



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0168748
(43) 공개일자 2023년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/55 (2017.01) G05D 1/02 (2020.01)
G06T 7/136 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/55 (2017.01)
G05D 1/0246 (2019.05)
(21) 출원번호 10-2022-0069401
(22) 출원일자 2022년06월08일
심사청구일자 2022년11월15일

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
서범수
대전광역시 유성구 가정로 218
박병재
대전광역시 유성구 지족로 362
(74) 대리인
(유)한양특허법인

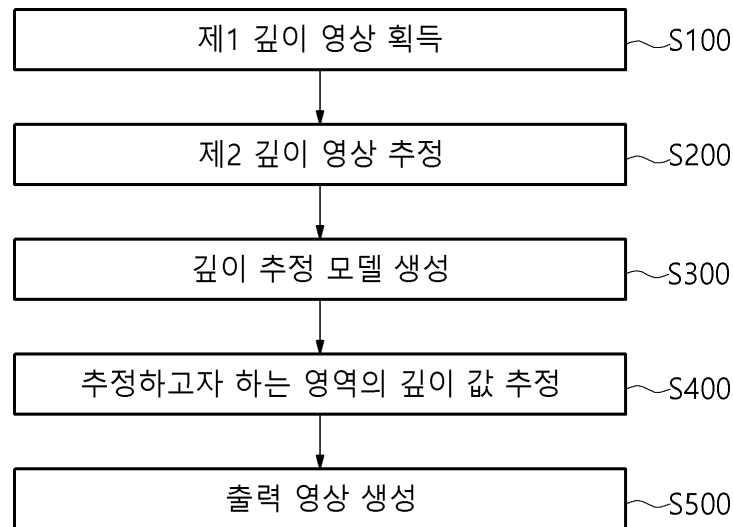
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **영상의 깊이 추정 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 영상 of 깊이 추정 방법은 스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하는 단계와, 상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하는 단계와, 상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하는 단계와, 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 2207/10028 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711159644
과제번호	2020-0-00857
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원(IITP)
연구사업명	클라우드로봇복합인공지능핵심사업
연구과제명	다수 로봇의 지능을 통합 고도화하는 클라우드 로봇 지능 증강·공유 및 프레임워크
기술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	엘지전자(주)
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하는 단계;

상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하는 단계;

상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하는 단계; 및

상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정하는 단계;

를 포함하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들과 매칭되는 상기 제2 깊이 값들을 쌍을 이루도록 생성하여 상기 깊이 추정 모델을 생성하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제4 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들을 이용하여 출력 영상을 생성하는 단계를 더 포함하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위의 외의 깊이 값들인 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 제2 깊이 영상의 전체 깊이 값들을 포함하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 깊이 추정 모델은,

상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위를 구간 별로 나누고, 상기 구간 별 제1 깊이 평균값들과 상기 제2 깊이 평균값들을 쌍을 이루도록 하여 생성하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 출력되는 제1 깊이 영상의 제5 깊이 값들과 상기 제5 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제1 깊이 값들과 비교하고, 상기 비교값이 기 설정된 임계값

이상이면 상기 깊이 추정 모델을 재생성하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제5 깊이 값과 상기 제1 깊이 값의 차이값을 누적한 누적 평균값, 누적 RMSE(Root Mean Squared Error), 누적 평균 log 에러, 누적 Squared Relative Difference, 누적 RMSE log 중 적어도 하나를 계산하여 상기 비교 값을 생성하는 영상의 깊이 추정 방법.

