

명세서

발명의 명칭: 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법 및 컴퓨터 프로그램 제품

기술분야

- [1] 본 개시는 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법 및 컴퓨터 프로그램 제품을 제공한다.

배경기술

- [2] 종래에는 건설 현장의 안전 관리를 위하여 담당자가 현장을 시찰하며 전문적 경험에 기초하여 건설 현장의 위험도를 판단하므로, 위험도가 주관적으로 판단되며 건설 현장의 공사 진행 상황이 적용된 위험도가 산출될 수 없다는 문제점이 있다.
- [3] 또는, 종래에는 건설 현장의 안전 교육을 위하여 작업을 실시하기 전 현장 감독관의 구두 설명과 CAD 도면 등의 2차원 현장 정보를 바탕으로 위험도를 숙지시키는 교육이 실시되었으나, 전문 지식이 없는 일용직 근로자 또는 외국인 근로자에게 교육의 효용성이 떨어진다는 문제점이 있다.
- [4] 이에 따라, 현장의 공사 진행 상황을 반영하는 객관적인 위험도를 산출하고, 산출된 위험도를 근로자에게 직관적으로 전달할 수 있는 방법이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법 및 컴퓨터 프로그램 제품을 제공하는데 있다. 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 이하의 실시예들로부터 또 다른 기술적 과제들이 유추될 수 있다.

과제 해결 수단

- [6] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 개시의 제1 측면은, 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법에 있어서, 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터를 제 1 네트워크에 입력하여 재해 형태를 예측하는 단계; 상기 제 1 데이터 및 상기 재해 형태를 제 2 네트워크에 입력하여 종합 위험도 지수를 산출하는 단계; 및 상기 3차원 모델링 공간에서 상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [7] 또한, 상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 단계는, 상기 3차원 모델링 공간 내 상기 제 1 데이터에 대응하는 객체에 상기 종합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시할 수 있다.
- [8] 또한, 상기 3차원 모델링 공간은 적어도 하나의 공간 격자를 포함하고, 상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 단계는, 제 1 공간 격자 내 상기 제 1

데이터에 대응하는 객체에 상기 종합 위험도 지수 및 상기 제 1 공간 격자의 하층에 위치하는 제 2 공간 격자 내 적어도 하나의 객체들의 종합 위험도 지수들에 기초한 색상을 표시할 수 있다.

[9] 또한, 상기 작업 공중에 관한 정보는, 상기 작업을 수행하는 사람이 맡은 공중에 관한 정보 및 상기 작업을 수행하는 사람이 수행하는 공중에 관한 정보를 포함하고, 상기 작업 위치에 관한 정보는, 상기 작업이 수행되는 층수에 관한 정보를 포함하고, 상기 작업 시점에 관한 정보는, 상기 작업이 수행되는 날짜, 요일 또는 시간에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[10] 또한, 상기 제 1 네트워크는 상기 제 1 데이터를 입력으로 수신하여 기 설정된 복수의 재해 형태들 중 어느 하나의 재해 형태를 예측하는 분류 학습기에 해당하고, 상기 제 2 네트워크는 상기 제 1 데이터 및 상기 재해 형태를 입력으로 수신하여 상기 종합 위험도 지수를 산출하는 딥 뉴럴 네트워크에 해당할 수 있다.

[11] 본 개시의 제 2 측면은, 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 장치에 있어서, 적어도 하나의 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 위험도를 나타내는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터를 제 1 네트워크에 입력하여 재해 형태를 예측하고, 상기 제 1 데이터 및 상기 재해 형태를 제 2 네트워크에 입력하여 종합 위험도 지수를 산출하고, 상기 3차원 모델링 공간에서 상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시할 수 있다.

[12] 본 개시의 제 3 측면은, 제 1 측면에 따른 방법을 컴퓨터에서 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[13] 전술한 본 개시의 과제 해결 수단에 의하면, 현장의 공사 진행 상황을 반영하는 객관적인 위험도를 산출할 수 있다.

[14] 또한, 본 개시의 과제 해결 수단에 의하면, 산출된 위험도를 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 가시적으로 표현함에 따라, 건설 현장의 근로자에게 위험도에 관한 정보를 직관적으로 전달할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[15] 도 1은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치에서 이루어지는 동작을 나타내는 도면이다.

[16] 도 2는 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 이용하여 제 1 데이터로부터 재해 형태를 예측하는 방법을 개략적으로 나타내는 도면이다.

[17] 도 3은 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터를 예시적으로 나타내는 도면이다.

[18] 도 4는 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습

데이터를 간략하게 표현한 것을 나타낸다.

- [19] 도 5는 일 실시예에 따른 재해 형태를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [20] 도 6은 일 실시예에 따른 제 2 네트워크를 이용하여 종합 위험도 지수를 산출하는 방법을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [21] 도 7은 일 실시예에 따른 제 2 네트워크를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [22] 도 8은 일 실시예에 따른 기 설정된 위험도 지수들을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [23] 도 9는 일 실시예에 따른 제 2 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [24] 도 10은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간에서 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 방법을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [25] 도 11은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간에서 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 방법을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [26] 도 12는 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법의 흐름도이다.
- [27] 도 13은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치의 블록도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [28] 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법이 제공된다.
- [29] 본 발명의 방법은, 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터를 제 1 네트워크에 입력하여 재해 형태를 예측하고, 제 1 데이터 및 재해 형태를 제 2 네트워크에 입력하여 종합 위험도 지수를 산출하고, 3차원 모델링 공간에서 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [30] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시 예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 아래에 제시되는 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [31] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는

