

# 실시간 자동 환경·생태 관측을 위한 M2M/IoT 기반 프로그래머블 데이터로거 설계 및 구현

조우진<sup>○</sup> 강미란 정갑주

건국대학교 신기술융합학과

nfm0923@konkuk.ac.kr, meela@konkuk.ac.kr, jeongk@konkuk.ac.kr

## Design and implementation of a M2M/IoT based programmable data logger for automatic environmental and ecological observation in real-time way

Woojin Joe<sup>○</sup> Meilan Jiang Karpjoo Jeong

Department of Advanced Technology Fusion, Konkuk University

### 요 약

실시간 자동 환경·생태 관측은 임베디드 및 무선 통신기술 기반의 센서네트워크를 통해 진행된다. 그러나 통신 문제, 관측센서 및 관측데이터 오류 등으로 인해 센서네트워크를 활용한 관측활동에 여러 문제들이 존재한다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안 중에 하나로 최근 다양하게 활용되고 있는 M2M/IoT기술이 있다. 이에 본 논문에서는 실시간 자동 환경·생태 관측에서 발생하는 주요한 문제들을 해결하기 위하여 M2M/IoT 기반의 프로그래머블 데이터로거를 설계하고 실제 SKT의 개방형 플랫폼이 적용된 M2M 모델을 사용하여 구현하였다. 또한 현재 소양호에서 수질측정에 사용되는 센서와 연결하여 약 2주간의 실내테스트를 진행하였고 이를 통해 실내환경에서의 데이터로거 작동 안정성을 확인하였다.

## 1. 서 론

환경·생태 연구에서는 실시간 자동 관측 및 측정이 매우 중요하다. 이는 임베디드 및 무선 통신기술을 기반으로 센서네트워크를 관측 장소에 구축, 분산된 여러 지점의 관측센서로부터 관측데이터들을 받아 원격지의 장소에서 실시간으로 수집하는 형태로 진행된다. 그러나 통신 문제, 관측센서 및 관측데이터의 오류 등이 실시간 자동 환경·생태 관측을 위한 센서네트워크 구축의 주요한 문제로 제기된다[1].

종래에는 실시간 자동 환경·생태 관측을 위한 센서네트워크 기술로 주로 USN(Ubiquitous Sensor network)이 활용되었다[2]. 그러나 USN은 근거리 네트워크 기반으로 인해 열악한 외부 환경에서는 통신의 불안정성에 대한 우려가 있다[3]. 또한 일부 연구 영역에서는 관측 목적에 따라 USN기술을 적용하기 어려운 분야도 있다.

다른 대안으로 사물지능통신으로 불리는 M2M/IoT (Machine To Machine / Internet Of Things)가 센서 네트워크 구축기술의 하나로 주목받고 있다. M2M이란 기존 이동통신망을 사용하여 사물간 혹은 사물과 사람간에 이루어지는 통신을 의미한다. M2M은 상용 통신망을 활용하기 때문에 안정적인 통신을 제공하고 자체적으로

네트워크 인프라를 구축 할 필요가 없으므로 실시간 자동 환경·생태 관측을 위한 센서네트워크 구축에 쉽게 적용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 센서네트워크를 활용한 실시간 자동 환경·생태 관측시 제기되는 3가지 문제들을 해결하기 위하여 M2M/IoT 기반 프로그래머블 데이터로거를 제안한다. 그리고 SKT의 M2M 개방형 플랫폼을 사용하여 데이터로거를 실제 구현하고 이를 테스트한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1. USN

USN은 크게 센서노드, 센서네트워크, 미들웨어와 응용플랫폼의 4가지 요소로 구분할 수 있다. 센서노드는 센서와 연결되어 측정 및 관측과 관련된 데이터 센싱처리를 담당하고 센서네트워크는 센서노드들과 통신을 위한 게이트웨이 역할을 하는 싱크노드를 말한다. 미들웨어 플랫폼은 센서노드 관리 및 센싱데이터의 로깅, 관리, 배포 등[4]의 역할을 하며 응용플랫폼에서는 요구사항에 따라 관측데이터를 활용한다.

