(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0158155
(43) 공개일자 2023년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/06 (2012.01) *G06F 17/18* (2006.01)
G06Q 10/06 (2012.01) *G06Q 50/10* (2012.01)
G06Q 50/26 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/06 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0057191
(22) 출원일자 2022년05월10일
심사청구일자 2022년05월10일

(71) 출원인
주식회사 베이지안웍스
전라북도 전주시 완산구 홍산로 260, 7층 18호 (효자동3가)
(72) 발명자
김장경
경기도 과천시 별양로 164, 714동 1101호
박찬호
서울특별시 금천구 시흥대로59길 9, 604호 (시흥동)
육지문
경기도 광명시 목감로 58, 114동 102호
(74) 대리인
김영관

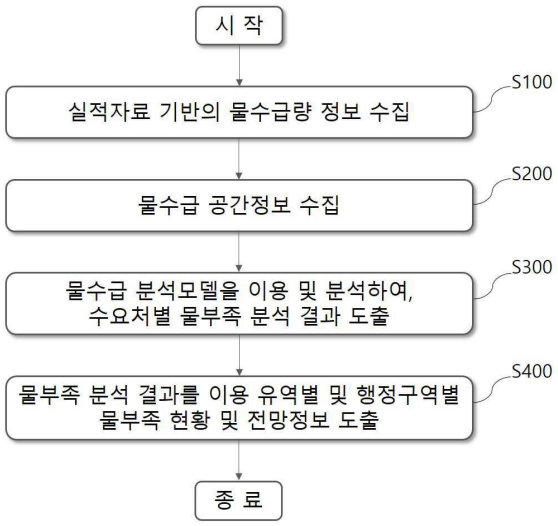
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **실적자료 기반의 물순환 분석 방법 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법에 관한 것으로, (a) 물 유량, 물 공급량 및 물 수요량 정보를 포함하는 물수급량 정보를 수집하는 단계; (b) 유역기반 물수급 네트워크를 이용하여 물수급 공간정보를 수집하는 단계; (c) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출하는 단계; 및 (d) 상기 물부족 분석 결과를 이용하여 유역별 및 행정구역별 물부족 현황 및 전망 정보를 도출하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06Q 10/0637 (2023.01)
G06Q 50/10 (2015.01)
G06Q 50/26 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 물 유량, 물 공급량 및 물 수요량 정보를 포함하는 물수급량 정보를 수집하는 단계;

(b) 유역기반 물수급 네트워크를 이용하여 물수급 공간정보를 수집하는 단계;

(c) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출하는 단계; 및

(d) 상기 물부족 분석 결과를 이용하여 유역별 및 행정구역별 물부족 현황 및 전망 정보를 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

상기 물 유량 정보는 기상현황 정보와, 자연유량 정보와 댐 유입량 정보를 포함하고,

상기 물 공급량 정보는 다목적댐, 용수댐, 농업용댐 및 저수지 공급량 실적 정보를 포함하고,

상기 물 수요량 정보는 생공용수 취수량, 농업용수 실적양수량, 하천취수량, 생공회귀수량, 농업회귀수량 정보와 물 이동간 손실정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

표준유역 단위 물수지 네트워크를 구축하고, 단위유역으로 세분화하여 시설물의 공간정보를 연동을 통한 상기 단위유역 및 표준유역 내외의 물이동 정보를 포함하는 물수급 공간정보를 수집하는 단계인 것을 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c1) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 바탕으로 물수급의 모니터링, 예측 및 분석을 통하여 물부족 평가(water DNA) 모델을 생성하는 단계; 및

(c2) 상기 물부족 평가 모델을 바탕으로 물부족 분석결과 시나리오를 도출 및 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 물수급 분석 모델은, 수량, 수질, 물수요 및 수리권을 고려한 실적자료 기반 실적자료 기반의 물순환 분석 모델인 것을 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

(d1) 유역별 물수급시설 운영실적에 따른 물부족 현황 분석 및 전망 정보를 도출하는 단계; 및

(d2) 가뭄규모별 지역 및 유역간 물수요를 바탕으로 최적 물배분 분석 및 평가 정보를 도출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법.

청구항 7

댐 및 저수지를 반영한 하천유량 정보를 수집하고 모니터링할 수 있는 물 유량 관리부;

물 수급의 시설별 공급량을 수집하고 물 공급량 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 물 공급량 관리부;

물의 수요, 공급 및 배분의 실적자료를 반영하는 물 수요량 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 물 수급량 관리부; 및

상기 수집된 물 유량 정보, 물 공급량 정보 및 물 수요량 정보를 수신받아 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출되는 불부족 분석 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 물순환 분석 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 물관리 현안 대응 의사결정을 위해서 현재 상황에 대한 정확한 인식과 장래 수자원 상황을 고려한 예측 및 분석할 수 있는 실적자료 기반의 물순환 분석 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 전 세계적인 기온상승과 불규칙한 이상기후로 인하여 지역 간 수자원 격차 및 물 부족 현상이 나타나고 있으며, 미래의 물 수급 안정성을 확보하기 위한 수자원 관리에 대한 문제가 사회적으로 대두되고 있다.

[0003] 또한 기후변화에 따른 물 부족의 경우 추가 수자원을 확보하기 위해 주로 시설확장 위주의 대응을 진행하였고, 집중형 물 공급 체계와 단일 수자원 처리 시스템만을 고수함으로써 비상상황 발생 시 효율적인 대응에 많은 어려움이 따른다.

