(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월16일
(11) 등록번호 10-1978846
(24) 등록일자 2019년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01) *G06Q 90/00* (2006.01)
G06T 7/269 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06Q 90/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0024223
(22) 출원일자 2018년02월28일
심사청구일자 2018년02월28일
(56) 선행기술조사문헌
논문1*
KR101736114 B1*
논문2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
충북대학교 산학협력단
충청북도 청주시 서원구 충대로 1 (개신동)
(72) 발명자
강사라
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교
신예철
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교
이승수
서울특별시 서초구 서초중앙로2길 48 (서초동, 햄튼코트)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 김일환

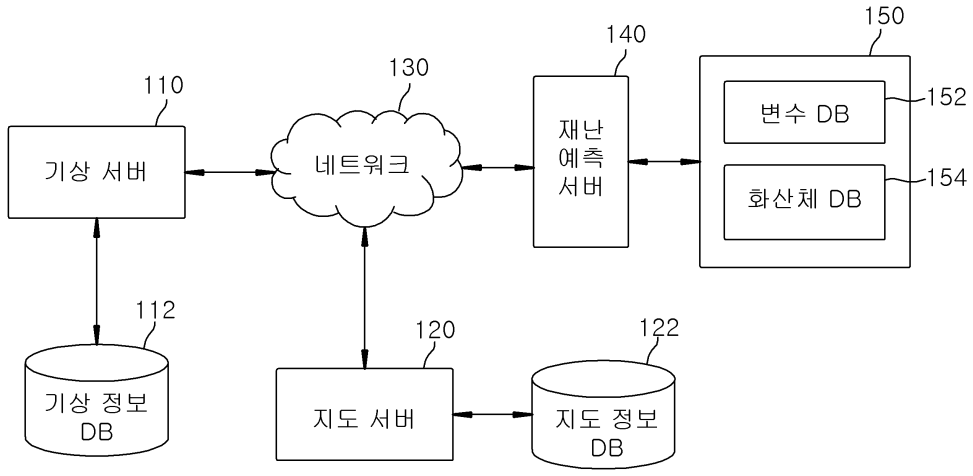
(54) 발명의 명칭 **시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법 및 그 장치**

(57) 요 약

본 발명에 따른 간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법은, 화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 단계와, 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 변수들을 n

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



개의 클러스터 기준 변수로 선택하는 단계와, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 단계와, 생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성한 후 상기 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB에 저장하는 단계와, 상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 단계와, 상기 제 1 현재 기상장 변수들과 상기 제 2 현재 기상장 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정하는 단계와, 상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 변수와 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하는 단계와, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G06T 7/269 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1741000713
부처명 행정안전부
연구관리전문기관 경북대학교 산학협력단
연구사업명 재난예측및저감연구개발
연구과제명 한반도 주변 화산분화 위험을 고려한 화산재해 대응체계 고도화/화산재해 대응시스템 고도화
기 여 율 1/1
주관기관 충북대학교 산학협력단
연구기간 2017.05.01 ~ 2018.04.30
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

재난 예측 서버를 이용하여 시간 변화율을 기반으로 화산재 확산 패턴을 예측하는 방법으로서,

화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 단계와,

상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 변수들을 n개의 클러스터 기준 변수로 선택하는 단계와,

선택된 상기 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 단계와,

생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성한 후 상기 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB에 저장하는 단계와,

상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 단계와,

상기 제 1 현재 기상장 변수들과 상기 제 2 현재 기상장 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정하는 단계와,

상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 변수와 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하는 단계와,

선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 단계

를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 과거 기상장 변수들과 제 2 과거 기상장 변수들 각각은,

동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 포함하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 n개의 클러스터 기준 변수를 선택하는 단계는,

상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하는 단계와,

각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수를 클러스터 기준 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 변수를 선택하는 단계

를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 n차의 클러스터링은,

서로 다른 지위고도의 조건으로 각각 수행되는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행할 수 있도록 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 7

화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 제 1 기상장 수집부와,

상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 변수들을 n개의 클러스터 기준 변수로 선택하고, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 클러스터 생성부와,

생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하는 화산재 패턴 생성부와,

생성된 상기 과거 기상장 클러스터와 이에 대응되는 상기 과거 화산재 확산 패턴을 저장하는 화산체 DB와,

상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 제 2 기상장 수집부와,

상기 제 1 현재 기상장 변수들과 상기 제 2 현재 기상장 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정하는 기준변수 결정부와,

상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 변수와의 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하고, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 화산재 패턴 예측부

를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 기상장 수집부는,

상기 화산 분화 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 1 과거 기상장 변수들로 수집하고, 상기 경과 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 2 과거 기상장 변수들로 수집하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 클러스터 생성부는,

상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하고, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수를 클러스터 기준 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 변수를 선택하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 클러스터 생성부는,

서로 다른 지위고도의 조건으로 상기 n차의 클러스터링을 각각 수행하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 11

재난 예측 서버를 이용하여 시간 변화율을 기반으로 화산재 확산 패턴을 예측하는 방법으로서,

화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 단계와,

서로 대응되는 제 1 과거 기상장 변수와 제 2 과거 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 과거 기상장 결합 변수를 생성하는 단계와,

생성된 상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 결합 변수들을 n개의 클러스터 기준 결합 변수로 선택하는 단계와,

선택된 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 단계와,

생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성한 후 상기 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB에 저장하는 단계와,

상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 단계와,

서로 대응되는 제 1 현재 기상장 변수와 제 2 현재 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 현재 기상장 결합 변수를 생성하는 단계와,

상기 다수의 현재 기상장 결합 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 결합 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 결합 변수들을 현재 기준 결합 변수로 결정하는 단계와,

상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 결합 변수와 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하는 단계와,

선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 단계

를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 과거 기상장 변수들과 제 2 과거 기상장 변수들 각각은,

동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 포함하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택하는 단계는,

상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 결합 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하는 단계와,

각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장

결합 변수를 클러스터 기준 결합 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택하는 단계

를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 n차의 클러스터링은,

서로 다른 지위고도의 조건으로 각각 수행되는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법.

청구항 15

제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 16

제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행할 수 있도록 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 17

화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 제 1 기상장 수집부와,

서로 대응되는 제 1 과거 기상장 변수와 제 2 과거 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 과거 기상장 결합 변수를 생성하는 제 1 결합 변수 생성부와,

생성된 상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 결합 변수들을 n개의 클러스터 기준 결합 변수로 선택하고, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 클러스터 생성부와,

생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하는 화산재 패턴 생성부와,

상기 과거 기상장 클러스터와 이에 대응되는 상기 과거 화산재 확산 패턴을 저장하는 화산체 DB와,

상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 제 2 기상장 수집부와,

서로 대응되는 제 1 현재 기상장 변수와 제 2 현재 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 현재 기상장 결합 변수를 생성하는 제 2 결합 변수 생성부와,

상기 다수의 현재 기상장 결합 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 결합 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 결합 변수들을 현재 기준 결합 변수로 결정하는 기준 결합 변수 결정부와,

상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 결합 변수와의 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하고, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 화산재 패턴 예측부

를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 기상장 수집부는,

상기 화산 분화 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 1 과거 기상장 변수들로 수집하고, 상기 경과 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지

위고도 및 상대습도를 상기 제 2 과거 기상장 변수들로 수집하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 클러스터 생성부는,

상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 결합 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하고, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 결합 변수를 클러스터 기준 결합 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 클러스터 생성부는,

서로 다른 지위고도의 조건으로 상기 n차의 클러스터링을 각각 수행하는

시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 화산재 확산 패턴을 예측하는 기법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화산체에서 발생한 시간 변화율 반영의 과거 기상장에 의한 화산재 확산 패턴을 이용하여 화산 분출 시점의 현재 화산재 확산 패턴을 실시간으로 예측할 수 있는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 잘 알려진 바와 같이, 지구촌의 많은 대륙들, 예컨대 동아시아 대륙 내에는 백두산 등을 비롯한 많은 화산들(화산체들)이 존재하는데, 그 중 몇몇 화산에서는 아직 활발한 화산 활동이 전개되고 있다.

