

## e-Health장비 연결을 위한 IoT구현기술

유진호\*

# The IoT Implementation Technology for e-Health Device Connection

Jinho Yoo\*

**요약** 본 논문은 IoT환경에서 의료장비를 연결하는 eHealth구현에 관한 연구이다. 본 연구의 구현환경은 센싱노드, 게이트웨이 그리고 서버가 연결된 구조이다. 센서노드인 의료장치에서 발생한 의료정보들을 게이트웨이에 전달하고 게이트웨이에서 서버로 의료정보를 전달하여 대량데이터를 서버에 저장할 수 있게 한다. 센서노드로부터 발생하여 서버에 축적된 의료정보는 데이터베이스 형태로 저장되어 의료정보 사용에 대한 준비가 된다. 본 연구에서는 일반 상업용으로 판매하는 센서노드들을 게이트웨이에 연결하고 게이트웨이에서 센서노드를 관리하는 소프트웨어 구조를 연구하고 서버에 데이터를 어떻게 전달할 것인가를 구현한다.

**Abstract** This paper is a study related to connecting to medical device in IoT environment for e-Health Implementation. The implementation environment of this paper consists of sensing device node, gateway and its server. The information from medical devices on sensor node is transferred to gateway. The gateway transfers the information from their devices into the server and the server saves their transferred information. The medical information from medical devices is ready to use in making medical decision which is saved in database. In this paper, we connected the gateway to the commercial sensor node for implementing gateway functions. We studied and implemented how their network entities communicate each other.

**Key Words** : e-Health, BTLE, IoT, Sensor, Gateway

### 1. 서론

컴퓨터 하드웨어의 급속한 발전에 따라 컴퓨터의 영향력이 산업전반에 미치게 되었고 IoT(Internet of Things)기술이 다양한 생활의 분야에 적용되어 구현되고 있다[1]. IoT는 네트워크에 연결된 고유하게 식별이 가능한 사물들(Things)이 인간의 명시적 개입 없이 상호정보를 주고받으며 인간 중심적인 서비스를 제공하는 기반이 되는 인프라 기술이다. 본 논문에서는 의료환경에서 사용하는 의료장치에 IoT기술을

적용하여 e-Health케어 환경구축에 대한 연구를 수행하였다. IoT기술이 e-Health케어 분야에 적용되면서 헬스케어응용 구현을 위해 IoT플랫폼 형태를 사용한다. 이에 필요한 기능은 개체와 사람에 대한 추적, 사용자의 식별과 인증, 자동적 데이터수집 그리고 센싱 등이다[2].

추적은 개체와 사람에 대한 추적으로 실시간 위치탐지 등이 될 수 있으며 환자의 이동경로를 파악한다든지 시설에 필요한 물건의 위치파악 등에 사용한다. 사용자의 식별과 인증은 의료대상자를 정확하게 인식하는데 사용한다. 의료종사

This paper was performed by the 2015 school year Baekseok University College grants.

\*Corresponding Author : Division of Information and Communication, Baekseok University(yoojh@bu.ac.kr)

Received September 14, 2015

Revised October 10, 2015

Accepted October 15, 2015

자들이 환자를 식별하고 인증하여 의료대상자를 식별하는 것은 IoT기술의 의료환경 적용에 중요한 부분이다. 데이터 수집은 데이터를 입력하고 처리하는 시간을 줄이고 의료데이터를 분류하여 자동적으로 저장, 관리하는 부분이다. 센싱은 의료대상자에게 부착된 센서장치에서 의료데이터를 얻어내는 것이다. 센서의 특징화된 의료데이터를 실시간정보로서 얻어내어 환자의 특정상태지수를 얻어낸다. 센서에서 얻은 특정상태지수를 특정네트워크를 통해 전달하므로 센서는 센서단말에 설치되고 의료대상자에게 부착되며 게이트웨이와 저전력을 지원하는 통신을 한다.

본 논문의 2장에서는 본 연구의 배경과 관련 연구에 대해서 설명하고 3장에서는 본 연구에서 구현한 전체시스템에 관련한 전체구조와 각 노드의 역할에 대해서 설명하여 전체시스템이 어떻게 운영되는지에 대해 상세한 것을 다루고 수행환경을 설명한다. 마지막으로 본 연구의 적용에 대한 결론에 대해 기술할 것이다.

