

수 처리를 위한 다목적 컨트롤러 시스템 설계

백성현* · 장종욱**

*동의대학교 컴퓨터공학과

Design of versatile controller system for water treatment

Sung-hyun Baek* · Jong-wook Jang**

*Department computer engineering of Dong-Eui University

E-mail : smartma@naver.com, Jwjang@deu.ac.kr

요 약

하수관거는 생활환경의 개선, 공중위생, 침수방지 공공수역의 수질보전 및 건전한 물 순환 등을 구축하기 위하여 반드시 필요한 도시기반시설이다. 이러한 하수관거는 시가지의 하수를 배제, 처리하여 공공수역의 수질을 보전함으로써 생활환경을 개선하고, 우수를 신속히 배제함으로써 도시재해를 방지하는 등 2가지 기능을 갖고 있다. 지금 현 상·하수도 시스템은 우수, 하수나 둘 다 무조건 하수 처리장으로 유하하여 처리하는 실정이다. 이러한 시스템에서는 평상시에는 문제가 없으나 강우 시에 한 번에 많은 우수가 하수 처리장으로 유하되어 하수 처리장의 처리 능력이 초과 되어 오히려 역효과를 일어 날 수 있고, 하수처리를 할 때 필요한 세제 및 재료들이 추가로 더 사용되기 때문에 정부의 국고 낭비가 되고 있는 실정이다. 그래서 본 과제에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 수 처리를 위한 다목적 컨트롤러 시스템을 설계 및 제안한다. 그 결과, 하수관거의 유량 및 수질을 검사 하여 하수일 경우에는 하수처리장으로 유하하고, 깨끗한 수질일 경우에는 바로 공공수역과 하천으로 흘려보내어 하수 처리장의 불필요한 처리능력에 대해 감소시킬 것이다. 추가로 각 디바이스에서 유·무선 통신으로 인한 디바이스에 대한 모니터링이 가능하고 데이터베이스에 항상 저장하기 때문에, 디바이스에 대한 관리가 쉬워지며, 관리에 대한 관리비를 줄 일 수 있기 때문에 1석 2조의 효과를 거 둘 수 있을 것이다.

키워드

수처리, 하수도, 상수도, 모니터링 시스템, 계장제어장치

1. 서 론

하수관거는 생활환경의 개선, 공중위생, 침수방지 공공수역의 수질보전 및 건전한 물 순환 등을 구축하기 위하여 반드시 필요한 도시기반시설이다. 이러한 하수관거는 서울시, 2005년 기준으로 총연장이 10.228km로써 보급률이 100%를 달성하고 하수처리능력 581만 m^3 /일의 막대한 시설을 가지고 있다. 지금의 하수관거의 현 상·하수도 시스템은 우수, 하수나 둘 다 무조건 하수처리장으로 유하하여 처리하는 실정이다. 이러한 시스템에서, 강우 시에는 도시개발의 따라 증가된 우수유출량을 충분히 배제하지 못하여 과거 20년간 대홍수에 의하여 하천변과 저지대를 중심으로 큰 침수피해가 상습적으로 발생하였다. 그래서 강수 때는 그냥 우수이기 때문에 바로 강이나, 바다에 보내도 문제가 없지만, 평상시 때는 하수관거는

하수로 되어 있어 이 하수를 하수처리장으로 보내야한다. 추가로 강우 시에 우수와 하수가 혼합된 하수가 관거에 유하하므로 우수토실이나 펌프장에서 배출되는 미처리하수인 월류수에는 오염물질이 포함되어 공공수역과 하천의 수질이나 생태계에 악영향을 주고 있으며 더욱이 자연하천에 조성된 물가 및 친수공간에 대한 사람들의 요구가 증가하고 있는 상황에서 공중위생상 문제와 함께 및 처리방류수 등에 의한 물 환경의 악화가 이전보다 현저하게 되기 쉽다. 추가로 대도시에서의 고농도 초기우수는 하천 환경생태계를 오염시켜 물고기 폐사사건이 야기되고 수질이 개선되지 않는 원인이 되는 실정이다. 지금 현 실정에서는 우수, 하수나 둘 다 무조건 하수처리장으로 유하하여 처리하는 실정이다. 하지만 이러한 시스템에서는 평상시에는 문제가 없으나 강우 시에 한 번에 많은 우수가 하수 처리장으로 유하되어 하수