USN기술은 여러 관측 지점에 센서노드를 설치하여 관측 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 종합적으로 관리하는데 용이하다[5]. 하지만 일부 환경·생태 연구

중 USN 기술을 적용하기 어려운 분야가 있다. 예를 들면 1~2개의 적은 관측지점을 요구하거나 관측 지점간의 물리적 장소가 먼 경우가 이에 해당한다. 이와 같은 연구분야의 주된 관심사는 관측 데이터를 수집하는 것으로 핵심은 데이터로깅이다. USN에서는 이를 주로 미들웨어 플랫폼에서 담당한다. 그런데 데이터로깅을 위해서 USN 기반 센서 네트워크 및 미들웨어를 구축하는 것은 필요성과 유지보수 및 관리 측면에서 적합하지 않다[6].

**2.2. 사물지능통신(M2M/IoT)**

사물지능통신은 M2M 또는 IoT란 용어로 혼용된다. 개념 역시 표준마다 차이가 있는데 미 IEEE와 유럽 ETSI서는 M2M을 인간의 개입이 최소화된 상태에서 사물간에 이루어지는 통신으로 정의한다[7].

M2M은 기존에 구축된 이동통신망을 활용하기 때문에 안정적인 통신환경을 제공하고 네트워크 인프라의 직접적인 유지보수가 불필요하다. 또한 최근에는 무선 데이터 사용료가 저렴해지면서 유지비용이 크지 않다.

현재 일부 이동통신사에서 M2M의 범용적인 사용을 위하여 표준화된 모듈구조를 확정하고 개발을 위한 SDK를 포함하는 플랫폼을 공개했다[8]. 이를 통해 사용자는 독자적인 서비스를 개발하여 이용할 수 있다.

**3. 데이터로거 설계 및 구현**

**3.1. 데이터로거 설계**

본 연구에서 개발한 데이터로거는 센서네트워크 상의 한 관측지점에 설치된 관측센서가 보내는 관측데이터를 로깅하고 데이터수집서버에 전송하는 소프트웨어이며 M2M 모뎀 상에서 데몬형태로 작동한다.

데이터로거의 구조는 그림 1과 같이 샘플링 스레드, 전송 스레드, 알림 스레드와 이 세 스레드를 생성, 관리하는 메인 스레드로 이루어진다.

메인 스레드에서는 아래와 같은 순서로 초기화 과정을 진행 후 완료 시 샘플링, 전송, 알림 스레드를 생성하고 에러 발생 시에는 일정 주기마다 지속적으로 초기화를 시도한다.

- 1) m2m.ini 설정파일로부터 환경설정 값 로드
- 2) 네트워크 상태 점검 및 PPP 접속
- 3) 센서 작동 상태 점검
- 4) 관리 서버에 초기환경 셋팅정보 전송

메인스레드는 각 스레드 생성 후 이들의 상태를 타임스탬프를 통해 관리한다. 타임스탬프는 각 스레드가 자신의 동작을 마친 후의 시간을 기록한 것이다. 따라서 메인스레드에서는 타임스탬프를 확인하여 각 스레드의 동작여부를 판단한다. 만약 특정 스레드의 타임스탬프가 갱신되지 않으면 메인스레드는 해당 스레드를 종료시킨 후 다시 생성한다.

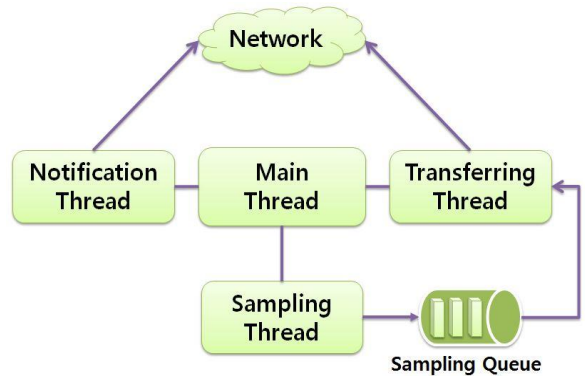


그림 1 소프트웨어 구조

샘플링 스레드에서는 샘플링 큐를 생성한 후 샘플링 주기에 따라 센서가 보내는 관측데이터를 문자열로 읽어 각 정보들을 파싱한다. 파싱된 결과는 관측센서 오류 및 관측데이터 신뢰성 점검의 과정을 통과한다.

