

## 헬스케어 디바이스에서의 신뢰성 기반 메시지 전달 시스템

이영동\*

창신대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

### Reliability-based Message Transmission System in Healthcare Devices

Young-Dong Lee\*

Dept. of Computer Software Engineering, Changshin University

**요 약** 사물인터넷(IoT)은 개인, 공공, 산업 등 국가 사회 현안 해결의 수단으로 활용 가치가 있으며, 특히, 헬스케어산업에 사물인터넷 기술을 적용되고 있다. 사물인터넷 기반 헬스케어 서비스를 위해서는 신뢰성 및 보안성 보장이 중요하며, IoT 헬스케어 디바이스에 적합한 통신 프로토콜, 무선 송수신 기법, 신뢰성 기반 메시지 전달 등의 필요성이 요구된다. 본 논문에서는 oneM2M 기반 헬스케어 서비스 적용 모델을 제안하고 헬스케어 서비스에 적용하기 위해 체온, 가속도 센서를 통해 체온 및 활동량에 대한 상태를 측정하여 oneM2M을 기반으로 개발된 Mobius 플랫폼으로 전달하도록 시스템을 설계하고 구현하였다.

• 주제어 : 사물인터넷, 헬스케어, 신뢰성, 보안성, oneM2M

**Abstract** The Internet of Things is valuable as a means of solving social problems such as personal, public, and industrial. Recently, the application of IoT technology to the healthcare industry is increasing. It is important to ensure reliability and security in IoT-based healthcare services. Communication protocols, wireless transmit/receive techniques, and reliability-based message delivery are essential elements in IoT healthcare devices. The system was designed and implemented to measure body temperature and activity through body temperature and acceleration sensors and deliver them to the oneM2M-based Mobius platform.

• Key Words : Internet of things, Healthcare, Reliability, Security, OneM2M

---

Received 20 July 2020, Revised 15 August 2020, Accepted 20 September 2020

\* **Corresponding Author** Young-Dong Lee, Dept. of Computer Software Engineering, Changshin University, 262, Paryong-ro, Changwon-si, Korea. E-mail: ydlee@cs.ac.kr

## I. 서론

사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 사람, 사물, 공간, 데이터 등 모든 것이 인터넷으로 서로 연결되어, 정보가 생성·수집·공유·활용되는 초연결 인터넷을 의미한다[1-3]. 사물인터넷(IoT)은 개인, 공공, 산업 등 국가사회 현안 해결의 수단으로 활용 가치가 있으며, 특히, 개인 IoT는 심장박동, 운동량 등 IoT정보를 제공함으로써 개인 건강 증진에 활용 가능하다. 헬스케어 산업은 사물인터넷 분야에서 가장 경제적 파급력이 큰 산업으로서, IoT의 경제적 파급력은 약 6조 달러(2025년), 그 중 헬스케어가 15%로 1위를 차지할 것으로 전망하고 있다. 최근 의료 서비스 품질 향상에 대한 요구와 관심이 증가하고 있는 가운데, 헬스케어 업계에서 사물인터넷을 활용해 의료비 절감 및 서비스 제고를 동시에 실현하려는 시도가 활발해지고 있다. 특히 전 세계 병원들을 중심으로 사물인터넷 기술을 도입해 스마트 병원시스템을 도입하거나 원격 환자 모니터링, 고령자들의 홈케어, 만성질환 치료 및 관리 등과 같은 개인적인 의료 서비스 부문에 적용되어 소비자 의료비 절감과 품질 향상 효과를 창출 가능하다. 최근 RFID 기반 센서, 웨어러블 및 모바일 단말 등을 기반으로 한 사물인터넷 기술이 헬스케어산업의 당면 과제를 해결하고 새로운 부가 가치를 창출하는 데 크게 기여할 것으로 기대를 모으고 있으며, 2010년대에 들어 스마트폰이 활성화되고 사물들 간에 인터넷이 연결되어 정보를 교환하는 IoT 서비스가 가능해지면서 헬스케어 분야는 웨어러블 디바이스를 중심으로 스마트폰과 연동되는 동반제품(companion) 형태로 발전하게 되었다. 웨어러블 센서는 사용자의 상태를 실시간으로 모니터링하고, 필요하고 적절한 시점에 데이터를 얻을 수 있다는 측면에서 점차 보편화될 전망이다. 급성장하고 있는 헬스케어 시장에서 신뢰성 및 보안성을 보장하는 헬스케어 서비스의 필요성은 요구되고 있지만 무선통신을 기반으로 한 신뢰성 및 보안성을 보장하는 헬스케어 시스템 및 응용 서비스는 전무한 점을 고려할 때 신뢰성 및 보안성을 향상시키기 위한 연구가 필요하다. IoT기반 헬스케어 서비스를 위해서는 신뢰성 및 보안성 보장이 특히 중요시 되며, 간섭 등의 이유로 발생하는 데이터 손실은 결국 인간의 생명과 직결되어 있으므로, 무선의 단점으로 지적되는 방해물에 의한 전파방해를 극복하고 원거리까지 생체신호를 안전하게