청구항 9

영상의 깊이 추정을 위한 제어 프로그램이 저장된 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 제어 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하고, 상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하고, 상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하고, 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정하는 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들과 매칭되는 상기 제2 깊이 값들을 쌍을 이루도록 생성하여 상기 깊이 추정 모델을 생성하는 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제4 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들을 이용하여 출력 영상을 생성하는 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위의 깊이 값들인 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 제2 깊이 영상의 전체 깊이 값들을 포함하는 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위를 구간 별로 나누고, 상기 구간 별 제1 깊이 평균값들과 상기 제2 깊이 평균값들을 쌍을 이루도록 하여 상기 깊이 추정 모델을 생성하는 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 출력되는 제1 깊이 영상의 제5 깊이 값들과 상기 제5 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제1 깊이 값들과 비교하고, 상기 비교값이 기 설정된 임계값 이상이면 상기 깊이 추정 모델을 재생성하는 영상의 깊이 추정 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제5 깊이 값과 상기 제1 깊이 값의 차이값을 누적한 누적 평균값, 누적 RMSE(Root Mean Squared Error), 누적 평균 log 에러, 누적 Squared Relative Difference, 누적 RMSE log 중 적어도 하나를 계산하여 상기 비교값을 생성하는 영상의 깊이 추정 장치.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 소형 로봇의 자율 주행에 필요한 짧은 베이스라인의 스테레오 카메라가 인식하지 못하는 범위에서의 지역 정보를 추정하기 위한 영상 깊이를 추정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 지능형 로봇은 탁상용부터 안내, 사람 탑승과 같은 개인 서비스 분야를 포함하여 배송, 건물 감시, 수색 등과 같은 다양한 분야로 서비스를 확장하고 있다.

[0003] 자율주행 자동차와 같이 커다란 하드웨어와 안정적인 전원 확보가 가능한 이동체의 경우는 그 용도에 맞게 근거리부터 장거리까지 주변 환경을 인식할 수 있는 다양한 센서들이 탑재하게 된다.

[0004] 반면, 사람들이 많은 지역에서 서비스를 하는 소형 로봇의 경우, 차량과 마찬가지로 자율주행을 위해 주변 환경에 대한 인식이 필요하며, 소형 라이다나 스테레오 카메라를 사용할 수 있다.

[0005] 소형 라이다의 경우 로봇 제작 및 운영 등 경제적 측면에서 적당하지 않거나 장착이 곤란한 경우가 많기 때문에 10m 내외 거리 정보를 주는 스테레오 카메라가 주로 사용되고 있다.

[0006] 스테레오 카메라는 베이스라인이 길수록 더 많은 거리 정보를 획득할 수 있으나, 물리적/기계적 제약 사항에 의해 베이스라인의 길이를 더 이상 늘릴 수 없게 되며, 이로 인해 스테레오 카메라의 스펙 이상의 지역에 대한 정보는 획득할 수 없게 된다.

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명의 목적은 스테레오 카메라의 베이스라인의 길이를 늘리지 않더라도 스테레오 카메라의 물리적 인식 범위의 확장이 가능한 영상의 깊이 추정 방법 및 장치를 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 짧은 베이스라인을 가진 스테레오 카메라의 스펙 이상의 영역에 대한 정보를 추정하기 위한 영상의 깊이 추정 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 영상의 깊이 추정 방법은 스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하는 단계와, 상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하는 단계와, 상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하는 단계

