



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0000657
(43) 공개일자 2025년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 17/20 (2006.01) G06T 15/04 (2011.01)
G06T 5/00 (2024.01) G06T 7/70 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 17/20 (2013.01)
G06T 15/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0082696
(22) 출원일자 2023년06월27일
심사청구일자 2023년06월27일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
주경돈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
심재혁
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
강창우
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

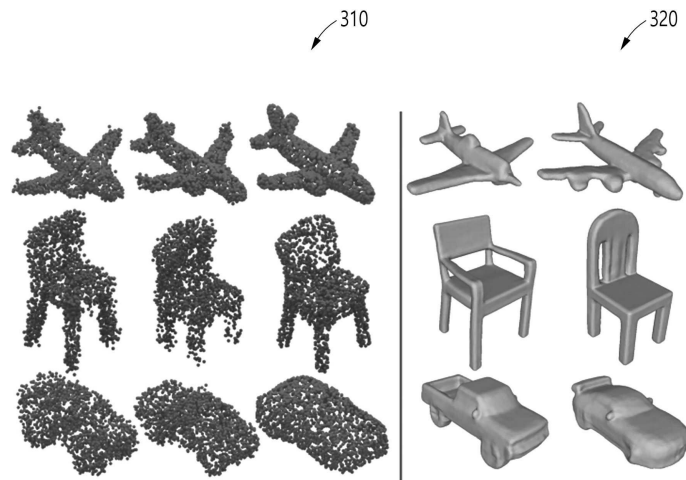
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 3차원 형상 생성 방법 및 장치

(57) 요약

일 실시예에 따른 객체의 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델에 노이즈를 포함하는 복셀 표현 데이터를 입력(input)함으로써 목표 형상(target shape)에 대한 제1 해상도의 SDF(signed distance fields) 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계; 및 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06T 5/70 (2024.01)

G06T 7/70 (2017.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193692
과제번호	2022-0-00612-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	사람중심인공지능핵심원천기술개발
연구과제명	일상생활에서 필요한 상식을 기반으로 새로운 사실을추론하며 이해하는 인공지능 기
술 개발	
기 여 율	1/3
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193983
과제번호	2020-0-01336-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	인공지능대학원지원(울산과학기술원)
기 여 율	1/3
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193135
과제번호	2022-0-00907-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	사람중심인공지능핵심원천기술개발
연구과제명	(2세부) AI Bots 협업 플랫폼 및 자기조직 인공지능기술개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 수행되는 형상(shape) 생성 모델을 이용한 3차원 형상 생성 방법에 있어서,

상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델에 노이즈를 포함하는 복셀 표현 데이터를 입력(input)함으로써 목표 형상(target shape)에 대한 제1 해상도의 SDF(signed distance fields) 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계를 포함하고,

상기 제2 해상도는 상기 제1 해상도보다 높은 해상도인,

3차원 형상 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는,

카테고리 라벨을 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제1 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계

를 포함하고,

상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는,

카테고리 라벨을 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제2 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계

를 포함하는 3차원 형상 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는,

상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계

를 포함하고,

상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는,

상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에서 출력된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계

를 포함하는 3차원 형상 생성 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계 및 상기 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계는,

상기 형상 생성 모델을 통해 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 또는 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터의 노이즈를 제거하는 역(reverse) 프로세스를 반복하여 수행하는,

3차원 형상 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

노이즈를 가지도록 데이터 샘플 중 제1 해상도 데이터 샘플을 오염시키는 단계;

상기 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플 및 카테고리 라벨에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 단계;

노이즈를 가지도록 상기 데이터 샘플 중 제2 해상도 데이터 샘플을 오염시키는 단계; 및

상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플, 상기 카테고리 라벨 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 단계

를 더 포함하는 3차원 형상 생성 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 단계는,

상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플을 패치(patch)크기로 추출하는 단계; 및

상기 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플을 패치 크기로 추출하는 단계

를 포함하는 3차원 형상 생성 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1 해상도 데이터 샘플 및 상기 제2 해상도 데이터 샘플은 복셀(voxel) 형태인,

3차원 형상 생성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계

를 더 포함하고,
 상기 제3 해상도는 상기 제2 해상도보다 높은 해상도인,
 3차원 형상 생성 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,
 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 및 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터는 메쉬(mesh) 형태인,
 3차원 형상 생성 방법.

청구항 10

형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델에 노이즈를 포함하는 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하고, 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 프로세서
 를 포함하고,
 상기 제2 해상도는 상기 제1 해상도보다 높은 해상도인,
 3차원 형상 생성 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 카테고리 라벨을 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제1 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하고,
 카테고리 라벨을 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제2 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는,
 3차원 형상 생성 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하고,
 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에서 출력된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는,

3차원 형상 생성 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 형상 생성 모델을 통해 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 또는 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터의 노이즈를 제거하는 역 프로세스를 반복하여 수행하는,

3차원 형상 생성 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

노이즈를 가지도록 제1 해상도 데이터 샘플 및 제2 해상도 데이터 샘플을 포함하는 데이터 샘플을 오염시키고, 상기 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플 및 카테고리 라벨에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델을 트레이닝시키고, 상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플, 상기 카테고리 라벨 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는,

3차원 형상 생성 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플 및 상기 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플을 패치 크기로 추출하는,

3차원 형상 생성 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제1 해상도 데이터 샘플 및 상기 제2 해상도 데이터 샘플은 복셀 형태인,

3차원 형상 생성 장치.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하고,

상기 제3 해상도는 상기 제2 해상도보다 높은 해상도인,

3차원 형상 생성 장치.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 및 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터는 메쉬 형태인,
3차원 형상 생성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하, 인공지능망을 이용하여 객체의 3차원 형상을 생성하는 것에 관한 기술이 제공된다.

배경 기술

[0003] 3차원 모델링(3D modeling)은 현실 세계에 있는 객체(예: 물체)를 가상의 3차원 공간에 생성하거나 표현하는 것을 의미한다. 과거에는 3차원 모델링을 위해 주로 사람이 직접 객체를 그리거나 기본 형태를 조작하여 원하는 객체로 변형하는 방식을 이용하였으나, 현재에는 센서, 카메라 또는 검출기 등을 이용하여 실제 물체를 스캔하여 자동으로 3차원 모델을 생성하는 방식을 사용하고 있다.

[0004] 이러한 3차원 모델링 기술을 차량 분야에 적용하면, 사람이 직접 인식하는 시야 정보보다 더욱 정확하게 주변 환경 정보를 파악할 수 있고 다른 차량 기술에서 취득한 정보와 빠르게 통합하여 판단할 수 있으므로 차량의 안전한 주행을 가능하게 하며 최적의 성능을 발휘할 수 있도록 한다. 이 뿐만 아니라, 건설, 교통, 에너지, 환경 등의 문제 해결 및 관리가 필요한 공공분야 및 게임/방송/영화 콘텐츠 제작 및 VR/AR 서비스가 필요한 민간분야에서도 활용이 가능한 3차원 모델링 기술에 대한 수요는 점차 증가하고 있다.

[0005] 위에서 설명한 배경기술은 발명자가 본원의 개시 내용을 도출하는 과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 미국 등록 특허공보 11615602(2023년 03월 28일 공고)에는 외관-중심의 자동 3차원 모델링(Appearance-driven automatic three-dimensional modeling)이 제시된다.

(특허문헌 0002) 미국 등록 특허공보 10235797(2019년 03월 19일 공고)에는 시각 자료 특성의 반대 렌더링(Inverse rendering of visual material properties)이 제시된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 해상도가 점진적으로 증가하는 두개의 스테이지로 분리하여 3차원 형상을 생성할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 SDF 복셀 표현을 활용할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 복셀 모양의 SDF를 조밀하게 샘플링할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 패치 크기를 기반으로 모델을 트레이닝할 수 있다.

