



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0027815

(43) 공개일자 2016년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 1/50 (2006.01) *G05D 11/02* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0116398

(22) 출원일자 2014년09월02일

심사청구일자 2014년09월02일

기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)

주식회사 나산전기산업

경상남도 창원시 의창구 대산면 봉강가솔로537번길 6

(72) 발명자

박승규

경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 204동 104호 (반림동, 트리비아아파트)

안호균

경상남도 김해시 진영읍 장등로19번길 18, 211동 2002호 (중흥에스클래스아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법

(57) 요약

본 발명은 물의 유출입량, 염소투입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 확립하여 최적의 염소투입량 제어가 가능한 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법에 관한 것으로, 유입량 검출부 및 유출량 검출부에서 정수장으로 유입 및 유출되는 물의 시간당 유입량과 유출량을 검출하는 단계; 염소농도 검출부에서 정수장 및 배수장의 염소농도를 측정하는 단계; 제어부가 상기 물의 유출입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정하는 단계; 및 염소 투입부에서 상기 제어부에서 결정된 투입량의 염소를 상기 정수장에 투입하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

배종훈

경상남도 창원시 마산회원구 양덕서로 30, 112동
1704호 (양덕동, 메트로시티)

안한열

경상남도 김해시 진영읍 김해대로361번길 34, 403
동 604호 (김해진영코아루아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0458-0007

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업

연구과제명 Fuzzy Identification을 이용한 지능형 수처리 제어기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 창원대학교 LINC 사업단

연구기간 2014.06.01 ~ 2014.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

유입량 검출부 및 유출량 검출부에서 정수장으로 유입 및 유출되는 물의 시간당 유입량과 유출량을 검출하는 단계;

염소농도 검출부에서 정수장 및 배수장의 염소농도를 측정하는 단계;

제어부가 상기 물의 유출입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정하는 단계; 및

염소 투입부에서 상기 제어부에서 결정된 투입량의 염소를 상기 정수장에 투입하는 단계를 포함하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 염소투입량을 결정하는 단계는

T-S 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정하는 것을 특징으로 하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 T-S 퍼지추정모델링으로 최적의 염소투입량을 결정하는 단계는;

a)클러스터의 개수를 설정하는 단계;

b)파라미터를 초기화하고, 추정치와 실제값과의 차이의 크기의 최소로 하는 소속함수 및 파라미터를 구하는 단계;

c)소속함수의 수렴조건을 만족하는가를 판단하고, 클러스터의 중심을 구하는 단계;

d)각 클러스터의 입력함수 및 출력함수에 대한 소속함수를 계산하고, 최소자승법을 사용하여 파라미터를 계산하는 단계;

e)상기 최소자승법에 의하여 계산된 파라미터로부터 최적 염소투입량을 결정하는 단계;를 포함하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 b)단계는 다음의 수학적식 4 및 5를 이용하여 상기 소속함수 및 파라미터를 구하는 것을 특징으로 하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법.

[수학적식 4]

$$\mu_{ik} = \frac{1}{\sum_{i=1}^c [d_{ik}(\theta_i)/d_{jk}(\theta_i)]^{2/(m-1)}}, d_{jk} \neq 0$$

$$\mu_{ik} = s_{ik}, d_{ik} = 0 \text{ 그리고 } \sum_{i=1}^c s_{ik} = 1$$

[수학식 5]

$$\theta_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^m (y_k - \sum_{t=1, t \neq j}^{M+1} \theta_{kt}) x_{kj}}{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^m x_{ki}^2} \quad (i = 1, 2, \dots, c, j = 1, 2, \dots, M)$$

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 c)단계는 다음의 수학식 6을 이용하여 클러스터의 중심을 구하는 것을 특징으로 하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법.

[수학식 6]

$$v_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{ik} x_{kj}}{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}}, \quad i = 1, 2, \dots, c, j = 1, 2, \dots, M$$

청구항 6

제 3항에 있어서,

상기 d)단계는 다음의 수학식 7을 이용하여 출력식에 대한 소속함수를 구하고, 수학식 8을 이용하여 최소자승법을 사용하여 파라미터를 구하는 것을 특징으로 하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법.

