



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월27일
(11) 등록번호 10-2138312
(24) 등록일자 2020년07월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 15/08 (2011.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06T 7/187 (2017.01) G06T 7/90 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
G06T 15/08 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0175170
(22) 출원일자 2019년12월26일
심사청구일자 2019년12월26일
- (56) 선행기술조사문헌
Patric Ljung, "State of the Art in Transfer Functions for Direct Volume Rendering", Eurographics Conference on Visualization(EuroVis) 2016.(2016.07.04.)*
K. P. Soundararajan, "Learning Probabilistic Transfer Functions: A Comparative Study of Classifiers", Eurographics Conference on Visualization (EuroVis) 2015.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
- (72) 발명자
장윤
서울특별시 동대문구 정릉천동로 16, 103동 401호 (용두동, 용두두산위브)
김석연
서울특별시 광진구 광나루로38길 63, 102호 (구의동, 현대아트빌라)
김민욱
서울특별시 강서구 우현로 67, 135동 1501호 (화곡동, 강서힐스테이트)
- (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 14 항

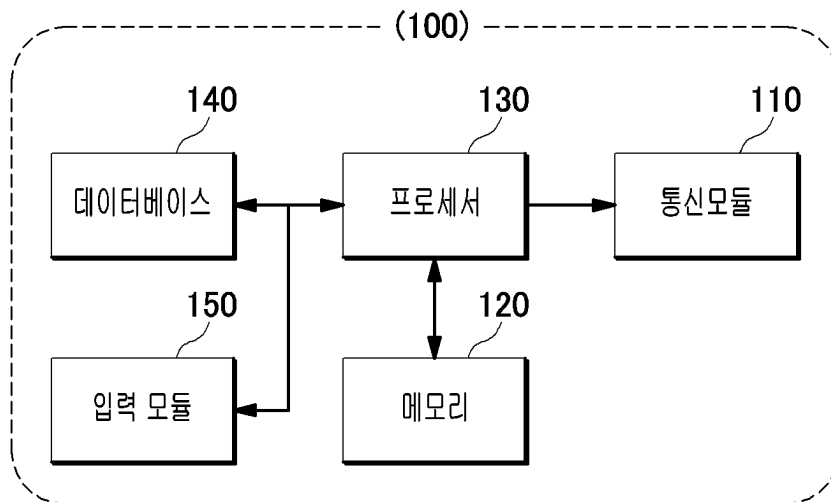
심사관 : 김응권

(54) 발명의 명칭 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법 및 서버

(57) 요약

본원의 일 측면에 따른 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법은 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수(TF: Transfer Function)를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 볼륨 렌더링 모델을 통해 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성하는 단계; 사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 레이블의 색상을 추출하는 단계; 추출된 레이블 색상을 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성하는 단계; 및 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 사용자 단말에 제공하는 단계;를 포함한다. 볼륨 렌더링 모델은 네트워크를 통해 수집된 이미지 데이터를 분할한 복수의 이미지 패치를 기초로 학습된 인공지능경망을 이용하여 기설정된 레이블로 분류하는 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/187 (2017.01)

G06T 7/90 (2017.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711093218

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성 지원

연구과제명 모바일 플랫폼 기반 엔터테인먼트 VR 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

서버에 의해 수행되는 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에 있어서,

- (a) 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수(TF: Transfer Function)를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 볼륨 렌더링 모델을 통해 상기 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성하는 단계;
- (b) 사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 상기 레이블의 색상을 추출하는 단계;
- (c) 상기 추출된 레이블 색상을 상기 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성하는 단계; 및
- (d) 상기 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 상기 사용자 단말에 제공하는 단계;를 포함하는 것이고,

상기 볼륨 렌더링 모델은 네트워크를 통해 수집된 이미지 데이터를 분할한 복수의 이미지 패치를 기초로 학습된 인공지능망을 이용하여 기설정된 레이블로 분류하는 것이고,

상기 전달함수는 그리드 전달함수(Grid Transfer Function), 속성공간 전달함수(Attribute space Transfer Function) 또는 대표 전달함수(Representative Transfer Function) 중 하나 이상을 포함하는 것이고,

상기 (a)단계는 대표 전달함수 및 그리드 전달함수를 이용하여 대표 볼륨 렌더링 이미지 및 그리드 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 상기 대표 볼륨 렌더링 이미지를 상기 볼륨 렌더링 모델을 통해 기설정된 레이블로 분류하고, 상기 분류된 대표 볼륨 렌더링 이미지에 기초하여 그리드 볼륨 렌더링 이미지를 기설정된 레이블로 분류하는 단계를 더 포함하는 것인,

인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (a)단계는 볼륨 렌더링 이미지를 생성하기 위해 적어도 하나 이상의 시점(viewpoint)을 설정하는 단계를 더 포함하는 것인,

인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 대표 전달함수(Representative Transfer Function)는 속성공간 전달함수를 $N \times N$ 그리드로 분할한 뒤 가장 많은 영역을 차지하는 속성공간 전달함수의 클래스를 그리드 전달함수의 클래스로 할당하는 것인

인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 (a)단계는 상기 그리드 볼륨 렌더링 이미지 및 상기 그리드 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하기 위해, 상기 그리드 전달함수의 동일한 영역에 설정된 복수의 레이블에 대해 투표 알고리즘을 이용하여 대표 레이블을 선택하는 단계를 더 포함하는 것인,

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 (b)단계는 동일 레이블에서 추출한 색상을 주요색상 클러스터와 배경색상 클러스터로 분류하고, 비중이 더 큰 클러스터의 색상을 선택하는 단계를 더 포함하는,

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 클러스터는 데이터 간의 거리를 평균과 분산을 사용해서 그룹화하는 알고리즘인 k-mean 클러스터링을 이용하여 분류한 것인,

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 (b)단계는 상기 타겟 스타일 이미지를 상기 볼륨 렌더링 모델을 통해 복수의 이미지 패치로 분할하여 기설정된 레이블로 분류하는 것인,

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 볼륨 렌더링 모델은 복수의 컨볼루션 레이어를 중첩한 컨볼루션 신경망(CNN: Convolutional Neural Network)을 기반으로 기설정된 레이블에 따라 이미지를 분류하는 것인,

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법.

