

병원내 구축된 IoT 시스템을 활용한 효율적인 개인 정보 수집 모델 설계

정윤수

목원대학교 정보통신융합공학부 조교수

An Efficient Personal Information Collection Model Design Using In-Hospital IoT System

Yoon-Su Jeong

Assistant Professor, Department of information Communication Convergence Engineering, Mokwon University

요약 IT 기술의 발달과 함께 의료 서비스 환경이 과거에 비해 많은 변화가 일어나고 있다. 그러나, 의료 기술이 IT 기술과 융합하더라도 의료비 문제와 의료 서비스 관리에 대한 문제는 여전히 해결해야할 사항 중 하나이다. 본 논문에서는 IoT 시스템을 구축한 병원을 대상으로 의료 서비스를 제공받는 사용자의 개인 정보를 의료진이 효율적으로 분석·관리할 수 있는 모델을 제안한다. 제안 모델은 병원내 구축된 IoT 시스템을 통해서 사용자의 의료 정보를 효율적으로 체크하고 관리하는 것이 목적이다. 제안 모델은 다양한 기기종의 클라우드 환경에서 사용될 수 있으며, 사용자의 의료 정보를 추가적인 인적·물적 자원 없이 효율적이면서 빠르게 관리할 수 있다. 특히, 제안모델에서 수집된 사용자의 의료 정보는 IoT 게이트웨이를 통해 서버에 저장되기 때문에 의료진이 시간과 장소에 상관없이 사용자의 의료 정보를 정확하게 분석할 수 있다. 성능평가 결과, 제안 모델은 IoT 시스템을 사용하지 않은 기존 의료 시스템 모델보다 직군별 의료진의 의료 서비스에 대한 효율성이 19.6% 향상되었고, 의료 서비스를 제공받은 사용자의 사후 의료관리 개선율이 22.1% 향상된 결과를 얻었다. 또한, 의료진의 업무 부담률은 기존 의료 시스템 모델보다 평균 17.6% 낮게 나타났다.

주제어 : 클라우드 서비스, IoT 시스템, 사용자 프라이버시, 의료 정보, 개인 정보 수집

Abstract With the development of IT technology, many changes are taking place in the health service environment over the past. However, even if medical technology is converged with IT technology, the problem of medical costs and management of health services are still one of the things that needs to be addressed. In this paper, we propose a model for hospitals that have established the IoT system to efficiently analyze and manage the personal information of users who receive medical services. The proposed model aims to efficiently check and manage users' medical information through an in-house IoT system. The proposed model can be used in a variety of heterogeneous cloud environments, and users' medical information can be managed efficiently and quickly without additional human and physical resources. In particular, because users' medical information collected in the proposed model is stored on servers through the IoT gateway, medical staff can analyze users' medical information accurately regardless of time and place. As a result of performance evaluation, the proposed model achieved 19.6% improvement in the efficiency of health care services for occupational health care staff over traditional medical system models that did not use the IoT system, and 22.1% improvement in post-health care for users who received medical services. In addition, the burden on medical staff was 17.6 percent lower on average than the existing medical system models.

Key Words : Cloud services, IoT systems, User privacy, Medical information, Personal information collection

*Corresponding Author : Yoon-Su Jeong (bukmunro@mokwon.ac.kr)

Received February 4, 2019

Revised February 25, 2019

Accepted March 20, 2019

Published March 28, 2019

1. 서론

최근 병원에서는 의료·전자 분야를 중심으로 IoT 기술과 융합된 의료 서비스를 제공하고 있다[1,2]. 특히, IoT 기술은 병원 의료 시스템의 새로운 시장으로 급성장되면서 기존 의료 서비스의 질뿐만 아니라 서비스의 경쟁력 부문에서도 다양한 역할을 수행하고 있다. 그러나, 의료 서비스 분야에 적용된 IoT 기술은 다양한 IT 기술들과 융합되면서 사용자들에게 제공되던 기존 IT 기술과는 많은 차별성을 가진다[3]. 그러나, IoT 시스템을 구축한 병원 시스템은 다양한 IT 장비들과 융합하여 의료 서비스를 제공해야하기 때문에 의료 정보의 정확한 분석, 의료 서비스의 적시성, 사용자 사후 관리를 위한 의료 정보 활용 등에서 다른 분야들과 차별성을 갖는다.