[수학식 7]

$$\mu_{ik}^j = \exp\left(\frac{-(d_{ik}^j)^2}{\sigma_{ij}}\right)$$

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{2 \sum_{k=1}^N \mu_{ik} (x_{kj} - v_{ij})^2}{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}}} \quad \text{여기서, } d_{ik}^j = \|x_{kj} - v_{ij}\| \quad \text{그리고} \quad \beta_i = \prod_{j=1}^M \mu_{ij}$$

[수학식 8]

$$\phi = [p_1 \dots p_N, p_{11} \dots p_{1N}, p_{21} \dots p_{2N}]$$

여기서 $p_{ij} = \beta_i x_j$

$$\theta = (\phi^T \phi)^{-1} \phi^T Y$$

여기서 $Y = [y_1, y_2, \dots, y_N]^T$

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 퍼지추정모델링을 이용하여 최적의 염소투입량을 제어하는 수치리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 종래의 수처리 시스템의 염소소독 방법은 최종 염소농도를 확인하지만 염소투입량에 고려하기는 쉽지 않다.
- [0003] 대한민국 등록특허공보 제10-0935364호에는 유량조정조의 수위의 비연속적인 변화시간과 하수유입 패턴에 대응된 퍼지모델을 이용하여 주반응조에 미생물 활성화를 위해 설치되는 포기장치의 연속적인 제어를 가능하게 하며 복수개의 수처리 제어시스템들을 하나로 통합하여 원격으로 통합 관리할 수 있는 수위 변화에 따른 퍼지모델을 이용한 무인 원격 수처리 통합관리시스템 및 그 방법이 개시되어 있다.
- [0004] 그러나 이러한 종래의 수처리 시스템은 특히, 입력과 출력간의 지연시간이 길어서 피드백이 효과적이지 못하고, 염소투입량과 최종 염소농도간의 관계가 확립되어 있지 않기 때문에 효율적인 제어가 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0935364호(2009년12월28일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 물의 유출입량, 염소투입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 확립하여 최적의 염소투입량 제어가 가능한 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 유입량 검출부 및 유출량 검출부에서 정수장으로 유입 및 유출되는 물의 시간당 유입량과 유출량을 검출하는 단계; 염소농도 검출부에서 정수장 및 배수장의 염소농도를 측정하는 단계; 제어부가 상기 물의 유출입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정하는 단계; 및 염소 투입부에서 상기 제어부에서 결정된 투입량의 염소를 상기 정수장에 투입하는 단계를 포함하는 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법을 제공한다.
- [0008] 상기 염소투입량을 결정하는 단계는, T-S 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정하는 것이 바람직하다.
- [0009] 상기 T-S 퍼지추정모델링으로 최적의 염소투입량을 결정하는 단계는; a)클러스터의 개수를 설정하는 단계; b)파라미터를 초기화하고, 추정치와 실제값과의 차이의 크기의 최소로 하는 소속함수 및 파라미터를 구하는 단계; c)소속함수의 수렴조건을 만족하는가를 판단하고, 클러스터의 중심을 구하는 단계; d)각 클러스터의 입력함수 및 출력함수에 대한 소속함수를 계산하고, 최소자승법을 사용하여 파라미터를 계산하는 단계; e)상기 최소자승법에 의하여 계산된 파라미터로부터 최적 염소투입량을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0010] 상기과 같이 구성된 본 발명에 따른 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법에 의하면, 물의 유출입량, 염소투입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 확립하여 최적의 염소투입량을 제어함으로써, 입력과 출력간의 지연시간을 줄여 효과적인 피드백을 제공하고, 염소투입량과 최종 염소농도간의 관계를 확립하여 효율적인 제어가 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 일반적인 정수장의 수처리 시스템을 나타낸 개념도.
- 도 2는 본 발명을 적용하기 위한 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템을 나타낸 블록도.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법을 나타낸 순서도.
- 도 4는 도 3의 퍼지추정모델링을 이용한 최적 염소투입량 결정 과정을 나타낸 순서도.
- 도 5 내지 도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법의 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명은 다양한 변형 및 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0013] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0014] 도 1은 일반적인 정수장의 수처리 시스템을 나타낸 개념도이다.
- [0015] 도시된 바와 같이, 정수장에 투입되는 염소의 투입량은 초기에 하루의 물의 유입량에 비례하는 양을 시간당 일정하게 투입을 하고 있다. 그리고 정수장에서의 염소농도를 체크해서 다시 염소를 투입하게 된다. 그리고 마지막 배수지에서 염소농도를 체크하게 된다.
- [0016] 도 2는 본 발명을 적용하기 위한 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0017] 도시된 바와 같이, 본 발명을 적용하기 위한 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템은, 유입량 검출부(10), 유출량 검출부(20), 염소농도 검출부(30), 제어부(40) 및 염소 투입부(50)를 포함한다.
- [0018] 유입량 검출부(10)는 정수장으로 유입되는 물의 시간당 유입량을 검출한다.
- [0019] 유출량 검출부(20)는 정수장에서부터 유출되는 물의 시간당 유출량을 검출한다.
- [0020] 염소농도 검출부(30)는 정수장 및 배수장의 염소농도를 측정한다.
- [0021] 제어부(40)는 상기 물의 유출입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정한다.
- [0022] 염소 투입부(50)는 상기 제어부(40)에서 결정된 투입량의 염소를 정수장에 투입한다.
- [0023] 이를 위하여 상기 제어부(40)는 연산, 제어 및 판단 기능을 갖는 통상의 마이크로프로세서 또는 마이크로컴퓨터가 적용될 수 있다.
- [0024] 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법을 나타낸 순서도 이다.
- [0025] 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법은, 먼저 유입량 검출부(10)에서 정수장으로 유입되는 물의 시간당 유입량을 검출한다(S100).
- [0026] 이와 함께, 유출량 검출부(20)에서는 정수장에서부터 유출되는 물의 시간당 유출량을 검출한다(S110).
- [0027] 상기 정수장으로 유입되는 유입량과 유출량을 미리 설정된 기준값에 따라 일정량의 물이 유입 및 유출될 수 있으며, 관리자의 조정에 따라 적절한 값으로 변경될 수 있다.
- [0028] 염소농도 검출부(30)는 정수장 및 배수장의 염소농도를 측정한다(S120).
- [0029] 이때, 상기 염소농도 검출부(30)에서 검출되는 염소농도는 특정 시간대의 현재 염소농도와 최종 염소농도를 각각 측정할 수 있다.
- [0030] 이후, 제어부(40)는 상기 물의 유출입량, 현재 염소농도와 최종 염소농도간의 관계를 퍼지추정모델링으로 계산

