



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년06월05일  
(11) 등록번호 10-2672168  
(24) 등록일자 2024년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/08 (2012.01) G06F 16/45 (2019.01)  
G06F 18/00 (2023.01) G06N 20/00 (2019.01)  
G06Q 10/06 (2012.01) G06T 7/11 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
G06Q 50/08 (2013.01)  
G06F 16/45 (2019.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0159734  
(22) 출원일자 2021년11월18일  
심사청구일자 2021년11월18일  
(65) 공개번호 10-2023-0072978  
(43) 공개일자 2023년05월25일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2018197998 A\*  
KR1020200116660 A\*  
KR1020210032744 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
이재욱  
서울특별시 광진구 광나루로 545, 108동 2304호(구의동, 래미안파크스위트)  
김소현  
인천광역시 서구 건지로399번길 23-2, 2층(가좌동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양성보

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 경현선

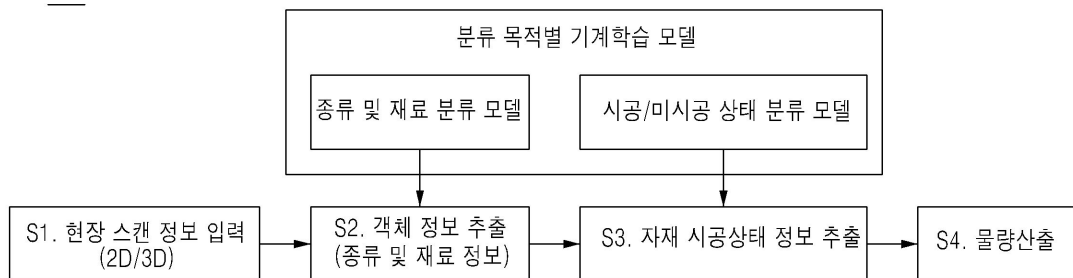
(54) 발명의 명칭 기계학습과 3D 스캐닝을 활용한 건설현장 자재 시공물량 자동산출 방법 및 시스템

(57) 요약

기계학습과 3D 스캐닝을 활용한 건설현장 자재 시공물량 자동산출 방법 및 시스템을 제공한다. 건설현장 시공물량 자동산출 방법은, 3D 스캐닝을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보를 입력받는 단계; 기계학습 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 상기 건설현장의 자재에 해당되는 객체 정보를 분류하는 단계; 상기 기계학습 모델을 통해 상기 객체 정보를 이용하여 시공상태 정보를 분류하는 단계; 및 상기 시공상태 정보를 기초로 상기 건설현장의 시공물량을 산출하는 단계를 포함한다.

대표도

100



(52) CPC특허분류

**G06F 18/24** (2023.01)

**G06N 20/00** (2021.08)

**G06Q 10/06315** (2013.01)

**G06T 7/11** (2017.01)

(72) 발명자

**이지민**

서울특별시 강서구 공항대로75길 17, 105동 1802호(염창동, 염창한화꿈에그린아파트)

**박준우**

서울특별시 도봉구 도봉로150길 43, 109동 203호(방학동, ESA 아파트)

**최창순**

서울특별시 은평구 통일로 796, 104동 902호(불광동, 북한산 힐스테이트7차)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711113577

과제번호 2020R1A2C1010421

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(R&D)

연구과제명 기계학습 기반 BIM 역설계를 활용한 건축물 화재안전 성능평가 자동화 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 세종대학교

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

공지예외적용 : 있음

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

컴퓨터 시스템에서 실행되는 건설현장 시공물량 자동산출 방법에 있어서,

상기 컴퓨터 시스템은 메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 건설현장 시공물량 자동산출 방법은,

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 3D 스캐닝을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보를 입력받는 단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 기계학습 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 상기 건설현장의 자재에 해당하는 객체 정보를 분류하는 단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 기계학습 모델을 통해 상기 객체 정보를 이용하여 시공상태 정보를 분류하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 시공상태 정보를 기초로 상기 건설현장의 각 자재별 시공물량을 산출하는 단계

를 포함하고,

상기 입력받는 단계는,

여러 자재로 구성된 시공 물량과 미시공 물량이 혼재된 상기 건설현장에 대한 상기 스캔 정보를 입력받고,

상기 기계학습 모델은 각 자재의 종류와 재료를 분류하기 위한 종류 및 재료 분류 모델과 각 자재의 시공상태를 분류하기 위한 시공상태 분류 모델을 포함하고,

상기 객체 정보를 분류하는 단계는,

상기 건설현장에 대한 2D 및/또는 3D 정보로 학습된 상기 종류 및 재료 분류 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 각 자재의 종류와 재료를 분류하는 단계

를 포함하고,

상기 시공상태 정보를 분류하는 단계는,

자재들에 대한 2D 및/또는 3D 정보로 학습된 상기 시공상태 분류 모델을 통해 각 자재별로 시공 상태와 미시공 상태로 분류하는 단계

를 포함하고,

상기 산출하는 단계는,

각 자재별 시공물량에 대한 산출 결과를 위치정보가 포함된 BIM(building information modeling) 모델로 생성하는 단계; 및

상기 BIM 모델과 상기 건설현장에 대한 BIM 모델의 각 자재별 좌표 비교를 통해 상기 시공 상태의 자재와 상기 미시공 상태의 자재 각각에 대한 물량을 산출하는 단계

를 포함하는 건설현장 시공물량 자동산출 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 객체 정보를 분류하는 단계는,

상기 건설현장의 파노라마 이미지에 대한 의미론적 세분화(semantic segmentation)를 통해 분류된 종류정보와 재료정보를 하나의 포인트 클라우드로 병합하는 단계

를 포함하는 건설현장 시공물량 자동산출 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 객체 정보를 분류하는 단계는,

상기 건설현장의 파노라마 이미지에 대해 의미론적 세분화를 수행하여 객체의 재료정보를 분류하는 단계;

상기 재료정보에 대한 분류결과를 이미지 매칭을 통해 3차원 데이터로 생성하는 단계; 및

상기 3차원 데이터를 상기 객체의 종류정보를 포함한 포인트 클라우드와 병합하는 단계

를 포함하는 건설현장 시공물량 자동산출 방법.

