



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월06일
(11) 등록번호 10-2236917
(24) 등록일자 2021년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 17/20 (2006.01) G06T 15/04 (2011.01)
G06T 5/00 (2019.01) G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/50 (2017.01) G09B 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 17/20 (2013.01)
G06T 15/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0174124
(22) 출원일자 2019년12월24일
심사청구일자 2019년12월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR101795952 B1*
US20170036136 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 파코웨어
대구광역시 달성군 다사읍 세천남로 30, 3층
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
이인규
대구광역시 달서구 호산로 125, 208동 101호 (파
호동, 성서삼성명가타운)
고병철
대구광역시 수성구 범어천로 107,101동 1002호(
범어 STX KAN)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김영대

전체 청구항 수 : 총 6 항

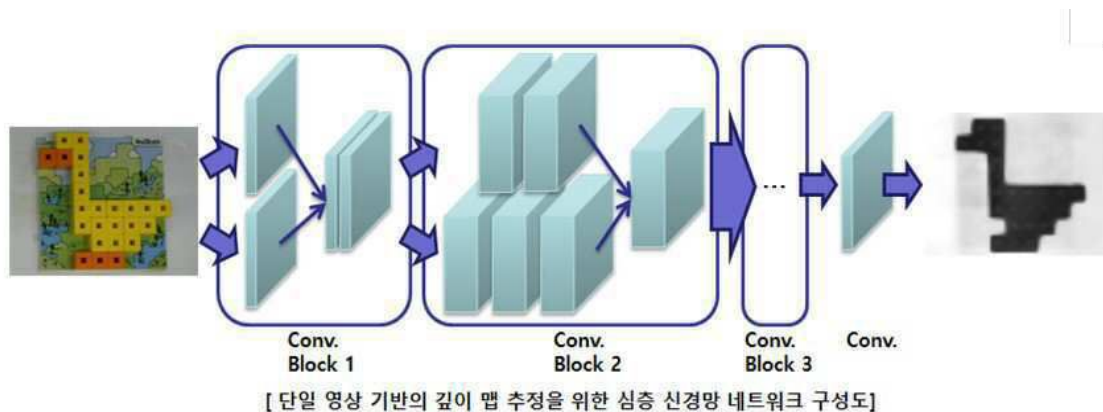
심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법

(57) 요약

본 발명은, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법에 대한 것이다. 상기 폴리오미노를 이용한 조립식 교구는, 일정면적을 갖는 판 형상으로 이루어져 수평배치되며 상부에는 제1결합부가 오와 열을 이루도록 정렬배치된 베이스판; 및 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



단일의 육면체의 형상 또는 복수의 육면체가 측방으로 체결된 형상을 갖는 폴리오미노로 이루어지고, 저면에는 상기 제1결합부와 체결되는 제2결합부가 형성되며, 상기 제1결합부와 제2결합부에 의해 복수 개가 상기 베이스판 상에 조립되면서 다양한 형태의 블록집합을 이루는 블록부;를 포함하고, 상기 단일 카메라 기반 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용한 삼차원 모델링 방법은, 단일 카메라로부터 획득한 원본 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100); 상기 삼차원 깊이맵의 대비를 향상시키기 위해 상기 블록부의 전경과 상기 베이스판의 배경을 이진화를 하는 단계(S200); 및 상기 이진화 결과를 기초로 하여, 상기 블록부의 큐브 메쉬(cube mesh) 데이터를 생성하고, 각 블록 영역 내의 픽셀 가운데 소정의 임계값 이상인 경우 블록을 생성하며, 상기 블록부의 색상을 매핑하여 상기 블록부의 삼차원 모델을 생성하는 단계(S300);를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G06T 5/002 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/50 (2017.01)

G09B 1/10 (2013.01)

G06T 2207/20032 (2013.01)

(72) 발명자

김상원

대구광역시 수성구 지범로22길 20,105동 905호(지산현대맨션)

김나훈

대구광역시 달서구 월배로32안길 61,102동 713호(귀빈아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	S2689892
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	계명대학교 산학협력단
연구사업명	민간투자주도형 기술창업지원사업
연구과제명	3D 자동 렌더링 기술 개발을 위한 학습
기 여 율	1/1
과제수행기관명	주식회사 파코웨어
연구기간	2018.12.01 ~ 2020.11.30
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법으로서,

상기 폴리오미노를 이용한 조립식 교구는,

일정면적을 갖는 판 형상으로 이루어져 수평배치되며 상부에는 제1결합부가 오와 열을 이루도록 정렬배치된 베이스판; 및 단일의 육면체의 형상 또는 복수의 육면체가 측방으로 체결된 형상을 갖는 폴리오미노로 이루어지고, 저면에는 상기 제1결합부와 체결되는 제2결합부가 형성되며, 상기 제1결합부와 제2결합부에 의해 복수 개가 상기 베이스판 상에 조립되면서 다양한 형태의 블록집합을 이루는 블록부;를 포함하고,

상기 단일 카메라 기반 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용한 삼차원 모델링 방법은, 단일 카메라로부터 획득한 원본 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100); 상기 삼차원 깊이맵의 대비를 향상시키기 위해 상기 블록부의 전경과 상기 베이스판의 배경을 이진화를 하는 단계(S200); 및 상기 이진화 결과를 기초로 하여, 상기 블록부의 큐브 메쉬(cube mesh) 데이터를 생성하고, 픽셀 가운데 흰색 비율이 임계값 이상인 픽셀을 기준으로 블록 모델을 생성하며, 상기 블록부의 색상을 상기 블록 모델에 매핑하여 상기 블록부의 삼차원 모델을 생성하는 단계(S300);를 포함하고,

상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는, 상기 영상 내에 존재하는 상기 블록부 및 상기 베이스판에 대한 공간 정보를 추출하고 깊이 정보를 추정할 수 있는 멀티스케일 심층 신경망을 이용하고,

상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는,

상기 멀티스케일 심층 신경망은 연속적으로 구성된 보틀넥(bottleneck) 모듈로 이루어지며, 상기 보틀넥 모듈은 특징맵의 크기를 유지하면서 파라미터 개수를 증가시키지 않는 다이레이티드(dilated) 레이어, 비대칭 형태의 커널로 컨벌루션을 수행하여 컨벌루션 필터 내부에 일정 거리만큼 간격을 설정해 일반적인 컨벌루션과 대비하여 보다 적은 파라미터 개수만으로도 수신 필드(receptive field)를 갖도록 하는 비대칭 컨벌루션 레이어, 및 풀 컨벌루션(full convolution) 레이어로, 3개의 컨볼루션 레이어를 포함하여 구성되고,

상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는,

상기 멀티스케일 심층 신경망의 출력값으로부터 깊이맵을 추론할 때, 깊이 범위(depth range)가 미리 정한 깊이 α 와 깊이 β 의 구간을 가지는 경우, 상기 멀티스케일 심층 신경망의 출력값으로부터 깊이맵을 추론할 때의 오차를 줄이기 위해 큰 깊이 값에 대해 더 넓은 오차범위를 가지도록 깊이의 값이 크면 클수록 큰 가중치를 두고,

상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는,

상기 멀티스케일 심층 신경망의 출력값으로부터 깊이맵을 추론할 때, 깊이 범위(depth range)가 미리 정한 깊이 α 와 깊이 β 의 구간(깊이 $\alpha < \text{깊이} < \beta$)을 가질 때, 깊이로서 가능한 값 t_i 는

$$t_i = e^{\log(\alpha) + \frac{\log(\beta/\alpha) * i}{K}}$$

를 가지며, 상기 K는 설계자에 의한 상수값이고, i는 자연수이며, t_i 의 최소값이 깊이 α 이며 t_i 의 최대값이 깊이 β 인 것을 특징으로 하는,

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 깊이 α 및 상기 깊이 β 간의 차는, 상기 블록부의 높이 또는 상기 블록부의 높이의 자연수배에 대응하는 값인 것을 특징으로 하는,

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 멀티스케일 심층 신경망을 통해서 상기 깊이맵에서 정보를 얻을 때 발생할 수 있는 노이즈를 제거하여 화질을 향상시키는 미디언 필터링(Median filtering)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 삼차원 깊이맵의 대비를 향상시키기 위해 상기 블록부의 전경과 상기 베이스판의 배경을 이진화를 하는 단계(S200)에서는, 추론된 상기 깊이 맵을 다시 업 샘플링하여 원본 영상 크기로 변환하는 단계를 포함하는,

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 S300 단계에서는, 상기 큐브 메쉬 데이터의 영역에 대해서 색상을 매핑할 때, 연산 속도가 향상될 수 있도록 블록 지정 색상으로 큐브 메쉬 데이터의 색상을 초기 설정하고, 상기 큐브 메쉬 데이터와 대응하는 원본 영상의 색상 평균을 비교하여, 가장 근접한 색상으로 색상을 매핑하는 단계를 포함하는 것을 특징을 하는,

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 폴리오미노를 이용한 조립식 교구는, 상기 베이스판 상에 배치되며, 동물을 포함하는 사물 형상의 이미지가 형성되어 상기 베이스판 상에 상기 사물 형상대로 각 블록부가 조립되도록 가이드하는 가이드이미지부;를 더 포함하는,

폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 폴리오미노로 이루어진 다수의 블록을 베이스판 상에 조립하는 형태로 조립학습이 이루어지는 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 있어서, 스마트폰의 저사양 단일 카메라 또는 단일의 웹캠으로도 블록부에 대한 정확한 삼차원 모델링을 생성하는 것이 가능한, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 폴리오미노(Polyomino)는 하버드 대학교의 솔로몬 골롬(Solomon W. Golomb) 박사가 수학 강의 중에서 처음 사용한, n (단, $n > 1$)개의 정사각형들이 서로 최소한 1개의 변을 공유하여 만들어지는 다각형들을 총칭한다. 이와 같이 폴리오미노를 가지고 하는 수업은, 유아나 어린이, 초등학생 등의 학생들이 공간감각, 입체감각을 익히고 향상시키며, 창의력을 개선하는 데 큰 도움을 줄 수 있어서, 최근 관련한 제품들이 일부 나오고 있는 상황이다.
- [0004] 한편, 영상 처리를 통한 깊이맵 생성 기술과 3차원 모델 생성 방법과 관련해서 살펴보면, 영상이 가지는 깊이 정보를 해석하고 응용하기 위한 접근법은 컴퓨터 비전 분야에서 오랜 시간 동안 주요한 문제로 다뤄져 왔다. 가장 일반적인 접근법은 여러 대의 카메라를 이용해 촬영된 영상들을 이용해 특징점을 분석하고, 이들 간의 사상을 통해 깊이맵을 재구성하는 방식이었다.
- [0005] 하지만, 이러한 방식은 다양한 장비가 필요할 뿐만 아니라 촬영 환경을 반영한 다양한 파라미터도 함께 측정되어야 한다. 이로 인해 여러 장비를 구비해야만 하는 비용적인 제약과 더불어 파라미터의 변화가 적도록 특정 환경에만 종속되어야 하는 제약을 갖는다.
- [0006] 관련한 종래의 특허문헌으로는, 대한민국 특허 제10-0544677호(출원인 : 한국전자통신연구원, 발명의 명칭 : 다시점 영상 및 깊이 정보를 이용한 3차원 객체 추적 장치 및 그 방법{Apparatus and method for the 3D object tracking using multi-view and depth cameras})에서는, 적어도 2개 이상의 카메라를 이용한 깊이맵을 구현하는 기술이 개시되어 있다.
- [0007] 관련한 다른 종래의 특허문헌으로는, 미국 특허 제10,096,115호(2018년 10월 9일 등록, 출원인 : BlackBerry Limited, 발명의 명칭 : Building a depth map using movement of one camera)에서는, 하나의 카메라를 이동하여 실제로 여러 개의 카메라가 촬영한 것과 같은 정보를 바탕으로 한 깊이맵 생성 방법에 대해서 개시하고 있다.

[0008] 이에 대해서, 최근에는 깊이맵 재구성을 위해 여러 장의 영상을 이용하지 않고 단일 영상만을 이용해 기존의 제약을 벗어나기 위한 접근법들이 시도되고 있다. 단일 영상만을 이용해 깊이 정보를 재구성하기 위해서는 장면이 가지는 요소들의 의미론적 해석이 바탕이 되어야 하며, 정확한 결과를 위해 픽셀 단위의 분석이 이루어져야 하는 문제를 갖고 있다.

[0009] 요컨대, 종래 폴리오미노(Polyomino) 관련 제품이 일부 출시되고 있으며, 영상처리와 관련해서는 단일 영상만으로 기존의 제약을 벗어나기 위한 시도를 시작하고 있는 단계이었다. 즉, 본 발명이 다루는, 폴리오미노에 대한 종래 기술과 깊이맵 및 3차원 모델링과 관련한 종래 기술을 종합해 보아도, 폴리오미노로 이루어진 다수의 블록을 베이스판 상에 조립하는 형태로 조립학습이 이루어지는 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 있어서, 스마트폰의 저사양 단일 카메라 또는 단일의 웹캠으로도 블록부에 대한 정확한 삼차원 모델링을 생성하는 것이 가능한, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법에 대해서는 전혀 개시하지 않고 있는 상황이었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 특허 제10-0544677호(출원인 : 한국전자통신연구원, 발명의 명칭 : 다시점 영상 및 깊이 정보를 이용한 3차원 객체 추적 장치 및 그 방법{Apparatus and method for the 3D object tracking using multi-view and depth cameras})

(특허문헌 0002) 미국 특허 제10,096,115호(2018년 10월 9일 등록, 출원인 : BlackBerry Limited, 발명의 명칭 : Building a depth map using movement of one camera)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 본 발명의 목적은 폴리오미노로 이루어진 다수의 블록을 베이스판 상에 조립하는 형태로 조립학습이 이루어지는 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 있어서, 스마트폰의 저사양 단일 카메라 또는 단일의 웹캠으로도 블록부에 대한 정확한 깊이맵 및 삼차원 모델링을 생성하는 것이 가능한, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 방법은, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법으로서, 상기 폴리오미노를 이용한 조립식 교구는, 일정면적을 갖는 판 형상으로 이루어져 수평배치되며 상부에는 제1결합부가 오와 열을 이루도록 정렬배치된 베이스판; 및 단일의 육면체의 형상 또는 복수의 육면체가 측방으로 체결된 형상을 갖는 폴리오미노로 이루어지고, 저면에는 상기 제1결합부와 체결되는 제2결합부가 형성되며, 상기 제1결합부와 제2결합부에 의해 복수 개가 상기 베이스판 상에 조립되면서 다양한 형태의 블록집합을 이루는 블록부;를 포함하고, 상기 단일 카메라 기반 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용한 삼차원 모델링 방법은, 단일 카메라로부터 획득한 원본 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100); 상기 삼차원 깊이맵의 대비를 향상시키기 위해 상기 블록부의 전경과 상기 베이스판의 배경을 이진화를 하는 단계(S200); 및 상기 이진화 결과를 기초로 하여, 상기 블록부의 큐브 메쉬(cube mesh) 데이터를 생성하고, 각 블록 영역 내의 픽셀 가운데 소정의 임계값 이상인 경우 블록을 생성하며, 상기 블록부의 색상을 매핑하여 상기 블록부의 삼차원 모델을 생성하는 단계(S300);를 포함한다.

[0015] 또한, 상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는, 상기 영상 내에 존재하는 상기 블록부 및 상기 베이스판에 대한 공간 정보를 추출하고 깊이 정보를 추정할 수 있는 멀티스케일 심층 신경망을 이용한다.

[0016] 또한, 상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는

단계(S100)에서는, 상기 멀티스케일 심층 신경망은 연속적으로 구성된 보틀넥(bottleneck) 모듈로 이루어지며, 상기 보틀넥 모듈은 상기 특징맵의 크기를 유지하면서 파라미터의 증가시키지 않는 다이레이티드(dilated) 레이 어, 비대칭 형태의 커널을 사용해 컨벌루션을 수행하여 컨벌루션 필터 내부에 일정 거리만큼 간격을 설정해 보 다 적은 파라미터만을 이용해 수신 필드(receptive field)를 갖도록 하는 비대칭 컨벌루션 레이어, 및 풀 컨벌 룡션(full convolution) 레이어로, 3개의 컨벌루션 레이어를 포함하여 구성된다.

[0017] 또한, 상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는, 상기 멀티스케일 심층 신경망의 출력값으로부터 깊이맵을 추론할 때, 깊이 범위(depth range)가 미리 정한 깊이 α 와 깊이 β 의 구간을 가지는 경우, 상기 깊이 추론시의 오차를 줄이기 위해 큰 깊이 값에 대해 더 넓은 오차범위를 가지도록 깊이의 값이 크면 클수록 큰 가중치를 둔다.

[0018] 또한, 상기 단일 카메라로부터 획득한 영상으로부터 상기 블록부 및 상기 베이스판의 삼차원 깊이맵을 생성하는 단계(S100)에서는, 상기 멀티스케일 심층 신경망의 출력값으로부터 깊이맵을 추론할 때, 깊이 범위(depth range)가 미리 정한 깊이 α 와 깊이 β 의 구간(깊이 $\alpha < \text{깊이 } \beta$)을 가질 때, 깊이로서 가능한 값 t_i 는

$$t_i = e^{\log(\alpha) + \frac{\log(\beta/\alpha) * i}{K}}$$

[0019] 를 가지며, 상기 K는 설계자에 의한 상수값이고, i는 자연수이 며, t_i 의 최소값이 깊이 α 이며 t_i 의 최대값이 깊이 β 이다.

[0020] 또한, 상기 깊이 α 및 상기 깊이 β 간의 차는, 상기 블록부의 높이 또는 상기 블록부의 높이의 자연수배에 대 응하는 값이다.

[0021] 또한, 상기 깊이맵에서 정보를 얻기 위해서 상기 멀티스케일 심층 신경망을 통해서 만들어지는 과정에서 발생할 수 있는 노이즈를 제거하여 화질을 향상시키는 미디언 필터링(Median filtering)을 더 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 삼차원 깊이맵의 대비를 향상시키기 위해 상기 블록부의 전경과 상기 베이스판의 배경을 이진화를 하는 단계(S200)에서는, 상기 추론된 깊이 맵을 다시 업 샘플링하여 원본 영상 크기로 변환하는 단계를 포함한 다.

[0023] 또한, 상기 S300 단계에서는, 상기 큐브 메쉬 데이터의 영역에 대해서 색상을 매핑할 때, 연산 속도가 향상될 수 있도록 블록 지정 색상으로 큐브 메쉬 데이터의 색상을 초기 설정하고, 상기 큐브 메쉬 데이터와 대응하는 원본 영상의 색상 평균을 비교하여, 가장 근접한 색상으로 색상을 매핑하는 단계를 포함한다.

[0024] 또한, 상기 S300 단계에서는, 상기 큐브 메쉬 데이터의 영역에 대해서 색상을 매핑할 때, 조도 및 그림자를 포 함한 외부 영향으로 인한 색상 왜곡을 막을 수 있도록, RGB 모델을 갖는 상기 원본 영상을 빛의 변화에 대해 상 대적으로 영향이 적은 HSV(Hue-Saturation-Value) 모델로 변경하고, 상기 HSV 모델의 H값과 상기 색상 평균을 이용해 오차가 더 적은 값을 선택하여 보정 영상을 만들어 내는 단계를 포함한다.

