(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 2 월 2 일 (02.02.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/008767 A1

(51) 국제특허분류:
G06Q 50/06 (2012.01) *G06F 17/10* (2006.01)
G06Q 10/04 (2012.01) *F04D 27/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/009791

(22) 국제출원일: 2022 년 7 월 6 일 (06.07.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0099129 2021 년 7 월 28 일 (28.07.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울특별시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

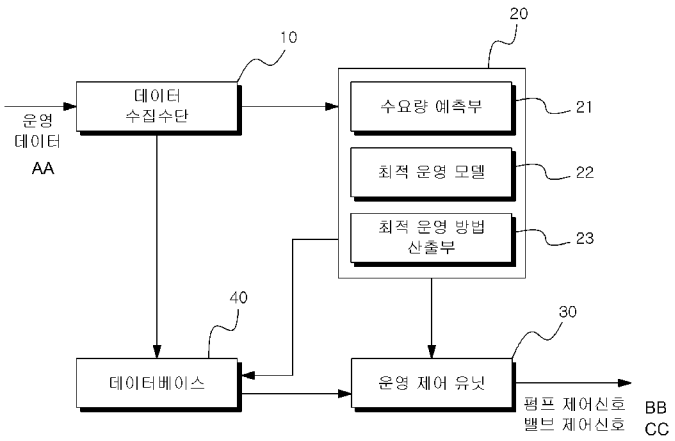
(72) 발명자: 정동휘 (**JUNG, Dong Hwi**); 02828 서울특별시 성북구 북악산로 844, 109-903(돈암동, 브라운스톤돈암아파트), Seoul (KR). 김중훈 (**KIM, Joong Hoon**); 02803 서울특별시 성북구 종암로25길 30, 106-302(종암동, 삼성래미안아파트), Seoul (KR). 민경원 (**MIN, Kyoung Won**); 01755 서울특별시 노원구 동일로214길 21, 415-907(상계동, 상계주공4단지아파트), Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 제나 (**ZENA PATENT LAW FIRM**); 06739 서울특별시 서초구 남부순환로 2640-11, 402호 (양재동, 단성빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** SYSTEM AND METHOD FOR PUMP OPERATION OF WATER SUPPLY PIPE NETWORK

(54) **발명의 명칭:** 상수도 관망의 펌프 운영 시스템 및 방법



10 ... Data collection means
21 ... Demand prediction unit
22 ... Optimal operation model
23 ... Optimal operation method calculation unit
30 ... Operation control unit
40 ... Database
AA ... Operation data
BB ... Pump control signal
CC ... Valve control signal

(57) **Abstract:** The present invention relates to a system and method for pump operation of a water supply pipe network, the system comprising: a data collection means for collecting operation data from a data measurement means installed in a water supply pipe network; an optimization unit for calculating an optimal operation method with respect to operation of each of a plurality of pumps installed in the water supply pipe network on the basis of the collected operation data; and an operation control unit for operating each of the plurality of pumps by using the calculated optimal operation methods, wherein the optimization unit includes: a demand prediction unit for predicting water demand with respect to the water supply pipe network on the basis of the collected operation data; an optimal operation model having an objective function which includes a robustness index quantifying an endurable degree of the

WO 2023/008767 A1

[다음 쪽 계속]

KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

water supply pipe network according to a change of the water demand; and an optimal operation method calculation unit for calculating an optimal solution with respect to a rotation speed or whether to operate each of the pumps by performing a simulation through the optimal operation model.

(57) 요약서: 본 발명은, 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단으로부터 운영 데이터를 수집하는 데이터 수집 수단과; 수집된 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출하는 최적화 유닛; 및 도출된 상기 최적 운영 방법으로 복수개의 상기 펌프를 각각 작동시키는 운영 제어 유닛;을 포함하고, 상기 최적화 유닛은, 수집된 상기 운용 데이터를 근거로 상기 상수도 관망에 대한 용수 수요량을 예측하는 수요 예측부와; 상기 용수 수요량의 변동에 따라 상기 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 강건성 지표를 포함하는 목적 함수를 갖는 최적 운영 모델; 및 상기 최적 운영 모델을 통한 시뮬레이션을 수행하여 상기 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도에 대한 최적해를 산출하는 최적 운영 방법 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템 및 방법에 관한 것이다.

명세서

발명의 명칭: 상수도 관망의 펌프 운영 시스템 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 상수도 관망의 운영에 있어서 단기간 수요량의 변화에 실시간으로 대응하면서 장기간 시스템 운영 비용을 절감할 수 있는 상수도 관망의 펌프 운영 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 상수도 관망은 수요자가 필요로 하는 양의 물을 시간대에 관계없이 안정적으로 공급하는 역할을 하며, 물의 안정적인 공급을 위해서는 충분한 수압과 수질의 확보가 필수적으로 필요하다.

[4] 상수도 관망의 운영은 많은 에너지가 소요되는 작업으로, 특히 용수의 가압을 위한 펌프 및 수압 및 용수의 흐름을 조절하기 위한 밸브에 많은 에너지가 소요된다. 따라서, 상수도 관망의 효율적인 운영을 위해서는 단기간 수요량의 변화에 실시간으로 대응하면서 장기간 에너지 사용을 최소화하여 시스템 운영 비용을 절감할 수 있는 최적 운영 모형의 개발이 필요하다.

[5] 초기의 상수도 관망 시스템의 운영은 숙련된 운영자가 수년간의 경험과 판단으로 펌프와 밸브의 작동 여부를 결정하였다. 이러한 경험적 해석법은 추가적인 조항을 만들거나 기존 조항을 변경하는데 용이한 장점이 있으나, 최적이 아닌 해를 구하는 경우가 많고 적정해를 구하는데 아주 많은 시간을 요구하게 되는 단점이 있다.

[6] 이후, 객관적이고 논리적인 최적해 탐색을 위해 수학적 접근 방식을 사용하게 되었으며, 이러한 수학적 접근 방식으로 선형 계획법, 비선형 계획법, 동적 계획법 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 시스템의 모든 요소를 수식으로 간단하게 표현할 수 있는 소규모 시스템에 적합한 방법들이며, 많은 개수의 절점과 관로를 갖는 상수도 관망에 대한 적용에 있어서는 한계가 있다.

