



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월10일
(11) 등록번호 10-1856490
(24) 등록일자 2018년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01) G06Q 50/10 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06Q 50/10 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2017-0153556
(22) 출원일자 2017년11월17일
심사청구일자 2017년11월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR101060613 B1
한국지역개발학회지 제26권 제2호

(73) 특허권자
노아에스앤씨 주식회사
서울특별시 금천구 가산디지털1로 151,
1202,3,4,5,6,7호(가산동, 이노플렉스1차)
(72) 발명자
양동민
서울특별시 광진구 아차산로 262, C동
(74) 대리인
김경환

전체 청구항 수 : 총 17 항

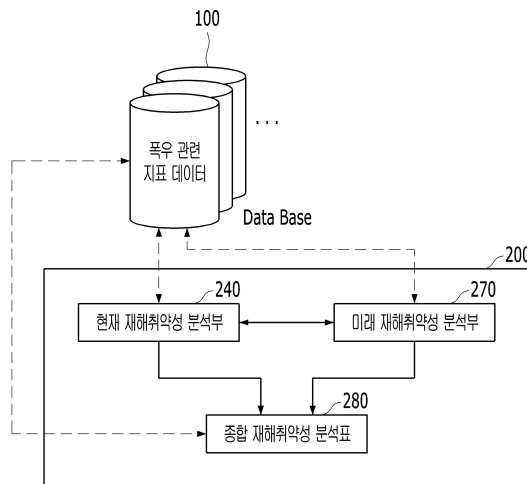
심사관 : 이재홍

(54) 발명의 명칭 폭우에 대한 재해취약성 정보 자동처리방법

(57) 요약

폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법이 제공된다. 일부 실시 예에 따른 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계, 및 상기 현재 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제1-1 연산과정, 상기 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 획득하기 위한 제1-2 연산과정, 및 상기 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 획득하기 위한 제1-3 연산과정 중 적어도 어느 하나의 연산과정을 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615009088

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술사업화지원

연구과제명 ICT기반 기후변화 대응 대규모 홍수위험성 평가 및 의사결정 플랫폼 개발

기 여 율 1/1

주관기관 노아에스앤씨 주식회사

연구기간 2017.02.27 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법에 있어서,

분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계; 및

상기 현재 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제1-1 연산과정을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 제1-1 연산과정은

상기 분석대상 도시에 대한 복수의 폭우 지표 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 폭우 지표 데이터에 대한 보간(interpolation)을 수행하여 상기 분석대상 도시에 대한 래스터 데이터를 획득하는 단계;

데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 획득된 래스터 데이터에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계;

상기 획득된 래스터 데이터를 벡터 데이터로 변환하는 단계; 및

상기 산출된 구획별 등급과 상기 변환된 벡터 데이터를 포함하는 현재 폭우 노출 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1-1 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 구획 유형이 읍면동 단위이고 상기 수신된 폭우 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나

상기 구획 유형이 집계구 단위이고 상기 수신된 폭우 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우,

상기 공간 연산은 상기 획득된 래스터 데이터에 대한 교차(intersection) 연산을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1-1 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 최적 등급 분류방식은 상기 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 래스터 데이터의 평균, 표준편차 및 제트 스코어와, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적의 평균을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법에 있어서,

분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계; 및

상기 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 획득하기 위한 제1-2 연산과정을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 제1-2 연산과정은

상기 분석대상 도시에 대한 복수의 잠재취약지역 지표 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 잠재취약지역 지표 데이터로부터 상기 분석대상 도시의 구획별 잠재취약지역 면적을 산출하는 단계;

데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 산출된 잠재취약지역 면적에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 구획별 등급과 상기 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1-2 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 구획 유형이 읍면동 단위이고 상기 수신된 잠재취약지역 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나

상기 구획 유형이 집계구 등급이고 상기 수신된 잠재취약지역 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우,

상기 공간 연산은 상기 산출된 잠재취약지역 면적에 대한 교차(intersection) 연산을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제1-2 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 최적 등급 분류방식은 상기 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 잠재취약지역 면적의 표준편차 및 제트 스코어와, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적과, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적의 구성비율을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법에 있어서,

분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계; 및

상기 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 획득하기 위한 제1-3 연산과정을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 제1-3 연산과정은

상기 분석대상 도시에 대한 복수의 도시취약구성요소 지표 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터로부터 상기 분석대상 도시의 구획별 도시취약구성요소 면적 및 상기 도시취약구성요소 면적이 반영된 구획별 표준화 점수를 각각 산출하는 단계;

데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 산출된 도시취약구성요소 면적과 표준화 점수에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 구획별 등급과 상기 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1-3 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 구획 유형이 읍면동 단위이고 상기 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나

상기 구획 유형이 집계구 등급이고 상기 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우,

상기 공간 연산은 상기 산출된 도시취약구성요소 면적에 대한 교차(intersection) 연산을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제1-3 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 최적 등급 분류방식은 상기 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 도시취약구성요소 면적의 표준편차 및 제트 스코어와, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적과, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적의 구성비율을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1 항, 제4항 및 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 단계;

상기 현재 재해취약성의 분석결과를 기초로 상기 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 도시민감도 데이터 각각을 획득하기 위해 사용되는 지표 데이터에 대한 검증을 수행하는 단계; 및

상기 현재 재해취약성의 분석결과 및 상기 미래 재해취약성의 분석결과에 의해 상기 분석대상 도시의 폭우에 대한 종합 재해취약성 정보를 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법에 있어서,

분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 폭우 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 단계; 및

상기 미래 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제2-1 연산과정을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 제2-1 연산과정은

특정 기후변화 예측 시나리오에 따른 폭우 지표 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 폭우 지표 데이터에 대한 보간(interpolation)을 수행하여 상기 분석대상 도시에 대한 래스터 데이터를 획득하는 단계;

데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 획득된 래스터 데이터에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계;

상기 획득된 래스터 데이터를 벡터 데이터로 변환하는 단계; 및

상기 산출된 구획별 등급과 상기 변환된 벡터 데이터를 포함하는 미래 폭우 노출 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제2-1 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 구획 유형이 읍면동 단위이고 상기 수신된 폭우 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나

상기 구획 유형이 집계구 단위이고 상기 수신된 폭우 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우,

상기 공간 연산은 상기 획득된 래스터 데이터에 대한 교차(intersection) 연산을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제2-1 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 최적 등급 분류방식은 상기 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 래스터 데이터의 평균, 표준편차 및 제트 스코어와, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적의 평균을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법에 있어서,

분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 단계; 및

상기 미래 도시민감도 데이터를 획득하기 위한 제2-2 연산과정을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 제2-2 연산과정은

상기 분석대상 도시에 대한 복수의 미래 도시민감도 지표 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터로부터 상기 분석대상 도시의 구획별 미래 도시민감도 면적 및 상기 미래 도시민감도 면적이 반영된 구획별 표준화 점수를 각각 산출하는 단계;

데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 산출된 미래 도시민감도 면적과 표준화 점수에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 구획별 등급과 상기 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 미래 도시민감도 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제2-2 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 구획 유형이 읍면동 단위이고 상기 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나

상기 구획 유형이 집계구 등급이고 상기 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우,

상기 공간 연산은 상기 산출된 미래 도시민감도 면적에 대한 교차(intersection) 연산을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제2-2 연산과정을 수행하는 단계 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 입력 받는 단계를 더 포함하고,

상기 최적 등급 분류방식은 상기 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 미래 도시민감도 면적의 표준편차 및 제트 스코어와, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적과, 상기 집계구별 또는 읍면동별 면적의 구성비율을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제 1 항, 제 4 항, 제 7 항, 제 11 항, 제 14 항의 방법 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동으로 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 기후변화 영향으로 인구와 기반시설이 집중된 도시에서 재해가 점차 대형화다양화되는 추세이며, 전 세계적으로 폭우, 폭염, 폭설, 강풍 등 다양한 재해가 일상화되고 있다.

[0003] 정부는 도시방재정책을 적극 마련하면서 대형화다양화되고 있는 재해에 효율적으로 대응하기 위하여 기후변화에 따른 재해취약성을 분석하여 도시계획수립의 기초자료로 활용하고 있다.

[0004] 재해취약성 분석 제도는 도시계획을 수립변경하는 과정에서 기후변화에 따른 재해취약성 분석을 시행하고 이를 토지이용, 기반시설 등 각 부문별 계획에 반영시키는 제도이며, 2012년 7월 이후 수립변경되는 모든 도시계획을 대상으로 시행되고 있다.

