



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0136707
(43) 공개일자 2018년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 15/08 (2011.01) G06T 15/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 15/08 (2013.01)
G06T 15/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0075788
(22) 출원일자 2017년06월15일
심사청구일자 2017년06월15일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
정원기
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
최준영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
권안 트란 민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
제일특허법인(유)

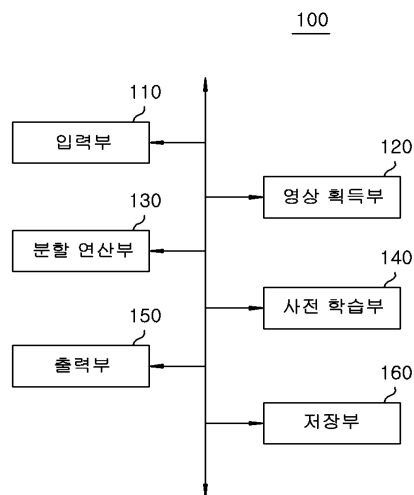
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 볼륨 렌더링 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른, 복수의 부분으로 구획 가능한 3차원 객체에 대하여, 볼륨 렌더링(volume rendering) 장치 상에서 수행되는 볼륨 렌더링 방법은, 상기 객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 2차원 영상을 획득하는 제 1 단계, 상기 2차원 영상으로부터 상기 객체의 3차원 영상을 복원하고, 상기 3차원 영상을 N(N은 2 이상의 자연수)개의 복셀(voxel)로 분할하는 제 2 단계, 상기 객체의 특징을 나타내는 복수의 특징 필터(filter) 및 복수의 희소 코드(sparse code)를 이용하여 상기 객체를 근사적으로 표현하는 제 3 단계 및 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 제 4 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
G06T 2207/20084 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 부분으로 구획 가능한 3차원 객체에 대하여, 볼륨 렌더링(volume rendering) 장치 상에서 수행되는 볼륨 렌더링 방법에 있어서,

상기 객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 2차원 영상을 획득하는 제 1 단계;

상기 2차원 영상으로부터 상기 객체의 3차원 영상을 복원하고, 상기 3차원 영상을 N (N 은 2 이상의 자연수)개의 복셀(voxel)로 분할하는 제 2 단계;

상기 객체의 특징을 나타내는 복수의 특징 필터(filter) 및 복수의 희소 코드(sparse code)를 이용하여 상기 객체를 근사적으로 표현하는 제 3 단계; 및

상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 제 4 단계를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복셀 중에서, 상기 복수의 부분 중 사용자로부터의 입력에 기초하여 선택된 부분 혹은 출력될 부분으로서 기 정해진 부분에 속한 복셀만을 시각적으로 출력하는 제 5 단계를 더 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 특징 필터의 개수 및 상기 희소 코드의 개수를 각각 K 라 할 때, 상기 제 3 단계는,

상기 특징 필터 중 k (k 는 0 이상 K 미만의 정수)번째 특징 필터와 상기 희소 코드 중 k 번째 희소 코드 간의 컨볼루션(convolution) 연산을 수행하여 얻어지는 반응 맵(response map)을 각 k 에 대해 각 k 에 대해 구하는 단계; 및

상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과와, 상기 객체 간의 차이가 최소가 되도록, 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드를 산출하는 단계를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 4 단계는,

상기 복셀 중 소정의 일부 복셀에 대해, 사용자로부터의 입력에 기초하여, 상기 소정의 일부 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 단계; 및

상기 소정의 일부 복셀에 대한 분류 결과에 기초하여, 상기 복셀 중 상기 소정의 일부 복셀을 제외한 나머지 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 4 단계는, SVM(support vector machine) 기법, CNN(connected neural network) 기법 및 랜덤 트리(random tree) 기법 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 제 3 단계는, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과의 특징을 나타내는 제 2 특징 필터 및 복수의 제 2 회소 코드를 이용하여, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과를 근사적으로 표현하는 단계를 더 포함하며,

상기 제 4 단계는, 상기 제 2 특징 필터 및 상기 제 2 회소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 특징 필터는, 상기 특징 필터와 다른 크기(dimension)를 갖도록 설정되는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 제 4 단계는,

상기 특징 필터 및 상기 회소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어느 한 부분에 속할 확률을 상기 복수의 부분 각각에 대해 산출하는 단계; 및

상기 확률에 기초하여 상기 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복셀 각각을 시각적으로 출력하되, 상기 복수의 부분의 개수를 M 이라 할 때, 상기 복셀 중 n 번째 복셀이 상기 복수의 부분 중 m (m 은 0 이상 M 미만의 정수)번째 부분에 속할 경우의 시각적 특성에, 상기 n 번째 복셀이 상기 m 번째 부분에 속할 확률을 곱한 값을, 각 m 에 대하여 모두 구한 결과의 총합이 상기 n 번째 복셀의 시각적 특성이 되도록 하는 제 5 단계를 더 포함하며,

상기 시각적 특성은, 색상 및 투명도 중 적어도 하나를 포함하는

볼륨 렌더링 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 2차원 영상은, 상기 객체의 서로 다른 단면을 촬영함으로써 얻어진 영상인

볼륨 렌더링 방법.

청구항 11

복수의 부분으로 구획 가능한 3차원 객체에 대한 볼륨 렌더링(volume rendering)을 수행하기 위한 장치에 있어서,

상기 객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 2차원 영상을 획득하는 입력부;

상기 2차원 영상으로부터 상기 객체의 3차원 영상을 복원하고, 상기 3차원 영상을 N (N 은 2 이상의 자연수)개의 복셀(voxel)로 분할하는 분할 연산부;

상기 객체의 특징을 나타내는 복수의 특징 필터(filter) 및 복수의 희소 코드(sparse code)를 이용하여 상기 객체를 근사적으로 표현하는 사전 학습부; 및

상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 복셀 분류부를 포함하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 입력부는, 상기 볼륨 렌더링 장치의 사용자로부터의 입력을 수신하며,

상기 복셀 중에서, 상기 복수의 부분 중 상기 사용자로부터의 입력에 기초하여 선택된 부분 혹은 출력될 부분으로서 기 정해진 부분에 속한 복셀만을 시각적으로 출력하는 출력부를 더 포함하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 특징 필터의 개수 및 상기 희소 코드의 개수를 각각 K 라 할 때,

상기 사전 학습부는, 상기 특징 필터 중 k (k 는 0 이상 K 미만의 정수)번째 특징 필터와 상기 희소 코드 중 k 번째 희소 코드 간의 컨볼루션(convolution) 연산을 수행하여 얻어지는 반응 맵(response map)을 각 k 에 대해 구한 후, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과와, 상기 객체 간의 차이가 최소가 되도록, 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드를 산출하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 입력부는, 상기 볼륨 렌더링 장치의 사용자로부터의 입력을 수신하며,

상기 복셀 분류부는, 상기 복셀 중 소정의 일부 복셀에 대해, 상기 사용자로부터의 입력에 기초하여, 상기 소정의 일부 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하고, 상기 소정의 일부 복셀에 대한 분류 결과에 기초하여, 상기 복셀 중 상기 소정의 일부 복셀을 제외한 나머지 복셀 각각을 분류하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 복셀 분류부는, SVM(support vector machine) 기법, CNN(connected neural network) 기법 및 랜덤 트리(random tree) 기법 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복셀 각각을 분류하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 사전 학습부는, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과의 특징을 나타내는 제 2 특징 필터 및 복수의 제 2 희소 코드를 이용하여, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과를 근사적으로 표현하며,