병원내 IoT 시스템을 구축한 후 사용자의 의료 정보와 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다. X. Cui et. al. 기법은 의료 시스템을 통해 제공받은 의료 정보를 의료진이 분석·관리하기 손쉽게 MapReduce를 사용하여 최적화한 의료 정보 서비스 방법을 제안하였다[4]. 이 기법은 K-평균을 이용하여 MapReduce의 처음과 마지막에 데이터를 샘플링하여 데이터셋을 만드는 특징이 있다.

W. Zhao et. al. 기법은 의료 정보를 손쉽게 관리하기 위해서 병별로 의료 정보를 분산처리할 수 있는 K-평균 알고리즘을 제안하였다[5]. 그러나 이 기법은 의료 정보를 대량으로 처리하기 위해서 초기 시드를 랜덤으로 선택한 부분이 단점이다.

Bahmani et al. 기법은 사용자에게 의료 정보를 균등하게 처리할 수 있도록 의료 정보를 클러스터링한 기법을 제안하였다[6]. 또한, Cai et al. 기법은 서로 다른 의료 정보를 클러스터링으로 분류하여 데이터 셋을 만들기 위해서 K-평균 알고리즘을 수정하였다[7]. 이 기법은 의료 정보의 데이터 셋을 가지고 클러스터링할 때 사전에 명확하게 데이터 셋의 수를 명시하지 않는 것이 특징이다.

본 논문에서는 병원내 운영절감 및 의료 서비스 향상을 위해서 IoT 시스템을 구축한 병원을 대상으로 IoT 시스템을 통해 의료서비스를 제공받는 사용자의 개인 정보 수집 및 관리 시스템 모델을 제안한다. 제안 모델은 IoT 장치를 통해 사용자의 의료 서비스에 대한 개인 정보를 효율적으로 체크하는 것이 목적이다. 제안 모델은 병원에 비축된 다양한 의료 장비에 적용가능하며, 기존 의료 시스템보다 의료서비스를 사용자에게 빠르게 제공할 수 있는 특징이 있다. 특히, 제안모델에서 수집된 사용자의 의

료 정보는 실시간으로 서버에 저장되기 때문에 의료진이 시간과 장소에 상관없이 사용자의 의료 정보를 분석할 수 있는 업무를 최소화할 수 있다. 또한, 제안 모델은 사용자의 개인 정보를 가상환경에서 그룹핑 할 수 있도록 오픈 체인으로 처리한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 병원내 구축된 IoT 시스템에 대해서 알아본다. 3장에서는 의료 서비스를 제공받은 사용자의 개인 정보를 효율적으로 수집할 수 있는 IoT 시스템 모델을 제안하고, 4장에서는 IoT 시스템을 구축한 병원과 기존 병원 의료 서비스 모델을 비교 평가하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

의료 서비스가 선진화된 해외 여러 나라들은 의료 시스템 및 서비스를 해외로 많이 수출하고 있다. 그러나, 최근 한국의 의료서비스는 수가 대비 놀라운 수준의 의료 서비스 품질을 제공한다.

병원에 IoT 시스템을 구축한 병원들은 병원비 절감을 목적으로 사용자에게 의료 서비스를 제공할 뿐만 아니라 최신의 의료 서비스를 제공하고 있다. Fig. 1은 현재 병원 시스템에서 운영되고 있는 의료 서비스 시나리오를 보여주고 있다. Fig. 1처럼 의료시스템은 IoT 장치를 의료 서비스에 접목하면서 크게 의료관련 기관들이 서로 협력하는 시나리오와 의료장비와 의료 서비스가 협력하는 시나리오로 구분하여 동작된다.

