

정보 필터링을 이용한 저수조 무선 통합 관리 Reservoir Tank Wireless Integrated Management using Information Filtering

유기엽, 고희준*, 정경웅**, 임기욱***, 이정현****
 상지대학교 컴퓨터정보공학부 지능시스템 연구실,
 경인여자대학 정보미디어학부*,
 상지대학교 컴퓨터정보공학부**,
 선문대학교 컴퓨터정보학부***,
 인하대학교 컴퓨터정보학부****

Ki-Youp Yu(skireu@nate.com),
 Hoon-Joon Kouh(hjkouh@kic.ac.kr)*,
 Kyung-Yong Chung(kyjung@sangji.ac.kr)**,
 Kee-Wook Rim(rim@sunmoon.ac.kr)***,
 Jung-Hyun Lee(jhlee@inha.ac.kr)****

요약

본 논문에서는 수질을 향상시키고 저수조를 온라인 관리하기 위하여 정보 필터링을 이용한 저수조 무선 통합 관리를 제안하였다. 저수조 수위 센서가 저수위 감지시 저수조 컨트롤에서 무선을 통해 데이터를 무선 컨트롤로 보내어 펌프를 가동한다. 이때 저수조에서 일어나는 각종 데이터를 라인전송 모뎀으로 송신한다. 라인전송 모뎀에서 수신된 데이터는 각 시간 단위로 로그를 기록한 후 데이터베이스에 저장된다. 제안된 방법에서는 저수조의 상황과 환경을 정의하였고 정보 필터링을 이용하여 펌프동작, 태양 전지량, 약품량, 저수량, 회선, 모뎀에 따른 적합한 서비스를 예측하였다. 정보 필터링을 이용한 저수조 무선 통합 관리를 개발하여 제안한 방법의 논리적 타당성과 유효성을 검증하기 위해 시험적인 적용을 시도하고자 한다.

Abstract

In this paper, we proposed the reservoir tank wireless integrated management using information filtering for improving the water quality and on-line managing efforts of reservoir tanks. Reservoir tank level sensor works the pump sending the data from reservoir tank control to the wireless control on sensing water level. At this time, every kind data which happens in the water tank transmits the line transmission modem. The data to be received from the line transmission modem is stored at the database after we record the logs by each hour. The proposed method defined the context and environment of the reservoir tank and predicted the profited service according to the pump motion, the solar battery, the chemicals, the water level, the line, and the modem using information filtering. we plan to conduct the proposed method to verify the adequacy and the validity of reservoir tank wireless integrated management using the information filtering.

I. 서론

IT 기반 융합기술의 발전에 따라 수자원 관리 서비스를 위한 인프라스트럭처가 구축되면서, 저수조의 시설 및 위생 관리에 대한 규정을 환경부, 수자원공사에서 제시하고 있지만 상세한 관련 규정은 마련되지 못하고 있는 실정에서 저수조의 통합 관리 방안의 필요성이 점

차 대두되어가고 있다[1]. 특히 농촌에서 운영되고 있는 저수조의 경우에는 심각성이 더하고 있다. 농촌기피 현상으로 인해 인적 자원이 줄어들고 있는 추세에서 저수조 관리까지 그 의무를 농촌에 남아있는 노장년층의 사람들에게 맡긴다면 저수조 관리는 당연히 소홀해 질 것이다. 이로 인하여 발생하는 여러 가지 문제 중에 가장 먼저 나타나는 문제점은 수자원의 오염이다[2,3]. 따라

서 본 논문에서는 수질향상을 위해 정보 필터링을 이용한 저수조 관리 시스템을 제안하였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 협력적 필터링에 대해서 기술하고 3장에서는 제안하는 수질향상을 위해 정보 필터링 기술을 이용한 저수조 관리에 대해서 기술한다. 4장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 기술한다.