하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정한다(S130).

[0031] 특히 본 발명의 바람직한 일실시예로서, 상기 제어부(40)는 T-S(Takagi-Sugeno)퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소투입량을 결정할 수 있다.

[0032] 염소 투입부(50)는 상기 제어부(40)에서 결정된 투입량의 염소를 정수장에 투입한다(S140).

[0033] 이후, 염소농도 검출부(30)는 정수장 및 배수장의 잔류염소농도를 측정한다(S150).

[0034] 제어부(40)는 상기 잔류염소농도를 기준으로 미리 설정된 조건에 맞는가를 판단하여 조건에 맞을 경우 본 발명의 프로세스를 종료하거나 조건에 맞지 않을 경우 최초의 단계로 되돌아가 프로세스를 반복 진행할 수 있다(S160).

[0035] 상기 미리 설정된 조건은 물의 유출입량, 잔류염소농도, 수온, 산성도, 탁도 등을 포함할 수 있다.

[0036] 여기서, 본 발명의 바람직한 일실시예로서, T-S 퍼지추정모델링으로 계산하여 염소농도에 비례하는 최적의 염소 투입량을 결정하는 방법을 더욱 상세히 살펴보면 다음과 같다.

[0037] 도 4는 도 3의 T-S 퍼지추정모델링을 이용한 최적 염소투입량 결정 과정을 나타낸 순서도이다.

[0038] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 T-S 퍼지추정모델링은 다음과 같다.

[0039] 먼저, 다음 수학적 식 1과 같이 N개의 데이터쌍을 확보할 수 있는 경우를 생각한다.

수학적 식 1

[0040] $(X_k, y_k) (k=1, \dots, N)$

[0041] 여기서, $X_k = [x_{k1}, \dots, x_{kM}]$, M은 입력의 개수이다.

[0042] T-S 퍼지추정모델은 다음 수학적 식 2와 같이 표현된다.

수학적 식 2

[0043] $y = \sum_{i=1}^c \mu_i y_i$

[0044] 여기서 i번째 모델의 출력, μ_i 는 소속함수, θ 는 파라미터, c는 선형모델의 개수이다.

[0045] T-S퍼지추정모델은 계통의 입출력 데이터를 이용해서 입출력 특성을 만족시키는 소속함수와 파라미터를 구함으로써 위의 입출력식(수학적 식 2)을 구하는 것이다.

