



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0088902
(43) 공개일자 2016년07월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 15/08 (2011.01) G06T 17/10 (2006.01)
G06T 19/20 (2011.01)
- (52) CPC특허분류
G06T 15/08 (2013.01)
G06T 17/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7016025
- (22) 출원일자(국제) 2014년11월19일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년06월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/066369
- (87) 국제공개번호 WO 2015/077314
국제공개일자 2015년05월28일
- (30) 우선권주장
61/906,838 2013년11월20일 미국(US)

- (71) 출원인
포비아, 인크.
미국 캘리포니아 팔로 알토 넘버 242 브라이언트 스트리트 555 (우편번호 94301)
- (72) 발명자
브라운, 케네스
미국 94301 캘리포니아주 팔로 알토 넘버 242 브라이언트스트리트 555 포비아, 인크 내
- (74) 대리인
양영준, 백만기

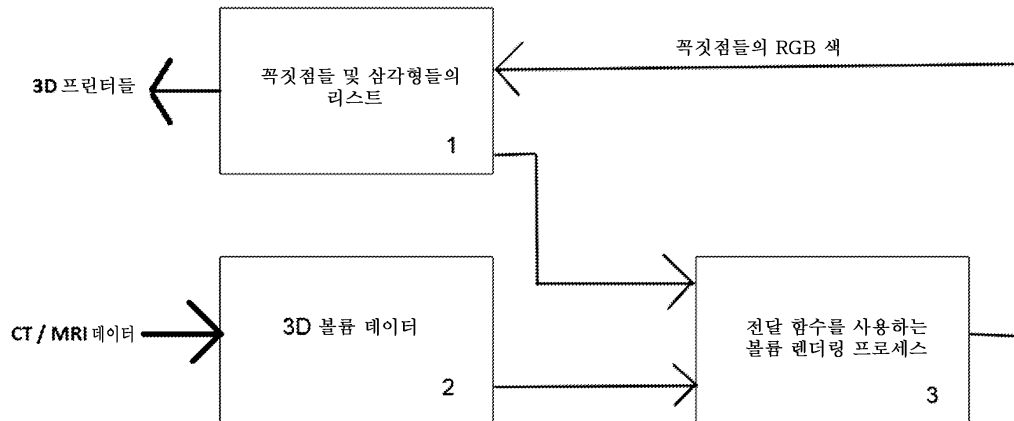
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **3D 프린팅을 위한 다각형들의 볼륨 렌더링**

(57) 요약

컴퓨터 기반 볼륨 데이터 렌더링을 위한, 및 더 상세하게는 컴퓨터 기반 볼륨 렌더링에 적용되는 다각형 모델 객체들 상에 볼륨 렌더링 색들을 매핑하기 위한 프로세스들 및 시스템들이 설명된다. 한 예시에서, 볼륨 데이터 내에 위치한 다각형 모델 객체들 상에 볼륨 렌더링 데이터의 색을 매핑 또는 인코딩하는 것은 다각형 객체의 표면 주변에 복셀들의 렌더링 결과를 할당함으로써 이루어진다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06T 19/20 (2013.01)

G06T 2219/2012 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

영상을 묘사하는 컴퓨터 기반 방법(computer enabled method)으로서,

하나 이상의 프로세서들 및 메모리를 갖는 디바이스에서:

영상을 3차원으로 나타내는 볼륨 데이터 집합을 제공하는 단계 - 상기 데이터 집합은 복수의 원소들을 포함함 -;

상기 원소들 각각에 대한 색을 생성하기 위하여, 상기 볼륨 데이터 집합에 전달 함수를 적용하는 단계;

다각형 객체의 각 꼭짓점의 국부 영역(local region)에서 볼륨 렌더링을 이용하여 상기 원소들의 색을 축적하는 단계; 및

상기 볼륨 데이터 집합의 원소들과 인터페이싱(interfacing)하는 상기 다각형 객체의 각 꼭짓점에 상기 볼륨 렌더링의 색 출력을 매핑하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다각형 객체의 상응하는 삼각형들의 표면들에 꼭짓점들의 색을 보간하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전달 함수를 위하여, 상기 꼭짓점을 지나는 광선을 따르는 볼륨 데이터의 값과 상기 다각형 객체의 상기 꼭짓점을 지나는 상기 광선에 대하여 산출된 상기 볼륨 렌더링의 과정의 상응하는 색 출력의 관계를 수립하는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 볼륨 렌더링은:

볼륨 광선 추적(volumetric ray-tracing), 볼륨 광선 투사(volumetric ray-casting), 스플래팅(splatting), 전단 워핑(shear warping), 및 텍스처 매핑

중 하나 이상을 수행하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 전달 함수는:

램프 함수(ramp function), 구간별 선형 함수(piecewise linear function), 및 탐색 테이블

중 하나 이상을 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서:

복수의 제어 포인트들(control points)을 포함하는 상기 전달 함수의 묘사 및 매핑된 결과를 디스플레이하는 단

계; 및

각 제어 포인트에서, 그 제어 포인트와 연관된 매핑된 결과의 부분에 대한 파라미터의 값을 선택하기 위해, 입력을 수신하는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

매핑된 결과를 3D 프린터에 출력하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

3D 프린터로 하여금 매핑된 결과를 이용하여 객체를 프린트하도록 하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 9

제1항에 따른 방법을 수행하도록 프로그래밍된 컴퓨팅 디바이스.

청구항 10

제1항에 따른 방법에 의하여 도출된 매핑된 결과를 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체.

청구항 11

제1항에 따른 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 코드를 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체.

