

# IoT기반 홍수재난 예방 및 수질 모니터링 시스템

최영숙, 김민수, 하보천, 정소미, 김재경, 김서진, 이은서<sup>1)</sup>  
 안동대학교 컴퓨터공학과

e-mail : young\_s52@naver.com, susoo01@naver.com,  
 gkdbtnqh@naver.com, someee0706@naver.com, dongji\_11@naver.com,  
 jac103440@naver.com, eslee@anu.ac.kr

## IoT-based Flood Disaster Prevention and WaterQuality Monitoring System

Young-Sook Choi, Min-Su Kim, Bo-Cheon Ha,  
 So-Mi Jeong, Jae-Gyeong Kim, Seo-Jin Kim, Eun-Ser Lee  
 Dept of Computer Engineering, Andong National University

### 요 약

홍수재난 예방 서비스 및 수질 모니터링에 대한 연구개발이 미흡하다는 문제점을 발견했다. 실생활에서 간편하게 댐의 수질·수위를 관리할 수 있는 시스템 연구를 진행했다. 이는 사용자가 수질 변화에 빠른 대응을 할 수 있을 것이다. 또한, 홍수로 인한 물적·인적자원 손실을 최소화하고, 홍수에 대한 경각심을 높이는 시너지 효과도 거둘 수 있을 것이다.

### 1. 서론

지난 2022년 9월 6일 헌남노 태풍으로 인해 홍수 피해가 발생하였다. 헌남노와 같이 심각한 태풍의 경우, 홍수 예방 피해를 막기 위해 환경부가 사전 방류 확대 안내를 해준다. [1] 하지만, 갑작스러운 일기 상황, 또는 일반 시민들은 홍수를 예측하기 힘들다는 단점이 있다. 홍수로 인하여 지반이 부식을 일으킨다. 지표에 잔류하는 영양염류 등이 하천에 유입되고 오염 지하수체의 유입량이 증가하면 하천 수질오염도가 증가한다. [2] 그렇기 때문에, 사전에 홍수를 예측 및 수질 오염과 같은 재난을 대비할 수 있는 애플리케이션이 필요하다. 본 논문에서는 실생활에서 간편하게 댐의 수질과 수위를 관리할 수 있는 IoT 기반 홍수재난 예방 및 수질 모니터링 시스템 연구를 진행하였다. 이는 실시간으로 수질과 수위의 수치를 확인할 수 있다. 이러한 수치를 통해 수질 변화 알림 기능과 홍수 위험 알림을 제공한다. 이는 수질 변화와 홍수에 대한 경각심을 일으켜 줄 것이며, 빠른 대응으로 피해 규모를 줄이는 효과를 기대할 수 있다.

### 2. 관련연구

IoT의 개념

1) 본 논문의 교신저자임.

"본 연구는 2022년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음" (2019-0-01113)

\*Corresponding Author : Lee Eun Ser (eslee@anu.ac.kr)

사물인터넷(IoT)은 '지능형 사물이 연결된 네트워크상에서 사물(물리적 또는 가상적), 사물과 사물 간에 통신하고 상황인식 기반 지식을 결합해 지능형 서비스를 제공하는 글로벌 인프라'로 정의된다. [3] 본 논문예시와 같이 홍수 피해 예방과 모니터링을 위한 방식의 일종으로 집중호우로 막힌 물길을 파악하고 피해 예상을 공유하며 정보를 알려주고 재난 및 수질 모니터링하는 경우 등 다양한 형태의 IoT 기술이 적용되고 있다.

### 3. 요구사항 분석

요구사항 분석은 시스템 공학과 소프트웨어 공학 분야에서 다양한 이해관계자의 상충할 수도 있는 요구사항을 고려하여 새로운 제품이나 변경된 제품에 부합하는 요구와 조건을 결정하는 업무를 포함한다. [4] <표-1>은 홍수재난 예방 및 수질 모니터링 시스템의 요구사항을 분석한 후, 표로 만든 것으로 기능 요구사항을 정리하였다.

