(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월19일
(11) 등록번호 10-1919879
(24) 등록일자 2018년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G06T 5/00* (2006.01) *G06T 3/40* (2006.01)
*G06T 7/50* (2017.01) *G06T 7/90* (2017.01)
(52) CPC특허분류
*G06T 5/001* (2013.01)
*G06T 3/4007* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0091489
(22) 출원일자 2017년07월19일
심사청구일자 2017년07월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004013641 A*
KR1020110071522 A*
KR1020170049042 A
KR1020160114929 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**충남대학교산학협력단**
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
**민동보**
대전광역시 유성구 계룡로 55, 103동 2602호 (봉명동, 유성자이)
**김선민**
전라북도 군산시 수송로 49, 104동 1003호 (나운동, 금호타운아파트)
(74) 대리인
**특허법인우인**

전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 김광식

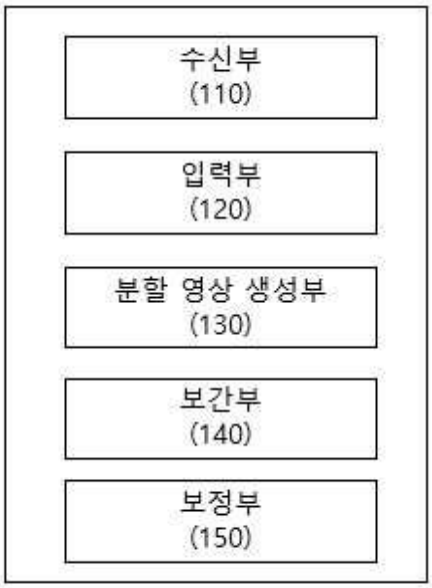
(54) 발명의 명칭 **사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치 및 방법**

## (57) 요 약

본 발명은 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치 및 방법으로서, 특히 깊이 정보 영상에 에러가 존재하는 부분에 대한 인터랙션 정보를 사용자의 간단한 드로잉으로 입력 받아서 깊이 정보 영상을 보정하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치를 개시한다. 본 발명의 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 장

(뒷면에 계속)

*대 표 도* - 도1



치는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 수신부; 상기 수신된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하는 입력부; 상기 입력된 인터랙션 정보 및 상기 수신된 컬러 정보 영상을 이용하여 객체와 배경을 구분하는 분할 영상을 생성하는 분할 영상 생성부; 보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 보간부; 및 상기 보간된 인터랙션 정보, 상기 컬러 정보 영상, 상기 분할 영상 및 전역적 목적 함수를 이용하여 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정하는 보정부; 를 포함한다.

(52) CPC특허분류
***G06T 7/194*** (2017.01)
***G06T 7/50*** (2017.01)
***G06T 7/90*** (2017.01)
*G06T 2207/10024* (2013.01)
*G06T 2207/10028* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711029788
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 디지털콘텐츠원천기술개발
연구과제명 (시장친화-2단계)RGB+D 빅데이터 기반 고정밀 2D-to-Multiview 콘텐츠 변환 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 연세대학교 산학협력단
연구기간 2015.10.01 ~ 2017.08.31
공지예외적용 : 있음

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 수신부;

상기 수신된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하는 입력부;

상기 입력된 인터랙션 정보 및 상기 수신된 컬러 정보 영상을 이용하여 객체와 배경을 구분하는 분할 영상을 생성하는 분할 영상 생성부;

보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 보간부; 및

상기 보간된 인터랙션 정보, 상기 컬러 정보 영상, 상기 분할 영상 및 전역적 목적 함수를 이용하여 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정하는 보정부; 를 포함하고,

상기 전역적 목적 함수는,

상기 보간된 인터랙션 정보 및 상기 추정된 깊이 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 데이터 항; 및

상기 분할 영상 및 상기 컬러 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 사전 지식 항;을 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 보정부는

상기 보간된 인터랙션 정보와 상기 추정된 깊이 정보 영상을 이용하여 보정을 위한 상기 전역적 목적 함수를 정의하고, 상기 전역적 목적 함수의 해를 찾음으로써 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 보간된 인터랙션 정보는

보간된 깊이 인터랙션 정보, 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 보정부는

상기 분할 영상 중, 상기 깊이 정보 영상에 매핑되는 분할 영상을 확인하고, 상기 깊이 정보 영상을 상기 확인된 분할 영상으로 대체하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 보간부는

상기 깊이 정보 영상, 상기 깊이 정보 영상에 해당하는 좌표 맵, 색인 함수, 연관성 함수 및 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 이용하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 전역적 목적 함수가 이용되었으면,

상기 전역적 목적 함수를 1차원 선형 시스템으로 변환하기 위해 근사화 과정을 이용하는 최적화 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치.

**청구항 8**

적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 단계;

상기 수신된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하는 단계;

상기 입력된 인터랙션 정보 및 상기 수신된 컬러 정보 영상을 이용하여 객체와 배경을 구분하는 분할 영상을 생성하는 단계;

보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 단계;

상기 보간된 인터랙션 정보, 상기 컬러 정보 영상, 상기 분할 영상 및 전역적 목적 함수를 이용하여 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정하는 단계; 를 포함고,

상기 전역적 목적 함수는,

상기 보간된 인터랙션 정보 및 상기 추정된 깊이 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 데이터 항; 및

상기 분할 영상 및 상기 컬러 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 사전 지식 항; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 보정하는 단계는

상기 보간된 인터랙션 정보와 상기 추정된 깊이 정보 영상을 이용하여 보정을 위한 상기 전역적 목적 함수를 정의하고, 상기 전역적 목적 함수의 해를 찾음으로써 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 보간된 인터랙션 정보는

보간된 깊이 인터랙션 정보, 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제8항에 있어서, 상기 보정하는 단계는

상기 분할 영상 중, 상기 깊이 정보 영상에 매핑되는 분할 영상을 확인하고, 상기 깊이 정보 영상을 상기 분할 영상으로 대체하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법.

**청구항 13**

제8항에 있어서, 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 단계는

상기 깊이 정보 영상, 상기 깊이 정보 영상에 해당하는 좌표 맵, 색인 함수, 연관성 함수 및 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법.

**청구항 14**

제8항에 있어서, 상기 전역적 목적 함수가 이용되었으면,

상기 전역적 목적 함수를 1차원 선형 시스템으로 변환하기 위해 근사화 과정을 이용하는 최적화 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법.

**청구항 15**

컴퓨터에서 제8항 내지 제10항, 제12항, 제13항 및 제14항 중 어느 한 항에 따른 상기 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법을 실행시키기 위한 상기 컴퓨터에서 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 깊이 정보 영상에 에러가 존재하는 부분에 대한 인터랙션 정보를 사용자의 간단한 드로잉으로 입력받아서 깊이 정보 영상을 보정하는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치 및 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 깊이 정보 영상은 영상 획득 시에 사용되는 카메라로부터 물체까지의 거리 정보를 포함하고 있다. 깊이 정보 영상은 보행자 검출, 물체 인식, 3D 영화 등의 많은 분야에서 핵심적으로 사용되고 있다. 기존의 깊이 정보 영상을 추출하는 방식은 크게 두 분야로 나누어진다. 여러 대의 카메라에서 획득된 영상들에서 대응점을 추정하여 깊이 정보 영상을 추정하는 수동형 방식과 능동형 센서를 이용하여 반사되는 신호의 위상 또는 시간차를 이용하는 능동형 방식이 있다. 수동형 방식은 여러 대의 카메라를 사용하여 대응점을 추정하는데 많은 비용이 요구되고 추정 성능에 제한이 존재한다. 능동형 방식의 대표적인 예로는 라이더(Lidar), Time-of-Flight 방식 카메라 등이 있지만, 실내 환경에서만 동작하거나, 매우 높은 비용 등의 문제가 존재한다. 최근에는 딥러닝 기술의 획기적인 발전으로 인해 단일 카메라에서 획득된 영상에서 깊이 정보를 추정하는 학습 기반 방식이 여러 연구자들을 통해 연구되고 있다.

[0003] 위의 방식들에서 획득되는 깊이 정보 영상은 깊이 정보의 정확도 측면에서 여전히 많은 문제점을 가지고 있다. 특히, 여러 대의 카메라를 사용하는 수동형 방식과 최근의 딥 러닝 기반 단일 영상 깊이 추정 방식은 추정 오차로 인해 부정확한 깊이 정보가 추정되는 경우가 매우 빈번히 발생하기에 고품질의 깊이 영상이 필요한 응용 분야에서 실제 사용하기에는 여전히 제한이 존재한다.

### *선행기술문헌*

#### *특허문헌*

[0004] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제 10-1626072호 (등록일: 2016.05.25.)

## *발명의 내용*

### *해결하려는 과제*

[0005] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 사용자가 제공하는 최소한의 입력만을 이용하여 깊이 정보 영상에 존재하는 추정 오차를 수정하는 새로운 방식을 제안하기 위해서 안출되었다.

### *과제의 해결 수단*

[0006] 본 발명은 상기한 목적을 달성하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 수신부; 상기 수신된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하는 입력부; 상기 입력된 인터랙션 정보 및 상기 수신된 컬러 정보 영상을 이용하여 객체와 배경을 구분하는 분할 영상을 생성하는 분할 영상 생성부; 보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 보간부; 및 상기 보간된 인터랙션 정보, 상기 컬러 정보 영상, 상기 분할 영상 및 전역적 목적 함수를 이용하여 상기 추정된 깊

이 정보 영상을 보정하는 보정부; 를 포함한다.

[0007] 본 발명에서 상기 보정부는 상기 보간된 인터랙션 정보와 상기 추정된 깊이 정보 영상을 이용하여 보정을 위한 전역적 목적 함수를 정의하고, 상기 전역적 목적 함수의 최적 해를 찾음으로써 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정할 수 있다.

[0008] 본 발명에서 상기 전역적 목적 함수는 상기 보간된 인터랙션 정보 및 상기 추정된 깊이 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 데이터 항; 및 상기 분할 영상 및 상기 컬러 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 사전 지식 항을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명에서 상기 보간부는 상기 깊이 정보 영상, 상기 깊이 정보 영상에 해당하는 좌표 맵, 색인 함수, 연관성 함수 및 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 상기 전역적 목적 함수가 이용되었으면, 상기 전역적 목적 함수를 1차원 선형 시스템으로 변환하기 위해 근사화 과정을 이용하는 최적화 방법을 이용할 수 있다.

[0011] 또한 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법은 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 단계; 상기 수신된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하는 단계; 상기 입력된 인터랙션 정보 및 상기 수신된 컬러 정보 영상을 이용하여 객체 영상과 배경 영상을 포함하는 분할 영상을 생성하는 단계; 보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하는 단계; 상기 보간된 인터랙션 정보, 상기 컬러 정보 영상, 상기 분할 영상 및 전역적 목적 함수를 이용하여 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정하는 단계; 를 포함한다.

[0012] 본 발명에서 상기 보정하는 단계는 상기 보간된 인터랙션 정보와 상기 추정된 깊이 정보 영상을 비교하여 그 비교한 결과로 상기 추정된 깊이 정보 영상을 보정할 수 있다.

[0013] 상기 보간된 인터랙션 정보는 보간된 깊이 인터랙션 정보, 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 전역적 목적 함수는 상기 보간된 인터랙션 정보 및 상기 추정된 깊이 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 데이터 항; 및 상기 분할 영상 및 상기 컬러 정보 영상 중 적어도 하나를 이용하는 사전 지식 항; 을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 보정하는 단계는 상기 보간된 인터랙션 정보와 상기 추정된 깊이 정보 영상으로 전역적 목적 함수를 정의하고, 정의된 전역적 목적 함수의 최적의 해를 구함으로써 상기 깊이 추정된 깊이 영상을 보정할 수 있다.

[0016] 본 발명에서 상기 보간부는 상기 깊이 정보 영상, 상기 깊이 정보 영상에 해당하는 좌표 맵, 색인 함수, 연관성 함수 및 상기 분할 영상 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.

[0017] 또한 본 발명은 컴퓨터에서 상기한 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 개시한다.