#### 청구항 8

컴퓨터 시스템에 있어서,

메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서

를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

3D 스캐닝을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보를 입력받는 과정;

기계학습 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 상기 건설현장의 자재에 해당되는 객체 정보를 분류하는 과정;

상기 기계학습 모델을 통해 상기 객체 정보를 이용하여 시공상태 정보를 분류하는 과정; 및

상기 시공상태 정보를 기초로 상기 건설현장의 각 자재별 시공물량을 산출하는 과정

을 처리하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

여러 자재로 구성된 시공 물량과 미시공 물량이 혼재된 상기 건설현장에 대한 상기 스캔 정보를 입력받고,

상기 기계학습 모델은 각 자재의 종류와 재료를 분류하기 위한 종류 및 재료 분류 모델과 각 자재의 시공상태를 분류하기 위한 시공상태 분류 모델을 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 건설현장에 대한 2D 및/또는 3D 정보로 학습된 상기 종류 및 재료 분류 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 각 자재의 종류와 재료를 분류하고,

자재들에 대한 2D 및/또는 3D 정보로 학습된 상기 시공상태 분류 모델을 통해 각 자재별로 시공 상태와 미시공

상태로 분류하고,

각 자재별 시공물량에 대한 산출 결과를 위치정보가 포함된 BIM(building information modeling) 모델로 생성하고,

상기 BIM 모델과 상기 건설현장에 대한 BIM 모델의 각 자재별 좌표 비교를 통해 상기 시공 상태의 자재와 상기 미시공 상태의 자재 각각에 대한 물량을 산출하는 것

을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 건설현장의 파노라마 이미지에 대한 의미론적 세분화를 통해 분류된 종류정보와 재료정보를 하나의 포인트 클라우드로 병합하는 것

을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

#### 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 건설현장의 파노라마 이미지에 대해 의미론적 세분화를 수행하여 객체의 재료정보를 분류하고,

상기 재료정보에 대한 분류결과를 이미지 매칭을 통해 3차원 데이터로 생성하고,

상기 3차원 데이터를 상기 객체의 종류정보를 포함한 포인트 클라우드와 병합하는 것

을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 아래의 설명은 건축현장의 자재 시공물량을 자동 산출하는 기술에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 건설현장의 자재 및 공정 관리는 프로젝트의 성공적인 수행에 필수적인 업무이며, 여기에는 주기적으로 혹은 실시간으로 시공물량을 정확히 파악하는 것이 매우 중요하다.

[0003] 현장의 시공물량을 파악하는 기존 방법은 작업자가 직접 눈으로 확인하여 물량을 입력하는 것이 일반적이다.

[0004] 따라서, 시간, 인력, 비용이 많이 소요되며, 파악한 자재/물량정보 입력에서 오류, 누락 등의 문제가 발생할 가

능성이 높다.

- [0005] 또한, 창고에서 현장으로 반출된 자재물량을 확인하는 것만으로는 실시간으로 시공된 물량을 정확히 파악하기 어렵다.
- [0006] 이러한 현장자재의 반출물량, 시공물량, 미시공물량 등에 대한 부정확하거나 늦은 정보 취합은 자재 및 공정 관리에 있어 올바른 의사결정을 힘들게 하고 궁극적으로 자재 비용상승 혹은 공사기간 지연으로 이어질 수 있다.
- [0007] 건설현장 운영 기술의 일례로, 한국등록특허 제10-1760260호(등록일 2017년 07월 17일)에는 BIM 기반 건설 관리 서비스를 제공하는 기술이 개시되어 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 기계학습과 3D 스캐닝을 활용하여 건설현장에서 실시간으로 시공물량과 미시공물량을 자동적으로 산출할 수 있는 방법과 시스템을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

- [0009] 컴퓨터 시스템에서 실행되는 건설현장 시공물량 자동산출 방법에 있어서, 상기 컴퓨터 시스템은 메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 건설현장 시공물량 자동산출 방법은, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 3D 스캐닝을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보를 입력받는 단계; 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 기계학습 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 상기 건설현장의 자재에 해당되는 객체 정보를 분류하는 단계; 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 기계학습 모델을 통해 상기 객체 정보를 이용하여 시공상태 정보를 분류하는 단계; 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 시공상태 정보를 기초로 상기 건설현장의 시공물량을 산출하는 단계를 포함하는 건설현장 시공물량 자동산출 방법을 제공한다.
- [0010] 일 측면에 따르면, 상기 객체 정보를 분류하는 단계는, 상기 건설현장에 대한 2D 및/또는 3D 정보로 학습된 종류 및 재료 분류 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 각 객체의 종류와 재료를 분류하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 다른 측면에 따르면, 상기 시공상태 정보를 분류하는 단계는, 자재들에 대한 2D 및/또는 3D 정보로 학습된 시공상태 분류 모델을 통해 각 자재별로 시공 상태와 미시공 상태로 분류하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 산출하는 단계는, 상기 시공 상태의 자재와 상기 미시공 상태의 자재 각각에 대한 물량을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 또 다른 측면에 따르면, 상기 산출하는 단계는, 상기 시공물량에 대한 산출 결과를 BIM(building information modeling) 모델로 생성하는 단계; 및 상기 BIM 모델을 상기 건설현장에 대한 BIM 모델과 비교하여 시공 물량과 미시공 물량을 구분하여 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 또 다른 측면에 따르면, 상기 객체 정보를 분류하는 단계는, 상기 건설현장의 파노라마 이미지에 대한 의미론적 세분화(semantic segmentation)를 통해 분류된 종류정보와 재료정보를 하나의 포인트 클라우드로 병합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 또 다른 측면에 따르면, 상기 객체 정보를 분류하는 단계는, 상기 건설현장의 파노라마 이미지에 대해 의미론적 세분화를 수행하여 객체의 재료정보를 분류하는 단계; 상기 재료정보에 대한 분류결과를 이미지 매칭을 통해 3차원 데이터로 생성하는 단계; 및 상기 3차원 데이터를 상기 객체의 종류정보를 포함한 포인트 클라우드와 병합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 컴퓨터 시스템에 있어서, 메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 3D 스캐닝을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보를 입력받는 과정; 기계학습 모델을 통해 상기 스캔 정보로부터 상기 건설현장의 자재에 해당되는 객체 정보를 분류하는 과정; 상기 기계학습 모델을 통해 상기 객체 정보를 이용하여 시공상태 정보를 분류하는 과정; 및 상기 시공상태 정보를 기초로 상기 건설현장의 시공물량을 산출하는 과정을 처리하는 컴퓨터 시스템을 제공한다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예들에 따르면, 기계학습과 3D 스캐닝을 활용하여 건설현장에서 실시간으로 시공물량과 미시공물량을 자동적으로 산출함으로써 인력 의존적인 시공물량 파악의 한계점을 해결할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서 기계학습과 3D 스캐닝을 활용한 건설현장 시공물량 자동산출 시스템의 개념도를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서 건설현장 시공물량 자동산출 시스템의 구성도를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서 종류 및 재료 기계학습 모듈의 적용 상세도를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서 시공상태 기계학습 모듈의 적용 상세도를 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서 건설현장 적용 예시를 도시한 것이다.

