



## Design and Implementation of IoT based Real-time Monitoring Platform for ICU

Byoung-Chan Jeon<sup>1</sup>, Jung-Hyen Cho<sup>2</sup>, Da-Hyeon Kang<sup>2</sup>, Sang-Jeong Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*The College of Liberal Arts, Chungwoon University*

<sup>2</sup>*Department of Computer Science & Engineering, Soonchunhyang University*

### ABSTRACT

As medical and sensor technologies have recently developed, interest in the health care industry is growing. Advances in cloud computing technology enable medical data to be shared over the network. Regardless of the location of the medical team, the medical information can be shared between agencies such as hospitals and insurance companies, as well as remote care and collaboration. In addition, the storage and management of data is becoming important because health care data, which only happens when you go to a hospital and see a doctor, is growing exponentially. On the other hand, except for large hospitals, medical sensor data monitoring the patient's life-sustaining status in the intensive care unit of small hospitals may be lost without collected or stored. In this thesis, a platform is designed to integrate medical data continuously generated from the hospital's intensive care unit into IoT environment. The IoT bridge module is developed to integrate medical sensors into the IoT environment, and medical data generated by the MQTT protocol is sent as an integrated message to the medical team's client devices and servers. The transmitted data is monitored on real-time graphs, stored in the server's storage, and designed and implemented for further analysis.

© 2018 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS :** IoT, MQTT, Healthcare, Hospitals, IoT bridge

**ARTICLE INFO:** Received 13 July 2018, Revised 9 August 2018, Accepted 10 August 2018.

\*Corresponding author is with the Department of Computer & Engineering, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro Sinchang-myeon Asan-city Chungnam,

31538, KOREA.

*E-mail address:* [sjlee@sch.ac.kr](mailto:sjlee@sch.ac.kr)

## 1. 서론

최근 의료기술 및 센서기술의 발전과 개인의 헬스케어에 대한 관심이 증대됨에 따라 대형 병원뿐만 아니라 중소 병원 및 개인 사용자의 다양하고 이질적인 헬스케어 데이터의 발생이 폭발적으로 증가하고 있다[1].

또한 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전으로 네트워크를 통한 헬스케어 데이터의 저장 및 공유가 용이해지고 있다. 그리고 그에 따라 발생하는 데이터를 분석하여 활용하는 방안들이 여러 응용분야에서 연구되어지고 있다[2]. 기존 대형병원의 헬스케어 서비스에서는 사용자의 헬스케어 데이터를 수집하고 자체적으로 구축한 전산시스템에 저장하여 모니터링 및 분석을 진행하고 있다[3]. 그러나 중·소형 병원 중환자실의 경우 환자에게 부착된 센서 등으로 기본적인 심전도, 근전도 이외에도 대량의 데이터가 발생하고, 의료진에 의해 모니터링 된다. 그러나 이러한 데이터는 개개인의 분석 가능한 의료 데이터가 될 수 있음에도 불구하고 대개의 경우 수집 및 저장되지 않고 손실되는 경우가 있다. 현재 의료 종사자가 환자의 상태를 바로 알 수 있는 방법은 직접 환자를 찾아가는 회진밖에 없다. 그런데 항상 이러한 방법으로 환자의 상태를 확인할 수 없으므로 다른 환자의 진료 등의 이유로 의료 공백이 발생할 시 급히 위중해진 환자가 적절한 처치를 받을 수 없다. 하지만 환자의 상태를 실시간으로 의료 종사자가 확인할 수 있다면 이러한 의료 공백을 최소화 할 수 있다. 또한 환자의 사망 시 사망 원인에 대한 관계성 조사가 가능해진다. 이렇게 모인 의료 데이터의 활용은 이후 동일 증상을 나타내는 환자에 대해 더 나은 의료 서비스를 제공할 수 있는 기반을 마련한다.

본 논문에서는 이러한 서로 다른 의료 데이터를 제안 개발된 IoT 브릿지를 이용하여 통합한다.

