



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0014094  
(43) 공개일자 2017년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/06 (2012.01) G01W 1/10 (2006.01)  
G06Q 50/10 (2012.01)  
(52) CPC특허분류  
G06Q 50/06 (2013.01)  
G01W 1/10 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0106839  
(22) 출원일자 2015년07월28일  
심사청구일자 2015년07월28일

(71) 출원인  
고려대학교 산학협력단  
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)  
(72) 발명자  
김중훈  
경기도 가평군 북면 노씨터길 39  
유도근  
경기도 안양시 동안구 달안로 153 203동 507호 (관양동, 공작성일아파트)  
(74) 대리인  
홍동우

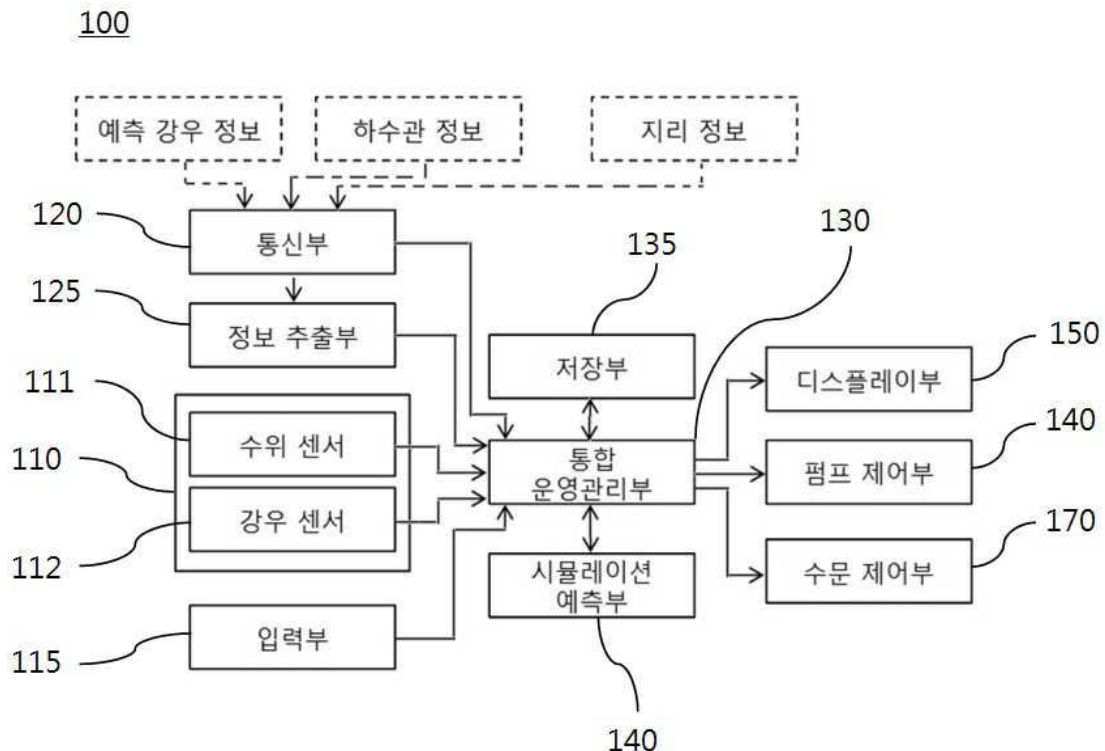
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법

(57) 요약

본 발명은 강우시 유수지의 수위 예측과 지리정보시스템의 지리 정보를 활용한 능동적 선제 대응을 가능하게 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법에 관한 것이다. 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템은, 유수지에 연결되는 복수의 펌프와 전기적으로 연결되는 펌프 제어부와, 수위 센서 및 강우 센서를 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



포함하는 감지부와, 운영자에 의해 선택되는 운영 모드를 입력받는 입력부와, 외부로부터 지리 정보를 포함하는 외부 정보를 수신하는 통신부와, 각종 정보를 저장하는 저장부와, 사전 설정 정보와 감지부에 의해 감지된 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행하여 우수지로의 유입량 및 우수지의 수위를 예측하는 시뮬레이션 예측부와, 시뮬레이션 예측부의 예측 결과에 따라 복수의 펌프에 대한 운전 방식을 결정하여 펌프 제어부에 제어신호를 전송하는 통합 운영관리부와, 통신부를 통해 수신한 지리 정보를 기반으로 지도를 표시하여 그 지도 상에 통합 운영관리부의 출력 정보를 표시하는 디스플레이부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

**G06Q 50/10** (2015.01)

(72) 발명자

**추연문**

부산광역시 동래구 문화로 33 205동 2004호 (명륜동, 동래센트럴파크하이츠2단지)

**이승엽**

서울특별시 성북구 안암로9가길 68 103호 (안암동 5가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0213227

부처명 대전충남지방중소기업청

연구관리전문기관 중소기업청

연구사업명 산학협력 기술개발사업

연구과제명 GIS 기반 빗물펌프장 운영 의사결정지원 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2014.08.01 ~ 2015.07.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유수지에 연결되는 복수의 펌프의 동작을 제어하기 위해 상기 복수의 펌프와 전기적으로 연결되는 펌프 제어부;  
상기 유수지의 수위를 측정하기 위한 수위 센서와, 상기 유수지의 강우를 측정하기 위한 강우 센서를 포함하는 감지부;

운영자에 의해 선택되는 운영 모드를 입력받는 입력부;

외부로부터 지리 정보를 포함하는 외부 정보를 수신하는 통신부;

사전 설정 정보와, 상기 감지부에 의해 감지된 정보와, 상기 입력부를 통해 입력된 정보와, 상기 통신부를 통해 수신한 외부 정보를 저장하는 저장부;

상기 사전 설정 정보와, 상기 감지부에 의해 감지된 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행하여 상기 유수지로의 유입량 및 상기 유수지의 수위를 예측하는 시뮬레이션 예측부;

상기 입력부를 통해 선택된 운영 모드와 상기 시뮬레이션 예측부의 예측 결과에 따라 상기 복수의 펌프에 대한 운전 방식을 결정하여 상기 펌프 제어부에 제어신호를 전송하는 통합 운영관리부; 및

상기 통합 운영관리부로부터 출력 정보를 수신하고, 상기 통신부를 통해 수신한 지리 정보를 기반으로 지도를 표시하여 그 지도 상에 상기 통합 운영관리부의 출력 정보를 표시하는 디스플레이부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 통신부는 외부의 서버로부터 예측 강우 정보를 수신하고, 상기 시뮬레이션 예측부는 상기 예측 강우 정보를 상기 강우-유출 시뮬레이션을 수행하기 위한 입력 정보로서 이용하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 통신부는 상기 외부 정보로서 외부 서버로부터 상기 유수지 주변의 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 수신하여 상기 통합 운영관리부에 제공하고, 상기 통합 운영관리부는 상기 디스플레이부를 제어하여 상기 지리 정보를 기반으로 한 지도 상에 상기 통신부로부터 수신한 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 표시하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 통합 운영관리부는 상기 통신부로부터 수신한 지리 정보로부터 상기 유수지 주변의 침수 취약성 상태를 분석하여 상기 디스플레이부를 통해 표시하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템.

