



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월09일

(11) 등록번호 10-2262562

(24) 등록일자 2021년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/26 (2012.01) G06F 17/18 (2006.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2013.01)

G06F 17/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0141281

(22) 출원일자 2020년10월28일

심사청구일자 2020년10월28일

(56) 선행기술조사문헌

김중성 외 3명, 호우 위험도 평가를 이용한 피해 예측: (1) 호우피해위험지수 산정, 한국방재학회 논문집, 제17권, 제2호, pp. 361-370, 2017.04.*

KR101690181 B1

KR1020200115716 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 지엔씨환경솔루션

서울특별시 마포구 성미산로23길 16-5, 1층(연남동)

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

박재형

경기도 고양시 덕양구 소원로 41, 703동 302호 (행신동, 무원마을7단지아파트)

박정수

세종특별자치시 국책연구원1로 15 새샘마을9단지 2003호

(74) 대리인

고영갑

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 황운철

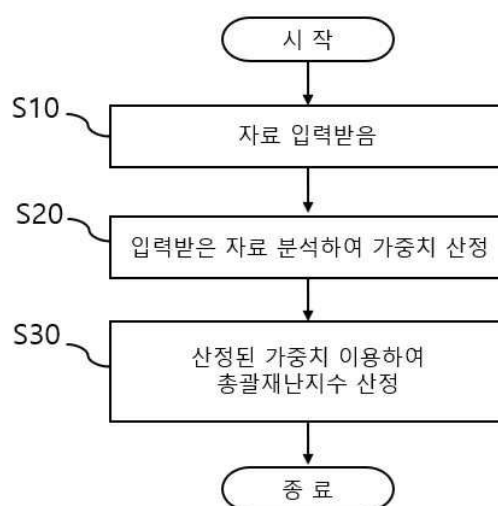
(54) 발명의 명칭 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법

(57) 요약

자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법에 관한 것이다.

총괄재난지수를 산정하기 위해 필요한 자료를 입력받는 단계; 상기 입력받은 자료를 분석하여 상기 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형에 적용되는 가중치를 산정하는 단계; 산정된 가중치를 상기 수학적 모형에 반영하여 총괄재난지수를 산정하는 단계;를 포함하여 이루어질 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06Q 50/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9002870001
과제번호	ARQ201902161002
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	환경시설 재난재해 대응기술개발사업
연구과제명	정수장 및 하수처리장 공정/장치/인프라 피해진단 및 복구기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	주식회사 지엔씨환경솔루션
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

총괄재난지수를 산정하기 위해 필요한 자료를 입력받는 단계;

상기 입력된 자료를 기반으로 주성분 분석(Principal Component Analysis : PCA) 및 계층화 분석(Analytic Hierarchy Process : AHP)을 수행하여 상기 총괄재난지수를 산정하기 위해 다수의 재난지수들에 대응하는 다수의 가중치들 및 상기 재난지수들을 산정하기 위해 상기 재난지수들 별로 다수의 세부지표들에 대응하는 다수의 지표 가중치들을 산정하는 단계;

상기 재난지수들 별로 산정된 상기 세부지표들과 상기 지표 가중치들을 이용하여 상기 재난지수들을 산정하는 단계; 및

상기 재난지수들과 상기 가중치들을 이용하여 상기 총괄재난지수를 산정하는 단계를 포함하며,

상기 재난지수들은, 태풍재난지수(TI), 호우재난지수(RI) 및 지진재난지수(EI)를 포함하며,

상기 세부지표들은, 상기 재난지수들 별로 발생가능성(P), 위험도(D), 시급성(E) 및 대응 및 복구능력(R)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자료는, 하수처리시설에 대한 유입 BOD(Biochemical oxygen demand) 부하량, 관리구역 면적당 근무자수, 하수처리장 총 근무인원, 하수처리장 연간 총전력사용량, 관리구역 면적당 하수관로 밀도, 상기 하수처리시설을 운영하는 지자체 재정자립도, 재현주기 1000년 지진가속도, 설계시설용량, 총 연계처리량, 일일 유입하수량, 일일 방류량, 호우주의보 이상 발효 횟수, 강풍주의보 이상 발효 횟수, 태풍주의보 이상 발효 횟수 및 지역별 기본풍속을 포함하는 것을 특징으로 하는, 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 재난지수들을 산정하는 단계는,

