



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0142203
(43) 공개일자 2020년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) G06T 3/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/006 (2018.01)
G06T 3/0093 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0069121
(22) 출원일자 2019년06월12일
심사청구일자 2019년06월12일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
심재영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
한병주
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

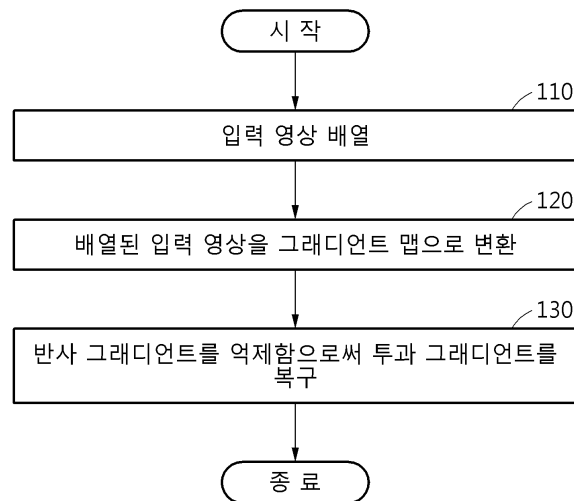
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 영상 처리 장치 및 방법

(57) 요약

영상 처리 방법이 개시된다. 일실시예에 따른 영상 처리 방법은 제1 입력 영상에 기초하여 워핑을 수행함으로써 복수의 입력 영상을 배열하는 단계; 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환하는 단계; 및 유사 패치 영역을 설정하여 배열된 입력 영상의 반사 그래디언트를 억제함으로써, 배열된 입력 영상의 투과 그래디언트를 복구하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 5/001 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711068301
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	360° 대용량 실감 3차원 장면 복원을 위한 유리 영상 처리 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 방법에 있어서,

제1 입력 영상에 기초하여 워핑(Warping)을 수행함으로써 복수의 입력 영상을 배열하는 단계-상기 제1 입력 영상은 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 복수의 입력 영상 중 레퍼런스 영상으로 설정된 영상임-;

상기 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환하는 단계; 및

유사 패치 영역을 설정하여 상기 배열된 입력 영상의 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 배열된 입력 영상의 투과 그래디언트를 복구하는 단계

를 포함하는,

영상 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배열하는 단계는

상기 복수의 입력 영상에 기초하여, 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 투과 영상 영역을 계산하는 단계; 및

상기 투과 영상 영역을 기준으로 상기 복수의 입력 영상을 배열하는 단계

를 포함하는,

영상 처리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 계산하는 단계는

상기 복수의 입력 영상을 비교함으로써, 상기 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단한 결과; 및

상기 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단한 결과

에 기초하여 상기 투과 영상 영역을 계산하는 단계

를 포함하는,

영상 처리 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 계산하는 단계는

상기 복수의 입력 영상 간의 co-saliency를 계산한 결과에 기초하여 수행되는,
영상 처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 배열하는 단계는
상기 복수의 입력 영상 중 상기 제1 입력 영상을 제외한 나머지 입력 영상을 상기 제1 입력 영상으로 워핑하는
단계
를 포함하는,
영상 처리 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 복수의 입력 영상 중 상기 제1 입력 영상을 선택하는 단계
를 더 포함하는,
영상 처리 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 그래디언트 맵의 각 픽셀 별 그래디언트 신뢰도를 계산하는 단계
를 더 포함하는,
영상 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 신뢰도를 계산하는 단계는
상기 복수의 입력 영상에 대하여 각 픽셀의 그래디언트 최소값을 구하는 단계; 및
상기 각 픽셀 별 그래디언트 값과 상기 최소값의 차를 이용하여 상기 그래디언트 신뢰도를 계산하는 단계
를 포함하는,
영상 처리 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 복구하는 단계는
상기 그래디언트 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제1 행렬과 신뢰도 맵의 패치를 1차원으로

변형하여 벡터화된 패치들의 제2 행렬을 설정하는 단계-상기 신뢰도 맵은 계산된 그래디언트 신뢰도 값들을 매핑함으로써 생성됨-; 및

상기 제1 행렬 및 제2 행렬을 이용하여 상기 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 투과 그래디언트를 복구하는 단계;

를 포함하는,
영상 처리 방법.

청구항 10

하드웨어와 결합되어 제1항 내지 제9항 중 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 11

컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 방법을 처리하는 장치에 있어서,

프로그램이 기록된 메모리; 및

상기 프로그램을 수행하는 프로세서

를 포함하고,
상기 프로그램은,

제1 입력 영상에 기초하여 워핑(Warping)을 수행함으로써 복수의 입력 영상을 배열하는 단계-상기 제1 입력 영상은 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 복수의 입력 영상 중 레퍼런스 영상으로 설정된 영상임-;

상기 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환하는 단계; 및

유사 패치 영역을 설정하여 상기 배열된 입력 영상의 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 배열된 입력 영상의 투과 그래디언트를 복구하는 단계

를 수행하는,
영상 처리 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 배열하는 단계는

상기 복수의 입력 영상에 기초하여, 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 투과 영상 영역을 계산하는 단계; 및

상기 투과 영상 영역을 기준으로 상기 복수의 입력 영상을 배열하는 단계

를 포함하는,
영상 처리 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 계산하는 단계는

상기 복수의 입력 영상을 비교함으로써, 상기 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단한 결과; 및

상기 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단한 결과

에 기초하여 상기 투과 영상 영역을 계산하는 단계

를 포함하는,

영상 처리 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 계산하는 단계는

상기 복수의 입력 영상 간의 co-saliency를 계산한 결과에 기초하여 수행되는,

영상 처리 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 배열하는 단계는

상기 복수의 입력 영상 중 상기 제1 입력 영상을 제외한 나머지 입력 영상을 상기 제1 입력 영상으로 워핑하는 단계

를 포함하는,

영상 처리 장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 프로그램은

상기 복수의 입력 영상 중 상기 제1 입력 영상을 선택하는 단계

를 더 수행하는,

영상 처리 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 프로그램은

상기 그래디언트 맵의 각 픽셀 별 그래디언트 신뢰도를 계산하는 단계

를 더 수행하는,

영상 처리 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 신뢰도를 계산하는 단계는

상기 복수의 입력 영상에 대하여 각 픽셀의 그래디언트 최소값을 구하는 단계; 및

상기 각 픽셀 별 그래디언트 값과 상기 최소값의 차를 이용하여 상기 그래디언트 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하는,

영상 처리 장치.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 복구하는 단계는

상기 그래디언트 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제1 행렬과 신뢰도 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제2 행렬을 설정하는 단계-상기 신뢰도 맵은 계산된 그래디언트 신뢰도 값들을 매핑함으로써 생성됨-; 및

상기 제1 행렬 및 제2 행렬을 이용하여 상기 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 투과 그래디언트를 복구하는 단계;

를 포함하는,

영상 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 영상을 처리하는 장치 및 방법에 연관된다. 보다 상세하게는 입사 영상과 반사 영상을 구별하여 반사 영상을 제거하는 영상 처리 장치의 구조 및 동작 제어에 연관된다.

