



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0103598
(43) 공개일자 2021년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06Q 50/26 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
G06N 20/00 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2020-0017353
(22) 출원일자 2020년02월13일
심사청구일자 2020년02월13일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김원태
충청남도 아산시 음봉면 월암로 230
김형수
경기도 오산시 양산로398번길 58-5 104동 1101호 (양산동, 늘푸른오스카빌아파트)
(74) 대리인
박병천, 정성훈

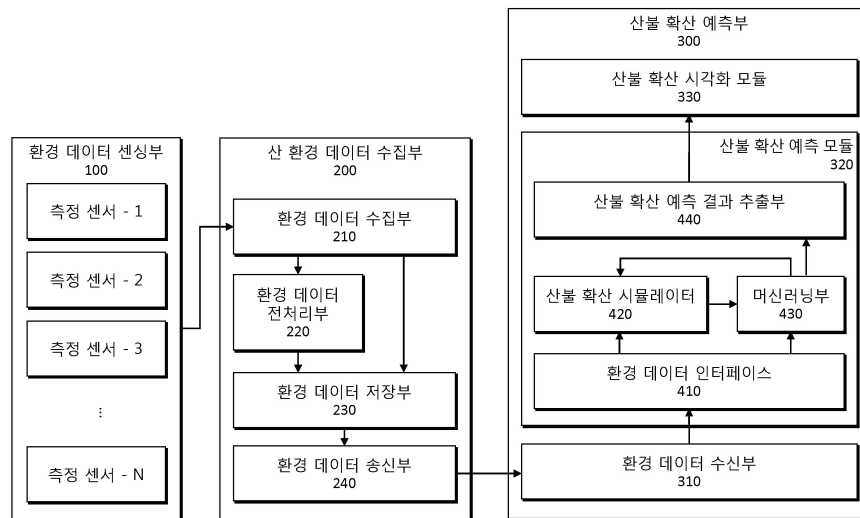
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 산불 확산 고속 정밀 예측

(57) 요약

본 명세서에 개시된 산불 확산 시뮬레이션 장치는 IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 산 환경 데이터 수집부; 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하고, 상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 산불 확산 시뮬레이터; 및 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 머신러닝부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711081033
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	차세대초소형IoT기술개발(R&D)
연구과제명	지능 기반 초소형 disposable IoT 동적 자유통 구성 및 실행인프라 기술
기 여 율	1/2
과제수행기관명	전자부품연구원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711088188
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구
연구과제명	대규모 버추얼 팩토리를 위한 고신뢰 디지털 트윈 플랫폼
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기술교육대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 산 환경 데이터 수집부;

산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하고, 상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 산불 확산 시뮬레이터; 및

상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 머신러닝부를 포함하는 산불 확산 시뮬레이션 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 산불 확산 시뮬레이터는

상기 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보와 발화점 정보를 슬레이브 산불 시뮬레이터들에게 분할하여 할당하는 마스터 산불 시뮬레이터; 및

상기 마스터 산불 시뮬레이터로부터 할당 받은 분할 정보에 기초하여 분산 시뮬레이션을 수행하는 슬레이브 산불 시뮬레이터를 포함하는 산불 확산 시뮬레이션 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 마스터 산불 시뮬레이터는

상기 슬레이브 산불 시뮬레이터의 컴퓨팅 자원에 대해 머신러닝을 수행하여 상기 지형 정보 및 상기 발화점 정보를 상기 슬레이브 산불 시뮬레이터에 최적화되도록 분할하는 산불 확산 시뮬레이션 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 머신러닝부는

상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 대해 머신러닝을 수행하여 특정 장소까지 화재의 도착 시간, 화재의 확산 속도 및 화재의 확산 방향을 포함하는 보정된 산불 확산 시뮬레이션 결과를 도출하는 산불 확산 시뮬레이션 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 보정된 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 가공하여, 산불 확산의 속성을 나타내는 시각화 정보를 제공하는 산불 확산 시각화 모듈을 더 포함하는 산불 확산 시뮬레이션 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 환경 측정 데이터는

특정 지역의 온도 정보, 습도 정보, 풍향 정보, 풍속 정보, 강수량 정보, 열화상 정보, 지형 정보, 위치 정보, 및 발화점 정보를 포함하는 산불 확산 시뮬레이션 장치.

청구항 7

IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 동작;

산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하는 동작;

상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 동작;

상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 동작; 및

상기 보정된 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 가공하여, 산불 확산의 속성을 나타내는 시각화 정보를 제공하는 동작을 포함하는 산불 확산 시뮬레이션 장치의 시뮬레이션 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하는 동작은,

상기 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 컴퓨팅 자원에 대해 머신러닝을 수행하여 상기 지형 정보 및 상기 발화점 정보를 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션의 수행에 최적화되도록 분할하는 동작인 산불 확산 시뮬레이션 장치의 시뮬레이션 방법.

청구항 9

컴퓨팅장치에서,

IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 동작;

산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하는 동작;

상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 동작;

상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 동작; 및

상기 보정된 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 가공하여, 산불 확산의 속성을 나타내는 시각화 정보를 제공하는 동작을 포함하는 분산 산불 확산 시뮬레이션 방법을 실행하기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 산불 확산에 대한 고속의 정밀 예측 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산불 시뮬레이터는 산불로 인한 생태계 파괴, 건축물 붕괴, 인명 피해를 최소화하기 위한 효율적인 산불 진압 및 안전한 대피로의 도출을 목적으로 산불 확산 시뮬레이션을 실행할 수 있는 장치이다. 산불 시뮬레이터는 기상 정보, 연료 모델, GIS(Geographic Information System)로 추출된 지형 데이터를 입력 받아 산불 확산 모델을 기반으로 산불 확산 알고리즘을 수행한다. 산불 시뮬레이터는 산불 확산 알고리즘을 수행한 후, 산불 확산 방향, 산불이 특정 장소까지 도착하는 시간, 산불의 면적당 열 방출량, 산불의 확산 속도 등의 산불의 속성 정보를 가지는 결과 파일들을 생성하여, 사용자가 생성된 결과 파일들에 기초하여 산불 확산 시뮬레이션 결과를 분석할 수 있도록 한다.

[0003] 현재 정확한 산불 예측을 위한 산불 확산 알고리즘과 시뮬레이션 기술이 연구되어, 산불 확산 시뮬레이터는 FARSITE, DEVS-FIRE, 프로메테우스 등이 개발되었다. 미국의 농무부에서는 캘리포니아의 산불 확산 예측을 위해, 산불 확산 수학적 모델과 죽은 나무 연료의 습도를 직접 측정해서 만든 연료 모델을 조합하여, 산불 확산 시뮬레이터인 FARSITE를 개발하였다.

