

모바일 디바이스 환경에서 IoT 기술을 활용한 하수시설 모니터링 시스템 설계

권영우 · 전영준 · 장시웅
동의대학교

Design of sewage facility monitoring system using IoT technology in mobile device environment

Young-Woo Kwon · Young-joon Jeon · Si-Woong Jang
Dong-Eui University

E-mail : kyu2369@deu.ac.kr / biggood@deu.ac.kr / swjang@deu.ac.kr

요 약

스마트시티 개념의 등장과 함께 국민의 삶의 질에 대한 정부의 관심이 증가하고 있다. 국민의 삶의 질을 향상시키는 것은 하수도과 같은 도시기반시설이며, 정부에서는 이를 지속적으로 유지관리 하여 주거환경 개선, 공중위생관리, 침수방지 등을 위해 노력하고 있다. 최근에는 하수시설의 노후화 와 서비스 범위의 변화에 따른 하수 서비스 품질에 대해 국민적 관심이 증가하고 있다. 또한 급격한 기후변화에 따른 도시 침수와 같은 재해가 빈번하게 발생함에 따라 재난 관리 측면에서도 하수도는 매우 중요한 비중을 차지하고 있다. 본 논문에서는 모바일 디바이스와 IoT 기술을 활용하여 하수시설 모니터링 시스템을 설계하였다. 제시하고 있는 시스템은 하수시설의 데이터를 수집하고 모바일 어플리케이션을 통해 사용자에게 알려준다.

키워드

Internet of Things, mobile, sewage facility, monitoring

1. 서 론

21세기 이후, 전 세계의 도시화 및 도시집중화 현상은 갈수록 심화되고 있다. 유엔개발계획에 따르면, 세계 인구는 2050년까지 96억 명에 이를 것으로 예상하고 있으며, 그중 60%이상인 65억 명은 도시에 거주할 것으로 예상하고 있다[1]. 이러한 인구의 도시집중화는 교통문제, 주택문제, 환경문제 등을 발생한다. 해당 문제를 해결하기 위한 방안으로 스마트시티가 떠오르고 있다.

스마트시티는 IT 등의 첨단 ICT 기술을 도시기반 시설에 적용하여 도시 거주자의 삶의 질과 도시경쟁력을 향상, 도시의 환경 및 도시재난 문제 해결과 더불어 사회 인프라를 효율화하여 고도화된 도시 구현을 의미한다[2]. 도시기반시설은 교통시설, 도시공간시설, 유통·공급시설, 환경기초시설 등이 있다.

도시기반시설 중에서 국민의 삶의 질 및 도시환경과 직접적으로 관련 있는 시설은 환경기초시설이다. 환경기초시설은 하수도, 폐기물처리시설 등이 있으며,

특히 하수도를 이루는 하수관거는 국민의 정맥이라고 할 수 있을 정도로 도시의 환경관리와 배수, 쾌적한 환경조성에 있어 매우 중요한 시설이다[3]. 2014년 부산시 전체 하수관거의 총 길이는 8,277km이며, 그중 합류식 하수관거의 총 길이는 4,185km, 분류식 하수관거의 총 길이는 4,092km이다[4]. 이를 유지관리 하기 위해 하수관 손상 관리, 하수시설 관리 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다[5]. 하지만 여전히 하천의 자정능력을 초과하는 하수유입으로 인해 하천의 오염은 심각한 상황이다[6].

표 1. 부산시 하수관거 현황(단위, km)

구분	전체 하수관거	합류식 하수관거	분류식 하수관거	
			오수관거	우수관거
하수관거 현황	8,277	4,185	1,506	2,586

부산시는 하수 처리를 위해 공공하수처리시설 13개를 운영하고 있다. 추가적으로 일광, 예코델타

시티 등의 신도시 지역에도 건설 중에 있어 앞으로 하수관거는 더욱 늘어날 것으로 예상된다.

따라서 사전에 하수의 유량 및 오염도를 지속적으로 모니터링하고 하수시설의 범람상황 발생 시, 이를 알려 줄 수 있는 시스템 기술개발이 필요하다. 본 논문에서는 하수시설 위치조회와 시설 내 하수의 유량 및 오염도를 확인할 수 있는 모바일 디바이스 기반의 모니터링 시스템을 설계하였다.

