

# 센서 데이터의 의미 처리를 위한 센서 레지스트리 시스템 개발

두미경\*, 하수욱\*\*, 정동원\*

\*군산대학교 정보통계학과

\*\*한국전자통신연구원

e-mail : \*migyong@kunsan.ac.kr, \*\*suwook.ha@etri.re.kr,

\*djeong@kunsan.ac.kr

## A Development of the Sensor Registry System for Semantic Processing of Sensory Data

Migyong Doo\*, Su Wook Ha\*\*, Dongwon Jeong\*

\*Dept. of Informatics & Statistics, Kunsan National University

\*\*Electronics & Telecommunications Research Institute

### 요 약

유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서 존재하는 다양한 센서 간 상호운용성 유지를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 서로 이질적인 센서 네트워크에 존재하는 센서 간 상호운용성을 향상시키기 위해서는 다양한 문제들이 해결되어야 하며, 특히 센서 데이터에 대한 의미를 해석하고 활용할 수 있는 방법에 대한 연구가 필수적으로 요구된다. 즉 센서가 제공하는 센서 데이터뿐만 아니라 센서의 종류와 측정단위, 관리기관 등의 정보를 이용하여 보다 다양한 양질의 서비스를 제공하기 위한 연구가 요구된다. 지금까지 센서 데이터의 의미 처리 문제를 해결하기 위한 연구가 진행되었으나 센서 데이터의 의미 관리에 대한 높은 구축비용 문제와 동적인 의미 관리가 어렵다는 문제점을 지닌다. 따라서 이 논문에서는 앞서 언급한 문제점을 해결하고 보다 향상된 의미 처리 기능을 제공하는 센서 레지스트리 시스템을 제안한다. 제안한 방법은 ISO/IEC 11179 개념을 적용하여 의미 관리 및 처리 연산을 수행하며, 동적인 의미 관리와 낮은 의미 구축비용을 제공한다는 장점을 지닌다.

### 1. 서론

Ubiquitous Sensor Network (USN) 환경에서 다양한 센서가 존재하고 이러한 센서들은 공정 감시, 환경 감시, 방재 감시 등의 광범위한 분야에서 활용되고 있다. 그러나 센서는 센서 식별자와 센서 데이터만을 제공하기 때문에 센서의 종류와 측정단위, 제조회사, 관리기관과 같은 세부 정보를 알 수 없다. 이로 인해 데이터의 수집 및 통합, 의미 해석이 어려워 이를 위해 많은 비용이 든다. 따라서 센서의 정보를 위한 의미 관리 방법이 요구된다[1,2].

지금까지 센서 정보에 대한 의미적 통합 및 질의 처리를 위한 연구들이 다양하게 진행되어 왔다[3-7]. 먼저 [3]에서는 다양한 센서 네트워크상에서 센서 정보에 대한 집계 처리를 위한 의미 기반의 질의 처리 아키텍처를 제안하였다. 특히 XML 형태의 의미 센서 데이터 언어 (Semantic Sensory Data Language)를 제안하고 이를 통해 센서 데이터에 대한 표현 및 집계 처리 연산을 수행하는 방법을 제안하였다. 의미적으로 센서 정보를 표현함으로써 이질적인 센서 네트워크에서 전달된 정보를 해석할

수 있다는 장점을 지닌다. 그러나 동일한 의미를 가진 센서 정보를 서로 다른 의미로 기술할 경우 이를 해결할 수 있는 방법을 제시하고 있지 않다. 따라서 이질적인 의미에 대한 처리가 불가능하며 근본적인 의미적 상호운용성을 이룰 수 없다.