[0004] FARSITE와 같은 기존의 산불 시뮬레이터는 수학적 모델을 기반으로 산불 확산 알고리즘을 수행하기 때문에 급격한 기상 변화를 반영하기 위해서는 추가적인 산불 확산 파라미터와 복잡한 산불 확산 알고리즘이 요구가 된다. 이로 인해 기존의 산불 시뮬레이터는 산불 확산 시뮬레이션 수행 시간이 오래 걸리며, 복잡한 환경 모델을 정교하게 반영하지 못하는 문제점이 있다. 즉, 기존의 산불 시뮬레이터는 지형 정보의 추상화로 인한 고해상도의 실제 모델 지원이 어려워 수종, 수목 분포 등의 연료 모델이 정밀하지 못한 점과 지형의 변화에 대한 실시간 반영이 느리기 때문에 최신 지형 정보를 통한 정밀한 산불 확산 예측을 수행하지 못하는 문제점이 있다.

- [0005] 산불의 피해를 효율적으로 줄이기 위해서는 산불 확산 예측의 정확성과 신속성이 필요하다. 기존의 산불 확산 시뮬레이션이 가지고 있는 한계를 극복하기 위해, 사물인터넷을 활용한 데이터 동화 기법과 분산 시뮬레이션 기법을 이용한 산불 확산 시뮬레이션의 연구가 진행되고 있다.
- [0006] 데이터 동화 기법은 시뮬레이션 모델과 실제 환경의 측정 모델을 확률적 추정으로 비교하여, 부정확한 산불 확산 예측 결과를 정정하는 기법이다. 칼만 필터, 확장 칼만 필터, 앙상블 칼만필터, 파티클 필터 등과 같은 확률적인 추정 필터 기술들은 시뮬레이션 모델의 결과를 정정하는 기술을 지원한다. 산불 환경에서의 측정 모델에는 센서로 측정된 온도, 풍향, 풍속, 화재의 둘레 등이 활용되고 있다.
- [0007] 분산 시뮬레이션 기법은 해당 시나리오에 대하여 다수의 컴퓨팅 자원이 병렬적인 시뮬레이션을 통해 빠른 예측 결과를 도출하는 기법이다. 분산 시뮬레이션 기법은 단일 시뮬레이션으로 예측하기 힘든 복잡한 시나리오이거나, 시나리오의 시뮬레이션의 계산 양이 많지만 빠른 예측 결과를 얻어야 하는 시나리오(예를 들어, 교통관리, 인구이동, 자연재해 등)에 주로 사용되고 있다. 빠른 산불 확산 예측을 얻어야 하는 기존 산불 분산 연구는 셀룰러 오토마타 기법에 기반한 분산 시뮬레이션이 주로 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 기존의 산불 시뮬레이터는 산불 확산 예측을 수학적 모델을 기반으로 예측하여 결과를 도출하기 때문에, 급격한 기상 변화나 지형적 변화는 산불 확산 예측의 부정확성을 야기한다. 또한, 실제 지역 연료 해상도와 산불 확산 시뮬레이션이 가지는 지역 연료 해상도의 차이점도 정확하지 않은 결과를 야기하게 된다.
- [0009] 또한, 기존이 산불 확산 시뮬레이션은 산불 확산 알고리즘이 복잡하고, 계산하는 개체가 많기 때문에 예측하는 시간이 많이 걸리는 문제점이 있다. 따라서, 산불 확산 예측을 수학적 모델을 기반으로 하는 기존 산불 시뮬레이터는 산불의 피해를 줄이는 확산 예측 방법으로는 부적합하여 이에 대한 개선의 필요성이 증대되고 있다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 명세서는 전술한 종래 기술에 따른 산불 확산 시뮬레이션 기술의 문제점을 해결하고자 한 것으로, 실제 측정 데이터와 산불 확산 시뮬레이션 결과 데이터를 머신러닝 기술로 정확하게 도출하고, 계산할 개체의 수와 계산 복잡도를 감소시킨 산불 확산 분산 시뮬레이터를 통한 고속 고정밀의 산불 확산 예측 기술을 제시한다.
- [0012] 종래 기술에 따른 산불 확산 시뮬레이션 기술은 전술한 문제가 발생하는 환경에서 산불 확산 시뮬레이션을 이용한 정확한 예측은 어렵기 때문에 변동되는 기상 및 지형 정보를 감지해야 한다. 따라서, 본 명세서는 사물인터넷을 이용한 지역의 온도, 습도, 풍향, 풍속, 및 강수량 등의 환경 데이터의 주기적인 측정을 통한 산불 확산 예측을 제공하는 기술을 제시한다.
- [0013] 본 명세서는 산불 확산 시뮬레이션 장치를 제시한다. 상기 장치는 산불 확산 시뮬레이션 장치는 IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 산 환경 데이터 수집부, 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하고, 상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 산불 확산 시뮬레이터, 및 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 머신러닝부를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 산불 확산 시뮬레이션 장치 및 그 밖의 실시 예는 다음과 같은 특징을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 산불 확산 시뮬레이터는 상기 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보와 발화점 정보를 슬레이브 산불 시뮬레이터들에게 분할하여 할당하는 마스터 산불 시뮬레이터, 및 상기 마스터 산불 시뮬레이터로부터 할당 받은 분할 정보에 기초하여 분산 시뮬레이션을 수행하는 슬레이브 산불 시뮬레이터를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 마스터 산불 시뮬레이터는 상기 슬레이브 산불 시뮬레이터의 컴퓨팅 자원에 대해 머신러닝을 수행하여 상기 지형 정보 및 상기 발화점 정보를 상기 슬레이브 산불 시뮬레이터에 최적화되도록 분할할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 머신러닝부는 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 대해 머신러닝을

수행하여 특정 장소까지 화재의 도착 시간, 화재의 확산 속도 및 화재의 확산 방향을 포함하는 보정된 산불 확산 시뮬레이션 결과를 도출할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 산불 확산 시뮬레이션 장치는 상기 보정된 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 가공하여, 산불 확산의 속성을 나타내는 시각화 정보를 제공하는 산불 확산 시각화 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 환경 측정 데이터는 특정 지역의 온도 정보, 습도 정보, 풍향 정보, 풍속 정보, 강수량 정보, 열화상 정보, 지형 정보, 위치 정보, 및 발화점 정보를 포함할 수 있다.

