

## IoT 케어봇 기반 병실 관리 시스템의 설계 및 구현

\*, \*\*

## Design and Implementation of Hospital Room Management System Based on IoT CareBots

Sang-Young Jo\* and Jin-Woo Jeong\*\*

**요약** 네트워크 인프라 환경과 센서 및 IoT 디바이스 기술의 발전에 따라 사용자나 건물, 환경에 대한 모니터링 및 이에 따른 상호작용 기술에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히, 사회적 약자인 노인, 장애인, 어린이들과 관련된 모니터링 기술에 대한 수요가 급증하고 있다. 본 연구에서는 IoT 케어 로봇 기반의 효율적인 병실 관리 시스템을 제안한다. IoT 디바이스와 클라우드 기반 플랫폼을 활용함으로써 보다 효율적이고 직관적으로 병실의 상태를 확인하고 제어할 수 있다. 본 연구에서는 ARTIK 디바이스와 ARTIK Cloud 플랫폼 기반의 프로토타입 구현을 통하여 제안하는 시스템의 활용 가능성을 확인하였으며, 센서 정보 수집 및 경고 상황 대응에 각각 약 600ms와 130ms가 소요되어 제안하는 시스템이 실시간으로 동작 가능함을 확인하였다.

**Abstract** Recent advances in network infrastructures, sensors, and IoT devices have accelerated the research and development of monitoring and interaction technologies designed for people, buildings, and environments. In particular, there has been an increasing demand for monitoring technologies for vulnerable people such as the infirm, disabled, and children. In this paper, we propose an efficient hospital room management system based on IoT care robots. The status of hospital rooms can be monitored and controlled more efficiently and intuitively by utilizing IoT devices and a cloud platform. We demonstrated the feasibility of the proposed system through the implementation of a prototype based on ARTIK IoT devices and the ARTIK Cloud platform. We found that the proposed system requires approximately 600 ms and 130 ms to collect sensor data and respond to alerts, respectively, which demonstrates it can operate in real-time.

**Key Words** : Artik, Artik Cloud, CareBot, Hospital Rooms, IoT

## 1.

최근, 네트워크 인프라와 환경, IoT (Internet of Things) 기반의 센서, 액츄에이터, 메시지 전달 프로토콜 관련 기술이 급속하게 발전함에 따라 사용자나 건물의 내/외부, 도로와 같은 환경 등을 모니터링하고 시기적절하게 서비스를 제공하기 위한 시스템 개발이 활발히 진행되고

있다. 특히, 독거 노인, 장애인, 영유아들의 안전사고 발생이 증가함에 따라 이와 같은 사회적 약자에 대한 관찰과 보호, 케어 활동에 대한 관심이 증가하고 있는 실정이다. IoT 기반의 모니터링 및 케어 서비스의 적용이 시급한 대표적인 예는 병원 및 병실이라고 할 수 있다. 현재 우리나라는 인구 1,000명당 약 4.6 명의 간호 인력을 보유하고 있는 상태로 OECD 회원국 중 최하위 수준에 불

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education(No.2016R1D1A1B03931672).

\* Department of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology

\*\* Corresponding Author: Department of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology (jinw.jeong@kumoh.ac.kr)

Received June 26, 2018

Revised June 28, 2018

Accepted July 26, 2018

과하여 [1], 병실 및 환자의 상태를 지속적으로 관찰하고 케어하기 위해서는 보호자나 간병인의 상주가 필요하고 이로 인한 막대한 시간적, 경제적 비용이 발생하고 있다 [2].

이와 같은 문제점들에 대처하기 위하여 최근 IoT 및 로봇 기반의 스마트 헬스 케어 시스템에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. Broadbent 등의 연구에서는 로봇 형태의 스마트 헬스케어 기기를 개발하였으며 다양한 의료기기와의 연동을 통하여 사용자의 심폐 기능, 체온 등의 신체 정보를 기록하고 가족에게 제공하는 기능을 보유하고 있다 [3]. Kolicic 등의 연구에서 개발한 기기는 노인들과의 감정적 상호작용을 수행함으로써 심리적 안정감을 제공할 수 있다 [4]. 하지만 이러한 형태의 헬스케어 로봇은 수백 ~ 수천만 원 수준의 가격이 책정되어 있어 의료 시설이나 가정에 광범위하게 보급하기에는 한계가 있으며, 특히 병실과 사용자의 상태를 지속적으로 관찰하고 관리자, 환자 및 가족에게 실시간으로 정보를 제공하기 위한 기능들은 여전히 부족한 상태이다.