[7]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로서, 상수도 관망의 운영 최적화에 메타 휴리스틱 기법을 활용하여 불확실한 수요량 변동에 있어서 안정적인 용수 공급이 가능하고, 주어진 기간 동안의 에너지 사용량을 최소화하는 최적의 펌프 운용 스케쥴을 실시간으로 제공할 수 있는 펌프 운영 시스템 및 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

[9] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본

발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[10]

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단으로부터 운영 데이터를 수집하는 데이터 수집 수단과; 수집된 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출하는 최적화 유닛; 및 도출된 상기 최적 운영 방법으로 복수개의 상기 펌프를 각각 작동시키는 운영 제어 유닛;을 포함하고. 상기 최적화 유닛은, 수집된 상기 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망에 대한 용수 수요량을 예측하는 수요 예측부와; 상기 용수 수요량의 변동에 따라 상기 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 강건성 지표를 포함하는 목적 함수를 갖는 최적 운영 모델; 및 상기 최적 운영 모델을 통한 시뮬레이션을 수행하여 상기 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도에 대한 최적해를 산출하는 최적 운영 방법 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템이 개시된다.

[12] 또한, 상기 운영 데이터는, 배수지 수위, 수요량 데이터, 및 상기 펌프의 현재 상태 정보를 포함할 수 있다.

[13] 또한, 상기 목적 함수는, 상기 펌프의 건축 비용, 상기 펌프의 운영 비용 및 상기 강건성 지표의 합을 최소화하는 것을 목적으로 할 수 있다.

[14] 또한, 상기 강건성 지표는, 기설정된 시간 동안의 상기 상수도 관망의 노드별 압력의 최대값과 최소값의 차에 해당하는 노드별 강건성을 계산하고, 복수의 상기 노드별 강건성 중 최대값에 해당하는 값으로 산출될 수 있다.

[15] 또한, 상기 목적 함수의 결정 변수는, 상기 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도를 포함할 수 있다.

[16] 또한, 상기 목적 함수의 결정 변수는, 상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 밸브 각각의 개폐 여부를 더 포함할 수 있다.

[17] 또한, 상기 최적화 시뮬레이션의 제약 조건은, 상기 상수도 관망의 최소 요구 수압, 저류 시설의 초소 및 최대 수위, 계산 시작 시간과 계산 종료 시간의 저류 시설의 수위, 펌프 시설 전력 사용 상한선, 상기 펌프의 온/오프 최대 빈도, 상기 펌프의 최소 및 최대 유량 및 하나 이상을 포함할 수 있다.

[18] 또한, 상기 최적 운영 방법 산출부는, 메타 휴리스틱 기법을 통해 상기 목적 함수를 만족하는 최적해를 도출할 수 있다.

[19] 또한, 상기 최적 운영 방법 산출부는, 기설정된 시뮬레이션 기간 내에서 기설정된 단위 시간을 주기로 시뮬레이션을 수행하여 단위 시간별로 최적 운영 방법을 산출하고, 상기 운영 제어 유닛은, 단위 시간이 지날 때마다 단위 시간별로 새롭게 산출되는 상기 최적 운영 방법을 적용할 수 있다.

[20] 또한, 상기 시뮬레이션 기간은 24시간이고, 상기 단위 시간은 1시간일 수 있다.

[21] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 데이터 수집 수단을 통해, 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단으로부터 운영 데이터를 수집하는 단계와; 수요량 예측부를 통해, 수집된 상기 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망의 용수 수요량을 예측하는 단계와; 최적 운영 방법 산출부를 통해, 수집된 상기 운영 데이터 및 예측된 상기 용수 수요량을 이용한 최적화 시뮬레이션을 수행하여 상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출하는 단계; 및 운영 제어 유닛을 통해, 도출된 상기 최적 운영 방법으로 복수개의 상기 펌프를 각각 작동시키는 단계;를 포함하고, 상기 최적화 시뮬레이션에 사용되는 최적 운영 모델은, 상기 용수 수요량의 변동에 따라 상기 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 강건성 지표를 포함하는 목적 함수를 갖는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 방법이 개시된다.

[22]

발명의 효과

[23] 본 발명의 실시예에 따르면, 많은 개수의 절점과 관로를 갖는 상수도 관망 시스템의 운영 최적화 기법으로 메타 휴리스틱 기법을 사용하였으며, 이는 비선형성과 복잡성을 갖는 상수도 관망의 최적화 문제에 확률적인 방법으로 접근하기 때문에, 기존의 수학적 접근 방식 대비 효과적인 최적화가 가능한 효과가 있다.

[24] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 미래의 불확실한 수요량의 변화에 따라 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도인 강건성 지표를 고려하여 최적화를 수행함으로써, 최적화시 발생 가능한 오차를 최소화할 수 있는 이점이 있다.

[25] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 매시간마다 주기적으로 시뮬레이션 연산을 수행하여 펌프의 운영 방법을 결정함으로써 실시간 운영이 이루어지도록 한 이점이 있다.

[26]

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 시스템의 블록 다이어그램.

[28] 도 2는 도 1의 최적 운영 모델에 적용된 강건성 지표를 산출하는 방법을 예시한 도면.

[29] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 방법을 순차적으로 나타낸 순서도.

[30] 도 4는 도 3의 최적화 시뮬레이션의 과정을 도식적으로 나타낸 도면.

[31]

발명의 실시를 위한 형태

[32] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바,

특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[33] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[34] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[35] 이하, 본 발명에 의한 상수도 관망의 펌프 운영 시스템 및 방법의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[36] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 시스템의 블록 다이어그램이다.

[37] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 시스템은, 데이터 수집 수단(10), 최적화 유닛(20) 및 운영 제어 유닛(30)을 포함한다.