- [0012] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 두번째 스테이지에 적용되는 형상 생성 모델을 복수의 해상도에 대하여 트레이닝시킬 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 3차원 형상 생성에 있어서 카테고리 라벨을 이용할 수 있다.
- [0014] 다만, 기술적 과제는 상술한 기술적 과제들로 한정되는 것은 아니며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법은 상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델에 노이즈를 포함하는 복셀 표현 데이터를 입력(input)함으로써 목표 형상(target shape)에 대한 제1 해상도의 SDF(signed distance fields) 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계 및 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계를 포함하고, 상기 제2 해상도는 상기 제1 해상도보다 높은 해상도일 수 있다.
- [0017] 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는, 카테고리 라벨을 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제1 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계를 포함하고, 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는, 카테고리 라벨을 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제2 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는, 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계를 포함하고, 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계는, 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에서 출력된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계 및 상기 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하는 단계는, 상기 형상 생성 모델을 통해 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 또는 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터의 노이즈를 제거하는 역(reverse) 프로세스를 반복하여 수행할 수 있다.
- [0020] 노이즈를 가지도록 데이터 샘플 중 제1 해상도 데이터 샘플을 오염시키는 단계, 상기 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플 및 상기 카테고리 라벨에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 단계, 노이즈를 가지도록 상기 데이터 샘플 중 제2 해상도 데이터 샘플을 오염시키는 단계 및 상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플, 상기 카테고리 라벨 및 상기 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 단계는, 상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플을 패치(patch)크기로 추출하는 단계; 및 상기 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플을 패치 크기로 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 제1 해상도 데이터 샘플 및 상기 제2 해상도 데이터 샘플은 복셀(voxel) 형태일 수 있다.
- [0023] 상기 3차원 형상 생성 방법은 상기 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 단계를 더 포함하고, 상기 제3 해상도는 상기 제2 해상도보다 높은 해상도일 수 있다.
- [0024] 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 및 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터는 메쉬(mesh) 형태일 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치는 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델에 노이즈를 포함하는 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하고, 상기 형상 생성

모델 중 제2 해상도 생성 모델에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 프로세서를 포함하고, 상기 제2 해상도는 상기 제1 해상도보다 높은 해상도일 수 있다.

[0026] 상기 프로세서는, 카테고리 라벨을 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제1 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하고, 카테고리 라벨을 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써, 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 상기 제2 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 상기 카테고리 라벨에 대응하는 상기 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성할 수 있다.

[0027] 상기 프로세서는, 상기 제1 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득하고, 상기 제2 해상도 생성 모델에 기초하여 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제1 해상도 생성 모델에서 출력된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터와 함께 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력하는 것을 반복함으로써 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터를 획득할 수 있다.

[0028] 상기 프로세서는, 상기 형상 생성 모델을 통해 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 또는 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터의 노이즈를 제거하는 역 프로세스를 반복하여 수행할 수 있다.

[0029] 상기 프로세서는, 노이즈를 가지도록 제1 해상도 데이터 샘플 및 제2 해상도 데이터 샘플을 포함하는 데이터 샘플을 오염시키고, 상기 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플 및 카테고리 라벨에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델을 트레이닝시키고, 상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플, 상기 카테고리 라벨 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플에 기초하여 상기 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시킬 수 있다.

[0030] 상기 프로세서는, 상기 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플 및 상기 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플을 패치 크기로 추출할 수 있다.

[0031] 상기 제1 해상도 데이터 샘플 및 상기 제2 해상도 데이터 샘플은 복셀 형태일 수 있다.

[0032] 상기 프로세서는 상기 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 상기 제2 해상도 생성 모델에 입력함으로써 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하고, 상기 제3 해상도는 상기 제2 해상도보다 높은 해상도일 수 있다.

[0033] 상기 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 및 상기 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터는 메쉬 형태일 수 있다.

발명의 효과

[0035] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 해상도가 점진적으로 증가하는 두 스테이지로 분리하여 3차원 형상을 생성함에 따라 메모리 문제를 완화시키는 동시에 고해상도의 3차원 형상을 생성할 수 있다.

[0036] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 SDF 복셀 표현을 활용함에 따라 복잡한 후처리 없이 바로 3차원 메쉬 형태의 변환이 가능할 수 있다.

[0037] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 복셀 모양의 SDF가 조밀하게 샘플링되어 고품질 메쉬를 직접 재구성할 수 있으며 조밀하고 고정된 구조로 인해 CNN을 활용할 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 패치 크기를 기반으로 모델을 트레이닝하여 메모리 소비를 감소시킬 수 있다.

[0039] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 복수의 해상도에 대하여 트레이닝된 두번째 스테이지에 적용되는 형상 생성 모델을 통해 고해상도보다 더 높은 초해상도의 3차원 형상을 생성할 수 있다.

[0040] 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법 및 장치는 카테고리 라벨을 이용함에 따라 다중 카테고리(multi-category)에 대한 3차원 형상 생성이 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치의 블록도를 도시한다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치의 각각의 생성 모델을 통해 생성된 3차원 형상을 예시적으로 나타낸다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치와 다른 기술들을 이용하여 생성된 3차원 형상을 나타낸다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치에서 생성된 제1 해상도, 제2 해상도 및 제3 해상도를 가진 3차원 형상을 나타낸다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법의 흐름도를 도시한다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성을 위한 전체적인 흐름을 예시적으로 나타낸다.
- 도 7은 다른 실시예에 따른 3차원 형상 생성을 예시적으로 나타낸다.
- 도 8은 또 다른 실시예에 따른 3차원 형상 생성을 예시적으로 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0044] 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.
- [0045] 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.
- [0046] 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 존재함으로 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.
- [0047] 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.
- [0048] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0049] 3차원 형상의 생성 모델링은 컴퓨터 비전(vision), 그래픽, 로봇틱스, 콘텐츠 생성 등 다양한 분야의 높은 수요로 인해 그에 대한 필요성이 급증하고 있다. 3차원 형상은 GAN(Generative Adversarial Network), VAE(Variational Auto-Encoders), 정규화 흐름 및 자동 회귀 모델 등의 다양한 방식을 이용하여 생성될 수 있다. 이러한 기술 중, 노이즈 제거 확산 모델(DDM, denoising diffusion model)은 확산 과정을 통해 점진적으로 데이터를 손상시키고 트레이닝된 신경망을 통해 노이즈를 제거하는 방식을 사용하고 이러한 특성으로 인하여 이미지 생성 및 음성 합성 기술 분야에서 각광받고 있다. 그러나 노이즈 제거 확산 모델(DDM)은 포인트 클라우드(point cloud)를 사용하여 3차원 형상을 생성하므로 실제 응용 프로그램에서 일반적으로 사용되는 메시(mesh) 표현과 상이하여 3차원 형상의 연속 표면을 표현하는 기능이 제한될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 일반적인 방법으로는 포인트 클라우드에서 연속 메시지를 재구성해야된다. 그러나 이 과정은 복잡한 후처리를 필요로 하기 때문에 메모리 문제가 발생할 수 있다.
- [0050] 따라서, 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위하여 실시예에 따라 3차원 형상을 생성하는 장치 및 방법을 제안

한다.