한편, 최근에는 다양한 형태의 센서들과 아두이노/라즈베리파이 같은 저가의 범용 컴퓨팅 모듈을 기반으로 병실의 환경 정보를 모니터링 및 제어하기 위한 시스템들이 연구되고 있다. 스마트폰을 이용한 얼굴 인식 기술을 바탕으로 사용자 별 약물 투약 정보를 제공하기 위한 연구가 수행되었고 [5], 아두이노를 활용하여 병실의 온도, 조도, 습도, 화재 등의 상황을 측정하고 블루투스 등을 통하여 스마트폰에 정보를 제공하는 시스템을 제안되었다 [6, 7]. 한편, 아두이노 기반의 온/습도 측정을 바탕으로 병실에 설치되어 있는 가습기와 보일러를 웹 인터페이스를 이용하여 제어할 수 있는 시스템[8]과 웨어러블 디바이스와 환경 정보 센서 등을 이용하여 야간 병실 관리를 효과적으로 수행하기 위한 시스템 등이 제안된 바 있다 [9]. 이러한 연구들은 저가의 컴퓨팅 모듈을 활용함으로써 비용적 측면에 대한 가능성을 보였지만 모바일/웹 인터페이스를 이용해야하기 때문에 스마트 기기 사용에 익숙하지 않은 노약자나 어린 환자들에게는 사용성이 저하될 수밖에 없다. 또한, 스마트폰이나 컴퓨터 등을 통하여 단순히 정보를 제공받기만 할 뿐, 환자가 보호자나 의료진에게 서비스를 요청하거나 상호간의 소통 채널로 이용하기 위한 기능들은 부족한 상황이다.

본 연구에서는 IoT 케어 로봇 기반의 병실 관리 시스템을 제안함으로써 기존의 연구들이 가지고 있었던 비용 문제와 모바일/웹 인터페이스 의존성에 의한 사용성에 관련된 문제들을 해결하고자 한다. 제안하는 시스템은 저비용 고성능 IoT 디바이스를 활용하여 다양한 형태의 병실 정보를 측정하고, 수집된 정보들을 클라우드 플랫폼을 활용하여 측정 및 이상 상태 감지에 따른 액션을 수행함으로써 디바이스 간의 상호 운용성을 극대화한다. 또한, IoT 기반 케어 로봇을 통하여 환자와 상호작용함으로써 보다 효과적으로 병실 및 환자의 상태를 관찰하고 케어할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 시스템의 IoT 플랫폼 구성요소인 아티크(ARTIK)과 아티크 클라우드에 대하여 간략히 설명하고, 3장에서는 제안하는 시스템의 구조와 환자와 병실을 지원하기 위하여 구현한 기술들에 대하여 서술한다. 4장에서는 구현된 프로토타입 시스템에 대하여 기술하며, 5장에서 결론과 향후 연구에 대하여 논한다.

## 2.

### 2.1

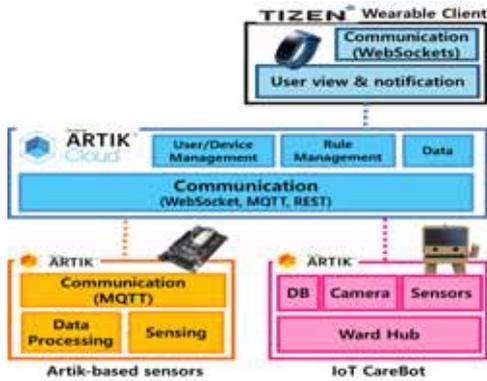
아티크 (ARTIK) [10] 디바이스는 아두이노, 라즈베리파이와 같은 저가형 소형 컴퓨팅 모듈로서 모듈의 크기, 소모 전력, 기능에 따라 ARTIK 0, ARTIK 5, ARTIK 7의 세 가지 그룹으로 분류된다. 아티크 0 시리즈는 초소형 컴퓨팅 모듈로서 BLE, ZigBee, WiFi connectivity를 보유하고 있고, Tizen Realtime OS (Tizen RT)를 구동하며 오픈소스 개발을 위한 SDK/API들이 제공된다. 기초적인 동작을 요구하는 저전력 경량형 센서, 액츄에이터류의 디바이스 타입 개발에 적합하다. 반면, 아티크 7 시리즈는 낮은 지연시간과 신속한 반응성이 요구되는 고성능 게이트웨이 디바이스 개발에 적합한 모듈로서, 1GB 램과 8-core 프로세서를 바탕으로 멀티미디어 프로세싱과 같은 고비용 연산을 무리없이 수행 가능하다. 본 논문에서는 병실 내 환경 정보의 측정과 사용자간 상호작용을 위한 멀티미디어 프로세싱을 위하여 아티크 0와 아티크 7 타입 디바이스를 이용한다.

