센서 노드 데이터 표현을 위한 표현 언어 설계

김창수* · 유상근** · 김용운** · 김형준** · 정회경***

Design of Presentation Language for Sensor Node Data Representation

Chang-Su-Kim* · Sang-Geun Yu** · Yong-Un Kim** · Hyeong-Jun Kim** · Hoe-Kyung Jung***

이 논문은 지식경제부의 지원을 받은 정보통신표준화 및 인증지원 사업의 연구 결과로 수행되었음.

요 약

인터넷의 보급과 컴퓨터 네트워크 기술의 발전과 함께 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 실현하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. USN의 센서 노드는 다양한 종류의 센서를 탑재하여 개별적인 센서 정보 서비스를 제공한다. 이를 위해 XML 기반의 웹 서비스 환경에서 활용되고, 불특정 사용자가 서비스를 이용할 수 있도록 표준화된 데이터 표현 언어가 필요하다.

이에, 본 논문에서는 USN 응용 서비스에 필요한 센서 정보를 표준화된 형태로 표현하기 위한 센서 데이터 표현 언어를 설계하였다. 이는 USN 분야의 기반 기술에 활용되며, 서비스 활성화를 위해 활용 될 것이다.

ABSTRACT

Nowadays, the study is going on develop USN(Ubiquitous Sensor Network) with diffusion of the internet and development of computer network technology. USN sensor nodes equipped with various types of sensors provide sensor information to each individual sensors. To do this there needs standardized data description language for allowing many people to use based on XML in web services environment.

In this paper, USN sensor information required for application services in a standardized form to describe the sensor data representation language was designed. USN-based technology utilized in the field, and will be utilized for service activation.

키워드

USN, XML, 센서 데이터, 유비쿼터스

Key word

USN, XML, Sensor Data, Ubiquitous

* 종신회원 : 대전테크노파크
** 정회원 : 한국전자통신연구원
*** 종신회원 : 배재대학교(교신저자, hkjung@pcu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 11. 05
심사완료일자 : 2011. 12. 14

Ⅰ. 서 론

최근 인터넷의 보급과 컴퓨터 네트워크 기술의 발전과 더불어 차세대 컴퓨팅 패러다임으로 불리는 센서 네트워크 컴퓨팅을 실현하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 따라, 센서 네트워크 컴퓨팅 환경을 이용하여 이용자에게 다양한 서비스를 제공하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 이러한 USN 연구 분야의 관련 응용 기술을 위해 다양한 표준 규격들을 필요로 한다.

USN의 센서 노드는 다양한 종류의 센서를 탑재하여 각기 개별적인 센서 정보 서비스를 제공할 수 있으므로 이들 센서 정보 서비스에 대해 기계적인 정보 처리가 가능하도록 표준화된 형태로 표현 할 수 있어야 한다. 이를 위한 최적의 방안이 XML 기반이고, 웹 서비스 환경에서 활용할 수 있어야 하며, 불특정 사용자가 서비스를 이용할 수 있도록 표준화된 데이터의 표준 규격에 대한 연구가 필요하다.

이에 관련된 연구가 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 SWE(Sensor Web Enablement Framework)가 웹상에서 모든 센서를 검색하고 센서를 통해 데이터 획득, 교환, 정보처리, 임무 부여 등을 수행할 수 있도록 하기 위해 다양한 연구를 진행하여 SensorML(Sensor Markup Language), O&M(Observation & Measurements) 등의 센서 정보 표현 규격을 만들었다[1-5]. 그러나 이들은 최종 사용자를 염두에 두고 연구된 것보다는 센서를 제어하고, 센서 데이터를 처리하며, 제공자측의 환경에서 효율적인 통신과 상호 운용성을 보장하기 위해 연구되어 센서 데이터만을 표현하기에 어려운 점이 있다. 또한, 국내에서도 센서 서비스의 메타데이터와 센서가 특정한 데이터를 표준화된 구조로 정의하는 언어인 SSDL(Sensor Service Description Language)이라는 USN 서비스 표현 언어에 대한 연구가 있었지만 서비스를 위한 이벤트 정보 등이 포함되고 있어 알맞지 않다[6].

