

RTOS를 이용한 실시간 복합비례방식 자동 염소투입기 시스템 설계

Design of Real Time Complex Proportion Method Automatic Chlorine Input System using RTOS

金時煥, 印致虎

(Si-Hwan Kim, Chi-Ho Lin)

요 약

본 논문은 RTOS를 이용하여 정수장의 염소투입을 실시간으로 제어할 수 있는 시스템을 제안하였다.

기존 정수장의 염소투입방식은 유량방법을 이용하여 제어하였으며 계절이나 시간 또는 물의 사용량과 같은 외부환경에 대한 적절한 제어가 불가능 하였다. 따라서 본 논문에서는 유량방법과 잔류염소방식의 2가지 방법으로 시스템을 설계하고, RTOS의 각 태스크는 외부 환경 변화를 실시간으로 체크하여 염소농도 조절에 이용되는 연산의 보정값을 조절할 수 있도록 프로그램 하였다.

제안한 시스템을 2곳의 정수장에 설치하고 설정을 1.2ppm으로 하여 실험한 결과 1.21ppm의 평균값을 유지하였으며 최대, 최소의 편차 또한 0.3ppm으로 기존 정수장보다 우수한 성능을 나타내었다.

Abstract

This paper proposes a method that regulate a chlorine density to real time using RTOS.

The most of a cleaning bed make use of the flux method to input chlorine. But, This method is difficult to control of chlorine's amount because Amount used of water is difference in each time or according to season. In this paper, we have designed a two method to flux and remain chlorine. Each task is programmed to cope with changeable external environment.

The efficiency of the proposed system is shown by comparison results for performance of the proposal system with cleaning bed using a flux method

Keyword : RTOS, Control System, Cleaning bed system, Waterworks, Chlorine input system

I. 서 론

상수원의 수질오염이 심해지고 있는 요즘 각 정수장

에서는 오염된 물을 정수하는 과정에서 물의 소독에 상당한 관심을 가질 수밖에 없다. 현재 각 정수장에서 물의 소독을 위해 사용하는 약품으로 염소가스를 사용하고 있다.[1] 뿐만 아니라 몇몇 정수장에서는 충치의 예방을 위해 수도물에 불소를 투여하고 있다. 하지만 이들 약품들은 적당량을 투입하지 않을 경우 상당

世明大學校 컴퓨터科學科

Dept. of Computer Science, Semyung University

接受日:2002年 8月16日, 修正完了日:2002年11月28日

한 부작용을 동반하게 되는 약품들이다. 그 예로 염소의 경우 그 양이 적을 경우에는 물의 소독이 적절히 이루어지지 않아 물속에 기생하는 대장균과 같은 병원균들이 기준치 이상으로 남게 되고, 양이 너무 많을 경우에는 수도관 파이프를 부식시킬 뿐만 아니라 인체에도 해를 미치게 된다. 따라서 각 정수장은 적당한 양의 약품을 투입하는 것을 상당히 중요한 문제로 여기고 있다.[2-3]

현재 소규모의 정수장들은 직결형의 염소 투입기를 사용하는데 이것은 수동으로 조작이 이루어진다. 또한 대규모의 정수장에서는 제어 시스템을 이용하여 자동으로 염소의 투입이 이루어지는데 유입되는 물의 양에 비례적으로 염소를 타는 유량방식을 사용하고 있다. 하지만 이 두 방식 모두 염소를 투입하는데 있어 정수장의 구조나 계절 및 시간에 따른 차이를 생각하지 않는다는 것에 문제가 있다.[4]

본 논문에서는 이러한 복합적인 문제점을 해결하기 위해 기존의 유량방식에 잔류염소 방식을 추가하여 시스템을 설계하였으며, 계절과 시간에 따른 문제점들을 해결하기 위한 연산의 적용을 위해 RTOS를 이용하여 실시간으로 염소의 투입량을 조절할 수 있도록 시스템을 구현하였다.