청구항 11

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 서버에 있어서,

인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 프로그램이 저장된 메모리;

상기 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 상기 프로그램의 실행에 의해, 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 볼륨 렌더링 모델을 통해 상기 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성하고, 대표 전달함수 및 그리드 전달함수를 이용하여 대표 볼륨 렌더링 이미지 및 그리드 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 상기 대표 볼륨 렌더링 이미지를 상기 볼륨 렌더링 모델을 통해 기설정된 레이블로 분류하고, 상기 분류된 대표 볼륨 렌더링 이미지에 기초하여 그리드 볼륨 렌더링 이미지를 기설정된 레이블로 분류하고,

사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 상기 레이블의 색상을 추출하고,

상기 추출된 레이블 색상을 상기 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성하고,
 상기 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 상기 사용자 단말에 제공하는 것이고,
 상기 볼륨 렌더링 모델은 네트워크를 통해 수집된 이미지 데이터를 분할한 복수의 이미지 패치를 기초로 학습된
 인공지능망을 이용하여 기설정된 레이블로 분류하는 것이고,
 상기 전달함수는 그리드 전달함수(Grid Transfer Function), 속성공간 전달함수(Attribute space Transfer
 Function) 또는 대표 전달함수(Representative Transfer Function) 중 하나 이상을 포함하는 것인,
 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 서버.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
 상기 프로세서는 볼륨 렌더링 이미지를 생성하기 위해 적어도 하나 이상의 시점(viewpoint)을 설정하는 것인,
 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 서버.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 11 항에 있어서,
 상기 대표 전달함수(Representative Transfer Function)는 속성공간 전달함수를 $N \times N$ 그리드로 분할한 뒤 가장
 많은 영역을 차지하는 속성공간 전달함수의 클래스를 그리드 전달함수의 클래스로 할당하는 것인
 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 서버.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 11 항에 있어서,
 상기 프로세서는 상기 그리드 볼륨 렌더링 이미지 및 상기 그리드 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하기
 위해, 상기 그리드 전달함수의 동일한 영역에 설정된 복수의 레이블에 대해 투표 알고리즘을 이용하여 대표 레
 이블을 선택하는 것인,
 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 서버.

청구항 17

제 11 항에 있어서,
 상기 프로세서는 상기 타겟 스타일 이미지를 상기 볼륨 렌더링 모델을 통해 복수의 이미지 패치로 분할하여 기
 설정된 레이블로 분류하는 것인,
 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 서버.

청구항 18

제 1 항에 따르는 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 비일시적
 컴퓨터 판독가능 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 볼륨 렌더링 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수집된 이미지를 인공신경망을 이용하여 학습한 후 스타일 기반의 직접 볼륨 렌더링을 수행하여 스타일이 반영된 볼륨 이미지를 획득하는 방법 및 서버에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 과학적 시각화와 컴퓨터 그래픽스 분야에서, 볼륨 렌더링은 3차원 스칼라 장 형태의 이산 샘플링 데이터를 2차원 투시로 보여주는 기술을 말한다. 전형적인 3차원 데이터는 CT, MRI, 혹은 MicroCT 스캐너에서 요구되는 2차원 단면 이미지 그룹을 말한다. 일반적으로 이 이미지들은 정규화 된 패턴이 요구된다. 예를 들면 각각의 볼륨 요소를 가진 볼륨 그리드 혹은 단일 값으로 표현된 복셀처럼 표현되어야 한다.

[0003] 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 실제에 가깝도록 복원하여 관찰할 필요가 있는 의학 분야에서 주목받고 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] 이 때, 볼륨 렌더링에서의 전달함수(TF: transfer function)는 볼륨데이터에 광학 특성을 부여하는데 활용된다. 하지만 볼륨 렌더링을 처음 접하는 초심자의 경우에는 TF를 알맞게 지정하기까지 상당한 시간이 필요하다. 올바르게 선택된 TF는 데이터의 형태와 도메인의 특성을 사용자에게 쉽게 전달할 수 있다. 다만 인공신경망 딥러닝을 활용한 볼륨 렌더링 기술 및 효율적인 전달함수 설정을 위한 연구들은 아직 미흡한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제 10-2015-0110143호 (발명의 명칭: 볼륨 렌더링 장치 및 그 동작방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 타겟 스타일 이미지에서 추출한 색상 또는 시점을 포함하는 스타일을 직접 볼륨 렌더링에 적용하여 스타일 기반 볼륨 렌더링 이미지를 생성할 수 있는 시스템을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

[0008] 본 발명은 인공신경망 기반 모델을 통해 볼륨 렌더링 이미지를 분할하고 레이블링 할 수 있다.

[0009] 또한 본 발명은 대표 전달함수(Representative TF)와 그리드 전달함수(Grid TF)로부터 볼륨렌더링된 이미지를 활용하여 TF영역을 레이블링 하는 방법을 제공한다.

[0010] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 개시의 제 1측면에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법은 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수(TF: Transfer Function)를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 볼륨 렌더링 모델을 통해 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성하는 단계; 사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분

할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 레이블의 색상을 추출하는 단계; 추출된 레이블 색상을 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성하는 단계; 및 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 사용자 단말에 제공하는 단계;를 포함한다. 볼륨 렌더링 모델은 네트워크를 통해 수집된 이미지 데이터를 분할한 복수의 이미지 패치를 기초로 학습된 인공신경망을 이용하여 기설정된 레이블로 분류하는 것이다.

[0012] 또한, 본 개시의 제 2 측면에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 서버는 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 프로그램이 저장된 메모리; 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함한다. 프로세서는 프로그램의 실행에 의해, 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 볼륨 렌더링 모델을 통해 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성하고, 사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 레이블의 색상을 추출하고, 추출된 레이블 색상을 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성하고, 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 사용자 단말에 제공하는 것이다. 볼륨 렌더링 모델은 네트워크를 통해 수집된 이미지 데이터를 분할한 복수의 이미지 패치를 기초로 학습된 인공신경망을 이용하여 기설정된 레이블로 분류하는 것이다.