상기 복셀 분류부는, 상기 제 2 특징 필터 및 상기 제 2 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각을 분류하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제 2 특징 필터는, 상기 특징 필터와 다른 크기(dimension)를 갖도록 설정되는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 복셀 분류부는, 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어느 한 부분에 속할 확률을 상기 복수의 부분 각각에 대해 산출하고, 상기 확률에 기초하여 상기 복셀 각각을 분류하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 복셀 각각을 시각적으로 출력하되, 상기 복수의 부분의 개수를 M 이라 할 때, 상기 복셀 중 n 번째 복셀이 상기 복수의 부분 중 m (m 은 0 이상 M 미만의 정수)번째 부분에 속할 경우의 시각적 특성에, 상기 n 번째 복셀이 상기 m 번째 부분에 속할 확률을 곱한 값을, 각 m 에 대하여 모두 구한 결과의 총합이 상기 n 번째 복셀의 시각적 특성이 되도록 하는 출력부를 더 포함하며,

상기 시각적 특성은, 색상 및 투명도 중 적어도 하나를 포함하는

볼륨 렌더링 장치.

청구항 20

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 2차원 영상은, 상기 객체의 서로 다른 단면을 촬영함으로써 얻어진 영상인

볼륨 렌더링 장치.

청구항 21

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 따른 각각의 단계를 수행하는, 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 애플리케이션 프로그램.

청구항 22

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 따른 각각의 단계를 수행하는 명령어를 포함하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 볼륨 렌더링(volume rendering)을 수행함에 있어서, 렌더링의 대상이 되는 객체가 포함하는 각 복셀(voxel)을 분류하는 과정을 정확하면서도 효율적으로 수행하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 볼륨 렌더링이란, 렌더링의 대상이 되는 객체를 촬영한 복수의 2차원 영상을 이용하여, 상기 객체를 특정 방향에서 바라본다고 가정할 경우에 상기 객체가 보이는 모습을 3차원적으로 복원하기 위한 기술이다. 이와 같은 볼륨 렌더링 기술은 자연과학과 응용과학의 다양한 분야에서 그 중요성이 증대되고 있다. 특히 최근에는, 컴퓨터

단층 촬영(computer tomography, CT) 등을 통해 얻은 2차원 영상으로부터 대상 객체의 3차원적인 형상을 실제로 가깝도록 복원하여 관찰할 필요가 있는 의학 분야에서 주목받고 있다.

[0003] 도 1은 볼륨 렌더링에 대해 개념적으로 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하면, 볼륨 렌더링의 대상이 되는 객체의 서로 다른 단면을 각각 촬영한 복수의 2차원 영상(11)을 이용하여, 객체를 특정 방향에서 바라볼 경우에 보이게 되는 결과 영상(12)을 생성할 수 있다.

[0004] 이와 같은 볼륨 렌더링은, 대상 객체 표면의 시각적 정보만을 고려하는 일반적인 렌더링 과정과 달리, 기본적으로 객체를 구성하는 모든 복셀(voxel)이 객체의 시각적 표현에 고려된다는 특징을 갖는다. 예컨대, 상기 객체 표면에 정의된 임의의 영역을 시각적으로 표현할 경우, 객체에 포함된 복셀들 중 상기 임의의 영역을 바라보는 시선의 연장선상에 있는 모든 복셀들의 시각적 특성(예컨대, 색상 혹은 투명도 등)이 종합적으로 고려되어 상기 임의의 영역의 시각적 특성이 결정된다. 이러한 과정을 통해, 입체감과 질감 등이 표현되어 사실에 가깝게 묘사된 객체의 3차원적 영상이 획득될 수 있다.

[0005] 또한, 상기 대상 객체는 복수의 부분(도 1의 예시에 따르면 앞, 줄기, 화분 등)으로 구획될 수 있는데, 상기 부분 중 사용자가 보고자 하는 특정 부분을 제외한 나머지 부분에 속하는 복셀을 볼륨 렌더링 과정에서 투명하게 설정할 수 있다. 그러면 사용자는 상기 보고자 하는 특정 부분만을 나머지 부분의 방해 없이 상세히 관찰할 수 있다.

[0006] 이와 같은 볼륨 렌더링을 통해 대상 객체의 전부 혹은 일부를 실감나게 관찰하기 위해서는, 객체에 포함된 각 복셀들이 객체를 구성하는 복수의 부분 중 어느 부분에 속하는지에 따라, 상기 각 복셀들을 분류(classification)할 필요가 있다.

[0007] 상기 분류를 수행하기 위한 방법으로서 지금까지 다양한 방법이 고안되었다. 그 예로서, 2차원 영상으로부터 추출된 각 복셀의 특징 정보에 기초한 확률적 분류 방법, 머신 러닝 기법을 활용한 분류 방법 등을 들 수 있다. 하지만 이러한 종래의 방법들은 잡음(noise)에 취약하며, 복잡한 구조를 갖는 객체에 대해서는 분류의 정확도가 떨어지는 등의 문제를 갖는다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 특허문헌: 대한민국 공개특허 제 10-2000-0067384호 (2000.11.15. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 볼륨 렌더링의 대상이 되는 객체가 포함하는 각 복셀을 분류하는 과정을 정확하면서도 효율적으로 수행함으로써, 사용자가 객체에서 원하는 부분을 사실에 가깝도록 상세하게 관찰할 수 있도록 하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0010] 다만, 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지는 않았으나 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있는 목적을 포함할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른, 복수의 부분으로 구획 가능한 3차원 객체에 대하여, 볼륨 렌더링(volume rendering) 장치 상에서 수행되는 볼륨 렌더링 방법은, 상기 객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 2차원 영상을 획득하는 제 1 단계, 상기 2차원 영상으로부터 상기 객체의 3차원 영상을 복원하고, 상기 3차원 영상을 $N(N \geq 2)$ 이상의 자연수)개의 복셀(voxel)로 분할하는 제 2 단계, 상기 객체의 특징을 나타내는 복수의 특징 필터(filter) 및 복수의 희소 코드(sparse code)를 이용하여 상기 객체를 근사적으로 표현하는 제 3 단계 및 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 제 4 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 방법은, 상기 복셀 중에서, 상기 복수의 부분 중 사용자로부터의 입력에 기초하여 선택된 부분 혹은