[4]에서는 다양한 센서 네트워크(Mixed Sensor Networks)에서 센서 정보 통합을 위한 몇 가지 구조를 정의하고 전역 스키마와 지역 스키마를 구분하여 질의 처리 연산을 수행하는 프로토타입 구조를 제안하였다. 제안한 구조는 일차적으로 전역 스키마 상에서 질의 처리 단계를 통해 질의 실행 계획이 수립된다. 수립된 질의 실행 계획에 따라 필요한 정보를 각각의 지역 스키마에 대한 질의 처리 연산을 수행하여 결과를 획득하고 이를 통합하는 구조이다. 이 접근 방법은 센서 정보에 대한 의미 관리를 위해 전역 스키마에 대한 구축이 요구되고 전역 스키마와 지역 스키마 간 사상 관계를 정의해야 한다. 이는 매우 높은 관리 비용을 요구하게 되는 문제점을 지닌다.

[5]와 [6]은 다양한 이질적인 센서 네트워크상의 센서 간 혹은 센서 정보에 대한 의미 관계를 온톨로지를 이용하여 정의하고 이를 기반으로 질의 처리를 수행하는 접근 방법을 제안하였다. 온톨로지 구축을 통해 보다 명확하게 관계를 정의하고 더 나아가 추론 연산을 통해 보다 다양한 질의 처리 결과를 제공할 수 있다는 장점을 지닌다. 그러나 온톨로지를 구축하기 위해 높은 비용이 요구된다는

\* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이며 (No.2010-0010981) 이 연구는 지식경제부의 지원을 받은 정보통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음.

† 책임저자 : 군산대학교 정동원

단점과 함께 온톨로지를 구성하는 클래스, 속성 등에 관리가 하향식이라는 문제점을 지닌다. 이는 새로운 의미 정의에 대한 독립성을 제한하고 무엇보다 구축된 온톨로지가 다른 의미를 이용할 경우 자동적인 질의 연산이 어렵고 그 결과에 대한 정확성 또한 보장할 수 없다는 문제점을 지닌다.

센서는 센서 식별자와 센서 데이터만을 제공하기 때문에 센서의 종류와 측정단위, 제조회사, 관리기관 등의 정보를 알 수 없어 각 응용분야마다 다른 기준을 정의하여 사용하고 있다. 이로 인해 발생하는 센서 정보를 기술하는 메타데이터의 수집 및 통합의 어려움을 해결하기 위해 Open Geospatial Consortium (OGC)에서 SensorML (Sensor Model Language)을 제안하였다[7]. SensorML은 센서로부터 측정된 정보와 센서 정보를 XML 기반의 표준화된 메타데이터로 기술할 수 있도록 XML 인코딩과 표준 모델을 제공한다. 그러나 실제 센서를 등록하고 이용할 수 있는 구체적인 절차 등이 정의되어 있지 않고, 등록 및 관리 체계에 대한 기능을 제공하지 않는다. 무엇보다 의미 관리가 하향식이라는 문제점을 지닌다.

결론적으로, 지금까지 다양한 이질적인 센서 네트워크 환경에서 센서 정보에 대한 의미적인 질의 처리 방법들이 제안되었으나, 여러 가지 문제점을 내포하고 있다. 특히 센서 데이터에 대한 의미 관리 측면에서 구체적인 해결책을 제시하고 있지 않거나 하향식 접근 방법만을 제시하고 있다. 이는 의미 처리에 대한 높은 비용은 물론 높은 관리 비용을 요구한다.

따라서 이 논문에서는 센서의 메타데이터, 즉 의미를 이해하고 처리하기 위하여 ISO/IEC 11179 - 메타데이터 레지스트리(Metadata Registry, MDR) 개념을 적용한 센서 레지스트리 시스템을 제안한다. 메타데이터 레지스트리는 메타데이터를 관리하기 위해 ISO/IEC JTC 1/SC 32에 의해 개발된 국제 표준이다[8]. 메타데이터의 등록과 인증을 통하여 표준화된 메타데이터를 유지 관리하며, 메타데이터의 명세와 의미의 공유를 통하여 호환성을 높이는 것을 그 목적으로 한다.