[0020] 한편, 본 명세서는 산불 확산 시뮬레이션 장치의 시뮬레이션 방법을 제시한다. 상기 시뮬레이션 방법은 IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 동작, 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하는 동작, 상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 동작, 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 동작, 및 상기 보정된 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 가공하여, 산불 확산의 속성을 나타내는 시각화 정보를 제공하는 동작을 포함하는 동작을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 시뮬레이션 방법 및 그 밖의 실시 예는 다음과 같은 특징을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하는 동작은 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 컴퓨팅 자원에 대해 머신러닝을 수행하여 상기 지형 정보 및 상기 발화점 정보를 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션의 수행에 최적화되도록 분할하는 동작일 수 있다.

[0023] 한편, 본 명세서는 분산 산불 확산 시뮬레이션 방법을 실행하기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제시한다. 상기 컴퓨터 프로그램은 컴퓨팅장치에서, IoT 센서들로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하는 동작, 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보 및 발화점 정보를 분할하는 동작, 상기 분할된 지형 정보 및 발화점 정보에 기초하여 상기 환경 측정 데이터로 분산 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 동작, 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과 및 상기 환경 측정 데이터에 기초하여 머신러닝을 수행하여 상기 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정하는 동작, 및 상기 보정된 분산 산불 확산 시뮬레이션 결과를 가공하여, 산불 확산의 속성을 나타내는 시각화 정보를 제공하는 동작을 포함하는 분산 산불 확산 시뮬레이션 방법을 실행할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 명세서에 개시된 실시 예들에 의하면, 사물인터넷 정보를 기반으로 한 머신러닝 데이터 동화 기법과 산악 지역을 분리한 다수의 컴퓨팅 자원을 사용하는 분산 산불 확산 시뮬레이션 기술을 이용한 빠르고 정밀한 산불 확산 예측을 할 수 있다.

[0025] 종래 기술에 따른 필터 기반 데이터 동화 기법은 측정 모델에 대한 정보가 요구되지만 본 발명에 따른 인공지능 기법을 적용하면 측정 모델이 존재하지 않아도 수행이 되고, 시뮬레이션 수행시간이 필터 기법보다 빠른 시뮬레이션 효과와 정확한 산불 확산 예측 결과를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예들에 의하면, 산악 지형과 발화점 데이터의 분리를 통한 다수의 컴퓨팅 자원을 사용하는 분산 산불 확산 시뮬레이션 기술을 통해 단일 컴퓨터 자원을 사용하는 시뮬레이션보다 시뮬레이션 결과가 빠리 도출되므로, 산불 예측과 진압이 용이한 효과가 있다.

[0027] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치의 구성을 도시한다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치가 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 방법을 도시한다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 고속 시뮬레이션을 위한 산불 확산 시뮬레이터의 상세한 구조를 설명하는 블록도이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치의 분산 산불 확산 시뮬레이션 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 명세서에 개시된 기술은 산불 확산 예측 시뮬레이션 기술에 적용될 수 있다. 그러나 본 명세서에 개시된 기술은 이에 한정되지 않고, 상기 기술의 기술적 사상이 적용될 수 있는 모든 장치 및 방법에도 적용될 수 있다.
- [0030] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 명세서에 개시된 기술의 사상을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 명세서에 개시된 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 명세서에 개시된 기술의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 본 명세서에 개시된 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥 상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예들을 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0032] 또한, 본 명세서에 개시된 기술을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 기술의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 기술의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 그 기술의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 됨을 유의해야 한다.
- [0033] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치의 구성 및 산불 확산 시뮬레이션 장치의 고속 정밀 예측 방법을 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치의 구성을 도시한다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 명세서에 개시된 산불 확산 시뮬레이션 장치는 사물인터넷과 머신러닝 및 분산 시뮬레이션을 활용하여 고속으로 및 정밀하게 산불 확산을 예측하는 장치로서 산 환경 데이터 센싱부(100), 산 환경 데이터 수집부(200), 및 산불 확산 예측부(300)를 포함하여 구성될 수 있다. 도시된 구성요소들은 필수적인 것은 아니어서, 그 보다 많은 구성요소들을 갖거나, 그보다 적은 구성요소들을 갖는 산불 확산 시뮬레이션 장치가 구현될 수도 있다.
- [0036] 산 환경 데이터 센싱부(100)는 산에 배치된 다수의 측정 센서들(측정 센서 - 1, 측정 센서 - 2, 측정 센서 - 3, ..., 측정 센서 - N)로부터 산불이 발생한 환경의 다양한 데이터를 측정하여 획득할 수 있다. 다수의 측정 센서들로 측정되는 데이터는 환경 측정 데이터라고 하며, 환경 측정 데이터는 온도, 상대습도, 풍향, 강수량, 열화상 이미지, 지형 정보 등의 환경 데이터와 GPS(Global Positioning System)의 위도 정보 및 경도 정보 등의 위치 데이터로 구성될 수 있다. 환경 측정 데이터는 측정된 후, 일정 주기에 따라 산 환경 데이터 수집부(200)로 전송될 수 있다.
- [0037] 산 환경 데이터 수집부(200)는 산 환경 데이터 센싱부(100)로부터 수신한 환경 측정 데이터를 저장하고, 산불 확산 예측의 정확성을 높이기 위해 산불 확산 예측부(300)로 환경 측정 데이터를 전달하는 역할을 수행할 수 있다. 산 환경 데이터 수집부(200)는 환경 데이터 수집부(210), 환경 데이터 전처리부(220), 환경 데이터 저장부(230), 및 환경 데이터 송신부(240)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0038] 환경 데이터 수집부(210)는 산 환경 데이터 센싱부(100)의 측정 센서들(측정 센서 - 1, 측정 센서 - 2, 측정 센서 - 3, ..., 측정 센서 - N)로부터 환경 측정 데이터를 주기적으로 수신할 수 있다.
- [0039] 환경 데이터 전처리부(220)는 수집된 환경 측정 데이터 중에서 후술할 산불 확산 시뮬레이터(420)와 머신러닝부(430)에 적합한 입력 데이터로 변환하는 전처리(preprocessing)가 필요할 경우, 해당 데이터를 수정한 환경 가공 데이터를 생성할 수 있다. 환경 데이터 전처리부(220)는 수집된 환경 측정 데이터를 분석하여 산불이 발생한 지점(즉, 발화점)의 정보를 출력할 수 있다.
- [0040] 환경 데이터 저장부(230)는 환경 데이터 수집부(210)로부터 수신한 환경 측정 데이터를 지역별로 분류하여 저장

소에 저장하고, 환경 데이터 전처리부(220)로부터 수신한 환경 가공 데이터를 저장소에 저장할 수 있다.

