

# 이 기종 센서 네트워크의 분산 환경 지원을 위한 데이터 처리 메커니즘

윤종완\*, 구용기\*, 남춘성\*, 신동렬\*  
\*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과  
e-mail:jwyoona@skku.edu

## Data Processing Mechanism for Supporting Distributed Environment of Hierarchical Sensor Network

Jong-Wan Yoon\*, Yong-Ki Ku\*, Choon-Sung Nam\*, Dong-Ryeol Shin\*  
\*School of Information and Communication Engineering,  
Sungkyunkwan University

### 요 약

센서 네트워크들은 지역적 혹은 종류별로 다양한 센서를 사용하여 네트워크를 형성한다. 기존의 센서 네트워크의 개발은 센싱 데이터에 대한 단일화된 형식으로 표현하지 않기 때문에 그 단위나 표현 방식에 따라서 응용 프로그램이 처리하는데 어려움이 있다. 또한, 다른 센서 네트워크와 데이터 공유도 용이하지 못하다. 이에 센서 노드로부터 수집된 다양한 원 데이터를 원활하게 데이터 교환을 할 수 있는 미들웨어 개발이 필요하다. 이에 우리는 센서 노드로부터 측정된 데이터 및 모든 처리를 기술할 수 있는 표현을 XML로 작성하고, 웹을 통해 센서 데이터를 활용할 수 있는 센서 네트워크 미들웨어를 제안한다.

### 1. 서론

센서 네트워크는 특정 지역에 센서 노드들이 배포되어 주위 환경 값을 획득하여 스스로 네트워크를 형성하여 전송하는 시스템이다. 센서 네트워크는 분산된 영역에서 사용자가 필요로 하는 데이터를 수집하고 전송하는 센서 노드(Sensor node)와 외부 네트워크와 연결되어 센서 노드로부터 수집된 데이터를 저장하고 특정 정보를 사용자에게 전송하는 싱크노드(Sink node)로 구성된다. 이러한 센서 노드들의 배치는 고정적 혹은 유동적으로 형성될 수 있다. 센서 노드들이 측정할 수 있는 환경 값들은 다양하기 때문에 어플리케이션 또한 다양하게 개발되고 있다. 오늘날의 센서 네트워크는 하드웨어부터 어플리케이션까지 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

전통적인 시스템에서 미들웨어는 운영체제와 응용 프로그램 사이에 존재하는 소프트웨어 계층을 의

미한다. 따라서 센서 네트워크의 미들웨어는 응용 계층에서 사용자와 센서 네트워크에 인터페이스를 제공하는 의미 이외에도 센서 네트워크가 가지는 특성을 고려하여야 한다[2].

위와 같은 센서 네트워크의 특성을 고려하여 설계된 센서 네트워크 미들웨어는 센싱 된 정보를 바탕으로 응용의 개발, 배포, 관리, 실행을 지원하는 기능을 가진다. 즉, 상위 레벨의 복잡한 데이터 처리를 통합하여 응용 프로그램과 센서 네트워크의 통신을 용이하게 하는 기능, 하부 센서 네트워크의 추상화를 통한 이기종 통신 기능, 센서 네트워크 간 협업을 통해 효율적인 태스크 처리, 각 센서 네트워크의 센싱된 데이터 통합하고 통신을 가능하게 하는 공용 인터페이스를 포함한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구 및 개발에 관련된 연구를 소개하고, 3장에서는 전체 아키텍처와 개발 과정을 소개한다. 마지막으로 4장

에서는 개발에 따른 결과물과 앞으로의 개발 계획을 소개한다.

