

사물인터넷 환경에서 분리된 망의 양방향 연동을 위한 MQTT 어댑터

오길탁^o, 오정훈, 백문기, 이규철[†]
충남대학교 컴퓨터공학과
e-mail : {ogt0329, vicers5, zmzment, klee}@cnu.ac.kr

MQTT Adaptors for Interconnection of Divided Networks in the IoT Environment

Gil-Tak Oh^o, Jung-Hoon Oh, Moon-Ki Back, Kyu-Chul Lee[†]
Department of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

사물인터넷 시장의 발전에 따라 많은 통신 프로토콜과 그에 해당하는 장비들이 발전을 하고 있다. 다양한 통신 프로토콜 사용에 따라 이질성 문제가 대두되어 이를 해결하는 미들웨어 기반의 가상 어댑터들이 나왔다. 하지만 이러한 가상 어댑터들은 통신 프로토콜 간의 이질성 문제는 해결하지만 인터넷 같은 외부 망과는 상호 호환이 안 되는 문제가 있다. 본 논문에서는 MQTT(Message Queuing Telemetry)를 활용하여 기존 가상 어댑터들과 외부 망 간 양방향 연동을 가능케 하는 MQTT 어댑터를 제안한다. 본 연구를 통하여 어댑터는 내부 센서 데이터 활용뿐만 아니라 외부 망의 데이터도 활용할 수 있어 폭넓은 상호 운용성을 확보할 수 있다.

1. 서론

사물인터넷(Internet of Things)시장의 급격한 성장에 따라 새로운 장치들과 응용프로그램들이 폭넓게 발전되었다. 이러한 응용 프로그램들은 장치들의 물리적 특성과 응용 분야에 따라 RFID(Radio-Frequency Identification), 지그비(ZigBee), BLE(Bluetooth Low Energy)와 같은 다양한 통신 프로토콜을 사용하여 장치 간 통신을 가능하게 한다 [1]. 하지만 이러한 통신 프로토콜은 각기 다른 표준 규약을 가지기 때문에 서로 호환이 되지 않는 이질성 문제를 가진다[2]. 사물인터넷에서 이질성 문제를 해결하기 위해서는 상호 운용성이 확보 되어야 하며 이러한 상호 운용성 [3]을 확보하기 위해서는 미들웨어 기반의 상호 연동 시스템이 필요하다.

미들웨어 기반의 상호 연동 시스템에는 지그비 어댑터 [4], BLE 어댑터[5]와 같은 DDS(Data Distribution Service) 미들웨어[6] 기반의 가상 어댑터들이 있다. 지그비 어댑터와 BLE 어댑터는 각각 지그비와 BLE 통신 프로토콜 장치와 연결되어있으며 DDS미들웨어를 활용하여 양방향 통신으로 다른 프로토콜 간 상호 운용성을 확보하였

다. DDS는 OMG (Object Management Group)에서 제정한 발간-구독(Publish-Subscribe)방식의 통신 미들웨어 표준이다. 국방과학 분야에서 널리 적용되는 DDS는 발간-구독 통신 방식으로 높은 상호 운용성을 제공하며 같은 도메인 내에서 데이터 중심적인 통신이 가능하다. 하지만 이러한 DDS 기반의 가상 어댑터들은 다른 도메인을 가지는 외부망(Internet)과는 연결을 할 수 없는 단점을 지니고 있다.

