



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0053949
(43) 공개일자 2023년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/23 (2020.01) G06F 111/06 (2020.01)
G06F 30/27 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G06F 30/23 (2020.01)
G06F 30/27 (2020.01)
(21) 출원번호 10-2021-0137352
(22) 출원일자 2021년10월15일
심사청구일자 2021년10월15일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박민원
경상남도 김해시 덕정로12번길 24 (관동동)
단민차우
경상남도 김해시 관동로 138, 1401동 1201호 (관동동)
(74) 대리인
김종선, 이형석

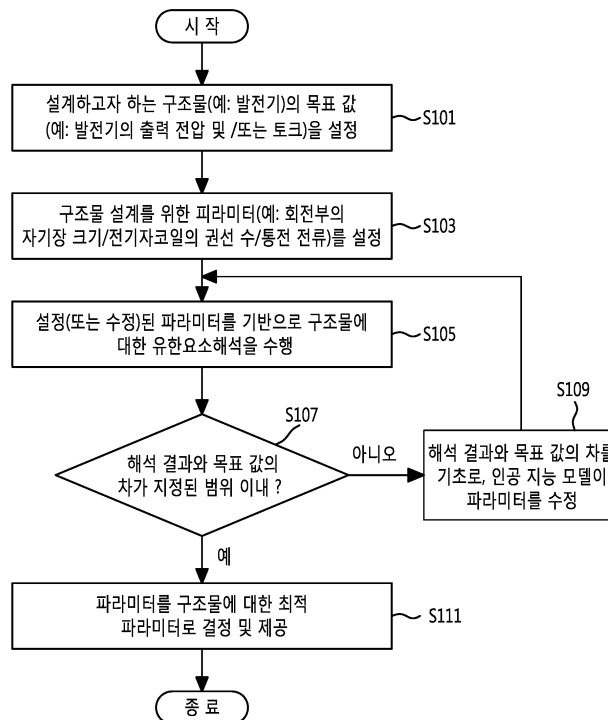
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 상기 장치는 입력 모듈; 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 위한 유한요소해석 모델 및 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 인공지능 모델을 저장하는 메모리; 및 상기 입력 모듈, 및 상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함하되,
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상기 프로세서는 상기 입력 모듈을 통해, 상기 구조물의 목표 값과 상기 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 설정하는 사용자 입력을 수신하고, 상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 설정된 적어도 하나의 파라미터를 기반으로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하고, 상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 지정된 범위 내인지 확인하고, 상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 있지 않는 경우 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하며, 및 상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 수정된 적어도 하나의 파라미터를 기초로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하도록 설정될 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06F 2111/06 (2020.01)

(72) 발명자

성해진

경상남도 창원시 마산회원구 구암북18길 39 (구암동)

김창현

경상남도 창원시 성산구 대암로 64, 6동 501호 (남양동, 상남동성아파트)

박진제

부산광역시 부산진구 거제대로 37, 215동 1808호 (양정동, 현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415169780
과제번호	20203010020050
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	(재)울산테크노파크
연구사업명	신재생에너지핵심기술개발(R&D)
연구과제명	디지털트윈 기술에 기반한 부유식 해상풍력 시스템의 예지적 유지보수 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2020.10.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

인공지능 기반의 유한요소해석(Finite Element Method, FEM)을 이용하여 구조물을 설계하는 장치에 있어서,
입력 모듈;

상기 구조물에 대한 유한요소해석을 위한 유한요소해석 모델 및 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 인공지능 모델을 저장하는 메모리; 및

상기 입력 모듈, 및 상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는

상기 입력 모듈을 통해, 상기 구조물의 목표 값과 상기 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 설정하는 사용자 입력을 수신하고,

상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 설정된 적어도 하나의 파라미터를 기반으로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하고,

상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 지정된 범위 내인지 확인하고,

상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 있지 않는 경우 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하며, 및

상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 수정된 적어도 하나의 파라미터를 기초로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하도록 설정된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 포함되는 경우 상기 적어도 하나의 파라미터를 상기 구조물에 대한 최적 파라미터로 결정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

디스플레이를 더 포함하고,

상기 프로세서는

상기 결정된 최적 파라미터를 상기 디스플레이를 통해 제공하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 목표 값과 상기 해석 결과 사이의 차를 계산하고,