다음과 같은 수학적식들로 구현되는 것을 특징으로 하는, 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법.

$$TI = a_t * P_t + b_t * D_t + c_t * E_t - d_t * R_t$$

$$RI = a_r * P_r + b_r * D_r + c_r * E_r - d_r * R_r$$

$$EI = a_e * P_e + b_e * D_e + c_e * E_e - d_e * R_e$$

상기 P_t , D_t , E_t , R_t , P_r , D_r , E_r , R_r , P_e , D_e , E_e 및 R_e 은 상기 세부지표들을 나타내고, 상기 a_t , b_t , c_t , d_t , a_r ,

b_r , c_r , d_r , a_e , b_e , c_e 및 d_e 는 상기 세부지표들의 상기 지표 가중치들을 나타낸다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 총괄재난지수를 산정하는 단계는,

다음과 같은 수학적식으로 구현되는 것을 특징으로 하는, 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법.

$$\text{총괄재난지수(DI)} = A * \text{태풍재난지수(TI)} + B * \text{호우재난지수(RI)} + C * \text{지진재난지수(EI)}$$

상기 A, B 및 C는 상기 재난지수들의 상기 가중치들을 나타낸다.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 태풍, 호우, 지진 등의 자연재해가 하수처리시설에 미치는 영향을 나타내는 총괄재난지수를 정량화하여 산정할 수 있도록 하는 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 기후변화에 따른 태풍, 집중호우 등으로 인하여 다양한 사회기반시설에 대한 재해발생이 지속되고 있으며, 재해 발생에 따른 하수처리시설 등 사회기반시설의 관리를 위한 다양한 연구가 지속되고 있다.
- [0003] 또한 우리나라는 지진에 대해 상대적으로 안전하다고 알려져 왔으나, 지난 2016년 및 2017년에 경주 및 포항에서 대규모 지진이 발생하면서, 지진발생이 사회기반시설에 미치는 영향에 대한 관심이 커지게 되었다.
- [0004] 태풍, 집중호우, 지진 등 자연재해의 발생으로 하수처리시설의 훼손이나 파괴가 발생하면, 수처리공정의 정상적인 가동이 어려워지며, 하수의 유출에 따른 수질오염 발생 등 2차적인 피해가 발생할 수 있다.
- [0005] 이러한 자연재해의 관리를 위해서는 침수피해를 줄이기 위한 원활한 배수시스템의 확보 등 직접적인 방재 대책 및 재해 발생에 대한 체계적 대응을 위한 제도의 마련이 함께 되어야 한다.
- [0006] 다양한 재해가 사회기반시설에 미치는 영향을 최소화하고 적절한 관리 대책을 수립하기 위해서는 재해가 사회기반시설에 미치는 영향에 대한 객관적인 지표의 산정이 필요하다.
- [0007] 미국, 일본 등의 경우 재해발생시 수도시설 등 사회기반시설에 대한 피해를 최소화하고 적극적인 대응책을 마련하기 위한 다양한 연구가 상대적으로 일찍부터 이루어져 왔다. 미국의 경우 EPA 등을 중심으로 재해의 영향을 평가하고, 체계적 대응책을 마련하기 위한 다양한 연구가 이루어져 왔으며, 일본의 경우 잦은 지진발생에 대한 대응을 위한 지침 등을 마련하여 재해발생에 대응하고 있다.
- [0008] 태풍, 집중호우, 지진 등 자연재해의 발생이 미치는 영향은 시설물의 파괴뿐만 아니라, 이에 따른 2차적인 피해 발생 등 다양한 형태로 발생하게 되며, 매년 발생되는 재해연보 및 주요 재해가 발생할 경우 지자체 등에서 발간하는 백서 등이 있으나, 이러한 피해를 정량화 하기 위한 자료 등은 제한적인 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1690181호(공고일 2017.01.09.)