[38] 데이터 수집 수단(10)은 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단으로부터 상수도 관망 시스템의 운전 데이터를 수집한다. 이러한 운전 데이터로서 배수지 수위, 수요량 데이터, 펌프의 현재 상태 정보(예를 들어, 펌프의 온/오프 정보), 밸브의 현재 상태 정보, 용수 수요량 이력 데이터 등을 포함할 수 있다. 데이터 수집 수단(10)은 상수도 관망에 설치된 각종 측정 장비나 계측 장비로부터 운영 데이터를 직접 수집하는 것도 가능하나, 상수도 관망의 감시 제어 데이터 수집(supervisory control and data acquisition, SCADA) 시스템으로부터 측정 데이터를 수집할 수 있다.

[39] 최적화 유닛(20)은 데이터 수집 수단(10)에 수집된 운영 데이터를 근거로 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출한다. 최적화 유닛(20)은 수용량 예측부(21), 최적 운영 모델(22) 및 최적 운영 방법 산출부(23)를 포함할 수 있다.

[40] 수요량 예측부(21)은 수집된 운영 데이터, 예를 들어 수요량 이력 데이터를 근거로 상수도 관망의 용수 수요량을 예측한다.

[41] 최적 운영 모델(22)은 메타 휴리스틱 기법을 적용하여 최적화 시뮬레이션을 수행하기 위한 운영 모형으로서, 용수 수요량의 변동에 따라 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 강건성 지표(또는 강건성 비용)를 포함하는 목적 함수를 갖는다. 최적 운영 모델(22)의 목적 함수는, 하기 수학식 1과 같이, 펌프 건축 비용(Pump Construction Cost), 펌프 운영 비용(Pump Operation Cost), 강건성 비용(Robustness Cost)의 합으로 나타낼 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 최적화 기법의 목적은 상수도 관망 시스템 본연의 기능을 수행하는 범위에서 최소의 비용으로 강건성을 최대화하여 안정적으로 용수를 공급하는 것이라 할 수 있다.

[42]

[43] [수식1]

$$Minimize\,F = Pump\ Construction\ Cost + Pump\ Operation\ Cost + Robustness\ Cost$$

[44]

[45] 그리고, 펌프 건축 비용(Pump Construction Cost)은 하기 수학식 2와 같이 정의될 수 있고, 펌프 운영 비용(Pump Operation Cost)은 하기 수학식 3과 같이 정의될 수 있다.

[46]

[47] [수식2]

$$Pump\ Construction\ Cost = npump \times 500 \times QP^{0.7} \times HP^{0.4}$$

[48] (여기서, npump는 펌프 개수, QP는 펌프 토출 유량, HP는 펌프 양정고를 나타냄)

[49]

[50] [수식3]

$$Pump\ Operation\ Cost = 365 \times PVF \times \frac{\phi}{\eta} \times \sum_{j=1}^{npump} \left(\sum_{t=1}^{T} E\ C_t\ H_{jt}\ Q_{jt} \right)$$

[51]

$$Pump\ Operation\ Cost = 365 \times \left(\frac{(1+AI)^{pp} - 1}{AI(1+AI)^{pp}} \right) \times \frac{\phi}{\eta} \times \sum_{j=1}^{npump} \left(\sum_{t=1}^{T} E\ C_t\ H_{jt}\ Q_{jt} \right)$$

[52] (여기서, PVF는 현재가, AI는 매년 할인율, pp는 운영 계획 연수, φ는 단위 변환 계수, η는 펌프 효율, t는 시간 단위(time step),EC_t 는 t 시간일 때 에너지 비용, H_{jt} 는 t 시간일 때 펌프 j 양정고, Q_{jt}는 t 시간일 때 펌프 j 토출 유량을 나타냄)

[53]

[54] 그리고, 상수도 관망의 강건성 비용(또는 강건성 지표)는 상수관망의 설계 시 변동성 및 불확실성을 가진 변수(예를 들어, 용수 수요량, 관의 조도 계수)의 변화에 따라 전체 상수관망이 이를 견딜 수 있는 정도를 수치화한 척도로서, 하기 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

[55]

[56] [수식4]

$$Robustness\ Cost = SRob$$

[57] $SRob = \max(NRob_i)$

[58] $NRob_i = \max Pres_i - \min Pres_i$

[59] (여기서, $maxPres_i$는 24시간 동안 노드 i 압력의 최대값을 나타내고, $minPres_i$는 24시간 동안 노드 i 압력의 최소값을 나타내며, $NRob_i$ = 노드 i의 강건성을 나타내며, SRob는 상수도 관망 전체를 대표하는 강건성을 나타냄)

[60] 압력 변화의 변동 폭이 클수록 그 상수도 관망은 변화에 취약하고, 변동폭이 작을수록 그 상수도 관망은 강건한 네트워크가 된다. 상수도 관망의 강건성 지표(Robustness Cost)는 각 노드(절점) 중 변동성에 가장 취약한 절점의 강건성을 선택하여 상수도 관망 전체를 대표하는 강건성(SRob)으로 설정한다.

[61] 도 2는 도 1의 최적 운영 모델에 적용된 강건성 지표를 산출하는 방법을 예시하고 있다. 이에 따르면 상수도 관망의 각 노드의 강건성은 각각 0.89, 0.91, 0.78, 0.87, 0.87, 0.88, 0.90, 0.92로 나타나며, 이들 중 최대값인 0.92가 상수 관망 전체를 대표하는 강건성 지표(SRob)가 된다.

[62] 최적 운영 방법 산출부(23)는 최적 운영 모델(22)을 통한 시뮬레이션을 수행하여 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도에 대한 최적해를 산출한다. 즉, 최적 운영 방법 산출부(23)는 최적 운영 모델의 목적 함수의 결정 변수를 구하는 과정을 수행하는데, 목적 함수의 결정 변수는 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도가 될 수 있다. 펌프의 종류가 고정률 펌프인 경우, 펌프의 작동 여부가 결정 변수가 되며, 변속 펌프인 경우 펌프의 회전 속도가 결정 변수가 된다.

[63] 또한, 목적 함수의 결정 변수는, 상수도 관망에 설치된 복수개의 밸브 각각의 개폐 여부 또는 개폐 정도를 추가로 포함할 수 있다.