배경 기술

[0003] 현대생활에서 유리를 통해 영상을 촬영하는 경우가 빈번하게 발생한다. 예를 들어, 유리로 보호되고 있는 전시물을 촬영하거나 유리 너머 전경을 촬영하는 경우가 이에 해당한다. 더욱이 현대 도시에서는 실용성 혹은 미관을 목적으로 내 외부 벽면을 투과성 유리로 대체하는 경향이 있어 유리를 촬영하는 상황이 더욱 잦아질 것으로 예상된다.

[0004] 유리 너머를 촬영하는 영상은 원하지 않는 반사 영상이 관찰되기 때문에 객체 인식, 추적 등 기존 비전 기반 알고리즘의 성능 저하가 발생할 수 있다. 따라서 입력 영상 시퀀스로부터 반사 영상을 제거하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 일실시예에 따른 영상 처리 방법은 복수의 입력 영상 중 다른 영상의 신뢰도 높은 그래디언트 값을 이용하여 최

적의 그래디언트 값을 추정하기 때문에 투과 그래디언트를 추정하는 효과가 뛰어날 수 있다. 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 수행함으로써 반사 영상을 효과적으로 제거할 수 있다. 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 수행함으로써 복잡한 질감(Texture)의 영역을 효과적으로 복원할 수 있다.

- [0007] 일실시예에 따르면 컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 방법에 있어서, 제1 입력 영상에 기초하여 워핑(Warping)을 수행함으로써 복수의 입력 영상을 배열하는 단계-상기 제1 입력 영상은 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 복수의 입력 영상 중 레퍼런스 영상으로 설정된 영상임-; 상기 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환하는 단계; 및 유사 패치 영역을 설정하여 상기 배열된 입력 영상의 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 배열된 입력 영상의 투과 그래디언트를 복구하는 단계를 포함하는 영상 처리 방법이 개시된다.
- [0008] 일실시예에 따르면, 상기 배열하는 단계는 상기 복수의 입력 영상에 기초하여, 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 투과 영상 영역을 계산하는 단계; 및 상기 투과 영상 영역을 기준으로 상기 복수의 입력 영상을 배열하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 일실시예에 따르면, 상기 계산하는 단계는 상기 복수의 입력 영상을 비교함으로써, 상기 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단한 결과; 및 상기 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단한 결과에 기초하여 상기 투과 영상 영역을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 일실시예에 따르면, 상기 계산하는 단계는 상기 복수의 입력 영상 간의 co-saliency를 계산한 결과에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0011] 일실시예에 따르면, 상기 배열하는 단계는 상기 복수의 입력 영상 중 상기 제1 입력 영상을 제외한 나머지 입력 영상을 상기 제1 입력 영상으로 워핑하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 일실시예에 따르면, 상기 영상 처리 방법은 상기 복수의 입력 영상 중 상기 제1 입력 영상을 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 일실시예에 따르면, 상기 영상 처리 방법은 상기 그래디언트 맵의 각 픽셀 별 그래디언트 신뢰도를 계산하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 일실시예에 따르면, 상기 신뢰도를 계산하는 단계는 상기 복수의 입력 영상에 대하여 각 픽셀의 그래디언트 최소값을 구하는 단계; 및 상기 각 픽셀 별 그래디언트 값과 상기 최소값의 차를 이용하여 상기 그래디언트 신뢰도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 일실시예에 따르면, 상기 복구하는 단계는 상기 그래디언트 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제1 행렬과 신뢰도 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제2 행렬을 설정하는 단계-상기 신뢰도 맵은 계산된 그래디언트 신뢰도 값들을 매핑함으로써 생성됨-; 및 상기 제1 행렬 및 제2 행렬을 이용하여 상기 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 투과 그래디언트를 복구하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 일실시예에 따른 컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 방법을 처리하는 장치는 프로그램이 기록된 메모리; 및 상기 프로그램을 수행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로그램은, 제1 입력 영상에 기초하여 워핑(Warping)을 수행함으로써 복수의 입력 영상을 배열하는 단계-상기 제1 입력 영상은 상기 복수의 입력 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 복수의 입력 영상 중 레퍼런스 영상으로 설정된 영상임-; 상기 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환하는 단계; 및 유사 패치 영역을 설정하여 상기 배열된 입력 영상의 반사 그래디언트를 억제함으로써, 상기 배열된 입력 영상의 투과 그래디언트를 복구하는 단계를 수행한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 상세하게 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 입력 영상을 배열한 결과들의 예시도이다.
- 도 4는 일실시예에 따른 워핑된 영상으로부터 계산되는 g_{min} 영상 및 재생성된 영상을 도시한다.
- 도 5는 일실시예에 따른 워핑된 영상과 신뢰도 맵을 도시한다.

도 6은 일실시예에 따른 입력 영상으로부터 그래디언트 행렬, 복구되는 투과 그래디언트 행렬 및 결과 영상을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0020] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0021] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0022] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로써 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0024] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0026] 도 1은 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 영상 처리 방법은 영상 처리 장치에 의해 적어도 일시적으로 수행될 수 있다. 영상 처리 장치가 수행하는 영상 처리 방법은 입력 영상을 배열하는 단계(110), 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵(Gradient map)으로 변환하는 단계(120) 및 반사 그래디언트(Reflection gradient)를 억제함으로써 투과 그래디언트(Transmission gradient)를 복구하는 단계(130)를 포함한다. 단계 110 내지 130과 관련된 보다 상세한 내용을 아래에서 설명한다.
- [0028] 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상에 포함되는 특정 영상을 레퍼런스 영상(Reference Image)으로 설정하고(이하, 제1 입력 영상), 제1 입력 영상에 기초하여 워핑(Warping)을 수행함으로써 복수의 입력 영상을 배열한다(110). 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상 중 제1 입력 영상을 제외한 나머지 입력 영상을 제1 입력 영상으로 워핑할 수 있다.
- [0029] 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상에 기초하여 복수의 입력 영상에 포함되는 투과 영상 영역을 계산하고, 계산된 투과 영상 영역을 기준으로 복수의 입력 영상을 배열할 수 있다. 구체적으로, 투과 영상 영역을 기준으로 복수의 입력 영상을 배열하기 위하여, 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상을 비교하고, 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단할 수 있다. 또한, 영상 처리 장치는 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단할 수 있다. 영상 처리 장치는 반복적으로 표시되는 영상 영역 및 이들 간의 위치 관계에 기초하여 투과 영상 영역을 계산할 수 있다.
- [0030] 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 co-saliency를 계산함으로써 투과 영상 영역을 계산할 수 있다. 계산된 co-saliency 값들을 매핑한 co-saliency map은 복수의 영상에서 반복적으로 표시되는 영상 정보를 나타낼 수 있다. 또한, co-saliency map은 중요한 영상 정보를 나타낼 수 있다.
- [0031] 이하, 설명의 편의를 위하여 영상 처리 장치가 co-saliency를 계산한 결과에 기초하여 투과 영상 영역을 계산하고 복수의 입력 영상을 배열하는 실시예들을 설명한다. 다만, 이는 예시적인 것이며, 경우에 따라 SIFT-Flow

방법에 기초하여 복수의 입력 영상이 배열될 수도 있고, 픽셀 단위로 영상을 워핑하는 다른 워핑 방법에 기초하여 복수의 입력 영상이 배열될 수도 있다.

