

사물인터넷에서 화재 감시를 위한 엣지형 온톨로지

임혜령*, 김유진**, 정인범*

*강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

**고려대학교 컴퓨터학과

gpfudgpds@kangwon.ac.kr, lakeeye1220@korea.ac.kr, ibjung@kangwon.ac.kr

Edge Ontology for Fire Monitoring in Internet of Things

Hyeryeong Lim*, Yujin Kim**, Inbum Jung*

*Dept. of Computer and Communication Engineering, Kangwon National University

**Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University

요 약

사물인터넷 시대에 스마트 홈들의 출현으로 엣지 지역에서의 정확한 화재 감지 및 대응 기술에 대한 필요성이 요구되고 있다. 그러나, 화재 감지 동작에서 오작동으로 인한 잘못된 정보를 제공하거나, 감지 기기로부터의 불충분한 정보 제공은 화재 감지/예방을 효과적으로 수행하기 어렵게 한다. 본 논문에서는 사물인터넷 엣지 지역에서 기존의 다양한 센서들을 통해 데이터를 수집하여 온톨로지 에서 추론과정을 진행하는 엣지형 온톨로지 시스템을 구현한다. 본 논문에서는 추론된 정보를 바탕으로 사물인터넷 엣지에서 발생하는 화재 사건에 대한 정확한 판단할 수 있게 한다. 제안된 화재 추론 온톨로지를 이용해 기존의 화재감지기가 제공하는 정보 뿐 만 아니라 화재 정보에 대한 확장된 정보를 사용자에게 제공하므로 사용자 유용성을 개선될 수 있음을 보인다.

1. 서론

사물인터넷 연구가 활발히 진행되면서 각종 센서의 개발 및 소형화가 이루어지고 스마트기기도 다양해지고 있다. 이에 따라, 연결된 장치들에서 받아 오고 처리해야 할 데이터의 양도 급격히 증가하고 있다. 기존의 클라우드 컴퓨팅은 중앙 서버에 연결된 수많은 장치들로부터 데이터를 받아와 처리한다. 대용량의 데이터 처리로 인해 실시간적 응답에 대한 지연이 발생한다. 이러한 문제를 보완하기 위해 말단의 장치들에서 실시간적으로 데이터를 수집, 판단, 학습을 통해 처리해 가공된 정보를 제공하는 엣지컴퓨팅에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

실내에는 다양한 종류의 화재감지기가 비치되어 있다. 실내에서 주로 사용되는 화재감지기로는 열감지기와 연기감지기가 있다. 그러나 단순히 열감지 혹은 연기의 감지로는 오작동하는 경우가 발생한다. 예를 들어, 화장실에서 뜨거운 물을 사용한 후 수증기가 가득 찬 상태에서 문을 열어 수증기로 인해 화

재 경보가 발생하는 경우가 있다. 열화상카메라와 같은 장비를 이용해 화재를 감지하는 경우 일반적으로 실내에 위치한 화재감지기보다 높은 성능을 보일 수 있지만 다양한 곳에 위치시키기에는 비용적인 면에서 한계가 있다. 또한 화재감지기는 높은 곳에 비치해 실내 공간의 아래 부분에서 발생하는 위험을 대처하기에 어려움이 있다. 따라서 저비용으로 다양한 측면에서 효율적으로 화재를 감지할 수 있는 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 온톨로지가 엣지에서 얻어온 센서의 데이터 값을 이용하여 실내에서의 화재 위험에 대해 사용자의 판단을 개선시키는 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안된 화재 감지 온톨로지에서는 엣지에서 수집된 센싱 데이터를 이용해 정의된 공리들을 통해 현재 실내 상태를 추론해 정보를 제공한다. 따라서 주변에서 쉽게 구비할 수 있는 센서들을 통해 오작동 발생을 줄이며 다양한 엣지 환경에서 이용 가능한 화재 추론 엔진을 구축하였다. 엣지 환경과 온톨로지를 이용함으로써 사용자에게 기존 클라우드 컴퓨팅과 달리 사용자에게 스마트한 정보와 실시간적 서비스를 제공할 수 있다.