## 발명의 효과

[0018] 본 발명은 깊이 정보 영상에 에러가 존재하는 부분에 대한 인터랙션 정보를 사용자의 간단한 드로잉으로 입력받아서 깊이 정보 영상을 보정할 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력부가 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한 영상을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분할 영상 생성부가 분할 영상을 생성한 영상을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 수신부가 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상을 수신한 영상을 도시한 도면이다.

도 5는 도 4의 깊이 정보 영상을 수학식 10의 최적화를 통해 보정하는 과정에서 유도된 대규모 선형 시스템을 매트랩에서 제공하는 의사 역 행렬(pseudo inverse matrix)연산자로 푸는 방법을 이용하여 보정한 깊이 정보 영

상을 도시한 도면이다.

도 6은 도 4의 깊이 정보 영상을 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 장치를 이용하여 보정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

도 7은 최종 추정 오차가 적은 Time-of-Flight 방식 카메라로 추정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력부가 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한 영상을 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 수신부가 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상을 수신한 영상을 도시한 도면이다.

도 10은 도 9의 깊이 정보 영상을 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 장치를 이용하여 보정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

도 11은최종 추정 오차가 적은 Time-of-Flight 방식 카메라로 추정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용했을 때와 수학식 10의 최적화를 통해 보정하는 과정에서 유도된 대규모 선형시스템을 매트랩에서 제공하는 의사 역 행렬 연산자로 푸는 방법으로 이용했을 때의 보정 수행 시간을 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법의 흐름도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0020] 이하, 본 발명의 일 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.

[0021] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치의 구성을 관련된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치의 블록도이다.

[0023] 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치는 수신부(110), 입력부(120), 분할 영상 생성부(130), 보간부(140) 및 보정부(150)를 포함한다.

[0024] 상기 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하고, 상기 촬영된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하고, 물체-배경 인터랙션 정보로 객체 영상과 배경 영상을 포함하는 분할 영상을 생성하고, 보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하여 보간된 인터랙션 정보를 생성하고, 상기 보간된 인터랙션 정보를 이용하여 상기 깊이 정보 영상을 보정한다.

[0025] 상기 수신부(110)는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신한다.

[0026] 상기 깊이 추정 장치는 Time-of-Flight 방식의 카메라와 같은 장치일 수 있다. 상기 컬러 촬영 장치는 디지털 카메라와 같은 카메라일 수 있다.

[0027] 상기 입력부(120)는 촬영된 상기 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한다.

[0028] 상기 인터랙션 정보는 깊이 인터랙션 정보, 물체 인터랙션 정보 및 배경 인터랙션 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 깊이 인터랙션 정보는 사용자가 초록색으로 입력한 정보일 수 있고, 상기 물체 인터랙션 정보는 사용자가 빨강색으로 입력한 정보일 수 있고, 상기 배경 인터랙션 정보는 사용자가 파랑색으로 입력한 정보일 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보와 상기 배경 인터랙션 정보는 영상 보정을 수행하기 전에 물체 분할 영상을 생성할 때 사용되는 것일 수 있다.

[0029] 상기 깊이 인터랙션 정보는 사용자가 보정하고자 하는 깊이 정보 영상에 해당하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치가 물체로 인식하기를 원하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 배경 인터랙션

정보는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치가 배경으로 인식하기를 원하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다.

[0030] 상기 물체 인터랙션 정보와 상기 배경 인터랙션 정보는 보정하고자 하는 물체를 뚜렷히 구분하기 위함이므로 각각 물체와 배경에 대한 대략적인 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 깊이 인터랙션 정보는 기존의 깊이 정보를 사용자가 원하는 깊이 정보로 보정하기 위함이므로 보정을 원하는 부분의 대략적인 좌표 정보와 해당 좌표에 대응되는 사용자 깊이 정보로 구성할 수 있다.

[0031] 상기 분할 영상 생성부(130)는 객체와 배경을 구분하는 분할 영상을 생성한다. 상기 분할 영상 생성부(130)는 물체 인터랙션 정보와 배경 인터랙션 정보, 수신부(110)에서 수신 받은 컬러 정보 영상을 이용하여 객체와 배경을 구분하는 분할 영상을 생성한다. 상기 물체 인터랙션 정보는 사용자가 빨강색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 목표로하는 물체에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 배경 인터랙션 정보는 사용자가 파랑색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 목표로하는 물체 주위의 배경에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 분할 영상은 물체 인터랙션과 배경 인터랙션에 의해 보정 목표 물체와 배경을 구분할 수 있다.

[0032] 상기 분할 영상을 생성하는 과정은 수학식 22, 수학식 23, 수학식 24에 자세하게 설명 되어있다.

[0033] 상기 보간부(140)는 보간법을 이용하여 상기 입력된 깊이 인터랙션 정보를 보간하여 보간된 인터랙션 정보를 생성한다. 상기 깊이 인터랙션 정보는 사용자가 초록색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 원하는 부분의 좌표와 그에 대응되는 보정 후 깊이 정보를 포함할 수 있다.

[0034] 상기 보간부(140)가 보간법을 이용하여 상기 보간된 인터랙션 정보를 생성하는 과정은 후술하는 수학식 4, 수학식 5, 수학식 6, 수학식7, 수학식 8 및 수학식 9에 자세하게 설명 되어있다. 상기 보간법은 깊이 인터랙션 정보, 수신 받은 컬러 정보 영상과 상기 분할 영상 생성부(130)에서 생성된 객체-배경 분할 영상를 이용하여 상기 보간된 인터랙션 정보를 생성한다.

[0035] 상기 보간된 인터랙션 정보는 제1 보간 인터랙션 정보와 제2 보간 인터랙션 정보를 포함할 수 있다. 상기 제1 보간 인터랙션 정보와 상기 제2 보간 인터랙션 정보는 수신 받은 깊이 정보 영상의 크기만큼의 정보로 구성될 수 있다. 상기 제1 보간 인터랙션 정보와 제2 보간 인터랙션 정보는 각각 보간된 깊이 인터랙션 정보와 보간된 인덱싱 인터랙션 정보에 해당하는 정보일 수 있다.

[0036] 상기 보정부(150)는 상기 수신부(110)의 컬러 정보 영상과 상기 분할 영상 생성부(130)의 분할 영상, 상기 보간부(140)의 보간된 인터랙션 정보를 이용하여 상기 깊이 추정 정보 영상을 보정한다. 상기 보정부(150)가 전역적 목적 함수를 정의하여 상기 깊이 추정 영상을 보정하는 과정은 후술하는 수학식 10, 수학식 11, 수학식 12, 수학식 13, 수학식 14, 수학식 15, 수학식 16, 수학식 17, 수학식 18, 수학식 19, 수학식 20 및 수학식 21에 자세하게 설명 되어있다.

[0037] 상기 전역적 목적 함수는 상기 보간된 인터랙션 정보 및 상기 수신된 깊이 추정 영상을 이용하는 데이터 항과 그에 대한 사전 지식 항으로 구성된다. 상기 데이터 항은 보간된 인터랙션 정보를 이용하여 수신된 깊이 추정 영상을 보정하는 항일 수 있고, 상기 사전 지식 항은 보정된 깊이 정보 영상을 평활화 해주기 위해 존재하는 항일 수 있다.

[0038] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력부(120)가 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한 영상을 도시한 도면이다.

[0039] 상기 입력부(120)는 촬영된 상기 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한다.

[0040] 상기 인터랙션 정보는 깊이 인터랙션 정보(210), 물체 인터랙션 정보(230) 및 배경 인터랙션 정보(220)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 깊이 인터랙션 정보(210)는 사용자가 초록색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 원하는 부분의 좌표와 그에 대응되는 보정 후 깊이 정보를 포함할 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보(230)는 사용자가 빨강색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 목표로하는 물체에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 배경 인터랙션 정보(220)는 사용자가 파랑색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 목표로하는 물체 주위 배경에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보(230)와 상기 배경 인터랙션 정보(220)는 영상 보정을 수행하기 전에 물체 분할 영상을 생성할 때 사용되는 것일 수 있다.

[0041] 상기 깊이 인터랙션 정보(210)는 사용자가 보정하고자 하는 깊이 정보 영상에 해당하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보(230)는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치가 물체로 인식하기를 원하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 배

경 인터랙션 정보(220)는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치가 배경으로 인식하기를 원하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 분할 영상 생성부(130)는 상기 물체 인터랙션 정보(230)와 상기 배경 인터랙션 정보(220)를 이용하여 상기 수학식 18, 수학식 19, 수학식 20에서 객체 영상과 배경 영상을 포함하는 분할 영상을 생성하는 장치일 수 있다.

[0042] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분할 영상 생성부(130)가 분할 영상을 생성한 영상을 도시한 도면이다.

[0043] 상기 도 3은 상기 물체-객체 인터랙션 정보를 이용하여 객체와(310) 배경 (320)을 구분하는 분할 영상을 생성하는 분할 영상 생성부(130)가 생성한 영상을 도시한 도면일 수도 있다.

[0044] 상기 분할 영상 생성부(130)는 객체(310)와 배경(320)을 구분하는 분할 영상을 생성한다. 상기 분할 영상 생성부(130)가 객체 영상(310)과 배경 영상(320)을 포함하는 분할 영상을 생성하는 과정은 수학식 18, 수학식 19, 수학식 20에 자세하게 설명 되어있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 수신부(110)가 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상을 수신한 영상을 도시한 도면이다.

[0046] 상기 수신부(110)는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 장치일 수 있다.

[0047] 상기 적어도 하나의 깊이 추정 장치가 깊이 정보 영상을 추정한 영상은 도 6의 깊이 정보 영상을 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용하여 보정한 깊이 정보 영상이나 도 7의 MS(Microsoft) Kinect v2를 이용하여 깊이 정보 영상을 추정한 영상과 비교했을 때, 깊이 정보가 분명하지 않은 것을 확인할 수 있다.

[0048] 사용자가 깊이 정보 영상을 보정하기를 원해서 컬러 정보 영상에 입력한 인터랙션 정보인 깊이 인터랙션 정보(410)에 해당하는 영역을 보면, 도 5의 깊이 인터랙션 정보(510)에 해당하는 영역 또는 도 6의 깊이 인터랙션 정보(610)에 해당하는 영역 또는 도 7의 깊이 인터랙션 정보(710)에 해당하는 영역과 비교했을 때, 깊이 정보가 분명하지 않은 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 5의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역 또는 도 6의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역 또는 도 7의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역과 비교했을 때, 깊이 정보가 분명하지 않은 것을 알 수 있다.

[0049] 상기 적어도 하나의 깊이 추정 장치가 깊이 정보 영상을 추정한 영상을 보정하기 위해, 도 2의 인터랙션 정보를 입력 받은 컬러 정보 영상이 사용될 수 있다.

[0050] 도 5는 도 4의 깊이 정보 영상을 수학식 10의 최적화를 통해 보정하는 과정에서 유도된 대규모 선형시스템을 매트랩에서 제공하는 의사 역 행렬 연산자로 푸는 방법을 이용하여 보정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

[0051] 상기 깊이 인터랙션 정보(510)에 해당하는 영역을 보면, 도 6의 깊이 인터랙션 정보(610)에 해당하는 영역 또는 도 7의 깊이 인터랙션 정보(710)에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 6의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역 또는 도 7의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

[0052] 도 6은 도 4의 깊이 정보 영상을 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 장치를 이용하여 보정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

[0053] 상기 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하고, 상기 촬영된 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력 하고, 보간법을 이용하여 상기 입력된 인터랙션 정보를 보간하여 보간된 인터랙션 정보를 생성하고, 상기 보간된 인터랙션 정보와 상기 수신된 깊이 정보 영상, 수신된 컬러 정보 영상 및 물체-배경 영상으로 전역적 목적 함수를 정의하여 상기 깊이 정보 영상을 보정한다.

