
USN 응용 서비스를 위한 서비스 아키텍처의 설계 및 구현

신극재* · 김용운** · 유상근** · 김형준** · 정희경*

The design and implementation of Service architecture for USN application service

Geuk-Jae Shin* · Yong-Woon Kim** · Sang-Keun Yoo** · Hyung-Jun Kim** · Hoe-Kyung Jung*

요 약

USN(Ubiquitous Sensor Network) 환경은 상황 인식 컴퓨팅을 통해 센서에서 실시간으로 측정된 정보를 응용 서비스들에게 전달하여 서비스를 제공한다. 그러나 국내 서비스 환경은 응용 서비스를 제공하는 제공자와 사용자간의 서비스 플랫폼 아키텍처에 대한 연구가 대부분이며, 센서를 통해 감지된 정보를 처리하는 제공자간의 표준 서비스 플랫폼 아키텍처 연구는 미약한 수준이다.

이에 본 논문에서는 센서 응용 및 미들웨어 부분에서의 표준화된 플랫폼 기술을 위해 OGC(Open Geospatial Consortium)의 SWE(Sensor Web Enablement)를 구성하는 관련 표준 분석 및 국내 표준 연구 분석을 통한 새로운 서비스 아키텍처 제안 및 기존 국내 시스템과의 연동을 위한 제공자 측면의 각 컴포넌트 설계 및 구현을 하였다.

ABSTRACT

USN(Ubiquitous Sensor Network) environment that provides the service measured from sensors in real-time the information is delivered to application service. However, domestic service, application service provider environment between providers and users, most of the research are on the service platform architecture, and process the information detected by sensors between the providers of standard services platform architecture, which is a very weak level.

In this paper, we proposed new service architecture though analysis of the OGC SWE(Sensor Web Enablement) with standards and research analysis of domestic standards. And we designed and implemented to each component of provider side.

키워드

USN, OGC, SWE, SSDL, 서비스 참조 모델

Key word

USN, OGC, SWE, SSDL, Service reference model

* 배재대학교 컴퓨터공학과 (교신저자:정희경)

** 한국전자통신연구원

접수일자 : 2009. 12. 18

심사완료일자 : 2010. 01. 12

I. 서 론

USN 환경은 기하학적으로 분포된 다양한 센서들의 측정 정보를 이용하여 지속적인 환경 분석, 실시간 재난재해 방지 및 원격제어 시스템 등 응용 서비스에 기반이 되는 데이터를 제공한다[1]. 따라서 이런 응용 서비스의 활성화를 위한 센서 데이터의 측정 및 관리, 센서에 대한 임무부여, 실제 최종 사용자에게 센서 데이터를 서비스하기 위한 방법을 포함한 서비스 아키텍처가 필요하다. 그러나 국내의 USN 센서 데이터 활용을 위한 표준으로 센서 데이터의 제공자와 데이터를 소비하는 최종 소비자 간의 서비스 아키텍처에 대한 연구가 대부분이며, 센서 데이터를 생산하는 제공자간 처리 정보 및 방법의 공유에 대한 서비스 아키텍처 연구는 아직 미흡한 실정이다.

이에 본 논문에서는 국내 센서 네트워크 서비스의 표준 개발, 센서 응용 및 미들웨어 부분에서의 표준화된 플랫폼 기술을 위해 OGC의 SWE를 구성하는 관련 표준 분석 및 국내 표준 연구 분석을 통한 새로운 서비스 아키텍처 제안 및 기존 국내 시스템과의 연동을 위해 제공자 측면의 각 컴포넌트 설계 및 구현을 하였다.

II. 관련 연구 분석

본 장은 국내에서 연구된 센서 데이터 기술 언어인 SSDL과 USN 환경에서 센서 데이터를 서비스할 수 있는 참조 모델에 대한 연구를 분석한 것이다.