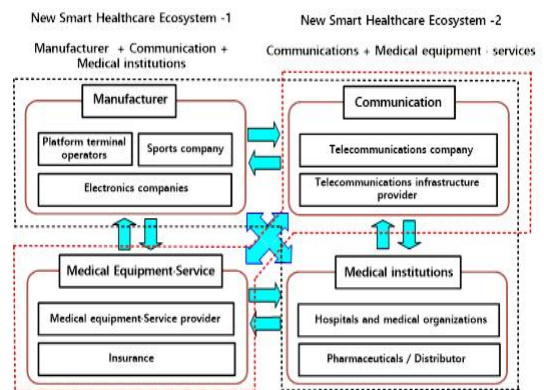


Fig 1. Scenarios process of new medical service I

Fig. 1처럼 IoT 시스템은 일반 사용자들의 건강관리뿐만 아니라 만성질환(당뇨병, 고혈압 등)을 가지고 있는 여러 직업군에게 다양한 의료 서비스를 제공하고 있다.

그러나, 이러한 환경은 많은 비용과 인력이 필요하기 때문에 병원 환경에 맞는 IoT 시스템 구축이 필요하다. IoT 시스템을 구축한 병원은 많은 양의 의료 정보를 가상의 스토리지에서 저비용으로 구축하기 때문에 의료 서비스의 편리성이 향상될 수 있다.

Z. A. Khattak et. al 모델은 IoT 시스템에 저장된 사용자의 정보를 연합 ID를 이용하여 운영할 수 있는 모델을 제안하였다[8]. 그러나, 이 모델은 사용자와 관리자 사이에 신뢰성이 사전에 보장되어야 하는 문제점이 존재한다. H. Gao et. al 모델은 사용자의 의료 정보를 관리를 위해서 동적으로 연합 ID를 사용한 신뢰 모델을 제안하였다

[9]. 그러나, 이 모델은 동적으로 의료 정보를 운영할 때 사용자와 관리자 사이의 신뢰 관계를 정책적으로 규정하기 위한 동적 신뢰 정책 언어를 사용해야 하는 문제점이 있다. Y. Zhou et. al 기법은 인증서 대신 대리 서명키를 이용하여 위임을 인증방법 기법을 제안하였다[10]. 이 기법은 안전성을 향상시키기 위해서 RSA와 소인수분해 문제에 기반하여 서명을 검증해야 하는 문제점이 있다. M. Mambo et. al 기법은 안전성을 향상시키기 위해서 공개키 기반의 RSA 전자서명 기법을 사용한 서명기법을 제안하였다[11]. 이 기법은 강한 위보 불가능성에 대해서 안전성이 충족되지 못한 단점을 가지고 있다.

