

---

# USN 응용 서비스를 위한 웹 서비스 기반의 참조 모델

방진숙\* · 김용운\*\* · 유상근\*\* · 정회경\*

The Reference Model based on Web Services for USN Application Service

Jin-Suk Bang\* · Yong-Woon Kim\*\* · Sang-Keun Yoo\*\* · Hoe-Kyung Jung\*

## 요 약

최근 인터넷의 보급 및 컴퓨터 네트워크 기술의 발전과 더불어 차세대 컴퓨팅 패러다임으로 불리는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)을 실현하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅을 실현하기 위해서는 USN(Ubiquitous Sensor Network) 환경에 포함되어 있는 각종 센서들로부터 인식된 데이터를 실시간으로 수집하고 처리하여 응용서비스에 전달되어야 한다. 그러나 각종 센서에 대한 메타데이터 및 인터페이스에 대한 정의가 불분명하고 데이터에 대한 응용서비스의 어려운 접근성, 서로 상이한 플랫폼(platform)과 프로토콜(protocol)에서 발생하는 상호운용성의 부재, 실제 응용에 필요한 이벤트 정의의 비 표준화 문제 등으로 인해 실제 USN 응용서비스를 실현하는데 여러 문제점이 있다.

이에 본 논문에서는 센서의 측정 데이터와 서비스의 메타데이터를 표준화된 형태로 기술할 수 있도록 XML 기반의 센서 서비스 기술 언어를 정의하였다. 또한 다양한 센서 서비스를 불특정 다수의 사용자가 다양한 응용 환경에서 센서 데이터를 표준화된 프로토콜을 사용하여 서비스 받을 수 있도록 USN 응용 서비스를 위한 웹 서비스 기반의 참조 모델을 제안 및 구현하였다.

## ABSTRACT

Recently, as the dissemination of the Internet and development of computer network technology, Research is actively underway for realization of the next-generation computing paradigm called Ubiquitous Computing. For realization of Ubiquitous computing, The data recognized from each sensors must be collected on real-time and transferred to applied service so that they may be used as data for providing service to users. However, there are several problem for realization. First, there is no standardization of sensor metadata, interface and event definition. Second, applied service has weak point that difficult of approaching to the data. Third, none interoperability with each platform and protocol.

In this paper, we designed Sensor Service Description Language based on XML to resolve problem above. This Language expresses the measurement of the sensor and Service Metadata in the form to be standardized. In addition, we have proposed and development a reference model for USN application service.

## 키워드

USN, Ubiquitous Computing, Sensor Service Description, Web Services

---

\* 배재대학교(교신저자 : 정회경)

접수일자 2008. 01. 29

\*\* 한국전자통신연구원

## I. 서론

최근 정보기술의 빠른 발전에 힘입어 인간의 삶의 질을 향상시키는 유비쿼터스 환경을 만들어가기 위한 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 이를 위한 기반 기술로서 USN이 제시되고 있다[1,2].

하지만 현재 USN 응용 서비스를 위한 규격이나 표준은 아직 연구 단계에 머물러 있으며, 실현하기 위해서는 많은 문제점이 존재하고 있는 실정이다. 예를 들면, USN의 센서 노드는 다양한 종류의 센서를 탑재하여 각기 개별적인 센서 정보 서비스를 제공할 것이고, 이들 센서 데이터를 전달하는데 있어 표준 프로토콜이 존재하지 않기 때문에 데이터 처리에 많은 문제점이 발생할 수 있다. 또한 불특정 사용자가 서비스를 이용할 수 있도록 대안을 모색해야 하며, 서로 다른 플랫폼이나 구현언어에 구애받지 않고 서비스를 이용할 수 있어야 한다. 그리고 각각의 응용 서비스는 센서들의 특성상 시시각각 발생하는 여러 데이터를 서비스 이용자가 원하는 데이터만 받을 수 있도록 지원하는 프로토콜 표준도 필요로 한다.

이에 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 기반 기술로서 USN 응용 서비스의 데이터 전달에 필요한 XML 기반의 센서 서비스 기술 언어를 설계하고, 설계된 언어를 바탕으로 실제 센서 데이터를 구현 언어와 플랫폼에 영향 받지 않는 웹 서비스 기반의 참조 모델을 제시하였다.

## II. 관련 연구

### 2.1 웹 서비스

네트워크상에서 동적으로 상호 작용하는 다양한 이기종 플랫폼 환경이 보편화됨에 따라 분산컴퓨팅 모델보다 월등한 모델로 정립하고 있는 것이 웹 서비스이다. 기존 웹은 컴퓨터의 브라우저를 통해 요청된 문서 또는 값이 서버 측에서 수행되어 그 반환 값으로 HTML 문서를 HTTP로 전달하는 방식에 그쳤지만, 웹 서비스를 이용하면 어떠한 디바이스나 프로그램도 SOAP을 통해 원하는 기능을 원격에서 수행할 수 있게 된다. 만약 PDA의 워드프로세서에서 자동 계산 기능을 추가하고자 하면 웹 서비스 레지스트리(Registry)로부터 필요한 기능의 위치정보 및 사양을 전송 받아 해당 서버의 관련 객체를

호출하기만 하면 되는 것이다[3].

그림 1은 웹 서비스 프레임워크를 도식화한 것으로, 웹 서비스를 검색 및 액세스하는 일련의 과정을 보여준다.

