

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0076138

(43) 공개일자 2024년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/26 (2024.01) G01W 1/02 (2022.01)

G06F 17/18 (2006.01) G06N 3/08 (2023.01)

G06Q 10/04 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2024.01)

G01W 1/02 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2022-0158330

(22) 출원일자 2022년11월23일

심사청구일자 2022년11월23일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

한승우

인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 402동 803호
(송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)

이재우

서울특별시 용산구 이촌로87길 14, 105동 202호(이촌동, 강촌아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

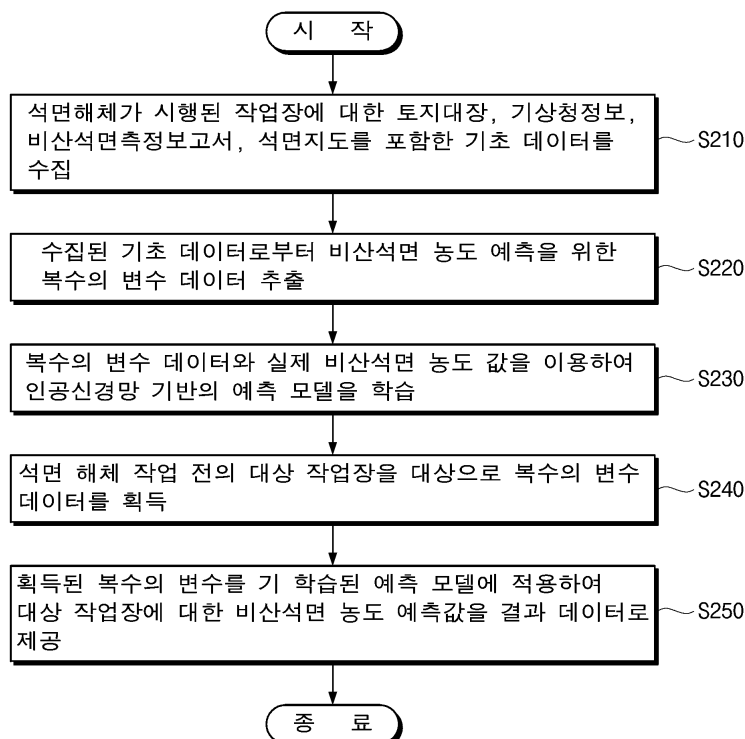
(54) 발명의 명칭 인공신경망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 인공신경망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 방법에 있어서, 석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면지도를 포함한 기초 데이터를 수집하는 단계, 상기 기초

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



데이터로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출하는 단계, 해당 작업장에 관한 상기 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 하고 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로 하여 인공신경망 기반의 예측 모델을 학습시키는 단계, 석면 해체 작업 전의 대상 작업장을 대상으로 상기 복수의 변수 데이터를 획득하는 단계, 및 상기 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 적용하여 상기 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예측값을 제공하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 건물의 석면해체 작업구역에 대한 공간적인 특성 및 비정형 데이터를 인공신경망을 기반으로 분석하여 석면해체 작업장 내 비산석면 농도를 신뢰성있게 예측할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06F 17/18 (2013.01)

G06N 3/08 (2023.01)

G06Q 10/04 (2023.01)

김민수

서울특별시 서대문구 북아현로12길 43-1, 2층(북아현동)

(72) 발명자

김도현

인천광역시 미추홀구 인하로105번길 16, 405호(용현동, 동림주택)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711163251
과제번호	2021R1A2C1007467
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	석면해체작업을 위한 빅데이터 기반 친환경 및 최적화 공정프로세스 모델 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

비산석면 농도 예측 장치에 의해 수행되는 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 방법에 있어서,
 석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면지도를
 포함한 기초 데이터를 수집하는 단계;
 상기 기초 데이터로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출하는 단계;
 해당 작업장에 관한 상기 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 하고 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로
 하여 인공 신경망 기반의 예측 모델을 학습시키는 단계;
 석면 해체 작업 전의 대상 작업장을 대상으로 상기 복수의 변수 데이터를 획득하는 단계; 및
 상기 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 적용하여 상기 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예
 측값을 제공하는 단계를 포함하는 비산석면 농도 예측 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 변수 데이터를 추출하는 단계는,
 상기 석면지도에 해당하는 공간정보 데이터로부터 획득되는 석면해체 작업구역의 전체 면적과 석면 해체 작업이
 이루어지는 실제 작업구역의 면적 및 크기를 바탕으로 상기 석면해체 작업구역의 특징값인 면적비와 종횡비를
 환산하여 상기 석면지도에 대한 변수 데이터를 추출하는 단계를 포함하는 비산석면 농도 예측 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 변수 데이터를 추출하는 단계는,
 픽셀 카운트 기법을 이용하여 상기 석면해체 작업구역의 전체면적 대비 실제 작업구간의 작업면적의 비율로부터
 상기 면적비를 환산하고, 상기 실제 작업구간의 가로 및 세로 크기의 비율로부터 상기 종횡비를 환산하는 비산
 석면 농도 예측 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,
 상기 변수 데이터를 추출하는 단계는,
 상기 토지대장으로부터 건물의 준공연도, 연면적, 건물용도 중 적어도 2 이상의 변수를 추출하고, 상기 기상청
 기상정보로부터 석면 해체 당시 평균기온, 상대습도, 풍속 중 적어도 2 이상의 변수를 추출하고, 상기 비산석면
 측정정보고서로부터 석면해체 작업구역의 작업면적, 측정위치, 작업구역의 음압유지시 측정된 유량 중 적어도 2
 이상의 변수를 추출하는 단계를 더 포함하는 비산석면 농도 예측 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 건물용도 및 상기 측정위치에 관한 각 변수 데이터를 설정 기준에 따라 해당 데이터에 대응한 값으로 수치
 화하여 전처리 가공하는 단계를 더 포함하는 비산석면 농도 예측 방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 대상 작업장에 관한 복수의 변수 데이터를 획득하는 단계는,

상기 복수의 변수 데이터 중 일부 변수들을 상기 대상 작업장에 관한 건축물 토지대장 및 석면지도로부터 각각 획득하고, 나머지 변수인 상기 작업면적, 음압유지시 유량 및 측정위치를 상기 대상 작업장의 현장에서 획득하는 비산석면 농도 예측 방법.