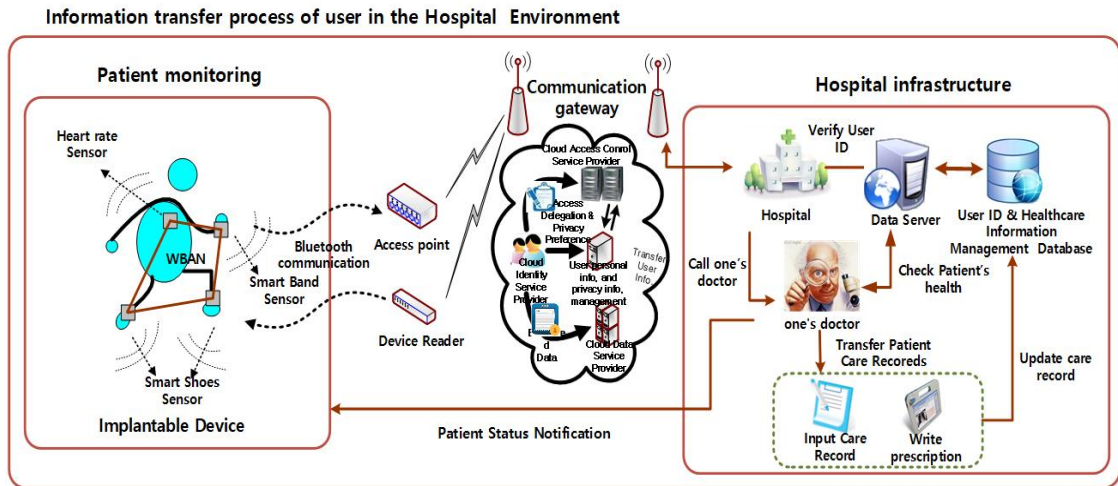


Fig 2. Overview Operation Process of Proposed Model

3. IoT 시스템을 활용한 효율적인 사용자 정보 수집 기법

IoT 시스템을 활용하여 병원에 내·외원하는 사용자를 대상으로 효율적으로 의료 서비스를 제공하려고 하는 병원이 증가하고 있다. 이 절에서는 클라우드 환경에서 IoT 시스템을 구축한 병원에서 의료 서비스를 제공받는 사용자의 정보 수집을 효율적으로 수집하여 의료진이 사용자에게 의료 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 정보 수집 모델을 제안한다. 제안 모델은 Fig. 3과 같은 클라우드 환경에서 처리되는 다양한 IoT 장치들에서 수집된 정보들을 그룹별로 분류하여 의료진이 손쉽게 사용자의 의료 정보를 분석·진단할 수 있다.

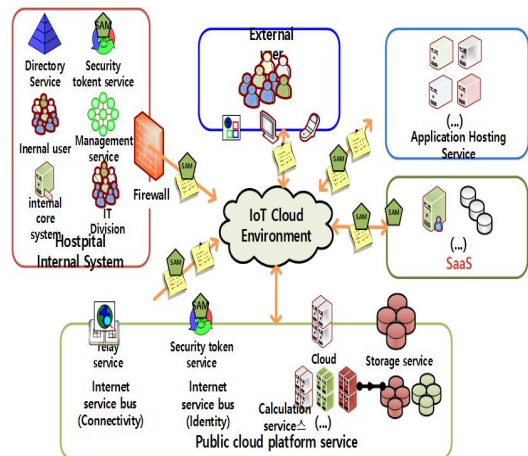


Fig 3. Configuring IoT systems handled in a cloud environment

3.1 IoT 시스템 동작

병원내 구축된 IoT 시스템의 전체 동작과정은 Fig. 2과 같다. Fig. 2에서 사용자의 정보는 IoT 장치에서 생성되는 의료 정보를 게이트웨이를 통해 병원내 구축된 데이터베이스에 저장된다. 게이트웨이를 통해 전달되는 의료 정보는 클라우드 환경에서 제공되는 다중 그룹 요소들을 활용하여 사용자를 관리한다. 병원내 구축된 데이터베이스에 저장된 정보는 사용자의 개인정보를 병원 정책에 따라 블록체인과 non-블록체인으로 구분하여 수집된 데이터를 쌍대 비교 행렬로 나타낸다.

Fig. 2에서 의료진은 사용자의 개인정보를 진단 및 분석하여 사용자에게 의료 서비스를 제공하는 역할을 수행한다. 데이터베이스에 저장된 사용자의 정보는 실시간으로 갱신되어 의료진이 사용자의 진료·처방 시간을 단축하여 의료진의 업무부담을 최소화하는 역할을 수행한다.

3.2 IoT 시스템 구성 요소

IoT 시스템은 동작 기능에 따라 의료 정보 수집, 의료 정보 전송, 의료 정보 관리 등으로 3가지로 구분한다.

3.2.1 사용자 정보 수집 과정

사용자 정보 수집 과정은 IoT 시스템에서 사용자의 개인 정보를 수집할 때 사용되는 IoT 장치의 사용자 인식자 정보, 개인 정보 설명 정보, IoT 장치 코드 정보, 우선 순위 정보 등으로 구분하여 바이너리 이진 정보로 구성하도록 한다. IoT 장치의 정보를 읽어오는 IoT 리더는 정보와 코드를 관리한다. IoT 리더는 수집한 정보 중에서 인식자를 분류하여 코드 정보와 동기화를 통해 일치하는 정보에 대해서 EPC 네트워크를 통해 데이터베이스에 저장되도록 전달한다.