[0004] 국가의 정책에에 따라 수자원의 디지털 관리를 위한 체계 구축이 요구되고 있는 실정이고, 세계 다수의 국가가 내부적으로 도시화에 따른 토지이용 변화와 인구의 집중현상 등으로 수자원이용 환경이 급격하게 변화하고, 기후변화 및 지구온난화로 인한 기상변동성 증가 등의 변화로 인해 유역내 강우-유출 현상을 평가하는데 불확실성이 커지고 있으며 제한된 수자원을 배분하는데도 어려움이 발생하고 있다.

[0005] 그러나, 기존 물수지 평가체계는 중권역 단위에서 이루어지고 있어, 주요 수문 및 순환 요소들에 대한 분석이 이루어지지 못하고 있으며, 표준유역 단위 이하의 물순환체계를 고려한 수자원 가용량 분석이 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상술한 문제를 해결하고자 하는 본 발명의 과제는 다음과 같다.

[0007] 첫째, 본 발명의 과제는 구체적인 물관리 현안 대응 의사결정을 위해서는 현재 상황에 대한 정확한 인식과 장래 수자원 상황을 고려한 예측 및 분석체계로서 물순환 분석 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.

[0008] 둘째, 수원별 가용수량, 지역별 물사용량 및 회귀수량 등 지자체, 유역, 하천을 연계한 실제 물이용 정보 기반의 물수급 현황을 분석하고, 물정보 현황을 기반으로, 기상전망 자료로부터 물부족 상황을 조기에 예측할 수 있는 물수급 전망 체계로서 실적 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.

[0009] 셋째, 본 발명의 과제는 운영실정을 이용한 농업용댐/지자체 저수지 공급량 추정방법 개선하고, 하천수 사용 허가 실정을 이용한 하천공급량을 고려하며, 요금부과 급수실정 등을 이용한 실수요 반영 수요추정 개선할 수 있

으며, 관개시설과 연계한 수혜지역 공급량, 회귀수량 모의에 의한 농업용수를 추정할 수 있는 실적 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.

[0010] 넷째, 본 발명의 과제는 하수처리장 운영실정 등을 이용한 회귀수량 추정방법을 적용하고, 배수모형에 의한 회귀수량 추정하며, 관측유량 및 물사용량 계측값을 이용한 자연유량 산정을 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 마이크로 스케일 수준의 수자원시설(공급, 취수, 회귀) 위치기반 네트워크 구축 및 용수이동경로 추적 기술 적용하여 보다 정밀하고 직과적인 물순환 분석 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 과제를 해결하는 본 발명의 제1 특징은, 실적자료 기반의 물순환 분석 방법으로, (a) 물 유량, 물 공급량 및 물 수요량 정보를 포함하는 물수급량 정보를 수집하는 단계; (b) 유역기반 물수급 네트워크를 이용하여 물수급 공간정보를 수집하는 단계; (c) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출하는 단계; 및 (d) 상기 물부족 분석 결과를 이용하여 유역별 및 행정구역별 물부족 현황 및 전망 정보를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 여기서, 상기 (a) 단계는, 상기 물 유량 정보는 기상현황 정보와, 자연유량 정보와 댐 유입량 정보를 포함하고, 상기 물 공급량 정보는 다목적댐, 용수댐, 농업용댐 및 저수지 공급량 실적 정보를 포함하고, 상기 물 수요량 정보는 생공용수 취수량, 농업용수 실적양수량, 하천취수량, 생공회귀수량, 농업회귀수량 정보와 물 이동간 손실정보를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 (b) 단계는, 표준유역 단위 물수지 네트워크를 구축하고, 단위유역으로 세분화하여 시설물의 공간정보를 연동을 통한 상기 단위유역 및 표준유역 내외의 물이동 정보를 포함하는 물수급 공간정보를 수집하는 단계일 수 있다.

[0014] 더하여, 상기 (c) 단계는, (c1) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 바탕으로 물수급의 모니터링, 예측 및 분석을 통하여 물부족 평가(water DNA) 모델을 생성하는 단계; 및 (c2) 상기 물부족 평가 모델을 바탕으로 물부족 분석결과 시나리오를 도출 및 평가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 물수급 분석 모델은, 수량, 수질, 물수요 및 수리권을 고려한 실적자료 기반 실적자료 기반의 물순환 분석 모델인 것일 수 있고, 상기 (d) 단계는, (d1) 유역별 물수급시설 운영실적에 따른 물부족 현황 분석 및 전망 정보를 도출하는 단계; 및 (d2) 가뭄규모별 지역 및 유역간 물수요를 바탕으로 최적 물배분 분석 및 평가 정보를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 그리고, 상술한 과제를 해결하는 본 발명의 제2 특징은, 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템 댐 및 저수지를 반영한 하천유량 정보를 수집하고 모니터링할 수 있는 물 유량 관리부; 물 수급의 시설별 공급량을 수집하고 물 공급량 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 물 공급량 관리부; 물의 수요, 공급 및 배분의 실적자료를 반영하는 물 수요량 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 물 수급량 관리부; 및 상기 수집된 물 유량 정보, 물 공급량 정보 및 물 수요량 정보를 수신받아 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출되는 불부족 분석 평가부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상술한 과제를 해결하는 본 발명의 효과는 각 유역 및 지역별 물 수요 및 공급량 정보와 물관리 시설의 공간정보를 포함하는 실적 기반의 물수급 정보를 바탕으로 물수급 분석 모델을 생성하고, 생성된 모델을 바탕으로 분석하여 유역별 및 행정구역별 현황 및 전망 정보를 도출하여 제공하는 실적 기반의 물순환 분석 방법을 제공함으로써, 구체적인 물관리 현안 대응 의사결정을 위해서는 현재 상황에 대한 정확한 인식과 장래 수자원 상황을 고려한 예측 및 분석 시스템 및 방법을 구축하고, 수원별 가용수량, 지역별 물사용량 및 회귀수량 등 지자체, 유역, 하천 등을 연계한 실제 물이용 정보 기반(실적 기반)의 물수급 현황을 분석하고, 물정보 현황을 기반으로, 기상전망 자료로부터 물부족 상황을 조기에 예측할 수 있는 물수급 전망 체계 및 그 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법의 상세 흐름을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템의 블록 구성을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법의 프로세스를 나타내는 모식도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법을 이용한 분석 모형 개념도를 도시한다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법을 적용한 물관리 예측 및 분석 체계의 개념도 도시한다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법을 이용하는 의사결정지원 프로세스의 모식도를 도시한다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법에 적용되는 물수급체계 반영 수요예측 기술의 개념을 모식화한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템 및 방법에 적용되는 물수급 분석 모델에 포함되는 강우-유출 모델과 알고리즘을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0020] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0021] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0022] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0023] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법의 상세 흐름을 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템의 블록 구성을 나타낸 도면이다.