도 6 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서 종류정보와 재료정보를 병합하는 과정을 설명하기 위한 예시도면이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 본 발명의 실시예들은 건축현장의 자재 시공물량을 자동 산출하는 기술에 관한 것이다.

[0022] 도 1은 기계학습과 3D 스캐닝을 활용한 건설현장 시공물량 자동산출 시스템의 개념도를 도시한 것이다.

[0023] 본 발명은 건설현장을 3D 스캐닝으로 취득한 정보에서 딥러닝과 같은 기계학습을 활용하여 객체 정보(종류 및 재료) 및 자재별 시공상태를 추출함으로써 실시간 시공물량을 자동으로 산출하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 3D 스캐닝을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보를 입력받을 수 있다(S1).

[0025] 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 3D 스캐닝으로 얻은 스캔 정보에서 종류정보(형상, 부피, 크기 등)와 재료정보(콘크리트, 돌, 철재, 나무 등)를 분류하여 객체 정보를 추출할 수 있다(S2).

[0026] 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 기계학습 모델인 종류 및 재료 분류 모델을 통해 건설현장에 대한 스캔 정보에서 객체 정보를 추출할 수 있다.

[0027] 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 분류된 객체 정보를 이용하여 자재 시공상태 정보를 추출한 후(S3), 시공상태 정보를 기초로 시공물량을 산출할 수 있다(S4).

[0028] 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 기계학습 모델인 시공/미시공 상태 분류 모델을 통해 객체 정보로부터 자재별 시공상태 정보를 추출할 수 있다.

[0029] 건설현장에 대한 스캔 정보에서 분류된 객체 정보는 시공상태를 인식할 수 있는 정보로 사용되며, 자재별로 시공 상태와 미시공 상태로 분류된다. 분류된 종류, 재료, 시공상태 정보들은 자재별 시공상태 정보에 포함되며 물량산출 정보로 사용된다.

[0030] 물량산출의 결과는 시공 자재와 미시공 자재 별로 자동 산출되며, 실시간으로 건설현장의 물량을 확인할 수 있다.

[0031] 또한, 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 자재별 시공물량 산출결과를 위치정보가 포함된 BIM모델로 용이하게 생성 가능하기 때문에 시공 중인 건축물에 대한 BIM모델이 존재할 경우 두 모델의 자재별 좌표 비교를 통하여 시공 물량과 미시공 물량을 보다 정확하게 구분하여 산출할 수 있다.

[0032] 따라서, 본 발명을 통해 건설현장에서 실시간으로 물량을 관리하지 못하여 발생하는 비용초과, 조달오류, 공기 지연 등의 한계점을 극복할 수 있다.

[0033] 도 2는 건설현장 시공물량 자동산출 시스템의 구성도이다.