[0005] 이와 관련하여 국토연구원의 국가도시방재연구센터에서는 2013년 8월 "도시 기후변화 재해취약성 분석 매뉴얼"을 제작하여 배포한바 있으며, 2015년 1월 개정되어 2015년 7월부터 시행된 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제20조 및 제27조에서는 재해취약성에 관한 분석에 대해 규정하고 있다.

[0006] 도 1은 도시의 기후변화 재해취약성 분석 절차를 도시한 도면이다.

[0007] 1단계에서는 지자체 별 재해 피해현황(피해액, 인명피해 등)을 조사분석한다.

[0008] 2단계에서는 재해 피해현황의 분석결과, 각 지역의 이해관계자(관련 공무원, 전문가, 주민 등)의 의견수렴을 통해 재해취약성 분석이 필요한 대상재해의 유형을 지역별로 결정한다.

[0009] 3단계에서는 각 대상재해의 분석에 필요한 지표데이터를 수집하여 데이터베이스를 구축한다.

[0010] 4단계에서는 도시의 기후변화 재해취약성을 분석하는데, 구체적으로 현재 기후노출과 현재 도시민감도를 고려하여 현재 취약성을 분석하고, 미래 기후노출과 미래 도시민감도를 고려하여 미래 취약성을 분석한다. 현재 취약성과 미래 취약성의 분석결과를 토대로 종합 재해 취약성 초안을 수립한다.

[0011] 5단계에서는 종합 재해 취약성 초안에 대하여 각 지역의 이해관계자의 의견을 수렴하여 최종적인 도시 종합 재해 취약성을 도출한다.

[0012] 6단계에서는 최종적인 도시 종합 재해 취약성에 대하여 현장조사 및 취약특성까지 함께 고려하여 도시계획 수립 방향을 제시한다.

[0013] 종래에는 상술한 단계에 따라 도시의 기후변화 재해취약성을 분석함에 있어서, 사용자가 마이크로소프트사의 엑셀(Excel) 프로그램, GIS(Geographic Information System) 프로그램 등을 활용하여 일일이 수작업으로 지표데이터를 수집해야 하는 불편함이 있었으며, 수집과정에서 많은 시간이 소요되었다.

[0014] 또한, 수집된 데이터를 가공 및 분석하기 위해서 고가의 상업용 프로그램이 필요하기 때문에, 상당한 라이선스

구입비용이 필요하였고 각 상업용 프로그램에 대한 전문지식을 갖춘 인력 역시 필요하다는 문제점도 있었다.

[0015] 더욱이, 수집된 데이터를 가공 및 분석하는 과정에서 사용자의 주관적인 판단이 개입될 여지가 많아 분석결과에 대한 신뢰성이나 객관성이 담보되지 못하였다.

[0016] 한편, 한국 등록특허공보 제1200368호 (발명의 명칭: 기후변화 취약성 평가 시스템 및 그 방법)는 지자체가 향후 적응계획 수립시 우선순위 취약부문을 결정하기 위한 정책도구로써 활용될 수 있고 기후변화 취약성과 관련된 객관적인 기준을 제시할 수 있는 기술을 제안하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명의 일부 실시 예는 별도의 상업용 프로그램이나 그에 대한 전문지식이 없는 사용자일지라도 손쉽게 빠르게 도시의 기후변화(특히 폭우)에 대한 재해취약성 정보를 자동으로 처리하는 방법을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일부 실시 예는 사용자가 웹(Web) 기반의 정보 처리 시스템을 통해 시간과 공간의 제약 없이 접근하여 도시의 기후변화(특히 폭우)에 대한 지표데이터를 수집, 가공, 분석할 수 있는 방법을 제공하는 데에 다른 목적이 있다.

[0019] 다만, 본 실시 예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0020] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일부 실시 예에 따른 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은, 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계, 및 상기 현재 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제1-1 연산과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0021] 이때, 상기 제1-1 연산과정은 상기 분석대상 도시에 대한 복수의 폭우 지표 데이터를 수신하는 단계, 상기 수신된 폭우 지표 데이터에 대한 보간(interpolation)을 수행하여 상기 분석대상 도시에 대한 래스터 데이터를 획득하는 단계, 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 획득된 래스터 데이터에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계, 상기 획득된 래스터 데이터를 벡터 데이터로 변환하는 단계, 및 상기 산출된 구획별 등급과 상기 변환된 벡터 데이터를 포함하는 현재 폭우 노출 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0022] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일부 실시 예에 따른 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은, 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계, 및 상기 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 획득하기 위한 제1-2 연산과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0023] 이때, 상기 제1-2 연산과정은 상기 분석대상 도시에 대한 복수의 잠재취약지역 지표 데이터를 수신하는 단계, 상기 수신된 잠재취약지역 지표 데이터로부터 상기 분석대상 도시의 구획별 잠재취약지역 면적을 산출하는 단계, 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 산출된 잠재취약지역 면적에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계, 및 상기 산출된 구획별 등급과 상기 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0024] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일부 실시 예에 따른 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은, 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 단계, 및 상기 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 획득하기 위한 제1-3 연산과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0025] 이때, 상기 제1-3 연산과정은 상기 분석대상 도시에 대한 복수의 도시취약구성요소 지표 데이터를 수신하는 단계, 상기 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터로부터 상기 분석대상 도시의 구획별 도시취약구성요소 면적 및

상기 도시취약구성요소 면적이 반영된 구획별 표준화 점수를 각각 산출하는 단계, 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 산출된 도시취약구성요소 면적과 표준화 점수에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계, 및 상기 산출된 구획별 등급과 상기 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0026] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일부 실시 예에 따른 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은, 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 폭우 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 단계, 및 상기 미래 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제2-1 연산과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0027] 이때, 상기 제2-1 연산과정은 특정 기후변화 예측 시나리오에 따른 폭우 지표 데이터를 수신하는 단계, 상기 수신된 폭우 지표 데이터에 대한 보간(interpolation)을 수행하여 상기 분석대상 도시에 대한 래스터 데이터를 획득하는 단계, 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 획득된 래스터 데이터에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계, 상기 획득된 래스터 데이터를 벡터 데이터로 변환하는 단계, 및 상기 산출된 구획별 등급과 상기 변환된 벡터 데이터를 포함하는 미래 폭우 노출 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0028] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일부 실시 예에 따른 정보 처리 시스템이 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은, 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 단계, 및 상기 미래 도시민감도 데이터를 획득하기 위한 제2-2 연산과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0029] 이때, 상기 제2-2 연산과정은 상기 분석대상 도시에 대한 복수의 미래 도시민감도 지표 데이터를 수신하는 단계, 상기 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터로부터 상기 분석대상 도시의 구획별 미래 도시민감도 면적 및 상기 미래 도시민감도 면적이 반영된 구획별 표준화 점수를 각각 산출하는 단계, 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 상기 산출된 미래 도시민감도 면적과 표준화 점수에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 상기 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 단계, 및 상기 산출된 구획별 등급과 상기 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 미래 도시민감도 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0030] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일부 실시 예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는, 전송된 방법 중 어느 하나를 실행하기 위한 프로그램을 기록한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0031] 일부 실시 예에 따르면, 복수의 상업용 프로그램에 대한 전문지식이 없는 사용자일지라도 손쉽게 빠르게 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동으로 처리할 수 있어, 사용자 편의성을 증대시킬 수 있고 전체 과정의 소요시간을 대폭적으로 단축시킬 수 있다.

[0032] 또한, 일부 실시 예에 따르면, 복수의 상업용 프로그램이 없더라도 사용자는 웹(Web) 기반의 정보 처리 시스템을 통해 시간과 공간의 제약 없이 바로 작업을 수행할 수 있으며, 라이선스 구입비용을 절감할 수도 있다.

[0033] 또한, 일부 실시 예에 따르면, 사용자의 주관적인 판단을 최소화시킴으로써 분석결과에 대한 신뢰성이나 객관성을 향상시킬 수 있고, 해당 분석결과를 도시계획 수립변경하는 업무 내지 정책에 적극적으로 반영시킬 수 있다.

[0034] 또한, 일부 실시 예에 따르면 사용자는 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 선택할 수 있어, 분석대상 도시의 폭우에 대한 집계구별 또는 읍면동별 종합 재해취약성 정보를 확인할 수 있다.

[0035] 또한, 일부 실시 예에 따르면 사용자로부터 입력 받은 등급 산출결과에 대한 구획 유형과 수신된 지표 데이터의 구획 단위가 일치하지 않는 경우에도 전체 연산과정이 자동적으로 이루어진다는 장점을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 도시의 기후변화 재해취약성 분석 절차를 도시한 도면이다.