발명의 효과

[0013] 진술한 본원의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 인공신경망을 활용하여 볼륨 데이터 및 전달함수를 레이블링하고 자동으로 스타일 전달함수를 만들어 낼 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 타겟 스타일 이미지에서 추출한 색상을 포함하는 스타일을 직접 볼륨 렌더링에 적용하여 스타일 기반 볼륨 렌더링 이미지를 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 서버의 구성을 도시한 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법의 전체 진행 순서를 설명하는 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법의 진행 단계를 나타낸 흐름도이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법의 CNN기반 볼륨 렌더링 모델을 설명하는 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 레이블링 과정에 필요한 데이터를 설명하는 도면이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 CNN기반 볼륨 렌더링 모델의 아키텍처를 설명하는 도면이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 전달함수 및 시점 설정을 설명하는 도면이다.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 전달함수 레이블링 시 데이터 흐름을 설명하는 도면이다.
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 투표 알고리즘을 적용해 전달함수를 레이블링 하는 과정을 설명하는 도면이다.
 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 타겟 스타일 이미지에서 색상을 추출하는 과정을 설명하는 도면이다.
 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 생성한 스타일 기반 볼륨 렌더링 이미지를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0017] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0018] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 “상에” 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0019] 본 발명에서 타겟 스타일 이미지는 최종적으로 생성하고자 하는 볼륨 렌더링 이미지에 반영될 색상, 시점등의 스타일을 포함하는 이미지를 의미한다.
- [0020] 볼륨 데이터 또는 볼륨 이미지 데이터는 볼륨 렌더링 이미지를 생성하기 위한 입력 데이터이다. 이때 볼륨 렌더링 이미지(Volume rendering image)는 VRI로 표시하고, 직접 볼륨 렌더링 이미지(Direct Volume rendering image)는 DVRI로 표시할 수 있다. 대표전달함수 및 그리드 전달함수를 통해 생성된 볼륨 렌더링 이미지는 각각 R-DVRI(Representative DVRI), G-DVRI(Grid DVRI)로 표시할 수 있다.
- [0021] 스타일 볼륨 렌더링 이미지는 기존의 볼륨 렌더링 이미지에 색상, 시점과 같은 타겟 스타일 이미지의 스타일을 반영하여 생성한 볼륨 렌더링 이미지이다.
- [0022] 패치 또는 이미지 패치는 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법을 수행하기 위해 원본 이미지를 분할한 것이며, 예를들어 원본 이미지를 $N \times N$ 형태의 이미지 패치로 분할할 수 있다. 전달함수 또한 동일한 방법으로 분할되어 레이블링 될 수 있다.
- [0023] 볼륨 렌더링 모델은 CNN 기반의 인공신경망을 이용한 모델로, 스타일 기반 직접 볼륨 렌더링에 최적화 된 CNN 모델(SDDVR-CNN)일 수 있다.
- [0024] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 서버의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0026] 도시된 바와 같이 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 서버(100)는 통신 모듈(110), 메모리(120), 프로세서(130), 데이터베이스(140) 및 입력모듈(150)을 포함할 수 있다.
- [0027] 통신모듈(110)은 접속된 사용자 단말(200)과 데이터를 송수신할 수 있다. 통신모듈(110)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치일 수 있다.
- [0028] 메모리(120)에는 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 프로그램이 저장된다. 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 프로그램은 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 볼륨 렌더링 모델을 통해 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성하고, 사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 레이블의 색상을 추출하고, 추출된 레이블 색상을 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성하고, 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 사용자 단말에 제공한다.
- [0029] 이러한 메모리(120)에는 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 서버(100)의 구동을 위한 운영 체제나 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 프로그램의 실행 과정에서 발생하는 여러 종류가 데이터가 저장된다.
- [0030] 이때, 메모리(120)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다.
- [0031] 또한, 메모리(120)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(120)는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 프로세서(130)는 메모리(120)에 저장된 프로그램을 실행하되, 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 프로그램의 실행에 따르는 전체 과정을 제어한다. 프로세서(130)가 수행하는 각각의 동작에 대해서는 추후 보다 상세히 살펴

보기로 한다.

- [0033] 이러한 프로세서(130)는 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0034] 데이터베이스(140)는 프로세서(130)의 제어에 따라, 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 시스템에 필요한 데이터를 저장 또는 제공한다. 이러한 데이터베이스(140)는 메모리(120)와는 별도의 구성 요소로서 포함되거나, 또는 메모리(120)의 일부 영역에 구축될 수도 있다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0036] 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법은 서버(100) 또는 사용자 단말(200)에서 실시될 수 있다. 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 볼륨 이미지 데이터 수집은 사용자 단말(200)에서 이루어질 수 있다. 수집된 데이터 분석은 서버(100)에서 이루어지고, 최종적으로 생성된 스타일 볼륨 렌더링 이미지가 사용자 단말(200)에 제공될 수 있다. 복수의 사용자는 각각 자신의 사용자 단말(200)을 통해 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법을 실시할 수 있다.
- [0037] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법의 전체 진행 순서를 요약하여 설명하는 도면이다.
- [0038] 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법은 크게 네단계로 구분되며, CNN 기반 볼륨 렌더링 모델 트레이닝 단계, 전달함수 레이블링 단계, 타겟 스타일 이미지에서 색상을 추출하여 스타일 전달함수를 생성하는 단계, 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0039] CNN 기반 볼륨 렌더링 모델 트레이닝 단계는 CNN을 볼륨 렌더링에 적용하기 위한 준비단계이다. 일반적으로 지도학습을 수행하기 위해서는 레이블링 된 데이터가 필요하므로, 볼륨 이미지 데이터의 도메인에 맞추어 네트워크상에서 원본 이미지를 크롤링하고 이미지 패치 형태로 레이블링을 수행하여 레이블링 된 데이터를 수집한다. 시스템은 생성된 레이블링 된 이미지 패치를 학습하여 SDDVR(Style-based Deep Direct Volume Rendering)-CNN의 네트워크를 형성한다. 학습된 볼륨 렌더링 모델은 직접 볼륨 렌더링 된 이미지(DVRI)를 작은 패치 단위로 레이블링 하는 데 활용될 수 있다.
- [0040] 전달함수 레이블링 단계에서는 2차원 전달함수(SG-TF: the 2D transfer function based on scalar value and gradient magnitude)를 볼륨 렌더링 모델을 활용하여 레이블링한다. 우리는 속성 공간(attribute space)을 기반으로 분류된 대표 전달함수를 생성하고, 대표 전달함수로부터 렌더링된 이미지(R-DVRI)를 SDDVR-CNN에 입력한다. SDDVR-CNN은 트레이닝된 네트워크에 따라 레이블링된 패치를 생성한다. 시스템은 레이블링된 패치를 전달함수를 그리드 단위로 분할하여 볼륨 렌더링된 이미지(G-DVRI)와 SSIM을 계산하고 대표 레이블을 투표하여 레이블링된 전달함수를 생성한다.
- [0041] 타겟 스타일 이미지에서 색상을 추출하여 스타일 전달함수를 생성하는 단계에서 스타일 전달함수는 타겟 스타일 이미지로부터 레이블에 따라 색상을 추출하고 레이블링된 전달함수에 매핑하여 생성된다. 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하는 단계에서 본 발명은 최종적으로 스타일 전달함수를 이용하여 볼륨을 렌더링하여 스타일 기반 볼륨 렌더링을 수행한다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법의 진행 단계를 나타낸 흐름도이다.
- [0043] 프로세서(130)는 사용자 단말로부터 수신된 볼륨 이미지 데이터를 기초로 전달함수(TF: Transfer Function)를 이용하여 볼륨 렌더링 이미지를 생성한다(S110).
- [0044] 프로세서(130)는 볼륨 렌더링 이미지를 생성하기 위해 시점(viewpoint)을 설정할 수 있다.
- [0045] 전달함수는 그리드 전달함수(Grid Transfer Function), 속성공간 전달함수(Attribute space Transfer Function) 또는 대표 전달함수(Representative Transfer Function) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 이 때, 대표 전달함수(Representative Transfer Function)는 속성공간 전달함수를 NXN 그리드로 분할한 뒤 가장 많은 영역을 차지하는 속성공간 전달함수의 클래스를 그리드 전달함수의 클래스로 할당하는 것일 수 있다.