2.2

아틱 클라우드 [11]는 아틱 호환성을 유지하고 있는 IoT 센서나 디바이스로부터 데이터를 수집하고 처리하며 피드백을 전달하기 위한 클라우드 플랫폼으로서 아틱 디바이스간의 커뮤니케이션뿐만 아니라 타사의 클라우드 서비스와의 연동 또한 지원한다. 뿐만 아니라, 실시간으로 수집된 데이터에 대한 시각화 기능을 제공하며 상황에 따라 클라우드에 연결된 아틱 디바이스 및 서비스들에게 특정 Action을 수행할 수 있도록 하는 자체 Rules Engine 서비스를 제공한다. 아틱 클라우드는 아틱 디바이스와의 연결 및 데이터 송수신을 위하여 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), Constrained Application Protocol (CoAP), Representational State Transfer (REST) 및 WebSockets 프로토콜을 지원하고 있다. 본 논문에서는 케어 로봇의 관리 및 병실 정보의 축적 및 규칙 기반 서비스 제공을 위하여 아틱 클라우드를 활용한다.

3.

3.1

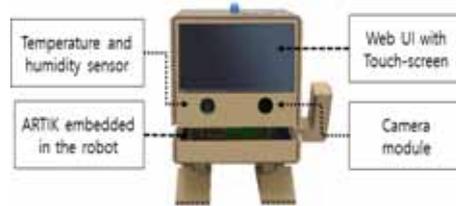


1. Fig. 1. System Architecture

그림1 은 제안하는 시스템의 전체적인 구성도를 나타내고 있다. 제안하는 시스템은 병실의 허브 역할을 수행할 수 있는 IoT 케어봇과 다양한 병실 상태/환경 정보를 측정할 수 있는 아틱 기반의 센서 디바이스, 병실 및 환자의 상태 정보를 실시간으로 확인할 수 있는 웨어러블 클라이언트로 구성되어 있으며 각각의 디바이스와 서비스들

은 아틱 클라우드를 통하여 서로 연결되어 있다. 아틱 기반의 센서 디바이스들은 병실의 온/습도와 같은 기본 환경뿐만 아니라 링거액 및 소변주머니 잔량, 쓰레기통 포화도와 같이 환자와 병실의 건강과 청결도에 직접적인 영향을 미치는 요소들에 대한 정보를 실시간으로 측정한다. 센서들을 통하여 정보가 수집되면 의료진 및 보호자는 웨어러블 클라이언트를 이용하여 병실 및 환자의 정보들을 확인할 수 있으며, 이상 상황이 발생할 경우 진동과 함께 푸시 (push) 알림이 전달되어 병실과 환자의 상태에 즉각적으로 반응할 수 있다. IoT 케어봇은 아틱 보드가 탑재되어 있는 조립식 로봇으로 터치스크린을 이용해 환자가 손쉽게 병원/병실의 다양한 정보를 조회할 수 있을 뿐만 아니라 의료진/보호자에게 의료 지원을 요청하는 등의 다양한 서비스를 이용할 수 있다.

3.2 IoT



2. IoT CareBot  
Fig. 2. Components of IoT CareBot

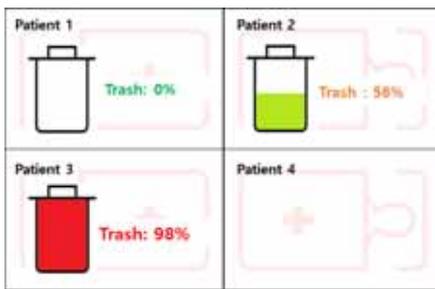
IoT 케어봇은 병원, 병실과 환자의 다양한 정보를 아틱 클라우드로부터 수집하여 환자에게 제공하는 인터페이스로 병실의 스마트 허브 역할을 수행한다. IoT 케어봇은 IBM의 TJBOT [12]의 하드웨어 구조를 기반으로 하며 터치가 가능한 전면부 스크린, 병실 및 환자의 상태를 시각적으로 확인하기 위한 전면부 카메라, 병실의 온/습도 환경을 체크하기 위한 센서, 그리고 아틱 클라우드와의 연동을 통하여 병원/병실의 다양한 정보를 제공하기 위한 게이트웨이 소프트웨어가 탑재되어 있는 아틱 디바이스로 구성되어 있다.

IoT 케어봇은 기본적으로 그림 3과 같은 UI를 가지는 웹앱을 실행하며 사용자의 터치에 따라 의약품, 회진 시간표, 온/습도, 식단, 병실 환경 정보 등의 다양한 정보를 제공한다. 그림 4는 환자가 병실 정보 메뉴를 터치했을

때 확인할 수 있는 UI로 각 병실의 환자들이 사용하고 있는 링거액 잔량이나 쓰레기통의 포화 상태 등을 시각적으로 확인할 수 있다.