[64] 운영 제어 유닛(30)은 최적화 유닛(20)에 의해 도출된 최적 운영 방법으로 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프를 각각 작동시킨다. 또한, 밸브에 관한 결정 변수가 구해진 경우, 그에 근거하여 밸브를 제어하여 유량을 조절할 수 있다.

[65] 한편, 본 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 시스템에는 데이터의 저장을 위한 데이터베이스(40)가 구비될 수 있다. 데이터 수집 수단(10)에 수집된 각종 데이터들은 데이터베이스(40)에 저장될 수 있으며, 데이터베이스(40)에 저장된 데이터들은 최적화 유닛(20)이나 운영 제어 유닛(30)에 제공될 수 있다. 또한 최적화 유닛(20)에 의해 산출된 펌프, 밸브의 최적 운영 방법에 대한 데이터는 데이터베이스(40)에 이력 정보로서 저장될 수 있으며, 이와 같은 이력 정보는 운영 제어 유닛(30)에 제공될 수 있다.

[66] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.

[67] 도 3을 참조하여 본 실시예에 따른 상수도 관망의 펌프 운영 방법을 설명하면, 먼저, 데이터 수집 수단(10)을 통해, 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단이나 감시 제어 데이터 수집(SCADA) 시스템으로부터 운영 데이터(예를 들어, 배수지

수위, 수요량 데이터, 펌프의 현재 상태 정보 등)를 수집한다(S11). 그리고, 이와 같은 운영 데이터를 이용하여 시스템의 경계조건을 재설정한다.

[68] 그리고, 수요량 예측부(21)를 통해, 이상과 같이 수집된 운영 데이터를 근거로 상수도 관망의 용수 수요량을 예측한다(S12).

[69] 다음으로, 최적 운영 방법 산출부(23)를 통해, 수집된 운영 데이터 및 예측된 용수 수요량을 이용한 최적화 시뮬레이션을 수행하여 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출한다(S13).

[70] 앞서 설명한 바와 같이, 최적화 시뮬레이션에 사용되는 최적 운영 모델(22)의 목적 함수는 펌프 건축 비용(Pump Construction Cost), 펌프 운영 비용(Pump Operation Cost) 및 강건성 지표(Robustness Cost)의 합을 최소화하는 것을 목적으로 한다. 강건성 지표는 용수 수요량의 변동에 따라 상기 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 것으로서, 기설정된 시간(예를 들어, 24시간) 동안의 상수도 관망의 노드별 압력의 최대값과 최소값의 차($maxPres_i$ - $minPres_i$)에 해당하는 노드별 강건성($NRob_i$)으로부터 산출되며, 복수의 노드별 강건성($NRob_i$) 중 최대값을 상수도 관망 전체를 대표하는 강건성 지표(SRob)로 산출한다.

[71] 목적 함수의 결정 변수는 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도를 포함할 수 있고, 상수도 관망에 설치된 밸브 각각의 개폐 여부나 개폐 정도(흐름 조절 밸브의 경우), 하류 지역의 기준 압력(감압 밸브의 경우) 등을 추가로 포함할 수 있다.

[72] 최적화 시뮬레이션의 제약 조건은, 상수도 관망의 최소 요구 수압, 저류 시설의 최소 및 최대 수위, 계산시작시간과 계산종료시간의 저류 시설의 수위, 펌프 시설 전력 사용 상한선, 펌프의 온/오프 최대 빈도, 펌프의 최소 및 최대 유량 등을 포함할 수 있다.

[73] 상수도 관망 시스템 전체 수요 절점에 최소 요구 수압 이상의 수압을 유지하면서 수요량을 공급할 수 있어야 하므로, 상수도 관망의 최소 요구 수압이 설정된 수압 이상을 충족해야 한다.

[74] 또한, 저류 시설의 수위가 너무 낮을 경우 용수 사용량이 갑자기 증가하였을 때나 비상시 효율적으로 대처할 수 없고, 수위가 최대 허용 범위를 넘어설 경우 시설물의 안정성에 문제가 발생할 수 있으므로, 저류 시설의 수위는 정해진 허용 범위 내에서 유지되어야 한다.

[75] 또한, 상수도 관망 시스템의 경우 보통 24시간을 기준으로 반복적으로 수요량이 변동하고 그에 맞춰 운영되기 때문에, 24시간을 시뮬레이션 기간으로 할 경우 시뮬레이션 계산 시작 시간과 종료 시간의 수위는 거의 일치하도록 해야 한다. 따라서 시뮬레이션의 제약 조건으로 계산 시작 시간과 계산 종료 시간의 저류 시설의 수위를 일치시킨다.

[76] 또한, 펌프 시설마다 규정된 총 전력 사용량의 한계를 넘어서는 펌프 운영을 하여서는 안 된다. 전력 사용량의 한계점을 넘어서서 운영하는 경우 전력 단가가

크게 상승할 수 있으므로, 전력 사용량 한계선을 넘지 않는 범위에서 최적의 펌프 운영 방법을 찾는 것이 중요하다.

[77] 또한, 펌프의 작동 상태를 시간마다 변화시키면 펌프 자체뿐만 아니라 펌프와 연결된 관이 파손되는 등의 문제가 발생할 수 있으므로, 펌프의 온 상태 또는 오프 상태가 소정의 시간동안 지속될 수 있도록 작동 빈도를 제한해야 한다.

[78] 또한, 펌프 가동에 필요한 동력을 줄이기 위하여 펌프의 최소 및 최대 유량을 특정 범위로 제한할 수 있으며, 예를 들어 펌프의 최소 및 최대 유량을 최고 효율점(Best Efficient Point, BEP)의 90%와 110%로 설정할 수 있다.

[79] 최적 운영 방법 산출부(23)는 메타 휴리스틱 기법을 통해 최적 운영 모델(22)의 목적 함수를 만족하는 결정 변수의 최적해를 도출할 수 있다. 메타 휴리스틱 기법으로, 유전 알고리즘(Generic Algorithm, GA), 화음탐색법 알고리즘(Harmony search algorithm, HAS), Vision Correction Algorithm 등을 적용할 수 있고, 이러한 방법들은 비선형성과 복잡성을 갖는 상수도 관망 최적화 문제에 대해 확률적인 방법으로 접근하기 때문에, 기존의 수학적 설계기법보다 효과적으로 설계를 해내는 장점을 지닌다.

