

IoT 환경에서 상황정보 모델링 및 시맨틱 매쉬업 서비스 구현

석현승, 김재성, 이용주
 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부
 e-mail:seokhyunseung@hanmail.net, horsequake@knu.ac.kr, yongju@knu.ac.kr

Modeling Situation Information and Implementing Semantic Mashup Service in IoT Environment

Hyunseung Seok, Jaeseong Kim, Yongju Lee
 Dept. of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 연구에서는 시맨틱 기반의 상호운용성을 지원하는 Fiesta IoT 온톨로지 모델을 기반으로 Protégé에서 새로운 온톨로지를 추가하여 모델링을 하였다. 이를 통해 KT IoTMakers에서 Open API를 통해 받은 JSON 형태의 데이터를 Jena 프레임워크를 이용하여 RDF 데이터로 변환하였다. 또한, 변환된 RDF 데이터를 Fuseki 서버로 전송하여 저장했으며, SPARQL 질의를 통한 결과를 Daum Map API를 사용하여 웹으로 표현하였다. 이를 통해 사람들이 시맨틱 IoT 매쉬업 서비스를 쉽게 접근할 수 있는 기회를 제공하여 다양한 응용 가능성을 가진다.

1. 서론

최근 IT 발전으로 인해 사물과 인터넷의 결합이 급속도로 진행됨에 따라 사물인터넷도 빠르게 발전하고 있다. 2020년까지 인터넷을 통해 연결되는 사물 수가 약 250억 개로 증가할 것으로 예상하고 있다. 근래에는 기존의 사물에 대한 연결뿐만 아니라 다양한 기술을 융합할 수 있는 프레임워크로써 스마트 홈, 스마트 빌딩, 스마트 팩토리 분야 등에서 사용자들을 만족시킬 수 있는 스마트한 서비스들을 제공할 수 있는 프레임워크로 성장하고 있다[1]. 그렇지만 IoT의 디바이스가 증가되고 데이터양이 증폭됨에 따라 이들의 수집방법 및 새롭게 재가공할 수 있는 기술의 필요성이 증가되고 있다. 이에 따라 보다 가치 있는 데이터 정보로 가공 및 활용하기 위한 시맨틱 기반의 IoT 서비스 매쉬업에 대한 연구가 필요하다.

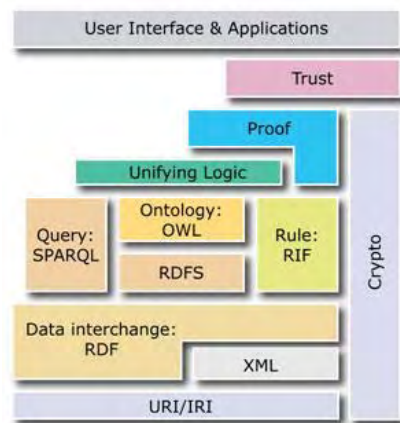
국내에서 시맨틱 IoT 매쉬업 처리 기술은 아직 초보 수준에 머무르고 있으며 M2M, USN 환경을 고려한 연구개발은 아직까지 많이 부족한 상태이다. 시맨틱 IoT 매쉬업 서비스는 시맨틱 처리가 된 IoT 데이터를 기존의 Open API, LOD(Linked Open Data) 서비스 등과의 매쉬업 기능을 제공하여 개발자들이 쉽게 서비스 재생산이 가능하도록 지원한다. 그런데 IoT 서비스는 상황정보를 끊임없이 수집하여 상황에 적합한 행동을 수행해야 한다.

따라서 본 논문에서는 IoT 환경의 상황정보를 표현할 수 있도록 온톨로지 기반의 상황정보를 모델링하고 시맨틱 IoT 매쉬업 서비스를 구현한다.

2. 이론적 배경

2.1 시맨틱 웹이란

의미론적인 웹이라는 뜻으로, 인터넷에서 리소스에 대한 정보와 자원 사이의 관계 및 의미 정보를 온톨로지로 표현하고, 이를 자동화된 기계가 처리하도록 하는 프레임워크이자 기술이다. 즉, 컴퓨터가 정보의 의미를 분석하여 이해하고 그 관계에서 자료 검색 및 처리를 통하여 의미적인 자료를 추출하여 보여줄 수 있는 웹을 말한다. 아래의 (그림 1)은 시맨틱 웹 기술 계층 구조를 나타낸다.



(그림1) 시맨틱 웹 기술 계층 구조

이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2016R1D1B02008553). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음(2015-0-00912).