상기 차에 기초하여 보상치를 수정하고, 및

상기 수정된 보상치를 기반으로, 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 차에 기초하여 상기 보상치에 대한 학습을 더 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

인공지능 기반의 유한요소해석(Finite Element Method, FEM)을 이용하여 구조물을 설계하는 방법에 있어서,

입력 모듈을 통해, 상기 구조물의 목표 값과 상기 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 설정하는 사용자 입력을 수신하는 단계;

유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 설정된 적어도 하나의 파라미터를 기반으로 상기 구조물에 대한 유한요소 해석을 수행하는 단계;

상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 지정된 범위 내인지 확인하는 단계;

상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 있지 않는 경우 인공지능 모델을 이용하여 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 단계; 및

상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 수정된 적어도 하나의 파라미터를 기초로 상기 구조물에 대한 유한요소 해석을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 포함되는 경우 상기 적어도 하나의 파라미터를 상기 구조물에 대한 최적 파라미터로 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

디스플레이를 통해, 상기 결정된 최적 파라미터를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 단계는

상기 목표 값과 상기 해석 결과 사이의 차를 계산하는 단계;

상기 차에 기초하여 보상치를 수정하는 단계;

상기 수정된 보상치를 기반으로, 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 차에 기초하여, 상기 보상치에 대한 학습을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 매우 큰 크기를 가지는 구조물(또는 제품)(예: 해상 풍력 발전기, 항공기, 자동차)의 설계 시 구조물이 물리적 요소에 어떻게 반응할 지 예측하는 것은 매우 중요한 이슈이다. 기존에는 구조물을 실제로 제작하거나, 모형을 제작하여 물리적 요소에 대한 반응을 확인하였다. 이는 제작 시간 및/또는 비용이 많이 소모되고, 매우 큰 크기로 인하여 공간적 제약이 따르는 문제가 있다.

[0003] 다른 예로, 구조물이 물리적 요소에 어떻게 반응할 지를 예측할 수 있는 유한요소해석을 이용하는 방법이 고안되었다. 하지만, 기존의 유한요소해석을 이용한 방법은 예측 결과가 목표 값과 차이가 큰 경우 설계자가 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 직접 수정하면서 예측 결과가 목표 값과 유사해질 때까지 유한요소해석을 반복 수행해야 하는 불편함이 존재한다. 이러한 방법은 설계자의 경험과 노하우(knowhow)에 따라 설계 시간이 좌우되는 바, 많은 시간, 및/또는 비용이 소모되고, 설계의 정확도가 감소할 수 있는 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 유한요소해석의 예측 결과가 지정된 목표 값과 유사해질 때까지 인공지능에 의해 구조물 설계를 위한 파라미터들이 수정되면서 구조물에 대한 유한요소해석을 반복 수행하는 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치는 입력 모듈; 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 위한 유한요소해석 모델 및 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 인공지능 모델을 저장하는 메모리; 및 상기 입력 모듈, 및 상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는 상기 입력 모듈을 통해, 상기 구조물의 목표 값과 상기 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 설정하는 사용자 입력을 수신하고, 상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 설정된 적어도 하나의 파라미터를 기반으로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하고, 상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 지정된 범위 내인지 확인하고, 상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 있지 않는 경우 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하며, 및 상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 수정된 적어도 하나의 파라미터를 기초로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하도록 설정될 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 방법은 입력 모듈을 통해, 상기 구조물의 목표 값과 상기 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 설정하는 사용자 입력을 수신하는 단계; 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 설정된 적어도 하나의 파라미터를 기반으로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하는 단계; 상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 지정된 범위 내인지 확인하는 단계; 상기 해석 결과와 상기 목표 값의 차가 상기 지정된 범위 내에 있지 않는 경우 인공지능 모델을 이용하여 상기 적어도 하나의 파라미터를 수정하는 단계; 및 상기 유한요소해석 모델을 이용하여, 상기 수정된 적어도 하나의 파라미터를 기초로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0007] 이상과 같은 본 발명은 구조물의 설계를 위한 최적의 파라미터를 예측하기 위하여, 실제 구조물을 제작하지 않으며, 사용자의 개입을 최소화할 수 있다. 이로 인하여, 본 발명은 구조물 설계를 위한 시간, 비용, 및/또는 설계자의 개입 시간을 절감할 수 있다. 또한, 본 발명은 설계자에 따른 설계 오류 및/또는 정확도 감소를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능을 이용하여 구조물의 설계를 위한 파라미터를 수정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 모델을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 이하에서 동일한 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0010] 비록 제1, 제2 등이 다양한 소자, 구성요소 및/또는 섹션들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자, 구성요소 및/또는 섹션들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자, 구성요소 또는 섹션들을 다른 소자, 구성요소 또는 섹션들과 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 소자, 제1 구성요소 또는 제1 섹션은 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 소자, 제2 구성요소 또는 제2 섹션일 수도 있음은 물론이다.
- [0011] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "이루어지다(made of)"는 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0012] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성에 대하여 상세히 설명한다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0015] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은 설계하고자 하는 구조물의 목표 값(또는 출력 값)을 설정하는 단계(S101)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 입력 모듈을 통해 구조물의 목표 값을 설정하는 사용자 입력을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 구조물이 발전기인 경우 목표 값은 발전기의 출력 전압 값 및/또는 토크 값일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은 구조물의 설계를 위한 파라미터(또는 입력 값)를 설정하는 단계(S103)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 입력 모듈을 통해 구조물의 설계에 필요한 적어도 하나의 파라미터를 설정하는 사용자 입력을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 구조물이 발전기인 경우 적어도 하나의 파라