제안하는 센서 레지스트리 시스템은 센서가 제공하지 않는 센서의 위치, 센서의 종류, 측정 단위 등을 제공하여 다양한 센서를 효율적으로 관리할 수 있다. 센서 레지스트리 시스템에 접근하기 위한 방법으로 안드로이드 플랫폼 기반의 모바일 기기를 이용하여 접근할 수 있도록 한다.

## 2. 제안모델

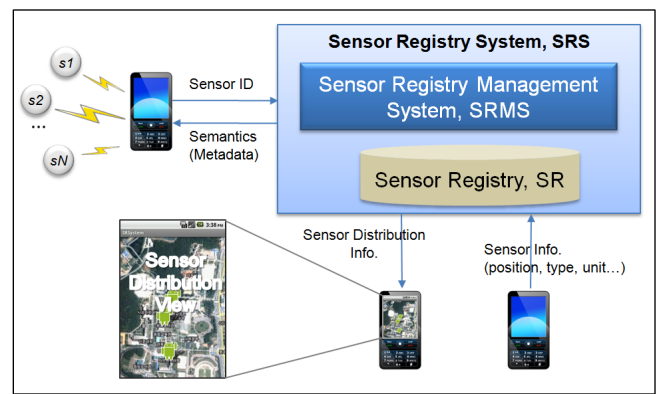
이 장에서는 시스템 개념 모델과 센서 레지스트리의 구조, 센서 레지스트리 관리 시스템의 주요 기능의 프로세스에 대해 기술한다.

### 2.1 개념 모델

먼저, 어떤 디바이스를 통해서라도 주변에 설치된 센서에 접근이 가능하다는 가정 하에 시스템을 제안한다. 그림 1은 센서 레지스트리 시스템의 전체적인 개념 모델을 보여주며, 센서 레지스트리, 센서 레지스트리 관리 시스템의 역할을 정의하면 다음과 같다.

- 센서 레지스트리(Sensor Registry, SR) : 센서의 의미 정보를 저장하는 저장 구조
- 센서 레지스트리 관리 시스템(Sensor Registry Management System, SRMS) : SR을 관리하기 위한 프로그램의 집합
- 센서 레지스트리 시스템(Sensor Registry System, SRS) : SR과 SRMS로 구성되는 전체 시스템

모바일 디바이스는 주변에 설치된 센서로부터 센서 ID와 측정값을 전달 받는다. 전달 받은 센서 ID로 센서 레지스트리로부터 사상되는 메타데이터를 사용자가 활용할 수 있도록 서비스 한다. 또한 특정 지역 내에 위치한 센서 분포를 확인하여 추가적인 센서 설치가 요구되는 지역에 센서를 설치하고 설치한 센서의 정보를 모바일 디바이스를 통해 레지스트리에 등록하여 관리할 수 있다.



(그림 1) 개념 모델 : 전체적인 프레임워크

### 2.2 센서 레지스트리 구조

다음은 센서 레지스트리에서 관리하는 주요 정보 및 전체적인 데이터 구조를 보여준다.

SR = {Sensor, Position, UnitOfMeasure, Organization}

- Sensor(sID, modelNumber, sensorType, unit, manufacturer, management, pID)
- Position(pID, longitude, latitude, localLocation)
- Organization(oID, name, phone, email, postalAddress, URL, additionalDescription)
- UnitOfMeasure(uID, description, unit, dataType)

Sensor 테이블은 센서의 정보를 저장하는 테이블로 센서의 고유 식별자인 sID, 센서의 모델 번호 modelNumber와 센서의 종류를 의미하는 sensorType, 센서의 측정 단위인 unit, Organization 테이블의 oID 속성을 참조하는 센서 제조 회사와 관리 기관의 고유번호를 나타내는 manufacturer, management 속성으로 구성된다. 마지막으로 센서가 설치된 물리적인 위치와 논리적인 위치 정보를 확인하기 위한 pID를 속성으로 지닌다.