3.2.2 사용자 정보 전송 과정

사용자 정보 전송 과정은 IoT 장치를 통해 수집된 정보를 EPC 네트워크를 통해 전달하는 과정을 나타낸다. EPC 네트워크는 EPC 데이터베이스와 ONS로 구성되어 IoT 장치로부터 전달된 정보를 백엔드 시스템에서 동작될 수 있도록 관리하는 역할을 수행한다. 백엔드 시스템은 프로세싱 모듈을 통해 사용자 정보 전송 과정을 관리하여 전달되는 과정에서 사용되는 환경적 요소들을 관리한다.

3.2.3 사용자 정보 관리

사용자 정보 관리 과정은 IoT 장치로부터 수집된 정보가 EPC 네트워크를 통해 전달된 정보를 해당 시스템 별로 처리하는 과정이다. 사용자 정보 관리의 생존 시스템, 무선 네트워크 시스템, 센서 탐지 시스템, 무선 수신/송신 시스템, 헬스케어 관리 시스템 등으로 구성되며, 사용자 정보 관리가 필요하다고 판단할 경우 추가적인 시스템이 추가될 수 있다.

3.3 IoT 시스템의 사용자 정보 처리

IoT 시스템에서 처리되는 사용자 정보 처리 과정은 IoT 사용자 상태 정보 생성, 사용자 정보 별 속성키 생성, 사용자 정보 연계, 사용자 정보 중요도 선정 등으로 구분하여 처리한다.

사용자 상태 정보 생성과정은 IoT 장치를 통해 필요한 사용자 속성 정보를 location service server(이후 LSS로 사용함)로부터 전달 받아 IoT 사용자 상태 정보를 생성한다.

사용자 정보 별 속성키 생성과정은 수집된 IoT 장치의 사용자 정보를 계층별로 연계하기 위해서 해쉬체인을 통해 사용자 정보의 속성키를 생성한다. IoT 장치는 사용자 정보의 가중치 확률과 랜덤 키(t_1, t_2)를 이용하여 IoT 사용자의 중요 정보를 $R\{0,1\}^n$ 을 통해 선택한다.

사용자 정보 연계 과정은 사용자의 중요 정보를 해쉬 함수($H_V: \{0,1\} \rightarrow Z_N$)를 통해 표현하며, 사용자 정보 연계를 다중으로 처리하기 위해서 사용자 정보의 중요도를 $H_V: 0,1^* \times Z_N \rightarrow Z_p$ 처럼 나타낸다. 제안 모델에서는 사용자의 정보를 계층적으로 나타내기 때문에 사용자의 중요 정보와 액세스 정보들은 중요도에 따라 쌍으로 연계 처리한다. 사용자 정보 중요도 선정 과정은 사용자의 개인정보를 탐지하여 처리하기 때문에 사용자의 중요도 선정은 가상 환경에서 사용자의 중요 개인 정보를 안전하게 처리하도록 블록체인과 non-블록체인을 조합하여 사용자의 개인 정보를 처리하도록 한다.

4. 평가

4.1 실험환경

제안 모델의 실험 환경은 Fig. 4와 Table 1과 같이 병원내 구축된 IoT 시스템을 통해 사용자의 개인 정보를 수집하여 서버에 저장하게 된다. 이때, IoT 장치의 게이

트웨이 수는 {1, 3, 5}로 설정하고, IoT 시스템을 통해 수집되는 사용자의 개인 정보 수의 양은 IoT 게이트웨이 설정값(=1, 2, 3, 4, 5)에 따라(50, 100, 250, 500, 1,000)으로 설정한다. IoT 게이트웨이 설정값은 IoT 게이트웨이를 통해 송·수신되는 사용자의 정보 수를 처리하기 위한 설정값이다. 사용자로부터 수집된 사용자의 개인정보는 IoT 게이트웨이를 통해 서버에 전송할 때 제3자의 불법적인 행위 없이 안전하게 전달한다고 가정한다.