온톨로지(Ontology)란 사람들이 세상에 있는 각각의 사물이나 사건들을 경험하면서 특징을 파악하여 이해할 수 있는 개념을 말한다. 또한, 컴퓨터에서도 사람이 갖고 있는 개념과 같은 것을 일종의 데이터베이스와 같은 형태로 만들어 개념화하는 기술을 말하며, 시맨틱 웹을 구현할 수 있는 도구로써 RDF, OWL 등의 언어를 이용해 표현한다.

RDF는 웹 상의 자원을 기술하기 위한 W3C 표준이며, 매우 간단하게 <주어, 술어, 목적어>의 트리플 형태로 개념을 표현한다. RDF 문장은 두 자원간의 관계를 표현하는 것으로, ‘주어’와 ‘목적어’가 이 자원에 해당하고, ‘술어’는 이 관계의 특징을 표현한다[2].

2.2 링크드 데이터

링크드 데이터(Linked Data)는 웹 상에 존재하는 데이터를 개별 URI(Uniform Resource Identifier)로 식별하고, 각 URI에 링크 정보를 부여함으로써 상호 연결된 웹을 지향하는 모형이다. 링크드 데이터는 4가지 원칙을 만족하는 데이터 모형이다. 이 4가지 원칙은 URI의 사용, HTTP URI의 사용, RDF의 사용, 링크정보의 부여이다. 기술적으로 링크드 데이터의 핵심 아이디어는 HTTP URI의 사용이다. URI는 웹 문서들을 식별하는 것뿐만 아니라 임의의 실세계 객체들을 식별할 수 있다. 링크드 데이터를 구축하기 위해서는 비구조적인 데이터를 구조화하는데 시맨틱 형태로 표현해야 한다. 여기서 자원을 구조화한다는 것은 데이터를 RDF 형태로 표현하는 것이다.

2.3 SPARQL

SPARQL은 RDF 질의어, 즉 데이터베이스를 위한 시맨틱 질의어로서 RDF 형식으로 저장된 데이터를 검색, 조작할 수 있으며 시맨틱 웹의 주요 기술 가운데 하나로 지목된다. SPARQL은 관계형 데이터베이스 질의어인 SQL과 유사한 형태이며 PREFIX, SELECT, WHERE 절로 구성된다. 관계형 데이터베이스의 원하는 데이터를 꺼내오기 위해 SQL을 활용하듯이, 웹에 공개된 각종 RDF 데이터들로부터 우리가 원하는 데이터를 꺼내오기 위해 SPARQL을 사용한다.

3. IoT 상황정보 모델링

본 연구에서는 Protégé를 사용하여 온톨로지를 구축하였다. 일반적인 온톨로지 구축을 위해 툴 사용이 필수적이며, 현재 가장 많이 쓰이는 OWL 저작물은 Protégé다.

3.1 데이터 선정 및 수집

본 연구에서는 KT IoTMakers[3]에서 가상 디바이스를 통해 가상의 온도, 습도 센서 데이터를 발생시켜 데이터를 수집하였다. KT IoTMakers에서 제공하는 Open API를 통해 가상 디바이스의 정보를 (그림 2)와 같이 JSON 형식으로 받은 결과이다.

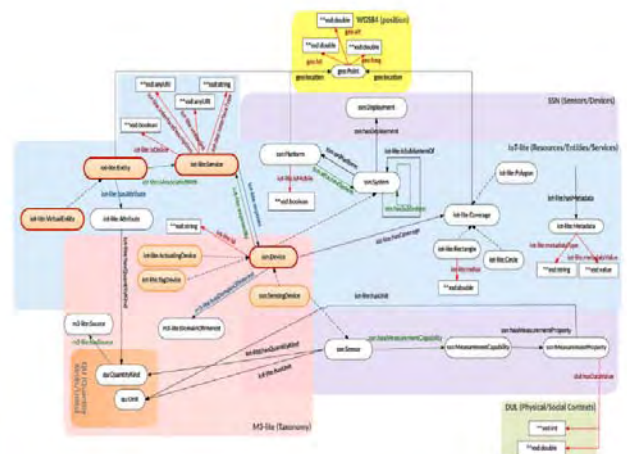
```

"model": {
  "sequence": 2000005901,
  "id": "mbr_1000006530_gustmdD1551685172094",
  "name": "gustmd1202device1",
  "type": "0044",
  "protocolType": "0004",
  "bindingType": "0001"
},
"categories": [
  {
    "code": "0013"
  }
],
"location": {
  "latitude": 35.88816,
  "longitude": 128.611717
},
"sensingTags": [
  {
    "code": "Humidity",
    "value": 80,
    "updatedOn": 1552306800000
  },
  {
    "code": "Temperature",
    "value": 31,
    "updatedOn": 1552306800000
  }
]
    
```

(그림 2) KT IoTMakers에서 수집된 데이터

3.2 온톨로지 모델링

본 논문에서 제안하는 서비스를 구현하기 위해 KT IoTMakers에서 제공하는 데이터를 활용하였으며, (그림 3)의 Fiesta IoT Ontology[4] 모델에서 필요한 Entity들을 추가하고 각 Entity간의 관계도 설정하였다. IoT 환경을 구성하는 요소인 장치, 센서, 장소, 컨텍스트를 상위 클래스로 정의하였다.



