

# 코드 분할 다중화 방식을 이용한 체내삽입장치의 안전한 생체 정보 전달 기법

정윤수

목원대학교 정보통신융합공학부

## Secure biometric information delivery scheme of implantable device using code-division multiplexing method

Yoon-Su Jeong

Dept. of Information Communication & Engineering, Mokwon University

**요약** 최근 사회적으로 부각되고 있는 이슈 중에서 건강과 관련된 분야가 가장 큰 관심을 받고 있다. 본 논문에서는 질병이 악화되어 자가 치료가 어려운 환자를 대상으로 체내에 체내삽입장치를 부착하여 질병 정보를 안전하게 관리할 수 있는 생체 정보 전달 기법을 제안한다. 제안 기법의 목적은 체내삽입장치에 부착된 생체정보를 제 3자가 불법적으로 도청 및 간섭을 못하도록 하는 것이다. 제안 기법에서는 제3자의 도청 및 간섭을 방지하기 위해서 환자의 생체정보에 각각 코드를 할당하여 환자와 병원(의사) 사이의 안전성을 향상시킨다. 또한, 제안 기법은 생체정보를 코드 분할 방식으로 환자와 병원(의사)간 생체정보를 확인할 수 있도록 인코딩에 필요한 코드를 사전에 할당받는다. 특히, 제안기법은 제3자에게 불법적으로 도청 및 간섭이 발생하지 않도록 인코딩에 사용되는 코드를 사전에 생성하여 병원 데이터베이스에 저장하여 사용함으로써 병원 진료시간 단축 및 업무 효율성이 기존 방법보다 각각 6.9%와 12.7% 향상되었다.

**주제어** : 헬스케어, 체내삽입장치, 의료 서비스, 환자, 코드 분할 방식

**Abstract** Among recent issues emerging in the areas related to the society, health has received the most attention. In this paper, for a patient unable to do self-care because of worsened diseases, a biological information transfer method is proposed by which the disease information can be securely managed, by attaching an implantable device into the body. Our method object of the invention is to prevent a third party from illegally intercepting and interfering with the biological information attached to the insertion device in the body. In the proposed technique to improve the safety of the patient between the hospital and physician by assigning each code to the biometric information of the patient in order to prevent a third party tapping and interfering. In addition, our method is assigned a code necessary for encoding in advance to confirm the biological information between the patient and the hospital (doctor) in a manner dividing the bio-information code. In particular, the proposed technique makes a third party unable to illegally tap or interfere in, by previously generating a code used for encoding so that it can be stored in the database of the hospital, which not only decreased hospital care time to 6.9%, but also increased work efficiency rate up to 12.7%.

**Key Words** : Healthcare, Implantable Device, Hospital Service, Patient, Code Distribution Method

Received 20 January 2016, Revised 27 February 2016  
Accepted 20 March 2016, Published 28 March 2016  
Corresponding Author: Yoon-Su Jeong(Mokwon University)  
Email: bukmunro@mokwon.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.

ISSN: 1738-1916

## 1. 서론

최근 크게 부각되고 있는 체내삽입장치 기술은 웨어러블 기기의 발전과 함께 가장 발전 가능성이 높은 헬스케어 서비스 기술 중 하나이다[1,2,3]. 특히, 체내삽입장치 기술은 식습관 문제로 인하여 고혈압, 심장병, 뇌출혈, 암질환 등 다양한 질병에 활용되고 있다[4, 5].

병원에서 현재 사용되고 있는 체내삽입장치들은 환자의 생체정보를 아무런 제약없이 그대로 수집하여 분석한다. 이 경우, 병원은 환자의 체내삽입장치에서 발생하는 잡음을 그대로 생체정보에 포함하여 분석하기 때문에 정확한 생체정보 분석을 통한 환자의 의료 서비스가 원활하지 못할 수 있다[6,7,8].