출력될 부분으로서 기 정해진 부분에 속한 복셀만을 시각적으로 출력하는 제 5 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0013] 또한, 상기 특징 필터의 개수 및 상기 희소 코드의 개수를 각각 K 라 할 때, 상기 제 3 단계는, 상기 특징 필터 중 k (k 는 0 이상 K 미만의 정수)번째 특징 필터와 상기 희소 코드 중 k 번째 희소 코드 간의 컨볼루션(convolution) 연산을 수행하여 얻어지는 반응 맵(response map)을 각 k 에 대해 각 k 에 대해 구하는 단계 및 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과와, 상기 객체 간의 차이가 최소가 되도록, 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 제 4 단계는, 상기 복셀 중 소정의 일부 복셀에 대해, 사용자로부터의 입력에 기초하여, 상기 소정의 일부 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 단계 및 상기 소정의 일부 복셀에 대한 분류 결과에 기초하여, 상기 복셀 중 상기 소정의 일부 복셀을 제외한 나머지 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제 4 단계는, SVM(support vector machine) 기법, CNN(connected neural network) 기법 및 랜덤 트리(random tree) 기법 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 제 3 단계는, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과의 특징을 나타내는 제 2 특징 필터 및 복수의 제 2 희소 코드를 이용하여, 상기 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과를 근사적으로 표현하는 단계를 더 포함하며, 상기 제 4 단계는, 상기 제 2 특징 필터 및 상기 제 2 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제 2 특징 필터는, 상기 특징 필터와 다른 크기(dimension)를 갖도록 설정될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제 4 단계는, 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어느 한 부분에 속할 확률을 상기 복수의 부분 각각에 대해 산출하는 단계 및 상기 확률에 기초하여 상기 복셀 각각을 분류하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 방법은, 상기 복셀 각각을 시각적으로 출력하되, 상기 복수의 부분의 개수를 M 이라 할 때, 상기 복셀 중 n 번째 복셀이 상기 복수의 부분 중 m (m 은 0 이상 M 미만의 정수)번째 부분에 속할 경우의 시각적 특성에, 상기 n 번째 복셀이 상기 m 번째 부분에 속할 확률을 곱한 값을, 각 m 에 대하여 모두 구한 결과의 총합이 상기 n 번째 복셀의 시각적 특성이 되도록 하는 제 5 단계를 더 포함하며, 상기 시각적 특성은, 색상 및 투명도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 복수의 2차원 영상은, 상기 객체의 서로 다른 단면을 촬영함으로써 얻어진 영상일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른, 복수의 부분으로 구획 가능한 3차원 객체에 대한 볼륨 렌더링(volume rendering)을 수행하기 위한 장치는, 상기 객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 2차원 영상을 획득하는 입력부, 상기 2차원 영상으로부터 상기 객체의 3차원 영상을 복원하고, 상기 3차원 영상을 N (N 은 2 이상의 자연수)개의 복셀(voxel)로 분할하는 분할 연산부, 상기 객체의 특징을 나타내는 복수의 특징 필터(filter) 및 복수의 희소 코드(sparse code)를 이용하여 상기 객체를 근사적으로 표현하는 사전 학습부 및 상기 특징 필터 및 상기 희소 코드에 기초하여, 상기 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지 분류하는 복셀 분류부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 볼륨 렌더링의 대상이 되는 객체가 포함하는 각 복셀을 표현하기 위해 사전 학습(dictionary learning) 기법과 합성곱 희소 코드(convolutional sparse code) 기법을 도입하고, 상기 기법들을 이용하여 산출된 특징 사전 및 희소 코드를 통해 표현되는 각 복셀의 특징에 기초하여 복셀 분류를 수행할 수 있다. 이에 따라, 복잡한 구조를 갖는 객체에 대한 복셀 분류를, 종래 기술에 비해 정확하게면서도 효율적으로 수행할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 볼륨 렌더링에 대해 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사전 학습(dictionary learning) 및 합성곱 희소 코딩(convolution sparse coding, CSC)에 대해 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법의 순서를 도시한 도면이다.

도 5a 및 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법에 대해 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링의 결과를 예시적으로 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [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] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사전 학습(dictionary learning) 및 합성곱 희소 코딩(convolution sparse coding, CSC)에 대해 개념적으로 설명하기 위한 도면이다. 도 3 내지 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법에 대해 설명하기 전에, 도 2를 참조하여 영상의 특징을 나타내는 특징 필터의 집합인 특징 사전 및 희소 코드를 이용하여 영상을 근사적으로 표현하는 합성곱 희소 코딩에 대해 살펴보도록 한다.
- [0027] 도 2를 참조하면, 원본 영상(21)은 픽셀 수로 표현되는 소정의 해상도(여기에서는 가로 256픽셀, 세로 256픽셀)를 가질 수 있다. 또한, 원본 영상(21)을 흑백 영상이라 가정할 때, 원본 영상(21)의 각 픽셀의 값(명도)은 정수의 값으로 표현될 수 있다. 예컨대, 각 픽셀의 값은 0(검정)부터 255(흰색)까지의 256가지 값 중 하나로 표현될 수 있다. 이와 같은 원본 영상(21)은 K (K 는 자연수)개의 필터(d)와 K 개의 희소 코드(sparse code, x)를 이용하여 근사적으로 표현될 수 있다.
- [0028] 각 필터(d)는 원본 영상(21)의 특징을 표현하는 일종의 이미지로, 일반적으로는 원본 영상(21)에 비해 적은 수의 픽셀(여기에서는 가로 11픽셀, 세로 11픽셀)을 포함할 수 있다. 이와 같은 필터의 집합을 사전(dictionary, 31)이라 정의할 수 있다. 즉, 사전(31)은 원본 영상(21)에 대한 정보의 집합이라 볼 수 있다.
- [0029] 희소 코드(x) 역시 일종의 이미지라 볼 수 있는데, 일반적으로는 원본 영상(21)과 같거나 유사한 수의 픽셀(여기에서는 가로 256픽셀, 세로 256픽셀)을 포함할 수 있다. 희소 코드(x)에서는 대부분의 픽셀의 값이 0이고, 매우 적은 수의 픽셀만이 0이 아닌 값을 갖는다. 즉, 희소 코드(x)에 의하면 영상의 특정 부분을 제외한 모든 부분이 0이 되므로, 이러한 희소 코드(x)를 이용하여 영상의 특정 부분의 특징을 효과적으로 추출하는 것이 가능하다. 또한, 희소 코드(x)의 연산량이 감소될 수 있다는 이점 역시 아울러 갖는다.
- [0030] 전술한 바와 같이 필터(d)와 희소 코드(x)의 개수가 각각 K 개라 할 때, k (k 는 0 이상 K 미만의 정수)번째 필터(d)와 k 번째 희소 코드(x) 간의 합성곱 연산, 즉 컨볼루션(convolution) 연산을 각 k 에 대해 수행한 결과를 모두 더하여 얻어진 근사 영상이 원본 영상(21)과 최대한 유사하도록, 즉 근사 영상과 원본 영상(21) 간의 차이가 최소화되도록, K 개의 각 필터(d) 및 희소 코드(x)를 정의할 수 있다. 여기서 영상 간의 차이라 함은, 예컨대 차이를 구하고자 하는 두 영상에서 서로 위치가 같은 픽셀 간의 값의 차이, 모든 픽셀에 대해 더한 값이 될 수 있다.
- [0031] 이와 같이 원본 영상(21)을 가장 잘 나타낼 수 있는 K 개의 각 필터(d) 및 희소 코드(x)는, 다음의 수학식 1을 만족하는 필터(d) 및 희소 코드(x)가 된다. 참고로, K 의 값은 사용자로부터의 입력 혹은 볼륨 렌더링 장치(100)가 구현된 시스템의 성능에 기초하여 정해질 수 있다.

수학식 1

$$\min_{d,x} \frac{\alpha}{2} \left\| S - \sum_k d_k * x_k \right\|_2^2 + \lambda \sum_k \|x_k\|_1 \quad s.t. : \|d_k\|_2^2 \leq 1$$

[0033]

[0035]

상기 수학식 1에서 S는 원본 영상(21)을 나타내고, d_k 및 x_k 는 각각 k번째 필터(d) 및 k번째 회소 코드(x)를 나타내며, α 및 λ 는 임의의 상수로서 실험을 통해 최적화된 값이다. 즉, 수학식 1을 만족하는 해로서의 필터(d) 및 회소 코드(x)를 구하는 것은, 원본 영상(21)에 가장 가까운 근사 영상을 구하는 것과 사실상 같은 의미를 갖는다.