통합된 메시지를 MQTT 프로토콜을 사용하여 MQTT 브로커에 무선으로 전송하고, MQTT 브로커는 다른 디바이스와 서버에 전송하는 서비스 게이트웨이의 역할을 수행한다. 서버에서는 전송된 데이터를 실시간 그래프로 표현 및 저장하여 분석 가능하도록 하는 설계를 중환자실의 시나리오를 바탕으로 구현한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구, 3장은 중환자실 모니터링 및 원격 진단 플랫폼을 제안한다, 4장은 본 연구에서 제안한 기술들을 구현하고 테스트 한다. 5장 결론에서는 향후 연구방안을 제시한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 MQTT 프로토콜

MQTT 프로토콜은 사물 인터넷을 위한 메시지 프로토콜이다[4]. MQTT 프로토콜은 Publish/Subscribe 특성을 갖고 있어, 다대다 통신에 효율적이다. 메시지 크기에 제약이 없고 이기종 플랫폼 간의 개발에 용이한 프로토콜로 Publish/Subscribe 구조와 토픽을 사용하여 통신한다. Publish/Subscribe 구조는 Publisher와 Subscriber는 특정 토픽을 통해 통신하는 형태이다. Subscriber가 특정 토픽을 구독한 상태에서 Publisher가 같은 토픽으로 메시지를 발행하면 발행된 메시지가 MQTT 브로커를 거쳐 Subscriber에게 전달된다. 토픽은 슬래시(/)를 이용해 기기들을 계층적으로 구분 관리하기에 용이하다[5, 6]. 와일드카드 기능을 사용하면 여러 토픽을 동시에 표현 가능하다. “+”는 같은 레벨에서의 모든 토픽을 의미하고, “#”은 현재 레벨과 하위 레벨의 모든 토픽을 의미한다. MQTT의 메시지 형식은 2 바이트의 고정헤드에서 필수 정보를 포함하고, 메시지의 타입과 데이터의 크기에 따라 헤더 크기가 변한다. 아래의 <표 1>은 MQTT의 고정 헤더

포맷을 나타내는 표이다.

표 1. MQTT고정 헤더 포맷  
Table 1. MQTT fixed header format

	7	6	5	4	3	2	1	0
byte1	Message type			DUP		QoS		Retain
byte2	Remaining Length							

MQTT는 3단계의 메시지 신뢰성을 보장한다. QoS 0은 메시지를 1회 전송한다. 하지만 메시지가 전달되었는지는 확인하지 않기 때문에 낮은 신뢰성을 보장한다. QoS 1은 메시지를 최소 1회 이상 전달한다. 전달 여부를 확인하지만 메시지 확인 패킷 유실시 중복 전달의 가능성이 있다. QoS 2는 메시지 유실의 가능성이 없지만, 메시지 확인을 위해 4-way handshake 과정을 거치게 되고, 이로 인해 높은 신뢰성을 보장하지만 성능저하가 발생한다.

## 2.2 엘라스틱 서치

엘라스틱 서치는 대량의 데이터를 저장 및 실시간 검색 및 분석 엔진이다[7]. 여러 노드를 사용해 분산병렬처리가 가능하고 수평적 확장이 가능하도록 설계되어 노드를 추가하여 등록하기만 하면 된다. 또한 실시간 검색, 분석 서비스를 제공하여 실시간으로 발생하는 데이터를 기반으로 검색했을 때 결과 반영 및 분석을 실시간으로 제공받을 수 있다. RESTful API를 구현하여 명령어를 HTTP 프로토콜로 구현 가능하다.

## 2.3 IoT 헬스케어 시스템

헬스케어 시스템(Health Care System)은 정보통신 기술을 활용하여 병원과 가정 등 언제 어디서

나 환자의 상태를 능동적으로 모니터링하고 관리하여 환자의 상태정보를 바탕으로 한 질병의 예방 및 실시간 맞춤형 서비스를 제공하는 것이라 할 수 있다[8-11].

최근 사물인터넷 기술의 발달로 다양한 분야에서 사물인터넷 기술 적용이 활발하게 이루어지고 있는데 헬스케어 분야도 그중 하나이다. 사물인터넷은 여섯 가지의 요소 기술의 지원이 요구되는데 그것은 다음과 같다.

- ① 센서 기술
- ② 무선 통신 기술
- ③ 클라우드 컴퓨팅 기술
- ④ 빅데이터 분석/처리 기술
- ⑤ 인공지능 프로그램 기술
- ⑥ 응용 서비스 기술

①~③기술은 하드웨어 기반 기술이며, ④~⑥기술은 소프트웨어 기술이다. 사물인터넷 시대에 헬스케어 시스템은 ①~⑤기술을 기반으로 ⑥기술인 응용 서비스 기술을 설계/구현하는 것이라 할 수 있다.