- [0051] 도 1은 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치의 블록도를 도시한다.
- [0052] 도 2는 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치의 각각의 생성 모델을 통해 생성된 3차원 형상을 예시적으로 나타낸다.
- [0053] 3차원 형상 생성 장치(100)는 프로세서(110)를 포함하고, 입력부(120) 및 메모리(130)를 더 포함할 수 있다.
- [0054] 프로세서(110)는 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델(210)에 노이즈(211)를 포함하는 복셀(Voxel) 표현 데이터를 입력(input)함으로써 목표 형상(target shape)에 대한 제1 해상도의 부호화 거리 필드(SDF, signed distance fields) 복셀 표현 데이터(212)를 생성할 수 있다. 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212)는 저해상도 복셀 표현으로 자연스럽게 압축된 형태의 거친(coarse) 3차원 형상을 의미할 수 있다.
- [0055] 또한, 프로세서(110)는 카테고리 라벨(예: c1 내지 c8)을 제1 해상도 생성 모델(210)에 입력함으로써, 제1 해상도 생성 모델(210)에 기초하여 제1 해상도 생성 모델(210)에 트레이닝된 복수의 형상들 중 카테고리 라벨에 대응하는 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212)를 생성할 수 있다. 여기서, 카테고리 라벨은, 예를 들어, 비행기, 벤치, 캐비닛, 자동차, 의자, 디스플레이, 램프, 확성기, 라이플, 소파, 테이블, 전자기 및 선박 등 중 임의의 어느 하나일 수 있다.
- [0056] 또한, 프로세서(110)는 제1 해상도 생성 모델(210)에 기초하여 생성된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212)를 제1 해상도 생성 모델(210)에 입력하는 것을 반복함으로써 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터(212)를 획득할 수 있다. 이에 있어서, 프로세서(110)는 트레이닝된 제1 해상도 생성 모델(210)을 이용하여 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212)의 노이즈를 제거하는 역(reverse) 프로세스를 반복하여 수행할 수 있다. 이를 통해 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212)의 노이즈는 점진적으로 제거될 수 있다.
- [0057] 또한, 프로세서(110)는 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델(220)에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(221)를 입력함으로써 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 카테고리 라벨(예: c1 내지 c8)을 제2 해상도 생성 모델(220)에 입력함으로써, 제2 해상도 생성 모델(220)에 기초하여 제2 해상도 생성 모델(220)에 트레이닝된 복수의 형상들 중 카테고리 라벨에 대응하는 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 생성할 수 있다. 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)는 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(221)의 거친 3차원 형상에 세부 사항이 다듬어진 고품질 3차원 형상을 의미할 수 있다. 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212) 및 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 생성하는 방법에 대해서는 표 1에서 더욱 상세하게 후술한다.
- [0058] 또한, 프로세서(110)는 제2 해상도 생성 모델(220)에 기초하여 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 제1 해상도 생성 모델(210)에서 출력된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(212)와 함께 제2 해상도 생성 모델(220)에 입력하는 것을 반복함으로써 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 획득할 수 있다. 프로세서(110)는 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)에 대하여 전술한 역 프로세스를 수행할 수 있다. 이러한 역 프로세스는 수학적 3 내지 수학적 9에서 더욱 상세하게 후술한다.
- [0059] 또한, 3차원 형상의 표현은 복셀 및 부호화 거리 필드(SDF)를 통해 이루어질 수 있다. 복셀은 직관적인 구조와 3차원 CNN(Convolutional Neural Network)과의 시너지 효과로 인해 다양한 신경망에 널리 적용되고 있다. 부호화 거리 필드(SDF)는 임의의 위치를 입력으로 받아 입력 위치에서 메쉬의 가장 가까운 표면까지의 부호 있는 거리 값을 반환하는 함수로 볼 수 있다. 여기서, 부호는 형상의 내부 또는 외부 의미를 나타낼 수 있다. 또한, 부호화 거리 필드(SDF)는 3차원 형상을 연속 함수의 수준 집합으로 간주하여 연속 표면을 표현할 수 있다. 또한, 부호화 거리 필드(SDF)는 가장 가까운 표면까지의 거리로 인코딩하는 방법을 통해 더 선명한 재구성을 표현할 수 있으며 고품질 3차원 형상을 생성할 수 있다. 최종적으로, 3차원 형상의 표현은 3차원 형상에서 SDF 값을 균일하게 샘플링하고 이를 배열한 복셀 모양의 SDF로 표현될 수 있다. 복셀 모양의 SDF는 조밀하게 샘플링되어 고품질 메쉬를 직접 재구성할 수 있으며 조밀하고 고정된 구조로 인해 CNN을 활용할 수 있다. 이에 따라 데이터는 SDF 복셀 표현을 활용함에 따라 후처리와 같은 불필요한 절차 없이 더 선명한 메쉬(mesh)를 획득할 수 있다.
- [0060] 도 3은 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치와 다른 기술들을 이용하여 생성된 3차원 형상을 나타낸다.
- [0061] 다른 기술들(310)은 포인트 플로우(Point Flow), 확률 확산 모델(DPM, diffusion probabilistic models) 및 PVD(point voxel diffusion)일 수 있다. 다른 기술들(310)은 결과가 포인트 클라우드(point clouds) 형태로

생성되나, 본 발명(320)의 결과는 메쉬 형태로 생성된다. 이는 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 및 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터가 메쉬 형태인 것을 의미할 수 있다. 또한, 다른 기술들(310)은 단일 카테고리(single-category) 생성을 위해서만 고안되어 다중 카테고리(multi-category) 생성이 가능하여 다양성을 가지는 본 발명(320)에 비하여 기술적인 한계를 가지고 있다.

[0062] 또한, 프로세서(110)는 형상 생성 모델을 이용하기 이전에 형상 생성 모델을 트레이닝시킬 수 있다.

[0063] 프로세서(110)는 노이즈를 가지도록 데이터 샘플 중 제1 해상도 데이터 샘플을 오염시키고, 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플 및 카테고리 라벨에 기초하여 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델을 트레이닝시킬 수 있다. 이에 추가로 프로세서(110)는 노이즈를 가지도록 데이터 샘플 중 제2 해상도 데이터 샘플을 오염시키고, 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플, 카테고리 라벨 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플에 기초하여 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시킬 수 있다.

[0064] 프로세서(110)는 제1 해상도 데이터 샘플 또는 제2 해상도 데이터 샘플에 노이즈를 추가하는 전방 프로세스와 제1 해상도 데이터 샘플 또는 제2 해상도 데이터 샘플의 노이즈를 제거하는 역 프로세스를 반복하여 수행함에 따라 각각의 형상 생성 모델에 역 프로세스 방식을 트레이닝할 수 있다.

[0065] 또한, 프로세서(110)는 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키기 위하여 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플을 패치(patch)크기로 추출할 수 있다. 정밀한 3차원 형상 및 초해상도의 3차원 형상을 생성하기 위해서는 다량의 데이터 처리가 필요하므로 처리용량이 큰 메모리가 필요할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 데이터 샘플에 적용되는 패치는 작은 큐브 모양으로 형성될 수 있다. 패치를 이용함에 따라, 프로세서(110)는 전체 형상에 대하여 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝시키는 것보다 메모리 소비를 감소시켜 더욱 효율적인 트레이닝이 가능할 수 있다. 또한, 3차원 형상의 메쉬 표현을 위해 트레이닝되는 제1 해상도 데이터 샘플 및 제2 해상도 데이터 샘플은 복셀 형태일 수 있다. 제1 해상도 생성 모델 및 제2 해상도 생성 모델을 트레이닝하는 방법에 대해서는 표 2에서 더욱 상세하게 후술한다.

[0066] 도 4는 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 장치에서 생성된 제1 해상도, 제2 해상도 및 제3 해상도를 가진 3차원 형상을 나타낸다.

[0067] 프로세서(110)는 제2 해상도(420)뿐만 아니라 제3 해상도(430)로도 생성할 수 있도록 제2 해상도 생성 모델(220)을 트레이닝할 수 있다. 프로세서(110)는 각각의 해상도별로 채널(channel)을 형성하여 원하는 해상도의 채널에 데이터를 입력함에 따라 동일한 제2 해상도 생성 모델(220)을 이용하여 다른 해상도를 생성할 수 있다. 이에 프로세서(110)는 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 제2 해상도 생성 모델(220)에 입력함으로써 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성할 수 있다. 이는 프로세서(110)가 제2 해상도 생성 모델(220)의 제3 해상도 채널에 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(222)를 입력하여 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성하는 것을 의미할 수 있다. 제2 해상도(420)는 제1 해상도(410)보다 높은 해상도일 수 있고, 제3 해상도(430)는 제2 해상도(420)보다 높은 해상도일 수 있다. 예를 들어, 제1 해상도(410)는 32^3 일 수 있고, 제2 해상도(420)는 64^3 일 수 있고, 제3 해상도(430)는 128^3 일 수 있다. 이에 프로세서(110)는 제1 해상도 생성 모델을 이용하여 32^3 해상도의 저해상도 복셀 데이터를 생성하고, 제2 해상도 생성 모델을 이용하여 32^3 해상도를 64^3 해상도로 업샘플링하여 64^3 해상도의 고해상도 복셀 데이터를 생성할 수 있다. 생성된 결과에 대한 평가는 64^3 해상도의 고해상도 복셀 데이터에 기초로 수행될 수 있다. 이에 추가로 프로세서(110)는 제2 해상도 생성 모델을 이용하여 64^3 해상도를 128^3 해상도로 업샘플링(예: 초해상화)하여 128^3 해상도의 초해상도 복셀 데이터를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 카테고리 라벨(c9 내지 c16)별로 제1 해상도(410)의 거친 3차원 형상에서 제2 해상도(420)의 다듬어진 3차원 형상으로 보정되고, 제2 해상도(420)의 다듬어진 3차원 형상에서 제3 해상도(430)의 더욱 정밀하게 표현된 3차원 형상으로 보정할 수 있다.