3. IoT UI  
Fig. 3. Web UI of the IoT Bot



4. ( )  
Fig. 4. Hospital room info (Trash status)

IoT 케어봇은 아티클 클라우드에서 제공하는 REST API를 사용하여 병실 내 환경 정보를 실시간으로 획득한 후 아이콘과 함께 정보를 제공한다. 표 1은 아티클 클라우드에 축적되는 병실 내 환경 정보의 데이터 습득을 위한 REST API의 일부 스펙을 나타내고 있다.

1. REST API  
Table 1. REST API for getting device status

API (method: GET)	Response	
/devices/{deviceid}/status (devel: req. parameter)	dId (device ID)	
	availability (device availability)	
	snapshot	ringer
		urine
wasteBasket		

```
var WebSocket = require('ws');
ws = new WebSocket(
  "wss://api.artik.cloud/v1.1/websocket?ack=true");

temp = sensor.read().temp; // with 3rd party sensor
humi = sensor.read().humi; // library

var data = {
  "temperature": temp,
  "humidity": humi
};

var payload = '{ // payload for data transmission
  "sdid":"'+device_id+'"+ts+',
  "data": '+JSON.stringify(data)+',
  "cid":"'+getTimeMillis()+''
}';

ws.send(payload, {mask: true}); // websocket send
```

5.  
Fig. 5. WebSocket-based transmission of temperature/humidity information

병실 내의 환경 정보 중 온습도 관련 사항은 IoT 케어봇에 설치되어 있는 온습도 센서를 이용하여 측정된 후 주기적으로 아티클 클라우드에 전송한다. 또한, 케어봇 디스플레이 상의 "Emergency" 버튼을 터치할 경우 아티클 클라우드를 거쳐 의료진 및 보호자에게 응급/비상 상황에 대한 지원을 요청할 수 있다. IoT 케어봇으로부터 아티클 클라우드 서버로의 데이터 전송은 그림 5와 같이 아티클의 웹소켓 데이터 채널을 활용한다.

마지막으로, IoT 케어봇의 전면부에 설치되어 있는 카메라 모듈을 이용하여 의료진이 언제든지 환자의 상태를 시각적으로 확인할 수 있다. 영상 데이터의 전송을 위하여 IoT 케어봇에 경량형 스트리밍 서버를 구현하고 해당 서버를 이용하여 클라이언트 측에서 병실 영상 정보를 재생할 수 있다.

### 3.3

IoT 케어봇의 웹 인터페이스로 조화가 가능했던 병실 환경 정보 (유린백, 링거액, 쓰레기통 상태 등)는 아티클 053 보드 기반의 센서 모듈을 통하여 측정된다. 053 보드는 Tizen RT 운영체제 상에서 동작하며 아티클 클라우드로의 정보 전달을 위하여 경량 메시지 교환 프로토콜인 MQTT를 활용한다. 그림 6은 링거 주머니 상태 전송을 위한 M

QTT 기반 코드로서, 센서로부터 전달받은 아날로그 값을 MQTT Publish 함수의 형식에 맞게 변환하여 전달하는 과정을 나타내고 있다.

```

mqttDataLen = sprintf(mqttData, sizeof(mqttData),
{"urineBag\":"%d", sample.am_data);
sprintf(mqttTopic, sizeof(mqttTopic), "/v1.1/messages/%s", DEVICE_ID);

mqtt_msg_t message;
message.payload = mqttData; // sensor data
message.payload_len = mqttDataLen;
message.topic = mqttTopic; // ARTIK cloud topic
message.qos = 0;
message.retain = false;

ret = mqtt_publish(pClientHandle, message.topic,
(char*)message.payload, message.payload_len, message.qos, message.retain); // MQTT send

```

#### 6. MQTT

Fig. 6. MQTT-based transmission of sensor info

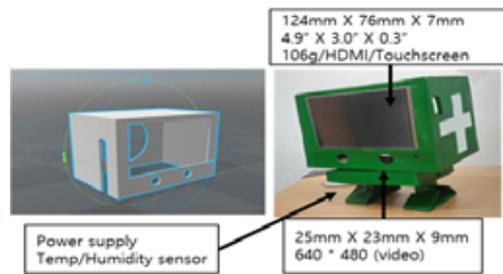
### 3.4

IoT 웨어러블 클라이언트는 스마트 와치 형태의 디바이스로서 의료진이나 보호자가 착용하여 병실내의 정보를 실시간으로 조회하거나 환자의 응급/비상 상황 지원 요청에 대한 내용을 알람 형태로 전달받을 수 있다. 이를 위하여, 웨어러블 클라이언트는 타이젠 기반 웹앱을 탑재하고 있으며 아티클라우드의 WebSocket API를 이용하여 데이터와 액션 정보를 전달받는다.