2.1 SWE(Sensor Web Enablement)

SWE는 개방형 플랫폼으로 표준화가 완료되었으며, 이는 웹으로 모든 센서를 발견하고, 센서를 통해 데이터 획득 및 교환, 정보처리, 임무부여 등을 수행할 수 있도록 한다. 세부적인 표준으로는 정보 모델로 분류되는 SensorML(Sensor Model Language), O&M(Observation and Measurements), TML((Transducer Markup Language)) 과 서비스 모델로 분류되는 SOS(Sensor Observation Service), SPS(Sensor Planning Service), SAS(Sensor Alert Service), WNS(Web Notification)로 구성되어 있으며, 이들을 각각 구현함으로써 센서 웹을 실현할 수 있도록 한

다[2-5]. 그림 1은 SWE의 정보 모델과 서비스 모델간의 상호 협력 관계를 나타낸 것이다.

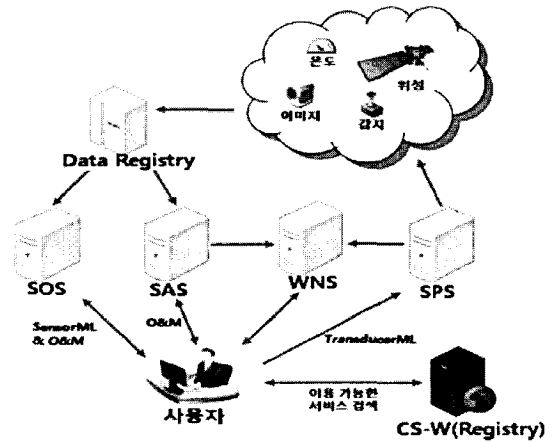


그림 1. 서비스 모델간의 상호 협력 관계
Fig 1. The mutual Cooperation relation of Service Model

2.2 서비스 참조 모델

서비스 참조 모델은 SAS, SOS, SPS, WNS로 구성되어 있다.

SAS(Sensor Alert Service)는 온도, 습도, 조도 등의 센서에서 센싱된 데이터가 특정 한계치를 넘는 경우나 특정한 상황이 발생된 경우, 또는 센서의 상태 정보(배터리 잔량, 센서 동작, 센서 중단등)가 변경된 경우 등을 이벤트로 정의하고, 해당 이벤트에 대한 경보 메시지를 사용자에게 전달하는 표준 인터페이스이다[6].

SOS(Sensor Observation Service)는 센서 또는 센서 시스템으로부터 관측된 데이터에 대한 접근을 제공하는 표준 인터페이스로서, 센서를 사용하는 사용자들 사이에 발생할 수 있는 용어 및 관점의 차이를 제거하는 것을 지원한다[7].

SPS(Sensor Planning Service)는 사용자가 웹을 통해 연결되어 있는 센서에 임의의 임무를 부여하고 이를 수행하는 것을 지원하는 표준 인터페이스이다. 또한, 사용자로부터 센서가 수행할 임무에 대한 인자 값을 전달받는 기능, 사용자가 요청한 임무가 실행 가능한지 그 여부를 알려주는 기능, 해당 임무를 실제 수행하는 기능 등을 지원한다[8].

WNS(Web Notification Service)는 앞의 SAS가사용자에게 이메일, SMS, HTTP, 전화, 팩스 등을 통해 전달되도록 하는 표준인터페이스로서, HTTP의 request/response와 같은 동기적인 알림 처리뿐만 아니라 비동기적인 알림도 지원한다[9].

III. 서비스 아키텍처

본 장에서는 SWE의 서비스 모델과 정보 모델, 그리고 국내의 서비스 참조 모델의 기능을 규합하여, 국내 환경에 맞는 새로운 서비스 아키텍처 모델을 제시하였다.

3.1 서비스 아키텍처

현재 국내의 서비스 아키텍처는 제공자가 사용자에게 센서 데이터를 서비스 해주는 구조가 대부분이다. 따라서 제공자들 간에도 센서에 대한 정보의 교환 및 처리할 수 있는 서비스 아키텍처가 필요하다. 이에 국내의 아키텍처와 OGC SWE의 아키텍처의 장점을 결합한 그림 2과 같은 새로운 아키텍처를 제안한다.