청구항 12

영상을 묘사하기 위한 장치로서,

하나 이상의 프로세서들; 및

상기 하나 이상의 프로세서들에 의하여 실행될 때, 상기 프로세서들로 하여금,

영상을 3차원으로 나타내는 볼륨 데이터 집합에 접근하는 단계 - 상기 데이터 집합은 복수의 원소들을 포함함 -;

상기 볼륨 데이터 집합의 상기 복수의 원소들 각각에 대하여 색을 정의하는 전달 함수에 접근하는 단계; 및

상기 볼륨 데이터 집합의 원소들과 인터페이싱하는 다각형 객체의 각 꼭짓점에 볼륨 렌더링의 색 출력을 매핑하는 단계

를 포함하는 동작들을 수행하도록 하는 명령어들을 저장하는 메모리

를 포함하는 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 꼭짓점들의 색이 상기 다각형 객체의 상응하는 삼각형들의 표면들에 보간되는, 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

사용자가 상기 전달 함수를 위하여, 상기 꼭짓점을 지나는 광선을 따르는 볼륨 데이터의 값과 상기 다각형 객체의 상기 꼭짓점을 지나는 상기 광선에 대하여 산출된 상기 볼륨 렌더링의 과정의 상응하는 색 출력의 관계를 수립하는 장치.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 볼륨 렌더링은:

볼륨 광선 추적, 볼륨 광선 투사, 스플래팅, 전단 워핑, 및 텍스처 매핑
중 하나 이상을 수행하는 것을 포함하는, 장치.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 전달 함수는:

램프 함수, 구간별 선형 함수, 및 탐색 테이블
중 하나 이상인, 장치.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 프로세서가:

복수의 제어 포인트들을 포함하는 상기 전달 함수의 묘사 및 매핑된 색들을 디스플레이하는 것; 및
각 제어 포인트에서, 그 제어 포인트와 연관된 투영의 부분에 대한 파라미터의 값을 선택하기 위하여 사용자로부터 입력을 수신하는 것
을 더 포함하는 장치.

청구항 18

제12항에 있어서,

매핑된 색들을 수신하기 위하여 상기 프로세서에 결합되는 3D 프린팅 디바이스를 더 포함하는 장치.

청구항 19

영상을 묘사하기 위한 장치로서,

영상을 3차원으로 나타내는 볼륨 데이터 집합을 포함하는 제1 컴퓨터 판독 가능 저장소 - 상기 데이터 집합은 복수의 원소들을 포함함 -;

상기 원소들 각각에 대하여 색을 정의하는 전달 함수를 포함하는 제2 컴퓨터 판독 가능 저장소; 및

상기 제1 및 제2 저장소에 결합되고, 상기 볼륨 데이터 집합의 원소들과 인터페이싱하는 다각형 객체의 각 꼭짓점에 볼륨 렌더링의 색 출력을 매핑하도록 동작 가능한 프로세서

를 포함하는 장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] <관련 출원에 대한 상호 참조>

[0002] 이 출원서는 2013년 11월 20일에 출원된 미국 가특허 출원 제61/906,838호(발명의 명칭: "3D 프린팅을 위하여 다각형 객체 상의 컬러 매핑을 볼륨 렌더링하기 위한 방법 및 시스템")에 기한 우선권을 주장하며, 이는 모든 목적들로 그 전부가 본 명세서에 참조로서 인용된다.

[0003] <기술분야>

[0004] 이 개시내용은 일반적으로 컴퓨터 기반 영상화를 이용한 객체의 영상의 컴퓨터 그래픽 및 묘사(depiction)에 관련되고, 한 예시에서는 3-D 프린팅을 위하여 다각형 객체들을 나타내는 것에 관련된다.