## 4.

### 4.1

본 절에서는 제안하는 시스템의 프로토타입 구현과 관련된 내용에 대하여 상세히 설명한다. 본 연구에서는 프로토타입 구현을 위하여 1) IoT 케어봇의 하드웨어 및 소프트웨어 개발, 2) 센서 모듈의 하드웨어 구성 및 소프트웨어 개발, 3) 웨어러블 클라이언트 소프트웨어 개발, 4) 병실 관리를 위한 아티클라우드 디바이스 및 룰 엔진 세팅을 수행하였다.



#### 7. IoT

Fig. 7. IoT CareBot Prototype



#### 8. IoT

Fig. 8. Video streaming with IoT CareBot

그림 7은 IoT 케어봇의 프로토타입을 나타내고 있다. 프로토타입의 하드웨어는 IBM TJBOT의 3D 프린팅 소스파일을 바탕으로 병실 지원에 맞게 개선한 후, 3D 프린트 결과물을 아티클 710 보드와 결합하였다. IoT 케어봇의 디스플레이에는 병실 관리를 위한 웹앱이 출력되며 이를 위하여 Node.js와 HTML5, CSS3, Javascript 기반의 웹 서버를 제작하였다. 또한, 의료진에 병실 영상 스트리밍 서비스를 제공하기 위하여 MJPG streamer 기반의 경량 스트리밍 서버를 구축하였다. 그림 8은 의료진용 웹 어플리케이션의 인터페이스로서 각 병실에 존재하는 케어봇을 통하여 스트리밍 되는 병실 내의 영상 정보를 조회할 수 있을 뿐만 아니라 우측의 메뉴들을 활용하여 해당 병실의 회진 정보와 환경 정보등을 확인할 수 있다. 환자는 병실에 배치되는 케어봇의 디스플레이를 단순히 터치함으로써 병원 및 병실의 상태에 대한 다양한 정보를 손쉽게 조회할 수 있으며, 의료진은 케어봇이 전송하는 센서 정보 및 병실과 환자의 영상 정보를 바탕으로 보다 효율적인 병실 관리 서비스를 제공할 수 있다.

그림 9는 아티클 053 보드 기반의 센서 모듈 프로토타입을 나타내고 있다. 그림 9의 (a)는 수위 센서 기반의 유린

백 상태 측정 모듈과 링거액 상태 측정 모듈로서 수위에 따른 저항 값의 변화량과 수분 접촉 여부등의 값을 아티클라우드에 주기적으로 전송한다. 그림 9의 (b)는 적외선 센서 기반의 쓰레기통 상태 측정 모듈과 유해 가스 측정 모듈로서 각각 쓰레기통 내의 쓰레기 축적량과 유해가스 PPM 정보를 아티클라우드에 주기적으로 전송한다.

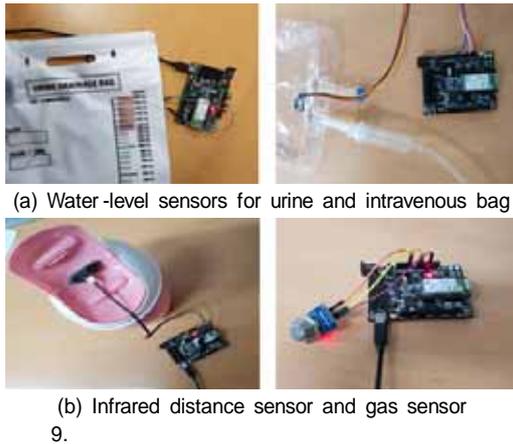


Fig. 9. ARTIK-based sensor modules

#### 4.2

본 절에서는 병실 관리를 위하여 구현한 프로토타입을 바탕으로 병실 환경의 실시간 조회 기능과 특이 상황 발생에 대한 액션 수행 과정을 실험하였다.

먼저, 병실의 환경 정보 (온/습도, 유리백, 링거액, 쓰레기통 포화도 등) 측정 및 실시간 조회를 위하여 임의의 병실 환경을 구성하고 그림 9의 센서 모듈들을 설치한 후 모듈 별로 약 10~60초 주기로 아티클라우드에 측정치를 전송하도록 설정하였다. 그 후, 아티클라우드, IoT 케어 봇 및 웨어러블 클라이언트를 이용하여 병실 환경 정보 조회를 수행하였다. 표 2는 아티클라우드에 축적된 온/습도 센서 모듈의 측정 정보에 대한 데이터 로그의 일부를 나타내고 있다. 아티클라우드의 데이터 로그에서는 측정 시간과 클라우드 수신 시간 및 상세한 센서 데이터의 내용을 실시간으로 확인할 수 있고 그림 10과 같은 차트 형태로 시각화하여 확인할 수 있다. 실험 과정동안 아티클라우드에 측정된 데이터들을 바탕으로 분석한 결과 센서 모듈에서 측정된 데이터가 클라우드에 전송되는데

평균적으로 580ms 소요되어 실시간으로 병실의 환경을 조회할 수 있음을 확인할 수 있었다.