[0028] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법은, (a) 물 유량, 물 공

급량 및 물 수요량 정보를 포함하는 물수급량 정보를 수집하는 단계(S100); (b) 유역기반 물수급 네트워크를 이용하여 물수급 공간정보를 수집하는 단계(S200); (c) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출하는 단계(S300); 및 (d) 상기 물부족 분석 결과를 이용하여 유역별 및 행정구역별 물부족 현황 및 전망 정보를 도출하는 단계(S400)를 포함할 수 있다.

[0029] 그리고 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)은, 댐 및 저수지를 반영한 하천유량 정보를 수집하고 모니터링할 수 있는 유량 관리부(220); 물 수급의 시설별 공급량을 수집하고 물 공급량 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 물 공급량 관리부(230); 물의 수요, 공급 및 배분의 실적자료를 반영하는 물 수요량 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 물 수요량 관리부(240); 및 상기 수집된 유량 정보, 물 공급량 정보 및 물 수급량 정보를 수신받아 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출되는 불부족 분석 평가부를 포함하여 구성될 수 있다.

[0030] 이와 같이 본 발명은 각 유역 및 지역별 물 수요 및 공급량 정보와 물관리 시설의 공간정보를 포함하는 실적 기반의 물수급 정보를 바탕으로 물수급 분석 모델을 생성하고, 생성된 모델을 바탕으로 분석하여 유역별 및 행정구역별 현황 및 전망 정보를 도출하여 제공하는 실적 기반의 물순환 분석 방법을 제공함으로써, 구체적인 물관리 현안 대응 의사결정을 위해서는 현재 상황에 대한 정확한 인식과 장래 수자원 상황을 고려한 예측 및 분석 시스템 및 방법을 구축하고, 수원별 가용수량, 지역별 물사용량 및 회귀수량 등 지자체, 유역, 하천 등을 연계한 실제 물이용 정보 기반(실적 기반)의 물수급 현황을 분석하고, 물정보 현황을 기반으로, 기상전망 자료로부터 물부족 상황을 조기에 예측할 수 있는 물수급 전망 체계 및 그 방법을 제공한다.

[0031] 이하에서는 도 1 및 도 2에서 예시된 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방버의 구성을 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0032] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)은, 통신부, 유량 관리부(220), 물 공급량 관리부(230), 물 수급량 관리부, 공간정보 시스템부(250), 물수급 분석 모델부(260) 및 물부족 분석 평가부(270)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 여기서, 통신부는 인터넷 등의 유선 또는 무선 네트워크를 통해 데이터 및 정보를 교신할 수 있는 장치이고, 통신부는 외부의 지역별 유역별 설치되거나 구비되는 다수의 각종 물관리 기관의 서버에서 유량, 물 공급량, 물 수요량 정보를 포함하는 물 수급량 정보와 GIS를 이용하여 해당 공간정보를 수신받을 수 있다.

[0034] 유량 관리부(220)는 전술한 물 수급량 정보 중 하천유량, 자연유량, 댐유입량 등의 물 유량정보를 수집하고 모니터링 및 관리하는 장치이고, 물 공급량 관리부(230)는 물 수급량 정보 중 다목적댐, 용수댐, 등에서 공급되는 물 공급량 정보를 수집하고 모니터링 및 관리하는 장치이고, 물 수요량 관리부(240)는 물 수급량 정보 중 생고용수 취수, 하천취수량, 생공회귀수량 등의 물 수요량 정보를 수집하고 모니터링 및 관리하는 장치일 수 있다.

[0035] 그리고, 공간정보 시스템부(250)는 공간정보시스템(GIS)를 이용한 물 수급의 공간체계 기초자료를 저장하여 상술한 물 수급정보와 연동하여 지도맵 또는 3D 지도맵 등의 공간상의 물 관리 체계를 구현하는 장치일 수 있다. 여기서 공간정보시스템(GIS)은 모든 유형의 데이터를 생성, 관리, 분석, 매핑하는 시스템으로, 데이터를 맵에 연결하고 위치 데이터를 모든 유형의 설명 정보(데이터의 내용)와 통합시키는 시스템이다.