[0032] 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 co-saliency가 높은 영역의 모서리 픽셀(edge pixel)을 특징점(feature point)으로 정의하고, 정의된 특징점을 이용하여 제1 입력 영상 및 워핑하고자 하는 영상 사이의 관련성(correspondence)을 획득할 수 있다. 획득된 관련성에 기초하여, 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상을 워핑할 수 있다. 복수의 입력 영상에 포함되는 각 영상에 대하여 제1 입력 영상과의 관련성을 획득하고 워핑하는 동작을 반복함으로써, 영상 처리 장치가 복수의 입력 영상을 배열할 수 있다.

[0033] 영상 처리 장치는 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환한다(120). 영상 처리 장치는 개별의 배열된 입력 영상의 각 픽셀에 대하여 그래디언트를 계산하고, 계산된 그래디언트를 매핑함으로써 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환할 수 있다. 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 변환된 그래디언트 맵과 관련하여 각 픽셀 별 그래디언트 신뢰도(Gradient reliability)를 계산할 수 있다. 그래디언트 신뢰도는 그래디언트가 투과 그래디언트와 그 값이 얼마나 비슷한지 또는 그래디언트가 투과 그래디언트일 확률이 얼마나 높을지를 표시하는 지표일 수 있다. 투과 그래디언트는 투과 영상 영역과 관련하여 출력되는 그래디언트를 의미할 수 있다. 이 경우, 영상 처리 장치는 워핑하여 배열되는 영상을 그래디언트 맵으로 변환하고, 각 픽셀에 대한 그래디언트 값이 투과 그래디언트로서 얼마나 신뢰할 수 있는지를 계산할 수 있다.

[0034] 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 배열된 입력 영상과 관련하여, 각 픽셀의 그래디언트 최소값(이하, g_{min})을 계산할 수 있다. g_{min} 은 반사 영상 영역과 관련하여 출력되는 그래디언트(Gradient)인 반사 그래디언트가 존재하지 않는 상태에서 각 픽셀이 갖는 그래디언트 값으로 추정되는 값일 수 있다. 영상 처리 장치는 배열된 개별의 입력 영상의 각 픽셀 별 그래디언트 값과 각 픽셀의 g_{min} 의 차이를 이용하여 그래디언트 신뢰도를 계산할 수 있다.

[0035] 영상 처리 장치는 유사 패치 영역을 설정하여 배열된 입력 영상의 반사 그래디언트를 억제함으로써 투과 그래디언트를 복구한다(130). 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 그래디언트 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제1 행렬 및 신뢰도 맵의 패치를 1차원으로 변형하여 벡터화된 패치들의 제2 행렬을 설정하고, 설정된 제1 행렬 및 제2 행렬을 이용하여 반사 그래디언트를 억제할 수 있다. 제1 행렬은 후술할 도 2의 그래디언트 행렬 G 에 대응되고, 제2 행렬은 후술할 도 2의 신뢰도 행렬 Π 에 대응될 수 있다.

[0036] 제1 행렬 및 제2 행렬의 동작과 관련된 보다 상세한 사항은 도 2를 통하여 후술한다.

[0038] 도 2는 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 상세하게 도시한 흐름도이다.

[0039] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상에 포함되는 특정 영상을 워핑의 기준이 되는 레퍼런스 영상(이하, 제1 영상)으로 설정할 수 있다(210). 일실시예에 따르면, 복수의 입력 영상 가운데 첫 번째 영상을 제1 영상으로 설정할 수 있다. 다만, 워핑의 기준이 되는 제1 영상이 복수의 입력 영상 중 첫 번째 영상으로 한정되는 것은 아니다.

[0040] 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상에 기초하여 복수의 입력 영상에 포함되는 투과 영상 영역을 계산할 수 있다(220). 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상을 비교하고, 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단한 결과 및 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단한 결과에 기초하여 투과 영상 영역을 계산할 수 있다. 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 투과 영상 영역을 계산하기 위하여 co-saliency를 계산할 수 있는데, co-saliency를 계산하는 것과 관련된 보다 상세한 사항은 도 1에서 전술한 바 있다.

[0041] 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상 중 제1 영상을 제외한 나머지 영상을 제1 영상에 워핑할 수 있다(230). 구체적으로, 영상 처리 장치는 계산된 투과 영상 영역을 기준으로 영상 사이의 관련성을 획득하고, 획득된 관련성에 기초하여 복수의 입력 영상에 포함되는 각 영상을 제1 영상에 워핑할 수 있다. 결과적으로, 복수의 입력 영상이 배열될 수 있다.

[0042] 영상 처리 장치는 워핑하여 배열되는 영상을 모델링할 수 있다(240). 개별의 입력 영상은 투과 영상 영역 및 반사 영상 영역을 포함할 수 있다. 일실시예에 따르면, 앞서 투과 영상 영역이 계산된 경우, 계산된 결과에 기초하여 워핑된 영상을 워핑된 투과 영상 및 워핑된 반사 영상으로 모델링 할 수 있다. 일실시예에 따르면, 앞

서 투과 영상 영역이 계산되지 않은 경우, 영상 처리 장치는 co-saliency를 계산함으로써 위핑된 영상을 위핑된 투과 영상 및 위핑된 반사 영상으로 모델링할 수 있다. 영상의 모델링을 수학적식으로 나타면 아래와 같다.

수학식 1

$$I_k(\mathbf{p}) = T_k(\mathbf{p}) + R_k(\mathbf{p})$$

여기서, p 는 개별의 픽셀이고, I_k 는 k 번째 입력 영상이며, T_k 는 k 번째 투과 영상이고, R_k 는 k 번째 반사 영상이다.

수학식 2

$$\hat{I}_k(\mathbf{p}) = \hat{T}_k(\mathbf{p}) + \hat{R}_k(\mathbf{p})$$

여기서, $\hat{I}_k$ 는 k 번째 위핑된 입력 영상이고, $\hat{T}_k$ 는 k 번째 위핑된 투과 영상이며, $\hat{R}_k$ 는 k 번째 위핑된 반사 영상이다.

유리 영상 위핑은 유리 영상의 대부분을 차지하는 투과 영상에 의존하기 때문에, 배열된 영상들에서 투과 영상은 고정되어 있는 것처럼 보일 수 있다. 따라서 $\hat{T}_k$ 를 투과 영상 T_k 로 대체하면 영상을 모델링한 결과는 아래의 수학식 3과 같이 근사될 수 있다.

수학식 3

$$\hat{I}_k(\mathbf{p}) \cong T(\mathbf{p}) + \hat{R}_k(\mathbf{p})$$

여기서, T 는 실제(true) 투과 영상이다.

수학식 3을 참조하면, 위핑된 입력 영상은 실제 투과 영상과 위핑된 반사 영상을 합한 것으로 근사될 수 있다.