Table 2. ARTIK Cloud sensor data logs

Record Time	Receive Time	Data
20:35:56.024	20:35:56.642	{"humidity":44, "temperature":26}
20:35:46.274	20:35:46.900	{"humidity":43, "temperature":27}
20:35:35.888	20:35:36.029	{"humidity":43, "temperature":27}
20:35:26.840	20:35:26.981	{"humidity":44, "temperature":26}
20:35:17.570	20:35:17.710	{"humidity":44, "temperature":26}

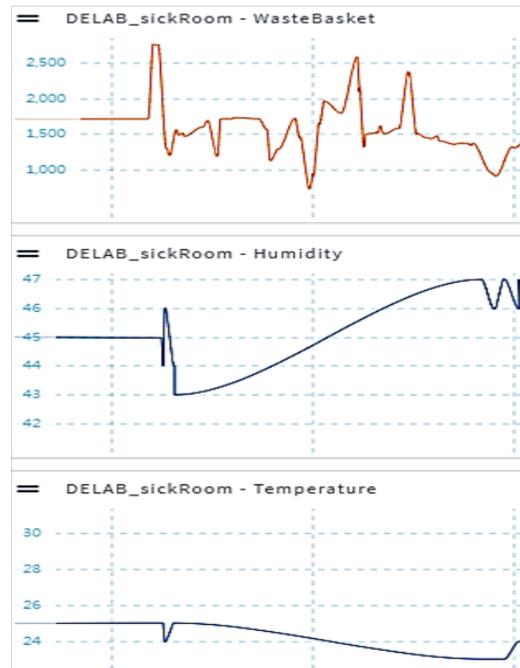


Fig. 10. ARTIK Cloud data chart



(a) Water-level of urine bag (normal)



(b) Water-level of urine bag (full)

11. IoT

Fig. 11. Getting hospital room info via IoT CareBot



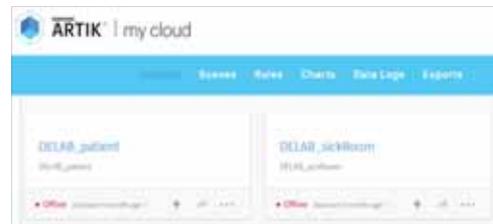
(a) status check (b) patient alert

12.

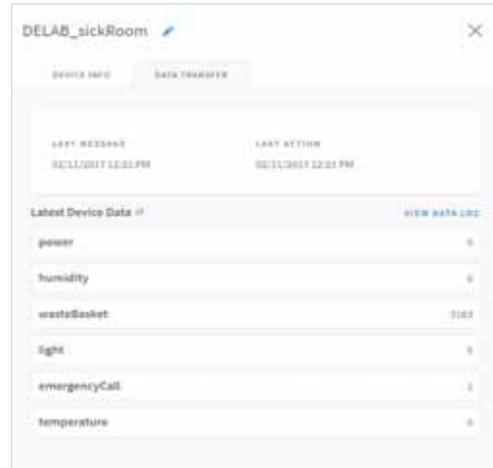
Fig. 12. Management of a room via wearable client

그림 11은 IoT 케어봇을 통하여 아티크 053 보드 기반의 센서 모듈이 측정된 정보를 조회하는 모습을 나타내고 있다. 그림 11의 (a)와 같이 유린백이 비어있을 경우 케어봇의 디스플레이는 “수위 적절”이라는 정보가 표시되며, 그림 11의 (b)와 같이 유린백이 가득 차게 될 경우 “확인요망”라는 메시지를 확인할 수 있다. 센서 모듈은 주기적으로 아티크 클라우드에 측정 정보를 전송하며 IoT 케어봇에서 해당 정보 조회를 요구할 경우, 아티크 클라우드의 REST API를 이용하여 해당 센서에서 측정된 정보들을 전달받아 사용자에게 제공한다. 그림 12는 웨어러블 클라이언트를 이용한 병실 관리 방법을 나타내고 있다. 그림 12의 (a)는 환자의 정보와 병실의 정보를 조회하기 위한 인터페이스로 아티크 클라우드로부터 특정 환자 혹은 특정 병실과 관련된 다양한 정보들을 상세하게 조회할 수 있다. 그림 12의 (b)는 병실 내 이상 상태 발생 시 웨어러블 클라이언트의 동작을 나타내고 있다. 예를 들어, 병실 내 특

정 환자의 유린백이 포화 상태에 다다를 경우 아티크 클라우드의 룰 엔진을 통하여 의료진 디바이스로 푸쉬 알람을 전달하는 액션을 수행할 수 있다. 본 연구에서는 웨어러블 디바이스로 삼성전자의 Gear Fit2를 이용하였으며 서비스 제공을 위하여 Tizen Web Device API와 HTML5 기반의 웹 앱을 개발하였다. 웨어러블 클라이언트를 이용할 경우 병실과 환자 관련 정보를 조회하는 기능뿐만 아니라 이상 상태 발생 시 조치사항에 대한 내용을 알람 서비스로 제공받을 수 있다.



