

친환경 하천 생태계 보존을 위한 IoT 기반 하수정보화 플랫폼 개발

김창영¹ · 우영운² · 이임건³

¹합강테크 · ²동의대학교 · ³동의대학교

Based on IoT for eco-friendly river ecosystem preservation
Development of sewage information platform

Chang-young Kim¹ · Young Woon Woo² · Imgeun Lee^{3*}

¹HGTECH · ²Dong-eui University · ³Dong-eui University

E-mail : hapgang@hanmail.net / ywoo@deu.ac.kr / iglee@deu.ac.kr

요 약

국내 하수처리장의 수질기준이 강화되고 하수처리량이 지속적으로 증가하면서 하수처리장이 수용할 수 있는 처리용량의 한계와 이에 따른 관리 비용이 급격하게 증가하고 있다. 이러한 문제들을 개선하기 위한 다양한 방법들이 시도되고 있으나, 열악한 하수 환경과 높은 처리 비용 등으로 인하여 많은 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다. 본 논문에서는 하수처리장으로 유입되는 하수를 오염도에 따라 하수량을 제어함으로써 하수처리장으로 유입되는 부하를 경감하여 하수 처리 비용을 줄이고, 환경 오염을 최소화 할 수 있는 친환경 하천 생태계 보존을 위한 IoT 기반 하수정보화 플랫폼을 제안하고자 한다.

키워드

하수처리장, 차집시설, 전기전도도, BOD, COD,

1. 서 론

최근 국내에서 하루 오폐수 발생량이 급격하게 증가하면서 대규모 하수관거 정비사업들이 추진되고 있다. 하지만 사업추진에 있어서 사전에 관련 조사자료의 체계적인 준비가 부족한 상태에서 정비사업이 진행되고, 정비 후 유지관리를 위한 시스템 구축과정에 있어서 많은 문제점을 야기하고 있으며 성과 측정 시 분석 방법의 불명확성과 체계적인 유지관리 시스템 구축체제가 명확하지 않아 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다[1][2]. 본 논문에서는 하수도에서 우천시에 처리 용량을 초과하는 빗물이 유입되거나 우수관로나 맨홀을 통해 불명수가 유입되어 하수처리장에서 처리하지 못하고 공공수역으로 방류됨으로써 발생하는 환경오염 문제를 최소화하고, 지속적인 모니터링을 통해 데이터 추적, 센싱 정보 수집을 바탕으로 상황별 시뮬레이션, 하수관로 및 차집시설, 하수처리장의 관리 및 제어 시스템 개발을 통해 하수 시설의 효율성을 극대화 하고자 한다.

또한 하수 오염도 측정의 척도로 사용되고 있는 BOD(생화학적 산소요구량)와 COD(화학적 산소요구량) 측정은 데이터 취득에 최소 5일 이상의 시간과 많은 비용이 들어가고 있어서, 실시간 제어가 필요한 현장에서 바로 활용하기에는 부적절한 측면이 있다[3][4]. 따라서 본 논문에서는 차집관거에서 Electrical Conductivity(EC, 전기전도도) 값을 실시간 측정하여 BOD, COD와의 상관관계를 분석하고 상관계수값을 구하여 현장 제어에 활용하고자 한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 하수정보화 시스템의 주요 기술들에 대해 살펴보고 제 3장에서는 Electrical Conductivity(EC) 값과 BOD와 COD 상관관계를 분석하고 마지막 4장에서 결론을 정리한다. 그림1은 본 논문에서 제안한 하수정보화 플랫폼의 전체 구성도를 나타낸다.

그림 1. 하수정보화 플랫폼 전체 구성도

하수정보화 플랫폼은 크게 4개의 세부 개발 내



용으로 개발을 진행하였다. 첫째는 하수정보화 플랫폼 개발, 둘째는 공간정보화 시스템 개발, 셋째는 하수시설 관리의사 결정 지원 서비스 개발, 넷째는 모바일 서비스 애플리케이션 개발로 나누어 개발을 진행하였다.

II. 하수정보화 플랫폼의 주요기술

2-1. 하수정보화 플랫폼 개발

센서 정보 수집모듈, 네트워크 통신 모듈, 하수 데이터 수집 모듈에서 수집된 하수 관련 정보를 DB화하여 저장한다. 이 데이터를 기반으로 통계 분석하여 시뮬레이션 작동과 원격제어 등을 가능하게 하는 하수 정보화 플랫폼을 구축하였다. 하수 정보화 플랫폼은 데이터 통계분석 처리 알고리즘과 하수 오염 정보화 모듈, 통계분석모듈과 시뮬레이터의 연동, IoT 센서 데이터 수집 모듈 알고리즘 개발 등으로 구성되어 있다.

그림 2. 하수정보화 시스템 DB

2-2. 공간정보화 시스템 개발

GIS 기반의 하수관거 지도 설계를 통해 하수시설의 공간정보 데이터를 분류하고, 지리정보시스템을 이용해 하수 시설별 위치 현황 표시 모듈을 구현 하였다. 각 차집 시설에 대한 오염정보를 통계 및 분석하여 주간, 연간 등으로 구분하여 예측할 수 있는 자료를 제공하고 하수의 유량, 수질, 패턴

및 처리 구역 내의 강우 정보를 지속적으로 관측하여 하수 시설별 하수 시설 통계 정보 제공 모듈을 구현하였다.