#### 청구항 5

(a) 유수지에 대한 수위 정보와, 상기 유수지에서의 실제 강우 정보를 수집하는 단계;

(b) 상기 (a) 단계에서 수집한 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행하는 단계;

(c) 상기 (b) 단계의 강우-유출 시뮬레이션으로부터 상기 유수지의 수위를 예측하는 단계;

(d) 상기 (c) 단계에서 예측한 상기 유수지의 수위에 따라 상기 유수지에 연결되는 복수의 펌프에 대한 펌프 운

전 방식을 결정하는 단계; 및

(e) 상기 (d) 단계에서 결정한 운전 방식에 따라 상기 복수의 펌프를 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 (a) 단계는 외부의 지리정보시스템으로부터 지리 정보를 수신하는 단계를 포함하고,

(f) 디스플레이부를 통해 상기 (a) 단계에서 수신한 상기 지리 정보를 기반으로 지도를 표시하고 그 지도 상에 상기 복수의 펌프에 대한 상태 정보를 포함하는 빗물 펌프장의 운영 정보를 표시하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 (a) 단계는 외부 서버로부터 상기 유수지 주변의 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 (f) 단계는 상기 디스플레이부를 통해 상기 지도 상에 상기 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 상기 빗물 펌프장의 운영 정보와 함께 표시하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

(g) 상기 (a) 단계에서 수신한 상기 지리 정보로부터 상기 유수지 주변의 침수 취약성 정보를 분석하는 단계;를 더 포함하고,

상기 (f) 단계는 상기 디스플레이부를 통해 상기 (g) 단계에서 분석한 상기 유수지 주변의 침수 취약성 정보를 상기 빗물 펌프장의 운영 정보와 함께 표시하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법.

#### 청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 (d) 단계에서 상기 펌프 운전 방식은, 상기 복수의 펌프를 용량에 상관없이 순차적으로 순환하여 운전시키는 순차 순환 제어방식과, 상기 복수의 펌프를 용량 별로 순차적으로 순환하여 운전시키는 용량별 순차 순환 제어방식과, 상기 복수의 펌프를 용량에 따라 용량이 작은 것 다음에 용량이 큰 것, 그리고 다시 용량이 작은 것을 운전시키는 방식의 용량별 교차 순환 제어방식 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법.

#### 청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 (a) 단계는 외부 서버로부터 기상청의 예측 강우 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 (b) 단계는 상기 (a) 단계에서 수집한 예측 강우 정보를 강우-유출 시뮬레이션의 입력 정보로 이용하는 것을 특징으로 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 빗물 펌프장의 운영시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 강우시 유수지의 수위 예측과 지리정보시스템의 지리 정보를 활용한 능동적 선제 대응을 가능하게 하는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 최근 국지성 집중호우의 빈번한 발생과 도시화에 따른 도달 시간의 단축 등의 원인으로 내수침수 피해 발생이 급격히 증가하고 있다. 이러한 내수침수 피해의 경우 발생 지역이 인구 밀집의 도시 지역이라는 특성상 피해 발생 면적에 비하여 그 피해액은 상대적으로 많은 특징을 가지고 있다. 따라서 내수침수에 의한 피해를 줄이고, 안정화된 도시 내배수 시스템의 구축을 위해 90년대 중반 들어 효율적인 도시의 내수침수 방지를 위한 빗물 펌프장의 자동화 시스템이 구축되기 시작하였다.
- [0003] 빗물 펌프장에는 통합운영 자동화 시스템이 구축되어 운영되고 있으며, 관측 및 가동 기록은 자동으로 data화되어 관계 구청으로 전송되며 수위계, 수문, 운영실 등에는 CCTV가 설치되어 구청 내 종합 상황실에서 관측 및 제어가 가능하다. 또한 수위표의 실시간 관측을 통하여 기준 수위에 따른 펌프 가동이 자동화되어 있으며 중앙 통제에 따른 원격 제어가 가능하도록 시스템이 구축되어 있다.
- [0004] 현재 국내의 빗물 펌프장의 자동화 시스템에 의한 펌프 운영의 경우 기준 수위 도달 시 펌프 가동이 자동적으로 이루어지도록 프로그래밍 되어 있으나, 대부분의 펌프장이 호우 발생 시 운영자에 의한 수동 가동으로 전환되어 운영되고 있다. 이는 최근의 게릴라성 집중 호우의 증가에 따른 펌프 운영의 최우선 순위가 펌프 조기 가동 지침에 따른 운영에 기인한다. 즉, 현재의 자동운영 시스템은 유수지 수위를 기준으로 유효 수심에 따라 펌프 가동 여부가 결정되어 조기 가동이 불가능한 실정이며, 이를 위해 수동으로 펌프를 조작함에 따라 이와 같은 펌프 조기 가동 지침은 현장에 설치된 자동운영 시스템의 활용도를 떨어뜨리고 있다. 또한 호우 발생 시 강우의 강도에 따라 펌프의 예측 가동이 반드시 필요하나 이에 대한 판단을 운영자의 경험적 판단에 의존하여야 하는 문제점을 내포하고 있다. 또한 강우에 따른 유수지로의 유입량의 변화, 상류 하수 관거의 침수 위험 등은 고려하지 못하고 유수지의 수위에 따라 운영되고 있다.
- [0005] 향후 강우량 전망을 보면 오는 2100년의 강우량은 2010년에 비해 22% 정도 증가할 것으로 예측되며, 우기 시의 강우량은 이 수치보다 더 많이 증가할 것으로 예상된다. 그러나 기존의 하수도 시설은 5~30년 빈도의 강우에 대비하도록 설계되어 있어 하수도 시설의 계획 빈도를 초과하는 강우의 발생이 증가하고 있다. 실제로 최근의 강우 양상을 보면 30년 빈도를 초과거나 50년 빈도를 초과하는 횟수가 지난 1980년대에 비해서 5배 이상 증가한 것으로 나타났다. 즉, 하수도 인프라는 부족한 데 비해 강우량은 상당히 증가하고 있어, 강우로 인한 하천이나 외수의 범람으로 인한 침수 피해보다 인프라 부족에 따른 내수 침수에 의한 피해가 늘어나고 있는 실정이다.
- [0006] 하수 관거의 용량을 30년 빈도의 강우에 대응하기 위해서 늘리게 되면 빗물 펌프장도 30년 이상으로 설계 빈도를 향상시켜야 한다. 그런데 하수도 시설 기준인 설계 빈도 30년에 미달되는 빗물 펌프장이 전체 302개소 가운데 202개소로 67%에 달함에 따라 모든 펌프장을 30년 빈도의 강우에 맞춰 설계하려면 막대한 예산이 소요되는 문제가 따른다.
- [0007] 이에 따라 방대한 예산이 소요되는 펌프장 증설과 병행해 적은 예산으로도 상류 관거의 침수 위험을 감소시킬 수 있는 펌프장 최적운영 등의 비구조적인 대책이 필요하다.
- [0008] 한편, 도시에서는 기존의 하천으로 유출되어 자연스럽게 흐르던 수로가 암거화되면서 하수 관거가 내려오는 합류 지점의 경우, 관경이 넓어져야 함에도 넓어지지 않는 문제가 발생하고 있다. 또한 도시 기반 시설물에 자리를 양보하면서 C자형으로 관거가 왜곡되거나 물 흐름을 방해하는 현상이 발생하고 있다.
- [0009] 따라서 빗물 펌프장 상류 하수 관거의 매설 정보 및 관거 특성 정보를 관리하고, 관련 정보를 빗물 펌프장에서 활용할 수 있는 체계가 필요하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제2012-0022037호 (2012. 03. 09)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 것과 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 효과적인 자동화 운전을 가능하게 하