영상 처리 장치는 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환한다(250). 영상 처리 장치는 개별의 배열된 입력 영상의 각 픽셀에 대하여 그래디언트를 계산하고, 계산된 그래디언트를 매핑함으로써 배열된 입력 영상을 그래디언트 맵으로 변환할 수 있다. 각 픽셀의 그래디언트는 해당 픽셀의 투과 그래디언트 및 반사 그래디언트의 합으로 구성될 수 있다.

영상 처리 장치는 배열된 입력 영상과 관련하여, $g_{\min}$ (각 픽셀의 그래디언트 최소값)을 계산할 수 있다(260). 일실시예에 따르면, 영상 처리 장치는 배열된 개별의 입력 영상과 관련하여, 각 픽셀의 $g_{\min}$ 영상을 생성할 수 있다. 구체적으로, 영상 처리 장치는 복수의 그래디언트 맵에서 각 픽셀마다 그래디언트 최소값 $g_{\min}$ 값을 계산하고, $g_{\min}$ 값들을 모아 $g_{\min}$ 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 4장의 입력 영상이 있는 경우, 각 영상의 1번 픽셀이 갖는 값들 중 크기가 가장 작은 값이 1번 픽셀의 $g_{\min}$ 값이 되며, 각 영상의 2번 픽셀이 갖는 값들 중 크기가 가장 작은 값이 2번 픽셀의 $g_{\min}$ 값이 될 수 있다. 동일한 방식으로 N 번째 픽셀까지 각 픽셀들의 $g_{\min}$ 값을 모두 더함으로써, 영상 처리 장치는 $g_{\min}$ 영상을 생성할 수 있다.

영상 처리 장치는 그래디언트 신뢰도를 계산할 수 있다(270). 그래디언트 신뢰도는 도 1의 그래디언트 신뢰도에 대응될 수 있다.

특정 픽셀 p 에 대한 그래디언트 신뢰도는 아래와 같이 정의될 수 있다.

수학식 4

[0055] $\Pi_k(\mathbf{p}) = \exp(-\alpha(\delta(\mathbf{p})/\sigma_\delta))$

[0056] 여기서, $\Pi_k(\mathbf{p})$ 는 픽셀 $\mathbf{p}$ 에 대한 그래디언트 신뢰도이고, $\delta(\mathbf{p}) = |\nabla \hat{I}_k(\mathbf{p})| - g_{min}(\mathbf{p})$ 이며, σ_δ 는 $\delta(\mathbf{p})$ 의 표준편차이다.

[0057] 영상 처리 장치는 수학식 4를 이용하여 각 픽셀의 그래디언트 신뢰도를 계산할 수 있다. 계산되는 그래디언트 신뢰도는 그래디언트 복구 단계(290)에서 이용될 수 있다. 영상 처리 장치는 계산되는 그래디언트 신뢰도 값들을 매핑함으로써 신뢰도 맵을 생성할 수 있다.

[0058] 영상 처리 장치는 복수의 영상에서 유사 패치 영역을 탐색할 수 있다(280). g_{min} 만을 이용하여 1차적으로 컬러 영상을 출력하는 경우, 특정 영역이 적절하게 복원되지 못하고 번짐이 발생할 수 있다. 따라서, 세밀한 복구를 위하여 유사 패치 영역이 탐색될 수 있다. 구체적으로, 영상 처리 장치는 영상을 패치 단위로 나눈 뒤, 각 패치 영역에 대하여, 복수의 영상으로부터 유사한 패치 영역을 탐색할 수 있다.

[0059] 그래디언트 복구 단계(290)는 단계 270에서 계산되는 신뢰도를 이용하여 투과 그래디언트를 복구할 수 있다. 구체적으로, 영상 처리 장치는 탐색된 유사 패치들 사이의 거리를 비교할 수 있다. 패치들 사이의 거리는 패치들 사이의 물리적 거리가 아닌, 벡터화된 패치 $\mathbf{g}_i$ 및 $\mathbf{g}_j$ 간의 벡터 거리를 의미할 수 있다. 따라서, 벡터화된 패치 $\mathbf{g}_i$ 및 $\mathbf{g}_j$ 가 비슷한 좌표를 가지는 경우, $d(\mathbf{g}_i, \mathbf{g}_j)$ 가 상대적으로 작은 값을 가질 수 있다.

[0060] 패치들 사이의 거리를 계산한 결과에 픽셀의 신뢰도에 따른 가중치가 부여될 수 있다. 가중치가 부여된 결과값은 가중 유클리디안 거리(Weighted Euclidean distance)로 정의되며, 수학식 5와 같이 표현될 수 있다.

수학식 5

[0061] $d(\mathbf{g}_i, \mathbf{g}_j) = \|\mathbf{w}_{ij} \circ (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)\|$

[0062] 여기서, $\mathbf{g}_i$ 는 벡터화된 패치이고, $\mathbf{w}_{ij}$ 는 대응하는 패치의 신뢰도 값으로 정의된 가중치이다. $\mathbf{w}_{ij}$ 는 다음의 수학식 6과 같이 정의될 수 있다.

수학식 6

[0063] $\mathbf{w}_{ij} = \frac{1}{Z_{ij}}(\pi_i \circ \pi_j)$

[0064] 여기서, π_i 는 $\mathbf{g}_i$ 의 그래디언트에 대응하는 신뢰도 벡터이고, Z_{ij} 는 $\mathbf{w}_{ij}$ 의 요소의 합이 1이 되도록 만드는 노멀라이저(정규화 인자 즉, Normalizing Factor)이다.

[0065] 또한, 투과 그래디언트 복구를 위한 그래디언트 행렬 $\mathbf{G}$ 및 신뢰도 행렬 Π 가 다음의 수학식 7과 같이 정의될 수 있다. 그래디언트 행렬 $\mathbf{G}$ 는 도 1의 제1 행렬에 대응되고, 신뢰도 행렬 Π 는 도 1의 제2 행렬에 대응될 수 있다.

수학식 7

$$\mathbf{G} = [\mathbf{g}_0, \dots, \mathbf{g}_K], \quad \mathbf{\Pi} = [\pi_0, \dots, \pi_K]$$

$\mathbf{g}_i$ 는 그래디언트 맵을 1차원으로 변형한 벡터화된 패치이고, 행렬에서는 열(Column)이 될 수 있다. 또한 π_i 는 신뢰도 맵의 패치를 1차원으로 변형한 벡터화된 패치이며, 마찬가지로 행렬에서는 열이 될 수 있다.

그래디언트 행렬 $\mathbf{G}$ 는 반사 그래디언트를 포함하므로, 각 행(Row)이 일정하지 않고 차이(Variation)가 존재할 수 있다. 그래디언트 행렬 $\mathbf{G}$ 로부터 복구되는 투과 그래디언트 행렬을 $\mathbf{X}$ 라 할 때, 각 열들이 유사한 형태를 가질 수 있다.

모든 열이 유사하다는 것은 행렬의 차수(Rank)가 낮음을 의미할 수 있다. 그러나, 행렬 $\mathbf{X}$ 를 특별한 제약 없이 낮은 차수로 변환하는 경우 투과 그래디언트 값이 손상될 수 있다. 예를 들어, 행렬 $\mathbf{X}$ 의 특정 행의 값을 대응하는 $\mathbf{G}$ 의 행의 평균 값으로 변환하는 경우, 반사 그래디언트 원소의 값에 의하여 투과 그래디언트 원소의 값이 영향을 받을 수 있다.