[80] 도 4는 도 2의 최적화 시뮬레이션의 과정을 도식적으로 나타낸 도면으로서, 유전 알고리즘을 통한 최적화 시뮬레이션을 예시하고 있다.

[81] 본 실시예에 따르면, 최적화 시뮬레이션은 목표로 하는 최적화 값, 예를 들어, 펌프 작동 여부, 밸브 개폐 여부 등을 탐색 범위 내에서 조절함으로써 주어진 목적 함수 값을 최소화하는 최적화 값을 찾아내는 과정이다. 여기서, 펌프일 경우 1(작동함), 0(작동 안함), 밸브일 경우 1(열림), 0(닫힘)인 경우를 탐색 범위로 한 것을 예시하고 있다.

[82] 최적화 알고리즘(본 실시예의 경우 유전 알고리즘)을 통해서, 펌프 및 밸브의 운영 조합들(즉, 결정 변수 1 내지 결정변수 n의 조합)에 대한 목적 함수 값을 계산하며, 새로운 해에 대한 탐색을 한 번씩 진행할 때마다 목적함수 '열'을 기준으로 오름차순(또는 내림차순)으로 정렬한다.

[83] 유전자 알고리즘에 따르면, 새로운 해의 탐색시 선택, 교차, 돌연변이의 3가지 조작 방법을 통해 새로운 해를 탐색할 수 있다. 선택의 경우 0에서 n 사이의 임의의 값을 랜덤으로 결정하는 방법이고, 교차는 도 2의 점선 박스 안에서 임의로 2개의 행을 고른 후 특정 결정 변수를 서로 바꿔서 새로운 해를 탐색하는 방법이다. 돌연변이는 새로운 해의 특정 결정 변수를 랜덤으로 추출해서 이를 다른 값으로 바꾸는 방법(0일 경우 1로, 1일 경우 0으로 등)이다.

[84] 목적함수를 계산할 때, 제약 조건들(예를 들어, 상수도 관망의 최소 요구 수압, 저류 시설의 최소 및 최대 수위 등)을 만족시키지 못할 경우, 목적 함수에 임의의 큰 숫자(예를 들어, $1,000,000)를 더하거나 빼서 최적해의 범위를 벗어나도록 한다.

[85] 이와 같은 계산 과정을 수만 번 거친 후 목적 함수값을 최소로 하는 펌프와 밸브의 운영 조합의 최적해(도 4의 가장 좋은 해)를 도출한다.

[86] 그리고, 운영 제어 유닛(30)을 통해, 도출된 최적 운영 방법(예를 들어, 1, 1, …, 0)으로 복수개의 펌프 및 밸브를 각각 작동시킨다(S14).

[87] 최적 운영 방법 산출부(23)는 기설정된 시뮬레이션 기간(예를 들어, 24시간) 내에서 기설정된 단위 시간(예를 들어, 1시간)을 주기로 시뮬레이션을 수행하여 단위 시간별로 최적 운영 방법을 산출하고, 운영 제어 유닛(30)은 단위 시간이 지날 때마다 단위 시간별로 새롭게 산출되는 최적 운영 방법을 시스템 운영에 적용할 수 있다.

[88] 시스템의 실시간 운영은 단순히 현재 시간의 운영 방법을 결정하기보다는 현재 시간의 결정이 전체 시뮬레이션 기간까지의 시스템 거동에 미치는 영향을 모두 고려하여야 한다. 따라서 시뮬레이션 기간은 이러한 영향을 충분히 고려할 수 있을 정도로 긴 시간이어야 한다. 일반적으로 수요량의 변화는 24시간을 기준으로 반복되게 때문에, 시뮬레이션 기간을 24시간으로 설정하는 것이 바람직하다.

[89] 또한, 전체 시뮬레이션 기간의 매 시간별로 계산 및 운영 방법에 대한 결정이 이루어지도록 하여, 펌프 운영 비용을 최소화하고 오차 발생 가능성을 최소화하였다.

[90] 본 실시예에 따면, 현재 시간(t)으로부터 장래 24시간 동안의 용수 수요량을 예측하고, 예측된 수요량을 기반으로 매시간별 펌프 및 밸브 운영의 최적 조합을 도출한 후, 현재 시간의 결정값을 운영 시스템에 적용한다.

[91] 그리고 다음 단위 시간(t+1)으로 이동하여 시스템 경계 조건 재설정, 수요량 예측, 최적 운영 방법 산출, 결정값 적용의 단계를 수행하며, 단위 시간별로 이와 같은 단계를 반복 수행한다. 데이터 수집 수단을 통해 수집된 배수지의 수위, 펌프 및 밸브의 현재 상태 등의 데이터를 통해 경계 조건을 재설정하고, 매시간마다 변화하는 용수 수요량 변화에 맞추어 펌프 및 밸브 운영을 조정함으로써, 운영 오차 발생을 최소화할 수 있다.