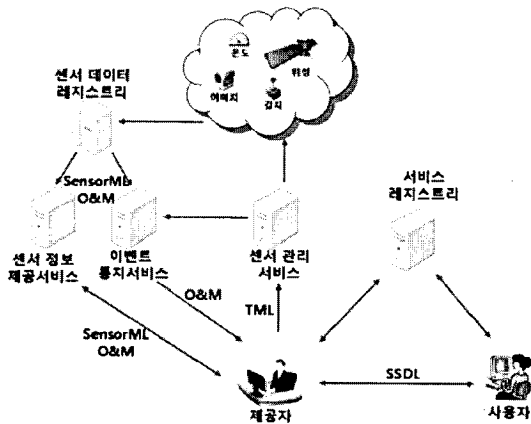


그림 2. 서비스 아키텍처
Fig 2. Service Architecture

이 서비스 아키텍처는 웹 서비스 기반이며, 국내의 서비스 아키텍처에 제공자 측면에서의 센서 데이터 교환 기능을 추가한 것이다. 사용자가 서비스 레지스트리에 등록된 제공자의 정보를 가지고 제공자에게 센서 데

이터를 요청하게 되면, 제공자는 요청된 정보에 해당하는 센서에 임무부여를 하기 위하여 센서 관리 서비스를 통해 센서에 접근하며, 이때 정보에 대한 기술은 TML을 사용한다. 그리고 해당 센서에서 측정된 데이터는 센서 데이터 레지스트리에 저장되며, 각각 센서 정보 제공 서비스와 이벤트 통지 서비스로 전송된다. 제공자는 측정된 데이터 및 센서 상의 이벤트 발생 시 이벤트 통지 서비스로 정보를 제공받을 수 있다. 이때의 정보들은 SensorML 및 O&M을 사용할 수 있으며, 제공자에서 사용자에게 정보를 전송할 때는 센서 기술 언어를 사용할 수 있다.

3.2 이벤트

본 서비스 아키텍처의 이벤트 통지 서비스는 제공자 측면과 사용자 측면으로 구분된다. 먼저 제공자 측면에서 이벤트 통지 서비스는 XMPP(eXtensible Message and Presence Protocol)를 사용하여 이벤트에 대한 정보를 통지 받는다. XMPP는 XML 스트림을 이용한 통신 프로토콜로 개발되었고, DNS 서비스에 의해 명명되는 email 주소 형식으로 지점 정보를 나타내며, 표준 XML Schema를 활용해서 필요한 메시지 포맷을 생성해서 사용할 수 있다. 또한 Presence기반으로 각 지점의 상태를 관심 있어 하는 다른 지점에서 내 정보를 실시간으로 브로드캐스팅해서 즉각 전달할 수 있다. 이러한 XMPP의 기능을 기반으로 수많은 센서에 email 형식으로 ID를 부여할 수 있으며, 센서에서 발생하는 이벤트들을 실시간으로 전달받을 수 있도록 하였다.

사용자 측면에서 이벤트 통지 서비스는 사용자의 다양한 이벤트 및 조건에 따른 통지 서비스가 가능해야 한다. 따라서 WS-ECA 룰을 개량한 서비스 이벤팅 룰 서비스를 이용하여, 사용자가 자신이 원하는 조건 및 이벤트를 기술하여 제공자에게 전송한다. 제공자는 사용자로부터 전송받은 이벤팅 룰을 파싱하여 이벤트와 조건을 저장하였다가 센서에서 통지 받은 이벤트에 부합하면 사용자에게 통지한다.

IV. 시스템 설계

본 장에서는 제안한 서비스 아키텍처 중 제공자 측면의 시스템들을 구성하는 각 컴포넌트를 설계하였다.

4.1 센서 정보 제공 시스템

이는 시스템 사용자에게 센서에서 측정된 정보를 제공하기 위한 시스템으로, 그림 3과 같다.

