

스마트 복용관리 및 모니터링 시스템에서 다중 사용자 인증 방법

김범준*

A Multi-User Authentication Scheme for a Smart Medication Management and Monitoring System

Beom-Joon Kim*

요 약

장기 투약이 필요한 만성질환자에 대해서는 직접복약관리가 가장 확실한 방법임에도 불구하고 인적, 경제적 비용으로 인하여 실제 적용하는 것은 쉽지 않은 일이다. 이에 대한 대안으로 등장한 IT기술 기반의 스마트 복용관리 및 모니터링 시스템은 이의 구현을 위해서 특별한 장치의 도움을 요구한다. 본 논문에서는 이 장치의 역할을 수행하기 위해서 개발된 스마트 약상자를 여러 환자가 공유하기 위한 인증 절차를 제안한다. 본 논문에서 제안하는 인증 절차를 통해서 스마트 약상자가 장기 투약이 필요한 환자로 하여금 올바르게 약을 복용하도록 하여 완치율을 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Even though DOT (Directly Observed Treatment) is the most definite method for the patients who need a long-term medication, its implementation is almost impossible considering the manpower and economic cost for it. The smart medication management and monitoring system that has appeared as an alternative requires a device for its implementation. In this paper, we propose so-called a smart pillbox for the smart medication management and monitoring system and the multi-user authentication scheme for sharing the smart pillbox among the patients. Through the smart pillbox and the multi-user authentication scheme, it is expected that the recovery rate would be raised by enabling the patients to take medicine in both timely and correct manner.

키워드

Smart Pillbox, Digital Directly Observed Treatment (DOT), Multi-User, User Authentication
스마트 약상자, 디지털 직접복약관리, 다중 사용자, 사용자 인증

1. 서 론

최근 고령화 사회 진입에 따른 개인 건강에 대한 관심의 증가와 만성 질환자 수의 증가에 따라 장기적 투약과 함께 정확한 복용 관리의 중요성이 강조되고

있다. 고령화 사회를 앞두고 대중의 관심은 ‘얼마나 오래 사느냐’에서 ‘어떻게 오래 사느냐’로 옮겨가고 있다. 최근 보도에 따르면 일반적으로 대부분의 고령자의 경우 장기 투약이 필요한 만성 질환을 앓고 있는 경우가 많은데 이는 의료비 급증의 원인으로 작용하고

* 교신저자(corresponding author) : 계명대학교 전자공학과(bkim@kmu.ac.kr)
접수일자 : 2015. 04. 10

심사(수정)일자 : 2015. 05. 13

게재확정일자 : 2015. 05. 23

있다. 따라서 고령자 및 만성 질환자를 포함한 모든 투약 환자들을 대상으로 약물의 미복용뿐만 아니라 과복용 및 오복용에 대한 관리는 매우 중요한 문제라고 할 수 있다.

정부에 의해서 수행된 연구에 따르면 약물의 과복용, 오복용, 미복용의 주요 원인은 약복용과 관련된 시간, 방법, 회수 및 주의사항 등을 일상생활에서 일일이 기억하지 못하는데 있다. 특히 이 문제는 고령자나 장기 투약 환자들의 경우 더욱 심각한 문제로 작용할 수 있는데 고령자나 만성 질환자와 같은 장기 투약자의 경우 복약에 대한 기억을 하지 못하는 경우가 많아 만일을 대비한 과복용이 발생하거나 중복복용에 대한 부작용에 대한 두려움으로 미복용 혹은 오복용이 증가하는 추세에 있다.

만성질환자의 치료에 있어 가장 중요한 수단인 올바른 복약 관리이다. 관련하여 세계보건기구(WHO)는 직접복약관리 (Directly Observed Treatment: DOT)를 권고한 바 있고 실제로 미국, 일본 등 선진 국가에서는 이미 직접복약관리의 실시로 완치율이 향상되어 질병 규모가 현저하게 감소한 바 있다. 직접복약관리가 실현되기 위해서는 환자의 약 복용 여부를 일일이 확인해야 하는데 이는 현실적으로는 상당히 어려운 일이다. 일반적으로 직접 복약 확인은 관리자 1명이 7-10명의 환자를 관리하는 것이 가능한데 결핵의 경우 발병 환자가 연간 7만 명에 이르므로 결핵환자를 대상으로 직접복약관리를 위해서 필요한 인원은 최소 7,000명이나 되기 때문이다.