청구항 7

석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치에 있어서,

석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면지도를 포함한 기초 데이터를 수집하는 데이터 수집부;

상기 기초 데이터로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출하는 변수 추출부;

해당 작업장에 관한 상기 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 하고 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로 하여 인공 신경망 기반의 예측 모델을 학습시키는 학습부;

석면 해체 작업 전의 대상 작업장을 대상으로 상기 복수의 변수 데이터를 획득하는 데이터 획득부; 및

상기 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 적용하여 상기 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예측값을 제공하는 예측부를 포함하는 비산석면 농도 예측 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 변수 추출부는,

상기 석면지도에 해당하는 공간정보 데이터로부터 획득되는 석면해체 작업구역의 전체 면적과 석면 해체 작업이 이루어지는 실제 작업구역의 면적 및 크기를 바탕으로 상기 석면해체 작업구역의 특징값인 면적비와 중형비를 환산하여 상기 석면지도에 대한 변수 데이터를 추출하는 비산석면 농도 예측 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 변수 추출부는,

픽셀 카운트 기법을 이용하여 상기 석면해체 작업구역의 전체면적 대비 실제 작업구간의 작업면적의 비율로부터 상기 면적비를 환산하고, 상기 실제 작업구간의 가로 및 세로 크기의 비율로부터 상기 중형비를 환산하는 비산석면 농도 예측 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 변수 추출부는,

상기 토지대장으로부터 건물의 준공연도, 연면적, 건물용도 중 적어도 2 이상의 변수를 더 추출하고, 상기 기상청 기상정보로부터 석면 해체 당시 평균기온, 상대습도, 풍속 중 적어도 2 이상의 변수를 더 추출하고, 상기 비산석면측정보고서로부터 석면해체 작업구역의 작업면적, 측정위치, 작업구역의 음압유지시 측정된 유량 중 적어도 2 이상의 변수를 더 추출하는 비산석면 농도 예측 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 건물용도 및 상기 측정위치에 관한 각 변수 데이터를 설정 기준에 따라 해당 데이터에 대응한 값으로 수치화하여 전처리 가공하는 전처리부를 더 포함하는 비산석면 농도 예측 장치.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 데이터 획득부는,

상기 복수의 변수 데이터 중 일부 변수들을 상기 대상 작업장에 관한 건축물 토지대장 및 석면지도로부터 각각 획득하고, 나머지 변수인 상기 작업면적, 음압유지시 유량 및 측정위치를 상기 대상 작업장의 현장에서 획득하는 비산석면 농도 예측 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공지능망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 석면 해체 작업장 내 비산석면의 농도를 인공지능망을 이용하여 예측할 수 있는 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 석면(Asbestos)은 세계보건기구(WHO) 산하의 국제암연구소(IARC)에서 1급 발암물질로 지정되었고, 우리나라에서도 2012년 이후로 석면의 사용이 전면 금지되었다.

[0003] 건설업에서 건축자재로 주로 쓰이던 석면 또한 금지되었고 석면을 사용한 기존 부재의 해체 작업의 수 또한 자연스레 증가되었으며 이로 인해 국내 건설업 종사자들의 석면 질병 발생현황이 2012년 이후로 점차 증가하고 있다.

[0004] 따라서 석면 해체작업 후 비산 석면의 농도를 사전에 예측하여 작업자들이 미리 대비해야 할 필요성이 부각되고 있다.

[0005] 현재 수치화된 데이터를 통해 비산 석면의 농도를 예측하는 비선형 회귀방정식이 존재한다. 하지만 작업장의 공간적인 특성과 비정형 데이터의 특성을 고려하지 못하고, 석면 농도에 큰 영향을 미치는 변수들을 포함시킬 수 없는 한계점이 존재한다.

[0006] 또한 기존의 비산석면 농도 예측 방식은 거리별 확산 농도가 비례관계로 나타나며 실질적으로 비산을 막는 장애물(벽 등)이나 인위적으로 발생하는 조건변화에 대한 유연한 대처가 불가능하다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-2200542호(2021.01.07 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 건물의 공간적인 특성 및 비정형 데이터를 인공지능을 기반으로 분석하여 석면 해체 작업장 내 비산 석면 농도를 신뢰성 있게 예측할 수 있는 인공지능망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 비산석면 농도 예측 장치에 의해 수행되는 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 방법에 있어서, 석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면지도를 포함한 기초 데이터를 수집하는 단계, 상기 기초 데이터로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출하는 단계, 해당 작업장에 관한 상기 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 하고 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로 하여 인공 신경망 기반의 예측 모델을 학습시키는 단계, 석면 해체 작업전의 대상 작업장을 대상으로 상기 복수의 변수 데이터를 획득하는 단계, 및 상기 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 적용하여 상기 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예측값을 제공하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 변수 데이터를 추출하는 단계는, 상기 석면지도에 해당하는 공간정보 데이터로부터 획득되는 석면해체 작업구역의 전체 면적과 석면 해체 작업이 이루어지는 실제 작업구역의 면적 및 크기를 바탕으로 상기 석면해체