이에, 본 논문에서는 센서 데이터를 표현하기 위한 메타 데이터를 제공하고, 센서 데이터 표현을 위한 메시지 구조를 제공하는 센서 데이터 정보 표현이 가능한 스키마를 설계한다.

이는 USN 분야의 기반 기술에 활용되며, 서비스 활성화를 위해 널리 활용될 것이다.

Ⅱ. 관련연구

2.1. SensorML(Sensor Markup Language)

SensorML은 OGC에서 제안한 표준으로 센서나 센서 플랫폼의 속성을 명세할 수 있는 XML 인코딩 체계로 센서 네트워크에서 사용되는 센서나 이를 관리하는 센서 네트워크 플랫폼은 다양한 하드웨어나 소프트웨어를 이용해 구성할 수 있다. 이는, 측정한 데이터뿐만 아니라 센서와 관련된 높은 수준의 정보를 얻을 수 있는 명령을 포함하는 표준 모델과 XML 인코딩을 제공한다. SensorML 스키마 구성은 그림 1과 같다.

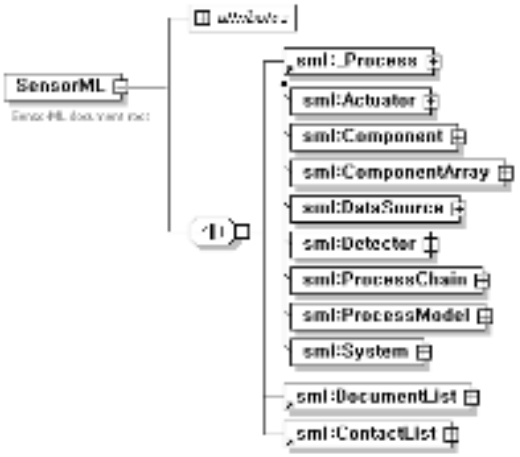

그림 1. SensorML 스키마 구성
Fig. 1 Component of SensorML Schema

2.2. 센서 서비스 기술 언어(SSDL) 스키마

국내 TTA에서는 USN 응용 서비스를 위해 서비스 제공자에게 메타 데이터 기술, 기존 시스템과의 상호 호환성, 처리된 데이터를 제공하기 위한 메시지 구조 등에 대해 정의하는 센서 서비스 기술 언어를 XML 스키마에 기반하여 설계하였다. 이는 그림 2와 같다[6,7]. 센서 서비스 기술 언어를 구성하는 내용은 크게 센서 서비스를 설명하는 기술 정보와 센서 데이터의 전달을 위한 메시지 구조 정의의 두 가지 구조로 나뉠 수 있다. 센서 서비스 기술 정보에는 서비스를 제공하는 제공자에 대한 정보와 제공하는 데이터를 측정하는 센서의 특징을 설명하는 정보가 포함되며, 센서 데이터의 전달을 위한 메시지

구조로는 센서 데이터를 요청하기 위한 요청 메시지와 요청된 센서의 데이터를 전달하는 응답 메시지가 포함된다.

그림 2. 센서 서비스 기술 언어 스키마
Fig. 2 Sensor Service Description Language Schema

Ⅲ. 센서 데이터 표현 언어

본 장에서는 센서에 의해 관측된 순수 데이터를 기술하기 위한 스키마 모델을 정의한 센서 데이터 기술 언어(SDDL, Sensor Data Description Language)에 대해 기술한다. USN 응용 서비스는 응용 서비스가 활용할 데이터를 수집하고 센서 데이터를 요구하는 이용자들에게 서비스, 현상, 센서들에 대한 기술과 서비스되는 측정 데이터를 제공한다. 이들 기술 정보와 특정 데이터의 표현을 위한 데이터 모델을 제시함으로서 USN 서비스를 구현하는데 있어 필요한 사항을 제시 할 수 있다. 이 센서 데이터 기술 언어의 스키마를 참조하는 주체는 서비스 구현을 위한 미들웨어, 응용소프트웨어, 웹 서비스 개발자들이다.