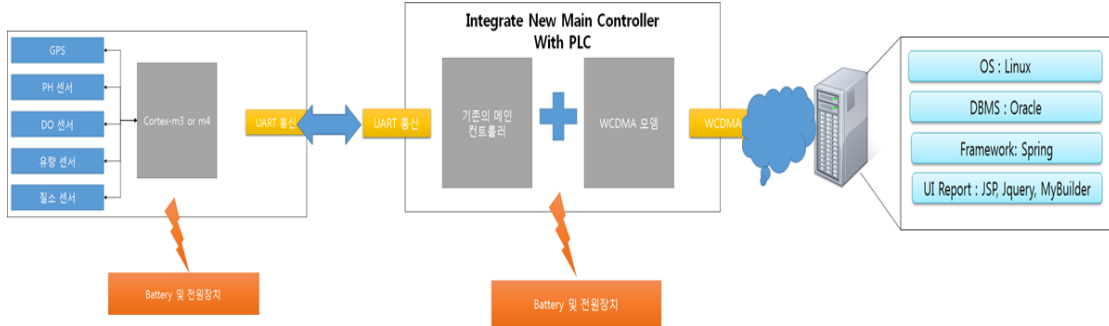


그림 1. 다목적 컨트롤러 시스템의 구성

처리장의 처리 능력이 초과 되어 오히려 역효과를 일어 날 수 있고, 하수처리를 할 때 필요한 세제 및 재료들이 추가로 더 사용되기 때문에 정부의 국고 낭비가 되고 있는 실정이다. 그래서 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 상·하수도에서 수질센서(PH 센서, DO 센서, 질소 센서), 유량 센서, 수위 센서등을 설치하여 데이터를 수집하여 시스템을 설계 할 것이다. 그래서 강우, 평상시의 하수관거의 유량 및 수질을 검사 하여 하수일 경우에는 하수처리장으로 유하하고, 깨끗한 수질일 경우에는 바로 공공수역과 하천으로 흘러보내어 하수 처리장의 불 필요한 처리능력에 대해 감소시키고, 국고 낭비를 줄일 것이다 또한 각 디바이스에서 유·무선 통신으로 인한 디바이스에 대한 모니터링이 가능하고 데이터베이스에 항상 저장하기 때문에, 디바이스에 대한 관리가 쉬워지며, 관리에 대한 관리비를 줄 일 수 있기 때문에 1석 2조의 효과를 거 둘 수 있을 것이다.

II. 다목적 컨트롤러 시스템 설계

(1) 다목적 컨트롤러 시스템 주요 구성

그림 1은 본 논문에서 제안하는 기능을 제시 하였다. 상수와 하수에 대한 데이터 수집을 하는 '데이터 수집 장치', 수집 된 데이터를 서버에 전송 및 M2M 또는 유무선 통신을 이용하여 실시간으로 수위, 수량, 수질 분석을 조절 할 수 있는 '메인컨트롤러', 전송 된 데이터를 저장 및 하수와 상수를 판단하는 기능 및 웹 또는 스마트폰 등에서 확인할 수 있는 '메인서버'로 구성 되어 개발 할 예정이다.

(2) 데이터 수집 장치 구성 및 주요 기능

데이터 수집 장치에서 센서 내부 정보 수집은 각종 센서와 물리적으로 연결하고 Uart 통신 방법 및 DIO포트를 이용한다. 데이터 수집 장치는 MCU(마이크로컨트롤러)가 포함되어 있고, MCU 내부의 비휘발성 기억 공간(ROM)에 센서 내부정

보를 수집하기 위한 펌웨어가 개발되어 내장된다. 펌웨어는 센서들을 이용하여 하수, 우수를 판별하기 위한 자료를 수집한다. 수집 후 자체 전송 프로토콜로 변환 후 Uart 통신을 이용해 유선통신으로 '메인컨트롤러'에게 수집 된 정보를 송신한다. 만약 메인컨트롤러와 통신을 하지 못할 경우 센서 내부정보를 수집한 기록을 확인하기 위해 'SD 메모리 카드'(이하 '외장메모리')에 수집된 내용을 저장한다. 외장메모리에 센서 내부정보를 저장하는 시점은 메인컨트롤러에게 전송할 때 함께 저장된다. 데이터 수집 장치는 커패시터를 통해 배터리 및 전원 장치에서 제공하는 전류를 이용하여 운용된다. MCU와 각종 센서에 원활한 전원공급을 위해 3.3V DC 전류를 변환하는 기능도 포함되어 있다. 데이터 수집 장치 개발에 필요한 중요 부품들은 아래의 표와 같다. MCU는 고속의 처리를 위해 32bit 데이터 처리가 가능한 ARM Cortex M3 Core or M4 Core가 내장되어 있는 STM의 STM32F103ZE 또는 STM32F407IGT6 제품을 사용할 것이다. MCU에서 각종 센서를 하수, 우수판별위한 수집하기 위해 각종 센서 칩을 사용한다. 본 시스템의 데이터 수집 장치에서 사용할 각종 센서 칩은 안전한 통신을 위해서 Uart 또는 Usart 포트를 사용 할 것이다.