도 2는 재해취약성 분석 절차에서의 집계구 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 3a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 정보 처리 시스템을 간단하게 도시한 도면이다.

도 3b는 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하는 일련의 연산과정을 예시적으로 도시한 흐름도이다.

도 3c는 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성의 등급을 산출하는 방법을 도시한 도면이다.

도 4a는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 정보 처리 시스템을 간단하게 도시한 도면이다.

도 4b는 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하는 일련의 연산과정을 예시적으로 도시한 흐름도이다.

도 4c는 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성의 등급을 산출하는 방법을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 정보 처리 시스템을 간단하게 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 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 생략하였다.
- [0038] 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 경우 및 "통신 가능하도록 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.
- [0039] 본 발명의 일부 실시 예에서 제안하는 내용의 기재 중 일부 개념은 아래와 같은 의미를 가진다.
- [0040] "기후노출"은 기후변화 재해를 유발하는 기온, 강수량 등과 같은 기후적 요소에 의한 영향 정도를 나타낸다.
- [0041] "도시민감도"는 기후변화 재해에 따른 도시의 물리적 취약특성과 도시구성요소(시민, 기반시설, 건축물 등)의 부정적 영향 정도를 나타낸다.
- [0042] "현재 취약성(Present Vulnerability)"은 현재 기후노출과 현재 도시민감도로 나타내고, "미래 취약성(Future Vulnerability)"은 미래 기후노출과 미래 도시민감도로 나타낸다.
- [0043] "지오메트리(Geometry)"는 포인트, 라인, 폴리곤, 표면 3D 객체의 특성으로서 지리정보시스템(GIS)에서 일반적으로 피처(Feature)의 공간 요소 표현에 사용된다.
- [0044] "공간 연산(Spatial Analysis)"은 일정한 값만큼 지오메트리를 키우거나 축소시키는 버퍼(Buffer) 연산, 지오메트리를 감싸는 최소 넓이의 볼록한 다각형을 얻는 컨벡스 쉘(Convex Hull) 연산, 두 개의 지오메트리가 교차하는 부분에 대한 정보를 얻는 교차(Intersection) 연산, 두 개의 지오메트리를 합산하는 유니온(Union) 연산, 하나의 지오메트리에서 다른 하나의 지오메트리를 빼는 차이(Difference) 연산, 유니온 연산과 교차 연산 간의 차이인 대칭 차이(Symmetry Difference) 등을 포함하며, 지리정보시스템(GIS) 하에서 통계 값에 대한 사칙연산도 포함할 수 있다.
- [0045] "중첩"은 데이터의 표준화 과정을 포함하는 일련의 연산과정을 의미한다.
- [0046] "집계구"는 통계청의 인구센서스 조사시 인구 500명을 기준으로 주변 도로, 하천, 철도, 산능선 등과 같은 준항구적인 지형지물을 이용하여 구획한 공간단위 구역으로서, 보통 행정경계(읍, 면, 동)의 1/23 크기를 가질 수 있으며, SGIS 통계지리정보서비스에서 집계구 관련 데이터를 획득할 수 있다.
- [0047] 도 2는 재해취약성 분석 절차에서의 집계구 개념을 설명하기 위한 도면인데, A는 행정경계(읍, 면, 동)을 나타내고 B는 집계구 경계를 나타내고 C는 건축물을 나타낸다. 명세서 전체에서 "읍면동"은 "읍,면,동"을 줄여서 기재한 것이고, "읍면동별"은 "읍마다의", "면마다의", "동마다의"를 줄여서 기재한 것이다.
- [0048] 이하에서는 도 3 내지 도 5를 참고하여 본 발명의 각 실시예에 따른 정보 처리 시스템 및 이에 의한 신호처리 과정을 상세히 설명하기로 한다.
- [0049] 도 3a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 정보 처리 시스템을 간단하게 도시한 도면이다.

- [0050] 본 발명의 일 실시 예에 따른 정보 처리 시스템(200)은 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리할 수 있으며, 웹(Web) 기반으로 구현되어 있을 수 있다.
- [0051] 웹 기반으로 구현되는 경우 사용자는 컴퓨터나 휴대용 단말기에 의해서도 정보 처리 시스템(200)에 접속하여 편리하게 위 작업을 수행할 수 있다. 컴퓨터는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 태블릿 PC, 슬레이트 PC 등을 포함하고, 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), WiBro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트 폰(Smart Phone) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치를 포함할 수 있다.
- [0052] 정보 처리 시스템(200)은 현재 폭우 노출 데이터 분석부(210), 현재 폭우 잠재취약지역 데이터 분석부(220), 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터 분석부(230) 및 현재 재해취약성 분석부(240)를 포함하고, 각 구성은 서로 연결되어 있다.
- [0053] 참고로, 도 2에 도시된 정보 처리 시스템(200)의 세부 구성은 서로 별개의 구성으로 도시되었지만, 일부 실시 예에서는 일부 혹은 모든 구성이 임베디드 형태로 내장되어 구현될 수 있다. 또한, 도 2에 도시된 각 구성은 설계 또는 용도에 따라 변경, 대체 혹은 모듈화될 수 있으며, 일 구성의 특정 기능이 타 구성에 의해 동작되거나 수행될 수도 있다.
- [0054] 또한, 정보 처리 시스템(200)은 데이터베이스(100)에 미리 수집된 폭우 관련 현재 지표 데이터에 접근할 수 있고, 각 구성은 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리할 때 폭우 관련 현재 지표 데이터를 활용할 수 있다.
- [0055] 이때, 데이터베이스(100)는 동일 네트워크 내에 존재하거나 서로 다른 네트워크에 존재하는 서버와 연결되어 다양한 위치에 상주할 수 있다. 예를 들어, 각종 데이터베이스는 비일시적(non-transitory) 저장 매체 상에 상주할 수 있고, 서버로부터 멀리 떨어져 있을 수도 있다. 또한, 각종 데이터베이스는 SQL 포맷의 명령어에 응답하여 데이터를 저장, 업데이트 및 검색할 수 있도록 맞춰진 것일 수 있다.
- [0056] 또한, 정보 처리 시스템(200)은 접속허가를 받은 사용자인지 여부를 식별/확인하는 로그인 기능, 사용자가 분석 대상 도시 및 등급 산출결과에 대한 구획 유형을 선택하거나 각종 정보를 편집/수정/입력할 수 있도록 하는 인터페이스 제공 기능, 관리자가 시스템을 운영하고 과금을 관리할 수 있도록 하는 운영 기능을 포함하는 다양한 기능을 통합적으로 제공할 수 있고, 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0057] 본 발명의 일 실시 예에 따라 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 과정을 포함한다.
- [0058] 또한, 위 현재 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제1-1 연산과정, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 획득하기 위한 제1-2 연산과정, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 획득하기 위한 제1-3 연산과정 중 적어도 어느 하나의 연산과정을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0059] 각각의 구체적인 연산과정은 도 3b를 참고하여 설명하기로 한다. 도 3b는 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하는 일련의 연산과정을 예시적으로 도시한 흐름도이다.
- [0060] 우선 현재 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제1-1 연산과정은 현재 폭우 노출 데이터 분석부(210)에서 이루어질 수 있다.
- [0061] 제1-1 연산과정은 분석대상 도시에 대한 복수의 폭우 지표 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0062] 이때, 폭우 지표 데이터는 과거 소정 시점부터 현재까지의 분석대상 도시에 대한 기상관측자료일 수 있고, 기상청으로부터 제공받을 수 있다. 예를 들어, 과거 30년 간 종관 자동기상관측장비(ASOS) 및 자동기상관측장비(AWS)에서 측정된 연평균 시간당 최대강수량과 연평균 80mm/일 이상 강수일수를 분석대상 도시의 집계구별로 분류해둔 데이터(210a, 210b)일 수 있다.
- [0063] 특히 제1-1 연산과정이 이루어지는 해당년도의 기상관측자료가 유효한 데이터인지 체크되어야 한다.
- [0064] 또한, 제1-1 연산과정은 수신된 폭우 지표 데이터에 대한 보간(interpolation)을 수행하여 분석대상 도시에 대

한 래스터(raster) 데이터를 획득하는 과정을 포함한다.