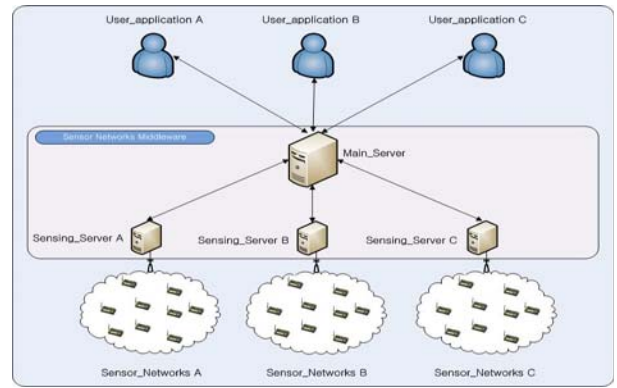
### 2. 관련 연구

센서 네트워크는 센서 노드의 제한된 에너지, 연산 능력, 그리고 저장 공간으로 인하여 센싱 데이터를 다른 시스템(데이터 저장 시스템)에서 관리한다. 이러한 센싱 데이터는 사용자에게 서비스를 제공하기 위한 데이터로 사용될 수 있도록 어플리케이션에게 전달되어야 한다. 최근의 센서 네트워크에서의 데이터는 XML을 통해 정보 저장 및 시스템 간의 전송 메시지로 널리 사용될 뿐 아니라 다양한 형식의 데이터를 통합 처리하는 시스템의 공통 데이터 모델로 사용되고 있다[3,4]. 이러한 공통 데이터 모델은 서비스 제공자와 서비스 요청자 간의 표준화된 메시지 형태로 주고받을 수 있어야 하며, 다양한 센서 데이터를 처리할 수 있어야 한다. 기존의 연구에서는 특정한 EPC 호환 센서 데이터만을 고려하였고[3], 센서 포맷에 따라 각각의 테이블을 생성하는 문제점을 가졌기 때문에 이러한 방법이 요구된다[4]. 또한, 센서 데이터에 대한 메시지 표준으로 발표된 SensorML[5]은 실제 응용 서비스에서는 불필요한 센서의 입/출력 인터페이스나 데이터 알고리즘을 포함하고 있어 메시지 구조의 정형화와 경량화가 필요하다는 단점을 가지고 있다. 또한, 분산 환경이 고려되어야 하며, 특정 어플리케이션에 의존적이고 의미 있는 데이터를 제공할 수 있어야 한다. 각 어플리케이션이 요구하는 센싱 데이터는 하나 혹은 그 이상의 센서 네트워크에서 수집된 데이터가 될 수 있다. 그러므로 이러한 데이터를 통합, 관리, 추출함으로써 각 어플리케이션에서 요구하는 의존적인 데이터를 제공할 수 있어야만 한다.

이에 위와 같이 기존에 연구되었던 공통 데이터 모델의 문제점과 요구 사항을 토대로 XML 기반의 센서 서비스의 메타데이터와 센싱 데이터를 요청 및 응답할 수 있는 서비스 구조를 설계하고, 이러한 센서 데이터를 활용 및 지원할 수 있는 센서 네트워크 미들웨어를 제안한다.

### 3. 제안된 기법

우리가 제안하는 미들웨어 시스템은 사용자에게 통합된 데이터 정보를 제공한다. 그림 1은 우리가 제안하는 시스템의 전체적인 아키텍처를 보여준다.

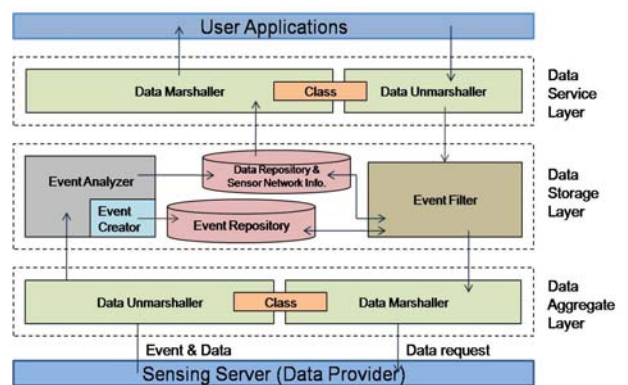


[그림 1] 제안된 시스템 구조

본 시스템은 Main Server와 Sensing Server로 구성된다. Sensing Server는 센서 네트워크로부터 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 통일된 xml데이터로 변환하여 Main Server에 전송하며 Main Server는 각 Sensing Server로부터 xml형식의 데이터를 얻어 통합적인 데이터 관리 및 서비스 제공한다.

#### 3.1. Main Server

Main Server는 Sensing Server와의 통신을 통해 센싱 데이터를 수집하여 User Application에게 통합된 데이터를 제공한다. User Application과 Sensing Server간의 통신은 xml형식으로 데이터를 교환하기 때문에 서로 다른 데이터 형식을 사용하는 센서 네트워크들을 포용할 수 있다. 그림 2는 Main Server의 구성을 나타낸다.



[그림 2] Main Server 컴포넌트 구성도

Main Server는 User Application과의 질의/서비스를 처리하는 Data Service Layer, 데이터 저장 및 분석하는 Data Storage Layer, Sensing Server로부터의 데이터 수집 및 요청하는 Data Aggregate Layer로 구성된다.

Main Server는 센서 네트워크와 사용자 간의 중간에 위치함으로써 센서 네트워크의 변형과 사용자의 요구에 유연성 있게 대처할 수 있다. 사용자들은 센서 네트워크에 직접적으로 원하는 데이터를 얻는 것이 아닌, 서버에 자신이 원하는 정보를 요청하며, 서버는 요청하는 정보를 서버 자체의 데이터 베이스를 통해 검색하고, 요청에 적합한 센서 네트워크를 선택하여 질의를 보내게 된다. 따라서 사용자는 메인 서버를 통해 센서 네트워크와 직접적인 연결 없이 그들이 원하는 정보를 얻을 수 있고, 센서 네트워크에 대한 제약 없이 서비스를 받을 수 있다.