고, 선제적 대응을 가능하게 하여 펌프 설비의 우수의 년한 빈도에 따른 물리적 시설을 증대시키지 않고도 능동적 대처를 가능하게 함으로써 빗물 펌프장의 활용 효율성을 극대화시켜 비용 효과를 최대화시킬 수 있는 구조의 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 또한 본 발명은 지리정보시스템(Geographic Information System: GIS)을 활용하여 빗물 펌프장 상류 하수 관거의 매설 정보 및 관거 특성 정보를 관리하고 관련 정보를 빗물 펌프장에서 활용할 수 있도록 하며, 기상청 수치예보 자료를 연계하고 현장 여건을 최대한 반영함으로써 빗물 펌프장을 최적으로 운영할 수 있는 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위하여 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템은, 유수지에 연결되는 복수의 펌프의 동작을 제어하기 위해 상기 복수의 펌프와 전기적으로 연결되는 펌프 제어부와, 상기 유수지의 수위를 측정하기 위한 수위 센서 및 상기 유수지의 강우를 측정하기 위한 강우 센서를 포함하는 감지부와, 운영자에 의해 선택되는 운영 모드를 입력받는 입력부와, 외부로부터 지리 정보를 포함하는 외부 정보를 수신하는 통신부와, 사전 설정 정보와 상기 감지부에 의해 감지된 정보와 상기 입력부를 통해 입력된 정보와 상기 통신부를 통해 수신한 외부 정보를 저장하는 저장부와, 상기 사전 설정 정보와 상기 감지부에 의해 감지된 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행하여 상기 유수지로의 유입량 및 상기 유수지의 수위를 예측하는 시뮬레이션 예측부와, 상기 입력부를 통해 선택된 운영 모드와 상기 시뮬레이션 예측부의 예측 결과에 따라 상기 복수의 펌프에 대한 운전 방식을 결정하여 상기 펌프 제어부에 제어신호를 전송하는 통합 운영관리부와, 상기 통합 운영관리부로부터 출력 정보를 수신하고 상기 통신부를 통해 수신한 지리 정보를 기반으로 지도를 표시하여 그 지도 상에 상기 통합 운영관리부의 출력 정보를 표시하는 디스플레이부를 포함한다.

[0014] 상기 통신부는 외부의 서버로부터 예측 강우 정보를 수신하고, 상기 시뮬레이션 예측부는 상기 예측 강우 정보를 상기 강우-유출 시뮬레이션을 수행하기 위한 입력 정보로서 이용할 수 있다.

[0015] 상기 통신부는 상기 외부 정보로서 외부 서버로부터 상기 유수지 주변의 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 수신하여 상기 통합 운영관리부에 제공하고, 상기 통합 운영관리부는 상기 디스플레이부를 제어하여 상기 지리 정보를 기반으로 한 지도 상에 상기 통신부로부터 수신한 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 표시할 수 있다.

[0016] 상기 통합 운영관리부는 상기 통신부로부터 수신한 지리 정보로부터 상기 유수지 주변의 침수 취약성 상태를 분석하여 상기 디스플레이부를 통해 표시할 수 있다.

[0017] 한편, 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위하여 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영방법은, (a) 유수지에 대한 수위 정보와, 상기 유수지에서의 실제 강우 정보를 수집하는 단계와, (b) 상기 (a) 단계에서 수집한 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행하는 단계와, (c) 상기 (b) 단계의 강우-유출 시뮬레이션으로부터 상기 유수지의 수위를 예측하는 단계와, (d) 상기 (c) 단계에서 예측한 상기 유수지의 수위에 따라 상기 유수지에 연결되는 복수의 펌프에 대한 펌프 운전 방식을 결정하는 단계와, (e) 상기 (d) 단계에서 결정한 운전 방식에 따라 상기 복수의 펌프를 제어하는 단계를 포함한다.

[0018] 상기 (a) 단계는 외부의 지리정보시스템으로부터 지리 정보를 수신하는 단계를 포함하고, 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영방법은, (f) 디스플레이부를 통해 상기 (a) 단계에서 수신한 상기 지리 정보를 기반으로 지도를 표시하고 그 지도 상에 상기 복수의 펌프에 대한 상태 정보를 포함하는 빗물 펌프장의 운영 정보를 표시하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 (a) 단계는 외부 서버로부터 상기 유수지 주변의 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 (f) 단계는 상기 디스플레이부를 통해 상기 지도 상에 상기 하수관의 위치 및 그 수위 정보를 상기 빗물 펌프장의 운영 정보와 함께 표시할 수 있다.

[0020] 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영방법은, (g) 상기 (a) 단계에서 수신한 상기 지리 정보로부터 상기 유수지 주변의 침수 취약성 정보를 분석하는 단계를 더 포함하고, 상기 (f) 단계는 상기 디스플레이부를 통해 상기 (g) 단계에서 분석한 상기 유수지 주변의 침수 취약성 정보를 상기 빗물 펌프장의 운영 정보와 함께 표시할 수 있다.

[0021] 상기 (d) 단계에서 상기 펌프 운전 방식은, 상기 복수의 펌프를 용량에 상관없이 순차적으로 순환하여 운전시키는 순차 순환 제어방식과, 상기 복수의 펌프를 용량 별로 순차적으로 순환하여 운전시키는 용량별 순차 순환 제어방식과, 상기 복수의 펌프를 용량에 따라 용량이 작은 것 다음에 용량이 큰 것, 그리고 다시 용량이 작은 것

을 운전시키는 방식의 용량별 교차 순환 제어방식 중에서 선택될 수 있다.

[0022] 상기 (a) 단계는 외부 서버로부터 기상청의 예측 강우 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 (b) 단계는 상기 (a) 단계에서 수집한 예측 강우 정보를 강우-유출 시뮬레이션의 입력 정보로 이용할 수 있다.

### 발명의 효과

[0023] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 지리정보시스템의 지리 정보에 기반한 지도 상에 빗물 펌프장의 정보나, 배수 구역 현황, 관거 등 내배수 시설물 특성 정보, 지형 공간 분석을 통한 침수 취약성 정보 등을 제공함으로써, 운영자가 빗물 펌프장 및 그 주변 상황을 신속하게 확인 및 판단하고 빗물 펌프장 운영에 필요한 의사 결정을 신속 정확하게 할 수 있게 해준다.

[0024] 또한 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 기상청의 수치 예보에 따른 예측 강우를 입력 정보로 활용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행함으로써 유수지로의 유입량 예측 정확성을 높이고, 운영자가 사전 대응 시간을 추가로 확보할 수 있게 해준다. 따라서 호우에 따른 유수지로의 유입량을 예측하고 내외수위 및 수문 작동에 따라 자연 방류량을 예측함에 따라 펌프의 조기 가동을 가능하게 한다.

[0025] 또한 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 강우량과 내수위를 입력 정보로 하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행하고, 향후 유수지로의 유입량을 예측하여 펌프의 운영을 결정함으로써, 펌프의 On/Off 빈도를 줄이고 펌프의 공동현상 발생을 줄이며, 펌프를 그 용량에 따라 최적의 운영 시간으로 운전시킬 수 있다.

[0026] 또한 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 펌프에 대해 효과적인 자동화 운전을 가능하게 하고, 선제적 대응을 가능하게 하여 펌프 설비의 우수의 년한 빈도에 따른 물리적 시설을 증대시키지 않고 고도 능동적 대처를 가능하게 함으로써 빗물 펌프장의 활용 효율성을 극대화시켜 비용 효과를 최대화시킬 수 있다.