[0036] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)은 GIS 또는 공간정보 시스템부(250)는 공간정보를 통해 패턴, 관계, 공간 컨텍스트를 이해할 수 있고, 개선된 커뮤니케이션 및 효율성뿐만 아니라, 더 나은 물관리와 이에 따른 효과적인 분석, 판단 및 의사결정을 내릴 수 있는 시스템을 제공할 수 있다.

[0037] 물수급 분석 모델부(260)는, 상기 수집된 물 유량 정보, 물 공급량 정보 및 물 수요량 정보를 수신받아 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 생성하는 소프트웨어 및 하드웨어가 결합된 장치 또는 구성일 수 있다.

[0038] 도 2에서 예시된 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)의 각 구성 요소는 독립적으로 구성된 장치가 네트워크를 통해 연결된 시스템일 수도 있고, 각 구성 요소가 하나의 컴퓨팅 장치로 소프트웨어 및 하드웨어와 결합된 구성들의 집합으로 이루어진 장치일 수 있다.

[0040] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법의 프로세스를 나타내는 모식도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법을 이용한 분석 모형 개념도를 도시한다.

[0041] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법에서 (a) 단계는(S100), 물 유량, 물 공급량 및 물 수요량 정보를 포함하는 물수급량 정보를 수집하는 단계로서, 기상현황 및 기상전망 정보를 기반으로 하천유량을 관측하고, 자연유량 및 댐유입량(수공, 농공, 지자체) 등의 하천유량을 모니터링하는 물 유량 관리부(220)를 구비하여 물 유량정보를 수집하고, 다목적댐, 용수댐, 농업용댐 및 지자체저수지 등 물수급 시설명 공급량을 관리하는 물 공급량 관리부(230)를 구비하여 물 공급량 정보를 수집하며, 생공용수 취수, 농업용수 실적양수량, 하천취수량, 농업회귀수량 정보등을 관리하는 물 공급량 관리부(230)를 구비하여, 물 수요, 공급 및 배분 등의 실적자료가 반영된 물 공급량 정보를 수지하는 단계이다.

[0042] (b) 단계는(S200), 유역기반 물수급 네트워크를 이용하여 물수급 공간정보를 수집하는 단계로서, 유역기반의 물수급 네트워크를 개방되어 있는 공간정보시스템(GIS)에 매핑하여 물 수급 공간체계의 정보를 수집하여 GIS DB에 저장하는 단계이다. 즉, (b) 단계는, 표준유역 단위 물수지 네트워크를 구축하고, 단위유역으로 세분화하여 시설물의 공간정보를 연동을 통한 상기 단위유역 및 표준유역 내외의 물이동 정보를 포함하는 물수급 공간정보를 수집하는 단계일 수 있다.

[0043] (c) 단계는(S300), (a) 및 (b) 단계에서 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 분석하여 수요처별 물부족 분석 결과를 도출하는 단계로서, 즉, 실적자료가 반영된 유량 정보, 물 수요량 정보, 물 공급량 정보와 물 수급 공간체계의 정보를 이용하여 물수급 분석 모델을 생성하고, 생성된 물수급 분석 모델을 이용하여 분석하고 그 결과를 도출하는 단계이다.

[0044] 즉, (c) 단계(S300)는, (c1) 상기 수집된 물수급량 정보와 물수급 공간정보를 바탕으로 물수급의 모니터링, 예측 및 분석을 통하여 물부족 평가(water DNA) 모델을 생성하는 단계와 (c2) 상기 물부족 평가 모델을 바탕으로 물부족 분석결과 시나리오를 도출 및 평가하는 단계를 포함화여 구성될 수 있다.

[0045] 여기서, 물수급 분석 모델은 기존 물수급 분석 모델을 개선하여 물 수요관리 측면에 대한 정책을 수립하기 위해서 현재 또는 장래에 대한 용수수급의 정확한 이해를 제공하고, 상술한 실적자료가 반영된 물수급 정보와 공간체계 정보, 즉 유역 내 실제 취수량 및 회귀수량 등을 고려한 수문모델 개선을 통하여 유역 및 행적구역별 실제 물수급 체계 및 계측자료 기반 물수급 현황을 모니터링하고 체감할 수 있는 신뢰성 높은 물부족 또는 가뭄전망을 평가할 수 있는 물순환 분석 모델을 제공한다. 또한, 물수급 분석 모델은, 수량, 수질, 물수요 및 수리권을 고려한 실적자료 기반 실적자료 기반의 물순환 분석 모델일 수 있다.

[0046] 그리고, (d) 단계(S400)에서 도출된 물부족 분석 결과를 이용하여 유역별 및 행정구역별 물부족 현황 및 전망 정보를 도출하게 되는데, (d1) 유역별 물수급시설 운영실적에 따른 물부족 현황 분석 및 전망 정보를 도출하는 단계와, (d2) 가뭄규모별 지역 및 유역간 물수요를 바탕으로 최적 물배분 분석 및 평가 정보를 도출하는 단계; 를 포함하여 구성될 수 있다.

[0048] 도 4는 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법을 이용한 분석 모형 개념도 나타내는 것으로, 도 4에 도시된 바와 같이, 공간정보시스템(GIS)에 매핑된 물수급 공간체계 정보에 기상현황 및 기상전망 정보를 바탕으로 각 유역 및 지역별 물관리 시설의 외부 서버(100)로부터 유량정보를 수집하고, 실적기반 및 전망의 물 공급량 정보와 물 수요량 정보를 수집하고, 물 수급 분석 모델을 생성 및 분석하여 수요처별 물수급 분석결과를 도출한다.