[0003] 특히, 화산 활동이 정지된 화산으로 알려져 왔던 백두산의 경우, 최근 다양한 관측 자료를 바탕으로 분화 징조가 감지되고 있다. 뿐만 아니라 동아시아에 위치한 다른 화산들 또한 꾸준히 분화 징조를 보이고 있으며, 2002년부터 급증했던 지진활동 및 그 외의 다양한 관측 자료를 바탕으로 동아시아 화산들의 대규모 분화 가능성이 높은 것으로 예측되고 있다.

[0004] 따라서, 동아시아 대륙에 위치하고 있는 화산들의 분화에 따른 재해에 대비할 수 있는 방재적인 접근이 필요하다.

[0005] 일반적으로, 화산체에서 화산 분화가 발생하게 되면, 즉각적인 용암 분출로 인한 인명 피해, 재산 피해 등과 같은 직접적인 피해만큼이나 바람을 타고 이동하여 대기 중에 흩어지는 화산재로 인한 제트기 엔진의 문제, 대기질 악화에 의한 공중보건의 문제 등 간접적인 피해 또한 막심하다.

[0006] 따라서, 화산체에서의 화산 분화로 인한 산업적, 경제적 피해를 최소화하기 위한 적절한 대응책 마련을 위해서는 화산 분출물들의 확산 경로를 예측하고, 이에 따른 피해 지역을 정확하게 예측하여 보다 신속하게 예보해 주는 것이 매우 중요하다.

[0007] 여기에서, 화산 분출물의 확산 경로에 대한 예측과 그 정확도 향상에 관한 연구는 주로 화산 분화 당시의 기상장과 대기역학 방정식을 바탕으로 한 수치모형을 이용하여 이루어지는데, 다양한 수치모형을 이용한 화산재 확산 시나리오 분석 결과에 따라 화산 분출 당시의 기상장이 분출물의 대기확산 예측에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

[0008] 그러나, 다양한 수치모형을 이용한 화산재 확산 시나리오에 기반하여 화산재 확산 경로를 예측하는 종래 방식은

화산 분출 시점으로부터 적어도 수시간(예컨대, 5~6시간 등) 이후에나 예측 결과가 도출되는 문제(예측을 위한 소요시간의 과다 문제)가 있으며, 이로 인해 화산재 확산 경로에 위치하는 피해 가능 지역에 대한 예보(화산재 피해 경보)가 신속하게 이루어지지 못하게 되는 문제를 유발시킨다.

[0009] 또한, 기상장은 시간에 따라서 지속적으로 변화하는 특성을 갖기 때문에 기상장에 따라 화산재 확산 분포(패턴) 또한 영향을 받게 되는데, 종래 방식에서는 이러한 기상장의 시간 변화율을 반영하지 않기 때문에 시간에 따라 화산재 확산 분포의 정확도가 현저하게 감소하게 되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2016-0104788호(공개일: 2016. 09. 06)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 화산체에서 발생한 시간 변화율 반영의 과거 기상장에 의한 화산재 확산 패턴을 이용하여 화산 분출 시점의 현재 화산재 확산 패턴을 실시간으로 고정확하게 예측할 수 있는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법 및 그 장치를 제안하고자 한다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재들로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에 의해 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은, 일 관점에 따라, 화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 단계와, 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 변수들을 n개의 클러스터 기준 변수로 선택하는 단계와, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 단계와, 생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성한 후 상기 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB에 저장하는 단계와, 상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 단계와, 상기 제 1 현재 기상장 변수들과 상기 제 2 현재 기상장 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정하는 단계와, 상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 변수와 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하는 단계와, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 단계를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 제공할 수 있다.

[0014] 본 발명의 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 제 2 과거 기상장 변수들 각각은, 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 상기 n개의 클러스터 기준 변수를 선택하는 단계는, 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하는 단계와, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수를 클러스터 기준 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 변수를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 상기 n차의 클러스터링은, 서로 다른 지위고도의 조건으로 각각 수행될 수 있다.

[0017] 본 발명은, 다른 관점에 따라, 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 제공할 수 있다.

[0018] 본 발명은, 또 다른 관점에 따라, 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행할 수 있도록 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제공할 수 있다.

[0019] 본 발명은, 또 다른 관점에 따라, 화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 제 1 기상장 수집부와, 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 변수들을 n개의 클러스터 기준 변수로 선택하고, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 클러스터 생성부와, 생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하는 화산재 패턴 생성부와, 생성된 상기 과거 기상장 클러스터와 이에 대응되는 상기 과거 화산재 확산 패턴을 저장하는 화산체 DB와, 상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 제 2 기상장 수집부와, 상기 제 1 현재 기상장 변수들과 상기 제 2 현재 기상장 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정하는 기준변수 결정부와, 상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 변수와의 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하고, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 화산재 패턴 예측부를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 제공할 수 있다.

[0020] 본 발명의 상기 제 1 기상장 수집부는, 상기 화산 분화 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 1 과거 기상장 변수들로 수집하고, 상기 경과 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 2 과거 기상장 변수들로 수집할 수 있다.

[0021] 본 발명의 상기 클러스터 생성부는, 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 상기 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하고, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수를 클러스터 기준 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 변수를 선택할 수 있다.

[0022] 본 발명의 상기 클러스터 생성부는, 서로 다른 지위고도의 조건으로 상기 n차의 클러스터링을 각각 수행할 수 있다.

[0023] 본 발명은, 또 다른 관점에 따라, 화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 단계와, 서로 대응되는 제 1 과거 기상장 변수와 제 2 과거 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 과거 기상장 결합 변수를 생성하는 단계와, 생성된 상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 결합 변수들을 n개의 클러스터 기준 결합 변수로 선택하는 단계와, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 단계와, 생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성한 후 상기 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB에 저장하는 단계와, 상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 단계와, 서로 대응되는 제 1 현재 기상장 변수와 제 2 현재 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 현재 기상장 결합 변수를 생성하는 단계와, 상기 다수의 현재 기상장 결합 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 결합 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 결합 변수들을 현재 기준 결합 변수로 결정하는 단계와, 상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 결합 변수와 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하는 단계와, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 단계를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 제공할 수 있다.

[0024] 본 발명의 상기 제 1 과거 기상장 변수들과 제 2 과거 기상장 변수들 각각은, 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 포함할 수 있다.

[0025] 본 발명의 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택하는 단계는, 상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 결합 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하는 단계와, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 결합 변수를 클러스터 기준 결합 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택하는 단

계를 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 상기 n차의 클러스터링은, 서로 다른 지위고도의 조건으로 각각 수행될 수 있다.

[0027] 본 발명은, 또 다른 관점에 따라, 제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 제공할 수 있다.

[0028] 본 발명은, 또 다른 관점에 따라, 제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 방법을 프로세서가 수행할 수 있도록 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제공할 수 있다.

[0029] 본 발명은, 또 다른 관점에 따라, 화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하는 제 1 기상장 수집부와, 서로 대응되는 제 1 과거 기상장 변수와 제 2 과거 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 과거 기상장 결합 변수를 생성하는 제 1 결합 변수 생성부와, 생성된 상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 결합 변수들을 n개의 클러스터 기준 결합 변수로 선택하고, 선택된 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수에 기반한 클러스터링을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 클러스터 생성부와, 생성된 상기 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하는 화산재 패턴 생성부와, 상기 과거 기상장 클러스터와 이에 대응되는 상기 과거 화산재 확산 패턴을 저장하는 화산체 DB와, 상기 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집하는 제 2 기상장 수집부와, 서로 대응되는 제 1 현재 기상장 변수와 제 2 현재 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 현재 기상장 결합 변수를 생성하는 제 2 결합 변수 생성부와, 상기 다수의 현재 기상장 결합 변수들 중 상기 일부의 과거 기상장 결합 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 결합 변수들을 현재 기준 결합 변수로 결정하는 기준 결합 변수 결정부와, 상기 화산체 DB에 저장된 과거 기상장 클러스터들 중 결정된 상기 현재 기준 결합 변수와의 유사도가 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하고, 선택된 상기 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴으로 예측하는 화산재 패턴 예측부를 포함하는 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 제공할 수 있다.

