

다양한 사물인터넷 서비스 제공을 위한 IoT 미들웨어 설계

백문기*, 오정훈*, 이규철*

*충남대학교 컴퓨터공학과

e-mail: {zmzment, vicer6, kcleee}@cnu.ac.kr

Design of an IoT Middleware to Provide Novel IoT Services

Moon-Ki Back*, Jung-Hoon Oh*, Kyu-Chul Lee*

*Dept. of Computer Science and Engineering, Chungnam National University

요약

사물인터넷 시장의 성장으로 다양한 장치가 등장하였으며 장치 간 상호운용을 통해 새로운 형태의 서비스 시나리오가 제시되고 있다. 하지만 실제 서비스로 이어지기 위해서는 단순히 장치 간 상호연동을 넘어 서비스를 제공하는 분야의 요구사항을 만족해야 한다. 본 논문은 이질적인 장치의 상호운용에 실시간성, 신뢰성을 부여하여 새로운 사물인터넷 서비스를 가능하게 하는 IoT 미들웨어를 제안한다.

1. 서론

사물인터넷 플랫폼 표준을 제정하는 oneM2M에서는 여러 산업분야의 요구사항을 분석하여 7 개 산업분야의 33 가지 대표 유스케이스[1]를 정리하였다. 이 유스케이스들은 사물 간 상호운용을 바탕으로 새로운 서비스가 가능함을 보여주면서 산업분야별 특정 요구사항도 함께 제시한다. 예를 들면, 흡자동화 서비스는 사용자의 일상정보를 바탕으로 이질적인 가전기기를 상호운용한다. 또한 헬스케어 서비스는 체온, 심박수 등의 신체 정보를 적시마다 확인하는 실시간 요구사항이 있다.

전형적인 사물인터넷 서비스는 제한된 자원으로 운용되는 사일로(Silo) 형태의 환경을 게이트웨이를 [2] 통해 사물인터넷으로 연결하여 이루어지는 단방향 서비스이다. 게이트웨이는 지그비(ZigBee), 블루투스(Bluetooth) 등의 장치 프로토콜을 통해 장치로부터 물리적 정보를 수집하고, 이를 서버로 전달하는 중계자 역할을 수행한다. 하지만 사물인터넷 시장의 급격한 성장과 함께 장치의 성능도 높아졌으며, 사물인터넷에 직접연결 가능한 TCP/IP 기반의 장치가 등장하였다. 그에 따라 게이트웨이 연구는 미들웨어 기반의 사물인터넷 아키텍처[3]로 확장되었다. 미들웨어 기반의 사물인터넷 아키텍처는 기존 자원에 제약이 있는 장치의 상호운용을 지원하기 위해 지그비, 블루투스 등의 장치 프로토콜을 지원하고, 상대적으로 자원에 여유가 있는 장치의 상호운용을 위해서 MQTT(Message Queue Telemetry), CoAP (Constrained Application Protocol) 등의 응용 프로토콜을 지원한다. 하지만 단순히 프로토콜의 상

호 변환만으로 다양한 사물인터넷 서비스 요구사항을 만족하는데 한계가 있다. 대표적으로 건강 모니터링 서비스는 장치를 통해 측정한 환자의 호흡 정보를 300ms 이내로 서버에 전달해야 하는 실시간 요구사항이 있다[4]. 따라서, 사물인터넷 미들웨어는 실시간, 신뢰성 등의 구체적인 서비스 요구사항을 지원할 수 있어야 현실적인 사물인터넷 서비스 제공에 기여할 수 있다.

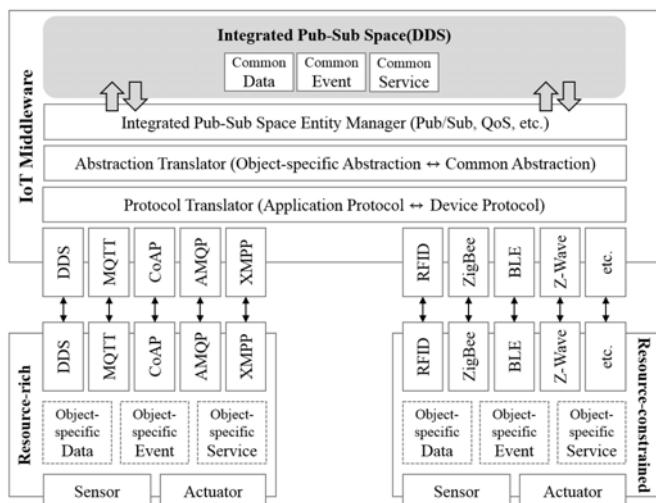
DDS(Data Distribution Service)[5]는 이질적인 장치를 연동하기 위해 OMG(Object Management Group)에서 제정한 응용 프로토콜이다. DDS는 대규모 시스템의 실시간 및 신뢰성 높은 정보교환을 목적으로 하기 때문에 주로 국방과학 분야에서 활용되었다. 따라서, 구축비용이 높고 전력 소모가 높아 사물인터넷 장치에 적용하기 어려웠다. 하지만, 최근 RTI, PrismTec 등의 DDS 벤더들은 사물인터넷 환경을 고려해 DDS를 경량화하는데 성공하였다[6].