전달하기 위한 기술들에 관한 연구가 필수적이다. 또한, 웨어러블 디바이스는 저비용, 초저전력으로 구동될 수 있도록 설계되어야 하며, 사람의 생명에 직접적인 영향을 줄 수 있기 때문에 EMC(ElectroMagnetic Compatibility), SAR(Specific Absorption Ratio) 등을 고려한 높은 신뢰성과 안정성이 요구되며, 이를 위해 토 폴리지는 멀티 홉을 지원하고, 암호화 및 인증 등의 보안 기술과 초저전력 네트워크 및 통신 기술에 관한 연구가 필요하다. IoT기반 헬스케어 서비스 환경은 작은 메모리를 가지면서 고속으로 연산할 수 있는 메커니즘을 필요로 하며, IoT 헬스케어 디바이스에 적합한 통신 프로토콜, 특히 무선 송수신 기법, 신뢰성 기반 메시지 전달 등의 필요성이 요구됨에 따라 본 논문에서는 oneM2M 기반 헬스케어 서비스 적용 모델을 제안하고 시스템을 구현 및 구동 테스트를 진행하였다.

## II. 관련 연구

데이터 분석 기술의 발전과 데이터 수집 채널이 다양하게 확대됨으로써, 단순한 센서 값으로부터 여러 복합적인 정보를 추론해 내는 분석 기술이 핵심 기술로 떠오르고 있다. 또한 웨어러블 디바이스를 통해 일상생활에서 끊임없이 자동으로 만들어지는 라이프 로그(life log)[4] 데이터는 사람들의 생활 습관이나 건강 정보 등을 풍부하게 담고 있어 헬스케어 분야의 빅데이터로써 활용 가치가 크다. 이처럼 헬스케어 웨어러블 디바이스 시장은 빅데이터 분석을 비롯해 클라우드 컴퓨팅, 소셜 네트워킹 등과 결합되어 발전해나갈 것으로 전망된다. IoT와 빅데이터는 환자의 상태를 감지, 예측, 추론하는데 필요한 중요한 기술로 스마트 헬스케어의 핵심기술로 자리잡고 있다. IoT 헬스케어 디바이스로서 웨어러블 IoT 디바이스를 통해 헬스케어 서비스 제공을 위한 운동량 정보 (칼로리 소모량, 거리, 걸음수 등), 족적 정보 (움직임, 족압 등), 심전도, 칼로리 등의 정보를 측정할 수 있으며, IoT 플랫폼과 연계하여 다양한 서비스를 제공한다. 현재까지 개발 및 출시된 대부분의 IoT 헬스케어 플랫폼 기술들은 특정 기업의 자체 고유 기술을 적용하여 개발되었으며, 개방형 보다는 폐쇄형 플랫폼에 가까우며 이로 인해 플랫폼 간 혹은 서비스 간 호환성 및 연동성이 보장되지 않고 있다. 대부분의 IoT 헬스케어 플랫폼 제품들은 ISO/IEEE 11073 PHD(Personal Health Data)[5] 표준 및

