

차량인터넷에서 지능형 서비스 제공을 위한 지식베이스 설계 및 구축*

류민우**·차시호***

Design and Implementation of a Knowledge Base for Intelligence Service in IoV

Ryu Minwoo · Cha Siho

〈Abstract〉

Internet of Vehicles (IoV) is a subset of Internet of Things (IoT) and it is an infrastructure for vehicles. Therefore, IoV consists of three main network including inter-vehicle network, intra-vehicle network, and vehicular mobile internet. IoV mainly used in urban traffic environment to provide network access for drivers, passengers and traffic management. Accordingly, many research works have focused on network technology. But, recent concerted efforts in academia and industry point to paradigm shift in IoV system. In this paper, we proposed a knowledge base for intelligence service in IoV. A detailed design and implementation of the proposed knowledge base is illustrated. We hope this work will show power of IoV as a disruptive technology.

Key Words : Internet of Vehicle, Internet of Things, Ontology, Knowledge Base

I. 서론

차량 인터넷(IoV, Internet of Vehicles)은 차량 외 네트워크(Inter-vehicle Network), 차량 간 네트워크(Intra-vehicle Network), 그리고 차량 모바일 간 네트워크(Vehicular Mobile Internet)를 통합하는 하나의 인프라로 정의되는 차세대 차량 네트워크 기술을 말한다[1].

뿐만 아니라, 차량 인터넷은 사물인터넷(IoT, Internet of Things)의 한 종류로 정의되어, 실세계

에 존재하는 다양한 사물기와 연동을 통해 다양한 서비스를 제공할 수 있다[2, 3]. 예를 들면, 차량이 이동하는 도로 주변의 센서 및 액추에이터와 연동되어, 교통 흐름 관리 서비스를 제공하거나 또는 도로로 이동하는 사용자의 모바일 기기와 연동하여, 위험 및 보행자 안전 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 차량인터넷 기술은 차량과 차량(Vehicle-to-Vehicle), 차량과 도로(Vehicle-to-Road), 차량과 보행자(Vehicle-to-Human) 등의 도메인으로 분류되어 다양한 융복합 서비스를 제공할 수 있다[4, 5].

하지만, 현재의 차량인터넷을 위한 대부분의 연구는 네트워크를 통합 관리하기 위한 인프라 구축과 관련된 연구에 초점이 맞춰지고 있으며, 지능형 차

* 본 논문은 2017학년도 청운대학교 학술연구조성비 지원에 의해 수행되었음.

** KT 융합기술원 서비스연구소 전임연구원

*** 청운대학교 멀티미디어학과 교수(교신저자)

량 서비스를 제공하기 위한 기반 연구는 아직 미약한 실정이다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 차량인터넷에서 지능형 서비스를 제공하기 위한 지식베이스를 설계 및 구축한다. 본 논문에서 제안하는 차량인터넷을 위한 지식베이스는 차량 및 차량 내/외에 설치된 센서 및 액츄에이터를 하나의 사물로 등록하고, 각 사물에서 발생한 데이터를 수집/가공하여 지능형 차량 서비스 제공 시 애플리케이션에서 수집된 데이터를 활용할 수 있는 구조를 제공한다.

이를 위하여 본 논문에서는 1) 차량인터넷 데이터를 표현하기 위한 온톨로지 구축하고, 2) 차량인터넷 지식베이스 구축을 수행한다. 먼저 차량 인터넷 데이터를 표현하기 위한 온톨로지는 oneM2M 표준에서 정의하고 있는 사물인터넷 상위 온톨로지인 baseOntology를 기반으로 차량인터넷에 맞도록 수정 및 정의하였다. 그리고 차량 인터넷 지식베이스 구축은 전자부품연구원에서 개발된 Mobius를 기반으로 수정 및 정의하였다.

