



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0021534
(43) 공개일자 2024년02월19일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G06Q 10/06</i> (2012.01) <i>G06F 30/13</i> (2020.01)
 <i>G06F 30/20</i> (2020.01) <i>G06N 20/00</i> (2019.01)
 <i>G06Q 50/08</i> (2012.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>G06Q 10/06375</i> (2013.01)
 <i>G06F 30/13</i> (2020.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-0099968
 (22) 출원일자 2022년08월10일
 심사청구일자 2022년08월10일</p> | <p>(71) 출원인
 경상국립대학교산학협력단
 경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)</p> <p>(72) 발명자
 윤석현
 경남 진주시 진양호로 195-5</p> <p>(74) 대리인
 김중석</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 20 항

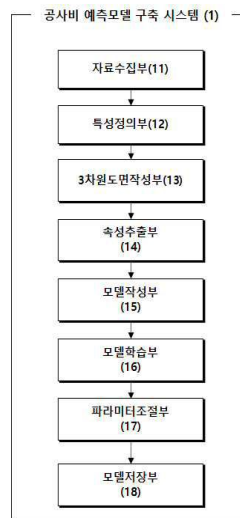
(54) 발명의 명칭 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템 및 이를 이용한 공사비 예측 방법

(57) 요약

본 발명은 공사의 영향요인과 3차원 설계의 속성정보를 활용하여 공사비를 예측하는 방법에 관한 것으로, 공사비 예측 시간을 획기적으로 줄이고 정확도를 향상시킬 수 있는 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측방법 및 이를 이용한 공사비 예측 시스템(2)에 관한 것이다.

상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 공사비 예측 시간을 절감할 수 있고, 공사비 예측 정확도를 향상할 수 있다. 또한, 본 발명은 공사 설계 변경 횟수와 범위를 획기적으로 줄일 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 30/20 (2020.01)

G06N 20/00 (2021.08)

G06Q 10/0631 (2023.01)

G06Q 50/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012737
과제번호	163269
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	인공지능기반의건축설계자동화기술개발
연구과제명	인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경북대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

공사비 사례 자료를 수집하는 자료수집부(11);

건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 특성정의부(12);

상기 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원도면작성부(13);

상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성추출부(14);

상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 모델작성부(15);

상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 모델학습부(16);

상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터조절부(17);

상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 모델저장부(18);를 포함하는 것을 특징으로 하는,

공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 특성정의부(12)는 상기 공사비 영향요인으로,

건축물의 종류, 연면적, 건축면적, 총 높이, 지상층수, 지하층수, 대지면적, 조경면적, 기준층 높이, 주차장 크기 및 착공연도 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 속성추출부(14)에서 추출된 속성정보는,

3차원 건축물의 벽체, 바닥 및 창호의 수량 중 어느 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

상기 학습을 위한 상기 파라미터로 50개의 노드로 구성된 1개의 히든 레이어를 사용하여 작성되는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

아래 제1활성화함수(AF₁)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향 요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템 :

$$AF_1(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

(여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

아래 제2활성화함수(AF₂)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향 요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템 :

$$AF_2(x) = \max\{0, x\}$$

(여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

아래 제3활성화함수(AF₃)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향 요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템 :

$$AF_3(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$

(여기서, α는 0.5이고, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 파라미터조절부(17)는,

상기 공사비 예측모델의 학습에 사용되는 활성화함수와 노드의 구성, 학습을 및 학습회수를 함께 조절하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템.

청구항 9

자료수집부(11)가 공사비 사례 자료를 수집하는 공사비 자료 수집 단계;

특성정의부(12)가 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 공사비 영향요인 정의 단계;

3차원도면작성부(13)가 상기 공사비 자료 수집 단계에서 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원 건축도면 작성 단계;

속성추출부(14)가 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성정보 추출 단계;

모델작성부(15)가 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 공사비 예측모델 작성 단계;

모델학습부(16)가 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 공사비 예측모델 학습 단계;

파라미터조절부(17)가 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터 조절 단계;

모델저장부(18)가 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 공사비 예측모델 저장 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 특성정의부(12)는 상기 공사비 영향요인으로,

건축물의 종류, 연면적, 건축면적, 층 높이, 지상층수, 지하층수, 대지면적, 조경면적, 기준층 높이, 주차장 크기 및 착공연도 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 속성추출부(14)에서 추출된 속성정보는,

3차원 건축물의 벽체, 바닥 및 창호의 수량 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법.

청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

상기 학습을 위한 상기 파라미터로 50개의 노드로 구성된 1개의 히든 레이어를 사용하여 작성되는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법.

청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

아래 제1활성화함수(AF₁)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법 :

$$AF_1(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

(여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

청구항 14

제 9항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

아래 제2활성화함수(AF₂)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향 요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법 :

$$AF_2(x) = \max\{0, x\}$$

(여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

청구항 15

제 9항에 있어서,

상기 모델작성부(15)는,

아래 제3활성화함수(AF₃)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향 요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법 :

$$AF_3(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$

(여기서, α는 0.5이고, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

청구항 16

제 9항에 있어서,

상기 파라미터조절부(17)는,

상기 공사비 예측모델의 학습에 사용되는 활성화함수와 노드의 구성, 학습율 및 학습회수를 함께 조절하는 것을 특징으로 하는, 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법.

청구항 17

공사비 사례 자료를 수집하는 자료수집부(11);

건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 특성정의부(12);

상기 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원도면작성부(13);

상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성추출부(14);

상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 모델작성부

(15);

상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 모델학습부(16);

상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터조절부(17);

상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 모델저장부(18);

공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보에 대한 기본치수를 입력하는 예측모델입력부(21);

상기 입력된 기본치수에서 상기 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출하는 수량정보추출부(22);

상기 수량정보추출부(22)에서 추출할 수 없는 정보를 추가로 입력하도록 제공하여 확인하는 특성정보확인부(23);

상기 저장된 공사비 예측모델 중 어느 하나를 이용하여 건물의 공사비를 예측하는 공사비예측부(24);

상기 예측된 공사비를 확인 후 공사비 예측모델을 변경하거나 상기 특성정보를 수정하여 공사비를 재예측하는 모델수정부(25);

상기 공사비예측부(24) 또는 모델수정부(25)에 의해 예측된 공사비의 오차율에 따른 오차범위를 제공하는 오차범위검토부(26);를 포함하는 것을 특징으로 하는,

머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보는,

벽체, 바닥, 지붕, 보 및 기둥 중 어느 하나 이상의 정보인 것을 특징으로 하는, 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템.

청구항 19

자료수집부(11)가 공사비 사례 자료를 수집하는 공사비 자료 수집 단계;

특성정의부(12)가 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 공사비 영향요인 정의 단계;

3차원도면작성부(13)가 상기 공사비 자료 수집 단계에서 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원 건축도면 작성 단계;

속성추출부(14)가 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성정보 추출 단계;

모델작성부(15)가 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 공사비 예측모델 작성 단계;

모델학습부(16)가 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 공사비 예측모델 학습 단계;

파라미터조절부(17)가 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터 조절 단계;

모델저장부(18)가 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 공사비 예측모델 저장 단계;

예측모델입력부(21)가 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보에 대한 기본치수를 입력하는 기본치수 입력 단계;

수량정보추출부(22)가 상기 입력된 기본치수에서 상기 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출하는 수량정보 추출 단계;

특성정보확인부(23)가 상기 수량정보 추출 단계에서 추출할 수 없는 정보를 추가로 입력하도록 제공하여 확인하는 특성정보 입력 단계;

공사비예측부(24)가 상기 저장된 공사비 예측모델 중 어느 하나를 이용하여 건물의 공사비를 예측하는 공사비 예측 단계;

모델수정부(25)가 상기 예측된 공사비를 확인 후 공사비 예측모델을 변경하거나 상기 특성정보를 수정하여 공사비를 재예측하는 공사비 재예측 단계;

오차범위검토부(26)가 상기 공사비예측부(24) 또는 모델수정부(25)에 의해 예측된 공사비의 오차율에 따른 오차범위를 제공하는 오차범위 제공 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 방법.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보는,

벽체, 바닥, 지붕, 보 및 기둥 중 어느 하나 이상의 정보인 것을 특징으로 하는, 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 공사의 영향요인과 3차원 설계의 속성정보를 활용하여 공사비를 예측하는 방법에 관한 것으로, 공사비 예측 시간을 획기적으로 줄이고 정확도를 향상시킬 수 있는 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측방법 및 이를 이용한 공사비 예측 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 주거, 상업, 업무, 공공, 문화시설 등이 수평적, 수직적으로 혼합 배치된 복합 공간 개발 프로젝트는 복수의 건축 프로젝트가 서로 밀접하게 연계되어 일정한 구역 내에 시설물이 집약적으로 배치된다. 따라서 공간의 활용에 있어서, 그 효율의 극대화가 요구되므로 복합 공간 개발 프로젝트의 기획단계에서부터 각 세부 시설물의 체계적인 공간계획을 통한 자원 및 비용의 효과적인 할당이 요구된다.

