

의료정보처리를 위한 시스템 개선에 관한 연구

유진호
백석대학교 정보통신학부

A Study on Implementation of System Improvement for Medical Information Processing

Jinho Yoo

Dept. of Information and Communication, Baekseok University

요 약 본 연구는 IoT기반의 의료정보 처리를 위한 시스템 및 네트워크 기술 구현에 관련한 것이다. 본 연구의 구성환경은 IoT의 기본구성으로 센서노드, 게이트웨이, 서버노드의 구성이다. 센서노드로서의 의료단말이 게이트웨이에 연결요청을 하면 서버에 미리 등록된 의료장치일 경우 서버는 등록을 허가한다. 착용형 의료장치는 주기적으로 센싱 정보를 수집하여 서버에 전달하고 서버는 이를 시각화하거나 미래사용을 위해 저장한다. 본 논문에서는 이에 필요한 전체 절차와 알고리즘을 기술하였고 소프트웨어 구조를 제안하였다.

주제어 : IoT, E-Health, JSON, BLE, USN

Abstract This research is to study IoT based implementation of system and network for medical information processing. This paper's configuration environment consists of sensor node, gateway and server node as a basic IoT architecture. Medical terminal as a sensor node asks connect request to his server, and the server accepts the request if the medical device is already registered. Wearable medical device sends its collected sensing data to server, and server processes the received data for data visualization or saves them for usage in the future. This paper describes overall processes and their algorithms and suggests their software processing architecture.

Key Words : IoT, E-Health, JSON, BLE, USN

1. 서론

최근 컴퓨터 기술이 진화하여 모든 사물을 인터넷과 연결하여 서비스를 제공하는 IoT(Internet of Things) 기술이 주목받고 있으며, 공업, 농업, 국방 등 다양한 산업 분야에 기술을 적용하여 관련 서비스 개발이 본격적으로

진행되고 있다. 특히, IoT 기술을 접목한 의료 및 건강관리 분야는 인구의 고령화 및 개인의 건강 관심 증대에 따라 다양한 IoT기반 융합 서비스 중에서도 가장 높은 관심을 받고 있는 시장이며, 새로운 블루오션이 될 것이라는 전망이 우세하다[1].

IoT 기술을 의료 환경에 적용하는 데 있어서 중요한

* 본 논문은 2016년 백석대학교 학술연구비에 의하여 지원되었음 - This work was supported by Baekseok University.

Received 30 September 2016, Revised 1 November 2016

Accepted 20 November 2016, Published 28 November 2016

Corresponding Author: Jinho Yoo

(Dept. of Information and Communication, Baekseok University)

Email: yoojh@bu.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

부분은 개체와 사람에 대한 추적, 사용자의 식별 및 인증, 자동적인 데이터 수집, 그리고 센싱 등의 기능이다[2]. 추적은 개체와 사람에 대한 추적으로 실시간 위치탐지 등이 될 수 있으며, 환자의 이동 경로를 파악한다든지 시술에 필요한 물건의 위치 파악 등에 사용한다. 사용자의 식별과 인증은 의료 대상자를 정확하게 인식하는 데 사용한다. 센싱은 의료대상자에게 부착된 센서장치에서 의료 데이터를 얻어내는 것이다.

IoT기반의 의료환경 적용 시나리오는 일반적으로 다음과 같다. 센서를 착용한 의료대상자인 환자로부터 수집한 정보를 게이트웨이로 보내고 유사한 구성의 수개의 게이트웨이로부터 수집된 데이터는 서버로 보내져 대상 환자에 대한 데이터베이스를 구성한다. 의료종사자는 접근 권한을 가지고 환자로부터 수집한 데이터베이스를 열람하여 진료 및 처방을 진행한다.