(a) device list



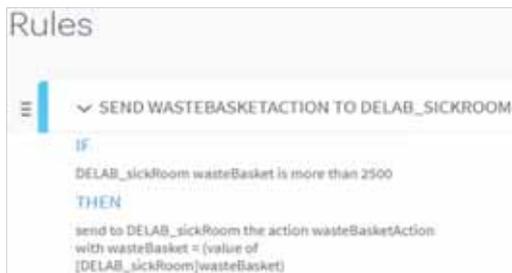
(b) device details

13. ARTIK Cloud

Fig. 13. ARTIK Cloud device setting

앞서 언급한 특이 상황 발생에 대한 액션 수행 동작 여부를 실험하기 위하여 그림 13 및 그림 14와 같이 아티크 클라우드의 디바이스 및 룰 엔진 세팅을 수행하였다. 그림 13의 (a)는 아티크 클라우드와 통신을 수행할 아티크 디바이스를 등록하기 위한 인터페이스로서 공개된 디바이스 설정을 이용하거나 도메인에 맞게 수정하여 등록할 수 있다. 등록된 디바이스를 선택하면 그림 13의 (b)와 같은 인

터페이스를 통하여 해당 디바이스의 상세 정보를 조회할 수 있다. 디바이스가 아티클 클라우드에 등록된 후에는 룰 엔진 세팅을 통하여 디바이스나 서비스의 상태에 따른 액션을 수행할 수 있다. 그림 14는 쓰레기통 포화도와 관련된 설정으로 특정 높이 이상 쓰레기가 쌓였을 경우 관련 알람을 발신할 수 있도록 하는 액션을 설정한 모습을 나타내고 있다.



14. ARTIK Cloud

Fig. 14. ARTIK Cloud rule setting

3

Table 3. ARTIK cloud messages and rule data logs

Device	Time	Type	Details	Data
sickRoom	8:30:30.518	Message	wasteBasket	2100
patient	8:30:30.525	Message	urineBag	410
sickRoom	8:30:35.551	Message	wasteBasket	2650
sickRoom	8:30:35.690	Action	wasteBasketAction	{"wasteBasket": 2650}
patient	8:30:35.567	Message	urineBag	490
sickRoom	8:30:40.528	Message	wasteBasket	1000
patient	8:30:40.529	Message	urineBag	570
patient	8:30:40.661	Action	urineBagAction	{"urineBag": 570}
patient	8:30:45.305	Message	urineBag	650
sickRoom	8:30:45.306	Message	wasteBasket	1550
sickRoom	8:30:50.285	Message	emergencyCall	1
sickRoom	8:30:50.396	Action	emergencyCallAction	None
...	...	...	...	...

아티클 클라우드 디바이스 및 룰엔진 세팅이 완료된 후 각 환경 정보 별로 특이 상황을 임의로 발생시켜 해당 상황에 대한 액션 수행 여부와 반응속도 등을 실험하였다.

특이 상황을 위한 규칙으로는 1) 쓰레기통 높이가 2500 일 때 경고 발생 규칙, 2) 유린백 포화도가 500 이상일 때 경고 발생 규칙, 3) 비상호출 발생 시 경고 발생 규칙을 등록하였다. 표 3은 센서 모듈에 측정된 데이터와 특이 상황을 발생시키는 데이터 및 액션 수행에 대한 데이터 로그의 일부를 나타내고 있다. 1행 및 2행에서는 기준 내의 수치가 수신되었으므로 규칙에 의한 액션이 발생하지 않지만 3행의 쓰레기통 측정치가 2650으로 기준값인 2500을 초과하자 4행과 같이 쓰레기통 이상 상태에 대한 액션이 수행되는 것을 확인할 수 있다. 마찬가지로 7행에 유린백 측정치가 570으로 기준치인 500을 초과하자 8행과 같이 유린백 이상 상태에 대한 액션이 수행되는 것을 확인할 수 있다. 유사하게, 11행의 비상 상황 호출에 대한 액션이 12행에서 수행됨을 확인할 수 있다. 실험 과정동안 아티클 클라우드에 측정된 데이터들을 바탕으로 분석한 결과 각 이상 상황 발생 시 그에 대한 액션이 수행되는데 평균적으로 113ms 소요되어 실시간으로 병실 환경 이상 상태에 대처할 수 있음을 확인하였다.