[0004] 건설 사업이 갈수록 대형화, 복잡화 되어감에 따라 공사비 예측은 매우 중요하며, 건설사업 시행에 있어서 필수적인 요소이다. 기본설계 단계에서는 공사비의 적정성을 확인할 수 있는 방법이 없으며, 기본 설계 단계에서의 공사비 오차가 매우 크게 나타나고 있다.

[0005] 따라서 적정공사비 산정에 관한 필요성이 꾸준히 제기되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2011-0003753호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 공사비 예측 시간을 절감할 수 있고, 공사비 예측 정확도를 향상할 수 있는 공사비 예측방법 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0009] 또한, 본 발명의 목적은 공사 설계 변경 횟수와 범위를 획기적으로 줄일 수 있는 공사비 예측방법 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0010] 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] (1) 공사비 예측모델 구축 시스템

- [0013] 본 발명에 따른 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템은,
- [0014] 공사비 사례 자료를 수집하는 자료수집부(11);
- [0015] 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 특성정의부(12);
- [0016] 상기 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원도면작성부(13);
- [0017] 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성추출부(14);
- [0018] 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 모델작성부(15);
- [0019] 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 모델학습부(16);
- [0020] 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터조절부(17);
- [0021] 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 모델저장부(18);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] (2) 공사비 예측모델 구축 방법

- [0024] 본 발명에 따른 본 발명인 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법은,
- [0025] 자료수집부(11)가 공사비 사례 자료를 수집하는 공사비 자료 수집 단계;
- [0026] 특성정의부(12)가 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 공사비 영향요인 정의 단계;
- [0027] 3차원도면작성부(13)가 상기 공사비 자료 수집 단계에서 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원 건축도면 작성 단계;
- [0028] 속성추출부(14)가 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성정보 추출 단계;
- [0029] 모델작성부(15)가 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 공사비 예측모델 작성 단계;
- [0030] 모델학습부(16)가 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 공사비 예측모델 학습 단계;
- [0031] 파라미터조절부(17)가 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터 조절 단계;
- [0032] 모델저장부(18)가 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 공사비 예측모델 저장 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0034] **(3) 공사비 예측 시스템**

[0035] 본 발명에 따른 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템은,

[0036] 공사비 사례 자료를 수집하는 자료수집부(11);

[0037] 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 특성정의부(12);

[0038] 상기 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원도면작성부(13);

[0039] 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성추출부(14);

[0040] 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 모델작성부(15);

[0041] 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 모델학습부(16);

[0042] 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터조절부(17);

[0043] 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장하는 모델저장부(18);

[0044] 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보에 대한 기본치수를 입력하는 예측모델입력부(21);

[0045] 상기 입력된 기본치수에서 상기 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출하는 수량정보추출부(22);

[0046] 상기 수량정보추출부(22)에서 추출할 수 없는 정보를 추가로 입력하도록 제공하여 확인하는 특성정보확인부(23);

[0047] 상기 저장된 공사비 예측모델 중 어느 하나를 이용하여 건물의 공사비를 예측하는 공사비예측부(24);

[0048] 상기 예측된 공사비를 확인 후 공사비 예측모델을 변경하거나 상기 특성정보를 수정하여 공사비를 재예측하는 모델수정부(25);

[0049] 상기 공사비예측부(24) 또는 모델수정부(25)에 의해 예측된 공사비의 오차율에 따른 오차범위를 제공하는 오차범위검토부(26);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0051] **(4) 공사비 예측 방법**

[0052] 본 발명에 따른 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 방법은,

[0053] 자료수집부(11)가 공사비 사례 자료를 수집하는 공사비 자료 수집 단계;

[0054] 특성정의부(12)가 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의하는 공사비 영향요인 정의 단계;

[0055] 3차원도면작성부(13)가 상기 공사비 자료 수집 단계에서 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성하는 3차원 건축도면 작성 단계;

[0056] 속성추출부(14)가 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출하는 속성정보 추출 단계;

[0057] 모델작성부(15)가 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성하는 공사비 예측모델 작성 단계;

[0058] 모델학습부(16)가 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습하는 공사비 예측모델 학습 단계;

[0059] 파라미터조절부(17)가 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮추는 파라미터 조절 단계;

[0060] 모델저장부(18)가 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모

텔을 저장하는 공사비 예측모델 저장 단계;