관측센서 오류를 확인하기 위해서는 센서가 보내는 정보를 읽어내야 한다. 이 정보는 센서에 종속적이므로 사용하는 센서의 종류에 따라 다를 수 있다. 따라서 사용센서의 프로토콜에 맞는 상태정보를 인식해야 한다. 관측데이터 신뢰성은 데이터 구간 검사의 형태를 통해서 부분적으로 점검한다. 데이터로거는 이 과정에서 관측센서의 오류와 관측 데이터의 신뢰성을 일부 확인하여 문제 발생시에 관리자에게 전송한다. 검사 후 이상이 없을 시 관측데이터를 로깅하고 전송을 위해 샘플링 큐에 파싱된 관측데이터를 넣는다.

전송 스레드는 전송 주기마다 샘플링 큐 안의 관측 데이터들을 꺼내고 헤더를 붙인 전송메시지를 TCP 소켓을 통해 데이터 수집서버에 전송한다. 추가로 외부 통신환경하에서 최악의 상황을 고려하여 이동통신망의 PPP접속 에러를 대처할 수 있도록 통신접속 상황에 따라 전송 주기를 지연시키는 알고리즘을 포함한다.

마지막으로 알림 스레드는 다른 스레드가 보내는 이벤트를 받아 이를 메시지 형태로 서버에 전송한다. 이때 동일한 이벤트가 반복해서 전송되는 것을 방지하기 위해 각 이벤트에 수명을 할당한다. 따라서 이벤트의 수명이 끝날때까지 동일한 이벤트가 서버에 전송되지 않는다. 또한 알림 스레드는 관리자로부터 SMS 명령을 수신하여 처리하는 기능을 제공한다. 입력받을 수 있는 명령의 예로는 샘플링 주기 변경, 전송 주기 변경, 데이터로거 재시작 및 종료, 전송 메시지의 최대 개수 등이 있고 관리자의 번호만을 인식하여 실시간으로 처리한다.

표 1 전송 메시지 타입

타입	메시지 내용
I	센서 ID, 모뎀 GPS 정보 등 모뎀 등록정보
II	관측센서를 통해 측정된 관측데이터
III	스레드에서 발생한 이벤트 정보

### 3.2. 메시지 프로토콜

메시지는 헤더정보와 데이터를 포함하며 TCP소켓을 통해 전송된다. 전송타입은 표 1과 같이 3가지가 있다. 헤더의 정보는 전송날짜, 시각, 메시지 타입, 메시지 크기 등이 있다. 각 정보 사이의 구분자는 콤마(,)로 하고 헤더와 데이터 및 관측데이터 사이의 구분자는 슬래쉬(/)로 한다.

전송효율을 감안하여 분할전송 기능을 추가한다. 한번에 전송할 수 있는 관측데이터의 최대 개수  $m$ 을 설정하고 보내려는 관측데이터 개수  $n$ 이  $m$ 보다 많을 경우, 이를 나누어 분할된 관측데이터들을 하나의 메시지로 생성하여  $n/m$ 개의 메시지들을 연속적으로 전송한다.



그림 2 M2M 모뎀과 센서 연동

### 3.3. 데이터로거 구현

본 논문에서 제안한 데이터로거를 SKT의 개방형 플랫폼을 사용한 비트애플스사[9]의 BPD-M110 개발용 모듈에서 구현했다. 이 모듈은 Qualcomm QSC6270 칩셋 기반의 리눅스 커널 버전 2.6.29의 환경이며 개발언어로 C를 사용하였다. 센서연동은 현재 소양호 수질측정에 사용되고 있는 수질센서인 Hydrolab사[10]의 MS5를 적용했다. MS5는 UART를 통해서 1초마다 수온, pH, DO(용존산소)등 수질관련 정보를 ASCII 모드로 전송하는 수질 센서다.