## 2. 관련연구

### 2.1 관련분야

IoT플랫폼에 관련한 개발은 다양하게 진행되고 있다. IoT네트워크의 기본형태를 가지고 가정, 의료 등 어느 곳이든 그 응용분야에서 개발이 되고 있고 개발된 플랫폼은 네트워크에 연결하여 서비스를 제공하고 있다. 의료서비스 플랫폼의 경우도 다양한 센서단말들이 출시되면서 시스템 구성이 활성화되고 있다. 응용분야는 IoT구조를 채택하여 구현되는 모든 시스템이 될 수 있다.

### 2.2 연구배경

시스템은 IoT시스템 구성을 기본으로 하여 센서 노드, 게이트웨이 노드, 사용자 노드인 서버노드의 기본적인 3가지 노드들로 구성되며 그림 1은 IoT환경의 일반적인 형태를 보여준다. 센싱대상으로부터 데이터를 얻어내는 센서노드,

센서노드로부터 네트워크로 연결되어 데이터를 수집하는 네트워크 허브역할의 게이트웨이 노드, 게이트웨이 노드들로부터 데이터를 받아 관리하는 서버노드 또는 데이터를 응용에 이용하는 사용자응용이 있다. 센서노드는 해당목적에 맞는 물리적인 센서를 원하는 사물에 부착하고 사물로부터 얻어진 센서데이터는 게이트웨이에 전달한다. 사물에 부착된 여러 센서로부터 채집된 데이터는 게이트웨이에 주기적으로 전달된다. 게이트웨이는 수집된 데이터를 서버의 요구에 따라 서버에 전달한다. 이렇게 하여 서버에서 센싱된 데이터를 통합하여 관리하고 모아진 대량의 데이터는 현장에 있는 센싱대상물의 상황을 탐지하고 결정하는데 사용되는 정보가 될 수 있다.

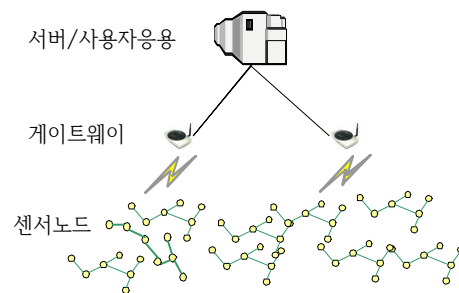


그림 1. IoT시스템 구성  
Fig. 1. IoT System Architecture

이러한 시스템구성을 위해 센서단말에서 게이트웨이와의 연결, 게이트웨이에서 서버에 이르는 연결을 위한 네트워크 수단이 제공되어야 하며 환경에 맞게 전원, 외형 등을 결정하게 된다. 센서단말과 게이트웨이 사이의 네트워크는 저전력 특성을 지원하는 네트워크 미디어로 구성이 되고 게이트웨이는 서버에 공중망 네트워크를 통해 연결된다. 게이트웨이는 이기종간의 데이터 연결을 위한 기능을 하게 되며 서버는 등록되는 센서장치의 모든 특성을 가지고 운영을 결정하고 자료를 수집하여 사용자 응용에 제공되도록 데이터베이스에 저장된다.

### 3. 시스템 구현

#### 3.1 전체 시스템 구성

본 연구는 e-Health용 IoT시스템으로 구성하였고 시스템은 3가지 노드들로 구성이 된다. 의료대상자로부터 의료데이터를 얻어내는 IoT장치인 센서노드, 센서노드로부터 공중망 네트워크 연결을 가능하게 하고 IoT네트워크에 연결되어 데이터를 수집하는 게이트웨이 노드, 자신의 네트워크 내의 센서로부터 데이터를 수집하는 게이트웨이노드가 있고 게이트웨이 노드들로부터 데이터를 얻어 관리하는 서버노드가 있다. 센서노드는 의료목적의 센서로 구성된 센서단말로 의료데이터를 센싱하여 게이트웨이에 전달한다. 수개의 센서단말은 연결설정이 된 게이트웨이에 주기적으로 센싱된 데이터를 전달하게 된다.