- [0061] 예측모델입력부(21)가 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보에 대한 기본치수를 입력하는 기본치수 입력 단계;
- [0062] 수량정보추출부(22)가 상기 입력된 기본치수에서 상기 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출하는 수량정보 추출 단계;
- [0063] 특성정보확인부(23)가 상기 수량정보 추출 단계에서 추출할 수 없는 정보를 추가로 입력하도록 제공하여 확인하는 특성정보 입력 단계;
- [0064] 공사비예측부(24)가 상기 저장된 공사비 예측모델 중 어느 하나를 이용하여 건물의 공사비를 예측하는 공사비 예측 단계;
- [0065] 모델수정부(25)가 상기 예측된 공사비를 확인 후 공사비 예측모델을 변경하거나 상기 특성정보를 수정하여 공사비를 재예측하는 공사비 재예측 단계;
- [0066] 오차범위검토부(26)가 상기 공사비예측부(24) 또는 모델수정부(25)에 의해 예측된 공사비의 오차율에 따른 오차범위를 제공하는 오차범위 제공 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0068] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 공사비 예측 시간을 절감할 수 있고, 공사비 예측 정확도를 향상할 수 있다.
- [0069] 또한, 본 발명은 공사 설계 변경 횟수와 범위를 획기적으로 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0071] 도 1은 본 발명의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템(1)을 나타내는 구성도이다.
- 도 2는 본 발명인 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법(S10)을 나타내는 순서도이다.
- 도 3은 본 발명인 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템(2)을 나타내는 구성도이다.
- 도 4는 본 발명인 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 수량정보추출부(22)가 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출하는 결과를 확인할 수 있는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 공사비예측부(24)에서 예측한 공사비 결과값과 오차범위검토부(26)에서 확인한 오차범위를 그래프로 나타낸 결과이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 공사비 예측모델 구축을 위해 3차원 건축 모델에서 추출하는 속성값들의 종류와 이들 속성값들의 상호 종속 관계를 분석하기 위해 수행한 예이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 공사비 예측모델 구축을 위해 파라미터를 구성하여 나타낸 예이다.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 따라 공사비 예측 학습결과를 나타낸 예이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따라 공사비 예측 학습결과에 따른 예측값, 오차값, 오차율 및 표준편차를 나타낸 예이다.
- 도 11은 본 발명의 일실시예에 따라 공사비 예측 방법을 실시하기 위한 학습 데이터 구성을 나타낸 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0072] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0073] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0074] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함” 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0076] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0077] 본 발명에 대한 해결하고자 하는 과제, 과제의 해결 수단, 발명의 효과를 포함한 구체적인 사항들은 다음에 기재할 실시예 및 도면들에 포함되어 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0078] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0080] 본 발명의 일실시예에 따라, 3차원 건축설계 속성정보를 활용한 개산견적을 위해서는 우선 개산견적을 위한 공사비 예측모델을 개발해야 하며, 이렇게 개발된 공사비 예측모델을 활용하여, 예측하고자 하는 건축물의 3차원 건축모델에서 필요한 속성값을 추출하여 공사비를 예측하게 된다. 따라서 개산견적 시스템 및 프로세스는 아래와 같이 수행하는 것이 바람직하다.
- [0082] **(1) 공사비 예측모델 구축 시스템**
- [0083] 본 발명인 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 시스템은 공사비 예측모델 구축 시스템(1)으로 줄여 기재한다. 상기 공사비 예측모델 구축 시스템(1)은, 도 1에 나타난 바와 같이, 자료수집부(11), 특성정의부(12), 3차원도면작성부(13), 속성추출부(14), 모델작성부(15), 모델학습부(16), 파라미터 조절부(17) 및 모델저장부(18)로 구성된다.
- [0084] 먼저, 상기 자료수집부(11)는 공사비 사례 자료를 수집한다.
- [0085] 공사비 예측 정확도를 높이기 위해서는 공사비 예측을 학습하기 위한, 공사비 사례 자료를 수집하여야 하며, 여기서는 3년 동안 조달청에서 발주한 공공공사 450 건을 대상으로 하였다. 다만, 이들 자료에는 3차원 모델을 포함하지 않아, 1차적으로 이들 중 30 건을 대상으로 3차원 건축모델을 작성하고, 이들로부터 속성정보를 추출하여 공사비 예측에 활용하였다.
- [0087] 다음으로, 상기 특성정의부(12)는 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의한다. 상기 특성정의부(12)는 상기 공사비 영향요인으로 건축물의 종류, 연면적, 건축면적, 총 높이, 지상층수, 지하층수, 대지면적, 조경면적, 기준층 높이, 주차장 크기 및 착공연도 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0088] 공사비는 건축공사의 기본적인 특성을 정의하는 대표적인 속성들에 영향을 받으므로, 이들을 기본적인 영향요인으로 정의하고, 여기에 3차원 모델에서 추출될 수 있는 벽체와 바닥 등 건축물 구조체의 수량정보를 공사비 영향요인으로 정의하였다. 이렇게 정의된 대표적인 속성들은 건축물의 종류, 연면적, 건축면적, 총높이, 지상층수, 지하층수, 대지면적, 조경면적, 기준층 높이, 주차장 크기, 착공연도 등 11개로 설정한다.

- [0090] 다음으로, 상기 3차원도면작성부(13)는 상기 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성한다.
- [0091] 상기 학습대상으로 설정한 데이터에서, 1차적으로 30 건의 사례를 대상으로 2차원 건축도면을 수집하여, 3차원 건축도면으로 작성하였다. 향후, 학습 성능 향상을 위하여 학습 데이터는 지속적으로 추가하여 학습할 수 있도록 한다.
- [0093] 다음으로, 상기 속성추출부(14)는 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출한다. 상기 속성추출부(14)에서 추출된 속성정보는 3차원 건축물의 벽체, 바닥 및 창호의 수량 중 어느 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0094] 상기 3차원도면작성부(13)에 의해 작성된 3차원 건축물의 벽체와 바닥, 창호 수량을 추출한다. 3차원 모델에서 상기 속성정보를 자동으로 추출하는 프로그램을 작성하여, 한 번의 클릭으로 필요한 속성값들을 추출하여 학습에 필요한 CSV파일로 저장토록 한다.
- [0096] 다음으로, 상기 모델작성부(15)는 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성한다. 상기 모델작성부(15)는 상기 학습을 위한 상기 파라미터로 50개의 노드로 구성된 1개의 히든 레이어를 사용하여 작성되는 것을 특징으로 한다.
- [0097] 상기 추출된 속성정보 활용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성한다. 공사비 학습에는 TensorFlow의 Keras라이브러리를 사용하였으며, 학습을 위한 파라미터로 50개의 노드로 구성된 1개의 히든 레이어에 아래 활성화함수를 사용하였다.
- [0098] 상기 모델작성부(15)는 상기 공사비 예측을 학습할 때 [수학식 1] 내지 [수학식 2]에 표현되는 아래 제1활성화함수(AF₁) 내지 제3활성화함수(AF₃)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행한다.
- [0099] 상기 제1활성화함수(AF₁)는 아래 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

$$AF_1(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

- [0101]
- [0102] (여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).
- [0104] 상기 제2활성화함수(AF₂)는 아래 [수학식 2]과 같다.

수학식 2

$$AF_2(x) = \max\{0, x\}$$

- [0106]
- [0107] (여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

[0109] 상기 제3활성화함수(AF₃)는 아래 [수학식 3]과 같다.

수학식 3

$$AF_3(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$

[0112] (여기서, α 는 0.5이고, x 는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

[0114] 다음으로, 상기 모델학습부(16)는 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습한다.

[0115] 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 하여 구성된 학습모델을 활용하여, 학습율은 0.05로 설정하고, 학습 횟수는 1100번을 지정하여 학습하였다. 학습결과 공사비 예측 오차율은 최소 3.5%, 평균 19.6%의 결과를 얻었다. 이러한 학습결과는 학습데이터를 추가 확보할수록 향상될 것으로 예상된다.

[0117] 다음으로, 상기 파라미터조절부(17)는 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮춘다. 상기 파라미터조절부(17)는 상기 공사비 예측모델의 학습에 사용되는 활성화함수와 노드의 구성, 학습율 및 학습횟수를 함께 조절하는 것을 특징으로 한다.

[0118] 공사비 예측결과 향상을 위하여, 상기 활성화함수와 노드의 구성, 학습율, 학습횟수 등을 조정하여 학습할 수 있으며, 이러한 파라미터 조절을 통해 오차율을 낮출 수 있다.

[0120] 다음으로, 상기 모델저장부(18)는 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장한다.

[0121] 적절한 수준의 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면, 향후 공사비 예측을 위해 지금까지 학습된 예측모델을 저장한다. 이렇게 저장된 모델은 다음 단계의 공사비 예측에 활용할 수 있다.

[0123] (2) 공사비 예측모델 구축 방법

[0124] 본 발명인 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측모델 구축 방법은 공사비 예측모델 구축 방법(S10)으로 줄여 기재한다. 상기 공사비 예측모델 구축 방법(S10)은 앞서 기재된 공사비 예측모델 구축 시스템(1)을 이용하여 수행하는 것이 바람직하며, 앞서 기재된 구성이 동일하게 적용된다. 본 발명인 공사비 예측모델 구축 방법(S10)은, 도 2 및 아래 방법에 의해 수행된다.

[0125] 먼저, 제1-1단계(S11)는 공사비 자료 수집 단계이다. 상기 제1-1단계(S11)에서 상기 자료수집부(11)는 공사비 사례 자료를 수집한다.

[0126] 공사비 예측 정확도를 높이기 위해서는 공사비 예측을 학습하기 위한, 공사비 사례 자료를 수집하여야 하며, 여기서는 3년 동안 조달청에서 발주한 공공공사 450 건을 대상으로 하였다. 다만, 이들 자료에는 3차원 모델을 포함하지 않아, 1차적으로 이들 중 30 건을 대상으로 3차원 건축모델을 작성하고, 이들로부터 속성정보를 추출하여 공사비 예측에 활용하였다.