본 논문에서는 환자 몸속에 체내삽입 장치를 부착한 환자가 병원을 방문하였을 경우, 잡음 없이 환자의 생체정보를 효율적으로 수신하기 위한 생체 정보 전달 기법을 제안한다. 제안 기법의 목적은 체내삽입장치에 부착된 생체정보를 제 3자가 불법적으로 도청 및 간섭을 못하도록 생체정보를 코드 분할하여 생체정보의 전달 효율성을 높이는 것이다. 이 때, 제안기법은 제3자의 불법적인 도청 및 간섭을 방지하기 위해 환자의 생체정보에 코드를 할당하여 병원이 디코딩 할 수 있도록 동기화를 수행한다. 또한, 제안 기법은 생체정보를 코드 분할 방식으로 환자와 병원(의사)간 생체정보를 확인할 수 있도록 인코딩에 필요한 코드를 사전에 환자(체내삽입장치)와 병원(의사)에게 할당한다. 이 때, 제안기법에서는 환자(체내삽입장치)에 인코딩을 위한 많은 코드를 저장할 공간이 충분하다는 가정이 요구된다. 특히, 제안기법은 제3자에게 불법적으로 도청 및 간섭이 발생하지 않도록 인코딩에 사용되는 코드를 사전에 생성하여 병원 데이터베이스에 저장하여 사용한다. 또한, 제안 기법은 체내삽입장치에서 발생하는 생체정보를 통해 환자의 의료서비스 시간을 최소화하는데 목적이 있다. 이 같은 이유는 환자의 질병 및 치료 방법에 따라 환자의 의료 서비스의 효율성을 향상시키기 위해서이다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 헬스케어에 대한 정의 및 기존 연구에 대해서 알아본다. 3장에서는 코드분할기반의 생체정보 송·수신 기법을 제안하고, 4장에서는 기존 기법과 제안 기법을 비교 평가하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

### 2.1 헬스케어 서비스

최근 헬스케어 서비스는 환자의 건강관리 과정을 단순화하고, 건강에 대한 환자의 요구를 충족시키는 방향으로 진화하고 있다[1,9,10]. 특히, 최근 연구되고 있는 헬스케어 서비스는 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 서비스와 연동하여 의료서비스의 품질을 향상시키고 있다. 또한, 헬스케어 업계에서 사물인터넷을 활용해 의료비 절감 및 서비스 제고를 동시에 실현하려는 시도가 활발해지고 있다[12,13,16].

사물인터넷과 연동하는 헬스케어 서비스는 환자의 의료비 절감 및 서비스 제고를 동시에 실현하는 것을 목적으로 하고 있다. 사물인터넷과 연동한 헬스케어 서비스는 환자의 건강상태를 언제 어디서나 손쉽게 확인하여 환자의 건강상태를 최적의 상태로 유지하거나 응급상황이 발생할 경우 바로 의료 서비스를 제공함으로써 환자의 응급상황을 손쉽게 해결할 수 있도록 하고 있다 [14,17].

### 2.2 사물인터넷

사물인터넷 기술은 RFID 기반 센서, 웨어러블 및 모바일 단말 등을 기반으로 한 서비스를 의미한다. 사물인터넷 기술은 헬스케어 산업의 새로운 부가가치를 창출하는데 크게 기여하고 있다. 사물인터넷은 원격 환자 모니터링, 고령자들의 홈 케어, 만성질환 치료 및 관리 등과 같은 개인적인 의료 서비스 부문에 집중되어 소비자 의료비 절감과 품질 향상 효과를 창출하고 있다[7,15].

병원들은 실시간 추적 시스템을 통해 환자·의료진·설비의 위치와 동선 및 특정 움직임 모니터링, 의료 데이터로 접근에 대한 종합적인 관리, 영상 통화 등 텔레헬스(Telehealth) 시스템 마련과 같은 스마트 병원 시스템 구축을 위해 사물인터넷을 도입하고 있다[10].