본 연구는 이러한 가상 어댑터들의 단점 해소에 초점이 맞추어져 있다. 이러한 단점을 해소하여 외부 망과 가상 어댑터들 간 상호 운용성이 확보된다면 특정한 상황에서 발생하는 이벤트 정보나 내부망에 있는 센서 데이터 이외에 외부망에 있는 데이터들을 사용할 수 있어 폭넓은 사물인터넷 서비스 제공이 가능해지는 장점을 확보할 수 있다. 사물인터넷 환경에서 외부망과 연결하기 위한 대표적인 사물인터넷 응용 프로토콜에는 MQTT[7], AMQP(Advanced Message Queuing Protocol), 그리고CoAP(Constrained Application Protocol)등이 있다. 2013년 OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)에 의해 표준화된 MQTT는 사물인터넷과 같이 자원이 제한된 네트워크 환경에 최적화된 경량 메시지 전송 프로토콜이다. MQTT는 다수의 사용자, 디바이스를 지원하며 응용 코드 변경 없이 기능을 사용할 수 있기 때문에 다른 사물인터넷 응용 프로토콜 보다 유연

* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과 로 수행되었음 (R7115-16-1007)

† 교신저자

성과 확장성, 그리고 신뢰성이 뛰어나다. 본 논문에서는 이러한 MQTT 프로토콜을 활용하여 가상 어댑터들이 외부망에 있는 다른 디바이스들 간의 양방향 상호 연동을 지원하는 MQTT 어댑터를 제안한다.

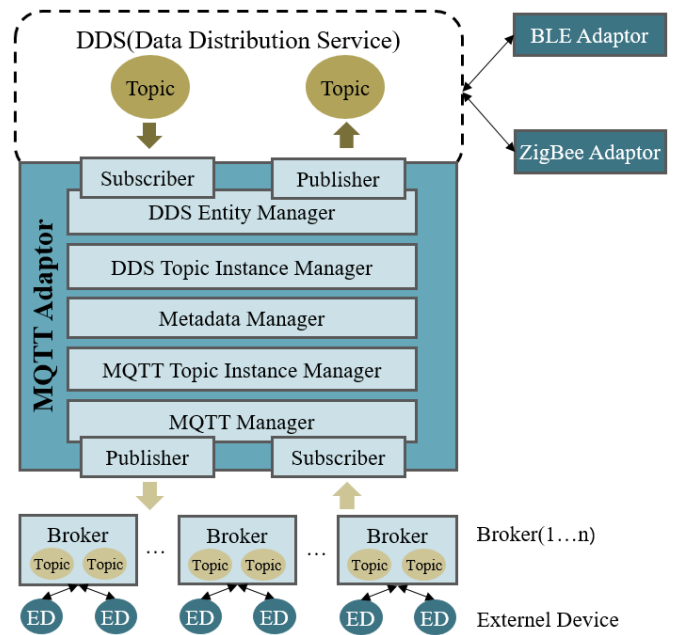
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 가상 어댑터들의 외부 서비스 연동을 위해 제안하는 MQTT 어댑터의 구조도 및 각 컴포넌트에 대해 논의하고 3장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구 방향에 대해서 논한다.