[0046] 소속함수의 표현은 다음과 같다.

수학적 식 3

[0047] $\mu_{ij} = e^{-\frac{(x-v_{ij})^2}{\sigma_{ij}}}$

[0048] 여기서 v는 클러스터 센터이고 σ_{ij} 는 표준편차이다.

[0049] 클러스터 중심에 대한 식을 구하기 위하여 다음과 같은 과정을 거친다.

[0050] 추정치와 실제값과의 차이의 크기의 최소로 하는 파라미터와 소속함수의 결정은 다음 수학적 식 4 및 5를 사용하여 축차적으로 구하게 된다.

수학식 4

$$\mu_{ik} = \frac{1}{\sum_{i=1}^c [d_{ik}(\theta_i)/d_{jk}(\theta_i)]^{2/(m-1)}}, d_{jk} \neq 0$$

$$\mu_{ik} = s_{ik}, d_{ik} = 0 \text{ 그리고 } \sum_{i=1}^c s_{ik} = 1$$

[0051]

수학식 5

$$\theta_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^m (y_k - \sum_{t=1, t \neq j}^{M+1} \theta x_{kt}) x_{kj}}{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^m x_{ki}^2} (i = 1, 2, \dots, c, j = 1, 2, \dots, M)$$

[0052]

[0053]

위의 두식 소속함수에 관한 식과 파라미터 결정에 관한 식(수학식 4 및 5)에 의해서 구해진 소속함수를 이용하여 클러스터 중심을 구한다.

수학식 6

$$v_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{ik} x_{kj}}{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}}, i = 1, 2, \dots, c, j = 1, 2, \dots, M$$

[0054]

[0055]

클러스터 중심이 구해지면 각 입력값에 해당하는 입력함수에 대한 소속함수값을 구할 수 있으며, 각 입력함수의 소속함수의 사용하여 출력식에 대한 소속함수는 다음의 수학식 7과 같이 구해진다.

수학식 7

$$\mu_{ik}^j = \exp\left(\frac{-(d_{ik}^j)^2}{\sigma_{ij}}\right)$$

[0056]

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{2 \sum_{k=1}^N \mu_{ik} (x_{kj} - v_{ij})^2}{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}}} \quad \text{여기서, } d_{ik}^j = \|x_{kj} - v_{ij}\| \quad \text{그리고} \quad \beta_i = \prod_{j=1}^M \mu_{ij}$$

[0057]

[0058]

각 훈련데이터를 사용하여 파라미터를 제외한 모든 값을 구할 수 있고 출력의 훈련데이터를 이용하여 다음과 같이 최소자승법을 사용하여 파라미터를 구할 수 있게 된다.

수학식 8

$$\phi = [p_{11} \dots p_{1N} \ p_{21} \dots p_{2N} \dots p_{1N} \dots p_{2N}]$$

[0059]

[0060] 여기서 $p_{ij} = \beta_i x_j$

$$\theta = (\phi^T \phi)^{-1} \phi^T Y$$

[0062] 여기서 $Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_N]^T$

[0063] T-S퍼지추정모델의 확인(Identification) 결과는 다음의 수학적식 9와 같이 표현된다. 한번 확인 결과를 얻으면 계속 사용을 하면 된다. 실시간 확인은 아니다.

수학적식 9

$$y = \sum_{i=1}^c \beta_i [x \ 1] \theta_i^T$$

[0065] 여기서 소속함수 $\beta_i = \Pi \mu_{ij}$ 와 $\mu_{ij} = e^{-(x - v_{ji})^2 / \sigma_{ji}}$

[0066] 상기와 같은 확인 과정이 끝나면 입출력 관계를 확보한 것이므로 정수장에서의 현재 상황데이터(물의 유출입량, 현재 염소의 농도)에 대해 가능한 입력을 순차적으로 인가해 봄으로서 원하는 출력값(배수지에서의 염소농도)을 갖도록 하는 최적 염소투입량을 결정하게 된다.

[0067] <실시예>

[0068] 도 5 내지 도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수처리 시스템의 퍼지추정모델링을 이용한 제어방법의 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.