[0049] 여기서 물관리 시설의 외부 서버(100)는 자연 유량을 측정하고 관리하는 가뭄정보분석센터의 서버일 수 있고, 하천수사용허가량의 데이터를 수집하고 관리하는 홍수통제소의 서버일 수 있으며, 저수지의 저수율 및 저수량 데이터를 관리하는 한국농어촌공사의 서버일 수 있다. 그 외에도 각 유역 및 지역별 물관리 시설 또는 기관의 서버일 수 있음은 물론이다.

[0050] 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법은, 1) 물 공급량 정보 측면에서, 운영실적을 이용한 농업용댐 및 지자체 저수지 공급량 추정방법과 하천수 사용 허가 실적을 이용한 하천공급량 정보를 바탕으로 한다는 점과, 2) 물 수요 및 회귀수량 정보 측면에서, 요금부과 급수실적 등을 이용한 실수요를 반영한 수요추정의 개선된 방법을 제공하고, 관개시설과 연계한 수혜지역 공급량, 회귀수량 모의에 의한 농업용수 수요와, 하수처리장 운영실적 등을 이용한 회귀수량 추정과, 배수모형에 의한 회귀수량 추정을 통한 물 수요량 정보를 사용한다는 점과, 3) 물 유량 정보 측면에서, 관측유량 및 물 사용량 계측값을 이용한 자연유량을 산정하고 모의유량(예, 융적설 효과 포함하는 강우-유출 모델)을 고려한다는 점에서 보다 실제적이고 신뢰성이 높은 물순환 분석 결과를 도출할 수 있는 방법을 제공한다.

[0051] 또한 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법은 공간정보 체계를 이용한 네트워크 측면에서 마이크로 스케일 수준의 수자원시설(공급, 취수, 회귀) 위치기반 네트워크를 구축 및 용수이동 경로 추적기술을 이용하여 매우 정밀하고 정확하며 직관적인 물 순환 분석 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

[0053] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법을 적용한 물관리 예측 및 분석 체계의 개념도 도시하고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법을 이용하는 의사결정지원 프로세스의 모식도를 도시한다.

[0054] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)은 구체적인 물관리 현안 대응 의사결정을 위해서 현재 상황에 대한 정확한 인식과 장래 수자원 상황을 고려한 예측 및 분석할 수 있는 시스템을 제공한다. 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 물순환 분석 시스템(200)은, 공간정보시스템(GIS)을 이용하여 1) 지역별 하천수 사용 계통도를 표시할 수 있고, 2) GIS 기반으로 저수지/하천 수원 정보를 제공할 수 있으며, 3) 강수량, 수위, 유량 등 실시간 자료를 제공할 수 있고, 4) 취수상황 확인을 위한 종합현황판 정보를 제공할 수 있다.

[0055] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)은 수원별 가용수량, 지역별 물사용량 및 회귀수량 등 지자체, 유역, 하천을 연계한 실제 물이용 정보 기반의 물수급 현황 분석 정보를 제공할 수 있고, 물정보 현황 정보를 기반으로, 기상전망 자료로부터 물부족 상황을 조기에 예측할 수 있는 물수급 전망 체계를 구축하여 제공할 수 있다.

[0056] 또한, OpenGIS 기반의 통합 강우-유출 및 물수지 분석 프로그램을 이용하고, 데이터 및 통계분석에 특화된 R 패키지(R-package)를 활용한 분석 알고리즘을 활용할 수 있으며, 확장 및 호환성을 고려하여 안정적인 C# 등의 언어의 프로그램으로 패키지화 할 수 있는 용수공급 능력 평가시스템을 제공할 수 있다.

[0057] 그리고, 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법은, 1) 수원·수요처별 물 공급상황을 파악하는 물이용 실적자료를 수집하고 2) 이와 같은 물이용 실적자료를 바탕으로 물 수급 분석 모델을 이용하여 수원별/기간별 가용수량 평가 및 예측을 실행하여, 3) 합리적 가용수량 배분 및 조정을 통한 수자원 배분체계를 수립함으로써, 본 발명의 실싱 실적자료 기반의 통합 물 순환 또는 물수지 분석 시스템을 제공하고, 이 물 순환 분석 시스템을 이용하여 a) 유역물관리종합계획 수립 및 b) 자연재해종합저감계획 수립 등의 용수수요를 고려한 맞춤형의사결정지원 기반을 제공할 수 있다.

[0059] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법에 적용되는 물수급체계 반영 수요예측 기술의 개념을 모식화한 도면이다.

[0060] 도 7의 (a)는 기존의 물관리체계의 개념을 모식화한 도면이고, 도 7의 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200)에 적용되는 수요예측 기술의 개념을 모식화한 도면이다.

[0061] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법은 물수급 네트워크 분석기술을 적용하는 것으로, 이수 시설을 기준으로 하는 유역 재분석을 위해 상세 물수급 분석 네트워크를 구축(TERRAIN ANALYSIS USING DIGITAL ELEVATION MODELS 알고리즘 적용)하고, 소유역과 하천의 상하 위상관계를 정의한 테이블(dbf 파일)만 추출하므로 연산시간이 매우 짧은(R 언어 기반의 오픈소스의 강점과 시스템 안정성 부분 다양한 시나리오 연산 등 호환성 개선이 뛰어남) 장점을 가질 수 있다.

[0063] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법에 적용되는 물수급 분석 모델에 포함되는 강우-유출 모델과 알고리즘을 예시한 도면이다. 도 8의 (a)는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법에 적용되는 CR4J 모델의 유출 과정을 도식화한 도면이고, 도 8의 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법에 적용되는 매개변수 최적화 알고리즘을 예시한 도면이다.