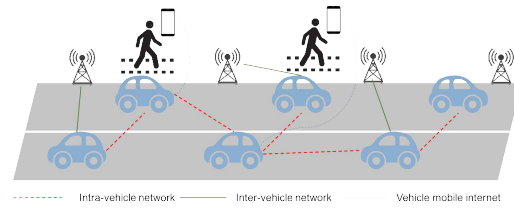
본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 본 연구와 관련된 주요 기술들에 대하여 소개하고, III장에서는 본 논문에서 제안하는 차량인터넷을 위한 지식베이스 설계에 대하여 기술한다. 그리고 IV장에서는 제안하는 지식베이스의 구축 결과에 대하여 기술한다. 마지막으로 V장에서는 본 논문에 대한 결론 및 향후 과제에 대하여 기술한다.

II. 관련연구

2.1 차량 인터넷

차량 인터넷(IoV)은 사물인터넷(IoT)의 한 종류로

서 차량 간 통신, 차량 외 통신, 그리고 차량 모바일 간 통신을 지원하는 통합된 인프라 구조이다. IoV는 다양한 사물들과 연동하여 차량 도메인 내 다양한 융복합 서비스를 제공할 수 있다[6]. 차량 인터넷은 <그림 1>과 같이 차량과 차량, 차량과 도로, 차량과 보행자의 3가지 범주로 분류 될 수 있다.



<그림 1> 차량 인터넷 개념도

<그림 1>에서 빨간색으로 표기한 선은 차량과 차량 간 네트워크(Intra-vehicle Network)를 의미하며, 차량과 차량간의 서비스를 제공할 때 사용된다. 예를 들면, 차량 간의 위치를 정보를 교환하여 차간 거리를 유지하거나 또는 사고 등 긴급 정보를 전파하는 e-call 서비스를 제공할 수 있다. 초록색으로 표기한 선은 차량 외 네트워크(Inter-vehicle Network)를 의미하는 것으로서 차량과 도로의 정보 범주에서의 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들면, 인프라와 차량이 연동하여 멀티미디어 서비스, 주문 서비스, 결제 서비스 등에 활용된다. 마지막으로 파란색 선으로 표기한 내용은 차량 모바일 네트워크(Vehicular Mobile Internet)를 의미하며 차량과 보행자 간의 서비스를 제공하는데 사용된다.

2.2 온톨로지

온톨로지는 개념적이고 명시적으로 하나의 모델을 기술하기 위하여 사용되는 일종의 지식표현으로, 컴퓨터와 사람이 이해할 수 있도록 개념의 타입

이나 사용상의 제약조건들을 명시적으로 정의한 기술이다[7]. 온톨로지는 시맨틱 기술을 기반으로 정의된다.

온톨로지의 구성요소는 클래스(Class), 인스턴스(Instance), 관계(Relation), 속성(Property)으로 구분되며, 구축 대상에 따라 메타데이터 온톨로지, 웹 온톨로지, 표현 온톨로지, 업무 온톨로지 등으로 나뉜다.

온톨로지의 언어는 RDF[8], OWL[9], SWRL[10] 등으로 정의되며, RDF는 XML언어를 기반으로 Subject, Object, Predicate로 정의되어 단순하게 인스턴스와 인스턴스 간의 관계를 표현한다. 반면 OWL의 경우에는 RDF와 다르게 인스턴스들 간에 또는 인스턴스들 내에 논리적 제약조건 등을 포함하여 표현될 수 있으며, 표현 방식에 따라 OWL-lite, OWL-DL, OWL-Full로 정의 될 수 있다.

III. 차량 인터넷을 위한 지식베이스 설계

본 절에서는 본 논문에서 제안하는 차량 인터넷을 위한 지식베이스 설계에 대하여 기술한다. 차량 인터넷을 위한 지식베이스는 차량 및 차량 주변 환경에 설치되어 있는 센서 및 액추에이터를 하나의 사물로 플랫폼에 등록하고, 이를 기반으로 차량 환경에서 발생하는 데이터를 수집/가공하여 지능형 차량 서비스를 제공하기 위한 기반 구조를 제공한다. 이를 위하여 본 절에서는 차량 인터넷 지식베이스를 구축하기 위한 oneM2M BaseOntology[11] 기반의 차량 인터넷 온톨로지를 설계하고, 이를 기반으로 차량 인터넷 지식베이스 구조에 대하여 기술한다.