의료대상자로부터 의료데이터를 지속적으로 얻을 수 있는 IoT기반의 의료시스템 구현을 위하여, 본 연구에서는 의료정보처리를 위한 네트워크 및 시스템 구조의 구현을 진행하였다. 본 논문의 2장에서는 연구의 배경과 관련연구를 살펴본다. 3장에서는 본 연구에서 구현한 전체 시스템 구조와 각 개체의 역할에 대해 설명하며 전체 시스템의 운영과 수행환경에 대해 설명한다. 마지막으로 본 연구의 적용에 대한 결론과 향후 연구에 대해 기술할 것이다.

2. 관련연구

2.1 관련 분야

IoT 플랫폼에 기반한 연구개발은 센서기반 응용에서 다양하게 연구와 개발이 진행되고 있다. IoT 플랫폼 구성의 기본적인 틀에서 가정, 의료, 공장, 농업 등 다양한 분야에 응용이 개발되고 있고, 개발된 플랫폼은 IoT 구조를 유지하며 네트워크에 연결되어 결국 컴퓨팅 서비스와 연관하여 구축된다.

2.2 연구배경

시스템은 IoT의 기본적인 구성을 기반으로 하여 센서 노드, 게이트웨이 노드, 사용자 노드인 서버 노드의 3가지 노드로 구성된다. 센서 노드는 센싱 대상으로부터 센

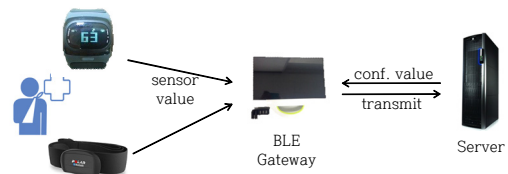
싱 정보를 수집하여 네트워크를 통해 게이트웨이 노드로 전송한다. 본 연구에서 의료 단말은 센서 노드에 해당한다. 센서 노드와 게이트웨이 노드 간에는 정보를 전송할 뿐만 아니라 수집한 센싱 정보를 전달하고 연결유지에 필요한 관리를 한다. 연결유지는 데이터의 전송을 해당 응용에 적합하게 성공시키는 관리기능이라 할 수 있으며 데이터를 전송받은 게이트웨이 노드는 수집된 데이터를 임시적으로 보관한다[3]. 게이트웨이 노드들은 수집한 데이터를 서버노드로 보내고 게이트웨이 노드는 센서 노드와 비교적 근거리에서 근거리 통신을 하며 원거리에 있는 서버 노드로 정보를 전송한다. 서버 노드에서는 사용자의 요구에 맞게 정보를 처리하며 수집된 다량의 데이터들은 서버 노드에서 서비스 중심으로 분석된다.

본 연구에서는 기존의 구현논문의 실험을 바탕으로 단말 및 게이트웨이 시스템의 설계와 알고리즘을 최적화하였고, 서버 소프트웨어 시스템을 재구성하여 수집 데이터를 재처리하기 편리하도록 구현 구조를 개선하였다[4].

3. 시스템 구현

3.1 전체 시스템 구성

본 연구에서는 그림 1에서 보는 바와 같이 의료 센서 노드, 의료 게이트웨이 노드, 서버 노드의 3가지 네트워크 개체로 구성된 의료용 IoT 시스템을 구축하였다[5,6].



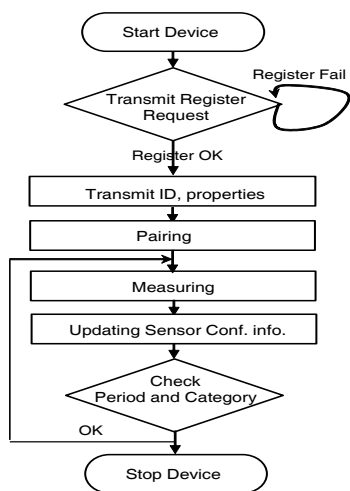
[Fig. 1] e-Health IoT System Architecture

의료 센서 노드는 초소형 시스템 형태의 의료 센서가 부착된 단말로 환자로 부터 의료 정보를 수집하여 전송 계획에 따라 게이트웨이로 전달한다. 센서 노드는 의료 데이터 수집과 네트워크 연결을 위한 설정에 관여하며 게이트웨이의 경우 여러 센서 노드로부터 의료 데이터를 전달받아 서버에 전달하는 역할을 한다. 이러한 시스템