일실시에에 따르면, 행렬 $\mathbf{X}$ 를 획득하기 위하여, 두 개의 제약 조건들이 설정될 수 있다. 첫째, 반사(Reflection)가 없는 영역에서는 그래디언트가 보존되어야 할 수 있다. 이 경우, 반사가 없는 영역은 반사 그래디언트가 0 이므로 그래디언트 값은 온전히 투과 그래디언트 값이 될 수 있다. 둘째, 그래디언트 값은 투과 그래디언트와 반사 그래디언트의 합이므로, 복구된 투과 그래디언트의 값은 원본 영상의 그래디언트 값을 초과할 수 없도록 결정될 수 있다.

두 개의 제약 조건을 수학식으로 표현하면 다음의 수학식 8과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

$$\mathbf{\Pi} \circ \mathbf{X} = \mathbf{\Pi} \circ \mathbf{G}, \quad |(\mathbf{1} - \mathbf{\Pi}) \circ \mathbf{X}| \leq |(\mathbf{1} - \mathbf{\Pi}) \circ \mathbf{G}|$$

일실시에에 따르면, 두 개의 제약 조건 하에서 행렬 $\mathbf{X}$ 의 획득 과정이 다음과 같이 실질적으로 구현될 수 있다.

첫째로, 행렬 $\mathbf{X}$ 가 $\mathbf{X}^0 = \mathbf{\Pi} \circ \mathbf{G}$ 로 초기화될 수 있다. 다음으로, singlar 벨류 디컴포지션(Singular Value Decomposition) 방법이 이용됨으로써, $\mathbf{U}\mathbf{\Lambda}\mathbf{V}^T = \mathbf{X}^t$ 로 계산될 수 있다. 그 후, $\hat{\mathbf{Y}}^{t+1} = \mathbf{U}\mathbf{f}_1(\mathbf{\Lambda})\mathbf{V}^T$ 및 $\mathbf{Y}^{t+1} = \mathbf{f}_2(\hat{\mathbf{Y}}^{t+1})$ 가 계산될 수 있다. 이 경우, $\mathbf{f}_1$ 는 $\mathbf{\Lambda}$ 의 문턱 값 보다 작은 개별 singlar 벨류를 잘라내는 연산자이고, $\mathbf{f}_2$ 는 두 번째 제약 조건을 위반하는 경우 개별 값을 $\mathbf{G}$ 의 값으로 교체하는 연산자일 수 있다. 마지막으로, 첫 번째 제약 조건 하에서 $\mathbf{X}^{t+1} = \mathbf{\Pi} \circ \mathbf{G} + (\mathbf{1} - \mathbf{\Pi}) \circ \mathbf{Y}^{t+1}$ 가 계산될 수 있다.

위 과정들은 $\|\mathbf{Y}^{t+1} - \mathbf{Y}^t\|_F < 0.01$ 이 될 때까지 혹은 미리 정해진 최대 반복 횟수에 이를 때까지 반복될 수 있다. 다만, 0.01은 예시적인 수치일 뿐 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니며, 경우에 따라서는 0.01 보다 더 작게 될 때까지 위 과정들이 반복 수행될 수도 있다.

일실시에에 따르면, 행렬 $\mathbf{X}$ 를 획득하기 위하여, weighted low rank minimization이 적용될 수도 있다. 구체적

으로, $\|\mathbf{\Pi} \circ (\mathbf{X} - \mathbf{G})\|_F^2$ 이 최소화되는 행렬 $\mathbf{X}$ 가 계산될 수 있다. 이 경우, 별도의 제약 조건의 설정이 불필요할 수 있다.

행렬 $\mathbf{X}$ 를 획득함으로써 영상 처리 장치는 복원하고자 했던 패치 $\mathbf{g}_0$ 의 투과 그래디언트 값을 복구할 수 있다. 모든 패치에 대하여 투과 그래디언트 값을 복구하는 과정을 반복 수행함으로써, 영상 전체의 투과 그래디언트 맵이 추정될 수 있다. 또는, 일부 패치에 대하여 투과 그래디언트 값을 복구하는 과정을 반복 수행함으로써,

영상 일부의 투과 그래디언트 맵이 추정될 수도 있다.

[0077] 일실시예에 따르면, k번째 유리 영상의 투과 그래디언트 맵을 $g_{comp,k}$ 라고 할 때, 최적의 투과 그래디언트 맵 g_{opt} 는 다음의 수학적 식 9와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 9

$$g_{opt}(p) = \underset{g_{comp,k}(p)}{\operatorname{argmin}} |g_{comp,k}(p)|$$

[0078]

[0079] 일실시예에 따르면, 추정한 투과 그래디언트 맵의 각 픽셀에서 가장 크기가 큰 그래디언트가 최적의 그래디언트라고 정의될 수 있다.

[0080] 일실시예에 따른 영상 처리 방법은 복수의 입력 영상 중 다른 영상의 신뢰도 높은 그래디언트 값을 이용하여 최적의 그래디언트 값을 추정하기 때문에 투과 그래디언트를 추정하는 효과가 뛰어날 수 있다. 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 수행함으로써 반사 영상을 효과적으로 제거할 수 있다. 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 수행함으로써 복잡한 질감(Texture)의 영역을 효과적으로 복원할 수 있다.

[0082] 도 3 내지 도 6에서는 상기 과정들을 실제 실시예에 따라 설명한다.

[0083] 도 3은 일실시예에 따른 입력 영상을 배열한 결과들의 예시도이다.

[0084] 도 3을 참조하면, 일실시예에 따른 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단하거나 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단하지 않고 복수의 입력 영상을 배열할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 영상 인식 결과 더 중요하게 인식되는 영역의 영상을 투과 영상 영역으로 결정할 수 있다(310). 이 경우, 중요도가 높은 영역으로 인식되는 반사 영상 영역으로 인해 복수의 입력 영상이 올바르게 배열되지 않을 수 있다(320)(330).

[0085] 또는, 일실시예에 따른 영상 처리 장치는 복수의 입력 영상 중 적어도 일부에서 반복적으로 표시되는 영상 영역을 판단하고, 반복적으로 표시되는 영상 영역 간의 위치 관계를 판단할 수 있다. 예를 들어, 영상 처리 장치는 co-saliency를 계산한 결과에 기초하여 투과 영상 영역을 계산하고 복수의 입력 영상을 배열할 수 있다(340). 이 경우, 중요도가 높은 영역으로 인식되는 반사 영상 영역에도 불구하고, 복수의 입력 영상이 올바르게 배열될 수 있다(350)(360).

[0087] 도 4는 일실시예에 따른 워핑된 영상으로부터 계산되는 g_{min} 영상 및 재생성된 영상을 도시한다.

[0088] 도 4a는 복수의 워핑된 영상을 도시한다. 복수의 워핑된 영상에서 반사 영상이 많이 표현되는 부분을 붉은 패치로 표시하였다. 붉은 패치 영역은 투과 영상으로 복구해야 하는 영역일 수 있다.