II. 관련기술

1. 협력적 필터링

협력적 필터링은 선호도에 대한 데이터를 기반으로 사용자가 관심을 가질 것으로 예상되는 아이템을 추천하는 방법이다. 선호도를 반영하기 위해서 각 사용자는 정보에 따라 선호도를 제공하고 이로부터 상관관계를 계산하여 유사 선호를 형성하고 이들의 선호도를 종합하여 정보를 추천한다.

성향을 기반으로 정보를 추천하는 기술은 이미 다양한 형태로 상용화되어 있다. 대표적인 사례는 아마존의 도서 추천 서비스다. 아마존은 현재 책을 검색하고 있는 사용자에게 그와 유사한 사용자가 기존에 구입했던 책들을 현 구매자에게 추천함으로써 효율적인 도서 리스트를 제공하고 있다. 또 다른 사례로는 Last.fm과 같이 사용자의 로그인 정보를 통해 현재 음악을 듣고 있는 사용자와 취향이 유사한 다른 사용자의 음악을 추천하는 서비스도 동일한 추천기술을 사용하고 있다. 학계에서는 이미 추천 및 예측이라는 이름으로 많은 연구 결과들이 소개되고 있다. 따라서 저수조 무선 통합관리에 정보 필터링을 접목한다면 수자원 관리측면에서 환경 친화적인 사업으로 성장할 가능성이 매우 크다.

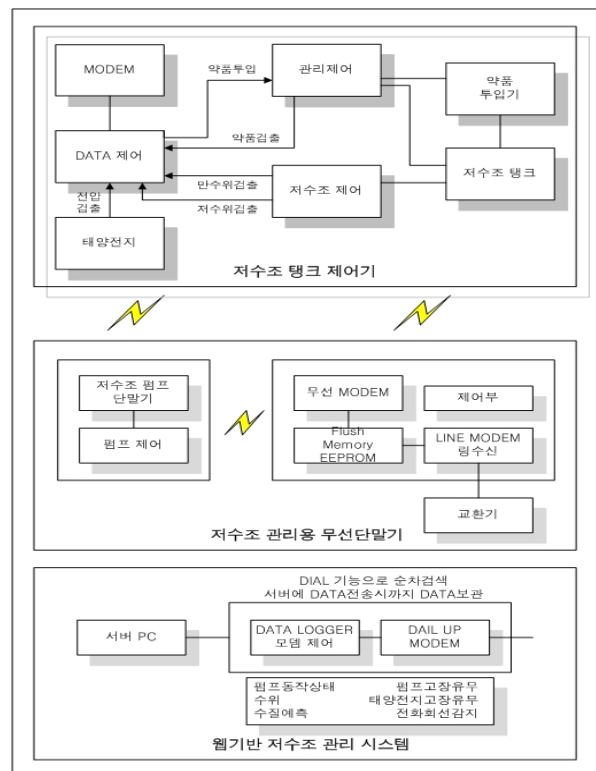
III. 정보 필터링을 이용한 저수조 무선 통합 관리

1. 무선 통합 관리 구성 프로세스

저수조 무선 통합 관리의 구성 프로세스는 저수조 탱크 제어기, 저수조 관리용 무선 단말기, 저수조 통합 관

리 터미널, 웹기반 저수조 관리 시스템, 협력적 필터링을 이용한 수질 예측으로 구성되어 있다[4]. 정보 필터링을 이용한 저수조 무선 통합 관리의 프로세스는 그림 1에 나타내었다.