- [0046] 프로세서(130)는 대표 전달함수 및 그리드 전달함수를 이용하여 대표 볼륨 렌더링 이미지 및 그리드 볼륨 렌더링 이미지를 생성하고, 상기 대표 볼륨 렌더링 이미지를 상기 볼륨 렌더링 모델을 통해 기설정된 레이블로 분류하고, 상기 분류된 대표 볼륨 렌더링 이미지에 기초하여 그리드 볼륨 렌더링 이미지를 기설정된 레이블로 분류할 수 있다. 전달함수에 대한 상세한 설명은 도8 및 도9를 통해 아래에서 설명한다.
- [0047] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 전달함수 및 시점 설정을 설명하는 도면이다.
- [0048] 볼륨 렌더링 모델에 직접 볼륨 렌더링 이미지(DVRI)를 입력하여 이미지 영역을 레이블링을 할 수 있다. 하지만 이미지 영역의 레이블링은 전달함수를 레이블링하는 것과는 다소 차이가 있다. 하나의 볼륨 렌더링 이미지는 다수의 레이블을 포함할 수 있기 때문이다. 따라서 전달함수 영역의 크기와 위치에 따라 대표하는 레이블을 생성해야 한다.
- [0049] 직접 볼륨 렌더링 이미지를 획득하기 위한 전달함수를 도8의 (a)~(d)와 같이 정의하였다. (a)는 경사도 크기(gradient magnitude)와 스케일 값을 축으로 구성된 2차원 전달함수다. (b)는 2차원 전달함수를 $N \times N$ 그리드로 나눈 전달함수다. (c)는 2차원 전달함수를 속성 공간을 기준으로 분류한 전달함수를 나타낸다. (d)는 속성공간 전달함수를 그리드 단위로 표현한 전달함수를 나타낸다. (e)는 직접 볼륨 렌더링 이미지를 획득할 때 정의한 시점의 위치를 나타낸다.
- [0050] 2차원 전달함수를 $N \times N$ 등분 하여 획득한 직접 볼륨 렌더링 이미지를 볼륨 렌더링 모델에 입력한다. 직접 볼륨 렌더링 이미지는 각각의 전달함수마다 불투명한 흰색을 할당하고 폰 셰이딩(Phong shading)을 적용하여 생성한다. 이때 시점은 도8의 (e)와 같이 볼륨의 중심점을 기준으로 45° 간격의 시점을 할당하여 렌더링한다. 그 결과 각 그리드 전달함수마다 26개의 이미지를 생성할 수 있다. 서버(100)는 생성된 직접 볼륨 렌더링 이미지를 볼륨 렌더링 모델에 입력하여 레이블링 할 수 있다.
- [0051] 서버(100)는 속성 공간 전달함수로부터 획득한 직접 볼륨 렌더링 이미지에 대해 속성 공간의 정의에 따라 각 복셀을 분류하여 렌더링한다. 속성 공간 전달함수로부터 렌더링 된 이미지는 볼륨 데이터의 구조나 속성에 의해 전달함수를 효율적으로 분류해주는 장점이 있다. 따라서 속성 공간 전달함수 기반 직접 볼륨 렌더링 이미지를 볼륨 렌더링 모델에 입력하면 속성 공간 분류에 따라 레이블을 부여할 수 있다. 하지만 볼륨 렌더링 모델의 학습기준이 속성 공간의 분류기준과 동일하지 않기 때문에, 하나의 속성 공간 전달함수 클래스에서 생성된 이미지는 동일한 레이블보다는 멀티 레이블로 분류되는 경우가 많다. 예를 들어 볼륨 렌더링 모델을 잎(leaf), 줄기(stem), 흙(soil), 화분(pot)으로 분류하여 레이블링된 데이터로 학습한 경우, 볼륨 이미지 또한 잎(leaf), 줄기(stem), 흙(soil), 화분(pot)으로 분류된 이미지가 입력되어야 이상적으로 레이블링 할 수 있다. 하지만 일반적으로 각 속성 공간 클래스를 볼륨 렌더링 모델의 레이블 기준과 동일하게 분류하는 경우는 드물기 때문에 하나의 속성 공간은 멀티 레이블로 레이블링된다. 따라서 본 발명은 속성 공간의 장점과 그리드 전달함수의 장점을 살려 대표 전달함수를 정의한다. 대표 전달함수는 속성 공간 전달함수를 $N \times N$ 그리드로 분할한 뒤 가장 많은 영역을 차지하는 속성 공간 클래스를 그리드의 클래스로 할당한다. 대표 전달함수는 클래스의 직접 볼륨 렌더링 이미지가 멀티 레이블링 되었을 때 하위 그리드 전달함수를 이용하여 레이블을 조정할 수 있다는 장점이 있다.
- [0052] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 전달함수 레이블링 시 데이터 흐름을 설명하는 도면이다.
- [0053] 본 발명은 TF영역에 레이블을 할당하기 위한 방법으로써, 대표 전달함수로부터 렌더링 된 이미지로부터 레이블 패치를 획득하고 그리드 전달함수의 렌더링 이미지와 비교를 수행하여 레이블을 할당한다. 예를 들어 도9에서 5개의 영역으로 구분된 대표 전달함수와 10×10 그리드 전달함수를 표시하였다. 서버(100)는 대표 전달함수와 그리드 전달함수로부터 직접 볼륨 렌더링을 수행하여 각각 5(클래스) $\times$ 26(시점)장의 대표 전달함수 직접 볼륨 렌더링 이미지(R-DVRIs)와 100(그리드) $\times$ 26(시점)장의 그리드 전달함수 직접 볼륨 렌더링 이미지(G-DVRIs)를 획득한다. 서버(100)는 R-DVRI를 볼륨 렌더링 모델에 입력하여 레이블 패치를 할당 받는다. 하나의 R-DVRI는 대부분 멀티 레이블로 분류된다. 따라서 서버(100)는 각 대표 전달함수의 클래스에 따라 하위 G-DVRI와 비교하여 그리드 전달함수에 레이블을 할당할 수 있다.
- [0054] 이 때, 프로세서(130)는 그리드 볼륨 렌더링 이미지 및 그리드 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하기 위해, 그리드 전달함수의 동일한 영역에 설정된 복수의 레이블에 대해 투표 알고리즘을 이용하여 대표 레이블을 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0055] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 투표 알고리즘을 적용해 전달

함수를 레이블링 하는 과정을 설명하는 도면이다.