### 3.1.1. Data Service Layer

Main Server는 사용자와 정해진 schema로 구성된 XML 형식으로 데이터를 교환하게 된다. Data Service Layer는 User Application으로부터 XML 형식의 ServiceQuery 데이터를 얻는다.

Data Service Layer는 ServiceQuery XML을 분석하여 사용자가 요구하는 이벤트를 추출하며, Main Server에서 User Applications로 데이터 전송 시, User Application이 인식할 수 있는 XML형식 데이터를 변환하여 전송한다.

### 3.1.2. Data Storage Layer

Data Storage Layer는 Data Service Layer를 통해서 얻은 데이터를 기반으로 Event Filter로 정보를 제공하고 Data Aggregate Layer로부터의 데이터를 처리한다. Data Storage Layer의 각 컴포넌트는 다음과 같은 기능을 한다.

- Event Repository는 단순 데이터들이 아닌 사용자 요구를 만족 시킬 수 있는 특정 조건의 패턴 데이터를 저장한다.
- Data Repository & Sensor Network Info는 센서 네트워크들로부터 얻은 데이터들과 센서 네트워크를 구성하는 센서들의 정보들을 저장시켜놓는다. Main Server는 Sensor Network Info를 통하여 각 센서 네트워크 관리와 사용자의 요구에 맞는 선택적 데이터 수집이 가능하다.
- Event Filter는 Event Repository를 통해서 사용자의 요구에 맞는 데이터들을 검색한다. 충족하는 검색 결과가 있을 시에는 Data Repository & Sensor Network Info의 데이터를 참고하여 Data Service Layer에서 XML로 변환 후 User Applications에 보내준다. 충족하

는 결과물이 없을 시에는 Data Repository & Sensor Network Info를 통해서 Main Server에 연결된 센서 네트워크들의 정보를 검색하여, 사용자의 요구에 만족할 수 있는 센서 네트워크를 선정하게 되고, Data Aggregate Layer를 통해 해당 센서 네트워크로 질의를 보내준다.

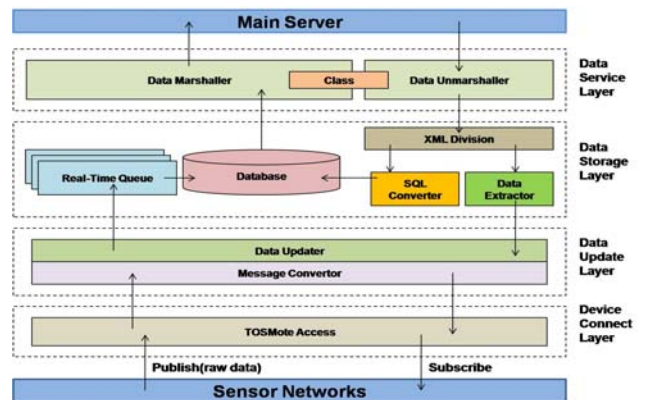
- Event Analyzer는 Data Aggregate Layer를 통해 얻은 센싱 데이터들을 분석한다. 데이터의 분석 결과가 특정한 패턴이나 조건을 나타낸다면, Event Creator를 통해서 Event Repository에 저장하며, 그렇지 않으면 Data Repository & Sensor Network Info에 저장되게 된다.

### 3.1.3. Data Aggregate Layer

Data Aggregate Layer는 Sensing Server와 통신을 위해 Data Service Layer와 같이 데이터를 XML로, XML을 데이터로 변환시켜주는 Layer이다. 각 센서 네트워크는 다른 데이터 형식을 가지고 있기 때문에 Main Server에서 통합된 데이터를 관리하려면 XML과 같은 통일된 데이터 형식을 요구하게 된다.

## 3.2. Sensing Server

Sensing Server는 Main Server로부터의 Data request를 통해 Sensing Server의 데이터베이스를 검색 또는 센서 네트워크에 질의 처리를 하는 기능과 센서 네트워크로부터 얻은 raw 데이터를 데이터베이스에 저장하고 단일화된 schema를 통해 XML로의 변환하여 Main Server로 전송하는 두 가지 기능을 가진다. Sensing Server의 구성은 Data Process Layer, Data Storage Layer, Data Update Layer, 그리고 Device Connect Layer로 구성된다.