oneM2M[1-3] 국제 표준을 고려하고 있지 않다. IoT 디바이스 부분에서는 센서에서 측정된 센싱 데이터를 정보를 게이트웨이로 전송하기 위한 기술로 6LoWPAN[6], ZigBeeLP, CoAP(Constrained Application Protocol)[7]이 연구 중에 있다. Backend 부분에서는 센싱된 데이터 및 자원을 효율적으로 관리하기 위한 표준으로 IETF, IPSO, oneM2M 등의 국제표준화기구에서 다양한 표준 연구를 진행하고 있다. 사물인터넷 표준은 인터넷 프로토콜이 탑재되어 있는 다양한 센서 노드를 활용하여 CoAP/DTLS 또는 HTTP/TLS 등의 웹 기반 응용 프로토콜을 이용하여 안전하고 신뢰성 있는 통합된 서비스를 제공을 요구한다.

### 2.1 IoT 헬스케어 통신 프로토콜

oneM2M[8-10] 아키텍처 모델 기반의 필드 도메인, 인프라스트럭처 도메인에 위치하는 CSE(Common Service Entity)와 AE(Application Entity)에 대한 노드 구성을 IoT 헬스케어 서비스 적용한 모델을 제안한다. 공통서비스 플랫폼에서 제공되는 기능들을 헬스케어 서비스에 적합하도록 최적화 하는 과정을 통해 IoT 헬스케어 디바이스와 게이트웨이, 서버 간 통신 프로토콜이 적용된다. 디바이스 관리는 디바이스 자체 하드웨어 자원관리(배터리, 메모리 등), 디바이스 동작 설정 관리, 진단을 통해 언제, 어디서나 헬스케어 서비스가 가능하도록 설계 및 구현 가능하다. IoT 기반 다양한 통신 프로토콜에 대한 분석을 통해 헬스케어 서비스에 적합한 프로토콜을 적용하고, 코어 프로토콜과 실제 통신환경에서의 해당 프로토콜의 메시지와 oneM2M 프리미티브 간의 매핑 정의가 필요하다. 코어프로토콜은 발신자와 수신자 절차로 구분되며, 발신자 측면에서의 코어 프로토콜 절차와 수신자 측면에서의 코어 프로토콜 절차를 프로그래밍 한다.

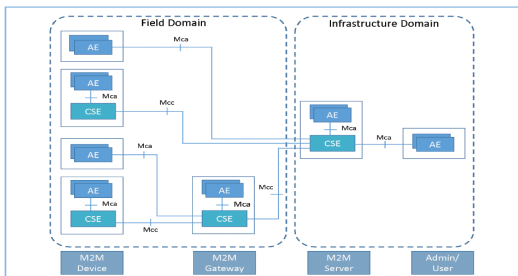


Fig. 1. OneM2M reference architecture

### 2.2 무선 송수신 기법

IoT 헬스케어 디바이스에서 센싱된 정보는 게이트웨이를 통해 호스트 시스템으로 전달한다. 무선 인체영역통신망을 위한 응용의 경우에는 환자의 급박한 상태 변화 또는 중요한 건강 상태를 실시간으로 신속하게 알려야 하기 때문에 대용량의 데이터 전송이 발생하거나 다수의 이벤트가 발생하는 경우 생체신호의 전송 지연시간의 보장이 요구된다. 심전도, 가속도, 맥박 등의 생체신호를 채널 및 패킷으로 구분하여 게이트웨이로 전송하고, 게이트웨이에서는 수신 받은 각 센서신호를 분할하여 디스플레이 한다. ZigBee Alliance에서 제정한 ZigBee 네트워크 계층은 그림 2에서와 같이 데이터 프레임 전송 및 수신하고, 네트워크 헤더를 조작하는 NLDE(Network Layer Data Entity)와 관리를 목적으로 하는 NLME(Network Layer Management Entity)로 구분된다.