Position 테이블은 센서의 위치와 관련된 정보를 저장하는 테이블로서, 물리적인 위치 정보에 대한 식별자인 pID와 실제 센서가 설치된 경도, 위도 좌표를 나타내는 longitude, latitude 속성 그리고 논리적인 위치 정보인

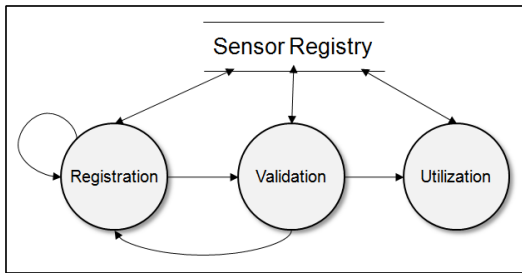
localLocation 속성으로 구성된다.

Oragnization 테이블은 기관 정보를 관리하는 테이블로서, 기관 고유번호인 oID와 기관명, 전화번호, 이메일 주소 등을 나타내는 속성으로 구성된다.

마지막으로 UnitOfMeasure는 단위에 대한 정의 테이블로서, 단위에 대한 설명 정보 및 데이터 타입 등을 나타내는 속성으로 이루어진다.

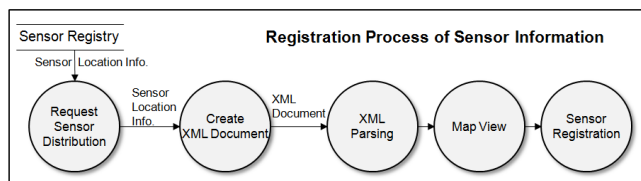
### 2.3 SRMS의 주요 기능

그림 2는 SRMS의 주요 기능, 즉 주요 연산을 보여준다. SRMS의 주요 기능은 센서 정보 등록과 확인, 활용이다. 사용자는 센서 정보를 등록하고 확인할 수 있으며 센서 정보를 활용할 수 있다.



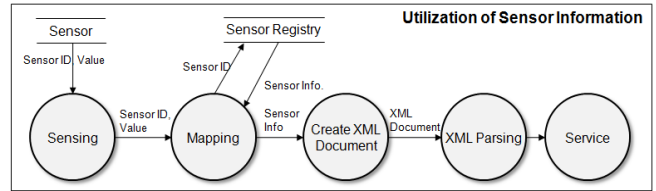
(그림 2) SRMS의 주요 기능 정의

그림 3은 센서 정보 등록을 위한 프로세스이다. 센서 정보 등록을 위해서는 먼저 모바일 디바이스를 통해 특정 지역의 센서 분포 정보를 센서 레지스트리에 요청한다. 센서 레지스트리로부터 전달 받은 센서 위치 정보를 디바이스가 이용할 수 있도록 XML 문서를 생성하여 웹서버에 등록한다. 디바이스는 센서 위치 정보가 담긴 XML 문서를 파싱해 센서의 분포 정보를 지도에 표시 한다. 센서 정보 등록자는 센서의 분포를 지도를 통해 확인하고 추가적인 설치가 요구되는 지역에 센서를 설치하게 된다. 이 때, 모바일 디바이스를 통해 센서를 설치한 현재 위치를 GPS를 이용해 자동으로 입력하고, 센서에 대한 세부 정보를 입력하여 센서 레지스트리에 등록한다.



(그림 3) 센서 정보 등록을 위한 프로세스

그림 4는 센서 정보 활용을 위한 프로세스이다. 디바이스가 센서로부터 센서 ID와 측정값을 읽어오면 센서 레지스트리에서 센싱 된 센서 ID와 사상되는 센서의 정보로 XML 문서를 생성하여 웹서버에 등록한다. 디바이스는 웹서버를 통해 센서 정보가 담긴 XML 문서를 파싱해 사용자에게 센서의 종류나 측정 단위 등의 메타데이터를 제공하여 센서 정보를 활용할 수 있도록 서비스한다.