[그림 3] Sensing Server 컴포넌트 구성도

### 3.2.1.Data Process Layer

Data Process Layer는 Data Aggregate Layer와 연동하여 Main Server로부터 전송된 요청을 Data Storage Layer로 전달하고 질의에 대한 응답을 Main Server로 전송하는 역할을 한다.

### 3.2.2.Data Storage Layer

Data Storage Layer는 데이터 저장 및 검색 기능과 데이터 요청을 분석 및 제공하는 기능을 가진다. XML Division은 Data Process Layer에서 전달된 XML 메시지를 분석하여 Sensing Server의 데이터베이스에서 검색할 것인지, 하부 센서 네트워크로 질의를 보낼 것인지를 분류한다. 데이터베이스 검색은 SQL Converter를 통해 SQL 언어로 변환되어 데이터베이스에 저장된 센싱 데이터를 검색하며, 센서 네트워크로의 질의는 Data Extractor에서 질의에 필요한 데이터(데이터 타입, 센싱 시간, 조건 등)를 객체에서 추출하여 Data Update Layer에 보내진다. 또한, Data Update Layer에서 수집한 센싱 데이터는 입력 버퍼처럼 사용되는 Real-Time Queue를 거쳐 데이터베이스에 저장함과 동시에 Main Server Connect Layer로 전송한다.

### 3.2.3.Data Update Layer

Data Update Layer에서는 Data Extractor를 통해 얻은 정보를 기반으로 목표 센서 네트워크에 적합한 데이터 형태로 변환하여 Device Connect Layer로 전송하고, Device Connect Layer에서 전송된 정보를 센싱 서버가 처리할 수 있는 데이터 형식으로 변환해 준다. Data Updater는 센서 네트워크로부터 수집된 데이터를 센싱 서버가 인식할 수 있는 형태로 변환하며, Message Converter는 센싱 서버로부터의 질의를 센서 네트워크에서 사용하는 데이터 형식으로 변환한다.

### 3.2.4.Device Connect Layer

Device Connect Layer에서는 Message Converter로부터 변환된 메시지를 각각의 센서 노드의 종류에 맞게 변환하여 센서 네트워크로 전달하고, 마찬가지로 센서 네트워크에서 전송된 메시지를 Message Converter가 변환하기 쉬운 공용의 센서 쿼리 메시지로 변환하여 준다.

## 4. Conclusion

우리가 제안하는 센서 네트워크 미들웨어는 여러 센서 네트워크와의 통신을 통하여 서버에 통합적인 데이터 서비스를 해주는 매커니즘이다. 기존의 센서 네트워크들은 서로

다른 데이터 형식 및 분석을 요구하기 때문에 서로 다른 센서 네트워크 시스템들 간의 데이터 공유가 원활해지지 않았다. 하지만, 제안된 시스템에서는 Application, Main Server, Sensing Server 사이의 데이터 통신은 단일화된 XML형식의 데이터를 교환하므로, 미들웨어는 새로운 사용자 혹은 새로운 센서 네트워크가 추가되더라도 schema 정보를 공유하여 단일화 된 데이터를 공유할 수 있다. 이에 전체 시스템의 변화에 쉽게 대처하고 유지보수에 유용하다는 장점이 있다. 또한, XML을 사용함으로써 데이터의 정보를 쉽게 분석 및 파악할 수 있도록 하여 앞으로의 데이터의 의미론적 접근 및 시스템 개발이 유용할 것이라고 본다.

## Acknowledgement

본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터사업의 일환으로 수행하였음.

[2008-064-0002-0003 적응형 온톨로지 센서 미들웨어]

## 참고문헌

- [1] Lan F. Akylidiz, Weilian Su, Yosesh Sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci, "A Survey on Sensor Networks." IEEE Communication Magazine. Volume: 40, Issue: 8. 102-114, 2002
- [2] Miao-Miao Wang, Jian-Nong Cao, Jing Li, and Sajal K. Dasi, "Middleware for Wireless Sensor Networks : A Survey." Journal of computer science and technology, Volume.23, No.3. 1-7, 2008
- [3] W. Heinzelman, A. Murphy, H. Carvalho and M. Perillo, "Middleware to Support Sensor Network Applications." IEEE Network Magazine Special Issue. Volume 18, 6-14. Volume 18, 2004
- [4] Karl Aberer, Manfred Hauswirth, and Ali Salehi, "A middleware for fast and flexible sensor network deployment." Proceedings of the 32nd international conference on Very large data bases table of contents, 1199 - 1202, 2006.
- [5] M. Botts, "An XML-based Sensor Model Language (SensorML) for Earth Observing Dynamic Sensors." Tech. rep., University of Alabama, March <http://vast.uah.edu/SensorML/>, 2008