 있었다.

[0100] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다.

부호의 설명

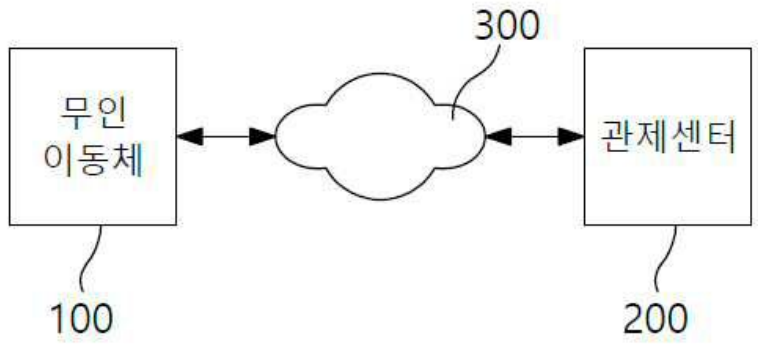
[0101] 100 : 무인이동체

200 : 관제센터

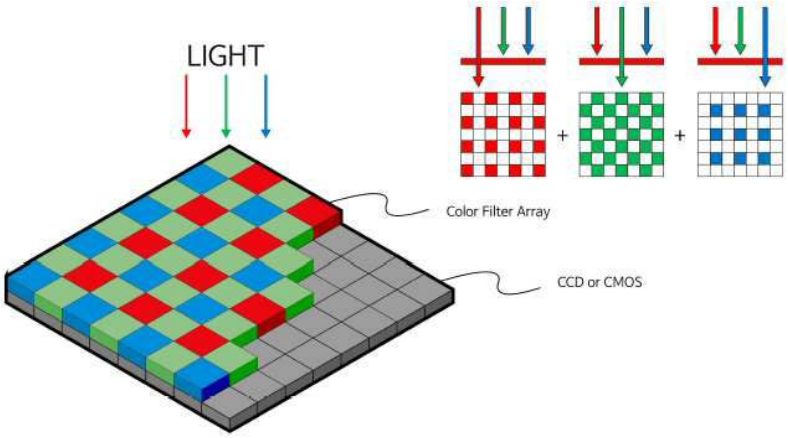
300 : 통신망

도면

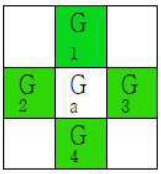
도면1



도면2

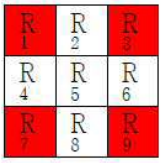


도면3



(1) Green :

Ga=(G1+G2+G3+G4)/4

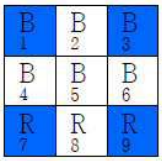


(2) Red :

R2=(R1+R3)/2

R4=(R1+R7)/2

R5=(R1+R3+R7+R9)/4



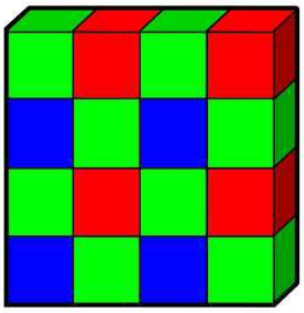
(3) Blue :