미터는 회전부의 자기장 크기, 및 전기자 코일의 권선 수 및/또는 통전 전류 값을 포함할 수 있다.

- [0017] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은 설정된 파라미터(또는, 후술하는 S109 단계에서 수정된 파라미터)를 기반으로 구조물에 대한 유한요소해석(finite element method: FEM)을 수행하는 단계(S105)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 유한요소해석 모델(알고리즘 또는 시뮬레이션)을 이용하여 상기 설정된 적어도 하나의 파라미터를 기반으로 상기 구조물에 대한 유한요소해석을 수행할 수 있다. 유한요소해석 모델은 상기 구조물(예: 발전기)에 대한 출력 값(예: 발전기의 출력 전압 값 및/또는 토크 값)을 예측하고, 해석 결과로 제공할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은 해석 결과와 목표 값의 차가 지정된 범위 이내인지 확인하는 단계(S107)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 해석 결과와 목표 값을 비교하고, 차이가 지정된 값 이하(또는 미만)인지 확인할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은 상기 차가 지정된 범위 이내가 아닌 경우 해석 결과와 목표 값의 차를 기반으로 인공지능 모델이 파라미터를 수정하는 단계(S109)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 인공지능 모델(예: 강화 학습)에 의해 결정(또는 선정)되는 보상치를 이용하여 적어도 하나의 파라미터를 수정할 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 2 및 도 3을 참조하여 후술하기로 한다. 상기 방법은 적어도 하나의 파라미터가 수정된 후 S105 단계로 복귀할 수 있다. 즉, 상기 방법은 해석 결과가 목표 값과 동일 또는 유사(예: 상기 차가 지정된 범위 이내)해질 때까지 S105 단계 내지 S109 단계를 반복 수행할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은 상기 차가 지정된 범위 이내인 경우 파라미터를 상기 구조물에 대한 최적 파라미터로 결정 및 제공하는 단계(S111)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 유한요소해석 모델의 해석 결과와 목표 값이 동일 또는 유사해졌을 때 유한요소해석 모델이 사용한 적어도 하나의 파라미터를 최적 파라미터로 결정하고, 상기 결정된 최적 파라미터를 출력 장치(예: 디스플레이)를 통해 제공(또는 출력)할 수 있다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능을 이용하여 구조물의 설계를 위한 파라미터를 수정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0022] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능을 이용하여 구조물의 설계를 위한 파라미터를 수정하는 방법(이하, 수정 방법)은 목표 값과 해석 결과의 차가 지정된 범위 내에 있지 않은 경우(예: S107 단계의 아니요) 목표 값과 해석 결과 사이의 오차를 계산하는 단계(S201)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 인공지능 모델은 해석 결과와 목표 값을 비교하여 오차를 계산할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시 예에 따른 수정 방법은 오차에 따른 보상치를 수정하는 단계(S203)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 인공지능 모델은 오차의 정도에 따라 보상치를 수정(예를 들어, 오차가 큰 경우 보상치를 크게하고, 오차가 작은 경우 보상치를 작게함)할 수 있다. 상기 보상치는 오차별 보상치가 매핑된 매핑 테이블로부터 선택될 수 있다. 상기 매핑 테이블은 학습을 통해 업데이트될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시 예에 따른 수정 방법은 보상치에 대한 학습을 수행하는 단계(S205)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 인공지능 모델은 S201 단계에서 계산된 오차에 기초하여 보상치에 대한 학습을 수행하고, 매핑 테이블을 업데이트할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시 예에 따른 수정 방법은 보상치에 기초하여 파라미터를 수정하는 단계(S207)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 인공지능 모델은 보상치를 기초로 적어도 하나의 파라미터를 수정할 수 있다. 상기 파라미터가 수정되며, 상기 방법은 S105 단계로 진행할 수 있다.
- [0026] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 모델을 도시한 도면이다.
- [0027] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 모델(300)은 강화 학습 기반의 인공지능 모델일 수 있다. 예를 들어, 인공지능 모델(300)의 에이전트 모듈(310)은 환경 모듈(320)로부터 현재 상태(S_t) 및 현재 보상(R_t)을 수신하고, 현재 상태(S_t) 및 현재 보상(R_t)에 따라 수행할 행동(a_t)을 결정하고, 결정된 행동(a_t)의 수행 결과에 따른 다음 상태(S_{t+1}) 및 다음 보상(R_{t+1})을 환경 모듈(320)로부터 수신할 수 있다. 에이전트 모듈(310)은 보상이 최대화되는 방향으로 학습을 수행할 수 있다.
- [0028] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0029] 도 4를 참조하면, 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 장치(400)는 메모리(410), 디스