작업구역의 특징값인 면적비와 중형비를 환산하여 상기 석면지도에 대한 변수 데이터를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 변수 데이터를 추출하는 단계는, 픽셀 카운트 기법을 이용하여 상기 석면해체 작업구역의 전체면적 대비 실제 작업구간의 작업면적의 비율로부터 상기 면적비를 환산하고, 상기 실제 작업구간의 가로 및 세로 크기의 비율로부터 상기 중형비를 환산할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 변수 데이터를 추출하는 단계는, 상기 토지대장으로부터 건물의 준공연도, 연면적, 건물용도 중 적어도 2 이상의 변수를 추출하고, 상기 기상청 기상정보로부터 석면 해체 당시 평균기온, 상대습도, 풍속 중 적어도 2 이상의 변수를 추출하고, 상기 비산석면측정보고서로부터 석면해체 작업구역의 작업면적, 측정위치, 작업구역의 음압유지시 측정된 유량 중 적어도 2 이상의 변수를 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 비산석면 농도 예측 방법은, 상기 건물용도 및 상기 측정위치에 관한 각 변수 데이터를 설정 기준에 따라 해당 데이터에 대응한 값으로 수치화하여 전처리 가공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 대상 작업장에 관한 복수의 변수 데이터를 획득하는 단계는, 상기 복수의 변수 데이터 중 일부 변수들을 상기 대상 작업장에 관한 건축물 토지대장 및 석면지도로부터 각각 획득하고, 나머지 변수인 상기 작업면적, 음압유지시 유량 및 측정위치를 상기 대상 작업장의 현장에서 획득할 수 있다.

[0015] 그리고, 본 발명은, 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치에 있어서, 석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면지도를 포함한 기초 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 기초 데이터로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출하는 변수 추출부, 해당 작업장에 관한 상기 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 하고 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로 하여 인공 신경망 기반의 예측 모델을 학습시키는 학습부, 석면 해체 작업 전의 대상 작업장을 대상으로 상기 복수의 변수 데이터를 획득하는 데이터 획득부, 및 상기 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 적용하여 상기 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예측값을 제공하는 예측부를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 비산석면 농도 예측 장치는, 상기 건물용도 및 상기 측정위치에 관한 각 변수 데이터를 설정 기준에 따라 해당 데이터에 대응한 값으로 수치화하여 전처리 가공하는 전처리부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 건물의 석면해체 작업구역에 대한 공간적인 특성 및 비정형 데이터를 인공신경망을 기반으로 분석하여 석면해체 작업장 내 비산석면 농도를 신뢰성있게 예측할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명에 따르면, 다양한 석면 해체작업 현장의 조건별 특성을 반영한 입체적인 예측 농도 도출이 가능하다. 아울러, 석면 농도의 예측을 통해 공정계획을 수립하고, 장비 및 인력의 배치를 결정하는 근거로 활용할 수 있으며, 이를 바탕으로 작업자의 안전을 확보하고 적절한 보호구 등 초기 조치를 취해 직업성 질병의 발생을 미연에 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 장치를 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 방법을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에서 석면지도로부터 석면해체 작업구역의 면적비와 중형비를 환산하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에서 비정형 텍스트 데이터를 모델 학습을 위한 데이터로 전처리하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 예측 모델을 이용하여 복수의 입력 변수로부터 도출한 비산석면 농도 예측값을 실제값과 비교하여 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 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 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0023] 도 1에 나타난 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망을 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 장치(100)는 데이터 수집부(110), 변수 추출부(120), 학습부(130), 데이터 획득부(140), 예측부(150)를 포함하며, 전처리부(160)를 더 포함할 수 있다. 여기서 각 부(110~160)의 동작 및 각 부 간의 데이터 흐름은 제어부(미도시)에 의해 제어될 수 있다.
- [0024] 데이터 수집부(110)는 석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정 보고서 및 석면지도를 포함한 기초 데이터를 수집한다. 이를 통해 데이터 수집부(110)는 예측 모델 학습에 필요한 빅데이터를 구축할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 실시예는 다양한 작업장을 고려한 데이터베이스를 생성하고 이를 기반으로 입출력 정보가 명확한 딥러닝 기반의 예측 모델을 제시해줄 수 있다.
- [0026] 변수 추출부(120)는 데이터 수집부(110)에 수집된 기초 데이터로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출한다. 이러한 변수 추출부(120)는 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면 지도 각각으로부터 예측 모델 학습에 필요한 변수들을 추출하고 이를 학습부(130)로 제공할 수 있다.
- [0027] 여기서, 추출된 변수들 중 일부 전처리가 필요한 데이터의 경우 전처리부(160)에서 재가공된 후에 학습부(130)로 전달될 수 있다. 예를 들어, 변수 추출부(120)는 복수의 변수들 중에서 수치화되지 않은 비정형 텍스트 데이터(예: 건물용도, 측정위치)의 경우 전처리부(160)로 전달함으로써 수치화된 변수 값으로 재가공되도록 할 수 있으며, 전처리된 변수를 취합하여 학습부(130)로 전달할 수 있다.
- [0028] 학습부(130)는 해당 작업장에 관한 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 하고 해당 작업장에 관한 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로 하여 인공 신경망 기반의 예측 모델을 학습시킨다.
- [0029] 학습부(130)는 예측 모델 생성을 위해 다양한 기법을 사용할 수 있는데, 예측 모델의 학습에는 심층신경망(Deep neural network, DNN), 로지스틱 회귀(logistic regression), 랜덤 포레스트(random forest) 알고리즘이 사용될 수 있다. 예를 들어, 예측 모델은 인공 신경망 알고리즘 중에서 심층 신경망(DNN) 알고리즘을 통하여 학습될 수 있다.
- [0030] 이에 따라, 본 발명의 실시예는 석면해체 작업장에서 추출되는 변수 데이터들을 인공 신경망을 기반으로 분석하여 비산석면 농도 예측값을 제공해주는 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0031] 데이터 획득부(140)는 석면 해체 작업 전의 대상 작업장을 대상으로 복수의 변수 데이터를 획득한다. 여기서 획득된 변수 데이터 중 일부 데이터는 전처리부(160)에 의해 재가공된 후에 예측 모델의 입력 데이터로 적용될 수 있다.
- [0032] 예측부(150)는 데이터 획득부(140)에서 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 입력하여 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예측값을 예측 결과로 출력하여 제공할 수 있다.
- [0033] 이에 따라, 본 발명의 실시예의 경우, 석면 해체 전의 임의 작업장에 대한 변수 데이터를 사전 학습된 딥러닝 기반의 예측모델에 입력하는 것만으로도, 해당 작업장의 석면해체 작업시에 예상되는 비산석면 농도를 예측 결과로 제공할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따른 장치(100)는 비산석면 농도를 예측해주는 서버 그 자체 일 수도 있고, 사용자 단말(미도시) 상에 구현되는 어플리케이션(Application)에 해당할 수도 있다. 사용자 단말은 관련 어플리케이션(응용 프로그램)이 실행된 상태에서 본 발명의 장치(100)와 네트워크 접속되어 분석 대상이 되는 현장에 대한 변수 입