3.1 차량 인터넷 온톨로지 설계

차량 인터넷 온톨로지는 차량 및 차량 환경에 설

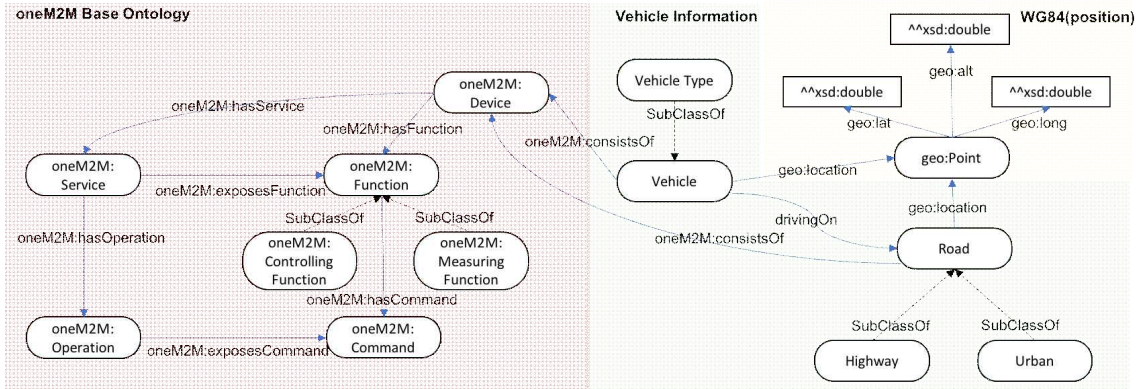
치된 센서와 액추에이터를 개념적 모델로 정의하고, 이를 기반으로 센서와 액추에이터로부터 수집되는 데이터에 의미를 정의하기 위하여 사용된다.

뿐만 아니라, 사물인터넷 서비스와 의미적 연결을 통하여 애플리케이션에서 지능형 차량 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 데이터를 가공 및 제공할 수 있게 한다.

이를 위해 본 절에서 기술되는 차량 인터넷 온톨로지는 국제 사물인터넷 표준인 oneM2M에서 정의하는 BaseOntology를 기반으로 모델을 설계하였다. <그림 2>는 BaseOntology를 기반으로 본 논문에서 설계한 차량 인터넷 온톨로지의 구조를 보인 것이다.

<그림 2>에서 보인 것과 같이 차량 인터넷 온톨로지는 총 3가지의 온톨로지 구성된다. 먼저 차량 내 센서 및 액추에이터, 차량 주변 환경에 설치된 기기들을 표현하기 위한 oneM2M BaseOntology와 차량 및 도로의 위치를 표현하기 위한 GEO Position Ontology[12], 그리고 차량의 정보를 나타내기 위한 Vehicle Information Ontology로 구성된다. 각각의 세부 클래스의 내용은 아래와 같다.

- geo:Point: geo:Point는 위치를 표현하기 위한 클래스이다. 이 클래스는 위도, 경도, 고도를 데이터 프로퍼티(Data Property)를 통하여 실제 값을 가지며, 도로의 위치와 차량의 이동 위치를 표현하기 위한 클래스로 사용된다.
- Road: 도로의 형태를 표현하기 위한 클래스로 도로의 타입(Highway 클래스 및 Urban 클래스)을 하위 클래스로 가진다. 또한 해당 도로 내에 설치된 신호등 등과 같은 사물기기를 oneM2M: consisOf 프로퍼티를 통하여 표현할 수 있다.
- Vehicle: 차량 정보를 표현하기 위한 클래스이다. 이 클래스는 차량의 타입(Vehicle Type 클래스)을 하위 클래스로 가진다.