IoT시스템 구성을 위하여 IoT단말과 게이트웨이와 서버는 각각의 역할을 가지고 데이터 중심적인 네트워크 구성을 하게 된다. IoT단말이 접속되면 서버에서 IoT단말을 관리하게 된다. IoT단말이 연결되면 IoT단말을 서버에 이름과 가능 서비스를 등록하게 되고 서버에서는 IoT단말의 서비스를 사용자에게 전달하기 위해 서비스를 운영하게 된다. 이를 위해 서버는 IoT게이트웨이에 IoT단말에 대한 서비스데이터 정보, 데이터 획득주기 등의 서비스 요구를 게이트웨이에 전달하고 게이트웨이는 IoT단말에 이를 전달하고 제어하여 IoT단말의 운영을 관리하게 된다.

IoT단말의 보고주기와 데이터 특성 등은 서버의 보고주기에 맞게 게이트웨이에서 조정하게 된다. 게이트웨이는 JSON형태로 서버로 데이터를 보고하고 서버는 받아들여진 데이터 속성과 서비스 정보를 데이터베이스 형태로 저장하여 사용자에게 의료정보로 제공하게 된다.

#### 3.2 시스템간 통신

개발시스템의 센서단말 하드웨어는 생체센싱을 위한 시중에 판매되는 노년의 펄스옥시미터, 하트레이트 모니터 등이다. e-Health 케어의 일

환으로 의료정보센싱을 위한 단말들이 최근에 출시되고 있다. 일반적인 센서단말의 하드웨어는 소형시스템에 특정센서가 부착되고 통신장치로 블루투스4.0(Bluetooth Low Energy 4.0)을 주로 지원한다. 블루투스4.0을 사용하는 이유는 블루투스 프로토콜 뿐만아니라 저전력모드를 지원하고 그것을 위해 설계되었기 때문이다. 이들 센서장치와 네트워크 모듈을 관리하기 위해 프로세서를 탑재하여 센서단말 장비의 기능을 수행한다. 게이트웨이와의 블루투스 통신을 위한 연결을 위해서 IVT BlueSoleil 규격에 따라 연결설정을 한다[3]. 이 규격은 센서장비와 게이트웨이 간의 통신연결과 서비스정의를 위한 것으로 이러한 규격에 따라 센서장비는 자신의 프로파일을 게이트웨이에 등록하게 된다. 센서장비의 프로파일은 센서장비 자체가 어떤 데이터를 측정할 수 있는지에 대한 정보와 센싱주기 등의 서비스 정보를 포함하고 있다. 게이트웨이는 센서장비의 프로파일을 파악한 후 관리한다. 서버는 게이트웨이에서 어떤 장비를 가지고 있다면 어떤 센싱정보를 어떤 주기로 보내줄 것인지를 명령하게 되고 게이트웨이는 이런 형태의 요구를 수용한다.

개발시스템은 그림 2에서 보는 것처럼 센서를 장착한 장치와 게이트웨이 그리고 서버로 구성

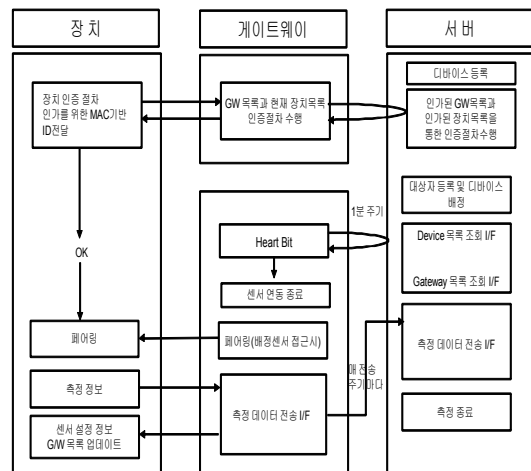


그림 2. 전체 시스템 통신형태  
Fig. 2. Communication flow of the overall system

되고 통신절차를 정의한다[4]. 장치는 장치전원을 켜는 동시에 게이트웨이에 연결을 요구한다. 장치는 장치인증절차를 위해 자신의 MAC주소에 기반한 ID를 전달하여 게이트웨이와의 인증절차를 시작한다. 이를 통해 게이트웨이는 장치 목록을 가지게 되고 서버에는 인가된 게이트웨이와 게이트웨이별 인가된 장치의 목록을 운영하며 각각에 대하여 인가를 허용할 것인가를 결정하게 된다.