II. 복합비례 방식의 하드웨어 시스템 구성

본 논문에서 제안된 시스템은 기존의 정수장에서 사용하던 유량 방식에 잔류염소 방식을 추가하여 정수장 시스템을 구축하였다. 유량방식은 상수원으로부터 유입되는 물의 양을 측정하여 그 양에 대해 비례적으로 염소의 양을 조절하여 투입하는 방식을 의미한다. 또한 잔류염소방식은 물에 녹아있는 염소의 양을 측정하여 염소의 양을 조절하는 방식을 의미한다. 본 논문에서는 이 두가지 방법을 복합적으로 이용하여 정수장 시스템을 설계하였다.[5-6]

그림1.은 본 논문에서 제안한 정수장의 개략적인 시스템 구성도를 나타내고 있다. 그림과 같이 상수원에서 유입되는 물의 양을 유량계로 측정하고 이 정보를

컨트롤러로 전송하면 컨트롤러에서는 물의 양에 비례하여 염소의 양을 1차적으로 조절하게 된다. 그런 후 배수구 쪽에 있는 잔류염소 측정기를 통해 물탱크에 들어 있는 염소의 양을 측정하여 2차적으로 염소의 양을 조절하여 투여하게 된다.

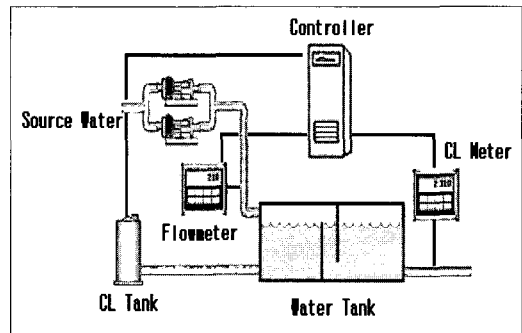


그림 1. 복합비례방식 정수장 시스템 구성도
Fig. 1. System structure of complex proportion method

이와 같이 기존의 유량방식에 잔류염소 방식을 추가하여 염소의 양을 조절함으로써 유량방식만을 사용했을 때 보다 정확한 염소의 양을 조절할 수 있게 된다.

III. 복합비례 방식의 소프트웨어 시스템 구성

본 논문의 시스템은 외부에 연결되어 있는 각 센서들의 값들과 시간, 온도 및 계절의 특성 등을 입력으로 받아들일게 된다. 염소를 투여하는 과정에서 단순히 일정한 염소의 농도를 유지하는 것이 아니라 특정 시간이나 계절에 따라, 또는 물을 사용하는 양에 따라 염소의 농도를 실시간으로 조절할 필요성이 있다. 따라서 본 논문에서는 제안하는 시스템은 이러한 입력들에 대한 실시간 처리를 위해 RTOS를 내장하여 외부 입력값을 이용하여 연산을 수행하고 그 결과를 이용하여 염소 투입기를 제어하게 된다. 염소의 투입을 위한 밸브의 값은 2단계에 걸친 연산에 의해 이루어진다. 첫번째 단계는 기존의 유량방식에 의해 염소 투입기의 밸브위치를 정하는 것으로, 이 단계에서는 계

절과 시간에 따라 염소의 투입량을 조절할 수 있도록 산술식을 적용하게 된다. 두번째 단계는 잔류염소 방식으로 잔류염소 측정기를 통해 측정된 잔류염소의 농도를 이용하여 염소의 양을 다시 한번 조절하여 밸브를 구동하게 된다.

3.1 유량에 의한 염소투입단계

유량방식은 원수가 유입되는 파이프에 유량계를 설치하여 유량의 비율에 따라 염소를 투입하는 방법이다. 일반적으로 염소의 농도는 1~1.2 ppm 정도를 유지하도록 물에 대한 염소를 비례적으로 투입하게 된다.

3.1.1 유량 보정을 위한 태스크

유량 보정 태스크에서는 정수장의 파이프를 통해 저수탱크로 유입되는 물의 양에 따른 밸브값을 보정해 주게 된다. 이 작업에서는 저수탱크의 유입구 쪽에 설치된 유량측정기의 값을 읽어 들이고 유량에 따라 그에 맞는 유량 보정값을 산정하여 밸브연산에 적용하게 된다. 유량 보정을 위한 식은 다음과 같다.

$$V_{valve} = a * W_{water} \text{ ----- (1)}$$

식(1)에서 W_{water} 는 유량값을 나타내며, V_{valve} 는 유량에 대한 밸브의 위치, a 값은 RTOS의 유량 보정 태스크에서 만들어 내는 값으로 정수장의 탱크로 유입되는 물의 양을 측정하여 이 값으로 기준으로 정수장의 구조에 따라 값을 설정할 수 있도록 프로그램 되었다.