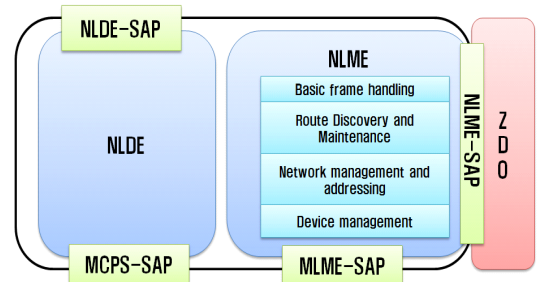


Fig. 2. ZigBee Network layer

NLDE-SAP(Service Access Point)라는 데이터인터페이스를 통해 응용지원 부분 계층의 데이터관리부와 통신한다. IEEE 802.15.4 표준의 MCPS-SAP 데이터 인터페이스를 통해 MAC 계층의 데이터관리부와 통신한다. 애플리케이션들은 ZDO(ZigBee Device Object)를 통해 네트워크 계층을 관리하며, ZDO와 네트워크 계층은 NLME-SAP 관리인터페이스를 사용해 통신한다. MAC 계층의 관리를 위해 MLME-SAP 관리인터페이스를 통해 MAC 계층과 직접적으로 통신한다.

### 2.3 신뢰성 기반 메시지 전달

네트워크 지연 및 손실이 심한 전송 환경에서 IoT 헬스케어 디바이스에서 수집된 정보들을 신뢰성 있는

메시지 전달을 위한 메시지 프로토콜이 적용되며, 메시지 프로토콜은 브로커 또는 서버라고 불리는 중계서버를 기반으로 IoT 헬스케어 디바이스들과 Publish/Subscribe 관계를 형성하도록 구성하고, 경량의 메시지를 교환한다. MQTT[11]는 양방향 publish/subscribe 메시징 통신을 통해 직접적으로 메시지를 송수신 할 수 있으며, publisher와 subscriber는 상황에 따라 서버, 디바이스의 역할을 수행할 수 있게 된다. publisher와 subscriber 사이에서 중계자 역할은 Broker가 하며 Mobius 플랫폼에서는 오픈소스인 mosquitto를 Broker로 사용하고 있다.

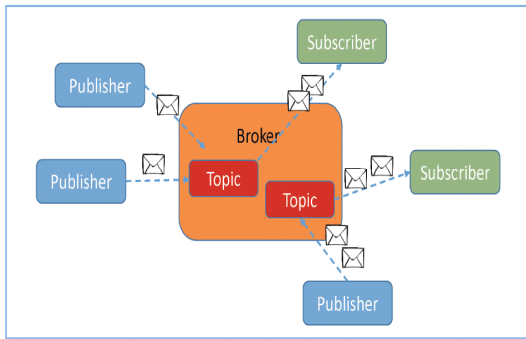


Fig. 3. MQTT publish/subscribe operations

저전력으로 동작되며 데이터 전송 지연 및 손실이 발생하는 네트워크 환경을 고려하여 메시지 전달의 신뢰성을 위한 세 가지 QoS 레벨을 정의한다. QoS는 클라이언트에서 Publish되어 전달된 메시지가 다른 클라이언트에게 어떻게 전달될 것인가를 정의한다. 다양한 시나리오를 가정하여 각각의 참조 포인트를 통해 전달되는 프로토콜 세그먼트에서 지원하는 상호작용 관계를 고려해야 한다. IoT 환경에서는 멀티홉으로 구성되어 있고 라우팅 경로가 일정치 않을 수 있음을 고려할 때 반복적인 전송 실패로 인한 양단간 재전송 요청이 빈번히 발생한다면 그 전송 지연은 네트워크 서비스 자체에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 IoT 환경에서 신뢰성이 높고 데이터 전송량을 줄이기 위해 라우팅 과정에서 쿼리(Query) 및 LQ(Link Quality Indicator) & sequence 기능을 추가함으로써 각 라우팅 구간 사이의 네트워크 변화에 따른 비신뢰성을 보완할 수 있다.