저수조 탱크 제어기는 저수조의 만수위 및 저수위를 확인하여 작동하는 무선 자동화 기능과 태양 전지 및 전력으로부터 전압 검출을 데이터 컨트롤로 보내는 기능을 한다. 그리고 소독약품 투입을 조절하는 관리 컨트롤로 센서에 의한 자동 투입 기능이 가능하다. 저수조 관리용 무선 단말기는 저수조 탱크 제어기의 신호를 데이터로 변환하여 무선으로 전화선이 있는 모뎀으로 전송하여 저장하고 전화선과 연결하는 기능을 한다. 무선 단말기로 넘어온 데이터를 전원 없이도 장기간 안정적으로 기억이 가능한 롬으로 보낸다. 그리고 교환기를 통해 라인 모뎀 링 수신으로 데이터를 보내는 기능을 한다. 저수조 통합 관리 터미널은 호스트 컴퓨터에 설치하는 프로그램으로써 리모트의 모뎀을 유선으로 제어하는 기능을 담당하며 리모트의 모뎀으로부터 유선으로 받은 데이터를 호스트 컴퓨터의 데이터베이스에 저장한다. 다이얼 업 모뎀을 통해서 전송된 데이터를 기반으로 펌프 동작상태, 펌프 고장유무, 수위, 태양전지 고장유무, 약품유무, 전화회선 등을 점검하게 된다.



▶▶ 그림 1. 무선 통합 관리 프로세스

2. 수질관리를 위한 정보 필터링 시스템

본 논문에서는 상황정보를 정보 필터링을 사용하여 저수조의 수질 관리를 위한 저수조 관리 시스템을 제안하였다. 펌프동작, 태양전지량, 약품량, 저수위, 전화회선, 모델에 따른 상황정보를 제공하여, 이로부터 저수조간의 상관관계를 계산하여 예측을 통한 저수조를 관리하게 된다. 정보 필터링을 이용한 저수조 관리 시스템에서 저수조간 유사도 가중치를 계산하기 위해서는 적절한 유사도 가중치를 부여할 필요가 있다. 본 논문에서는 유사도 기준값으로 스피어만 순위 상관계수를 사용한다[5]. 스피어만 순위 상관계수는 피어슨 상관계수와 비슷하지만 상관계수를 계산할 때 데이터를 사용하는 것이 아니라 순위를 사용하므로 모델에 대한 가정에 의존하지 않는다. 스피어만 순위 상관계수를 사용했을 경우 저수조 x 와 저수조 y 의 유사도 가중치는 식(1)과 같이 정의한다.

$$w(x,y) = \frac{\sum_d (\text{rank}_{x,d} - \overline{\text{rank}_x})(\text{rank}_{y,d} - \overline{\text{rank}_y})}{\sqrt{\sum_d (\text{rank}_{x,d} - \overline{\text{rank}_x})^2 \sum_d (\text{rank}_{y,d} - \overline{\text{rank}_y})^2}} \quad (1)$$

$\text{rank}_{x,d}$ 는 저수조 x 가 저수조 통합관리 터미널에서 받은 데이터 d 의 순위이고, $\text{rank}_{y,d}$ 는 저수조 y 가 저수조 통합관리 터미널에서 보내온 데이터 d 의 순위이다. $\overline{\text{rank}_x}$ 와 $\overline{\text{rank}_y}$ 는 저수조 x 와 저수조 y 에 대한 데이터의 중간 순위를 의미한다.

본 논문에서는 저수조간의 가중치를 계산할 때 고려할 요인으로 상태 강조를 적용하였다. 계산되어진 유사도 가중치에 대해서 상태 강조 방법은 1에 가까운 유사도 가중치를 더 강조하게 된다. 유사도 가중치에 대해 상태 강조하는 방법은 식(2)과 같이 정의하였다. 적절한 P 값에 따라 절대값이 1에 가까운 유사도 가중치를 강조할 수 있도록 유사도 가중치를 조절하는 방법이다[6].

$$ca = \begin{cases} w_{x,y}^p & \text{if } w_{x,y} \geq 0 \\ -(-w_{x,y}^p) & \text{if } w_{x,y} < 0 \end{cases} \quad (2)$$

예측할 저수조에 대해서 저수조간의 가중치를 적용하여 가중치 평균을 식(3)과 같이 정의한다.

$$pre_{x,d} = \overline{V_x} + \frac{\sum_{n=1}^N ca_n \cdot w(x,y) \cdot (v_{n,d} - \overline{v_d})}{\sum_{n=1}^N w(x,y)} \quad (3)$$