와, 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0010] 상기 제1 깊이 영상은 상기 좌우 영상이 스테레오 매칭된 것일 수 있다.
- [0011] 상기 제1 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들과 매칭되는 상기 제2 깊이 값들을 쌍을 이루도록 생성하여 상기 깊이 추정 모델을 생성할 수 있다.
- [0012] 상기 제4 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들을 이용하여 출력 영상을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 외의 깊이 값들일 수 있다.
- [0014] 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 제2 깊이 영상의 전체 깊이 값들을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 깊이 추정 모델은, 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위를 구간 별로 나누고, 상기 구간 별 제1 깊이 평균값들과 상기 제2 깊이 평균값들을 쌍을 이루도록 하여 생성할 수 있다.
- [0016] 상기 제2 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 출력되는 제1 깊이 영상의 제5 깊이 값들과 상기 제5 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제1 깊이 값들과 비교하고, 상기 비교값이 기 설정된 임계값 이상이면 상기 깊이 추정 모델을 재생성할 수 있다.
- [0017] 상기 제5 깊이 값과 상기 제1 깊이 값의 차이값을 누적한 누적 평균값, 누적 RMSE(Root Mean Squared Error), 누적 평균 log 에러, 누적 Squared Relative Difference, 누적 RMSE log 중 적어도 하나를 계산하여 상기 비교값을 생성할 수 있다.
- [0018] 또한, 실시예에 따른 영상의 깊이 추정 장치는 영상의 깊이 추정을 위한 제어 프로그램이 저장된 메모리와, 상기 메모리에 저장된 제어 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하고, 상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하고, 상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하고, 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정할 수 있다.
- [0019] 상기 제1 깊이 영상은 상기 좌우 영상이 스테레오 매칭된 것일 수 있다.
- [0020] 상기 프로세서는, 상기 제1 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들과 매칭되는 상기 제2 깊이 값들을 쌍을 이루도록 생성하여 상기 깊이 추정 모델을 생성할 수 있다.
- [0021] 상기 프로세서는, 상기 제4 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들을 이용하여 출력 영상을 생성할 수 있다.
- [0022] 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 외의 깊이 값들일 수 있다.
- [0023] 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들은 상기 제2 깊이 영상의 전체 깊이 값들을 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 프로세서는, 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위를 구간 별로 나누고, 상기 구간 별 제1 깊이 평균값들과 상기 제2 깊이 평균값들을 쌍을 이루도록 하여 상기 깊이 추정 모델을 생성할 수 있다.
- [0025] 상기 프로세서는, 상기 제2 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 출력되는 제1 깊이 영상의 제5 깊이 값들과 상기 제5 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제1 깊이 값들과 비교하고, 상기 비교값이 기 설정된 임계값 이상이면 상기 깊이 추정 모델을 재생성할 수 있다.
- [0026] 상기 프로세서는, 상기 제5 깊이 값과 상기 제1 깊이 값의 차이값을 누적한 누적 평균값, 누적 RMSE(Root Mean Squared Error), 누적 평균 log 에러, 누적 Squared Relative Difference, 누적 RMSE log 중 적어도 하나를 계산하여 상기 비교값을 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따르면, 깊이 추정 모델을 이용함으로써 스테레오 카메라 스펙 범위 외의 영역에 대한 깊이 값을 효과적으로 추정할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 스테레오 카메라 스펙 범위 내의 데이터들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성함으로써, 깊이 추정 모델의 정확성을 향상시킬 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명은 고가의 센서 없이 소형 로봇의 주행 환경 정보와 인식 정보 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 영상의 깊이 추정 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 영상의 깊이 추정 방법의 세부 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 깊이 추정 모델의 유효성을 검증하기 위한 처리 절차를 나타낸 순서도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 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 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 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 구성 요소를 지칭한다.

[0032] 비록 "제1" 또는 "제2" 등이 다양한 구성요소를 서술하기 위해서 사용되나, 이러한 구성요소는 상기와 같은 용어에 의해 제한되지 않는다. 상기와 같은 용어는 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용될 수 있다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.

[0033] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 또는 단계가 하나 이상의 다른 구성요소 또는 단계의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다는 의미를 내포한다.

[0034] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 해석될 수 있다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0035] 본 문서에서 “A 또는 B, “A 및 B 중 적어도 하나, “A 또는 B 중 적어도 하나”, “A,B 또는 C 중 적어도 하나”, 및 “A,B, 또는 C 중 적어도 하나”와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구와 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0037] 최근에는 두 개의 카메라 영상으로부터 뎁스(depth)를 추정하는 많은 연구들이 진행되어 있으며, 한 픽셀에 대한 좌측 카메라의 한 점(x,y)이 우측 카메라의 지점(x-d,y)과 매칭이 된다면, 뎁스는 $f \cdot b / d$ 로 계산될 수 있다. 여기서, d는 두 점의 위상 차이를 나타내는 것으로 뎁스 추정이라 함은 이 위상 차이를 계산하는 과정이라고 할 수 있다.

[0038] 이러한 뎁스를 영상 내에서 특정 점 간의 상대적 차이로서 실제 외부 세계에 대한 물리적인 값은 아니지만, 외부 환경에 맞게 적절히 스케일링 하면 물리적 거리로 사용할 수 있게 된다. 뎁스 추정 연구는 좌우 카메라의 이미지를 넣어서 뎁스를 추정하는 스테레오 뎁스 추정 기술과 한 개의 카메라 이미지만을 사용하여 뎁스를 추정하는 모노 뎁스 추정 기술로 구분할 수 있다.