[0036]

참고로, "min"이라는 기호 및 그 아래의 "d, x"라는 인자는, min 기호 오른쪽의 식이 최소가 되도록 필터(d)와 회소 코드(x)의 값(보다 구체적으로는, 각 d_k 및 x_k 의 값)을 결정한다는 뜻이다. 또한 "s.t"은 "such that"의 약자로, 이는 구해진 해가 "s.t."의 오른쪽에 서술된 조건(수학식 1에서는 $\|d_k\|_2^2 \leq 1$) 역시 만족하여야 한다는 뜻이다. 이러한 기호 및 인자에 관한 설명은 아래의 다른 수학식들에도 유사하게 적용될 수 있다.

[0037]

전술한 바와 같은 사전 학습 및 합성곱 회소 코드를 이용하여 원본 데이터를 근사하는 기법은, 아래에서 도 3 내지 6을 참조하여 설명할 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법에도 적용될 수 있다. 다만 위에서는 2차원 영상을 예로 들어 설명하였으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법은 3차원 객체를 그 대상으로 하기 때문에, 특징 사전 및 회소 코드 역시 3차원이 아닌 3차원 데이터로서 표현될 수 있다.

[0038]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 장치의 구성을 도시한 도면이다. 도 3의 볼륨 렌더링 장치(100)는 입력부(110), 분할 연산부(120), 사전 학습부(130), 복셀 분류부(140), 출력부(150) 및 저장부(160)를 포함할 수 있다. 단, 도 3의 볼륨 렌더링 장치(100)는 본 발명의 일 실시예에 불과하므로, 도 3에 의해 본 발명의 사상이 제한 해석되는 것은 아니다.

[0039]

입력부(110)는 볼륨 렌더링의 대상이 되는 3차원 객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 2차원 영상을 획득할 수 있다. 상기 2차원 영상은 객체의 서로 다른 단면을 촬영함으로써 얻어진 영상일 수 있음은 앞서 설명한 바와 같다. 이와 같은 2차원 영상은 컴퓨터 단층 촬영 장치 혹은 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging, MRI) 장치 등을 통해 촬영될 수 있다.

[0040]

입력부(110)는 미리 촬영된 2차원 영상을 볼륨 렌더링 장치(100)의 외부로부터 획득할 수 있으며, 이 경우 볼륨 렌더링 장치(100)의 외부와 통신하기 위한 데이터 버스 혹은 통신 모듈 등의 하드웨어 구성을 포함할 수 있다. 이와 달리, 입력부(110)는 컴퓨터 단층 촬영 장치와 같은 영상 촬영 장치를 직접 포함함으로써, 대상 객체를 직접 촬영하여 상기 2차원 영상을 얻을 수도 있다.

[0041]

또한, 입력부(110)는 볼륨 렌더링 장치(100)의 사용자로부터의 입력을 수신할 수 있으며, 상기 입력은 객체의 특정 복셀을 선택 및 분류하기 위한 입력, 혹은 객체를 구성하는 부분 중 시각적으로 출력할 특정 부분을 선택하기 위한 입력 등이 될 수 있다. 따라서 입력부(110)는 입력부(110)는 키보드(keyboard), 마우스(mouse), 터치 스크린(touch screen), 터치 패드(touch pad) 등 사용자로부터의 입력을 수신하기 위한 다양한 입력 장치를 포함할 수 있다.

[0042]

분할 연산부(120)는 입력부(110)를 통해 입력된 2차원 영상으로부터 대상 객체의 3차원 영상을 복원한 후, 상기 3차원 영상을 복수의 복셀(voxel)로 분할할 수 있다. 복셀은 2차원 영상의 픽셀(pixel)에 대응되는 개념으로, 미소(微小)한 체적을 갖는 3차원의 단위 객체이다. 분할 연산부(120)에 의해 생성될 상기 복셀의 크기(체적)는 상기 2차원 영상의 해상도 및 영상 획득을 위한 단면 간의 간격에 따라 정해질 수 있다. 분할 연산부(120)는 그 동작의 특성상 마이크로프로세서(microprocessor)를 포함하는 연산 장치에 의해 구현될 수 있으며, 이는 후술할 사전 학습부(130) 및 복셀 분류부(140)에 대해서도 같다.

[0043]

사전 학습부(130)는 대상 객체를 근사적으로 표현하기 위한 특징 사전 및 회소 코드를 산출할 수 있다. 특징 사전은 대상 객체의 특징을 나타내는 특징 필터의 집합으로, 객체에 포함된 복셀 모두에 의해 공유될 수 있다. 회

소 코드는 각 복셀에 각각의 특징 필터가 기여하는 정도를 나타내는 데이터로서, 기본적으로 대상 객체와 같은 크기(볼륨)를 가질 수 있다. 즉, 3차원적으로 정의된 회소 코드의 각 위치에서의 값은, 객체 내에서 해당 위치와 동일한 위치에 존재하는 복셀에 관한 정보를 나타낼 수 있다. 상기 사전 학습부(130)가 특징 사전 및 회소 코드를 이용하여 객체를 표현하는 구체적인 과정에 대해서는 후술한다.

[0044] 복셀 분류부(140)는 사전 학습부(130)에 의해 산출된 특징 사전 및 회소 코드에 기초하여, 대상 객체에 포함된 각 복셀이 대상 객체를 이루는 각 부분 중 어떤 부분에 속하는지를 결정할 수 있다. 이와 같은 분류가 수행되고 나면, 상기 부분들 중 특정 부분을 제외한 다른 부분에 속하는 복셀을 투명하게 처리하거나 다소 흐릿하게 처리함으로써 상기 특정 부분만을 선택적으로 관찰하는 것이 가능해진다. 이와 같은 복셀 분류부(140)의 자세한 동작에 대해서는 후술하도록 한다.

[0045] 출력부(150)는 객체에 대한 볼륨 렌더링의 결과를 출력할 수 있다. 예컨대, 출력부(150)는 상기 객체를 특정 방향에서 바라본다고 가정할 경우에 상기 객체가 보이는 모습을 3차원적으로 표현하여 사용자에게 출력할 수 있다. 또한, 출력부(150)는 객체를 구성하는 복수의 부분 중 사용자가 보고자 하는 부분만을 선택적으로 표현할 수도 있다. 이와 같은 기능의 수행을 위해, 출력부(150)는 프린터(printer), 플로터(plotter), 디스플레이(display), 혹은 볼륨 렌더링 장치(100) 외부로의 데이터 전송을 위한 데이터 버스 등의 인터페이스 등을 포함하도록 구현될 수 있다.

[0046] 저장부(160)는 볼륨 렌더링 장치(100)가 필요로 하는 정보를 저장할 수 있다. 이러한 필요 정보의 예로서는 입력부(110)를 통해 입력된 2차원 영상 혹은 사용자로부터 입력된 정보, 사전 학습부(130)에 의해 산출된 특징 사전 및 회소 코드 등이 될 수 있다. 물론 저장부(160)가 저장하는 정보는 위와 같은 예시로 한정되는 것은 아니고, 볼륨 렌더링 장치(100)의 동작에 필요한 정보라면 어떤 것이든 될 수 있다.

[0047] 상기 저장부(160)는 구체적으로 컴퓨터 판독 기록 매체로서 구현될 수 있으며, 이러한 컴퓨터 판독 기록 매체의 예로는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 플래시 메모리(flash memory)와 같은 프로그램 명령어들을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 들 수 있다.