[0027] 또한 본 발명은 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 기설치된 빗물 펌프장의 자동 운영 시스템과 연계됨으로써, 기존 자동운영 시스템의 활용도를 높일 수 있으며, 빗물 펌프장 증설에 비해 훨씬 적은 예산으로 새로운 시스템 설비의 장착에 의한 예산의 효율적 집행을 가능하게 한다. 따라서 본 발명은 기존의 자동 운영시스템과는 차별화된 기능을 바탕으로 펌프 시설의 증대를 하지 않고도 치수방재 효과를 거둘 수 있어 치수 방재사업에 적극 활용 가능하며, 궁극적으로 시민의 재산과 인명 피해를 최소화하는데 활용될 수 있다.

[0028] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템을 개략적으로 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템의 유수지 수위 예측 결과를 나타낸 예시적인 그래프이다.

도 3 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템에 구비되는 디스플레이부를 통해 표시되는 출력 화면들을 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템의 프로그램 기본 운영 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템의 운영방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하에서는 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템을 개략적으로 나타낸 구성도이다.

- [0032] 도 1에 나타난 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템(100)은 감지부(110)와, 입력부(115)와, 통신부(120)와, 통합 운영관리부(130)와, 저장부(135)와, 시뮬레이션 예측부(140)와, 펌프 제어부(145)와, 디스플레이부(150)를 포함한다. 이러한 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템(100)은 강우량과 빗물 펌프장의 유수지의 내수위를 입력 정보로 하여 시뮬레이션 예측부(140)를 통해 강우-유출 시뮬레이션을 수행하고, 이로부터 향후 유수지로의 유입량을 예측함으로써 유수지에 연결된 복수의 펌프에 대한 적절한 운영 모드를 결정한다.
- [0033] 감지부(110)는 유수지의 수위를 측정하기 위한 수위 센서(111)와, 유수지에서의 실제 강우량을 측정하기 위한 강우 센서(112)를 포함한다. 수위 센서(111)는 유수지의 내수위를 측정하여 이를 통합 운영관리부(130)에 전송한다. 강우 센서(112)는 유수지 및 스마트 빗물 펌프장이 관할하는 복수의 소유역으로 구성되는 유역에서의 실제 강우량을 측정하여 이를 통합 운영관리부(130)로 전송한다. 수위 센서(111) 및 강우 센서(112)의 측정값은 유선 또는 무선 등 다양한 정보 전송 수단을 통해 통합 운영관리부(130)로 전송될 수 있다.
- [0034] 입력부(115)는 운영자에 의해 선택되는 운영 모드를 입력받아 그 입력 정보를 통합 운영관리부(130)에 전송한다. 입력부(115)는 키보드나 터치 스크린, 조작 패널 등의 다양한 입력 방식을 채용한 장치가 이용될 수 있다. 입력부(115)를 통한 입력 정보로는 운영 모드나 사전 설정 정보 등 빗물 펌프장의 운영에 필요한 다양한 정보가 될 수 있다.
- [0035] 운영 모드는 크게 자동 모드와 수동 모드로 구분될 수 있다. 자동 모드는 복수의 펌프가 통합 운영관리부(130)에 의해 자동으로 제어되는 운영 모드이고, 수동 모드는 복수의 펌프가 운영자의 판단에 의해 수동으로 제어되는 운영 모드이다. 자동 모드는 실시간 가동 모드와 조기 가동 모드로 구분될 수 있다. 실시간 가동 모드는 종래의 통합운영 자동화 시스템의 운영 방식과 같이 유수지의 수위가 기준 수위에 도달하면 펌프들을 자동으로 제어하는 운영 방식이다. 그리고 조기 가동 모드는 호우나 돌발 홍수 등에 의해 유수지의 수위가 급격하게 증가할 것으로 예상되는 등의 이유로 펌프들을 조기에 가동해야 할 경우, 유수지의 예측 수위에 따라 펌프들을 자동으로 제어하는 운영 방식이다.
- [0036] 통신부(120)는 외부 서버로부터 외부 정보를 수신하여 통합 운영관리부(130)에 전송한다. 통신부(120)가 수신하는 외부 정보로는 예측 강우 정보와, 지리 정보와, 하수관 정보가 있다. 통신부(120)로부터 이러한 외부 정보를 수신하여 분석하고 가공함으로써, 강우에 따른 유수지 수위를 더욱 정확하게 예측할 수 있고, 운영자에게 보고 판단하기 좋은 정보를 제공할 수 있다.
- [0037] 예측 강우 정보는 온라인 상에서 기상청으로부터 제공받을 수 있다. 기상청의 오픈 API를 수신하여 정보 추출부(125)를 통해 특정 데이터 항목을 추출함으로써 이를 강우-유출 시뮬레이션의 입력 정보로 활용할 수 있다. 지리 정보는 온라인 상에서 지리정보시스템으로부터 획득할 수 있다. 수신한 지리 정보를 기반으로 디스플레이부(150)를 통해 지도를 표시하고 그 지도 상에 빗물 펌프장의 위치나 빗물 펌프장 주변의 배수지역, 또는 하수관 정보를 표시해두면 운영자가 빗물 펌프장과 그 주변 상황을 쉽게 파악할 수 있고, 빗물 펌프장 운영에 대한 더욱 정확한 판단을 할 수 있다.
- [0038] 하수관 정보는 온라인 상에서 정부 기관이나, 지방자치단체, 공공 기관 등에서 운영하는 외부 서버로부터 제공받을 수 있다. 외부 서버로부터 제공받는 하수관 정보로부터 빗물 펌프장 주변의 관망 레이어를 생성하여 디스플레이부(150)를 통해 표시되는 지도 상에 표시할 수 있다. 하수관 정보로는 하수관의 위치와 하수관 수위 등에 될 수 있다. 이러한 하수관 정보는 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션을 위한 기초 자료 또는 검증 자료로 활용함으로써 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션 정확도를 높일 수 있다.
- [0039] 통신부(120)를 통해 외부로부터 수신하는 외부 정보는 정보 추출부(125)를 통해 필요한 정보로 가공되거나 추출된 후 통합 운영관리부(130)로 전송되거나, 직접 통합 운영관리부(130)에 제공될 수 있다. 정보 추출부(125)는 통신부(120)가 수신한 예측 강우 정보와, 지리 정보와, 하수관 정보로부터 해당 빗물 펌프장의 운영에 필요한 정보만을 추출하거나 가공하여 통합 운영관리부(130)에 전달한다.
- [0040] 통합 운영관리부(130)는 감지부(110)와, 입력부(115)와, 통신부(120)와, 정보 추출부(125)와 통신하여 이들로부터 정보를 수신하고 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템의 전반적인 동작을 제어한다. 통합 운영관리부(130)가 수신하는 정보는 저장부(135)에 저장되고, 저장부(135)에 저장된 정보는 통합 운영관리부(130)에 제공된다. 통합 운영관리부(130)는 시뮬레이션 예측부(140)가 강우-유출 시뮬레이션을 수행하는데 필요한 정보를 시뮬레이션 예측부(140)에 제공하고, 시뮬레이션 예측부(140)가 수행한 강우-유출 시뮬레이션의 정보를 시뮬레이션 예측부(140)로부터 수신하여 복수의 펌프에 대한 펌프 운전 방식을 결정한다. 또한 통합 운영관리부(130)는 디스플레이

이부(150) 및 수문 제어부(170)의 동작을 제어한다. 수문 제어부(170)는 유수지에 설치되는 유입 수문 또는 방류 수문의 개폐 동작을 제어하기 위한 것이다.