2. 연구내용

2.1 MQTT 어댑터 구조도

MQTT 어댑터는 DDS미들웨어를 통해 내부망의 가상 어댑터와 통신하고, MQTT프로토콜을 사용하여 외부망과 통신한다. MQTT와 DDS는 발간/구독방식으로 토픽 단위로 정보를 교환하는 점이 같지만 MQTT는 발간자와 구독자 사이에서 중계 역할을 하는 Broker가 필요하다. DDS의 토픽은 OMG의 IDL(Interface Definition Language)에 의해 명세 된다. IDL은 컴포넌트의 인터페이스를 묘사하기 위한 명세 언어로 특정 언어에 의존적이지 않는 토픽을 주고받기 위해 사용된다. MQTT의 토픽은 /(slash)로 구분된 계층적 구조를 갖는다. MQTT는 발간을 할 때는 보내고자 하는 토픽과 데이터를 전송하고 구독을 할 때는 해당 토픽으로 오는 정보가 있는지 여부를 확인하고 구독한다. MQTT 어댑터는 사물인터넷의 서비스 연동을 위해 클라이언트 역할과 서버 역할을 모두 수행하는 것으로서, MQTT와 DDS 기반의 토픽을 상호 변환하는 동작을 수행한다. 이러한 MQTT 어댑터는 (그림 1)과 같은 구조를 가진다. DDS Entity Manager는 DDS를 이용하기 위해 DDS 관련 엔터티를 생성할 수 있는 API를 가진 컴포넌트로 DDS 엔터티의 생성/관리/삭제를 할 수 있다. 또한 Publisher과 Subscriber을 통하여 토픽의 발간/구독하여 로컬 네트워크 영역에 있는 가상 어댑터들과 연동한다. DDS Topic Instance Manager는 DDS에서 전달받은 DDS 토픽 정보를 일반 데이터 타입으로 변환을 하거나 외부 디바이스에서 전달받아 변환된 일반 데이터를 DDS 토픽 정보로 변환한다. 또한 토픽의 유효성 검사 및 데이터 필터링하는 역할을 한다. Metadata Manager는 DDS와 외부 디바이스로부터 전달받은 데이터의 저장/관리/수정 기능을 담당한다. MQTT Topic Instance Manager는 외부 디바이스에서 전달되는 MQTT토픽 정보를 일반 데이터 타입으로 변환을 하거나 DDS에서 전달받아 변환된 일반 데이터를 MQTT 토픽 정보로 타입을 변환한다. 또한 DDS Topic Instance Manager와 마찬가지로 토픽에 대한 유효성 검사를 하여 불필요한 토픽 정보를 필터링하는 역할을 한다.

MQTT Manager는 발간자와 Broker, 구독자와 Broker 간의 연결을 수립 및 해제를 제어하는 역할을 담당하여 최종적으로 MQTT토픽 발간/구독한다. Broker는 발간자와 구독자의 IP주소를 알아야 하지만 발간자와 구독자는 서로



(그림 1)MQTT 어댑터

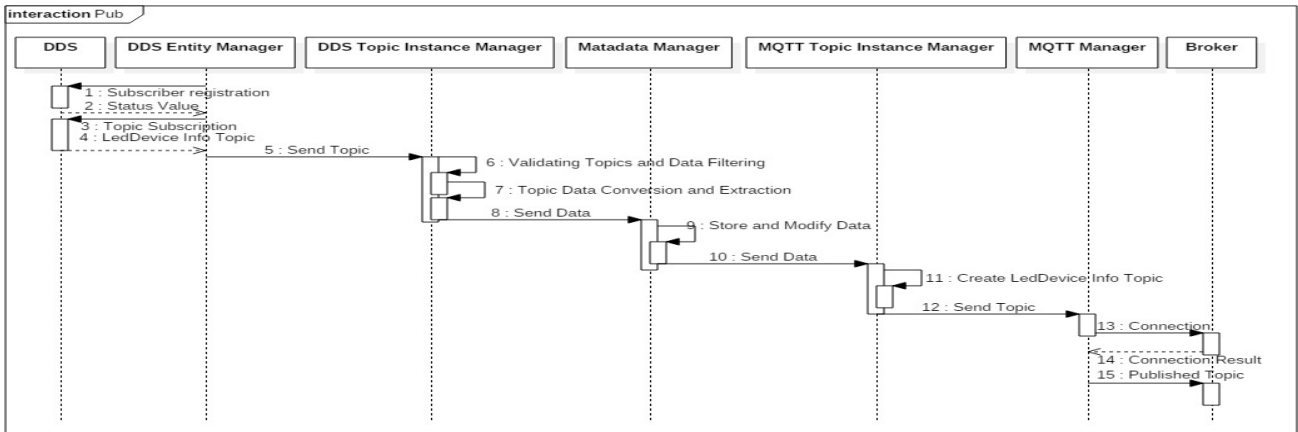
의 IP를 모르더라도 Broker를 통하여 데이터 교환이 가능하다. 이러한 방식 때문에 MQTT 어댑터는 Broker와 연결되어있는 외부망 영역의 정보를 알지 못 해도 양방향 데이터 교환이 가능하다.