비특허문헌

- [0010] (비특허문헌 0001) Saaty, T.L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. European journal of operational research 1990, 48, 9-26.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 태풍, 호우, 지진 등의 자연재해가 하수처리시설에 미치는 영향을 나타내는 총괄재난지수를 정량화하여 산정할 수 있도록 하는 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법은, 총괄재난지수를 산정하기 위해 필요한 자료를 입력받는 단계; 상기 입력받은 자료를 분석하여 상기 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형에 적용되는 가중치를 산정하는 단계; 산정된 가중치를 상기 수학적 모형에 반영하여 총괄재난지수를 산정하는 단계;를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 입력받은 자료를 기반으로 주성분 분석(Principal Component Analysis : PCA) 및 계층화 분석(Analytic Hierarchy Process : AHP)을 수행하여 상기 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형에 적용되는 가중치를 산정하는 단계는, 상기 입력받은 자료를 분석하여 상기 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형에 적용되는 유형별 재난지수의 가중치 및 세부지표의 가중치를 산정하는 단계로 구현될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 유형별 재난지수는, 태풍재난지수(T), 호우재난지수(R), 지진재난지수(E)를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 세부지표는, 발생가능성(P), 위험도(D), 시급성(E), 대응 및 복구 능력(R)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형은, 아래의 수학식으로 구현될 수 있다.

$$\text{총괄재난지수(DI)} = A * \text{태풍재난지수(TI)} + B * \text{호우재난지수(RI)} + C * \text{지진재난지수(EI)}$$

[0017]

- [0018] 여기서, A, B, C는 각 자연재난지수의 가중치이다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법은, 태풍, 호우, 지진 등의 자연재해가 하수처리시설에 미치는 영향을 나타내는 총괄재난지수를 정량화하여 산정할 수 있게 됨에 따라, 적절한 관리 대책을 수립할 수 있게 되고, 2차 피해를 미연에 방지할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법을 설명하기 위한 처리도이다.
- 도 2는 본 발명에 적용되는 계층화 분석(Analytic Hierarchy Process : AHP)을 위한 쌍대비교행렬을 예시적으로 보인 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따라 PCA와 AHP를 통해 산정되는 가중치를 예시적으로 보인 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예