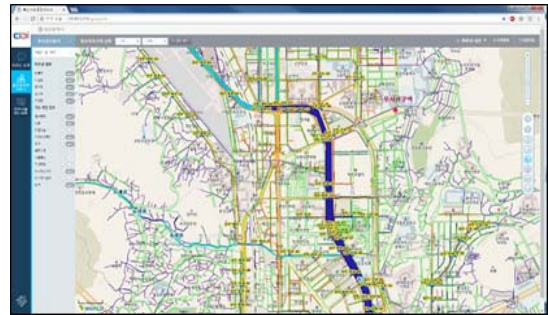


그림 3. 공간정보화 웹 애플리케이션

2-3 하수시설 관리의사 결정 지원 서비스

하수 운영 시뮬레이터는 하수의 유량, 수질, 패턴 및 처리구역내의 강우 정보 등을 지속적으로 관측, 분석하여 정량화된 자료를 기초로 관거의 유지, 보수, 신설 등의 의사 결정을 지원하는 서비스로 초기에는 테스트 베드로 테스트를 진행하였고 현재는 실제 하수 처리 환경과 연동하여 제어기능을 적용할 수 있도록 구현하였다. 센싱 모듈에서 수집한 하수 수질 정보, 유량정보, 차집 시설 위치 정보 들은 테스트 베드에서는 WIFI로 실제 현장 차집시설에서는 LTE망을 통해 데이터를 원격 처리하고 제어 할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

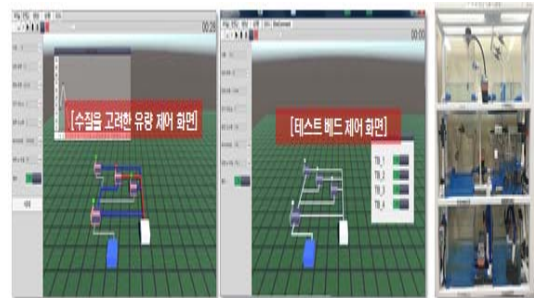


그림 4. 하수운영 시뮬레이터와 테스트베드 구축

2-4 모바일 서비스 애플리케이션 개발

하수시설 운영 상태를 스마트폰을 통하여 확인할 수 있는 서비스를 제공하고, 차집시설의 유량조절방식별 위치 정보 조회 기능과 하수 차집관거의 기본 제원정보 데이터를 제공하고 현장에서 수집되는 IoT 센서 데이터 확인과 비상 상태 발생시 알림 기능 등을 구현하였다. 그림 6은 웹에서 제어하는 모니터링 시스템을 보여주고 있다.



그림 5. 모바일 서비스 애플리케이션 구현

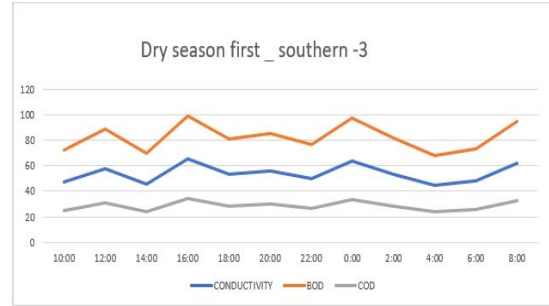


그림 7. EC와 BOD, COD 상관관계 결과 그래프

IV. 결 론

하수관거에서 우천시에 처리용량을 초과하거나 빗물이 유입되거나, 오수관로나 맨홀을 통해 불명수가 유입되어 하수처리장으로 유입되는 하수량이 많은 경우에는 하수처리장의 하수 처리비용과 시간이 증가하게 된다. 또한 일부는 처리하지 못하고 방류되어 환경오염을 유발하고 민원을 발생하는 원인이 되기도 한다. 본 과제에서 제안하는 IoT 기반 하수정보화 플랫폼은 이러한 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 방안을 제시하여 하수처리비용을 절감하고 하천오염을 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 하수의 차집시설에 설치한 유량계와 EC 센서를 통해 하수처리장으로 가는 하수의 유량을 제어하여 하수처리장의 처리 비용 절감을 유도하고 하천 오염을 최소화 할 수 있는 시스템도 구축하여 성능을 검증하였다. 특히 실시간 제어가 가능하도록 현장 EC 센서 값을 활용하여, BOD, COD와의 상관관계 값을 구하고 그 값으로 현장 제어가 가능하도록 하였다. 향후에는 EC 센서 이외에 DO 센서 값을 추가하여 더욱 정밀한 오염도 측정이 가능하도록 시스템의 성능을 개선하고 더 많은 실시간 데이터 분석을 통해 정확도를 높여 나갈 예정이다.

References

- [1] 최계운, 이호선 “하수관거 정비사업 성과측정 및 유리관리모니터링 시스템” 대한환경공학회지, Special Feature. pp 857~863, 2007.
- [2] 공성호 “전기전도도 측정을 통한 I/I 및 하수 혼합특성 평가에 관한 연구” 2010.
- [3] 차용대, 윤길원 “동적인 온도 보정방법에 의한 전기전도도 측정” 한국센서학회, 제 17권 3호, pp. 223~228, 2008
- [4] 환경부 “수질오염공정시험법” 2009.



그림 6. 하수시설 제어 모니터링 시스템 개발

III. 하수 데이터 분석

부산시내 차집시설 및 차집관거에서 취득된 환경값들 중에서 Electrical Conductivity(EC)와 BOD, COD 데이터를 시간대별 지역별, 상황별로 비교 분석하여 의미있는 상관관계 값을 구하였다. 지역에 따라서 편차가 많이 발생하는 곳도 있었지만, 대부분의 지역에는 상관관계 값이 적용됨을 확인할 수 있었다.

아래 그래프에서 EC와 수식을 통해 구한 BOD, COD값의 꺾은 선 형태가 거의 동일하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 부산 지역에서 수집된 데이터 환경 분석을 통해 EC 데이터로 하수 오염의 정도를 판단하고 이를 이용하여 현장 제어에 적용 가능한 기초 자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.