- [0056] 한 클래스의 R-DVRIs와 하나의 그리드 전달함수로부터 획득된 G-DVRIs는 시점에 따라 각각 26개의 이미지가 있다. 한 클래스의 대표 전달함수는 다수의 그리드 전달함수 영역을 포함한다. 따라서 하나의 그리드 전달함수로부터 획득된 G-DVRI는 해당하는 클래스의 R-DVRI의 구성요소라고 할 수 있다. 우리는 R-DVRI로부터 획득된 패치와 동일한 영역의 G-DVRI 패치를 생성한 뒤 각각의 구조 유사도(SSIM: Structural SIMilarity)을 계산한다. 시스템은 유사도를 레이블에 따라 평균을 내어 레이블 확률을 구한다. 우리는 하나의 그리드 전달함수를 레이블링 하기위해서 각 시점마다 생성된 26개의 레이블 확률을 투표하여 대표 레이블을 설정한다.
- [0057] 투표 알고리즘으로 보다 카운트(Borda count)를 적용할 수 있다. 보다 카운트 는 전체 레이블 수가 N일 때, 순위에 따라 1위 레이블에 N점, 2위 레이블에 N-1점, 3위 레이블에 N-2점, ..., N위에 1점의 점수를 부여하여 투표한다. 보다 카운트 는 많은 유권자에 의해 전반적으로 순위가 높은 후보를 선출한다. 따라서 보다 카운트 는 Plurality voting이나 Majority voting보다 더 광범위하게 수용가능한 후보를 선출하는 경향이 있다. 서버(100)는 각각의 그리드 전달함수로부터 획득된 G-DVRIs의 유사도 투표결과를 종합하여 그리드 전달함수의 대표 레이블을 지정하고 스타일 전달함수를 생성할 수 있다.
- [0058] 다시 도 4를 참조하면, 프로세서(130)는 볼륨 렌더링 모델을 통해 상기 볼륨 렌더링 이미지 및 전달함수를 기설정된 레이블로 분류하여 레이블링된 전달함수를 생성한다(S120).
- [0059] 볼륨 렌더링 모델은 볼륨 렌더링 모델은 네트워크를 통해 수집된 이미지 데이터를 분할한 복수의 이미지 패치를 기초로 학습된 인공신경망을 이용하여 기설정된 레이블로 분류하는 것일 수 있다. 또한 상기 볼륨 렌더링 모델은 복수의 컨볼루션 레이어를 중첩한 컨볼루션 신경망(CNN: Convolutional Neural Network)을 기반으로 기설정된 레이블에 따라 이미지를 분류하는 것일 수 있다. 볼륨 렌더링 모델에 대한 상세한 설명은 도5 내지 도7을 통해 아래에서 설명한다.
- [0060] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법의 CNN기반 볼륨 렌더링 모델을 설명하는 도면이다.
- [0061] 볼륨 렌더링 모델은 네트워크상에서 수집된 이미지 데이터 셋에서 생성된 레이블링된 이미지 패치를 통해 학습된다.
- [0062] 일반적으로 기계학습 중 지도학습을 수행하기 위해서는 레이블링 된 데이터가 필요하다. 볼륨 데이터를 렌더링 한다고 할 때 우리는 대상이 전반적인 형태가 표현되도록 렌더링을 해본 뒤 색상을 입히고자 하는 복셀(voxel)에 해당하는 전달함수를 조절하는 과정을 거친다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 레이블링 과정에 필요한 데이터를 설명하는 도면이다. 도6의 표에서는 볼륨 데이터셋에는 렌더링 이미지가 포함되어 있고, 렌더링 이미지로부터 두드러진 특징을 나타내는 형태로써 타겟 레이블이 설정되어 있다. 또한 표에서는 본 발명에서 수집한 이미지 수 및 각 타겟 레이블에 따라 분류된 실제 이미지 패치의 수인 레이블링 된 패치의 수를 표시한다. 타겟 레이블은 실제로 렌더링된 이미지가 아닌 전반적인 렌더링 이미지만을 살펴보고 분류한 가상의 레이블을 말한다. 예를 들어 분재(bonsai) 데이터셋의 경우, 잎(leaf), 줄기(stem), 흙(soil), 화분(pot)으로 타겟 레이블을 설정할 수 있다. 또한 각 이미지를 수집한 이후 수집된 이미지에 대해 볼륨 렌더링 모델 학습을 위한 전처리 과정을 수행할 수 있고, 전처리 과정을 거친 이미지 패치를 활용하여 딥러닝 네트워크를 학습시킬 수 있다.
- [0064] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 CNN기반 볼륨 렌더링 모델의 아키텍처를 설명하는 도면이다.
- [0065] CNN은 인공신경망의 한 종류로써 주로 이미지를 인식하는데 사용되는 딥러닝 구조이다. CNN의 아키텍처는 AlexNet, VGGNet, GoogLeNet, ResNet등이 활용될 수 있다. 특히VGGNet은 볼륨 렌더링에서 이미지 분류 정확도가 우수한 특징이 있다. VGGNet의 구조는 3x3 컨볼루션 레이어를 여러 번 중첩함으로써 레이어의 깊이를 늘리는 특징이 있다. 이와 같은 방법은 큰 사이즈의 필터를 사용하는 것보다 파라미터 수가 적어지게 되어 연산 효율과 정확도가 상승한다. 본 발명에서는 VGGNet의 구조와 유사한 smallerVGGNet을 활용하여 CNN을 수행한다.
- [0066] 도7은 본 발명에서 활용한 CNN의 구조이다. 볼륨 렌더링 모델은 smallerVGGNet의 구조를 유지하며 파라미터의 값을 수정한 것이다. 볼륨 렌더링 모델에 입력되는 이미지는 레이블링된 32x32 또는 64x64 패치 이미지를 활용한다. 볼륨 렌더링 모델은 32x32 패치를 동일한 아키텍처에 입력하기 위하여 64x64 크기로 리사이징 한 뒤 입력한다. 컨볼루션 신경망은 64x64 사이즈의 이미지로부터 3x3 크기의 컨볼루션을 두번씩 중첩하며 뉴런을 줄여 나

간다. 이때 활성화 함수는 ReLU를 활용할 수 있다. 배치 정규화는 매 컨볼루션과 활성화 이후 수행되어 데이터의 분포가 치우치는 것을 방지한다. 또한 볼륨 렌더링 모델은 한 스택의 컨볼루션이 수행된 이후에 2x2크기의 맥스풀링을 수행하며 점차 뉴런을 줄여 나간다. 최종적으로 뉴런들은 1차원으로 차원변경(flatten)되고 밀집(dense) 레이어와 시그모이드 활성화 레이어 에서 레이블링 클래스의 수에 맞춰 볼륨 렌더링 모델을 학습시킨다. 이렇게 학습된 볼륨 렌더링 모델은 이미지로부터 사용자가 정의한 레이블에 따라 이미지 영역을 분류해주는 역할을 할 수 있다.

[0067] 다시 도 4를 참조하면, 프로세서(130)는 사용자 단말로부터 수신된 타겟 스타일 이미지를 분할한 복수의 이미지 패치를 기설정된 레이블로 분류하고, 상기 레이블의 색상을 추출한다(S130).

[0068] 프로세서(130)는 동일 레이블에서 추출한 색상을 주요색상 클러스터와 배경색상 클러스터로 분류하고, 비중이 더 큰 클러스터의 색상을 선택할 수 있다. 이 경우 상기 클러스터는 데이터 간의 거리를 평균과 분산을 사용해서 그룹화하는 알고리즘인 k-mean 클러스터링을 이용하여 분류한 것일 수 있다.