[0039] 자율 주행차량이나 로봇을 위한 다양한 데이터 셋의 오픈과 함께 딥러닝 기술이 비약적으로 발전하면서 신경망을 이용한 영상 뎁스 추정 연구가 활발히 진행되고 있다.

- [0040] 스테레오 카메라의 물리적 값과 모노 뎁스 거리 값 사이에는 차이가 있으나 직관적으로 모노 뎁스에 어떤 값을 적절히 스케일링해 준다면 스테레오 뎁스와 비슷하게 일치하게 만들 수 있다.
- [0041] 모노 뎁스와 스테레오 뎁스와의 차이를 적게 만들 수 있는 특정한 스케일링 함수를 찾아 모노 뎁스에 적용하여 물리적 거리 정보로 사용할 수 있다면 추가 학습을 위한 데이터 수집이나 학습 과정 없이 짧은 베이스라인의 스테레오 카메라의 물리적 인식 범위를 확장시킬 수 있다.
- [0042] 즉, 소형 스테레오 카메라 제조사가 제시하는 안정적 거리 범위 안에서 스테레오 카메라 거리 값과 모노 추론 결과 값의 차이를 선형 또는 비선형적 방식으로 모델링하여 스테레오 카메라가 볼 수 있는 영역에서 모노 추론 결과의 보정에 사용할 수 있다면 별도의 학습 없이 스테레오 카메라 스펙이 제공하는 영역보다 훨씬 먼 영역에서도 활용 가능한 거리 값을 제공할 수 있다.
- [0043] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 영상의 깊이 추정 방법을 나타낸 순서도이고, 도 2 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 영상의 깊이 추정 방법의 세부 단계를 설명하기 위한 도면이다. 여기서, 영상의 깊이 추정 방법은 깊이 추정 장치에서 수행될 수 있다.
- [0044] 도 1을 참조하면, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 서로 다른 제1 깊이 값들을 가지는 제1 깊이 영상을 획득할 수 있다(S100).
- [0045] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 스테레오 카메라로부터 제1 깊이 영상을 획득할 수 있다. 여기서, 제1 깊이 영상은 스테레오 뎁스 영상일 수 있다.
- [0046] 도 2에 도시된 바와 같이, 스테레오 카메라(100)는 입체 카메라로서 일반적으로 동시에 2장의 영상을 얻을 수 있는 카메라이다. 이는 2개의 촬영용 렌즈를 일정 간격 배치하고 같은 물체를 촬영하는 방법을 사용할 수 있다. 이렇게 촬영한 영상을 스테레오 뷰어를 이용하여 보면 상이 입체적으로 보일 수 있다.
- [0047] 즉, 스테레오 카메라(100)는 좌측 카메라와 우측 카메라가 일정 간격을 유지하며 배치되어 물체를 촬영하는 촬영 장치로서, 좌측 카메라와 우측 카메라는 각각 좌측 영상과 우측 영상을 촬영할 수 있다.
- [0048] 스테레오 매칭은 좌측 카메라와 우측 카메라로 입력된 영상의 대응점을 찾아 깊이를 계산하는 방법일 수 있다.
- [0049] 따라서, 제1 깊이 영상(200)은 스테레오 카메라(100)에서 좌우 영상이 스테레오 매칭되어 획득한 것일 수 있다.
- [0050] 도 1로 돌아가서, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제2 깊이 영상을 추정할 수 있다(S200). 여기서, 제2 깊이 영상은 모노 뎁스 영상일 수 있다.
- [0051] 도 2에 도시된 바와 같이, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 스테레오 카메라(100)에서 획득된 좌우 영상 중 어느 하나의 컬러 영상을 이용하여 서로 다른 제2 깊이 값들을 가지는 제2 깊이 영상(300)을 추정할 수 있다. 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 모노 뎁스 네트워크를 통해 컬러 영상에 대한 제2 깊이 영상(300)을 추정할 수 있다.
- [0052] 도 1로 돌아가서, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제1 깊이 영상(200)과 제2 깊이 영상(300)의 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성할 수 있다(S300).
- [0053] 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 깊이 영상(200)은 스테레오 카메라가 제시한 스펙 거리 범위 내 영역(210)과 스테레오 카메라가 제시한 스펙 거리 범위 외 영역(220)으로 구분될 수 있다. 마찬가지로, 제2 깊이 영상(300)은 스테레오 카메라가 제시한 스펙 거리 범위 내 영역(310)과 스테레오 카메라가 제시한 스펙 거리 범위 외 영역(320)으로 구분될 수 있다.
- [0054] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제1 깊이 영상(200)에서 스테레오 카메라가 제시한 스펙 거리 범위 내 영역(210)의 제1 깊이 값들(X_s^{inner})과 제1 깊이 값들의 위치에 대응되는 제2 깊이 영상(300)의 제2 깊이 값들(X_m^{inner})을 쌍(X_m^{inner}, X_s^{inner})을 이루도록 생성할 수 있다.
- [0055] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 스테레오 카메라 스펙 범위 내 영역의 픽셀들의 깊이 값들을 이용하여 깊이 추정 모델을 생성함으로써, 신뢰성 있는 결과를 예측할 수 있게 된다.
- [0056] 도 1로 돌아가서, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 깊이 추정 모델을 이용하여 추정하고자 하는 영역의 깊이 값을 추정할 수 있다(S400).