[92] 상기에서는 본 발명의 특정의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

[청구항 1] 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단으로부터 운영 데이터를 수집하는 데이터 수집 수단;
수집된 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출하는 최적화 유닛; 및
도출된 상기 최적 운영 방법으로 복수개의 상기 펌프를 각각 작동시키는 운영 제어 유닛;을 포함하고.
상기 최적화 유닛은,
수집된 상기 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망에 대한 용수 수요량을 예측하는 수요 예측부;
상기 용수 수요량의 변동에 따라 상기 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 강건성 지표를 포함하는 목적 함수를 갖는 최적 운영 모델; 및
상기 최적 운영 모델을 통한 시뮬레이션을 수행하여 상기 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도에 대한 최적해를 산출하는 최적 운영 방법 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 운영 데이터는,
배수지 수위, 수요량 데이터, 및 상기 펌프의 현재 상태 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 목적 함수는,
상기 펌프의 건축 비용, 상기 펌프의 운영 비용 및 상기 강건성 지표의 합을 최소화하는 것을 목적으로 하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 강건성 지표는,
기설정된 시간 동안의 상기 상수도 관망의 노드별 압력의 최대값과 최소값의 차에 해당하는 노드별 강건성을 계산하고, 복수의 상기 노드별 강건성 중 최대값에 해당하는 값으로 산출되는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 5] 제3항에 있어서, 상기 목적 함수의 결정 변수는,
상기 펌프 각각의 작동 여부 또는 회전 속도를 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 6] 제3항에 있어서, 상기 목적 함수의 결정 변수는,
상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 밸브 각각의 개폐 여부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 최적화 시뮬레이션의 제약 조건은,
상기 상수도 관망의 최소 요구 수압, 저류 시설의 초소 및 최대 수위, 계산 시작 시간과 계산 종료 시간의 저류 시설의 수위, 펌프 시설 전력 사용

상한선, 상기 펌프의 온/오프 최대 빈도, 상기 펌프의 최소 및 최대 유량 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

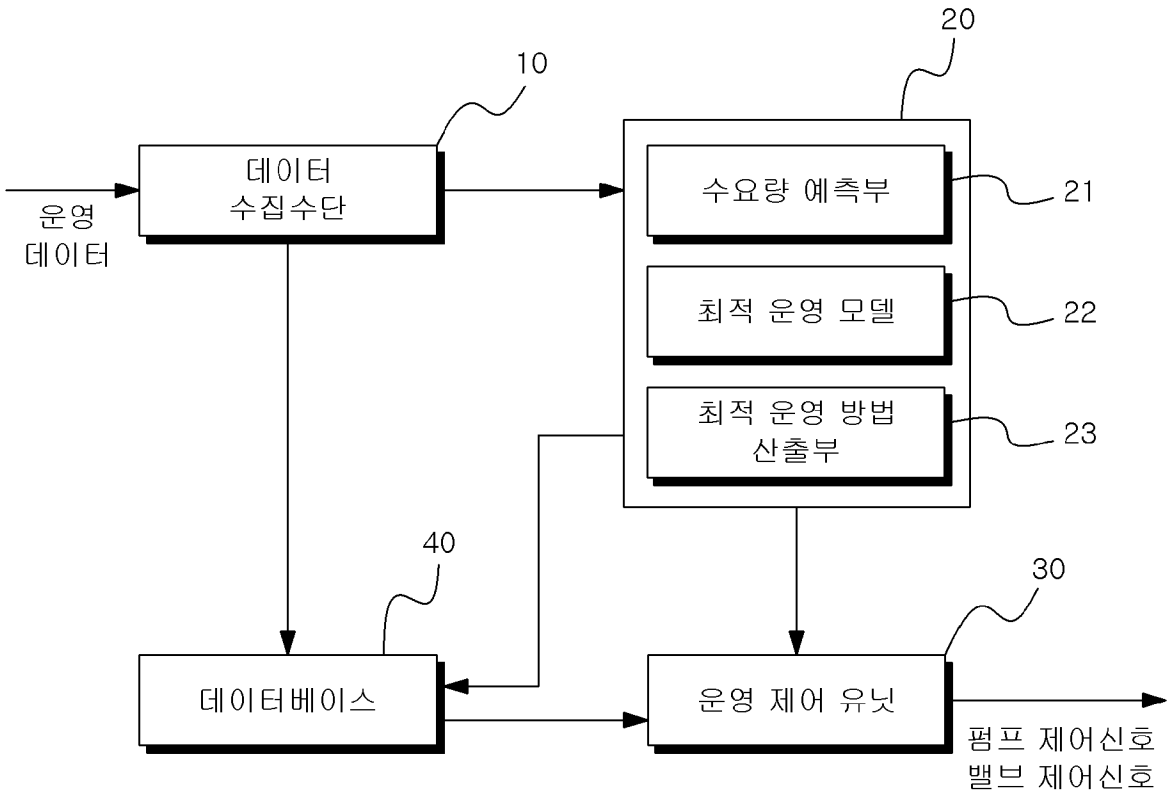
[청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 최적 운영 방법 산출부는,
메타 휴리스틱 기법을 통해 상기 목적 함수를 만족하는 최적해를 도출하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 최적 운영 방법 산출부는, 기설정된 시뮬레이션 기간 내에서 기설정된 단위 시간을 주기로 시뮬레이션을 수행하여 단위 시간별로 최적 운영 방법을 산출하고,
상기 운영 제어 유닛은, 단위 시간이 지날 때마다 단위 시간별로 새롭게 산출되는 상기 최적 운영 방법을 적용하는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

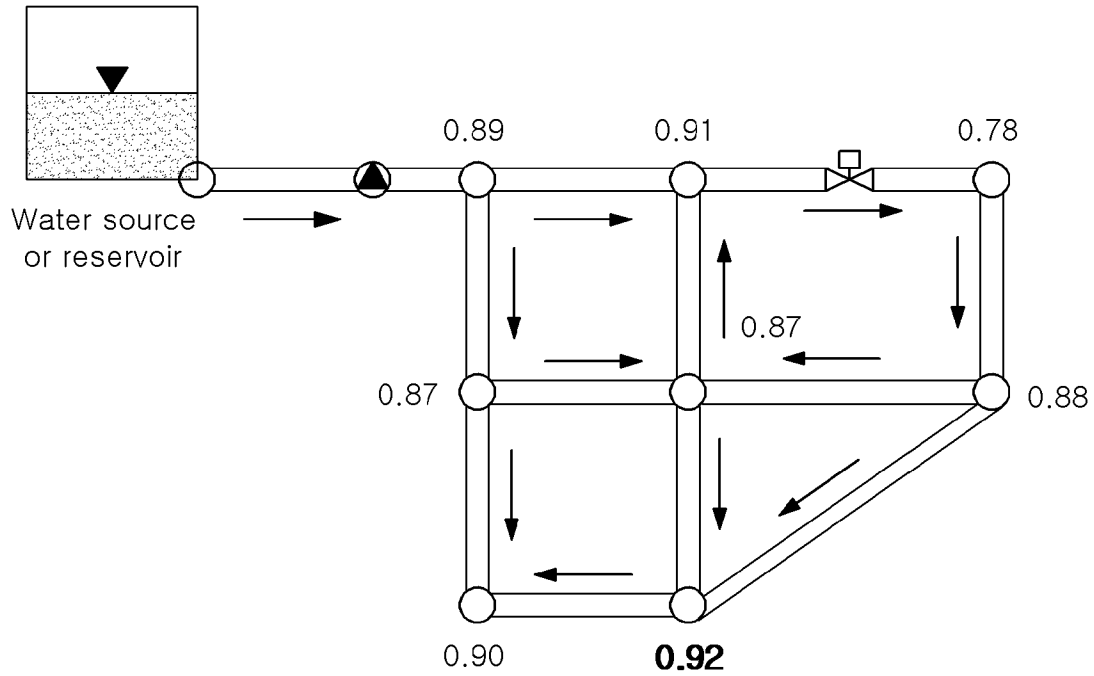
[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 시뮬레이션 기간은 24시간이고, 상기 단위 시간은 1시간인 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 시스템.