(그림 4) 센서 정보 활용을 위한 프로세스

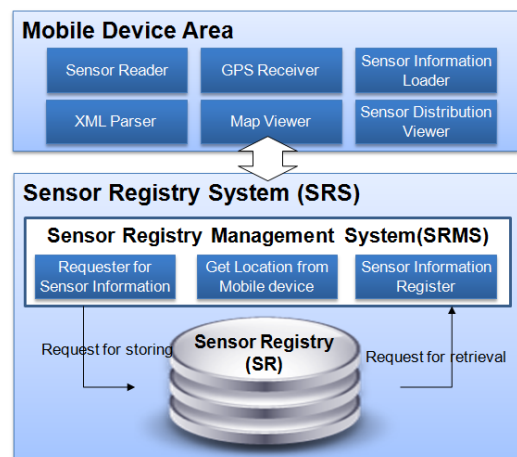
### 3. 프로토타입 구현 및 평가

이 장에서는 구현 환경 및 전체적인 시스템 구조와 각 기능의 정의, 구현결과를 기술한다.

#### 3.1 구현 환경 및 시스템 구조

제안 시스템은 개방형 플랫폼인 안드로이드를 기반으로 개발 하였다. 안드로이드는 오픈 소스 플랫폼으로 개발자들은 추가 비용 없이 응용 프로그램을 개발할 수 있으며 이용자들은 마켓을 통해 적은 비용으로 다양한 어플리케이션을 다운받을 수 있다. 또한 안드로이드 플랫폼은 구글에서 제공하는 지도 API, 날씨 API, Gmail 등의 다양한 서비스를 이용하여 어플리케이션을 개발할 수 있다.

그림 5는 제안하는 전체적인 시스템 구조를 보여 준다. 구조는 크게 센서 레지스트리 시스템과 모바일 디바이스 부분으로 나누어 볼 수 있다. 먼저 모바일 디바이스는 센서 정보를 읽을 수 있는 센서 리더기와 웹서버로부터 XML 문서를 파싱하기 위한 XML 파서, 위치 정보를 수신 받기위한 GPS 수신기, 센서 정보를 등록하기 위한 센서 정보 등록기, 센서의 분포 정보를 확인하기 위한 지도와, 뷰어 등으로 구성된다. 다음으로 센서 레지스트리 시스템은 센서에 대한 정보를 저장하는 센서 레지스트리와 센서 정보 요청기, 모바일 기기로부터 현재의 위치정보를 얻기 위하 위치정보 요청기, 모바일 기기로부터 입력받은 센서 정보를 등록하기 위한 센서 정보 등록기로 구성된다.



(그림 5) 센서 레지스트리 시스템 구조

#### 3.2 구현 결과

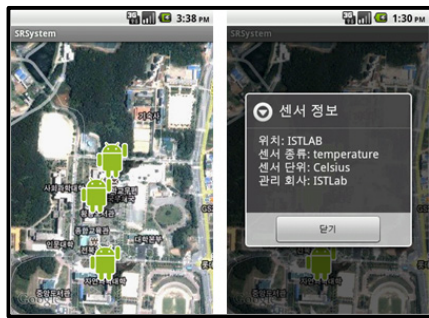
이 절에서는 구현 결과에 대하여 기술한다. 그림 6은 센서 정보 등록 기능의 구현 화면이다. 센서 정보 등록자

는 현재 설치된 센서의 분포를 지도를 통해 확인 후 추가적으로 센서가 필요한 위치에 센서를 설치한다. 설치 후 등록자는 센서를 설치한 현재 위치를 GPS를 통해 자동으로 입력받고, 센서의 종류나 측정 단위와 같은 센서에 대한 추가정보를 입력하여 센서 레지스트리에 등록한다.



(그림 6) 센서 정보 등록 기능 구현 화면

그림 7은 센서 레지스트리의 활용 구현 결과이다. 사용자는 센서 레지스트리에 등록된 센서의 분포를 지도를 통해 가시적으로 확인이 가능하며, 센서 표시 마커를 선택하면 해당 센서의 세부 정보를 볼 수 있다.