B2=(B1+B3)/2

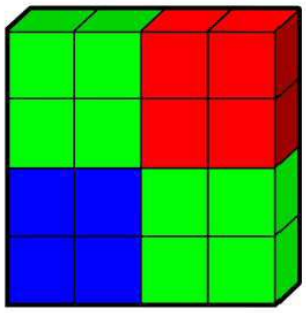
B4=(B1+B7)/2

B5=(B1+B3+B7+B9)/4

도면4

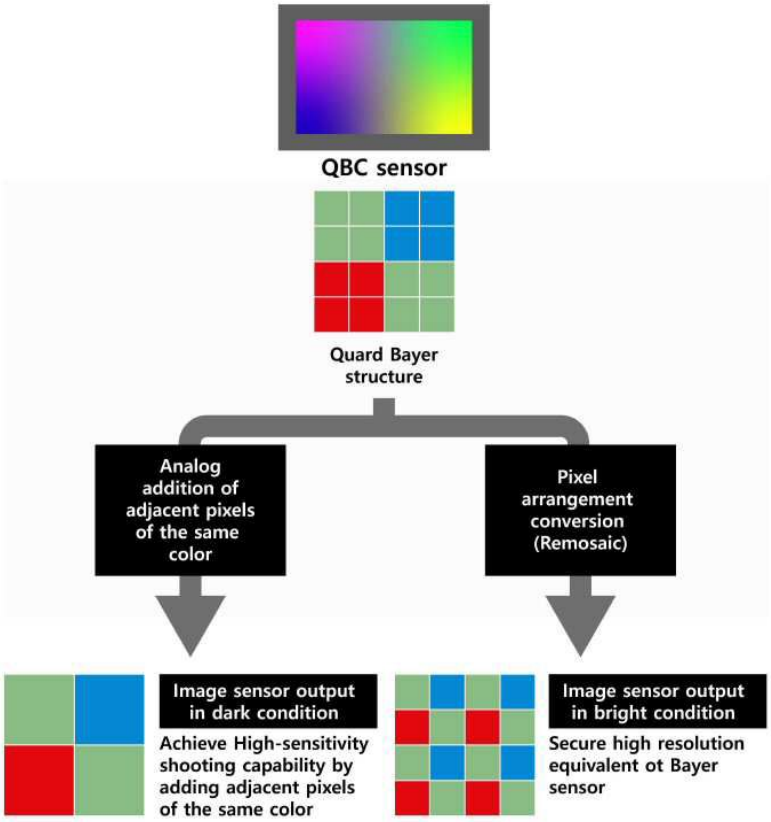


Conventional sensor

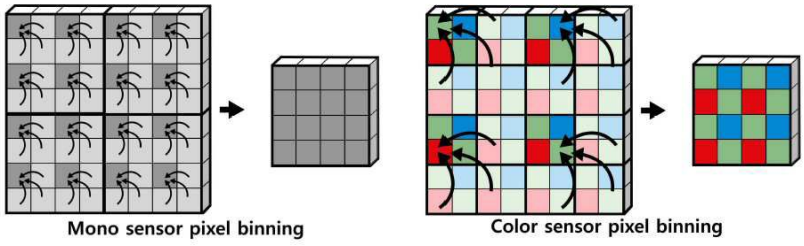


QBC sensor

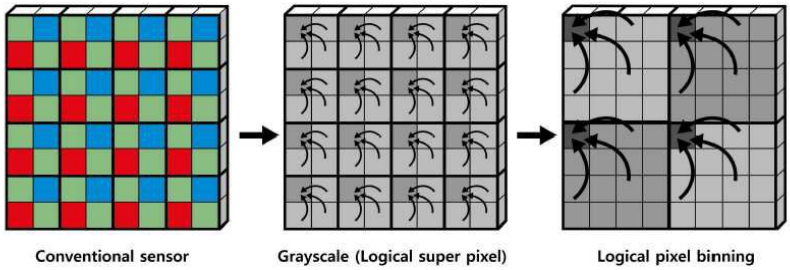
도면5


QBC sensor
Quard Bayer structure
Analog addition of adjacent pixels of the same color
Pixel arrangement conversion (Remosaic)
Image sensor output in dark condition
Achieve High-sensitivity shooting capability by adding adjacent pixels of the same color
Image sensor output in bright condition
Secure high resolution equivalent ot Bayer sensor