4.2 성능평가

4.2.1 의료서비스의 효율성

제안 모델은 의료진별로 IoT 시스템을 사용하지 않은 기존 의료 시스템 모델과 의료 서비스의 효율성을 평가한 결과, 제안모델이 기존 의료 시스템 모델보다 의료 서비스의 효율성이 19.6% 향상되었다. 이 같은 결과는 병원내 IoT 시스템을 통해 내·외원하는 사용자의 정보를 수집 및 처리를 실시간으로 처리하여 의료진이 분석할

수 있도록 하였기 때문이다. 제안 모델에 대한 의료진의 설문 조사에 대한 의료진의 기대치 또한 설문에 참여한 200여명의 의료진 가운데 75% 이상의 의료진이 IoT 시스템을 활용하는 것에 대해서 긍정적인 대답을 하였으며, 20%의 의료진은 응급환자에 적용하기에는 아직 부족한 기술이나 대응 방안에 의구심을 갖는다고 응답하였다. 그러나, 제안 모델에 대한 의료 서비스의 효율성에 많은 기대를 갖고 있었다.

Table 1. Simulation Setting

Parameter	Setting
Number of IoT Gateway	$s = \{1, 3, 5\}$
Number of User info.	$d = \{50, 100, 250, 500, 1,000\}$
Number of Property	$p = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

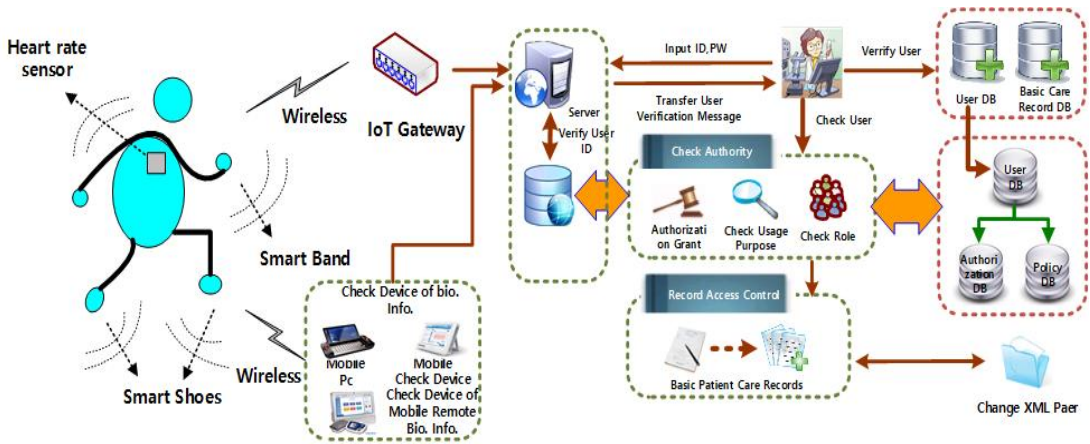


Fig. 4. IoT Device function of Proposed Model

4.2.2 의료 서비스 관리 개선율

제안 모델의 의료 서비스 관리 개선율은 의료 서비스를 제공받는 사용자 378명을 대상으로 설문을 실시하였다. 설문 결과, IoT 시스템을 도입한 의료 서비스의 관리 개선율이 IoT 시스템을 사용하지 않았을 때보다 22.1% 향상되었다. 이 같은 결과는 IoT 게이트웨이를 구축한 의료 시스템을 통해 사용자의 정보는 실시간으로 수집·관리·갱신되기 때문에 사용자의 의료 서비스에 소요되는 진료·처방 시간을 단축하였기 때문에 나타난 결과이다.

4.2.3 의료진의 업무부담

의료진의 업무부담은 IoT 시스템을 도입하였을 경우 의료진의 업무 부담률이 평균 17.6% 낮게 나타났다. 이 같은 결과는 사용자의 정보가 IoT 게이트웨이를 통해 병원내 구축된 데이터베이스에 저장될 때 의료진이 클라우드 환경에서 제공되는 다중 그룹 요소들을 활용하여 사용자의 개인 정보를 ID 속성과 접근 정책에 따라 블록체인과 non-블록체인으로 구분하여 수집된 데이터를 쌍대 비교 행렬로 분석하여 처리하기 때문에 의료진의 업무부담이 낮게 나타난 결과이다.