[0030] 본 발명의 상기 제 1 기상장 수집부는, 상기 화산 분화 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 1 과거 기상장 변수들로 수집하고, 상기 경과 시점의 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 지위고도 및 상대습도를 상기 제 2 과거 기상장 변수들로 수집할 수 있다.

[0031] 본 발명의 상기 클러스터 생성부는, 상기 다수의 과거 기상장 결합 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 각 기상장 결합 변수별의 클러스터 분산 값을 계산하고, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 결합 변수를 클러스터 기준 결합 변수로 각각 결정함으로써, 상기 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택할 수 있다.

[0032] 본 발명의 상기 클러스터 생성부는, 서로 다른 지위고도의 조건으로 상기 n차의 클러스터링을 각각 수행할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시 예에 따르면, 화산체에서 발생한 시간 변화율 반영의 과거 기상장에 의한 화산재 확산 패턴을 이용하여 화산 분출 시점의 현재 화산재 확산 패턴을 실시간으로 고정확하게 예측할 수 있으며, 이를 통해 화산재에 의한 피해가 예상되는 지역에 대한 신속한 화산재 피해 예보를 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 적용하는데 적합한 재난 예측 시스템의 계통도이다.

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치에 대한 블록 구성도이다.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따라 과거 화산 분화 시점을 기준으로 시간차를 갖는 과거 기상장 변수들을 이용하는 시간 변화율을 기반으로 하여 현재 화산 분출 시점의 화산재 확산 패턴을 예측하는 주요 과정을 보여주

는 순서도이다.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치에 대한 블록 구성도이다.

도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따라 과거 화산 분화 시점을 기준으로 시간차를 갖는 과거 기상장 변수들을 이용하는 시간 변화율을 기반으로 하여 현재 화산 분출 시점의 화산재 확산 패턴을 예측하는 주요 과정을 보여주는 순서도이다.

도 6은 2009년 2월 10일자의 한반도 기상장을 타겟으로 선정하여 클러스터링 시뮬레이션을 수행한 결과를 보여주는 시뮬레이션 예시도이다.

도 7은 2005 ~ 2014년의 한반도의 일별 기상장을 각 변수로 클러스터링했을 때의 ECV 변수를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 먼저, 본 발명의 장점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 여기에서, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 발명의 범주를 명확하게 이해할 수 있도록 하기 위해 예시적으로 제공되는 것이므로, 본 발명의 기술적 범위는 청구항들에 의해 정의되어야 할 것이다.

[0036] 아울러, 아래의 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성 등에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들인 것으로, 이는 사용자, 운용자 등의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있음은 물론이다. 그러므로, 그 정의는 본 명세서의 전반에 걸쳐 기술되는 기술사상을 토대로 이루어져야 할 것이다.

[0037] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명한다.

[0038] 도 1은 본 발명에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 적용하는데 적합한 재난 예측 시스템의 계통도이다.

[0039] 도 1을 참조하면, 인터넷 등을 포함하는 네트워크(130)를 통해 물리적으로 접속 가능한 재난 예측 시스템은 기상 서버(110), 기상 정보 DB(112), 지도 서버(120), 지도 정보 DB(122), 네트워크(130), 재난 예측 서버(140) 및 정보 DB(150) 등을 포함할 수 있는데, 여기에서 재난 예측 서버(140)는 본 발명의 실시예들에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치로 정의될 수 있다.

[0040] 먼저, 기상 서버(110)는, 예컨대 대한민국 기상청에서 설치 및 운용하는 서버 등을 의미할 수 있는 것으로, 후술하는 재난 예측 서버(140)가 네트워크(130)를 통해 임의의 화산체(예컨대, 대한민국의 백두산, 한라산 등, 인도네시아의 시나붕 등, 일본의 후지산, 아소산 등)의 화산 분출 당시의 기상장 변수(예컨대, 화산 분화 당시의 지위고도(저위도, 중위도, 고위도), 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기(공기의 위/아래 움직임 세기), 상대습도, 강수량, 증발산량, 온도 등)에 대한 정보들을 요청할 때, 요청받은 해당 기상장 변수 정보들을 기상 정보 DB(112)로부터 인출하여 네트워크(130)를 통해 재난 예측 서버(140)로 전송하는 등의 기능(서비스)을 제공할 수 있다.

[0041] 여기에서, 재난 예측 서버(140)가 기상 서버(110)로부터 제공받는 기상장 정보는, 예컨대 과거의 화산 분화 시점의 과거 기상장 변수, 과거의 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 과거 기상장 변수, 현재의 화산 분화 시점의 현재 기상장 변수, 현재의 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 현재 기상장 변수 등이 될 수 있다.

[0042] 이를 위해, 기상 정보 DB(112)에는 각 대륙별 또는 국가별 분류의 각 화산체 및 각 화산체의 화산 분화 일자별로 구분된 기상장 정보들이 저장되어 있다.

[0043] 그리고, 지도 서버(120)는 기상 서버(110) 또는 재난 예측 서버(140)로부터 특정 지역(예컨대, 화산체의 화산 분화(화산 폭발)로 인해 발생하는 화산재에 의한 피해가 예상될 수 있는 지역 등)에 대한 지도 정보의 요청이 있을 때, 지도 정보 DB(122)로부터 해당 지역의 지도 정보를 인출하여 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110) 또

는 재난 예측 서버(140)로 전송하는 등의 기능(서비스)을 제공할 수 있다.

[0044] 이를 위해, 지도 정보 DB(122)에는 각 대륙별 및 각 국가별로 구분된 세계의 지도 정보 데이터들이 저장될 수 있다.

[0045] 다음에, 재난 예측 서버(140)는, 본 발명의 실시 예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 포함할 수 있는 것으로, 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 제공되는 기상장 변수(예컨대, 지위고도(저위도, 중위도, 고위도), 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 상대습도, 강수량, 증발산량, 온도 등) 등을 정보 DB(150) 내의 변수 DB(152)에 각각 저장하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0046] 여기에서, 기상장 변수는, 예컨대 특정 화산체의 과거 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들, 과거 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들, 현재 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들, 현재 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 의미할 수 있다.

[0047] 또한, 재난 예측 서버(140)는 시간 변화율을 기반으로 하여 생성된 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하고, 이 생성된 과거 화산재 확산 패턴을 과거 기상장 클러스터와 함께 정보 DB(150) 내의 화산체 DB(154)에 저장하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0048] 여기에서, 정보 DB(150) 내의 변수 DB(152)에는 각 화산체에서 발생한 화산 분화 시점의 기상장 변수들 및 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 기상장 변수들이 저장될 수 있다.

[0049] 더욱이, 재난 예측 서버(140)는 임의의 화산체로부터 화산 분화가 발생될 때 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 제공되는 현재 기상장 변수(화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들, 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들)와 과거 기상장 클러스터에 의거하여 현재 화산재 확산 패턴(분포)을 예측하고, 예측된 현재 화산재 확산 패턴에 기반하여 화산재 피해 예보(경보)를 생성하여 화산재 피해가 예상되는 지역의 재난을 관장하는 재난 구제 센터 또는 화산재 피해가 예상되는 지역에 위치하거나 혹은 거주하는 각 개인의 휴대 단말로 예보하는 등의 기능을 제공할 수 있는데, 이에 대해서는 도 2 내지 도 6을 참조하여 상세하게 기술될 것이다.