[0068] 입력부(120)는 카메라, 비전(vision) 및 센서 등으로 구성되어 직접적인 입력 데이터를 획득할 수 있다. 또한, 입력부(120)는 통신부로 구성되어 외부의 서버 또는 장치와 통신함으로써 간접적으로 입력 데이터를 획득할 수 있다.

[0069] 메모리(130)는 프로세서(110)에 의해 실행가능한 인스트럭션들(예: 프로그램)을 저장할 수 있다. 예를 들어, 인스트럭션들은 프로세서(110)의 동작 및/또는 프로세서(110)의 각 구성의 동작을 실행하기 위한 인스트럭션들을 포함할 수 있다.

- [0070] 다양한 실시예에 따르면, 메모리(130)는 휘발성 메모리 장치 또는 불휘발성 메모리 장치로 구현될 수 있다. 휘발성 메모리 장치는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory), T-RAM(thyristor RAM), Z-RAM(zero capacitor RAM), 또는 TTRAM(Twin Transistor RAM)으로 구현될 수 있다. 불휘발성 메모리 장치는 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), 플래시(flash) 메모리, MRAM(Magnetic RAM), 스핀전달토크 MRAM(Spin-Transfer Torque(STT)-MRAM), Conductive Bridging RAM(CBRAM), FeRAM(Ferroelectric RAM), PRAM(Phase change RAM), 저항 메모리(Resistive RAM(RRAM)), 나노 튜브 RRAM(Nanotube RRAM), 폴리머 RAM(Polymer RAM(PoRAM)), 나노 부유 게이트 메모리(Nano Floating Gate Memory(NFGM)), 홀로그래픽 메모리(holographic memory), 분자 전자 메모리 소자(Molecular Electronic Memory Device), 및/또는 절연 저항 변화 메모리(Insulator Resistance Change Memory)로 구현될 수 있다.
- [0071] 다양한 실시예에 따르면, 프로세서(110)는 메모리(130)에 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드(예를 들어, 소프트웨어) 및 프로세서(110)에 의해 유발된 인스트럭션(instruction)들을 실행할 수 있다. 프로세서(110)는 목적하는 동작들(desired operations)을 실행시키기 위한 물리적인 구조를 갖는 회로를 가지는 하드웨어로 구현된 데이터 처리 장치일 수 있다. 목적하는 동작들은 예를 들어, 프로그램에 포함된 코드(code) 또는 인스트럭션들(instructions)을 포함할 수 있다. 하드웨어로 구현된 데이터 처리 장치는 예를 들어, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙 처리 장치(central processing unit), 프로세서 코어(processor core), 멀티-코어 프로세서(multi-core processor), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(Application-Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array)를 포함할 수 있다.
- [0072] 도 5는 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0073] 단계(510)에서, 프로세서는 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델에 노이즈를 포함하는 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성할 수 있다.
- [0074] 단계(520)에서, 프로세서는 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델에 제2 해상도의 복셀 표현 데이터와 함께 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 입력함으로써 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성할 수 있다. 여기서, 제2 해상도는 제1 해상도보다 높은 해상도일 수 있다. 또한, 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 및 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터는 메쉬 형태일 수 있다.
- [0075] 도 6은 일 실시예에 따른 3차원 형상 생성을 위한 전체적인 흐름을 예시적으로 나타낸다.
- [0076] 표 1은 3차원 형상을 생성하는 샘플링(sampling) 알고리즘을 나타낸다.

표 1

Algorithm 1 Sampling
Stage 1: 확산 SDF 생성 Input: c : 카테고리 라벨 Output: $\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$: 생성된 거친 형상 $t = T$ $\mathbf{x}_t^{\text{LR}} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$ while $t \neq 0$ do $\epsilon^{\text{LR}} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$ $\mathbf{x}_{t-1}^{\text{LR}} \leftarrow \gamma_t f_{\theta}^{\text{LR}}(\mathbf{x}_t^{\text{LR}}, t, c) + \delta_t \mathbf{x}_t^{\text{LR}} + \sigma_t \epsilon^{\text{LR}}$ ▷ 수학식 1 $t = t - 1$ end while Stage 2: 패치-기반 확산 SDF 초해상도 Input: c : 카테고리 라벨, $\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$: 저해상도 조건 Output: $\mathbf{x}_0^{\text{HR}}$: 생성된 고해상도 형상 $t = T$ $\mathbf{x}_t^{\text{HR}} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$ while $t \neq 0$ do $\epsilon^{\text{HR}} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$ $\mathbf{x}_{t-1}^{\text{HR}} \leftarrow \gamma_t f_{\theta}^{\text{HR}}(\mathbf{x}_t^{\text{HR}}, \mathbf{x}_0^{\text{LR}}, t, c) + \delta_t \mathbf{x}_t^{\text{HR}} + \sigma_t \epsilon^{\text{HR}}$ ▷ 수학식 2 $t = t - 1$ end while

[0077]

[0078]

첫번째 스테이지(stage 1)에 있어서, 프로세서는 카테고리 라벨(c)을 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})에 입력함으로써, 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})에 기초하여 제1 해상도 생성 모델에 트레이닝된 복수의 형상들 중 카테고리 라벨(c)에 대응하는 목표 형상에 대한 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)를 생성할 수 있다. 프로세서는 수학식 1을 이용하여 거친 형상인 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)를 생성할 수 있다. 수학식 1에 입력되는 카테고리 조건(c)은 다중 카테고리 생성을 위해 사용될 수 있다. 프로세서는 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})에 기초하여 생성된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)를 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})에 입력하는 것을 반복함으로써 제1 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)를 획득할 수 있다. 수학식 1은 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})을 이용하여 t 번째로 생성된 샘플($\mathbf{x}_t^{\text{LR}}$) 및 카테고리 조건(c)에 기초하여 t 번째로 생성된 샘플($\mathbf{x}_t^{\text{LR}}$)보다 노이즈가 적은 샘플($\mathbf{x}_{t-1}^{\text{LR}}$)을 예측할 수 있다. 이후, 샘플($\mathbf{x}_{t-1}^{\text{LR}}$)을 다시 샘플($\mathbf{x}_t^{\text{LR}}$)로 입력하여 전술한 과정을 반복함에 따라 점진적으로 노이즈가 감소된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)를 예측할 수 있다.

[0079]

두번째 스테이지(stage 2)에 있어서, 프로세서는 카테고리 라벨(c) 및 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)(예: 저해상도 조건)을 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 입력함으로써, 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 기초하여 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 트레이닝된 복수의 형상들 중 카테고리 라벨(c)에 대응하는 목표 형상에 대한 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{HR}}$)를 생성할 수 있다. 여기서, 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)

0)는 제2 해상도 측면과 동일한 해상도로 가장 근접하게 업샘플링(upsampling)되고 채널별 연결이 적용될 수 있다. 첫번째 스테이지에서의 출력인 거친 형상은 두번째 스테이지에서의 입력인 제1 해상도의 저해상도 조건(예: 저해상도 SDF 복셀 표현 데이터)을 마칭 큐브 알고리즘(marching cubes algorithm)을 이용하여 메쉬형태로 변형한 것을 의미하므로 제1 해상도의 저해상도 조건과 다른 값을 나타낼 수 있다.