[0025] 또한, 상기 폴리오미노를 이용한 조립식 교구는, 수평배치된 관형상으로 이루어져 상기 베이스판과 상하로 대향 배치되며 동물을 포함하는 사물 형상의 이미지가 형성되어 상기 베이스판 상에 상기 사물 형상대로 각 블록부가 조립되도록 가이드하는 가이드이미지부;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따른 폴리오미노를 이용한 조립식 교구에 대해서, 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법에 의하면,

[0028] 첫째, 여러 대의 카메라를 이용해 촬영된 영상들을 이용해 특징점을 분석하고, 이들 간의 사상을 통해 깊이맵을 재구성하는 방식과 달리, 다양한 장비가 필요하여 비용이 상승할 뿐만 아니라 촬영 환경을 반영한 다양한 파라 미터도 함께 측정되어야 하는 제약을 가지지 않고, 스마트폰의 저사양 단일 카메라 또는 단일의 웹캠으로도 블 록부에 대한 정확한 삼차원 모델링을 생성하는 것이 가능하다.

[0029] 둘째, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구를 사용하는 사용자와의 인터랙션이 가능한 장치를 연동하는 것이 가능 하다. 스마트 폰의 단일 카메라를 통해서 촬영하여 획득한 원본 영상을 이용하여, 좀더 정확한 깊이맵을 생성할

수 있으며, 나아가 블록부에 대한 정확한 삼차원 모델링이 가능하게 된다.

[0030] 셋째, 멀티스케일 심층 신경망의 출력값으로부터 깊이맵을 추론할 때, 큰 깊이 값에 대해 더 넓은 오차 범위를 가지도록 깊이의 값이 크면 클수록 큰 가중치는 두게 설정하여, 깊이 추론(예측)시의 오차를 줄이는 것이 가능하다.

[0031] 넷째, 깊이맵에서 정보를 얻기 위해서 멀티스케일 심층 신경망을 통해서 만들어지는 과정에서 발생할 수 있는 노이즈를 제거하는 미디언 필터링(Median filtering)을 더 포함하여 화질을 더욱 향상시키는 것이 가능하다.

[0032] 다섯째, 큐브 메쉬 데이터의 영역에 대해서 색상을 매핑할 때, 블록 지정 색상으로 큐브 메쉬 데이터의 색상을 초기 설정하고, 큐브 메쉬 데이터와 대응하는 원본 영상의 색상 평균을 비교하여, 가장 근접한 색상으로 색상을 매핑함으로써, 연산 속도가 향상될 수 있다.

[0033] 여섯째, RGB 모델을 갖는 원본 영상을 빛의 변화에 대해 상대적으로 영향이 적은 HSV 모델로 변경함으로써, 큐브 메쉬 데이터의 영역에 대해서 색상을 매핑할 때, 조도 및 그림자를 포함한 외부 영향으로 인한 색상 왜곡을 막을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 단일 영상 기반의 깊이 맵 추정을 위한 심층 신경망 네트워크의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에서 제안하는 네트워크의 구조이다.
- 도 3은 초기 블록을 결합하여 입력 영상의 크기를 줄이는 것을 도시한 도면이다.
- 도 4는 3개의 컨벌루션 레이어로 이루어지는 보틀넥 모듈에 대해서 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명에서 사용하는 다이레이티드 컨벌루션에 대한 도면이다.
- 도 6은 본 발명에서 사용하는 비대칭 컨벌루션에 대한 도면이다.
- 도 7은 깊이의 범위를 균일하게 분할하는 종래 방법과, 본 발명에서 제안하는 큰 값에 가중치를 두는 방법으로 분할하는 방법에 대해서는 설명하는 도면이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 딥 네트워크에 의해서 입력이미지가 최종적으로 깊이맵으로 생성되는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 9는 본 발명에 따라 추론된 깊이맵에서 이진화 기법을 적용한 결과, 그리고 큐브 메쉬 데이터를 생성하는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 10은 도 9에서 생성된 큐브 메쉬 데이터 영역에 대해서 색상을 매핑한 것을 나타낸 도면이다.
- 도 11은 단일 카메라에서 획득한 영상, 즉 RGB 모델을 HSV모델로 변경하고, 색상 매칭을 위해 표준화된 색상체계를 갖추고 HSV모델의 H값과 색상 평균을 이용해 오차가 적은 값을 선택하여, 보정 영상을 만들어 내는 과정을 설명한 도면이다.
- 도 12는 본 발명에 따라 일반적인 웹캠 z카메라로 획득한 단일 영상과, 깊이맵 추론 결과 및 모델링 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 폴리오미노를 이용한 조립식 교구의 구성을 나타낸 분리사시도이다.
- 도 14 및 도 15는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 블록부의 구성을 나타낸 사시도이다.
- 도 16은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 블록부의 다양한 폴리오미노 형상을 나타낸 평면도이다.
- 도 17은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가이드이미지부에 제1가이드라인 및 제2가이드라인이 표시된 상태를 나타낸 평면도이다.
- 도 18은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 베이스판 상에 각 블록부가 조립된 상태를 나타낸 사시도이다.
- 도 19는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 베이스판이 케이스의 내부에 장착된 구성을 나타낸 사시도이다.
- 도 20은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가이드이미지부에 램프 및 제어부가 구비된 구성을 나타낸 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0037] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0039] (폴리오미노를 이용한 조립식 교구)
- [0040] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법의 적용 대상이 되는, 폴리오미노를 이용한 조립식 교구는, 폴리오미노로 이루어진 다수의 블록부(120)를 베이스판(110) 상에 조립하는 형태로 조립학습이 이루어져 창의력 및 소근육 발달을 꾀하며, 베이스판(110) 상에 동물을 포함하는 사물 형상으로 도안된 이미지(I)를 제공하여 창의성이 부족한 영유아도 손쉽게 조립학습을 따라 할 수 있도록 가이드할 수 있는 학습교구로서, 도 13 내지 도 16에 도시된 바와 같이 베이스판(110), 블록부(120) 및 가이드이미지부(130)를 포함한다. 여기서, 이미지(I)에 반드시 동물이 포함되어야 하는 것은 아니며, 도면에서와 같이 이미지(I) 자체가 동물 형상으로 이루어질 수도 있음을 의미하며, 도안되는 이미지의 종류에는 한정됨이 없음을 물론이다.
- [0041] 먼저, 베이스판(110)은 조립학습이 이루어지는 공간을 제공하는 판부재로서 일정 면적을 갖는 판형상으로 이루어져 수평 배치되며 상면에는 다수의 제1결합부(112)가 오와 열을 이루도록 정렬배치된다.
- [0042] 여기서, 도 13에 도시된 바와 같이 베이스판(110)은 상면에 복수의 제1결합부(112)가 형성된 정사각형 또는 직사각형의 판 형상으로 이루어진 복수의 단위판부재(111)를 포함하며, 각 단위판부재(111)의 측방 둘레에는 인접된 다른 단위판부재(111)의 측방 결합을 위한 결합돌기(113) 및 결합홈(114)이 서로 다른 변에 각각 배치되어 각 단위판부재(111)가 측방으로 결합하면서 일정 면적을 갖는 판 형상으로 조립될 수 있으므로, 사용자 수준이나 취사 선택에 따라 베이스판(110)의 형상이나 면적 크기를 정할 수 있다.
- [0043] 또한, 블록부(120)는 조립 학습을 수행하는데 이용되는 도구로서 도 14에 도시된 바와 같이 단일의 육면체(121)의 형상 또는 복수의 육면체(121)가 측방으로 체결된 형상을 갖는 폴리오미노로 이루어지고, 저면에는 제1결합부(112)와 치합되는 형태의 제2결합부(122)가 형성된다. 따라서 도 18에 도시된 바와 같이 상기 제1결합부(112)와 제2결합부(122)에 의해 복수 개가 베이스판(110) 상에 조립되면서 다양한 형태의 블록집합을 이룰 수 있다.
- [0044] 여기서, 제1결합부(112)는 베이스판(110)의 상면에 십자 형상으로 하향 오목하게 함몰된 홈으로 이루어지고, 제2결합부(122)는 각 육면체(121)의 저면 중앙에 일정 길이로 하향 연장된 십자기둥으로 이루어져 제1결합부(112)에 삽입되면서 체결될 수 있어, 조립이 용이하면서도 조립된 상태에서의 블록부(120)의 유동을 최소화할 수 있다.
- [0045] 또한, 제1결합부(112)는 도시된 제2결합부(122)와 같이 함몰된 십자 홈으로 이루어지고 제2결합부(122)는 도시된 제1결합부(112)와 같이 돌출된 십자기둥 형태로 이루어져 동일한 조립기능을 구현할 수 있으며, 이 밖에 레고와 같은 원기둥 형상의 돌기와 원형홈의 조합, 사각홈과 사각기둥의 조합 및 일자판 형상의 돌기와 일자홈의 조합과 같이 다양한 형상의 돌기와 홈의 형상으로 이루어질 수도 있다.
- [0046] 또한, 제1결합부(112)와 제2결합부(122)는 돌출된 돌기와 홈의 조합된 구성 이외에 + 극성을 갖는 자석과 - 극성을 갖는 자석의 조합된 구성으로 이루어져 자기장에 의한 흡착력으로 상호 체결될 수 있으며, 이 밖에 제1결합부(112)는 베이스판(110) 상에 라인 형상으로 상향 돌출된 돌기선으로 이루어지고 제2결합부(122)는 각 돌기선에 변부가 지지되는 형태로 이루어져 상호간에 체결이 이루어질 수도 있다. 그리고 제1결합부(112)와 제2결합부(122)의 구성을 제외하고 베이스판(110)의 상부면에 각 블록부(120)가 안착되는 형태로 조립 학습이 이루어질 수도 있다.
- [0047] 더불어, 도 14에 도시된 바와 같이 각 육면체(121)의 저면에는 제2결합부(122)를 중심으로 둘레를 따라 일정간격으로 이격되어 상향 오목하게 함몰된 형상으로 이루어진 복수의 탄성홈(123)이 형성됨으로써, 십자기둥 형태의 제2결합부(122)가 블록부(120)의 몸체에 대하여 일정 각도로 기울어질 수 있어 수평배치된 베이스판(110)으

로부터 조립된 블록부(120)를 일정각도로 경사진 방향으로 용이하게 상향 분리할 수 있다.