[0041] 통합 운영관리부(130)는 입력부(115)를 통해 선택된 운영 모드와 시뮬레이션 예측부(140)의 예측 결과에 따라 펌프 운전 방식을 결정하여 펌프 제어부(145)에 제어신호를 송신한다. 입력부(115)를 통해 수동 모드가 선택되는 경우 통합 운영관리부(130)는 복수의 펌프가 운영자에 의해 수동으로 운전되도록 한다. 그리고 입력부(115)를 통해 자동 모드가 선택되면 통합 운영관리부(130)는 복수의 펌프가 설정된 펌프 운전 방식에 따라 자동으로 운전되도록 한다. 빗물 펌프장이 자동 모드로 운영되는 중에, 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션 결과로부터 유수지의 수위가 급격하게 증가할 것으로 예상되는 등 펌프들의 조기 가동이 필요한 것으로 판단된 경우, 통합 운영관리부(130)는 빗물 펌프장을 조기 가동 모드로 운영한다.

[0042] 조기 가동 모드에서 통합 운영관리부(130)는 펌프 운전 방식을 결정하여 복수의 펌프를 유수지의 예측 수위에 따라 운전시킨다. 펌프 운전 방식으로는 순차 순환 제어방식과, 용량별 순차 순환 제어방식과, 용량별 교차 순환 제어방식이 있다. 종래의 빗물 펌프장에서는 운영자의 편의 등을 위해 하나의 펌프 가동 방식(각 호기별 고정 순차 작동, 각 호기별 순환 작동 등)으로 복수의 펌프를 운전하였다. 그러나 빗물 펌프장의 내수배제 효율을 높이기 위해서는 빗물 펌프장의 특성이나 빗물 펌프장에 구비되는 펌프의 용량 또는 특성을 고려하여 예보된 호우 사상의 규모나 지속 기간 등에 따라 탄력적인 펌프 운영이 필요하다. 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템은 예측되는 유수지 내수지 변화 등에 따라 순차 순환 제어방식과, 용량별 순차 순환 제어방식과, 용량별 교차 순환 제어방식 중 선택된 방식으로 복수의 펌프를 운전시킴으로써 빗물 펌프장의 내수배제 효율을 극대화할 수 있다.

[0043] 순차 순환 제어방식은 복수의 펌프를 용량에 상관없이 순차적으로 순환하여 운전시키는 방식이다. 예를 들어, 빗물 펌프장에 용량이 상대적으로 작은 3대의 펌프(1호기, 2호기, 3호기)와 용량이 상대적으로 큰 2대의 펌프(4호기, 5호기)가 구비된다고 가정할 경우, 순차 순환 제어방식에서는 복수의 펌프를 용량에 상관없이 사전에 정해놓은 순서에 따라 순차적으로 순환 운전시킨다. 즉, 첫 번째 강우시 1호기-2호기-3호기-4호기-5호기 순서로 운전시키고, 두 번째 강우시 2호기-3호기-4호기-5호기-1호기 순서로 운전 시키며, 세 번째 강우시 3호기-4호기-5호기-1호기-2호기 순서로 운전 시킨다. 이러한 순차 순환 제어방식은 일정 펌프 호기가 다른 펌프에 비해 반복 또는 집중적으로 운전되는 것을 방지함으로써 각각의 펌프에 대한 운전 부하를 줄여줄 수 있다.

[0044] 용량별 순차 순환 제어방식은 복수의 펌프를 용량 별로 순차적으로 순환하여 운전시키는 방식이다. 예를 들어, 빗물 펌프장에 용량이 상대적으로 작은 3대의 펌프(1호기, 2호기, 3호기)와 용량이 상대적으로 큰 2대의 펌프(4호기, 5호기)가 구비된다고 가정할 경우, 용량별 순차 순환 제어방식에서는 펌프의 용량에 따라 작은 용량의 펌프가 우선적으로 먼저 가동되고, 후에 큰 용량의 펌프가 가동되도록 한다. 즉, 첫 번째 강우시 1호기-2호기-3호기-4호기-5호기 순서로 운전시키고, 두 번째 강우시 2호기-3호기-1호기-5호기-4호기 순서로 운전시키며, 세 번째 강우시 3호기-1호기-2호기-4호기-5호기 순서로 운전시킨다. 이러한 용량별 순차 순환 제어방식은 일정 펌프 호기가 다른 펌프에 비해 반복 또는 집중적으로 운전되는 것을 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 작은 용량의 펌프가 먼저 운전되도록 함으로써 펌프의 on/off 동작 빈도를 줄여줄 수 있다.

[0045] 용량별 교차 순환 제어방식은 복수의 펌프를 용량 별로 교차식으로 순환하여 운전시키는 방식이다. 즉, 용량별 교차 순환 제어방식에서는 복수의 펌프를 용량에 따라 용량이 작은 것 다음에 용량이 큰 것, 그리고 다시 용량이 작은 것이 운전되도록 복수의 펌프를 제어한다. 빗물 펌프장에 용량이 상대적으로 작은 3대의 펌프(1호기, 2호기, 3호기)와 용량이 상대적으로 큰 2대의 펌프(4호기, 5호기)가 구비된다고 가정할 경우, 용량별 교차 순환 제어방식에서는 복수의 펌프를 각 용량 별로는 순차 순환식으로 가동시키지만, 각 호기 별로 작은 용량 다음에 큰 용량 그 다음 다시 작은 용량의 펌프 순서로 복수의 펌프가 용량에 따라 교차적으로 가동되도록 한다.

[0046] 용량별 교차 순환 제어방식에서 기계적인 부하를 줄이기 위해 용량이 작은 펌프를 먼저 운전시킨다. 즉, 첫 번째 강우시 1호기-4호기-2호기-5호기-3호기 순서로 가동시키고, 두 번째 강우시 2호기-5호기-3호기-4호기-1호기 순서로 가동시키며, 세 번째 강우에서 3호기-4호기-1호기-5호기-2호기 순서로 가동시킨다. 이러한 용량별 교차 순환 제어방식은 일정 펌프가 다른 펌프에 비해 반복 또는 집중적으로 운전되는 것을 방지할 수 있다. 또한 개별 펌프 별로 작은 용량의 펌프가 먼저 운전되지만, 전체적으로는 작은 용량의 펌프와 큰 용량의 펌프가 교번적으로 운전됨에 따라 기계 부하를 증가시키지 않으면서 내수배제 효과를 극대화 할 수 있다.

[0047] 통합 운영관리부(130)는 통신부(120)로부터 수신한 지리 정보로부터 유수지 주변의 침수 취약성 정보를 분석하여 디스플레이부(150)를 통해 표시할 수도 있다. 통합 운영관리부(130)는 침수 취약성 정보로서 침수취약 지역과 과거 침수 지역을 구분하여 디스플레이부(150)에 표시되는 지도 상에 나타낼 수 있다. 침수취약 지역의 경우

통합 운영관리부(130)는 지리 정보의 지형 분석을 통해 강우 빈도에 따른 침수 위험 지역을 레이어로 표출할 수 있다. 즉, 빗물 펌프장 유역에 대한 경사 분석, 범람수 흐름 분석을 통해 빈도별 강우에 따른 범람수의 흐름을 분석하여 침수 가능 지역을 산정하여 지도 상에 레이어로 구분하여 나타내거나, 과거의 침수 정보를 기반으로 침수 기간, 침수 위치, 침수 범위 등에 대한 정보를 레이어로 구분하여 지도 상에 나타낼 수 있다.

[0048] 이렇게 디스플레이부(150)에 표시되는 지도 상에 침수 취약성 정보를 나타내주면, 강우시 운영자가 빗물 펌프장 주변에 대한 침수 가능성을 신속하게 판단하여 빗물 펌프장의 운영을 결정할 수 있다. 그리고 이를 통해 빗물 펌프장 유역의 침수 위험을 줄일 수 있다.