력에 대응하여 예측되는 해당 작업장에 대한 비산석면 농도 예측 값을 화면을 통해 출력하여 제공할 수 있다.

- [0035] 도 2는 도 1의 장치를 이용한 석면 해체 작업장 비산석면 농도 예측 방법을 설명하는 도면이다.
- [0036] 먼저, 데이터 수집부(110)는 석면 해체가 시행된 각 작업장에 대한 건축물 토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면지도를 포함한 기초 데이터를 수집한다(S210). 데이터 수집부(110)는 이를 기반으로 모델 학습을 위한 빅데이터를 구축할 수 있고 수집된 데이터를 데이터베이스부와 같은 데이터 저장소에 저장할 수 있다.
- [0037] 데이터 수집부(110)는 과거 석면 해체가 시행된 각 현장에 대응한 토지대장, 비산석면측정보고서, 석면지도를 공공데이터(예: 각 구/군청의 석면 자료실)를 통해 확보할 수 있고 석면해체 시행 당시(예: 당일)의 기상정보를 기상청 서버로부터 확보할 수 있으며 이들 데이터를 DB화할 수 있다. 그리고, 데이터 수집부(110)는 수집된 데이터를 변수 추출부(120)로 전달할 수 있다.
- [0038] 변수 추출부(120)는 수집된 기초 데이터(토지대장, 기상청 기상정보, 비산석면측정보고서, 석면지도)로부터 석면 해체 작업장의 비산석면 농도 예측을 위한 복수의 변수 데이터를 추출한다(S220).
- [0039] 여기서, 변수 추출부(120)는 토지대장으로부터 건물의 준공연도, 연면적(m^2), 건물용도(건물종류) 중 적어도 2 이상의 변수를 추출할 수 있고, 기상청 기상정보로부터 석면 해체 당시 평균기온($^{\circ}C$), 상대습도(%), 풍속(m/s) 중 적어도 2 이상의 변수를 추출할 수 있고, 비산석면측정보고서로부터 석면해체 작업구역의 작업면적(m^2), 측정위치, 작업구역의 음압유지시 측정된 유량(l/min) 중 적어도 2 이상의 변수를 추출할 수 있다.
- [0040] 아울러, 변수 추출부(120)는 입력된 석면지도 데이터로부터 석면해체 작업구역의 특징값인 면적비와 종횡비를 환산하여 이를 석면지도에 대한 변수 값으로 추출하여 모델 학습을 위한 변수 데이터로 추가로 활용할 수 있다.
- [0041] 예를 들어, 변수 추출부(120)는 건축물 토지대장을 통해 석면 해체 작업이 시행된 해당 건물의 준공연도(a), 연면적(b), 건물용도(c) 데이터를 수집할 수 있다. 여기서, 건물용도(c)는 수치화되지 않은 명목형 데이터로, 추후 더미변수로 변환하는 과정을 거칠 수 있다.
- [0042] 또한, 변수 추출부(120)는 기상청 기상정보를 통해 석면 해체 작업 해당 날짜 및 장소의 평균기온(d), 상대습도(e), 풍속(f)을 획득할 수 있다.
- [0043] 또한, 변수 추출부(120)는 각 구/군청 석면 자료실 비산석면 측정 결과 보고서를 수집하여 유량(g), 작업면적(h), 측정위치(i) 데이터를 획득할 수 있으며, 이때 예측 모델의 학습 시에 출력 데이터로 활용되는 비산석면 농도(l) 데이터도 획득할 수 있다.
- [0044] 석면해체 작업구역에는 비산석면의 확산을 막는 음압기가 설치되며, 유량(L/min)은 작업공간의 음압 유지를 위해 드나드는 분당 공기의 유동량을 나타내며 현장에서 측정에 의해 획득될 수 있다. 여기서, 측정 위치(i)는 수치화되지 않은 명목형 데이터로, 추후 더미변수로 변환하는 과정을 거칠 수 있다.
- [0045] 또한, 변수 추출부(120)는 비산 석면 측정 결과 보고서에 포함된 석면지도를 통해 해체 작업 구역 면적비(j), 종횡비(k)를 획득할 수 있다.
- [0046] 구체적으로, 변수 추출부(120)는 석면지도에 해당하는 공간정보 데이터로부터 획득되는 석면해체 작업구역의 전체 면적과 석면 해체 작업이 이루어지는 실제 작업구역의 면적 및 크기를 바탕으로 석면해체 작업구역의 특징값인 면적비와 종횡비를 환산할 수 있다.
- [0047] 즉, 변수 추출부(120)는 석면해체 작업구역에 대한 수치화되지 않은 공간적인 정보를 면적비 및 종횡비와 같은 값으로 정량화하고 이를 모델 학습을 위한 변수 파라미터로 활용할 수 있다.
- [0048] 같은 면적의 석면 해체 작업 현장이라 하더라도 건물 전체 면적 대비 작업 면적이 차지하는 비중이나 작업 면적의 종횡방향 길이 비율에 따라 석면 분포 현상이 달라질 수 있다. 이러한 이유로 일반적인 수치 데이터 뿐만 아니라 3차원 공간 정보 및 비정형 데이터를 예측 모델에 반영하는 것을 통해서 비산석면 농도 예측의 정확도를 높일 필요가 있다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 실시예에서 석면지도로부터 석면해체 작업구역의 면적비와 종횡비를 환산하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 도 3은 특정 작업장의 석면지도를 예시한 것이다. 3차원 공간 정보를 변수로 활용하기 위한 방법으로 본 발명의 실시예는 석면 해체 작업구역의 픽셀 수를 계산하여 면적비와 종횡비를 도출할 수 있다.