[0050] [제 1 실시예]

[0051] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치에 대한 블록 구성도이다.

[0052] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치는 제 1 기상장 수집부(202), 클러스터 생성부(204), 화산재 패턴 생성부(206), 제 2 기상장 수집부(208), 기준 변수 결정부(210), 화산재 패턴 예측부(212) 및 재난 예보 발행부(214) 등을 포함할 수 있다. 여기에서, 각 구성부재(202 내지 214)의 일부 또는 전부는 마이크로프로세서에 의해 통합적으로 구현될 수 있다.

[0053] 먼저, 제 1 기상장 수집부(202)는, 서버 운용자 또는 서버 관리자에 의한 사용자 인터페이스에 따라, 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 각 화산체의 과거 기상장 정보, 예컨대 특정 화산체의 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들, 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들을 수집하고, 이 수집된 과거 기상장 정보를 정보 DB(150) 내 변수 DB(152)에 저장하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0054] 여기에서, 과거 기상장 변수는, 예컨대 특정 화산체의 과거 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들(예컨대, 기상장 변수 5개), 과거 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들(예컨대, +3H 경과 시점의 기상장 변수 5개)을 의미할 수 있다.

[0055] 그리고, 화산체는, 기 설정된 기간 이내(예컨대, 100년 이내 등)의 분화 이력을 갖는 화산체이거나, 기 설정된 수치 이상(예컨대, 4 이상)의 화산 폭발 지수(VEL: Volcanic Explosivity Index): 화산의 폭발력을 나타내는 지수)를 갖는 화산체이거나, 특정 지역으로부터 기 설정된 거리 이내(예컨대, 서울과의 거리가 1,500㎞ 이내 등)에 위치하는 화산체이거나, 유문암(Rhyolite), 석영 안산암(Dacite), 조면암(Trachyte), 조면석영 안산암(Trachy dacite), 안산암(Andesite), 조면 안산암(Trachyandesite) 중 적어도 하나 이상의 암석성분을 갖는 화산체 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0056] 일례로서, 화산체는 대한민국의 백두산, 한라산 등이거나, 인도네시아의 시나붕 등이거나, 일본의 후지산, 아소

산 등이 될 수 있다.

[0057] 그리고, 클러스터 생성부(204)는 제 1 기상장 수집부(202)에 의해 수집되어 정보 DB(150) 내 변수 DB(152)에 저장되어 있는 과거 기상장 변수, 즉 과거 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들, 과거 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링(즉, 기상장에 대한 시간 변화율 기반의 클러스터링)을 통해 일부의 과거 기상장 변수들을 n개(예컨대, 4개 등)의 클러스터 기준 변수로 선택하고, 선택된 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 n차의 클러스터링을 순차 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성한 후 정보 DB(150) 내의 화산체 DB(152)에 저장(등록)하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0058] 즉, 클러스터 생성부(204)는 제 1 과거 기상장 변수들과 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링(서로 다른 지위고도 조건의 클러스터링)을 순차 수행하여 각 기상장 변수별의 클러스터 분산 값(ECV(Explained Cluster Variance) 값)을 계산하고, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수를 클러스터 기준 변수로 각각 결정하는 방식으로 n개의 클러스터 기준 변수를 선택할 수 있다. 이때, ECV 값이 1에 가까울수록 클러스터링이 잘된 것으로 간주될 수 있다.

[0059] 여기에서, 클러스터링은, 예컨대 K_means 클러스터링 기법 등이 이용될 수 있으며, 클러스터 개수를 1개부터 10개까지 가정하여 각 경우의 ECV(Explained Cluster Variance) 값을 계산하는 방식으로 수행될 수 있다.

[0060] 본 발명의 발명자들은 2009년 2월 10일자의 한반도 기상장을 타겟으로 선정하여 클러스터링 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과는 도 6에 도시된 바와 같다.

[0061] 도 6은 2009년 2월 10일자의 한반도 기상장을 타겟으로 선정하여 클러스터링 시뮬레이션을 수행한 결과를 보여주는 시뮬레이션 예시도이고, 도 7은 2005 ~ 2014년의 한반도의 일별 기상장을 각 변수로 클러스터링했을 때의 ECV 변수를 보여주는 그래프이다.

[0062] 도 6 및 도 7을 참조하면, 2005-2014년의 한반도 기상장으로 구성된 유사 기상장 클러스터는 ECV에 따라 첫 번째 클러스터링 변수로 350mb 지위고도를 사용하였으며, 이에 현재 기상장에서도 300mb 지위고도를 각 클러스터의 평균 300mb 지위고도와 비교하였다.

[0063] 여기에서, 300mb 지위고도에 따른 기상장은 크게 세 가지로 나뉘게 되는데 이는 기본적으로 계절이며, 대략적으로 1은 여름을, 3은 봄과 가을을, 2는 겨울을 각각 의미할 수 있다.

[0064] 먼저, 02/10월의 300mb 지위고도는 전체적인 지위구도(~기압)의 패턴이 2와 비슷하기 때문에 클러스터 2가 선택된다.

[0065] 다음에, 두 번째 클러스터는 500mb 지위고도를 사용하였으며, 여기에서 북쪽의 강한 음수값(저기압)의 위치에 따라 다시 4개의 클러스터로 나뉘어져 있는데, 2009년 02월 10일에는 이 북반구의 저기압이 상대적으로 북동쪽에 위치해 있기 때문에 그러한 특성을 반영하여 클러스터 2-4가 선택된다.

[0066] 다시, 세 번째 클러스터는 지위고도 300mb, 500mb를 제외한 나머지 변수들로 클러스터링을 수행하여 가장 ECV가 높게 나온 지위고도 850mb를 사용하여 구성되었는데, 여기에서 북동쪽의 저기압 특성에 따라 다시 클러스터가 나눠지게 되므로, 이러한 기압의 배치는 결국 바람에 영향을 주게 되어 4개의 클러스터 중 가장 비슷한 클러스터 2-4-1이 선택된다.

[0067] 마찬가지로, 네 번째 클러스터에서는 2-4-1-3이 선택될 수 있다.

[0068] 다음에, 화산재 패턴 생성부(206)는 클러스터 생성부(204)를 통해 생성된 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하고, 이 생성된 과거 화산재 확산 패턴을 대응되는 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB(154)에 저장하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0069] 그리고, 제 2 기상장 수집부(208)는 임의의 화산체로부터 화산 분화(화산 폭발)가 발생될 때, 서버 운용자 또는 서버 관리자에 의한 사용자 인터페이스에 따라, 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 현재 기상장 변수, 즉 화산 분화 발생 시점의 제 1 현재 기상장 변수들(예컨대, 화산 분화 시점의 지위고도, 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 상대습도 등)과 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들(예컨대, +3H 경과 시점의 지위고도, 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 상대습도 등)을 수집하고, 이 수집된 현재 기상장 변수들을 정보 DB(150) 내의 변수 DB(152)에 저장함과 동시에 기준 변수 결정부(210)로 전달하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0070] 또한, 기준 변수 결정부(210)는 제 2 기상장 수집부(208)를 통해 수집된 제 1 현재 기상장 변수들과 제 2 현재 기상장 변수들 중 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정하여 화산재 패턴 예측부(212)로 전달하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0071] 다음에, 화산재 패턴 예측부(212)는 화산체 DB(154)에 저장되어 있는 과거 기상장 클러스터들 중 기준 변수 결정부(210)에 의해 결정된 현재 기준 변수와의 유사도가 상대적으로 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하고, 선택된 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴(분포)으로 예측하고, 그 예측 결과를 재난 예보 발행부(214)로 전달하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0072] 그리고, 재난 예보 발행부(214)는 화산재 패턴 예측부(212)를 통해 예측된 화산재 확산 패턴에 기반하여 화산재 피해 예보(예컨대, 화산재 피해 예상 지역, 해당 지역으로의 화산재 도착 예상시간, 화산재 양 등)를 생성한 후 네트워크(130)를 통해 화산재 피해가 예상되는 지역의 재난을 관리하는 재난 구제 센터(도시 생략)로 전송하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0073] 또한, 재난 예보 발행부(214)는 생성된 화산재 피해 예보를 네트워크(130) 및 이동통신사 서버(도시 생략) 등을 통해 화산재 피해가 예상되는 지역에 위치하거나 혹은 거주하는 각 개인의 휴대 단말(예컨대, 스마트폰 등)로 전송하는 등의 기능을 제공할 수 있다. 여기에서, 화산재 피해가 예상되는 지역에 위치하거나 혹은 거주하는 각 개인의 휴대 단말에 대한 정보는 이동통신사 서버로부터 제공받을 수 있다.