배경기술

- [0005] 3차원 스칼라장(three dimensional scalar fields)에 의하여 표시된 입체 객체들의 시각화는 실제 3D(3차원의) 객체들의 내부 및 외부 구조들을 나타내는 가장 완전하고, 현실적이며, 정확한 방법들 중 하나이다. 예를 들어, 컴퓨터 단층촬영(computer tomography, CT)은 (인체 내부와 같은) 실제 3D 객체들의 영상들을 디지털화하고 이산 3D 스칼라장 표현으로서 나타낸다. MRI(magnetic resonant imaging, 자기 공명 이미징)는 (인체와 같은) 실제 3D 객체들의 내부 구조들을 스캔하고 묘사하기 위한 또 다른 시스템이다.
- [0006] 다른 예시로서, 석유 산업계에서는 지구 내부의 3D 영역의 3D 영상 볼륨을 생성하기 위하여 지진과 이미징 기술들을 사용한다. 인체에서와 같이, 지질학적 단층 또는 암염 돔(salt domes)과 같은 몇몇 중요한 구조들이 영역 내에 내재되어 있을 수 있고, 이들은 반드시 그 영역의 외부 표면에 드러나는 것은 아니다.
- [0007] 직접 볼륨 렌더링(direct volume rendering)은 이러한 3D 영상 볼륨에 의하여 나타나는 3D 영역의 내부를 예를 들어 컴퓨터 모니터 상에 보여지는 것과 같이 2D 영상 평면상에 시각화하기 위한 잘 알려진 컴퓨터 그래픽 기술이다. 따라서 전형적인 3D 데이터 집합은 지진과 이미징 또는 CT 또는 MRI 기기에 의하여 생성된 실제 객체의 한 그룹의 2D 영상 "슬라이스들"이다. 전형적으로, 영상 볼륨 내의 임의의 지점에서의 스칼라 속성(scalar attribute) 또는 복셀(voxel)(volume element, 볼륨 요소)은 탐색 테이블들(lookup tables)의 집합에 의해 규정될 수 있는, (적색, 녹색, 청색과 같은) 색 및 불투명도(opacity)와 같은 복수의 분류 속성들(classification properties)과 연관되어 있다. 컴퓨터 렌더링이 이루어지는 동안 복수의 "광선"들이 2D 영상 평면으로부터 볼륨 내로 투사(cast)되고, 광선들은 볼륨에 의하여 각각 감쇠되거나 반사된다. 각 광선의 감쇠되거나 반사된 광선 "에너지"의 양은 영상 볼륨 내에 내재된 객체들의 3D 특성들, 예를 들어 객체들의 형상 및 배향을 나타내고, 나아가 상응하는 광선 경로를 따른 볼륨의 불투명도 및 컬러 매핑(color mapping)에 따라 2D 영상 평면상에서의 픽셀값을 결정한다. 2D 영상 평면상에서의 복수의 광선 시점들(ray origins)과 연관된 픽셀값들은 컴퓨터 소프트웨어에 의해 컴퓨터 모니터 상에 렌더링될 수 있는 영상을 형성한다. 여기서 설명된 바와 같은 컴퓨터 기반 볼륨 렌더링은 종래의 볼륨 광선 추적, 볼륨 광선 투사, 스플래팅(splattng), 전단 워핑(shear warping), 또는 텍스처 매핑(texture mapping)을 사용할 수 있다. 직접 볼륨 렌더링의 보다 상세한 설명은 『"Computer Graphics Principles and Practices" by Foley, Van Dam, Feiner and Hughes, 2nd Edition, Addison-Wesley Publishing Company (1996)』의 1134 내지 1139쪽에 기술되어 있다.
- [0008] 앞서 논의된 CT 예시에서, MRI 장비 및 종래의 방식들을 사용하는 의사는 영상 볼륨을 임의의 방향으로 절편 넘으로써 임의로 (인간 심장 또는 무릎과 같은) 객체의 2D 영상 슬라이스들/컷들을 생성할 수 있지만, 그 중 단 하나의 영상 슬라이스도 객체의 외부 표면 전체를 시각화할 수는 없다. 대조적으로, CT 영상 볼륨의 직접 볼륨 렌더링을 통하여 생성된 2D 영상은 (많은 종류의 심혈관계 질병 진단에서 매우 중요한 심장과 같은) 객체의 3D 특성들을 연관된 컴퓨터 모니터 상에 쉽게 디스플레이할 수 있다.
- [0009] 유전 탐사 분야에서도 마찬가지로, 3D 지진과 데이터의 직접 볼륨 렌더링은 석유 공학자들로 하여금 잠재적 석유 저장고인 지역에 내재된 지질학적 구조들의 3D 특성들을 더 정확하게 결정하고, 석유 생산량을 현저히 증가시키도록 도울 수 있는 강력한 도구인 것으로 밝혀졌다.
- [0010] 볼륨 렌더링을 제어하는 데 사용되는 가장 흔하고 기본적인 구조들 중 하나는 전달함수이다. 볼륨 렌더링과 관련하여, 전달 함수는 볼륨 데이터(복셀들)의 원래 픽셀들을 컴퓨터 모니터 화면 상에서의 그의 표현으로 분류/변환하는 것, 상세하게는 (적색, 녹색, 및 청색과 같은) 색 및 불투명도 분류(종종 "색 및 불투명도"로 불림)인, 흔히 사용되는 전달 함수 표현을 정의한다. 따라서, 각 복셀은 전달 함수를 사용하여 정의되는 색 및 불투명도 값을 가진다. 전달 함수 자체는 수학적으로, {간단한 램프(ramp)와 같은}구간별 선형 함수(piecewise linear function) 또는 탐색 테이블이다. 여기에서 설명된 바와 같은 컴퓨터 기반 볼륨 렌더링은 종래의 볼륨 광선 추적, 볼륨 광선 투사, 스플래팅, 전단 워핑, 또는 텍스처 매핑을 사용할 수 있다. 더 일반적으로, 전달 함수는 이와 관련하여 데이터 집합의 수치 값들(복셀들)에 (볼륨 렌더링에 의하여) 렌더링 가능한 광학적 속성들을 할당한다. 불투명도 함수는 최종(렌더링된) 영상에 대한 각 복셀의 기여도를 결정한다.
- [0011] 볼륨 렌더링 적용례들이 공통적으로 필요로 하는 것은 볼륨 데이터로부터 기존의 컴퓨터 그래픽 다각형 객체들을 추출하는 것이다. 컴퓨터 그래픽에서 다각형은 메쉬(mesh)와 같은 2D 형상이 3D 공간에 나타난 것이다. 컴퓨터 그래픽에서 다각형은 3D 매니폴드(manifold)를 무한히 얇은 표면으로 나타내어, 그로써 표시되는 실제 객체의 작은 부분집합만을 시각화하는 데 사용될 수 있다. 이것의 위치는 꼭짓점들(모퉁이들)의 XYZ 좌표들로 정의된다. 볼륨 데이터 및 볼륨 데이터를 나타내는 다각형 객체 모델들은 이 분야에서 상이한 종류의 데이터들이다; 볼륨 데이터는 픽셀들의 3D 어레이인 한편, 잘 알려진 다각형 객체 모델은 삼각형 또는 직사각형과 같은 다각형 객체들의 리스트이며, 이들은 각 꼭짓점에서의 할당된 색들을 갖는, 상응하는 XYZ 꼭짓점들의 그루핑에 의

하여 각각 표현된다. 볼륨 데이터에서, 픽셀들의 3D 어레이는 객체 바깥의 무한히 얇은 매니폴드보다는, 객체의 내부 및 외부 구조들 모두를 시각화하는 데 사용된다.

[0012] 직접 볼륨 렌더링이 많은 중요한 분야들에서 핵심적인 역할을 담당하고 있지만, 현재 이용 가능한 3D 프린팅 디바이스들은 프린트될 3D 객체들의 다각형 객체 표현을 입력으로서 예상한다. 따라서, 볼륨 렌더링된 영상들로부터의 시각적 정보를 다각형 객체 모델들에 옮기는 것(porting)은 중요한 기술적 문제이다.

발명의 내용

[0013] 본 개시는 일반적으로 컴퓨터 기반 볼륨 데이터 렌더링 분야, 및 더 자세하게는 영상을 묘사하고 3D 프린팅에 적합한 데이터를 제공하기 위한 방법 및 시스템에 관련된다. 한 예시에서, 컴퓨터 기반 방법은 영상을 3차원으로 나타내는 (CT 또는 MRI 볼륨 데이터 집합과 같은) 볼륨 데이터 집합을 제공하는 단계 - 데이터 집합은 복수의 원소들을 포함함 -, 원소들 각각에 대한 색을 생성하기 위하여, 볼륨 데이터 집합에 전달 함수를 적용하는 단계, 볼륨 데이터와 인터페이싱하는(예를 들어, 내부에/가로질러 위치한/놓인) 다각형 객체의 각 꼭짓점을 지나는 각 광선을 따라 산출되는 볼륨 렌더링을 이용하여 원소들의 색을 추적하는 단계를 포함한다. 예시적인 프로세스는 그리고 나서 볼륨 렌더링된 결과를 다각형 객체의 각 꼭짓점에 매핑할 수 있고, 그림으로써 3D 프린팅을 위한 데이터 집합을 제공한다. 3D 프린팅을 위한 데이터 집합은 그리고 나서 디스플레이되고/되거나 3D 프린터에 출력되어 객체의 프린팅을 야기할 수 있다.