- [0034] 도 2를 참조하면, 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 총 5가지 모듈인 종류 및 재료 기계학습 모듈(210), 시공상태 기계학습 모듈(220), 객체 정보 추출 모듈(230), 자재 시공상태 추출 모듈(240), 및 물량산출 모듈(250)로 구성될 수 있다.
- [0035] 종류 및 재료 기계학습 모듈(210)과 시공상태 기계학습 모듈(220)은 기계학습 기반 분류 목적별 학습 단계에 해당하며, 객체 정보 추출 모듈(230), 자재 시공상태 추출 모듈(240), 및 물량산출 모듈(250)은 실무 활용 단계에 해당한다.
- [0036] 종류 및 재료 기계학습 모듈(210)은 현장 2D/3D 정보 DB를 사용하여 객체의 종류 및 재료를 학습하고, 이를 기반으로 종류 및 재료 분류 모델을 구축할 수 있다.
- [0037] 객체 정보 추출 모듈(230)은 종류 및 재료 기계학습 모듈(210)을 통해 구축한 종류 및 재료 분류 모델을 통해 현장 스캔 정보(2D/3D)로부터 객체의 종류와 재료를 분류하고, 각각의 분류 정보를 병합하여 종류별 재료정보를 생성한다.
- [0038] 시공상태 기계학습 모듈(220)은 자재 2D/3D 정보 DB를 사용하여 자재의 시공상태를 학습하고, 이를 기반으로 시공상태 분류 모델을 구축한다.
- [0039] 자재 시공상태 추출 모듈(240)은 객체 정보 추출 모듈(230)에서 생성한 종류별 재료정보가 입력되면 시공상태 기계학습 모듈(220)을 통해 생성한 시공상태 분류 모델을 통해 자재 시공상태를 분류할 수 있다. 이후, 자재 시공상태 추출 모듈(240)은 종류별 재료정보와 자재 시공상태 분류정보를 병합하여 자재별 시공상태 정보를 생성한다.
- [0040] 물량산출 모듈(250)은 자재 시공상태 추출 모듈(240)에서 생성한 자재별 시공상태 정보를 입력하면 물량산출식을 적용하여 자재별/시공상태별로 물량을 산출할 수 있다. 이를 통해 시공 물량과 미시공 물량으로 구성된 실시간 물량을 파악할 수 있다. 또한, 물량산출식은 자재와 시공상태(시공/미시공)에 따라 정의될 수 있으며, 자재별/시공상태별 현황을 반영하여 관리될 수 있다.
- [0041] 도 3은 종류 및 재료 기계학습 모듈(210)의 적용 상세도이다.
- [0042] 기계학습을 기반으로 객체의 종류 및 재료를 분류하기 위해 학습데이터와 라벨데이터로 구성된 현장 2D/3D 정보 DB를 구축한다. 구축된 현장 2D/3D 정보 DB는 기계학습을 통해 학습되고, 학습된 모델을 통해 건설현장의 스캔 정보에 담긴 객체들을 종류 및 재료별로 분류할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 도 3의 현장 스캔 정보는 시공이 완료된 벽돌, 사모래통, 사람, 미시공 벽돌로 구성되어 있다. 해당 현장 스캔 정보를 기계학습을 통해 종류를 분류하면 객체의 형상, 부피, 위치 등을 파악할 수 있다. 재료의 경우, 객체를 구성하는 재료를 인식하여 분류하며, 재료를 분류할 수 없는 객체는 '-'으로 분류된다. 객체의 종류 및 재료 분류 결과를 통해 건설현장에 사용되는 자재를 식별할 수 있다. '시공이 완료된 벽돌'과 '미시공 벽돌'의 종류는 벽돌, 재료는 시멘트로 분류되며, '사모래통'의 경우 재료는 플라스틱으로 분류되나 객체의 종류는 건축자재에 해당하지 않아 자재로 식별되지 않는다. '사람'은 자재 종류에 해당하지 않으며, 재료를 인식할 수 없으므로 '-'으로 출력된다. 이처럼 객체의 종류 및 재료정보를 분류하여 자재를 식별함으로써 '시공이 완료된 벽돌'에 해당하는 객체 1과 '미시공 벽돌'에 해당하는 객체 4를 최종적으로 도출한다.
- [0044] 도 4는 자재의 시공상태 기계학습 모듈(220)의 적용 상세도이다.
- [0045] 기계학습을 기반으로 시공상태를 분류하기 위해 학습데이터와 라벨데이터로 구성된 자재 2D/3D 정보 DB를 구축한다. 자재 2D/3D 정보 DB는 객체 정보 추출 모듈에서 생성한 종류별 재료정보를 기반으로 구축된다. 구축된 자재 2D/3D 정보 DB는 기계학습을 통해 학습되고, 학습된 모델을 통해 종류별 재료정보를 시공상태별로 분류할 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 도 4의 종류별 재료정보는 '시공이 완료된 벽돌'과 '미시공 벽돌'로 구성되어 있다. 이를 기계학습을 통해 분류하면 벽돌의 줄눈 유무 및 적재 상태 등을 파악하여 객체 1은 시공 물량, 객체 4는 미시공 물량으로 분류된다.
- [0047] 도 5는 본 발명을 적용한 예시이다.
- [0048] 도 5를 참조하면, 본 발명은 건설현장의 3D 스캔, 시공물량 자동산출, 실시간 물량 파악의 3단계로 이루어져 있다.