이 유량 보정값 a 는 0~100 사이의 값을 가지며 기준 값은 50으로, 물의 증발이 많은 여름철의 경우에는 50보다 큰 값을 가지게 되며 반대로 겨울에는 50보다 적으로 값을 유지하게 된다.

아래의 `flux_task` 함수는 유량 보정을 적용한 태스크를 나타내는 것으로 유량계를 통해 유량을 측정하고 그 결과와 RTOS에서 실시간으로 측정된 외부 온도를 기준으로 유량 보정값을 구하여 밸브의 위치를 구하게 된다.

```
void flux_task(void) _task_flux_task
{
```

```
Flux = Flowmeter( );
Flux_correction = func_Flux_correction(Flux, Temp)
;
CL_valve = Flux_correction * Flux ;
Store(CL_valve) ;
Os_create_task(Valve_task) ;
}
```

그림 2는 유량보정 태스크를 실행한 결과의 밸브 위치를 나타내는 그래프로써 보정값이 각각 50과 40일 경우에 유량에 비례하는 밸브의 위치 값을 나타내고 있다.

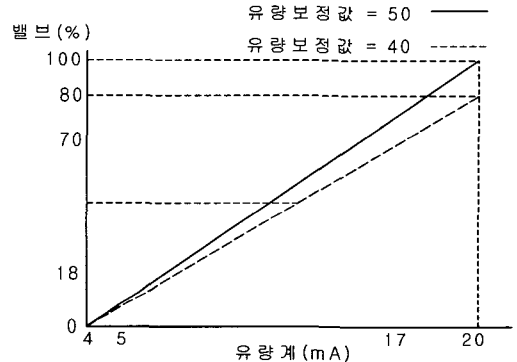


그림 2. 유량 보정값에 의한 밸브위치
Fig. 2. Valve position by flux correction value

유량 보정에 의한 밸브값으로는 염소를 투입하지 않으며, 다만 밸브 보정값에서 밸브 위치를 구하기 위한 연산의 기본값이 된다.

3.1.2 밸브 보정을 위한 태스크

밸브보정 태스크는 계절이나 각 시간대별 물의 사용량의 변화에 대응하기 위한 연산을 진행하게 된다. 밸브보정 태스크에서는 상한값(High)과 하한값(Low)을 설정하여 유량값의 구간을 3개로 나누고 각 구간별로 다른 연산식을 적용하여 염소를 투입하게 된다. 밸브 보정값은 0에서 100사이의 범위를 가지며 기준 값은 50이다. 유량보정에서 나온 염소량보다 많은 양의 염소를 투입하고자 할 경우는 50 보다 큰 값을 적용하고 반대의 경우에는 50 보다 작은 값을 적용한다.

즉 여름철이나 하루 중 물의 소비가 많은 시간에는 50보다 큰 값을 입력하면 평균보다 많은 양의 염소가 투입되게 된다. 이 값은 컨트롤 보드에 있는 시간값을 적용해서 값을 정하게 된다.

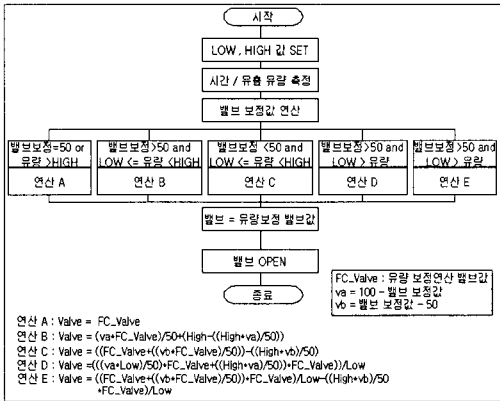


그림 3. 밸브보정 태스크의 흐름도
Fig. 3. Flow Chart of Valve correction Task

그림 3은 밸브보정 태스크의 흐름도를 표현한 것으로 상한값과 하한값을 기준으로 서로다른 5개의 연산식을 적용하여 밸브의 위치를 구하고 있다.

연산 A 식은 유량값이 상한값보다 큰 경우나 또는 보정값이 50일 경우에 해당하는 식으로 유량과 동일한 값을 가진다. 보정값이 50일 경우에는 모든 구간에서 유량 보정과 동일한 그래프를 나타내게 된다. 연산 B, C 식은 상한값과 하한값 사이의 구간이 되며 보정값에 따라 식이 나누어진다. 연산D, E 식은 유량값이 하한값보다 적은 경우의 구간식이며 역시 보정값을 기준으로 식이 나누어진다.