[0054] 상기 깊이 인터랙션 정보(610)에 해당하는 영역을 보면, 도 5의 깊이 인터랙션 정보(510)에 해당하는 영역 또는 도 7의 깊이 인터랙션 정보(710)에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 5의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역 또는 도 7의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

[0055] 보정 과정에서 유도된 대규모 선형시스템을 풀 때,본 발명에서 이용하는 서브시스템으로 분리하여 푸는 방법을 사용하면 상기 매트랩의 의사역행렬 연산자를 이용한 방법 보다 훨씬 빠른 보정 속도를 보장할 수 있다. 상기 본 발명을 이용하여 깊이 정보 영상을 보정하는 속도를 개선하는 것은 도 12에 도시되어 있다.

[0056] 도 12는 상기 3.3GHz, 4core의 CPU와 16GB의 RAM인 환경에서 깊이 정보 영상이 보정된 것일 수 있다.

[0057] 상기 보정 과정에서 매트랩의 의사역행렬 연산자를 이용하여 보정한 깊이 정보 영상과 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용하여 보정한 깊이 정보 영상은 거의 비슷한 보정 결과를 제공하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 도 12를 참조하면, 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용하여 보정한 깊이 정보 영상의 보정 수행 시간이 월등히 빠르다는 것을 확인할 수 있다.

[0058] 도 7은 최종 추정 오차가 적은 Time-of-Flight 방식 카메라(Microsoft Kinect v2)로 추정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

[0059] 상기 Time-of-Flight 방식 카메라는 빛을 쏘아서 반사되어 오는 시간을 측정하여 거리를 추정하는 카메라이다. 상기 Time-of-Flight 방식 카메라를 이용하면 최종 추정 오차적은 깊이 정보 영상을 추정 할 수 있지만, 실내 환경에서만 동작하거나 매우 높은 비용이 요구되어지는 제한이 있을 수 있다.

[0060] 상기 깊이 인터랙션 정보(710)에 해당하는 영역을 보면, 도 5의 깊이 인터랙션 정보(510)에 해당하는 영역 또는 도 6의 깊이 인터랙션 정보(610)에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 5의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역 또는 도 6의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

[0061] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력부(120)가 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한 영상을 도시한 도면이다.

[0062] 상기 입력부(120)는 촬영된 상기 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한다.

[0063] 상기 인터랙션 정보는 깊이 인터랙션 정보(830), 물체 인터랙션 정보(820) 및 배경 인터랙션 정보(810)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 깊이 인터랙션 정보(830)는 사용자가 초록색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 원하는 부분의 좌표와 그에 대응되는 보정 후 깊이 정보를 포함할 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보(820)는 사용자가 빨강색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 목표로하는 물체에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 배경 인터랙션 정보(810)는 사용자가 파랑색으로 입력한 정보일 수 있고, 보정을 목표로하는 물체 주위의 배경에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보(820)와 상기 배경 인터랙션 정보(810)는 영상 보정을 수행하기 전에 물체 분할 영상을 생성할 때 사용되는 것일 수 있다.

[0064] 상기 깊이 인터랙션 정보(830)는 사용자가 보정하고자 하는 깊이 정보 영상에 해당하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 물체 인터랙션 정보(820)는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치가 물체로 인식하기를 원하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 배경 인터랙션 정보(810)는 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치가 배경으로 인식하기를 원하는 영역을 컬러 정보 영상에 나타낸 인터랙션 정보일 수 있다. 상기 분할 영상 생성부(130)는 상기 물체 인터랙션 정보(820)와 상기 배경 인터랙션 정보(810)를 이용하여 상기 수학식 18, 수학식 19, 수학식 20에서 객체 영상과 배경 영상을 포함하는 분할 영상을 생성하는 장치일 수 있다.

[0065] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 수신부(110)가 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상을 수신한 영상을 도시한 도면이다.

[0066] 상기 수신부(110)는 적어도 하나의 깊이 추정 장치에 의해 추정된 깊이 정보 영상 및 적어도 하나의 컬러 촬영 장치에 의해 촬영된 컬러 정보 영상을 수신하는 장치일 수 있다.

[0067] 상기 적어도 하나의 깊이 추정 장치가 깊이 정보 영상을 추정한 영상은 도 10의 깊이 정보 영상을 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용하여 보정한 깊이 정보 영상이나 도 11의 MS Kinect v2를 이용하여 깊이 정보 영상을 추정한 영상과 비교했을 때, 깊이 정보가 분명하지 않은 것을 확인할 수 있다. 특히, 도 9 또는 도 11에 도시된 바와 같이, 투명한 유리나 거울을 대상으로 깊이를 추정하는 경우에는 MS Kinect v2를 이용하여도 매우 큰 추정 오차가 산출될 수 있다.

[0068] 사용자가 깊이 정보 영상을 보정하기를 원해서 컬러 정보 영상에 입력한 인터랙션 정보인 깊이 인터랙션 정보(910)에 해당하는 영역을 보면, 도 10의 깊이 인터랙션 정보(1010)에 해당하는 영역 또는 도 11의 깊이 인터랙션 정보(1110)에 해당하는 영역과 비교했을 때, 깊이 정보가 분명하지 않은 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 10의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역 또는 도 11의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역과 비교했을 때, 깊이 정보가 분명하지 않은 것을 알 수 있다.

[0069] 도 10은 도 9의 깊이 정보 영상을 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 장치를 이용하여 보정한 깊이 정보 영상을 도시한 도면이다.

[0070] 상기 깊이 인터랙션 정보(1010)에 해당하는 영역을 보면, 도 11의 깊이 인터랙션 정보(1110)에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 11의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 상기 도 10은 상기 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치를 사용하면 보정하면, MS Kinect v2를 이용하여 추정한 깊이 정보 영상과 유사한 결과를 얻을 수 있다는 것을 나타내는 것일 수 있다.

[0071] 본 발명의 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치는 추정 오차가 크게 산출되는 투명한 유리나 거울을 대상으로 보정을 수행하는 경우에도 정확한 깊이 보정을 수행할 수 있다. 상기 깊이 인터랙션 정보(1110)에 해당하는 영역을 보면, 도 10의 깊이 인터랙션 정보(1010)에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역을 보면, 도 10의 배경 인터랙션 정보에 해당하는 영역의 깊이 정보와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

[0072] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용했을 때와 수학식 10의 최적화를 통해 보정하는 과정에서 유도된 대규모 선형시스템을 매트랩에서 제공하는 의사 역 행렬 연산자로 푸는 보정 방법으로 이용했을 때의 보정 수행 시간을 도시한 도면이다.

[0073] 영상 크기가 625 X 468 일 때는, 매트랩의 의사역행렬 연산자로 최적화를 수행하여 보정했을 때(1210)의 보정 수행 시간은 2.11초인 반면, 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용했을 때(1220)의 보정 수행 시간은 0.1초이다.

[0074] 영상 크기가 900 X 680 일 때는, 매트랩의 의사역행렬 연산자로 최적화를 수행하여 보정했을 때(1210)의 보정 수행 시간은 2.62초인 반면, 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용했을 때(1220)의 보정 수행 시간은 0.29초이다.

[0075] 영상 크기가 1200 X 900 일 때는, 매트랩의 의사역행렬 연산자로 최적화를 수행하여 보정했을 때(1210)의 보정 수행 시간은 24.6초인 반면, 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법을 이용했을 때(1220)의 보정 수행 시간은 0.59초이다.

[0076] 영상 크기가 900 X 680 일 때와 영상 크기가 1200 X 900 일 때 매트랩의 의사역행렬 연산자로 최적화를 수행하여 보정하면 보정 수행시간은 각각 2.62초와 24.6초이다. 따라서, 영상 해상도가 HD급(1280 X 720) 이상일 때, 매트랩의 의사역행렬로 최적화를 수행한 보정 방법을 이용하면 속도가 현저히 느려질 수 있다. 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법의 흐름도이다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 방법은 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상 보정 장치에서 시계열적으로 처리되는 다음과 같은 단계들로 구성된다.

[0078] S110에서, 수신부(110)가 깊이 정보 영상 및 컬러 정보 영상을 수신한다.

[0079] S120에서, 입력부(120)가 촬영된 상기 컬러 정보 영상에 인터랙션 정보를 입력한다.

[0080] S130에서, 분할 영상 생성부(130)는 객체 영상과 배경 영상을 포함하는 분할 영상을 생성한다.

[0081] S140에서, 보간부(140)가 상기 입력된 깊이 인터랙션 정보를 보간법을 사용하여 보간된 인터랙션 정보를 생성한다.

[0082] S150에서, 상기 보정부(150)는 수신 받은 깊이 추정 영상 및 컬러 정보 영상, 보간된 인터랙션 정보 및 생성된 분할 영상을 이용하여 전역적 목적 함수를 정의하고 상기 깊이 정보 영상을 보정한다.

*수학식 1*

[0083] $$\sum_{p}\left((u_p - f_p)^2 + \lambda \sum_{q \in N_p} w_{p,q}(u_p - u_q)^2\right)$$

[0084] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $N_p$: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하

나의 픽셀, $w_{p,q}$: 수학식 2와 같은 픽셀 p와 q간의 연관성, $f_p$ : 입력 영상에서의 픽셀 p의 값, $u_p$: 결과 영상에서의 픽셀 p의 값, $u_q$ : 결과 영상에서의 픽셀 q의 값, $\lambda$ : 영향 파라미터이다.

[0085] 수학식 1은 영상처리 분야에서 많이 사용되는 WLS(Weighted Least Squres) 문제이고, 본 발명에서는 영상 보정, 영상 분리 과정들을 WLS 문제로 정의하여 영상처리 연산을 수행하였다. 주어진 입력 영상에 대하여 수학식 1를 최소화하는 $u_p$를 구함으로써 최적의 결과 영상을 얻을 수 있다. 수학식 1의 $u_p$에 대한 미분값이 0이 될 때 최적의 $u_p$를 연산함으로 최소화 과정을 수행할 수 있다. 수학식 1, 수학식 2, 수학식 3 및 수학식 4는 통상적인 WLS 문제에 관련된 수학식이고, 수학식 5, 수학식 6 및 수학식 7은 본 발명에서 WLS 문제를 효율적으로 푸는 방법에 관련된 수학식이다.

[0086] 상기 수학식 1의 첫 번째 항은 데이터 항이고, 두 번째 항은 사전 지식 항이다. 데이터 항으로 인하여 최소화 과정을 수행한 후, 결과 영상 중 임의의 픽셀 p의 값($u_p$)은 입력 영상 중 임의의 픽셀 p의 값($f_p$)과 유사해지도록 영향을 받는다. 사전 지식 항으로 인하여 최소화 과정을 수행한 후, 결과 영상 중 임의의 픽셀 p의 값($u_p$)은 결과 영상 중 픽셀 p의 상하좌우 픽셀($u_q$)의 영향을 받는다. 이 때, 픽셀 p와 q간의 연관성($w_{p,q}$)이 크면 클수록 최소화 과정 후 결과 영상 중 임의의 픽셀 p의 값($u_p$)은 데이터 항에 비해 사전 지식 항에 더욱 많은 영향을 받고 상하좌우에 위치한 픽셀의 값($u_q$)과 유사한 결과를 얻는다. 예를 들어, 깊이 보정의 과정 중 영상 내 임의의 물체는 매우 유사한 컬러 속성 때문에 물체 내 픽셀 p와 q간의 연관성($w_{p,q}$) 커지고, 최소화 과정을 수행한 후 사전 지식 항의 영향력에 따라 유사한 깊이 정보를 가지도록 보정된다.

[0087] 영향 파라미터는 상기 데이터 항의 영향력과 사전 지식 항의 영향력의 비율을 조절해주는 상수값으로, 영향 파라미터가 클수록 최소화 과정 중 사전 지식 항의 영향력이 커진다.