요구사항 명		수위 측정		
개요		수위를 측정하여 DB 서버로 데이터를 보낸다.		
요구사항 내역	상세 설명	라즈베리파이에 부착된 초음파 센서가 수위를 측정하여 DB 서버로 보낸다.		
	유형	기능		
	중요도	상	난이도	상

<표-2> 요구사항 명세서

유형	상세설명	중요도	난이도
기능	수위 측정	상	상
	pH 측정	상	상
	용존산소량 측정	상	상
	수위 상승 감지	상	상
	홍수 위험 감지	상	중
	수질 등급 판단	중	하
	댐 개방 알림	상	하
	홍수 위험 알림	상	중
	수위 모니터링	중	상
	수위 상승 알림	중	중
	수질 모니터링	상	상
	수질 변화 알림	중	중
	로그인	상	중
	회원가입	상	중

<표-1> 기능 요구사항

다음의 <그림-1>은 위의 요구사항 명세서를 기반으로 작성한 유스케이스 다이어그램이다. 유스케이스 모델링에서는 개발할 시스템 외부의 존재를 액터라는 개념으로 정의하고, 시스템 내부에 해당되는 단위 기능을 유스케이스라는 개념으로 정의한다. 유스케이스는 시스템에 대한 시나리오의 집합으로 볼 수 있다. 각 시나리오에는 발생하는 이벤트의 흐름이 나타나 있다. 각 이벤트의 흐름은 사용자, 시스템, 하드웨어 혹은 다른 액터에게 어떤 의미가 생기는 결과를 제공한다. [5] 액터는 라즈베리파이, DB 서버, 사용자, 관리자로 설정하였다. 라즈베리파이는 4가지 센서를 이용해 측정한 pH, 용존산소량, 수위 값을 이용하여 판단한 홍수발생 위험, 수질, 수위 상승 값을 DB 서버로 전송한다. 사용자로 이용을 원할 시 애플리케이션 첫 화면에서 사용자 버튼을 누른 후 진행한다. 애플리케이션 첫 화면에서 사용자와 관리자 이용을 선택할 수 있다. 사용자는 댐 개방 알림과 홍수 위험 알림을 받을 수 있고 관리자는 댐 개방 알림, 홍수 위험 알림, 수위 상승 알림과 수질 변화 알림을 받을 수 있다. 또한 DB에 저장된 값을 통해서 수위·수질 모니터링을 할 수 있다. 단, 관리자 이용의 경우, 로그인이 필요하다.

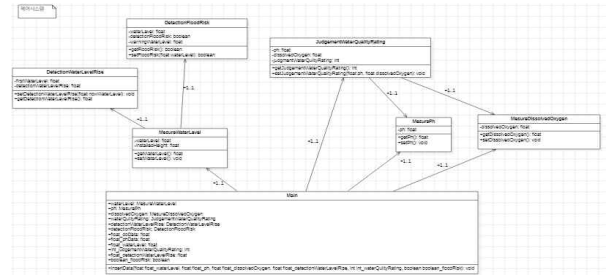


<그림-1> 유스케이스 다이어그램

4. 설계

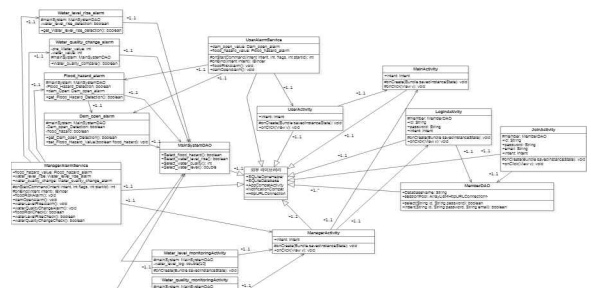
설계 부분에서는 UML 기법 중 클래스 다이어그램과 시퀀스 다이어그램을 이용하였다. 클래스 다이어그램은 상자를 사용해 클래스를 표시하며 각 클래스간의 관계를 시각