구성의 경우 의료 단말과 게이트웨이와 서버는 각각의 네트워크 개체로서 의미를 가지고 데이터 전달에 관여하게 된다. 의료 센서 노드의 경우 BLE를 지원하는 네트워크 장치 SoC와 연결하여 의료 센서를 탑재하고 GATT 프로토콜 규약에 의해 정보를 전송한다. 본 연구에서는 Nordic nRF51822를 활용하여 BLE 기능 지원을 용이하게 하였다[7]. 게이트웨이 노드는 특정 영역에 있는 단말의 가입과 이탈에 관여한다[8,9]. 단말이 서비스 영역에서 가입을 통해 등록이 되면 게이트웨이 노드는 이를 주기적 데이터 수집을 위해 통신하며 관리를 하게 된다. 의료 단말이 게이트웨이를 통해서 가입 신청시 게이트웨이는 이를 서버에 보고하며 서버는 사용 등록이 되어 있는 단말인지 확인하여 이미 등록이 완료된 단말의 경우에 가입을 승인하게 된다. 의료 단말이 서비스를 위해서 서버에 등록될 때 데이터 획득을 위한 주기, 정보의 형태, 아이디 등의 정보가 등록과 동시에 입력되며 게이트웨이는 센서가 탑재된 단말로부터 센싱한 데이터를 얻어서 JSON 형태로 서버에 데이터를 전송하고 서버는 분석을 위해 데이터를 관리한다. 이러한 경로를 거쳐 서버에 저장된 데이터는 의료 정보 시각화 또는 특정 목적의 분석을 위한 재처리를 준비한다.

3.2 단말 장치 구성

센서 단말과 게이트웨이의 통신은 BLE 4.0(Bluetooth low Energy 4.0)을 기반으로 한다[10].



[Fig. 2] Device Flow

또한 센서 단말의 실험은 우선 통신 절차를 만족하는 기존의 상업용 단말인 노년의 펄스옥시미터, 하트레이트 모니터 등으로 실험하였다.

현재는 더 많은 착용형 의료 단말들이 출시되고 있으며 이는 대부분 BLE를 사용하며 저전력 통신의 특성이 잘 구현되어 있다. 단말과 게이트웨이 간의 통신 절차를 위해서 IVT BlueSoleil 규격을 따라 연결 설정을 한다[11]. IVT BlueSoleil은 센서가 탑재된 단말과 게이트웨이 간의 블루투스 통신 연결을 위한 과정을 정의하고 그에 따른 연결 절차, 정보 전송 절차 등의 기술적인 사항을 포함한다[12]. 이 규격에 따라 센서는 장치 내의 각 제공 서비스를 게이트웨이에 전달하거나 요구받아 전송 주기와 가용 서비스를 보고 하게 된다. 게이트웨이는 센서 탑재 장비의 프로파일과 연동을 위해 필요한 모든 정보를 블루투스 전송 규격을 통해 전달한다.



[Fig. 3] RedBear Lab kit

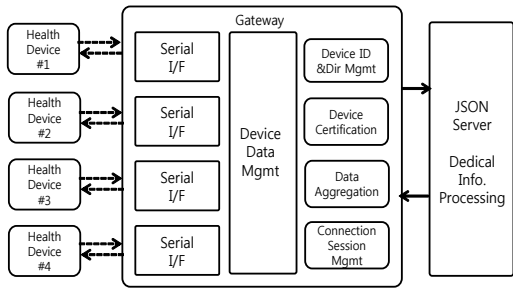
본 연구의 실험을 위해서 레드베어랩의 BLE 나노 키트를 활용하였다. 기존 통신 절차를 수용하면서 추가적인 장치 활용의 여지를 두기 위해 센서 단말을 위한 인터페이스 개발 환경을 활용하였다.