[0080] 또한, 프로세서는 수학적 2를 이용하여 사실적인 고해상도인 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{HR})를 생성할 수 있다. 프로세서는 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 기초하여 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{HR})를 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})에서 출력된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{LR})와 함께 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 입력하는 것을 반복함으로써 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{HR})를 획득할 수 있다. 이는 첫번째 스테이지에서 최종 예측된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{LR}), 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 이용하여 t번째로 생성된 샘플(x_t^{HR}) 및 카테고리 라벨(c)에 수학적 2를 이용하여 t번째로 생성된 샘플(x_t^{HR})보다 노이즈가 적은 샘플(x_{t-1}^{HR})을 예측할 수 있다. 이후, 프로세서는 샘플(x_{t-1}^{HR})을 다시 샘플(x_t^{HR})로 입력하여 전술한 과정을 반복함에 따라 점진적으로 노이즈가 감소된 제2 해상도의 정제된 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{HR})를 예측할 수 있다. 또한, 이러한 두개의 스테이지를 통해 프로세서는 첫번째 스테이지에서 간략한 형상을 생성하고, 두번째 스테이지에서 구체적이고 세밀한 세부사항을 조정함에 따라 메모리 문제를 완화하는 동시에 고해상도의 3차원 형상을 생성할 수 있다.

[0081] 프로세서는 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR}) 및 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 통해 노이즈가 없는 최종 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{LR}) 및 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{HR})를 도출하도록 수학적 3 내지 수학적 9를 이용할 수 있다. 프로세서는 데이터(x_T)에서 시작하여 수학적 3 내지 수학적 9를 반복적으로 연산함에 따라 데이터($x_{T-1}, x_{T-2}, \dots$)를 점진적으로 생성할 수 있다. 생성된 데이터의 노이즈는 반복되어 연산될수록 점진적으로 감소할 수 있다.

[0082] 프로세서는 형상 생성 모델을 트레이닝하기 위하여 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 또는 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터에 노이즈를 추가하는 전방 프로세스를 수행할 수 있다. 전방 프로세스는 마르코프 체인(Markov chain)으로 표현되는 수학적 3 내지 수학적 6을 이용하여 노이즈가 없는 SDF 복셀 표현 데이터에 노이즈(예: 가우시안 노이즈)를 추가할 수 있다. 프로세서는 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})을 통해 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{LR})에 노이즈를 추가하고, 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 통해 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터(x_0^{HR})에 노이즈를 추가할 수 있다.

수학적 3

$$q(\mathbf{x}_{0:T}) = q(\mathbf{x}_0) \prod_{t=1}^T q(\mathbf{x}_t | \mathbf{x}_{t-1})$$

[0083]

수학식 4

$$q(\mathbf{x}_t|\mathbf{x}_{t-1}) = \mathcal{N}(\mathbf{x}_t; \sqrt{1 - \beta_t}\mathbf{x}_{t-1}, \beta_t\mathbf{I})$$

수학식 5

$$q(\mathbf{x}_t|\mathbf{x}_0) = \mathcal{N}(\mathbf{x}_t; \sqrt{\bar{\alpha}_t}\mathbf{x}_0, (1 - \bar{\alpha}_t)\mathbf{I})$$

전술한 수학식 4 및 수학식 5에서 β_t 는 노이즈 스케줄링 하이퍼파라미터(noise scheduling hyperparameter)를 나타내고, α_t 는 $1 - \beta_t$ 를 나타내고, $\bar{\alpha}_t$ 는 $\prod_{s=1}^t \alpha_s$ 를 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{x}_t = \sqrt{\bar{\alpha}_t}\mathbf{x}_0 + \sqrt{1 - \bar{\alpha}_t}\epsilon, \epsilon \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$$

프로세서는 수학식 6을 이용하여 닫힌 형태(closed form)에 의한 임의의 타임 스텝(time step)(t)에서 노이즈가 추가된 데이터($\mathbf{x}_t$)를 직접 샘플링할 수 있다.

프로세서는 전술한 전방 프로세스에서 추가된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터 또는 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터의 노이즈를 제거하도록 역 프로세스를 수행할 수 있다. 이를 통해 제1 해상도 생성 모델은 샘플링 시 사용할 노이즈 제거를 위한 역 프로세스 방식을 트레이닝할 수 있다. 역 프로세스 또한 마르코프 체인으로 표현되는 수학식 3 내지 수학식 9를 이용하여 SDF 복셀 표현 데이터의 노이즈를 감소시킬 수 있다. 프로세서는 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})를 통해 추가된 제1 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)의 노이즈를 감소시키고, 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})를 통해 추가된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{HR}}$)의 노이즈를 감소시킬 수 있다.

수학식 7

$$p_{\theta}(\mathbf{x}_{0:T}) = p(\mathbf{x}_T) \prod_{t=1}^T p_{\theta}(\mathbf{x}_{t-1}|\mathbf{x}_t)$$

수학식 8

$$p_{\theta}(\mathbf{x}_{t-1}|\mathbf{x}_t) = \mathcal{N}(\mathbf{x}_{t-1}; \mu_{\theta}(\mathbf{x}_t, t), \sigma_t^2\mathbf{I})$$

[0092] 전술한 수학적식 7 및 수학적식 8에서 $p(\mathbf{x}_T)$ 는 $\mathcal{N}(\mathbf{x}_T; \mathbf{0}, \mathbf{I})$ 로 표준 가우시안 분포(standard Gaussian distribution)를 나타내고, $\mu_\theta(\mathbf{x}_t, t)$ 는 θ 로 파라미터화되는 디노이징 함수(denoising function)를 나타낼 수 있다. 또한, σ_t^2 는 $\frac{1-\bar{\alpha}_{t-1}}{1-\bar{\alpha}_t}\beta_t$ 로 타임-스텝 종속 분산(time-step dependant variance)을 나타낼 수 있다. 프로세서는 수학적식 8을 이용하여 $p(\mathbf{x}_T)$ 를 샘플링한 후, $\mathbf{x}_{t-1} \sim p_\theta(\mathbf{x}_{t-1}|\mathbf{x}_t)$ 를 도출할 수 있다.

수학적식 9

$$\mathbf{x}_{t-1} = \mu_\theta(\mathbf{x}_t, t) + \sigma_t \epsilon, \epsilon \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$$

[0093]

[0094] 프로세서는 수학적식 9을 이용하여 데이터($\mathbf{x}_t$)에서 노이즈가 제거된 데이터($\mathbf{x}_{t-1}$)을 생성할 수 있다.

[0095] 표 2는 형상 생성 모델의 트레이닝 알고리즘을 나타낸다.

표 2

Algorithm 2 Training	
Stage 1: 확산 SDF 생성	
repeat	
$(\mathbf{x}_0^{\text{LR}}, c) \sim q(\mathbf{x}_0^{\text{LR}}, c)$	▷ 샘플 LR 복셀 및 카테고리 라벨
$t \sim \mathcal{U}(\{1, \dots, T^{\text{LR}}\})$	
$\epsilon^{\text{LR}} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$	
$\mathbf{x}_t^{\text{LR}} = \sqrt{\bar{\alpha}_t} \mathbf{x}_0^{\text{LR}} + \sqrt{1 - \bar{\alpha}_t} \epsilon^{\text{LR}}$	▷ 수학적식 10
$\theta \leftarrow \eta \Delta_\theta \ f_\theta^{\text{LR}}(\mathbf{x}_t^{\text{LR}}, t, c) - \mathbf{x}_0^{\text{LR}}\ _2^2$	▷ 수학적식 11
until f_θ^{LR} 수렴	
Stage 2: 패치-기반 확산 SDF 초해상도	
repeat	
$(\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}}, c) \sim q(\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}}, c)$	▷ 샘플 HR 복셀 패치 및 카테고리 라벨
$\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}} \sim q(\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}})$	▷ 샘플 LR 조건 복셀 패치
$t \sim \mathcal{U}(\{1, \dots, T^{\text{HR}}\})$	
$\epsilon^{\text{HR}} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$	
$\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}} = \sqrt{\bar{\alpha}_t} \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}} + \sqrt{1 - \bar{\alpha}_t} \epsilon^{\text{HR}}$	▷ 수학적식 12
$\theta \leftarrow \eta \Delta_\theta \ f_\theta^{\text{HR}}(\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}, \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}, t, c) - \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}}\ _1$	▷ 수학적식 13
until f_θ^{HR} 수렴	

[0096]