SensorML이나 센서 서비스 기술 언어 등은 센서 자체 데이터만을 표현하고 서비스하기 위해서는 복잡하고 불필요한 데이터를 포함하고 있어 어려움이 많다. 따라서, 본 논문에서는 센서 데이터를 표현하기 위한 메타 데이터를 제공하는 메시지 구조를 가지는 스키마 설계 내용을 보인다. 여기에는 센서 네트워크 데이터 기술 정보, 즉, 서비스 식별 정보, 센서 contact 정보 등을 포함하고, 센서 메시지 정보 부분에는 센서 특징, 센싱 시간, 센싱 위치, 센서 값 등의 표현이 가능한 스키마를 설계하였다.

3.1. SDDL 구조

센서 데이터 기술 언어는 두 가지 구조로 구성된다. 하나는 센서에 대한 정보를 기술하는 구조로 Description 엘리먼트의 카디널리티는 최소 1, 최대 1이며, 다른 하나는 센서에 대한 정보와 관측된 데이터를 기술하기 위한 Observation 엘리먼트로 카디널리티는 최소 1, 최대 1이다. Description 엘리먼트와 Observation 엘리먼트가 sequence 구조로 연결되어 구조화 된다.

센서 서비스 정보(Description) 구조는 센서를 관리하기 위한 서비스 정보를 기술하기 위한 구조로 정의된다. 센서 서비스 정보 구조는 서비스 식별 정보를 가지는 ServiceIdentification 엘리먼트와 센서 서비스에 대한 연락처 정보를 가지는 Contact 엘리먼트가 sequence 구조를 가진다. ServiceIdentification 엘리먼트의 카디널리티는 최소 1, 최대 1이며, Contact 엘리먼트 카디널리티는 최소 0, 최대 1이다. 센서 식별 정보 구조는 센서 서비스에 대한 정보 구조를 가지며, 서비스 식별을 위해 ServiceID 속성을 가지며 하위 엘리먼트구조로는 서비스 이름을 위해 ServiceName, 서비스에 대한 설명을 위해 Explanation, 서비스 및 센서의 메타데이터를 위해 Metadata, 서비스 구분을 위해 ServiceClassification 엘리먼트가 sequence 구조로 정의된다.

관측(Observation) 구조는 센서의 관측 정보를 기술하는 구조로 하위 엘리먼트로는 센서의 특성을 기술하기 위한 SensorCharacteristics 엘리먼트, 관측 위치를 나타내는 Position 엘리먼트, 관측 시간을 위한 ObservationTime 엘리먼트, 관측값을 위한 Value 엘리먼트, 오류 시 오류값을 표현하기 위한 ErrorCode 엘리먼트가 순차적인 구조를 갖는다. SensorCharacteristic 엘리먼트는 센서의 특징을 표현할 수 있도록 정의하였으며, 이는 센서의 식별을 위해 SensorID 속성을 갖는다.

엘리먼트의 하위 엘리먼트로 SensorType 엘리먼트는 현재 기술하는 센서가 온도를 측정하는 센서, 압력을 측정하는 센서와 같이 어떤 유형의 센서인지를 정의하며, Unit 엘리먼트 해당 센서가 특정 값의 단위를 나타내며, Scale, Resolution, Tolerance 엘리먼트는 각각 스케일링, 정밀도, 포용력을 기술한다.