[0089] 도 4b는 복수의 워핑된 영상으로부터 각 픽셀의 그래디언트 최소값을 이용하여 생성되는 g_{min} 영상을 도시한다.

[0090] 도 4c는 그래디언트 변환을 이용하여 재생성되는 영상을 도시한다. 도 4c에서 도시되는 영상은 도 2의 수학적 식 1 내지 3의 방법을 이용하여 재생성된 투과 영상일 수 있다. 이 경우, 아직 투과 그래디언트가 복구되지 않은 상태이기 때문에, 재생성되는 영상과 관련하여 픽셀 수준(Pixel Level)에서 불일치(Misalignment)가 있을 수 있다. 또한, 카메라의 각도에 따라 같은 지점이라도 그래디언트의 차이(Variation)가 있을 수 있다. 따라서, 투과 영상이 뚜렷하게 표현될 수 있다.

[0091] 결과적으로 도 4에서는 g_{min} 이 실제 투과 그래디언트의 크기와 가까운 값을 나타낸다는 사실을 알 수 있다. 따라서, 그래디언트 값이 g_{min} 과 차이가 작으면, 그래디언트가 투과 그래디언트일 확률(신뢰도)이 높다고 판단될 수 있다.

- [0093] 도 5는 일실시예에 따른 워핑된 영상과 신뢰도 맵을 도시한다.
- [0094] 도 5a는 일실시예에 따른 워핑된 영상을 도시한다. 도 5b는 도 5a에서 도시되는 워핑된 영상의 신뢰도 맵을 도시한다. 도 5b는 도 5a에서 도시되는 워핑된 영상에서 수학식 4에 따라 각 픽셀별 신뢰도가 계산되고, 신뢰도 맵으로 표현된 영상일 수 있다.
- [0096] 도 6은 일실시예에 따른 입력 영상으로부터 그래디언트 행렬, 복구되는 투과 그래디언트 행렬 및 결과 영상을 도시한다.
- [0097] 도 6a는 입력 영상(Input Sequence)과 $g_{\min}$ 영상을 도시한다. 도 6a에서 도시되는 입력 영상에서 투과 그래디언트와 반사 그래디언트가 혼재되어 있음을 확인할 수 있다. 도 6b는 그래디언트 행렬 G와 복구된 투과 그래디언트 행렬 X를 도시한다. 행렬 G는 반사 그래디언트를 포함하기 때문에 각 행(Row)가 일정하지 않고 차이(Variation)가 있음을 알 수 있다. 행렬 X는 행렬 G에 기초하여 투과 그래디언트를 복구함으로써 계산되는 행렬이며, 각 열(Column)이 유사한 것을 확인할 수 있다. 이는 행렬 X의 차수(Rank)가 낮음을 의미할 수 있다.
- [0098] 도 6c는 최종적으로 획득되는 영상을 도시한다. 행렬 X는 도 2에서 설명했던 weighted low rank minimization이 적용됨으로써 획득될 수 있다. 또는, 행렬 X는 도 2에서 설명했던 두 가지 제약조건 하에서 반복적 계산을 통해 획득될 수도 있다. 도 6c에서 도시된 영상의 경우, weighted low rank minimization이 적용됨으로써 행렬 X가 획득된 영상일 수 있다.
- [0099] 일실시예에 따른 영상 처리 방법을 수행하는 경우, 도 4c의 결과 영상보다 더 선명한 도 6c의 결과 영상이 획득될 수 있다.
- [0101] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0102] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0103] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하

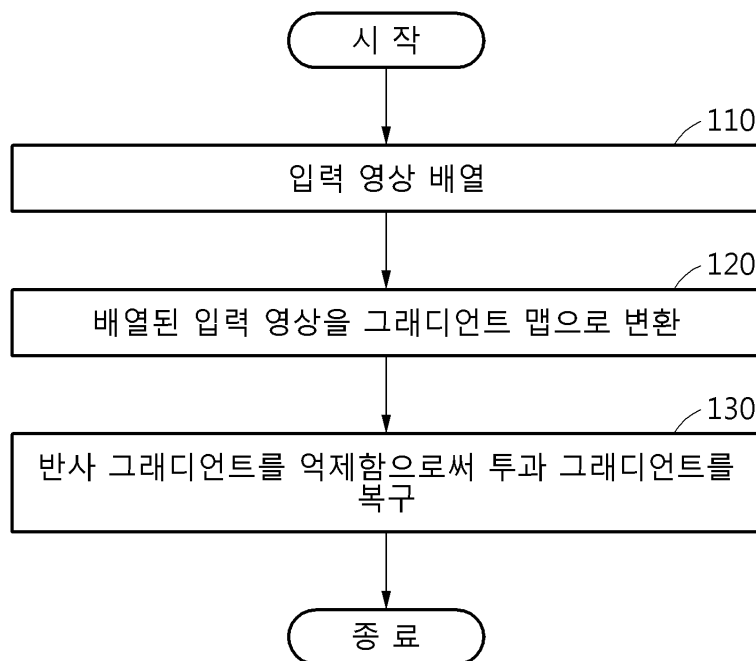
록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0104] 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

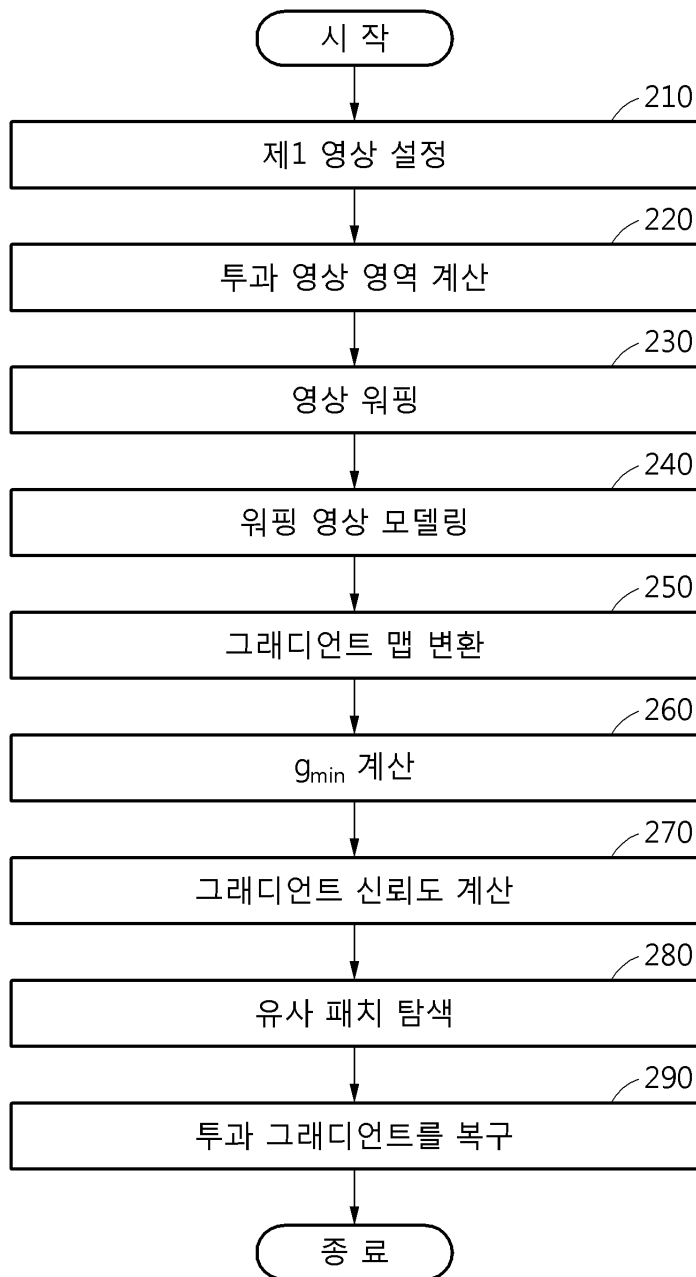
[0105] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