클라이언트는 요청 메시지 생성 모듈을 사용하여, 해당 서비스 요청 메시지를 생성하고 이를 센서 정보 제공 시스템에게 전송한다. 요청 메시지를 전송 받은 센서 정보 제공 시스템은 메시지를 파싱하여 해당 정보를 데이터 저장소에 저장하고, 센서 데이터 관리 모듈로 전송하며, 센서 측정 데이터 저장소에 접근하여, 요청된 내용에 맞는 측정 데이터를 얻는다. 데이터 저장소에 저장된 내용과 센서 측정 정보를 사용하여 O&M 형식 및 SensorML 형식으로 메시지를 생성한 후 응답 메시지 생성 모듈로 보내어, 클라이언트가 받는 최종 응답 메시지를 생성한다. 생성된 응답 메시지를 클라이언트에게 보내면, 클라이언트의 응답메시지 파싱 모듈을 통해 해당 메시지를 파싱하여 정보를 획득한다.

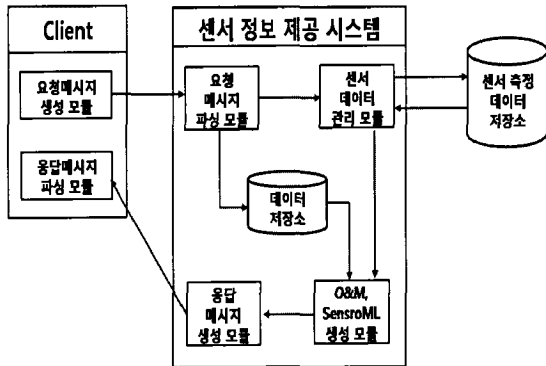


그림 3. 센서 정보 제공 시스템의 설계
Fig 3. Design of the Sensor Information Supply System

4.2 이벤트 통지 시스템

이는 시스템 사용자에게 센서에서 센싱된 데이터가 특정 한계치를 넘는 경우나 특정한 상황이 발생된 경우, 또는 센서의 상태 정보가 변경된 경우 등 이벤트 발생 시 해당 이벤트에 대한 내용을 통지하기 위한 시스템으로 그림 4와 같다.

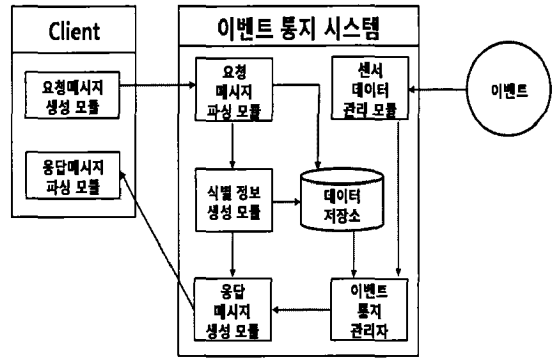


그림 4. 이벤트 통지 시스템의 설계
Fig 4. Design of the Event Notification System

클라이언트는 요청 메시지 생성 모듈을 통해 요청 메시지를 생성하여 이벤트 통지 시스템에 전송한다. 전송 받은 요청 메시지를 요청메시지 파싱 모듈을 통해 파싱한 후 식별 정보 생성 모듈에서 클라이언트에 해당하는 식별 정보를 생성한 후 응답 메시지 생성 모듈을 통해 클라이언트에게 전송한다. 다시 클라이언트에서 이벤트에 대한 요청메시지를 전송받으면, 전송 내용을 파싱해 데이터 저장소에 저장한 후 이벤트가 발생하면, 센서 데이터 관리 모듈에서 이벤트 통지 관리자에게 정보를 전송한 후 이벤트 통지 관리자는 데이터 저장소에 있는 정보와 통합하여 응답메시지 생성 모듈로 보내고 이를 클라이언트로 전송한다.

4.3 센서 관리 시스템

이는 실제적으로 임무를 부여하고, 부여된 내용이 실행 가능한지 판단하여, 수행된 결과 값을 클라이언트에게 제공하는 시스템으로 그림 5와 같다.

클라이언트가 임무부여에 대한 요청메시지를 생성 모듈을 통해 생성 후 센서 관리 시스템에 전송한다. 전송된 내용은 요청메시지 파싱 모듈을 통해 파싱된 후, 실행 가능성 판단 모듈에 전송되고, 실제 임무부여가 가능한지 여부를 판단하기 위해 센서 미션(Mission) 콘트롤러에 질의한다.