## 2.4 헬스케어 데이터

헬스케어 데이터는 전문적인 의료장비로 측정된 데이터뿐만 아니라 일반 사용자 및 병원에서 측정, 수집하는 모든 의료정보를 포함한다[12].

헬스케어 데이터 중에는 하루에 한번 측정하는 데이터도 있고 ECG(electrocardiogram)[13] 데이터와 같이 실시간으로 측정하는 경우가 있다. 실시간으로 헬스케어 데이터를 측정하는 경우 높은 빈도수에 의해 대량의 데이터가 생성된다. 헬스케어 시스템에서는 다양한 의료장비들 간의 연동이 필요한 경우가 발생한다. 이질적인 기기들에서 발생하는

헬스케어 데이터는 표준화가 되어 있지 않아 일관성을 가지기 어렵고 대량의 데이터가 발생하여 이를 병원에서 관리하기가 어려운 실정이다[14]. 따라서 서로 다른 속성을 가지고 있는 헬스케어 기기들을 연결하여 데이터를 수집하고 전송하기 위한 통합 메시지 구성이 필요하며, 대량의 데이터를 효율적으로 관리하는 체계가 요구된다.

### 3. 중환자실 모니터링 및 원격 진단 플랫폼

#### 3.1 시스템 구성

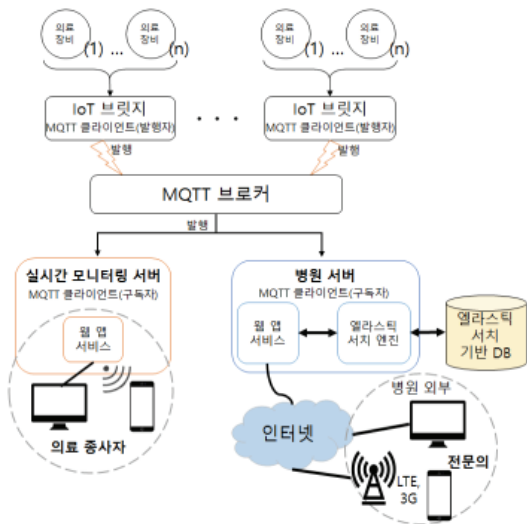


그림 1 IoT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼 시스템 구성도

Figure 1. Real-time monitoring platform system based on IoT-based ICU

<그림 1>은 본 논문에서 설계한 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼의 구성도이다. IoT 브릿지는 이질적인 의료장비에서 발생한 데이터를 통합하여 MQTT 프로토콜로 메시지를 발행하는 MQTT 클라이언트 발행자(Publisher)이다. 발행된 메시지는

MQTT 브로커를 통해 토픽을 구독중인 실시간 모니터링 서버와 병원 서버로 전달되고, IoT 브릿지와 MQTT브로커는 무선으로 통신한다. 실시간 모니터링 서버는 환자가 존재하는 베드의 토픽을 구독하고 IoT 브릿지에서 발행된 메시지에서 값이 존재하는 센서들의 실시간 그래프를 제공한다. 병원 서버는 병원의 중환자의 토픽을 구독하여 발행된 데이터를 엘라스틱서치 기반 저장소에 저장하고, 원격 진료를 위해 실시간에 준하는 모니터링 서비스를 제공한다. 또한 저장소에 저장된 데이터를 이용, 환자의 상태를 분석할 수 있는 서비스를 제공한다.

#### 3.2 서비스 시나리오

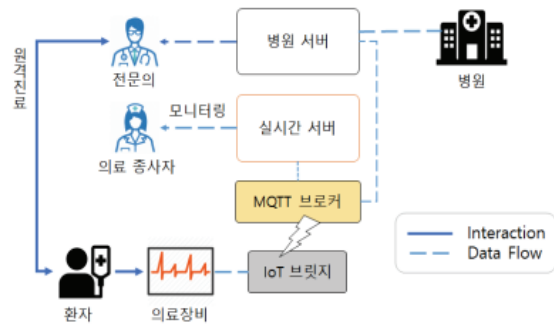


그림 2. IoT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼 시나리오

Figure 2. Real-time monitoring platform scenario for IoT-based ICU

<그림 2>는 IoT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼의 서비스 시나리오이다. 환자에 부착된 의료장비들의 데이터를 IoT 브릿지를 통해 수집 통합한다. 통합된 환자의 의료정보 데이터는 무선으로 MQTT브로커에 송신한다. MQTT 브로커는 IoT 브릿지로부터 수신한 의료정보 데이터를 실시간 모니터링 서버와 병원 서버로 송신한다. 실시간 모니터링 서버는 MQTT 브로커로부터 수신한 의료정