- [0049] 건설현장에는 다양한 자재로 구성된 시공물량과 미시공 물량이 혼재되어 있으며, 3D 스캔 단계에서는 건설현장을 실시간으로 스캔한다.
- [0050] 건설현장 시공물량 자동산출 단계에서는 분류 목적별 기계학습 모델을 기반으로 객체 정보 및 자재 시공상태를 추출할 수 있다. 예를 들어, 건설현장은 시공이 완료된 '시멘트벽돌(객체 1)'과 '미시공 시멘트벽돌(객체 4)'로 이루어져 있다고 가정한다. 이때, 객체의 종류 및 재료를 분류하는 기계학습 모델을 통해 현장 스캔 정보의 객체 1과 객체 4의 종류는 벽돌, 재료는 시멘트임을 판단할 수 있으며, 객체들의 위치 및 부피를 파악할 수 있다. 이후, 자재 시공상태를 분류하는 기계학습을 통해 적재된 벽돌의 패딘이나 줄눈 등과 같은 특징을 파악해 객체 1은 시공물량, 객체 4는 미시공 물량임을 판단할 수 있다. 이를 통해 물량산출식을 적용하여 자재별/시공상태별 물량을 산출한다.
- [0051] 실시간 물량 파악 단계에서는 자재량, 비용, 위치 정보, 실시간 정보 등 건설현장에서의 실제 시공물량 정보와 미시공 물량 정보를 실시간으로 파악할 수 있다.
- [0052] 다시 말해, 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 1) 3D 스캐닝으로 얻은 정보에서 객체 정보를 추출하기 위하여 종류정보(형상, 부피, 크기 등)와 재료정보(콘크리트, 돌, 철재, 나무 등)를 분류하고, 2) 분류된 객체 정보를 사용하여 건설현장의 자재를 식별한 후 자재의 시공/미시공 상태를 분류하고, 3) 종류정보, 재료정보, 시공상태정보를 포함한 자재별 시공상태 정보를 사용하여 건설 현장의 실시간 물량을 자동으로 산출할 수 있다.
- [0053] 본 실시예들은 BIM 모델의 재료정보 자동 생성을 위한 기초적인 기술로서 종류정보 및 재료정보를 포함한 3차원 데이터를 병합하는 기술 내용을 포함할 수 있다. 파노라마 이미지에 대한 의미론적 세분화(semantic segmentation)를 수행하여 건축재료를 인식 및 분류하고, 분류 결과는 이미지 매칭을 통해 3차원 데이터로 재구성할 수 있다. 이후, 객체의 종류 정보를 포함한 포인트 클라우드와 병합함으로써 Scan-to-BIM 자동화에 필요한 3차원 데이터를 생성할 수 있다.
- [0054] 먼저, 재료정보 분류 및 이미지 매칭 과정은 다음과 같다.
- [0055] 건물의 재료정보를 인식하여 분류하기 위해 첫 단계로 3D 레이저 스캐너에 내장된 카메라를 이용하여 파노라마 이미지를 취득한다. 취득된 파노라마 이미지는 BiSeNet(Bilateral Segmentation Network)을 사용하여 의미론적 세분화를 수행할 수 있고, 그 결과는 재료분류 결과로서 예를 들어 도 6과 같다.
- [0056] 재료분류 결과를 색상으로 구분하여 데이터화할 수 있으며, 이후 재료 분류된 이미지와 포인트 클라우드 데이터를 매칭한다. 도 7에 도시한 바와 같이, 이미지 매칭은 포인트 클라우드에 RGB 값을 재료정보로 대체하여 3차원 재료정보를 생성할 수 있다.
- [0057] 다음으로, 객체의 재료정보를 분류하는 과정은 다음과 같다.
- [0058] 포인트 클라우드로부터 재료정보뿐만 아니라 객체의 종류정보를 분류함으로써 BIM 객체 데이터를 생성할 수 있다. 포인트 클라우드로부터 객체의 종류정보를 분류하기 위해서 본 실시예에서는 3D 의미론적 세분화 모델인 PointNet을 사용할 수 있다. 도 8은 의미론적 세분화 수행 결과 예시를 나타내며, Table, Floor, Wall, Door로 분류된 것을 확인할 수 있다.
- [0059] 마지막으로, 재료정보와 종류정보를 병합하는 과정은 다음과 같다.
- [0060] BIM 객체의 재료정보를 자동으로 입력하는 경우 포인트 클라우드에서 객체별로 해당하는 재료정보를 인식하여야 한다. 이를 위하여, 도 9를 참조하면 이미지 매칭으로 재료정보를 추가한 포인트 클라우드와 PointNet 알고리즘을 통해 객체의 종류가 분류된 포인트 클라우드를 하나의 3차원 데이터로 병합한다. 우선, 두 데이터를 병합하기 위해 각 포인트 클라우드가 위치하는 좌표를 일치시킨다. 이를 위해, 반복적인 연산을 통해 RMSE(Root Mean Square Error) 값이 작은 위치로 포인트 클라우드를 이동시킨다. RMSE는 평균 제곱근 오차값으로 두 포인트 클라우드 좌표의 오차율을 확인할 수 있는 지표가 된다. 이후, 같은 좌표로 옮겨진 두 포인트 클라우드는 병합 기능으로 병합하여 하나의 포인트 클라우드를 생성한다.
- [0061] 도 10은 두 개의 포인트 클라우드가 병합된 결과 예시를 나타내고 있으며, 의미론적 세분화를 통해 분류된 종류정보와 재료정보가 하나의 포인트 클라우드로 병합된 것을 확인할 수 있다.
- [0062] 본 실시예에서는 이미지 및 포인트 클라우드 데이터의 의미론적 세분화, 이미지 매칭, 포인트 클라우드의 좌표 통일 및 병합 기술을 활용하여 재료정보와 종류정보로 구성된 포인트 클라우드를 생성할 수 있다. 이때, 생성된 포인트 클라우드를 Scan-to-BIM 자동화 기술에 활용할 시 종류 데이터 영역 안에 있는 재료 데이터를 추출하

여 BIM 객체의 재료정보로 입력할 수 있다.