II. 관련 연구

2.1 하수도의 구성 및 맨홀, 차집시설의 역할

하수도는 지하에 설치되어 생활오수, 산업오수, 빗물이 하천으로 최종 방류하기 전에 하수처리시설까지 운반하는 체계이다. 가정이나 산업 시설에서 발생한 오수는 정화하여야만 하천에 방류할 수 있다[7]. 하수도의 주요구성은 배수설비, 하수관거, 하수처리장으로 구성되어 있으며, 가정 및 산업시설에서 배출되는 오수와 빗물은 배수설비에 모여 하수관거를 통해 하수처리장으로 전달된다. 여기서 하수관거는 오수가 주변 환경으로 벗어나지 않도록 매설 깊이 및 위치, 관경과 경사, 접합과 연결 등을 고려하여 적합하게 설치된다.

맨홀이란 하수관거의 유지 상태에 대한 점검이나 하수도에서 발생하는 가스를 대기 중으로 배출하는 통로로 활용된다. 여기서 차집시설은 맨홀에 위치한다. 차집시설은 하수관거의 연결 지점이며, 각 지역에서 모이는 오수를 잠시 정제하였다가 다음 차집시설 또는 하수처리장으로 흘러보낸다[8].

2.2 하수관거의 종류 및 장·단점

하수관거는 합류식 하수관거, 분류식 하수관거가 있다. 합류식 하수관거는 오수와 빗물·지하수가 함께 흐르게 설계되어 있어 침수다발지역에 유리한 장점이 있으나 오수의 일부가 하천으로 방류될 가능성이 높고 우천 시 하수처리장 수질이 불규칙하다는 단점이 있다. 분류식 하수관거는 오수와 빗물·지하수를 별도의 관을 통해 흐르도록 설계되어 오수를 하천에 직접 방류할 수 없다. 그러나 빗물이 하수처리장에서 처리하지 않기 때문에 강우초기에 따른 도로와 공기 중의 오염물질이 하천으로 방류되어 하천이 오염될 수도 있다.

하수도 보급 초기에는 대부분 합류식 하수관거가 설치되었으나 최근 신도시 및 재개발도시 등을 중심으로 분류식 하수관거가 설치되고 있다[9].

2.3 국내 공공하수처리시설에서 하천으로 방류되는 수질에 대한 법적 관리

환경부에서 규정한 오수 처리에 대한 법적 관리는 공공하수처리시설의 1일 하수처리 용량에 대해 구분되어 있으며, 생물화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD) 등 총 7가지 항목에 대하여 규정하고 있다[10].

표 2. 환경부, 하수도법 시행규칙

구분	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총대장균수 (개/ml)	생태독성 (TU)
1일 하수처리용량 500m ³ 이상	I 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	1 이하
	II 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하	
	III 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하	
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
1일 하수처리용량 500m ³ 미만 50m ³ 이상	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3.00 이하	
1일 하수처리용량 50m ³ 미만	10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하		

III. 본 론

본 장에서는 차집시설의 하수 데이터를 수집하고 모바일 어플리케이션에서 조회할 수 있는 모니터링 시스템을 설계하였다.

3.1 하수시설 모니터링 시스템 설계

구현하고자하는 모바일 디바이스 기반 하수시설 모니터링 시스템은 차집시설에서 수집되는 하수 유량정보, 탁도, 전도도 등의 IoT 데이터 값을 모바일 디바이스 환경에서 조회가 가능하며, 허용범위 밖에 데이터가 수집되면 사용자에게 알려줄 수 있다. 현재 사용된 센서는 유량계, 전도도계 등이 있다.



그림 1. 하수시설 모니터링 시스템 구조

3.2 모바일 어플리케이션 기능 구현

현재 구현된 모바일 어플리케이션의 중심이 되는 기능은 로그인/로그아웃, 사용자 위치출력, 차집시설 조회, 비상발생 조회, 설정 등이 있다. 처음 로그인하면 사용자의 GPS 위치정보를 추적하여 지도 상에 사용자 위치를 조회시킨다.