"가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [32] 본 개시의 일부 실시예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들의 일부 또는 전부는, 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 마이크로프로세서들에 의해 구현되거나, 소정의 기능을 위한 회로 구성들에 의해 구현될 수 있다. 또한, 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 다양한 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능 블록들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 또한, 본 개시는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다. "매커니즘", "요소", "수단" 및 "구성" 등과 같은 용어는 넓게 사용될 수 있으며, 기계적이고 물리적인 구성들로서 한정되는 것은 아니다.
- [33] 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 연결 선 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것일 뿐이다. 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가된 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들에 의해 구성 요소들 간의 연결이 나타내어질 수 있다.
- [34] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 개시를 상세히 설명하기로 한다.
- [35] 도 1은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치에서 이루어지는 동작을 나타내는 도면이다.
- [36] 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터를 입력 받아 3차원 모델링 공간의 특정 작업 위치에서의 위험도를 나타내는 종합 위험도 지수(total risk point)를 산출할 수 있다. 또한, 건설 현장 내의 3차원 모델링 공간에서 산출된 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시할 수 있다.
- [37] 3차원 모델링 공간은 건설 현장을 디지털 트윈(digital twin) 기반으로 3차원의 공간 상에 모델링한 것이다. 디지털 트윈은 물리적 자산, 시스템 또는 프로세스를 소프트웨어로 표현하는 것을 의미한다. 3차원 모델링 공간은 건설 현장 내의 구조물, 자재, 설비, 건설 기계 등 객체 정보 및 건설 현장에서 진행되는 공중 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 객체 정보는 건설 현장 내의 객체 폴리곤의 경량화 작업을 통해 생성할 수 있다.
- [38] 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 현실 세계의 좌표와 3차원 공간 상의 좌표를 일치시킴으로써, 건설 현장의 데이터를 가상의 3차원 공간에 반영하여 3차원 모델링 공간을 생성할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 3차원의 격자 정밀 주소를 적용하여 건설 현장의 구체적인 실제 위치를 가상의 3차원 공간에 정밀하게 반영할 수 있다.

- [39] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 3차원 모델링 공간의 특정 작업 위치에서 수행되는 특정 공종의 위험도를 나타내는 종합 위험도 지수를 3차원 모델링 공간에 표시할 수 있다.
- [40] 예를 들어, 도 1의 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 인공 신경망(Artificial Neural Network)을 기반으로 3차원 모델링 공간의 특정 작업 위치에서 수행되는 특정 공종의 위험도를 표시하는 장치에 해당할 수 있다. 인공 신경망은 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기를 변화시켜, 문제 해결 능력을 가지는 모델 전반을 의미한다.
- [41] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 PC(personal computer), 서버 디바이스, 모바일 디바이스, 임베디드 디바이스 등의 다양한 종류의 디바이스들로 구현될 수 있고, 구체적인 예로서 인공 신경망을 이용하여 3차원 모델링 공간의 특정 작업 위치에서 수행되는 특정 공종의 위험도를 표시하는 스마트폰, 태블릿 디바이스, AR(Augmented Reality) 디바이스, IoT(Internet of Things) 디바이스, 자율주행 자동차, 로봇틱스 등에 해당될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [42] 나아가서, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 위와 같은 디바이스에 탑재되는 전용 하드웨어 가속기(HW accelerator)에 해당될 수 있다. 또는, 비디오 내 구간을 검색하기 위한 장치(300)는 인공 신경망의 구동을 위한 전용 모듈인 NPU(neural processing unit), TPU(Tensor Processing Unit), Neural Engine 등과 같은 하드웨어 가속기일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [43] 도 1을 참고하면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터를 입력으로 수신할 수 있다. 제 1 데이터는 건설 현장에서 수행될 작업 공종에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [44] 예를 들어, 제 1 데이터는 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)에 포함된 통신부를 통해 외부 장치로부터 수신될 수 있다. 또는, 제 1 데이터는 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)의 사용자 인터페이스를 통해 사용자로부터 입력될 수 있다.
- [45] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 입력으로 수신한 제 1 데이터에 기초하여, 제 1 데이터에 대응하는 종합 위험도 지수를 출력할 수 있다. 예를 들어, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 특정 작업 위치에서 특정 작업 시간에 수행될 특정 작업 공종의 종합 위험도 지수를 출력할 수 있다.
- [46] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 기초하여 시간적 특성(temporal characteristic)에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_T), 환경적 특성(enviromental characteristic)에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_E), 작업 공종(work-type) 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_W), 작업 위치(site) 특성에 따른

종합 위험도 지수(ϕ_s) 및 사고 타입(accident-type) 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_A) 중 적어도 하나의 종합 위험도 지수를 출력할 수 있다. 또한, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 상기 다섯 가지 종합 위험도 지수를 종합하여, 최종 종합 위험도 지수를 결정할 수 있다.

[47] 구체적으로, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 기초하여 시간적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_T)를 출력할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 "월(month)", "요일(week-day)" 및 "시간(time)" 중 적어도 하나의 요소에 기초하여, 시간적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_T)를 산출할 수 있다.

[48] 예를 들어, 시간적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_T)는 수학식 1에 따라 산출될 수 있다. 아래 수학식 1에서 α_t 는 "월" 위험 스코어에 대한 계수, β_t 는 "요일" 위험 스코어에 대한 계수, γ_t 는 "시간" 위험 스코어에 대한 계수를 나타내고, R_m 은 "월" 위험 스코어, R_d 는 "요일" 위험 스코어, R_t 는 "시간" 위험 스코어를 나타낸다.