- [0051] 즉, 변수 추출부(120)는 석면 지도 상의 설계 정보에서 카운팅되는 픽셀수를 이용하여 석면해체 작업구역의 면적비 및 종횡비를 획득할 수 있다.
- [0052] 구체적으로, 변수 추출부(120)는 픽셀 카운트(pixel count) 기법을 이용하여 공간정보 데이터 내에서 석면해체 작업구역의 전체면적 대비 실제 작업구간의 작업면적의 비율로부터 면적비를 환산하고, 실제 작업구간의 가로 및 세로 크기의 비율로부터 종횡비를 환산할 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 도 3의 석면 지도에서, 석면해체 작업구역의 전체 면적 = 192 pxls, 실제 작업구역의 면적(붉은색 표시 영역) = 57 pxls인 경우, 면적비는 아래 수학적 식 1과 같이 29.69%로 연산될 수 있다.

수학적 식 1

[0054]
$$\text{면적비}(j) = 57(pxls) \div 192(pxls) \times 100(\%) = 29.69(\%)$$

- [0055] 또한, 도 3의 붉은색 표시 영역과 같이, 실제 작업구간의 장축 크기(도 3에서는 가로 크기) = 15 pxls, 단축 크기(도 3에서는 세로 크기) = 6 pxls인 경우, 종횡비는 아래 수학적 식 2와 같이 2.5의 값으로 연산될 수 있다.

수학적 식 2

[0056]
$$\text{종횡비}(k) = 15(pxls) \div 6(pxls) = 2.5$$

- [0057] 즉, 전체 건물의 바닥면적 픽셀 수 대비 실제 작업 구간의 픽셀 수를 백분율로 환산한 값이 면적비(j)이며, 실제 작업 구간의 장축 픽셀 수를 단축 픽셀 수로 나눈 값이 종횡비(k)이다. 종횡비는 장축 픽셀 수를 단축 픽셀 수로 나눈값이므로 1과 동일하거나 1 이상의 값을 가질 수 있다.
- [0058] 이와 같이, 변수 추출부(120)는 간단한 수학적 연산을 통해서 석면해체 작업구역의 면적비 및 종횡비를 석면 지도 상의 변수 데이터로 획득할 수 있다.
- [0059] 여기서, 변수 추출부(120)는 토지대장, 기상정보, 비산석면측정보고서 및 석면 지도로부터 추출한 변수 데이터들(준공연도, 연면적, 건물용도, 평균기온, 상대습도, 풍속, 작업면적, 측정위치, 유량, 면적비, 종횡비) 중에서 수치화되지 않은 데이터(건물용도, 측정위치)를 전처리부(160)로 전달할 수 있다.
- [0060] 전처리부(160)는 건물용도 및 측정위치에 해당하는 변수 데이터를 설정 기준에 따라 해당 데이터에 대응한 값으로 각각 수치화하여 전처리 가공할 수 있다.
- [0061] 일반적으로 작업 현장의 압력을 인위적으로 낮추어 비산 석면의 확산을 막는 음압기 설치장소나, 석면 해체 폐기물을 보관하는 장소의 경우 예측식과 정비례하는 농도 결과가 도출되기 어렵다. 위의 이유로 비정형 텍스트 변수를 고려해야 하며, 이를 반영한 모델을 만들기 위한 방법이 필요하다.
- [0062] 본 발명의 실시예는 여러 뉴런이 연결되어 복잡한 연산을 수행하며 독립변수들의 상관관계를 통해 종속변수를 예측하는 데 효과적인 인공신경망(Artificial Neural Network)을 사용한다. 이때, 도 4와 같이 비정형 텍스트 변수를 라벨(Label) 값으로 변환하여 인공신경망의 Input Data로 활용한다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 실시예에서 비정형 텍스트 데이터를 모델 학습을 위한 데이터로 전처리하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 4와 같이, 전처리부(160)는 추출된 11가지 변수 데이터들 중에서 비정형 텍스트 데이터인 건물용도(건물종류)(c) 및 측정위치(i)에 관한 변수를 더미변수로 변환하는 과정을 거칠 수 있다.
- [0065] 도 4는 데이터 전처리를 위한 기준으로, 건물용도(c)는 공공업무시설, 교육(연구)시설, 근린생활시설, 공장 등의 값에 각각 -3 ~ 3 까지 정수값을 부여하였고, 측정위치(i)의 경우 비산 석면 측정 시 주된 측정 위치인 거주 자주거지역, 부지경계선, 음압기, 위생설비 입구 등의 값에 -3 ~ 3 의 정수값을 부여하였으며, 이를 통해 건물 용도 및 측정위치를 수치 값으로 정량화할 수 있다.
- [0066] 이와 같이, 본 발명의 실시예의 경우, 비산석면 측정결과보고서, 기상정보, 토지대장을 통해 각 해체 작업 및 작업 해당 건물의 준공년도(a), 연면적(b), 건물용도(c), 평균기온(d), 상대습도(e), 풍속(f), 유량(g), 작업

면적(h), 측정위치(i), 면적비(j), 종횡비(k)를 추출하고 모델 학습이 가능한 형태로 가공, DB화 및 전처리 과정을 진행할 수 있다.