보 데이터를 웹 또는 앱을 통해 의료종사자(간호사, 전문의)에게 실시간 제공한다. 실시간 모니터링 서비스는 그래프 형태로 제공한다. 또한 환자의 데이터의 값이 정상 수치를 벗어날 경우 알림을 통해 의료종사자가 빠른 조치를 취할 수 있도록 한다. 병원 외부에서는 병원 서버를 통해 환자의 의료 데이터에 접근할 수 있다. 이를 통해 응급 환자의 진단이 필요한 경우 원격지의 전문의가 웹페이지 또는 앱을 통해 응급 환자의 진료가 가능하다. 또한 전문의에게 환자의 상태 추이를 분석할 수 있도록 데이터를 제공한다.

### 3.3 MQTT 프로토콜 설계

본 논문의 MQTT 브릿지에서 의료기기들의 데이터를 통합하여 서버로 전송하는 과정에 사용되는 Topic의 설계와 메시지의 구성이다. 안정적으로 환자의 데이터를 수집하기 위해 MQTT Topic을 설계하였다. 데이터는 크게 Hospital ID, ward, Room Number, Bed Number로 분류된다.

표 2. MQTT Topic 설계  
Table 2. MQTT Topic Design

Topic	Meaning
Hospital ID	데이터를 수집한 병원
ward	환자가 위치한 병동
Room Number	환자가 재실중인 호실
Bed Number	호실 내의 베드 번호

<표 2> 는 IoT 브릿지에서 센서 데이터를 통합하여 전송하기 위한 메시지 형식이다. 메시지에는 환자에 부착된 의료장비 데이터 값들을 JSON 형식으로 나타낸다. 모든 센서에 대한 key 값이 존재하고, 값이 존재하면 측정된 값을, 값이 존재하지 않

는 key에는 -1로 표현하였다.

```
{'ECG': 79, 'EMG': 17, 'EDA': 66, 'EEG': 13}
{'ECG': 1, 'EMG': 29, 'EDA': 37, 'EEG': 19}
{'ECG': 79, 'EMG': 33, 'EDA': 40, 'EEG': 1}

{'ECG': 59, 'EMG': 6, 'EDA': -1, 'EEG': -1}
{'ECG': 62, 'EMG': 20, 'EDA': -1, 'EEG': -1}
```

그림 3. 데이터 통합 메시지 예  
Figure 3. Example of data integration message

토픽은 MQTT 메시지 포맷의 가변 헤더에 포함되고, 데이터 통합 메시지는 payload에 포함되어 발행된다. <그림 3> 은 발행된 MQTT Topic으로 전송되는 데이터 통합 메시지의 예이다.

### 3.4 데이터 수집 인터페이스

본 논문의 데이터 수집 인터페이스는 e-Healthcare Sensor Kit[15]와 라즈베리 파이를 사용하여 구현하였다. e-Healthcare Sensor Kit는 Cooking Hacks사에서 설계한 헬스케어 데이터 수집 및 모니터링을 위한 쉘드 형태의 보드이다. 쉘드는 아두이노, 라즈베리 파이, 인텔의 갈릴레오 보드와 호환 가능하며 사용자의 여러 가지 헬스케어 데이터를 측정하는데 사용하는 센서들을 함께 포함하고 있다.