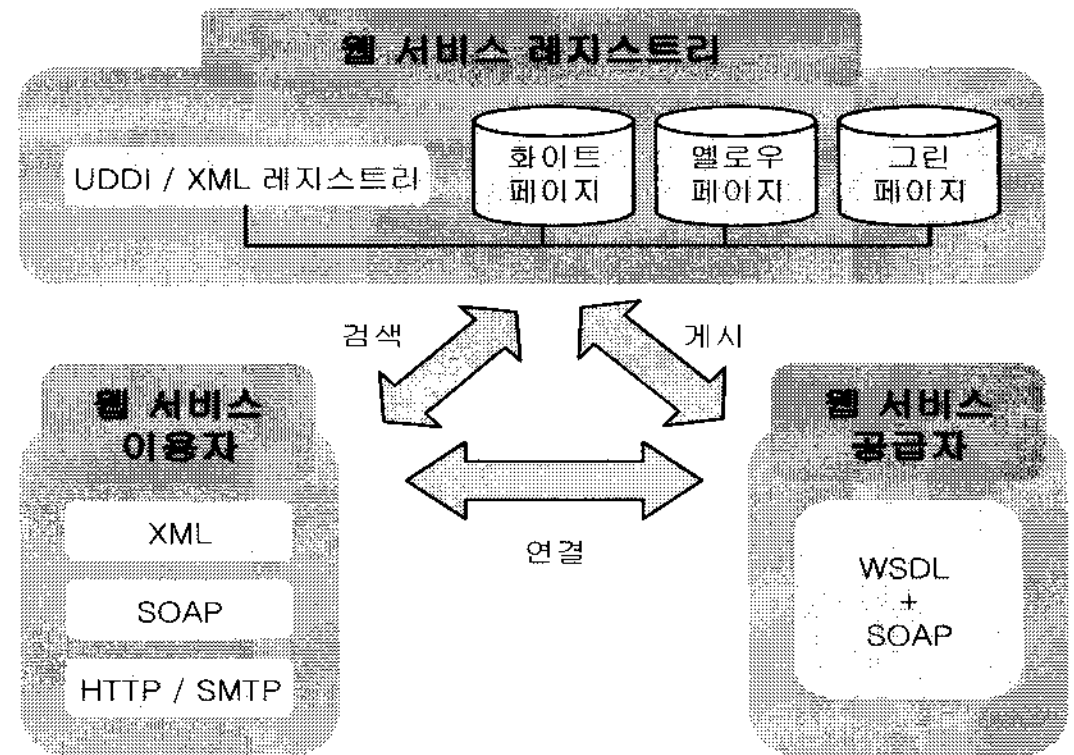


그림 1. 웹 서비스 프레임워크  
Fig. 1 Web Services Framework

### 2.2 WS-Eventing

웹 서비스는 자주 다른 응용과 서비스에서 이벤트가 발생하였을 때 이에 대한 메시지를 받아야 할 필요성이 있다. 만약 날씨, 뉴스 업데이트와 같이 특정 변화에 대해 사용자가 관심을 가지는 서비스라면, 주기적으로 서비스 변화를 체크할 것이다. 이때 다수의 사용자가 무척 짧은 주기로 서비스의 상태를 체크한다면 서비스 제공자는 매우 고사양의 서버를 구매해야 할 뿐만 아니라, 최악의 경우에는 클러스터링(clustering)까지 고려해야 할 것이다. 이때 서비스에 관심 있어 하는 고객이 서비스 제공자에게 자신의 주소를 등록하고, 변화가 발생했을 경우에 통보 해준다면 고성능의 서버가 필요 없을 뿐만 아니라 네트워크 트래픽도 현격히 줄어들 것이다.

WS-Notification은 서비스의 변화가 발생하면 모든 데이터를 고객에게 전달하는 방식이고, WS-Eventing은 Notification 서비스를 확장한 것으로 서비스 사용자 측이나 중간의 채널 서버에 필터(filter)를 두어 고객이 관심 없는 서비스를 걸러내는 명세서를 말한다.

그림 2에 WS-Eventing의 개요를 나타내었다.

WS-Eventing은 이벤트가 발생한 경우 이에 대한 알림 메시지를 받기 위해 서비스를 제공하는 다른 웹 서비스(event source)에 관심 사항을 등록(subscription)하는 프

로토콜을 정의한 표준이다. 주요 동작 매커니즘으로는 Subscribe(새로운 구독을 생성하도록 요청), Unsubscribe(기존의 구독을 취소하도록 요청), Renew(만기가 된 기존 구독 스케줄을 갱신하도록 요청), GetStatus(구독 상태를 알 수 있도록 요청) 기능으로 구성된다.

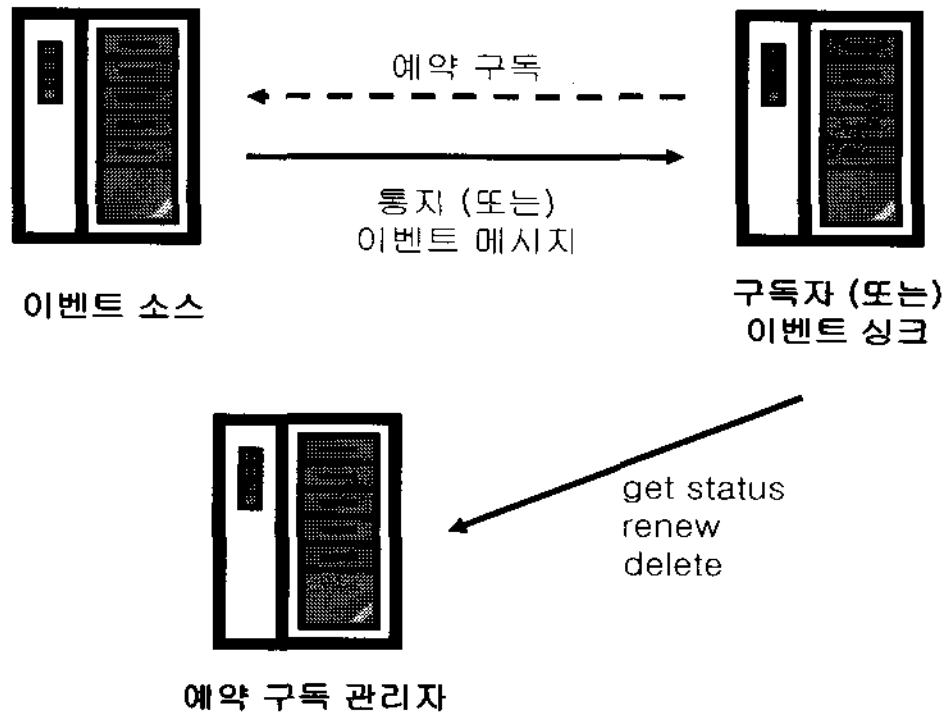


그림 2. WS-Eventing의 개요  
Fig. 2 WS-Eventing's outline

### III. 센서 서비스 기술 언어 및 참조 모델 설계

본 장에서는 USN 응용 서비스에 사용되는 메시지를 위한 센서 서비스 기술 언어 설계와 이를 이용한 참조 모델에 대해 기술한다.