[0128] 다음으로, 제1-2단계(S12)는 공사비 영향요인 정의 단계이다. 제1-2단계(S12)에서 상기 특성정의부(12)가 건축공사의 3차원 모델에서 추출될 수 있는 공사비 영향요인을 정의한다. 상기 특성정의부(12)는 상기 공사비 영향요인으로 건축물의 종류, 연면적, 건축면적, 총 높이, 지상층수, 지하층수, 대지면적, 조경면적, 기준층 높이,

주차장 크기 및 착공연도 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0129] 공사비는 건축공사의 기본적인 특성을 정의하는 대표적인 속성들에 영향을 받으므로, 이들을 기본적인 영향요인으로 정의하고, 여기에 3차원 모델에서 추출될 수 있는 벽체와 바닥 등 건축물 구조체의 수량정보를 공사비 영향요인으로 정의하였다. 이렇게 정의된 대표적인 속성들은 건축물의 종류, 연면적, 건축면적, 총높이, 지상층수, 지하층수, 대지면적, 조경면적, 기준층 높이, 주차장 크기, 착공연도 등 11개로 설정한다.

[0131] 다음으로, 제1-3단계(S13)는 3차원 건축도면 작성 단계이다. 상기 제1-3단계(S13)에서 상기 3차원도면작성부(13)가 상기 수집된 공사비 사례 자료를 이용하여 2차원 건축도면을 3차원 건축도면으로 작성한다.

[0132] 상기 학습대상으로 설정한 데이터에서, 1차적으로 30 건의 사례를 대상으로 2차원 건축도면을 수집하여, 3차원 건축도면으로 작성하였다. 향후, 학습 성능 향상을 위하여 학습 데이터는 지속적으로 추가하여 학습할 수 있도록 한다.

[0134] 다음으로, 제1-4단계(S14)는 속성정보 추출 단계이다. 상기 제1-4단계(S14)에서 상기 속성추출부(14)가 상기 작성된 3차원 건축도면에서 3차원 건축물의 속성정보를 추출한다. 상기 속성추출부(14)에서 추출된 속성정보는 3차원 건축물의 벽체, 바닥 및 창호의 수량 중 어느 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0135] 상기 3차원도면작성부(13)에 의해 작성된 3차원 건축물의 벽체와 바닥, 창호 수량을 추출한다. 3차원 모델에서 상기 속성정보를 자동으로 추출하는 프로그램을 작성하여, 한 번의 클릭으로 필요한 속성값들을 추출하여 학습에 필요한 CSV파일로 저장토록 한다.

[0137] 다음으로, 제1-5단계(S15)는 공사비 예측모델 작성 단계이다. 상기 제1-5단계(S15)에서 상기 모델작성부(15)가 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 이용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성한다. 상기 모델작성부(15)는 상기 학습을 위한 상기 파라미터로 50개의 노드로 구성된 1개의 히든 레이어를 사용하여 작성되는 것을 특징으로 한다.

[0138] 상기 추출된 속성정보 활용하여 공사비 예측을 학습할 수 있는 학습모델을 작성한다. 공사비 학습에는 TensorFlow의 Keras라이브러리를 사용하였으며, 학습을 위한 파라미터로 50개의 노드로 구성된 1개의 히든 레이어에 아래 활성화함수를 사용하였다.

[0139] 상기 모델작성부(15)는 상기 공사비 예측을 학습할 때 [수학식 1] 내지 [수학식 2]에 표현되는 아래 제1활성화함수(AF₁) 내지 제3활성화함수(AF₃)를 사용한 학습모델을 이용하여 상기 학습을 수행한다.

[0140] 상기 제1활성화함수(AF₁)는 아래 [수학식 1]과 같다.

[0142] [수학식 1]

$$AF_1(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

[0143]

[0144] (여기서, x는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

[0146] 상기 제2활성화함수(AF₂)는 아래 [수학식 2]과 같다.

[0148] [수학식 2]

$$AF_2(x) = \max\{0, x\}$$

[0149]

[0150] (여기서, x 는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

[0152] 상기 제3활성화함수(AF_3)는 아래 [수학식 3]과 같다.

[0154] [수학식 3]

$$AF_3(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$

[0156] (여기서, α 는 0.5이고, x 는 상기 속성추출부(14)에서 추출된 3차원 건축물의 속성정보이다).

[0158] 다음으로, 제1-6단계(S16)는 공사비 예측모델 학습 단계이다. 상기 제1-6단계(S16)에서 상기 모델학습부(16)가 상기 작성된 학습모델을 이용하여 학습율과 학습 횟수를 지정하여 공사비 예측모델을 학습한다.

[0159] 상기 추출된 속성정보를 파라미터로 하여 구성된 학습모델을 활용하여, 학습율은 0.05로 설정하고, 학습 횟수는 1100번을 지정하여 학습하였다. 학습결과 공사비 예측 오차율은 최소 3.5%, 평균 19.6%의 결과를 얻었다. 이러한 학습결과는 학습데이터를 추가 확보할수록 향상될 것으로 예상된다.

[0161] 다음으로, 제1-7단계(S17)는 파라미터 조절 단계이다. 제1-7단계(S17)는 상기 파라미터조절부(17)가 상기 파라미터를 조절하여 오차율을 낮춘다. 상기 파라미터조절부(17)는 상기 공사비 예측모델의 학습에 사용되는 활성화 함수와 노드의 구성, 학습율 및 학습회수를 함께 조절하는 것을 특징으로 한다.

[0162] 공사비 예측결과 향상을 위하여, 상기 활성화함수와 노드의 구성, 학습율, 학습횟수 등을 조정하여 학습할 수 있으며, 이러한 파라미터 조절을 통해 오차율을 낮출 수 있다.

[0164] 다음으로, 제1-8단계(S18)는 공사비 예측모델 저장 단계이다. 상기 제1-8단계(S18)는 상기 모델저장부(18)가 상기 조절된 파라미터를 통해 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면 공사비 예측모델을 저장한다.

[0165] 적정한 수준의 공사비 예측이 가능한 수준으로 학습이 완료되면, 향후 공사비 예측을 위해 지금까지 학습된 예측모델을 저장한다. 이렇게 저장된 모델은 다음 단계의 공사비 예측에 활용할 수 있다.

[0167] (3) 공사비 예측 시스템

[0168] 본 발명인 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템은 공사비 예측 시스템(2)으로 줄여 기재한다. 상기 공사비 예측 시스템(2)은 상기 공사비 예측모델 구축 시스템(1)을 이용하여 수행된다.

[0169] 본 발명인 공사비 예측 시스템(2)은, 도 3에 나타난 바와 같이, 공사비 예측모델 구축 시스템(1)을 포함하며, 추가로 예측모델입력부(21), 수량정보추출부(22), 특성정보확인부(23), 공사비예측부(24), 모델수정부(25) 및 오차범위검토부(26)를 포함한다.

[0170] 먼저, 상기 예측모델입력부(21)는 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보에 대한 기본 치수를 입력한다. 상기 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보는, 방, 벽체, 바닥, 기둥, 계단, 창 및 문 중 어느 하나 이상의 정보로 구성되며, 상기 요소정보의 기본치수는 각 항목별로 길이, 높이, 개수, 둘레, 면적 및 체적이다.

[0171] 공사비 영향요인과 함께 공사비에 영향을 주는 건축물의 형상이나 구조물의 수량을 추출하기 위하여 3차원 건축 모델을 작성한다. 이때 건축모델은 구체적인 재료 정보를 포함하지 않아도 되며, 기본적인 벽체와 바닥, 지붕, 보, 기둥 등의 요소들의 기본치수만 정확히 입력하면 된다. 추가로 상기 기본치수는 직접 입력할 수도 있지만, 공사비를 예측하고자 하는 3차원 모델로부터 아래의 수량정보추출부(22)에서 공사비 예측에 필요한 정보를 자동

으로 추출하여 사용할 수 있다.