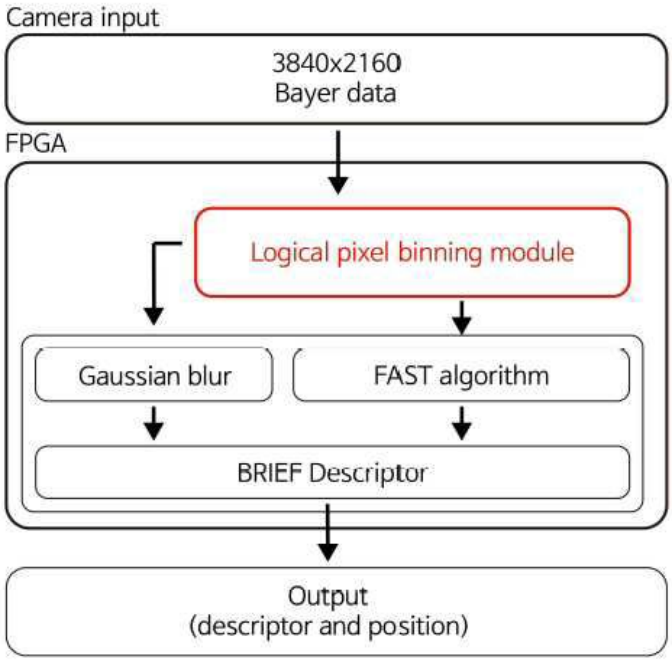
도면6


Mono sensor pixel binning
Color sensor pixel binning

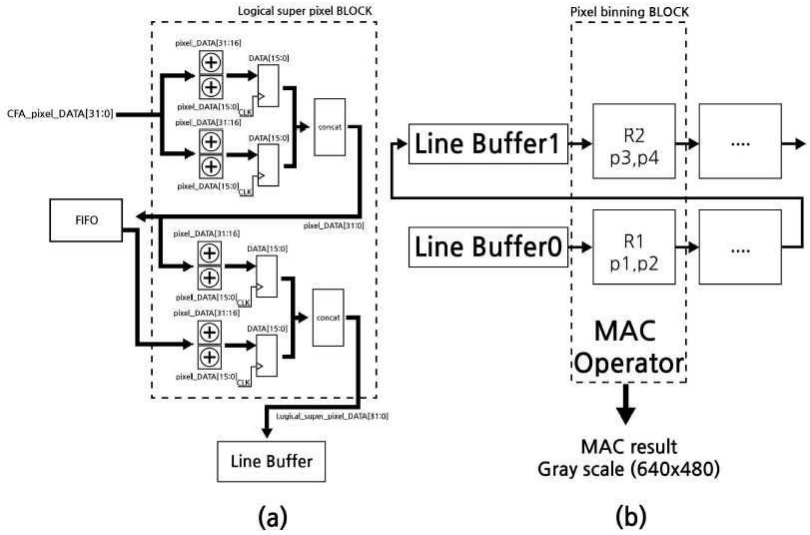
도면7


Conventional sensor
Grayscale (Logical super pixel)
Logical pixel binning

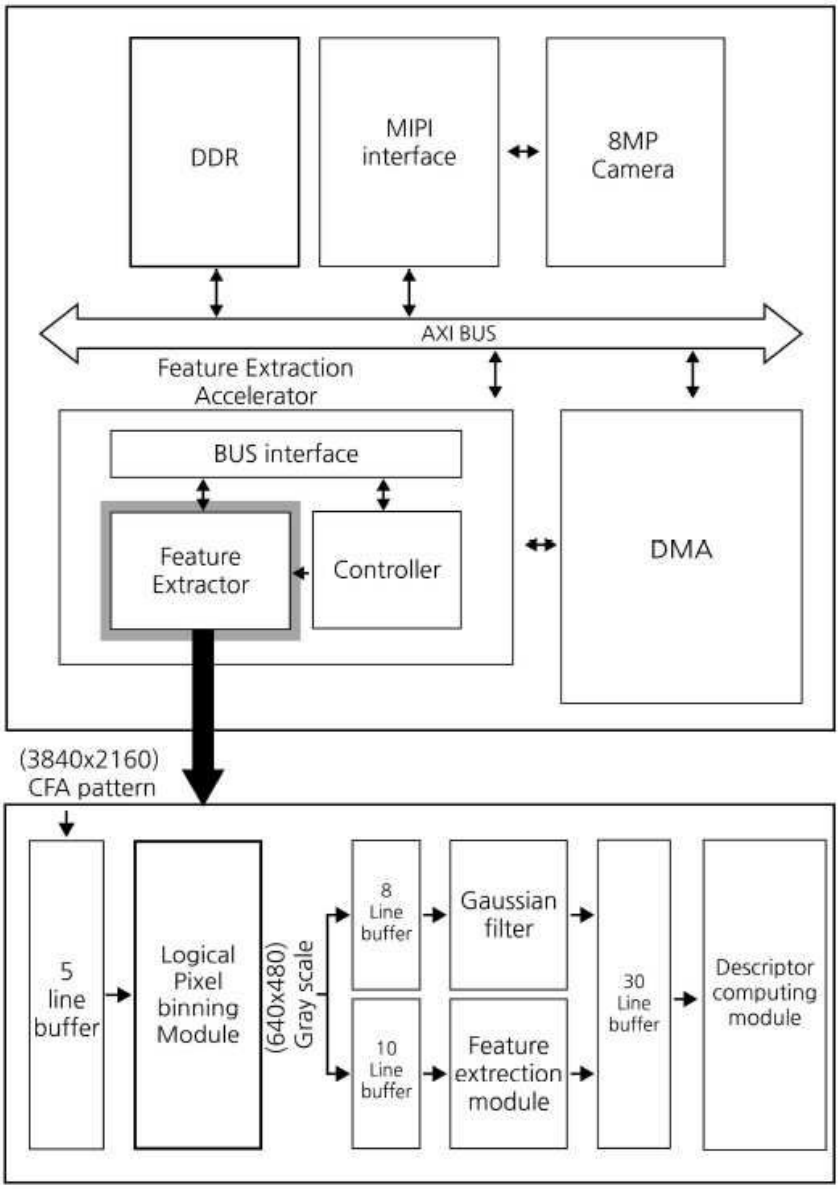
도면8


Camera input
3840x2160
Bayer data
FPGA
Logical pixel binning module