[0049] 저장부(135)는 사전 설정 정보와, 감지부(110)에 의해 감지된 정보와, 입력부(115)를 통해 입력된 정보와, 통신부(120)를 통해 수신한 외부 정보와, 통합 운영관리부(130)가 만들어내는 정보를 저장하고, 필요시 통합 운영관리부(130)에 정보를 제공한다. 저장부(135)에 저장되는 사전 설정 정보는 빗물 펌프장의 운영을 위한 각종 정보로서 유역 데이터 및 우수 관거망 데이터를 포함할 수 있다. 유역 데이터로는 해당 빗물 펌프장이 관할하는 유역에 대한 유역 면적과, 유역을 구성하는 복수의 소유역에 대한 소유역 폭과, 지면 경사, 매닝(Manning) 조도 계수 등을 포함할 수 있다. 우수 관거망 데이터로는 해당 빗물 펌프장에 연계되는 우수 관거의 길이, 조도 계수, 직경, 경사 및 단면 크기 등을 포함할 수 있다. 이러한 사전 설정 정보는 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션의 입력 정보로 사용될 수 있다. 그리고 유역 데이터나 우수 관거망 데이터는 디스플레이부(150)에 표시되는 지도 상에 표시될 수 있다.

[0050] 시뮬레이션 예측부(140)는 저장부(135)에 저장된 사전 설정 정보와, 감지부(110)에 의해 감지된 정보와, 통신부(120)를 통해 수신한 외부 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행함으로써, 유수지로의 유입량 및 유수지의 수위를 예측한다. 시뮬레이션 예측부(140)는 통합 운영관리부(130)와 통신하면서, 통합 운영관리부(130)의 제어신호에 따라 유수지로의 빗물의 예측 유입량과 유수지의 수위를 연산하여 통합 운영관리부(130)로 전달함으로써 통합 운영관리부(130)가 운영 모드와 펌프 운전 방식을 결정하도록 한다. 시뮬레이션 예측부(140)가 강우-유출 시뮬레이션을 수행할 때 입력 정보로서의 강우 정보는 감지부(110)가 감지한 실제 강우량과, 통신부(120)를 통해 기상청으로부터 제공받은 예측 강우량과, 시뮬레이션 모드의 확률 강우(예컨대, Huff 1~4분위, 지속시간 30, 60, 90, 120min) 중에서 선택될 수 있다. 시뮬레이션 모드의 확률 강우는 입력부(115)를 통해 저장부(135)에 미리 저장될 수 있다. 강우-유출 시뮬레이션을 수행할 때 강우 정보는 운영자에 의해 선택될 수 있다. 그리고 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션 결과는 도 2에 나타난 것과 같은 그래프로서 디스플레이부(150)에 표시될 수 있다. 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션 모델로는 다양한 프로그램(예컨대, EPA-SWMM(United States Environmental Protection Agency-Storm Water Management Model))이 이용될 수 있다.

[0051] 펌프 제어부(145)는 복수의 펌프의 동작을 제어하기 위해 복수의 펌프와 전기적으로 연결되며, 통합 운영관리부(130)로부터 제어신호를 전송받아 복수의 펌프를 제어한다.

[0052] 디스플레이부(150)는 통합 운영관리부(130)로부터 출력 정보를 수신하여 그 출력 정보를 표시한다. 디스플레이부(150)는 통합 운영관리부(130)에 의해 제어되어 통신부(120)를 통해 수신한 지리 정보를 기반으로 지도를 표시한다. 디스플레이부(150)에 표시되는 지도 상에는 해당 빗물 펌프장의 위치와 빗물 펌프장의 펌프 운전 상태, 하수관의 위치 및 그 수위 정보, 유수지 주변의 침수 취약성 상태 등 운영자가 빗물 펌프장을 운영하는데 필요한 다양한 정보가 표시된다.

[0053] 디스플레이부(150)의 출력 화면은 운영자가 쉽게 인지할 수 있는 그래픽 기반의 화면으로 구성될 수 있다. 예컨대, 디스플레이부(150)는 도 3 내지 도 5에 나타난 것과 같은 출력 화면을 표시할 수 있다.

[0054] 도 3에 나타난 출력 화면은 그래픽 출력부(151)와, 텍스트 표시부(152)와, 펌프 상태 표시부(153)와, 수위 출력부(154)와, 수문 정보 표시부(155)를 포함하는 화면이다. 텍스트 표시부(152)에는 강우량, 외수위, 내수위, 예측 내수위, 펌프 토출량 등의 정보가 텍스트 형태로 표시될 수 있다. 펌프 상태 표시부(153)에는 펌프들의 동작 상태가 표시될 수 있다. 이 밖에, 출력 화면에는 각종 선택 버튼이나 출력 모드 전환 버튼 등이 표시될 수도 있다.

[0055] 도 4에 나타난 출력 화면은 지도 표시부(156)와, 텍스트 표시부(157)와, 펌프 상태 표시부(158)와, 수문 정보 표시부(159)를 포함하는 화면이다. 지도 표시부(156)에는 수신한 지리 정보를 기반으로 한 지도와, 빗물 펌프장의 위치, 하수관의 위치 및 그 수위 정보, 유수지 주변의 침수 취약성 상태 등의 정보가 표시될 수 있다. 텍스트 표시부(157)에는 관측 내수위, 관측 외수위, 펌프 토출량, 예측 내수위 등의 정보가 표시될 수 있다.