- [0065] 보간 과정(211)은 공간 보간법에 의해 이루어질 수 있는데, 공간 보간법은 현실적으로 분석대상 도시의 전역에서 폭우 지표 데이터를 모두 측정할 수 없기 때문에 관측지점(Point)에서의 관측 값을 통해 주변지점에서의 관측 값을 찾아 주변지점의 관측 값을 연산하기 위해 사용하는 방법이다. 예를 들어, 공간 보간법 중에서 관측지점과 주변지점 간의 거리가 가까울수록 높은 가중 값을 적용하는 역거리 가중(Inverse Distance Weighted) 보간법이 사용될 수 있으며, 이를 통해 분석대상 도시의 특성을 용이하게 파악할 수 있다.
- [0066] 래스터(raster) 데이터는 행과 열로 정렬된 같은 크기의 셀의 배열로서 공간을 정의하는 공간 데이터를 의미하며, 각 셀은 속성(attribute) 값과 위치 좌표를 가진다. 이미지(image)는 래스터 데이터 구조를 사용한다.
- [0067] 특정 셀의 관측 값을 보간 과정(211)을 통해 주변 셀의 관측 값의 평균으로 보간될 수 있다.
- [0068] 또한, 제1-1 연산과정은 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 획득된 래스터 데이터에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 과정을 포함한다.
- [0069] 여기서, 데이터베이스 관리 시스템은 오픈 소스 기반의 것일 수 있고, 예를 들어 MySQL, PostgreSQL, SQLite, BerkeleyDB 등일 수 있다.
- [0070] 일부 실시 예에 따를 때, 이러한 제1-1 연산과정을 수행하는 과정 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형이 입력될 수 있다.
- [0071] 이때, (1) 입력된 구획 유형이 읍면동 단위이고 수신된 폭우 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나 (2) 입력된 구획 유형이 집계구 단위이고 상기 수신된 폭우 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우, 공간 연산은 획득된 래스터 데이터에 대한 교차 연산(212)을 포함할 수 있다.
- [0072] 나아가, 최적 등급 분류방식은 입력된 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 래스터 데이터의 평균, 표준편차 및 제트 스코어(Z-score)와, 집계구별 또는 읍면동별 면적의 평균을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)일 수 있다(213, 214).
- [0073] 여기서, 집계구별 또는 읍면동별 래스터 데이터의 평균은 특정 권역의 지리적인 통계를 구할 수 있는 조날 통계(Zonal statistics)에 의해 산출될 수 있고, 제트 스코어는 소정 집계구 또는 읍면동의 래스터 데이터와 위 평균 간의 차이를 소정 집계구 또는 읍면동별 래스터 데이터의 표준편차로 나눔으로써 산출될 수 있다.
- [0074] 자연적 구분법은 정량화할 수 있는 동질성과 통계적 클러스터 개념에 기초하여 동일 등급으로 분류된 집계구별 폭우 점수의 분산을 감소시키는 동시에 등급 간 분산을 증가시키는 방향으로 최적화 분류할 수 있다. 자연적 구분법은 수많은 사례를 통해 높은 신뢰성을 가진 최적화 분류방법이라고 널리 알려져 있다.
- [0075] 또한, 제1-1 연산과정은 획득된 래스터 데이터를 벡터(vector) 데이터로 변환하는 과정(216)을 포함한다.
- [0076] 벡터(vector) 데이터는 포인트(point), 라인(line), 폴리곤(polygon)으로 피처(feature)를 표현하는 좌표 기반의 데이터이고, 각 포인트 피처는 단일 좌표 쌍으로 표현되며 라인이나 폴리곤 피처는 벡터스 목록으로 표현될 수 있다.
- [0077] 변환 과정(216)에서 데이터 무결성(Integrity)을 위한 제약사항(Constraint) 결정과정(215)에서 결정된 제약사항이 고려될 수 있다.
- [0078] 또한, 제1-1 연산과정은 산출된 구획별 등급과 변환된 벡터 데이터를 포함하는 현재 폭우 노출 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0079] 이때, 후처리 과정은 분석대상 도시에 대한 오버뷰(Overview) 생성, 데이터베이스 관리 시스템으로의 맵핑, 및 지도 렌더링을 순차적으로 수행하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0080] 분석대상 도시에 대한 오버뷰 생성과정(217)에서 서브 샘플링, 평균 샘플링, 가우시안 샘플링 등의 기법을 통해 원본 이미지보다 낮은 해상도의 이미지가 다수 개 생성될 수 있으며, 화면의 확대 또는 축소시 화면 처리 속도가 현저히 향상될 수 있다.
- [0081] 데이터베이스 관리 시스템으로의 맵핑과정(218)과 지도 렌더링과정(219)을 통해 분석대상 도시의 현재 폭우 노출 데이터가 지도 상에 출력될 때 지도의 줌 레벨(Zoom level)에 맞게 출력될 수 있다.

- [0082] 다음으로 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 획득하기 위한 제1-2 연산과정은 현재 폭우 잠재취약지역 데이터 분석부(220)에서 이루어질 수 있고, 상술한 제1-1 연산과정과 중복되는 부분의 설명은 생략한다.
- [0083] 제1-2 연산과정은 분석대상 도시에 대한 복수의 잠재취약지역 지표 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0084] 이때, 잠재취약지역 지표 데이터는 분석대상 도시 내 최근 10년간 피해지역의 침수흔적도 면적(220a), 최근 10년간 피해지역의 지반의 피해면적(220b), 산사태취약지역의 면적(220c), 방재지구의 면적(220d), 풍수해저감종합계획의 위험지구의 면적(220e), 자연재해위험지구의 면적(220f), 주요 하천 근처의 저지대 면적(220g)에 대한 데이터일 수 있다. 이러한 데이터는 분석대상 도시의 지자체로부터 제공받거나 GIS 데이터(DEM) 분석을 통해 얻을 수 있다.
- [0085] 특히 제1-2 연산과정에서의 잠재취약지역 지표 데이터를 수신할 때 그 출처 및 각 년도의 특성이 고려되어야 한다.
- [0086] 또한, 제1-2 연산과정은 수신된 잠재취약지역 지표 데이터로부터 분석대상 도시의 구획별 잠재취약지역 면적을 산출하는 과정(221)을 포함한다.
- [0087] 여기서 특정 구획의 잠재취약지역 면적은 해당 구획 내 과거피해지역 면적과 법정위험지역 면적과 재해피해특성 고려 취약지역 면적을 합산하여 산출될 수 있다.
- [0088] 또한, 제1-2 연산과정은 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 산출된 잠재취약지역 면적에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 과정을 포함한다.
- [0089] 일부 실시 예에 따를 때, 이러한 제1-2 연산과정을 수행하는 과정 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형이 입력될 수 있다.
- [0090] 이때, (1) 입력된 구획 유형이 읍면동 단위이고 수신된 잠재취약지역 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나 (2) 입력된 구획 유형이 집계구 단위이고 수신된 잠재취약지역 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우, 공간 연산은 산출된 잠재취약지역 면적에 대한 교차 연산을 포함할 수 있다.
- [0091] 나아가, 최적 등급 분류방식은 입력된 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 잠재취약지역 면적의 표준편차 및 제트 스코어(Z-score)와, 집계구별 또는 읍면동별 면적과, 집계구별 또는 읍면동별 면적의 구성비율을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)일 수 있다(222, 223).
- [0092] 또한, 제1-2 연산과정은 산출된 구획별 등급과 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 현재 폭우 잠재취약지역 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0093] 후처리 과정 이전에 데이터 무결성(Integrity)을 위한 제약사항(Constraint) 결정과정(224)이 이루어질 수 있고, 후처리 과정은 분석대상 도시에 대한 오버뷰(Overview) 생성, 데이터베이스 관리 시스템으로의 맵핑, 및 지도 랜더링을 순차적으로 수행하는 과정을 포함할 수 있으며(225, 226, 227), 구획별 표준화 점수는 아래 수식에 따라 산출될 수 있다.

수학적식 1

$$\text{특정구획의잠재취약지역표준화점수} = \frac{\text{특정구획내잠재취약지역면적}}{\text{특정구획면적}}$$

- [0094]
- [0095] 마지막으로 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 획득하기 위한 제1-3 연산과정은 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터 분석부(230)에서 이루어질 수 있고, 상술한 제1-1 연산과정 또는 제1-2 연산과정과 중복되는 부분의 설명은 생략한다.
- [0096] 제1-3 연산과정은 분석대상 도시에 대한 복수의 도시취약구성요소 지표 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0097] 이때, 도시취약지역 지표 데이터는 65세 이상 및 5세 미만 분석대상 도시의 집계구별 인구수(230a), 도로/철도/항만/공항의 집계구별 면적(230b), 수도/전기/가스/열 공급과 관련된 설비의 집계구별 면적(230c), 방송통신/유류저장/송유/수질오염처리와 관련된 설비의 집계구별 면적(230d), 노후 단독주택(사용승인일 기준) 건축물(230e)에 대한 데이터일 수 있다. 이러한 데이터는 SGIS 통계지리정보서비스, 한국토지정보시스템(KLIS), 건축

물 대장 등으로부터 얻을 수 있다.