- [0048] 그리고, 각 육면체(121)의 상면에는 십자 형상 또는 사각형상으로 하향 오목하게 함몰된 홈으로 이루어진 제3결합부(124)가 형성되어, 베이스판(110)에 조립된 블록부(120) 상에 다른 블록부(120)를 조립하면서 입체적인 형상으로 블록집합을 형성할 수 있다.
- [0049] 또한, 제2결합부(122)와 제3결합부(124)는 상호 간에 치합되는 조립규격이 여러가지로 이루어져 조립학습의 난이도를 조절할 수도 있다.
- [0050] 보다 구체적으로 설명하면, 각 제2결합부(122)는 십자기둥, 삼각기둥 및, 사각기둥과 같이 다양한 기둥의 형상을 가지며 각 제3결합부(124)는 십자홈, 삼각홈 및 사각홈 등의 형상으로 이루어진 것과 같이 상호 간에 치합되는 다양한 조립규격이 존재할 수 있으며, 이러한 다양한 조립규격을 통해 각 블록부(120)를 복수의 층으로 적층하는 형태로 입체적인 블록집합을 형성하는 경우 각 층별로 조립가능한 특정 형상의 조립규격을 제한할 수 있다.
- [0051] 예를 들어, 베이스판(110)에 체결되는 1층에는 십자기둥의 제2결합부(122)를 갖는 블록부(120)만이 조립될 수 있고, 이 블록부(120)의 제3결합부(124)가 삼각홈 형상인 경우 2층에는 삼각기둥의 제2결합부(122)를 갖는 블록부(120)만이 조립되며 3층에는 2층에 조립된 블록부(120)의 제3결합부(124)와 대응되는 형상의 제2결합부(122)를 갖는 블록부(120)만이 조립될 수 있는 것이다.
- [0052] 한편, 가이드이미지부(130)는 학습자가 블록부(120)를 특정 사물형상으로 조립할 수 있도록 가이드하는 이미지부재로서, 베이스판(110)과 대응하거나 상대적으로 작은 면적을 갖는 필름 또는 판 형상으로 이루어져 베이스판(110)과 상하로 대향배치되며 동물을 포함하는 사물 형상의 이미지(I)가 형성되어 사물 형상대로 각 블록부(120)가 조립되도록 가이드한다.
- [0053] 여기서, 도 18에 도시된 바와 같이 블록부(120)는 서로 다른 복수의 색상으로 이루어지며, 이미지(I)는 블록부(120)에 포함된 각 색상이 사물형상으로 채색되어 이루어짐으로써, 조립된 블록집합의 이미지효과를 증대시키며 조립학습의 흥미를 더욱 유발할 수 있다.
- [0054] 또한, 도 13, 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이, 가이드이미지부(130)에는 각 육면체(121)의 폭과 대응되는 간격을 갖는 격자 형태로 이루어진 제1가이드라인(132)이 형성되어 각 블록부(120)의 조립되는 위치를 가이드할 수 있으므로 빈공간에 조립되어야 하는 특정 형상의 블록부(120)의 대상을 예상할 수 있으며 이를 통해 상기 제1가이드라인(132)의 유무로 조립학습의 난이도를 조절할 수 있다.
- [0055] 더불어, 가이드이미지부(130)에는 각 블록부(120)의 평면 외곽선과 대응되는 형태로 이루어져 특정 폴리오미노 형상을 갖는 블록부(120)의 조립되는 위치를 가이드하는 제2가이드라인(133)이 형성될 수 있어, 각 블록부(120)의 폴리오미노 형상대로 조립되어야 하는 위치를 지시할 수 있으며 이를 통해 상기 제2가이드라인(133)의 유무로 조립학습 난이도를 더욱 세밀하게 조절할 수 있다.
- [0056] 여기서, 도면에는 하나의 제2가이드라인(133)이 형성된 것을 예시하였으나 이미지(I) 전체 영역에 걸쳐 각각의 블록부(120)가 조립되는 위치를 지시하기 위한 다수 또는 복수의 제2가이드라인(133)이 형성될 수도 있다.
- [0057] 그리고, 가이드이미지부(130)는 상면에 연필, 색연필, 크레파스 또는 색상펜 중 어느 하나의 도구로 채색가능한 색칠면이 형성되거나, 종이와 같이 상기 도구로 채색 가능한 재질로 이루어짐으로써, 학습자가 가이드이미지부(130) 상에 손수 도안한 사물 형상대로 각 블록부(120)를 조립할 수 있으므로 그리기 학습을 병행할 수 있으며 조립학습의 재미와 애착을 유발할 수 있다.
- [0058] 더불어, 가이드이미지부(130)에는 수직방향의 제1가이드라인(132)과 수평방향의 제1가이드라인(132)이 형성하는 사각형상의 중앙 즉, 제1결합부(112)와 대응되는 위치에 제1결합부(112) 또는 제2결합부(122)의 평면형상과 대응되는 형상의 관통공(134)이 형성되어 베이스판(110) 상에 블록부(120)를 조립하면서 가이드이미지부(130)의 하부에 배치된 베이스판(110)의 제1결합부(112)에 제2결합부(122)를 삽입하기 위한 위치를 정확하게 지시할 수 있다.
- [0059] 그리고, 가이드이미지부(130)는 소정의 강성을 갖는 경질의 재질로 이루어져 가이드이미지부(130)를 들어올리는 힘으로 베이스판(110)에 조립된 각 블록부(120)를 동시에 상향 분리가능할 수 있다. 이를 위해 가이드이미지부(130)는 고강도의 합성수지재로 이루어지거나 금속재질로 이루어지는 것이 바람직하다. 따라서 다수 또는 복수의 조립된 블록부(120)들을 일일이 분리하면서 소요되는 학습 준비시간을 절감할 수 있다.

- [0060] 이때, 도 13에 도시된 바와 같이 가이드이미지부(130)는 일측 변부에 베이스판(110)으로부터 각 블록부(120)를 상향 분리시킬 때 이용되는 손잡이(135)가 장착되며, 관통공(134)은 상기 손잡이(135)가 장착된 일측 변부 방향으로 길이가 긴 장공형상으로 이루어짐으로써, 베이스판(110)을 중심으로 일측에서 타측 방향으로 쪼끼는 방식으로 블록부(120)를 용이하게 분리할 수 있다.
- [0061] 도면에는 가이드이미지부(130)가 베이스판(110)의 상부에 안착되어 각 블록부(120)가 가이드이미지부(130)를 사이에 두고 베이스판(110)에 조립되는 구조를 예시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 가이드이미지부(130)는 베이스판(110)의 하부에 배치되거나 내부에 삽입되는 구조로도 이미지(I)를 제공할 수 있다.
- [0062] 이를 위해 상기 베이스판(110)은 투명 또는 반투명의 광투과성 재질로 이루어지고, 가이드이미지부(130)는 상기 이미지(I)가 베이스판(110)의 표면을 통해 상향 투과되도록 상기 베이스판(110)의 하부에 수평배치될 수 있다. 또한 베이스판(110)의 내부에는 슬릿형태의 삽입홈이 형성되고 이 삽입홈을 통해 가이드이미지부(130)가 내부에 수평배치되도록 삽입 장착되어 이미지(I)를 제공할 수도 있다.
- [0063] 또한, 가이드이미지부(130)가 베이스판(110)의 하부에 배치되면서 블록부(120)의 제2결합부(122)가 가이드이미지부(130)까지 도달하지 않은 경우 관통공(134)은 형성되지 않을 수 있고, 가이드이미지부(130)의 전체 영역 내에서 특정 사물을 나타내는 이미지에만 관통공(134)이 형성될 수도 있다. 즉, 가이드이미지부(130)의 전체 영역 내에서 블록부(120)가 조립되는 영역에 한하여 관통공(134)이 형성되는 것이다.
- [0064] 더불어, 가이드이미지부(130)에는 수직방향의 제1가이드라인(132)과 수평방향의 제1가이드라인(132)이 형성하는 사각형상의 중앙 즉, 제1결합부(112)와 대응되는 위치에 제1결합부(112) 또는 제2결합부(122)의 평면형상과 대응되는 형상의 관통공(134)이 형성되어 베이스판(110) 상에 블록부(120)를 조립하면서 가이드이미지부(130)의 하부에 배치된 베이스판(110)의 제1결합부(112)에 제2결합부(122)를 삽입하기 위한 위치를 정확하게 지시할 수 있다.
- [0065] 한편, 도 19에 도시된 바와 같이 베이스판(110)을 상부에 수용하는 케이스(140)를 더 포함할 수 있다. 또한, 베이스판(110)이 광투과성 재질로 이루어진 경우 가이드이미지부(130)는 이미지(I)가 베이스판(110)의 표면을 통해 상향 투과되도록 베이스판(110)의 하부에 수평배치될 수 있다.
- [0066] 또한, 도 20에 도시된 바와 같이 가이드이미지부(130)는 각 제1결합부(112)와 대응되게 오와 열을 이루도록 정렬배치되며 제어신호에 따라 발광구동하며 표시광을 상향 발산하는 복수의 램프(137) 및, 각 램프(137)에서 발산된 표시광이 지정된 이미지(I)를 형성하도록 각 램프(137)를 구동제어하는 제어부(138)를 더 포함할 수 있다.
- [0067] 따라서, 각 이미지(I)별로 다른 가이드이미지부(130)를 교체할 필요없이 가이드이미지부(130) 상에 다양한 종류의 사물에 대한 이미지(I)가 표시되도록 각 램프(137)를 구동제어함으로써 보다 다양한 종류의 이미지(I)를 제공하고 이미지(I)의 전환이 용이할 수 있다.
- [0068] 더불어, 도면에서와 같이 각 가이드이미지부(130)는 각 램프(137)들 사이에 수직배치되어 램프(137)에서 발산된 표시광이 인접된 램프(137)의 발광영역으로 측방 입사되지 않도록 차단하는 격벽(139)을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0070] (단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성과 영상 분할 기술을 이용하여 삼차원 모델링을 하는 방법)
- [0072] (단일 카메라 기반으로 삼차원 깊이맵 생성)
- [0073] 본 발명에서 제안하는 것은, 깊이맵 생성 딥 네트워크이다. 스테레오 영상 기반의 깊이 맵 추정 방법에서는, 두 영상간의 대응되는 픽셀의 변위(disparity)를 이용하여 깊이 정보를 추정하는 방법을 사용하지만, 단일 영상에서는 깊이 정보를 추정하기 위해서 영상 내의 객체들의 공간적 구조를 분석하여 물체들 간의 상대적 원근감으로부터 깊이 맵을 추정할 수 있다.
- [0074] 단일 영상의 분석을 통하여 얻어진 원근감을 이용하여 깊이 정보를 추정하기 위해서는 영상 내에 존재하는 지역적 물체들의 상대적 원근감을 추정하고, 동시에 영상 전체에 존재하는 전역적 원근 정보를 추출함으로써 보다 정확한 깊이 정보를 추출할 수 있다.
- [0075] 즉, 입력된 단일 영상에서 전역적인 공간 정보를 이용하여 대략적인 깊이 정보를 파악하고, 지역적인 공간 정보를 이용하여 앞서 추출된 전역 깊이 정보에 대해서 세밀하게 깊이 정보를 개선해 나가는 방식을 통하여 정확한 깊이 맵을 추정할 수 있다.
- [0076] 도 1은 단일 영상 기반의 깊이 맵 추정을 위한 심층 신경망 네트워크의 구성도이다. 도 1에 도시된 것처럼, 본