[0069] 프로세서(130)는 상기 타겟 스타일 이미지를 상기 볼륨 렌더링 모델을 통해 복수의 이미지 패치로 분할하여 기 설정된 레이블로 분류하는 것일 수 있다.

[0070] 타겟 스타일 이미지에서 색상을 추출하는 과정에 대한 상세한 내용은 도 11을 통해 아래에서 설명한다.

[0071] 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법은 타겟 스타일 이미지로부터 스타일을 적용하기 위하여 색상을 추출하고 전달함수에 매핑한다. 도 11은 스타일 컬러를 매핑하는 방법에 대한 도면이다. 서버(100)는 타겟 스타일 이미지를 볼륨 렌더링 모델에 입력하고 레이블을 할당 받는다. 대부분의 레이블링된 패치에는 스타일 컬러와 배경 컬러가 섞여 있다. 우리는 주요 색상을 추출하기 위하여 각 레이블에 따라 모든 패치의 RGB 값을 기준으로 k-mean 클러스터링을 이용하여 2개의 클러스터로 분류한다. 따라서 레이블의 색상은 두개의 클러스터에 의해 dominant color와 배경색상으로 분류된다. 시스템은 분류된 클러스터 중 비중이 큰 클러스터의 중앙값에 해당하는 RGB값을 스타일 레이블 색으로 지정한다. 우리는 획득된 레이블 색상을 레이블링된 전달함수에 매핑하여 스타일 전달함수를 구성한다. 스타일 전달함수는 타겟 스타일 이미지의 색상정보가 포함된 볼륨을 생성한다.

[0072] 프로세서(130)는 상기 추출된 레이블 색상을 상기 레이블링된 전달함수에 맵핑하여 스타일 전달함수를 생성한다(S140).

[0073] 프로세서(130)는 상기 스타일 전달함수를 통해 스타일 볼륨 렌더링 이미지를 생성하여 상기 사용자 단말에 제공한다(S150).

[0074] 인공지능망을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 생성한 최종 스타일 기반 볼륨 렌더링 이미지는 도12에서 표시된다. 서버(100)는 타겟 스타일 이미지로부터 leaf, stem, pot에 대한 레이블 색상을 추출할 수 있었으며, 추출된 색상에 맞추어 볼륨 렌더링 이미지가 렌더링 되는 것을 볼 수 있다.

[0075] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0076] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

[0077] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0078] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

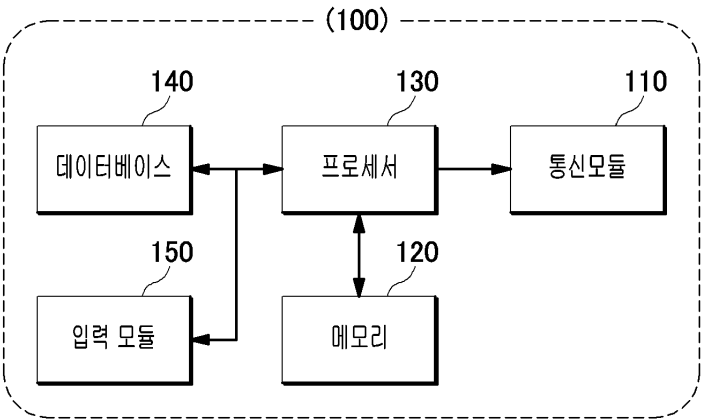
부호의 설명

[0079]

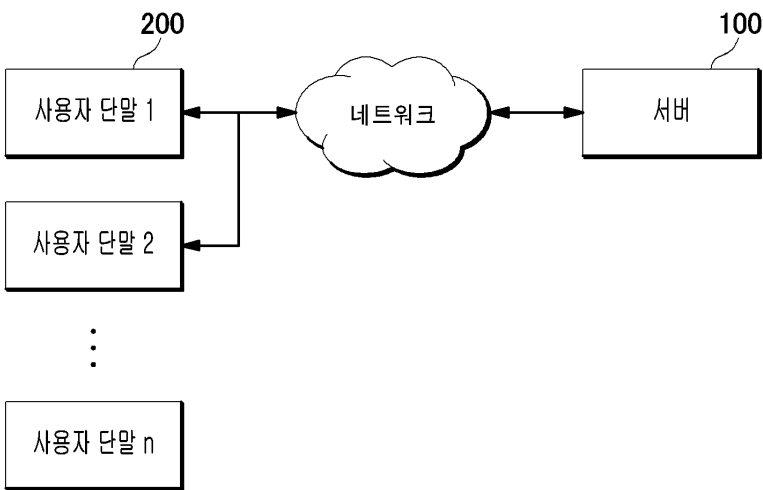
- 100: 서버
- 110: 통신 모듈
- 120: 메모리
- 130: 프로세서
- 140: 데이터베이스
- 150: 입력모듈
- 200: 사용자 단말