#### 3.1 센서 서비스 기술 언어

센서 서비스 기술 언어(SSDL : Sensor Service Description Language)는 XML 문서의 구조와 콘텐츠를 정의하는 XML Schema를 사용하여 정의하였다[4,5,6,7]. 그림 3은 센서 서비스 기술 언어의 전체적인 구조를 보여주는 최상위 엘리먼트 구조이다.

센서 서비스 기술 언어는 두 가지 구조로 구성된다. 하나는 센서를 제공하는 서비스에 대한 정보를 나타내는 Description이고, 다른 하나는 실제 측정된 센서 데이터를 표현하고 주고받기 위한 메시지 형태를 정의하는 Message이다. 이 두 엘리먼트는 Choice 구조로 연결되어 선택에 의해 하나의 엘리먼트만이 사용될 수 있다.

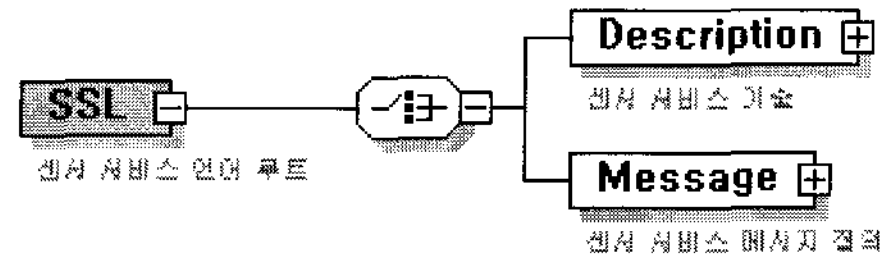


그림 3. 최상위 스키마 구조  
Fig. 3 Root schema structure

#### 3.1.1 기술(Description) 구조 정의

센서 서비스 기술은 센서를 관리하고 있는 서비스 제공자가 센서 데이터를 요청하는 요청자에게 자신이 제공하는 서비스에 상세 정보를 제공하기 위한 구조로 정의 되어있다. 센서 서비스 기술 구조는 그림 4와 같이 Request와 Response 엘리먼트와 Language 어트리뷰트로 구성되어 있다.

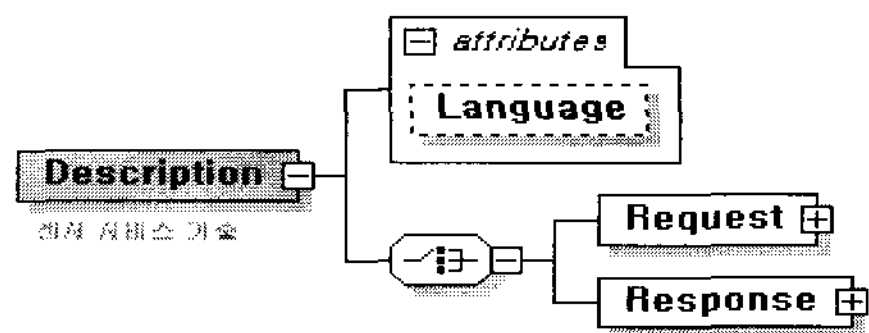


그림 4. 센서 서비스 기술 스키마 구조  
Fig. 4 Schema structure of description

센서 서비스 기술 요청 구조에서 기술 요청은 센서 서비스를 제공하는 서비스에 대한 기술정보를 요청하는 구조를 정의하며, 그림 5와 같다.

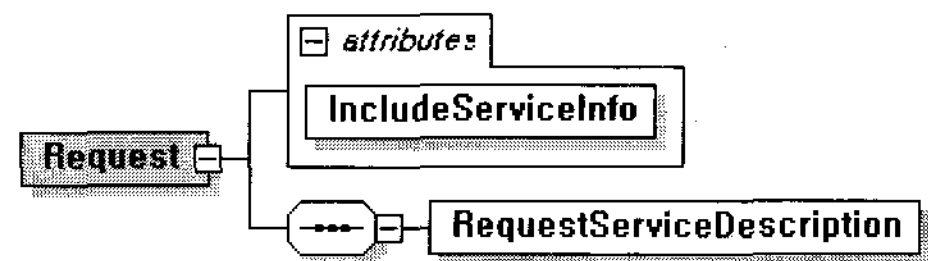


그림 5 기술 요청 스키마 구조  
Fig. 5 Schema structure of description request

센서 서비스 기술 응답 구조는 서비스 제공자가 서비스를 요청하는 이용자에게 서비스 사용에 필요한 상세 정보를 제공하는 구조를 정의하며, 그림 6과 같이 Service와 Observation 두 가지 정보로 구성되어 있다.

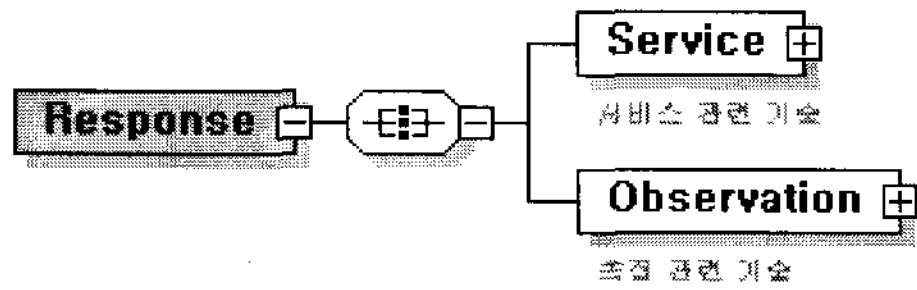


그림 6. 기술 응답 스키마 구조  
Fig. 6 Schema structure of description response

서비스 관련 기술은 센서 데이터 제공에 앞서 서비스에 대한 메타정보를 서비스 요청자에게 전달 함으로서 서비스에 대한 이해도를 높이기 위해 사용된다. 이의 구조는 그림 7과 같다.