로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

- [0022] 이하에서는 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 장치 및 방법에 대해서 상세하게 설명하기로 한다.
- [0023] 본 발명에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법을 설명하기에 앞서, 본 발명에서는 태풍, 호우 및 최근 관심이 높아진 지진, 이 3가지 자연재해를 기반으로 자연재해가 하수처리시설에 미치는 영향을 나타내는 재난지수를 산정한다. 그러나 총괄재난지수 산정에 적용되는 자연재해의 종류는 이에 한정되는 것이 아니며, 자연환경의 변화에 따라 달라질 수 있다.
- [0024] 또한 각 자연재해의 발생시 하수처리시설에 미치는 영향을 재난지수로 정량화 하기 위해, 지역의 지리적 특성, 하수처리시설의 규모 등을 고려하여 아래의 4가지 세부지표를 선정한다. 그러나 세부지표는 이에 한정되는 것이 아니며, 변경 가능하다.
- [0025] 4가지 세부지표는 발생가능성(P), 위험도(D), 시급성(E), 대응 및 복구 능력(R)으로 이루어질 수 있다.
- [0026] 발생가능성(P)는 하수처리시설이 위치한 지역의 자연적 인자(태풍주의보, 호우주의보, 강풍주의보의 발령일수, 하수처리시설이 위치한 지역의 지진가속도 등)를 고려한 재난의 발생가능성이다.
- [0027] 발생가능성이 높을수록 해당 유형의 자연재해가 발생할 가능성이 높아질 수 있음을 의미하며, 발생가능성이 높을수록 해당 재난지수는 높아진다.
- [0028] 위험도(D)는 하수처리시설의 설계용량, 관로밀도(관길이/지자체 면적) 등 하수처리시설의 규모 및 용량 등을 고려하여 재해의 발생이 미치는 영향을 나타내는 지표로, 위험도가 높을수록 해당 자연재해에 의한 시설 피해 및 급수중단에 의한 2차 피해 등의 규모가 커질 수 있음을 의미하며, 위험도가 높을수록 해당 재난지수는 높아진다.
- [0029] 시급성(E)은 급수인구, 일생산량 등을 고려하여 단수 발생 등 발생하는 피해의 시급한 복구가 필요한 정도를 나타내는 지표로, 시급성이 높을수록 해당 재난지수는 높아진다.
- [0030] 대응 및 복구 능력(R)은 수도사업자(지자체)의 재정능력, 대응인력(근무자, 수도사업자 기술 및 행정인력) 등을 고려하여 자연재해로 인한 2차 사고 발생에 대응하고 복구할 수 있는 능력을 나타내는 지표로, 대응 및 복구 능력이 높을수록 해당 재난지수가 낮아진다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법을 설명하기 위한 처리도이다.
- [0032] 본 발명에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법은, 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수를 산정하기 위한 소프트웨어(애플리케이션)에 의해 실행될 수 있다.
- [0033] 우선, 본 발명의 일 실시예에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법은 도 1에 도시하는 바와 같이, 총괄재난지수를 산정하기 위해 필요한 자료를 입력받을 수 있다(S10).
- [0034] 상기한 단계 S10을 통해 입력받는 자료는 BOD_LOAD(유입 BOD(Biochemical oxygen demand) 부하량(kg BOD/일)), HUMAN_AREA(관리구역 면적당 근무자수(인/km²)), HUMAN_TOTAL(하수처리장 총 근무인원(인)), KWH(하수처리장 연간 총전력사용량(kWh/년)), LINE_DENSE(관리구역 면적당 하수관로 밀도(km/km²)), MONEY(지자체 재정자립도(%)), PGA_1000(재현주기 1000년 지진가속도(%)), Q(설계시설용량(m³/일)), Q_CT(총 연계처리량(m³/일)), Q_IN(일일 유입하수량 (m³/일)), Q_OUT(일일 방류량 (m³/일)), RAIN(호우주의보이상 발효 횟수(회/km²)), SWIND(강풍주의보이상 발효 횟수(회/km²)), TYPHOON(태풍주의보이상 발효 횟수(회/km²)), WIND_ST(지역별 기본 풍속(m/s)) 등을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0035] 상기한 단계 S10을 통해 입력받는 자료는 변경이 가능하며, 현황에 따라 항목을 추가하거나 불필요한 항목을 제거할 수도 있고, 입력자료가 변경될 경우에는 주성분 분석(Principal Component Analysis : PCA)을 통해 가중치를 다시 산정할 수 있다.