- [0041] 환경 데이터 송신부(240)는 환경 데이터 저장부(230)에 저장된 환경 측정 데이터 및/또는 필요에 의해 가공된 환경 가공 데이터를 산불 확산 예측부(300)로 전달할 수 있다.
- [0042] 산불 확산 예측부(300)는 환경 데이터 수신부(310), 산불 확산 예측 모듈(320), 및 산불 확산 시각화 모듈(330)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0043] 환경 데이터 수신부(310)는 산 환경 데이터 수집부(200)로부터 환경 데이터 저장부(230)에 저장된 환경 측정 데이터 및/또는 환경 가공 데이터를 수신하고, 수신된 데이터로 시뮬레이션을 수행할 수 있도록 데이터의 단위 변환 및/또는 위치 맵핑을 수행할 수 있다. 환경 데이터 수신부(310)는 수신된 데이터의 단위 변환 및/또는 위치 맵핑을 완료하면, 산불 확산 예측 모듈(320)의 환경 데이터 인터페이스(410)로 변환된 데이터 및/또는 맵핑된 데이터를 전송한다.
- [0044] 산불 확산 예측 모듈(320)은 환경 데이터 인터페이스(410), 산불 확산 시뮬레이터(420), 머신러닝부(430) 및 산불 확산 예측 결과 추출부(440)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0045] 환경 데이터 인터페이스(410)는 환경 데이터 수신부(310)로부터 단위 변환 및/또는 위치 맵핑이 완료된 환경 측정 데이터 및/또는 환경 가공 데이터를 수신하고, 수신된 데이터를 산불 확산 시뮬레이터(420)와 머신러닝부(430)의 입력 데이터로 사용할 수 있도록 산불 확산 시뮬레이터(420)와 머신러닝부(430)에 전달할 수 있다.
- [0046] 산불 확산 시뮬레이터(420)는 미리 정의된 산불 확산 모델들을 이용하여 환경 측정 데이터 및/또는 환경 가공 데이터에 기초하여 산불 확산 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [0047] 머신러닝부(430)는 산불 확산 시뮬레이터(420)로부터 입력받은 산불 확산 시뮬레이션 결과와 환경 데이터 인터페이스(410)로부터 직접 입력받은 환경 측정 데이터 및/또는 환경 가공 데이터를 이용하여 머신러닝을 수행하고, 이를 통해 잘못된 산불 확산 예측을 보정할 수 있다. 또한, 보정된 산불 확산 시뮬레이션의 결과는 다음 시간의 시뮬레이션을 위해 산불 확산 시뮬레이터(420)에 다시 입력될 수 있다.
- [0048] 산불 확산 예측 결과 추출부(440)는 산불 확산 시뮬레이터(420)와 머신러닝부(430)에서 도출된 특정 장소까지 화재의 도착 시간, 화재의 확산 속도, 화재의 확산 방향 등과 같은 보정된 산불 확산 시뮬레이션 결과를 산불 확산 시각화 모듈(330)로 전송할 수 있다.
- [0049] 산불 확산 시각화 모듈(330)은 산불 확산 예측 결과 추출부(440)로부터 수신한 산불 확산 시뮬레이션 결과 데이터를 분석 및 가공하여, 사용자가 산불 확산의 속성을 관찰할 수 있도록 시각화된 정보를 제공할 수 있다.
- [0050] 산 환경 데이터 센싱부(100), 산 환경 데이터 수집부(200) 및 산불 확산 예측부(300) 사이의 데이터 전송은 유무선의 네트워크를 통해 수행될 수 있으며, 본 명세서에서 개시되는 네트워크는 예를 들어, 무선 네트워크, 유선 네트워크, 인터넷과 같은 공용 네트워크, 사설 네트워크, 모바일 통신 네트워크용 광역 시스템(Global System for Mobile communication network; GSM) 네트워크, 범용 패킷 무선 네트워크(General Packet Radio Network; GPRN), 근거리 네트워크(local area network; LAN), 광역 네트워크(wide area network; WAN), 거대도시 네트워크(Metropolitan Area Network; MAN), 셀룰러 네트워크, 공중 전화 교환 네트워크(Public Switched Telephone Network; PSTN), 개인 네트워크(Personal Area Network), 블루투스, Wi-Fi 다이렉트(Wi-Fi Direct), 근거리장 통신(Near Field communication), 초 광 대역(Ultra-Wide band), 이들의 조합, 또는 임의의 다른 네트워크일 수 있지만 이들로 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치가 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 방법을 도시한 것으로, 본 명세서에서는 도 1 내지 2를 참조하여 산불 확산 시뮬레이션 장치의 산불 확산 시뮬레이션 방법을 설명한다.
- [0052] 먼저, 산 환경 데이터 센싱부(100)는 산에 배치된 다수의 측정 센서들(측정 센서 - 1, 측정 센서 - 2, 측정 센서 - 3, ..., 측정 센서 - N)로부터 다양한 환경 측정 데이터를 주기적으로 수집하여 산 환경 데이터 수집부(200)로 전송한다(S201).
- [0053] 산 환경 데이터 수집부(200)는 수집된 환경 측정 데이터를 필요에 따라 산불 확산 시뮬레이터(340)와 머신러닝부(350)에 적합한 입력 데이터로 전처리한 후, 이를 산불 확산 예측부(300)로 전송한다(S203). 산 환경 데이터 수집부(200)는 수집된 환경 측정 데이터를 산불 확산 예측 모듈(320)의 산불 확산 시뮬레이터(420)로 입력하거나(S203-1), 머신러닝부(430)에 전달 한다(S203-2).