[0067] 다음은 상술한 각각의 변수 데이터를 기반으로 비산석면 농도 예측을 위한 예측 모델을 학습시킬 수 있다.

[0068] 여기서, 학습부(130)는 실질적인 모델 학습 진행 이전에, 모델 학습 저해 요인으로 작용하는 이상 데이터셋을 제거하는 과정을 수행할 수 있다. 즉, 변수 추출과 전처리를 통하여 확보된 전체 데이터셋 중에서 전체 데이터에 비해 많은 양의 동일 데이터가 포함되어 학습 경향 및 학습의 효과를 낮출 수 있는 이상치 데이터셋을 삭제할 수 있다. 여기서 데이터셋이란 12가지 변수(11개의 독립변수: a~k, 1개의 종속변수: l)로 이루어진 데이터 집합을 의미할 수 있다.

[0069] 구체적으로, 모델의 종속 변수로 사용되는 비산석면 농도(l)를 제외한 모든 독립 변수(a~k) 중에서 동일한 값을 갖는 데이터셋이 전체 데이터셋의 과반수를 초과하는 경우 해당 데이터셋을 학습 시에 제외시킬 수 있다. 이때, 농도(l)와 측정위치(i)를 제외한 다른 독립 변수 요인이 모두 동일한 값을 갖는 데이터셋의 수가 전체 데이터셋을 초과할 경우 해당 데이터셋을 학습 시에 제외시킬 수 있다.

[0070] 예를 들어, DB 내의 특정 데이터셋이 동일한 작업 공간에서 측정된 경우(측정 위치는 다르더라도 건물은 동일한 경우), 같은 건물이기 때문에 연면적, 준공년도 등의 독립 변수들은 동일하지만 측정위치에 따라 종속 변수인 비산석면 농도(l)는 상이할 수 있으며, 이와 같은 동일한 독립 변수를 갖는 데이터가 전체 데이터셋의 과반을 초과하는 경우에 해당 데이터셋을 모델 학습 시에 제외시킬 수 있다. 이러한 동작은 이후의 인공신경망 모델 학습 진행 시에 과적합되는 것을 방지하기 위함이다. 이와 같이, 전체 데이터셋 대비 비정상적으로 많은 분포를 차지하는 데이터는 학습 및 예측 능력을 떨어뜨리므로 삭제하도록 한다.

[0071] 다음, 학습부(130)는 이와 같은 이상 데이터셋이 제거된 상태에서 학습을 진행할 수 있다.

[0072] 구체적으로, 학습부(130)는 각 작업장 별로 해당 작업장에 관한 복수의 변수 데이터를 입력 값으로 설정하고 그에 대응되는 실제 관측된 비산석면 농도 값을 출력 값으로 설정하여 인공 신경망 기반의 예측 모델을 학습시킨다(S230).

[0073] 학습부(130)는 인공지능 알고리즘에 기반한 프로세서를 이용하여, 각 작업장 별로 수집된 각 변수를 입력 데이터로 하고, 그에 대응되는 비산석면 농도 값을 출력 데이터로 하는 학습 데이터셋을 기반으로 예측 모델을 학습시킨다.

[0074] 이때, 학습부(130)는 심층 신경망(DNN)을 이용하여 모델을 학습시킬 수 있으며, 복수 현장 별로 수집된 빅데이터의 학습을 통하여 모델의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0075] 학습이 완료된 이후부터는, 분석 대상이 되는 작업장에 대한 각 변수를 예측 모델에 입력하는 것만으로도 해당 작업장에서 석면해체 작업시에 예상되는 비산석면 농도 값을 제공할 수 있다.

[0076] 이를 위해, 데이터 획득부(140)는 석면 해체 작업 전의 대상 작업장을 대상으로 복수의 변수 데이터를 획득하고(S240), 이를 예측부(150)로 전달할 수 있다. 데이터 획득부(140)는 사용자 단말 혹은 데이터 저장 장치와 연동하여 관련 데이터를 획득하거나 입력받을 수 있다.

[0077] 여기서, 데이터 획득부(140)는 대상 작업장에 대한 복수의 변수 데이터 획득 시에, 복수의 변수 데이터 중 일부 변수들을 대상 작업장에 관한 건축물 토지대장 및 석면지도로부터 각각 획득하고, 나머지 변수인 작업면적, 음압유지시 유량, 측정위치에 관한 변수들을 대상 작업장의 현장에서 측정에 의해 획득할 수 있다.

[0078] 석면 해체작업 예정인 작업장의 경우 석면측정결과보고서가 아직 작성되기 전이므로 관련 변수 a~k 중에서도 작업면적, 유량, 측정위치의 경우 사용자로부터 현장 정보를 바탕으로 입력받을 수 있다.

[0079] 아울러, 데이터 획득부(140)는 건축물 토지대장 및 석면지도를 입력받으면 관련된 변수들을 자동으로 탐색하여 추출하도록 구성될 수 있다. 이때 데이터 획득부(140)는 석면 지도의 입력 시 이를 변수 추출부(120)로 전달하여 변수 추출부(120)로부터 해당 석면 지도로부터 환산된 면적비와 종횡비 값을 제공받을 수 있다. 그밖에도, 데이터 획득부(140)는 작업면적, 유량, 측정위치를 포함한 전체 11가지의 변수를 직접 사용자 단말이나 입력 인터페이스를 통해 사용자로부터 입력받아 획득할 수도 있다.

[0080] 다음으로, 데이터 획득부(140)는 대상 작업장에 대해 획득된 a부터 i까지의 전체 변수 데이터를 예측부(150)로 전달할 수 있다.