- [0173] 다음으로, 상기 수량정보추출부(22)는 상기 입력된 기본치수에서 상기 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출한다.
- [0174] 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 기본치수가 입력된 3차원 건축모델에서, 벽체와 바닥, 기둥, 보, 지붕 등의 요소들에 대한 면적과 체적 등을 포함하는 수량정보를 추출한다. 보다 구체적으로, 상기 수량정보추출부(22)는 설정된 값에 따라 상기 수량정보를 추출하는 것으로, 상기 기본치수 중 대상에 따라 상기 기본치수 일부를 선택하여 공사비 예측에 사용한다.
- [0175] 일실시예로, 상기 요소정보로서 방을 선택한 경우 상기 기본치수 중 길이와 면적을 상기 수량정보로 추출하고, 상기 요소정보로서 기둥과 벽체를 선택한 경우 상기 기본치수 중 길이와 체적을 상기 수량정보로 추출한다.
- [0177] 다음으로, 상기 특성정보확인부(23)는 상기 수량정보추출부(22)에서 추출할 수 없는 정보를 추가로 입력하도록 제공하여 확인한다.
- [0178] 상기 3차원 건축모델에서 직접 추출할 수 없는 건축물의 특성정보는 직접 입력토록 하며, 정확하지 않은 정보는 입력하지 않아도 된다.
- [0180] 다음으로, 상기 공사비예측부(24)는 상기 저장된 공사비 예측모델 중 어느 하나를 이용하여 건물의 공사비를 예측한다.
- [0181] 상기 입력한 사업의 특성정보와 3차원 건축모델의 속성정보를 활용하여, 앞에서 작성한 공사비 예측모델에 입력하여 공사비를 예측한다.
- [0183] 다음으로, 상기 모델수정부(25)는 상기 예측된 공사비를 확인 후 공사비 예측모델을 변경하거나 상기 특성정보를 수정하여 공사비를 재예측한다.
- [0184] 기본설계 단계에서는 다양한 대안에 대한 검토를 통해 보다 나은 건축물의 설계방안을 검토해야 하며, 이를 위해 3차원 건축모델을 수정하거나 건축물의 특성정보를 수정하여, 공사비의 변동 수준을 예측할 수 있다.
- [0186] 다음으로, 상기 오차범위검토부(26)는 상기 공사비예측부(24) 또는 모델수정부(25)에 의해 예측된 공사비의 오차율에 따른 오차범위를 제공한다.
- [0187] 도 6에 나타난 바와 같이, 머신러닝을 기반으로하는 공사비 예측 시스템(2)에서는 하나의 공사비 예측값을 제공하지만, 이 값은 오차정도를 포함하고 있으므로, 오차율에 따른 공사비의 오차범위를 제공하여 사용자의 공사비 계획에 다양한 가능성을 제공해 준다.
- [0189] (4) 공사비 예측 방법
- [0190] 본 발명인 머신러닝기반의 공사비 영향요인 및 3차원설계 속성정보를 활용한 공사비 예측 방법은 공사비 예측 방법(S20)으로 줄여 기재한다. 상기 공사비 예측 방법(S20)은 앞서 기재된 공사비 예측 시스템(2)을 이용하여 수행하는 것이 바람직하며, 앞서 기재된 구성이 동일하게 적용된다. 본 발명인 공사비 예측모델 구축 방법(S10)은, 도 4 및 아래 방법에 의해 수행된다.
- [0191] 먼저, 제2-1단계(S21)는 기본치수 입력 단계이다. 상기 제2-1단계(S21)에서 상기 예측모델입력부(21)가 공사비를 예측하고자 하는 건물의 요소정보(방, 벽체, 바닥, 기둥, 계단, 창 및 문 중 어느 하나 이상의 정보)에 대한 기본치수(길이, 높이, 개수, 둘레, 면적 및 체적)를 입력한다.
- [0192] 공사비 영향요인과 함께 공사비에 영향을 주는 건축물의 형상이나 구조물의 수량을 추출하기 위하여 3차원 건축모델을 작성한다. 이때 건축모델은 구체적인 재료 정보를 포함하지 않아도 되며, 기본적인 벽체와 바닥, 지붕,

보, 기둥 등의 요소들의 기본치수만 정확히 입력하면 된다.

- [0194] 다음으로, 제2-2단계(S22)는 수량정보 추출 단계이다. 상기 제2-2단계(S22)에서 상기 수량정보추출부(22)가 상기 입력된 기본치수에서 상기 요소정보에 대한 면적과 체적을 포함하는 수량정보를 추출한다.
- [0195] 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 기본치수가 입력된 3차원 건축모델에서, 벽체와 바닥, 기둥, 보, 지붕 등의 요소들에 대한 면적과 체적 등을 포함하는 수량정보를 추출한다. 보다 구체적으로, 상기 수량정보추출부(22)는 설정된 값에 따라 상기 수량정보를 추출하는 것으로, 상기 기본치수 중 대상에 따라 상기 기본치수 일부를 선택하여 공사비 예측에 사용한다.
- [0196] 일실시예로, 상기 요소정보로서 방을 선택한 경우 상기 기본치수 중 길이와 면적을 상기 수량정보로 추출하고, 상기 요소정보로서 기둥과 벽체를 선택한 경우 상기 기본치수 중 길이와 체적을 상기 수량정보로 추출한다.
- [0198] 다음으로, 제2-3단계(S23)는 특성정보 입력 단계이다. 상기 제2-3단계(S23)에서 상기 특성정보확인부(23)가 상기 수량정보 추출 단계에서 추출할 수 없는 정보를 추가로 입력하도록 제공하여 확인한다.
- [0199] 상기 3차원 건축모델에서 직접 추출할 수 없는 건축물의 특성정보는 직접 입력토록 하며, 정확하지 않은 정보는 입력하지 않는다.
- [0201] 다음으로, 제2-4단계(S24)는 공사비 예측 단계이다. 상기 제2-4단계(S24)에서 공사비예측부(24)가 상기 저장된 공사비 예측모델 중 어느 하나를 이용하여 건물의 공사비를 예측한다.
- [0202] 상기 입력한 사업의 특성정보와 3차원 건축모델의 속성정보를 활용하여, 앞에서 작성한 공사비 예측모델에 입력하여 공사비를 예측한다.
- [0204] 다음으로, 제2-5단계(S25)는 공사비 재예측 단계이다. 상기 제2-5단계(S25)에서 상기 모델수정부(25)가 상기 예측된 공사비를 확인 후 공사비 예측모델을 변경하거나 상기 특성정보를 수정하여 공사비를 재예측한다.
- [0205] 기본설계 단계에서는 다양한 대안에 대한 검토를 통해 보다 나은 건축물의 설계방안을 검토해야 하며, 이를 위해 3차원 건축모델을 수정하거나 건축물의 특성정보를 수정하여, 공사비의 변동 수준을 예측할 수 있다.
- [0207] 다음으로, 제2-6단계(S26)는 오차범위 제공 단계이다. 상기 제2-6단계(S26)에서 상기 오차범위검토부(26)가 상기 공사비예측부(24) 또는 모델수정부(25)에 의해 예측된 공사비의 오차율에 따른 오차범위를 제공한다.
- [0208] 도 6에 나타난 바와 같이, 머신러닝을 기반으로하는 공사비 예측 시스템(2)에서는 하나의 공사비 예측값을 제공하지만, 이 값은 오차정도를 포함하고 있으므로, 오차율에 따른 공사비의 오차범위를 제공하여 사용자의 공사비 계획에 다양한 가능성을 제공해 준다.
- [0210] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 본 발명의 목적, 특징, 장점은 이하의 실시예를 통하여 쉽게 이해될 것이다. 본 발명은 여기서 설명하는 실시예에 한정되지 않고, 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 여기서 소개되는 실시예는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 이하의 실시예에 의해 본 발명이 제한되어서는 안 된다.
- [0211] 먼저, 공사비 예측모델을 개발하기 위해, 공사비 예측에 사용하기 위한 3차원 건축 모델에서 추출하는 속성값들의 종류와 이들 속성값들의 상호 종속관계를 분석하였다. 공사비 영향요인 상관관계 분석 결과는 한 결과는 도 7에 나타난 바와 같다.
- [0212] 1차적인 데이터는 30개 모델을 작성하여 공사비 예측모델을 학습하였으며, 학습에 사용한 파라미터 설정은 도 8과 다음과 같이 설정하였다.