- [0054] 다음으로, 산불 확산 예측 모듈(320)의 산불 확산 시뮬레이터(420)는 입력된 환경 측정 데이터에 기초하여 산불 확산 시뮬레이션을 수행하기 위한 파라미터를 설정하고(S205), 설정된 파라미터와 환경 측정 데이터에 기초하여 산불 확산 모델에 따라 산불 확산 시뮬레이션을 수행한다(S207). 이때 산불 확산 시뮬레이터(420)는 네트워크 상의 다수의 컴퓨팅 자원들을 활용하여 분산 시뮬레이션 기법으로 산불 확산 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [0055] 산불 확산 예측 모듈(320)의 머신러닝부(430)는 산불 확산 시뮬레이션 결과에 머신러닝을 적용하여 산불 확산 시뮬레이션 결과를 보정할 수 있다(S209). 산불 확산 예측 모듈(320)은 보정된 산불 확산 시뮬레이션 결과의 시각화를 위해 시뮬레이션 결과 데이터를 산불 확산 시각화 모듈(330)로 전송하거나(S209-1), 다음 단계의 산불 확산 시뮬레이션을 위해 산불 확산 시뮬레이터(420)로 다시 입력할 수 있다(S209-2).
- [0056] 마지막으로, 산불 확산 시각화 모듈(330)은 산불 확산 시뮬레이션 결과를 처리하여 산불 확산 예상도 등으로 시뮬레이션 결과를 시각화하여 사용자에게 출력할 수 있다(S211).
- [0057] 산불 확산 시뮬레이션 장치는 전술한 과정들을 통해, IoT 센서를 통한 측정 데이터를 기반으로 한 분산 산불 확산 시뮬레이션과 머신러닝 기법에 의해 정확한 산불 확산 예측 결과를 얻을 수 있다.
- [0058] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 고속 시뮬레이션을 위한 분산 산불 시뮬레이터의 상세한 구조를 설명하는 블록도이다.
- [0059] 도 3을 참조하면, 산불 확산 예측 모듈(320)은 고속으로 산불 확산 시뮬레이션을 수행하기 위해 분산 산불 시뮬레이터를 포함하며, 분산 산불 시뮬레이터는 마스터 산불 시뮬레이터(4210), 복수의 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N) 및 분산 시뮬레이션 미들웨어(4230)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0060] 마스터 산불 시뮬레이터(4210)는 전체적인 산불 확산 시뮬레이션의 제어를 담당하며, 환경 측정 데이터를 입력 값으로 수신하는 IoT 센싱 데이터 수집부(4211), 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)의 파라미터를 설정하는 산불 시뮬레이션 파라미터 설정부(4212), 분산 산불 시뮬레이터의 동기화와 동작을 제어하는 분산 산불 시뮬레이터 제어부(4213) 및 분산 시뮬레이션 미들웨어(4230)를 통해 마스터 산불 시뮬레이터(4210)와 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N) 사이의 연결을 지원하는 마스터 산불 시뮬레이션 인터페이스(4214)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0061] 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)은 마스터 산불 시뮬레이터(4210)의 분산 산불 시뮬레이터 제어부(4213)의 제어 메시지에 따라 미리 정의된 산불 확산 모델들을 이용하여 분산 시뮬레이션을 수행한다. 각각의 슬레이브 산불 시뮬레이터(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)는 마스터 산불 시뮬레이터(4210)의 시뮬레이션 제어 메시지를 수신하는 슬레이브 산불 시뮬레이션 인터페이스(4221), 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N) 간의 데이터 교환을 위한 분산 시뮬레이션 데이터 인터페이스(4222) 및 미리 정의된 산불 확산 모델에 따라 산불 확산 시뮬레이션을 수행하는 산불 확산 시뮬레이션부(4223)를 포함하여 구성된다.
- [0062] 마스터 산불 시뮬레이터(4210)는 산불 확산이 예측되는 지역의 지형 정보와 산불이 발생한 지점(발화점)들의 정보를 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)에게 분할하여 할당한다.
- [0063] 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)은 마스터 산불 시뮬레이터(4210)로부터 할당 받은 분할 정보를 이용하여 환경 측정 데이터에 기초하여 산불 확산에 대한 시뮬레이션을 분산 시뮬레이션으로 수행함으로써 고속으로 또한 정확하게 산불의 확산을 예측할 수 있다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치의 분산 산불 확산 시뮬레이션 방법을 설명하는 도면이다.
- [0065] 도 3 내지 4를 참조하면, 분산 산불 시뮬레이터가 입력 값인 지형 정보와 발화점 정보를 분할(즉, 파티셔닝(partitioning))한 후, 분할된 정보를 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)에게 할당하는 절차를 나타낸다. 여기에서 파티셔닝은 분산된 시뮬레이터들이 최적화된 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있도록 시뮬레이션 모델의 입력 데이터를 나누는 기법을 말한다.
- [0066] 마스터 산불 시뮬레이터(4210)는 분산 산불 확산 시뮬레이션에 대한 요청을 수신하면(S401), 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)에게 사용하고 있는 시뮬레이션 노드들(예를 들어, 네트워크 상의 컴퓨팅 자원들)의 정보를 가져오도록 요청한다(S403).
- [0067] 다음으로, 마스터 산불 시뮬레이터(4210)는 수집된 컴퓨팅 자원 정보를 기반으로 머신러닝을 적용하여 지형 정

보와 발화점 정보를 파티셔닝 하는 파라미터를 결정한다(S405). 예를 들어, 셀의 크기를 균등하게 자를 것인지, 몇 개의 셀로 자를 것인지에 대한 파라미터 설정을 통해 시뮬레이션 수행 시간과 정확도 등을 기반으로 학습하는 파티셔닝 정책 또는 파티셔닝 결정 알고리즘을 결정할 수 있다.

[0068] 이후, 마스터 산불 시뮬레이터(4210)는 결정된 파티셔닝 파라미터를 통해 시뮬레이션 입력 모델의 데이터 파티셔닝을 수행하고(S407), 나눠진 지형 정보와 발화점 정보, 즉, 파티셔닝 결과를 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)이 수집한 컴퓨팅 자원 정보를 기반으로 최적화하여 슬레이브 산불 시뮬레이터들(4220-1, 4220-2, ..., 4220-N)로 전송한다(S409).

[0069] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 산불 확산 시뮬레이션 장치는 IoT 센싱 데이터와 머신러닝을 통해 정확한 시뮬레이션 결과를 도출하고, 분산 시뮬레이션을 통해 고속으로 시뮬레이션 결과를 도출할 수 있으므로, 산불 확산에 대한 예측 결과를 고속으로 또한 정확하게 도출할 수 있는 효과가 있다.

[0070] 본 명세서에서 사용된 용어 "부"는(예를 들면, 제어부 등), 예를 들어, 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어(firmware) 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 포함하는 단위(unit)를 의미할 수 있다. "부"는, 예를 들어, 유닛(unit), 로직(logic), 논리블록(logical block), 부품(component), 또는 회로(circuit) 등의 용어와 바꾸어 사용(interchangeably use)될 수 있다. "부"는, 일체로 구성된 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. "부"는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수도 있다. "부"는 기계적으로 또는 전자적으로 구현될 수 있다. 예를 들어, "부"는, 알려졌거나 앞으로 개발될, 어떤 동작들을 수행하는 ASIC(application-specific integrated circuit) 칩, FPGAs(field-programmable gate arrays) 또는 프로그램 가능 논리 장치(programmable-logic device) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0071] 다양한 실시예에 따른 장치(예: 모듈들 또는 그 기능들) 또는 방법(예: 동작들)의 적어도 일부는, 예컨대, 프로그램 모듈의 형태로 컴퓨터로 읽을 수 있는 저장매체(computer-readable storage media)에 저장된 명령어로 구현될 수 있다. 상기 명령어가 프로세서에 의해 실행될 경우, 상기 하나 이상의 프로세서가 상기 명령어에 해당하는 기능을 수행할 수 있다. 컴퓨터로 읽을 수 있는 저장매체는, 예를 들어, 메모리가 될 수 있다.