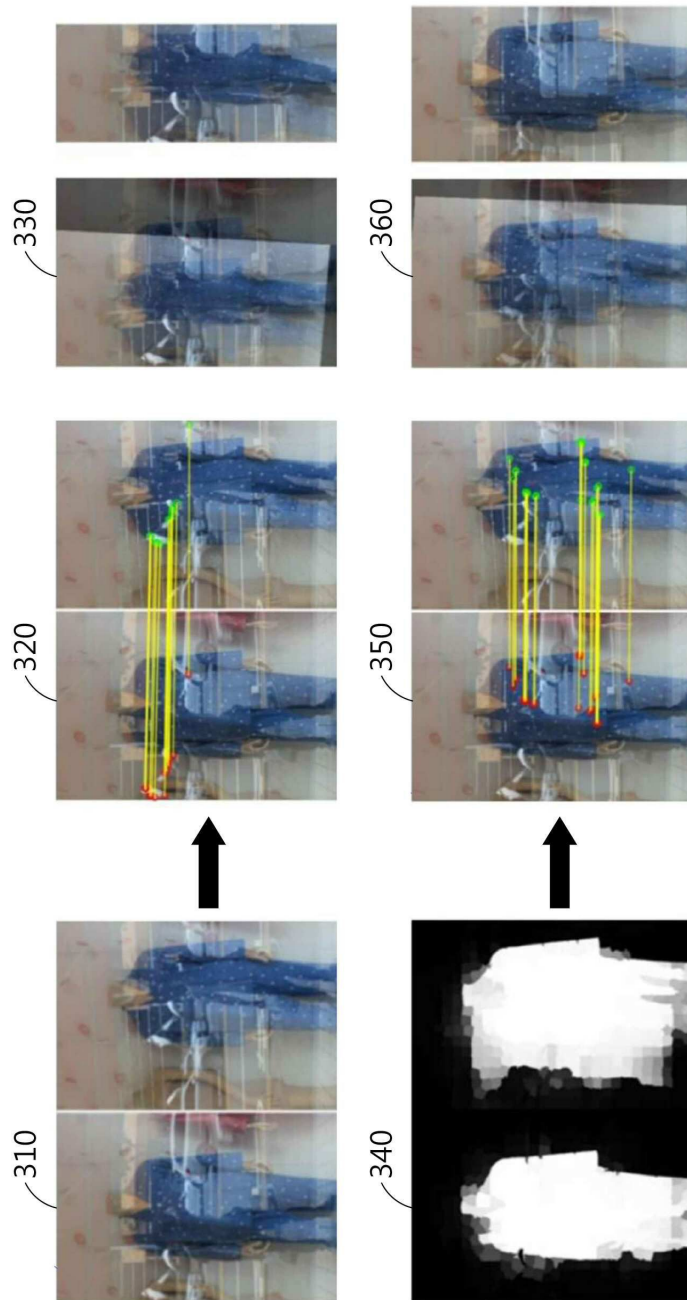
도면1



도면2



도면3



도면4a



Warped images

도면4b



$g_{\min}$

도면4c



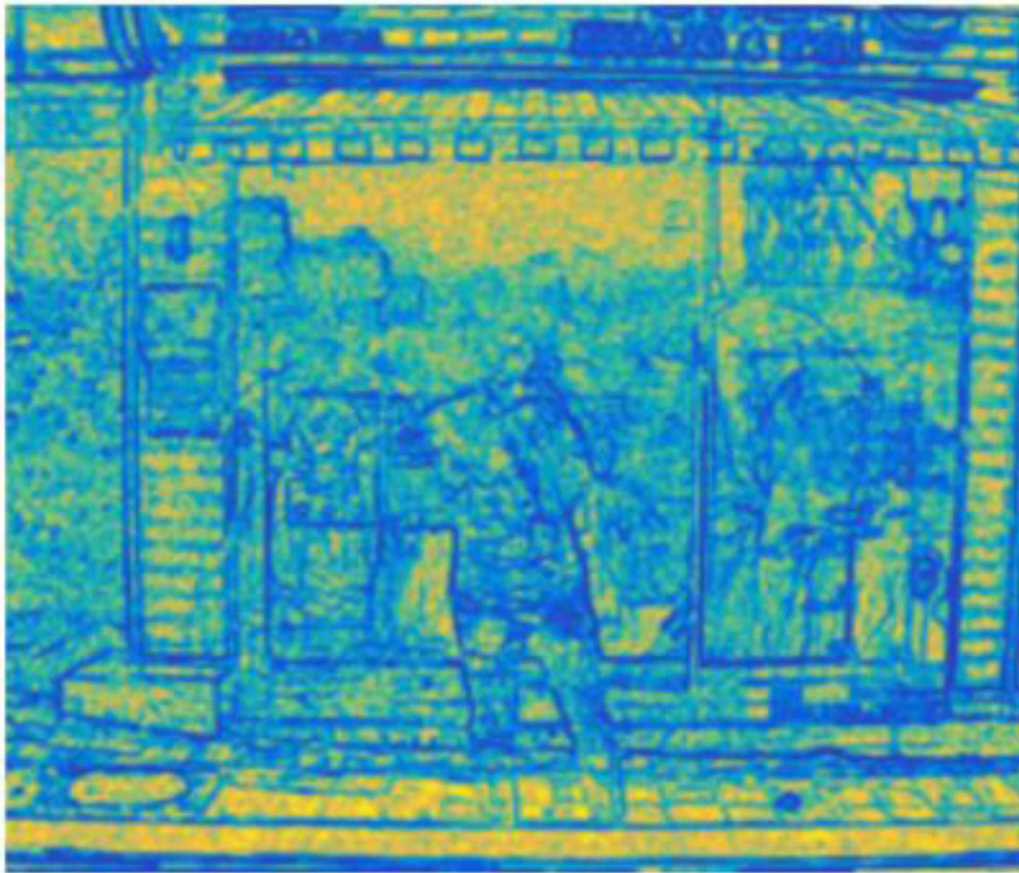
Reconstruct

도면5a



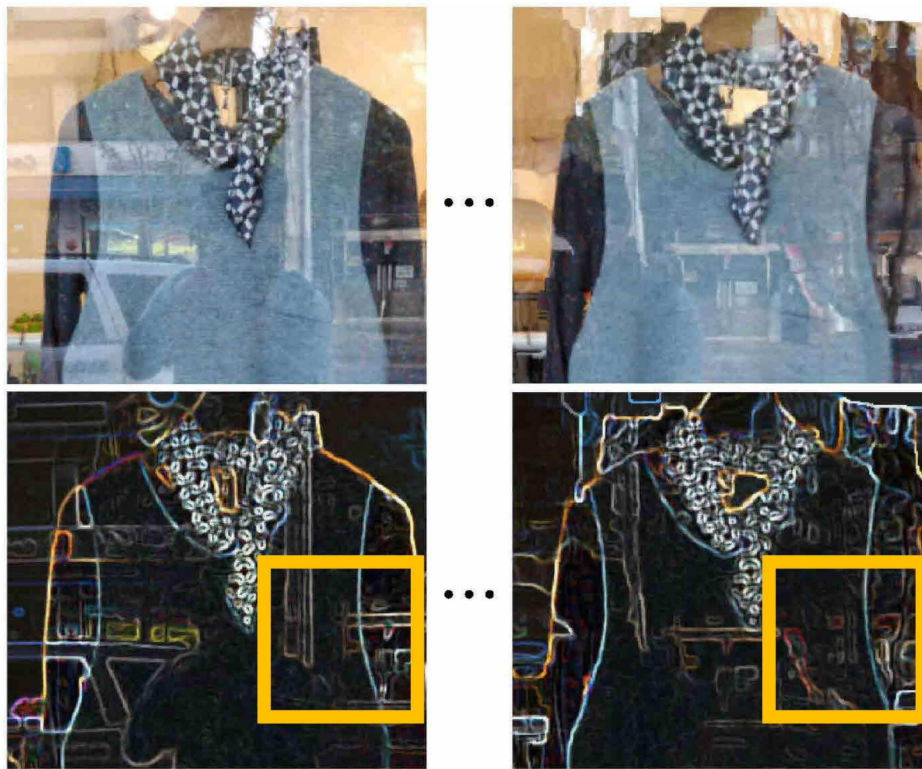