- [0036] 상기한 단계 S10을 통해 입력받는 자료 중에서 하수처리시설의 시설현황, 운영 및 지자체 재정 상태 등은 공공 데이터를 활용하고, 하수처리시설 운영관련자료는 하수도 통계연감을 활용하며, 태풍 및 호우 발생 현황은 기상청의 태풍 및 호우주의보 발효 현황을 이용할 수 있다.
- [0037] 또한 하수처리시설을 운영하는 지자체의 재정현황에 대한 분석을 위한 재정관련자료는 행정안전부 지자체 재정현황자료를 이용할 수 있다.
- [0038] 또한 지진발생에 따른 영향에 대한 분석을 위한 하수처리시설이 위치한 지역의 지진가속도 값은 지진가속도 분석 모형을 이용하여 산정할 수 있다.
- [0039] 상기한 단계 S10을 통해 입력받는 자료는 전문가를 대상으로 하는 설문조사 결과를 포함할 수 있다.
- [0040] 이후에는 상기한 단계 S10에서 입력받은 자료를 분석하여 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형에 적용되는 가중치를 산정할 수 있다(S20).
- [0041] 이때 상기한 단계 S10에서 입력받은 자료를 기반으로 주성분 분석(Principal Component Analysis : PCA) 및 계층화 분석(Antalytic Hierarchy Process : AHP)을 수행하여 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형에 적용되는 유형별 재난지수의 가중치 및 세부지표의 가중치를 산정할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에서는 발생가능성(P), 위험도(D), 시급성(E), 대응 및 복구 능력(R)으로 이루어지는 4가지 요소를 이용하여 태풍, 호우, 지진 3가지 자연재해가 하수처리시설에 미치는 재해 영향을 정량화하는 재해 유형별 재난지수를 산정한다.
- [0043] 한편 태풍, 호우, 지진 등과 같은 자연재해가 하수처리시설에 미치는 상대적인 영향을 산정하기 위해서는 각 재해가 총괄적 재해에 미치는 가중치의 산정이 필요하며, 이는 계층화 분석(Antalytic Hierarchy Process : AHP)을 통해 이루어질 수 있다.
- [0044] AHP는 전문가를 대상으로 하는 설문조사를 통해 계층화 대상의 쌍대비교치(pair wise comparison scale)를 비교하여 도 2의 쌍대비교행렬을 산정하고, 이를 통해 평가 요소의 상대적 중요도(factor weighting score)를 결정할 수 있다. 쌍대비교행렬 P의 원소 a_{ij} 는 비교대상 간의 상대적 가중치(weight)를 나타내며, P의 최대 고유치(eigenvalue)에 대한 고유벡터(eigenvector)를 산정 후 표준화하여 계층내 요소 간 상대적 가중치(weight)를 산정하게 된다.
- [0045] 본 발명의 실시예에서는 AHP의 신뢰도를 높이기 위하여 일관성 비율(CR: consistency ratio)이 0.2이하인 결과만을 활용하여 AHP를 수행할 수 있다.
- [0046] 한편 상기한 단계 S20에서 총괄재난지수를 산정하는 수학적 모형은 수학적 식 1로 구현될 수 있다.

수학적 식 1

$$\text{총괄재난지수(DI)} = A * \text{태풍재난지수(TI)} + B * \text{호우재난지수(RI)} + C * \text{지진재난지수(EI)}$$

- [0047]
- [0048] 수학적 식 1에서 A, B, C는 각 자연재난지수의 가중치이다.
- [0049] 수학적 식 1의 태풍재난지수(TI)는 수학적 식 2로 구현되고, 호우재난지수(RI)는 수학적 식 3으로 구현되고, 지진재난지수(EI)는 수학적 식 4로 구현될 수 있다.

수학적 식 2

$$TI = a_t * P_t + b_t * D_t + c_t * E_t - d_t * R_t$$

- [0050]

수학식 3

$$RI = a_r * P_r + b_r * D_r + c_r * E_r - d_r * R_r$$

[0051]

수학식 4

$$EI = a_e * P_e + b_e * D_e + c_e * E_e - d_e * R_e$$

[0052]

[0053] 수학식 2에서 a_t , b_t , c_t , d_t , 수학식 3에서 a_r , b_r , c_r , d_r , 수학식 4에서 a_e , b_e , c_e , d_e 는 세부지표의 가중치이다.