[0074] 한편, 본 실시예에서는 화산재 확산 패턴을 예측하는데 필요한 지도 정보 데이터를 네트워크를 통해 외부의 지도 서버로부터 제공받아 사용하는 것으로 하여 도시 및 설명하였으나, 이것은 설명의 편의와 이해의 증진을 위한 예시적인 제시일 뿐 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 재난 예측 서버 측에 구축된 정보 DB 내에 지도 정보 DB를 직접 구비하여 사용할 수도 있음은 물론이다.

[0075] 다음에, 상술한 바와 같은 구성을 갖는 본 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 이용하여 화산재 확산 패턴(분포)을 예측 및 예보하는 일련의 과정들에 대하여 상세하게 설명한다.

[0076] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따라 과거 화산 분화 시점을 기준으로 시간차를 갖는 과거 기상장 변수들을 이용하는 시간 변화율을 기반으로 하여 현재 화산 분출 시점의 화산재 확산 패턴을 예측하는 주요 과정을 보여주는 순서도이다.

[0077] 도 3을 참조하면, 제 1 기상장 수집부(202)에서는 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 특정 화산체의 시간 변화율 기반의 과거 기상장 정보(예컨대, 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들, 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들)를 수집하고, 이 수집된 과거 기상장 정보를 정보 DB(150) 내 변수 DB(152)에 저장한다(단계 302).

[0078] 다음에, 클러스터 생성부(204)에서는 제 1 기상장 수집부(202)에 의해 수집되어 정보 DB(150) 내 변수 DB(152)에 저장되어 있는 과거 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 과거 화산 분화 후 일정 시간이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들에 대한 클러스터링, 즉 시간 변화율 기반의 기상장 클러스터링을 수행함으로써, 일부의 과거 기상장 변수들을 n개(예컨대, 4개 등)의 클러스터 기준 변수로 선택(결정)한다(단계 304).

[0079] 예컨대, 총 10개(예컨대, 화산 분화 시점의 과거 기상장 변수 5개와 화산 분화 시점으로부터 3H 경과 시점의 과거 기상장 변수 5개)의 과거 기상장 변수에서 4개의 클러스터 기준 변수가 선택되는 경우라고 가정할 때, 임의의 지위고도의 조건으로 1차 클러스터링을 수행하여 계산되는 10개 과거 기상장 변수별의 클러스터 분산 값들 중 가장 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수가 제 1 클러스터 기준 변수로 선택되고, 1차 클러스터링과는 다른 지위고도의 조건으로 2차 클러스터링을 수행하여 계산되는 10개 과거 기상장 변수별의 클러스터 분산 값들 중 가장 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수가 제 2 클러스터 기준 변수로 선택될 수 있다.

[0080] 또한, 1차 및 2차 클러스터링과는 다른 지위고도의 조건으로 3차 클러스터링을 수행하여 계산되는 10개 과거 기상장 변수별의 클러스터 분산 값들 중 가장 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수가 제 3 클러스터 기준 변수로 선택되고, 1차 내지 3차 클러스터링과는 다른 지위고도의 조건으로 4차 클러스터링을 수행하여 계산되는 10개 과거 기상장 변수별의 클러스터 분산 값들 중 가장 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 변수가 제 4 클러스터 기준 변수로 선택될 수 있다.

[0081] 즉, 본 실시예에 따르면, 상술한 바와 같이 서로 다른 지위고도의 조건에 따라, 예컨대 순차적으로 수행되는 4

차의 클러스터링을 통해 4개의 클러스터 기준 변수가 선택될 수 있다.

[0082] 다시, 클러스터 생성부(204)에서는 선택된 n개의 클러스터 기준 변수에 기반한 n차의 클러스터링을 순차 수행함으로써 과거 기상장 클러스터를 생성한다(단계 306).

[0083] 이후, 화산재 패턴 생성부(206)에서는 클러스터 생성부(204)를 통해 생성된 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하고, 이 생성된 과거 화산재 확산 패턴을 대응되는 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB(154)에 저장한다(단계 308).

[0084] 다음에, 제 2 기상장 수집부(208)에서는 임의의 화산체로부터 화산 분화(화산 폭발)가 발생될 때(단계 310), 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 현재 기상장 변수, 즉 화산 분화 발생 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집한다(단계 312).

[0085] 여기에서, 현재 기상장 변수들은, 예컨대 화산 분화 시점의 지위고도, 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 상대습도 등을 포함할 수 있다.

[0086] 그리고, 기준 변수 결정부(210)에서는 제 2 기상장 수집부(208)를 통해 수집된 제 1 현재 기상장 변수들과 제 2 현재 기상장 변수들 중 일부의 과거 기상장 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 변수들을 현재 기준 변수로 결정한다(단계 314).

[0087] 이후, 화산재 패턴 예측부(212)에서는 화산체 DB(154)에 저장되어 있는 과거 기상장 클러스터들 중 기준 변수 결정부(210)에 의해 결정된 현재 기준 변수와의 유사도가 상대적으로 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택한다(단계 316).

[0088] 다시, 화산재 패턴 예측부(212)에서는 선택된 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴(분포)으로 예측하고(단계 318), 이 예측된 현재 화산재 확산 패턴을 재난 예보 발행부(214)로 전달한다.

[0089] 이에 대응하여, 재난 예보 발행부(214)에서는 예측된 화산재 확산 패턴에 기반하여 화산재 피해 예보를 생성한 후 네트워크(130)를 통해 화산재 피해가 예상되는 지역의 재난을 관리하는 재난 구제 센터(도시 생략)로 전송(예보 발행)한다(단계 320). 여기에서, 화산재 피해 예보는, 예컨대 화산재 피해 예상 지역, 해당 지역으로의 화산재 도착 예상시간, 화산재 양 등의 정보를 포함할 수 있다.

[0090] 상기와 더불어, 재난 예보 발행부(214)에서는 예측된 화산재 확산 패턴에 기반하여 화산재 피해 예보를 네트워크(130) 및 이동통신사 서버(도시 생략) 등을 통해 화산재 피해가 예상되는 지역에 위치하거나 혹은 거주하는 각 개인의 휴대 단말(예컨대, 스마트폰 등)로 전송할 수도 있다.

[0091] [제 2 실시예]

[0092] 도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치에 대한 블록 구성도이다.

[0093] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치는 제 1 기상장 수집부(402), 제 1 결합 변수 생성부(404), 클러스터 생성부(406), 화산재 패턴 생성부(408), 제 2 기상장 수집부(410), 제 2 결합 변수 생성부(412), 기준 결합 변수 결정부(414), 화산재 패턴 예측부(416) 및 재난 예보 발행부(418) 등을 포함할 수 있다. 여기에서, 각 구성부재(402 내지 418)의 일부 또는 전부는 마이크로프로세서에 의해 통합적으로 구현될 수 있다.