그림 4. e-Healthcare Sensor Kit 구성  
Figure 4. Configuring e-Healthcare Sensor Kit

- ① - 혈액의 산소 농도 측정(SPO2)
- ② - 심전도 센서 (ECG)
- ③ - 혈액 압력 센서(혈압계)
- ④ - 근전도 센서(EMG)
- ⑤ - 혈당 측정 센서
- ⑥ - 공기 흐름 센서(호흡)
- ⑦ - 환자 위치 상태 센서(가속도)
- ⑧ - 정밀 체온 센서

e-Healthcare Sensor Kit가 포함하는 센서들은 <그림 4>에서 보여주고 있다. <그림 4>의 데이터 수집 인터페이스는 라즈베리 파이에 e-Healthcare Sensor Kit 쉘드를 부착하고 여러 센서들 중 심전도 센서(ECG), 공기 흐름 센서를 연결하여 구현하였다. <그림 5>에서 보여주고 있는 심전도 센서는 심장이 수축할 때마다 반복적으로 발생하는 전기적 신호를 신체 표면을 통하여 기록하는 센서로서 심방 및 심실의 비대 심근경색증, 부정맥, 심낭염, 약물의 영향, 전해질 대사의 이상, 인공 심박 조율의 기능 확인 등에 활용한다. 또한 전기 및 근육 기능을 평가하는데 사용하는 진단 및 테스트 센서로 현대 의학에서 가장 일반적으로 사용하는 의료 기기중 하나로 성장하고 있다.



그림 5. e-Healthcare Sensor Kit의 심전도(ECG) 센서와 부착 위치  
Figure 5. ECG sensor and attachment position of e-Healthcare Sensor Kit

<그림 6>에서 보여주고 있는 공기 흐름 센서는 호흡 속도 및 호흡의 변화를 측정하기 위해 사용한다. 호흡은 대부분의 경우에 생리적으로 불안정할 때 나타나는 초기 지표 중 하나이기 때문에 환자의 호흡 속도를 모니터링 하는 것은 매우 중요하다. e-Healthcare Sensor Kit의 호흡 측정 센서는 환자 스스로 호흡의 속도를 측정하기에 편리하도록 되어 있다. 두 갈래의 공기 흐름 센서로 되어 있으며 코 안에 장착하여 들숨과 날숨을 구분하고 날숨의 데이터를 정수형 값으로 변환하여 e-Healthcare Sensor Kit 쉘드에 전달하게 된다.

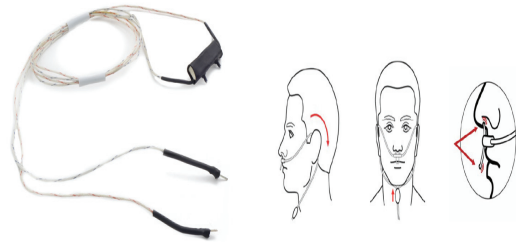


그림 6. e-Healthcare Sensor Kit의 호흡 측정 센서와 부착 위치  
Figure 6. e-Healthcare Sensor Kit's breathing sensor and attachment location

## 4. 구현 및 테스트

### 4.1 구현

본 논문의 IoT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼은 <그림 7>과 같이 구현하였다. 의료 장비는 Arduino Uno에 Cooking Hacks사의 e-Healthcare Sensor Kit 와 ECG, Airflow 센서를 사용하였다.

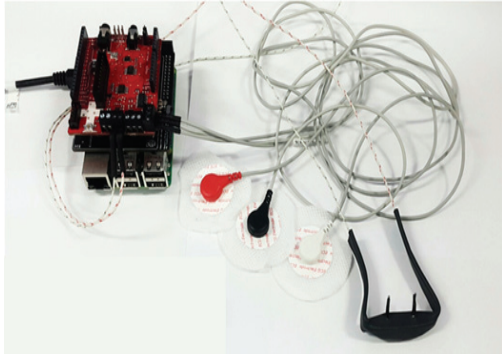


그림 7. IOT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼 구현 사진

Figure 7. Implementation of IOT-based ICU real-time monitoring platform

표 3. IoT 브릿지 세부 스펙  
Table 3. IoT bridge detail specification

구분	사양
CPU	900 Mhz ARM Cortex-A7 쿼드코어
메모리	1 GB
외장 기억 장치	마이크로 SD 카드(8GB)
내장 네트워크	10/100 Mbit/s 이더넷
파워	5V 800mA(4.0W)
크기	85.60mm x 56.5mm