[49] [수식1]

$$\phi_T = \alpha_t R_m + \beta_t R_d + \gamma_t R_t$$

[50] where $\alpha_t + \beta_t + \gamma_t = 1, 0 \leq R \leq 100$

[51]

[52] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 기초하여 환경적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_E)를 출력할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 "온도(temperature)", "풍속(wind speed)" 및 "강우(rainfall)" 중 적어도 하나의 요소에 기초하여, 환경적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_E)를 산출할 수 있다.

$$\phi_E$$

)를 출력할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 "온도(temperature)", "풍속(wind speed)" 및 "강우(rainfall)" 중 적어도 하나의 요소에 기초하여, 환경적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_E)를 산출할 수 있다.

$$\phi_E$$

)를 산출할 수 있다.

[53] 예를 들어, 환경적 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_E)는 수학식 2에 따라 산출될 수 있다. 아래 수학식 2에서

$$\phi_E$$

)는 수학식 2에 따라 산출될 수 있다. 아래 수학식 2에서

$$\alpha_e$$

는 "온도" 위험 스코어에 대한 계수,

$$\beta_e$$

는 "풍속" 위험 스코어에 대한 계수,

γ_e

는 "강우" 위험 스코어에 대한 계수를 나타내고,

 R_c

은 "온도" 위험 스코어,

 R_v

는 "풍속" 위험 스코어,

 R_r

는 "강우 상태" 위험 스코어를 나타낸다.

[54] [수식2]

$$\phi_E = \alpha_e R_c + \beta_e R_v + \gamma_e R_r$$

[55] where $\alpha_e + \beta_e + \gamma_e = 1, 0 \leq R \leq 100$

[56]

[57] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 기초하여 작업 공종 특성에 따른 종합 위험도 지수(

 ϕ_W

)를 출력할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 "공종(work type)", "작업 단계(work process)" 및 "가설 작업(temporary work)" 중 적어도 하나의 요소에 기초하여, 작업 공종 특성에 따른 종합 위험도 지수(

 ϕ_W

)를 산출할 수 있다.

[58] 예를 들어, 작업 공종 특성에 따른 종합 위험도 지수(

 ϕ_W

)는 수학식 3에 따라 산출될 수 있다. 아래 수학식 3에서

 α_w

는 "공종" 위험 스코어에 대한 계수,

 β_w

는 "작업 단계" 위험 스코어에 대한 계수,

 γ_w

는 "가설 작업" 위험 스코어에 대한 계수를 나타내고,

 R_w

은 "공종" 위험 스코어,

 R_p

는 "작업 단계" 위험 스코어,

 R_{tmp}

는 "가설 작업" 위험 스코어를 나타낸다.

[59] [수식3]

$$\phi_w = \alpha_w R_w + \beta_w R_p + \gamma_w R_{imp}$$

[60] *where* $\alpha_w + \beta_w + \gamma_w = 1, 0 \leq R \leq 100$

[61]

[62] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 기초하여 작업 위치 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_s)

ϕ_s

)를 출력할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 "높이(층)(height(floor))" 및 "개구부/단부(opening/end)" 중 적어도 하나의 요소에 기초하여, 작업 위치 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_s)

ϕ_s

)를 산출할 수 있다.

[63] 예를 들어, 작업 위치 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_s)

ϕ_s

)는 수학식 4에 따라 산출될 수 있다. 아래 수학식 4에서

α_s

는 "높이(층)" 위험 스코어에 대한 계수,

β_s

는 "개구부/단부" 위험 스코어에 대한 계수를 나타내고,

R_h

은 "높이(층)" 위험 스코어,

R_o

는 "개구부/단부" 위험 스코어를 나타낸다.

[64] [수식4]

$$\phi_s = \alpha_s R_h + \beta_s R_o$$

[65] *where* $\alpha_s + \beta_s = 1, 0 \leq R \leq 100$

[66]

[67] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 기초하여 사고 타입특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_A)

ϕ_A

)를 출력할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 "떨어짐(Fall Off)", "넘어짐(Fall Down)", "부딪힘(Hit)", "물체에 맞음(Struck By)", "무너짐(Collapse)", "끼임(Jamming)", "절단/베임/찔림(Mutilation/Cut/Puncture)",

"감전(Electric Shock)", "폭발/파열(Explosion/Blast)", "화재(Fire)",
 "깔림/뒤집힘(Fall Beneath/Overturn)", "이상온도 접촉(Contact on Abnormal
 Temperature)", "불균형 및 무리한 동작(Imbalance/Immoderate Motion)", "화학물질
 누출/접촉(Exposure to Chemical Materials)", "업무상 질병(Occupational Diseases)"
 및 "기타(ETC)" 중 적어도 하나의 요소에 기초하여, 사고 타입 특성에 따른 종합
 위험도 지수(ϕ_A

ϕ_A
)를 산출할 수 있다.

[68] 예를 들어, 사고 타입 특성에 따른 종합 위험도 지수(ϕ_A

ϕ_A
)는 수학적식 5에 따라 산출될 수 있다. 아래 수학적식 5에서

α_1
 는 "떨어짐" 위험 스코어에 대한 계수,

α_2
 는 "넘어짐" 위험 스코어에 대한 계수,

α_3
 은 "부딪힘" 위험 스코어에 대한 계수,

α_4
 는 "물체에 맞음" 위험 스코어에 대한 계수,

α_5
 는 "무너짐" 위험 스코어에 대한 계수,

α_6
 은 "끼임" 위험 스코어에 대한 계수,

α_7
 은 "절단/베임/찢림" 위험 스코어에 대한 계수,

α_8
 은 "감전" 위험 스코어에 대한 계수,

α_9
 는 "폭발/파열" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{10}
 은 "화재" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{11}
 은 "깔림/뒤집힘" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{12}

는 "이상온도 접촉" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{13}

은 "불균형 및 무리한 동작" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{14}

는 "화학물질 누출/접촉" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{15}

는 "업무상 질병" 위험 스코어에 대한 계수,

α_{16}

은 "기타" 위험 스코어에 대한 계수를 나타낸다.