### 2.3 기존 연구

서로 다른 IoT 센서들로 구성된 체내삽입장치의 플랫폼은 상업적으로 개발되거나 학문적 연구를 목적으로 개발되어 사용되어지고 있다[4,6,9,13]. 예를 들어, 체내삽입장치의 상업적 플랫폼은 아트멜에서 VR raven, 아두이노에서 아두이노 BT, 인텔에서 쉬머 등을 포함하고 있

대[4]. 학문적 연구에서는 무선 노드 플랫폼은 하버드 대학의 CodeBlue[5], 버지니아 대학의 TEMPO 3.1[6], 캘리포니아 대학의 EPIC mote[7] 등을 포함하고 있다. 플랫폼 설계는 AVR, RIC, ARM, 그리고 다른 장비 등의 서로 다른 구조에 기반을 두고 있지만 에너지 효율은 꾸준히 연구 분야로 남아있다.

부품의 에너지 소비를 줄이기 위한 많은 기술들은 크게 통신과 계산기반 접근의 2가지 그룹으로 분류될 수 있다. 통신기반 접근은 라우팅 프로토콜[8], 폴링 메커니즘[9], 노드 선택 알고리즘[10] 등이 있다. 반면 계산 기반 접근은 구조 레벨 최적화[11], 논리 설계[12], 회로 설계[13] 그리고 처리 기술[14] 등을 포함하고 있다.

### 3. 코드 분할 기법을 적용한 체내삽입 장치의 송·수신 기법

이 절에서는 고혈압, 심장병, 혈액 이상과 관련된 질병을 앓고 있는 환자에게 체내삽입장치를 부착하여 환자의 생체정보를 제 3자에게 불법적인 도청 및 간섭을 예방하기 위해서 체내삽입장치에서 실시간으로 발생하는 생체정보에 생체 코드를 랜덤하게 생성하여 환자의 생체정보의 안정성(기밀성과 무결성)과 효율성 향상을 보장하는 관리 기법을 제안한다. 제안 기법에서 병원(의사)은 환자의 생체정보를 인코딩하기 위한 코드를 사전에 환자와 공유하고 환자의 생체정보를 디코딩하기 위한 동기화 과정이 환자의 체내삽입장치와 이루어져야 한다는 가정이 요구된다.

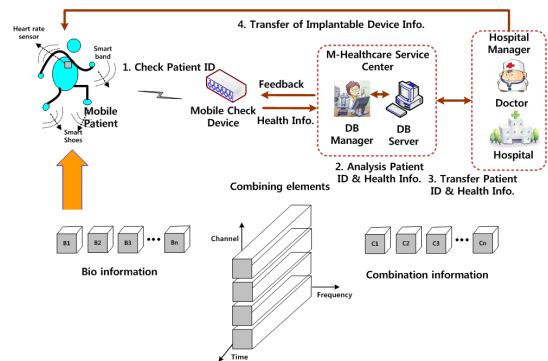
#### 3.1 개요

체내삽입장치를 부착한 환자는 체내삽입장치를 부착하지 않은 환자보다 질병 이외에 체내삽입장치의 관리 및 동작오류 등을 주의해야 한다. 만약 제 3자가 체내삽입장치의 생체정보를 수집하기 위한 체내삽입장치의 주파수를 찾아낸다면 환자의 체내삽입장치의 동작을 임의로 조작하여 환자의 생명을 위협할 수도 있고, 환자의 생체정보를 조작하여 병원에서 환자의 건강상태를 잘못 파악할 수 있는 상황이 발생하기 때문이다.

본 절에서는 환자의 생체정보를 의사에게 안전하게 송·수신할 수 있는 코드 분할 기반의 생체정보 수집 기법을 제안하는 것을 목적으로 한다. 특히, 제안 기법은 환

자의 체내삽입장치에서 발생하는 생체정보를 인코딩하기 위해서 체내삽입장치와 병원 간 코드를 사전에 공유하고, 병원에서 환자의 생체정보를 수집 및 파악하기 위해서 디코딩을 적용할 때 코드는 체내삽입장치와 동기화를 이루기 위해서 사용한다.