[0048] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법의 순서를 도시한 도면이다. 도 4의 볼륨 렌더링 방법은 도 3을 참조하여 설명한 볼륨 렌더링 장치(100)에 의해 수행될 수 있다. 단, 도 4에 도시된 방법은 본 발명의 일 실시예에 불과하므로 도 4에 의해 본 발명의 사상이 한정 해석되는 것은 아니며, 도 4에 도시된 방법의 각 단계는 경우에 따라 도면에 도시된 바와 그 순서를 달리하여 수행될 수 있음은 물론이다.

[0049] 우선, 입력부(110)가 볼륨 렌더링의 대상이 되는 3차원 객체의 2차원 영상을 획득할 수 있다(S110). 이와 같은 2차원 영상은 상기 객체의 서로 다른 단면을 촬영한 복수의 영상이 될 수 있음은 앞서 설명한 바와 같다.

[0050] 다음으로, 분할 연산부(120)가 상기 2차원 영상으로부터 복원된 상기 객체의 3차원 영상을 N(N은 2 이상의 자연수)개의 복셀로 분할할 수 있다(S120). 이들 각 복셀의 특징(예컨대, 색상이나 명도 등)은 상기 2차원 영상으로부터 획득될 수 있다. 즉, 특정 복셀의 위치 정보에 대응되는 2차원 영상의 부분(예컨대, 특정 픽셀)으로부터 상기 특정 복셀의 특징을 추출할 수 있는 것이다.

[0051] 분할 연산부(120)의 분할 작업이 완료되면, 사전 학습부(130)가 대상 객체를 근사적으로 표현하기 위한 특징 사전과 복수의 회소 코드를 산출할 수 있다(S130). 여기서, 특징 사전은 복수의 특징 필터를 포함할 수 있음은 앞서 말한 바와 같다. 이와 같은 특징 사전 및 복셀은 아래와 같은 수학적 2를 통해 결정될 수 있다.

수학적 2

$$\min_{d, x} \frac{\alpha}{2} \left\| v - \sum_k d_k * x_k \right\|_2^2 + \lambda \sum_k \|x_k\|_1$$

[0053]

- [0055] v 는 대상 객체를 의미하며, 대상 객체의 정보는 2차원 영상으로부터 획득될 수 있다. d_k 는 특징 사전 내의 K (예컨대, 24)개의 필터 중 k (k 는 0 이상 K 미만의 정수)번째 필터를, x_k 는 N 개의 복셀 중에서 n (n 은 0 이상 N 미만의 정수)번째 복셀을 위한 K 개의 회소 코드 중 k 번째 회소 코드를 각각 나타낸다. 즉, 수학식 2를 푸는 것은 상기 수학식 2를 만족하는 특징 사전 및 회소 코드 집합을 구한다는 것을 의미한다. α 및 λ 는 임의의 상수로써 실험을 통해 최적화된 값이 될 수 있으며, 아래첨자로서의 1 및 2는 각각 l_1 norm 및 l_2 norm을 나타낸다.
- [0056] 한편, 상기 K 의 값 및 필터의 크기(dimension, 구체적으로는 3차원 형상을 갖는 필터의 가로, 세로, 높이의 각 크기)는 입력부(110)를 통한 사용자로부터의 입력 혹은 볼륨 렌더링 장치(100)가 구현된 시스템의 성능에 기초하여 정해질 수 있다. 일반적으로는 K 의 값이 클수록, 즉 필터의 가짓수가 풍부할수록 보다 정확한 결과를 얻을 수 있겠으나, 시스템 성능에 비해 지나치게 큰 K 의 값은 비효율을 야기할 수 있다.
- [0057] 상기 수학식 2의 첫 번째 항은 k 번째 특징 필터와 k 번째 회소 코드 간의 컨볼루션(convolution) 연산을 수행하여 얻어지는 반응 맵(response map)을 각 k 에 대해 구한 후, 각 k 에 대한 반응 맵을 모두 더한 결과와, 상기 객체 간의 차이가 최소가 되도록, 특징 사전 및 회소 코드를 구하라는 의미로 해석될 수 있다. 수학식 2의 두 번째 항은 회소 코드들의 회소성(sparsity)을 보장하기 위한 항이다.
- [0058] 결론적으로, 상기 수학식 2를 풀면 대상 객체를 가장 근사적으로 표현할 수 있는 특징 사전 및 회소 코드를 구할 수 있게 된다. 한편, 여기서 "차이의 최소화"라는 것은 현실적으로는 "차이가 소정의 상수 미만이 됨"을 의미할 수 있으며, 이러한 현실적인 의미는 본 명세서의 다른 부분의 설명에 대해서도 적용될 수 있다. 물론 소정의 상수는 그 크기가 0에 가까울 정도로 충분히 작은 상수로 정해질 수 있을 것이다.
- [0059] 상기 수학식 2를 통해, 사전 학습부(130)는 대상 객체의 각 복셀에 대응되는 특성 벡터를 구할 수 있다. 즉, 각각의 특성 벡터는 자신에게 대응되는 복셀의 특징을 나타내는 벡터라 할 수 있다. 이러한 특성 벡터의 각 원소의 값은, 특징 사전(d_k), 회소 코드(x_k), 반응 맵($d_k * x_k$) 및 특성 맵($d_k * v$) 및 복셀의 공간 상에서의 위치 정보(x, y, z) 등에 기초하여 정해질 수 있다.
- [0060] 상기 각 인자들의 물리적 의미에 대해 간단히 설명하면 다음과 같다. 우선, 회소 코드는 각 복셀마다 각각의 특징 필터가 얼마나 기여하는지를 나타낼 수 있다. 이러한 회소 코드는 대상 객체와 같은 크기(dimension)를 가질 수 있다. 반응 맵은 특징 사건의 각 특징 필터와 회소 코드를 합성곱(convolution) 연산한 것으로, 각각의 특징 필터가 각 복셀에 미치는 영향을 나타낼 수 있다. 특성 맵은 특징 사건의 각 특징 필터와 본래의 대상 객체를 합성곱 연산한 것으로, 각각의 특징 필터가 나타내는 특징이 대상 객체의 특징과 얼마나 일치하는지의 정도를 나타낼 수 있다. 위치 정보는 각 복셀의 공간 상에서의 좌표를 말한다.
- [0061] 상기 회소 코드, 반응 맵, 특성 맵 등은 기본적으로 대상 객체와 같은 크기(볼륨)을 가질 수 있다. 이에 따라, 3차원적으로 정의된 상기 회소 코드, 반응 맵, 특성 맵의 특정 위치에서의 값은, 객체 내에서 해당 특정 위치에 존재하는 복셀의 특징을 나타내며, 상기 특정 위치에서의 값을 이용하여 각 복셀의 특성 벡터를 산출할 수 있다.
- [0062] 이와 같은 다양한 정보들을 이용하여 각 복셀을 위한 다차원의 특성 벡터를 구함으로써, 각 복셀의 특징을 보다 구체적이고 자세하게 나타낼 수 있다. 도 5a는 전술한 바와 같은 대상 객체(210)에 대한 사전 학습부(130)의 동작을 개념적으로 나타내고 있다.
- [0063] 지금까지 설명한 바와 같은 과정을 거쳐 각 복셀을 위한 특성 벡터가 산출되면, 복셀 분류부(140)는 각 복셀들이 이 객체를 이루는 복수의 부분 중 어느 부분에 속하는지 분류할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 볼륨 렌더링 장치(100)의 사용자는 복셀들 중 소정의 일부 복셀에 대해, 상기 소정의 일부 복셀 각각이 상기 복수의 부분 중 어떤 부분에 속하는지를 입력부(110)를 통해 지정할 수 있다. 그러면, 복셀 분류부(140)는 상기 사용자의 지정에 기초하여 우선 상기 소정의 일부 복셀 각각에 대한 분류를 수행하고, 상기 소정의 일부 복셀에 대한 분류 결과에 기초하여, 상기 복셀 중 상기 소정의 일부 복셀을 제외한 나머지 복셀 각각에 대한 분류를 수행할 수 있다. 즉, 복셀 분류부(140)는 사용자의 지정에 기초한 일부 복셀에 대한 분류 결과를 학습함으로써, 나머지 복셀에 대한 분류를 수행할 수 있는 것이다. 이와 같은 학습에 의한 분류에는 다양한 머신 러닝 기법이 이용될 수 있는데, 그 중에서도 랜덤 트리(random tree) 기법이 사용될 수 있다.