차집시설 조회 기능은 서버로부터 차집시설의 관리번호와 유량, 수질 데이터를 전송 받아 현재 차집 시설의 상태정보를 사용자에게 제공한다.



그림 2. 로그인 화면(좌), 차집시설정보(우)

차집시설 비상발생 조회 기능은 서버로부터 전송 받은 비상발생 정보를 출력한다. 여기서 출력된 정보는 서버가 IoT센서 모듈로부터 수집된 데이터 중 이상 수치가 발견된 데이터이다. 어플리케이션에서도 확인 가능하지만 [그림 3]와 같이 모바일 메시지 지로도 확인 가능하다.

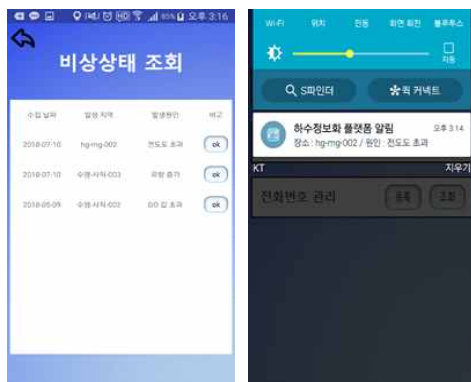


그림 3. 비상상태 조회(좌), 모바일 메시지 알림(우)

IV. 결 론

본 논문에서는 모바일 디바이스 환경에서 IoT 기술을 활용한 하수시설 모니터링 시스템을 설계하였다. 현재 상·하수도와 관련하여 수많은 연구가 진행되어 왔지만, 센서의 위치 선정, 차집시설 오염정도 등의 이유로 실 적용된 사례는 찾아보기 힘들다. 본 논문을 통하여 상·하수도 관련 연구가 조금 더 발전

할 것으로 예상된다.

본 논문은 실제 부산의 하수시설 제어 및 모니터링 플랫폼 개발 내용 중 일부분의 내용이며, 추후 하수정보화 지도 구현과 차집시설 제어기능 개발을 위해 활용될 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부와 정보통신산업진흥원 '지역SW융합제품 상용화 지원사업'의 지원으로 수행된 결과입니다.(과제번호 : S0806-17-1012)

References

- [1] Seungho Yoo, "Smart City Plan for Smart City 'Smart London Plan'", *Architectuer&Urban Research Institute*, Vol. 14, pp. 48-52, July. 2014.
- [2] KyungBum Kim, "Jeju Smart City and Urban Transportation Innovation", *KSCE 2016 CONVENTION PROGRAM*, pp. 160-161, Oct. 2016.
- [3] KONETIC, SM5-PLUS[Internet]. Available : http://www3.konetic.or.kr/main/REPORT/REPORT_VIEW.asp?PARENT_NUM=1091&MENU1=4171
- [4] Ministry of Environment. Sewage statistics in 2014 [Internet]. Available : http://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=6671.
- [5] Syed Ibrahim Hassan, "Damage Detection and Classification System for Sewer Inspection using Convolutional Neural Networks based on Deep Learning", *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol.22, No.3, pp. 451-457, Mar. 2018.
- [6] DongHwa Yu, "Web-based Water Quality Monitoring System For Water Pollution Prediction", *Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, pp. 1556-1558, Dec. 2016.
- [7] Im, Dan-B, "Study on Improving the Legislation for Installation and Management of Smart Sewer System", *Chung-Ang Law Association CHUNG-ANG LAW REVIEW*, Vol. 20, No. 1, June. 2018.
- [8] national hausability information system. Sewer Introduction[Internet]. Available : <https://www.hasudoinfo.or.kr/hasudo/hasudoInfo.do?page=7>
- [9] http://anaheimdisposerkorea.com/bbs/board.php?bo_table=data&wr_id=48&page=2
- [10] Disposers. The Difference between Sorted Sewer and Combined Sewer[Internet]. Available : http://anaheimdisposerkorea.com/bbs/board.php?bo_table=data&wr_id=48&page=2