센서 미션 콘트롤러는 센서 관리 모듈을 통해 실제 센서의 상태를 파악 후 실행 가능 여부를 확인하고, 다시 실행 가능성 판단 모듈로 전송한다. 해당 정보를 식별 정보 생성 모듈에게 전송하여, 해당 ID를 부여하고 응답메

시지 생성 모듈을 통해 응답메시지를 전송한다. 센서 미션 컨트롤러는 관심 있는 지역이나 현상에 대한 정보 요청 관리 및 실제 임무 수행 여부 관리, 실제 임무 수행을 관리한다.

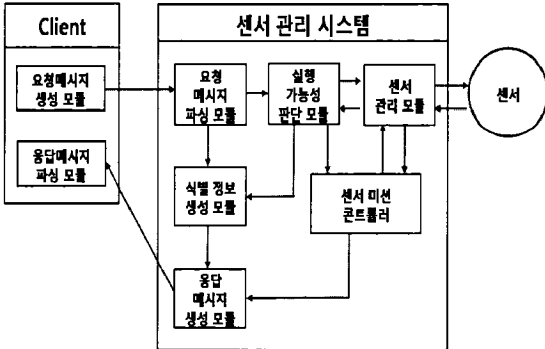


그림 5. 센서 관리 시스템의 설계
Fig 5. Design of the Sensor Management System

V. 시스템 구현

본 시스템은 웹서비스 기반 구조를 가지며 센서 정보를 처리하고 처리 정보의 공유 그리고 이벤트 발생 시 통지하는 서비스를 시뮬레이션 하기 위하여 시스템을 구현하였다.

5.1 전체 시나리오

시나리오는 다음과 같은 순서를 따른다.

1. 클라이언트는 현상정보에 접근하기 위해 센서 정보 제공 시스템에 접근 요청
2. 센서 정보제공 시스템은 클라이언트에 요청한 내용을 바탕으로 해당 현상 정보를 클라이언트에게 전송
3. 클라이언트는 통지 서비스를 받기 위해 이벤트 통지 시스템에 사용자 등록하고, ID를 부여 받음
4. 클라이언트는 센서의 측정 임무를 변경하기 위해 센서 관리 시스템에게 센서 임무 부여 요청
5. 센서 관리 시스템 임무부여 요청 메시지에 따라 센서에게 임무를 부여하고, 그에 따른 성공 여부를 전송

하기 위해 이벤트 통지 시스템에 성공 여부 내용을 전송

6. 이벤트 통지 시스템은 센서 관리 시스템에서 전송 받은 내용을 미리 저장된 클라이언트의 정보에 따라 해당 정보를 클라이언트에게 전송

5.2 서비스 정보 제공 시스템

SOS는 윈도우 기반 환경으로 자바 1.6버전으로 구현되었으며, 웹에서 동작한다. 웹 서버로는 Tomcat 5.5를 사용하였으며, 데이터베이스는 PostgreSQL 8.3 버전과 Postgis 1.4.0 버전을 사용하였다. 또한 Ant를 사용하여 컴파일 및 빌드를 수행하였다. 그림 6은 서비스 정보 제공 시스템의 클라이언트 화면이며, 클라이언트 가운데 부분에 보이는 Request에 XML를 사용한 요청 데이터를 삽입하여 Send 버튼을 누르면 해당 요청 메시지에 따른 결과 값을 XML 형태로 응답메시지를 받을 수 있다.



그림 6. 센서 정보 제공 시스템의 클라이언트
Fig 6. Client of Sensor Information Supply System

5.2 센서 관리 시스템

구현 환경은 센서 정보 제공 시스템과 같으며, 그림 7은 센서에 임무부여 시 클라이언트가 센서 관리 시스템에게 임무부여에 대한 정보(센서에 임무부여 시 필요한 파라메타 및 메소드 정보 등)를 요청하는 화면이다.