[0064] 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이, 집중형 강우-유출 모델은 CR4J 모델을 적용할 수 있는데, X_1부터 X_4까지 4개의 매개변수를 가지며 차단(interception), 토양수분저류(production store), 홍수추적(routing store)의 3단계 과정을 거쳐 강우-유출 계산할 수 있다.

[0065] 그리고, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 상술한 매개변수를 최적화 하기 위한 알고리즘은, 최적의 매개변수 집합(set)을 추정한 후 이에 따른 신뢰구간을 산정할 수 있는 SCEM-UA(Shuffled Complex Evolution Metropolis-University of Arizona)알고리즘을 적용할 수 있다.

[0066] 또한, 이와 같은 강우-유출 모델의 적용을 위해서, 모델의 전 처리 기술로서, 입력자료 표준 기반 데이터 로드 및 분석조건에 따른 시계열 데이터 처리 기술을 적용할 수 있고, 모델의 후처리 기술로, GIS 기반 유출분석 단위 구분 및 상세 데이터 표출 기술을 적용할 수 있다.

[0067] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 시스템(200) 및 방법에 적용되는 물수급 분석 모델은, 강우-유출모형 연계하여, 유출분석 결과자료를 표준 기반 자료의 시계열 데이터 처리하고, 수치표고자료(Digital Ele-vation Model, DEM) 기반 하천 흐름 분석 및 하천망 절점을 기준으로 TauDEM(Terrain analysis using Digital Elevation Models) 알고리즘을 적용하여 소유역 세분하는 유역 세분화 알고리즘을 적용할 수 있다.

[0068] 또한, 물순환 체계에 따른 물수급 네트워크(Network) 공간체계를 구성하고 연계할 수 있고, 실자료 기반 중권역/행정구역을 고려한 수요/공급 노드(Node)를 설정하는 물수지 네트워크 알고리즘을 적용할 수 있다. 그리고, 읍면동별 물부족 분석 결과 데이터를 그래픽으로 표출하고, GIS 기반 물수지 단위를 구분하고 이에 대한 상세 데이터를 표출 또는 표시할 수 있다.

[0070] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 실적자료 기반의 물순환 분석 방법을 실행하는 웹 또는 앱 애플리케이션 프로그램은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0071] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0072] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0073] 100: 외부 서버