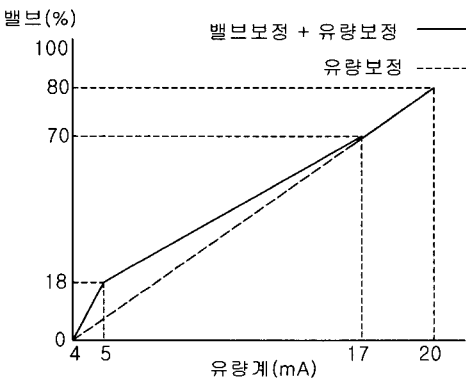


그림 4. 밸브 보정값에 의한 밸브위치
Fig. 4. Valve position by Valve correction value

그림 4은 유량보정 태스크에서 구한 밸브값에 밸브 보정 태스크에서의 연산을 적용한 후의 밸브위치 그래프를 보여주고 있다. 그림에서 유량값의 5mA는 하한값을 17mA는 상한값을 나타낸다. 이 하한값과 상한값에 의해 유량은 3개의 구간으로 나뉘어지고 각각의 구간에서 서로 다른 그래프를 나타내게 된다.

3.2 잔류염소에 의한 염소투입단계

잔류염소방식은 정수장의 물탱크에 남아있는 잔류염소량을 이용하여 염소 투입량을 조절하는 방법이다. 이 방법은 기온의 상승으로 인한 염소의 증발을 보충하거나 전 단계에서 과 투입된 염소를 조정하게 된다. 잔류염소 방식을 이용한 밸브의 위치를 구하기 위한 식은 아래와 같다.

$$V_{valve} = (V_{high} * (ppm_{set} - ppm_{sensor})) / G \quad \text{-----(2)}$$

식(2)에서 V_{high} 는 최대로 열 수 있는 밸브의 값을 나타내며, ppm_{set} 는 사용자가 원하는 염소의 농도이다. ppm_{sensor} 값은 잔류염소 측정기를 통해 들어오는 염소농도를 나타낸다. G 값은 보정값으로 기온과 물탱크의 농도에 따라 변하는 값이다.

아래의 CL_Remain_task 함수는 잔류염소 태스크를 나타낸다.

```
void CL_Remain_task(void) _task_CL_Remain_task
{
    CL_correction = func_CL_correction(Temperature, ppm);
    Valve_high = 0xff * Set_High / 100;
    Valve
    =
    (Valve_high * (Set_ppm - Sensor_ppm)) / CL_correction
    Valve_Open(Valve);
}
```

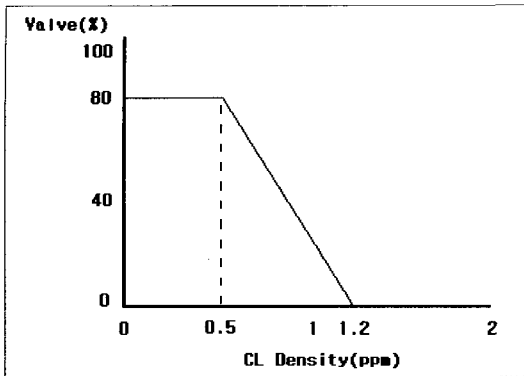


그림 5. 잔류염소방식을 적용한 밸브위치
Fig. 5. Valve position of remain chlorine method

그림 5는 잔류염소 태스크를 적용한 후 밸브의 위치를 나타내는 그래프를 보여주고 있는 것으로 위의 그래프에서는 $V_{high} = 80$, $ppm_{set} = 1.2$ 의 값을 적용했다.

IV. 실험 및 평가

본 논문에서 제안한 시스템을 실험하기 위하여 2군데의 정수장에 시스템을 설치하고 기존의 유량방식을 사용한 정수장과 비교하여 분석하였다. 비교 분석을 위해 염소농도의 기준은 1.2 ppm으로 설정 하였으며 7월 중의 하루를 선택하여 35시간동안의 염소농도의 변화를 조사하였다. 그 결과 기존의 유량방식을 사용한 정수장은 35시간동안 평균 1.01ppm을 나타내고 있으며 복합비례방식을 사용한 A 정수장은 1.21ppm, B 정수장은 1.22 ppm 을 각각 나타냈다. 또한 그림 6에서 보는 바와 같이 기존 유량 방식의 경우 최대 농도값과 최소 농도값의 차가 0.7 ppm 으로 그 변화의 폭이 큰 것에 비해 제안한 시스템의 경우 각각 0.2와 0.3ppm 으로 상대적으로 적은 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 이렇게 변화의 폭이 적다는 것은 물의 소독이 일정하게 이루어지는 것으로 좀 더 안전하고 깨끗한 물을 공급할 수 있다.