적으로 보여준다. [6] <그림-2>은 프로그램에 대한 제어 시스템의 클래스 다이어그램을 작성한 것이다. 제어시스템 부분에서 DetectionFloodRisk, DetectionWaterLevelRise, MeasurePh, MeasureWaterLevel, MeasureDissolvedOxygen, JudgementWaterQualityRating, Main 클래스가 있다. MeasureWaterLevel, JudgementWaterQualityRating, MeasurePh, MeasureDissolvedOxygen, Main 클래스는 연관관계이다. DetectionFloodRisk, DetectionWaterLevelRise, MeasureWaterLevel 클래스도 연관관계이며, JudgementWaterQualityRating, MeasurePh, MeasureDissolvedOxygen 클래스도 연관관계를 가진다.



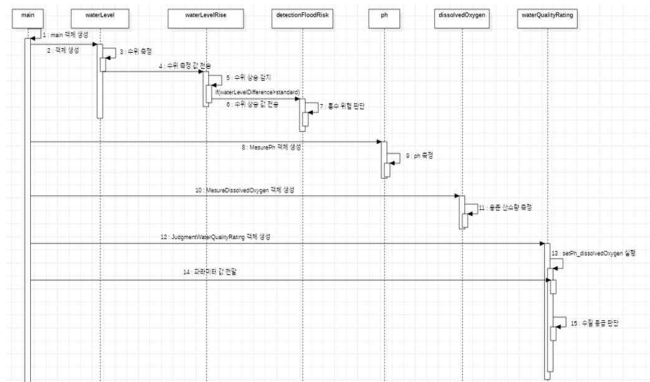
<그림-2> 제어시스템의 클래스 다이어그램

<그림-3>은 애플리케이션 시스템의 클래스 다이어그램을 작성한 것이다. 애플리케이션 부분에서는 ManagerActivity, ManagerAlarmService, UserActivity, UserAlarmService, MainActivity, LoginActivity, JoinActivity, Water\_quality\_monitoringActivity, Water\_level\_monitoringActivity, Water\_level\_rise\_alarm, Water\_quality\_change\_alarm, Flood\_hazard\_alarm, Dam\_open\_alarm, MainSystemDAO, MemberDAO, 외부 라이브러리 클래스를 포함한다. ManagerActivity, ManagerAlarmService와 Water\_quality\_monitoringActivity, Water\_level\_monitoringActivity, MainActivity 클래스는 연관관계이다. ManagerService와 Water\_level\_rise\_alarm, Water\_quality\_change\_alarm, Flood\_hazard\_alarm, MainSystemDAO 클래스는 연관관계를 가진다. Dam\_open\_alarm, Flood\_hazard\_alarm 클래스는 연관관계이다. UserAlarmService, Flood\_hazard\_alarm, Dam\_open\_alarm 클래스는 연관관계이며 MemberDAO, LoginActivity, JoinActivity 클래스도 연관관계이다. 외부 라이브러리와 MainSystemDAO, UserAlarmService, UserActivity, MainActivity, ManagerActivity, ManagerAlarmService, LoginActivity, JoinActivity, MemberDAO 클래스는 일반화 관계이다.



<그림-3> 애플리케이션의 클래스 다이어그램

시퀀스 다이어그램은 시스템의 구조를 드러내 메시지 시퀀스와 작업자와 개체 사이의 상호작용을 발생 순서대로 보여준다. 시퀀스 다이어그램은 단순한 반복과 분기를 보여준다. [6] <그림-4>는 시퀀스 다이어그램 중 수위 및 수질 시퀀스 다이어그램이다. 수위 및 수질 시퀀스 다이어그램은 라즈베리파이에 부착된 초음파 센서를 통해 물 표면과의 거리를 측정하여 댐의 크기와 차이를 계산하여 수위를 구하고, 수위가 상승하고 있는지 감지하며 홍수가 발생의 위험을 감지할 수 있도록 동작한다. pH센서와 용존산소 센서를 통해 pH와 용존산소량을 측정하고 측정값을 활용해 수질 확인하고 등급을 판단할 수 있도록 동작하는 시퀀스 다이어그램이다. [7] waterLevel에서 수위를 측정하고 waterLevelRise에서 감지한 값이 상승하는지를 감지하며 detectionFloodRisk에서 홍수 위험을 판단할 수 있다. pH와 dissolvedOxygen에서 pH값과 용존산소량을 측정하고 waterQualityRating에서 수질 등급을 판단할 수 있다.