OffsetCorrection 엘리먼트는 일정한 요인에 따라 변형된 값에 대한 보정을 위한 값을 기술하고, MinValue와 MaxValue 엘리먼트는 특정될 수 있는 물리적 단위의 범위를 기술한다. Position 엘리먼트는 센서가 관측하는

위치를 나타내는 엘리먼트로 위도를 위해 Latitude, 경도를 위해 Longitude, 고도를 위해 Altitude 엘리먼트가 순차적으로 하위로 온다. ObservationTime 엘리먼트는 센서가 관측하는 시간을 표현하는 엘리먼트로 하위 엘리먼트로는 선택적(Choice)으로 어느 한 순간 측정 시간을 나타내는 TimePosition 엘리먼트와 측정을 위한 일정 측정 기간을 나타내는 TimePeriod 엘리먼트로 구성된다. Value 엘리먼트는 센서에 의해 측정된 값을 표현하며 최소 1, 최대 unbound이다. ErrorCode 엘리먼트는 센서로 관측된 값에 오류가 있을 경우 오류 코드값을 표현한다. 전체적인 센서 데이터 기술 언어의 구조는 그림 3과 같다.

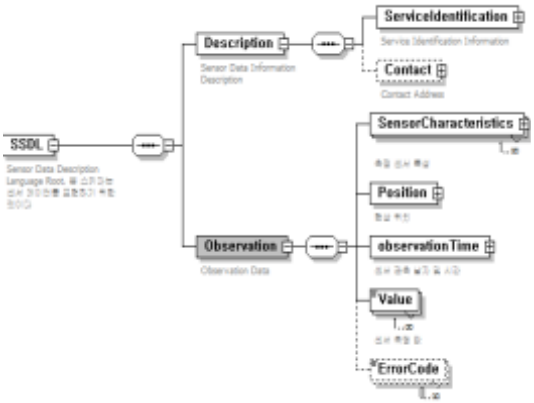

그림 3. SDDL(Sensor Data Description Language)
Fig. 3 SDDL(Sensor Data Description Language)

3.2. 기존 표준들과 SDDL과의 비교

본 절에서는 본 논문에서 제안한 SDDL과 기존 모델들과 비교하였다. SWE의 표준들은 최종사용자에게 센서 데이터 정보를 서비스하기에는 불필요한 정보 및 불필요한 서비스가 포함되어 있다. 이는 SWE의 인코딩 언어 및 웹 서비스들이 최종적으로 센서 데이터를 소비하는 최종 사용자를 염두에 두고 연구된 것이 아니라, 센서를 제어하고, 센서 데이터를 처리하고, 생산하는 제공자 측의 환경에서 효율적인 통신과 상호 운용성을 보장하기 위해 연구되었다.

표 1. 기존 모델과의 비교
Table. 1 Compared with Existing Model

기능	SWE	SSDL	SDDL	비고
현상정보	○	○	○	관측정보
센서정보	○	○	○	센서기본 정보
센서데이터 처리 정보	○	×	×	처리방식 및 메소드 정보
측정시간 정보	○	×	○	측정시간
센서 데이터 제공자 정보	○	○	×	센서 데이터 제공자 정보
센서 데이터 통지 이벤트 설정 정보	×	○	×	정보제공자 정보를 요청 및 응답가능

이는 센서 데이터의 서비스보다 센서 데이터를 처리 및 공유, 생산할 수 있는 인프라의 통합 및 구축을 위해 연구되었고, 그 인프라를 사용하는 사용자들 간의 서비스 및 데이터의 공유를 위해 개발되었다. 또한, SSDL도 서비스 관련 정보 및 이벤트 처리에 관련 정보를 포함하고 있어, 센서 데이터 정보만을 표현하기 위해서는 복잡하고 불필요한 데이터를 표현하고 있다. 따라서, 최종 사용자에게 서비스하기 위해 연구된 본 논문에서 제안한 연구 목적부터 다르며 사용되는 범위 또한 다르다고 볼 수 있다. 그러므로, 센서 데이터만을 표현하여 다양한 응용 분야에서 사용하기 위한 센서 데이터 기술 언어의 설계가 요구되었다. 기존 모델들과의 비교를 표 1에 보인다.