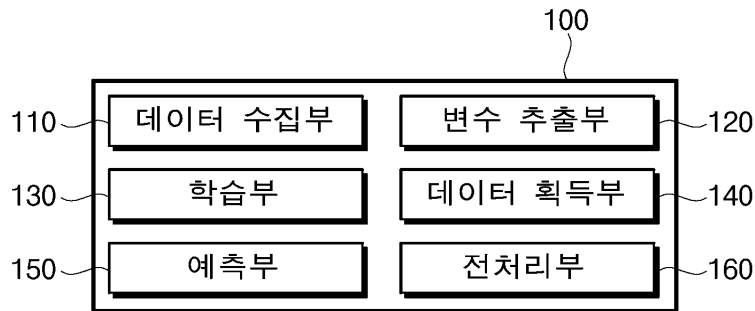
- [0081] 예측부(150)는 획득된 복수의 변수 데이터를 기 학습된 예측 모델에 적용하여 대상 작업장에 대한 비산석면 농도 예측값을 결과 데이터로 도출할 수 있다(S250).
- [0082] 이후, 출력부(미도시)는 예측 결과를 디스플레이나 사용자 단말 등을 통하여 출력하여 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0083] 일반적으로 예측 모델의 구축시에는 모델 학습, 성능 검증 단계를 수행하게 된다. 본 발명의 실시예의 경우 예측 모델의 학습 및 성능 검증 단계를 수행할 수 있다.
- [0084] 우선, 준비된 데이터 셋을 각각 4:3:3의 비율로 Training/Test/Validation Data로 무작위 분할하여 학습을 진행한다. 예측 모델은 피드포워드(feedforward) 신경망으로 구현되고, 훈련방법으로 Levenberg-Marquardt 방법을 사용할 수 있다. 이후 설정된 검증 기준이 충족되면 학습을 중지한다.
- [0085] 예측 모델의 학습 알고리즘은 Input Layer 와 Output Layer 사이 여러 개의 은닉층이 형성된 인공신경망 알고리즘을 포함할 수 있다. 인공신경망 알고리즘은 2개의 은닉층(Hidden layer)과 22개의 노드(Node)로 구성될 수 있고, 각각 ReLu, Sigmoid 함수를 활성화함수로서 활용할 수 있다. 활성화함수는 기 공지된 함수에 해당하므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0086] 이후에는 생성된 예측 모델을 통해 석면 해체 작업 후 예측 석면 농도를 도출하여 실제값과 비교 검증하는 과정을 수행할 수 있다. 이때, 실제값과 예측값 간의 선형회귀를 진행하여 결정계수인 R 제곱 값을 확인하는 방법을 사용한다.
- [0087] 그 밖에도 건물용도, 측정위치, 면적비, 중형비가 포함되지 않은 데이터 셋을 사용하여 다중 선형회귀 및 인공신경망 학습을 진행하고, 이를 통한 예측값과 실제값의 결정계수 값을 비교하여, 공간 정보(면적비, 중형비) 및 명목형 정보(건물용도, 측정위치)의 영향력을 확인하고 본 모델의 성능을 검증할 수 있다.
- [0088] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 예측 모델을 이용하여 복수의 입력 변수로부터 도출한 비산석면 농도 예측값을 실제값과 비교하여 나타낸 도면이다. 이러한 도 5의 결과로부터 실제 값과 예측 값 간의 오차가 매우 낮으며, 신뢰성 있는 예측 결과를 제공함을 확인할 수 있다.
- [0089] 이와 같은 본 발명에 따르면, 건물의 석면해체 작업구역에 대한 공간적인 특성 및 비정형 데이터를 인공신경망을 기반으로 분석하여 석면해체 작업장 내 비산석면 농도를 신뢰성있게 예측할 수 있다.
- [0090] 또한, 본 발명에 따르면, 다양한 석면 해체작업 현장의 조건별 특성을 반영한 입체적인 예측 농도 도출이 가능하다. 아울러, 석면 농도의 예측을 통해 공정계획을 수립하고, 장비 및 인력의 배치를 결정하는 근거로 활용할 수 있으며, 이를 바탕으로 작업자의 안전을 확보하고 적절한 보호구 등 초기 조치를 취해 직업성 질병의 발생을 미연에 방지할 수 있다.
- [0091] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