Warped image $\hat{I}$

도면5b



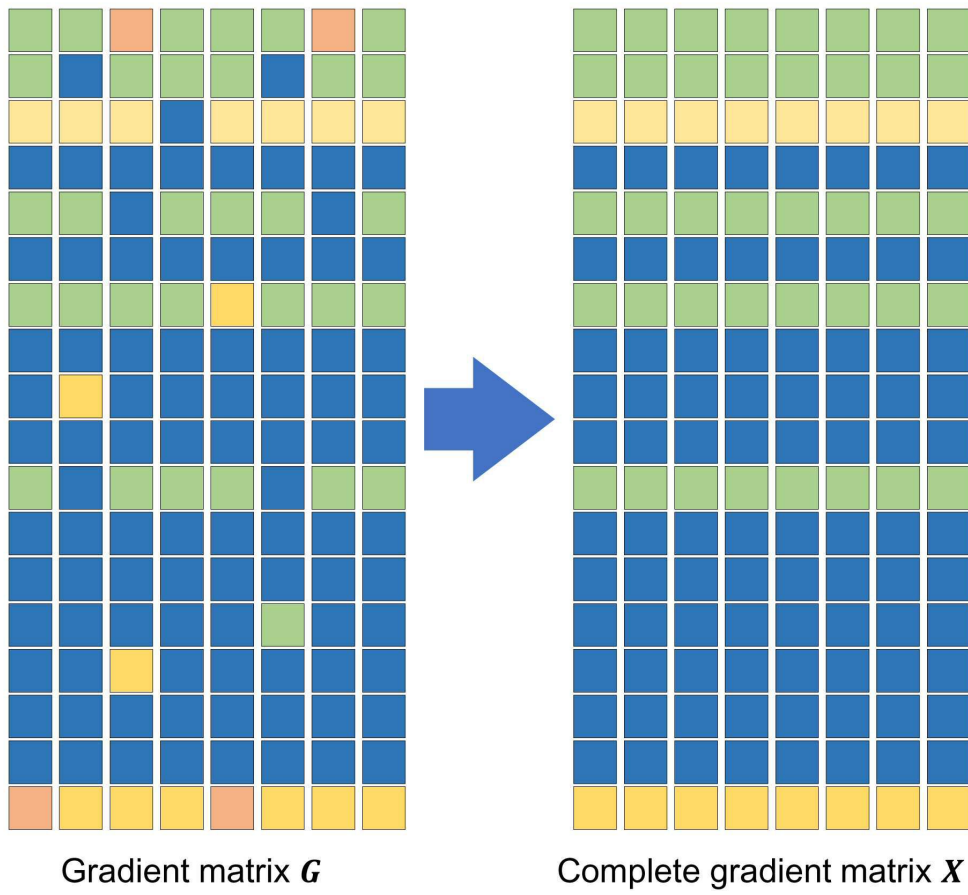
Reliability map II

도면6a

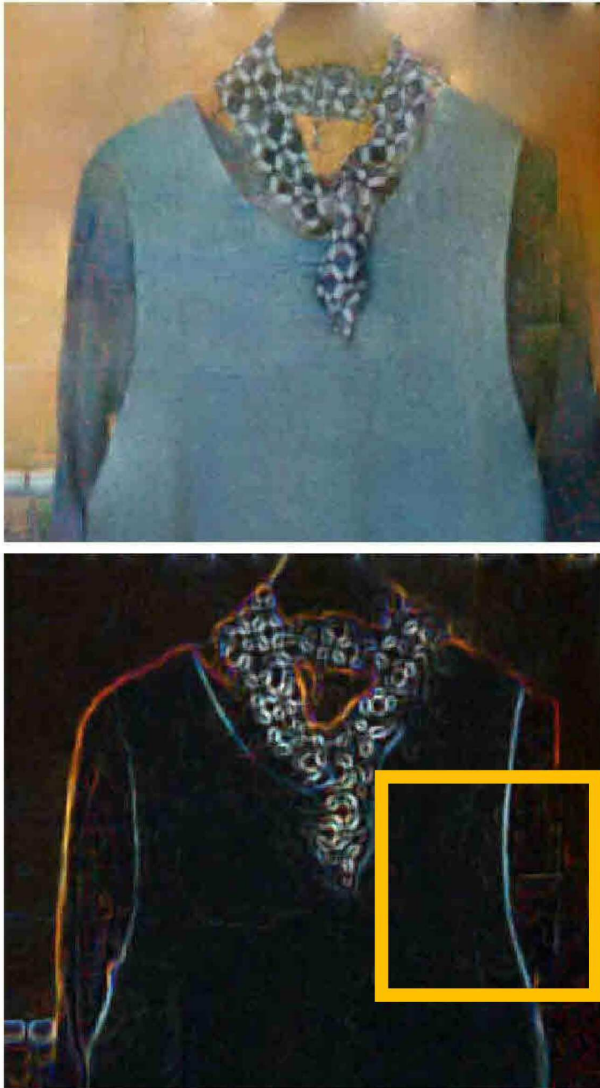


Input sequence

도면 6b



도면6c



Result