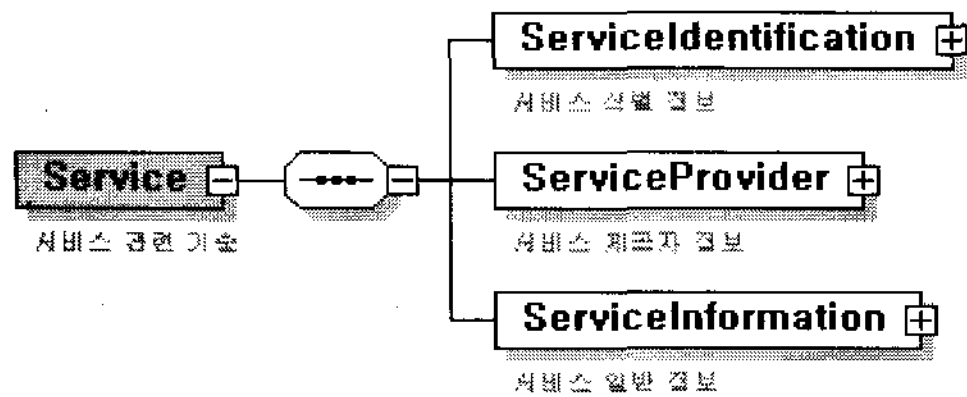


그림 7. 서비스 관련 기술 스키마 구조  
Fig. 7 Schema structure of service description

이 엘리먼트들은 Sequence 형태로 정의되고, 카디널리티 값이 최소1, 최대1로 정의되므로 단 한번 만나와야 하는 엘리먼트들이다.

### 3.1.2 메시지 구조

센서 서비스가 이루어질 때 서비스 제공자와 서비스 이용자간 메시지의 표준화는 자동화와 상호호환에 중요한 역할을 한다.

이용자는 관련 센서 서비스를 표준에 맞춰 요청 메시지를 작성하여 전송하고, 제공자 역시 관련 표준에 맞춰 응답 메시지를 전송한다. 요청 및 응답 메시지의 구조는 그림 8과 같으며, Request와 Response로 구성하였다.

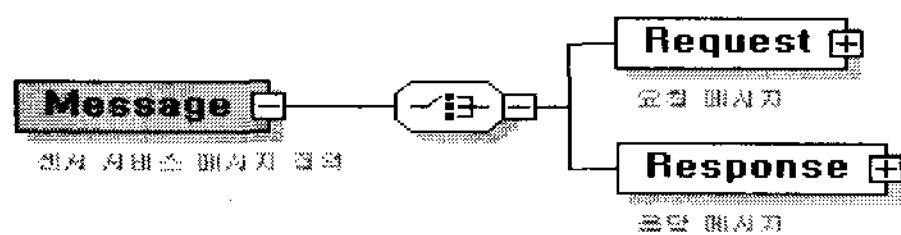


그림 8. 메시지 구조 스키마  
Fig. 8 Schema Structure of Message

요청 메시지 구조는 서비스 제공자가 제공하는 서비스를 이용하기 위해서 제공하는 현상과 센서의 정보를 기술하여 요청하는 메시지이다. 요청 메시지의 구성은 그림 9와 같다.

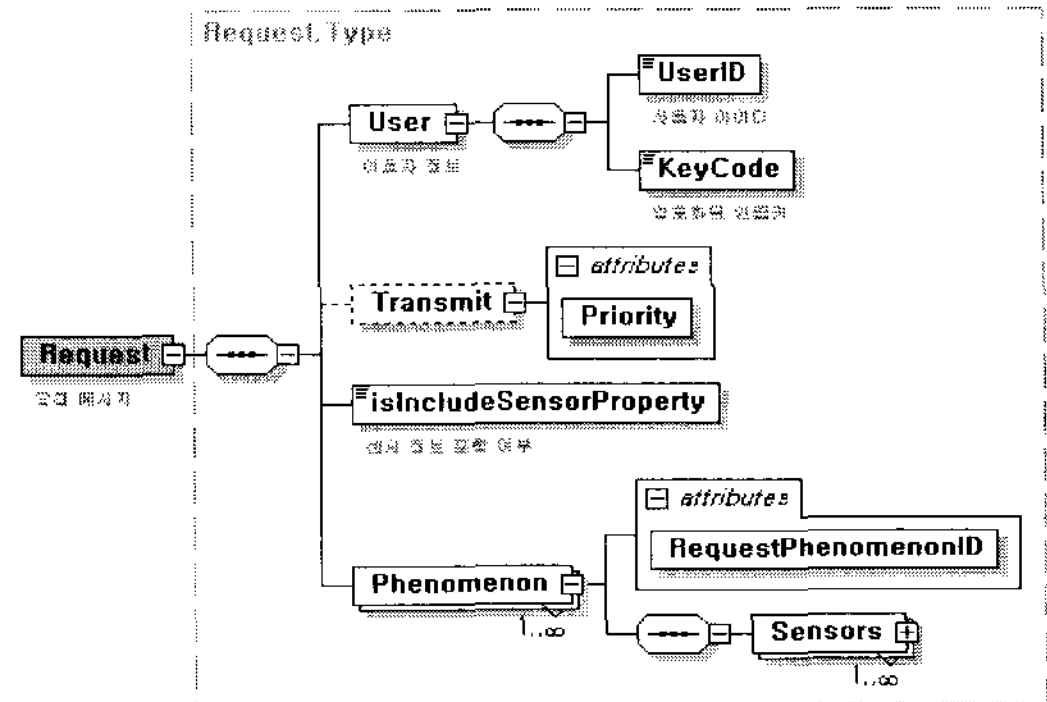


그림 9. 요청 메시지 스키마 구조  
Fig. 9 Schema structure of request message

응답 메시지 구조는 제공자가 서비스 이용자에게 요청한 센서들의 측정 데이터 정보를 보내주는 메시지 구조로서 그림 10과 같다.