[청구항 11] 데이터 수집 수단을 통해, 상수도 관망에 설치된 데이터 측정 수단으로부터 운영 데이터를 수집하는 단계;
수요량 예측부를 통해, 수집된 상기 운영 데이터를 근거로 상기 상수도 관망의 용수 수요량을 예측하는 단계;
최적 운영 방법 산출부를 통해, 수집된 상기 운영 데이터 및 예측된 상기 용수 수요량을 이용한 최적화 시뮬레이션을 수행하여 상기 상수도 관망에 설치된 복수개의 펌프 각각의 작동에 대한 최적 운영 방법을 산출하는 단계; 및
운영 제어 유닛을 통해, 도출된 상기 최적 운영 방법으로 복수개의 상기 펌프를 각각 작동시키는 단계;를 포함하고,
상기 최적화 시뮬레이션에 사용되는 최적 운영 모델은,
상기 용수 수요량의 변동에 따라 상기 상수도 관망이 견딜 수 있는 정도를 정량화한 강건성 지표를 포함하는 목적 함수를 갖는 것을 특징으로 하는, 상수도 관망의 펌프 운영 방법.

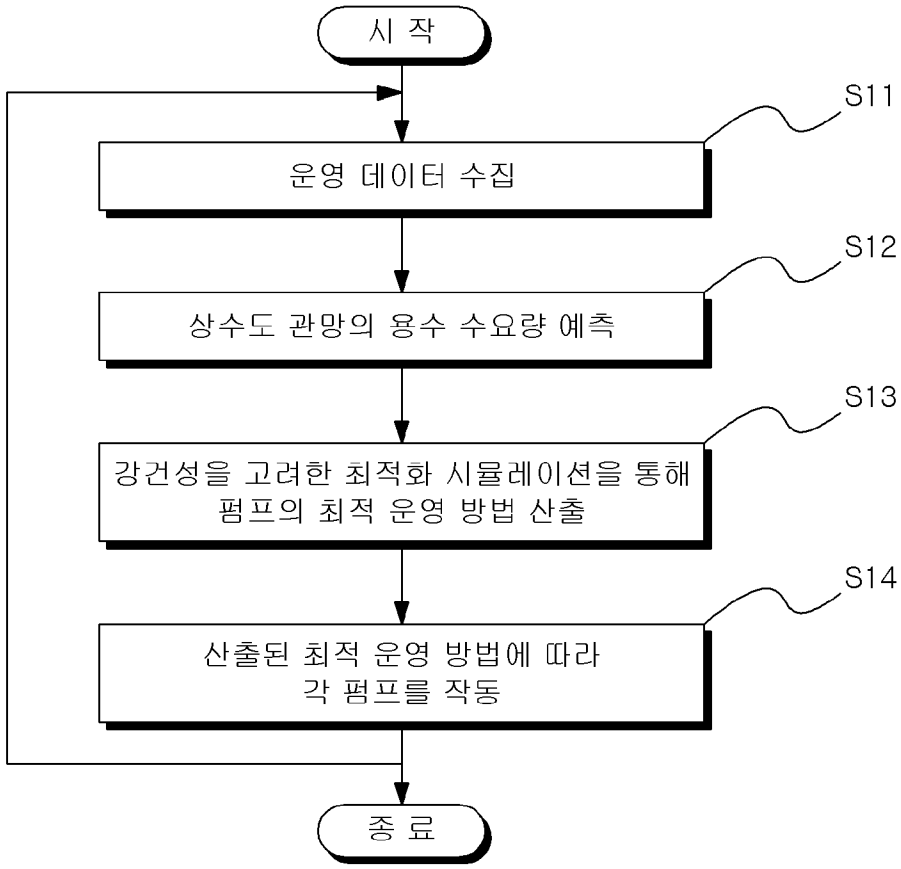
[도1]


20
10
데이터
수집수단
운영
데이터
수요량 예측부
21
최적 운영 모델
22
최적 운영 방법
산출부
23
40
30
데이터베이스
운영 제어 유닛
펌프 제어신호
밸브 제어신호