플레이(420), 프로세서(430), 및 입력 모듈(440)을 포함할 수 있다.

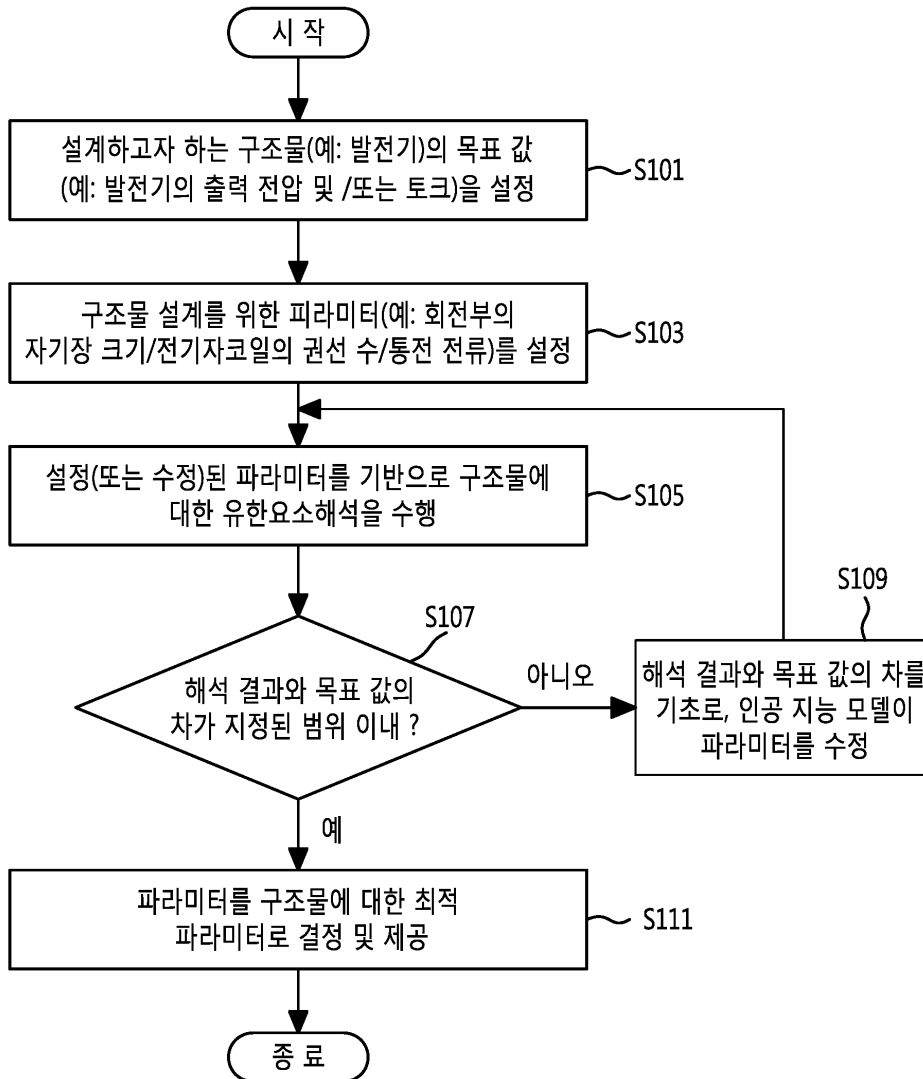
- [0030] 메모리(410)는 프로세서(430)와 전기적으로 연결될 수 있고, 장치(400)를 동작시키기 위한 다양한 프로그램들, 및 프로세서(430)를 동작시키기 위한 다양한 명령 및/또는 인스트럭션들을 저장할 수 있다. 메모리(410)는 내장 메모리 또는 외장 메모리 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 내장 메모리는 휘발성 메모리(예: DRAM, SRAM, 또는 SDRAM 등), 비휘발성 메모리(예: OTPROM(one time programmable ROM), PROM, EPROM, EEPROM, mask ROM, flash ROM, 플래시 메모리, 하드 드라이브, 또는 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 외장 메모리는 다양한 인터페이스를 통하여 장치(400)와 연결될 수 있는 SD(secure digital), Micro-SD, Mini-SD, 또는 USB(universal serial bus) 메모리 등을 포함할 수 있다.
- [0031] 메모리(410)는 메모리(410)는 유한요소해석 모델(411) 및 인공지능 모델(413)을 포함할 수 있다. 유한요소해석 모델(411)은 입력 값(예: 적어도 하나의 파라미터)에 기초하여 설계될 구조물에 대한 유한요소해석을 수행하고, 상기 구조물에 대한 출력 값을 예측할 수 있다. 유한 요소 해석 모델(411)은 예측 결과와 지정된 목표 값의 차이가 지정된 범위 이내인 경우 현재 입력 값을 최적 값(최적 파라미터)으로 결정할 수 있다. 반면에, 유한 요소 해석 모델(411)은 예측 결과와 지정된 목표 값의 차이가 지정된 범위 이내가 아닌 경우 예측 결과(또는 오차)를 인공지능 모델(413)로 전송할 수 있다.
- [0032] 인공지능 모델(413)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 강화학습 기반의 인공지능 모델일 수 있다. 인공지능 모델(413)은, 도 1 및 도 2에서 설명한 바와 같이, 해석 결과와 목표 값의 차를 기초로 파라미터를 수정하고, 수정된 파라미터를 유한요소해석 모델(411)로 제공할 수 있다.