[0054] 이후에는 상기한 단계 S20에서 PCA 및 AHP 분석을 통해 산정된 가중치를 수학식 1의 수학적 모형에 반영하여 총괄재난지수(DI)를 산정할 수 있다(S30).

[0055] 예를 들어, 상기한 단계 S20을 통해 산정된 도 3의 가중치를 수학식 1에 반영하면, 총괄재난지수(DI)는 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$\text{총괄재난지수(DI)} = 0.547TI + 0.306RI + 0.147EI$$

[0056]

[0057] 수학식 5에서 각 재난별 지수는 수학식 6 내지 8과 같이 나타낼 수 있으며, 각 재난지수를 구성하는 4가지 지표(P_t , D_t , E_t , R_t , P_r , D_r , E_r , R_r , P_e , D_e , E_e , R_e)의 가중치는 AHP 분석을 통해서 구하고, 4가지 지표를 구하기 위한 세부 항목(P_{T1} , P_{T2} , P_{T3} , D_{T1} , D_{T2} , D_{T3} , D_{T4} , E_{T1} , E_{T2} , E_{T3} , R_{T1} , R_{T2} , R_{T3} , P_{R1} , P_{R2} , D_{R1} , D_{R2} , D_{R3} , D_{R4} , E_{R1} , E_{R2} , E_{R3} , R_{R1} , R_{R2} , R_{R3} , P_{E1} , D_{E1} , D_{E2} , D_{E3} , D_{E4} , E_{E1} , E_{E2} , E_{E3} , R_{E1} , R_{E2} , R_{E3})의 가중치는 통계적 데이터 분석 방법인 PCA 방법을 통해서 구해질 수 있다.

수학식 6

$$TI = 0.327P_t + 0.276D_t + 0.188E_t - 0.209R_t$$

[0058]

[0059] 수학식 6에서

$$P_t = 0.198P_{T1} + 0.399P_{T2} + 0.403P_{T3},$$

$$D_t = 0.407D_{T1} + 0.122D_{T2} + 0.409D_{T3} + 0.062D_{T4},$$

$$E_t = 0.335E_{T1} + 0.334E_{T2} + 0.331E_{T3},$$

$$R_t = 0.488R_{T1} + 0.024R_{T2} + 0.488R_{T3} \text{ 일 수 있다.}$$

[0063]

수학식 7

$$RI = 0.358P_r + 0.251D_r + 0.188E_r - 0.203R_r$$

[0064]

[0065] 수학식 7에서

$$P_r = 0.500P_{R1} + 0.500P_{R2},$$

$$D_r = 0.407D_{R1} + 0.122D_{R2} + 0.409D_{R3} + 0.062D_{R4},$$

$$E_r = 0.335E_{R1} + 0.334E_{R2} + 0.331E_{R3},$$

$$R_r = 0.488R_{R1} + 0.024R_{R2} + 0.488R_{R3} \text{ 일 수 있다.}$$

수학식 8

$$EI = 0.272P_e + 0.345D_e + 0.181E_e - 0.202R_e$$

[0070]

[0071] 수학식 8에서

$$P_e = P_{E1},$$

$$D_e = 0.407D_{E1} + 0.122D_{E2} + 0.409D_{E3} + 0.062D_{E4},$$

$$E_e = 0.335E_{E1} + 0.334E_{E2} + 0.331E_{E3},$$

$$R_e = 0.488R_{E1} + 0.024R_{E2} + 0.488R_{E3} \text{ 일 수 있다.}$$

[0076] 본 발명의 실시예에서는 PCA 및 AHP 분석을 통해 산정된 가중치를 수학식 1의 수학적 모형에 반영하여 산정된 총괄재난지수를 재해대응을 위한 계획 수립 등에 활용하기 위해서 분류할 수 있다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따른 자연재해에 따른 하수처리시설의 총괄재난지수 산정 방법은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0078] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