[0069] 먼저, 확보된 창원 B정수장의 한달간 데이터를 살펴보면 도 5 내지 도 9와 같다. 도 5 내지 도 9는 2시간마다 정수장으로 유입되는 물의 유입량(도 5 참조), 유출되는 물의 유출량(도 6 참조), 염소농도(도 7 참조), 염소농도에 비례하는 투입량(도 8 참조) 및 배수지의 염소농도(도 9 참조)를 각각 나타낸 그래프이다.

[0070] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 T-S퍼지추정모델링의 결과는 다음과 같다.

[0071] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 사용된 T-S 퍼지 파라미터 θ_{ij} 는 다음의 표 1과 같다.

표 1

8.53E-05	-0.56216	0.631299
-0.00012	-0.55307	0.67531
-4.37E-05	-0.56167	0.641257
6.19E-05	-0.50686	0.640024

[0073] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 사용된 클러스터 중심 v_{ji} 는 다음의 표 2와 같다.

표 2

246.1566	0.300605
255.4224	0.291943
256.5872	0.281173
241.1344	0.277432

[0075] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 사용된 소속함수의 표준편차 σ_{ji} 는 다음의 표 3과 같다.

표 3

79.41122	0.079341
79.74646	0.083326
87.07947	0.083507
100.0555	0.074012

[0076]

위의 모델에 훈련에 사용되었던 입력을 인가하여 추정한 출력과 실제 값을 비교하면 다음과 대체로 만족할 만한 추정치를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0078]

도 10은 확인된 T-S 모델의 추정 배수지 염소농도를 나타낸다.

[0079]

위의 추정된 염소소독 시스템에 가능한 범위 내의 입력들을 차례로 인가하여 출력의 추정치를 확인한다. 그리고 원하는 농도와 가장 근접한 결과를 내는 입력을 결정하면 된다.

[0080]

도 11은 T-S 퍼지 모델을 이용한 최적투입량을 나타낸다.

[0081]

시뮬레이션 상에서 위에서 구한 최적입력과 다른 입력데이터를 인가한 경우 다음 같은 출력을 얻을 수 있다. 목표 염소농도는 0.4이다. 최적염소투입량의 인가한 경우의 시뮬레이션 결과 도 12에 나타난 바와 같다.

[0082]

도 12는 T-S 퍼지 모델을 이용한 염소농도 제어 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 위의 시뮬레이션 결과로 볼 때 도 10의 제어결과와 비교해 매우 향상된 염소농도제어 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0083]

결론적으로, 본 발명에 따른 염소 소독 시스템의 특성을 T-S 퍼지추종모델로 구하는 방법과, 구해진 추정시스템을 사용해 개선된 염소농도의 제어결과를 얻을 수 있는 방법에 따른 시뮬레이션을 통해서 본원 발명의 결과를 입증하였다.

[0084]

본 명세서에 기재된 본 발명의 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

[0085]