(그림 3) Fiesta IoT Ontology Model

장치 클래스는 데이터 수집이 가능한 센서와 장치의 속성을 표현한다. 장치의 일련번호를 ‘DevSequence’, 장치의 아이디를 ‘DevId’, 장치의 이름을 ‘DevName’, 장치의 상태 정보를 표현할 수 있는 ‘DevStatus’, 위도와 경도를 표현할 수 있는 ‘DevLatitude’, ‘DevLongitude’로 구성하였다.

센서 클래스는 온도, 습도 등 센서가 측정되는 정보를 표현한다. 센서의 일련번호를 'SenSequence', 센서의 이름을 'SenName', 센서의 측정값의 단위를 'SenUnit', 센서의 측정값을 'SenObValue', 센서의 측정시간을 'SenObTime'로 구성하였다.

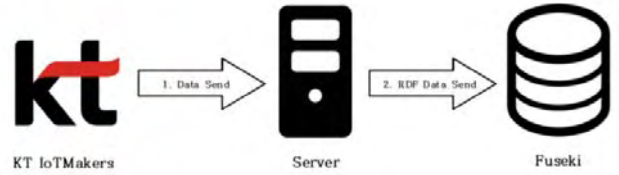
컨텍스트 클래스는 센서가 측정한 값을 상황정보로 변환할 수 있는 것을 컨텍스트로 정의한다. 또한, 특정 상황(예: 덥다, 춥다, 습하다 등)을 사용자에게 서비스 제공 조건을 정의하게 되는데 본 논문에서는 이러한 상황을 컨텍스트라고 말한다. 'Context' 클래스의 추론을 통해 센서의 측정값으로 공간의 상황정보를 얻을 수 있다. 예를 들어, 온도 센서 측정값이 'hasSenObValue' 속성을 통하여 26℃ 이상인 경우 해당 공간이 '덥다'라는 상황정보를 얻을 수 있다[5].

본 논문에서는 아래의 (그림 4)와 같이 Protégé를 이용해 온톨로지 구축을 완성하였으며 그림은 Protégé의 온톨로지 시각화 툴인 OntoGraf를 이용하여 나타낸 것이다.

5. IoT 매쉬업 서비스 개발

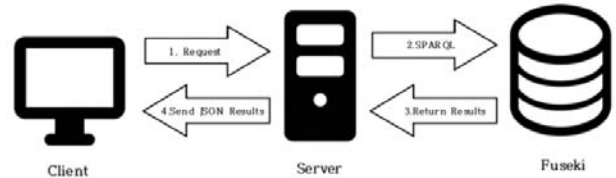
본 연구에서는 실제 디바이스를 사용하지는 않았으며, KT IoTmakers에서 가상 디바이스 시뮬레이터를 이용하여 실제 디바이스를 등록한 것과 동일하게 데이터를 생성하도록 하였다. 가상 디바이스 시뮬레이터를 동작시키면 시뮬레이터가 생성하는 가상의 데이터를 확인할 수 있다. 생성된 가상 데이터들을 KT IoTmakers에서 제공하는 Open API를 이용하여 원하는 정보(디바이스, 태그스트림 등)를 받을 수 있다. Open API 구조는 RESTful 방식이며, 개인의 Access Token을 얻어서 원하는 데이터를 JSON 형식으로 전송받을 수 있다. 온톨로지 처리를 위해 Apache의 오픈소스 시맨틱 웹 프레임워크인 Jena[6]를 사용했으며, (그림 5)와 같이 KT IoTmakers에서 Open API를 이용하여 수집된 데이터를 RDF 트리플로 변환하여 저장한다. 변

환된 RDF 데이터를 공유하기 위해 Fuseki 서버를 동작시켜 RESTful 방식으로 전송한다.