실제로 우리나라의 의료 기관에서는 제한적인 복약 확인 및 지도를 하고 있고 단순히 수약 예정일을 지키도록 독려하는 수준에 그치고 있는 형편이다. 최근 실시된 한국 환자단체연합회와 한국다국적의약품협회(KRPIA)의 중병 환자를 대상으로 진행한 처방약 복용 실태 조사 결과, 3명 가운데 1명이 약 복용을 한번 이상 중단했던 경험이 있었고, 그 이유 중 44%는 '약 먹는 것을 잊어버림', 12.6%는 '본인의 임의 판단 중단'으로 응답한 것에서도 이와 같은 현실을 확인할 수 있다.

지난 수년간 이와 같은 문제를 해결하기 위한 한 가지 방법으로 고령자 및 장기 투약자들을 위해 정확한 시간에 정확한 복약을 할 수 있도록 도움을 주는 복약 스케줄 기반 스마트 복약 관리 및 모니터링 시

스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1-5]. 이는 소위 의료정보화 또는 의료 IT 등으로 지칭되는 헬스케어 IT의 한 가지 사례라고 할 수 있는데 헬스케어 IT는 헬스케어와 관련된 모든 활동에서 발생하는 정보나 데이터, 지식 등을 정보 처리 기술과 네트워크를 활용해 저장·분석·전달하는 과정을 포괄하는 개념이라 할 수 있다.

스마트 복약 관리 및 모니터링 시스템은 생활 가전과 같이 단순한 조작만으로 약복용 서비스가 가능하여야 하고 누구나 약복용 스케줄을 관리할 수 있어야 한다. 그리고 장기간 약복용이 필요한 퇴원 환자 또는 만성질환자, 혹은 고령자를 위하여 인터넷을 통한 병원, 약국, 환자 사이의 처방전 관리, 원격 환자 약복용 모니터링 등 원격 약복용 관리 서비스가 제공될 수 있어야 한다. 지난 2013년 이와 같은 요구 사항을 가지고 스마트 복약 관리 및 모니터링 시스템 구현을 위한 핵심 역할을 수행하는 장치로 스마트 약상자를 개발하였다[6-8]. 개발된 스마트 약상자는 우리나라의 복약이 약병이 아니라 포지 형태로 이루어지는 점을 반영하여 무게 측정을 통하여 복약 여부를 판단한다는 특징이 있다.

그런데 최근 이 스마트 약상자의 보급 과정에서 단일 사용자만 지원한다는 점이 약점으로 지적되었다. 이는 스마트 약상자가 가족 단위 혹은 환자들이 집단으로 생활하는 의료 기관에서 공유되지 못하고 개별 구매해야 하는 비용 증가의 원인이 되었고 효율적인 관리 또한 어렵게 하였다. 따라서 본 논문에서는 하나의 스마트 약상자를 여러 명의 환자가 공유하며 사용할 수 있도록 할 수 있는 사용자 인증 방법을 제안한다. 이를 통하여 스마트 약상자의 활용성을 크게 증대시킬 수 있고 사용자의 비용을 낮출 수 있다.

II. 스마트 복약관리 및 모니터링 시스템

그림 1은 스마트 약상자를 이용한 스마트 복약관리 및 모니터링 시스템의 개요를 보여준다. 여기서 스마트 약상자(smart pillbox)란 단순히 약을 보관하는 기능을 넘어서 약 복용이 정량으로 정시에 이루어질 수 있도록 도와주는 한편 병원, 약국, 보호자, 그 외의 의료기관 등에 환자의 복약 상태를 보고하는 등의 기능