[0014] 몇몇 예시들은 다각형 객체의 상응하는 삼각형들의 표면들 상에 꼭짓점들의 색을 보간하는 단계를 더 포함할 수 있다. 볼륨 렌더링은 볼륨 광선 추적, 볼륨 광선 투사, 스플래팅, 전단 워핑, 또는 텍스처 매핑을 포함할 수 있다. 전달 함수는 램프 함수, 구간별 선형 함수, 또는 탐색 테이블을 포함할 수 있고, 더 나아가, 사용자는 전달 함수를 위하여 볼륨 데이터의 값 및 다각형 객체의 꼭짓점들에 매핑된 상응하는 색의 관계를 수립 또는 입력할 수 있다. 예시적 프로세스는 더 나아가 복수의 제어 포인트들을 포함하는 전달 함수의 묘사 및 매핑된 결과를 디스플레이하고, 그 제어 포인트와 연관된 매핑된 결과의 부분에 대한 파라미터의 값을 선택하기 위하여, 각 제어 포인트에서 입력을 수신할 수 있다.

[0015] 따라서, 본 명세서에서 설명된 예시적인 프로세스들 및 시스템들은 볼륨 렌더링된 데이터를 볼륨 데이터 내에 위치한 다각형 모델의 꼭짓점들에 매핑하거나 옮긴다(port); 특히, 각 꼭짓점 위치를 통과하는 광선 투사로부터의 볼륨 렌더링의 축적된 색 출력은 상응하는 적-녹-청 색 컴포넌트를 획득하고, 그 색 컴포넌트를 꼭짓점에 할당하는 데 사용된다. 할당된 색 컴포넌트들은 그리고 나면 상응하는 삼각형들의 표면들 상에 선형 보간될 수 있고, 그로써 볼륨 내에 위치한 다각형 객체의 표면들과 교차하는 볼륨 영상의 색을 가시화하는 것을 허용한다.

[0016] 추가적으로, 적어도 하나의 프로세서 및 메모리를 갖는 시스템들 및 전자 디바이스들이 제공되고, 메모리는 전자 디바이스로 하여금 본 명세서에서 설명된 프로세스들을 수행하도록 야기하기 위한 컴퓨터 판독 가능 명령어들을 포함한다. 나아가, 본 명세서에서 설명된 프로세스들을 야기하기 위한 컴퓨터 판독 가능 명령어들을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 명세서는 첨부된 도면들과 결합하여 다음 설명을 참조함으로써 가장 잘 이해될 수 있고, 도면들에서 유사한 부분들은 유사한 부호들로 표시되었다.

도 1a는 객체의 종래의 볼륨 렌더링을 도해한다.

도 1b는 꼭짓점들에 고른 백색(flat white color)이 적용된, 다각형 모델의 예시적인 표면을 도해한다.

도 1c는 볼륨 렌더링 출력 데이터로부터 다각형 모델 객체의 표면의 예시적인 컬러 매핑을 도해한다.

도 2a는 스칼라 픽셀값들을 색 및 불투명도에 매핑하는 데 사용되는 예시적인 볼륨 렌더링 전달 함수를 도해한다.

도 2b는 다각형 모델 객체의 표면에 대하여 스칼라 픽셀값들을 색 및 불투명도에 매핑하기 위한 전달 함수를 사용하기 위한 예시적인 프로세스를 도해한다.

도 3은 예시적인 프로세스 및 시스템의 관련 부분들의 블록도를 도해한다.