체내삽입장치와 병원사이에서 송·수신되는 생체정보는 환자 고유의 생체정보 이외에 잡음이 포함될 수 있다. 제안 기법은 체내삽입장치로부터 수신한 생체정보를 병원에서 디코딩하기 전에 체내삽입장치와 동기화를 수행한다. 동기화가 이루어지면 병원에서는 생체정보에 포함된 잡음을 분리하기 위해서 사전에 체내삽입장치와 병원간 공유한 코드를 사용한다. 이 때, 제안 기법은 생체정보에서 잡음을 분리하기 위한 과정에서 오버헤드가 발생한다.



[Fig. 1] Overall Process of Proposed Model

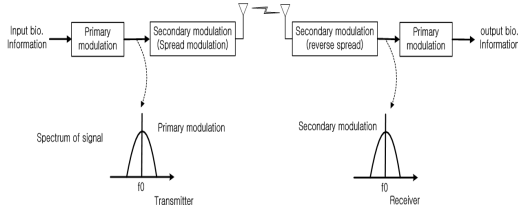
제안 기법에서 생체정보의 처리과정은 [Fig. 1]와 같다. [Fig. 1]처럼 제안 기법은 환자 체내에 삽입된 체내삽입장치에서 채널, 시간, 주파수 등 3개의 서로 다른 정보의 조합으로 환자가 언제, 어느 장소에 있더라도 환자의 생체 정보를 병원에서 요청할 경우 생체정보에 대한 신호가 서로 다르게 발생할 수 있도록 한다. 이때, 제안 기법은 체내삽입장치에서 발생하는 환자의 생체정보를 구분하기 위해서 생성된 생체신호에 코드를 부여하여 생체신호에 삽입함으로써 제3자로부터 환자의 생체신호를 악용하지 못하도록 한다.

#### 3.2 코드 분할을 통한 신호 변조

제안기법은 체내삽입장치로부터 송신되는 신호가 필

요한 대역폭 보다 훨씬 넓은 대역폭으로 보내는 확산 대역 기술을 이용하며 잡음과 다중경로에 대한 면역성이 강한 특징이 있다.

제안기법은 환자의 체내삽입장치에서 발생하는 생체 신호를 병원이 인식할 수 있도록 [Fig. 2]처럼 코드를 생성한다. 생성된 신호는 [Fig. 2]와 같은 과정을 통해 병원이 인식할 수 있는 신호로 변조과정을 수행한다.



[Fig. 2] Process of Proposed Scheme

제안 기법에서 생체신호를 송·수신하는 과정은 전체 5과정으로 구성된다. 제안 기법의 가장 큰 장점 중 하나는 잡음과 다중경로에 대한 면역성이 높다는 점이다. 특히, 체내삽입장치를 부착한 환자의 신호를 제 3자가 불법적으로 도청 및 간섭을 수행한다 하더라도 제안기법에서 생성된 코드를 제 3자가 모르기 때문에 송·수신되는 신호만으로는 환자의 생체신호를 악의적으로 사용할 수 없어 안정성이 보장된다.

· 1단계

환자 몸 속에 부착된 체내삽입장치는 PSK(Phase Shift Keying : 위상변조)와 FSK(Frequency Shift Keying : 주파수 변조)를 사용하여 생체신호를 일차 변조한다.

· 2단계

일차 변조된 생체정보의 신호는 신호의 대역폭을 넓히기 위해서 이차 확산 변조를 수행한다.

· 3단계

체내삽입장치에서 생성된 신호가 이차 확산 변조까지 마치면 신호는 안전한 채널을 통하여 병원 관리자에게 전달된다.