[0098] 또한, 제1-3 연산과정은 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터로부터 분석대상 도시의 구획별 도시취약구성요소 면적 및 상기 도시취약구성요소 면적이 반영된 구획별 표준화 점수를 각각 산출하는 과정을 포함한다(231, 232, 233, 234).

[0099] 여기서 특정 구획의 도시취약구성요소 면적은 해당 구획 내 취약도시기반시설 면적과 대상재해(폭우)에 취약한 건축물 면적을 합산하여 산출될 수 있다.

[0100] 특정 구획의 표준화 점수는 아래 수식에 따라 산출될 수 있다.

수학식 2

[0101] $\text{특정구획의도시취약구성요소표준화점수}(231) = \text{특정구획의취약인구점수} + \text{특정구획의취약도시기반시설점수} + \text{특정구획의취약건축물점수}$

수학식 3

[0102] $\text{특정구획의취약인구점수}(232) = \frac{\text{특정구획내65세이상노인및5세미만어린이인구수}}{\text{특정구획내전체인구수}}$

수학식 4

[0103] $\text{특정구획의취약도시기반시설점수}(233) = \frac{\text{특정구획내취약도시기반시설면적}}{\text{특정구획면적}} + \frac{\text{특정구획내취약도시기반시설둘레}}{\text{특정구획둘레}}$

수학식 5

[0104] $\text{특정구획의취약건축물점수}(234) = \frac{\text{특정구획내대상재해(폭우)에취약한건축물면적}}{\text{특정구획면적}}$

[0105] 또한, 제1-3 연산과정은 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 산출된 도시취약구성요소 면적과 표준화 점수에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 과정을 포함한다.

[0106] 일부 실시 예에 따를 때, 이러한 제1-3 연산과정을 수행하는 과정 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형이 입력될 수 있다.

[0107] 이때, (1) 입력된 구획 유형이 읍면동 단위이고 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나 (2) 입력된 구획 유형이 집계구 단위이고 수신된 도시취약구성요소 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우, 공간 연산은 산출된 도시취약구성요소 면적에 대한 교차 연산을 포함할 수 있다.

[0108] 나아가, 최적 등급 분류방식은 입력된 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 잠재취약지역 면적의 표준편차 및 제트 스코어(Z-score)와, 집계구별 또는 읍면동별 면적과, 집계구별 또는 읍면동별 면적의 구성비율을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)일 수 있다(235, 236).

[0109] 또한, 제1-3 연산과정은 산출된 구획별 등급과 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 과정을 포함한다.

[0110] 후처리 과정 이전에 데이터 무결성(Integrity)을 위한 제약사항(Constraint) 결정과정(224)이 이루어질 수 있고, 후처리 과정은 분석대상 도시에 대한 데이터베이스 관리 시스템으로의 맵핑, 오버뷰(Overview) 생성, 및

지도 랜더링을 순차적으로 수행하는 과정을 포함할 수 있다(237, 238, 239).

- [0111] 정보 처리 시스템(200)의 현재 재해취약성 분석부(240)는 상술한 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석할 수 있다.
- [0112] 도 3c는 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성의 등급을 산출하는 방법을 도시한 도면이다.
- [0113] 폭우에 대한 현재 재해취약성의 등급은 현재 폭우 노출 데이터를 기초로 하는 현재 기후노출 등급과 현재 폭우 잠재취약지역 데이터와 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 기초로 하는 현재 도시민감도 등급을 매트릭스 상에서 매칭함으로써 도출될 수 있다. I 등급으로 갈수록 취약하다는 의미이고 IV 등급으로 갈수록 취약하지 않다는 의미이다.
- [0114] 나아가, 후술할 것처럼 본 발명의 일 실시 예에 따라 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 폭우 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0115] 또한, 현재 재해취약성의 분석결과를 기초로 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 폭우 도시민감도 데이터 각각을 획득하기 위해 사용되는 지표 데이터에 대한 검증은 수행하는 과정을 더 포함할 수 있다. 이러한 상호 교차되는 검증과정을 통해 분석결과에 대한 신뢰성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0116] 또한, 현재 재해취약성의 분석결과 및 미래 재해취약성의 분석결과에 의해 분석대상 도시의 폭우에 대한 종합 재해취약성 정보를 출력하거나 화면상에 디스플레이 하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0117] 한편, 도 4a는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 정보 처리 시스템을 간단하게 도시한 도면이며, 상술한 정보 처리 시스템(200)에 대한 설명과 중복되는 내용은 생략한다.
- [0118] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 정보 처리 시스템(200)은 미래 폭우 노출 데이터 분석부(250), 미래 폭우 도시민감도 데이터 분석부(260) 및 미래 재해취약성 분석부(270)를 포함하고, 각 구성은 서로 연결되어 있다.
- [0119] 또한, 정보 처리 시스템(200)은 데이터베이스(100)에 미리 수집된 폭우 관련 미래 지표 데이터에 접근할 수 있고, 각 구성은 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리할 때 폭우 관련 미래 지표 데이터를 활용할 수 있다.
- [0120] 본 발명의 다른 실시 예에 따라 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하되, 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 폭우 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석하는 과정을 포함한다.
- [0121] 또한, 위 미래 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제2-1 연산과정, 및 상기 미래 폭우 도시민감도 데이터를 획득하기 위한 제2-2 연산과정 중 적어도 어느 하나의 연산과정을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0122] 각각의 구체적인 연산과정은 도 4b를 참고하여 설명하기로 한다. 도 4b는 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성을 분석하는 일련의 연산과정을 예시적으로 도시한 흐름도이다.
- [0123] 먼저 미래 폭우 노출 데이터를 획득하기 위한 제2-1 연산과정은 미래 폭우 노출 데이터 분석부(250)에서 이루어질 수 있다.
- [0124] 제2-1 연산과정은 특정 기후변화 예측 시나리오에 따른 폭우 지표 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0125] 이때, 특정 기후변화 예측 시나리오는 RCP 8.5, RCP 4.5, 제어적분 값 400 등 미래기상자료일 수 있고, 기상청으로부터 제공받을 수 있다. 예를 들어, 폭우 지표 데이터는 RCP 8.5 기후변화 시나리오에 따른 한반도 전역의 연평균 80mm/일 이상 강수일수 데이터(250a)일 수 있고, 일종의 래스터 데이터일 수 있다(250b).
- [0126] 또한, 제2-1 연산과정은 수신된 폭우 지표 데이터에 대한 보간(interpolation)을 수행하여 분석대상 도시에 대한 래스터(raster) 데이터를 획득하는 과정을 포함한다.
- [0127] 보간 과정(251)은 역거리 가중(Inverse Distance Weighted) 보간법 등의 공간 보간법에 의해 이루어질 수 있다. 특정 셀의 예측 값은 보간 과정(251)을 통해 주변 셀의 예측 값의 평균으로 보간될 수 있다. 혹은 특정 셀의 예측 값은 한반도 전역 셀의 예측 값을 합산한 것을 토대로 평균 값으로 보간될 수 있다.
- [0128] 또한, 제2-1 연산과정은 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 획득된 래스터 데이터에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 과정을 포함한다.