도 4는 도 3의 방법 및 장치를 위한 컴퓨터 장치의 예시적인 블록도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명의 상술한 특징들 및 장점들과 더불어 이것의 추가적인 특징들 및 장점들이 아래에서 도면들과 결합한 본 발명의 실시예들의 상세한 설명의 결과로서 더 명확히 이해될 것이다. 본 설명은 본 기술분야의 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 만들고 사용할 수 있게 하기 위하여 제시되었다. 특정 디바이스들, 기술들, 및 적용례들에 대한 설명은 예시로서만 제공된 것이다. 본 명세서에서 기술된 예시들에 대한 다양한 수정들이 본 기술분야의 통상의 기술자에게 용이하게 드러날 것이고, 본 명세서에서 정의된 일반원리는 본 기술의 사상과 범위를 벗어나지 않고도 다른 예시들과 적용례들에 적용될 수 있다. 따라서, 개시된 기술은 본 명세서에서 기술되고 도시된 예시들에 한정되도록 의도된 것이 아니라, 청구항과 일관적인 범위와 일치하는 것이다.
- [0019] 현재 이용 가능한 3D 프린터들은 적층 가공(additive manufacturing)이라고 알려진 기술을 사용하는데, 이는 기계 부품과 같은 3D 물품을 정의하기 위하여 플라스틱 또는 금속 입자들의 층들을 순차적으로 적층시키는 것이다. 입자들은 전형적으로 열을 가함으로써 융합된다. 많은 이러한 기계들에서 색이 있는 입자들을 적층시켜, 그로써 프린트된 물품의 외부가 10가지 이상의 상이한 색들과 같은 다양한 색을 가진 영역들을 갖는 것이 가능하다. 3D 프린팅 업계는 AMF(additive manufacturing file) 포맷으로 알려진 오픈 표준 컴퓨터 데이터 표준으로 표준화하여 프린트될 물품들을 특정하며, 따라서 3D 프린터들은 일반적으로 AMF 형식으로 된 데이터 입력만을 받아들인다. 종래에, AMF는 각 볼륨이 한 세트의 꼭짓점들을 참조하는 삼각의(다각형 모델) 메쉬들로서 표현되는, 겹치지 않는 볼륨들의 집합으로서 물품을 나타내었다(AMF는 컬러화(colorization)를 더 지원함). 따라서, AMF 포맷은 삼각형마다 3개의 꼭짓점이 있도록 삼각형들을 다각형으로서 사용하는 종래의 다각형 객체 모델링 데이터를 요구한다. 달리 말해서, 현재 3D 프린터들은 일반적으로 볼륨 타입 데이터를 직접 사용할 수 없다. 나아가, 컴퓨터 지원 설계 시스템(computer aided design system, CAD) 출력들은 다각형 형태로 되어 있고, 따라서 3D 프린터들도 통상적으로 다각형들을 사용한다.
- [0020] 이는 일반적으로 3D 프린팅된 물품들의 시각적 외관을 개선하기 위하여 다각형 객체 상에 볼륨 렌더링 출력을 투영시키기 위한, 프로세스들 및 시스템들에 관련된다. 볼륨 렌더링이 다각형 객체 모델에 비하여 갖는 하나의 장점은 데이터의 내부 구조의 세부 사항을 드러낼 수 있는 능력이다. 본 발명에 따라 볼륨 렌더링 출력을 다각형 객체 모델 상에 투영시킴으로써, 객체의 내부 구조상의 세부사항들이 다각형 객체 모델 출력상에 프린트되어, 다각형 객체를 볼륨 렌더링 절차들의 결과와 더 비슷해 보이게 할 수 있다.
- [0021] 따라서, 본 발명의 한 실시예는 볼륨 렌더링에 의하여 생성된 볼륨 색 정보를 볼륨 데이터를 나타내는 다각형 객체들의 표면에 투영시키는 것을 포함한다. 한 예시에서, 이것은 로컬화된 볼륨 렌더링 작업의 출력을 다각형 모델의 꼭짓점에 매핑하는 것을 포함한다. 본 명세서에서 서술된 예시적인 프로세스는 3D 프린터를 이용한 3D 물품들의 프린팅(가공)과 관련하여, 프린트된 물품들의 표면의 개선된 외관을 달성하는 데 특히 유용할 수 있다.
- [0022] 도 1a 내지 도 1c는 본 명세서에서 기술된 한 실시예에 따라, 볼륨 렌더링 출력 데이터로부터 다각형 모델링된 객체(이 예시에서는, 무릎의 뼈들)의 표면으로의 컬러 매핑을 도해한다. 특히, 도 1a는 CT 또는 MRI 스캔으로부터의 종래의 직접 볼륨 렌더링과 같은 볼륨 렌더링을 사용하여 렌더링된 무릎 영역을 도해한다. (본 발명의 실시예들이 입력 CT 또는 MRI 데이터를 넘어서서 임의의 볼륨 데이터를 임의의 다각형 데이터에 적용하는 것까지 확장되며; 나아가, 본 발명의 실시예들은 적용될 수 있는 한 경우만을 도해하는 이 특정 예시에 한정되지 않는다는 점에 유념해야 한다.) 도 1b는 꼭짓점들에 단색(flat color)이 적용된 다각형 메쉬로 추출된 무릎 영역을 도해한다. 도 1c는 본 기술이 적용되고, 3D 프린팅에 적합한 데이터로부터 생성된 무릎 영역 다각형 객체를 도해한다. 따라서, 아래에서 더 자세하게 기술된 예시적인 프로세스는 도 1a의 영상과 연관된 종래의 볼륨 데이터를 컬러 3D 프린팅에 더 적합한, 꼭짓점들 및 꼭짓점들에 적용된 색의 리스트를 포함하는 데이터로 변환한다.
- [0023] 도해된 바와 같이, 예시적인 프로세스 및 시스템에 다각형 모델 객체 및 볼륨 데이터를 입력함으로써, 프로세스 및 시스템은 도 1a에서 도 1b로의 변환에서 나타난 바와 같이, 이전에는 그러한 색 정보가 존재하지 않았던 다각형 모델 객체에 볼륨 렌더링 결과를 적용할 수 있다.
- [0024] 이 특정 예시에서, 다각형 모델링된 무릎 영역은 도 2a에서 도해된 종래의 전달 함수를 적용함으로써 획득된 볼륨 렌더링 결과로부터 자신의 색을 수취한다. 도 2a의 전달 함수는 통상적으로 수평축으로서 스칼라 볼륨 픽셀 데이터값들을, 수직축으로서 색/불투명도를 가진다. 나아가 이 전달 함수는 사용자 제어 노드들에서 그래픽 사용자 인터페이스를 사용하여 통상적으로 제어 가능하다.

[0025] 도 2b는 전달 함수를 사용하는 볼륨 렌더링을 위한 예시적인 프로세스(250)를 도해한다. 예시적인 프로세스는 252에서, 무릎의 3차원 CT 또는 MRI 볼륨 데이터 집합 표현과 같은 3차원의 영상과 연관된 데이터 집합을 제공함으로써 시작된다. 데이터 집합은 복수의 원소들, 예를 들어 환자의 무릎을 가로지르는 슬라이스들을 나타내는 복수의 2D 영상들을 포함하고, 각 슬라이스는 무릎에서의 특정한 점들을 나타내는 복수의 픽셀 데이터 포인트들을 포함한다. 프로세스는 254에서 하나 이상의 전달 함수들을 더 사용하는데, 각 전달 함수는 (픽셀값들과 같은) 스칼라값 값들과 색 값들 및 불투명도 값의 대응 관계를 정의한다. 전달 함수들의 개수는 적용례에서의 수요 및 이용 가능한 메모리에 의하여 결정될 수 있는데, 예를 들어 단일 객체는 하나의 전달 함수만을 필요로 할 수 있고, 반면 상이한 장치들, 뼈들 등의 경우에서처럼 객체의 상이한 부분들을 이미징하는 것이 바람직한 경우, 필요하다면 그들을 상이하게 나타내기 위하여 복수의 전달 함수들이 사용될 수 있다. 각 전달 함수들은 그 색 및 불투명도를 제어하기 위한 (한 그룹의 픽셀들과 같은) 데이터의 원소들의 부분집합과 더 연관된다. 예를 들어, 원소들의 각 부분집합은 상이한 뼈들, 상이한 장치들 등과 같은 렌더링될 상이한 원소와 연관될 수 있다. 마지막으로, 프로세스(250)는 데이터 집합에 전달 함수들을 적용한 후, 256에서 이에 기초하여 영상으로 하여금 렌더링되고 디스플레이되게 한다. 볼륨 렌더링의 추가적인 양태들은 예를 들어 2014년 6월 4일에 "다중 분류들을 동반하는 영상들의 볼륨 렌더링"이라는 명칭으로 출원되어 동시에 계류 중인 특허출원 14/296,092에 기술되어 있고, 이는 그 전부가 본 명세서에 참조로써 인용된다.