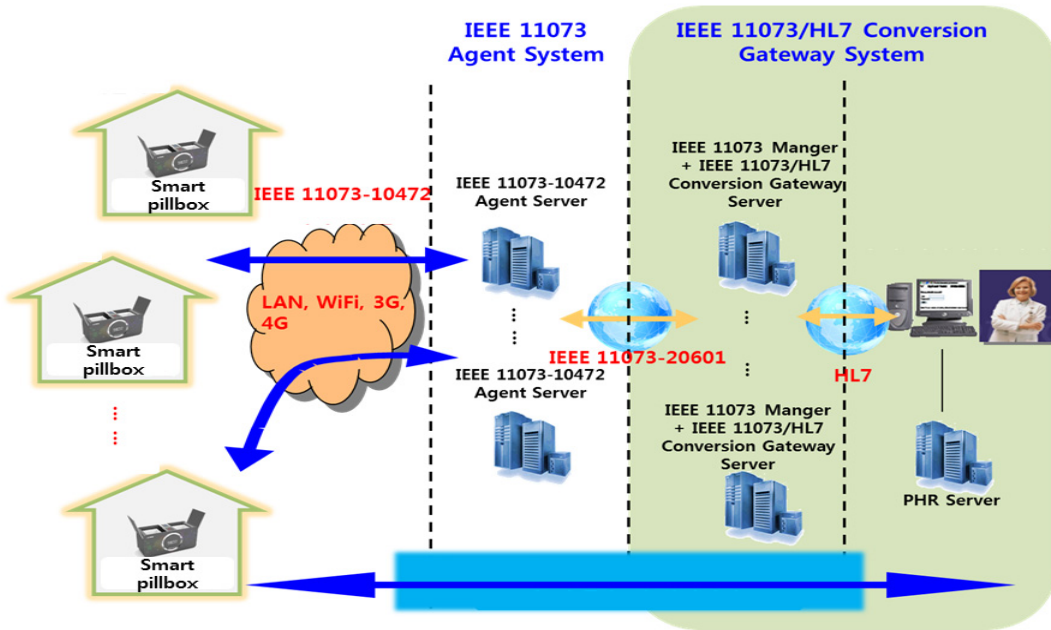


그림 1. 스마트 약상자를 이용한 스마트 복약 관리 및 모니터링 시스템의 개요

Fig. 1 An overview of the smart medication management and monitoring system using the smart pillbox

을 수행할 수 있는 지능화된 디지털 복약 기기로 정의할 수 있다[6].

헬스케어 센터는 사용자와 병원, 약국을 통신 네트워크를 이용하여 연결하고 각종 데이터베이스와 서버를 운영하여 사용자 복약 상태를 모니터링하게 된다. 이 과정에서 사용자는 휴대전화 SMS 그리고 약상자의 LCD, LED, 음성 등을 통해 약복용 알림 서비스를 받는다. 스마트 약상자는 약복용 서버와의 통신을 통해 사용자의 약복용 상황을 전달받고 이에 해당하는 서비스를 제공하는데 주요 서비스로 LCD, LED, 스피커를 통한 약복용 알림, 약 배출, 주의사항 등의 약복용 안내를 수행한다. 또한 버튼 이벤트를 통해 서버에 사용자의 요구 사항을 전달할 수 있다[7].

약복용서버는 사용자의 처방전을 기반으로 약복용 스케줄을 관리하고 해당 스케줄에 따라 사용자의 약복용 상황을 인식하여 스마트 약상자에 전달하고 DUR (Drug Utilization Review) 시스템은 환자 개인별 처방 조제 지원 안내 시스템을 통해 중복 처방, 약제 부작용, 정확한 복약 지도를 지원한다[7].

마지막으로 약국은 병원에서 제출된 진료 기록 및 복약 처방전을 웹을 통해서 검색하고 약상자에 약을 적재하며 병원은 환자의 약복용 순응률을 모니터링하여 해당 순응률에 따라 처방을 환자에게 적합하도록 수정할 수 있다[9].

III. 스마트 약상자

3.1 주요 기능

스마트 약상자를 개발할 당시 출시된 복약 보조 기기의 사례를 수집하여 분석한 결과 국내보다는 미국을 중심으로 하는 국외에서 출시된 제품의 기능이나 성능이 상당히 우월함을 확인할 수 있었다.

그러나 국외의 제품은 병약 처방만을 지원하기 때문에 국내에서 그대로 사용되기에는 불가능했다[6]. 반면 국내에 출시된 제품은 단순히 약 보관을 하다가 정해진 시간에 배출하는 정도의 낮은 수준의 기능을 제공하고 있어 그림 1의 스마트 복약 관리 및 모니터



그림 2. 개발된 스마트 약상자의 외관과 약 적재함
 Fig. 2 The appearance and the pill container inside the smart pillbox

링 시스템에 적용하기에는 무리가 있었다. 특히 디지털 DOT 시스템의 구축을 위해서는 병원, 약국 등 외부 기관과의 실시간 정보 교환이 필요하다는 점을 고려하면 기기의 유무선 네트워크 인터페이스를 통한 정보의 송수신이 필수적이다. 이와 같은 점들을 고려하여 개발된 스마트 약상자에 구현된 기능은 다음과 같다[7].