*수학식 2*

[0088] $$w_{p,q} = e^{-\left(\frac{r_p - r_q}{\sigma_c}\right)^2} * e^{-\left(\frac{g_p - g_q}{\sigma_c}\right)^2} * e^{-\left(\frac{b_p - b_q}{\sigma_c}\right)^2}$$

[0089] 여기에서, $w_{p,q}$: 두 픽셀 p와 q간의 연관성, $r_p$ : 수신된 컬러 정보 영상에서의 픽셀 p의 빨강색 값, $r_p$: 수신된 컬러 정보 영상에서의 픽셀 q의 빨강색 값, $g_p$ : 수신된 컬러 정보 영상에서의 픽셀 p의 초록색 값, $g_q$: 수신된 컬러 정보 영상에서의 픽셀 q의 초록색 값, $b_p$ : 수신된 컬러 정보 영상에서의 픽셀 p의 파랑색 값, $b_q$ : 수신된 컬러 정보 영상에서의 픽셀 q의 파랑색 값, $\sigma_c$ : 컬러 특징값에 대한 정규화 파라미터이다.

[0090] 상기 두 픽셀 p와 q간의 연관성은 컬러 정보 영상에서의 픽셀 p의 값과 컬러 정보 영상에서의 픽셀 q의 값이 유사한 값일수록 더 커진다. 상기 수학식 2는 상기 수학식 1에서 사용되는 것일 수 있다. 상기 수학식 2는 수학식 4, 수학식 5, 수학식 7과 관련된 내용일 수 있다.

*수학식 3*

[0091] $$(D + \lambda W)u = f$$

[0092] 여기에서, D: 수학식 4와 같은 $N \times N$ 대각행렬(N = 입력영상의 높이 x 입력영상의 너비), W: 수학식 4와 같은 $N \times N$ 연관성 행렬, f: 입력 영상에 대응되는 $N \times 1$ 벡터, u: 결과 영상에 대응되는 $N \times 1$ 벡터, $\lambda$ : 영향 파라미터이다.

[0093] 상기 수학식 3은 상기 수학식 1의 최소화 과정 중 유도되는 선형 시스템이다. 수학식 3의 선형시스템에서 결과 영상에 대응되는 벡터 u를 얻기 위해서는 $(D + \lambda W)$의 역행렬을 계산해야 하고, 이 과정은 N의 크기가 커질수록

기하급수적으로 시간 소비가 증가된다. 또한, 수학식 4의 연관성 행렬의 특징 때문에 행렬 $(D+\lambda W)$는 각 행마다 5개의 원소를 가진다.

*수학식 4*

$$D(p,q)=\begin{cases}1+\lambda\sum_{j\in N_p} w_{p,j}, & if\ p=q\\ 0, & otherwise\end{cases}$$

$$W(p,q)=\begin{cases}-w_{p,q}, & \text{if } q\in N_p\\ 0, & \text{otherwise}\end{cases}$$

[0094]

[0095] 여기에서, D(p,q): $NxN$ 대각 행렬 D의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, W(p,q): $NxN$ 연관성 행렬 W의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, p: 임의의 픽셀, q: 임의의 픽셀, $N_p$ : 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀, j: 픽셀 p의 상하좌우 픽셀 중 하나, $w_{p,q}$ : 수학식 2와 같은 연관성, $\lambda$ : 영향 파라미터이다

[0096] 수학식 4와 같이 연관성 행렬을 정의했을 때, 연관성 행렬 W는 각 행마다 4개의 원소를 가지는 행렬이 된다.

*수학식 5*

$$\sum_p\left((u_{x,p}-f_{x,p})^2+\lambda\sum_{q\in N_{x,p}} w_{p,q}(u_{x,p}-u_{x,q})^2\right)$$

$$\sum_p\left((u_{y,p}-f_{y,p})^2+\lambda\sum_{q\in N_{y,p}} w_{p,q}(u_{y,p}-u_{y,q})^2\right)$$

[0097]

[0098] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $N_{x,p}$ : 픽셀 p를 중심으로 좌우 픽셀, $N_{y,p}$ : 픽셀 p를 중심으로 상하 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 좌우 픽셀 또는 상하 픽셀 중 하나, $f_{x,p}$ : 행으로 분리된 입력 영상 중 픽셀 p의 값, $f_{y,p}$: 열로 분리된 입력 영상 중 픽셀 p의 값, $u_{x,p}$ : 행으로 분리된 결과 영상 중 픽셀 p의 값, $u_{x,q}$: 행으로 분리된 결과 영상 중 픽셀 q의 값, $u_{y,p}$ : 열로 분리된 결과 영상 중 픽셀 p의 값, $u_{y,q}$ : 열로 분리된 결과 영상 중 픽셀 q의 값, $w_{p,q}$ : 수학식 2와 같은 픽셀 p와 q간의 연관성, $\lambda$ : 영향 파라미터이다.

[0099] 수학식 1의 WLS 문제를 최소화하기 위해서는 $NxN$ 크기의 희소행렬이 포함된 수학식 3의 대규모 선형 시스템을 풀어야 하는데, 본 발명에서 사용되는 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하면 대규모 선형시스템을 분리하여 효율적인 시간 내에 전역해를 구할 수 있다.

[0100] 수학식 5는 수학식 1를 X축 서브 시스템(첫 번째 수학식)과 Y축 서브 시스템(두 번째 수학식)으로 나눈 수학식이다.

[0101] 수학식 5의 $f_x$ 는 각각 2차원 입력 영상 f를 행(X축)마다 분리시켰다는 의미를 내포하고 있고, 그 결과 f는 입력 영상의 높이 개수만큼의 분리된 행으로 분리된다. 마찬가지로, 수학식 5의 $f_y$는 각각 2차원 입력 영상 f를 열(Y축)마다 분리시켰다는 의미를 내포하고 있고, 그 결과 f는 입력 영상의 너비 개수만큼의 분리된 열으로 분리된다. 따라서, 높이 개수만큼의 분리된 행마다 또는 너비 개수만큼의 분리된 열마다 최소화 과정을 수행하면, $f_x$ 와 $f_y$에 대응되는 분리된 결과 영상의 높이 개수만큼의 $u_x$와 너비 개수만큼의 $u_y$를 구할 수 있다.

[0102] 수학식 5의 최소화 과정에서 유도되는 선형 시스템을 수학식 6으로 표현 할 수 있다.

[0103] 수학식 5와 수학식 6의 분리된 서브 시스템의 근사화 방법은 수학식 8, 수학식 9의 희소 보간법 과정과 수학식 14, 수학식 16, 수학식 17의 깊이 추정 영상 보정 과정과 수학식 22의 물체 배경 분리 과정에서 WLS 문제를 효율적인 시간 내에 풀기 위해 사용된다. 상기 방법을 사용함으로써 O(높이X너비)의 시간 복잡도에 수학식 1의 WLS 문제를 풀 수 있다.

*수학식 6*

[0104]
$$(D_x + \lambda W_x)u_x = f_x$$
$$(D_y + \lambda W_y)u_y = f_y$$

[0105] 여기에서, $D_x$ : 수학식 7과 같은 너비x너비 대각행렬, $W_x$ : 수학식 7와 같은 너비x너비 연관성 행렬, $f_x$ : 행으로 분리된 입력 영상에 대응되는 너비x1 벡터, $u_x$ : 행으로 분리된 결과 영상에 대응되는 너비x1 벡터, $D_y$ : 수학식 7과 같은 높이x높이 대각행렬, $W_y$ : 수학식 7와 같은 높이x높이 연관성 행렬, $f_y$ : 열로 분리된 입력 영상에 대응되는 높이x1 벡터, $u_y$ : 열로 분리된 결과 영상에 대응되는 높이x1 벡터, $\lambda$ : 영향 파라미터이다.

[0106] 수학식 6은 수학식 5의 최소화 과정 중 유도되는 선형 시스템이다. 수학식 6의 선형 시스템에서 결과 영상의 분리된 행과 열에 대응되는 벡터 $u_x$ 와 $u_y$ 를 얻기 위해서 $(D_x + \lambda W_x)$ 와 $(D_y + \lambda W_y)$ 의 역행렬을 계산할 수 있다.

[0107] 수학식 6의 행렬 $(D_x + \lambda W_x)$ 와 $(D_y + \lambda W_y)$ 는 수학식 7의 연관성 행렬 특징 때문에 각 행마다 3개의 원소를 가지는 특성을 가진 Tridiagonal matrix가 된다. Tridiagonal matrix가 포함된 선형 시스템은 Gaussian Elimination 방법을 사용하여 간단하고 빠르게 풀 수 있다.

[0108] 수학식 3과 같은 기존의 WLS 문제에서 유도되는 선형 시스템에서는 $NxN$ 크기의 행렬에 대한 역행렬을 구해야 하지만, 수학식 6과 같은 본 발명에서 사용하는 분리된 서브 시스템에서는 너비x너비 또는 높이x높이 크기의 행렬에 대한 역행렬을 구하면 되므로 효율적인 시간 내에 연산 처리 과정을 마칠 수 있다. 또한, 기존 $NxN$ 크기의 행렬은 행마다 5개의 원소를 가졌고 본 발명에서의 높이x높이 행렬과 너비x너비 행렬은 행마다 3개의 원소를 가지는 특성을 고려했기 때문에 수행 시간은 더욱 단축된다. 여기에서 N=높이x너비를 의미한다.

[0109] 수학식 5와 수학식 6의 분리된 서브 시스템의 근사화 방법은 수학식 8, 수학식 9의 희소 보간법 과정과 수학식 14, 수학식 16, 수학식 17의 깊이 추정 영상 보정 과정과 수학식 22의 물체 배경 분리 과정에서 WLS 문제를 효율적인 시간 내에 풀기 위해 사용된다.

[0110] 상기 방법을 사용함으로써 O(높이X너비)의 시간 복잡도에 수학식 3의 대규모 선형 시스템을 풀 수 있다.

*수학식 7*

[0111]
$$D_x(p,q) = \begin{cases} 1 + \lambda \sum_{j \in N_{x,p}} w_{p,j}, & if\ p = q \\ 0, & otherwise \end{cases}$$
$$D_y(p,q) = \begin{cases} 1 + \lambda \sum_{j \in N_{y,p}} w_{p,j}, & if\ p = q \\ 0, & otherwise \end{cases}$$
$$W_x(p,q) = \begin{cases} -w_{p,q}, & \text{if } q \in N_{x,p} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$
$$W_y(p,q) = \begin{cases} -w_{p,q}, & \text{if } q \in N_{y,p} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0112] 여기에서, $D_x(p,q)$ : 너비x너비 대각 행렬 $D_x$ 의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, $W_x(p,q)$: 너비x너비 연관성 행렬 $W_x$ 의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, $D_y(p,q)$ : 높이x높이 대각 행렬 $D_y$ 의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, $W_y(p,q)$: 높이x높이 연관성 행렬 $W_y$ 의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, p: 임의의 픽셀, q: 임의의 픽셀, $N_{x,p}$: 픽셀 p를 중심으로 좌우 픽셀, $N_{y,p}$ : 픽셀 p를 중심으로 상하 픽셀, j: 상하 또는 좌우 픽셀 중 하나, $w_{p,q}$ : 수학식 2와 같은 연관성, $\lambda$ : 영향 파라미터이다.

[0113] 수학식 7와 같이 연관성 행렬을 정의했을 때, 연관성 행렬 $W_x$ , $W_y$ 는 각 행마다 2개의 원소를 가지는 행렬이 된다.

*수학식 8*

[0114]
$$\sum_{p}\left((u_{1,p}-h_p g_p)^2+\lambda\sum_{q\in N_p} w'_{p,q}(u_{1,p}-u_{1,q})^2\right)$$

[0115] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $N_p$ : 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하나의 픽셀, $g_p$ : 깊이 인터랙션 정보(830)에서 픽셀 p의 값, hp: 깊이 인터랙션 정보(830)의 색인 함수, $w'_{p,q}$: 수학식 10과 같은 픽셀 p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수, $\lambda$: 영향 파라미터, u1,p: 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값, u1,q: 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값이다.