[0094] 여기에서, 제 1 기상장 수집부(402), 화산재 패턴 생성부(408), 제 2 기상장 수집부(410), 화산재 패턴 예측부(416) 및 재난 예보 발행부(418) 각각은, 도 2에 도시된 대응하는 각 구성부재, 즉 제 1 기상장 수집부(202), 화산재 패턴 생성부(206), 제 2 기상장 수집부(208), 화산재 패턴 예측부(212) 및 재난 예보 발행부(214)와 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 동일 구성부재들을 의미한다.

[0095] 따라서, 이하에서는 명세서의 간결화를 위한 불필요한 중복기재를 피하기 위하여 이들 구성부재들(402, 408, 410, 416, 418)에 대한 상세 설명은 생략한다.

[0096] 먼저, 제 1 결합 변수 생성부(404)는 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 시간차 기반으로 서로 대응되는

제 1 과거 기상장 변수와 제 2 과거 기상장 변수를 각각 결합(변수 결합)하여 다수의 과거 기상장 결합 변수를 생성하는 등의 기능을 제공할 수 있다. 여기에서 변수 결합이라 함은, 예컨대 두 그림(행렬)을 붙여 하나의 그림(행렬)을 만드는 연산 과정으로 정의될 수 있다.

[0097] 예컨대, 제 1 과거 기상장 변수가 5개이고, 이에 대응되는 제 2 과거 기상장 변수가 5개인 경우라고 가정할 때, 시간차 기반으로 서로 대응되는 과거 기상장 변수들 간의 물리적인 결합을 통해 총 5개의 과거 기상장 결합 변수가 생성될 수 있다.

[0098] 다음에, 클러스터 생성부(406)는 제 1 결합 변수 생성부(404)를 통해 생성된 다수의 과거 기상장 결합 변수들 중 일부의 과거 기상장 결합 변수들을 n개의 클러스터 기준 결합 변수로 선택하고, 선택된 n개의 클러스터 기준 결합 변수에 기반한 클러스터링(즉, 기상장에 대한 시간 변화율 기반의 클러스터링)을 수행하여 과거 기상장 클러스터를 생성하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0099] 즉, 클러스터 생성부(406)는 다수의 과거 기상장 결합 변수들 각각에 대해 n차의 클러스터링(서로 다른 지위고도 조건의 클러스터링)을 순차 수행하여 각 기상장 결합 변수별의 클러스터 분산 값(ECV)을 계산하고, 각 클러스터링 차수마다 계산된 클러스터 분산 값들 중 상대적으로 높은 클러스터 분산 값을 갖는 과거 기상장 결합 변수를 클러스터 기준 결합 변수로 각각 결정하는 방식으로 n개의 클러스터 기준 결합 변수를 선택할 수 있다.

[0100] 여기에서, 클러스터링은 전술한 제 1 실시예에서와 마찬가지로, 예컨대 K_means 클러스터링 기법 등이 이용될 수 있다.

[0101] 또한, 제 2 결합 변수 생성부(412)는 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들 각각에 대해 서로 대응되는 제 1 현재 기상장 변수와 제 2 현재 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 현재 기상장 결합 변수를 생성하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0102] 예컨대, 제 1 현재 기상장 변수가 5개이고, 이에 대응되는 제 2 현재 기상장 변수가 5개인 경우라고 가정할 때, 시간차 기반으로 서로 대응되는 현재 기상장 변수들 간의 물리적인 결합을 통해 총 5개의 현재 기상장 결합 변수가 생성될 수 있다.

[0103] 그리고, 기준 결합 변수 결정부(414)는 제 2 결합 변수 생성부(412)를 통해 생성된 다수의 현재 기상장 결합 변수들 중 일부의 과거 기상장 결합 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 결합 변수들을 현재 기준 결합 변수로 결정하여 화산재 패턴 예측부(416)로 전달하는 등의 기능을 제공할 수 있다.

[0104] 따라서, 화산재 패턴 예측부(416)는 화산체 DB(154)에 저장되어 있는 과거 기상장 클러스터들 중 기준 결합 변수 결정부(414)에 의해 결정된 현재 기준 결합 변수와의 유사도가 상대적으로 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택하고, 선택된 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴(분포)으로 예측하여 재난 예보 발행부(418)로 전달하게 될 것이며, 이를 통해 화산재 피해 예보가 수행될 수 있다.

[0105] 다음에, 상술한 바와 같은 구성을 갖는 본 실시예에 따른 시간 변화율 기반의 화산재 확산 패턴 예측 장치를 이용하여 화산재 확산 패턴(분포)을 예측 및 예보하는 일련의 과정들에 대하여 상세하게 설명한다.

[0106] 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따라 과거 화산 분화 시점을 기준으로 시간차를 갖는 과거 기상장 변수들을 이용하는 시간 변화율을 기반으로 하여 현재 화산 분출 시점의 화산재 확산 패턴을 예측하는 주요 과정을 보여주는 순서도이다.

[0107] 도 5를 참조하면, 제 1 기상장 수집부(402)에서는 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 특정 화산체의 시간 변화율 기반의 과거 기상장 정보(예컨대, 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들, 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들)를 수집하고, 이 수집된 과거 기상장 정보를 정보 DB(150) 내 변수 DB(152)에 저장한다(단계 502).

[0108] 다음에, 제 1 결합 변수 생성부(404)에서는 화산 분화 시점의 제 1 과거 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 과거 기상장 변수들 각각에 대해 시간차 기반으로 서로 대응되는 제 1 과거 기상장 변수와 제 2 과거 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 과거 기상장 결합 변수를 생성한다(단계 504).

[0109] 그리고, 클러스터 생성부(406)에서는 제 1 결합 변수 생성부(404)를 통해 생성된 다수의 과거 기상장 결합 변수

들에 대한 클러스터링을 통해 일부의 과거 기상장 결합 변수들을 n개의 클러스터 기준 결합 변수로 선택하고(단계 506), 선택된 n개의 클러스터 기준 결합 변수에 기반한 클러스터링을 수행함으로써 과거 기상장 클러스터를 생성한다(단계 508).

[0110] 이후, 화산재 패턴 생성부(408)에서는 클러스터 생성부(406)를 통해 생성된 과거 기상장 클러스터에 의거하여 과거 화산재 확산 패턴을 생성하고, 이 생성된 과거 화산재 확산 패턴을 대응되는 과거 기상장 클러스터와 함께 화산체 DB(154)에 저장한다(단계 510).

[0111] 다음에, 제 2 기상장 수집부(410)에서는 임의의 화산체로부터 화산 분화(화산 폭발)가 발생될 때(단계 512), 네트워크(130)를 통해 기상 서버(110)로부터 현재 기상장 변수, 즉 화산 분화 발생 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들을 수집한다(단계 514).

[0112] 여기에서, 현재 기상장 변수들은, 예컨대 화산 분화 시점의 지위고도, 동서방향의 바람세기, 남북방향의 바람세기, 대류세기, 상대습도 등을 포함할 수 있다.

[0113] 그리고, 제 2 결합 변수 생성부(412)에서는 화산 분화 시점의 제 1 현재 기상장 변수들과 화산 분화 후 일정 시간(예컨대, +3H, +6H 등)이 지난 경과 시점의 제 2 현재 기상장 변수들 각각에 대해 시간차 기반으로 서로 대응되는 제 1 현재 기상장 변수와 제 2 현재 기상장 변수를 각각 결합하여 다수의 현재 기상장 결합 변수를 생성한다(단계 516).

[0114] 이어서, 기준 결합 변수 결정부(414)에서는 제 2 결합 변수 생성부(412)를 통해 생성된 다수의 현재 기상장 결합 변수들 중 일부의 과거 기상장 결합 변수들과 서로 대응되는 일부의 현재 기상장 결합 변수들을 현재 기준 결합 변수로 결정한다(단계 518).