장치의 인증절차가 끝나면 장치는 게이트웨이와 페어링 상태가 되고 게이트웨이는 장치가 어떤 센싱 능력을 가지고 있는지를 알게 된다. 장치와 게이트웨이와의 연결과 서비스 요청 등의 절차를 거쳐 장치의 측정된 실제 센싱데이터를 게이트웨이에 정해진 시간주기에 맞추어 보고하게 된다. 서버의 경우 장치와 게이트웨이의 완전한 목록을 가지고 관리하며 이들로부터 받은 정보를 데이터베이스로 저장하여 관리하며 사용자 응용의 요구에 부응하게 된다.

### 3.3 센서노드와 게이트웨이

장치가 구동되면 최초로 게이트웨이와 연결을 위한 절차를 수행하게 된다. 장치는 동작을 시작할 때 MAC기반 자신의 ID를 전달하여 존재를 알리게 되는데 최초에 게이트웨이가 주기적으로

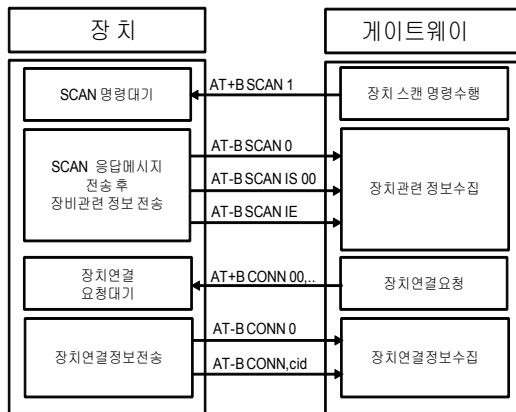


그림 3. e-Health장치와 게이트웨이 연결설정  
Fig. 3. Connection establishment between device and gateway

주변의 장치를 탐색(SCAN)하기 위해 AT명령 형태로 메시지를 전달한다. SCAN명령을 받은 장치들은 장치의 ID를 전달하는 형식으로 게이트웨이에 자신을 보고한다.

게이트웨이는 장치의 SCAN결과를 보고 연결할 것인지를 결정하게 되고 연결을 위해 연결요청을 하게 되면 기본적인 연결절차를 마치게 된다. SCAN명령을 수행할 때 사용되는 주소는 블루투스의 MAC주소를 사용하며 SCAN명령에 대해 장치 쪽에서는 자신의 장치이름을 보고한다. CONN 연결 설정명령에서는 현재 장치와의 연결을 위한 연결전용 아이디를 게이트웨이로 전달한다.

기본적인 연결절차를 마치면 장치를 통한 서비스 절차를 수행하게 되며 데이터를 통한 서비스가 가능하게 된다. 하나의 연결에 여러 개의 서비스가 있을 수 있고 각각의 서비스는 서비스 아이디로 식별되어 장치가 가지는 각각의 서비스에 대하여 서버에 등록이 되고 서버는 필요시 서비스를 요구하여 해당정보를 수집할 수 있다. 게이트웨이는 장치가 제공하는 서비스를 알아내기 위해 FIND Services명령을 연결 아이디와