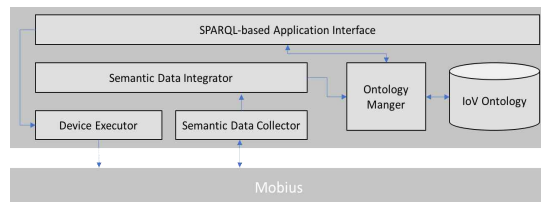


<그림 2> 차량 인터넷 온톨로지 구조

- Vehicle Type: 차량 타입을 표현하기 위한 클래스이다. 이 클래스는 버스, 택시, 승용차 등의 차량 타입을 인스턴스로 가진다.
- oneM2M:Device: 차량 내 또는 차량 주변 환경(도로)에 설치된 사물을 표현하기 위한 클래스이다. 이 클래스는 oneM2M:hasService와 oneM2M:hasFunction 프로퍼티를 통하여 해당 기기가 가지고 있는 서비스와 기능과의 관계를 가진다.
- oneM2M:Service: oneM2M:Device 클래스에서 정의된 사물의 서비스를 표현하기 위한 클래스이다. 이 클래스는 oneM2M:hasOperation 프로퍼티를 통하여 oneM2M:Operation 클래스와 관계를 가진다.
- oneM2M:Function: oneM2M:Device 클래스에서 정의된 사물의 기능을 표현하기 위한 클래스로 제어 기능 클래스(oneM2M:ControllingFunction 클래스)와 조회 기능 클래스(oneM2M:Measuring Function 클래스)를 하위 클래스로 가진다.
- oneM2M:Command: oneM2M:Function 클래스에서 정의된 기능을 수행하기 위한 명령을 표현하기 위한 클래스이다. 이 클래스는 해당 명령은 실제 기기를 동작할 때 사용되는 명령들을 인스턴스로 가진다.

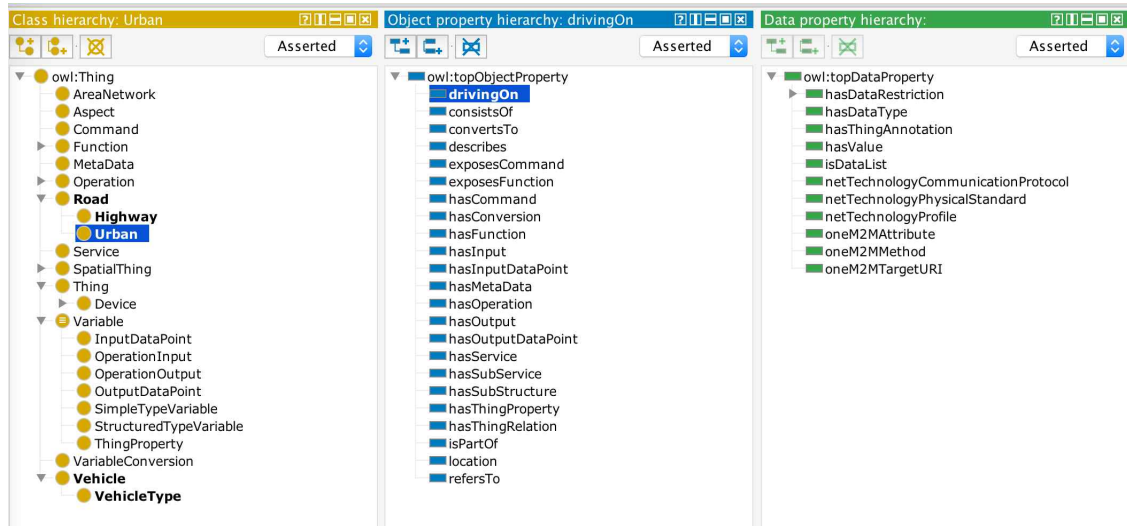
3.2 차량 인터넷 지식베이스 설계

본 절에서는 차량 인터넷 지식베이스 설계에 대하여 기술한다. 차량 인터넷 지식베이스는 사물인터넷 플랫폼과 연동하여 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 지능형 차량 어플리케이션에 요청에 따라 데이터를 제공할 수 있는 기반 구조를 제공한다. <그림 3>은 차량 인터넷 지식베이스의 구조도를 도식화 한 것이다.