- [0064] 랜덤 트리는 일종의 의사 결정 트리이며, 랜덤 트리 내에는 특정 질문에 대한 응답(예컨대, 예 혹은 아니오)에 따른 여러 갈림길이 존재한다. 따라서, 답을 알고 싶은 문제와 관련하여 여러 질문에 응답하며 선택된 응답에 대응되는 길을 따라가다 보면 종국적으로는 문제의 답을 알 수 있게 된다. 이러한 랜덤 트리를 생성하는 과정은 결국 랜덤 트리 내의 질문들을 결정하는 과정이라 말할 수 있으며, 랜덤 트리 내의 질문들은 다양한 경우의 입력 데이터 및 해당 입력 데이터에 따른 결과를 학습함으로써 결정될 수 있다.
- [0065] 다만, 위에서 설명한 랜덤 트리 기법은 하나의 예시에 불과할 뿐이며, 랜덤 트리 기법 외에도 일반적으로 알려진 머신 러닝 기법이라면 어떤 것이든 이용될 수 있다. 예컨대, SVM(support vector machine) 기법, CNN(connected neural network) 기법 등 다양한 머신 러닝 기법 역시 적용 가능하며, 이들 예시 외에도 다른 기법의 적용도 물론 가능하다.
- [0066] 전술한 바와 같은 학습 과정을 거쳐, 복셀 분류부(140)는 상기 복셀 각각이 대상 객체를 이루는 복수의 부분 중 어느 한 부분에 속할 확률을 상기 복수의 부분 각각에 대해 산출할 수 있으며, 상기 확률에 기초하여 복셀 분류를 수행할 수 있다. 이에 따라, 각 복셀은 상기 복수의 부분 중 속할 확률이 가장 높은 부분에 속하도록 분류될 수 있을 것이다.
- [0067] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예로서, 원본 대상 객체로부터 특징 사전, 희소 코드 및 반응 맵을 한 번 생성하는 데 그치지 않고, 반응 맵을 통해 대상 객체를 모사한 결과, 즉 모든 k 에 대한 반응 맵의 합(220)에 대해 한 번 더 특징 사전, 희소 코드 및 반응 맵을 생성하는 과정을 거칠 수 있다. 이와 같은 추가적인 과정을 거쳐 생성된 특징 사전, 희소 코드 및 반응 맵을 각각 제 2 특징 사전, 제 2 희소 코드 및 제 2 반응 맵이라 칭할 수 있으며, 제 2 특징 사전은 복수의 제 2 특징 필터를 포함할 수 있다.
- [0068] 상기 실시예는 도 5b에 도시된 바를 통해 보다 구체적으로 파악될 수 있다. 도 5b를 참조하면, 대상 객체로부터 특징 사전, 희소 코드 및 반응 맵을 생성하는 과정과 유사하게, 반응 맵의 합(220)으로부터도 제 2 특징 필터(d_{2k})로 구성되는 제 2 특징 사전, 제 2 희소 코드(x_{2k}), 제 2 반응 맵($d_{2k} * x_{2k}$) 및 제 2 특성 맵($d_{2k} * U(d_{2k} * x_{2k})$) 등을 산출할 수 있다. 이와 같이 반응 맵의 합(200)으로부터 산출된 2차 데이터들도 객체로부터 산출된 데이터들과 함께 각 복셀의 특성 벡터를 구성함으로써, 복셀 분류에 이용될 수 있다.
- [0069] 한편, 제 2 특징 필터(d_{2k})의 크기(dimension)는 특징 필터(d_k)의 크기와 달리 설정될 수도 있다. 도 5b를 보면, 특징 필터(d_k)는 $7 \times 7 \times 7$ 의 크기를 가지나, 제 2 특징 필터(d_{2k})는 $15 \times 15 \times 15$ 의 크기를 가짐을 볼 수 있다. 이와 같이 다양한 크기의 필터를 다층적으로 적용함으로써, 보다 효과적으로 객체의 특징을 반영하여 객체에 포함된 각 복셀을 분류하는 것이 가능해진다. 또한, 전술한 바에 따른 과정을 여러 번 적용하여, 제 2 반응 맵($d_{2k} * x_{2k}$)으로부터 제 3 반응 맵을 구하는 것도 가능하며, 그보다 더 차수가 높은 데이터들을 산출하는 것 역시 가능하다.
- [0070] 지금까지 설명한 과정에 의해 복셀의 분류가 완료되면, 출력부(150)는 상기 분류에 기초하여 볼륨 렌더링을 수행하고, 그 결과로서의 객체의 모습을 시각적으로 출력할 수 있다(S150). 이러한 시각적 출력에는 특성 벡터에 의해 표현되는 각 복셀의 특성을 각 복셀의 시각적 정보(예컨대, 시각적 출력 시의 각 복셀의 색상 혹은 투명도 등)로 변환하는 전이 함수(transfer function)가 이용될 수 있으며, 이에 대해서는 통상의 기술자에게 자명하게 이해될 수 있으므로 더 이상의 자세한 설명은 생략한다.
- [0071] 사용자는 대상 객체를 이루는 복수의 부분 중, 보고 싶은 부분만을 선택하여 관찰하는 것도 가능하다. 예컨대, 도 1의 예시에서 사용자는 화분이나 잎 부분을 제외하고 줄기 부분만을 선택하여 관찰할 수 있다. 이와 관련하여, 출력부(150)는 상기 복셀 중에서, 사용자가 입력부(110)를 통해 선택한 부분에 속하는 복셀만이 시각적으로 출력되도록 할 수 있다. 이를 위해, 선택되지 않은 부분의 복셀은 투명하게 보이도록 투명도가 조절될 수 있다.
- [0072] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링의 결과를 예시적으로 설명하기 위한 도면이다. 도 6을 참조하면, 사람의 몸통 부분을 본 발명의 실시예에 따라 볼륨 렌더링한 영상(310) 및 상기 영상(310)으로부터 뼈에 해당하는 부분만을 표현한 영상(320)을 확인할 수 있다. 물론, 상기 영상(310, 320) 각각의 특정 부분을 확대한 영상(311, 321)을 통해, 객체(사람)를 보다 세밀하게 관찰하는 것 역시 가능하다.
- [0073] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예로서, 출력부(150)는 복셀 각각을 시각적으로 표현함에 있어 복셀이 대상 객체의 각 부분에 속할 확률을 고려할 수 있다. 구체적으로, 상기 복수의 부분의 개수를 M 이라 할 때, 상기 복셀 중 n 번째 복셀이 상기 복수의 부분 중 m (m 은 0 이상 M 미만의 정수)번째 부분에 속할 경우의 시각적 특성에, n 번째

복셀이 m번째 부분에 속할 확률을 곱한 값을, 각 m에 대하여 모두 구한 결과의 총합이 n번째 복셀의 시각적 특성이 되도록 할 수 있다. 여기서, 시각적 특성이라 함은 복셀의 색상이나 투명도 등이 될 수 있다.