본 논문은 사물인터넷 환경의 다양한 서비스 요구사항을 만족하기 위한 DDS 기반의 IoT 미들웨어를 제안한다. 사물인터넷 미들웨어는 표준기반으로 사물인터넷 정보를 일관성있게 명세하여 다양한 장치 및 응용 프로토콜로 상호변환한다. 게다가 DDS의 QoS(Quality of Service)를 활용하여 실시간 및 신뢰성 있는 정보를 교환을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 다양한 사물인터넷 서비스 제공을 위한 IoT 미들웨어를 소개하고, 3 장에서 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 논한다.

2. IoT 미들웨어 설계

사물인터넷 장치는 TCP/IP 지원 유무에 따라 두 종류로 구분된다. MCU(Micro Controller Unit), 저용량 메모리 등 제한된 자원으로 저비용의 센싱 환경을 구축하기 위한 장치들은 지그비, 블루투스 등의 장치 프로토콜을 기반으로 운용된다. 반면 CPU, 고용량 메모리, Etherent 인터페이스 등 상대적으로 자원이 풍부한 장치들은 TCP/IP 지원하며, MQTT, CoAP 등의 응용 프로토콜을 기반으로 운용된다. IoT 미들웨어는 다양한 장치 및 응용 프로토콜을 지원하여 사물인터넷에 사실로 형태로 존재하는 장치와 사물인터넷에 직접 연결하는 장치 간 상호 프로토콜 변환이 가능하다.



(그림 1) IoT 미들웨어의 구조도

사물인터넷의 장치들은 크게 센서를 통해 물리적 정보를 수집하거나 액추에이터(Actuator)를 통해 다른 장치를 제어하는 작업을 수행한다. 장치들은 각 장치에 종속적인 정보만을 처리할 수 있으며, 미리 정의되지 않은 정보에 대해서는 처리가 불가능하다. IoT 미들웨어는 장치 간 이질적인 정보 명세를 해결하기 위해 표준 IDL(Interface Description Lanuage)를 바탕으로 공통 정보 명세를 제공한다. 공통 정보 명세는 주기적으로 생산되는 데이터, 특정 조건을 만족하면 발생하는 이벤트, 요청-응답 방식의 서비스로 나누어 명세하기 때문에 센서 역할을 수행하는 장치와 액추에이터 역할을 수행하는 장치 모두를 지원할 수 있다.

MQTT, CoAP 등 사물인터넷 응용 프로토콜은 발간-구독 형태로 정보를 교환한다. 하지만 이들은 브로커(Broker)를 중심으로 스타(Star) 토플로지 형태의 빌간-구독이 이루어지기 때문에 브로커의 고장이 시스템 전체의 고장으로 이어지는 문제가 있다. 게다가 교환하는 정보가 늘어나면 브로커의 성능을 올려야 하기 때문에 확장성이 낮다. IoT 미들웨어는 메쉬(Mesh) 형태로 정보를 발간-구독하기 때문에 특정 노드의 고장이 시스템 동작에 영향을 주지 않는 내고장성(fault-tolerance) 있는 연동이 가능하다. 게다가 DDS의 데드

라인(Deadline), 최소 연동 지연시간(Latency), 연동확인(Acknowledge) 등의 실시간 및 신뢰성 QoS를 활용하여 정보 연동에 실시간성을 부여한다.

3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 사물인터넷 시장의 성장과 함께 등장한 다양한 서비스 요구사항을 만족하기 위한 DDS 기반의 IoT 미들웨어를 제안했다. 제안하는 IoT 미들웨어는 기존 장치와 새롭게 등장하는 장치 모두를 상호연동하여 다양한 서비스 제공을 가능하게 한다. 게다가 실시간성 및 신뢰성 있는 상호연동을 통하여 건강 모니터링 등의 단순 상호연동만으로 제공하기 어려운 서비스를 구현하는데 기여할 수 있다.

향후 연구로는 제안한 IoT 미들웨어를 실제로 구현하여 다양한 사물인터넷 환경에서 동작을 검증하고, 사물인터넷 표준 기관에서 정리한 유스케이스를 바탕으로 실시간성, 신뢰성 외 다른 서비스 요구사항을 지원하기 위한 추가적인 요소를 고민해볼 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2014년 교육부와 한국연구재단의 지역 혁신창의인력양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014H1C1A1066721)

참고문헌

- [1] oneM2M, "oneM2M Use Cases Collection", oneM2M Technical Report, 2013.
- [2] Soumya Kanti Datta, Christian Bonnet, Navid Nikaein, "An IoT Gateway Centric Architecture to Provide Novel M2M Services", IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 514-519, March, 2014.
- [3] Ala Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, Moussa Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols and Applications", IEEE Communications Surveys & Tutorials, June, 2015.
- [4] Tuan Nguyen Gia, Amir-Mohammad Rahmni, Tomi Westerlund, Pasi Lijeberg, and Hannu Tenhunen, "Fault Tolerant and Scalable IoT-based Architecture for Health Monitoring", IEEE Sensors Applications Symposium, 2015.
- [5] OMG, "Data Distribution Service for Real-time Systems version 1.2", <http://www.omg.org/spec/DDS/1.2/PDF/>, 2007.
- [6] PRISMTECH, "Messaging Technologies for the Industrial Internet and Internet of Things Whitepaper version 1.9", 2015.