의료 단말이 게이트웨이 영역 안에 들어오면 가입 요청을 한다. 장치는 사용자의 요구에 의해서 미리 서버의 장치 리스트에 있을 경우에 등록 요청이 인가된다. 이러한 등록 과정이 GATT가 정하는 절차를 통해 연결 설정을 수행한다. 장치와 서버의 연동에서 장치는 서버에서 독립된 계정을 가지게 되고 계정은 전송 주기, 서비스 ID, 장치 ID 등의 통신과 속성 정보 등을 포함한다.

3.3 직렬포트 통신 연결구현

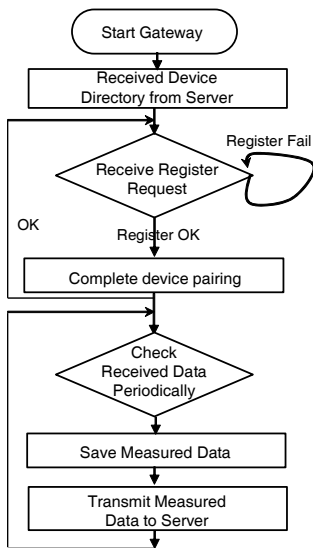
그림 4는 단말 장치 연결을 위한 게이트웨이 구조이며 장치 ID, 목록 관리, 장치 인증, 데이터 수집, 연결 및 세션을 관리하고 게이트웨이 상에 직렬 장치로 나타난다. 장치는 자신의 MAC 주소를 가지고 있으며 이 주소를 통

해서 자신을 인증한다.



[Fig. 4] Connection with Gateway

게이트웨이는 그림 5에서 보는 바와 같이 최초로 탐색 명령(SCAN)으로 주변에 장치가 있는지를 파악하며 이러한 탐색 명령을 수신한 장치는 자신을 등록하기 위해 연결 요청 정보와 서비스 ID를 제공하고 서비스 시작을 준비한다. 게이트웨이는 장치의 탐색 결과에 따라 등록에 관련한 준비를 한다. 또한 연결을 위해서 장치의 ID를 가지고 서버와의 통신 과정을 통해서 인증 절차를 수행한다.



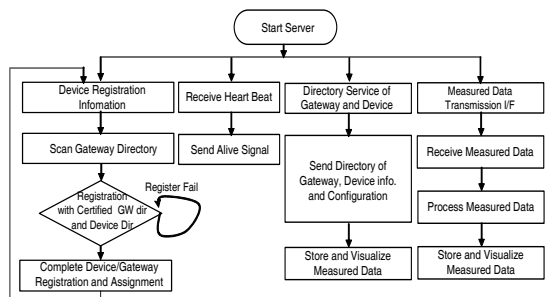
[Fig. 5] Registration Procedure in Gateway

연결이 설정되면 서비스 정보 전송을 위한 절차가 시작되며 지속적으로 요청된 속성에 대한 값을 장치에서 주기적으로 전송한다. 이러한 절차 외에도 게이트웨이는

장치가 제공하는 서비스를 알기 위해 찾기 명령(FIND), 센싱한 정보를 전달하기 위한 명령(WCMD), 장치의 특정 정보를 알기 위한 판독 명령(READ) 등의 여러 가지 장치 연결과 서비스 전송에 관련한 명령을 통신에 사용할 수 있다.

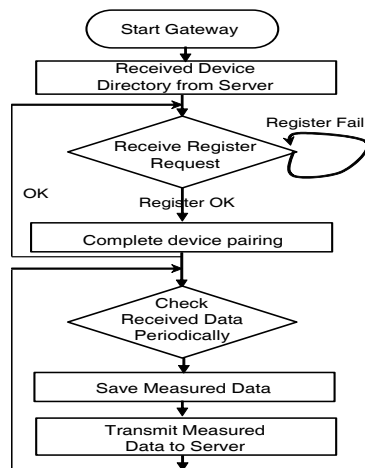
3.4 서버역할과 구조

서버는 최종 사용자와 연결되어 수집된 정보를 처리하며 단말 장치, 게이트웨이와 그 속성 정보를 저장한다. 서버는 장치 등록과 장치 활성 확인, 디렉토리 서비스와 측정정보를 받아 저장 또는 처리하는 역할을 하여 서버 내의 절차는 그림 6에서 보는 것과 같다.