- [0129] 여기서, 데이터베이스 관리 시스템은 오픈 소스 기반의 것일 수 있고, 예를 들어 MySQL, PostgreSQL, SQLite, BerkeleyDB 등일 수 있다.
- [0130] 일부 실시 예에 따를 때, 이러한 제2-1 연산과정을 수행하는 과정 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형이 입력될 수 있다.
- [0131] 이때, (1) 입력된 구획 유형이 읍면동 단위이고 수신된 폭우 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나 (2) 입력된 구획 유형이 집계구 단위이고 상기 수신된 폭우 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우, 공간 연산은 획득된 래스터 데이터에 대한 교차 연산(252)을 포함할 수 있다.
- [0132] 나아가, 최적 등급 분류방식은 입력된 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 래스터 데이터의 평균, 표준편차 및 제트 스코어(Z-score)와, 집계구별 또는 읍면동별 면적의 평균을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)일 수 있다(253, 254).
- [0133] 여기서, 집계구별 또는 읍면동별 래스터 데이터의 평균은 특정 권역의 지리적인 통계를 구할 수 있는 조날 통계(Zonal statistics)에 의해 산출될 수 있고, 제트 스코어는 소정 집계구 또는 읍면동의 래스터 데이터와 위 평균 간의 차이를 소정 집계구 또는 읍면동별 래스터 데이터의 표준편차로 나눔으로써 산출될 수 있다.
- [0134] 또한, 제2-1 연산과정은 획득된 래스터 데이터를 벡터(vector) 데이터로 변환하는 과정(256)을 포함한다.
- [0135] 변환 과정(256)에서 데이터 무결성(Integrity)을 위한 제약사항(Constraint) 결정과정(255)에서 결정된 제약사항이 고려될 수 있다.
- [0136] 또한, 제2-1 연산과정은 산출된 구획별 등급과 변환된 벡터 데이터를 포함하는 미래 폭우 노출 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0137] 이때, 후처리 과정은 분석대상 도시에 대한 오버뷰(Overview) 생성, 데이터베이스 관리 시스템으로의 맵핑, 및 지도 렌더링을 순차적으로 수행하는 과정을 포함할 수 있다(257, 258, 259).
- [0138] 각 과정을 통해 분석대상 도시의 미래 폭우 노출 데이터가 화면 상에서 효율적으로 출력될 수 있고, 지도 상에 출력될 때 지도의 줌 레벨(Zoom level)에 맞게 출력될 수 있다.
- [0139] 다음으로 미래 폭우 도시민감도 데이터를 획득하기 위한 제2-2 연산과정은 미래 폭우 도시민감도 데이터 분석부(260)에서 이루어질 수 있다.
- [0140] 제2-2 연산과정은 분석대상 도시에 대한 복수의 미래 도시민감도 지표 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0141] 이때, 미래 도시민감도 지표 데이터는 최근 10년간 인구 증가수(260a), 최근 10년간 시가화/건조지역 증감 면적(260b), 개발사업진행/예정지구 면적(260c)에 대한 데이터일 수 있다. 이러한 데이터는 분석대상 도시의 지자체로부터 제공받거나 통계청 인구센서스의 데이터베이스, 환경부 환경공간정보서비스의 토지피복지도 등으로부터 얻을 수 있다.
- [0142] 또한, 제2-2 연산과정은 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터로부터 분석대상 도시의 구획별 미래 도시민감도 면적 및 상기 미래 도시민감도 면적이 반영된 구획별 표준화 점수를 각각 산출하는 과정을 포함한다(261).
- [0143] 여기서 특정 구획의 미래 도시민감도 면적은 해당 구획 내 최근 10년간 시가화지역 면적과 최근 10년간 인구증가지역 면적과 도시개발사업진행예정지구 면적을 합산하여 산출될 수 있다.
- [0144] 특정 구획의 표준화 점수는 아래 수식에 따라 산출될 수 있다.

수학식 6

$$\text{특정구획의미래도시민감도지역표준화점수(261)} = \frac{\text{특정구획의미래도시민감도면적}}{\text{특정구획면적}}$$

[0145]

- [0146] 또한, 제2-2 연산과정은 데이터베이스 관리 시스템(DBMS) 상에서 산출된 미래 도시민감도 면적과 표준화 점수에 대한 공간 연산 및 미리 설정된 최적 등급 분류방식에 의한 분류를 수행하여 분석대상 도시의 구획별 등급을 산출하는 과정을 포함한다.

- [0147] 일부 실시 예에 따른 때, 이러한 제2-2 연산과정을 수행하는 과정 이전에 사용자로부터 등급 산출결과에 대한 구획 유형이 입력될 수 있다.
- [0148] 이때, (1) 입력된 구획 유형이 읍면동 단위이고 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터가 읍면동 단위로 구분된 데이터가 아니거나 (2) 입력된 구획 유형이 집계구 단위이고 수신된 미래 도시민감도 지표 데이터가 집계구 단위로 구분된 데이터가 아닌 경우, 공간 연산은 산출된 미래 도시민감도 면적에 대한 교차 연산을 포함할 수 있다.
- [0149] 나아가, 최적 등급 분류방식은 입력된 구획 유형에 따른 집계구별 또는 읍면동별 미래 도시민감도 면적의 표준편차 및 제트 스코어(Z-score)와, 집계구별 또는 읍면동별 면적과, 집계구별 또는 읍면동별 면적의 구성비율을 기초로 이루어지는 자연적 구분법(Jenks Classification)일 수 있다(262, 263).
- [0150] 또한, 제2-2 연산과정은 산출된 구획별 등급과 공간 연산에 따른 구획별 표준화 점수를 포함하는 미래 도시민감도 데이터를 지도 상에서 시각화하기 위한 후처리 과정을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0151] 후처리 과정 이전에 데이터 무결성(Integrity)을 위한 제약사항(Constraint) 결정과정(264)이 이루어질 수 있고, 후처리 과정은 분석대상 도시에 대한 오버뷰(Overview) 생성, 데이터베이스 관리 시스템으로의 맵핑, 및 지도 렌더링을 순차적으로 수행하는 과정을 포함할 수 있다(265, 266, 267).
- [0152] 정보 처리 시스템(200)의 미래 재해취약성 분석부(270)는 상술한 미래 폭우 노출 데이터, 및 미래 도시민감도 데이터를 중첩하여 분석할 수 있다.
- [0153] 도 4c는 분석대상 도시의 폭우에 대한 미래 재해취약성의 등급을 산출하는 방법을 도시한 도면이다.
- [0154] 폭우에 대한 미래 재해취약성의 등급은 미래 폭우 노출 데이터를 기초로 하는 미래 기후노출 등급과 미래 폭우 도시민감도 데이터를 기초로 하는 미래 도시민감도 등급을 매트릭스 상에서 매칭함으로써 도출될 수 있다. I 등급으로 갈수록 취약하다는 의미이고 IV 등급으로 갈수록 취약하지 않다는 의미이다.
- [0155] 나아가, 상술한 것처럼 본 발명의 다른 실시 예에 따라 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리하는 방법은 분석대상 도시의 폭우에 대한 현재 재해취약성을 분석하되, 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터를 중첩하여 분석하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0156] 또한, 미래 재해취약성의 분석결과를 기초로 현재 폭우 노출 데이터, 현재 폭우 잠재취약지역 데이터, 및 현재 폭우 도시취약구성요소 데이터 각각을 획득하기 위해 사용되는 지표 데이터에 대한 검증을 수행할 수 있다. 이러한 상호 교차되는 검증과정을 통해 분석결과에 대한 신뢰성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0157] 또한, 현재 재해취약성의 분석결과 및 미래 재해취약성의 분석결과에 의해 분석대상 도시의 폭우에 대한 종합 재해취약성 정보를 출력하거나 화면상에 디스플레이 하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0158] 한편, 도 5는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 정보 처리 시스템을 간단하게 도시한 도면이며, 상술한 정보 처리 시스템(200)에 대한 설명과 중복되는 내용은 생략한다.
- [0159] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 정보 처리 시스템(200)은 현재 재해취약성 분석부(240), 미래 재해취약성 분석부(270) 및 종합 재해취약성 분석부(280)를 포함하고, 각 구성은 서로 연결되어 있다.
- [0160] 또한, 정보 처리 시스템(200)은 데이터베이스(100)에 미리 수집된 폭우 관련 지표 데이터에 접근할 수 있고, 각 구성은 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동 처리할 때 폭우 관련 지표 데이터를 활용할 수 있다.
- [0161] 지금까지 설명한 본 발명의 일부 실시 예에 따르면, 누구나 손쉽게 빠르게 폭우에 대한 재해취약성 정보를 자동으로 처리할 수 있어, 사용자 편의성을 증대시킬 수 있고 전체 과정의 소요시간을 대폭적으로 단축시킬 수 있다. 또한, 정보 처리과정에서 복수의 상업용 프로그램이 불필요하게 되고, 분석결과에 대한 신뢰성이나 객관성이 향상될 수 있다.
- [0162] 한편, 본 발명의 일부 실시 예는 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 실행하도록 하는 프로그램 또는 상술한 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 가독형 기록매체(컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체)의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 가독형 기록매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 가독형 기록매체는 컴퓨터 저장 매체 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리

형 매체를 모두 포함한다.