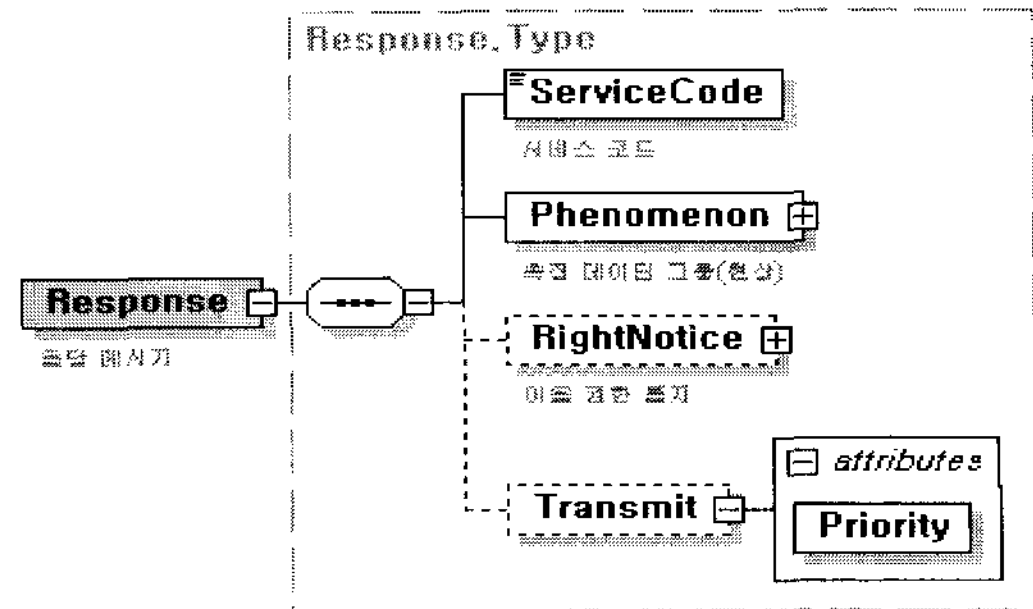


그림 10. 응답 메시지 스키마 구조  
Fig. 10 Schema structure of response message

### 3.2 USN 응용 서비스를 위한 참조 모델

본 절은 앞에서 설계한 센서 서비스 기술 언어 및 플랫폼과 구현언어에 독립적이며 표준화된 프로토콜을 사용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 USN 응용서비스를 위한 참조모델을 제시한다.

3.2.1 USN 응용 서비스 참조 모델 아키텍처

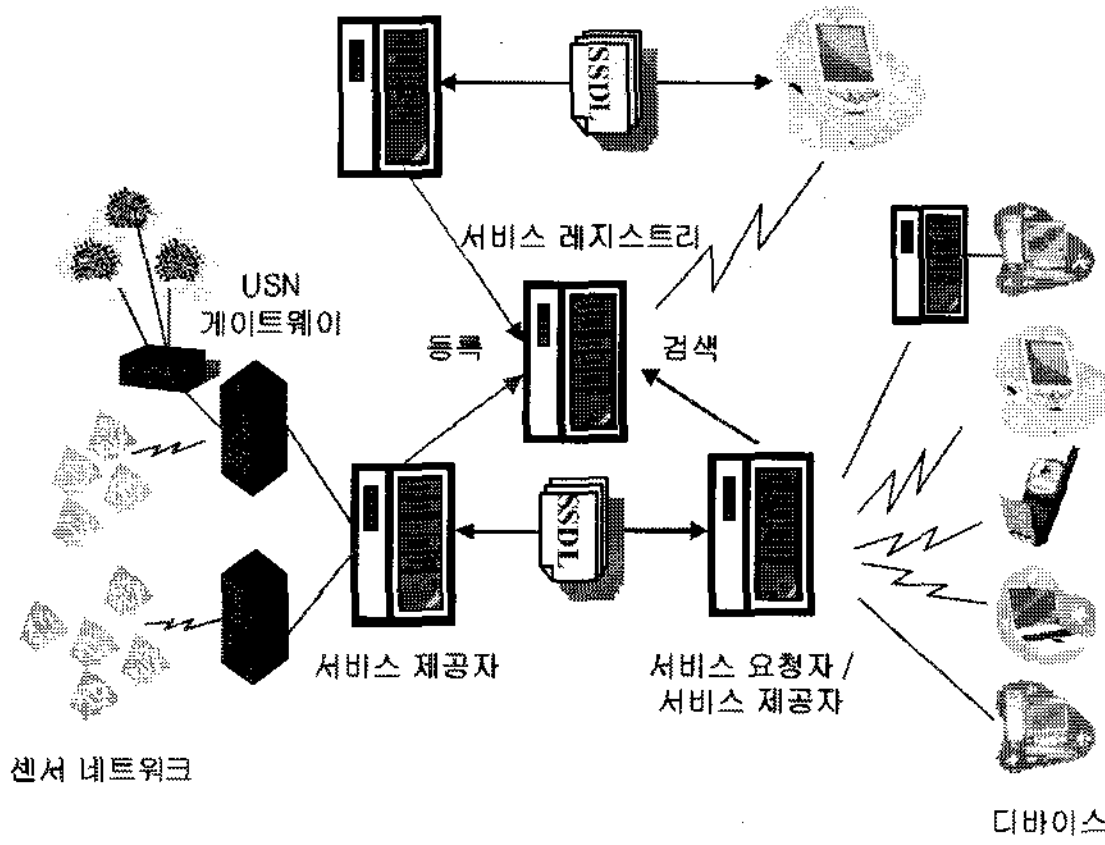


그림 11. 참조 모델 아키텍처  
Fig. 11 Reference model architecture

그림 11은 제안하는 USN 응용 서비스를 위한 참조 모델의 아키텍처이다.

센서 네트워크는 사물이나 간단한 계산 기능과 무선 통신 기능을 갖춘 센서 노드들이 데이터 수집 지역에 다량으로 배치되어 네트워크를 이루고 있다. 이 센서 네트워크는 USN 게이트웨이(Gateway)를 통하여 실시간으로 센싱된 데이터를 가공 및 처리하여 서비스 제공자에게 전달된다.

실제 최종 사용자가 이 센서 데이터를 사용하기 위해서는 각각의 센서를 관리하고 서비스하는 서비스 제공자에게 접속하여 센서 데이터를 요청해야 한다. 이를 위해 센서 제공자가 제공하고 있는 센서 서비스를 서비스 레지스트리에 등록하고 서비스 요청자들은 자신이 받고자 하는 서비스를 레지스트리에서 검색한 후, 해당 정보를 서비스 제공자에게 요청한다. 이때 각 제공자와 요청자의 플랫폼과 소프트웨어의 구현언어 및 통신 프로토콜이 서로 상이하여 연동에 문제를 갖게 된다.