2.2 MQTT 어댑터의 양방향 연동 과정

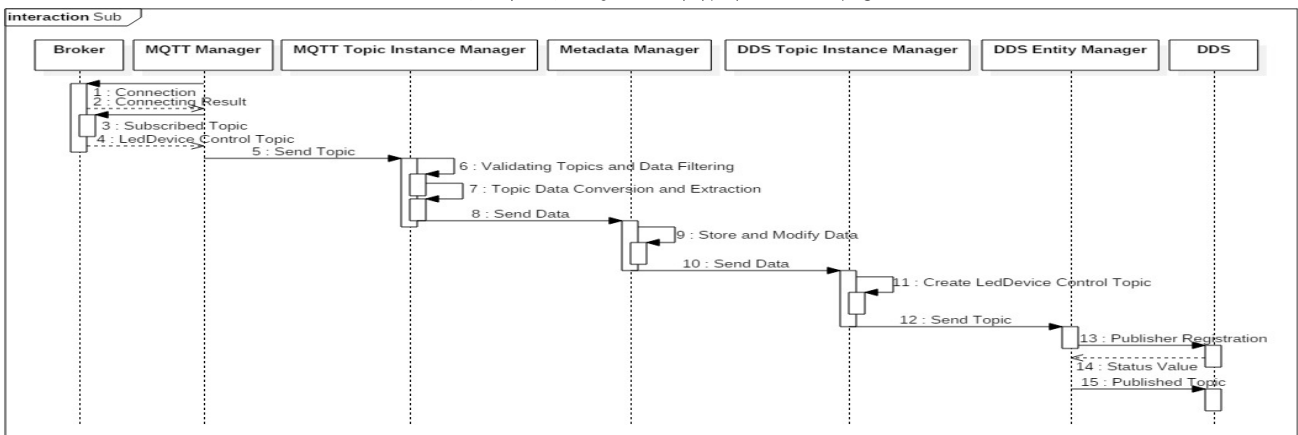
다른 인프라 프로토콜을 사용해 발생하는 이질성을 해결한 가상 어댑터들은 내부망에서의 상호 연동은 가능하나 외부망에 있는 정보를 얻어 올 수 없었다. 이를 위해 MQTT 어댑터를 설계 하였고 MQTT 어댑터의 양방향 연동을 통해 내부망의 가상 어댑터와 외부 망의 정보를 주고 받을 수 있다. (그림 2)와 (그림 3)은 MQTT 어댑터의 발간/구독 과정을 나타낸 시퀀스 다이어그램으로 가상 어댑터가 LED디바이스와 연결되어 있는 상태일 때 발간/구독 과정을 보여준다.

(그림 2)는 MQTT 어댑터의 발간 과정으로 ①에서 가상 어댑터는 DDS에 LED디바이스의 정보 토픽을 발간한다. MQTT 어댑터는 해당 토픽을 구독하고 DDS Topic Instance Manager로 정보를 넘겨준다. ⑦에서 해당 토픽의 ID값을 확인해 유효한 토픽의 경우 필요한 데이터를 추출한다. ⑩에서는 DDS Topic Instance Manager로부터 받은 데이터 중에서 관리가 필요한 속성 값에 대해 저장/관리한다. ⑫에서는 LED디바이스의 정보가 포함된 MQTT 토픽을 생성한다. 전달 받은 토픽은 Broker 서버와의 연결 후 데이터 작성자를 통해 Broker에 LED디바이스 정보 토픽을 발간하게 된다.