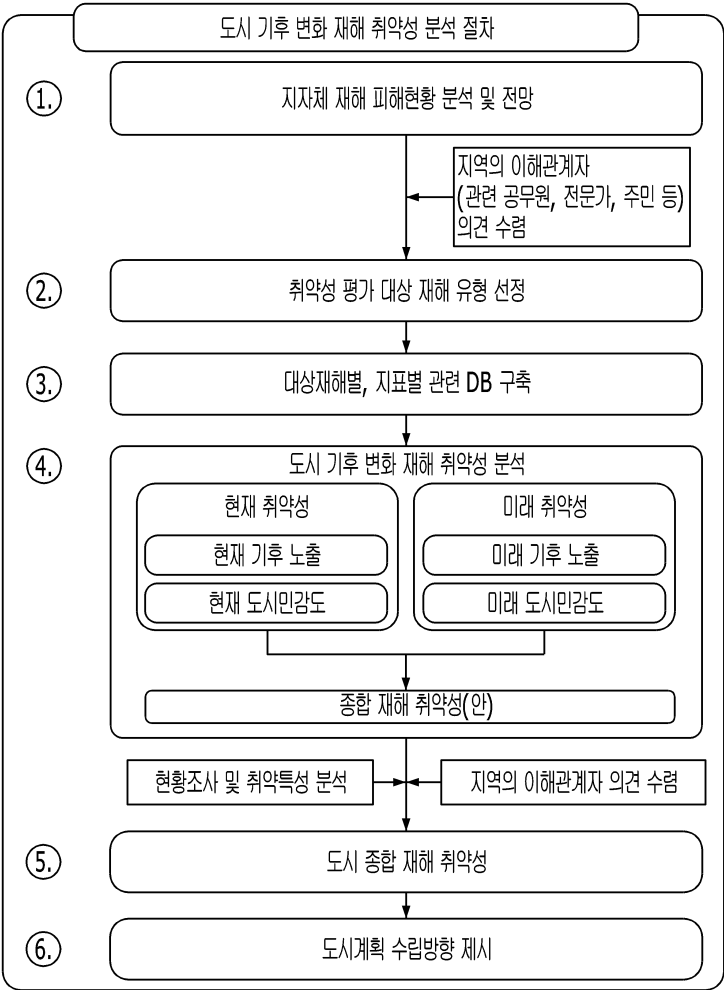
[0163] 지금까지 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시 예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

[0164] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

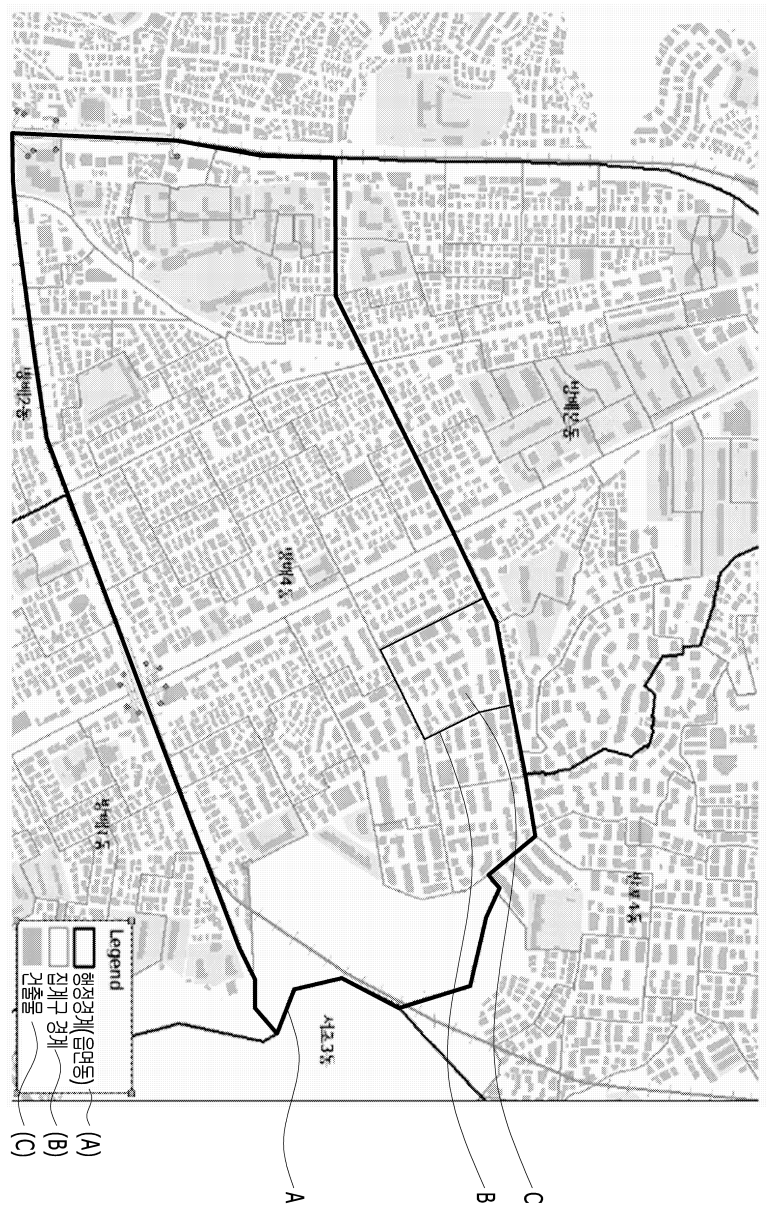
[0165] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