본 연구 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1F1A1058835)

2. 관련연구

2.1 온톨로지

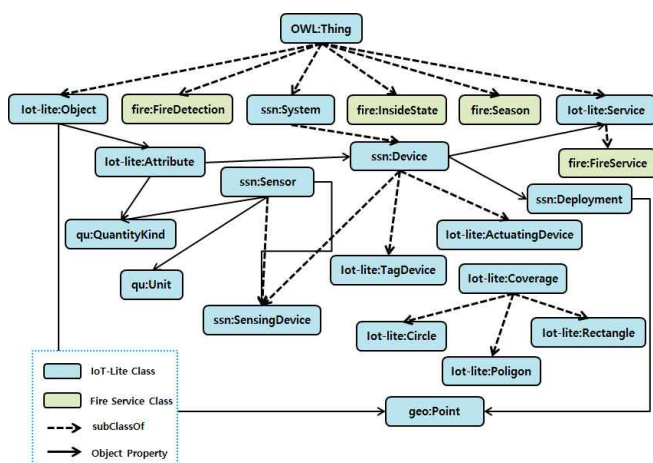
온톨로지는 개념화의 사양이다[2]. 개념과 개념들 간의 상호 관계를 표현한 지식을 특징에 따라 분류하고, 관계를 형성하며 형식적이면서 제약 조건들을 명시적으로 정의한 학문이다. 온톨로지를 매개체로 서로 다른 정보 시스템들이 시스템 간의 정보 공유를 통해 하나의 시스템처럼 운용될 수 있다. 또한 온톨로지는 개념의 속성과 개념의 상관관계 및 제약 조건, 공리를 정의하여 데이터에 의미를 부여할 수 있다. 각 개념들 간의 관계를 제약조건을 통해 규정하고 개념들 간의 제약조건과 공리들을 적용함으로써 정보에 대한 의미를 부여하고 이를 통해 의미에 대한 소통과 새로운 추론을 가능하게 한다.

2.2 IoT-Lite 온톨로지

IoT-Lite 온톨로지는 기존의 SSN (Semantic Sensor Networks) 온톨로지를 기반으로 한 사물인터넷 환경에서 사용하기 적합한 경량화 온톨로지이다. IoT-Lite 온톨로지는 검색을 중점으로 쿼리에 대한 응답을 제공할 수 있는 최소 개념 및 관계를 찾는다. IoT 애플리케이션의 데이터 분석에 가장 많이 사용되는 개념만을 사용하므로 대규모 IoT 어플리케이션에서 쿼리 처리의 메모리 및 계산 비용을 절감할 수 있다. 경량형 온톨로지이므로 상대적으로 빠른 주석과 처리시간을 허용하는 핵심 경량 온톨로지이며, 확장 가능한 응답 시스템을 개발할 수 있다는 특징을 가지고 있다[3].

3. 사물인터넷에서 화재 감시 엣지형 온톨로지

본 논문에서는 엣지를 기반으로 센서들을 통해 얻어낸 데이터들을 이용하여 실내 화재 위험성을 판



(그림 1) 화재 온톨로지 모델의 Class 계층 관계

단할 수 있는 시스템을 제안한다. 구현한 온톨로지에서는 온도, 습도, 일산화탄소의 값을 입력받아 추론된 결과를 반환한다. 그림 1은 제안하는 화재 감시 온톨로지 모델의 Class 계층 관계를 나타낸 것이다. 구현한 온톨로지는 오픈 플랫폼으로 도메인 모델 및 지식 기반의 관리 시스템인 Protege를 이용해 구축하였다.

그림 2는 IoT-Lite 온톨로지를 기반으로 추가적으로 정의한 Class와 Class의 속성을 나타내는 Object Property, 각 Class에 속하는 각각의 센서로부터 받아온 데이터들의 자료형을 나타내는 Data Property의 계층 관계이다. 본 논문에서 사용한 센서는 온도 센서, 습도 센서, 일산화탄소 센서이다. Sensor 클래스에서 센서들이 가지는 값에 대한 정보를 double형의 값으로 Data Property에 들어가 있다. 따라서 현재 측정된 센서들의 값을 인스턴스화하여 사용자가 원하는 시간의 현재 실내 정보를 제공할 수 있다. 인스턴스화 된 현재 실내의 상태에 대한 센서 데이터는 해당 Class의 속성인 Object Property를 내포하고 있다. 인스턴스화 된 실내 상태에 대한 데이터는 클래스의 의미와 속성을 모두 내포해 정형화 된 의미기반의 데이터가 된다.

그림 3은 각 클래스 간의 공리를 정의한 것이다. 클래스 표현 문법을 사용하여 각 클래스간의 관계를 표현한다. 온도와 습도는 보건복지부와 질병관리본부에서 정한 실내 온도를 기준으로 제약 사항을 정의한다[4]. 계절에 대한 클래스를 정의하고 제약사항을 통해 해당 계절에 따른 실내 적정 온도 상태는 AverageRoomTemperature 클래스에, 적정 습도 상태는 AverageHumidity 클래스에 정의한다. 온도는