3.1.1 약의 보관 및 배출

- 장기 복용 환자 지원을 위하여 50개 이상의 약포지 보관이 가능해야 한다.
- 자동 포장된 연결형 약포지를 지원할 수 있어야 한다.
- 과 복용 방지를 위하여 센서를 이용한 1회 단위의 약포지 인식 및 배출이 가능해야 한다.

3.1.2 복약 알림 및 지도

- 멀티미디어 (음성, 소리, LED 조명 등) 형태로 약 복용을 알릴 수 있어야 한다.
- 외출 또는 미복용 시 문자 메시지 및 스마트 폰을 통하여 약 복용을 알릴 수 있어야 한다.

3.1.3 유무선 통신 네트워크를 통한 다양한 기능

- 병원, 약국, 환자 사이의 원격 처방전 관리가 가능해야 한다.
- 의사 및 보호자가 환자의 약복용 상태를 원격에서 모니터링 할 수 있어야 한다.
- 관련 국제 표준인 IEEE 11073 및 HL7과의 호환성을 제공할 수 있어야 한다.

3.2 무게 측정 기반 상황 판단 알고리즘 개발

개발된 스마트 약상자에는 무게 측정이 정상적으로 이루어진다는 가정 하에 측정된 무게 데이터를 기초로 환자가 약을 꺼냈을 때 약을 정확하게 가져갔는지, 몇 개의 약을 가져갔는지 혹은 몇 개의 약을 넣었는지 등을 판단하기 위한 알고리즘이 적용되었다. 복약 여부를 판단할 수 있는 근거는 수납공간에 있는 약의 무게만이 유일하기 때문에 환자의 행동에 따른 상황을 판단할 수 있는 알고리즘은 다음과 같이 설계되었다. 기본 동작은 다음의 세 가지 절차로 요약된다.

- 1) 커버가 열리면 실시간으로 무게 데이터를 저장한다.
- 2) 커버가 닫히면 실시간으로 저장된 무게 데이터에서 패턴을 분석한다.
- 3) 분석된 패턴을 통해 복약 여부 및 여러 가지 복약 상황을 판단하여 내부 데이터베이스(파일)로 저장한다.

이 과정에서 약을 복용하거나 다시 채우기 위해서 약을 꺼내거나 넣는 과정에서 발생할 수 있는 시나리오 별 동작을 정의하였다. 그림 2는 최종 제품으로서 개발 완료된 스마트 약상자를 보여준다.

IV. 다중 사용자 인증 방안

4.1 필요성

위에서 개발된 스마트 약상자는 서론에서도 언급한 바와 같이 여러 명의 환자가 공유할 수 없다는 단점이 있었다. 복약을 필요로 하는 환자가 가족이거나 의