[0072] 컴퓨터로 읽을 수 있는 저장매체/컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는, 하드디스크, 플로피디스크, 마그네틱 매체(magnetic media)(예: 자기테이프), 광기록 매체(optical media)(예: CD-ROM(compact disc read only memory), DVD(digital versatile disc), 자기-광 매체(magneto-optical media)(예: 플롭티컬 디스크(floptical disk)), 하드웨어 장치(예: ROM(read only memory), RAM(random access memory), 또는 플래시 메모리 등) 등을 포함할 수 있다. 또한, 프로그램 명령어는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상술한 하드웨어 장치는 다양한 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지다.

[0073] 다양한 실시예에 따른 모듈 또는 프로그램 모듈은 전술된 구성요소들 중 적어도 하나 이상을 포함하거나, 일부가 생략되거나, 또는 추가적인 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 따른 모듈, 프로그램 모듈 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적, 병렬적, 반복적 또는 휴리스틱(heuristic)한 방법으로 실행될 수 있다. 또한, 일부 동작은 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 다른 동작이 추가될 수 있다.

[0074] 본 명세서에 사용된 용어 "하나"는 하나 또는 하나 이상으로 정의된다. 또한, 청구 범위에서 "적어도 하나" 및 "하나 이상"과 같은 도입 문구를 사용하는 것은, 동일한 청구항에 "적어도 하나" 및 "하나 이상"과 같은 도입 문구 및 "하나" 같은 불명료한 문구가 포함되어 있는 경우라 할지라도, 불명료한 문구 "하나"에 의한 다른 청구항 요소의 도입이 그러한 요소를 하나만을 포함하는 발명에 대해 그렇게 도입된 청구항 요소를 포함하는 임의의 특정 청구항을 제한한다는 것을 의미하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[0075] 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0076] 달리 명시하지 않는 한, "제1" 및 "제2"와 같은 용어는 그러한 용어가 설명하는 요소들을 임의로 구별하는 데 사용된다. 따라서, 이들 용어는 그러한 요소들의 시간적 또는 다른 우선 순위를 나타내도록 반드시 의도된 것은 아니며, 특정 수단이 서로 다른 청구항들에 열거되어 있다는 단순한 사실만으로 이러한 수단들의 조합이 유리하게 사용될 수 없다는 것을 나타내는 것은 아니다. 따라서, 이들 용어는 그러한 요소의 시간적 또는 다른 우선

순위를 나타내도록 반드시 의도되지는 않는다. 특정 조치가 서로 다른 주장에 인용되었다는 단순한 사실만으로 이러한 조치의 조합이 유용하게 사용될 수 없다는 것을 나타내지는 않는다.

- [0077] 또한, 상세한 설명 및 청구 범위에서의 "앞", "뒤", "꼭대기", "상부", "밑", "바닥", "위에", "아래" 등의 용어는 설명을 목적으로 사용되었지만 영구적인 상대적 위치를 설명하는 데 반드시 사용되는 것은 아니다. 그렇게 사용되는 용어는 본 명세서에 기술된 본 발명의 실시예가 예를 들어 여기에 도시되거나 달리 설명된 것 외의 다른 방향으로 작동할 수 있도록 적절한 환경 하에서 상호 교환 가능하다는 것으로 이해된다.
- [0078] 동일한 기능을 달성하기 위한 구성 요소의 배열은 효과적으로 "관련"되어 원하는 기능이 달성된다. 따라서, 특정 기능성을 달성하기 위해 결합된 임의의 2 개의 구성 요소는 구조 또는 중개하는 구성 요소와 관계없이 원하는 기능이 달성되도록 서로 "관련"되는 것으로 간주될 수 있다. 마찬가지로 이와 같이 연관된 두 개의 구성 요소는 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "작동 가능하게 연결"되거나 "작동 가능하게 결합된" 것으로 간주될 수 있다.
- [0079] 또한, 통상의 기술자는 전술한 동작들의 기능성 사이의 경계가 단지 예시적인 것임을 인식할 것이다. 복수의 동작들은 단일 동작으로 결합될 수 있고, 단일 동작은 추가 동작들로 분산될 수 있으며, 동작들은 시간적으로 적어도 부분적으로 겹쳐서 실행될 수 있다. 또한, 대안적인 실시예들은 특정 동작에 대한 복수의 인스턴스들을 포함할 수 있고, 동작들의 순서는 다양한 다른 실시예에서 변경될 수 있다.
- [0080] 그러나, 다른 수정, 변형 및 대안이 또한 가능하다. 따라서, 상세한 설명 및 도면은 제한적인 의미가 아니라 예시적인 것으로 간주되어야 한다.
- [0081] "X일 수 있다"는 문구는 조건 X가 충족될 수 있음을 나타낸다. 이 문구는 또한 조건 X가 충족되지 않을 수도 있음을 나타낸다. 예를 들어, 특정 구성 요소를 포함하는 시스템에 대한 참조는 시스템이 특정 구성 요소를 포함하지 않는 시나리오도 포함해야 한다. 예를 들어, 특정 동작을 포함하는 방법에 대한 참조는 해당 방법이 특정 구성 요소를 포함하지 않는 시나리오도 포함해야 한다. 그러나 또 다른 예를 들면, 특정 동작을 수행하도록 구성된 시스템에 대한 참조는 시스템이 특정 작업을 수행하도록 구성되지 않은 시나리오도 포함해야 한다.
- [0082] 용어 "포함하는", "갖는", "구성된", "이루어진" 및 "본질적으로 이루어진"은 상호 교환적으로 사용된다. 예를 들어, 임의의 방법은 적어도 도면 및/또는 명세서에 포함된 동작을 포함할 수 있으며, 도면 및/또는 명세서에 포함된 동작만을 포함할 수 있다.
- [0083] 도시의 단순성 및 명료성을 위해, 도면들에 도시된 요소들(요소)은 반드시 일정한 비율로 그려진 것은 아니라는 것으로 이해될 것이다. 예를 들어, 일부 요소들의 치수는 명확성을 위해 다른 요소들에 비해 과장될 수 있다. 또한, 적절한 것으로 고려되는 경우, 참조 번호들은 대응되거나 유사한 요소들을 나타내기 위해 도면들 사이에서 반복될 수 있다.
- [0084] 통상의 기술자는 논리 블록들 사이의 경계가 단지 예시적인 것이며, 대안적인 실시 예들이 논리 블록들 또는 회로 소자들을 병합하거나 또는 다양한 논리 블록들 또는 회로 소자들 상에 기능의 대체적인 분해를 부과할 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 여기에 도시된 아키텍처는 단지 예시적인 것이며, 사실 동일한 기능을 달성하는 많은 다른 아키텍처가 구현될 수 있다는 것으로 이해되어야 한다.
- [0085] 또한, 예를 들어, 일 실시예에서, 도시된 예들은 단일 집적 회로 상에 또는 동일한 장치 내에 위치한 회로로서 구현될 수 있다. 대안적으로, 상기 예들은 임의의 수의 개별적인 집적 회로들 또는 적합한 방식으로 서로 상호 접속된 개별 장치들로서 구현될 수 있다.
- [0086] 또한, 예를 들어, 상기 예들 또는 그 일부는, 임의의 적절한 유형의 하드웨어 기술 언어와 같은, 물리적 회로 또는 물리적 회로로 변환 가능한 논리적 표현의 소프트웨어 또는 코드 표현으로서 구현될 수 있다.
- [0087] 또한, 본 발명은 비 프로그래머블 하드웨어로 구현된 물리적 장치 또는 유닛으로 제한되지 않지만, 일반적으로 본원에서는 '컴퓨터 시스템'으로 표시되는 메인 프레임, 미니 컴퓨터, 서버, 워크스테이션, 개인용 컴퓨터, 노트북(notepad), 개인용 디지털 정보 단말기(PDA), 전자 게임(electronic games), 자동차 및 기타 임베디드 시스템, 휴대전화 및 다양한 다른 무선 장치 등과 같은, 적절한 프로그램 코드에 따라 동작함으로써 원하는 장치 기능을 수행할 수 있는 프로그램 가능한 장치 또는 유닛에도 적용될 수 있다.
- [0088] 청구항에서, 괄호 사이에 위치한 임의의 참조 부호는 청구항을 제한하는 것으로 해석되어서는 아니 된다. '포함하는'이라는 단어는 청구항에 나열된 요소들 또는 동작들의 존재를 배제하지 않는다.