10 : 유입량 검출부

20 : 유출량 검출부

30 : 염소농도 검출부

40 : 제어부

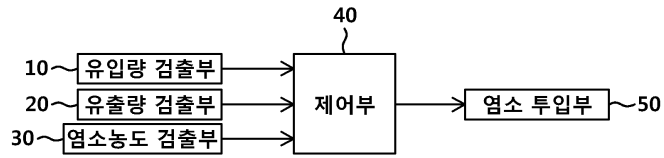
50 : 염소 투입부

도면

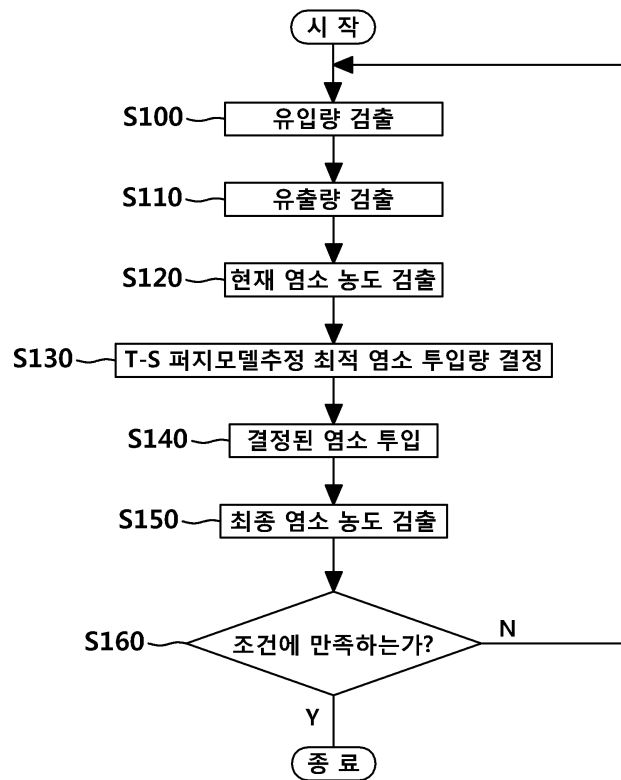
도면1



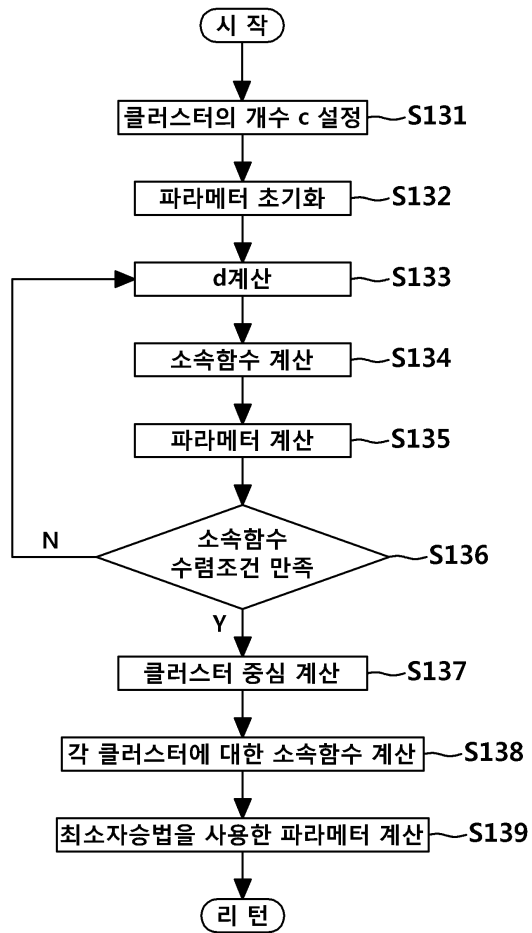
도면2



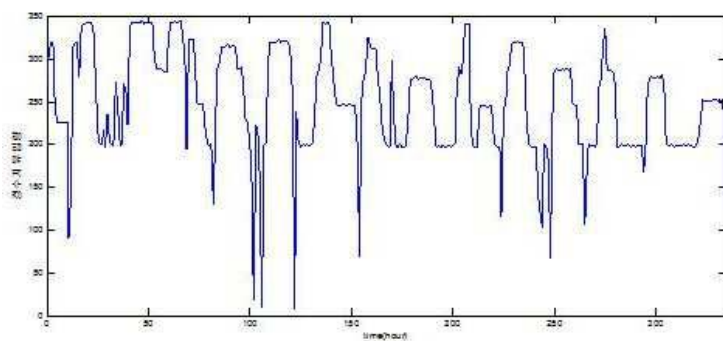
도면3



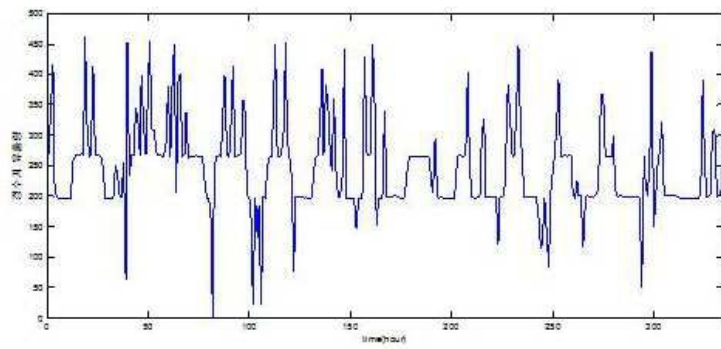