Gaussian blur
FAST algorithm
BRIEF Descriptor
Output
(descriptor and position)

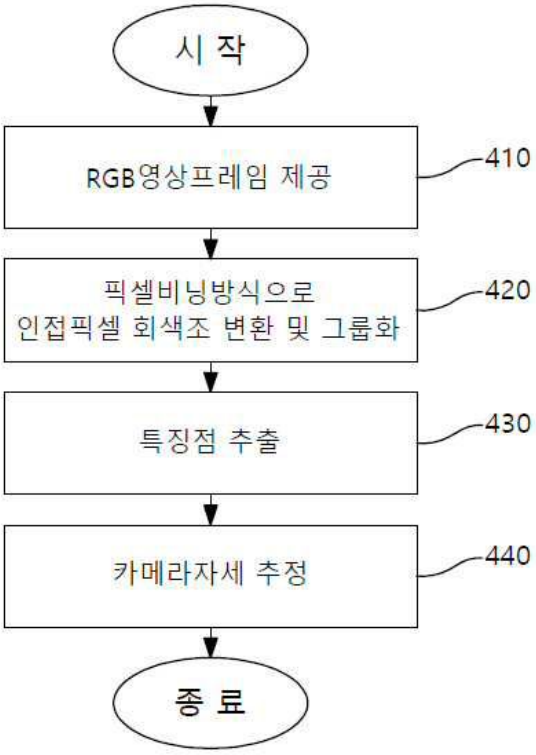
도면9


Logical super pixel BLOCK
CFA_pixel_DATA[31:0]
FIFO
concat
Line Buffer
Pixel binning BLOCK
Line Buffer1
Line Buffer0
R2
p3,p4
R1
p1,p2
....
MAC
Operator
MAC result
Gray scale (640x480)
(a)
(b)