[69] 또한,

R_{FOF}

는 "떨어짐" 위험 스코어,

R_{FDN}

는 "넘어짐" 위험 스코어,

R_{HIT}

은 "부딪힘" 위험 스코어,

R_{STR}

는 "물체에 맞음" 위험 스코어,

R_{CIS}

는 "무너짐" 위험 스코어,

R_{JAM}

은 "끼임" 위험 스코어,

R_{MC^P}

은 "절단/베임/찢림" 위험 스코어,

R_{ESH}

은 "감전" 위험 스코어,

R_{EXP}

는 "폭발/파열" 위험 스코어,

R_{FIR}

은 "화재" 위험 스코어,

R_{FEO}

은 "깔림/뒤집힘" 위험 스코어,

R_{CAT}

은 "이상온도 접촉" 위험 스코어,

$$R_{JM}$$

은 "불균형 및 무리한 동작" 위험 스코어,

$$R_{ECM}$$

는 "화학물질 누출/접촉" 위험 스코어,

$$R_{OCD}$$

는 "업무상 질병" 위험 스코어,

$$R_{ETC}$$

은 "기타" 위험 스코어를 나타낸다.

[70] [수식5]

$$\phi_A = \alpha_1 R_{FOF} + \alpha_2 R_{FDN} + \alpha_3 R_{HHI} + \alpha_4 R_{STR} + \alpha_5 R_{CLS} + \alpha_6 R_{JAM} + \alpha_7 R_{MCP} + \alpha_8 R_{ESH} +$$

$$[71] \alpha_9 R_{EXP} + \alpha_{10} R_{FIR} + \alpha_{11} R_{FBO} + \alpha_{12} R_{CAT} + \alpha_{13} R_{JM} + \alpha_{14} R_{ECM} + \alpha_{15} R_{OCD} + \alpha_{16} R_{ETC}$$

$$[72] \text{ where } \sum_{i=1}^{16} \alpha_i = 1, 0 \leq R \leq 100$$

[73]

[74] 도 1을 참고하면, 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 네트워크(110)를 이용하여 제 1 데이터로부터 재해 형태를 예측할 수 있다. 제 1 네트워크(110)를 이용하여 제 1 데이터로부터 재해 형태를 예측하는 방법과 관련하여는 도 2 내지 도 5에서 후술한다.

[75] 또한, 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 2 네트워크(120)를 이용하여 제 1 데이터 및 제 1 네트워크(110)로부터 예측된 재해 형태로부터 종합 위험도 지수를 산출할 수 있다. 제 2 네트워크(120)를 이용하여 제 1 데이터 및 재해 형태로부터 종합 위험도 지수를 산출하는 방법과 관련하여는 도 6 내지 도 9에서 후술한다.

[76] 최종적으로, 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 산출된 종합 위험도 지수를 3차원 모델링 공간에 가시적으로 표시할 수 있다.

[77] 도 2는 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 이용하여 제 1 데이터로부터 재해 형태를 예측하는 방법을 개략적으로 나타내는 도면이다.

[78] 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 네트워크를 이용하여 건설 현장에서 수행될 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터로부터 재해 형태를 출력할 수 있다.

[79] 작업 공중에 관한 정보는 작업을 수행하는 사람이 맡은 공중에 관한 정보 및 작업을 수행하는 사람이 수행하는 공중에 관한 정보를 포함할 수 있다. 작업 위치에 관한 정보는 작업이 수행되는 층수 또는 작업이 건물의 외부 또는 내부에서 수행되는 지에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 작업 시점에 관한

- 정보는 작업이 수행되는 월, 요일 또는 시간에 관한 정보를 포함할 수 있다.
- [80] 예를 들어, 제 1 네트워크는 분류 학습기에 해당할 수 있고, 제 1 네트워크는 범주형(categorical) 변수를 예측하기 위해 지도 학습(Supervised Learning)이 수행된 뉴럴 네트워크에 해당할 수 있다. 즉, 제 1 네트워크는 미리 정의된 여러 클래스 레이블(class label)들 중 하나를 예측하도록 구성될 수 있다. 미리 정의된 여러 클래스 레이블들은 재해 형태들에 해당할 수 있다.
- [81] 지도 학습은 특징이 이미 정해진 학습 데이터를 사용하여 학습하는 방법으로, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 재해 사례집 등으로부터 획득한 재해 사고를 일정 분류 체계를 기반으로 분석하여 학습 데이터를 구성할 수 있다. 학습 데이터는 작업 공중에 관한 정보, 재해가 발생한 작업 위치에 관한 정보 또는 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 데이터 및 상기 데이터에 대응하는 재해 형태(클래스 레이블에 해당)를 포함할 수 있다.
- [82] 도 3은 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [83] 도 3을 참고하면, 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터(300)는 작업 공중에 관한 정보(310)를 포함할 수 있고, 작업 공중에 관한 정보(310)는 재해자가 맡은 공중에 관한 정보(311) 및 재해를 발생시킨 공중에 관한 정보(312)를 포함할 수 있다.
- [84] 또한, 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터는 재해가 발생한 작업 위치에 관한 정보(320)를 포함할 수 있고, 재해가 발생한 작업 위치에 관한 정보(320)는 작업이 수행된 층수에 관한 정보(321) 또는 작업이 건물의 내부 또는 외부에서 수행되었는지 여부에 관한 정보(322)를 포함할 수 있다.
- [85] 또한, 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터는 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보(330)를 포함할 수 있고, 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보(330)는 작업이 수행된 월에 관한 정보(331), 요일에 관한 정보(332) 또는 시간에 관한 정보(333)를 포함할 수 있다.
- [86] 또한, 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터는 발생한 재해 형태에 관한 정보(340)를 포함할 수 있다. 재해 형태에 관한 정보(340)는 작업 공중에 관한 정보(310), 재해가 발생한 작업 위치에 관한 정보(320) 또는 재해가 발생한 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 데이터에 대응하는 정보에 해당할 수 있다. 재해 형태에 관한 정보(340)는 재해 위치 또는 사망이나 부상의 원인에 관한 정보에 해당할 수 있다.
- [87] 한편, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터(300)를 코드화하여 간략하게 표현할 수 있으며, 간략화된 학습 데이터를 이용하여 제 1 네트워크의 학습을 수행할 수 있다.
- [88] 도 4는 일 실시예에 따른 제 1 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습