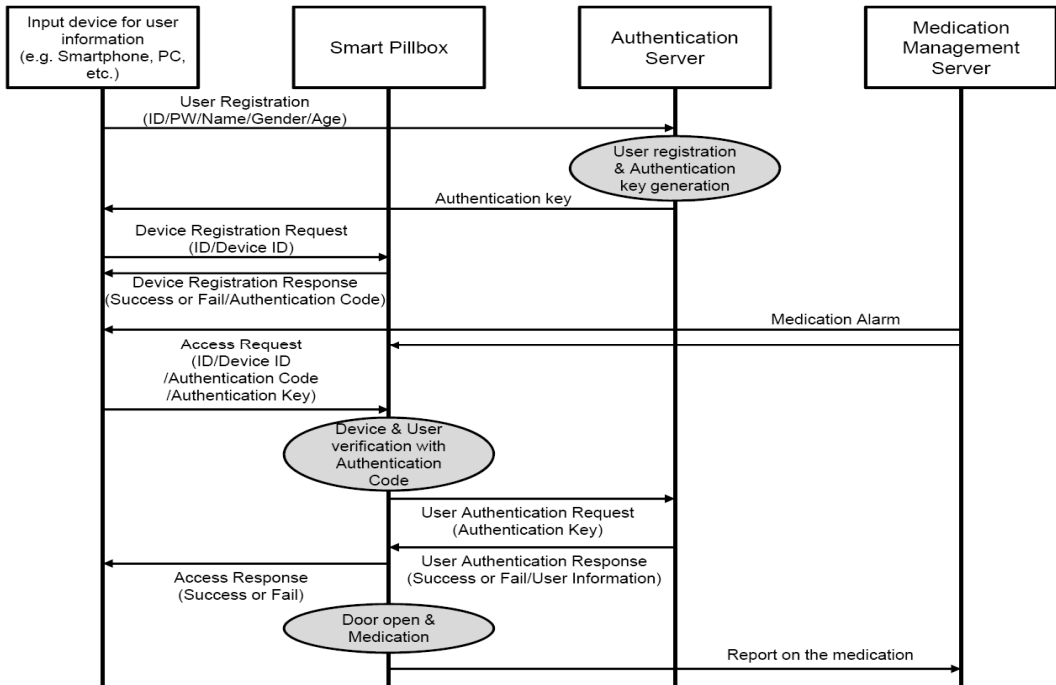


그림 3. 제안하는 스마트 약상자의 다중 사용자 인증 방안
Fig. 3 The proposed multi-user authentication method for the smart pillbox

료 기관에 집단으로 거주하는 경우 약상자를 각각 보유하는 것은 비용이 증가하는 한편 약상자를 보관하기 위한 공간도 많이 필요로 하는 등 스마트 약상자의 보급에 걸림돌이 되었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 하나의 스마트 약상자를 여러 환자가 공유하여 사용할 수 있는 방안을 개발하여 제안한다.

4.2 제안하는 다중 사용자 인증 방안

하나의 스마트 약상자를 여러 명의 환자가 공유하는 경우 스마트 약상자의 약 적재함에는 각 환자를 위한 약이 섞여 보관된다. 따라서 어떤 환자가 정상적으로 약을 복용하였는지의 여부를 판단하기 위해서는 스마트 약상자가 각각의 환자를 구분하여 인식할 수 있어야 하는데 이를 위해서는 환자 개인에 대한 인증 절차가 요구된다.

스마트 약상자의 보급 과정에서 또 다른 개선 사항으로 지적된 것은 원격 제어였다. 스마트 약상자를 사

용하는 환자가 노령인 경우 거동이 어려워 스스로 스마트 약상자에서 약을 꺼내어 복용하는 것이 힘든 경우가 종종 있었다. 이런 경우 대부분 간병인과 같은 다른 사람에게 의존하게 되는데 이 때 간병인이 환자의 동의 없이 스마트 약상자의 적재함을 열 수 있다면 정상적인 복약이 이루어지지 않을 수도 있다. 따라서 제안하는 다중 사용자 인증 방안은 환자의 스마트폰을 이용할 수 있도록 하였는데 이를 통해서 환자는 원격으로도 스마트 약상자의 약 적재함이 열리도록 제어하는 것이 가능하다. 다음 그림 3은 스마트 약상자에 적용되는 다중 사용자 인증을 위한 절차의 동작을 보여준다.

제안하는 다중 사용자 인증 절차가 동작하기 위해서는 스마트 약상자 외에도 이를 제어할 수 있는 입력 단말 (input device), 사용자 인증을 위한 인증 서버 (authentication server)가 필요하다. 입력 단말은 PC나 스마트폰과 같이 인터넷에 접속할 수 있는 환자 개인이 사용하는 장치를 의미한다. 스마트 약상자를

사용하고자 하는 환자는 제일 처음 자신의 사용자 단말을 이용하여 인증 서버에 접속한다. 이 과정에서 환자는 자신의 ID, 패스워드, 성별, 나이 등을 인증 서버에 등록하게 된다. 이를 수신한 인증 서버는 인증키(Authentication Key)를 생성하여 환자에게 전달함으로써 사용자 등록 과정을 종료한다.

등록 후, 환자는 다시 자신의 입력 단말을 이용하여 스마트 약상자에 접속하게 되는데 이는 자신이 사용하는 입력 단말을 스마트 약상자에 등록하기 위함이다. 이를 위해서 스마트 약상자에 장치 등록 요청(Device Registration Request)을 전송하는데 이 메시지는 자신의 ID뿐만 아니라 장치 ID를 생성하여 포함시킨다. 장치 등록 요청을 수신한 스마트 약상자는 성공/실패 여부와 함께 장치에 대한 인증코드(authentication code)를 전달하여 장치 등록 과정을 종료한다.