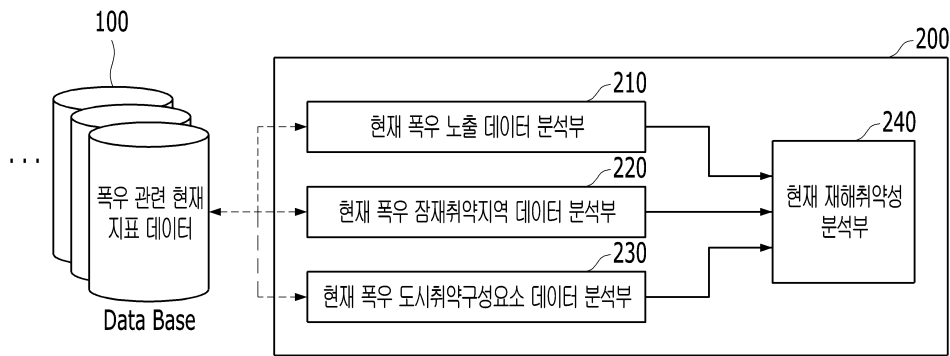
도면1

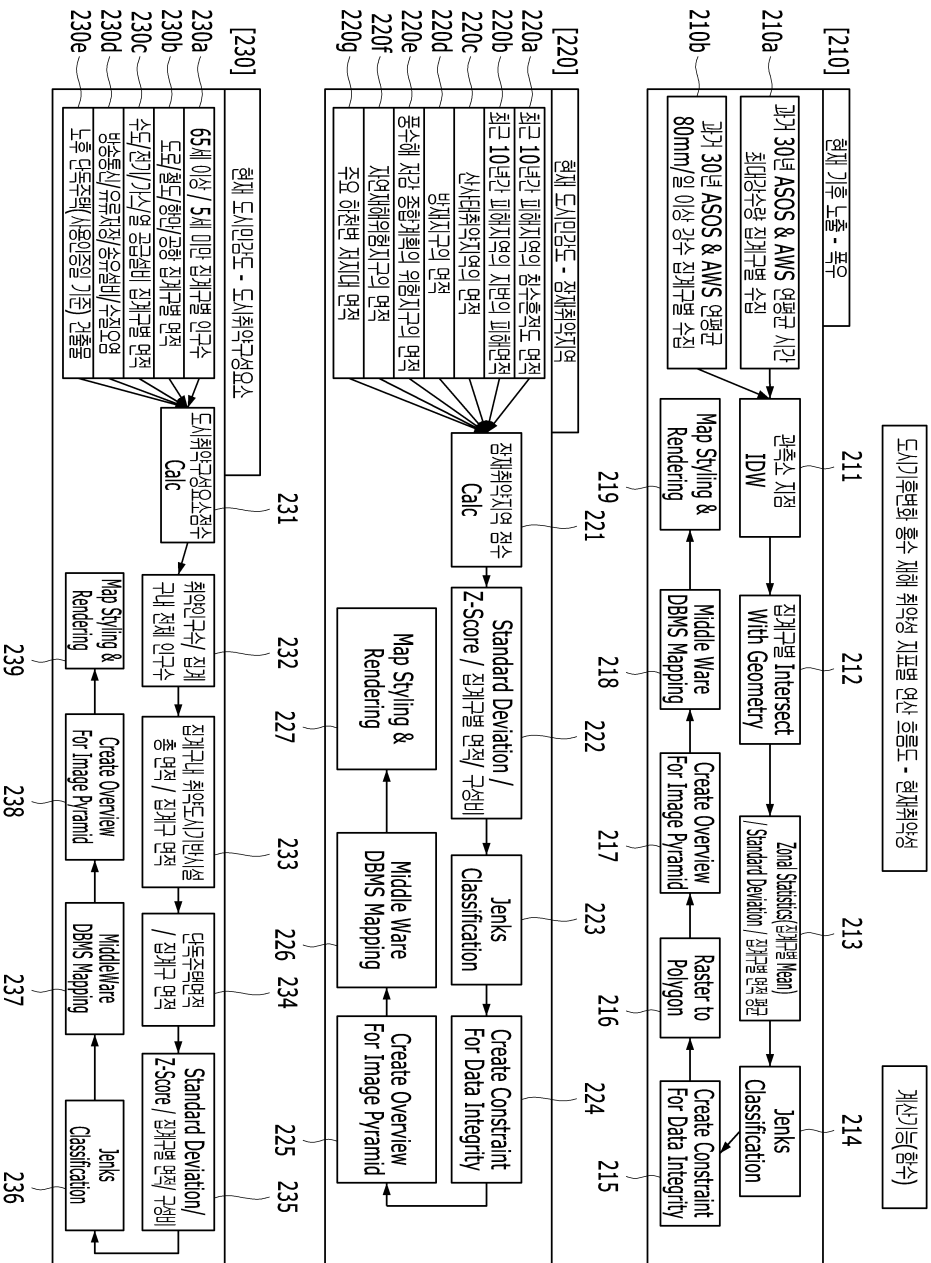


도면2



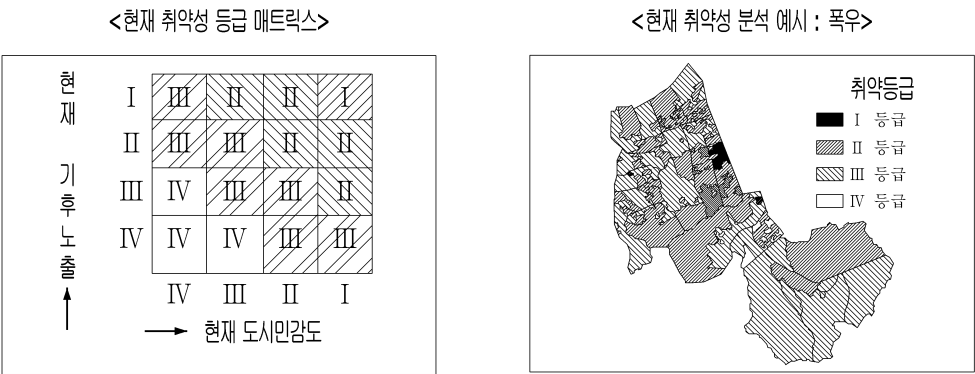
도면3a





도면3b

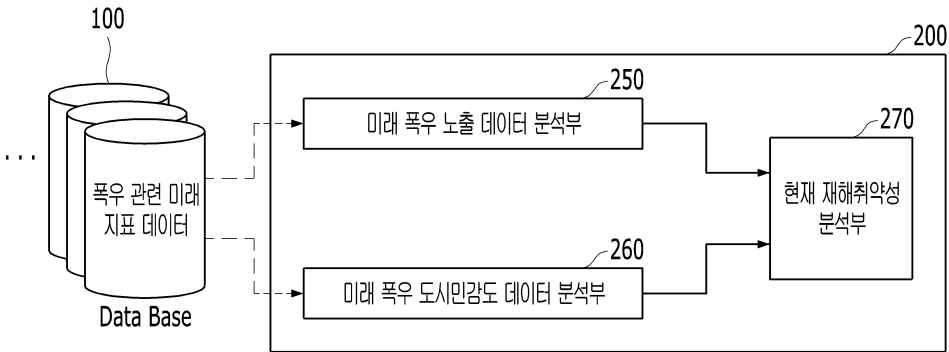
도면3c



<매트릭스에 의한 현재 취약성 등급 구분표>

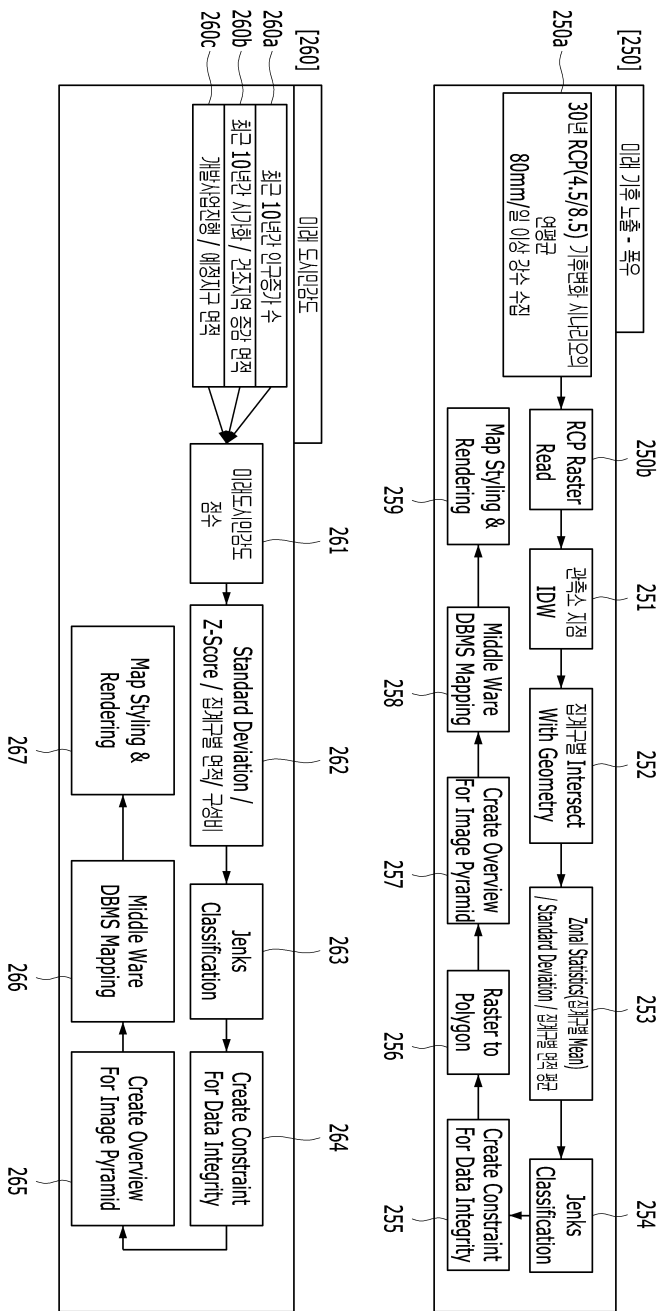
현재 기후노출	I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV
현재 도시민감도	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
현재 취약성	I	II	II	III	II	II	III	III	II	III	III	IV	III	III	IV	IV

도면4a



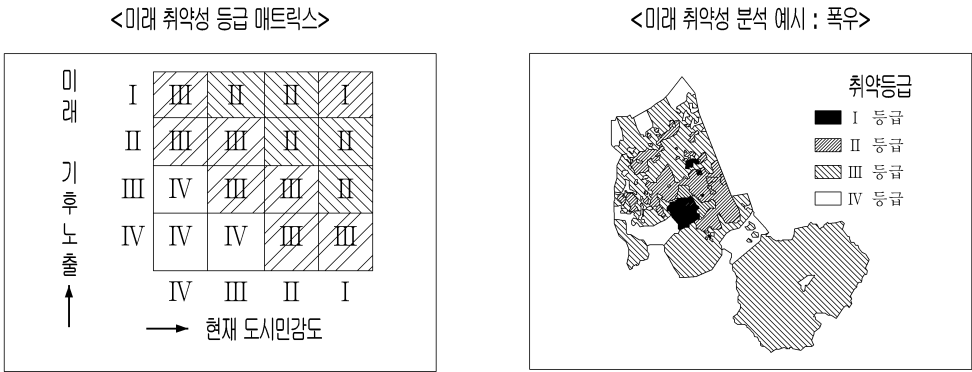
도시 기후변화 홍수 재해 취약성 지표별 연산 흐름도 - 미래취약성

계산기능(합수)



도면4b

도면4c



<매트릭스에 의한 미래 취약성 등급 구분표>

미래 기후노출	I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV
미래 도시민감도	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
미래 취약성	I	II	II	III	II	II	III	III	II	III	III	IV	III	III	IV	IV

도면5