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 센서 네트워크 응용 서비스에 서 필요한 센서 정보를 표준화된 형태로 표현하기 위한 센서 데이터 표현 규격에 대해 연구하였다. 이를 위해, XML 기반의 센서 정보 서비스 기술 언어에 대한 표준화 연구를 하였으며, 데이터의 표준화된 표현 규격 기술 분석 및 관련 연구를 하였다. 센서 네트워크에 적용 가능한 센서 데이터 표현 규격 기술을 분석하고, 웹 서비스 환경에서

센서 데이터 표현을 위한 스키마를 설계하였다. 이로 인해 USN 분야의 기반 기술을 확보하고 서비스 활성화를 위해 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

기존 SWE의 인코딩 언어 및 웹 서비스들이 최종적으로 센서 데이터를 소비하는 최종 사용자를 염두에 두고 연구된 것이 아니라 센서를 제어하고, 센서 데이터를 처리하고, 생산하는 제공자 측의 환경에서 효율적인 통신과 상호 운용성을 보장하기 위해 연구되었다. 또한, 이는 센서 데이터의 서비스보다 센서 데이터를 처리 및 공유, 생산 할 수 있는 인프라의 통합 및 구축을 위해 연구되었고, 그 인프라를 사용하는 사용자들 간의 서비스 및 데이터의 공유를 위해 개발되었다. 따라서, 센서 데이터만을 표현하기 위한 센서 데이터 기술 언어에 대한 연구와는 연구 목적부터 다르며, 사용되는 범위 또한 다르다. 그러므로, 시스템과 플랫폼, 응용프로그램 환경에서 센서 데이터를 쉽게 사용할 수 있는 환경을 위해 센서 데이터만을 표현할 수 있는 센서 데이터 기술 언어에 대한 연구는 널리 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

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

향후 연구 과제로는 본 연구 내용을 바탕으로 SWE와 같은 USN 환경에서 활용 가능한 통합 아키텍처에 대한 서비스 개발에 관련된 아키텍처 모델의 연구와 함께 관련 표준 기술 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] Mike Botts, “OGC Sensor Web Enablement:Overvies and High Level Architecture,” OGC, 2007.

[2] Mike Botts, ″OGC Sensor Model Language (SensorML),″ OGC, 2007.

[3] Simon Cox, ″OGC Observation and Measurements (O&:M),″ OGC, 2007.

[4] Steve Havens, ″OGC Transducer Markup Language (TML),″ OGC, 2007.

[5] Ingo Simonis, ″OGC Sensor Alert Service(SAS),″ OGC, 2006.

[6] 유상근, “USN 서비스 표현 언어,” TTA, 2008.

[7] 이상조외 3인, “USN 응용 서비스를 위한 센서 데이터 처리 시스템,” 연구보고서, 2007.

저자소개

김창수(Chang-Su Kim)

1996년 배재대학교 전자계산학과(이학사)
1998년 배재대학교 전자계산학과(이학석사)
2002년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2005년~2010년 청운대학교 인터넷학과
2011년~ 현재 대전테크노파크 기업지원단
※관심분야 : 멀티미디어문서정보처리, XML, Web Services, Semantic Web

김용운(Yong-Woon Kim)

1989년 동아대학교 전자공학과(공학사)
1994년 포항공과대학교 정보통신공학과(공학석사)
1990년 ~ 1991년: 삼성항공
1995년 ~ 2001년: 한국전자통신연구원
2001년 ~ 2002년: ZTE 퓨처텔
2002년 ~ 2004년:이니텍
2005년 ~ 현재: 한국전자통신연구원
※관심분야:센서 네트워크,RFID 시스템, 컴퓨터 네트워크

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 : 멀티미디어문서정보처리, XML, SVG,
Web Services, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous
Computing, USN