데이터를 간략하게 표현한 것을 나타낸다.

- [89] 도 4를 참고하면, 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보는 재해가 발생한 시에 관한 정보만 나타내도록 간략화될 수 있다. 또한, 작업 공중에 관한 정보는 재해자가 맡은 공중에 관한 정보(재해자 공중) 및 재해를 발생시킨 공중에 관한 정보(기해 공중)를 코드화하여 간략하게 표현될 수 있다. 재해자가 맡은 다양한 종류의 공중들 및 재해를 발생시킨 다양한 종류의 공중들 각각에 대하여 코드는 기 설정될 수 있다. 또한, 재해 형태에 관한 정보는 후술할 도 5에서와 같이 다양한 재해 형태들 각각을 간략하게 표현할 수 있는 약어를 이용할 수 있다.
- [90] 도 5는 일 실시예에 따른 재해 형태를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [91] 도 5는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터를 제 1 네트워크에 입력하는 경우, 제 1 데이터에 대응하여 예측되는 재해 형태의 다양한 예시들을 나타낸다. 즉, 도 4는 미리 정의된 복수의 클래스 레이블(class label)을 나타낸다.
- [92] 도 5를 참고하면, 재해 형태는 떨어짐(FOF), 넘어짐(FDN), 부딪힘(HIT), 물체에 맞음(STR), 무너짐(CLS), 끼임(JAM), 절단/베인/찢림(MCP) 등에 해당할 수 있다.
- [93] 제 1 네트워크는 입력된 제 1 데이터에 대응하여 예측되는 재해 형태를 출력하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 네트워크를 이용하여 가설 공사가 2021년 5월 12일(수요일) 오후 5시에 지상 10층의 건물 외부에서 수행될 것이라는 정보를 포함하는 제 1 데이터가 입력된 경우, 재해 형태로서 떨어짐(FOF)이 예측된다는 결과를 출력할 수 있다.
- [94] 도 6은 일 실시예에 따른 제 2 네트워크를 이용하여 종합 위험도 지수를 산출하는 방법을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [95] 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 2 네트워크를 이용하여 제 1 데이터 및 제 1 데이터로부터 예측된 재해 형태로부터 종합 위험도 지수(total risk point)를 출력할 수 있다. 상술한 바와 같이, 제 1 데이터는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함할 수 있다.
- [96] 예를 들어, 제 2 네트워크는 딥 뉴럴 네트워크(Deep Neural Network, DNN) 또는 n-계층 뉴럴 네트워크(n-layers neural networks)에 해당할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 제 2 네트워크는 리커런트 뉴럴 네트워크(Recurrent Neural Networks, RNN), LSTM(Long Short-Term Memory Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network), Deep Belief Networks, Restricted Boltzman Machines 등에 해당할 수도 있다.
- [97] 도 7은 일 실시예에 따른 제 2 네트워크를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [98] 도 7을 참고하면, 제 2 네트워크는 입력 레이어, 적어도 하나의 히든 레이어 및 출력 레이어를 포함하는 딥 뉴럴 네트워크에 해당할 수 있다. 도 7에는 하나의 히든 레이어만 표시되어 있으나, 이는 예시에 불과할 뿐 제 2 네트워크는 복수의

히든 레이어들을 포함할 수 있다.