이에 본 아키텍처에서는 SSDL 스키마를 따르는 표준화된 XML 형태의 문서에 대해 SOAP 프로토콜을 사용하여 표준화된 형태로 요청 및 응답을 받으며, 특정 이벤트에 관련한 기술에 대해 WS-Eventing 표준을 사용하여 처리한다. 센서 데이터를 전송 받은 요청자는 해당 데이터를 이용하여 또 다른 응용 서비스를 위한 서비스 제공자가 될 수도 있다.

3.2.2 구성 컴포넌트

USN 응용서비스 참조 모델에서 제안하는 구성 컴포넌트는 서비스 레지스트리, 서비스 요청자, 서비스 제공자로 구성되며 그림 12에 이 컴포넌트간의 관계를 보았다.

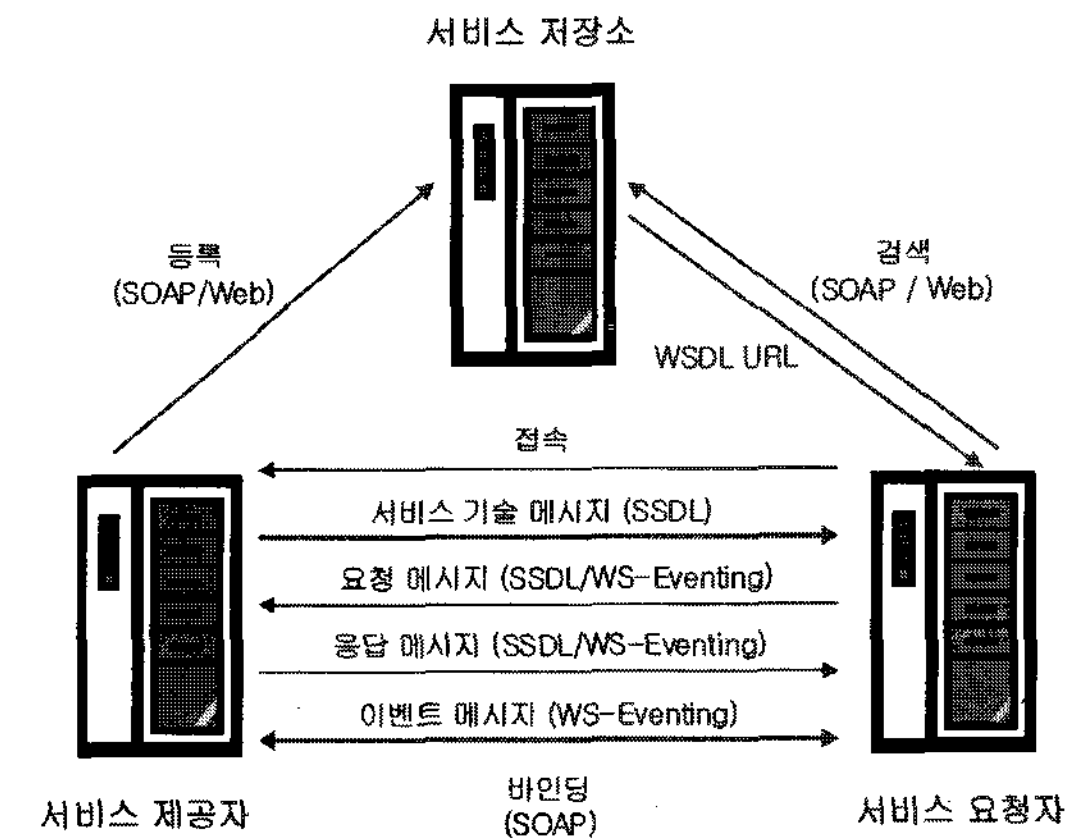


그림 12. 구성 컴포넌트  
Fig. 12 Configuration component

IV. 센서 데이터 처리 시스템 설계 및 구현

4.1 시스템 설계

전체 시스템은 총 세 개의 시스템으로 구성하였다. 첫째는 측정된 센서 데이터를 이용하는 클라이언트, 둘째는 센서 데이터를 제공하는 센서 데이터 제공 시스템, 그리고 마지막으로 서비스 요청자와 서비스 제공자 간의 WS-Eventing의 관리를 위한 이벤트 관리자로 구성된다.

각 시스템 간에 이루어지는 작업 처리 관계와 전체 구성을 그림 13에 나타내었다.

4.1.1 클라이언트

클라이언트 모듈은 기술 요청 메시지 생성 모듈, 기술 응답 메시지 파싱 모듈, 요청 메시지 생성 모듈, 응답 메시지 파싱 모듈로 나눌 수 있다. 사용자의 검색에 의해 서비스 endpoint를 얻었다면, 그 주소에 서비스 기술을 요청하는 메시지를 센서 서비스 기술 언어 형태로 기술 요청 메시지 모듈에서 생성한다. 이 메시지는 SOAP 형식으로 포장되며, endpoint에게 전송된다. 이에 대한 응



답으로 전송된 메시지는 서비스의 세부적인 기술이 들어있는 메시지로서, 클라이언트의 기술 응답 메시지 파싱 모듈이 이 메시지를 파싱하여 사용자에게 제공하게 된다. 사용자의 선택에 따른 각각의 센서는 요청 메시지 생성 모듈에 의해 센서 서비스 기술언어의 스키마를 따르는 메시지를 생성하여 센서 데이터를 요청한다.