- [0063] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 예를 도시한 블록도이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들에 따른 건설현장 시공물량 자동산출 시스템(100)은 도 11에 통해 도시된 컴퓨터 시스템(1100)에 의해 구현될 수 있다.
- [0064] 도 11에 도시된 바와 같이 컴퓨터 시스템(1100)은 본 발명의 실시예들에 따른 건설현장 시공물량 자동산출 방법을 실행하기 위한 구성요소로서, 메모리(1110), 프로세서(1120), 통신 인터페이스(1130), 그리고 입출력 인터페이스(1140)를 포함할 수 있다.
- [0065] 메모리(1110)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 여기서 ROM과 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치는 메모리(1110)와는 구분되는 별도의 영구 저장 장치로서 컴퓨터 시스템(1100)에 포함될 수도 있다. 또한, 메모리(1110)에는 운영체제와 적어도 하나의 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 메모리(1110)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체로부터 메모리(1110)로 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체가 아닌 통신 인터페이스(1130)를 통해 메모리(1110)에 로딩될 수도 있다. 예를 들어, 소프트웨어 구성요소들은 네트워크(1170)를 통해 수신되는 파일들에 의해 설치되는 컴퓨터 프로그램에 기반하여 컴퓨터 시스템(1100)의 메모리(1110)에 로딩될 수 있다.
- [0066] 프로세서(1120)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(1110) 또는 통신 인터페이스(1130)에 의해 프로세서(1120)로 제공될 수 있다. 예를 들어 프로세서(1120)는 메모리(1110)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 수신되는 명령을 실행하도록 구성될 수 있다.
- [0067] 통신 인터페이스(1130)은 네트워크(1170)를 통해 컴퓨터 시스템(1100)이 다른 장치와 서로 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 일례로, 컴퓨터 시스템(1100)의 프로세서(1120)가 메모리(1110)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 생성한 요청이나 명령, 데이터, 파일 등이 통신 인터페이스(1130)의 제어에 따라 네트워크(1170)를 통해 다른 장치들로 전달될 수 있다. 역으로, 다른 장치로부터의 신호나 명령, 데이터, 파일 등이 네트워크(1170)를 거쳐 컴퓨터 시스템(1100)의 통신 인터페이스(1130)를 통해 컴퓨터 시스템(1100)으로 수신될 수 있다. 통신 인터페이스(1130)를 통해 수신된 신호나 명령, 데이터 등은 프로세서(1120)나 메모리(1110)로 전달될 수 있고, 파일 등은 컴퓨터 시스템(1100)이 더 포함할 수 있는 저장 매체(상술한 영구 저장 장치)로 저장될 수 있다.
- [0068] 통신 방식은 제한되지 않으며, 네트워크(1170)가 포함할 수 있는 통신망(일례로, 이동통신망, 유선 인터넷, 무선 인터넷, 방송망)을 활용하는 통신 방식뿐만 아니라 기기들간의 근거리 유선/무선 통신 역시 포함될 수 있다. 예를 들어, 네트워크(1170)는, PAN(personal area network), LAN(local area network), CAN(campus area network), MAN(metropolitan area network), WAN(wide area network), BBN(broadband network), 인터넷 등의 네트워크 중 하나 이상의 임의의 네트워크를 포함할 수 있다. 또한, 네트워크(1170)는 버스 네트워크, 스타 네트워크, 링 네트워크, 메쉬 네트워크, 스타-버스 네트워크, 트리 또는 계층적(hierarchical) 네트워크 등을 포함하는 네트워크 토폴로지 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0069] 입출력 인터페이스(1140)는 입출력 장치(1150)와의 인터페이스를 위한 수단일 수 있다. 예를 들어, 입력 장치는 마이크, 키보드, 카메라 또는 마우스 등의 장치를, 그리고 출력 장치는 디스플레이, 스피커와 같은 장치를 포함할 수 있다. 다른 예로 입출력 인터페이스(1140)는 터치스크린과 같이 입력과 출력을 위한 기능이 하나로 통합된 장치와의 인터페이스를 위한 수단일 수도 있다. 입출력 장치(1150)는 컴퓨터 시스템(1100)과 하나의 장치로 구성될 수도 있다.
- [0070] 이러한 도 11의 실시예는, 컴퓨터 시스템(1100)의 일례일 뿐이고, 컴퓨터 시스템(1100)은 도 11에 도시되지 않은 추가의 컴포넌트를 더 구비하거나, 2개 이상의 컴포넌트를 결합시키는 구성 또는 배치를 가질 수 있다. 컴퓨터 시스템(1100)에 포함 가능한 컴포넌트들은 하나 이상의 신호 처리 또는 어플리케이션에 특화된 집적 회로를 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어 양자의 조합으로 구현될 수 있다.
- [0071] 이처럼 본 발명의 실시예들에 따르면, 기계학습과 3D 스캐닝을 활용하여 건설현장에서 실시간으로 시공물량과

미시공물량을 자동적으로 산출함으로써 인력 의존적인 시공물량 파악의 한계점을 해결할 수 있다.

[0072] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 프로세서, 콘트롤러, 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, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 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 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0073] 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, 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

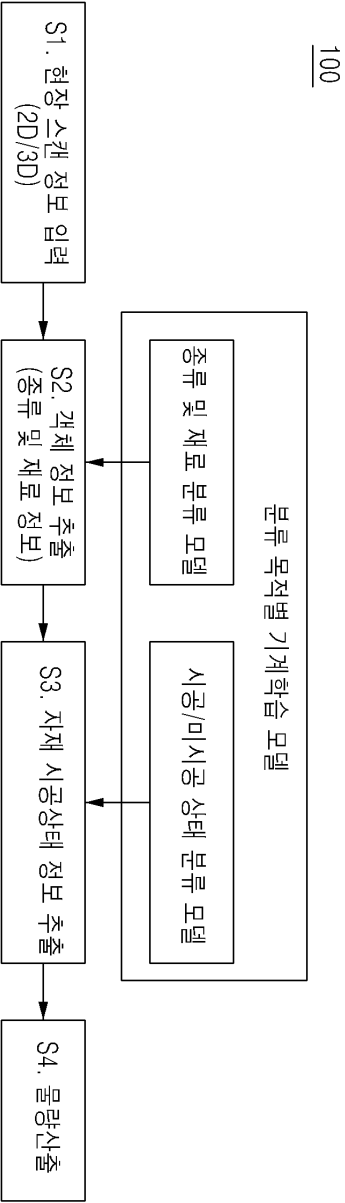
[0074] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수 개의 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 어플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다.

[0075] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 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.

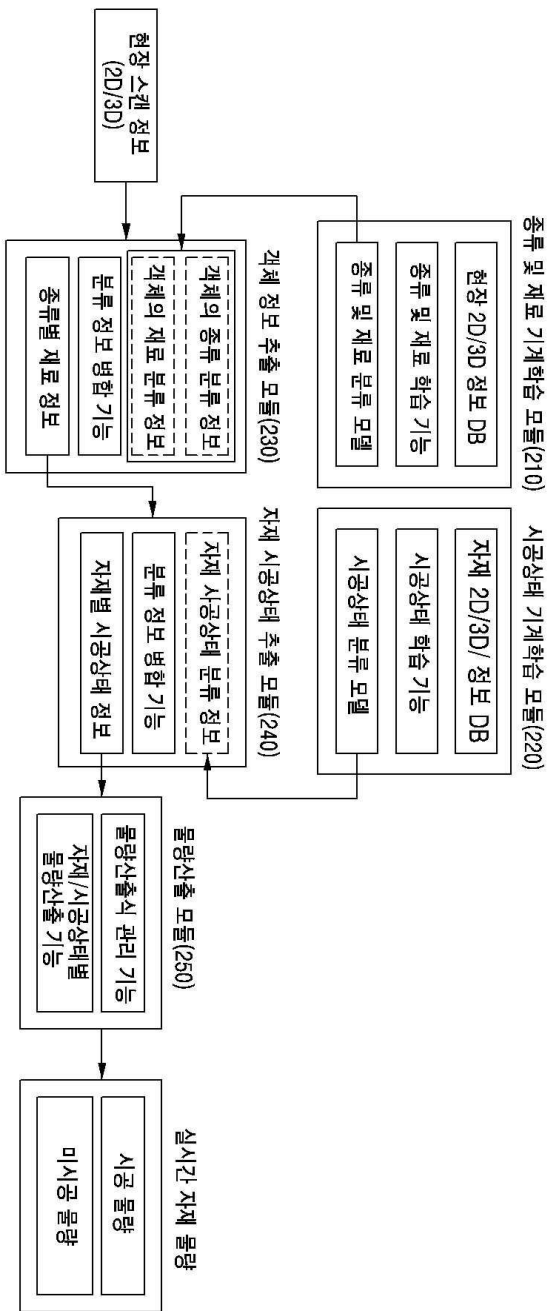
[0076] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