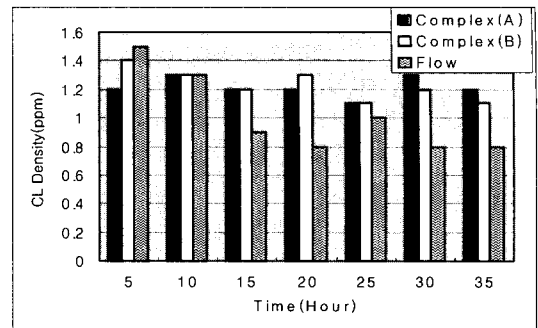


그림 6. 각 정수장의 시간에 따른 염소농도 변화
Fig. 6. A period of time change of chlorine density

이 결과로 제안한 방식이 기존의 방식에 비해 우수한 성능을 나타내는 것을 볼 수 있었다.

V. 결론

본 논문에서 제안한 시스템은 기존의 유량방식만을 사용했을 경우 야기되는 문제점을 해결하기 위하여 설계 되었고, 여러 환경 변수들을 처리하기 위해 RTOS를 이용하여 실시간으로 시스템이 반응할 수 있도록 하였다. 이러한 방식 통해 기존의 유량방식의 투입량 오차 비율을 100%로 했을 경우 본 논문의 시스템의 염소 투입량의 오차비율은 5.2%로 상당한 개선이 이루어 졌음을 알 수 있었다. 향후의 연구과제로는 현재 각 정수장들의 그 설치 구조가 다르고 기존의 설치된 센서의 위치도 통일되어 있지 않은 관계로 각 정수 별로 별도의 값을 적용하여 별도의 연산식을 만드는 과정이 필요하다. 이러한 문제를 보완하기위해 정수장의 구조에 대한 문제점들을 해결하는 방법을 보완하여 좀더 표준화된 시스템의 구성이 필요하다.

Reference

[1] Jo Gwang-Myung, "Environmental Engineering" Aug. 2001, 청문각
[2] Rger A. Hinrichs, "ENERGY IT'S USE AND

THE ENVIRONMENT", Jun. 1998, Saunders College Publishing

- [3] Obmascik, Mark, "A Consumer's Guide to Drinking Water", May 2001.
- [4] Pyo Young-Pyung, "Waterworks Engineering". Aug. 2001.
- [5] Phillip E. Allen, Douglas R. Holberg, "CMOS analog Circuit design SE", Jan. 15, 2002, Oxford University Press
- [6] Irv Englander, "The Architecture of Computer Hardware and System Software", Feb. 2000, John Wiley & Sons
- [7] Pont Michael , "Patterns for Time-Triggered Embedded Systems" , Jul. 2001.

1992년 ~ 현재 세명대학교 컴퓨터과학과 부교수
e-mail : ich410@semyung.ac.kr

<관심분야> VLSI CAD, ASIC 설계, CAD 알고리즘, RTOS 및 내장형 시스템

저 자 소 개

김 시 환(金時煥, Si-hwan Kim)



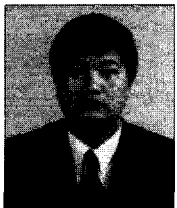
1992년 경원전문대 전자과 전문
학사
1995년 1월 ~ 1999년 12월 (주)창
안전자 기술부
2001년 세명대학교 컴퓨터과학과
이학사

2002년 ~ 현재 세명대학교 대학원 석사 과정

E-mail : sihwan@korea.com

<관심분야> 마이크로프로세서, RTOS 및 내장형 시스템

인 치 호(印致虎 Chi-ho Lin)



1985년 한양대학교 전자공학과 공
학사
1987년 한양대학교 대학원 공학석
사(VLSI CAD 전공)
1996년 한양대학교 대학원 공학박
사(VLSI CAD 전공)