[0115] 다시, 화산재 패턴 예측부(416)에서는 화산체 DB(154)에 저장되어 있는 과거 기상장 클러스터들 중 기준 결합 변수 결정부(414)에 의해 결정된 현재 기준 결합 변수와의 유사도가 상대적으로 가장 큰 과거 기상장 클러스터를 기준 클러스터로 선택한다(단계 520).

[0116] 또한, 화산재 패턴 예측부(416)에서는 선택된 기준 클러스터에 대응하는 과거 화산재 확산 패턴을 현재 화산재 확산 패턴(분포)으로 예측하고(단계 522), 이 예측된 현재 화산재 확산 패턴을 재난 예보 발행부(214)로 전달한다.

[0117] 이에 대응하여, 재난 예보 발행부(418)에서는 예측된 화산재 확산 패턴에 기반하여 화산재 피해 예보를 생성한 후 네트워크(130)를 통해 화산재 피해가 예상되는 지역의 재난을 관리하는 재난 구제 센터(도시 생략)로 전송(예보 발행)한다(단계 524). 여기에서, 화산재 피해 예보는, 예컨대 화산재 피해 예상 지역, 해당 지역으로의 화산재 도착 예상시간, 화산재 양 등의 정보를 포함할 수 있다.

[0118] 상기와 더불어, 재난 예보 발행부(418)에서는 예측된 화산재 확산 패턴에 기반하여 화산재 피해 예보를 네트워크(130) 및 이동통신사 서버(도시 생략) 등을 통해 화산재 피해가 예상되는 지역에 위치하거나 혹은 거주하는 각 개인의 휴대 단말(예컨대, 스마트폰 등)로 전송할 수도 있다.

[0119] 한편, 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다.

[0120] 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다.

[0121] 그리고, 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제

공하는 것도 가능하다.

[0122] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 적어도 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시 예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0123] 이상의 설명은 본 발명의 기술사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경 등이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다. 즉, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것으로서, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0124] 따라서, 본 발명의 보호 범위는 후술되는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

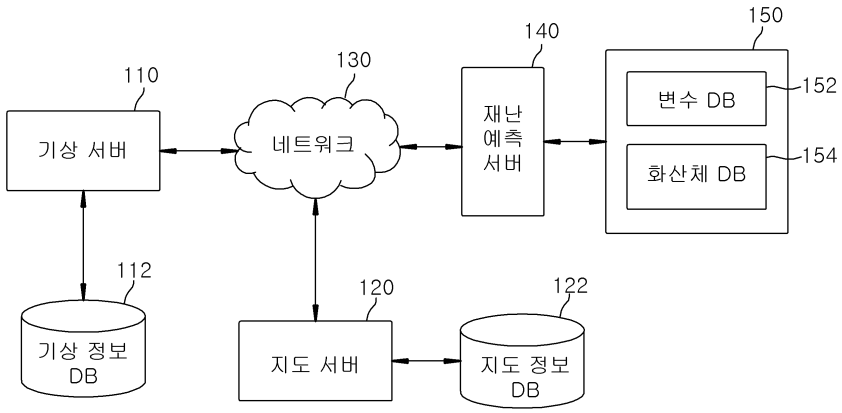
부호의 설명

[0125]

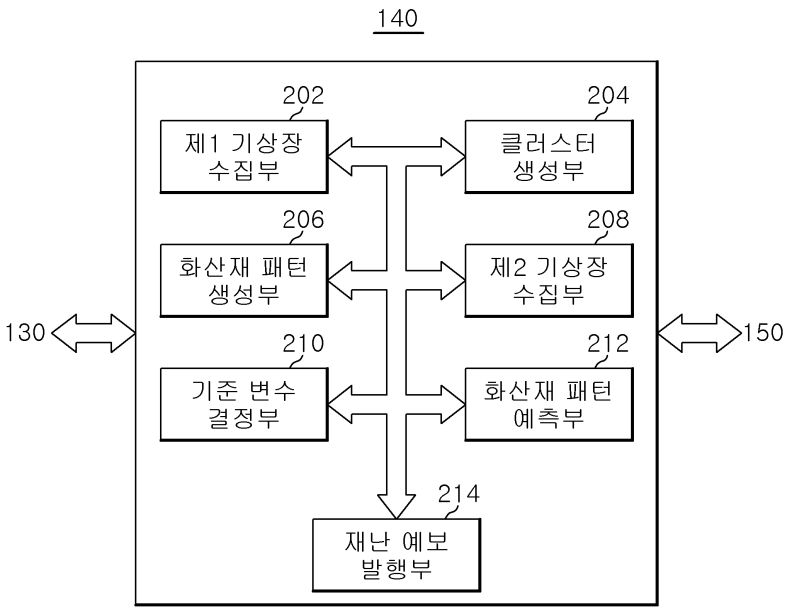
202, 402 : 제 1 기상장 수집부	204, 406 : 클러스터 생성부
206, 408 : 화산재 패턴 생성부	208, 410 : 제 2 기상장 수집부
210 : 기준 변수 결정부	212, 416 : 화산재 패턴 예측부
214, 418 : 재난 예보 발행부	404 : 제 1 결합 변수 생성부
412 : 제 2 결합 변수 생성부	414 : 기준 결합 변수 결정부