- [0089] 이 특허 출원에 언급된 시스템, 장치 또는 디바이스는 적어도 하나의 하드웨어 구성 요소를 포함한다.
- [0090] 본 명세서에 설명된 바와 같은 연결들은 예를 들어 중간 장치를 통해 각각의 노드, 유닛 또는 장치로부터 또는 각각의 노드, 유닛 또는 장치로 신호를 전송하기에 적합한 임의의 유형의 연결일 수 있다. 따라서, 명시적으로 또는 달리 언급되지 않는 한, 연결은 예를 들어 직접 연결 또는 간접 연결일 수 있다. 연결은 단일 연결, 다수의 연결, 단방향 연결 또는 양방향 연결이라는 것을 참조하여 설명되거나 묘사될 수 있다. 그러나, 서로 다른 실시 예들은 연결의 구현을 변화시킬 수 있다. 예를 들어 양방향 연결이 아닌 별도의 단방향 연결을 사용할 수 있으며 그 반대의 경우도 가능할 수 있다. 또한, 다수의 연결은 복수의 신호를 순차적으로 또는 시간 다중화 방식으로 전송하는 단일 연결로 대체될 수 있다. 마찬가지로, 복수의 신호를 전송하는 단일 연결은 이러한 신호의 서브 세트를 전송하는 다양한 연결로 분리될 수 있다. 따라서 신호를 전송하기 위한 많은 옵션들이 존재한다.
- [0091] 통상의 기술자는 논리 블록들 사이의 경계가 단지 예시적인 것이며, 대안적인 실시 예들이 논리 블록들 또는 회로 소자들을 병합하거나 또는 다양한 논리 블록들 또는 회로 소자들 상에 기능의 대체적인 분해를 부과할 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 여기에 도시된 아키텍처는 단지 예시적인 것이며, 사실 동일한 기능을 달성하는 많은 다른 아키텍처가 구현될 수 있다는 것으로 이해되어야 한다.
- [0092] 또한, 예를 들어, 일 실시예에서, 도시된 예들은 단일 집적 회로 상에 또는 동일한 장치 내에 위치한 회로로서 구현될 수 있다. 대안적으로, 상기 예들은 임의의 수의 개별적인 집적 회로들 또는 적합한 방식으로 서로 상호 접속된 개별 장치로서 구현될 수 있다.
- [0093] 다른 변경, 수정, 변형 및 대안들이 또한 가능하다. 따라서, 명세서 및 도면은 제한적인 의미가 아니라 예시적인 것으로 간주되어야 한다.
- [0094] 이상에서 본 명세서의 기술에 대한 바람직한 실시 예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명되었다. 여기서, 본 명세서 및 청구 범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0095] 본 발명의 범위는 본 명세서에 개시된 실시 예들로 한정되지 아니하고, 본 발명은 본 발명의 사상 및 특허청구 범위에 기재된 범주 내에서 다양한 형태로 수정, 변경, 또는 개선될 수 있다.