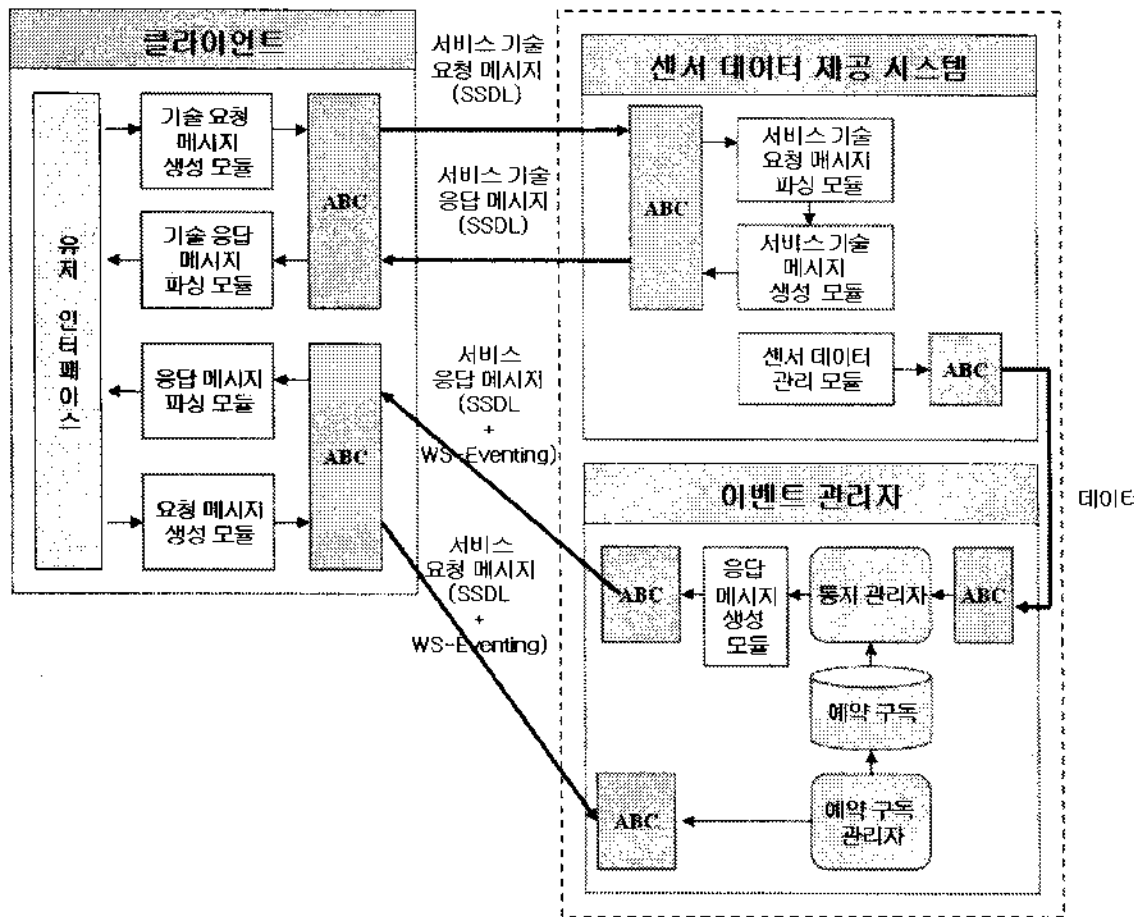


그림 13. 전체 구성도  
Fig. 13 Architecture of total system

#### 4.1.2 센서 데이터 제공 시스템

센서 데이터 제공 시스템은 서비스 기술에 대한 요청이 들어오면 자신이 제공하는 서비스에 대한 기술을 센서 서비스 기술 언어 형태로 전송하여, 클라이언트가 이 메시지를 기반으로 자신이 원하는 센서 목록을 작성하여 요청 메시지를 생성하게 한다.

센서 데이터 제공 시스템은 사용자가 최종적으로 사용될 센서들을 관리하고 센서의 측정값을 제공하는 시스템이다.

실제적인 서비스는 수많은 클라이언트가 자기 자신이 필요한 센서 데이터 혹은 조건에 만족될 경우만을 얻길 바랄 수 있다. 따라서 이런 수많은 경우에 일일이 센서를 통한 측정을 지시한다면 그에 대한 부하나 성능 면에서 많은 문제점이 발생할 것이다. 따라서 센서 데이터 제공 시스템에서는 실질적으로 클라이언트에게 최종적인 메시지를 구성하는 역할을 이벤트 관리자가 맡게 되며, 센서 데이터 제공 시스템은 기본적인 센서 측정 데이터를 정의된 주기로 이벤트 관리자에게 지속적으로 전

송하도록 설계하였다.

#### 4.1.3 이벤트 관리자

이벤트 관리자는 WS-Eventing에 대한 예약과 통지에 관련된 관리를 위한 통지 관리자, 예약 구독 저장소, 예약 관리자로 나누어 설계하였다.

예약 관리자는 여러 클라이언트의 예약 구독 메시지 (Subscriber, UnSubscribe, Renew, GetStatus)를 요청 받아 예약 구독 저장소에 저장하여 관리하며, 예약 구독 저장소는 예약 구독에 관련된 사항을 링크드리스트 형태의 메모리 상에 저장하도록 설계하였다. 통지 관리자는 발생된 이벤트를 저장소에 저장되어 있는 정보를 이용하여 해당하는 각각의 클라이언트에게 전송해 주는 전체적인 관리 역할을 하도록 설계하였다.

### 4.2 시스템 구현

본 논문에서 구현한 USN 응용 서비스를 위한 참조 모델 시스템은 IBM 호환 컴퓨터에서 Windows XP Service Pack2 운영체제 하에 C#을 이용하여 개발하였다. 관련 SDK로는 웹 서비스를 위한 WCF를 사용하기 위해 .NET Framework 3.0을 사용하였다.

그림 14는 클라이언트의 사용자 인터페이스로 사용자가 원하는 서비스를 찾아 접속하고, 서비스의 상세 정보 취득과 요청 메시지의 생성이 가능하도록 구성하였다.

그림 15는 센서 데이터 제공 시스템에서 전송 받은 SSDL을 파싱한 결과이다.

## V. 결론

본 논문에서는 측정 데이터와 서비스를 표준화된 형태로 주고받을 수 있도록 XML 기반의 센서 서비스 기술 언어를 정의하였다. 또한 다양한 센서 서비스를 불특정 다수의 사용자가 다양한 응용 환경에서 센서 데이터를 표준화된 프로토콜을 사용하여 서비스 받을 수 있도록 웹 서비스를 도입한 USN 응용 서비스를 위한 참조 모델을 제안하였다.