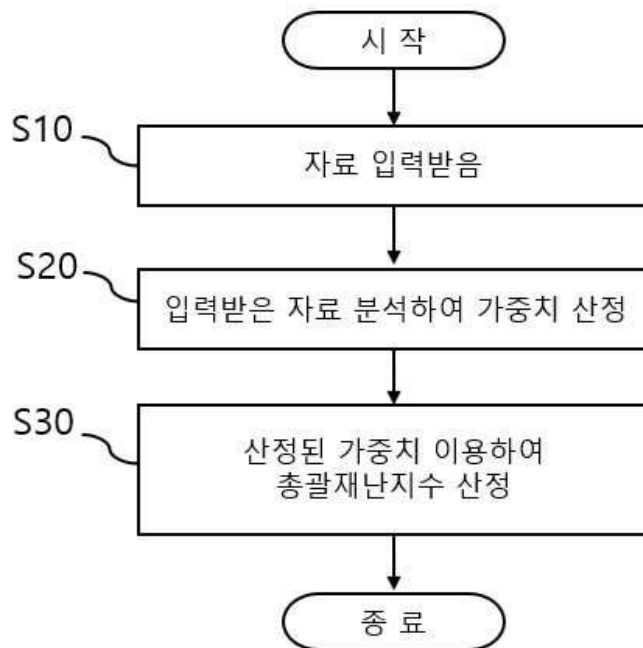
[0079] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.

[0080] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0081] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2

$$P = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

도면3

Table 4. PCA and AHP analysis for weight of disaster indicator

AHP analysis				PCA analysis	
Disaster	Weight	Indicator	Weight	Input Variable(symbol)	Weight
Typhoon	0.547	P _i	0.327	WIND_R(P _{ri})	0.196
				TYPHOON(P _{ri})	0.399
				SWIND(P _{ri})	0.403
				sum	1.000
		D _i	0.276	Q(D _{ri})	0.407
				Q_CT(D _{ri})	0.122
				KVH(D _{ri})	0.409
				LINE_DENSE(D _{ri})	0.062
				Sum	1.000
		E _i	0.188	Q_IN(E _{ri})	0.335
				Q_OUT(E _{ri})	0.334
				BOD_LOAD(E _{ri})	0.331
				Sum	1.000
		R _i	0.209	HUMAN_TOTAL(R _{ri})	0.488
				HUMAN_AREA(R _{ri})	0.024
				MONEY(R _{ri})	0.488
		sum	1.000	sum	1.000
Heavy rain	0.306	P _i	0.358	WIND_R(P _{ri})	0.500
				RAIN(P _{ri})	0.500
				sum	1.000
		D _i	0.251	Q(D _{ri})	0.407
				Q_CT(D _{ri})	0.122
				KVH(D _{ri})	0.409
				LINE_DENSE(D _{ri})	0.062
				Sum	1.000
		E _i	0.188	Q_IN(E _{ri})	0.335
				Q_OUT(E _{ri})	0.334
				BOD_LOAD(E _{ri})	0.331
				Sum	1.000
		R _i	0.203	HUMAN_TOTAL(R _{ri})	0.488
				HUMAN_AREA(R _{ri})	0.024
				MONEY(R _{ri})	0.488
		sum	1.000	sum	1.000
Earthquake	0.147	P _i	0.272	PGA_1000(P _{ri})	1.000
		D _i	0.345	Q(D _{ri})	0.407
				Q_CT(D _{ri})	0.122
				KVH(D _{ri})	0.409
				LINE_DENSE(D _{ri})	0.062
				Sum	1.000
		E _i	0.181	Q_IN(E _{ri})	0.335
				Q_OUT(E _{ri})	0.334
				BOD_LOAD(E _{ri})	0.331
				Sum	1.000
		R _i	0.202	HUMAN_TOTAL(R _{ri})	0.488
				HUMAN_AREA(R _{ri})	0.024
				MONEY(R _{ri})	0.488
		sum	1.000	sum	1.000