이 후 복약관리서버 (Medication Management Server)는 복약 시간에 맞추어 환자에게 복약을 알리는 알람을 스마트 약상자와 입력 단말에 전송한다. 이를 인지한 환자는 입력 단말을 통해서 접근 요청(Access Request)을 하게 되는데 이 메시지는 ID, 장치 ID, 인증코드와 인증키가 포함되어 있다. 우선 장치 인증을 위해서 스마트 약상자는 접근 요청 메시지에 포함된 인증코드를 확인하고 별다른 문제가 없는 경우 인증키를 인증 서버에 전송한다.

인증키를 수신한 인증 서버는 해당 인증키가 등록되어 있는지의 여부와 등록되어 있다면 환자는 누구 인지를 파악하여 이를 다시 스마트 약상자에게 알려준다. 이 때 환자가 복용해야 하는 약에 대한 정보와 같은 부가적인 사용자 정보가 함께 전달된다. 사용자 인증이 정상적으로 이루어지면 스마트 약상자는 최종적으로 접근 응답 메시지를 통해서 이를 입력 단말에게 알린다.

마지막으로 환자는 입력 단말을 조작하여 스마트 약상자의 약 적재함의 문을 열 수 있고 약을 복용한 후 다시 적재함의 문을 닫으면 스마트 약상자는 무게 측정을 통하여 복약이 정상적으로 이루어졌는지 확인하여 그 결과를 복약 서버에 전송한다.

이상 설명한 절차에 의해서 여러 명의 환자는 자신의 입력 장치를 통하여 하나의 스마트 약상자를 공동으로 사용하는 것이 가능하다. 또한 스마트 약상자는

환자 별로 정상적으로 복약이 이루어지는지의 여부를 복약관리서버에 전송함으로써 환자에 대한 원격 관리가 이루어질 수 있도록 지원한다.

IV. 결 론

본 논문에서는 스마트 복약관리 및 모니터링 시스템 구축을 위한 스마트 약상자의 개발과 이를 여러 명의 환자가 공유할 수 있도록 지원하는 인증 절차를 제안하였다. 현재 제안된 절차의 개발이 진행 중에 있고 개발이 완료되면 스마트 약상자에 탑재되어 시험을 거친 후 상용화에 적용할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부·한국산업기술진흥원 지정 계명대학교 전자화자동차부품지역혁신센터(B0008866)의 지원에 의한 것입니다.

References

- [1] S. Kwon and N. Kim, "The effect of adherence to antidepressant treatment on relapse and recurrence of depression," Seoul National University Graduate School of Public Health, Ph. D. Thesis, Aug. 2008, pp. 1-73
- [2] K. Son, Y. Kim, M. Hong, and M. Jung, "Analysis of the Medication Compliance of Hypertensives and Influential Factors," *J. the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 11, No. 5, May 2010, pp. 1897-1904.
- [3] J. Kim, W. Lee, and Y. Ko, "Implementation of Medical Care System based on Home Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, Vol. 6, No. 6, Dec. 2011, pp. 987-991.
- [4] Y. Han, "Development of the ubiquitous health care module for a bidet," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication*

- Science, Vol 7, No. 4, Aug. 2012, pp. 931-936.
- [5] J. Kim and J. Kim, "A Study of Health Care System Housing and Environment of the Elderly," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, Vol. 7, No. 4, Aug. 2012, pp. 925-930.
- [6] B. Kim, "Implementation of Digital Directly Observed Treatment (DOT) system using a smart pillbox," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, Vol. 7, No. 5, Oct. 2012, pp. 1213-1219.
- [7] B. Kim, "Developing a smart pillbox to improve the medication adherence of the patients requiring a long-term administration," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, Vol. 8, No. 4, Apr. 2013, pp. 611-617.
- [8] B. Kim, "Development of a smart pillbox and improvement of the medication adherence for the efficient management of medicine administration," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, Vol. 8, No. 9, Sep. 2013, pp. 1391-1397.

저자 소개



김범준(Beom-Joon Kim)

1996년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1998년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2003년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

계명대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 스마트 복약 기기, 사용자 체감 품질