5. 결론

최근 병원에서는 병원 인건비 증가 및 환자 관리 소홀과 관련된 내용이 이슈화되면서 병원내 IoT 시스템을 도입하는 병원이 증가하고 있다. 그러나, 구축비용과 관리 인원 부족으로 병원이 손쉽게 IoT 시스템을 구축하기가 어려운 상황이다. 본 논문에서는 병원내 구축된 IoT 시스템을 통해서 사용자의 의료 정보를 효율적으로 관리하기 위한 모델을 제안하였다. 제안 모델은 사용자의 의료 정보 관리에 있어서 추가적인 비용 없이 빠르게 처리할 수 있어 기존 의료 서비스보다 효율적이며 사용자의 의료 서비스 관리가 효과적이다. 특히, 제안모델에서 수집된 사용자의 의료 정보는 실시간으로 서버에 저장되어 관리가 손쉽고 의료진의 업무 부담이 줄어든다. 향후 연구에서는 본 연구의 결과를 기반으로 다양한 병원 업무 시스템에 적용하여 성능 평가를 수행할 계획이다.

REFERENCES

- [1] T. W. Kim, K. H. Park, S. H. Yi & H. C. Kim. (2014, June). A Big Data Framework for u-Healthcare Systems Utilizing Vital Signs. *Proceedings of the 2014 International Symposium on Computer, Consumer and Control(IS3C)*, 494-497.
- [2] F. Touati, R. Tabish & A. Ben Mnaouer. (2014, Apr). Towards u-health: An indoor 6LoWPAN based platform for real-time healthcare monitoring. *Proceedings of the 2013 6th Joint IFIP Wireless and Mobile Networking Conference(WMNC)*, (pp. 1-4).
- [3] Y. S. Lee, N. Bruce, T. Non, E. Alasaarela & H. Lee. (2015, Mar). Hybrid Cloud Service Based Healthcare Solutions. *Proceedings of the 2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*, (pp. 25-30).
- [4] X. Cui, P. Zhu, X. Yang, K. Li & C. Ji. (2014). Optimized big data K-means clustering using MapReduce. *Journal of Supercomputing*, 70(3), 1249-1259.
- [5] W. Zhao, H. Ma & Q. He. (2009, Dec). Parallel k-means clustering based on mapreduce. *Proceedings of the 1st International Conference on Cloud Computing*, (pp. 674-679).
- [6] B. Bahmani, B. Moseley, A. Vattani, R. Kumar & S. Vassivitskii. (2012). Scalable k-means++. *Proceedings of*

the VLDB Endowment, 5(7), 622-633.

- [7] X. Cai, F. Nie & H. Huang. (2013). Multi-view k-means clustering on big data. *Proceedings of the Twenty-Third international joint conference on Artificial Intelligence, AAAI Press*, (pp. 2598-2604).
- [8] Z. A. Khattak, S. Sulaiman & J. A. Manan. (2010). A study on threat model for federated identities in federated identity management system. *2010 International Symposium in Information Technology(ITSim)*, 2, 618-623.
- [9] H. Gao, J. Yan & Y. Mu. (2010). Dynamic Trust Model for Federated Identity Management. *2010 4th International Conference on Network and System Security(NSS)*, (pp. 55-61).
- [10] Y. Zhou, Z. Cao & R. Lu. (2005). Provably secure proxy-protected signature schemes based on factoring. *Appl. Math. Comput.* 164(1), 83-98.
- [11] M. Mambo, K. Usuda & E. Okamoto. (1996). Proxy signatures for delegating signing operation., *Proceeding of the Third ACM Conf. on Computer and Communications Security*, (pp. 48-57).

정 윤 수(Yoon-Su Jeong)

[종신회원]



- 1998년 2월 : 청주대학교 전자계산학과 학사
- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 박사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신공학과 조교수
- 관심분야 : 유·무선 통신 보안, 정보보호, 바이오인포매틱, 헬스케어, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅
- E-mail : bukmunro@mokwon.ac.kr