발명은 영상 내에 존재하는 공간 정보를 추출하고, 깊이 정보를 추정할 수 있는 ENet을 변형시킨 새로운 멀티스케일 심층 신경망 구조에 대한 것이다. 도 2는 본 발명에서 제안하는 네트워크의 구조이다.

[0077] 본 발명의 네트워크는 기본적인 구조는 ResNets를 변형한 보틀넥(bottleneck) 모듈의 연속으로 구성되며, 추가적으로 네트워크 앞단에 초기 블록을 결합하여 입력 영상의 크기를 줄이는 역할을 한다. 도 3은 초기 블록을 결합하여 입력 영상의 크기를 줄이는 것을 도시한 도면이다.

[0078] 보틀넥(bottleneck) 모듈은 3개의 컨볼루션 레이어로 구성된다. 도 4는 3개의 컨볼루션 레이어로 이루어지는 보틀넥 모듈에 대해서 도시한 것이다. (1) 1×1 프로젝션(projection) : 특징맵의 차원 축소 (2) 컨볼루션 수행, 다이레이티드(dilated) (도 5), 비대칭(asymmetric) (도 6), 풀 컨볼루션(full convolution)을 병행. (3) 1×1 익스팬션(expansion). 여기서, 모든 컨볼루션 사이에 배치 규격화(batch normalization)과 PReLU를 적용한다.

[0079] 이제, 컨볼루션 신경망의 효율을 향상시키는 기법에 대해서 설명한다.

[0080] 반복되는 컨볼루션과 풀링에 의해서 피쳐맵의 픽셀단위 특징이 소실되는 것을 방지하기 위해 각 레이어에서 피쳐맵의 크기를 유지하도록 설계하였다. 풍부한 크기의 피쳐맵을 얻기 위해서 그 만큼의 많은 학습 파라미터가 필요로 하지만 기존 컨볼루션 연산을 변경해 파라미터를 줄이면서 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0081] 다이레이티드 컨볼루션은 특징맵의 크기를 유지하면서 파라미터를 크게 늘리지 않고 동일한 효과를 얻을 수 있게 된다. 참고로, 도 5는 본 발명에서 사용하는 다이레이티드 컨볼루션에 대한 도면이다.

[0082] 도 6은 본 발명에서 사용하는 비대칭 컨볼루션에 대한 도면이다. 컨볼루션 필터 내부에 일정 거리만큼 간격을 설정해 보다 적은 파라미터만을 이용해 큰 Receptive field를 갖도록 할 수 있다. 도 6에 도시된 것처럼, 비대칭 컨볼루션은 비대칭 형태의 커널을 사용해 연속된 컨볼루션을 수행하는 기법이다. 일반적인 3×3 컨볼루션을 수행하기 위해 3×3(=9) 형태의 커널을 사용하는 것이 아니라 3×1, 1×3(=6) 형태의 커널을 이용해 컨볼루션을 수행하면 6개의 파라미터만으로도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0083] 이제 출력값의 깊이맵으로의 변환 방법에 대해서 설명하면, 신경망을 이용해 깊이맵을 추론하기 위한 접근법에서는 컨볼루션을 이용해 영상에 주어진 전역 문맥정보(Global contextual information)를 파악하고 이를 바탕으로 회귀분석을 통해 깊이맵을 추론한다. 하지만, 이러한 접근법의 경우 연속적인 성질을 갖는 깊이 데이터를 다루기에 부적합하기 때문에, 본 발명에서는 연속된 깊이값을 범위로 나누어 각 범위를 예측하는 분류 문제로 해결하였다.

[0084] 여기서, 깊이맵 추론에서 깊이의 값이 크면 클수록 추론 오차가 증가하는 성질이 있기 때문에 깊이 범위 예측에서 오차를 줄이기 위해 큰 깊이 값에 대해 충분히 넓은 오차범위를 가지도록, 깊이의 값이 크면 클수록 큰 가중치를 두는 방법을 도입하였다.

$$t_i = e^{\log(\alpha) + \frac{\log(\beta/\alpha) * i}{K}}$$

[0085] -

[0086] 도 7은 깊이의 범위를 균일하게 분할하는 종래 방법과, 본 발명에서 제안하는 큰 값에 가중치를 두는 방법으로 분할하는 방법에 대해서는 설명하는 도면이다.

[0087] 위 수식을 도 7을 참조하여 설명하면, 깊이 α 와 깊이 β 의 구간을 갖는 깊이 범위(depth range)에서, t_i 를 균일하게 분할하는 깊이 추론도 가능하지만 여러가지 추론 오차의 문제를 고려하여, 위 수식처럼, 즉 도 7의 마지막 라인처럼, 데이터의 범위를 작은 값에 대해서는 가중치를 낮추고 큰 값에 대해서는 큰 가중치를 갖도록 하였다. 여기서 K 는 설계자에 의한 상수값이다. 이렇게 함으로써, 큰 깊이 값이 가질 수 있는 큰 범위의 오차를 수용할 수 있게 된다. 또한, 깊이 α 및 깊이 β 간의 차는, 상술했던 블록부의 높이, 또는 블록부의 높이의 자연수 배수에 대응하는 값이다.

[0088] 이와 같이 변환된 깊이 맵은 다시 업 샘플링, 예를 들어 양선형 보간법(bilinear interpolation)에 의해 원본 영상크기로 변환한다. 도 8은 본 발명에 따른 딥 네트워크에 의해서 입력이미지가 최종적으로 깊이맵으로 생성되는 과정을 도시한 도면이다.

[0090] (삼차원 모델링을 하는 방법)

[0091] 깊이맵에서 정보를 얻기 위해서 심층 네트워크를 통해 만들어지는 과정에서 발생할 수 있는 노이즈를 미디언 필터링(Median filtering)으로 제거해서 화질을 향상시킨다. 깊이맵 영상의 대비를 향상시키기 위해 전경(foreground)과 배경(background)의 범위를 단편화시키는 이진법 기법을 적용한다.

[0092] 이제, 이진화 영상에 대한 큐브 메쉬(Cube Mesh)생성 및 컬러 매핑(Mapping)을 설명한다. 이진화된 결과를 블록 버퍼에 매핑하고 각 블록에 대해 큐브 메쉬 데이터를 생성한다. 블록의 각 영역 내 흰색 비율에 대한 임계치(예를 들어, 블록 내 픽셀의 70%)를 기준으로 블록의 생성 여부를 결정한다. 도 9는 본 발명에 따라 추론된 깊이맵에서 이진화 기법을 적용한 결과, 그리고 큐브 메쉬 데이터를 생성하는 것을 나타낸 도면이다.

[0093] 도 10은 도 9에서 생성된 큐브 메쉬 데이터 영역에 대해서 색상을 매핑한 것을 나타낸 도면이다. 연산속도 향상을 위해 블록 지정 색상으로 큐브 블록을 저장 후 메쉬 데이터와 대응되는 원본 영상의 색상 평균을 비교하여, 가장 근접한 색상으로 색상을 매핑한다. 카메라 왜곡으로부터 강인성을 확보를 위해서, 색상 모델을 변경하는 것도 가능하다. 카메라로부터 얻어지는 단일 컬러 영상은 조도 및 그림자와 같은 외부 영향으로 인해 색상에 왜곡이 발생할 수 있기 때문이다.

[0094] 3차원 모델링은 카메라 영상에만 의존해 정확한 색상을 추출하고 채색하므로 색상 왜곡은 모델링 정확도에 큰 영향을 줄 수 있다. RGB 모델을 갖는 컬러 영상을 빛의 변화에 대해 상대적으로 영향이 적은 HSV(Hue-Saturation-Value) 모델로 변경해 왜곡에 대한 강인성을 확보하는 것이 가능하다. 색상 매칭을 위해 표준화된 색상체계를 갖추고 HSV모델의 H값과 색상 평균을 이용해 오차가 적은 값을 선택할 수 있다. 도 11은 단일 카메라에서 획득한 영상, 즉 RGB 모델을 HSV모델로 변경하고, 색상 매칭을 위해 표준화된 색상체계를 갖추고 HSV모델의 H값과 색상 평균을 이용해 오차가 적은 값을 선택하여, 보정 영상을 만들어 내는 과정을 설명한 도면이다.