- [99] 입력 레이어에는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터 및 제 1 데이터에 기초하여 제 1 네트워크로부터 출력된 재해 형태가 입력될 수 있다. 입력된 제 1 데이터 및 재해 형태에 기초하여 히든 레이어에서 연산이 수행될 수 있으며, 최종적으로 출력 레이어에서 종합 위험도 지수가 산출될 수 있다.
- [100] 예를 들어, 종합 위험도 지수는 스코어 형태로 산출될 수 있거나 스코어 값에 따라 특정 위험도 단계로 분류될 수도 있다. 도 7을 참고하면, 종합 위험도 지수의 스코어 값의 범위에 따라 위험도 단계가 5 단계로 분류될 수 있음을 나타내고 있으나, 종합 위험도 지수를 나타내는 방법은 이에 제한되는 것은 아니다.
- [101] 제 2 네트워크에 포함된 레이어들 각각은 "뉴런(neuron)", "프로세싱 엘리먼트(Processing element: PE)", "유닛(unit)" 또는 이와 유사한 용어들로 알려진, 복수의 인공 노드(artificial node)들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 입력 레이어는 p개의 노드들, 히든 레이어는 m개의 노드들을 포함할 수 있다. 다만, 이는 예시에 불과할 뿐 제 2 네트워크에 포함된 레이어들 각각은 다양한 개수의 노드들을 포함할 수 있다.
- [102] 제 2 네트워크에 포함된 레이어들 각각에 포함된 노드들은 서로 연결되어 데이터를 교환할 수 있다. 예를 들어, 하나의 노드는 다른 노드들로부터 데이터를 수신하여 연산할 수 있고, 연산 결과를 또 다른 노드들로 출력할 수 있다.
- [103] 제 2 네트워크가 딥 뉴럴 네트워크 아키텍처로 구현된 경우 유효한 정보를 처리할 수 있는 많은 레이어들을 포함할 수 있다. 한편, 제 2 네트워크는 도 7에 도시된 것과는 다른, 다양한 구조의 레이어들을 포함할 수 있다.
- [104] 예를 들어, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 가설 공사가 2021년 5월 12일(수요일) 오후 5시에 지상 10층의 건물 외부에서 수행될 것이라는 정보를 포함하는 제 1 데이터 및 제 1 데이터에 대응하여 재해 형태로서 떨어짐(FOF)이 예측된다는 정보를 입력받은 경우, 제 2 네트워크를 이용하여 이에 대응되는 종합 위험도 지수를 출력할 수 있다.
- [105] 한편, 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 기 설정된 작업 공정 별 위험도 지수, 층수 별 위험도 지수, 월 별 위험도 지수, 요일 별 위험도 지수 또는 시간 별 위험도 지수 등을 포함하는 정보를 이용하여 제 2 네트워크가 종합 위험도 지수를 출력할 수 있도록 학습시킬 수 있다.
- [106] 도 8은 일 실시예에 따른 기 설정된 위험도 지수들을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [107] 도 8은 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)에 저장되어 있는 기 설정된 작업 공정 별 위험도 지수, 층수 별 위험도 지수, 월 별 위험도 지수, 요일 별 위험도 지수, 시간 별 위험도 지수 및 재해 형태 별 위험도 지수의 일 예를

나타내며, 각 위험도 지수는 도 8에 도시된 바로 한정되는 것은 아니다. 또한, 도 8에 도시된 위험도 지수 외에도 종합 위험도 지수를 산출하기 위해 필요한 다양한 종류의 위험도 지수를 더 저장할 수 있다.

- [108] 예를 들어, 작업 공종 별 위험도 지수, 층수 별 위험도 지수, 월 별 위험도 지수, 요일 별 위험도 지수, 시간 별 위험도 지수 및 재해 형태 별 위험도 지수는 통계 자료에 기반하여 산출될 수 있다.
- [109] 제 2 네트워크에서 제 1 데이터에 포함된 작업 공종에 관한 정보에는 기 설정된 작업 공종 별 위험도 지수가 적용되어 연산이 수행될 수 있고, 제 1 데이터에 포함된 작업 위치에 관한 정보에는 기 설정된 층수 별 위험도 지수가 적용되어 연산이 수행될 수 있고, 제 1 데이터에 포함된 작업 시점에 관한 정보에는 기 설정된 월 별 위험도 지수, 요일 별 위험도 지수 또는 시간 별 위험도 지수가 적용되어 연산이 수행될 수 있다. 또한, 제 1 네트워크로부터 예측된 재해 형태에 대하여는 재해 형태 별 위험도 지수가 적용되어 연산이 수행될 수 있다.
- [110] 도 9는 일 실시예에 따른 제 2 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [111] 도 9를 참고하면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 재해 사례집 등으로부터 획득한 재해 사고를 일정 분류 체계를 기반으로 분석하여 학습 데이터를 구성할 수 있다. 제 2 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터는 상술한 도 4와 마찬가지로 작업 공종에 관한 정보(재해자 공종, 기해 공종), 재해가 발생한 작업 위치에 관한 정보(층수, 내부/외부), 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보(월, 요일, 시간) 또는 발생한 재해 형태에 관한 정보를 포함할 수 있다.
- [112] 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 작업 공종에 관한 정보(재해자 공종, 기해 공종)에 도 8에서 상술한 작업 공종 별 위험도 지수를 적용하여 공종 위험도 지수를 산출할 수 있다. 또한, 작업 위치에 관한 정보(층수, 내부/외부)에 도 8에서 상술한 층수 별 위험도 지수를 적용하여 층수 위험도 지수를 산출할 수 있다. 또한, 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보(월, 요일, 시간)에 도 8에서 상술한 월 별 위험도 지수, 요일 별 위험도 지수 및 시간 별 위험도 지수를 각각을 적용하여 월 위험도 지수, 요일 위험도 지수 및 시간 위험도 지수를 산출할 수 있다. 또한, 발생한 재해 형태에 관한 정보에 도 8에서 상술한 재해 형태 별 위험도 지수를 적용하여 재해 형태 위험도 지수를 산출할 수 있다. 이에 따라, 2 네트워크를 학습시키는 데 이용되는 학습 데이터는 상술한 각 위험도 지수에 관한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [113] 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 2 네트워크가 입력된 제 1 데이터 및 재해 형태에 대응하여 종합 위험도 지수를 출력할 수 있도록, 상술한 학습 데이터를 이용하여 제 2 네트워크를 학습시킬 수 있다.
- [114] 도 10은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간에서 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 방법을 예시적으로 나타내는 도면이다.