- [0057] 여기서, 추정하고자 하는 영역은 스테레오 카메라 스펙 범위 외의 영역일 수 있다. 이에 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 스테레오 카메라의 베이스라인을 늘리지 않더라도 스테레오 카메라의 물리적 인식 범위를 확장시킬 수 있게 된다.
- [0058] 도 4에 도시된 바와 같이, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제2 깊이 영상(300)에서 추정하고자 하는 영역인 스테레오 카메라 스펙 범위 밖의 영역(320)의 영상에서의 제3 깊이 값(X_m^{outer})들을 깊이 추정 모델(400)의 입력으로 사용할 수 있다.
- [0059] 깊이 추정 모델(400)은 제3 깊이 값(X_m^{outer})들과 대응되는 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값($\hat{X}_s^{outer}$)들을 추정할 수 있다.
- [0060] 즉, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 스테레오 카메라에서 인식하지 못하는 영역에 대한 깊이 값을 깊이 추정 모델을 통해 추정할 수 있게 된다.
- [0061] 도 1로 돌아가서, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 추정된 깊이들을 이용하여 출력 영상을 생성할 수 있다(S500).
- [0062] 도 5에 도시된 바와 같이, 출력 영상은 스테레오 카메라의 스펙 범위 내의 제1 깊이 영상의 제1 깊이 값(X_s^{inner})들과 깊이 추정 모델을 통해 추정된 제4 깊이 값($\hat{X}_s^{outer}$)들로 이루어진 영상(210, 420)을 결합하여 생성될 수 있다.
- [0063] 이와 다르게, 출력 영상은 제2 깊이 영상의 깊이 값들을 모두 깊이 추정 모델에 입력으로 하여 출력 영상을 생성할 수도 있다.
- [0064] 본 발명의 실시를 위한 소형 스테레오 카메라는 제조사가 제시하는 스펙 상 거리 내에서 물리적 거리 값과 모노덱스 추정 값의 관계는 선형 혹은 비선형으로 모델링될 수 있으므로 실시예에서는 선형 관계 모델로만 그 범위를 한정하지 않는다.
- [0065] 실시예에의 깊이 추정 모델을 모델링하기 위한 샘플링 데이터 추출 과정에서 전체 데이터를 사용함으로써 발생하는 수많은 아웃라이어로 인한 데이터의 부정확성을 줄이기 위해 샘플 추출을 위한 거리(깊이) 구간을 구간 별로 나누고, 이에 대응하는 제1 깊이 값들의 평균값과 제2 깊이 값들의 평균값을 쌍을 이루도록 하여 모델링할 수도 있다. 이에 따라 아웃라이어로 인한 노이즈 유입을 최소화할 수 있다.
- [0066] 소형 로봇은 이미지 처리 속도에 비해 저속으로 움직이기 때문에 주변 환경이 급격하게 변하지 않는 특성을 가진다. 이러한 소형 로봇에 본 발명에 따른 깊이 추정 기술을 적용할 때 이미지마다 깊이 추정 모델을 새롭게 찾기 보다는 이전에 만들어진 모델을 재사용할 수 있다면 보다 효과적일 수 있다.
- [0067] 이를 위해 실시예에서는 최초 깊이 추정 모델의 유효성을 검증하기 위한 처리 과정을 제안한다.
- [0068] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 깊이 추정 모델의 유효성을 검증하기 위한 처리 절차를 나타낸 순서도이다.
- [0069] 도 6에 도시된 바와 같이, 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제2 깊이 값(X_m^{inner})들을 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 출력되는 제1 깊이 영상의 제5 깊이 값($\hat{X}_s^{inner}$)들을 출력할 수 있다(S600).
- [0070] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제5 깊이 값($\hat{X}_s^{inner}$)들과 상기 제5 깊이 값($\hat{X}_s^{inner}$)들과 매칭되는 제1 깊이 영상의 제1 깊이 값(X_s^{inner})들이 유사한지 비교할 수 있다(S700).
- [0071] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 제5 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들의 비교값이 기 설정된 임계값(threshold) 미만인지 확인할 수 있다(S800). 여기서, 비교값은 제5 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들의 차이값, 또는 제5 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들이 차이값을 누적한 누적 평균값, 누적 RMSE(Root Mean Squared Error), 누적 평균 log 에러, 누적 Squared Relative Difference, 누적 RMSE log 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여기서, 제5 깊이 값들과 상기 제1 깊이 값들을 비교하는 방식은 차이값, 누적 평균값, 누적 RMSE(Root Mean Squared Error), 누적 평균 log 에러, 누적 Squared Relative Difference, 누적 RMSE log 에 한정되지 않으며, 다양한