## 4. 테스트 및 평가

### 4.1. 데이터로거 테스트

테스트는 실내에서 M2M 모뎀과 MS5를 UART를 통해 그림 2와 같이 연결한 후 센서의 센싱부분에만 임의의 수질측정환경을 구축하여 진행하였다.

추가로 M2M 모뎀을 통해 송신되는 메시지를 받기 위하여 테스트용 메시지 수신 서버를 구축, 수신된 메시지를 출력해서 데이터 로거의 송신 기능의 상태를 확인하였다. M2M 모뎀의 작동상태는 로컬 PC와 연결하여 콘솔에서 확인하였다.

### 4.2. 테스트 결과

테스트 환경 구축 후 실내테스트를 약 2주간 실시했다. 그 결과 그림 3과 같이 관측센서의 정보는 전송 주기마다 서버에 전송되었고 2주의 테스트 기간 동안 데이터로거가 안정적으로 운영되었다.

하지만 테스트 기간 중 메모리가 미세하게 증가한

현상이 발견되었다. 분석 결과 개발용 M2M 모듈 내 시스템 현상으로 일정 정도의 메모리 누수 현상의 불안정성이 있음을 확인하였다.

실외테스트는 아직 진행하지 않았기 때문에 외부의 열악한 통신환경 상황에서 데이터로거의 기능 및 안정성은 점검할 수 없었다.

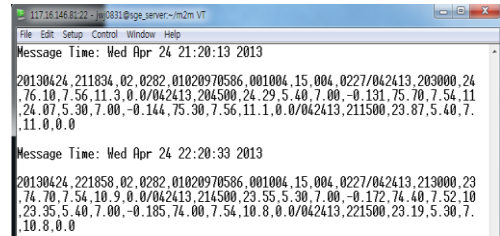


그림 3 메시지 수신 결과

## 5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 실시간 자동 환경·생태 관측을 위한 M2M 기반 프로그래머블 데이터로거를 제안하였고 이를 실제 관측 영역에서 적용할 수 있도록 구현하여 실내 테스트를 진행하였다. 종래에 USN 기술을 활용하기에 적합하지 않은 연구분야를 지원하기 위해서 M2M을 통한 경량화된 데이터로거를 지원할 수 있는 방안을 제시하였다.

향후에는 데이터로거 작동의 안정성을 점검하기 위한 현장테스트(소양호)와 다양한 관측센서에 적용이 가능한 범용적 아키텍처로의 개선 및 배터리 사용량 감축을 고려한 스마트기능 등의 연구를 진행할 계획이다.

## 6. 참고문헌

- [1] Deborah Erstin, et al., Environmental Cyber-infrastructure Needs for Distributed Sensor Networks, NSF, 21~22p, 2003
- [2] 윤영한, USN 기반의 하천 생태복원 모니터링 시스템, 정보과학회 Vol.36 No.2, 88~89p, 2009
- [3] 권종원, 김희식 외, 지하터널 공기질 원격 관리 모니터링 시스템을 위한 사물지능통신모듈 개발 및 평가, 2010년 정보 및 제어 학술대회 논문집, 174p, 2010
- [4] 김민수, 김광수, 이용준, USN 미들웨어의 특징 및 기술개발 동향, IITA 주간기술동향 통권 1284호, 3~5p, 2007
- [5] 이창희, 정석찬, 옥영석, 김민수, USN 기반 수질관리 시스템 개발, 한국정보기술학회 한국정보기술학회논문지 10, 154p, 2012
- [6] 이성현, 남동규, USN, M2M 서비스 융합과 발전 전망, 한국통신학회지(정보와 통신) 28권 제9호, 2011. 8, 4~5p, 2011
- [7] IRS Global, 사물지능통신(M2M) 시장전망과 기술, 표준화, 응용사례 분석, 21p, 2012
- [8] SKT M2M 단말 표준 플랫폼 개발현황 및 계획
- [9] <http://www.bitnpulse.com/>
- [10] <http://www.hach.com/>