[0074] 상기 실시예는 다음과 같은 점에서 의의가 있다. 예컨대, 제 1 부분과 제 2 부분으로 구획될 수 있는 대상 객체에 있어서, 특정 복셀이 제 1 부분에 속할 확률과 제 2 부분에 속할 확률이 각각 51%와 49%라 가정할 수 있다. 이 때, 보다 확률이 높은 제 1 부분에 상기 특정 복셀이 속한 것으로 취급하고 시각적 특성을 부여할 수 있겠으나, 제 2 부분에 속할 확률 역시 제 1 부분에 속할 확률과 거의 비등하기 때문에, 확정적으로 제 1 부분에 속한 것으로 취급하는 것은 다소 불합리할 수 있다.

[0075] 이에 따라, 본 실시예에서는 확률적 기법을 도입하여, 상기 특정 복셀이 제 1 부분에 속한다 가정할 경우의 시각적 특성과 제 2 부분에 속한다 가정할 경우의 시각적 특성을 51:49의 비율로 가중평균하여 상기 특정 복셀에 시각적 특성을 부여할 수 있다. 이와 같은 실시예에 따르면, 전술한 바와 같은 확정적인 취급에 따른 문제점을 해결할 수 있다.

[0076] 지금까지 설명한 바와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 렌더링 방법에 의하면, 사전 학습 및 합성곱 희소 코드 기법을 이용하여 고차원의 특성 벡터를 추출하는 것이 가능함에 따라, 각 복셀의 특징을 보다 풍부하게 확보할 수 있다. 이에 따라, 복잡한 구조를 갖는 객체에 대한 복셀 분류를, 종래 기술에 비해 정확하면서도 효율적으로 수행할 수 있다.

[0077] 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0078] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0079] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

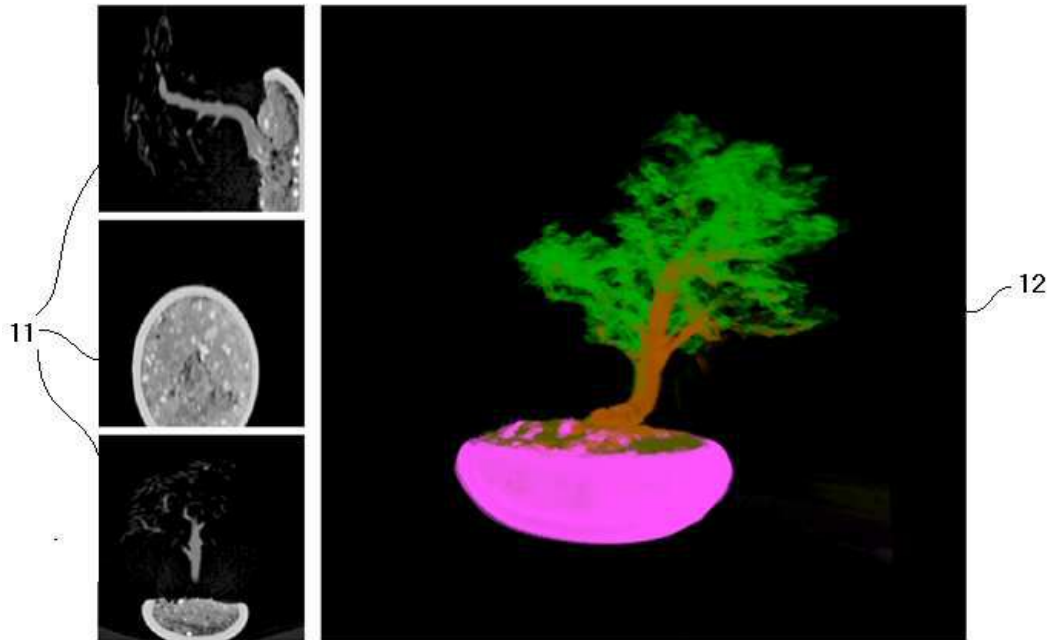
[0080] 100: 볼륨 렌더링 장치
110: 입력부
120: 영상 획득부
130: 분할 연산부
140: 사전 학습부