도면

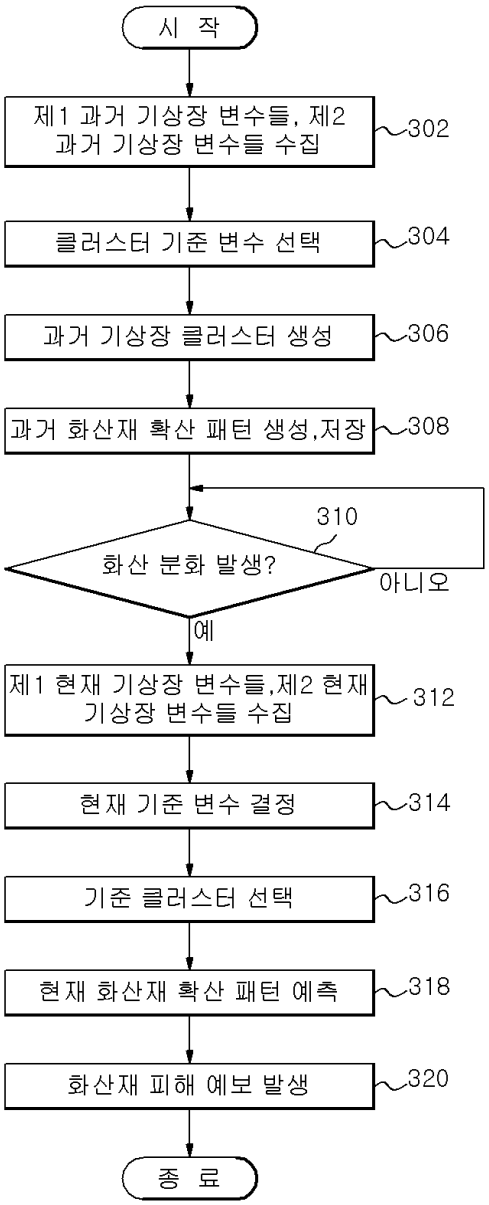
도면1



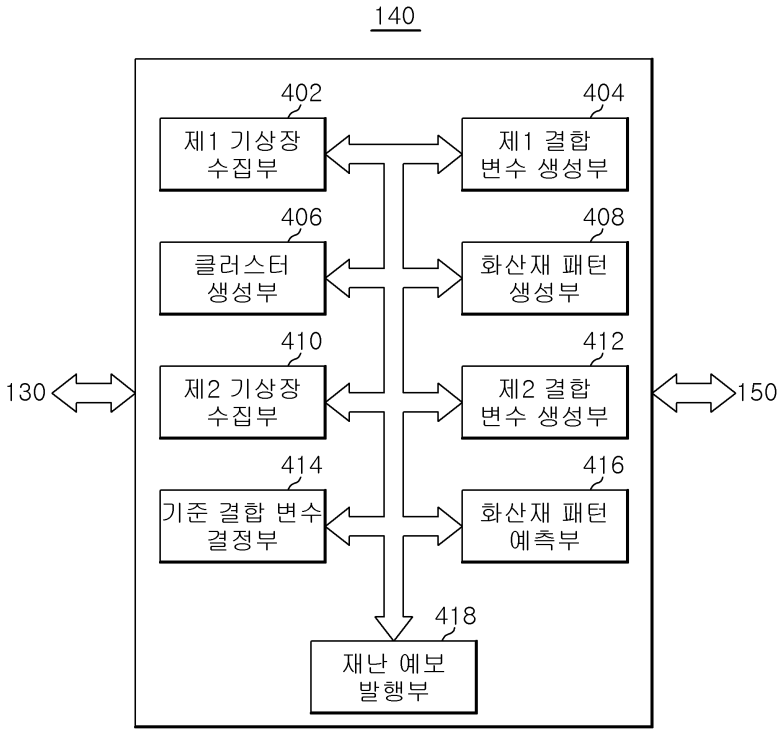
도면2


140
202
제1 기상장 수집부
204
클러스터 생성부
206
화산재 패턴 생성부
208
제2 기상장 수집부
210
기준 변수 결정부
212
화산재 패턴 예측부
214
재난 예보 발행부
130
150

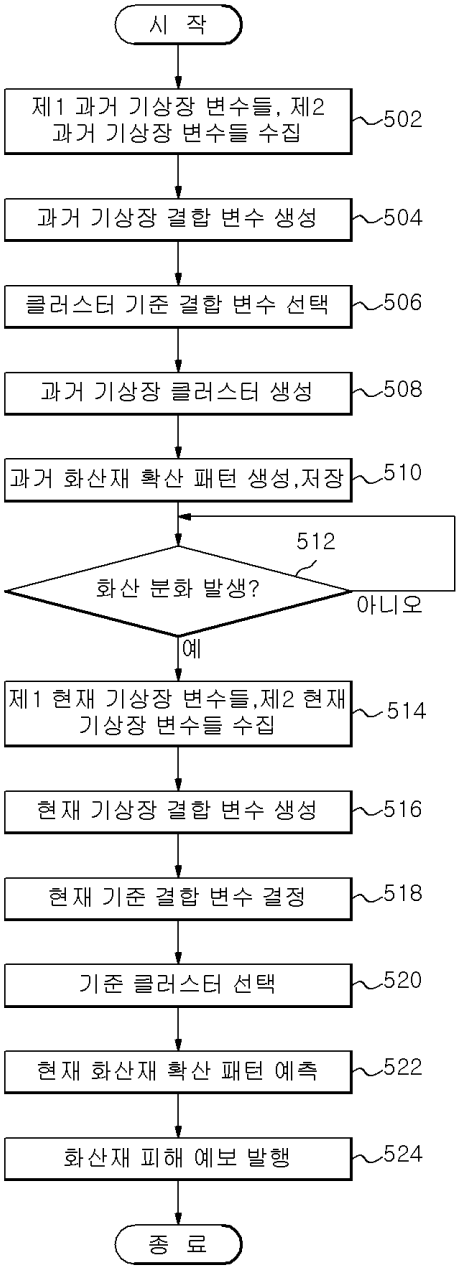
도면3


시 작
제1 과거 기상장 변수들, 제2 과거 기상장 변수들 수집
302
클러스터 기준 변수 선택
304
과거 기상장 클러스터 생성
306
과거 화산재 확산 패턴 생성,저장
308
310
화산 분화 발생?
아니오
예
제1 현재 기상장 변수들,제2 현재 기상장 변수들 수집
312
현재 기준 변수 결정
314
기준 클러스터 선택
316
현재 화산재 확산 패턴 예측
318
화산재 피해 예보 발생
320
종 료

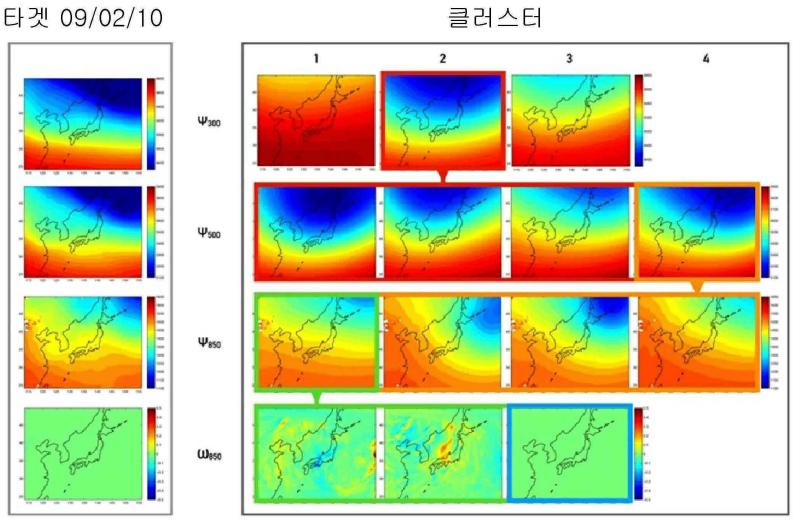
도면4


140
402
제1 기상장 수집부
404
제1 결합 변수 생성부
406
클러스터 생성부
408
화산재 패턴 생성부
410
제2 기상장 수집부
412
제2 결합 변수 생성부
414
기준 결합 변수 결정부
416
화산재 패턴 예측부
418
재난 예보 발행부
130
150

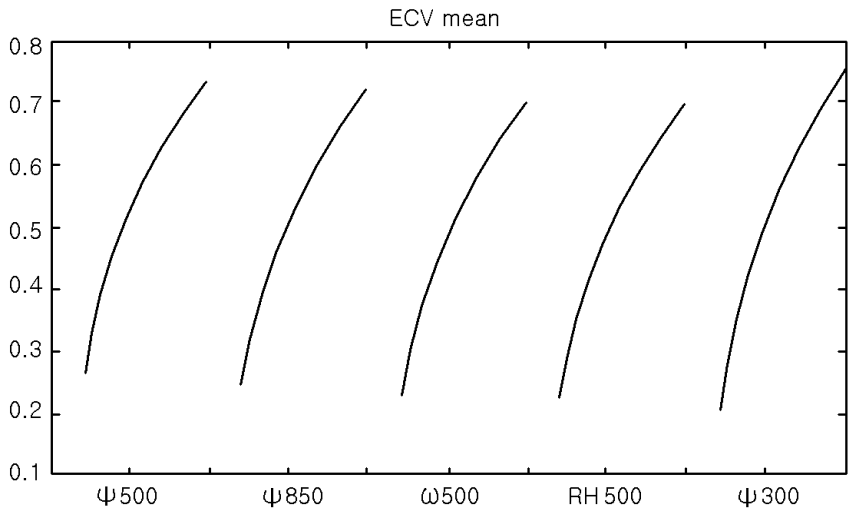
도면5


시 작
제1 과거 기상장 변수들, 제2 과거 기상장 변수들 수집
502
과거 기상장 결합 변수 생성
504
클러스터 기준 결합 변수 선택
506
과거 기상장 클러스터 생성
508
과거 화산재 확산 패턴 생성,저장
510
512
화산 분화 발생?
아니오
예
제1 현재 기상장 변수들,제2 현재 기상장 변수들 수집
514
현재 기상장 결합 변수 생성
516
현재 기준 결합 변수 결정
518
기준 클러스터 선택
520
현재 화산재 확산 패턴 예측
522
화산재 피해 예보 발행
524
종 료

도면6


타겟 09/02/10
클러스터
1
2
3
4

도면7


ECV mean
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
Ψ500
Ψ850
ω500
RH500
Ψ300