[0097] 첫번째 스테이지(stage 1)에 있어서, 프로세서는 수학적식 10을 이용하여 노이즈를 가지도록 데이터 샘플 중 제1 해상도 데이터 샘플($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)을 오염시킬 수 있다. 여기서, 제1 해상도 데이터 샘플($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)은 클린(clean)한 데이터 샘플로 복셀 노이즈($\epsilon^{\text{LR}} \in \mathbb{R}^{1 \times 32 \times 32 \times 32} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$)에 의해 오염될 수 있다. 복셀 노이즈(ϵ^{LR})는 전술한 전방 프로세스에서 추가되는 노이즈와 동일한 모양일 수 있다. 프로세서는 수학적식 11을 이용하여 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플($\mathbf{x}_t^{\text{LR}}$) 및 카테고리 라벨(c)에 기초하여 형상 생성 모델 중 제1 해상도 생성 모델(f_θ^{LR})을 트레이닝시킬 수 있다. 수학적식 11에서 $f_\theta^{\text{LR}}(\mathbf{x}_t^{\text{LR}}, t, c)$ 은 제1 해상도 생성 모델(f_θ^{LR})에 노이즈를 가진 제1 해상도 데이터 샘플($\mathbf{x}_t^{\text{LR}}$) 및 카테고리 라벨(c)을 입력하여 생성된 값을 나타낼 수 있다. 이에 프로세서는 $f_\theta^{\text{LR}}(\mathbf{x}_t^{\text{LR}}, t, c)$

노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$) 간의 차이($\mathcal{L}^{\text{LR}} = \|f_{\theta}^{\text{LR}}(\mathbf{x}_t^{\text{LR}}, t, c) - \mathbf{x}_0^{\text{LR}}\|_2^2$)가 최소화되도록 (예를 들어, f_{θ}^{LR} 가 수렴할 때까지) 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})을 트레이닝시킬 수 있다. 이는 제1 해상도 생성 모델(f_{θ}^{LR})이 노이즈 없는 데이터를 예측하도록 트레이닝시키는 것을 의미할 수 있다.

[0098] 두번째 스테이지(stage 2)에 있어서, 프로세서는 수학적 식 12를 이용하여 노이즈를 가지도록 데이터 샘플 중 제2 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}}$)을 오염시킬 수 있다. 여기서, 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}$)은 타임 스텝(t)에서의 HR 노이즈 복셀(HR noisy voxel)일 수 있다.

[0099] 프로세서는 수학적 식 13을 이용하여 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}$), 카테고리 라벨(c) 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}$)에 기초하여 형상 생성 모델 중 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 트레이닝시킬 수 있다. 여기서 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}$)은 샘플 LR 조건 복셀 패치(Sample LR conditional voxel patch)일 수 있다. 이는 제1 해상도 데이터 샘플 및 제2 해상도 데이터 샘플 또한 3차원 형상 생성에서 사용되는 SDF 복셀 표현 데이터와 마찬가지로 복셀 형태일 수 있다. 또한, 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}$) 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}$)은 전체 형상이 아닌 패치 크기로 분할됨에 따라 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})의 트레이닝 효율을 최적화할 수 있다.

[0100] 수학적 식 13에서 $f_{\theta}^{\text{HR}}(\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}, \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}, t, c)$ 은 2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 노이즈를 가진 제2 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}$), 카테고리 라벨(c) 및 노이즈가 없는 제1 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}$)을 입력하여 생성된 값을 나타낼 수 있다. 이에 프로세서는 $f_{\theta}^{\text{HR}}(\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}, \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}, t, c)$ 과 노이즈가 없는 제2 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}}$) 간의 차이($\mathcal{L}^{\text{HR}} = \|f_{\theta}^{\text{HR}}(\hat{\mathbf{x}}_t^{\text{HR}}, \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}, t, c) - \hat{\mathbf{x}}_0^{\text{HR}}\|_1$)가 최소화되도록 (예를 들어, f_{θ}^{HR} 가 수렴할 때까지) 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 트레이닝시킬 수 있다. 수학적 식 13에서 사용되는 제1 해상도 데이터 샘플($\hat{\mathbf{x}}_0^{\text{LR}}$)은 제2 해상도 측면과 동일한 해상도로 가장 근접하게 업샘플링되고 채널별 연결이 적용될 수 있다. 또한, HR 손실($\mathcal{L}^{\text{HR}}$)에 사용되는 손실 함수는 LR 손실($\mathcal{L}^{\text{LR}}$)에 사용되는 손실 함수보다 고해상도 작업에 더 적절할 수 있다.

[0101] 프로세서는 생성된 제2 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{HR}}$)를 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 입력함으로써 제3 해상도의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성할 수 있다. 여기서, 제3 해상도는 제2 해상도보다 높은 해상도일 수 있다.

[0102] 프로세서는 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 여러 해상도에 대하여 트레이닝시킬 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 32^3 해상도에서 64^3 해상도로 트레이닝시킬 수 있고, 64^3 해상도에서 128^3 해상도로 트레이닝시킬 수 있다. 이에 따라 프로세서는 제1 해상도(예: 32^3 해상도)의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{LR}}$)에 기초하여 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에서 생성된 제2 해상도(64^3 해상도)의 SDF 복셀 표현 데이터($\mathbf{x}_0^{\text{HR}}$)를 다시 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 입력하여 제3 해상도(128^3 해상도)의 SDF 복셀 표현 데이터를 생성할 수 있다. 이를 통해 3차원 형상은 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})에 의해 해상도 제한없이 초해상도로 생성될 수 있다.

[0103] 다른 실시예로 프로세서는 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{HR})을 이용하여 일부분이 삭제된 3차원 형상에서 삭제된 부분을 추정할 수 있다.

[0104] 프로세서는 두 번째 스테이지에서 조건부 입력(예: 첫번째 스테이지에서 생성된 제1 해상도 SDF 복셀 표현 데이터)을 노이즈 데이터와 연결하여 노이즈를 제거함에 따라 일부분이 삭제된 복셀 형상의 조건부 입력으로 취할 수 있다. 이러한 응용은 네트워크 아키텍처(network architecture)의 전체적인 수정이 아닌 입력 헤드만 수정

하여 용이하게 확장할 수 있다.

[0105] 도 7은 다른 실시예에 따른 3차원 형상 생성을 예시적으로 나타낸다.

[0106] 프로세서는 참 값(Ground truth)(710)을 제2 해상도 생성 모델(f_{θ}^{MR})에 트레이닝시킬 수 있다. 그런 후, 프로세서는 입력된 부분 형상(partial shape)(720)에 기초하여 다양한 전체 형상(730)을 생성할 수 있다.

[0107] 또한, 또 다른 실시예로 프로세서는 부분적으로 관찰된 포인트 클라우드를 조건부 입력으로 하여 3차원 형상을 완성할 수 있다. 또 다른 실시예는 전술한 다른 실시예와 유사하게 일부분 형상의 데이터에 기초하여 3차원의 전체 형상을 생성할 수 있다. 이에 또 다른 실시예는 전술한 다른 실시예와 3차원 형상 생성 방식에 있어서 동일하나 입력되는 데이터에서 차이가 있다.

[0108] 도 8은 또 다른 실시예에 따른 3차원 형상 생성을 예시적으로 나타낸다.

[0109] 프로세서는 깊이 이미지(depth-image)로부터 부분 포인트 클라우드(810)를 획득하고, 획득된 부분 포인트 클라우드(810)를 복셀화할 수 있다. 이후, 프로세서는 복셀화된 부분 포인트 클라우드(810)에 기초하여 다양한 전체 형상(820)을 생성할 수 있다.

[0110] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 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 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0111] 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 장치에 저장될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0112] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있으며 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 수행하도록 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.

[0113] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

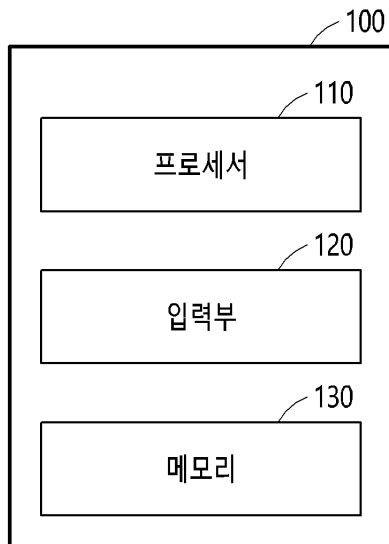
[0114] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수

있다.