IOT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼은 IoT 브릿지와 MQTT 브로커, 실시간 모니터링 서버로 구성하였다. IoT 브릿지는 의료 장비와 시리얼 통신으로 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 파이썬으로 작성된 스크립트에서 통합되어 mosquitto 모듈을 사용하여 메시지 형태로 발행하였다. IoT 브릿지는 Raspberry Pi 2를 사용하였다. Raspberry Pi 2의 상세 스펙은 <표 3> 와 같다. 아래의 <그림 8>는 데이터를 통합하고, mosquitto 모듈을 사용하여 메시지를 발행하는 파이썬 스크립트이다.

```

ubuntu@arm: ~/sensorTest
import serial
import mosquitto

ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0', 9600)

topic = "/SCH/ward1/100/1"

mttc = mosquitto.Mosquitto("python_pub")
mttc.will_set(topic, "sorry")
mttc.connect("192.168.2.4", 1883, 60)
mttc.username_pw_set("cslab", "cslab")

mttc.publish(topic, topic)

while 1:
    Val = ser.readline()
    mttc.publish(topic, Val)
    print(Val)
    
```

그림 8. 데이터 통합 및 MQTT 메시지 발행 스크립트  
Figure 8. Data integration and MQTT message publishing script

표 4. MQTT브로커 세부 스펙  
Table 4. MQTT Broker Detail Specification

항목	내용
프로세서	- Amlogic ARM Cortex-A53(A RMv8) 1.5Ghz quad core CPUs
메모리	- 2Gbyte DDR SDRAM
LAN	- Gigabit Ethernet
그래픽	- HDMI 2.0 4K/60Hz display
GPIO	- 40pin GPIOs + 7pin I2S
	- eMMC5.0 HS400 Flash Storage slot - MicroSD Card slot
OS 지원 가능 여부	- Ubuntu 16.04
	- Android 5.1 Lollipop

MQTT 브로커와 실시간 모니터링 서버는 하드웨어 사양의 ODROID XU-4를 사용하여 구현하였다. <표 4> 은 ODROID XU-4의 세부 스펙을 나타낸 표이다. MQTT 브로커는 MQTT 오픈 소스 중 가벼운 mosquitto broker를 사용하였다.

실시간 모니터링 서버와 병원 서버는 Node.js를 사용하였다. Node.js의 MQTT 모듈을 사용해, 서버 자체를 MQTT 클라이언트로 사용가능하다. 또한 병

원 서버는 동시에 병원 서버의 저장소에 데이터를 저장할 수 있는 엘라스틱서치 모듈을 사용하여 엘라스틱 서치 기반의 저장소에 데이터를 저장할 수 있도록 구현하였다.

## 4.2 테스트

본 논문에서 제안한 의료장비에서 수집된 데이터를 MQTT 프로토콜을 사용하여 실시간 모니터링 서버로 전송하였다. 동시에 병원 서버에 전송하여 저장소에 저장한다. <그림 9> 는 본 논문에서 구현한 IoT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼이 제공하는 실시간 모니터링 서비스를 웹 페이지에서 테스트한 것이다.



그림 9 실시간 모니터링 서비스 예  
Figure 9. Real-time monitoring service example

임의로 환자를 등록하고, 테스트를 위해 센서들을 몸에 부착 후 선택한 환자의 측정된 의료 데이터를 Smoodie 차트를 사용하여 화면에 표시하였다. <그림 10> 은 웹 페이지 이외의 모바일 디바이스로 접근 가능 여부를 테스트한 화면을 캡처한 것이다.

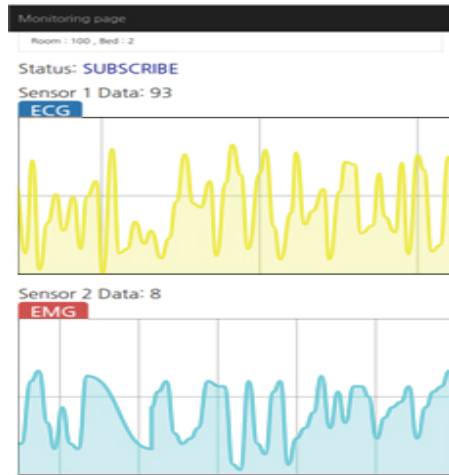


그림 10. 스마트폰 실시간 모니터링 서비스 예  
Figure 10. Smartphone real-time monitoring service example