· 4단계

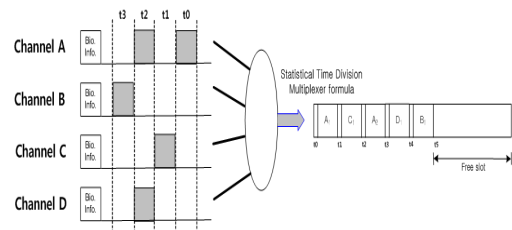
병원에서는 확산 변조된 신호를 원래의 신호로 복구하기 위하여 이차 복조 혹은 역 확산을 수행한다.

· 5단계

역확산 된 신호는 체내삽입장치에서 일차 확산된 신호와 거의 동등하기 때문에 일차복조 후 출력한다.

3.3 생체신호를 위한 코드 생성

제안기법에서 체내삽입장치가 서로 다른 신호를 발생하기 위해서는 [Fig. 3]처럼 통계적으로 생체신호를 시간 단위로 분할하여 처리하기 때문에 효율적으로 생체신호를 처리할 수 있다.



[Fig. 3] Overall Process of Proposed Scheme Model

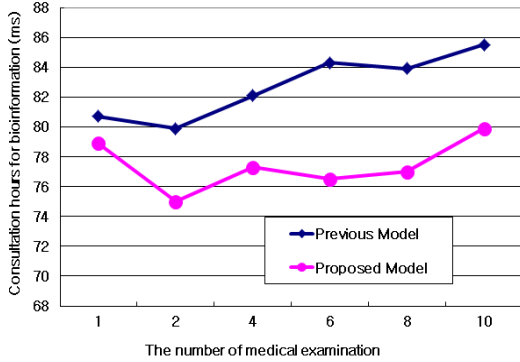
[Fig. 3]처럼 제안 기법은 각 체내삽입장치에서 생체 신호가 발생하면 지정된 프레임 크기만큼 생체신호를 모아 프레임 주소영역과 함께 임시버퍼로 저장한다. 가장 최근에 버퍼에 저장된 생체신호 프레임에 타임 슬롯을 할당하여 전송하게 된다. 병원에서는 수신된 생체신호의 프레임의 주소영역에 따라 프레임을 분리하여 생체신호를 인식한다.

4. 성능 평가

4.1 의료 서비스 진료시간

체내삽입장치를 부착한 환자가 의료 서비스를 제공받기 위해서 병원에 방문하여 소요되는 시간은 환자의 질병 상태에 따라 다르게 나타난다. [Fig. 4]은 체내삽입장치를 부착한 환자가 병원에 내원하여 의료 서비스를 제공받기 전 체내삽입장치에서 발생하는 생체정보의 신호를 병원에서 수집 및 분석하는데 소요되는 시간을 나타내고 있다. [Fig. 4]의 실험 결과, 환자의 체내삽입장치에서 발생하는 생체정보의 처리 및 분석 시간이 기존 기법보다 제안 기법이 평균 6.9% 높게 나타났다. 이 같은 실험 결과는 체내삽입장치에서 발생하는 생체신호를 그대

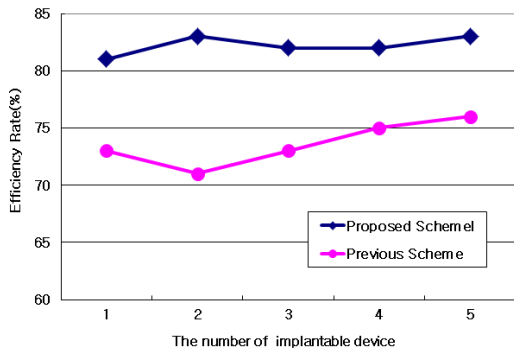
로 수집 및 분석하는 기존 기법보다 제안기법은 다중 경로를 통해 생체신호에 부여된 코드와 함께 잡음을 제거한 후 생체신호를 분석하기 때문에 나타난 결과이다.