마지막으로 이용자마다 서로 다른 조건에 따라, 관심 정보에 따라 구독예약을 통한 센서 정보를 획득할 수 있도록 WS-Eventing을 적용하여 실제적인 USN 응용 서비스의 가능성을 확장시켰다. 이를 기반으로 서로 상이한

플랫폼과 구현언어에 상관없이 USN 응용 서비스들 간에 표준화된 메시지를 전달하고, 관심 있는 센서 서비스에 대한 맞춤형 정보 전달이 가능함을 웹 서비스를 기반한 프로토타입의 구현을 통해 보였다.



그림 14. 클라이언트 사용자 인터페이스  
Fig. 14 Client user interface

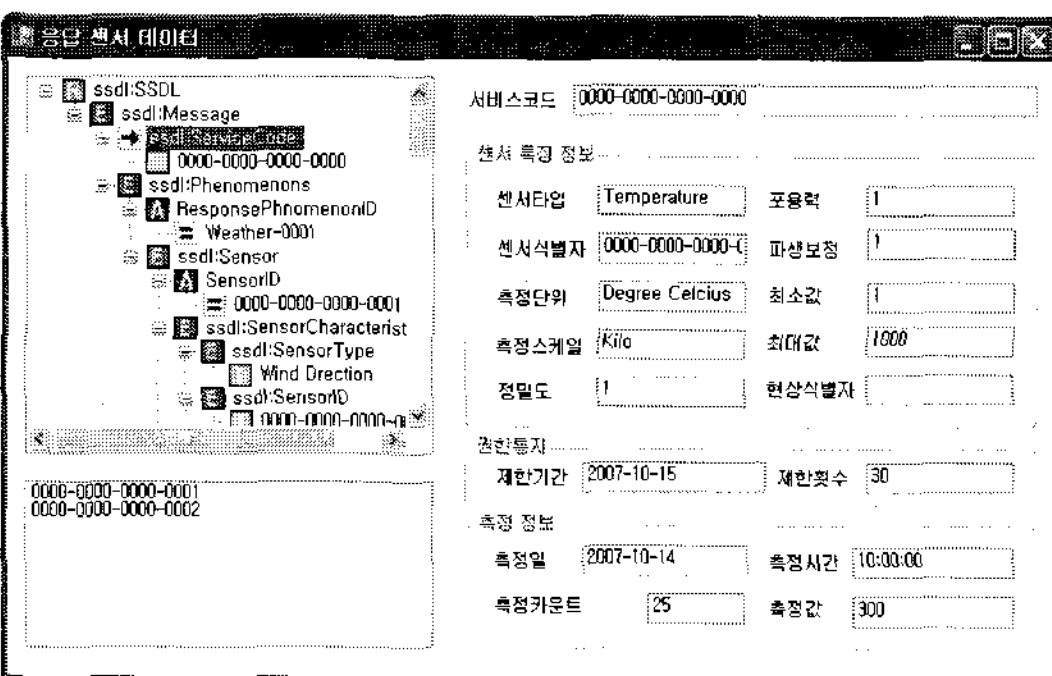


그림 15. 응답 센서 데이터  
Fig. 15 Sensor data of response

제안된 참조 모델의 특징으로는 첫째, 센서 서비스 기술 언어를 통해 메시지의 표준화를 통한 상호운용성을 보장한다. 둘째는 웹 서비스를 기반으로 아키텍처를 설

계하였기 때문에 각 시스템의 구현 언어나 플랫폼에 제약을 받지 않는다. 셋째, WS-Eventing의 사용으로 사용자가 원하는 데이터를 구독 예약 하므로써 실시간으로 바뀌는 수많은 USN의 측정 데이터 중 자신이 원하는 데이터만 받을 수 있다.

본 논문을 통해 아직 개념 단계에 머무르고 있는 USN 응용 관련 기술 표준을 확립하고 관련 분야의 활성화와 발전에 많은 역할을 할 것이라 사료된다.

향후 연구 과제로는 본 참조 모델에서 적용한 WS-Eventing을 ECA를 등을 적용 및 확장하여 보다 폭넓은 이벤트 예약 구독에 관한 연구가 필요하며 USN의 본격적인 이용을 위한 기반 기술로서 연구가 진행되어야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 김선진, 박석지, 구정은, 김내수, "RFID/USN 산업동향 및 발전전망", 전자통신분석, 제20권 제3호 통권 93호, 2005
- [2] IITA, "RFID/USN 기술개발 마스터 플랜(안)", 2005. 11
- [3] W3C, Web Service Architecture, W3C Working Group Node 11 February 2004
- [4] W3C, Extensible Markup Language (XML) Version 1.0(Fourth Edition), Aug. 16, 2006
- [5] W3C, XML Schema Part 0 : Primer Second Edition, Recommendation 28 October 2004
- [6] 김창수, 정희경, "알기 쉽게 해설한 XML", 이한출판사, 2005
- [7] Shrideep Pallickara, Geoffrey Fox, "An Analysis of Notification Related Specification for Web/Grid Application", IEEE Computer Society, Proceedings of the International Conference on Information Technology Coding and Computing(ITCC'05), 2005

저자소개



방 진 숙(Jin-Suk Bang)

2000년 배재대학교 컴퓨터공학과  
(공학사)  
2002년 배재대학교 컴퓨터공학과  
(공학석사)

2007년 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)  
2007년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 강사  
2007년 MOS 공인 강사, ITQ 공인 강사 및 문제출제위원  
※관심분야: 센서 네트워크, XML, MPEG-21, 웹 서비스



유상근(Sang-Keun Yoo)

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

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



김 용 운(Yong-Woon Kim)

1989년 동아대학교 전자공학과  
(공학사)  
1994년 포항공과대학교 정보통신공  
학과 (공학석사)

1990년~1991년 : 삼성항공  
1995년~2001년 : 한국전자통신연구원  
2001년~2002년 : ZTE 퓨처텔  
2002년~2004년 : 이니텍  
2005년 ~ : 한국전자통신연구원  
※관심분야: 센서 네트워크, RFID 시스템, 컴퓨터 네트  
워크



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, RFID 시스템