(그림 2) Class, Object Property, Data Property의 계층관계



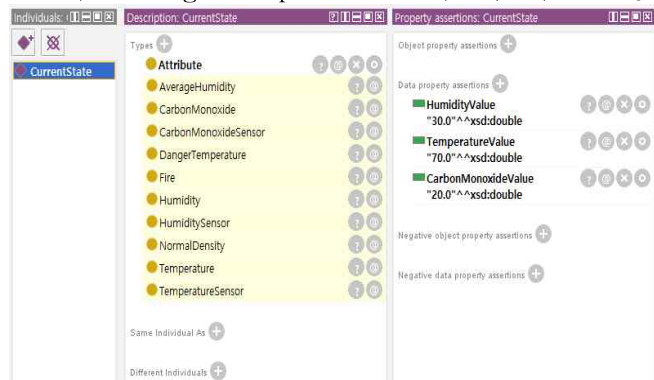
(그림 3) General Class Axioms

일반 화재감지기 경보가 온도가 60도에서 70도 사이에 도달할 경우 발생하는 점을 바탕으로 클래스의 구간이 결정된다. 일산화탄소는 가스안전공사의 기준을 따른다[5]. 일산화탄소의 정상 농도는 20ppm으로 농도가 짙어짐에 따라 사람의 인체에 치명적이다. 정상 농도의 경우를 NormalDensity 클래스에 정의하고 이를 기준으로 추가적으로 7단계로 클래스에 제약사항을 이용해 정의하였다.

4. 구현 결과

각 센서의 데이터를 이용해 실내 화재 위험성을 판단하는 화재 온톨로지를 구현하였다. 그림 4는 센서로부터 받아온 데이터를 인스턴스화를 통해 정보를 담고 있는 현재 상태 CurrentState 인스턴스에 대한 추론 결과의 한 예시이다. 인스턴스는 온도, 습도, 일산화탄소의 속성을 포함하고 있는 Attribute 클래스에 속하고 데이터 값의 속성을 표현한 Data Property로 TemperatureValue, HumidityValue, CarbonMonoxideValue의 값을 가지고 있다. 해당 데이터를 이용해 Protege의 추론한 결과는 ‘Types’부분에 노란색바탕으로 속해있는 클래스로 출력된다.

실험 결과에서 70도를 넘어선 값에 대한 정보를 표현하는 DangerTemperature 클래스와 적절한 상



(그림 4) CurrentState에 대한 추론 결과

태의 습도를 나타내는 AverageHumidity 클래스, 그리고 일산화탄소를 포함하고 있는 CarbonMonoxide 클래스를 출력하고 있다. 구축된 엣지 온톨로지의 추론 결과를 사용해 현재 실내 상태가 불이 난다고 판단하는 Fire 클래스를 통해 현재 불이 난 상태라는 정보를 얻게 되므로 화재 감시에 대한 사용자 유용성이 개선된다.

기존의 엣지 컴퓨팅과 경량형 온톨로지를 통해 클라우드 컴퓨팅에서 보장하기 어려운 실시간적 서비스와 단순한 센싱데이터의 제공을 넘어 추론된 정보를 제공하므로 스마트한 정보 제공과 서비스 연속성을 유지할 수 있다.

5. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 사물인터넷의 다양한 엣지 공간에서 이용할 수 있고 경량화된 온톨로지를 이용해 저비용으로 효율적으로 화재에 대한 판단을 할 수 있는 화재 감지 엣지 온톨로지 시스템을 구축하였다. 화재 감지를 위한 엣지형 온톨로지 시스템에서는 각 센서를 통해 측정된 데이터를 현재 실내 상태의 인스턴스화를 통해서 사용자에게 화재에 대한 위험 판단과 센서의 데이터에 대한 확장된 정보를 사용자에게 제공하므로 정보 결과에 대한 사용자 유용성을 향상시킨다.

향후에는 카메라 센서를 추가해 객체 인식을 통해서 가연성 물체의 판단 여부를 포함해 화재 위험성 판단에 대한 더 다양한 정보를 제공해주므로 사용자 유용성을 더욱 개선할 계획이다. 또한, 실내 자율 주행 객체에 적용시켜 다양한 엣지 공간을 주행하며 화재 위험에 대해 사용자에게 정보를 제공할 수 있는 추론 엔진 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] 박현문, 황태호. 엣지컴퓨팅기술의 변화와 동향. 한국통신학회지(정보와통신), 36(2), 41-47. 2019
- [2] Xiao, G. Calvanese, D. Kontchakov, R. Lembo, D. Poggi, A. Rosati, R. & Zakharyashev, M. Ontology-based data access: A survey. IJCAI Organization. 2018
- [3] M.B, T.E, K.T. ,”IoT-Lite: A Lightweight Semantic Model for the Internet of Things”, IEEE 2016, pp.90-97
- [4] 보건복지부 [Online]. <http://www.mohw.go.kr>
- [5] 한국가스안전공사[Online]. <http://www.kgs.or.kr>