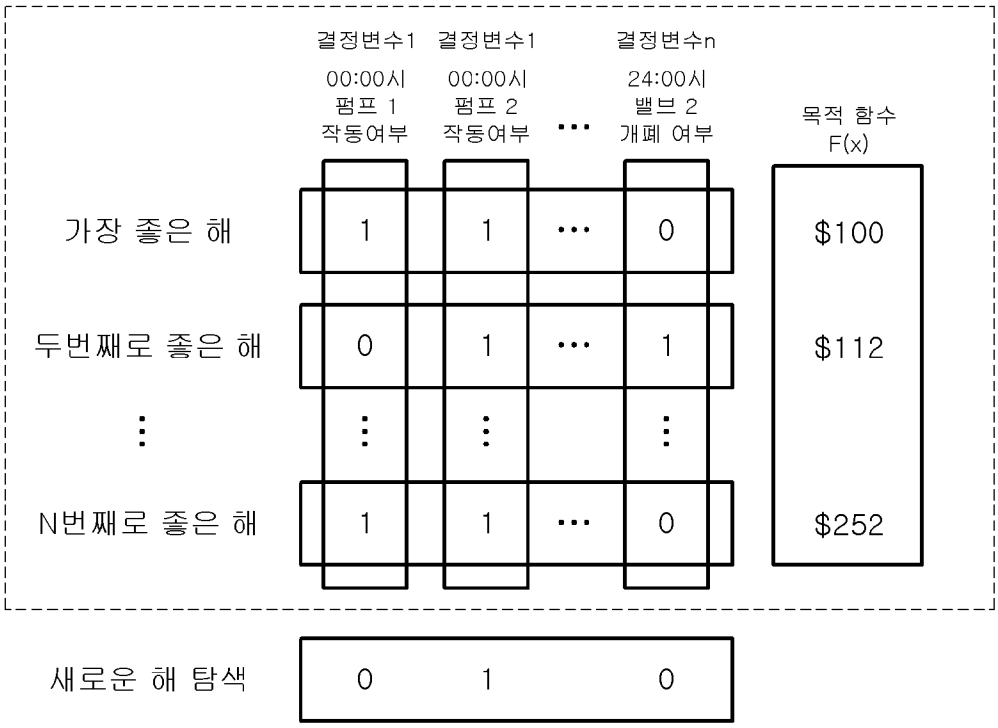
[도2]


0.89
0.91
0.78
Water source
or reservoir
0.87
0.87
0.88
0.90
0.92

[도3]


시 작
S11
운영 데이터 수집
S12
상수도 관망의 용수 수요량 예측
S13
강건성을 고려한 최적화 시뮬레이션을 통해
펌프의 최적 운영 방법 산출
S14
산출된 최적 운영 방법에 따라
각 펌프를 작동
종 료

[도4]


결정변수1
00:00시
펌프 1
작동여부
결정변수1
00:00시
펌프 2
작동여부
결정변수n
24:00시
밸브 2
개폐 여부
목적 함수
F(x)
가장 좋은 해
1
1
0
$100
두번째로 좋은 해
0
1
1
$112
N번째로 좋은 해
1
1
0
$252
새로운 해 탐색
0
1
0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/009791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 50/06(2012.01)i; **G06Q 10/04**(2012.01)i; **G06F 17/10**(2006.01)i; **F04D 27/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q 50/06(2012.01); G06Q 10/04(2012.01); G06Q 10/06(2012.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 상수도 관망(water distribution network), 펌프(pump), 최적(optimal), 운영(operation), 모델(model), 수요(demand), 예측(forecast), 강건성 지표(robustness index), 시뮬레이션(simulation), 제어(control)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	최정욱 등. 상수도 송/배수시스템의 최적 설계 및 운영 모형 개발. 한국수자원학회논문집. 2018, vol. 51, no. 12, pp. 1171-1180 (CHOI, Jeongwook et al. Optimal design and operation of water transmission system. Journal of Korea Water Resources Association.) See pages 1172-1173, 1175-1176 and 1179.	1-11
Y	CN 112348231 A (TIANJIN UNIVERSITY) 09 February 2021 (2021-02-09) See paragraphs [0022]-[0072] and claim 1.	1-11
Y	KR 10-2016-0043845 A (LSIS CO., LTD.) 22 April 2016 (2016-04-22) See paragraphs [0035], [0037], [0062] and [0076]-[0081] and claim 1.	6
A	KR 10-1864342 B1 (UNIVERSITY OF SEOUL INDUSTRY COOPERATION FOUNDATION.) 04 June 2018 (2018-06-04) See entire document.	1-11

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 October 2022	**02 November 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/009791

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2018-0006094 A (E&I SYSTEM) 17 January 2018 (2018-01-17) See entire document.	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/009791

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 112348231 A	09 February 2021	None	
KR 10-2016-0043845 A	22 April 2016	CN 105512746 A	20 April 2016
		US 2016-0103452 A1	14 April 2016
KR 10-1864342 B1	04 June 2018	None	
KR 10-2018-0006094 A	17 January 2018	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/009791

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06Q 50/06(2012.01)i; **G06Q 10/04**(2012.01)i; **G06F 17/10**(2006.01)i; **F04D 27/00**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06Q 50/06(2012.01); G06Q 10/04(2012.01); G06Q 10/06(2012.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 상수도 관망(water distribution network), 펌프(pump), 최적(optimal), 운영(operation), 모델(model), 수요(demand), 예측(forecast), 강건성 지표(robustness index), 시뮬레이션(simulation), 제어(control)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	최정욱 등. 상수도 송/배수시스템의 최적 설계 및 운영 모형 개발. 한국수자원학회논문집. 2018년. 제51권, 제12호, pp.1171-1180. 페이지 1172-1173, 1175-1176, 1179 참조.	1-11
Y	CN 112348231 A (TIANJIN UNIVERSITY) 2021.02.09 단락 22-72 및 청구항 1 참조.	1-11
Y	KR 10-2016-0043845 A (엔에스산전 주식회사) 2016.04.22 단락 35, 37, 62, 76-81 및 청구항 1 참조.	6
A	KR 10-1864342 B1 (서울시립대학교 산학협력단) 2018.06.04 전체 문서 참조.	1-11
A	KR 10-2018-0006094 A (코오롱엔솔루션 주식회사) 2018.01.17 전체 문서 참조.	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년10월25일(25.10.2022)	**2022년11월02일(02.11.2022)**
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 **대한민국 특허청** **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)** 팩스 번호 **+82-42-481-8578**	심사관 **홍기완** 전화번호 **+82-42-481-5003**

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2022년 7월)

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/009791

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
CN 112348231 A	2021/02/09	없음	
KR 10-2016-0043845 A	2016/04/22	CN 105512746 A	2016/04/20
		US 2016-0103452 A1	2016/04/14
KR 10-1864342 B1	2018/06/04	없음	
KR 10-2018-0006094 A	2018/01/17	없음	