[0095] 다음으로, 본 발명을 적용한 경우의 실험 결과를 설명한다. 3가지 측정 방법에 의해서 정량적 성능을 평가한다. 3가지 측정 방법은 다음과 같다. (1) 상대 차이값(Relative Difference): 인텔 RealSense로 측정된 값과 시스템으로부터 얻어진 깊이 정보의 차이 평균, (2) RMSE (Root Mean Square Error): 인텔 RealSense로 측정된 값과 시스템으로부터 얻어진 깊이 정보간의 평균 제곱 오차, (3) 3D 모델 생성시간: 스마트폰 등의 저사양 시스템에서 구동되어야 함으로 고성능 GPU가 아닌 CPU로만 성능 테스트 (Windows 10, RAM 32GB, 인텔 CPU i7-7700K버전 사용)

[0096] 여기서, 촬영된 단일 영상이 포함된 데이터베이스 영상을 확보하였다. (640 x 480 이상 크기의 영상 20장 이상) 그리고, 각 영상에 대해 인텔 RealSense 깊이 카메라를 이용하여, ground-truth 데이터를 확보하여 비교 실험에 사용하였으며, 아래의 표와 같이 우수한 성능이 측정되었다.

표 1

[0097]

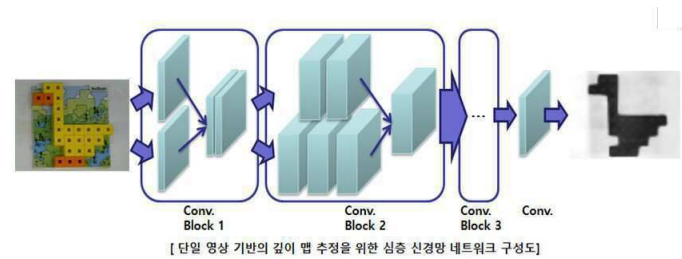
평가항목	단위	측정된 성능
상대 차이값(Relative difference)	error	0.125
RMSE	error	0.225
3D 모델 생성 시간	ms	100

[0098] 도 12는 본 발명에 따라 일반적인 웹캠 z카메라로 획득한 단일 영상과, 깊이맵 추론 결과 및 모델링 결과를 나타낸 도면이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명이 제안하는 모델링 시스템의 성능을 검증하기 위해 다양한 블록 샘플을 만들어 실험을 진행하였으며, 일반적인 웹캠으로도 촬영된 블록 영상을 신경망의 입력으로 전달한 후 신경망에서 추론된 결과와 입력 영상에 후처리를 거쳐 최종 3차원 모델을 잘 만들어낼 수 있었다.

[0100] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면

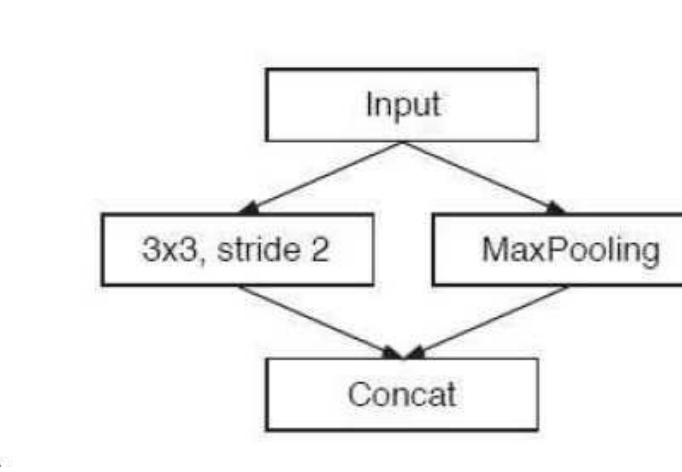
도면1



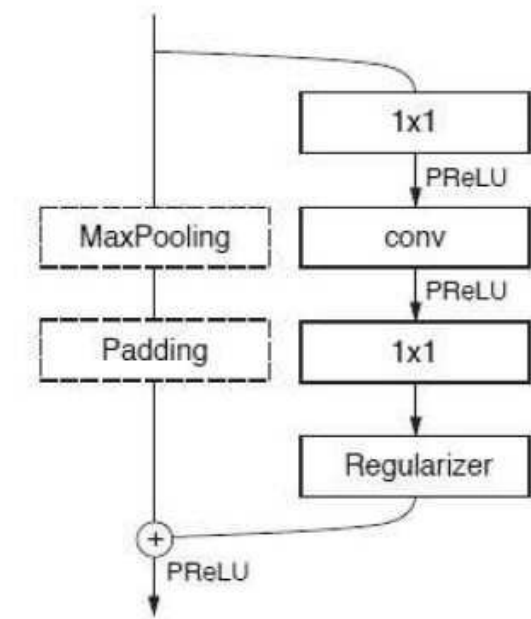
도면2

Name	Type	Output Size
initial		16x256x256
bottleneck1.0	downsampling	64x128x128
4xbottleneck1.x		64x128x128
bottleneck2.0	downsampling	128x64x64
bottleneck2.1		128x64x64
bottleneck2.2	dilated 2	128x64x64
bottleneck2.3	asymmetric 5	128x64x64
bottleneck2.4	dilated 4	128x64x64
bottleneck2.5		128x64x64
bottleneck2.6	dilated 8	128x64x64
bottleneck2.7	asymmetric 5	128x64x64
bottleneck2.8	dilated 16	128x64x64
Repeat section 2, without bottleneck 2.0		