200: 물순환 분석 시스템

210: 유량 관리부

230: 물 공급량 관리부

240: 물 수요량 관리부

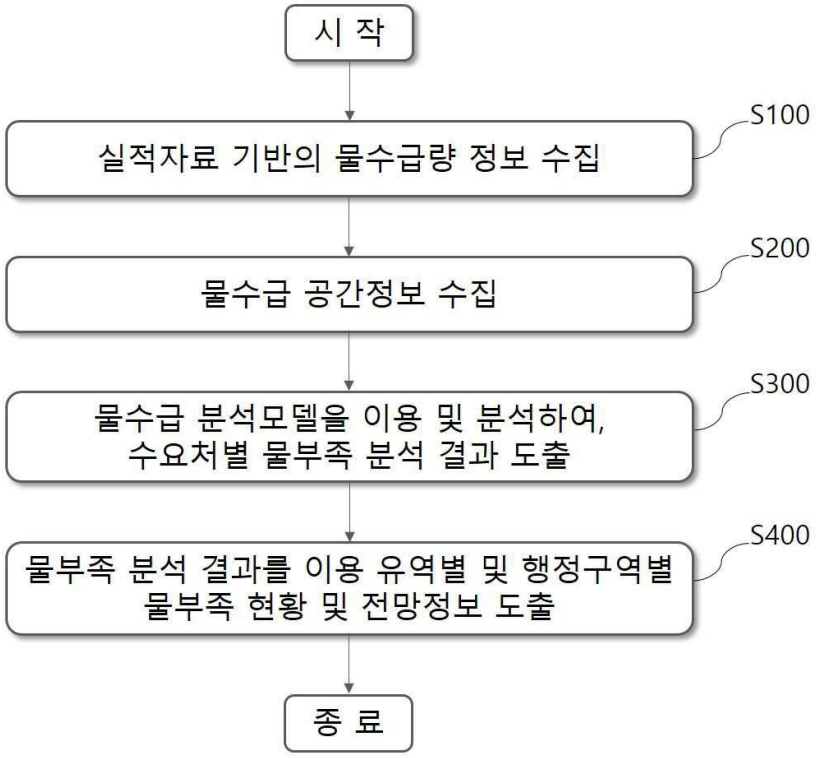
250: 공간정보 시스템부

260: 물수급 분석 모델부

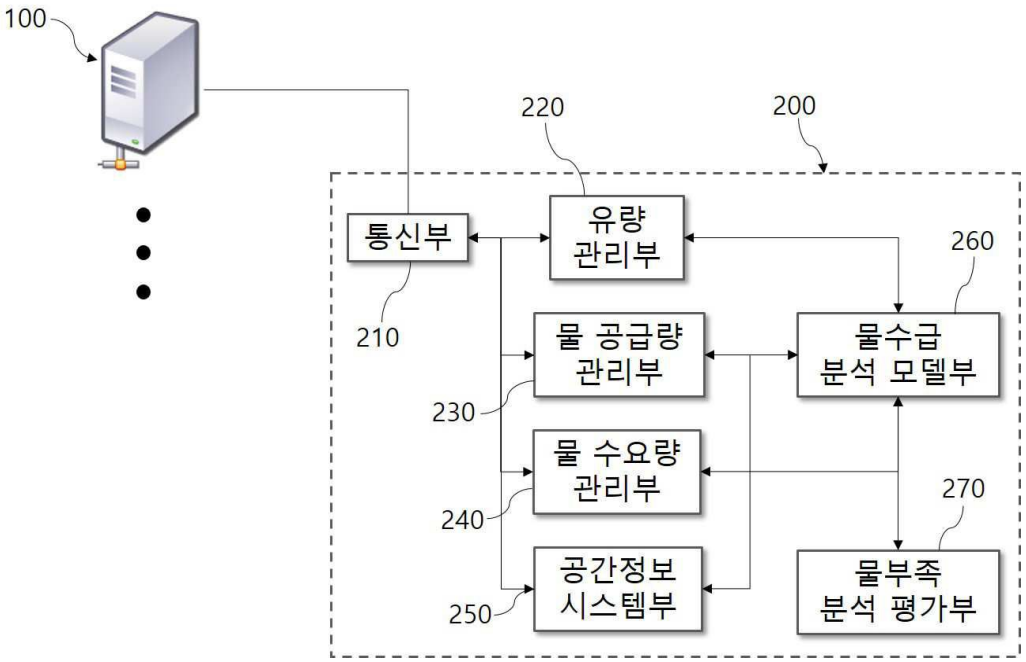
270: 물부족 분석 평가부

도면

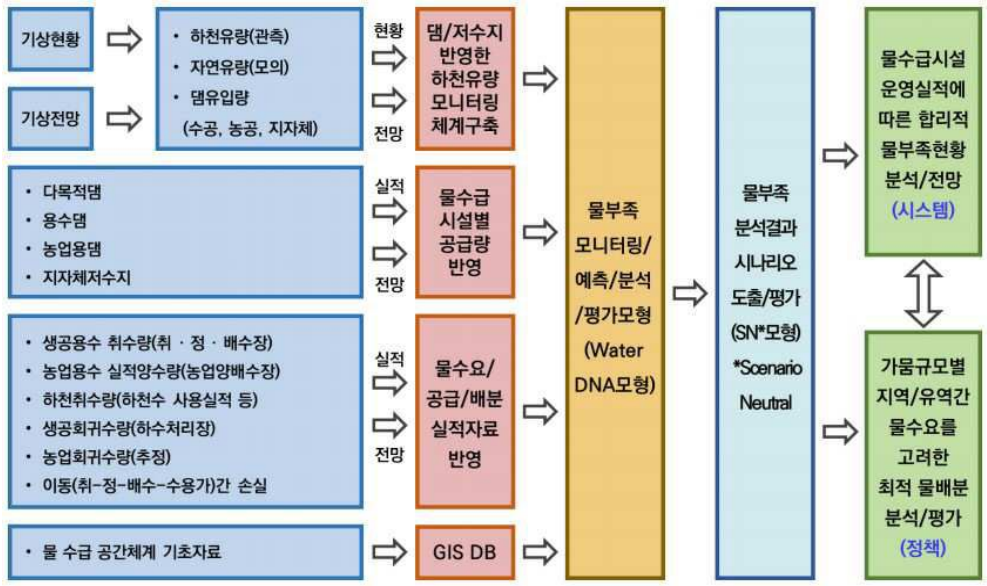
도면1


시 작
실적자료 기반의 물수급량 정보 수집
S100
물수급 공간정보 수집
S200
물수급 분석모델을 이용 및 분석하여,
수요처별 물부족 분석 결과 도출
S300
물부족 분석 결과를 이용 유역별 및 행정구역별
물부족 현황 및 전망정보 도출
S400
종 료

도면2


100
220
200
통신부
유량
관리부
260
210
물 공급량
관리부
물수급
분석 모델부
230
물 수요량
관리부
270
240
공간정보
시스템부
물부족
분석 평가부
250

도면3


기상현황
기상전망
• 하천유량(관측)
• 자연유량(모의)
• 댐유입량
(수공, 농공, 지자체)
현황
전망
댐/저수지 반영한 하천유량 모니터링 체계구축
• 다목적댐
• 용수댐
• 농업용댐
• 지자체저수지
실적
전망
물수급 시설별 공급량 반영
• 생공용수 취수량(취 · 정 · 배수장)
• 농업용수 실적양수량(농업양배수장)
• 하천취수량(하천수 사용실적 등)
• 생공회귀수량(하수처리장)
• 농업회귀수량(추정)
• 이동(취-정-배수-수용가)간 손실
실적
전망
물수요/ 공급/배분 실적자료 반영
• 물 수급 공간체계 기초자료
GIS DB
물부족 모니터링/ 예측/분석 /평가모형 (Water DNA모형)
물부족 분석결과 시나리오 도출/평가 (SN*모형) *Scenario Neutral
물수급시설 운영실적에 따른 합리적 물부족현황 분석/전망 (시스템)
가뭄규모별 지역/유역간 물수요를 고려한 최적 물배분 분석/평가 (정책)