[0026] 도 3은 한 실시예에 따른, 3D 프린팅을 위하여 데이터를 제공하기 위한 예시적인 프로세스 및 시스템을 도해한다. 모듈(3)의 (광선 투사와 같은) 볼륨 렌더링 프로세스(컴퓨터 프로세서상에서 실행됨)는 몇몇 주요 부분들을 포함한다. 초기에, 예시적인 프로세스는 예를 들어 모듈(2)의 컴퓨터 판독 가능 메모리 내에 통상적으로 저장되는 입력 볼륨 CT 또는 MRI (또는 다른) 볼륨 데이터 값들 상에 광선 투사를 수행하고, 이는 프로세스된 입력 볼륨 CT 또는 MRI 데이터에 (도 2a의 전달 함수, 또는 다른 바람직한 전달 함수와 같은) 전달 함수를 적용하는 것을 포함하거나 이에 의존하고, 이로써 각 꼭짓점 또는 그 주변에 RGB 색상 데이터를 제공한다. 프로세스는 그러고 나면 물품의 표면에 또는 그 주변에 위치한 각 다각형 객체 꼭짓점 주변에서 색 보간(color interpolation)을 수행할 수 있고, 이 데이터는 통상적으로 모듈(1)에서 메모리 내에 저장된다. 여기서 "주변"이라는 단어의 사용은 인접한 곳 또는 국소 지역을 지칭하려는 것인데, 왜냐하면 볼륨 픽셀들은 정확히 다각형의 꼭짓점들 상에 있지 않기 때문이다. 프로세스는 모듈(1)의 다각형 모델 꼭짓점들 및 삼각형들의 다른 통상적인 리스트에 다시 적용하기 위한 RGB 색 꼭짓점 결과를 생성한다. 따라서 프로세스는 볼륨 렌더링 프로세스의 RGB 색 출력을 꼭짓점 정의의 색 속성에 적용한다. 다각형 객체에 대한 꼭짓점 정의들은 많은 속성들을 가질 수 있지만, 이 프로세스에 대한 세 가지의 예시적인 속성들은 위치(XYZ), 법선(normal)(XYZ), 및 색(RGB)이다.

[0027] 따라서, 모듈(1)은 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 다각형 객체 데이터 구조(다각형 메쉬)를 꼭짓점들(각 꼭짓점에 대한 통상적인 XYZ 좌표들)의 리스트 및 꼭짓점 리스트 중의 상응하는 꼭짓점들의 트리플렛들(triplets)로 구성된 삼각형들의 통상적인 연관된 리스트로서 묘사한다. 모듈(2)은 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 바와 같은 통상적인 볼륨 데이터 구조이고, 이는 예를 들어 통상적으로 3차원 볼륨으로 적층된 2차원 슬라이스 영상들의 리스트이다. 본 기술분야의 통상의 기술자들은 다각형 메쉬 데이터가 어떻게 획득 또는 생성되었는가의 구체적인 방법은 중요하지 않으며, 임의의 통상적인 방법(들)에 의한 것일 수 있으나, 일반적으로 다각형 표면-메쉬는 물품의 등위면(iso-surface)을 따라 위치한다는 것을 이해하여야 한다. 모듈(3)에 의하여 수정된 바와 같은 모듈(1)의 다각형 객체 데이터는 통상적으로 AMF 또는 유사한 데이터 파일로서 3D 프린터에 송신된다.

[0028] 따라서, 예시적인 프로세스 및 시스템은 다각형 모델 객체 부근 표면의 표시(색 및 불투명도)를 결정하기 위하여 묘사되거나 프린트되는 물품의 표면 안에 위치한 볼륨 데이터(픽셀들)를 사용한다. 그에 의해 3D 프린터에 의하여 프린트된 바와 같은 물품의 표면은 색을 이용하여 기본이 되는 구조의 (밀도와 같은)특성을 묘사하게 된다. 표면 아래의 상이한 밀도 프로파일들은 광선 투사 과정들에 대한 상이한 색 출력들을 야기할 수 있다. 예를 들어, 인체에서 표면 아래의 더 "스펀지 같은" 골조직은 그 기저의 경골의 경우와는 상이한 표면 색을 가질 수 있다. 물품의 등위면 상의 각 점이 동일한 밀도를 가지고 따라서 전달 함수에 의하여 동일한 색이 표시되는 경우라고 하더라도, 기저의 밀도는 상이할 수 있으므로 이 차이는 광선 투사 과정에 의한 상이한 색 출력들을 야기한다. 이에 의하여, 3D 프린터에의 출력 데이터는 유리하게도 데이터의 더 생생한 묘사인데, 왜냐하면 프로세스가 묘사되는 물품에 등위면의 표면 아래의 광학적 특성들을 도입하기 때문이다. 표면의 색, 질감, 밝기, 및 다른 특성들이 나올 수 있고, 그렇지 않다면 (예시적인 프로세스를 사용하지 않는 경우) 물품이 편평한 것으로 보일 것이다. 물론 이 외관(표면) 채색은 연관된 3D 프린터의 색 프린팅 능력에 의하여 제한될 수 있다.

[0029] 본 프로세스들 및 시스템들은 3D 프린팅에 한정되지 않고 (게임들, 영화들 등을 위한) 컴퓨터 애니메이션, 및

출력으로서 다각형 객체 모델 데이터를 요구하지만 볼륨 데이터를 원본 데이터로서 사용하는 다른 컴퓨터 그래픽 기술들에 적용가능하다는 것에 유의하여야 한다. 근본적으로, 예시적인 프로세스들은 통상적으로 "텍스처 아티스트들"에 의하여 이루어졌던, 실제 객체들로부터의 텍스처(texture) 생성을 허용한다.

[0030] 본 방법은 몇몇 실시예들에서 광선 투사 또는 알려진 다른 방법을 사용하여 자신의 볼륨 렌더링(모듈(3))을 수행한다. 이것은 국부 그래디언트(local gradient)를 묘사(delineate)하기 위하여 다각형(삼각형들)에 의하여 정의된 꼭짓점들의 메쉬를 통하여 광선을 투영시킨다. 광선 투사 프로세스는 소정 방향을 따라 각 광선을 투사한다. 가장 적절한 방향은 각 꼭짓점 위치에서의 볼륨 데이터 스칼라장의 그래디언트에 평행하게 각 광선을 투사하는 것이지만, 다른 대안들 역시 고려해볼 수 있는데, 예를 들어 둘러싸는 다각형들의 법선 방향 또는 그들의 평균이 있다. 그래디언트는 장(field)의 수학적 특성을 지칭한다. 이 경우에서, 장은 이산 간격들에서의 스칼라 볼륨 데이터 값들의 3D 모음이다. 간단하게 말해서, 그래디언트는 이 데이터의 "방향", 또는 주어진 점으로부터 가장 빠르게 증가하는 방향을 기술한다. 통상적으로 데이터(색들)는 광선 경로를 따라 축적된다.