- [115] 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 3차원 모델링 공간 내 제 1 데이터에 대응하는 객체에 종합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시할 수 있다.
- [116] 예를 들어, 도 7에서 상술한 바와 같이 종합 위험도 지수는 스코어 형태로 산출될 수 있거나 스코어 값에 따라 특정 위험도 단계로 분류될 수도 있다. 스코어 값에 따라 분류된 특정 위험도 단계는 특정 색상에 대응할 수 있다. 예를 들어, 종합 위험도 지수의 스코어 값의 범위에 따라 위험도 단계가 5 단계로 분류될 수 있으며 각 위험도 단계에 대응하는 5가지의 색상이 존재할 수 있으나, 이는 일 예에 불과하며 종합 위험도 지수의 스코어 값에 따른 위험도 단계의 개수 및 위험도 단계에 대응하는 색상도 다양할 수 있다.
- [117] 도 10을 참고하면, 3차원 모델링 공간은 적어도 하나의 공간 격자를 포함할 수 있으며, 공간 격자는 건설 현장의 구체적인 실제 위치에 대응할 수 있다. 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터에 대응하는 어느 하나의 공간 격자 내 객체에 출력된 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시할 수 있다. 예를 들어, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 대응하는 어느 하나의 공간 격자 내 객체에 제 2 네트워크로부터 출력된 종합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시할 수 있다. 예를 들어, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 종합 위험도 지수의 스코어 값에 따른 위험도 단계에 해당하는 색상을 표시할 수 있다. 예를 들어 도 10에서, 각각의 해칭(hatch)은 서로 다른 위험도 단계의 색상을 나타낼 수 있다.
- [118] 도 11은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간에서 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 방법을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [119] 도 11은 도 10과 마찬가지로 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)가 3차원 모델링 공간 내 제 1 데이터에 대응하는 객체에 종합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시한 일 예를 나타낸다.
- [120] 도 11을 참고하면, 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터에 대응하는 공간 격자는 하부에 위치하는 적어도 하나의 공간 격자를 더 포함할 수 있다.
- [121] 이러한 경우, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 제 1 데이터에 대응하는 공간 격자 내 객체에 제 1 데이터에 대응하는 종합 위험도 지수 및 제 1 데이터에 대응하는 공간 격자의 하층에 위치하는 제 2 공간 격자 내 적어도 하나의 객체에 대응하는 종합 위험도 지수들을 모두 반영하여 가시적으로 표시할 수 있다.
- [122] 즉, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(100)는 하층에 위치하는 공간 격자에서 상층에 위치하는 공간 격자로 올라갈수록 오버랩되는 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시할 수 있다.
- [123] 도 12는 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법의

흐름도이다.

- [124] 도 12를 참조하면, 단계 1210에서 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터를 제 1 네트워크에 입력하여 재해 형태를 예측할 수 있다.
- [125] 일 실시예에 따르면, 작업 공중에 관한 정보는 작업을 수행하는 사람이 맡은 공중에 관한 정보 및 작업을 수행하는 사람이 수행하는 공중에 관한 정보를 포함할 수 있다. 작업 위치에 관한 정보는 작업이 수행되는 층수에 관한 정보 또는 작업이 건물의 외부 또는 내부에서 수행되는 지에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 작업 시점에 관한 정보는 작업이 수행되는 월, 요일 또는 시간에 관한 정보를 포함할 수 있다.
- [126] 일 실시예에 따르면, 제 1 네트워크는 제 1 데이터를 입력으로 수신하여 기 설정된 복수의 재해 형태들 중 어느 하나의 재해 형태를 예측하는 분류 학습기에 해당할 수 있다. 제 1 네트워크는 범주형(categorical) 변수를 예측하기 위해 지도 학습(Supervised Learning)이 수행된 뉴럴 네트워크에 해당할 수 있다. 제 1 네트워크는 작업 공중에 관한 정보, 재해가 발생한 작업 위치에 관한 정보 또는 재해가 발생한 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 데이터 및 상기 데이터에 대응하는 재해 형태(클래스 레이블에 해당)를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 지도 학습될 수 있다.
- [127] 단계 1220에서, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치는 제 1 데이터 및 재해 형태를 제 2 네트워크에 입력하여 종합 위험도 지수를 산출할 수 있다.
- [128] 일 실시예에 따르면, 제 2 네트워크는 제 1 데이터 및 제 1 네트워크로부터 예측된 재해 형태를 입력으로 수신하여 종합 위험도 지수를 산출하는 딥 뉴럴 네트워크에 해당할 수 있다. 제 2 네트워크를 구성하는 입력 레이어에는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시간에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터 및 제 1 데이터에 기초하여 제 1 네트워크로부터 출력된 재해 형태가 입력될 수 있다. 입력된 제 1 데이터 및 재해 형태에 기초하여 히든 레이어에서 연산이 수행될 수 있으며, 최종적으로 출력 레이어에서 종합 위험도 지수가 산출될 수 있다.
- [129] 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치는 기 설정된 작업 공정 별 위험도 지수, 층수 별 위험도 지수, 월 별 위험도 지수, 요일 별 위험도 지수 또는 시간 별 위험도 지수 등을 포함하는 정보를 이용하여 제 2 네트워크가 종합 위험도 지수를 출력할 수 있도록 학습시킬 수 있다.
- [130] 단계 1230에서, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치는 3차원 모델링 공간에서 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시할 수 있다.
- [131] 예를 들어, 종합 위험도 지수는 스코어 형태로 산출될 수 있거나 스코어 값에 따라 특정 위험도 단계로 분류될 수도 있다. 스코어 값에 따라 특정 위험도 단계는 특정 색상에 대응할 수 있다.
- [132] 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치는 3차원 모델링

공간 내 제 1 데이터에 대응하는 객체에 중합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시할 수 있다.