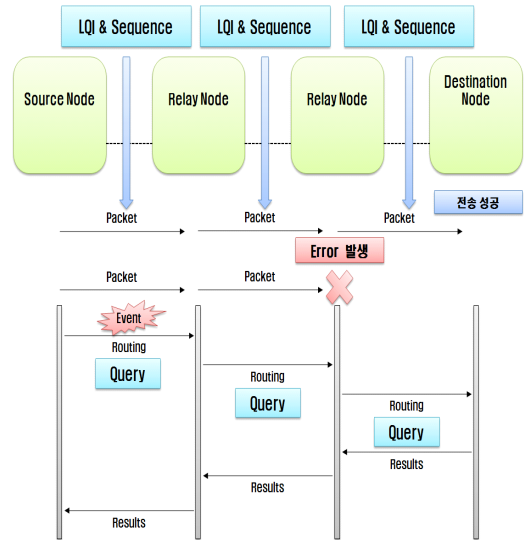


Fig. 4. Query and LQI sequence operations

### III. oneM2M 기반 시스템 구현

본 논문에서 제안하는 헬스케어 디바이스에서의 신뢰성 기반 메시지 전달 시스템은 oneM2M 기반의 Mobius 플랫폼[12]을 활용하여 설계 및 구현하였다. Mobius 플랫폼은 국제 표준 oneM2M을 기반으로 IoT 서비스를 위해 개발한 오픈 서버 플랫폼으로 IoT 디바이스 접근 제어, 인증, 데이터 관리 등을 지원하고 REST API 제공한다. 제안하는 oneM2M 기반 시스템은 그림 5와 같이 헬스케어 서비스에 적용하기 위해 체온, 가속도 센서를 통해 체온 및 활동량에 대한 상태를 측정하여 oneM2M을 기반으로 개발된 Mobius 플랫폼으로 전달한다. &cube는 사물인터넷 디바이스와 게이트웨이를 포함한 소프트웨어 플랫폼을 의미하며, &CUBE에서는 TAS를 활용하여 센서 디바이스로부터 데이터를 취득하고, 서버 플랫폼인 Mobius 플랫폼으로 측정된 값을 전달, 제어 하는 역할을 한다. TAS는 실제 사물을 디바이스에 연결하기 위한 SW로써 사물과 &Cube간의 중간 연결통로를 만드는 역할을 한다. Mobius 플랫폼은 사물인터넷 디바이스와 REST API를 통해 연동된다. 또한, oneM2M 표준을 준수하여 MQTT 지원을 위한 MQTT 서버로 구성되며, 전송된 데이터는 MySQL DB에 저장한다. MQTT는 사물인터넷 환경을 위해 만든 경량의 publish/subscribe 메시징 프로토콜로서, 저전력, 낮은 대역폭을 사용하는 응용 서비스에 최적화되어 있

다. MQTT는 3단계의 QoS 레벨을 제공하기 때문에 데이터 전송에 있어 반드시 전송되어야 하는 데이터에 대해 신뢰성 있는 전송을 보장한다. publish/subscribe 메시지는 MQTT broker에 대한 클라이언트로 동작하며, 토픽이라는 메시지 채널을 통해 메시지를 발행 구독한다.

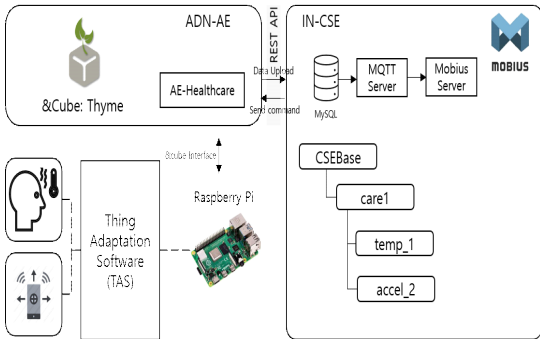


Fig. 5. System architecture of oneM2M healthcare system

본 논문에서는 그림 6과 같이 오픈 HW 플랫폼인 라즈베리파이와 7인치 LCD 터치스크린을 활용하여 oneM2M 동작 테스트를 진행하였다. &Cube Thyme Nodejs를 라즈베리파이에 설치하여 구동되도록 구현하였다.