(그림 7) 센서 레지스트리 활용 구현 결과

### 3.3 평가

지금까지 센서 정보에 대한 의미적 통합을 위한 연구들이 활발하게 진행되어 왔다. 그러나 기존 연구들은 몇 가지 문제점을 내포하고 있다. 구체적인 의미 관리 체계 및 메커니즘을 제공하지 않고 단순한 구조적 해결 방법만을 제시하였다. 일부 연구는 의미 관리 및 교환 기법을 제시하였으나 하향식 의미 관리로 인해 한계성과 의미 처리에 대한 높은 비용을 요구한다는 문제점을 지닌다.

제안 시스템(SRS)의 경우에는 ISO/IEC 11179 - 메타데이터 레지스트리 개념을 적용하여 유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서 존재하는 다양한 센서의 정보를 동적으로 관리하고, 낮은 의미 구축비용을 요구한다는 장점을 지닌다.

### 4. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 다양한 센서 네트워크 환경에서 센서 정보를 의미적으로 처리하기 위한 센서 레지스트리 시스템을 제안하고 프로토타입을 구현하였다. 센서 레지스트리로부터 특정 지역 내에 설치된 센서의 분포를 확인하고 센서 설치가 미흡한 부분에 추가 설치 후 모바일 디바이스

를 통해 센서의 메타데이터를 센서 레지스트리에 등록할 수 있다. 또한 레지스트리에 등록된 센서 메타데이터를 활용하여 주변에 설치된 센서의 분포와 함께 센서에 대한 정보도 확인이 가능한 시스템이다.

센서 레지스트리 시스템의 기대효과는 USN 환경에서 존재하는 다양한 센서의 데이터 의미를 이해하고 처리할 수 있으며, 센서의 관리를 용이하게 해 준다. 특히 동적인 의미 관리를 가능하게 함으로써 관리 용이성은 물론 보다 다양한 의미 관리 및 활용 메커니즘을 제공한다.

향후에는 센서 레지스트리 시스템의 기능성 확장과 함께 보다 다양한 정보 관리 및 활용을 위한 레지스트리 구조의 확장이 요구된다.

### 참고문헌

- [1] 한병엽, 박종현 외 4명, “USN 환경에서 이종 센서를 위한 메타데이터 관리 시스템”, 한국정보과학회, 한국컴퓨터종합 학술대회 논문집, 제36권, 1(C)호, pp.22-25, 2009년 6월.
- [2] 이양구, 송종석, “유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서의 메타데이터 관리”, 한국공간정보시스템학회, 한국공간정보시스템학회 학술회의 논문집, pp.111-116, 2006년 11월.
- [3] Guangtao Xue, Qunhua Pan, and MingLu Li, “A New Semantic-based Query Processing Architecture,” IEEE Computer Society, in Proceedings of the 2007 International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW 2007), Xian, China, September 10-14, 2007.
- [4] Ismail Khalil Ibrahim, Reinhard Kronsteiner, and Gabriele Kotsis, “A Semantic Solution for Data Integration in Mixed Sensor Networks,” Elsevier, Computer Communications, Vol. 28, No. 13, pp. 1564-1574, August 2005.
- [5] Eric Bouillet, Mark Feblowitz, Zhen Liu, Anand Ranganathan, Anton Riabov, and Fan Ye, A Semantics-based Middleware for Utilizing. Heterogeneous Sensor Networks, Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4549, pp. 174-188, June 2007.
- [6] Caleb Goodwin and David J. Russomanno, “An Ontology-based Sensor Network Prototype Environment”, The Association for Computing Machinery (ACM), in Proceedings of the 5th International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN 2006), pp. 1-2, Nashville, TN, USA, April 19-21, 2006.
- [7] Open Geospatial Consortium Inc., OpenGIS Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification, July 2007.
- [8] ISO/IEC JTC 1/SC 32, ISO/IEC 11179, Information Technology - Metadata Registries (MDR) - Part 3: Registry Metamodel and Basic Attributes, 2003.