<그림 3> 차량 인터넷 지식베이스 구조

<그림 3>에서 보인 것과 같이 차량 인터넷 지식베이스는 SPARQL-based Application Interface, Semantic Data Integrator, Device Executor, Semantic Data Collect, Ontology Manager, IoV Ontology의 6가지 소프트웨어 패키지로 구성되며 상세 내용은 아래와 같다.



<그림 4> 프로터지 툴을 통한 차량 인터넷 온톨로지 개발 결과

- SPARQL-based Application Interface: 본 소프트웨어 패키지는 모바일 어플리케이션, 서비스 플랫폼 등의 외부 플랫폼에서 지능형 차량 서비스를 개발 할 때 차량 인터넷 지식베이스로 요청하고자 하는 쿼리 등의 연결하는 인터페이스를 정의한다.
- Semantic Data Integrator: Semantic Data Collector로부터 수집된 시맨틱 데이터를 통합하는 기능을 정의한다.
- Ontology Manager: IoV Ontology 데이터베이스를 관리하기 위한 소프트웨어 패키지로 Semantic Data Integrator로부터 수집 및 통합 처리된 데이터를 온톨로지 데이터베이스를 저장하는 기능을 정의한다. 또한 SPARQL-based Application Interface로부터 오는 요청에 따라 Ontology Manager은 IoV Ontology 데이터베이스에 검색을 시도하여, 어플리케이션에서 요청한 데이터 및 정보를 생성하는 기능을 정의한다.
- Device Executor: 외부 어플리케이션으로부터 최

종적으로 디바이스 제어를 할 때 Mobius와 연동하여 가상 사물로 정의된 리소스를 접근하여 실제계에 존재하는 기기를 제어 또는 상태조회 등의 기능 포함한다.

- Semantic Data Collector: Semantic Data Collector은 Mobius 내의 SemanticDescriptor 리소스에 접근하여 Mobius에 등록된 사물의 시맨틱 표현을 수집하는 기능을 가진다.
- IoV Ontology: 본 논문에서 정의한 차량 인터넷 온톨로지를 관리하기 위한 데이터로 Ontology Manager를 통하여 추가/삭제되는 RDF들을 관리하는 기능을 정의한다.

IV. 차량 인터넷을 위한 지식베이스 구축

본 절에서는 앞서 설계한 차량 인터넷을 위한 지식베이스 구축에 대하여 기술한다.

4.1 차량 인터넷 온톨로지 개발

차량 인터넷 온톨로지는 프로티지 (protege)[13] 툴을 이용하여 개발하였다. 프로티지는 잘 알려진 온톨로지 개발 및 편집을 위한 온톨로지 저작도구이다. <그림 4>는 프로티지 툴을 통하여 개발된 차량 인터넷 온톨로지를 보인 것이다. <그림 4>에서 노란색 표기는 차량 인터넷 온톨로지의 클래스를 나타낸 것이며, 파란색 표기는 차량 인터넷 온톨로지의 오브젝트 프로퍼티를 나타낸 것이다. 마지막으로 초록색 표기는 차량 인터넷 온톨로지의 데이터 프로퍼티를 나타낸 것이다.

oneM2M BaseOntology 및 GEO Position 온톨로지를 정합하기 위하여 온톨로지 개발 시 프로티지의 import 기능을 통하여 각각의 온톨로지가 저장되어 있는 서버로부터 온톨로지를 가지고 올 수 있도록 개발 되었다. 따라서 해당 온톨로지가 수정되었을 경우 실시간으로 수정된 내용이 반영 될 수 있도록 개발되었다.