[Fig. 4] Consultation hours of Patients for the number of medical examination

### 4.2 효율성

[Fig. 5]은 체내삽입 장치수에 따른 생체정보 수집 및 분석 과정에서 발생하는 병원의 의료 효율성에 대해서 기존 기법과 비교한 결과이다. [Fig. 5]의 실험 결과, 제안 기법은 다중 경로를 통해 기존 생체신호 분석에 필요한 대역폭 보다 훨씬 넓은 대역폭으로 생체신호를 병원에서 수신될 수 있도록 확산 대역 기술을 이용하였기 때문에 기존 기법보다 12.7% 향상된 결과를 얻었다.

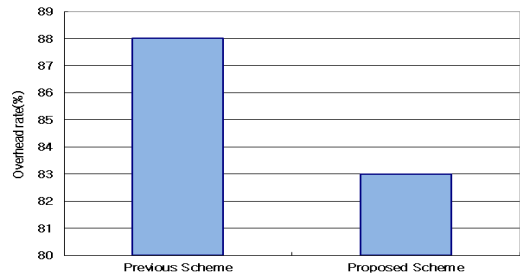


[Fig. 5] Efficiency Rate of the number of implantable device

### 4.3 오버헤드

[Fig. 6]은 환자의 체내삽입장치로부터 생체정보를 송·수신 할 때 발생하는 오버헤드를 기존기법과 비교한

결과이다. [Fig. 6]이 실험 결과, 제안 기법이 기존기법보다 오버헤드가 6.7% 높은 결과를 얻었다. 이 같은 결과는 병원에서 체내삽입장치의 생체정보를 송·수신할 때, 코드 분할 다중화 방식에 의해 생성된 생체정보에 잡음이 포함된 것을 분리하기 위한 과정이 추가되었기 때문에 나타난 결과이다.



[Fig. 6] Overhead rate for bioinformation analysis of implantable device

## 5. 결론

최근, 식습관 문제로 인하여 고혈압, 심장병, 뇌출혈, 암 질환 등 다양한 질병을 앓고 있는 환자들이 꾸준히 증가하고 있는 상황에서 질병에 대한 지식이 없는 사람들은 질병을 초기에 치료하지 않고 질병이 악화되거나 만성이 되어야만 병원을 방문하여 치료를 받는다. 본 논문에서는 체내삽입 장치를 부착한 환자의 생체정보를 병원에서 제3자의 악의적인 처리없이 효율적으로 수신하기 위한 코드 분할 방식을 이용한 환자 생체 신호 처리 기법을 제안하였다. 실험 결과, 의료 서비스 처리 시간에서는 환자의 체내삽입장치에서 발생하는 생체정보의 처리 및 분석 시간이 기존 기법보다 평균 6.9% 높게 나타났다. 효율성 측면에서는 다중 경로를 통해 기존 생체신호 분석에 필요한 대역폭 보다 훨씬 넓은 대역폭으로 생체신호를 병원에서 수신될 수 있도록 확산 대역 기술을 제안기법에서 이용하였기 때문에 기존 기법보다 12.7% 향상된 결과를 얻었다. 그러나 오버헤드 측면에서는 코드 분할 다중화 방식에 의해 생성된 생체정보에 잡음을 분리하는 과정이 추가되었기 때문에 제안 기법이 기존기법보다 오버헤드 측면에서 6.7% 높은 결과를 얻었다. 향후 연구에서는 본 연구의 결과를 실제 병원과 환자에 적용할 수 있도록 IoT 헬스케어 서비스 연구를 확대할 계획이다.