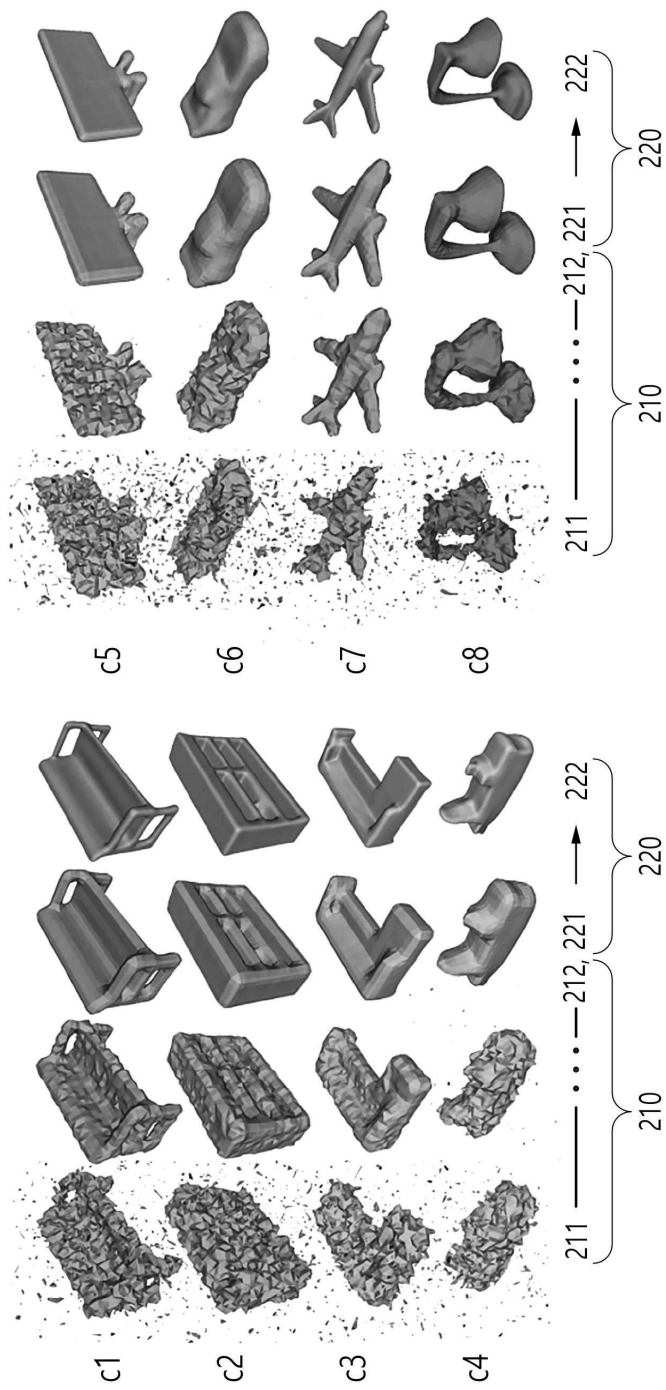
[0115] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