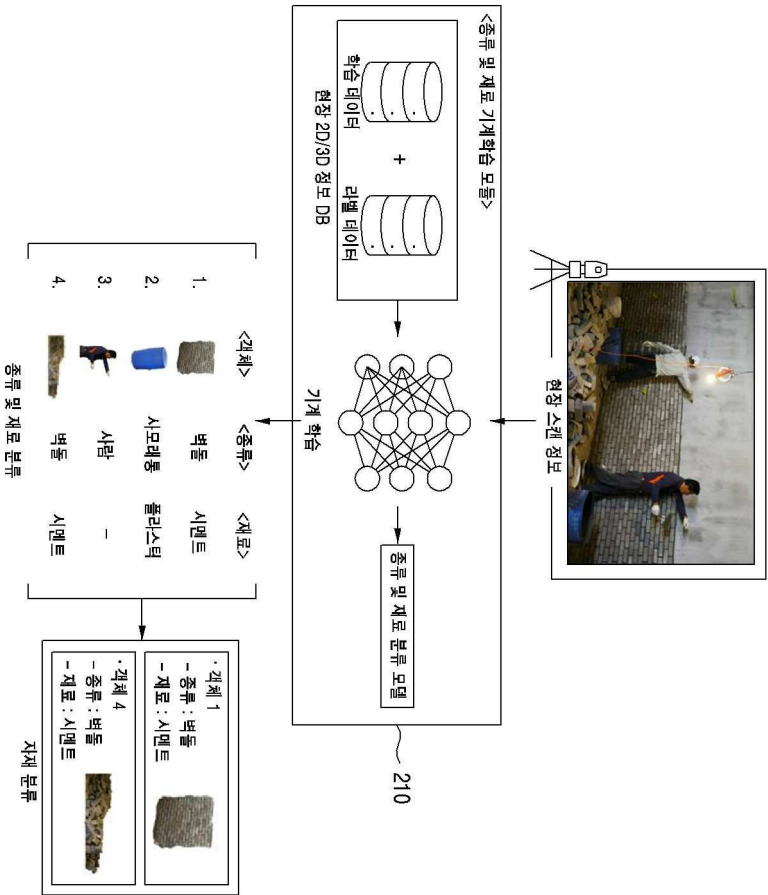
도면1



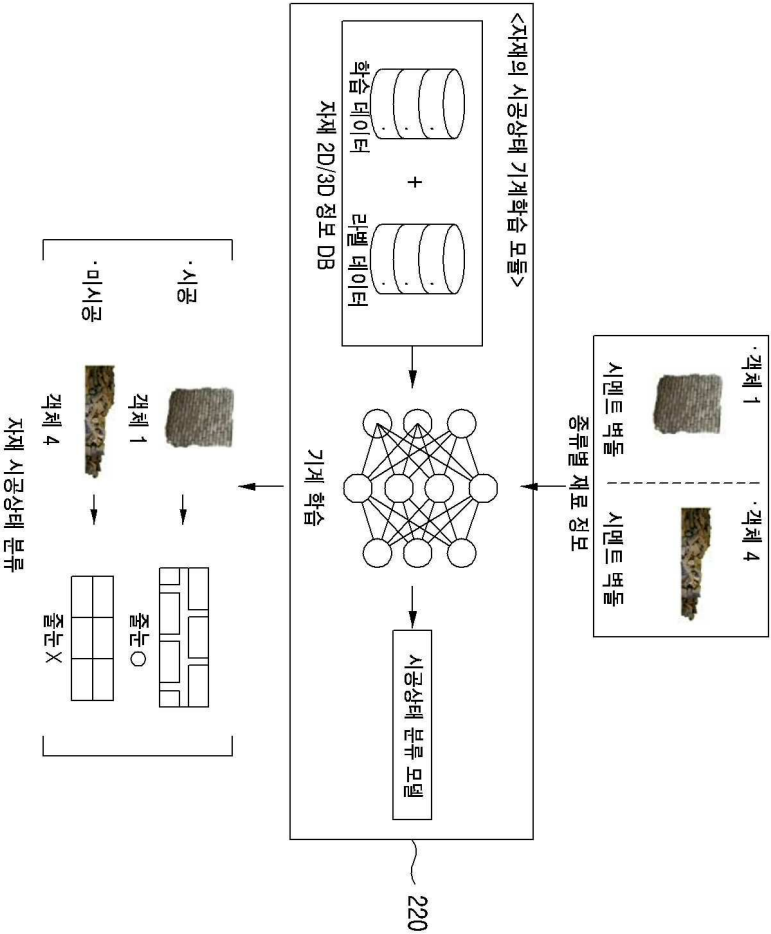
도면2



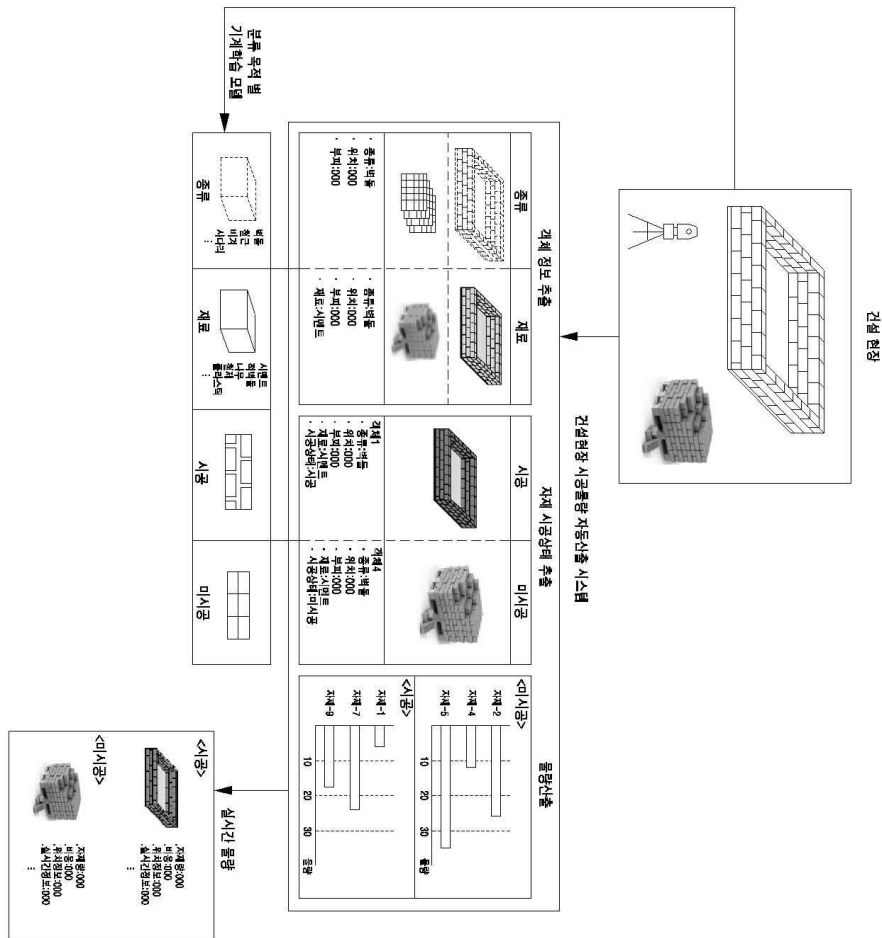
도면3



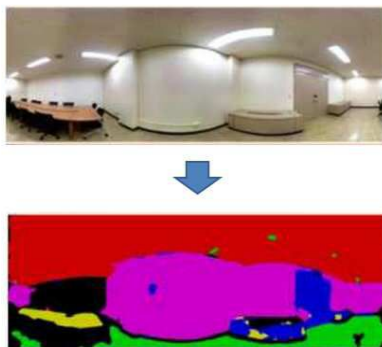
도면4



도면5