## REFERENCES

- [1] H. Demirkan, "A Smart Healthcare Systems Framework", *IEEE Journals & Managines IT Professional*, vol. 5, no. 5, pp. 38-45, 2013.
- [2] D. J. Berndt, J. W. Fisher, A. R. Hevner, J. Studnicki, "Healthcare data warehousing and quality assurance", *IEEE Journals & Managines Computer*, vol. 34, no. 12, pp. 56-65, 2001.
- [3] x. Shen, "Emerging technologies for e-healthcare", *IEEE Journals & Managines Network*, vol. 26, no. 5, pp. 2-3, 2012.
- [4] A. Burns, B. R. Greene, M. J. McGrath, T. J. O'Shea, B. Kuris, S. M. Ayer, F. Stroiescu, and V. Cionca, "SHIMMERTM - A Wireless Sensor Platform for Noninvasive Biomedical Research", *IEEE Sens. J.*, vol. 10, no. 9, pp. 1527-1534, 2010.
- [5] V. Shnayder, B. Chen, K. Lorincz, T. R. F. F. Jones, and M. Welsh, "Sensor networks for medical care", *Proc. 3rd Int. Conf. Embed. networked Sens. Syst. SenSys OS*, no. June, pp. 314, June. 2005.
- [6] A. T. Barth, M. a. Hanson, H. C. Powell, and J. Lach, "TEMPO 3.1: A body area sensor network platform for continuous movement assessment", *BSN 2009. Sixth International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks*, 2009, pp. 71-76, June. 2009.
- [7] P. Dutta and D. Culler, "Epic: An open mote platform for applicationdriven design," *IPSN '08. International Conference on Information Processing in Sensor Networks*, 2008, pp. 547-548, April. 2008.
- [8] R. Saravanakumar, S. G. Susila, and J. Raja, "An energy efficient cluster based node scheduling protocol for Wireless sensor networks", *2010 10th IEEE International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology (ICSICT)*, pp. 2053-2057, Nov. 2010.
- [9] T. Kim, S. Choudhury, K. Doppler, and M. Skoglund, "Simultaneous polling mechanism with uplink power control for low power sensor nodes", *2013 IEEE 77th Vehicular Technology Conference* (VTC Spring), pp. 1-6, June. 2013.
- [10] J. Lai, W. Ye, and S. L. Feng, "LQRD: An improved ECN algorithm", *SNPD 2007. Eighth ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing*, 2007, vol. I, no. 60533110, pp. 239-244, July. 2007.
- [11] J. Wagner, R. Buchty, C. Schubert, and M. Berekovic, "Designing a low-power wireless sensor node rASIP architecture", *2013 IEEE Workshop on Signal Processing Systems (SIPS)*, pp. 106-111, Oct. 2013.
- [12] K. Roy, J. Kulkarni, and M. Hwang, "Low-voltage process-adaptive logic and memory arrays for ultralow-power sensor nodes", *2009 IEEE Sensors*, pp. 185-188, Oct. 2009.
- [13] Y. L. Y. Lee, G. Chen, S. Hanson, D. Sylvester, and D. Blaauw, "Ultralow power circuit techniques for a new class of sub-mm3 sensor nodes", *2010 IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC)*, pp. 1-8, Sept. 2010.
- [14] G. L. Sun, J. L. Yu, Y. Zhang and W. X. Li, "Design and implementation of sensor nodes for a Wireless Body Area Network ", *2011 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)*, vol. 3, pp. 1043-1406, Oct. 2011.
- [15] Y. W. Kim, K. H. Park, S. H. Yi, H. C. Kim "A Big Data Framework for u-Healthcare Systems Utilizing Vital Signs", *2014 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*, pp. 494-497, Jun. 2014.
- [16] Donghyun Kim, Seoksoo Kim, "Design of Key Tree-based Management Scheme for Healthcare Information Exchange in Convergent u-Healthcare Service ", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 6, pp. 81-86, 2015.
- [17] MyounJae Lee, Khoe Kyung-II, "Development Method of Digital Content Finance-Focused on by Technical Value Evaluation", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 6, pp. 111-117, 2015.

정 윤 수(Jeong, Yoon Su)



- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 이학석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 이학박사
- 2009년 8월 ~ 2012년 2월 : 한남대학교 산업기술연구소 전임연구원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신융합공학부 조교수

· 관심분야 : 센서 보안, 암호이론, 정보보호, Network Security, 이동통신보안

· E-Mail : bukmunro@mokwon.ac.kr