[0116] 수학식 8, 수학식 9, 수학식 13는 희소 보간법을 사용하여 보간 인터랙션 정보를 생성하는 과정과 관련된 수학식이고, 생성된 보간 인터랙션 정보는 깊이 추정 영상의 보정 과정(수학식 14) 에서 사용 된다. 희소 보간법에 의해 생성된 보간 인터랙션 정보는 상기 깊이 인터랙션 정보(830)가 가공된 정보이며, 깊이 인터랙션 정보(830)를 보정을 목적으로 두는 물체 전역으로 보간함으로써 깊이 인터랙션 정보(830)를 퍼트린다는 의미를 내포하고 있다. 깊이 인터랙션 정보(830)은 입력 영상의 크기에 비해 다소 희박한(sparse)하고 때문에 보정 과정 중 깊이 인터랙션 정보(830)을 사용하기는 적합하지 않다. 따라서 깊이 인터랙션 정보(830)는 희소 보간법 과정을 통해 적합한 보간 인터랙션 정보로 가공된다.

[0117] 상기 수학식 8, 수학식 9는 희소 보간법을 수학식 1의 WLS 문제로 정의한 수학식이고, 그 중 수학식 8는 깊이 인터랙션 정보(830)의 깊이 정보( $h_p g_p$ )를 보간시킨다.

[0118] 깊이 인터랙션 정보( $g_p$ )는 깊이 인터랙션 정보(830)에서 픽셀 p의 사용자 입력 깊이값를 의미하며, 상기 픽셀이 깊이 인터랙션 정보에 해당하는 좌표 맵에 포함된다면 상기 픽셀의 색인 함수( $h_p$ )는 1의 값을 지니고 포함되지 않는다면 상기 픽셀의 색인 함수( $h_p$ )는 0의 값을 지닌다.

[0119] 상기 수학식 4에서의 첫 번째 항은 데이터 항으로, 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값을 구할 때 색인 함수와 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값을 참조하는 것일 수 있다. 상기 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값은 상기 색인 함수와 상기 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값을 곱한 값에 비례하는 것일 수 있다.

[0120] 상기 수학식 4에서의 두 번째 항은 사전 지식 항으로, 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값과 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하나의 픽셀인 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값은 픽셀 p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수가 클수록 유사해진다.

[0121] 상기 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값과 상기 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값은 수학식 7과 같은 선형 시스템을 풀면 얻을 수 있는 정보일 수 있다. 상기 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값은 수학식 7을 풀어 구해진 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값일 수 있고, 상기 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽

셀 q의 값은 수학식 7을 풀어 구해진 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값일 수 있다.

[0122] 영향 파라미터는 수학식 4의 최적화로 픽셀 p에서의 보정된 영상을 구할 때, 첫 번째 항에 의해 영향을 더 받느냐, 두 번째 항에 의해 영향을 더 받느냐를 의미하는 파라미터이다. 수학식 4의 최적화는 수학식 4를 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 P의 값(u1,p)에 대하여 미분함으로써 표현되는 선형시스템으로부터 구현될 수 있다.

[0123] 데이터 항을 구성하는 제1 보간 인터랙션 정보를 생성하기 위해 보간법을 이용한다. 우선, 사용자가 상기 수신된 깊이 정보 영상에서 입력한 인터랙션 정보를 이용하여 상기 인터랙션 정보에 대응하는 영상 내의 좌표 맵을 생성한다. 상기 인터랙션 정보는 깊이 인터랙션 정보일 수 있다. 입력된 인터랙션 정보와 상기 인터랙션 정보에 대응하는 영상 내의 좌표 맵을 이용하여 수학식 7의 제1 보간 인터랙션 정보와 수학식 8의 제2 보간 인터랙션 정보를 구할 수 있고, 상기 제1 보간 인터랙션 정보를 이용하여 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값과 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값을 구할 수 있으며, 상기 제2 보간 인터랙션 정보를 이용하여 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값과 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값을 구할 수 있다.

[0124] 상기 픽셀 p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수는 수학식 10와 같이 컬러 정보 영상에서의 픽셀 p의 값과 픽셀 q의 값의 유사성과 분할 영상 생성부(130)에서 생성된 객체-배경 분할 영상에서의 픽셀 p의 값과 픽셀 q의 값의 곱으로 구성된다.

[0125] 상기 수학식 4에서의 첫 번째 항은 데이터 항이고, 상기 수학식 4에서의 두 번째 항은 사전 지식 항인데, 상기 수학식 4는 상기 데이터 항과 상기 사전 지식 항을 포함하는 전역적 목적 함수를 이용하는 것일 수 있다.

[0126] 본 발명에서는 상기 수학식 1의 WLS 문제를 상기 수학식 5의 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하여 효율적인 시간 내에 전역해를 구한것처럼, 수학식 8의 WLS 문제를 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하여 해결하였다. 상기 방법을 사용함으로서 O(높이X너비)의 시간 복잡도에 수학식 8의 제1 보간 인터랙션 정보를 구할 수 있다.

*수학식 9*

[0127] $$\sum_{p}\left((u_{2,p}-h_p)^2+\lambda\sum_{q\in N_p}w'_{p,q}(u_{2,p}-u_{2,q})^2\right)$$

[0128] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $N_p$: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하나의 픽셀, $h_p$: 색인 함수, $w'_{p,q}$: 수학식 10과 같은 픽셀 p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수, $\lambda$: 영향 파라미터, u2,p: 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값, u2,q: 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값이다.

[0129] 수학식 8, 수학식 9, 수학식 13는 희소 보간법을 사용하여 보간 인터랙션 정보를 생성하는 과정과 관련된 수학식이고, 생성된 보간 인터랙션 정보는 깊이 추정 영상의 보정 과정(수학식 14) 에서 사용 된다. 희소 보간법에 의해 생성된 보간 인터랙션 정보는 상기 깊이 인터랙션 정보(830)가 가공된 정보이며, 깊이 인터랙션 정보(830)를 보정을 목적으로 두는 물체 전역으로 보간함으로써 깊이 인터랙션 정보(830)를 퍼트린다는 의미를 내포하고 있다. 깊이 인터랙션 정보(830)은 입력 영상의 크기에 비해 다소 희박한(sparse)하고 때문에 보정 과정 중 깊이 인터랙션 정보(830)을 사용하기는 적합하지 않다. 따라서 깊이 인터랙션 정보(830)는 희소 보간법 과정을 통해 적합한 보간 인터랙션 정보로 가공된다.

[0130] 상기 수학식 8, 수학식 9는 희소 보간법을 수학식 1의 WLS 문제로 정의한 수학식이고, 그 중 수학식 9는 깊이 인터랙션 정보(830)의 좌표 정보($h_p$)를 보간시킨다.

[0131] 임의의 픽셀이 깊이 인터랙션 정보(830)에 해당하는 좌표 맵에 포함된다면 임의의 픽셀 p의 색인 함수($h_p$)는 1의 값을 지니고, 포함되지 않는다면 임의의 픽셀 p의 색인 함수($h_p$)는 0의 값을 지닌다.

[0132] 상기 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값과 상기 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값은 수학식 8과 같은 선형 시스템을 풀면 얻을 수 있는 정보일 수 있다. 상기 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값은 수학식 8을 풀어 구해진 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값일 수 있고, 상기 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽

셀 q의 값은 수학식 8을 풀어 구해진 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 q의 값일 수 있다.

[0133] 영향 파라미터는 수학식 5의 최적화로 픽셀 p에서의 보정된 영상을 구할 때, 첫 번째 항에 의해 영향을 더 받느냐, 두 번째 항에 의해 영향을 더 받느냐를 의미하는 파라미터이다.

[0134] 데이터 항을 구성하는 제2 보간 인터랙션 정보를 생성하기 위해 보간법을 이용한다. 우선, 사용자가 상기 수신된 깊이 정보 영상에서 입력한 인터랙션 정보를 이용하여 상기 인터랙션 정보에 대응하는 영상 내의 좌표맵을 생성한다. 상기 인터랙션 정보는 깊이 인터랙션 정보일 수 있다. 입력된 인터랙션 정보와 상기 인터랙션 정보에 대응하는 영상내의 좌표맵을 이용하여 수학식 11의 제1 보간 인터랙션 정보와 수학식 12의 제2 보간 인터랙션 정보를 구할 수 있고, 상기 제1 보간 인터랙션 정보를 이용하여 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀p의값과 제1 보간 인터랙션 정보에서 픽셀q의 값을 구할 수 있으며, 상기 제2 보간 인터랙션 정보를 이용하여 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀p의 값과 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀q의값을구할수있다. 깊이 인터랙션 정보는 사용자가 인터랙션 정보를 입력할 때, 상기 입력된 인터랙션 정보에 해당하는 좌표를 의미하며, 상기 픽셀이 깊이 인터랙션 정보에 해당하는 좌표맵에 포함된다면 상기 색인 함수는 1이고 상기 픽셀이 깊이 인터랙션 정보에 해당하는 좌표맵에 포함되지 않는다면 상기 색인 함수는 0이다.

[0135] 상기 픽셀p와 픽셀q의 연관성을 나타내는 연관성 함수는 수학식 10와 같이 컬러 정보 영상에서의 픽셀p의값과 픽셀q의값의 유사성과 분할 영상 생성부(130)에서 생성된 객체-배경 분할 영상에서의 픽셀 p의 값과 픽셀 q의 값의 곱으로 구성된다.

[0136] 상기 수학식 9에서의 첫 번째 항은 데이터 항이고, 상기 수학식 5에서의 두 번째 항은 사전 지식 항인데, 상기 수학식 9는 상기 데이터 항과 상기 사전 지식 항을 포함하는 전역적 목적 함수를 이용하는 것일 수 있다.

[0137] 본 발명에서는 상기 수학식 1의 WLS 문제를 상기 수학식 5의 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하여 효율적인 시간 내에 전역해를 구한 것처럼, 수학식 9의 WLS 문제를 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하여 해결하였다. 상기 방법을 사용함으로써 O(높이X너비)의 시간 복잡도에 수학식 9의 제2 보간 인터랙션 정보를 구할 수 있다.

*수학식 10*

[0138]
$$w'_{p,q} = e^{-\left(\frac{r_p - r_q}{\sigma_c}\right)^2} * e^{-\left(\frac{g_p - g_q}{\sigma_c}\right)^2} * e^{-\left(\frac{b_p - b_q}{\sigma_c}\right)^2} * e^{-\left(\frac{s_p - s_q}{\sigma_s}\right)^2}$$

[0139] 여기에서, $w'_{p,q}$ : 두 픽셀 p와 q간의 연관성, $r_p$ : 픽셀 p의 빨강색 값, $r_q$ : 픽셀 q의 빨강색 값, $g_p$: 픽셀 p의 초록색 값, $g_q$ : 픽셀 q의 초록색 값, $b_p$ : 픽셀 p의 파랑색 값, $b_q$ : 픽셀 q의 파랑색 값, $\sigma_c$: 컬러 특징값에 대한 정규화 파라미터, $s_p$ : 분할 영상 생성부(130)에서 생성된 객체-배경 분할 영상의 픽셀 p의 값, $s_q$: 객체-배경 분할 영상의 픽셀 q의 값, $\sigma_s$ : 분할 특징값에 대한 정규화 파라미터 이다.

[0140] 상기 두 픽셀 p와 q간의 연관성은 컬러 정보 영상에서의 픽셀 p의 값과 컬러 정보 영상에서의 픽셀 q의 값이 유사한 값일수록 더 커진다. 상기 두 픽셀 p와 q간의 연관성은 객체-배경 분할 영상에서의 픽셀 p의 값과 픽셀 q의 값이 유사한 값일수록 더 커진다. 상기 수학식 10은 상기 수학식 8, 수학식 9에서 사용되는 것일 수 있다. 상기 수학식 10은 수학식 12, 수학식 14, 수학식 16과 관련된 내용일 수 있다.

*수학식 11*

[0141]
$$(D + \lambda W)u_1 = Hg$$
$$(D + \lambda W)u_2 = H\mathbf{1}$$

[0142] 여기에서, D: 수학식 12과 같은 $N \times N$ 대각행렬(N = 입력영상의 높이 x 입력영상의 너비), W: 수학식 12과 같은

NxN 연관성 행렬, g: 깊이 인터랙션 정보값에 대응되는 Nx1 벡터, 1: 모든 원소가 1의 값을 가지는 Nx1 벡터, H: 수학식 12과 같은 색인 함수에 대응되는 NxN 대각행렬, u1: 제1 보간 인터랙션 정보에 대응되는 Nx1 벡터, u1: 제2 보간 인터랙션 정보에 대응되는 Nx1 벡터, $\lambda$: 영향 파라미터이다.