[0031] 몇몇 구현들에서, 색 볼륨 렌더링 출력 데이터를 볼륨 데이터 내에 삽입된 다각형 객체의 표면에 매핑하기 위한 예시적인 프로세스들 및 장치들은 다르게는 통상적인 프로그래밍 컴퓨터 또는 컴퓨팅 디바이스에서 실행되기 위한 컴퓨터 소프트웨어(코드 또는 프로그램)에 구현된다. 이 코드는 별개의 응용 프로그램이고/이거나 다각형 모델 표현에 내장될 수 있다. (CT 데이터와 같은) 입력 데이터 집합은 데이터 저장소로부터 또는 실황으로(CT 또는 MRI 스캐너 또는 다른 소스로부터 실시간으로) 제공될 수 있고, 따라서 소프트웨어는 독립형 컴퓨터(standalone computer) 또는 예를 들어 CT 또는 MRI 기기 또는 다른 플랫폼의 컴퓨팅 부분에 상주(resident)할 수 있다. 컴퓨터 소프트웨어 자체(본 개시내용에 비추어 일상적인 코딩)는 임의의 적절한 프로그램 언어로 인코딩될 수 있고, 소스 코드 또는 컴파일된 형태로 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장될 수 있다. 도 1a 내지 도 1c의 출력 영상들 자체는 전형적으로 컴퓨터 내의 컴퓨터 판독 가능 매체(메모리) 내에도 저장된다.

[0032] 도 4는 상술한 프로세스들 중 임의의 하나를 수행하도록 구성되는 예시적인 컴퓨팅 시스템(300)을 도해하고, 예를 들어 클라이언트 디바이스, 서버, 게이트웨이, 라우터, 데이터 어플리케이션 서비스를 나타낼 수 있는 예시적인 컴퓨팅 시스템이 아래에 제공된다. 이와 관련하여, 컴퓨팅 시스템(300)은 예를 들어 프로세서, 메모리, 저장장치, 및 (모니터, 키보드, 디스크 드라이브, 인터넷 연결 등과 같은) 입/출력 디바이스들을 포함할 수 있다. 그러나 컴퓨팅 시스템(300)은 프로세스들의 몇몇 또는 모든 양태들을 실행하기 위한 회로 또는 다른 특별 하드웨어를 포함할 수 있다. 몇몇 동작 환경에서, 컴퓨팅 시스템(300)은 프로세스들의 몇몇 양태들을 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어, 또는 그 조합의 형태로 실행하도록 각각 구성된 하나 이상의 유닛들을 포함하는 시스템으로서 구성될 수 있다.

[0033] 예시적인 컴퓨팅 시스템(300)은 상술한 프로세스들을 수행하는 데 사용될 수 있는 다수의 컴포넌트들을 포함한다. 주 시스템(main system)(302)은 입/출력("I/O") 섹션(306), 하나 이상의 중앙 처리 장치들("CPU")(308) 및 연관된 플래시 메모리 카드(312)를 가질 수 있는 메모리 섹션(310)을 갖는 마더보드(304)를 포함한다. I/O 섹션(306)은 디스플레이(324), 키보드(314), 디스크 저장 유닛(316) 및 미디어 드라이브 유닛(318)에 연결된다. 미디어 드라이브 유닛(318)은 프로그램들(322) 및/또는 데이터를 내장할 수 있는 컴퓨터 판독 가능 매체(320)를 판독/기록할 수 있다.

[0034] 상술한 프로세스들의 결과들에 기초한 적어도 몇몇 값들이 후속 사용을 위하여 저장될 수 있다. 덧붙여, 비일시적인 컴퓨터 판독 가능 매체가 컴퓨터를 수단으로 하여 상술한 프로세스들 중 임의의 하나를 수행하기 위한 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들을 (유형적으로 구현하는 것과 같이) 저장하는 데 사용될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 예를 들어 (파스칼, C, C++, 자바와 같은) 범용 프로그래밍 언어 또는 몇몇 특수 응용 관련 언어(application-specific language)로 작성될 수 있다.

[0035] 본 개시에서, 용어들 "컴퓨터 프로그램 제품", "컴퓨터 판독 가능 매체" 등은 예를 들어 메모리(310), 미디어 드라이브(318), 디스크 저장 매체(316) 또는 플래시 메모리 카드(312)와 같은 저장 디바이스들과 같은 매체를 일반적으로 지칭하는 데 사용될 수 있다. 이러한 및 다른 형태의 컴퓨터 판독 가능 매체는 CPU(308)에 의하여 사용되어, 프로세서로 하여금 특정 동작들을 수행하도록 하기 위한 하나 이상의 명령어들을 저장할 수 있다. 일반적으로 "컴퓨터 프로그램 코드"라고 지칭되는 이러한 명령어들(컴퓨터 프로그램들이라는 형태 또는 다른 그룹핑으로 그룹지어질 수 있음)은 실행될 때, 컴퓨팅 시스템(300)으로 하여금 본 발명의 실시예들의 기능을 수행하는 것을 가능하게 한다. 코드는 직접적으로 프로세서로 하여금 특정 동작들을 수행하고, 그렇게 하도록 컴파일되고/되거나, 그렇게 하도록 다른 소프트웨어, 하드웨어, 및/또는 (표준 함수들을 수행하기 위한 라이브러리들과 같은) 펌웨어 요소들과 조합되도록 할 수 있다는 것에 유의하여야 한다.

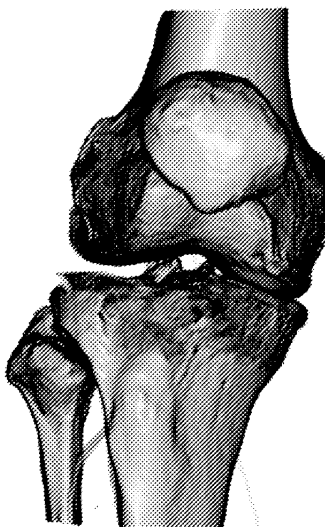
[0036] 구성 요소들이 소프트웨어를 사용하여 구현되는 실시예에서, 소프트웨어는 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장될 수 있고, 예를 들어 이동식 미디어 드라이브(318), 플래시 메모리(312) 또는 통신 인터페이스(306)를 이용하여 컴퓨팅 시스템(300)에 로딩될 수 있다. 제어 로직(이 예시에서는 소프트웨어 명령어들 또는 컴퓨터 프로그램 코드)은 프로세서(308)에 의하여 실행될 때, 프로세서(308)로 하여금 본 명세서에서 설명된 바와 같은 본 발명의 실시예의 기능들을 수행하도록 한다.