(그림 3)은 MQTT 어댑터의 구독 과정으로 ③에서 구독 받는 토픽은 Broker와 연결된 외부 디바이스로부터 받은 LED디바이스의 제어 토픽이다. ⑤에서는 전달 받은 토픽의 ID와 상태 값을 통해 유효성 검사를 한다. ⑩에서는



(그림 2)MQTT 어댑터 발간 과정



(그림 3)MQTT 어댑터 구독 과정

Broker를 통해 전달 받은 LED디바이스의 제어데이터를 포함한 토픽을 생성한다. ⑭에서 등록된 데이터작성자를 통해 해당 토픽을 발간하게 된다. 가상 어댑터는 맞는 토픽을 구독하고 LED디바이스에 대한 제어를 할 수 있다. 위와 같은 발간/구독 과정을 통해 MQTT 어댑터는 내부망과 외부망의 양방향 연동이 가능하다. 이를 통해 외부 디바이스는 내부망의 가상 어댑터들이 어떤 프로토콜을 사용해 센서와 연결되어 있는지 신경을 쓰지 않고도 센서에 대한 정보 모니터링과 제어를 할 수 있다. 또한 양방향 연동을 통해 내부 데이터와 외부 데이터를 융합할 수 있어 사용자에게 풍부한 서비스를 제공해 줄 수 있다.

3. 결론 및 향후 연구 과제

가상어댑터들은 내부망에서의 상호 운용성을 확보할 수 있었지만 외부망과의 연동은 되지 않아 외부망의 이벤트 정보나 데이터를 활용할 수 없다. 이를 해결하기 위해 MQTT어댑터를 통하여 가상 어댑터들이 외부 디바이스와 데이터를 교환하거나 직접적인 제어가 가능하도록 설계하였다. DDS기반의 가상 어댑터들과 통신을 하기 위해 DDS 미들웨어를 사용하고 외부망과의 통신에는 MQTT프로토콜을 활용한다. DDS와 MQTT는 서로 다른 형태의 토픽

을 가지기 때문에 토픽 변환을 통해 양방향 연동이 가능하도록 하였다.

외부 디바이스에서 MQTT 어댑터를 통해 가상 어댑터에 데이터를 전송한 결과 각 어댑터에서는 필요한 데이터를 받아 연결되어있는 장치를 제어하는 모습을 보았고 이를 활용해 가상 어댑터들이 접근하지 못 했던 외부망의 수많은 데이터들을 MQTT 어댑터를 통해 상호 연동하게 되고 이를 활용해 폭넓은 서비스를 제공할 수 있다.

추후 연구 방향으로 사물인터넷 환경에서 전송 서비스 문제를 다루는 QoS(Quality of Service)를 적용하는 연구를 진행할 계획이다. MQTT는 데이터 교환의 신뢰성을 보장하는 3가지 QoS정책을 지원하고 DDS는 23가지의 QoS정책을 지원한다. MQTT의 3 Level QoS와 DDS의 Deadline, Durability, Reliability QoS를 적용시켜 상황에 맞는 전송 서비스를 제공하는 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

[1] Ala Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, Moussa Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications", IEEE Communication

- Survey&Tutorials, vol. 17, no. 4, Jun 2015,pp. 2347-2376
- [2] Luca Mainetti, Vincenzo Mighali, Luigi Patrono “An IoT-based User-centric Ecosystem for Heterogeneous Smart Home Environments”, IEEE International Conference on Communications, Jun 2015,pp.704-709
- [3] Pratikkumar Desai, “Semantic Gateway as Service architecture for IoT Interoperability”, IEEE International Conference on Mobile Services, pp.313-319, 2015
- [4] Moon-Ki Back, Hyung-Jun Yim, Kyu-Chul lee, “Zigbee Adaptor for Two-way Data/Event/Service Interoperation in Internet of Things”, KIPS Tr. Comp. and Comm. Sys, vol 3, no 4, pp.107-114, 2014
- [5] Jung-Hoon Oh, Moon-Ki Back, Kyu-Chul lee, “Design of Bluetooth Low Energy Adaptor for Data Exchange in Internet of Things”, 한국정보처리학회 춘계 학술발표대회, vol 23, no 1, Apr 2016,pp900-902
- [6] OMG, “Data Distribution Service for Real-timeSystems version 1.4”, <http://www.omg.org/spec/DDS/1.4/PDF/>, Apr 2015
- [7] OASIS, “MQTT Version 3.1.1”, <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>, Dec 2015