도면4



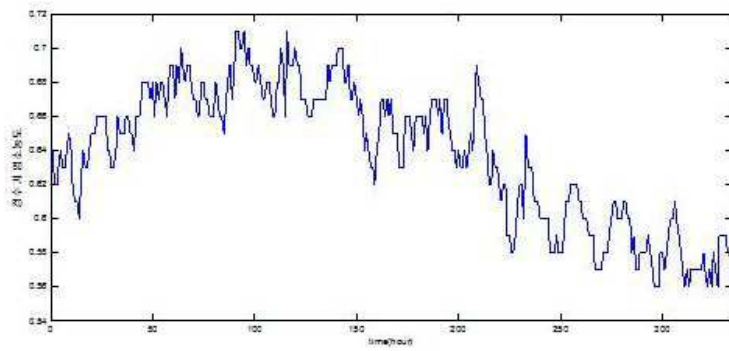
도면5



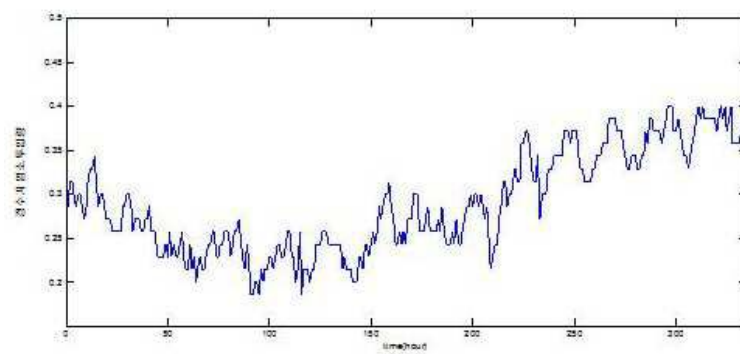
도면6



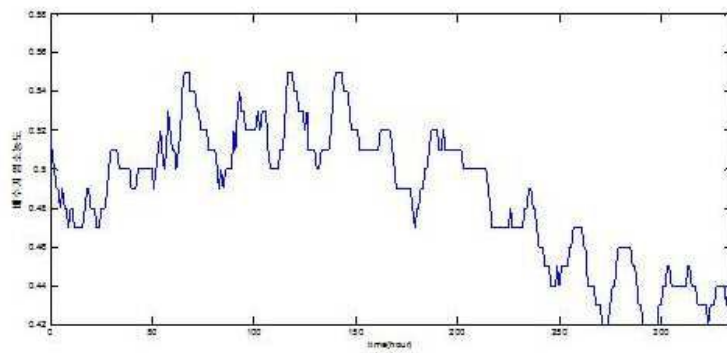
도면7



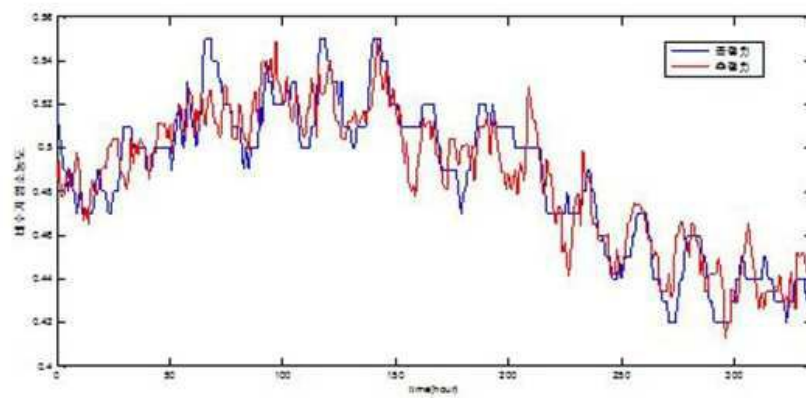
도면8



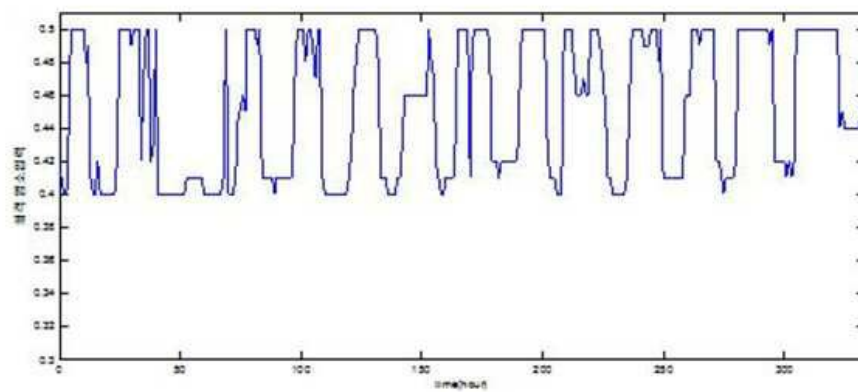
도면9



도면10



도면11



도면12