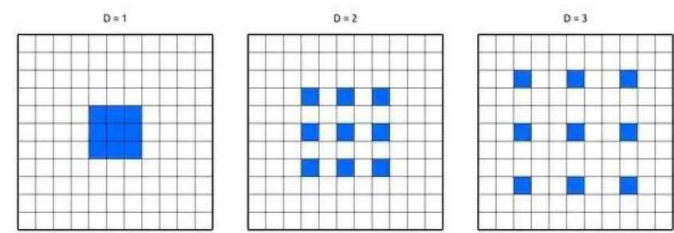
도면3



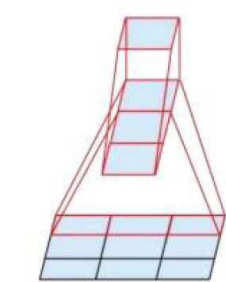
도면4



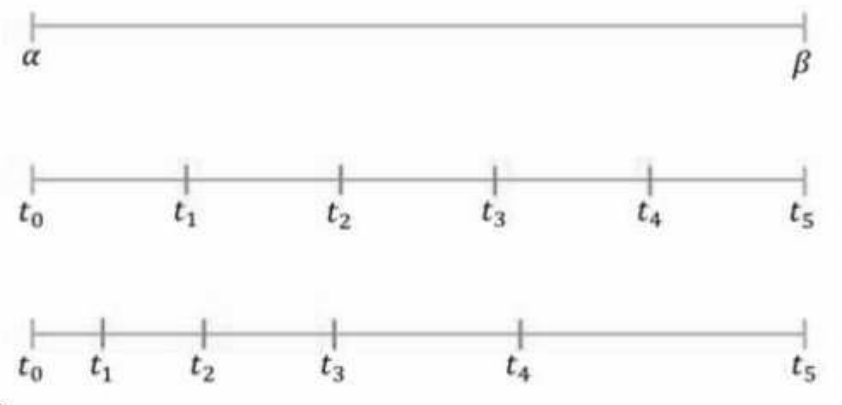
도면5



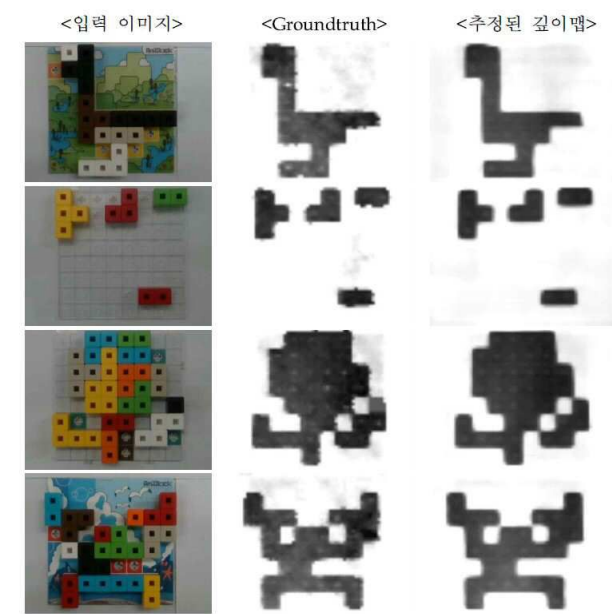
도면6



도면7



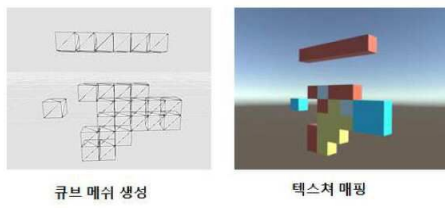
도면8



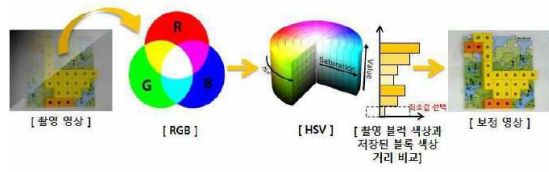
도면9



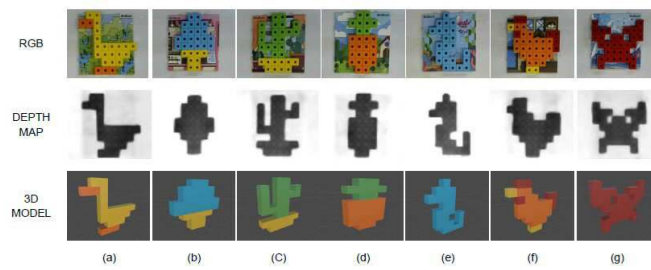
도면10