표 4는 제안하는 시스템과 기존의 병실 및 환자를 케어하기 위한 시스템들과의 정성적 비교 결과를 나타낸 표이다. 제안하는 시스템은 비용적인 측면과 기능적인 측면에서 기존에 제안된 시스템들에 비하여 우수한 모습을 보임을 확인할 수 있다.

4

Table 4. Comparison with previous systems

criteria	[3]	[5]	[6]	[8]	Proposed
cost efficiency	Low	Mid	High	High	High
environment sensing		X			O
interaction modality	robot	mobile	mobile	web	robot, web, wearable
cloud service	X	X			O
rule support	O	X	X	X	O

## 5.

본 논문에서는 IoT 케어봇 기반의 병실 관리를 위한 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 터치스크린 디스플레이가 탑재되어 있는 로봇 형태의 시스템을 바탕으로 사용자가 보다 손쉽게 병원/병실의 정보와 상태를

조회할 수 있고, 클라우드 기반의 데이터 공유를 통하여 의료진 및 보호자들이 보다 효과적으로 병실과 환자의 상태를 케어할 수 있는 서비스를 제공한다. 프로토타입 구현과 시연을 통하여 본 연구에서 제안하는 시스템이 병실 및 환자 관리에 효과적으로 활용될 수 있음을 확인하였으며, 향후 연구로서 지능형 액추에이팅 서비스의 확장 및 IoT 케어봇과의 상호작용 방법의 개선을 위한 대화 및 제스처 기반 정보 요청, 조회 기능에 대한 연구를 수행할 예정이다.

**REFERENCES**

[1] Kim, Boon Han, Chung, Bok Yae, Kim, Jin Kyung, Lee, Ae-young, Hwang, Seon Young, Cho, Joon Ah, Kim, Jung A, "Current Situation and the Forecast of the Supply and Demand of the Nursing Workforce in Korea", Korean J Adult Nurs, Vol. 25 No. 6, pp.701-711, December 2013.

[2] Laurel D. Riek, "Healthcare Robotics", Communications of the ACM, Vol. 60 No. 11, pp. 68-78, 2017

[3] Broadbent E, Garrett J, Jepsen N, Li Ogilvie V, Ahn HS, Robinson H, Peri K, Kerse N, Rouse P, Pillai A, MacDonald B, "Using Robots at Home to Support Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Pilot Randomized Controlled Trial", J Med Internet Res Vol.20 No.2, e45, pp.1-15, 2018.

[4] V. Kolici, E. Spaho, K. Matsuo, S. Caballe, L. Barolli and F. Xhafa, "Implementation of a Medical Support System Considering P2P and IoT Technologies," International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, pp. 101-106, 2014.

[5] Jung-Ho Kim, Jiwoong Bang and Daewon Kim, "Effective management system for long term medicated patients using a Smart terminal and Robot devices," Proceedings of the IEIE Fall Conference, pp. 829-832, Nov, 2011.

[6] Beomwoo Moon, Hiesik Kim and Yongbeom Kim, "Implementation of Bluetooth-based real-time room temperature monitoring system using Arduino," Information and Control Symposium., pp.236-238, Apr, 2017.

[7] Soo Min Gwak, Woo Sung Han, Yoo Ree Cho, Gan Hae Choe, Hoe Mun Lee, Yeon Man Jeong, and Dong Uk Cho, "Proposal of Real-time Monitoring System for Hospital Room for Comfortable Hospitalization", Proceedings of Sy

mposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, pp.281-281, Jan, 2018.

[8] Hae-Sung Lee, Dong-Geun Lee, Sun-Heum Lee and Kwan-Sun Choi, "IoT Hospital Room Environment Management System," Proceedings of KIIT Summer Conference, pp.295-297, Jun, 2017.

[9] Kim Gi Pyo and Sung Dae Kyung, "Smart Night Ward Environment Management and Emergency Detection System," Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, pp.808-809, Jun, 2017.

[10] ARTIK, Samsung Electronics, <http://artik.io>

[11] ARTIK Cloud, Samsung Electronics, <http://artik.cloud>

[12] TJBOT, IBM Research, <http://research.ibm.com/tjbot>

(Sang-Young Jo) [ ]



• 2014 ( )

<관심분야> 빅데이터 분석, 데이터 마이닝, AI, BCI

(Jin-Woo Jeong) [ ]



• 2006 ( )  
 • 2008 ( )  
 • 2013 ( )  
 • 2013 ~ 2016 ( )  
 • 2016 ~

<관심분야> 멀티미디어 정보검색, 데이터마이닝, 사물인터넷 등