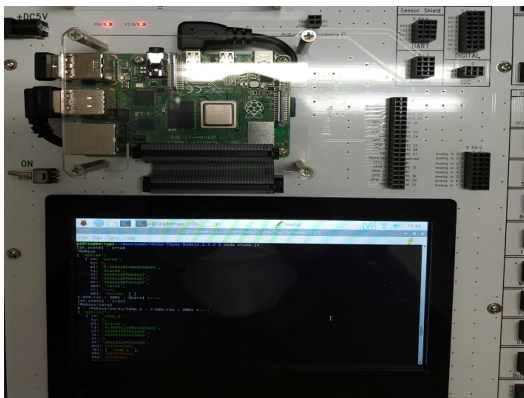


Fig. 6. &Cube Thyme Nodejs on open H/W platform

그림 7은 Mobius 서버에서의 mobius.js를 실행한 화면으로 MySQL, MQTT Broker, NodeJS 설치 후 Mobius 서버 ip와 포트 번호를 통해 서버가 구동된 것을 확인할 수 있다.

그림 8은 &Cube Thyme Nodejs를 실행한 화면으로

cse.host에 접속하기 위해 서버 ip를 설정하고 ae 이름 (care1)과 addid(temp\_1, accel\_2)로 설정하여 Mobius 서버로 전달하도록 구현하였다. &Cube는 oneM2M 표준의 AE개발을 지원하는 오픈소스 프로그램으로 통신 프로토콜 지원, 인터넷 연결과 NodeJS 환경이 갖추어진 조건에서 동작하며, 본 논문에서는 Thyme을 활용하여 체온, 가속도 센서 디바이스에 적용하였다. 이를 통해 ADN-AE는 IN-CSE와 연결할 수 있으며, 센서에서 전달한 데이터들이 DB 저장소로 메시지 전달되도록 구동 테스트를 진행하였다.

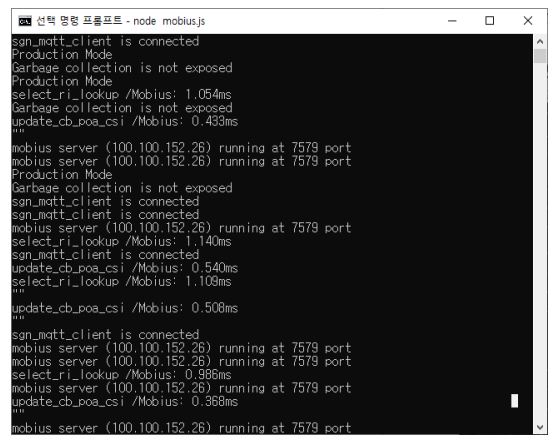


Fig. 7. Snapshot of mobius server operation

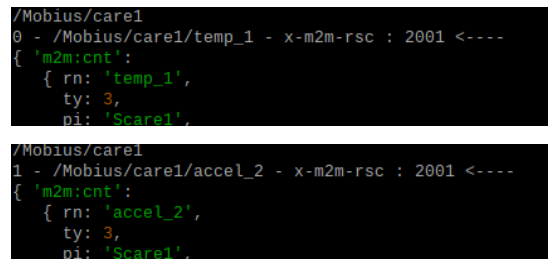


Fig. 8. Snapshot of &Cube Thyme Nodejs

#### IV. 결론

사물인터넷 표준은 인터넷 프로토콜이 탑재되어 있는 다양한 센서 디바이스를 활용하여 프로토콜을 이용하여 안전하고 신뢰성 있는 통합된 서비스를 제공을 요구한다. 네트워크 지연 및 손실이 심한 전송 환경에서 IoT 헬스케어 디바이스에서 수집된 정보들을 신뢰성 있는 메시지 전달을 위한 메시지 프로토콜이 적용