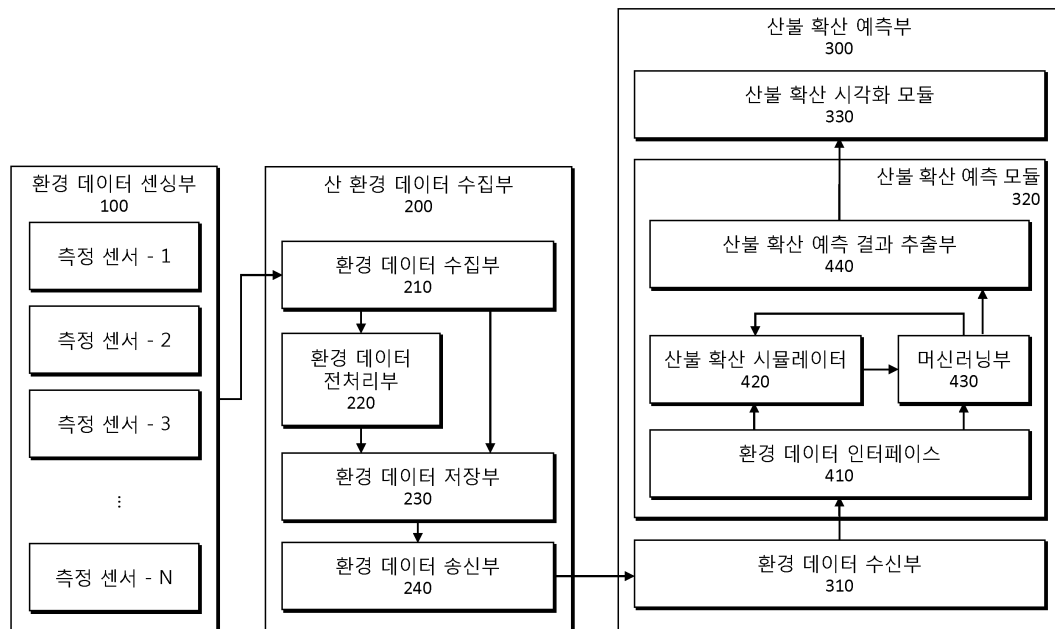
부호의 설명

- [0096] 100: 환경 데이터 센싱부
 200: 산 환경 데이터 수집부
 210: 환경 데이터 수집부
 220: 환경 데이터 전처리부
 230: 환경 데이터 저장부
 240: 환경 데이터 송신부
 300: 산불 확산 예측부
 310: 환경 데이터 수신부
 320: 산불 확산 예측 모듈
 330: 산불 확산 시각화 모듈
 410: 환경 데이터 인터페이스
 420: 산불 확산 시뮬레이터
 430: 머신러닝부
 440: 산불 확산 예측 결과 추출부
 4210: 마스터 산불 시뮬레이터
 4211: IoT 센싱 데이터 수집부

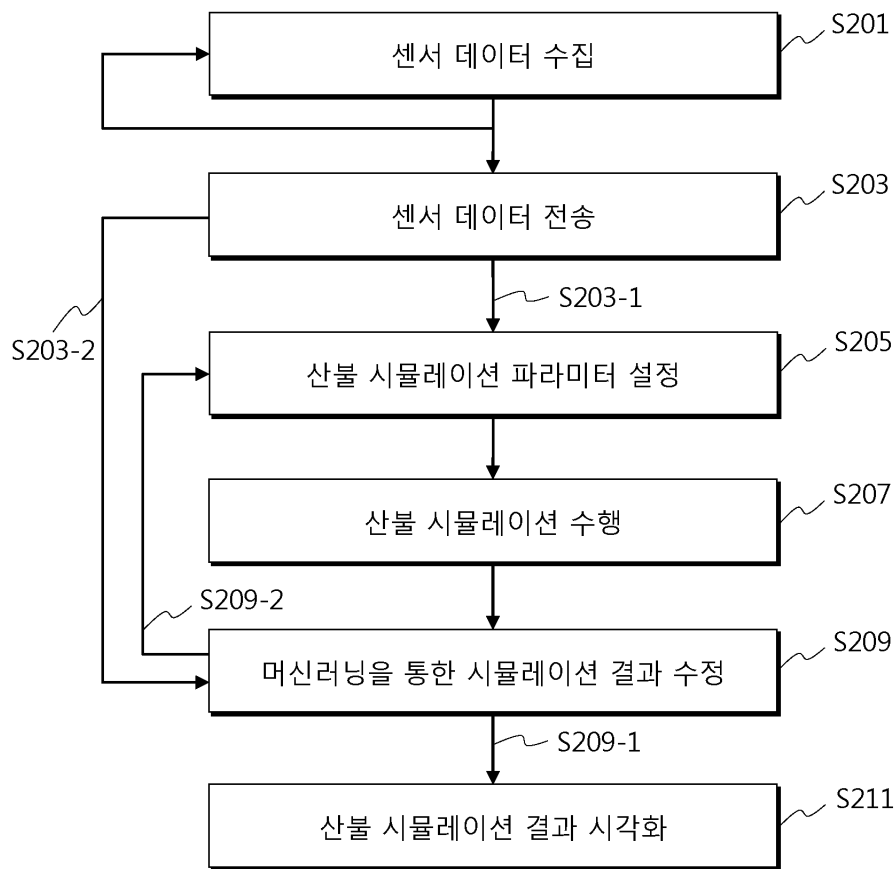
- 4212: 산불 시뮬레이션 파라미터 설정부
- 4213: 분산 산불 시뮬레이션 제어부
- 4214: 마스터 산불 시뮬레이션 인터페이스
- 4220-1 ~ 4220-N: 슬레이브 산불 시뮬레이터
- 4221: 슬레이브 산불 시뮬레이션 인터페이스
- 4222: 분산 시뮬레이션 데이터 인터페이스
- 4223: 산불 확산 시뮬레이션부
- 4230: 분산 시뮬레이션 미들웨어

도면

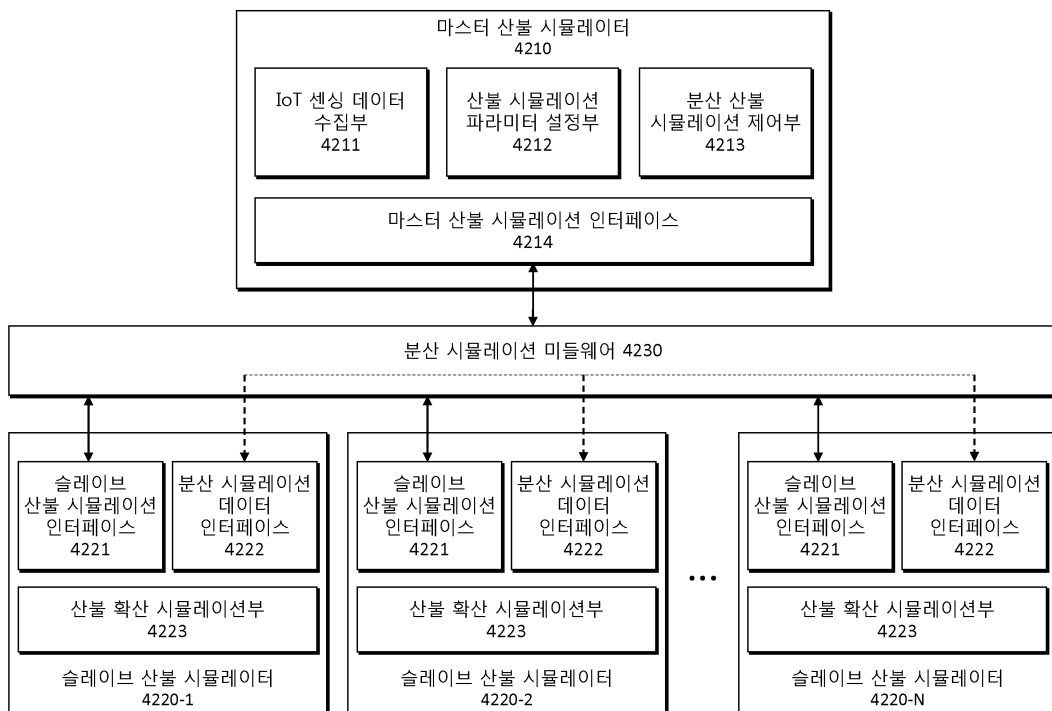
도면1



도면2



도면3



도면4