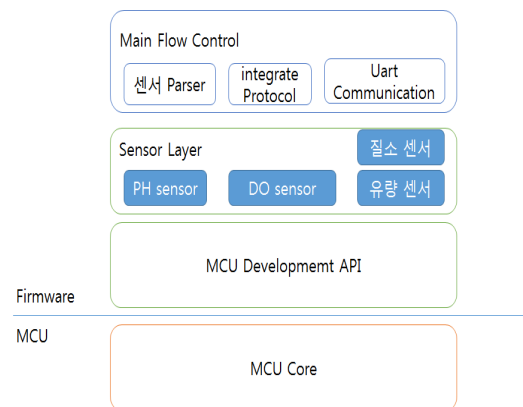


그림 2. 펌웨어 프레임워크 구성도

펌웨어는 MCU의 제조사가 제공하는 개발 API 를 이용하여 개발한다. 펌웨어는 각 센서로부터 수집한 자료를 수집하여 시스템의 통신 전송 프로토콜에 맞는 정보를 생성한다. 이 정보는 Usart 통신을 송신 시 SD 메모리에도 함께 저장된다.

(3) 메인 서버 구성 및 주요 기능

메인서버에서는 메인컨트롤러에서 수신되는 통합 프로토콜을 서버에서 분석하여 다시 7개의 정보를 분리 한다. 이 때 데이터 수집 프로세서는 TCP 통신을 이용하여 데이터를 수신 받는다. 이렇게 분리 된 정보를 가공 하여 현재 데이터 수집 장비 및 메인컨트롤러의 상태를 실시간으로 데이터베이스에 저장을 하게 된다. 저장을 하면서 동시에 메인서버에는 수집된 정보를 가지고 하수인지 우수인지를 판단을 하게 된다. 판단을 함과 동시에 다시 메인서버에서는 판단된 데이터를 메인컨트롤러에서 송신을 하게 된다. 또한 사용자에서 웹 또는 모바일 페이지에서 확인 가능하도록 메인서버 내 웹 서비스를 제공하는 서버를 두어 관리 하도록 한다.

웹·모바일 페이지는 사용자가 언제 어디서든 인터넷이 되는 지역이면 확인을 가능하도록 위한 웹사이트 기능을 제시한다. 그림 3, 4는 웹·모바일 페이지에서 제공하는 웹 사이트 기능을 제시한다.

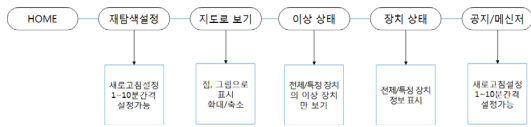


그림 3. 웹사이트 메인화면



그림 4. 웹사이트 지도로 보기 기능

(4) 메인컨트롤러의 구성 및 기능

메인컨트롤러는 기존의 공용 PLC 제품의 메인 컨트롤러에서 추가로 WCDMA 모뎀을 확장 설치하여 개발해야 한다. 더불어 새로운 WCDMA 모뎀을 설치함으로써 새로운 프로그래밍을 통하여 개발한다. 또한, 메인컨트롤러에서 메인서버로 수집된 데이터를 송, 수신하기 위해 새로운 통합 메인컨트롤러를 개발해야 한다. 더불어 새로운 통합

메인컨트롤러를 운용할 수 있게 PLC를 이용해서 개발 한다.

통합 메인 컨트롤러는 데이터 수집 장치에서 수신된 데이터를 가지고 WCDMA 모뎀을 통하여 서버로 전송하기 위하여 새로운 프로토콜을 만들어 보낸다. 그림 5는 통합 메인 컨트롤러의 통합 프로토콜 예이다.