$pre_{x,d}$ 는 저수조 x 에 대한 펌프동작, 태양전지량, 약품량, 저수위, 전화회선, 모델에 따른 상황정보 d 에 대한 예측값이고 $\overline{V_x}$ 는 저수조 통합관리 터미널에서 받은 저수조 x 의 상황정보 d 의 평균이다. N 은 관리 시스템에서 전체 저수조의 수를 나타낸 것이고 ca 는 유사도 가중치에 적용하기 위한 상태 강조를 나타낸다. $w_{x,y}$ 는 저수조 x 와 저수조 y 간에 스피어만 순위 상관계수를 적용한 유사도이다.

3. 시스템의 기능 및 구성장치

저수조는 안정적인 배급수 체계의 구축과 비상시 식수 문제를 해결하기 위한 차원에서 일정 규모 이상의 건축물이나 배수지를 통합한 급수 체계를 지원받지 못하는 농어촌 등에 시범 설치하고 있다[7,8]. 정보 필터링을 이용한 저수조 무선 통합 관리를 구축함으로써 실제 저수조에서 직접 관리하지 않아도 여러 지역에 분포되어 있는 저수조의 현재 상태를 확인하며, 최적의 상태를 유지할 수 있기 때문에 단수와 같은 돌발적인 상황에 보다 유연하게 대처할 수 있다.

그림 2는 각각의 저수조의 pH(수소 이온 농도), COD(화학적 산소요구량), SS(부유 물질량), DO(용존 산소량), 대장균군수, T-P(총 인), T-N(총 질소)의 정보를 입력받아 약품투여 및 조치사항을 결정해 처리한다. 이로 인해 최적의 수질 상태를 유지할 수 있다. 또한 현 상태를 약품투여/조치사항/재요청의 메시지로 확인할 수 있으며, 만약 요청이 받아들여지지 않으면 재요청을 요구할 수 있다. 관리자가 임의의 저수조에 대한 pH, COD, SS, DO, 대장균군수, T-P, T-N의 정보를 필요로 하면 저수조 번호로 검색하여 원하는 정보를 알 수 있다. 약품 투여 및 조치사항은 환경부의 수질 환경 기준을 따른다. 표 1은 수질 환경 기준표이다.

The screenshot shows a software window titled 'Water Management'. It contains several data tables and control panels. The top-left table, '저수조 수질상태 정보' (Reservoir Water Quality Status Information), lists parameters like pH, COD, SS, DO, and T-P for various reservoirs. The top-right panel, '약품 투여 상태' (Medication Injection Status), shows a list of reservoirs and their medication status. The bottom-left table, '약품 투여 대상 저수조' (Reservoirs for Medication Injection), lists reservoirs and their current water quality parameters. The bottom-right panel shows a search function for a specific reservoir (110) and displays its current water quality parameters: pH 7.9, COD 0.03, SS 3.2, DO 5.1, T-P 0.12, and T-N 0.33.

▶▶ 그림 2. 저수조 상태별 약품 투여 관리

표 1. 수질 환경 기준

등급	기준						
	pH	COD	SS	DO	대장균군수	T-P	T-N
I	6.5-8.5	1이하	1이하	7.5이상	50이하	0.01이하	0.2이하
II	6.5-8.5	3이하	5이하	5이하	1,000이하	0.03이하	0.4이하
III	6.5-8.5	6이하	15이하	5이상	5,000이하	0.05이하	0.6이하
IV	6.0-8.5	8이하	15이하	2이상	-	0.10이하	1.0이하
V	6.0-8.5	10이하	이물질이 떠있지 않을 것	2이상	-	0.15이하	1.5이하

그림 3에서 (A)는 저수조 컨트롤 단말기로 수위 조절 센서 및 전원, 소독약품 자동 투입기의 약품 감지센서를 연결할 수 있으며 지하수 모터 펌프 단말기의 데이터를 체크할 수 있도록 설계되었다. (B)는 지하수 모터 펌프 단말기로 최대 8개 라인까지 입력 및 출력 제어가 가능하며 각 제어부의 모니터링 기능이 내장되어 있다. (C)는 약품 투입기로 전원을 연결한 후 전면에 있는 스위치를 조작하여 약품 투입시간, 휴지시간, 세척시간을 설정하면 자동으로 약품을 투입하게 되며 시스템에서 자동으로 약품량을 감지하여 저수조 컨트롤러로 데이터를 보낸다.