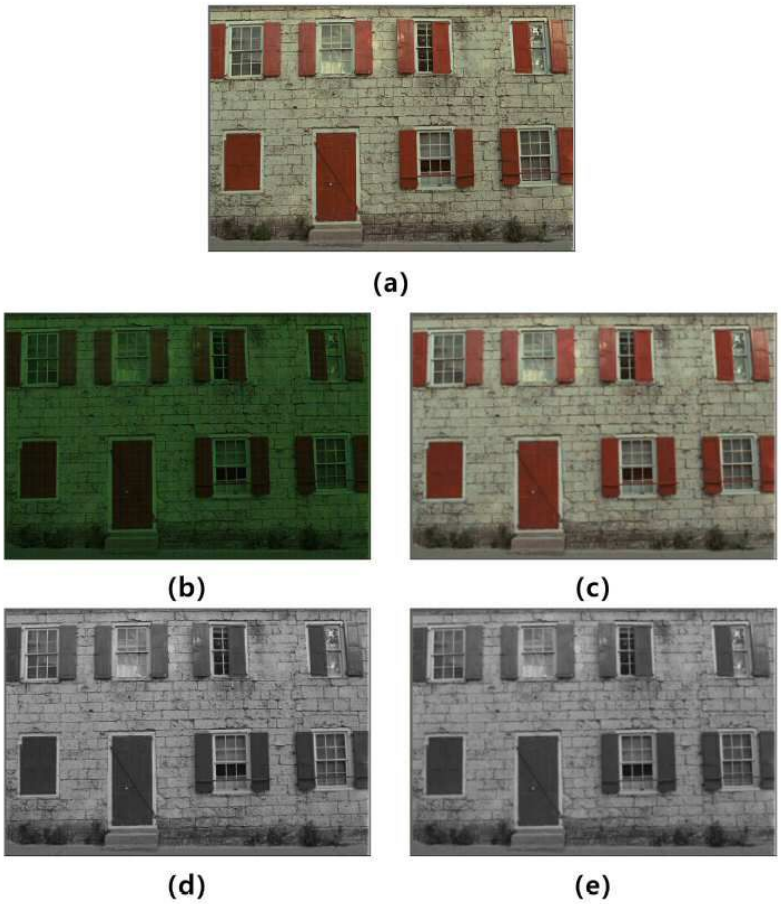
도면10


DDR
MIPI interface
8MP Camera
AXI BUS
Feature Extraction Accelerator
BUS interface
Feature Extractor
Controller
DMA
(3840x2160) CFA pattern
5 line buffer
Logical Pixel binning Module
(640x480) Gray scale
8 Line buffer
10 Line buffer
Gaussian filter
Feature extrection module
30 Line buffer
Descriptor computing module

도면11


시 작
RGB영상프레임 제공
410
픽셀비닝방식으로
인접픽셀 회색조 변환 및 그룹화
420
특징점 추출
430
카메라자세 추정
440
종 료

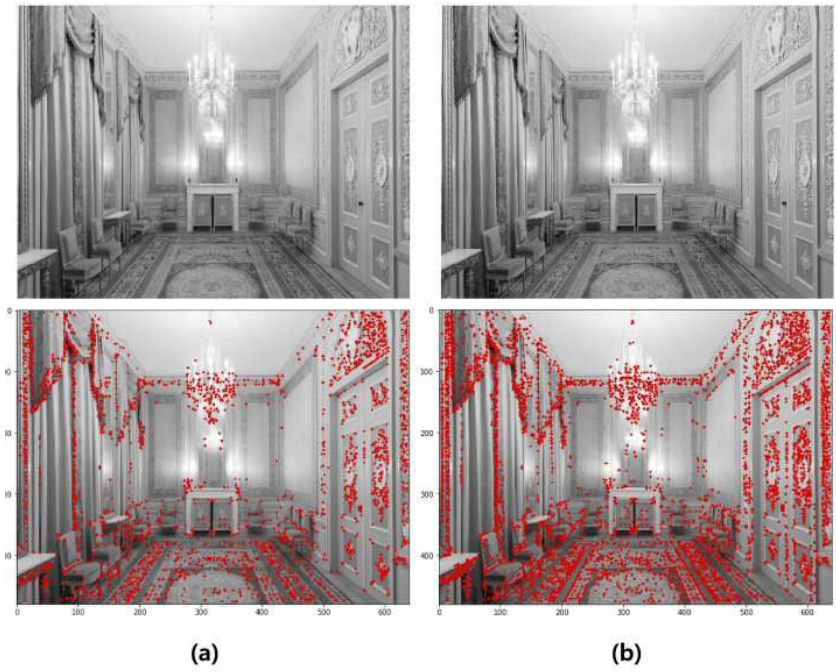
도면12



도면13

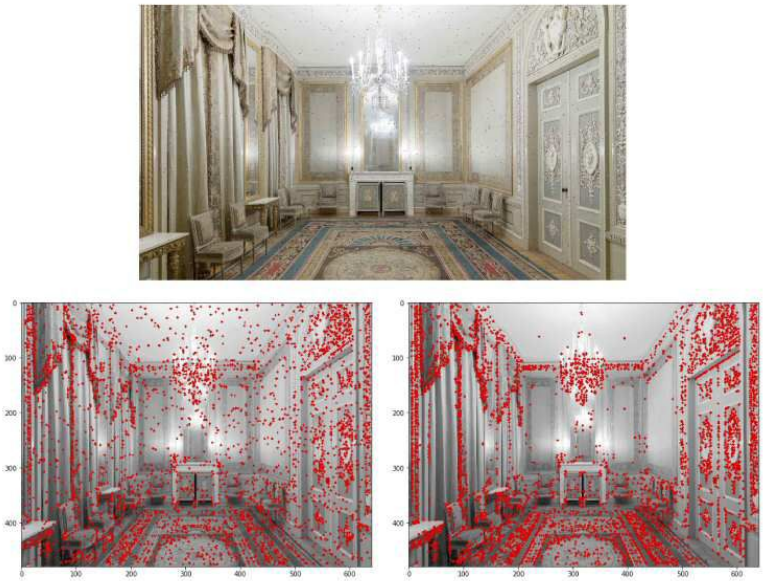


도면14



(a) (b)

도면15



(a) (b)

도면16