[0143] 수학식 4와 수학식 5의 최적화 만족하는 제1,2 보간 인터랙션 정보는 수학식 7의 선형 시스템을 풀면 얻을 수 있다. 상기 제1,2 보간 인터랙션 정보는 상기 수신된 깊이 인터랙션 정보(830)가 가공된 정보일 수 있다. 본 발명에서는 상기 수학식 3의 대규모 선형 시스템을 상기 수학식 6의 분리된 서브 선형 시스템의 근사화 방법을 사용하여 효율적인 시간 내에 전역해를 구한 것처럼, 수학식 11의 대규모 선형 시스템을 분리된 서브 선형 시스템의 근사화 방법을 사용하여 해결하였다. 상기 방법을 사용함으로써 O(높이X너비)의 시간 복잡도에 수학식 11의 대규모 선형 시스템을 풀 수 있다.

*수학식 12*

$$D(p,q) = \begin{cases} 1 + \lambda \sum_{j \in N_p} w'_{p,q}, & if\ p = q \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$W(p,q) = \begin{cases} -w_{p,q}, & \text{if } q \in N_p \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$H(p,q) = \begin{cases} h_p, & \text{if } q = p \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0144]

[0145] 여기에서, p: 임의의 픽셀, q: 임의의 픽셀, D(p,q): NxN 대각 행렬 D의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, W(p,q): NxN 연관성 행렬 W의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, $w'_{p,q}$ : 수학식 10과 같은 연관성, $N_p$: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀, j: 픽셀 p의 상하좌우 픽셀 중 하나, H(p,q): 색인 대각 행렬 H의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, $h_p$: 픽셀 p에서의 색인 함수, $\lambda$:영향 파라미터이다. 수학식 12와 같이 연관성 행렬을 정의했을 때, 연관성 행렬 W는 각 행마다 4개의 원소를 가지는 행렬이 된다.

*수학식 13*

[0146] $$u = (u_1./u_2) = ((D + \lambda W)^{-1} Hg)./((D + \lambda W)^{-1} H\mathbf{1})$$

[0147] 여기에서, u: 보간 인터랙션 정보에 대응되는 Nx1 벡터, u1: 제 1보간 인터랙션 정보에 대응되는 Nx1 벡터, u2: 제 2보간 인터랙션 정보에 대응되는 Nx1 벡터, D: 수학식 12과 같은 NxN 대각 행렬, W: 수학식 12과 같은 NxN 연관성 행렬, H: 수학식 12과 같은 NxN 색인 대각 함수, g: 깊이 인터랙션 정보값에 대응되는 Nx1 벡터, 1 모든 원소가 1의 값을 가지는 Nx1 벡터, $\lambda$: 영향 파라미터, 연산자./는 같은 크기의 벡터의 원소간에 나눗셈을 의미하는 연산자이다.

[0148] 상기 보간 인터랙션 정보의 픽셀 값은 상기 제1 보간 인터랙션 정보를 상기 제2 보간 인터랙션 정보로 제산함으로써 얻을 수 있다.

[0149] 본 발명에서는 상기 수학식 3의 대규모 선형 시스템을 상기 수학식 6의 분리된 서브 선형 시스템의 근사화 방법을 사용하여 효율적인 시간 내에 전역해를 구한 것처럼, 수학식 13 내부의 대규모 선형 시스템을 분리된 서브 선형 시스템의 근사화 방법을 사용하여 해결하였다. 상기 방법을 사용함으로서 O(높이X너비)의 시간 복잡도에

보간 인터랙션 정보를 제공할 수 있다.

*수학식 14*

[0150]
$$\sum_{p}\left(\lambda_{1,p}(v_p-u_p)^2+\lambda_2(v_p-f_p)^2+\lambda_3\sum_{q\in N_p}w'_{p,q}(v_p-v_q)^2\right)$$

[0151] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $N_p$: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하나의 픽셀, $v_p$: 보정된 깊이 정보 영상에서 픽셀 p의 값, $v_q$: 보정된 깊이 정보 영상에서 픽셀 q의 값, up: 보간 인터랙션 정보, $f_p$: 깊이 정보 영상에서 픽셀 p의 값, $w'_{p,q}$: 픽셀p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수, $\lambda_{1,p}$: 수학식 15과 같은 제1 영향 파라미터, $\lambda_2$: 제2 영향 파라미터, $\lambda_3$: 제3 영향 파라미터이다.

[0152] 상기 깊이 추정 정보 영상과 상기 보간 인터랙션 정보를 이용하여, 보정된 깊이 정보 영상을 얻는 과정은 수학식 10과 같은 WLS 문제로 정의된다. 상기 보간 인터랙션 정보를 구하는 과정에 있어서, 상기 인터랙션 정보와 상기 인터랙션 정보에 대응하는 영상 내의 좌표 맵을 이용하므로, 상기 인터랙션 정보와 상기 인터랙션 정보에 대응하는 영상 내의 좌표 맵을 이용해서 보정된 깊이 정보 영상을 얻는 것일 수 있다.

[0153] 상기 제1 영향 파라미터와 제2 영향 파라미터 및 제3 영향 파라미터는 각각 수학식 10에서의 첫 번째 항, 두 번째 항, 세 번째 항이 얼마나 영향력을 가지는지를 나타내는 파라미터이다.

[0154] 상기 수학식 10에서 첫 번째 항은 데이터 항이며, 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값을 포함한다. 상기 수학식 10에서 두 번째 항은 데이터 항이며, 깊이 정보 영상에서 픽셀 p의 값을 포함한다. 상기 수학식 10에서 세 번째 항은 사전 지식 항이며, 보정된 깊이 정보 영상에서 픽셀 p의 값을 포함한다. 상기 수학식 10에서 세 번째 항에 의하여, 상기 보정된 깊이 정보 영상은 전반적으로 평활화된 영상으로 생성되는 것일 수 있다.

[0155] 만약 임의의 픽셀이 깊이 인터랙션 정보와 이웃하는 픽셀이라면, 제1 영향 파라미터의 값이 제2 영향 파라미터의 값 보다 클 것이고, 상기 깊이 인터랙션 정보와 이웃하는 임의의 픽셀은 보간 인터랙션 정보에 영향을 많이 받을 수 있다.

[0156] 만약 임의의 픽셀이 깊이 인터랙션 정보와 이웃하는 픽셀이 아니라면, 제1 영향 파라미터의 값이 제2 영향 파라미터의 값 보다 작을 것이고, 상기 깊이 인터랙션 정보와 이웃하지 않는 임의의 픽셀은 깊이 정보 영상에 영향을 많이 받지 않을 수 있다.

[0157] 본 발명에서는 상기 수학식 1의 WLS 문제를 상기 수학식 5의 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하여 효율적인 시간 내에 전역해를 구한 것처럼, 수학식 14의 WLS 문제를 수학식 16와 수학식 17의 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하여 해결하였다. 상기 방법을 사용함으로써(높이X너비)의 시간 복잡도에 보정된 깊이 정보 영상을 제공할 수 있다.

*수학식 15*

[0158]
$$\lambda_{1,p}=\frac{1000}{(1+e^{(-64*(u_{2,p}-\tau))})}$$

[0159] 여기에서, $\lambda_{1,p}$: 제1 영향 파라미터, u2,p: 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값이다.

[0160] 상기 제1 영향 파라미터는 1000을 e의 (-64 x 제2 보간 인터랙션 정보에서 픽셀 p의 값 x 상수)를 취한 값에 1을 더한 값으로 제산한 값일 수 있다.

[0161] 제2 보간 인터랙션 정보의 값이 일정한 값 이상이면 제1 영향 파라미터가 1000에 가까운 값을 가지고, 수학식 14의 데이터 항 중 첫째항의 영향력이 커진다.

*수학식 16*

[0162]
$$\sum_{p}\left(\lambda_{1,p}(v_{x,p}-u_{x,p})^2+\lambda_2(v_{x,p}-f_{x,p})^2+\lambda_3\sum_{q\in N_{x,p}}w'_{p,q}(v_{x,p}-v_{x,q})^2\right)$$

[0163] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $Nx,p$: x축에서 픽셀 p의 두 이웃 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 좌우 픽셀 중 하나의 픽셀, $vx,p$: 행으로 분리된 보정된 깊이 정보 영상 중 픽셀 p의 값, $vx,q$: 행으로 분리된 보정된 깊이 정보 영상 중 픽셀 q의 값, $ux,p$: 행으로 분리된 보간 인터랙션 정보 중 픽셀 p의 값, $fx,p$: 행으로 분리된 깊이 정보 영상 중 픽셀 p의 값, $w'_{p,q}$ : 수학식 10과 같은 픽셀p와 픽셀 q의 연관성, $\lambda_{1,p}$: 제1 영향 파라미터, $\lambda_2$: 제2 영향 파라미터, $\lambda_3$: 제3 영향 파라미터이다.

[0164] 수학식 14의 WLS 문제를 최적화하기 위해서는 $NxN$ 크기의 희소행렬을 포함하는 2차원 대규모 선형 시스템을 풀어야 하는데, 본 발명에서는 수학식 1의 WLS 문제를 수학식 5와 같은 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하였다. 수학식 16와 수학식 17은 각각 수학식 14에 대한 분리된 X축 서브 시스템, 분리된 Y축 서브 시스템이다.

[0165] 수학식 16의 $u_{x,p}$ 는 높이x너비 크기의 보간 인터랙션 정보를 높이 개수만큼의 분리된 임의의 행 중 픽셀 p의 값을 의미한다.

[0166] 수학식 16의 $f_{x,p}$ 는 높이x너비 크기의 깊이 정보 영상을 높이 개수만큼의 분리된 임의의 행 중 픽셀 p의 값을 의미한다.

[0167] 수학식 16의 $v_{x,p}$ 는 높이x너비 크기의 보정된 깊이 정보 영상 중 높이 개수만큼의 분리된 임의의 행 중 픽셀 p의 값을 의미한다.

*수학식 17*

[0168]
$$\sum_{p}\left(\lambda_{1,p}(v_{y,p}-u_{y,p})^2+\lambda_2(v_{y,p}-f_{y,p})^2+\lambda_3\sum_{q\in N_{y,p}}w'_{p,q}(v_{y,p}-v_{y,q})^2\right)$$

[0169] 여기에서, p: 임의의 픽셀, $Ny,p$: y축에서 픽셀 p의 두 이웃 픽셀, q: 픽셀 p를 중심으로 상하 픽셀 중 하나의 픽셀, $vy,p$: 열로 분리된 보정된 깊이 정보 영상 중 픽셀 p의 값, $vy,q$: 열로 분리된 보정된 깊이 정보 영상 중 픽셀 q의 값, $uy,p$: 열로 분리된 보간 인터랙션 정보 중 픽셀 p의 값, $fx,p$: 열로 분리된 깊이 정보 영상 중 픽셀 p의 값, $w'_{p,q}$ : 수학식 10과 같은 픽셀p와 픽셀 q의 연관성, $\lambda_{1,p}$: 제1 영향 파라미터, $\lambda_2$: 제2 영향 파라미터, $\lambda_3$: 제3 영향 파라미터이다.

[0170] 수학식 14의 WLS 문제를 최적화하기 위해서는 $NxN$ 크기의 희소행렬을 포함하는 2차원 대규모 선형 시스템을 풀어야 하는데, 본 발명에서는 수학식 1의 WLS 문제를 수학식 5와 같은 분리된 서브 시스템의 근사화 방법을 사용하였다. 수학식 16와 수학식 17은 각각 수학식 14에 대한 분리된 X축 서브 시스템, 분리된 Y축 서브 시스템이다.

[0171] 수학식 17의 $u_{y,p}$ 는 높이x너비 크기의 보간 인터랙션 정보를 너비 개수만큼의 분리된 임의의 열 중 픽셀 p의 값을 의미한다.