[0037] 상술한 프로세스들의 결과들에 기초한 적어도 몇몇 값들이 후속 사용을 위하여 저장될 수 있다. 덧붙여, 비일시적인 컴퓨터 판독 가능 매체가 컴퓨터를 수단으로 하여 상술한 프로세스들 중 임의의 하나를 수행하기 위한 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들을 (유형적으로 구현하는 것과 같이) 저장하는 데 사용될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 예를 들어 (파스칼, C, C++, 자바와 같은) 범용 프로그래밍 언어 또는 몇몇 특수 응용 관련 언어로 작성될 수 있다. 다양한 예시적인 실시예들이 본 명세서에 설명되었다. 이 예시들은 비제한적인 차원에서 참조된 것이다. 그들은 개시된 기술의 더 광범위하게 적용 가능한 양태들을 설명하기 위하여 제공된 것이다. 다양한 실시예들의 진정한 사상 및 범위를 벗어나지 않고도 다양한 변화가 가해질 수 있고 균등물이 대체될 수 있다. 더불어, 다양한 실시예들의 목적(들), 사상 또는 범위에 특정 상황, 재료, 물질의 조성, 프로세스, 프로세스 작용(들) 또는 단계(들)를 적응시키기 위하여 많은 수정이 이루어질 수 있다. 나아가, 본 기술분야의 통상의 기술자에게 인식될 바와 같이, 본 명세서에서 설명되고 도해된 개별 변형들 각각은 다양한 실시예들의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 복수의 실시예들 중 임의의 실시예들의 특징들과 손쉽게 결합하거나 이들로부터 손쉽게 분리될 수 있는 개별 컴포넌트들 및 특징들을 가진다. 이러한 수정 모두는 본 개시와 연관된 청구항들의 범위 안에 있도록 의도된 것이다.

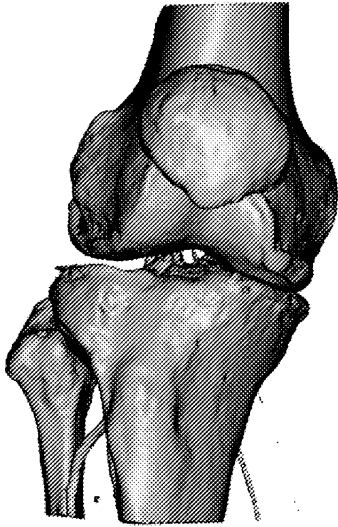
[0038] 다양한 예시적인 실시예들이 본 명세서에서 설명되었다. 이 예시들은 비제한적인 차원에서 참조된 것이다. 그들은 개시된 기술의 더 광범위하게 적용 가능한 양태들을 설명하기 위하여 제공된 것이다. 다양한 실시예들의 진정한 사상 및 범위를 벗어나지 않고도 다양한 변화가 가해질 수 있고 균등물이 대체될 수 있다. 더불어, 다양한 실시예들의 목적(들), 사상 또는 범위에 특정 상황, 재료, 물질의 조합, 프로세서, 프로세스 작용(들) 또는 단계(들)를 적응시키기 위하여 많은 수정이 이루어질 수 있다. 나아가, 본 기술분야의 통상의 기술자에게 인식될 바와 같이, 본 명세서에서 설명되고 도해된 개별 변형들 각각은 다양한 실시예들의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 복수의 실시예들 중 임의의 실시예들의 특징들과 손쉽게 결합하거나 이들로부터 손쉽게 분리될 수 있는 개별 컴포넌트들 및 특징들을 가진다. 이러한 수정 모두는 본 개시와 연관된 청구항들의 범위 안에 있도록 의도된 것이다.

도면

도면1a



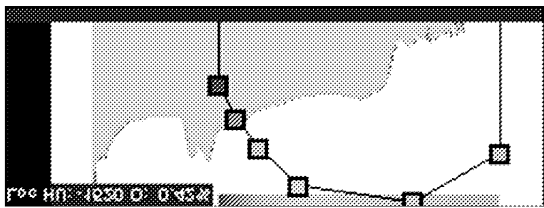
도면1b



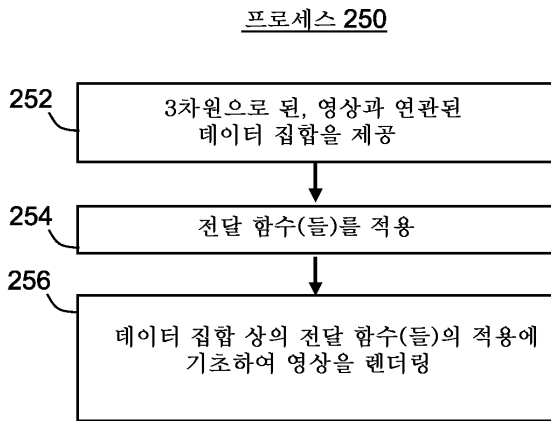
도면1c



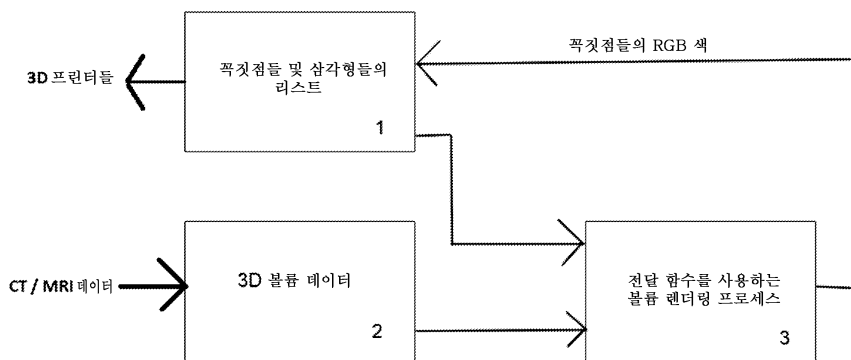
도면2a



도면2b



도면3



도면4