(A) 저수조 컨트롤 단말기(무선 모듈 포함)



(B) 지하수 모터펌프 단말기(무선 모듈 포함)



(C) 약품 투입기

▶▶ 그림 3. 무선 통합 관리 구성 장치

IV. 결론

본 논문에서는 인적 물적 자원의 낭비를 줄이고 수질 향상을 위하여 정보 필터링을 이용한 저수조 관리 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 환경정보를 이용하여 통합 관리함으로써 실시간 저수조 상태 파악이 용이하며 수자원의 오염시 신속한 대처가 가능하다. 또한 센서에 의해 자동으로 펌프동작, 태양전지량, 약품량, 저수위, 전화회선, 모뎀에 따른 상황정보를 제공받아 이로부터 상관관계를 계산하여 정보 필터링을 통한 저수조를 관리하게 된다. 이는 사람의 오감이 아닌 시스템에 의한 자동화된 관리를 함으로써 관리자의 업무 효율 개선 및 체계적인 정보 관리로 오차율이 최소화된다. 또한 시스템에 의해 자동으로 저수위와 만수위 상태 파악이 가능하다. 따라서 제안하는 방법을 활용하면 저수조를 온라인으로 정보 필터링을 이용한 효율적인 수자원 관리가 가능하다. 향후 수질 향상에 대한 예측 관련 연구를 통하여 시장성 증대와 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대함으로써 다양한 수자원 관리 및 응용

분야에 활용이 가능하다. 그리고 제안한 시스템에 의해 효율적인 인적관리가 가능해진다. 컴퓨터를 통한 하나의 통합 관리 시스템으로써 인적자원의 낭비를 줄이고 정확하고 긴밀한 상하기관의 유기체를 조직할 수 있는데 그 필요성이 더욱 요구되고 있다.

- [8] 우달식, 김주환, 최명수, "국내 저수조와 옥내배수관 유지관리 현황 및 향후 개선 방안", 한국상하수도협회지, 제 9권, 2005.

감사의 글

"본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었으며 시스템 구축을 도와주신 상지대학교 취업 및 창업 동아리인 상지벤처클럽 학우들에게 감사드립니다."

(IITA-2009-C1090-0902-0020)

■ 참고 문헌 ■

- [1] 환경부 상하수도국, "수돗물수질개선종합대책", 2005.
- [2] 한무영, "대체수자원으로서의 빗물활용방안", 대한상하수도학회지, 제14권, 제3호, pp.207-210, 2000.
- [3] 문광순, 환경친화적인 위생저수조 및 옥내배관 시스템의 유지관리기술 개발, 한국계면공학연구소 보고서, 환경부, 2004.
- [4] 정경용, "저수조 무선 통합 관리 시스템 개발", 한국콘텐츠학회논문지, 제6권, 제6호, pp.16-25, 2006.
- [5] K. Y. Jung, H. J. Hwang, U. G. Kang, "Optimal Associative Neighbor Mining using Attributes for Ubiquitous Recommendation System," LNAI 4027, pp.458-469, Springer-Verlag, 2006.
- [6] M. O. Connor and J. Herlocker, "Clustering Items for Collaborative Filtering," In Proc. of the ACM SIGIR Workshop on Recommender System, Berkeley, CA, 1999.
- [7] 강동열, 하정립, 김정환, 간이상수도 통합관제 운영 시스템 및 운영방법, 국내특허, 특허청, 2005.