4.2 차량 인터넷 지식베이스 구축

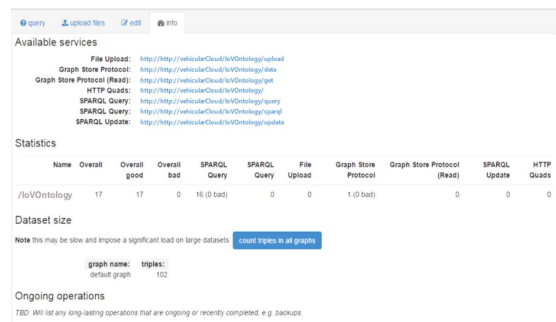
본 절에서는 차량 인터넷 지식베이스 구축에 대하여 기술한다. 차량 인터넷 지식베이스는 앞서 3장에서 언급한 것과 같이 차량, 차량 내 센서 및 액추에이터, 그리고 차량 주변환경의 센서 및 액추에이터를 사물로 등록하고 이를 관리할 수 있는 사물인터넷 플랫폼과 등록된 사물을 개념적 모델을 온톨로지를 이용하여 정의하고, 이를 관리하기 위한 지식베이스 플랫폼으로 나뉜다.

사물인터넷 플랫폼은 전자부품연구원에서 개발한 Mobius 플랫폼을 이용하였으며, 국제 사물인터넷 표준인 oneM2M에서 정의한 Resource 구조를 준수하였다[14]. 따라서 차량, 센서 및 액추에이터 등은

Mobius 플랫폼에 <AE> 리소스로 등록되고, 각각의 기능 및 제어구조는 <Container> 리소스와 <contentInstance> 리소스에 등록될 수 있도록 구현되었다[15]. 또한 차량 및 사물 기기들은 차량 인터넷 온톨로지를 준수하여 시맨틱 리소스로 정의하여 <semanticDescriptor> 리소스에 등록될 수 있도록 구현되었다.

지식베이스 플랫폼은 아파치 서버 기반으로 개발되었으며, 프로그램 언어는 자바를 이용하여 개발하였다. 온톨로지와 관련된 소프트웨어 패키지는 아파치 그룹에서 제공하는 Jena API[16]를 사용하여 개발하였다.

지식베이스 플랫폼에서 외부의 애플리케이션에게 정보를 제공하기 위한 SPARQL-based Application Interface 소프트웨어 패키지는 W3C에서 규격화된 SPARQL Update 1.1 규격[17]을 준수하여 개발되었으며, 외부의 애플리케이션에서 HTTP 프로토콜을 이용하여 접근할 수 있도록 아파치 그룹에서 제공하는 Fuseki[18]를 이용하여 개발되었다. 또한 IoV Ontology 데이터베이스는 아파치 그룹에서 제공하는 TDB(Turtle DB)[19]를 이용하여 구축하였다. <그림 5>는 TDB 및 Fuseki를 이용하여 개발된 차량 인터넷 지식베이스 플랫폼의 접속화면을 보인 것이다.



<그림 5> TDB 및 Fuseki를 통하여 개발된 지식베이스 접속화면

따라서 외부의 애플리케이션은 지능형 차량 서비스를 개발하기 위하여 필요 정보를 차량 인터넷 지식베이스로 요청할 수 있으며, 이를 기반으로 실제 계에 존재하는 차량 내 센서 및 액츄에이터, 그리고 차량 환경에 설치된 센서 및 액츄에이터를 제어 및 조회할 수 있다. 이를 위하여 지식베이스 플랫폼은 oneM2M에서 정의한 Mca 인터페이스를 통하여 Mobius로 제어 및 조회 명령을 전달할 수 있도록 개발되었다.

IV. 결론

본 논문에서는 차량 인터넷 환경에서 지능형 서비스 제공을 위한 기반 구조인 차량 인터넷 지식베이스 플랫폼을 제안하였다. 제안하는 지식 베이스 플랫폼은 사물인터넷 플랫폼과 연동을 통하여, 차량 내 센서 및 액츄에이터, 그리고 차량 주변 환경 내 설치된 센서 및 액츄에이터들을 제어할 수 있게 개발 되었다. 뿐만 아니라, 온톨로지를 이용하여 각 사물로부터 수집된 데이터의 의미를 부여하고, 이를 기반으로 타 애플리케이션에게 지능형 서비스 제공을 위한 정보를 제공할 수 있도록 개발되었다. 이를 통해 실제 차량 인터넷 환경에서 다양한 도메인과 융복합하기 위한 기반 구조를 제시하였다. 향후 연구로는 본 논문에서 개발된 지식베이스를 기반으로 차량 인터넷 환경에서 데이터의 의미 해석 및 환경 해석을 통하여 지능형 차량 서비스에 대한 개발이 이루어져야 한다.