방식의 계산법이 사용될 수 있다.

- [0072] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 차이값이 기설정된 임계값 미만이면 종료하고, 차이값과 기설정된 임계값 이상이면 깊이 추정 모델을 재생성할 수 있다(S900).
- [0073] 실시예에 따른 깊이 추정 장치는 컴퓨터 판독 가능한 기록매체와 같은 컴퓨터 시스템에서 구현될 수 있다.
- [0074] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0075] 도 10을 참조하면, 실시예에 따른 컴퓨터 시스템(1000)은 버스(1020)를 통하여 서로 통신하는 하나 이상의 프로세서(1010), 메모리(1030), 사용자 인터페이스 입력 장치(1040), 사용자 인터페이스 출력 장치(1050) 및 스토리지(1060)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터 시스템(1000)은 네트워크에 연결되는 네트워크 인터페이스(1070)를 더 포함할 수 있다.
- [0076] 프로세서(1010)는 중앙 처리 장치 또는 메모리나 스토리지에 저장된 프로그램 또는 프로세싱 인스트럭션들을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 프로세서(1010)는 일종의 중앙처리장치로서 깊이 추정 장치의 전체 동작을 제어할 수 있다.
- [0077] 프로세서(1010)는 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 여기서, '프로세서(processor)'는 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microporcessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0078] 메모리(1030)는 실시예에 따른 깊이 추정 방법을 수행하기 위한 제어 프로그램 등 전반적인 동작을 위한 다양한 데이터가 저장될 수 있다. 구체적으로, 메모리에는 깊이 추정 장치에서 구동되는 다수의 응용 프로그램, 깊이 추정 장치의 동작을 위한 데이터 및 명령어가 저장될 수 있다.
- [0079] 메모리(1030) 및 스토리지(1060)는 휘발성 매체, 비휘발성 매체, 분리형 매체, 비분리형 매체, 통신 매체, 또는 정보 전달 매체 중에서 적어도 하나 이상을 포함하는 저장 매체일 수 있다. 예를 들어, 메모리(1030)는 ROM(1031)이나 RAM(1032)을 포함할 수 있다.
- [0080] 일 실시예에 따르면, 컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체로서, 스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하는 동작과, 상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하는 동작과, 상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하는 동작과, 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정하는 동작을 포함하는 방법을 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.
- [0081] 일 실시예에 따르면 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램으로서, 스테레오 카메라로부터 수집된 좌우 영상을 기초로 제1 깊이 영상을 획득하는 동작과, 상기 좌우 영상 중 어느 하나의 영상을 기초로 제2 깊이 영상을 추정하는 동작과, 상기 제1 깊이 영상에서 상기 스테레오 카메라가 인식하는 깊이 범위 내의 제1 깊이 값들과, 상기 제1 깊이 값들에 매칭되는 상기 제2 깊이 영상의 제2 깊이 값들을 기초로 깊이 추정 모델을 생성하는 동작과, 상기 제2 깊이 영상에서 추정하고자 하는 영역의 제3 깊이 값들을 상기 깊이 추정 모델의 입력으로 하여 상기 제3 깊이 값들과 매칭되는 상기 제1 깊이 영상의 제4 깊이 값을 추정하는 동작을 포함하는 방법을 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.
- [0082] 본 발명에서 설명하는 특정 실행들은 실시예들로서, 어떠한 방법으로도 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다. 명세서의 간결함을 위하여, 종래 전자적인 구성들, 제어시스템들, 소프트웨어, 상기 시스템들의 다른 기능적인 측면들의 기재는 생략될 수 있다. 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 선들의 연결 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것으로서, 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가의 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들로서 나타내어질 수 있다. 또한, "필수적인", "중요하게" 등과 같은 구체적인 언급이 없다면 본 발명의 적용을 위하여 반드시 필요한 구성 요소가 아닐 수 있다.