도면

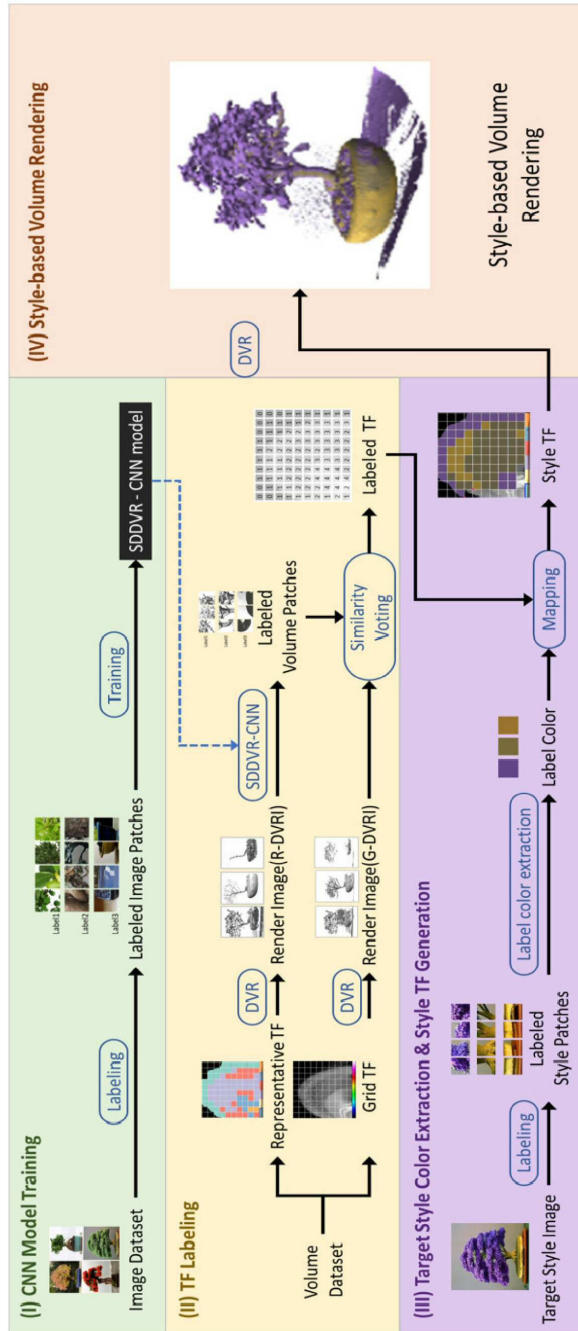
도면1



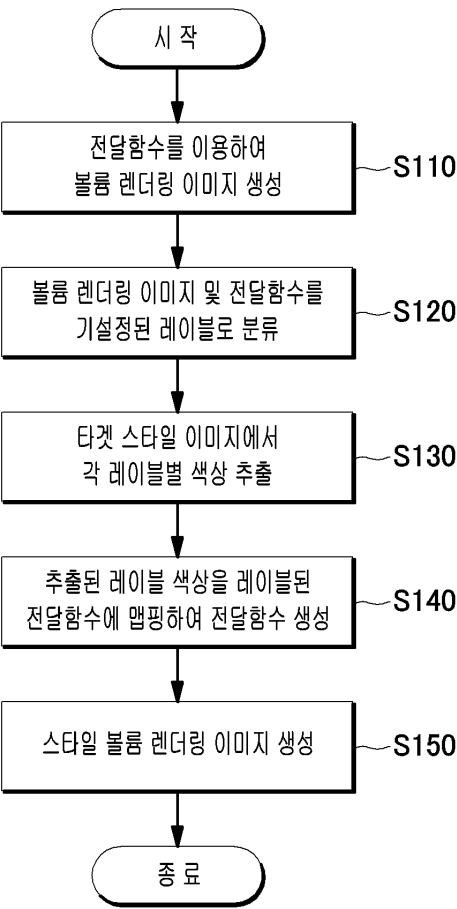
도면2



도면3



도면4



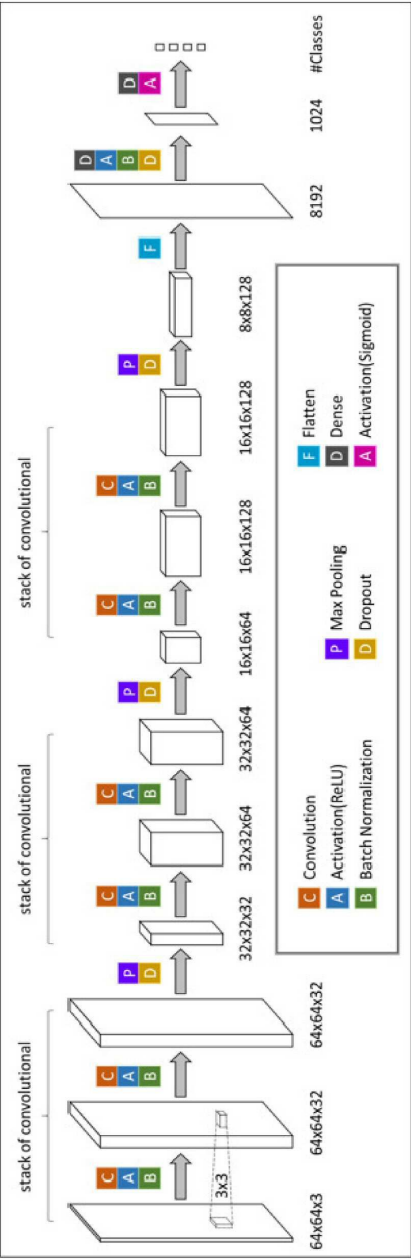
도면5



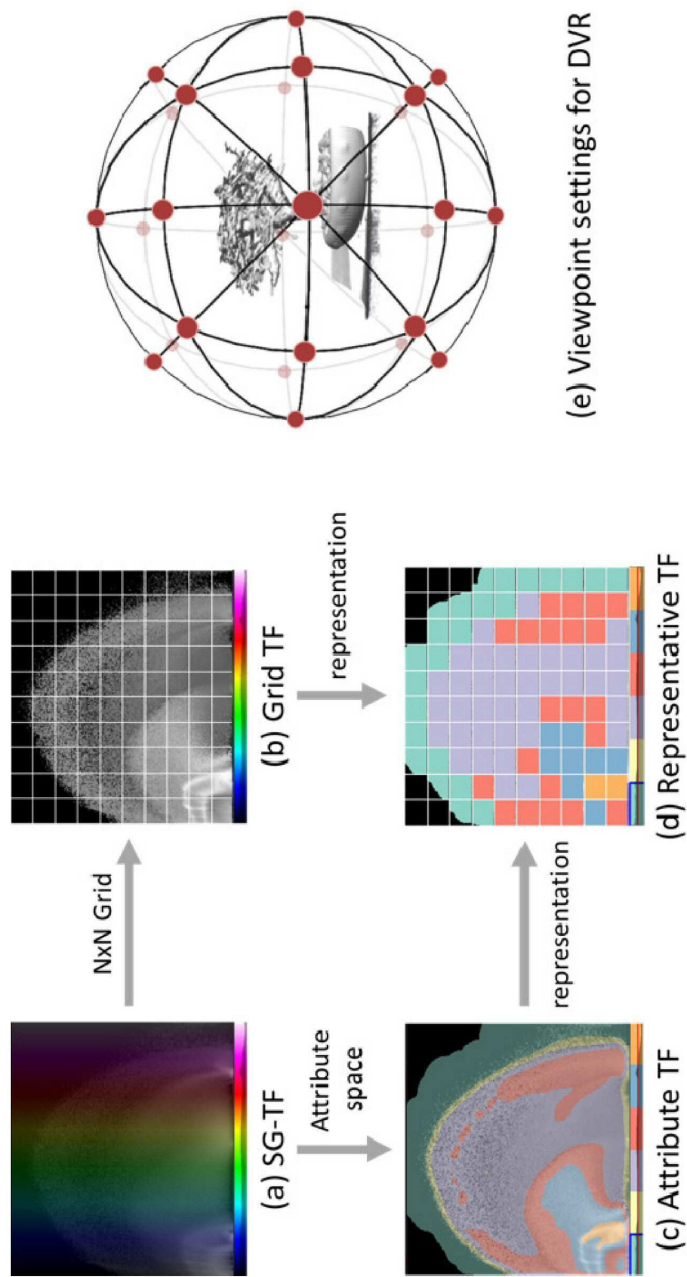
도면6

Volume dataset	 bonsai
Target labels	 leaf stem soil pot
Keywords	Bonsai, Bonsai leaf, Bonsai stem, Bonsai soil, Bonsai flowerpot
# of Crawled images	3380
# of labeled patches	21239, 8738, 9707, 3438