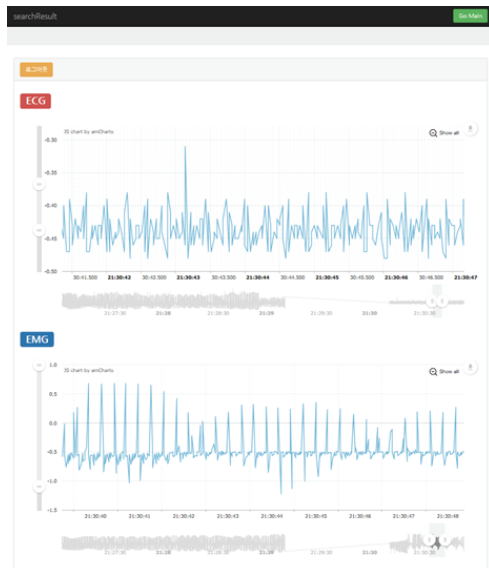


그림 11. 저장된 의료 데이터 조회 서비스 예  
Figure 11. Saved medical data inquiry service example

<그림 11>은 MQTT 브로커에서 동시에 전송된 환자의 데이터를 엘라스틱 서치에 저장한 후 저장된 환자의 기간별 데이터를 조회하는 화면을 나타낸 것이다

## 5. 결 론

본 논문에서는 중환자의 의료 데이터를 실시간으로 제공하는 플랫폼을 설계 구현하였다. 중환자실에서 실시간으로 측정되는 의료 센서의 데이터를 제안 개발된 IoT 브릿지에서 JSON 형식으로 통합하고, MQTT 토픽으로 메시지를 발행하였다. 발행된 메시지는 MQTT 브로커를 통해 토픽을 구독중인 실시간 모니터링 서버와 병원 서버에 전송된다. 실시간 모니터링 서버는 전송받은 데이터를 의료 종사자에게 그래프로 나타낸다. 병원 서버에서는 데이터를 먼저 엘라스틱 서치 기반의 저장소에 저장하고, 응급 환자의 원격 진료를 위해 중환자의 실시간 모니터링 서비스와 환자의 의료 데이터 분석을 위한 서비스가 가능하도록 설계하였다. 또한 병원 서버의 엘라스틱서치 기반의 저장소에 저장된 환자의 데이터를 기간별로 조회가능하게 하였다. 향후 연구에는 IoT기반에서 중환자실 실시간 모니터링에 관련된 다른 플랫폼을 소개하고 서로 비교분석하는 방안을 제시하고자 한다.

## References

- [1] C. S. Lee, C. W. Jeong, and S. C. joo, *Design and implementation of process management model applying agent technology*, Journal of Internet Computing and Services, Vol. 8, No. 1, pp. 57-70, 2007.
- [2] S. H. Seo, *Zigbee healthcare profile based home health care system*, Master of Chung-Ang University, 2015.
- [3] J. H. Park, *Design of U-healthcare monitoring system based on mobile device*, Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 49, No. 1, pp. 46-53, 2012.
- [4] S. H. Kim, *A study on the data collection solution based on MQTT protocols for stable IoT platforms*, Master of Hanbat, pp. 7-13, 2016.
- [5] S. H. Lee, H. W. Kim, D. K. Hong, and H. T. Ju, *Correlation analysis of MQTT loss and delay according to QoS level*, International Conference on Information Networking, pp. 714-717, 2013.
- [6] IBM, *MQTT V3.1 Protocol Specification*, <http://public.dhe.ibm.com/software/dw/webservices/ws-mqtt/mqttv3r1.html>, Mar. 2018.
- [7] S. Y. Lee, *Security log analysis system using logstash Based on Apache Elastic Search*, Master of Daejeon, pp. 10-17, 2016.
- [8] M. H Gorges, and C. L Petersen, *Using machine-to-machine / "Internet of Things" communication to simplify medical device information exchange*, in: IEEE International Conference on the Internet of Things, pp. 1-10, 2014.
- [9] D. Miorandi, S. Sicarib, F. De Pellegrinia, and I. Chlamtac, *Internet of Things: Vision, applications and research challenges*, Ad Hoc Networks Vol. 10, pp. 1497-1516, 2012.
- [10] Z. Pang, *Technologies and architectures of the internet-of-things(IoT) for Health and well-being*, PhD thesis in electronic and computer systems, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, Jan. 2013.
- [11] Y. S. Jeong, *An efficient IoT healthcare service management model of location tracking sensor*, Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 3, pp. 261-267, Mar. 2016.