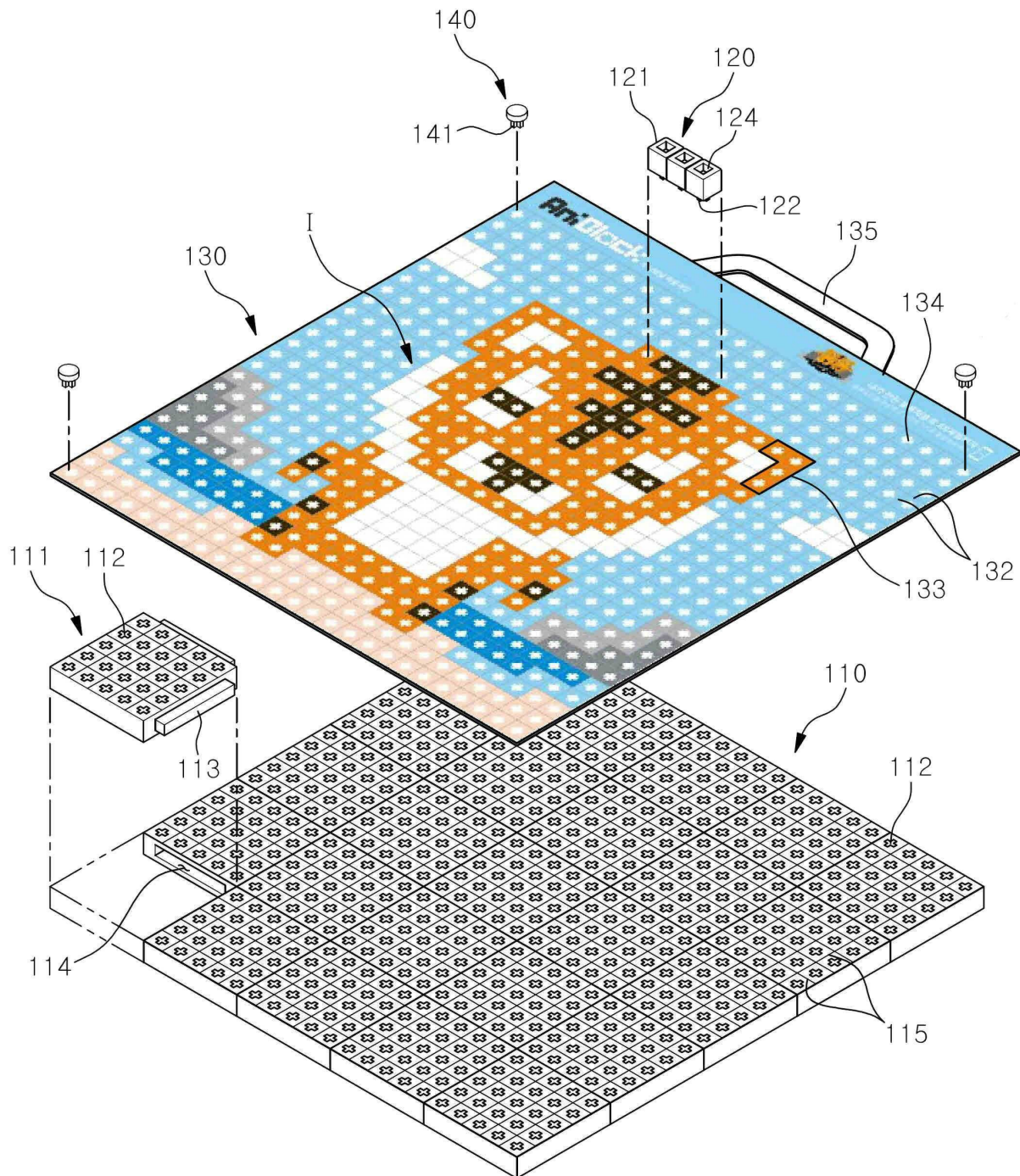
도면11



도면12

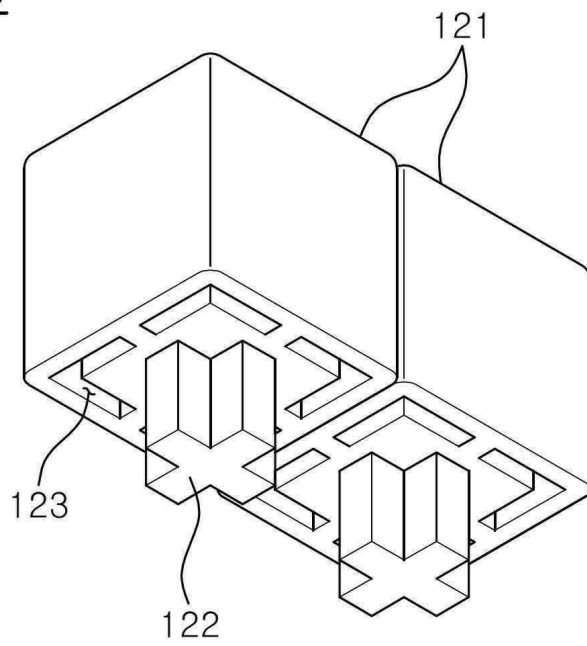


도면13



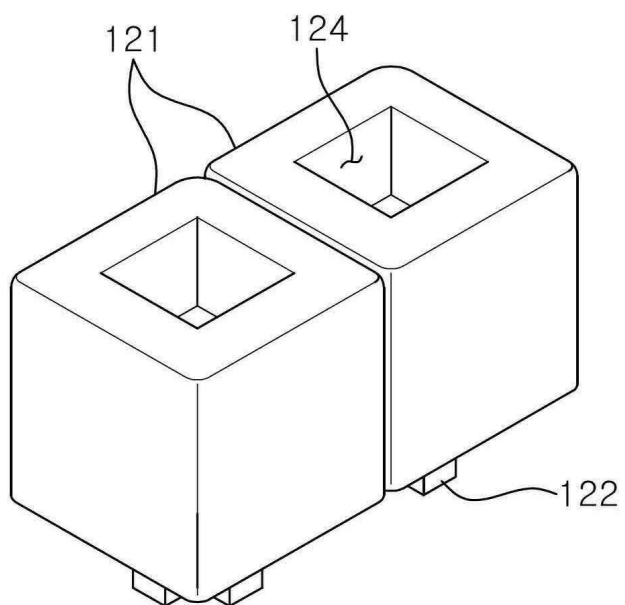
도면14

120



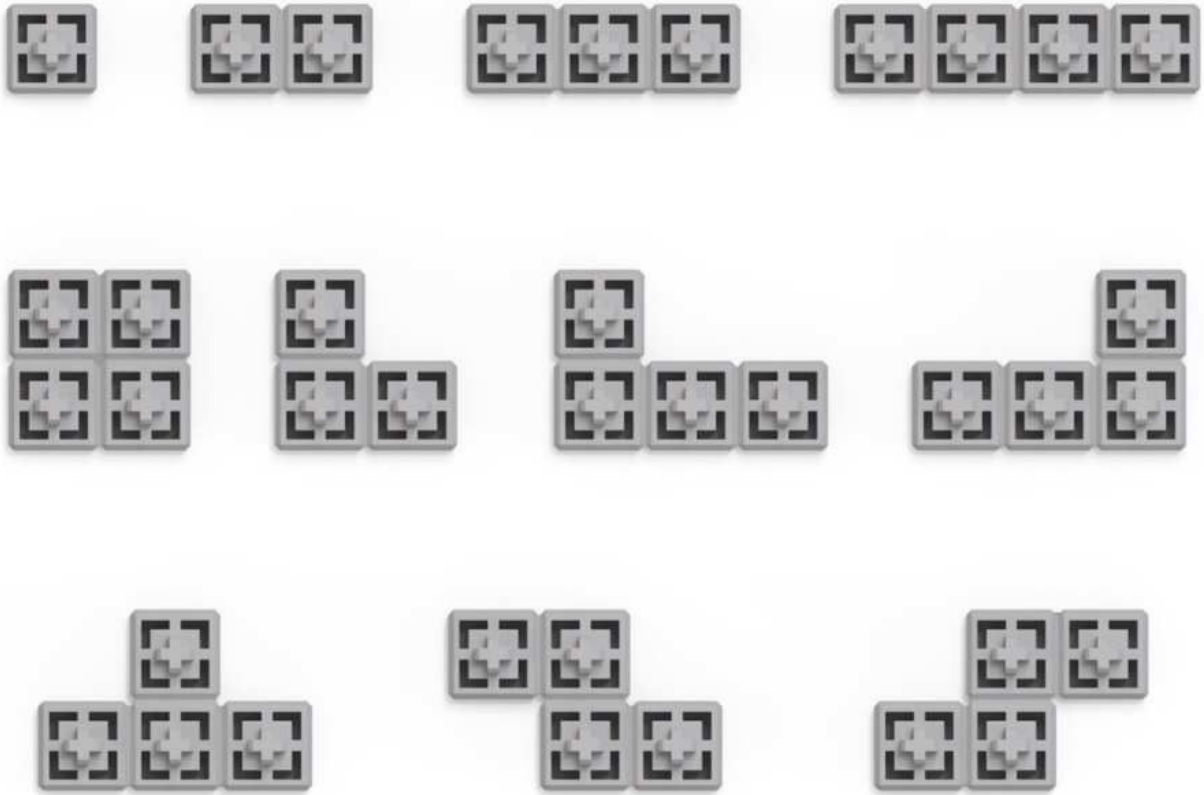
도면15

120



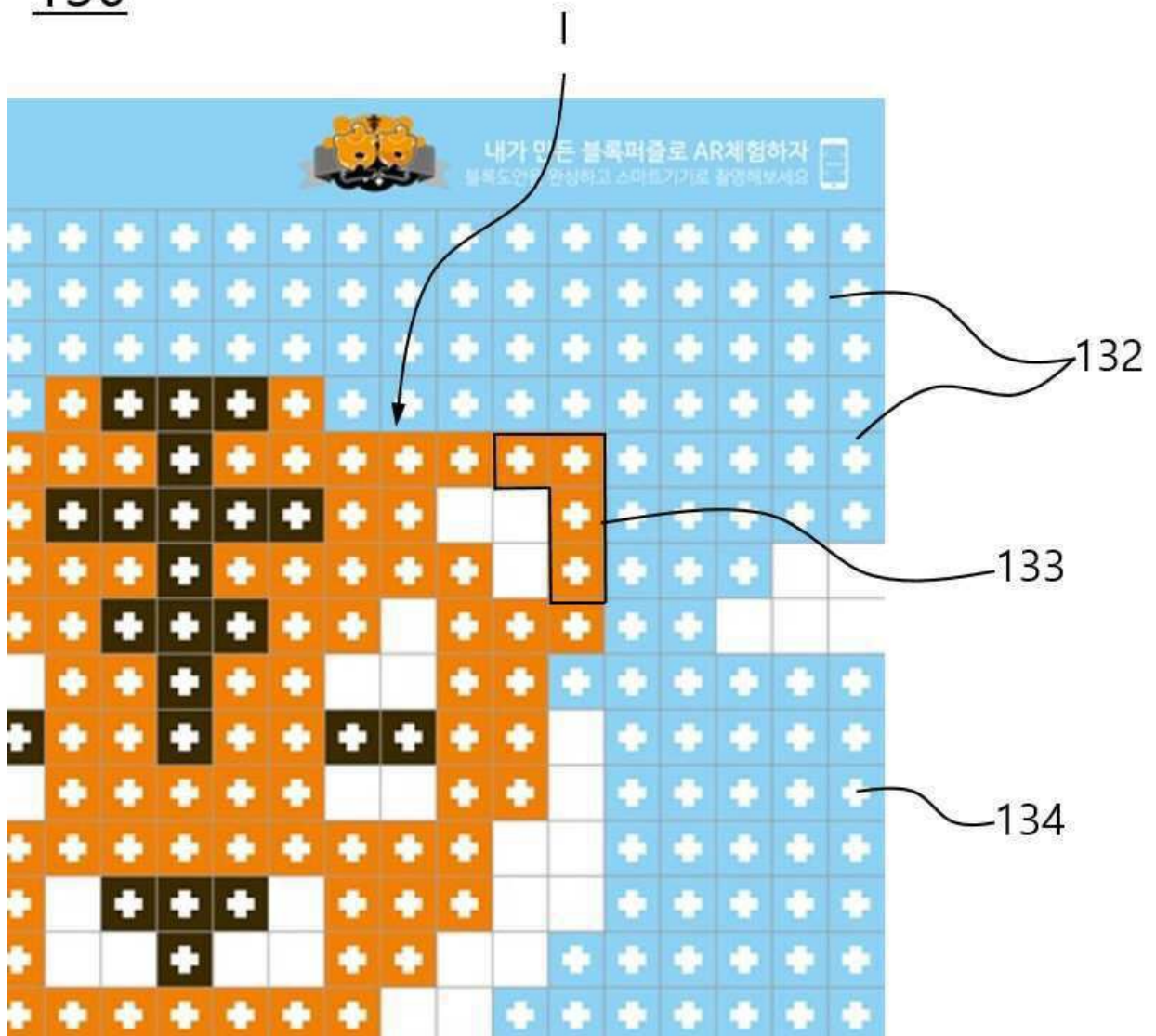
도면16

120

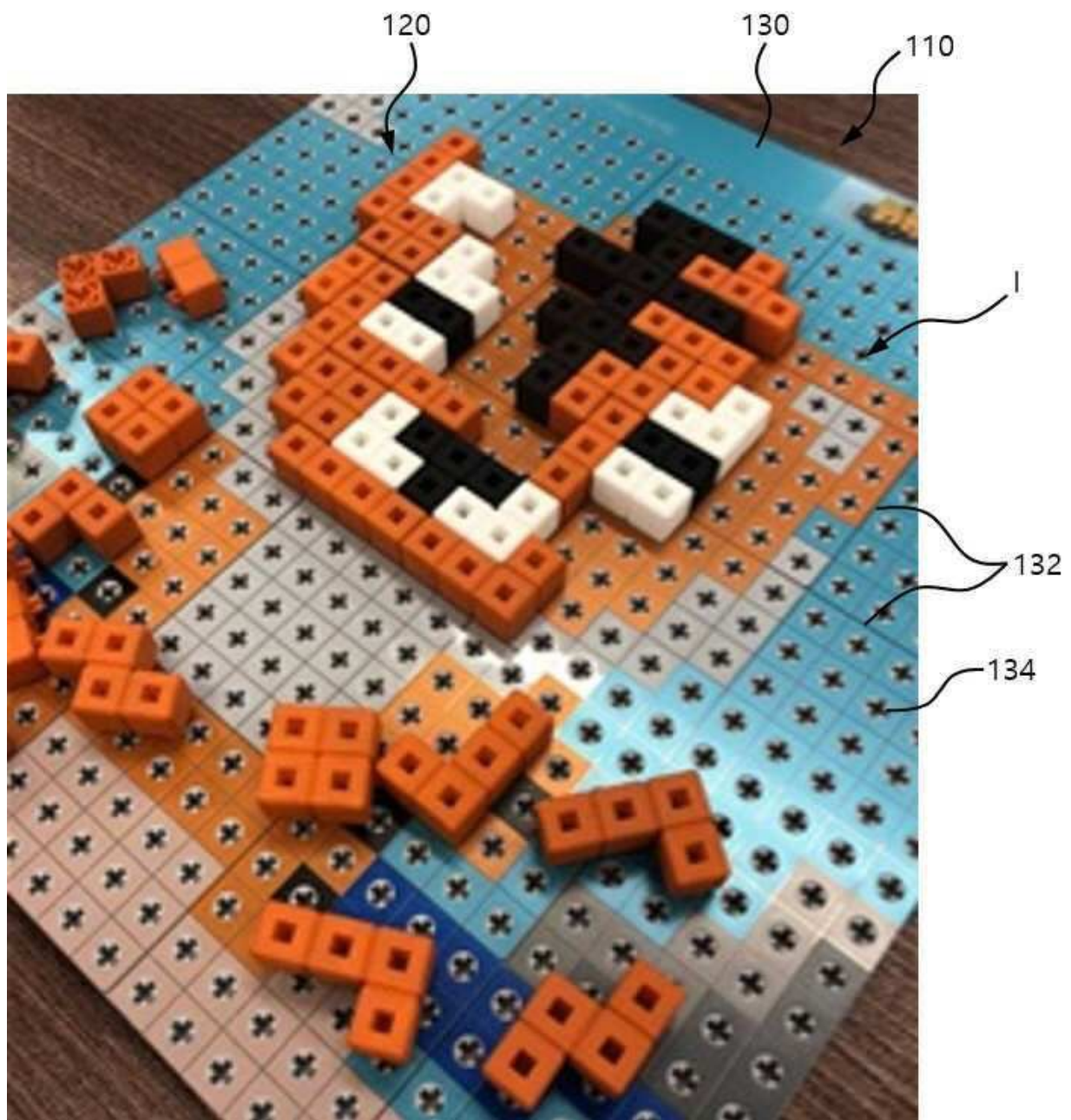


도면17

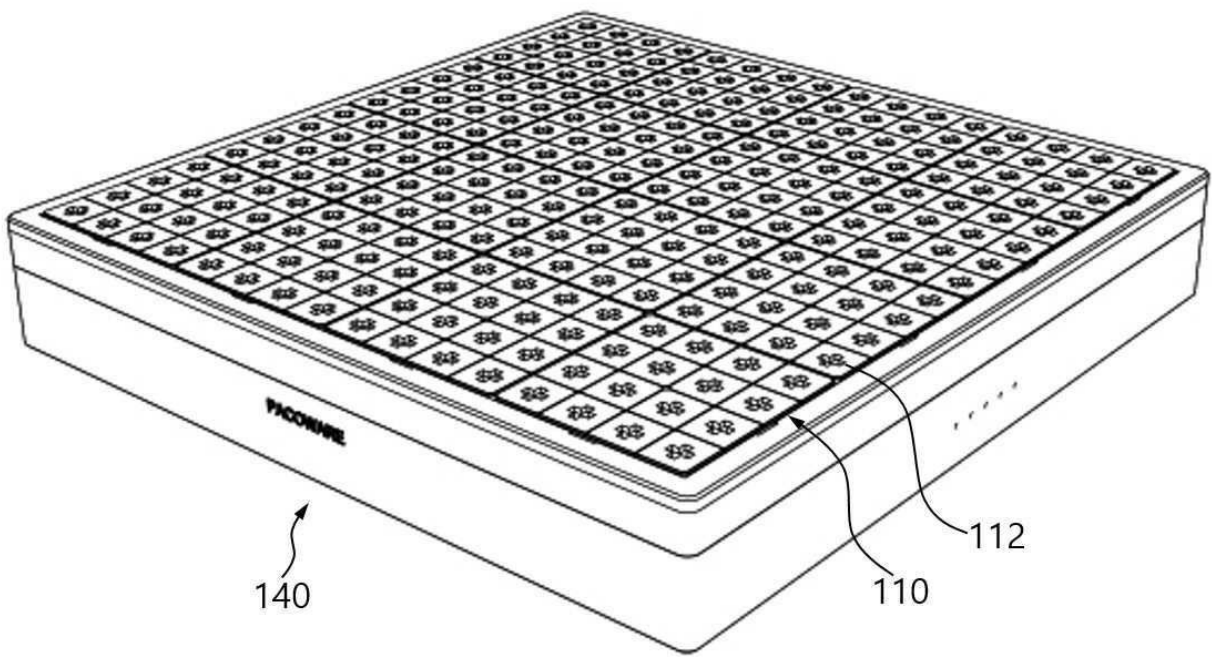
130



도면18



도면19



도면20