150: 출력부

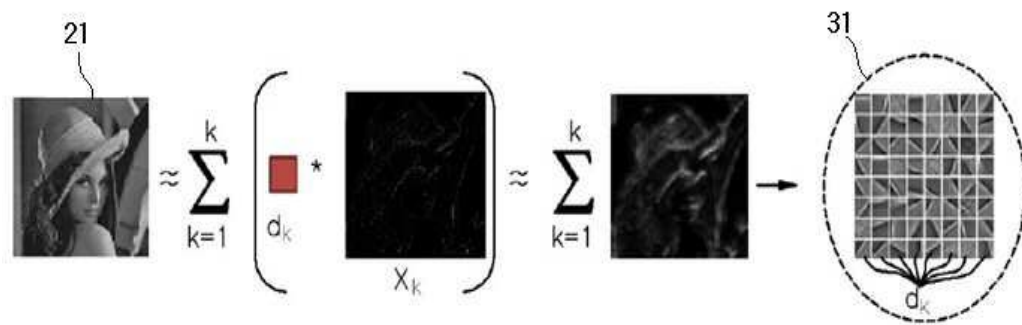
160: 저장부

도면

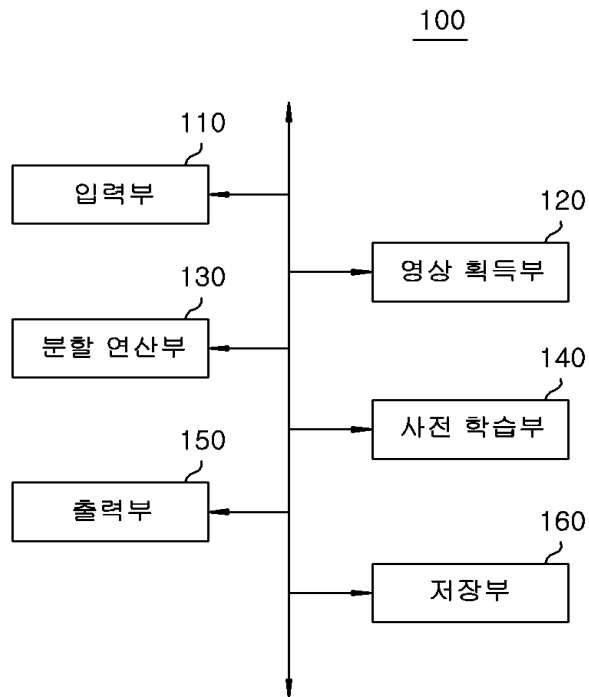
도면1



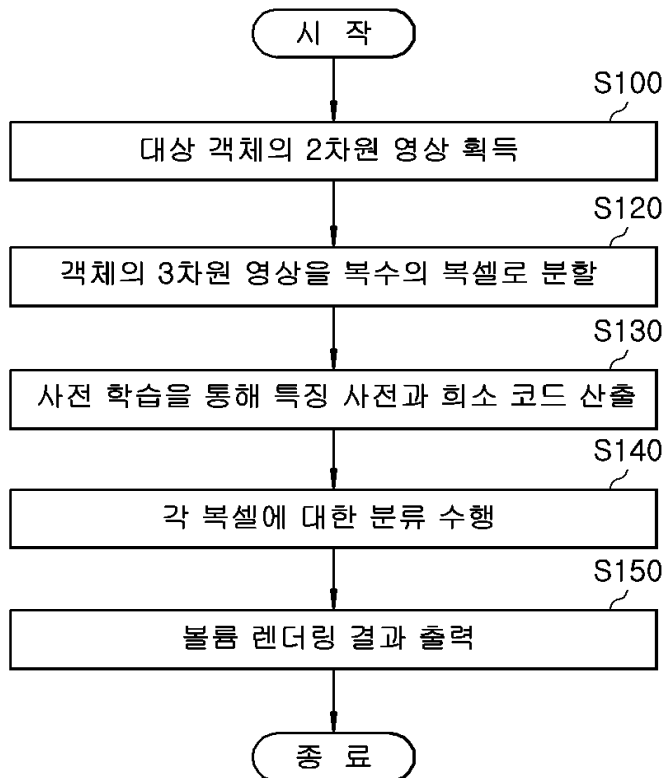
도면2



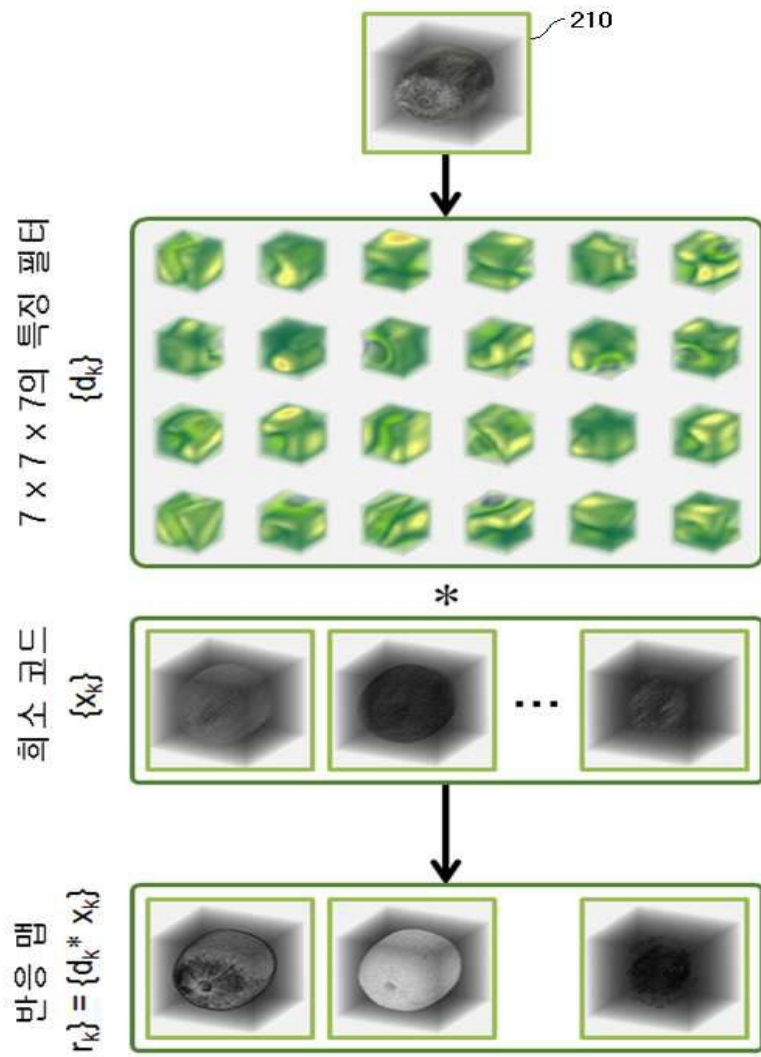
도면3



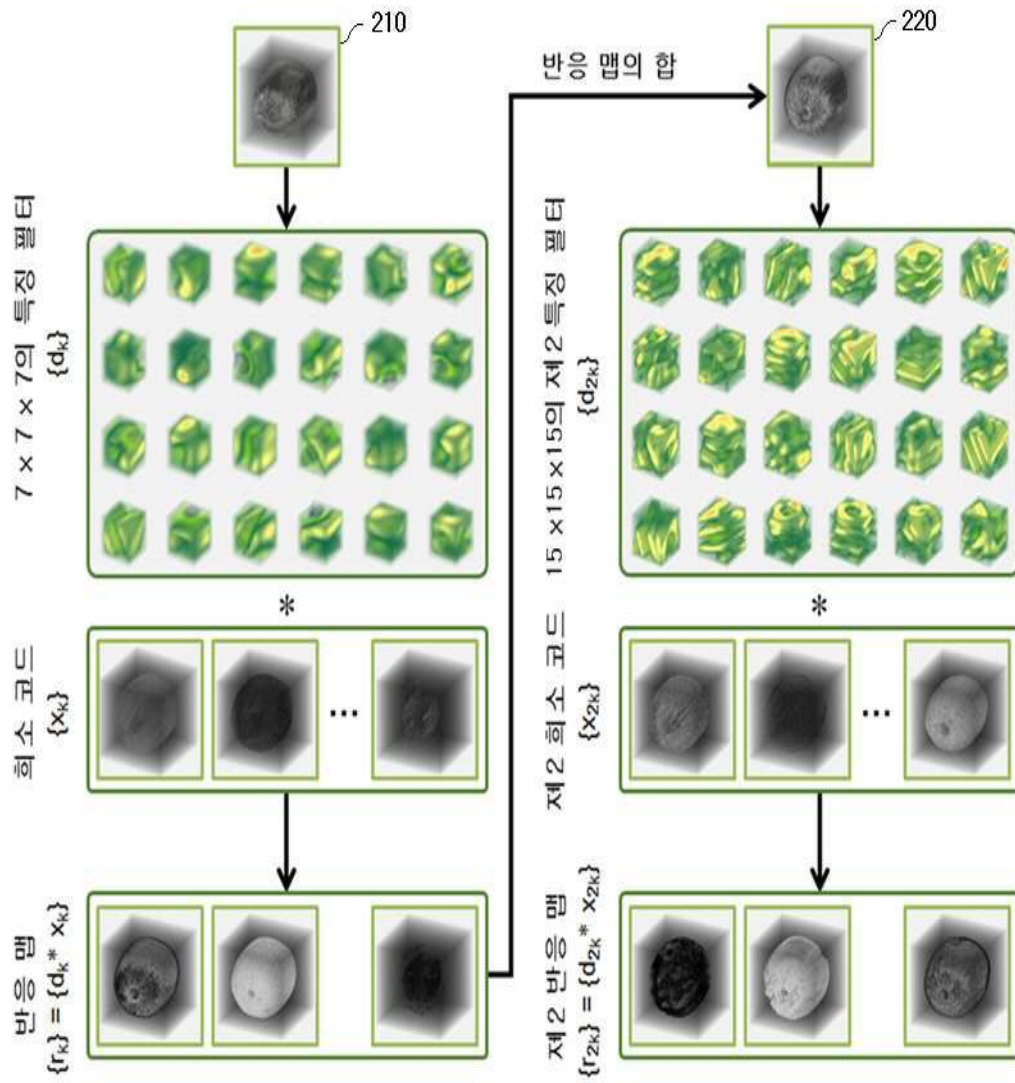
도면4



도면5a



도면5b



도면6