[0172] 수학식 17의 $f_{y,p}$ 는 높이x너비 크기의 깊이 정보 영상을 너비 개수만큼의 분리된 임의의 열 중 픽셀 p의 값을 의미한다.

[0173] 수학식 17의 $v_{y,p}$ 는 높이x너비 크기의 보정된 깊이 정보 영상 중 너비 개수만큼의 분리된 임의의 열 중 픽셀 p의 값을 의미한다.

*수학식 18*

[0174] $$(D_x + \lambda_3 W_x)v_x = \lambda_{1,x}u_x + \lambda_2 f_x$$

[0175] 여기에서, $D_x$: 수학식 20와 같은 너비x너비 대각 행렬, $V_x$: 행으로 분리된 보정된 깊이 정보 영상에 대응되는 너비x1 벡터, $U_x$: 행으로 분리된 보간 인터랙션 정보에 대응되는 너비x1 벡터, $W_x$: 수학식 21과 같은 너비x너비 연관성 행렬, $f_x$: 행으로 분리된 깊이 영상 정보에 대응되는 너비x1 벡터, $\lambda_{1,x}$: 제1 영향 파라미터, $\lambda_2$: 제2 영향 파라미터, $\lambda_3$: 제3 영향 파라미터이다.

[0176] 상기 수학식 18는 상기 수학식 16의 최적화 과정에서 유도된 선형 시스템이고, 본 발명에서 사용되는 분리된 서브 시스템의 근사화 방법 덕분에 행렬 $(D_x + \lambda_3 W_x)$ 는 $N_xN$ 에서 너비x너비 크기로 줄어들었다. 또한, 행렬 $(D_x + \lambda_3 W_x)$의 각 행마다 3개의 원소를 가지는 특성 덕분에 역행렬 연산 과정 중 수행 속도를 더욱 효율적으로 단축시킨다. 그 결과 위 선형 시스템을 이용한 깊이 추정 영상의 보정은 O(높이x너비)의 시간 복잡도로 단축된다.

[0177] 상기 대각 행렬은 보간 인터랙션 정보와 깊이 영상 정보로 구성될 수 있다. 상기 유사성 행렬은 연관성 함수로 구성될 수 있다.

*수학식 19*

[0178] $$(D_y + \lambda_3 W_y)v_y = \lambda_{1,y}u_y + \lambda_2 f_y$$

[0179] 여기에서, : 수학식 20과 같은 높이x높이 대각 행렬, $V_y$: 열로 분리된 보정된 깊이 정보 영상에 대응되는 높이x1 벡터, $u_y$: 열로 분리된 보간 인터랙션 정보에 대응되는 높이x1 벡터, $W_y$: 수학식 21과 같은 높이x높이 연관성 행렬, $f_y$: 열로 분리된 깊이 영상 정보에 대응되는 높이x1 벡터, $\lambda_{1,y}$: 제1 영향 파라미터, $\lambda_2$: 제2 영향 파라미터, $\lambda_3$: 제3 영향 파라미터이다.

[0180] 상기 수학식 19는 상기 수학식 17의 최적화 과정에서 유도된 선형 시스템이고, 본 발명에서 사용되는 분리된 서브 시스템의 근사화 방법 덕분에 행렬 $(D_y + \lambda_3 W_y)$ 는 $N_xN$ 에서 높이x높이 크기로 줄어들었다.

[0181] 또한, 행렬 $(D_y + \lambda_3 W_y)$의 각 행마다 3개의 원소를 가지는 특성 덕분에 역행렬 연산 과정 중 수행 속도를 더욱 효율적으로 단축시킨다. 그 결과 위 선형 시스템를 이용한 깊이 추정 영상의 보정은 O(높이x너비)의 시간복잡도로 단축된다.

[0182] 상기 대각 행렬은 보간 인터랙션 정보와 깊이 영상 정보로 구성될 수 있다. 상기 유사성 행렬은 연관성 함수로

구성될 수 있다.

*수학식 20*

$$D_x(p,q) = \begin{cases} \lambda_{1,x,p}u_{x,p} + \lambda_2 f_{x,p} + \lambda_3 \sum_{j \in N_x(p)} w_{p,j}, & if\ p = q \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$D_y(p,q) = \begin{cases} \lambda_{1,y,p}u_{y,p} + \lambda_2 f_{y,p} + \lambda_3 \sum_{j \in N_y(p)} w_{p,j}, & if\ p = q \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

[0183]

[0184] 여기에서, $D_x(p,q)$ : 높이x높이 대각 행렬 $D_x$ 의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, $D_y(p,q)$ : 너비x너비 대각 행렬 $D_y$ 의 p번째 행, q번째 열에 있는 값, p: 임의의 픽셀, q: 임의의 픽셀, $u_{x,p}$: 행으로 분리된 보간 인터랙션 정보 중 픽셀 p의 값, $u_{y,p}$ : 열로 분리된 보간 인터랙션 정보 중 픽셀 p의 값, $f_{x,p}$: 행으로 분리된 깊이 정보 영상 중 픽셀 p의 값, $f_{y,p}$ : 열로 분리된 깊이 정보 영상 중 픽셀 p의 값, $w_{p,j}$: 수학식 10과 같은 픽셀 p와 픽셀 j 간의 연관성, $N_x(p)$ : 픽셀 p의 좌우 픽셀, $N_y(p)$ : 픽셀 p의 상하 픽셀, $\lambda_{1,x,p}$ : 행으로 분리된 제1 영향 파라미터, $\lambda_{1,y,p}$ : 열로 분리된 제1 영향 파라미터, $\lambda_2$ : 제2 영향 파라미터, $\lambda_3$: 제3 영향 파라미터이다.

*수학식 21*

$$W_x(p,q) = \begin{cases} -w'_{p,q}, & if\ q = N_x(p) \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$W_y(p,q) = \begin{cases} -w'_{p,q}, & if\ q = N_y(p) \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

[0185]

[0186] 여기에서, $Wx(p,q)$: 분리된 X축 서브시스템에 대한 유사성 행렬 $Wx$ 에서 좌표 (p,q)에 해당하는 값, $Wy(p,q)$: 분리된 Y축 서브시스템에 대한 유사성 행렬 $Wy$ 에서 좌표 (p,q)에 해당하는 값, p: 임의의 p번째 행, q: 임의의 q번째 열, $Nx(p)$: x축에서 픽셀 p의 두 이웃 픽셀, $Ny(p)$: y축에서 픽셀 p의 두 이웃 픽셀, $w'_{p,q}$: 픽셀 p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수이다.

[0187] 상기 x축에서 픽셀 p의 두 이웃 픽셀은 상기 픽셀 p를 기준으로 좌우의 픽셀을 의미할 수 있다. 상기 y축에서 픽셀 p의 두 이웃 픽셀은 상기 픽셀 p를 기준으로 상하의 픽셀을 의미할 수 있다. 상기 픽셀 p와 픽셀 q의 연관성을 나타내는 연관성 함수는 상기 수학식 12을 이용하여 정의되는 것일 수 있다.

*수학식 22*

$$s_m = \frac{((I + \lambda_s A)^{-1} h_1)(m)}{((I + \lambda_s A)^{-1} h_2)(m)} - 1$$

[0188]

[0189] 여기에서, A: 수학식 20과 같은 $NxN$ 라플라시안 행렬, I: $NxN$ 단위 행렬, $\lambda_s$:영향 파라미터, m: 임의의 픽셀, h1: 수학식 19와 같은 색인 함수, h2: 수학식 19와 같은 색인 함수이다.

[0190] 상기 색인 함수 $h1$과 $h2$는 분할 영상 생성시에 국한되어 사용되며, 상기 색인 함수 $h_p$와는 다르다.

[0191] 상기 수학식 22은 분할 영상 생성부(130)에서 객체-배경 분할 영상을 생성하기 위한 수학식이다. 수학식 22은 객체-배경 분할 과정을 수학식 1과 같은 WLS문제로 정의한 후 최적화 과정 중 유도되는 수학식 3과 같은 선형 시스템이다. 본 발명에서는 수학식 3의 대규모 선형 시스템을 수학식 6의 분리된 서브 시스템으로의 근사화 방법을 통해 수학식 22과 같은 대규모 선형 시스템을 효율적으로 풀었다.

*수학식 23*

[0192]
$$h_1(m) = \begin{cases} 2, & red \\ 1, & blue \\ 0, & otherwise \end{cases}, \; h_2(m) = \begin{cases} 1, & red\ or\ blue \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

[0193] 여기에서, m: 임의의 픽셀, $h1$ (m): 임의의 픽셀 m에 대한 색인 함수의 요소, $h2$ (m): 임의의 픽셀 m에 대한 색인 함수의 요소이다.

[0194] 상기 색인 함수 $h1$과 $h2$는 분할 영상 생성시에 국한되어 사용되며,상기 색인 함수 $h_p$와는 다르다.

*수학식 24*

[0195]
$$\mathrm{A(m,n)} = \begin{cases} \sum_{l \in N(m)} \exp\left(-\|I_m - I_l\|/\sigma_c\right), & n = m \\ -\exp\left(-\frac{\|I_m - I_n\|}{\sigma_c}\right), & n \in N(m) \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

[0196] 여기에서, m: 임의의 m번째 행, n: 임의의 n번째 열, A(m,n): $NxN$ 라플라시안 행렬A에서 좌표 (m,n)에 해당하는 값, $Im$ : 컬러 영상에서 픽셀 m에 해당하는 값, $Il$: 컬러 영상에서 픽셀 l에 해당하는 값, $In$: 컬러 영상에서 픽셀 n에 해당하는 값, $\sigma_c$: 컬러 특징 값에 대한 정규화 파라미터, N(m): 픽셀 m을 중심으로 상하좌우 픽셀, l: 픽셀 m을 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하나의 픽셀, n: 픽셀 m을 중심으로 상하좌우 픽셀 중 하나의 픽셀이다.

[0197] 여기에서, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 사용자 인터랙션 정보 기반 깊이 정보 영상의 보정 방법 실행 컴퓨터 프로그램은 상술한 본 발명에 따른 수중 유도 무기 방어 방법을 실행하기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램이 될 수 있다.

[0198] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 기재되어 있다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다.

[0199] 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성요소들이 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 또한, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 USB 메모리, CD 디스크, 플래쉬 메모리 등과 같은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 기록매체로서는 자기 기록 매체, 광 기록매체 등이 포함될 수 있다.