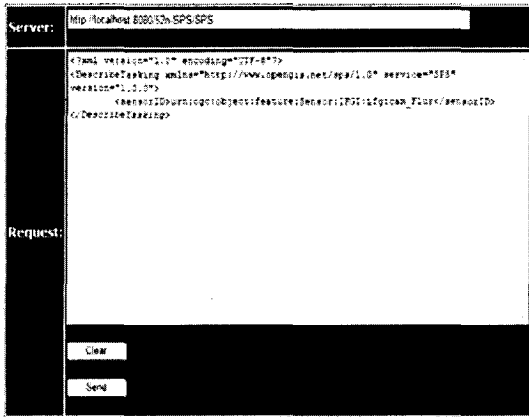


그림 7. 센서 관리 시스템의 클라이언트
Fig 7. Client of Sensor Management System

5.3 이벤트 통지 시스템

이 센서 정보 제공 시스템과 같으나, Database는 eXist XML Database를 사용하였다. 그림 8은 이벤트 통지 시스템에 등록된 정보에 따라 E-mail을 통해서 해당 결과 정보를 전송 받은 화면이다.



그림 8. 이벤트 통지 결과 화면
Fig 8. Result Of Event Notification

5.4 OGC SWE와 국내 표준 비교

현재 국내 센서 네트워크 서비스 플랫폼 기술 표준에 센서 데이터 제공 시 이용되는 센서 기술 언어 및 해

당 서비스 아키텍처에 대한 연구가 진행되었다. 국내에서 연구된 인코딩 언어는 제공자와 사용자 사이에서 요청 및 응답 메시지 구조를 사용하고 있으며, 서비스 아키텍처의 경우 웹 서비스를 기반으로 한 제공자와 사용자 그리고 서비스를 제공하는 제공자에 대한 정보를 저장하고 있는 서비스 레지스트리로 구성되어 있다[10][11]. 이 연구들은 센서 데이터를 소유하고 있는 제공자에서 센싱된 데이터를 최종사용자에게 서비스하기 위해 개발되었으며, USN 서비스의 확산을 위해 연구 되었다. 그러나 제공자 측면에서 실제 센서로부터 관측 및 측정된 데이터를 처리하고 제공할 수 있는 표준 개발은 아직 연구가 미흡하다. 또한 인코딩언어에서는 현재 국내에서 연구된 언어는 최종 사용자에게 서비스하기 위해 개발되었기 때문에 기본적인 정보(현상, 제공자, 서비스 시간, 지역, 센서 정보 등)만 제공되지만, OGC SWE의 인코딩 언어들은 기본적인 정보 뿐 아니라, 센서에서 측정된 정보를 어떤 방법으로 처리하고, 어떤 메서드를 사용하였는지, 그리고 측정 시간과 처리된 시간, 측정 결과에 대한 품질 정보등과 같은 세부 정보까지 기술하여 제공하므로, 각각의 제공자 사이에서 교환되는 센서데이터에 대한 센싱 정보 및 처리 방법에 대한 정확한 정보를 제공할 수 있다. 그러나 이것은 제공자 측면에서는 장점으로 작용할 수 있으나, 최종적으로 서비스를 제공받는 사용자에게는 불필요한 정보까지 제공하는 문제점도 있다.

서비스 검색 측면에서 서비스를 제공하는 제공자의 정보 및 센서 데이터를 제공하는 레지스트리에 대한 연구도 국내에서 진행되었다. 이는 OGC의 CS-W와 비슷한 기능을 수행하지만, 국내에서 연구된 레지스트리에 경우 최종사용자가 자신이 원하는 정보를 얻기 위해 제공자를 찾는 기술이다. 그러나 CS-W는 센서 데이터를 제공하는 제공자 뿐 아니라, SWE의 모든 서비스들을 찾기 위해 개발되었다고 볼 수 있다. 따라서 SWE 플랫폼의 국내 적용은 센서를 직접적으로 처리하고 가공하며, 이런 정보들을 기관 및 기업에서 공유하여 사용할 때 매우 유용하지만, 최종 사용자에게 서비스할 때에는 불필요한 정보 및 기술이 포함되므로, 국내 표준과 함께 사용한다면 각각의 단점을 보완할 수 있으며, 사용 가능할 것이다.