- [12] D. B. Hoang, and L. F. Chen, *Mobile cloud for assistive healthcare (MoCAsH)*, in: IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference(APSCC), pp. 325-322, 2010.
- [13] A. Bahga, and V. K. Madiseti, *A cloud-based approach for interoperable electronic health records (EHRS)*, in: IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, Vol. 17, No. 5, pp. 894-906, 2013.
- [14] C. Doukas, and I. Maglogiannis, *Bringing IoT and cloud computing towards pervasive healthcare*, 2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), pp. 922-926, 2014.
- [15] <https://www.cooking-hacks.com/ehealth-sensors-complete-kit-biometric-medical-arduino-raspberry-pi>, Mar. 2018.

발적으로 증가함에 따라 데이터의 저장과 관리가 중요시 되고 있다. 반면 규모가 큰 병원을 제외한 중, 소규모 병원의 중환자실에서 환자의 생명 유지 상태를 모니터링 하는 의료용 센서 데이터들은 추후에 진료 개선 및 연구를 통해 분석 가능한 의료 데이터가 될 수 있음에도 불구하고 대개 수집·저장되지 않고 손실되는 경우가 있다. 본 논문에서는 병원의 중환자실에서 실시간으로 연속적으로 생성되는 의료 데이터를 IoT 환경에 통합하는 플랫폼을 설계 구현한다. IoT 브릿지 모듈을 개발하여 의료용 센서들을 IoT 환경에 통합하고, MQTT 프로토콜을 사용하여 생성된 의료용 데이터를 통합 메시지로 의료진의 클라이언트 디바이스와 서버에 전송한다. 전송된 데이터는 실시간 그래프로 모니터링 되고, 서버의 저장소에 저장하여 추후 분석이 가능하도록 플랫폼을 설계 구현한다.

## 감사의 글

본 연구는 2018년도 청운대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.

## IoT 기반 중환자실 실시간 모니터링 플랫폼 설계 및 구현

전병찬<sup>1</sup>, 조중현<sup>2</sup>, 강다현<sup>3</sup>, 이상정<sup>4</sup>

<sup>1</sup>청운대학교 교양학부 교수

<sup>2</sup>순천향대학교 컴퓨터공학과 석사과정

<sup>3</sup>순천향대학교 컴퓨터공학과 학부생

<sup>4</sup>순천향대학교 컴퓨터공학과 교수

## 요 약

최근 의료기술과 센서기술이 발전함에 따라 헬스케어 산업에 대한 관심이 점점 증대되고 있다. 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전은 의료 데이터가 네트워크를 통한 공유가 가능하여 의료진이 장소에 관계 없이 원격 진료 및 협력 작업을 할 수 있게 되고, 병원, 보험회사 등의 기관 간의 의료 정보도 서로 공유할 수 있게 되어 있다. 또한, 병원에 가서 진료를 받을 때에만 발생하는 의료기록들이 수집되는 헬스케어 데이터가 폭



**Byoung-Chan Jeon** received the bachelor's degree in the department of Computer Science from the Hanbat National University in 1989. He received the M.S. degree in the Department of Computer Science from Suwon University in 1994. He received the Ph.D. degree in the Department of Computer Science Engineering from Soonchunhyang University in 2001. He is currently a professor in the Department of Liberal Arts at Chungwoon University, Korea. His current research interests include computer architecture, network Application, Embedded Systems. He is a member of the KKITS.  
E-mail : jbc66@chungwoon.ac.kr



**Jung-Hyen Cho** received the B.S. department of computer science and engineering from the Soonchunhyang University in 2017, He is currently

a engineer at the Namoplus company. His current research areas are Big Data Platform Architecture and Big Data Analysis.

E-mail : junghyen2003@gmail.com



**Da-Hyun Kang** Currently, studying computer science and engineering at Soonchunhyang University and belongs to Computer System Lab. His current

research area is MQTT-based IoT platform and data collection.

E-mail : fleiy@naver.com



**Sang-Jeong Lee** received the B.S., M.S., Ph.D. in electronic engineering from the Hanyang University in 1983, 1985 and 1988, respectively He is currently a

professor at the department of computer science and engineering in Soonchunhyang University, Korea. His current research areas are computer architecture, network application and embedded system.

E-mail : sjlee@sch.ac.kr