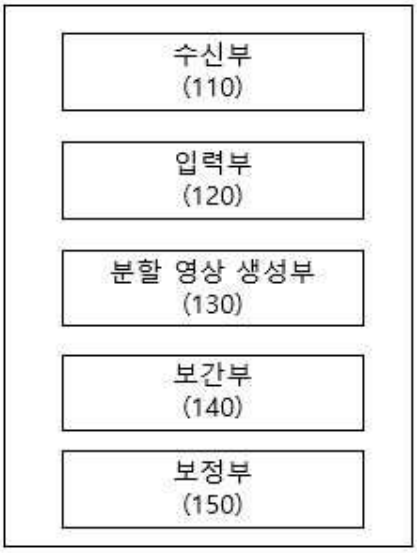
[0200] 또한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 상세한 설명에서 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0201] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에

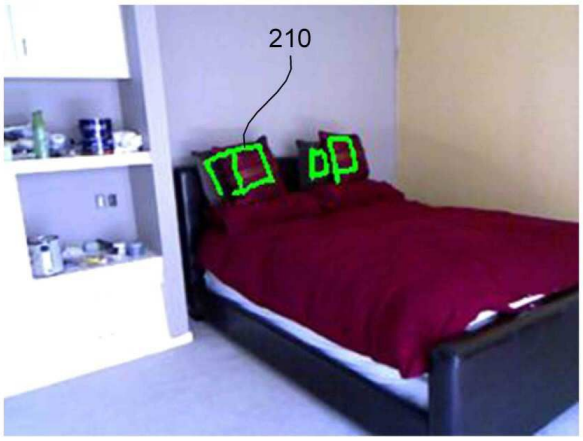
서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

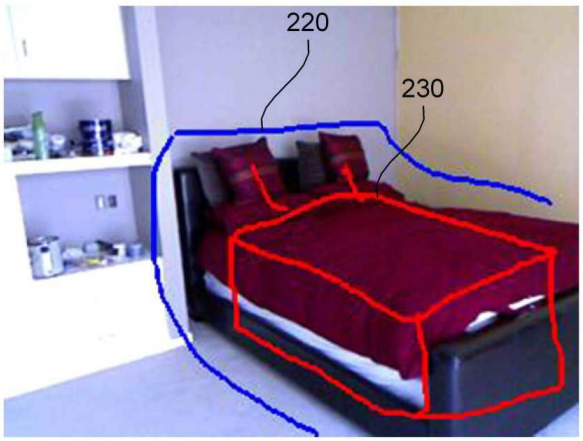
## 도면

### 도면1

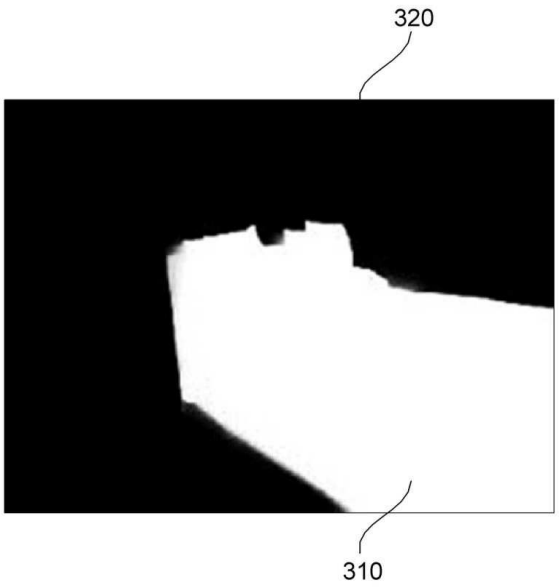


도면2

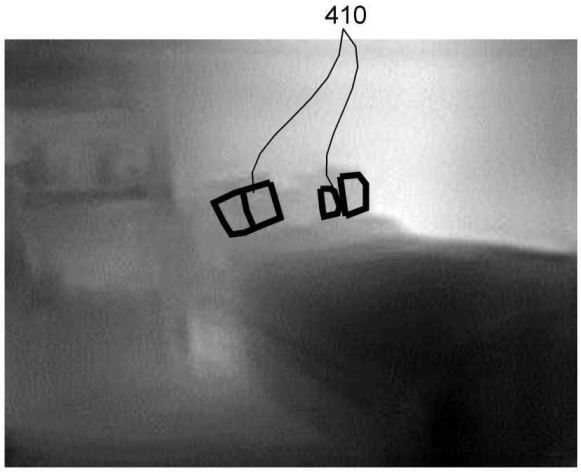


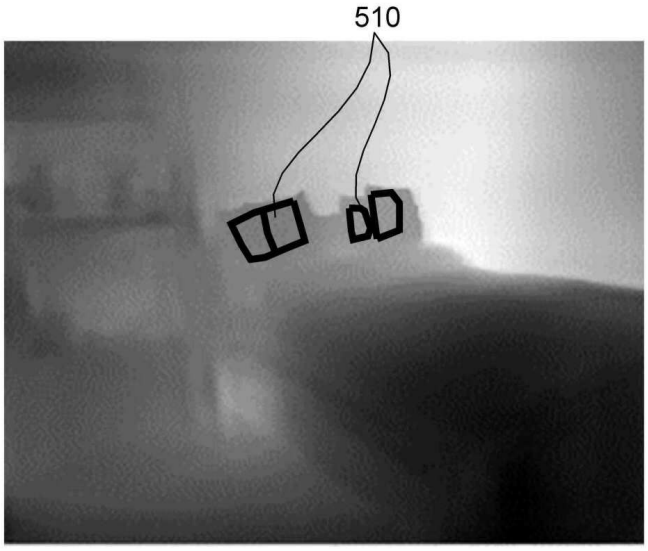

도면3



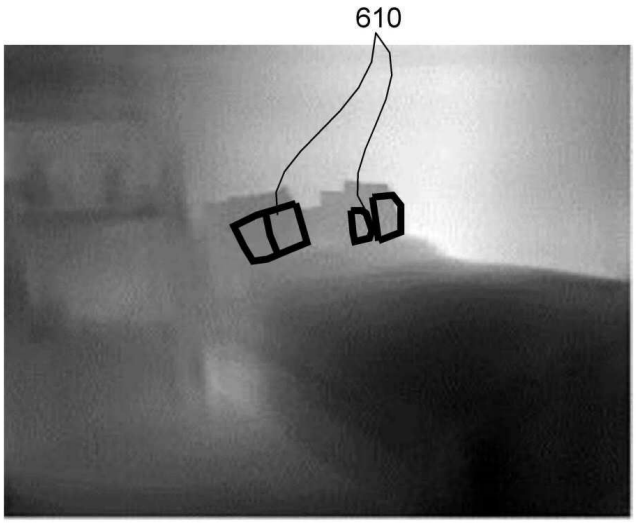
도면4



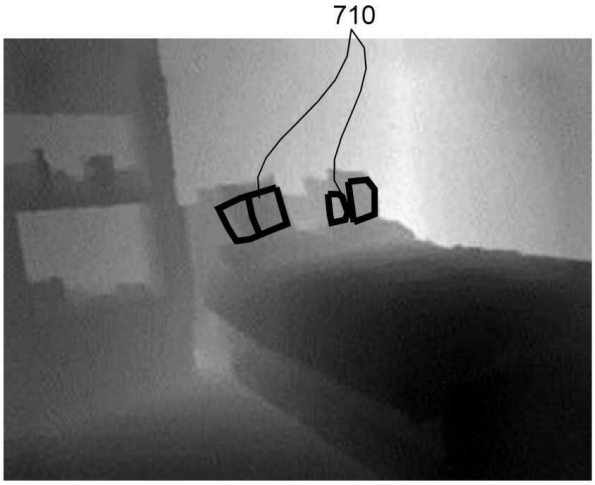

도면5



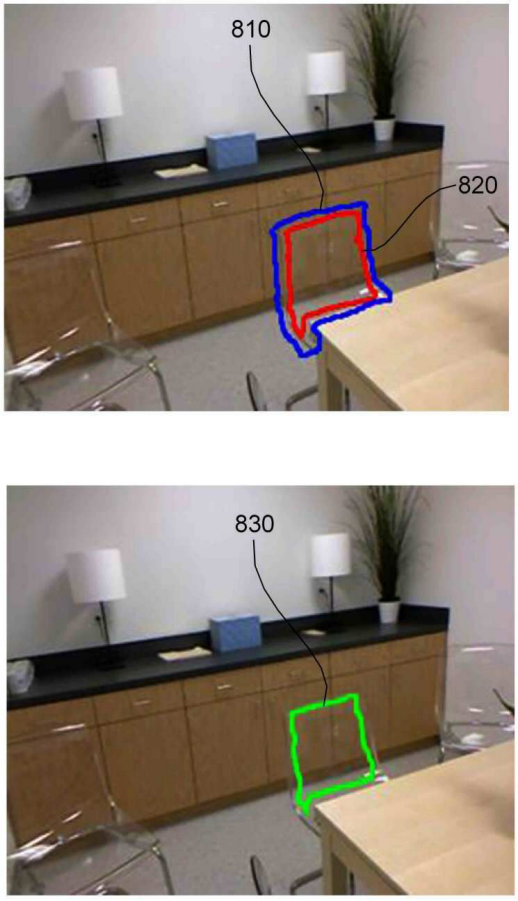
도면6



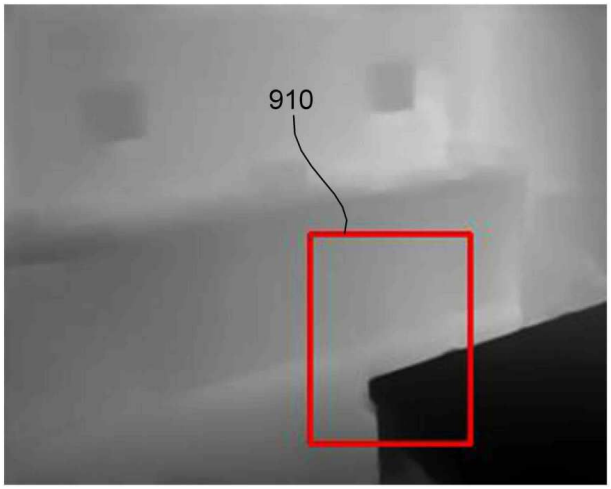

도면7



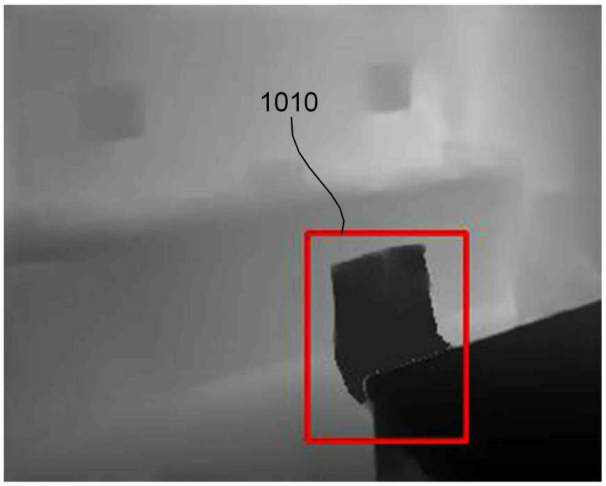
도면8



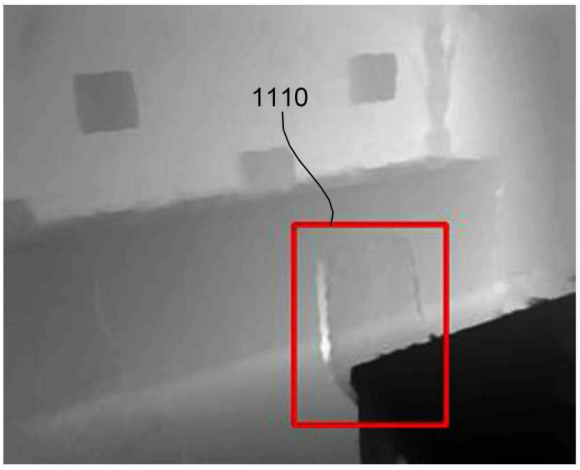

도면9



도면10



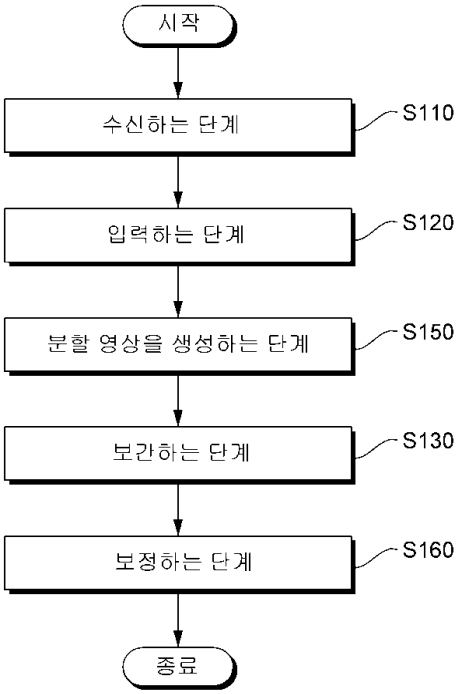

도면11




도면12

| | 영상크기 | | |
|---|---|---|---|
| | 625 x 468 | 900 x 680 | 1200 x 900 |
| 1210 '\' | 2.11s | 2.62s | 24.6s |
| 1220 Ours | 0.1s | 0.29s | 0.59s |

도면13


시작
수신하는 단계
S110
입력하는 단계
S120
분할 영상을 생성하는 단계
S150
보간하는 단계
S130
보정하는 단계
S160
종료