[Fig. 6] Service Information Procedure

서버는 게이트웨이와 TCP/IP 네트워크로 연결되며 정보 전송 자료 형태로 JSON을 사용한다[13]. 서버는 그림 7에서 보는 것과 같은 내부 구조를 가지고 있다.



[Fig. 7] Server Internal Architecture

JSON은 자바의 자료구조와 연동이 쉽고 프로그램 작성성이 용이하며 단순한 형태의 구현이 가능하다. JSON 서버는 URI를 사용하여 연결 함수들을 제공하고 내부 처리를 위해 파서와 로거, 접근 제어, 코드 분석자로 이루어지고 트랜잭션과 내부 관리를 위한 인터페이스를 제공한다 [14]. 서버로 전송된 정보는 서버 내에서 질의를 받았을 경우 질의 처리자에 의해 처리되고 웹을 통해 자료를 시각적으로 표시하게 된다. 서버의 구성은 기존 구성에서 사용자의 데이터 요구에 편리하게 접근할 수 있는 구조로 향상되었다.

3.5 다양한 구현 플랫폼

본 시스템의 게이트웨이는 안드로이드 시스템으로 구성되어 안드로이드 시스템이 탑재 가능한 블루투스를 포함하는 하드웨어 장치에 구현된다. 본 실험은 BLE 동글을 가진 텔레칩스를 사용하는 시스템과 안드로이드 스마트폰에서 각각 실험하였다. 의료 환경에서 환자는 착용형 센서를 부착하고 있고 센서 부착 장치들은 모바일 게이트웨이나 고정형 게이트웨이에 연결이 되어 쌍을 이루게 된다. 환자에 부착된 센서는 등록 후 주기적으로 모바일 게이트웨이나 고정형 게이트웨이에 센싱한 정보를 보고하게 된다.



[Fig. 8] Overall Configuration

게이트웨이로 보고된 정보는 무선 또는 유선 TCP/IP 네트워크를 통해서 서버에 전송된다. 정보를 전송받은 서버는 센싱된 의료 정보를 처리에 적합한 형태로 데이터베이스에 저장한다[15].

4. 결론

본 논문에서는 의료 환경에 IoT 기술을 적용하여 원격 의료 체계를 구축하기 하여 ICT의 활용 가능성을 확인해 보았다.

의료대상자로부터 센싱 데이터를 지속적으로 수집하여 게이트웨이를 통해 서버에 전달하고, 센싱 데이터로부터 치료에 유효한 정보를 처리하여 의료 정보 형태로 저장하여 진료에 적합한 시각화 의료 정보로 구성하거나 컴퓨터로 처리가 가능한 대량의 데이터 형태로 보관하는 것이 일반적인 시스템 구성이다. 이와 같이 IoT 기술을 이용하면 현재의 질의, 응답 수준의 면담을 통한 진료보다 의료 상황을 정확하게 판단할 수 있는 의료 정보를 제공이 가능하고, 나아가서는 인공지능과 같은 기술을 이용하여 보다 더 정확한 의료 활동이 이루어질 것으로 본다. 또한 위급상황 감지와 환자 의료 정보의 정확한 파악을 통해 기타 부작용을 최소화 할 수 있으며, 서버에 저장된 의료 정보를 편리하게 접근하는 구조를 통해서 빅데이터 처리에 의한 유익한 정보를 추론하는 기반을 제공한다.

지속적이고 실시간으로 인간의 생체 정보 등의 데이터를 수집하는 것은 기술적으로 가능성이 높아짐에 따라 수집되는 정보의 경우 개인적인 의료 정보로서 타인에게 공개되지 않고 보호되어야 하는 등 개인 의료정보 보호의 중요성이 증대되고 있다. 이러한 개인 정보 보호는 제도적으로 이미 상당한 수준이 법제화가 진행되었으나, 현실적으로는 정보 이용의 규제가 너무 많아 개발자들에게는 불편함이 많은 것은 사실이다. 앞으로의 기술 시장의 발전 가능성 등의 여건을 미리 파악하여 의료 정보의 합리적인 이용에 대한 정책적 지원이 수반됨으로써, 의료 환경에 컴퓨터 기술을 적용하는 응용 서비스가 더욱 더 많이 개발될 것으로 본다.