이 필요하다. IoT 헬스케어 디바이스에 적합한 통신 프로토콜, 특히 무선 송수신 기법, 신뢰성 기반 메시지 전달 등의 필요성이 요구됨에 따라 본 논문에서는 oneM2M 기반 헬스케어 서비스 적용 모델을 제안하고 헬스케어 서비스에 적용하기 위해 체온, 가속도 센서를 통해 체온 및 활동량에 대한 상태를 측정하여 oneM2M을 기반으로 개발된 Mobius 플랫폼으로 전달하도록 시스템을 구현하였다. 또한 &Cube Thyme을 활용하여 체온, 가속도 센서 디바이스에 적용이 가능하도록 라즈베리파이에 설치하여 구동 테스트를 진행하였다. 향후 연구로는 성능 및 효율성 등을 비교, 분석 연구를 진행하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2019학년도 창신대학교 교내연구비에 의해 연구되었음(창신-2019-31).

### REFERENCES

[1] C. S. Pyo, "M2M Technology and its standardization trends," oneM2M 2013 Seoul International Conference, 2013.

[2] S. K. DATTA, A. Gyrard, C. Bonnet, K. Boudaoud, "oneM2M architecture based user centric IoT application development," in 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud. IEEE, pp. 100-107, 2015.

[3] M. B. Alaya, S. Medjiah, T. Monteil, K. Drira, "Toward semantic interoperability in oneM2M architecture," in IEEE Communications Magazine, pp. 35-41, 2015.

[4] S. K. Kang, K. Y. Chung, J. K. Ryu, K. W. Rim, J. H. Lee, "Bio-interactive healthcare service system using lifelog based context computing," Wireless personal communications, pp. 341-351, 2013.

[5] J. Yao, S. Warren, "Applying the ISO/IEEE 11073 standards to wearable home health monitoring systems," Journal of clinical monitoring and computing, pp. 427-436, 2005.

[6] Z. Shelby, C. Bormann. "6LoWPAN: The wireless embedded Internet," vol. 43, John Wiley & Sons, 2011.

[7] Z. Shelby, K. Hartke, C. Borman, "Constrained

Application Protocol (CoAP)," draft-ietf-core-coap18 (work in progress), IETF, 2013.

[8] C. Gezer, E. Taşkın, "An overview of oneM2M standard," 2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference(SIU), 2016.

[9] oneM2M-TS-0001, oneM2M functional architecture technical specification, v1.6.1, 2015.

[10] I. Y. Ahn, N. M. Sung, J. H. Lim, J. W. Seo, I. D. Yun, "Development of an oneM2M-compliant IoT Platform for Wearable Data Collection," vol. 13, no. 1, pp. 1-15, 2019.

[11] oneM2M, MQTT Protocol Binding (TS-0010-V2.4.1), 2016. [Internet]. Available: [http://www.onem2m.org/images/files/deliverables/Release2/TS-0010-MQTT%20Protocol%20Binding-V2\\_4\\_1.pdf](http://www.onem2m.org/images/files/deliverables/Release2/TS-0010-MQTT%20Protocol%20Binding-V2_4_1.pdf).

[12] <http://www.iotocean.org/main/>

### 저자 소개

이 영 동 (Young-Dong Lee)



2004년 2월 : 동서대학교  
정보통신공학과(공학사)  
2006년 2월 : 동서대학교  
컴퓨터네트워크학과(공학석사)  
2009년 2월 : 동서대학교  
유비쿼터스IT학과(공학박사)  
2010년 12월 : 핀란드 University of  
Oulu 전기정보공학과(공학박사)  
2012년 3월~현재 : 창신대학교 컴퓨터소프트웨어공학과  
부교수  
관심 분야 : IoT, 무선센서네트워크, 임베디드시스템