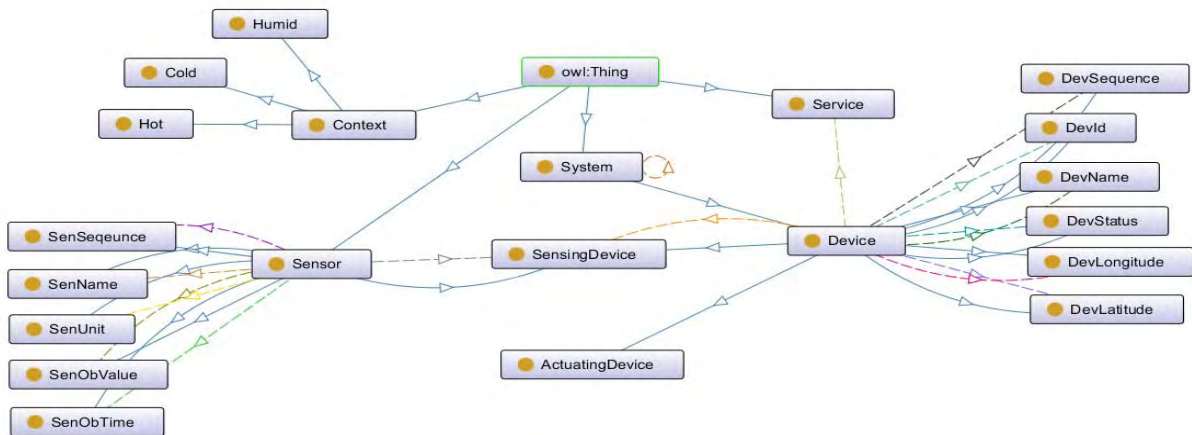
(그림 5) IoT 데이터 변환 및 저장 구성도

서비스의 동작 순서는 (그림 6)과 같이 클라이언트에서 필요한 정보를 요청하면 서버에서 요청된 정보에 해당하는 SPARQL 질의를 통하여 Fuseki 서버에 저장된 데이터를 얻게 된다. Fuseki 서버로부터 얻은 결과를 JSON 형식으로 변환하여 클라이언트로 전송하면 사용자에게 웹 페이지 형태의 결과를 제공한다.



(그림 6) 웹 애플리케이션 동작 순서

본 서비스에서는 Daum Map API를 사용하여 지도를 표현했으며, 메인 페이지에 접속하게 되면 (그림 7)과 같이 클라이언트에서 서버로부터 받은 디바이스의 위도, 경도에 따라 지도에 마커가 표시된다. 또한, (그림 8)은 마커를 선택했을 때 해당 디바이스와 센서 정보들을 나타낸 결과이다.



(그림 4) IoT 온톨로지 모델링

DEMO

Situation information modeling and semantic IoT mashup service implementation in IoT environment



(그림 7) 디바이스 위치

DEMO

Situation information modeling and semantic IoT mashup service implementation in IoT environment



(그림 8) 디바이스와 센서 정보

6. 결론

본 논문에서는 시맨틱 기반의 상호운용성을 지원하는 Fiesta IoT 온톨로지 모델을 기반으로 Protégé에서 새로운 온톨로지를 추가하여 모델링을 하였다. 이를 통해 KT IoTMakers에서 Open API를 통해 받은 JSON 형태의 데이터를 Jena 프레임워크를 이용하여 RDF 데이터로 변환하였다. 또한, 변환된 RDF 데이터를 Fuseki 서버로 전송하여 SPARQL 질의를 통해 검색한 결과를 웹으로 표현하였다. 향후의 연구에서는 수집된 센서 정보를 통한 상황 추론과 상태 정보 변화에 대한 모니터링이 가능한 시맨틱 IoT 서비스를 구현할 예정이다.

참고문헌

[1] 문승일, 홍충선, “IoT 네트워크 환경에서 장애상황 인지를 위한 시맨틱 분석 시스템 개발”, 정보과학회 컴퓨터의 실제 논문지, 제24권 제6호, 2018, pp263-273.
 [2] 김창수, “시맨틱 웹 기반 사용자 중심 검색시스템에 관한 연구”, 한국정보통신학회논문지, Vol. 19, No. 4, 2015, pp. 871-876.
 [3] <https://iotmakers.kt.com/openp/index.html#/guideIntro>
 [4] R. Agarwal, D. Farnandez, T. Elsaleh, A.Gyrard, J. Lanza, L. Sanchez, N. Georgantas, V. Issarny, “Unified IoT Ontology to Enable Interoperability and Federation of Testbeds”, 3rd IEEE WF-IoT, Reston, VA, USA, 12-14 December 2016.
 [5] 우동희, 유민규, 김윤호, “IoT 환경에서 상황정보에 따른 시맨틱 기반 서비스 제공을 위한 온톨로지에 관한 연구”, 한국전자거래학회, 2016, pp.1-13.
 [6] <https://jena.apache.org/>