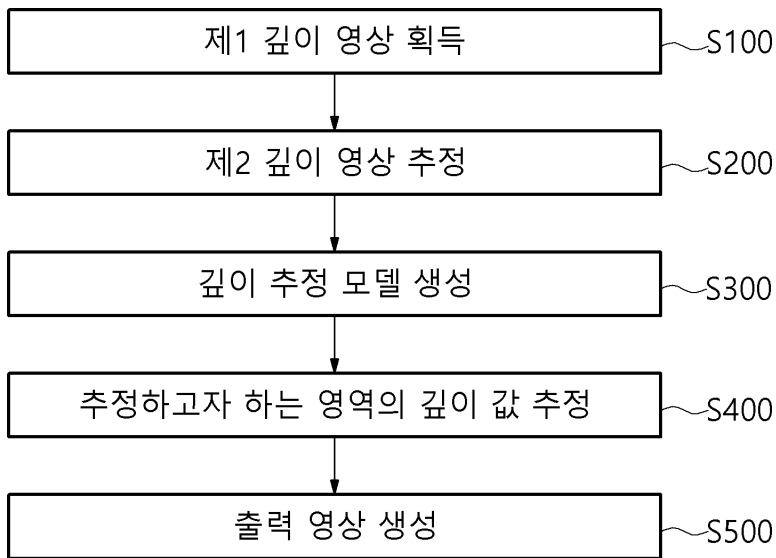
[0083] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

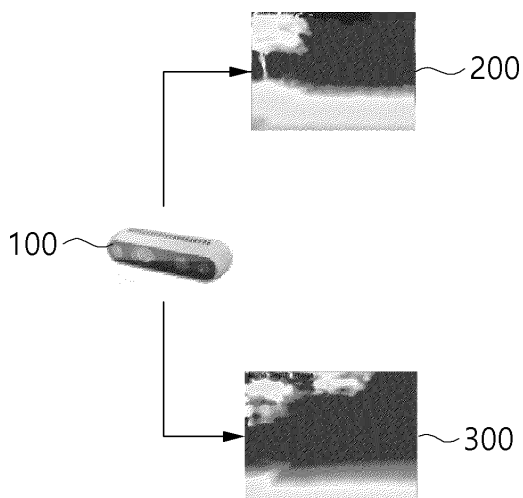
[0084] 100: 스테레오 카메라
200: 제1 깊이 영상
300: 제2 깊이 영상
400: 깊이 추정 모델