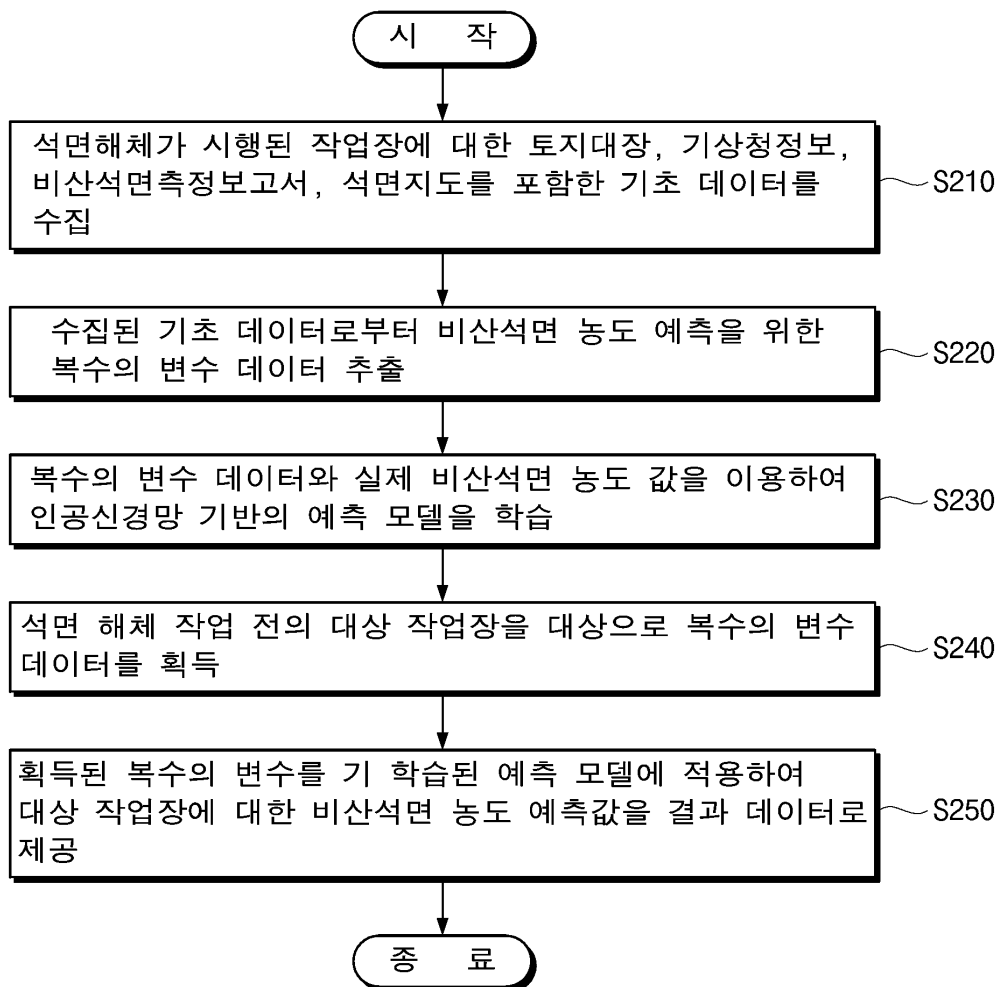
- [0092] 100: 비산석면 농도 예측 장치 110: 데이터 수집부
120: 변수 추출부 130: 학습부
140: 데이터 획득부 150: 예측부
160: 전처리부

도면

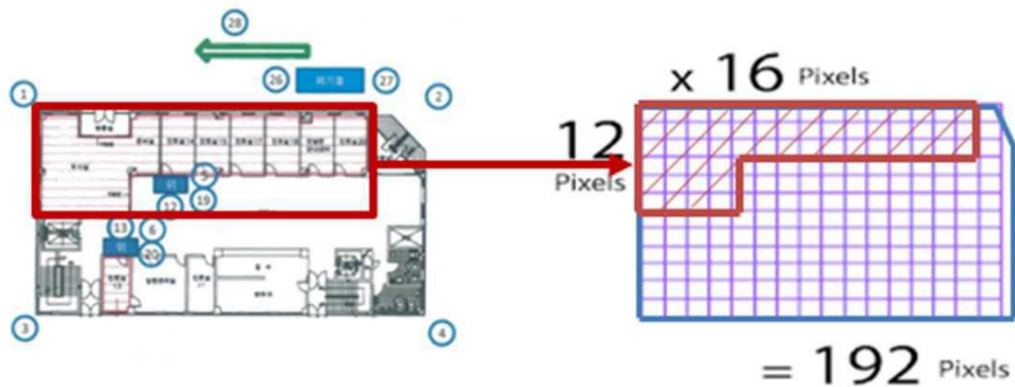
도면1



도면2



도면3



도면4

건물종류	Value	측정위치	Value
공공업무시설	-3	거주자주거지역	-3
교육(연구)시설	-2	부지경계선	-2
노유자시설	-1	위생설비입구	-1
의료시설	0	음압기	0
2종근린생활시설	1	작업장주변(실내)	1
공장	2	작업장주변(실외)	2
거주시설	3	폐기물보관	3

도면5

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q
1	장단비(1)	업면적비율	건물종류	준공연도(년)	연면적(m ²)	작업면적(m ²)	평균기온(℃)	상대습도(%)	평균풍속(m/s)	속정위치	유량(l/min)	석면농도(μg/l)	예측값
2	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-2	10.05	0.001	0.00127
3	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-2	10.02	0.002	0.0017
4	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-2	10.04	0.001	0.00127
5	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-2	10.08	0.002	0.00254
6	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-1	10.01	0.004	0.0034
7	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-1	10.03	0.003	0.00255
8	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-1	10.06	0.004	0.0034
9	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	-1	10	0.004	0.0034
10	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	3	10.02	0.004	0.00508
11	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	3	10.07	0.004	0.00508
12	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	3	10.03	0.003	0.00381
13	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	3	10.05	0.005	0.00425
14	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.01	0.004	0.0034
15	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.05	0.003	0.00255
16	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.02	0.003	0.00255
17	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.07	0.004	0.00508
18	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.03	0.004	0.00508
19	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.04	0.005	0.00635
20	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.06	0.004	0.0034
21	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	0	10.01	0.004	0.0034
22	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	2	10.03	0.003	0.00255
23	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	3	10.05	0.004	0.00508
24	4.5	96	-2	1998	8158.15	927.99	-1.6	47.1	1.5	3	10.02	0.004	0.00508
25	4.5	89.3	-2	1998	8158.15	927.99	1.6	65.9	2.7	3	10.03	0.004	0.00508
26	4.5	89.3	-2	1998	8158.15	927.99	1.6	65.9	2.7	3	10.05	0.005	0.00635
27	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-2	10.04	0.001	0.00127
28	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-2	10.01	0.002	0.00254
29	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-2	10.06	0.002	0.0017
30	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-2	10.03	0.002	0.0017
31	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-1	10.02	0.004	0.0034
32	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-1	10.05	0.003	0.00255
33	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-1	10.07	0.003	0.00255
34	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	-1	10	0.004	0.0034
35	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	1	10.04	0.003	0.00255
36	3.8	83.8	-2	1998	8158.15	927.99	0.5	72.8	2.2	2	10.03	0.002	0.0017