VI. 고찰 및 결론

국내 서비스 환경은 응용 서비스를 제공하는 제공자와 사용자간의 서비스 플랫폼 아키텍처에 대한 연구가 대부분이며, 센서를 통해 감지된 정보를 처리하는 제공자간의 표준 서비스 플랫폼 아키텍처 연구는 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 OGC SWE를 구성하는 각 표준 및 국내 표준 연구 분석을 통해, 제공자 측면과 사용자 측면의 서비스 아키텍처를 통합한 새로운 아키텍처를 제안하였다. 또한 기존 국내 시스템과의 연동을 위해 제공자 측면의 서비스 아키텍처를 구성하는 센서 정보 제공 시스템과, 센서 관리 시스템, 이벤트 통지 시스템의 설계 및 구현하였다.

본 연구 내용을 바탕으로 아직 개발 초기 단계에 있는 USN 응용에 대한 표준을 확립 및 USN 응용 서비스의 확산에 기여할 수 있는 기본 인프라의 조기 확립을 위한 참조 자료로써 많은 역할을 할 것이라 사료된다.

향후 연구과제로는 설계 및 구현된 본 시스템과 국내에서 연구된 시스템과 연계하기 위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 한국 RFID/USN 지원 센터 <http://www.ruc.or.kr>
- [2] Mike Botts, "OGC® Sensor Web Enablement : Overview and High Level Architecture", Open Gis consortium, 2007
- [3] Mike Botts, "OGC® Sensor Model language (SensorML)", Open Gis consortium, 2007
- [4] Simon Cox, "OGC® Observation and Measurements (O&M)", Open Gis consortium, 2007
- [5] Steve Havens, "OGC® Transducer Markup language (TML)", Open Gis consortium, 2006
- [6] Ingo Simonis, "OGC® Sensor Alert Service (SAS)", Open Gis consortium, 2006
- [7] Arthur Na, "OGC® Sensor Observation Service (SOS)", Open Gis consortium, 2006
- [8] Ingo Simonis, "OGC® Sensor Planning Service (SPS)", Open Gis consortium, 2007

- [9] Ingo Simonis, "OGC® Web Notification Service (WNS)", Open Gis consortium, 2003
- [10] 이준옥, "USN 서비스 미들웨어 플랫폼 참조 모델", TTA, 2009
- [11] 유상근, "USN 서비스 표현 언어", TTA, 2008

저자소개



신극재 (Geuk-Jae Shin)

2000년 우송대학교 컴퓨터과학과 (공학사)
2003년 한남대학교 교육대학원 전자계산교육(교육학석사)

2010년 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
2006년 ~ 현재: 대전여자상업고등학교 교사
※ 관심분야: 멀티미디어, XML, E-Business



김용운 (Yong-Woon Kim)

1989년 동아대학교 전자공학과 (공학사)
1994년 포항공과대학교 정보통신공학과(공학석사)

1990년 ~ 1991년: 삼성항공
1995년 ~ 2001년: 한국전자통신연구원
2001년 ~ 2002년: ZTE 퓨처텔
2002년 ~ 2004년: 이니텔
2005년 ~ 현재: 한국전자통신연구원
※ 관심분야: 센서 네트워크, RFID 시스템, 컴퓨터네트워크



유상근 (Sang-Keun Yoo)

1997년 충남대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
1999년 충남대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)

1999년 ~ 2000년: 시그마텍
2001년 ~ 2001년: 한국전자통신연구원
※ 관심분야: 센서 네트워크, RFID 시스템, 정보보호 시스템, 컴퓨터 네트워크



김형준(Hyoung-Jun Kim)

1986년 광운대학교 컴퓨터공학과
(공학사)

1988년 광운대학교 컴퓨터공학과
(공학석사)

2007년 충남대학교 컴퓨터과학과(이학박사)

1988년 ~ 현재: 한국전자통신연구원

※ 관심분야: 센서 네트워크, 모바일 RFID 서비스,
컴퓨터 네트워크, 차세대인터넷



정회경(Hoe-Kyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과
(공학사)

1987년 광운대학교 컴퓨터공학과
(공학석사)

1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1994년 ~ 현재: 배재대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, XML, Web
Services, SVG, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous
Computing, USN