- [0213] - 활성화함수 : tanh(또는 Relu, ELU 사용)
- [0214] - 히든레이어 구성 : 1층 50개 노드
- [0215] - 학습율 : 0.005
- [0216] - 학습횟수 : 1,000
- [0218] 향후 추가데이터 확보를 통하여, 공사비 예측의 정확도 향상 예정이다.
- [0219] 30개 모델 데이터를 기반으로, 위와 같은 파라미터를 통하여 공사비를 예측한 학습 결과는 도 9와 같다.
- [0221] 공사비 예측학습 결과는 도 10과 같다. 공사비 예측 오차율은 평균 19.6%이며, 미국건설사 협회에서 제시하는 개산견적의 예측오차율인 최소 -20%에서 최대 50%의 범위에 들어오는 것으로 판단되며, 학습 데이터가 추가적으로 확보되면 정확도는 향상될 것을 예상된다.
- [0223] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 공사비 예측 시간을 절감할 수 있고, 공사비 예측 정확도를 향상할 수 있다.
- [0224] 또한, 본 발명은 공사 설계 변경 횟수와 범위를 획기적으로 줄일 수 있다.
- [0226] 이와 같이, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0227] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타나며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

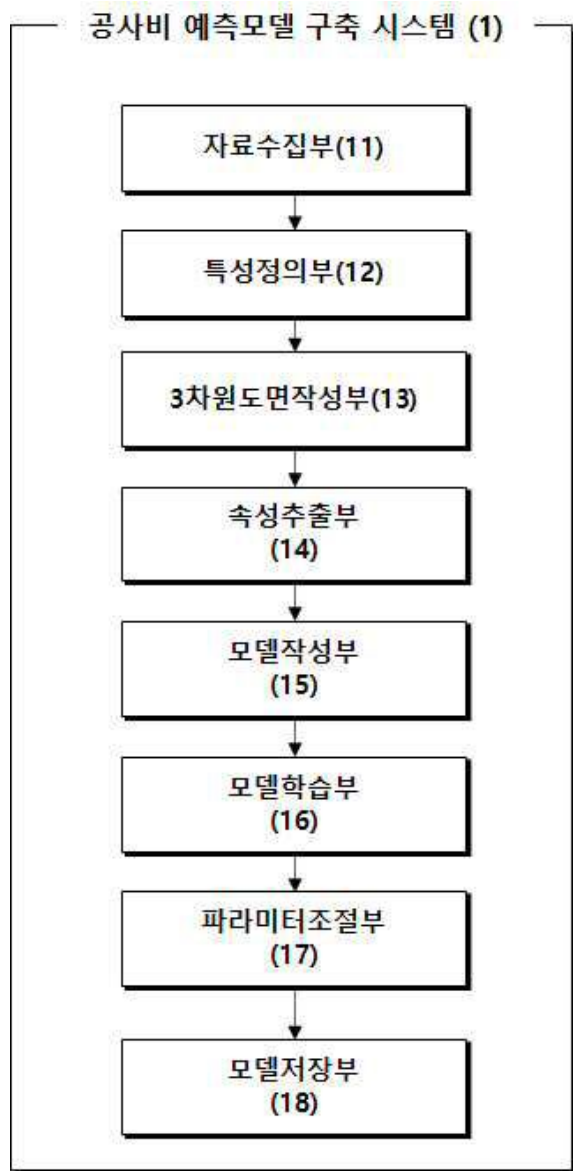
부호의 설명

- [0229] 1. 공사비 예측모델 구축 시스템
11. 자료수집부
 12. 특성정의부
 13. 3차원도면작성부
 14. 속성추출부
 15. 모델작성부
 16. 모델학습부
 17. 파라미터조절부
 18. 모델저장부
 2. 공사비 예측 시스템
 21. 예측모델입력부
 22. 수량정보추출부
 23. 특성정보확인부

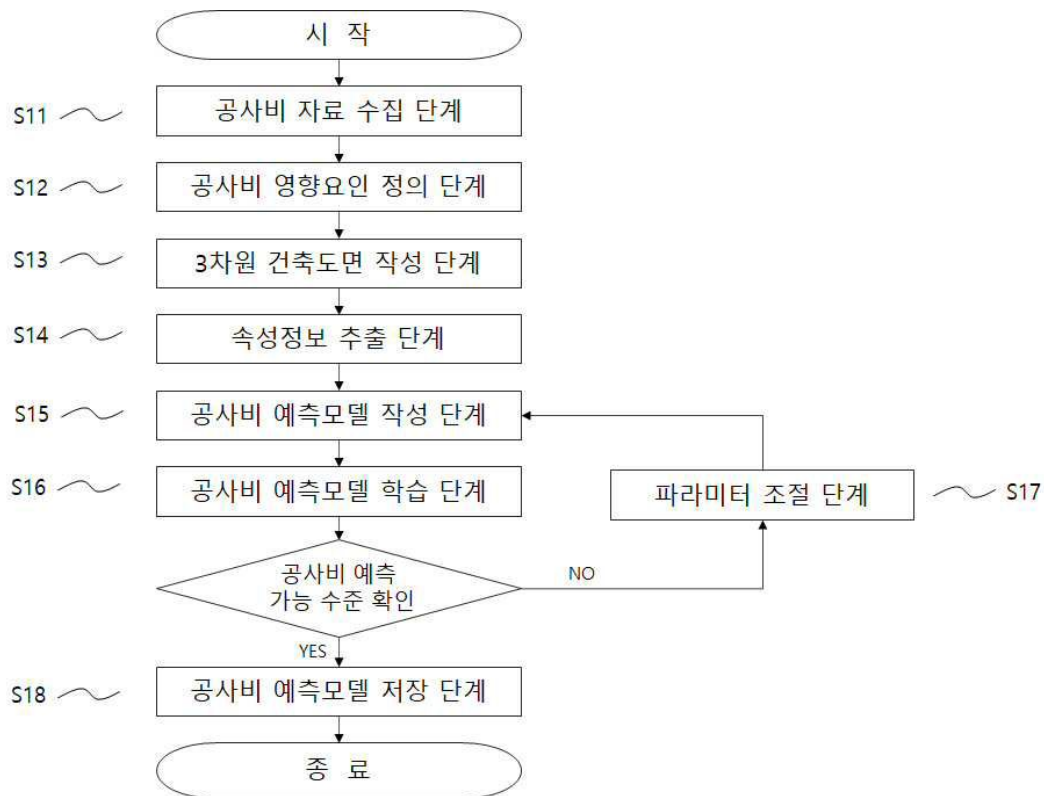
- 24. 공사비예측부
- 25. 모델수정부
- 26. 오차범위검토부
- S10. 공사비 예측모델 구축 방법
- S11. 공사비 자료 수집 단계
- S12. 공사비 영향요인 정의 단계
- S13. 3차원 건축도면 작성 단계
- S14. 속성정보 추출 단계
- S15. 공사비 예측모델 작성 단계
- S16. 공사비 예측모델 학습 단계
- S17. 파라미터 조절 단계
- S18. 공사비 예측모델 저장 단계
- S20. 공사비 예측 방법
- S21. 기본치수 입력 단계
- S22. 수량정보 추출 단계
- S23. 특성정보 입력 단계
- S24. 공사비 예측 단계
- S25. 공사비 재예측 단계
- S26. 오차범위 제공 단계