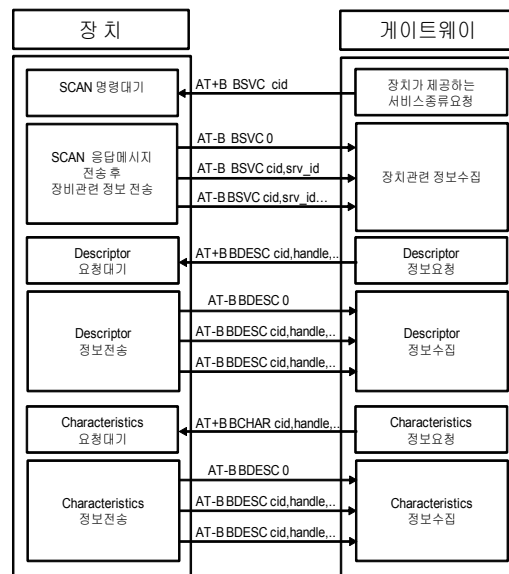


그림 4. e-Health장치와 게이트웨이 데이터요청  
Fig. 4. Data Request between device and gateway

함께 전송하고 장치로부터 연결 아이디에 대한 서비스의 종류와 각각이 사용하는 아이디를 게이트웨이로 전송한다. 각각의 서비스 아이디는 서비스를 취급할 핸들값도 또한 보고하게 된다. 이러한 절차를 통해 서비스에 대한 아이디체계의 정보를 얻을 수 있고 이러한 정보를 바탕으로 장치가 게이트웨이에 장치의 센서가 획득한 정보를 어떻게 전달할 지를 WCMD명령을 통해 설정할 수 있다.

WCMD명령에 의한 설정 후에는 센서를 장착한 장치는 주기적으로 센싱값을 게이트웨이에 보고하게 된다. 자주 사용하는 명령으로 연결과 서비스에 대한 아이디를 가지고 게이트웨이는 장치에 디스크립터 요청을 할 수 있다. 또한 연결 아이디와 서비스 아이디로 FIND Characteristics 명령을 수행하여 특성값을 위한 각각의 아이디 정보도 알 수 있게 되며 장치 자체의 정보도 READ Device명령으로 알 수 있다.

### 3.4 게이트웨이와 서버

게이트웨이와 서버 간은 IP네트워크상에서 JSON 방식을 사용하여 구현된다[5]. 게이트웨이는 URI주소를 사용하여 JSON서버에 요구 메시지를 보내며 이 때 대기하고 있던 서버는 요청을 받고 응답 메시지를 전달한다. 게이트웨이의 장치속성 테이블은 자바의 리스트 형태로 구현하였고, 자바의 리스트 자료구조는 JSON 포맷으로 변환되어 서버에 전달된다. JSON서버의 내부구조는 그림 6에서 보는 것과 같다.

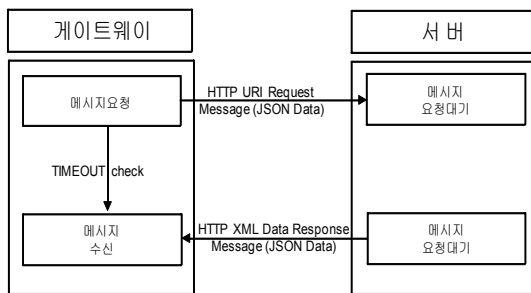


그림 5. 게이트웨이와 서버 간 통신  
Fig. 5. Data communication between device and gateway

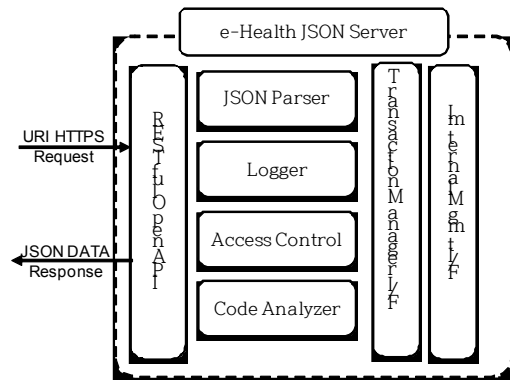


그림 6. 서버 내부구조  
Fig. 6. the Internal Structure of the Server

e-Health JSON Server는 URI를 사용한 연결을 위해 API를 제공하고 내부처리를 위해 파서와 기록자, 접근관리자, 코드분석자로 구성되고 트랜잭션과 내부관리 인터페이스를 가지고 있다.