참고문헌

- [1] APEC, "White Paper of Internet of Vehicles (IoV), 50th Telecommunications and Information Working Group Meeting, 2014.
- [2] He, Wu, Gongjun Yan, and Li Da Xu, "Developing vehicular data cloud services in the IoT environment," IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2014.
- [3] Papadimitratos, Panos, et al., "Vehicular communication system: Enabling technologies, applications, and future outlook on intelligent transportation," IEEE Communications Magazine, 2009.
- [4] Diewald, Stefan, et al., "Mobile Device Integration and Interaction with V2X Communication," World Congress on Intelligent Transport System, 2012.
- [5] Bucher, Harald, et al., "A V2X Message Evaluation Methodology and Cross-Domain Modeling of Safety Application in V2X-enabled E/E-Architectures," Institute for Information Processing Technology(ITV), 2015.
- [6] Cheng, JiuJun, et al., "Routing in internet of vehicles: A review," IEEE Transactions on Intelligent Transportation System, 2015.
- [7] Turk, Ziga, "Construction informatics: Definition and ontology," Advanced Engineering Information, 2006.
- [8] Brickley, Dan, and Ramanathan V. Guha, "RDF vocabulary description language 1.0 RDF schema," 2004.
- [9] Bechhofer, Sean, "OWL: Web ontology language," Encyclopedia of Database Systems.

Springer US, 2009.

[10] Horrocks, Ian, et al., "SWRL: Asemantic web rule language combining OWL and RuleML," W3C Member submission, 2004.

[11] oneM2M TS-0012, "Base Ontology," oneM2M standardization, 2016.

[12] GEO Ontology, <https://www.w3.org/2003/01/geo/>

[13] Protege, <https://protege.stanford.edu/>

[14] Jaeho Kim, et al., "Standard-based IoT platforms interworking: implementation, experiences, and lessons learned," IEEE Communications Magazine, 2016.

[15] oneM2M TS-0001, "Functional Architecture," oneM2M standardization, 2016.

[16] Jena API, <https://jena.apache.org/>

[17] Seaborne, Andy, et al., "SPARQL/Update: A language for updating RDF graphs," W3C member submission 15, 2008.

[18] Apache Jena Fuseki, <https://jena.apache.org/documentation/fuseki2/index.html>

[19] Apache TDB, <https://jena.apache.org/documentation/tdb/index.html>

■ 저자소개 ■



류 민 우
(Ryu Minwoo)

2017년 1월~현재
KT 융합기술원 전임연구원
2011년 2월~2016년 12월
전자부품연구원 선임연구원
2012년 8월 광운대학교 컴퓨터과학과(공학박사)
2009년 8월 광운대학교 컴퓨터과학과(공학석사)

관심분야 : 사물인터넷, 시맨틱 웹, 글로벌 상호연동, 사물인터넷 표준화
E-mail : mw.ryu@kt.com



차 시 호
(Cha Sihoo)

2009년 3월~현재
청운대학교 멀티미디어학과 교수
1997년 7월~2000년 2월
대우통신 종합연구소 선임연구원
2004년 2월 광운대학교
컴퓨터과학과(공학박사)

관심분야 : 네트워크 관리, 차량 통신 네트워크, 무선 센서 네트워크, Web of Things
E-mail : shcha@chungwoon.ac.kr

논문접수일 : 2017년 11월 23일
수정일 : 2017년 12월 05일
게재확정일 : 2017년 12월 06일