본 논문에서는 IoT 기본망 기술을 응용하여 의료 정보 처리 시스템의 기본적인 형태를 개발하였으나, 앞으로는 의료 센서 장치가 다양화되고 일부 의료 기능도 ICT 도입으로 상당한 발전을 이룰 것으로 예상된다. 이러한 장비 기술이 실제 의료 환경에 맞게 발전하고, 더욱 더 복잡한 시스템 처리를 요구하게 될 것이며, 이에 따라 가입자 장비 관리, 개인 정보 보호, 서버 관리 등의 다양한 범주로의 기술 변화와 함께 의료 환경이 개선될 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Baekseok University.

REFERENCES

- [1] Jongtae Park, Seungman Choen, Seokju Ko, "IoT Based Healthcare Service and Platform Trend", Journal of Korea Information and Communications Society, Vol.31, No.12, pp. 25-30, Dec. 2014.
- [2] Lee, Kang-Whan, "A Study on u-Health care System Design based on Context-awareness", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol.15, No.10, pp. 2265-2271, 2011.
- [3] 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, pp.1-7, 25-28 June 2012.
- [4] Jinho Yoo, "The IoT Implementation Technology for e-Health Device Connection", The Journal of Korea Institute of Information and Electronic Communication Technology, Vol.8, No.5, pp.394-399, Oct. 2015.
- [5] Donghyun Kim, Seoksoo Kim, "Design of Key Tree-based Management Scheme for Healthcare Information Exchange in Convergent u-Healthcare Service", Korea Convergence Society, Vol.6, No.6, pp. 81-86, Dec. 2015.
- [6] In-Kyu Seo, Sang Ho Lee, "An Efficient Hospital Service Model of Hierarchical Property information classified Bioinformatics information of Patient", Convergence Society for SMB, Vol.5, No.4, pp. 17-23, Dec. 2015.
- [7] nRP51822: <https://www.nordicsemi.com/>
- [8] Young-Chul Shim, "Distributed Processing of Contextawareness in ubiquitous Computing Environments," ICCSA 2005.
- [9] Kyoung-min Doo, "A study on the Context-Aware Architecture for Ubiquitous on Computing System," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.
- [10] Eng Gee Lim, Zhao Wang, Sanghyuk Lee, "Wearable antenna for Body area Network", Convergence Society for SMB, Vol.3, No.2, pp. 27-32, Nov. 2013.
- [11] Yan Laijun, "BlueSoleil i410e Programming Manual", BlueSoleil Ecosystem, May, 2013.
- [12] Dae-Won Kwon, "A Study of Dementia Patient Care Monitoring System Based on Indoor Location Using Bluetooth Beacon," The Society of Digital Policy & Management, Vol.14, No.2, pp. 217-225, Feb., 2016.
- [13] 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.
- [14] B. Navya Rupa, G. Krishna Mohan, J. Satish Babu, Tai-hoon Kim, "Test Report Generation Using JSON," International Journal of Software Engineering and Its Applications, Vol.9, No.6, pp. 63-70, Jun., 2015.
- [15] Sun-guk Kim, "A study on Inference Network Based on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.

유진호(Yoo, Jinho)



- 1994년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과(이학사)
- 1996년 2월 : 서강대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2006년 8월 : 충북대학교 컴퓨터학과(이학박사)
- 1996년 2월 ~ 1998년 12월 : 엘지정보통신연구소 전임연구원
- 1999년 1월 ~ 2008년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2008년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수
- 관심분야 : 임베디드 시스템, 고장감내, HCI
- E-Mail : yoojh@bu.ac.kr