### 3.5 수행 환경

수행환경은 IoT기술을 적용하는 e-Health 응용을 대상으로 하여 IoT구조에 기반하여 구성한다[6]. 구체적인 환경은 병원의 병실 내에 수명의 환자들이 있고 환자들은 자신의 병의 상태진단에 필요한 센서를 수개를 착용한다. 병실 안에는 하나의 게이트웨이가 있고 환자들이 착용한 센서장치로부터 센싱정보를 받아 서버에 보고하는 구조를 가진다.



부착된 센서장치는 병실 안에 있는 BLE게이트웨이에 연결설정을 하고 자신의 특성에 맞는 센싱데이터를 게이트웨이로 주기적으로 보고하게 된다. 게이트웨이는 센서로부터 얻어진 데이터를 JSON 연결을 통해서 JSON서버에 보고하게 된다. 이렇게 모아진 센싱정보들은 의료행위

를 위한 진단정보로 사용할 수 있도록 데이터베이스 형태로 저장된다.

#### 4. 결론

IoT기술은 데이터 캡처 및 통신 기능을 활용하여 물리적 객체 및 사용자를 연결하는 글로벌 네트워크인 인터넷으로 연결이 되어 서비스를 제공하게 된다. 각각의 센서는 가상의 식별자를 가지고 독립적으로 사람에게 부착되어 자율적인 데이터 캡처, 이벤트전송, 네트워크 연결 및 높은 상호운용성의 특징을 제공한다. 이러한 IoT 기반 시스템을 기본으로 하여, 본 연구에서는 건강측정을 위한 센서기기를 환자의 몸에 부착하여 각 병실단위에 있는 게이트웨이로 자동연결되어 센싱데이터를 주기적으로 전송하여 환자의 상태를 모니터링 할 수 있도록 한다. 또한 게이트웨이에 보고된 환자의 건강지표가 되는 센싱데이터는 서버로 전달되어 의료종사자가 열람하여 진단자료로 사용할 수 있으며 위급상황 등을 센서데이터를 통해 지능적으로 감지할 수 있다. 이러한 인프라는 환자의 상태를 정확한 간격으로 추이를 분석하고 사람의 실수를 줄이고 정확하게 측정된 센싱데이터를 통해 보다 정확한 의학적 판단의 자료로 사용될 수 있다. 뿐만 아니라 센싱데이터는 서버로부터 인터넷을 통해 접근할 수 있으며 계량화된 수치는 컴퓨팅 환경에서 활용할 수 있게 된다.

#### REFERENCES

- [1] Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito, "The Internet of Things: A Survey", Computer Networks, pp.2787-2805, Vol. 54, Oct, 2010.
- [2] Hyunsoo Seo, Dae-HyunRyu, Taewan Choi, "Design and Implementation of u-Healthcare System for u-Wellness", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, pp. 5506-5511, 2012.
- [3] Yan Laijun, "BlueSoleil i410e Programming

Manual", BlueSoleil Ecosystem, May, 2013

- [4] Bui, N., Lakkundi, V., Olivereau, A., Serbanati, A., Rossi, M., "Secure communication for smart IoT objects: Protocol stacks, use cases and practical examples", World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2012 IEEE International Symposium on a , vol., no., pp.1-7, 25-28 June 2012
- [5] Norio Kobayashi, Manabu Ishii, Satoshi Takahashi, Yoshiki Mochizuki, Akihiro Matsushima, Tetsuro Toyoda, "Semantic-JSON: a lightweight web service interface for Semantic Web contents integrating multiple life science databases", Nucleic Acids Research, vol. 39. pp. 533-540, 2011.
- [6] Mair F, May C, Murray E, Finch T, O'Donnell C, Anderson G, et al, "Understanding the implementation and integration of e-Health Services", Report for the NHS Service and Delivery R and D Organisation (NCCSDO), London, 2009.

#### 저자약력

유진호(Jinho Yoo)

[정회원]



<관심분야>

- 1994년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과
  - 1996년 2월 : 서강대학교 컴퓨터공학과
  - 2006년 8월 : 충북대학교 컴퓨터학과
  - 1996년 1월~1998년 12월 : 엘지정보통신연구소 전임연구원
  - 1999년 1월~2008년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
  - 2008년 3월~현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수
- 임베디드시스템, 가상화시스템, 실시간시스템