도면

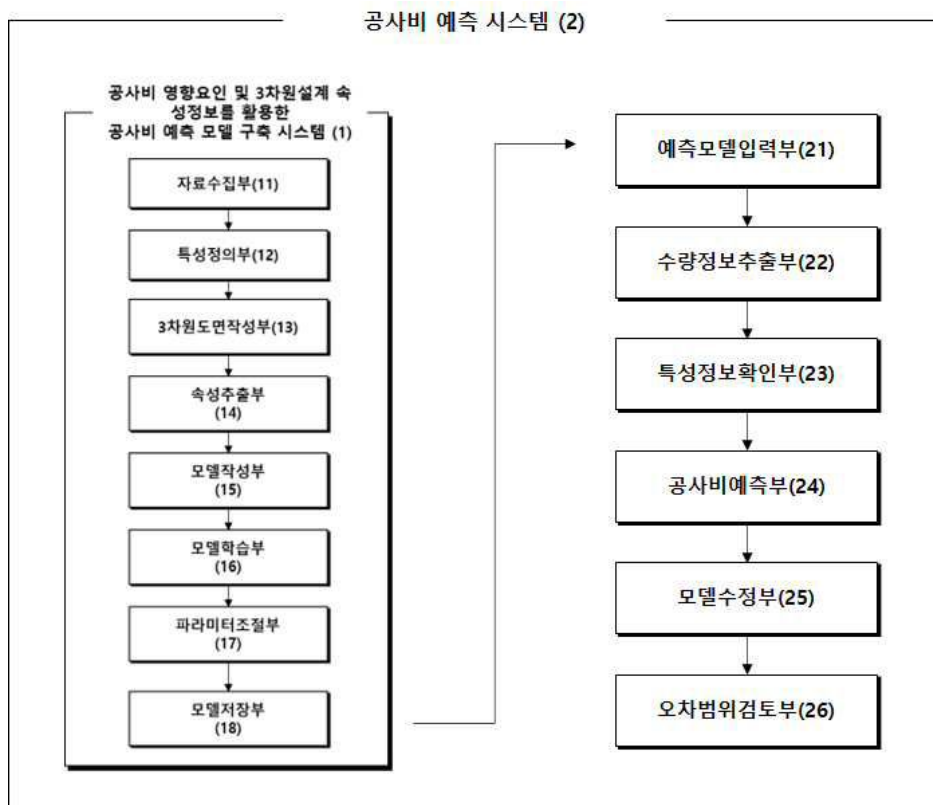
도면1



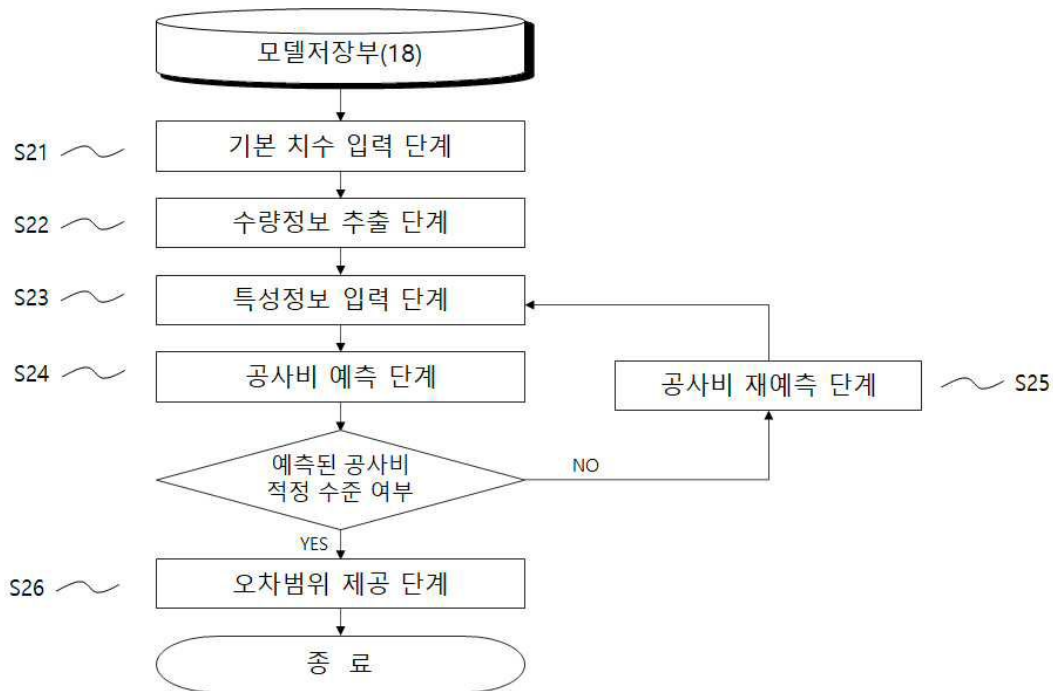
도면2



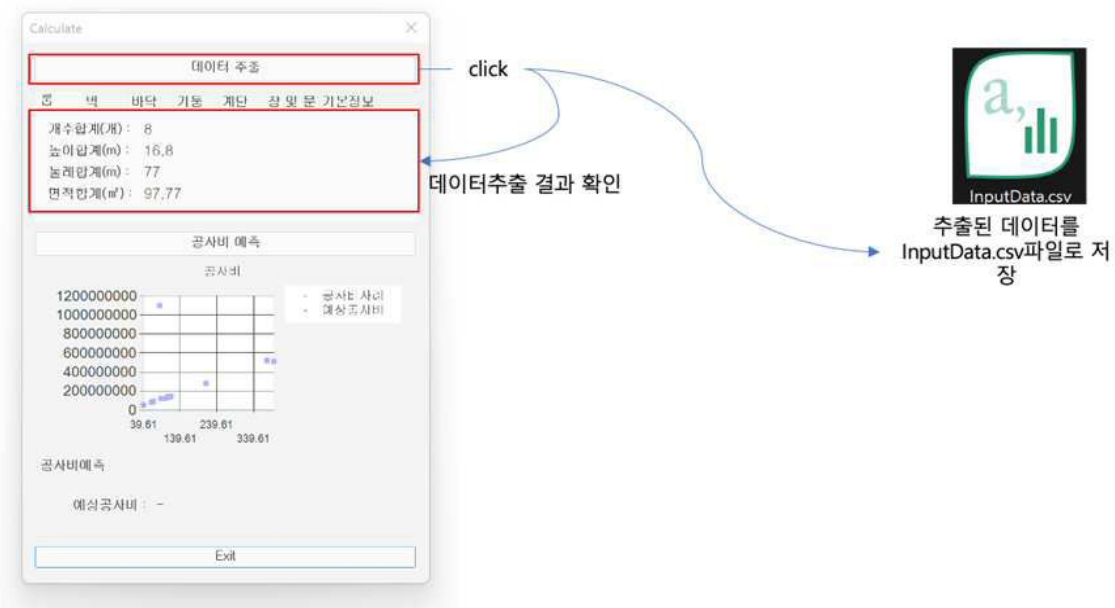
도면3



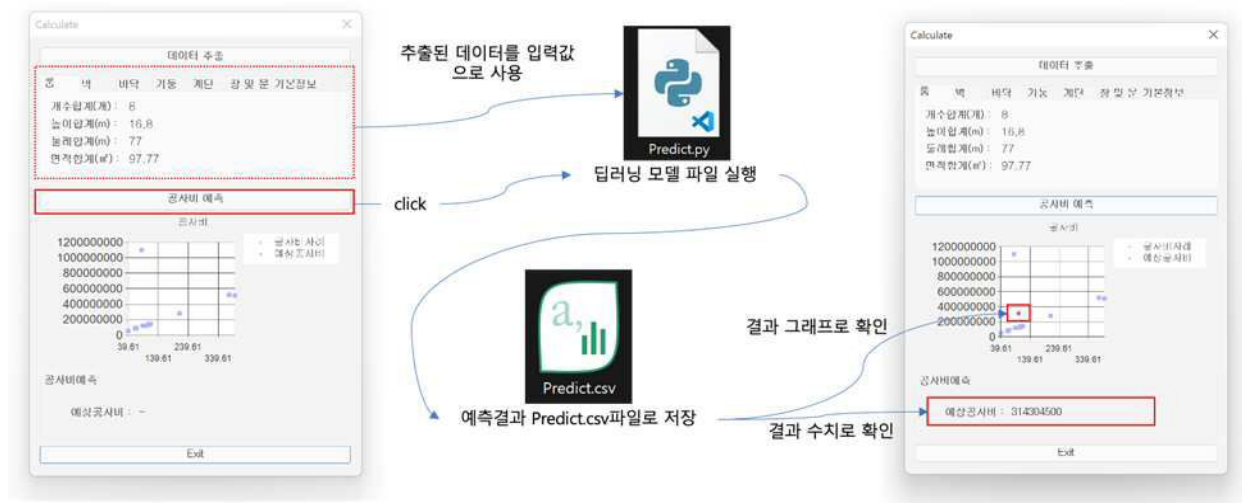
도면4



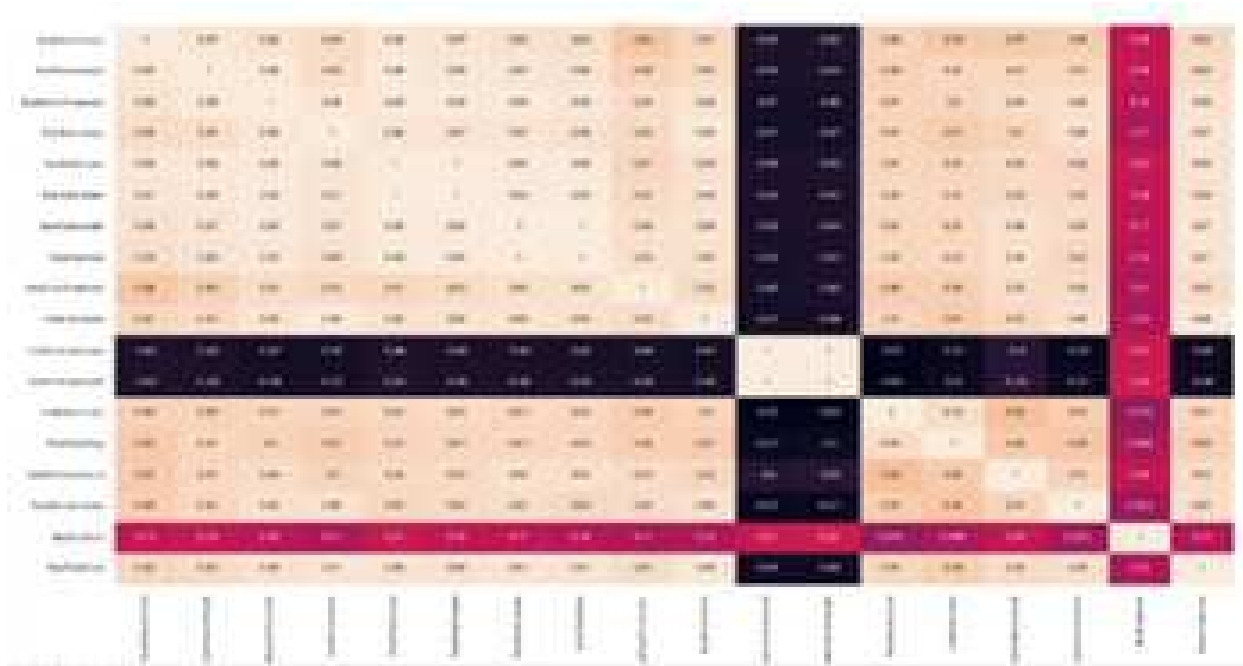
도면5



도면6



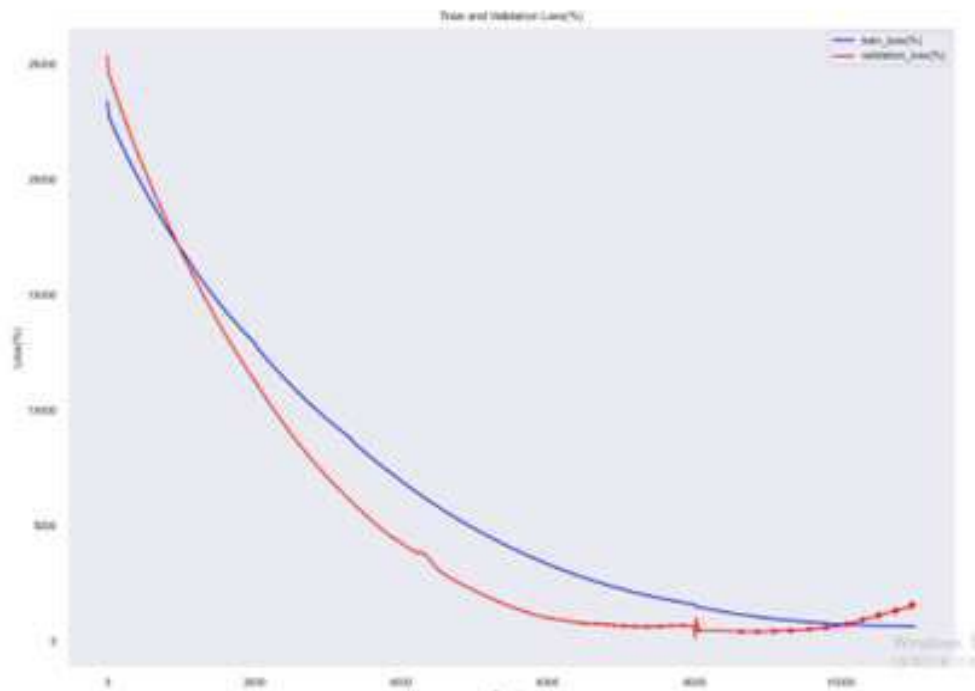
도면7



도면8

```
=====학습 개요 =====
적용데이터분리난수 : 50
활성화 함수(1층) : tanh
노드개수(1층) : 50
LearningRate = 0.005
Epoch = 11000
=====
```

도면9



도면10

```

=====테스트 결과=====
--정답값--
[[250.]
 [173.]
 [ 55.]]

--예측값--
[[241.24449 ]
 [234.53073 ]
 [ 44.081635]]

=====
예측값 평균 : 173.28560384114584
테스트결과 최대 오차값 : 10.918365478515625
테스트결과 최소 오차값(-) : -61.530731201171875
테스트결과 최소 오차값(절대값) : 8.755508422851562
테스트결과 오차값 평균 : 27.068201700846355
테스트결과 오차율 평균 : 19.640224538172664 %
테스트결과 최대 오차율 : 35.56689664807623 %
테스트결과 최소 오차율 : 3.5022033691406254 %
테스트결과 오차율 표준편차 : 13.09120926644162
=====

```

도면11

Year	Month	Day	Time	Location	Event	Score	Rank	Notes
1980	1	1	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	2	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	3	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	4	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	5	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	6	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	7	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	8	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	9	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	10	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	11	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	12	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	13	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	14	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	15	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	16	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	17	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	18	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	19	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	20	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	21	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	22	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	23	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	24	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	25	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	26	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	27	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	28	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	29	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	30	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	1	31	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	1	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	2	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	3	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	4	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	5	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	6	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	7	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	8	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	9	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	10	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	11	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	12	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	13	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	14	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	15	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	16	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	17	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	18	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	19	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	20	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	21	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	22	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	23	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	24	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	25	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	26	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	27	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	28	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	29	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	30	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	2	31	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	1	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	2	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	3	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	4	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	5	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	6	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	7	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	8	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	9	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	10	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	11	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	12	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	13	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	14	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	15	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	16	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	17	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	18	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	19	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	20	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	21	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	22	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	23	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	24	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	25	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	26	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	27	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	28	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	29	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	30	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	3	31	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	1	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	2	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	3	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	4	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	5	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	6	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	7	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	8	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	9	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	10	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	11	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	12	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	13	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	14	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	15	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	16	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	17	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	18	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	19	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	20	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	21	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	22	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	23	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	24	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	25	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	26	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	27	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	28	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	29	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	30	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	4	31	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	1	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	2	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	3	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	4	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	5	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	6	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	7	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	8	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	9	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	10	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	11	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	12	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	13	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	14	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	15	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	16	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	17	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	18	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	19	10:00	10000	10000	10000	10000	10000
1980	5	20	10:00	10000	10000	10000	10000	