데이터 수집 장비 식별 ID	GPS Data	PH Sensor Data	DO Sensor Data	질소 sensor Data	유량 sensor Data	유량계이장치 data
-----------------	----------	----------------	----------------	----------------	----------------	-------------

그림 5. 통합 프로토콜

새로운 프로토콜은 총 7개의 데이터가 하나로 합쳐서 만들어진 프로토콜이다. 첫 번째 부분은 현재 프로토콜의 데이터 수집 장비 식별 ID 이다. 이 식별 ID는 현재 프로토콜이 어떤 데이터 수집 장비에서 송, 수신 하느냐를 확인하기 위한 ID이다. 이 ID는 각각의 장비 마다 고유의 ID로 송, 수신을 하게 된다. 두 번째 GPS Data 부분은 위치와 시간을 알려 주기 위한 부분으로써 위치는 장비가 어떤 부분에 설치가 되어 있는지를 알려 주기 위한 부분이다. 또한 웹에서 지도로 표시하기 위한 중요한 부분이다. 시간은 통합 프로토콜이 언제 송, 수신되었는지 확인하기 위한 부분이다. 그 뒤의 3,4,5,6 부분은 센서들의 데이터가 삽입되는 부분이다. 만약 센서가 고장이 나거나 이상이 있을 경우, 고장 난 센서들 부분은 0의 값이 채워져 송, 수신을 하게 된다. 마지막으로 이 유량계이장치의 정보 데이터를 마지막 7 부분에 삽입을 하게 된다. 이렇게 통합 프로토콜을 만들어 메인컨트롤러를 서버로 전송을 한다. 추가로 메인서버로 전송을 하여 서버 쪽에서 데이터를 가지고 오, 우수를 판단한 데이터를 수신 받아 메인컨트롤러를 유량 개·폐장치를 on/off를 제어 한다.

III. 결 론

본 논문에서는 하수관거의 유량 및 수질을 검사 하여 하수일 경우에는 하수처리장으로 유하하고, 깨끗한 수질일 경우에는 바로 공공수역과 하천으로 흘러보내어 하수 처리장의 불필요한 처리능력에 대해 감소를 위한 수 처리를 위한 다목적 컨트롤러 시스템 설계하였다. 이러한 시스템을 기존의 존재 했었던 방법과는 달리 각종 센서를 이용하여 하수 처리장의 불 필요한 처리능력에 대해 감소시키고, 국고 낭비를 줄일 것으로 보인다.

추가로 사용자한테 스마트폰과PC에서 웹페이지를 통해 데이터를 제공하기 때문에 사용자는 언제 어디서든지 확인이 되어 본 시스템의 대한 데이터를 쉽게 알 수 있다. 하지만 이러한 시스템을 구현하려면 상·하수도의 수질의 상태(오수, 상수)를 정확하게 측정 데이터를 통해 알 수 있어야 한다. 그래서 정확한 수질의 상태를 알 수 있는 새로운 알고리즘을 실험 및 연구를 통해 구현해

야 한다.

추후과제로는 본 논문에서 설계한 시스템을 적용을 하고 구현을 하여 상·하수도에 실 테스트 및 디버깅을 통하여 완벽한 시스템을 구축을 할 것이다. 추가로 상·하수도의 정확한 수질의 상태에 관한 데이터를 조사 하여 더욱 더 완벽한 시스템을 구축 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

참고문헌

- [1] 강은유, 이승철, 김민정, 유수민, 유창규, “시스템 해석에 기초한 하수관망 오염 메카니즘과 관망 모니터링 및 이상진단”, 한국화학공학회, 화학공학회지, pp.980-987, 2012
- [2] 차희원, “모니터링시스템을 활용한 하수관거 유지관리 방안”, 환경보전협회, 환경정보 제28권, pp.15-19, 2006
- [3] 강병모, 홍인식, 양기영, “신기술 및 특허기술 : TDR을 이용한 하수도 관망 파손감지 모니터링 시스템의 구현”, 한국물환경학회 2003년도 공동 추계 학술발표회 논문집, pp.17~20, 2003
- [4] 류선, “3세대 통신망을 이용한 WEB기반 하수관거 모니터링 시스템 구현”, 한양대학교 학위논문(석사), 2009
- [5] 민경환, “CSOs 및 초기우수처리시설에 관한 연구”, 조선대학교 학위논문(석사), 2012
- [6] 이현동, “하수관거의 불명수 해석을 위한 유량 모니터링 시스템의 현장적용 방안”, 해양과환경연구소 심포지엄 제11회, pp79-117, 2001