도면4


실적자료 기반 물순환 분석 모형 개념도
2022.03.25
생공용수 수요지역
농업용수 수요지역
유량관측
댐방류실적
하천취수장 취수실적
농업용저수지 저수율실적
유량관측/ 수질측정
기상 현황
기상 전망
• 기상현황(관측)
• 자연유량(모의)
• 댐유입량 (수공, 농공, 지자체)
유량
• 다목적·용수댐
• 농업용댐·지자체저수지
공급량
• 생공용수 취수량 (취·정·배수장)
• 농업용수 실적양수량 (농업양배수장)
• 하천취수량 (하천수 사용실적 등)
• 생공회귀수량(하수처리장)
• 농업회귀수량(추정)
• 이동(취-정-배수-수용가)간 손실
수요량
• 물수급 공간체계 기초자료
공간 정보
물수급 분석 Model
수요처별 물수급 분석 결과
유역별 물수급 현황 및 전망
행정 구역별 물수급 현황 및 전망

도면5


하천수 사용 계통도
▪ 지역별 하천수 사용 계통도 표출
수원정보
▪ GIS 기반으로 저수지/하천 수원 정보 제공
▪ 강수량, 수위, 유량 등 실시간 자료 제공
실시간 자료
▪ 취수상황 확인을 위한 종합현황판 제공
종합현황판

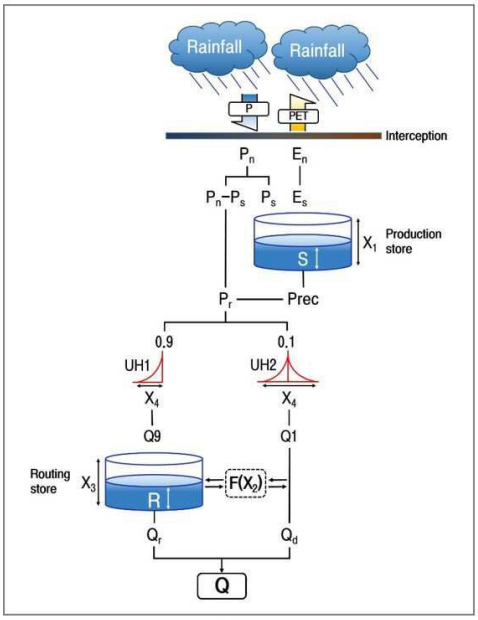
도면6


물이용 실적 자료연계
가용수량 평가 및 예측
수자원 배분체계
수원·수요처별 물 공급상황 파악
수원별/기간별 가용수량 평가 및 예측
합리적 가용수량 배분 및 조정
ENOUGH
SHORTAGE
타유역
음성원남저수지 → 청안면 공급
실적자료 기반 통합 물수지 분석시스템
용수수요를 고려한 맞춤형의사결정지원 기반마련
유역물관리종합계획 수립
자연재해 종합저감계획 수립

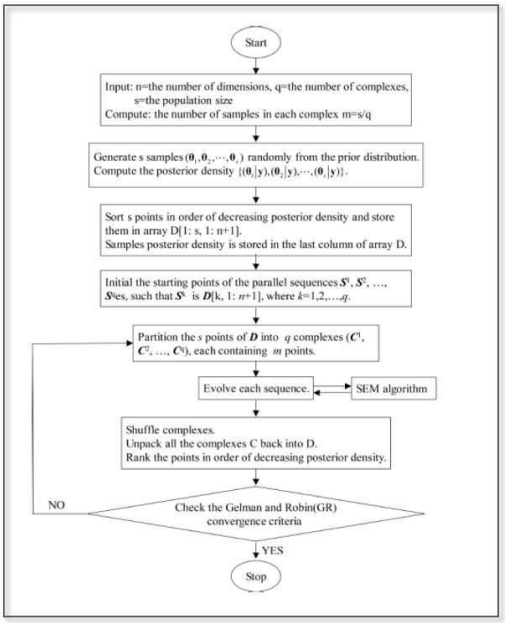
도면7


수원
지류A
취수
회귀
지류B
취수
회귀
지류C
(a)
수원
지류A
취수
취수장
정수장
배수지1
회귀
하수처리장
지류B
취수
배수지2
회귀
지류C
(b)

도면8


Rainfall
Rainfall
P
PET
Interception
P_n
E_n
P_n-P_s
P_s
E_s
S
X_1
Production store
P_r
Prec
0.9
0.1
UH1
UH2
X_4
X_4
Q9
Q1
Routing store
X_3
R
$F(X_2)$
Q_r
Q_d
Q

(a)


Start
Input: n=the number of dimensions, q=the number of complexes, s=the population size
Compute: the number of samples in each complex m=s/q
Generate s samples $(\boldsymbol{\theta}_1,\boldsymbol{\theta}_2,\cdots,\boldsymbol{\theta}_s)$ randomly from the prior distribution.
Compute the posterior density $\{(\boldsymbol{\theta}_1|\mathbf{y}),(\boldsymbol{\theta}_2|\mathbf{y}),\cdots,(\boldsymbol{\theta}_s|\mathbf{y})\}$.
Sort s points in order of decreasing posterior density and store them in array D[1: s, 1: n+1].
Samples posterior density is stored in the last column of array D.
Initial the starting points of the parallel sequences $\boldsymbol{S}^1, \boldsymbol{S}^2, \ldots,$ $\boldsymbol{S}^q$es, such that $\boldsymbol{S}^k$ is $\boldsymbol{D}$[k, 1: n+1], where k=1,2,…,q.
Partition the s points of $\boldsymbol{D}$ into q complexes ($\boldsymbol{C}^1$, $\boldsymbol{C}^2$, …, $\boldsymbol{C}^q$), each containing m points.
Evolve each sequence.
SEM algorithm
Shuffle complexes.
Unpack all the complexes C back into D.
Rank the points in order of decreasing posterior density.
NO
Check the Gelman and Robin(GR) convergence criteria
YES
Stop

(b)