- [0056] 도 5에 나타난 출력 화면은 지도 표시부(160)와 복수의 팝업창(161)(162)(163)(164)으로 구성된 화면이다. 지도 표시부(160)에는 수신한 지리 정보를 기반으로 한 지도와, 빗물 펌프장의 위치, 하수관의 위치 및 그 수위 정보, 유수지 주변의 침수 취약성 상태 등의 정보가 표시될 수 있다. 복수의 팝업창(161)(162)(163)(164)에는 기상 정보, 빗물 펌프장 현황, 펌프 상태 등의 정보가 표시될 수 있다.
- [0057] 이하에서는 상술한 것과 같은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템을 이용한 스마트 빗물 펌프장의 운영방법에 대하여 설명한다.
- [0058] 도 6에 나타난 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템은 강우량, 내수위, 운영 Operation Rule, 펌프 Rotation Rule 등을 입력 정보로 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행함으로써 유수지로의 유입량과 유수지의 수위를 예측하고, 펌프 가동 여부 등을 출력값으로 도출한다.
- [0059] 더욱 구체적으로, 도 7을 참조하면 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영방법은 정보 수집 단계(S10)와, 강우-유출 시뮬레이션 수행 단계(S20)와, 운영 모드 결정 단계(S30)와, 펌프 제어 단계(S40)를 포함한다.
- [0060] 먼저, 정보 수집 단계(S10)에서는 감지부(110)로부터 유수지에 대한 수위 정보 및 유수지에서의 실제 강우 정보를 수집하고, 통신부(120)를 통해 예측 강우 정보나 하수관 정보를 수집한다. 이 단계에서, 통신부(120)를 통해 수신되는 외부 정보는 정보 추출부(125)에 의해 추출되거나 가공된 후 통합 운영관리부(130)에 제공될 수 있다.
- [0061] 다음으로, 강우-유출 시뮬레이션 수행 단계(S20)는 수집된 정보를 이용하여 시뮬레이션 예측부(140)가 강우-유출 시뮬레이션을 수행하는 단계이다. 시뮬레이션 예측부(140)가 강우-유출 시뮬레이션을 수행할 때, 운영자는 감지부(110)가 감지한 실제 강우량과, 기상청으로부터 제공받은 예측 강우량과, 시뮬레이션 모드의 확률 강우 중에서 하나를 입력 정보로서의 강우 정보로 선택할 수 있다. 시뮬레이션 예측부(140)는 저장부(135)에 저장된 사전 설정 정보와, 감지부(110)에 의해 감지된 정보와, 통신부(120)를 통해 수신한 외부 정보를 이용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행함으로써, 유수지로의 유입량 및 유수지의 수위를 예측한다. 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션 결과는 도 2에 나타난 것과 같은 그래프로서 디스플레이부(150)에 표시될 수 있다.
- [0062] 강우-유출 시뮬레이션은 시간 단계(time step)별로 이루어질 수 있다. 1단계에서는 현재까지의 강우량과 유수지 수위를 사용하여 시뮬레이션 예측부(140)가 강우-유출 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 그리고 1단계~2단계 동안 유수지로의 유입량과 자연 방류량이 결정될 수 있고, 이를 바탕으로 2단계에서 유수지 수위가 예측될 수 있다. 이러한 일련의 과정은 실시간으로 이루어질 수 있도록 설계되며, 이전 단계에서 계산한 유수지 수위는 매 단계에서 관측값으로 보정되어 강우-유출 시뮬레이션의 계산 오차로 인한 유수지로의 유입량 차이를 최소화할 수 있다.
- [0063] 운영 모드 결정 단계(S30)에서는 예측된 유수지의 수위에 따라 운영 모드를 결정한다. 여기에서, 운영 모드로는 실시간 가동 모드와 조기 가동 모드가 있으며, 통합 운영관리부(130)가 실시간 가동 모드와 조기 가동 모드 중에서 선택한다. 즉, 통합 운영관리부(130)는 시뮬레이션 예측부(140)의 강우-유출 시뮬레이션 결과로부터 유수지의 수위가 급격하게 증가할 것으로 예상되는 등 펌프들의 조기 가동이 필요한 것으로 판단된 경우에 조기 가동 모드를 선택하고, 그렇지 않을 경우 실시간 가동 모드를 선택한다.
- [0064] 또한 운영 모드 결정 단계(S30)에서 통합 운영관리부(130)는 조기 가동 모드가 선택될 경우 펌프 운전 방식을 결정한다. 펌프 운전 방식은 앞서 설명한 것과 같은 순차 순환 제어방식과, 용량별 순차 순환 제어방식과, 용량별 교차 순환 제어방식 중에서 선택된다.
- [0065] 이러한 운영 모드 결정 단계(S30) 이후, 통합 운영관리부(130)는 결정된 운영 모드와 펌프 운전 방식에 따라 제어신호를 펌프 제어부(145)에 전달하고, 펌프 제어부(145)는 수신한 제어신호에 따라 복수의 펌프를 제어한다.
- [0066] 또한 통합 운영관리부(130)는 디스플레이부(150)를 제어하여 디스플레이부(150)를 통해 지리 정보를 기반으로 지도를 표시하고, 해당 빗물 펌프장의 위치와 빗물 펌프장의 펌프 운전 상태, 하수관의 위치 및 그 수위 정보, 유수지 주변의 침수 취약성 상태 등 운영자가 빗물 펌프장을 운영하는데 필요한 다양한 정보 표시한다. 이때, 디스플레이부(150)는 도 3 내지 도 5와 같은 출력 화면을 출력할 수 있다.
- [0067] 상술한 것과 같이, 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 지리정보시스템의 지리 정보에 기반한 지도 상에 빗물 펌프장의 정보나, 배수 구역 현황, 관거 등 내배수 시설물 특성 정보, 지형 공간 분석을 통한 침수 취약성 정보 등을 제공함으로써, 운영자가 빗물 펌프장 및 그 주변 상황을 신속하게 확인 및 판단하고 빗물 펌프장 운영에 필요한 의사 결정을 신속 정확하게 할 수 있게 해준다.

[0068] 또한 본 발명의 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은 기상청의 수치 예보에 따른 예측 강우를 입력 정보로 활용하여 강우-유출 시뮬레이션을 수행함으로써 유수지로의 유입량 예측 정확성을 높이고, 운영자가 사전 대응 시간을 추가로 확보할 수 있게 해준다. 따라서 호우에 따른 유수지로의 유입량을 예측하고 내외수위 및 수문 작동에 따라 자연 방류량을 예측함에 따라 펌프의 조기 가동을 가능하게 한다.

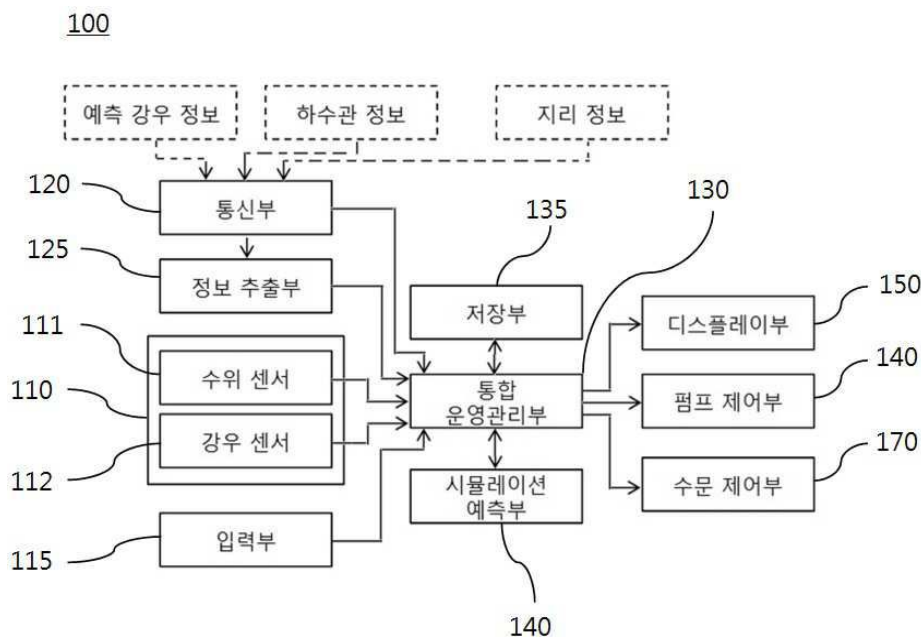
[0069] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템 및 운영방법은, 지리정보시스템의 지리 정보에 기반한 지도를 표시하고 이에 빗물 펌프장의 운영에 필요한 다양한 정보를 표시함으로써 운영자가 빗물 펌프장 및 그 주변 상황을 신속하게 확인 및 판단하고 빗물 펌프장 운영에 필요한 의사 결정을 신속 정확하게 할 수 있도록 하는 구조를 이루는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.