- [0033] 디스플레이(420)는 입력 기능 및/또는 출력 기능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이(420)는 터치 패널 및/또는 표시 패널을 포함할 수 있다. 디스플레이(420)는 구조물 설계를 위한 최적 파라미터를 표시할 수 있다.
- [0034] 프로세서(430)는 메모리(410)로부터 명령(command) 또는 인스트럭션들(instructions)을 수신하고, 수신된 명령 또는 인스트럭션들에 따라 각 구성 요소들을 제어하여, 다양한 기능들을 수행할 수 있다. 프로세서(430)는 중앙 처리 장치(central processing unit: CPU), 마이크로 컨트롤 유닛(micro control unit: MCU), 마이크로 프로세서 유닛(micro processor unit: MPU) 등으로 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 프로세서(430)는, 도 1 및 도 2를 통해 상술한 인공지능 기반의 유한요소해석을 이용하여 구조물을 설계하는 절차를 제어할 수 있다. 예를 들어, 상기 프로세서(430)는 유한요소해석 모델(411) 및 인공지능 모델(413)로부터 수신되는 명령 또는 인스트럭션들에 따라 상기 구조물을 설계하는 절차를 제어할 수 있다.
- [0035] 입력 모듈(440)은 물리적인 버튼, 광학식 키, 키패드, 마우스, 또는 터치 패드 등을 포함할 수 있다. 입력 모듈(440)이 터치 패널로 형성되는 경우 입력 모듈(440)은 디스플레이(420)와 일체형으로 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 입력 모듈(440)은 구조물의 설계(제조)에 필요한 적어도 하나의 파라미터 및 목표 값을 설정하는 사용자 입력을 수신할 수 있다.
- [0036] 이상과 같이 본 발명의 실시 예들 참조하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 다양한 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