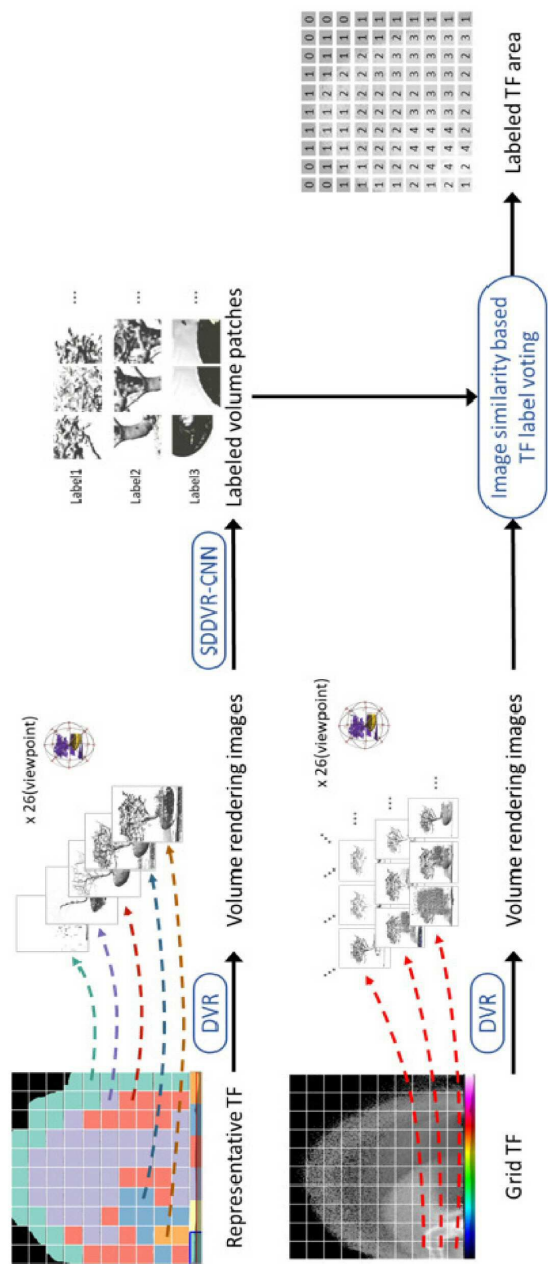
도면7



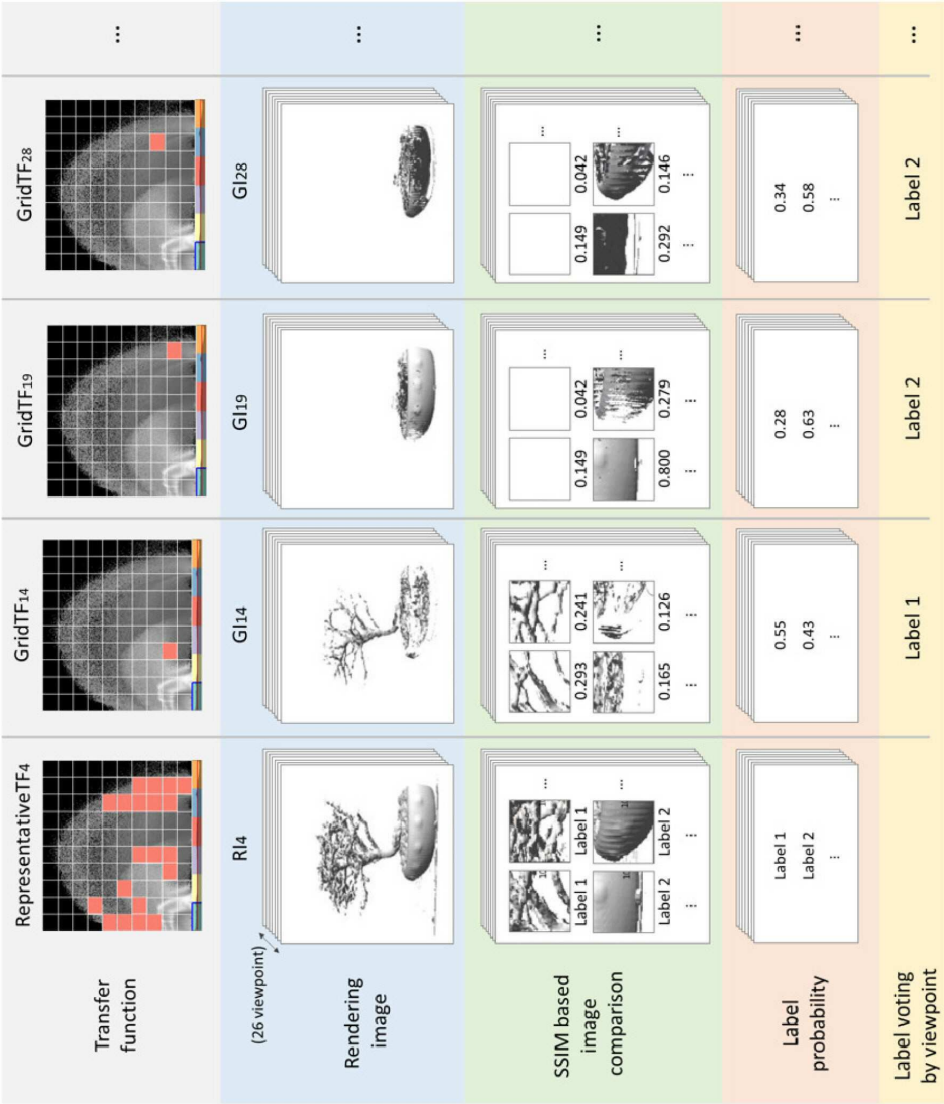
도면8



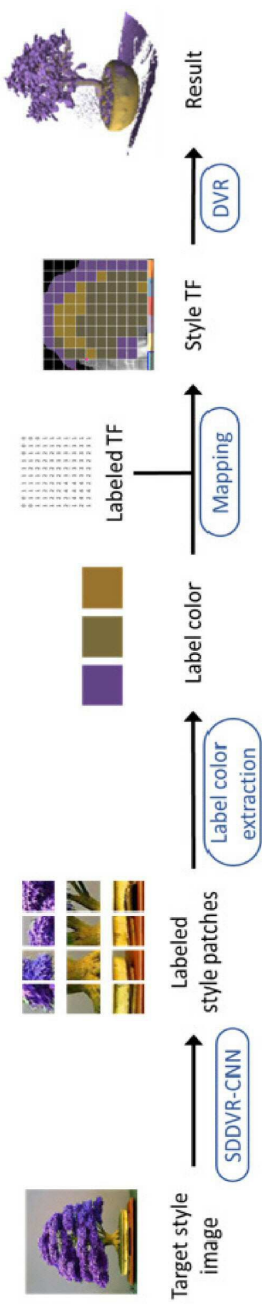
도면9



도면10



도면11



도면12