도면

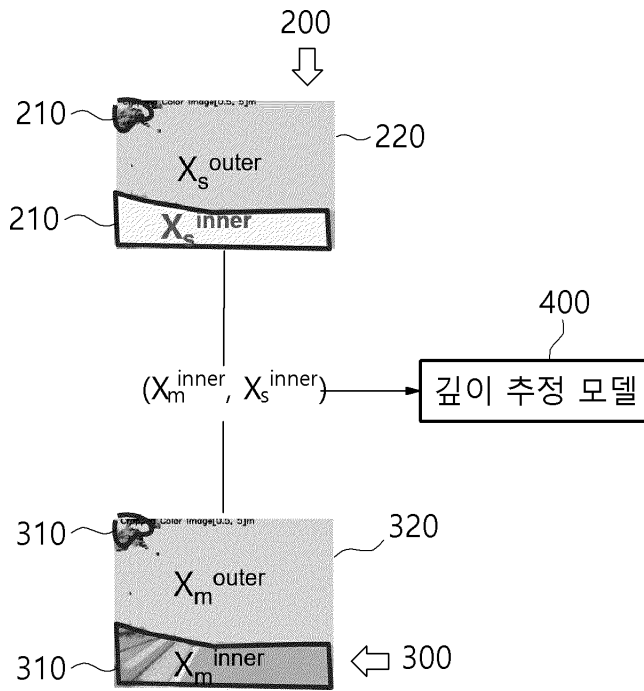
도면1



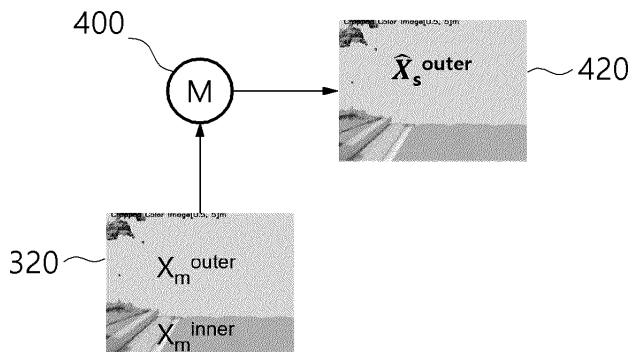
도면2



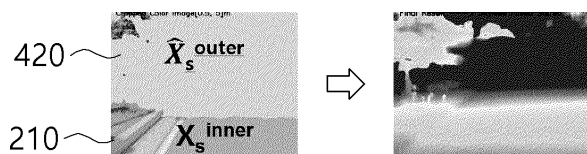
도면3



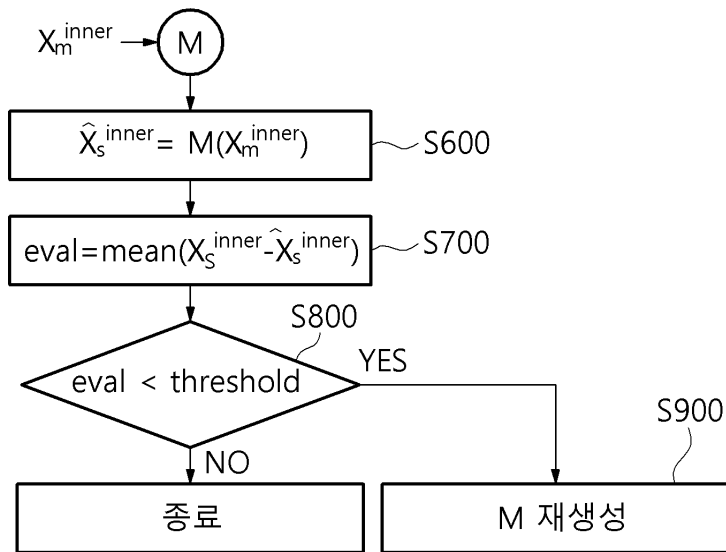
도면4



도면5



도면6



도면7