## 부호의 설명

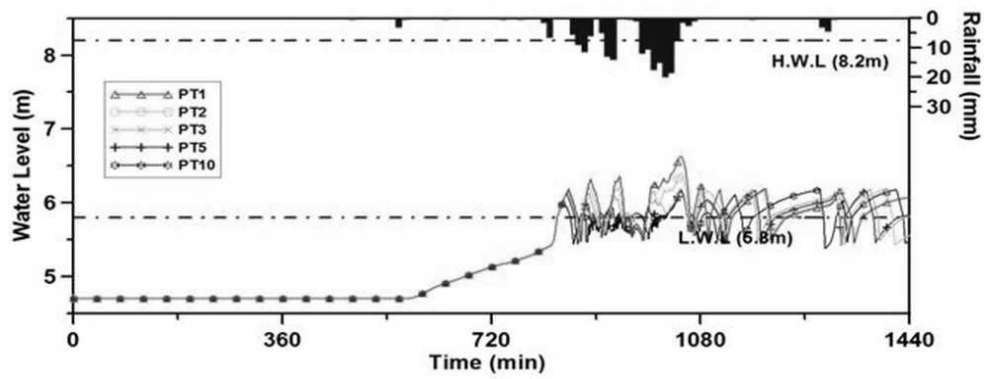
[0070] 100... 스마트 빗물 펌프장의 운영시스템  
 110...감지부 111...수위 센서  
 112...강우 센서 115...입력부  
 120...통신부 125...정보 추출부  
 130...통합 운영관리부 135...저장부  
 140...시뮬레이션 예측부 145...펌프 제어부  
 150...디스플레이부 151...그래픽 출력부  
 152, 157...텍스트 표시부 153, 158...펌프 상태 표시부  
 154...수위 출력부 155, 159...수문 정보 표시부  
 156, 160...지도 표시부 161~164...팝업창

## 도면

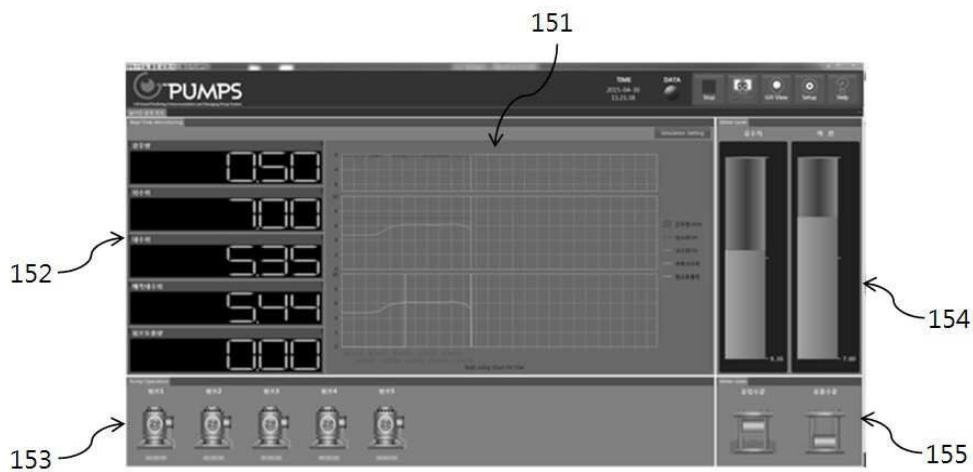
### 도면1



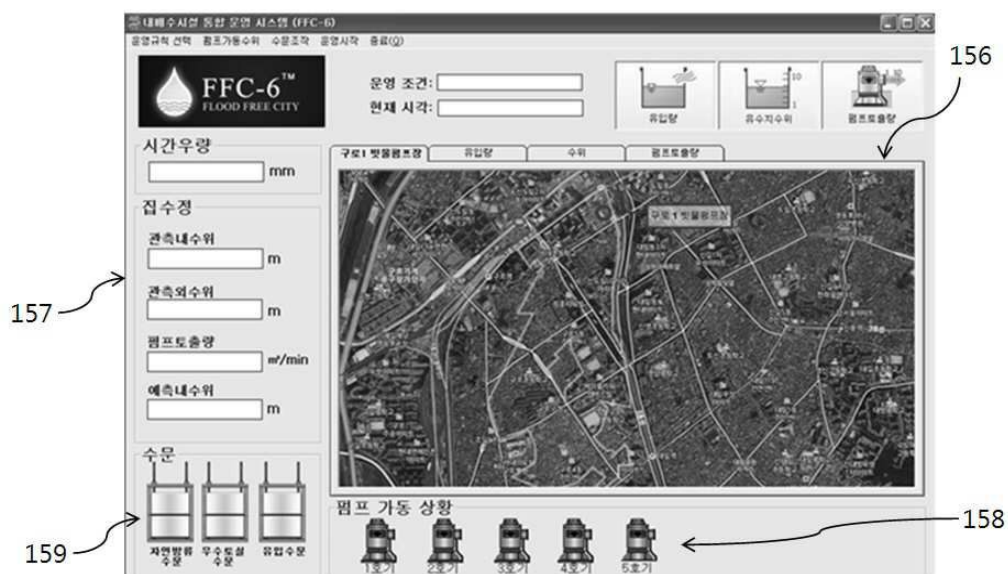
도면2



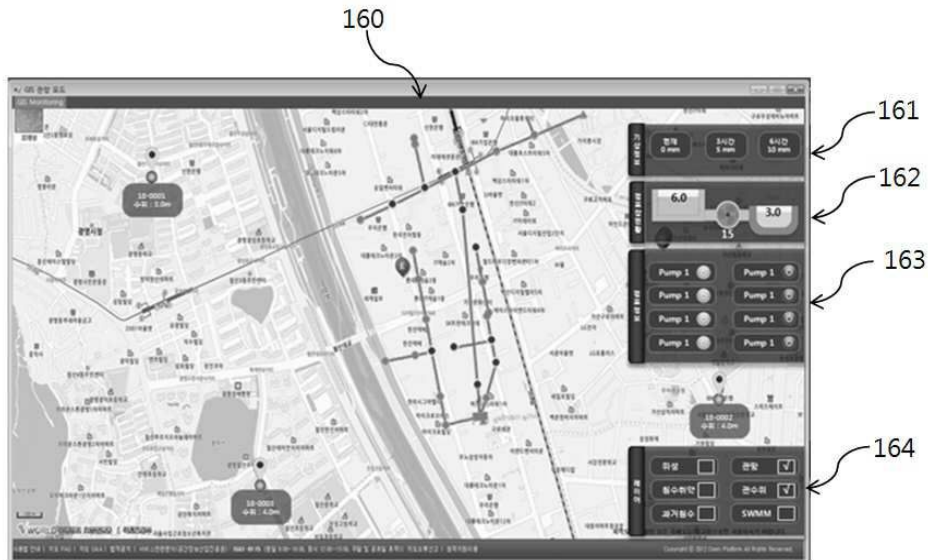
도면3



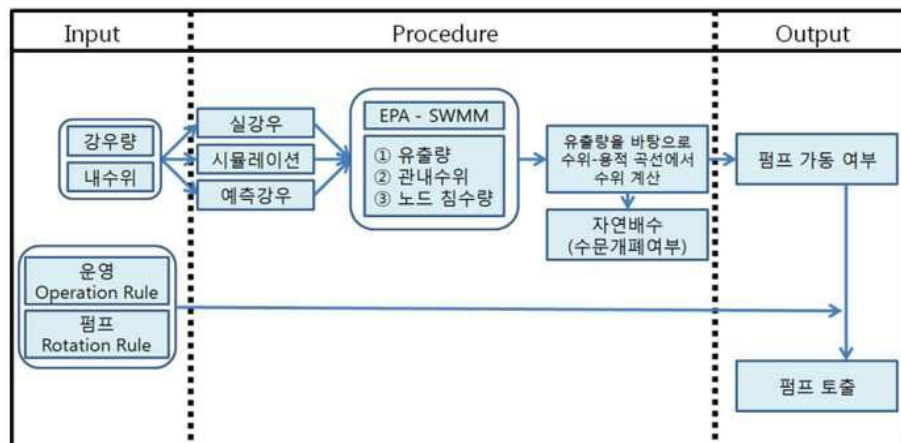
도면4



도면5



도면6



도면7