<그림-4> 수위 및 수질 시퀀스 다이어그램

5. 구현

본 논문에서는 UML을 이용한 설계를 바탕으로 IoT 기반 홍수재난 예방 및 수질 모니터링 시스템을 구현하였다. 라즈베리파이와 센서를 이용하여 측정된 댐의 수위와 수질, 홍수 판단 값과 수질 등급을 실시간으로 데이터베이스로 전송한다. <그림-5>의 메인 화면에서 로그인한 관리자에게 <그림-6>과 같이 수질 모니터링을 통해 실시간으로 pH와 용존산소량 값을 확인할 수 있다. 이를 통해 수질의 등급을 확인하여 유용하게 댐의 수질을 관리할 수 있으며, 수질 오염에 대비할 수 있다.



<그림-5> 애플리케이션 메인 화면

수질 모니터링

id	ph	do	waterQuality
93	8.095	8.11	1
92	8.089	8.13	1
91	8.098	8.15	1
90	8.097	8.18	1

<그림-6> 애플리케이션 수질 모니터링

6. 결론

본 연구에서는 사물인터넷을 기반해 실시간으로 수위와 수질을 모니터링하여 홍수재난 예방과 지속적인 수질 관찰을 효과적으로 할 수 있도록 설계하였다. [8] 라즈베리파이를 통해 수위와 수질을 측정하여 홍수위험 감지와 수질 변화를 판단한다. 애플리케이션에서 수위 상승 알림, 홍수 위험 알림, 댐 개방 알림, 수위 상승 알림을 보내는 홍수재난 방지 및 수질 모니터링 시스템을 구현하였다. 프로젝트의 안정성과 완성도를 높이기 위해 UML을 활용하여 프로그램을 설계하였다. IoT 기반 홍수재난방지 및 수위 모니터링 시스템은 각 측정에 필요한 센서를 부착하고, 라즈베리파이 내부에서 일정 시간마다 읽어온 수위, 수질 값을 저장 및 판단하여 DB에 저장한다. 본 연구에서 구현된 홍수재난 방지 및 수질 모니터링 시스템을 활용하면 홍수 발생을 빠르게 파악할 수 있으며, 수질 모니터링과 변화 알림을 통해 댐 수질 환경을 효과적으로 관리할 수 있다. 홍수 위험 알림과 동시에 댐 개방 알림을 통해 신속한 대피를 권고하여 홍수 피해를 줄일 수 있다. 향후에는 애플리케이션을 통해 녹조 현상을 모니터링하고 수자원 등급을 확인할 수 있는 기능을 구현할 것이다.

참고문헌

[1] [환경부], '제11호 태풍 힌남노 북상 대비 댐 사전 방류 확대' 2022.09.03.  
 [2] 간종범. (2011). 홍수기에 따른 미호천유역의 시간적 수질변화 특성 연구. 한국분석과학회.  
 [3] 김근태. (2017). IoT 기술 기반의 산악지 모니터링 시스템 개발. 한국산학기술학회논문지, 18(3), 437-446.  
 [4] [위키피디아], '요구사항분석' 2022.02.26.  
 [5] 한정수, 김귀정, 'UML 기초와 응용', 한빛아카데미, 2020.01.06  
 [6] Microsoft 365 Team, 간단한 UML 다이어그램 작성 및 데이터베이스 모델링 지침, 2019.09.24.  
 [7] AtlasScientific, DO\_EZO\_Datasheet, vol. 5.5, 2021.10. 21  
 [8] 박지훈, IoT기반 지능형 수위 모니터링 플랫폼 설계 및 구현, Journal of the Korean Society of Rural Plannin g. vol. 21, no. 4, 2015