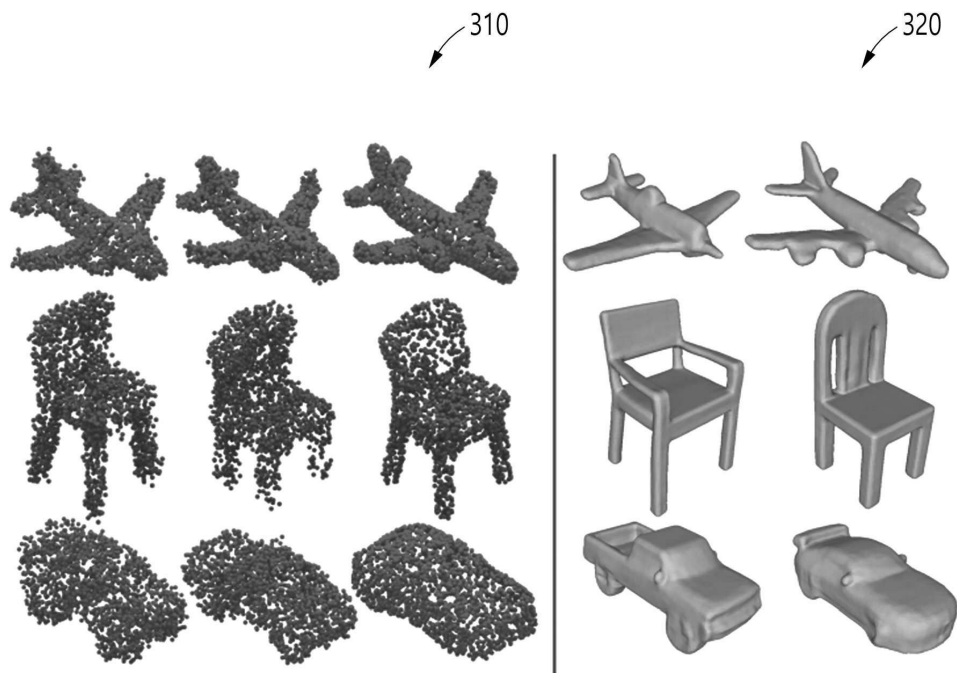
도면1



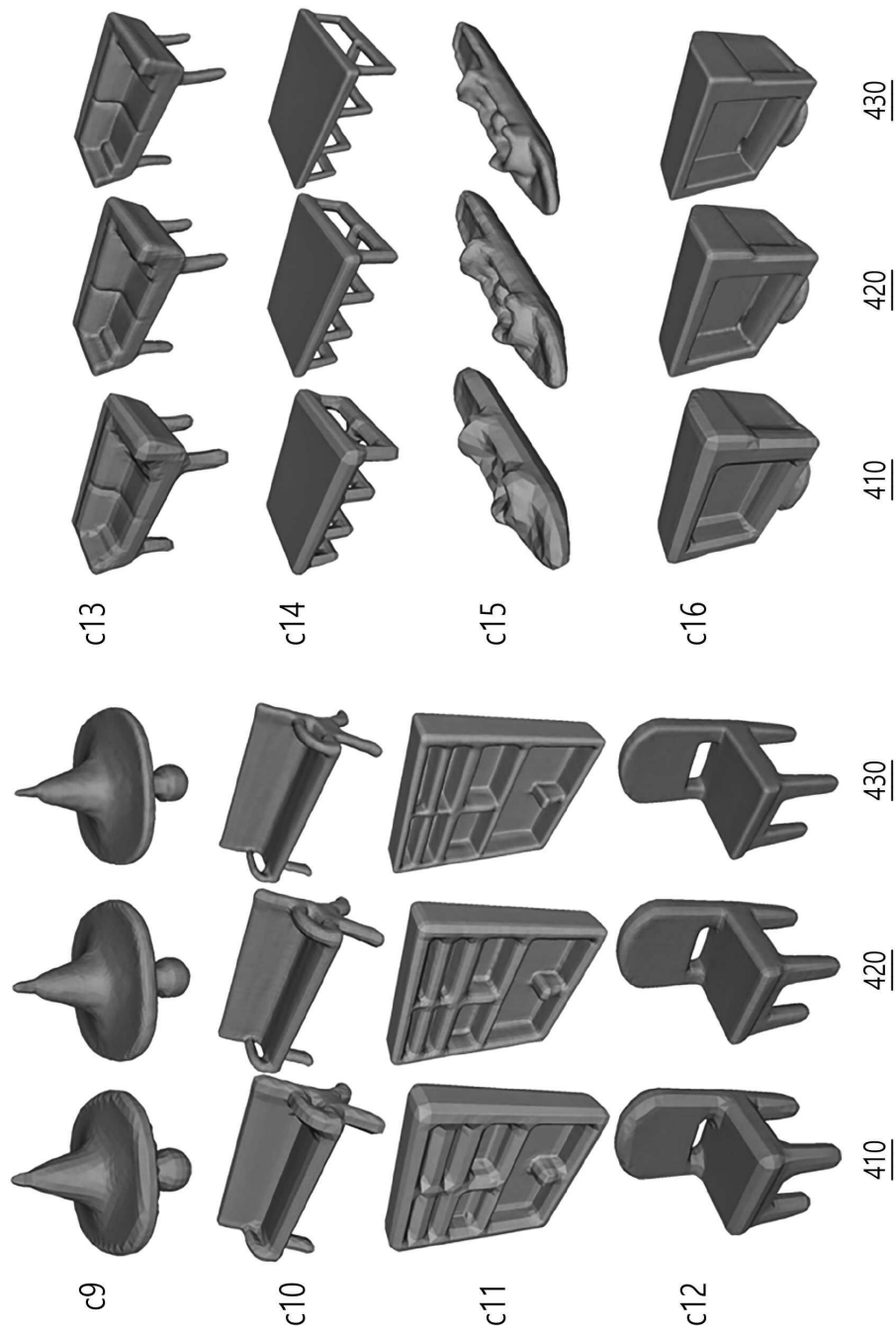
도면2



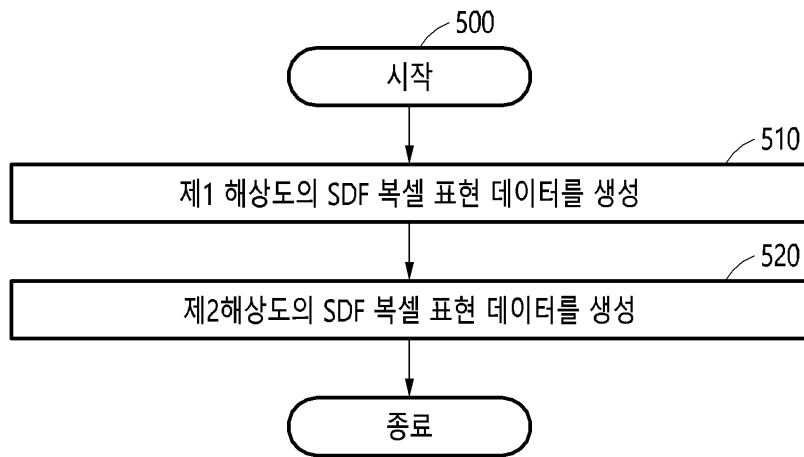
도면3



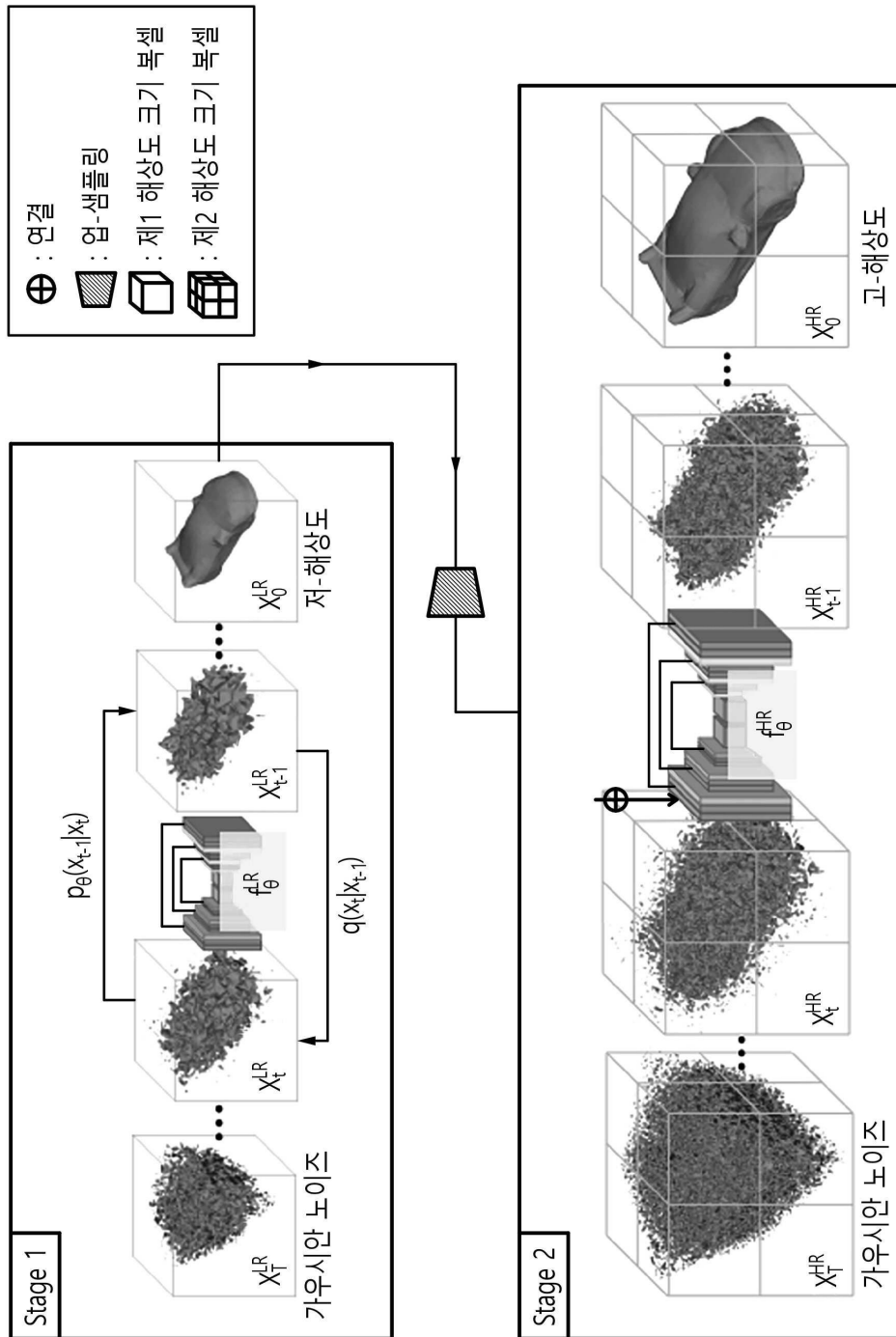
도면4



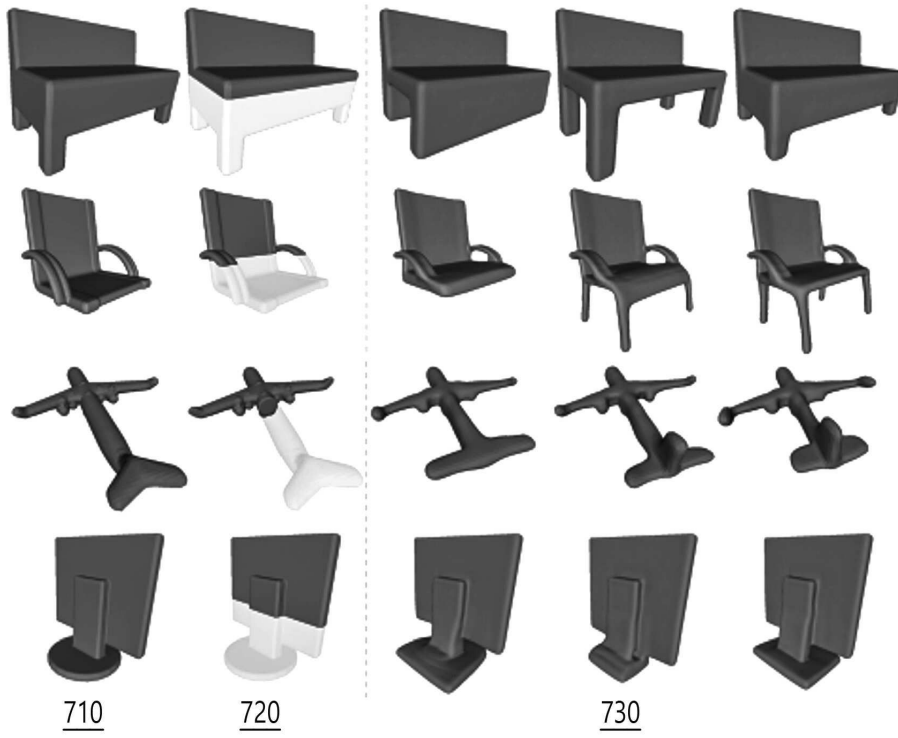
도면5



도면6



도면7



도면8