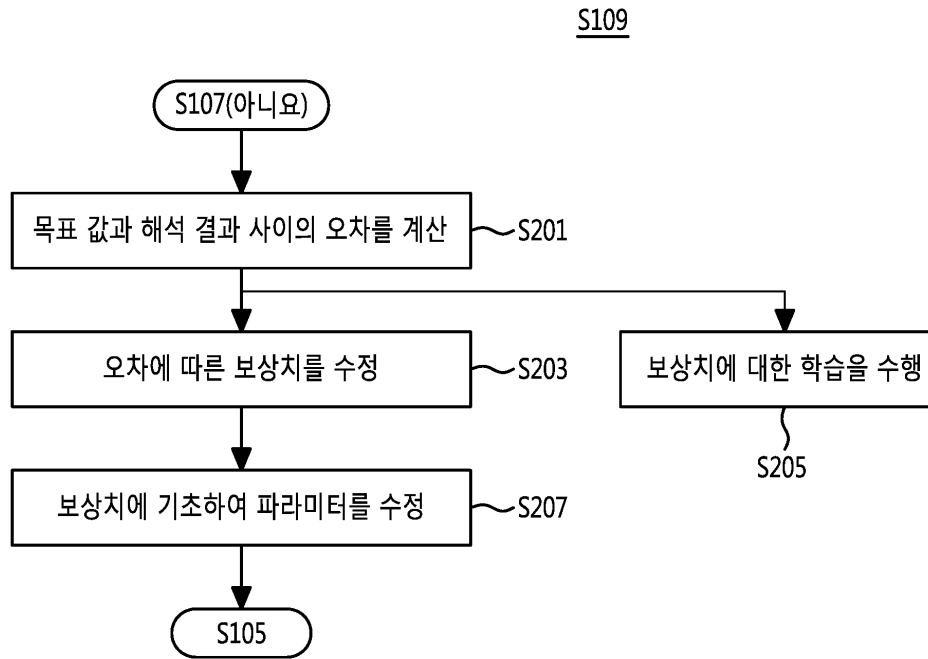
- [0037]
- | | |
|----------------|------------------|
| 400: 구조물 설계 장치 | |
| 410: 메모리 | 420: 디스플레이 |
| 430: 프로세서 | 440: 입력 모듈 |
| 411: 유한요소해석 모델 | 413/300: 인공지능 모델 |

도면

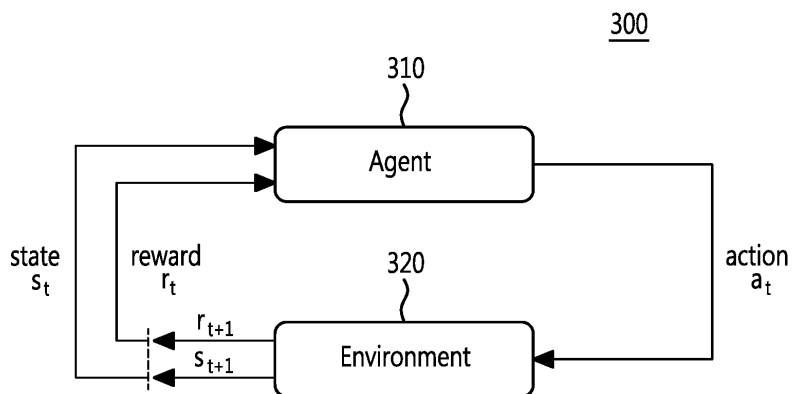
도면1



도면2



도면3



도면4