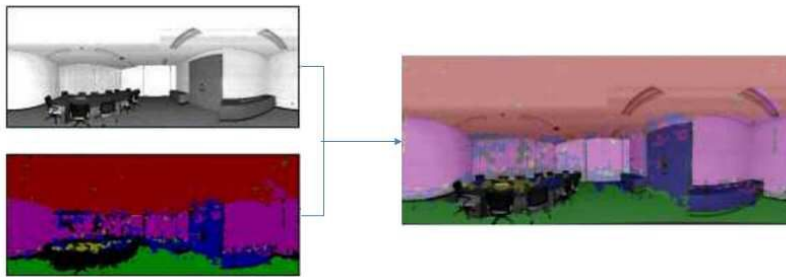


도면6

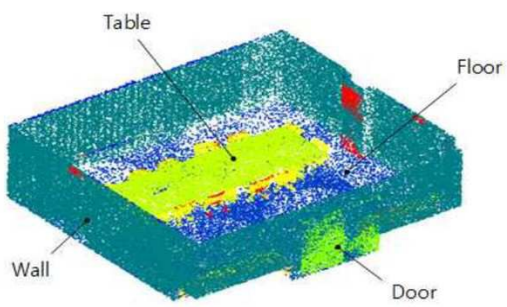




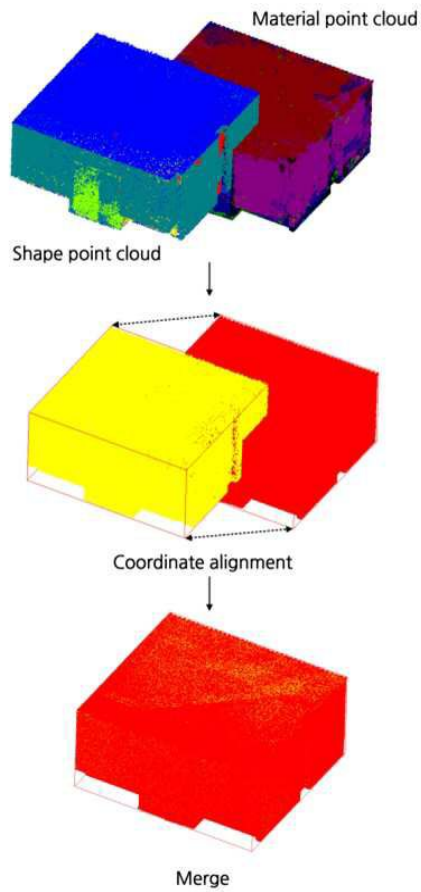
도면7



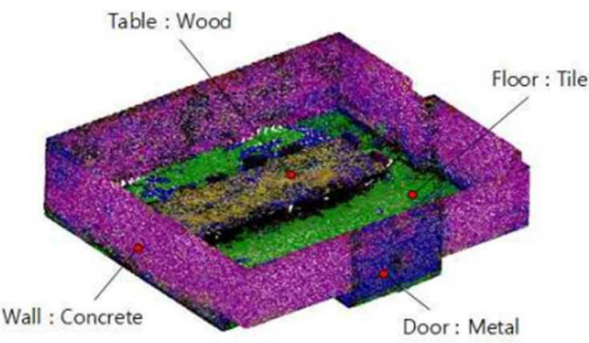
도면8



도면9



도면10



도면11