- [133] 또한, 일 실시예에 따르면, 3차원 모델링 공간은 적어도 하나의 공간 격자를 포함하고, 제 1 공간 격자 내 상기 제 1 데이터에 대응하는 객체에 중합 위험도 지수 및 제 1 공간 격자보다 아래에 위치하는 공간 격자 내 적어도 하나의 객체들의 중합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시할 수 있다.
- [134] 도 13은 일 실시예에 따른 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치의 블록도이다.
- [135] 도 13을 참조하면, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(1300)는 통신부(1310), 프로세서(1320) 및 DB(1330)를 포함할 수 있다. 도 13의 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(1300)에는 실시예와 관련된 구성요소들만이 도시되어 있다. 따라서, 도 13에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음을 당해 기술분야의 통상의 기술자라면 이해할 수 있다.
- [136] 통신부(1310)는 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(1300)와 유선/무선 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신부(1310)는, 근거리 통신부(미도시), 이동 통신부(미도시) 및 방송 수신부(미도시) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [137] DB(1330)는 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(1300) 내에서 처리되는 각종 데이터들을 저장하는 하드웨어로서, 프로세서(1320)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있다.
- [138] DB(1330)는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 등과 같은 RAM(random access memory), ROM(read-only memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), CD-ROM, 블루레이 또는 다른 광학 디스크 스토리지, HDD(hard disk drive), SSD(solid state drive), 또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다. 프로세서(1320)는 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(1300)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(1320)는 DB(1330)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 입력부(미도시), 디스플레이(미도시), 통신부(1310), DB(1330) 등을 전반적으로 제어할 수 있다. 프로세서(1320)는, DB(1330)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 3차원 모델링 공간의 위험도 표시 장치(1300)의 동작을 제어할 수 있다.
- [139] 프로세서(1320)는 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 제어기(controllers), 마이크로 컨트롤러(micro-controllers), 마이크로 프로세서(microprocessors), 기타 기능 수행을 위한 전기적 유닛 중 적어도 하나를 이용하여 구현될 수 있다.
- [140] 본 개시의 다양한 실시예들은 기기(machine) 의해 읽을 수 있는 저장

매체(storage medium)에 저장된 하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램))로서 구현될 수 있다. 예를 들면, 기기의 프로세서는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령어를 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 기기가 상기 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 상기 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 기기로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, '비일시적'은 저장매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: 전자기파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.

- [141] 일 실시예에 따르면, 본 개시의 다양한 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory (CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두 개의 사용자 장치들 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.
- [142] 또한, 일 실시예에 따르면, 본 개시의 다양한 실시예들에 따른 방법은 인터넷을 통한 웹 서비스의 형태로 제공될 수 있다. 예를 들어, 사용자들은 클라우드 서버에 액세스하여 클라우드 서버에 저장된 소프트웨어를 실행할 수 있으며, 상기 소프트웨어는 본 개시의 다양한 실시예들에 따른 방법을 구현할 수 있는 하나 이상의 명령어들을 포함할 수 있다.
- [143] 또한, 본 명세서에서, "부"는 프로세서 또는 회로와 같은 하드웨어 구성(hardware component), 및/또는 프로세서와 같은 하드웨어 구성에 의해 실행되는 소프트웨어 구성(software component)일 수 있다.
- [144] 본 실시예의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 건설 현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법에 있어서, 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 제 1 데이터를 제 1 네트워크에 입력하여 재해 형태를 예측하는 단계;
상기 제 1 데이터 및 상기 재해 형태를 제 2 네트워크에 입력하여 종합 위험도 지수를 산출하는 단계; 및
상기 3차원 모델링 공간에서 상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 단계;
를 포함하는, 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 단계는,
상기 3차원 모델링 공간 내 상기 제 1 데이터에 대응하는 제 1 공간 격자 내 객체에 상기 종합 위험도 지수에 기초한 색상을 표시하는, 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 3차원 모델링 공간은 적어도 하나의 공간 격자를 포함하고,
상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하는 단계는,
상기 제 1 데이터에 대응하는 제 1 공간 격자 내 객체에 상기 종합 위험도 지수 및 상기 제 1 공간 격자의 하층에 위치하는 제 2 공간 격자 내 적어도 하나의 객체들의 종합 위험도 지수들에 기초한 색상을 표시하는, 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 작업 공중에 관한 정보는, 상기 작업을 수행하는 사람이 맡은 공중에 관한 정보 및 상기 작업을 수행하는 사람이 수행하는 공중에 관한 정보를 포함하고,
상기 작업 위치에 관한 정보는, 상기 작업이 수행되는 층수에 관한 정보 또는 작업이 건물의 외부 또는 내부에서 수행되는 지에 관한 정보를 포함하고,
상기 작업 시점에 관한 정보는, 상기 작업이 수행되는 날짜, 요일 또는 시간에 관한 정보를 포함하는, 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 네트워크는 상기 제 1 데이터를 입력으로 수신하여 기 설정된 복수의 재해 형태들 중 어느 하나의 재해 형태를 예측하는 분류 학습기에 해당하고,
상기 제 2 네트워크는 상기 제 1 데이터 및 상기 재해 형태를 입력으로 수신하여 상기 종합 위험도 지수를 산출하는 딥 뉴럴 네트워크에 해당하는, 방법.
- [청구항 6] 차량 내 인터페이스를 제공하는 장치에서,

상기 장치는,
적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및
상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 연산을 수행하는
프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는,

[청구항 7] 제 1 항의 방법을 컴퓨터에서 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로
읽을 수 있는 기록매체.