

복약 정보 관리를 위한 NFC기반 u-Drug Cap 개발

윤태복¹, 이종희², 이광형^{3*}

¹서일대학교 컴퓨터소프트웨어과, ²(주)인포에스티, ³서일대학교 인터넷정보과

The Development of u-Drug Cap based on NFC for Medication Information Management

Taebok Yoon¹, Jong-hee Lee², Kwang-hyoung Lee^{3*}

¹Dept. of Computer Software, Seoil University

²INPOESTI company

³Dept. of Internet Information, Seoil University

요 약 최근 생활환경의 개선과 의학기술의 발달로 인해 성인병 질환을 앓고 있는 환자의 경우 병원 입원 치료 보다는 통원 치료를 통한 주기적인 약물 복용이 증가하고 있다. 이러한 성인병 환자의 경우 주기적인 약물 치료가 유지되기 위해 복약 관리에 보다 많은 관심이 요구되고 있다. 본 논문에서는 환자의 주기적이고 안정적인 복약을 위한 NFC 기반의 u-Drug Cap 을 이용한 복약정보 서비스 시스템을 제안하고 개발된 시스템과 테스트 결과를 기술한다. 개발된 시스템은 성인병을 앓고 있는 환자나 고령 환자의 올바른 복약 지도 및 알람을 통해 약품 미복용 및 오복용 방지함으로써 환자의 건강 유지가 가능할 것으로 기대된다.

Abstract Due to the development of improved living conditions and medical technology in recent periodic taking drugs is increasing through the outpatient rather than inpatient hospital care. Particularly in the case of patients suffering from geriatric diseases. This geriatric patients should have more attention to the taking medication management because it must keep the medication period. In this paper, we propose and describe an taking medicine information service system for the period and stable taking medicine in patients using the NFC-based u-Drug Cap and technology development and system test results. The developed system is through proper taking medicine information and alarm of geriatric patients or elderly patients. The patient's health can be maintained by preventing not taking and over taking of medicine.

Key Words : medication management, taking drug information, u-drug cap

1. 서론

최근 생활환경의 개선과 의학기술의 발달로 인해 성인병 질환을 앓고 있는 환자의 경우 병원 입원 치료 보다는 통원 치료를 통한 주기적인 약물 복용이 증가하고 있다. 우리나라 성인병 질환 발병 추이를 보면, 고지혈증 환자는 2008년 75만 명에서 지난해인 2013년에는 130만 명,

당뇨병은 170만 명에서 330만 명으로 5년 사이 두 배 가까이 늘었다[1].

국내 30세 이상 성인 가운데 3명 중 1명은 고혈압, 10명 중 1명은 당뇨병, 9명 중 1명은 고지혈증 환자이다[2]. 1960년대 70년대에는 전 국민의 1~2% 수준이었던 당뇨병이 1900년대 말에는 30세 이상 성인 인구에서 7~8%, 2010년 이후에는 거의 10% 이상 급격히 늘고 있고, 최근

본 논문은 2015년 서일대학교 교내연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Kwang-hyoung Lee(Seoil Univ.)

Tel: +82-2-490-7226 email: dreamace@seoil.ac.kr

Received January 13, 2015

Revised February 26, 2015

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

에는 소아 또는 청소년기의 비만, 그리고 활동 부족으로 인한 전신 비만형에 의한 당뇨병 환자도 많이 늘고 있는 추세이다. 이러한 성인병 환자의 경우 주기적인 약물 치료가 유지되기 위해 복약 관리에 보다 많은 관심이 요구되고 있다[3].

특히 노인의 경우 다른 연령대에 비하여 건강 및 질병 관리에 보다 많은 관심이 요구되는데, 65세 이상 대부분의 노인이 고혈압 등 3개 이상의 만성질환을 동시에 갖고 있는 것으로 조사되었다. 병원 통계 자료에 따르면 노인 환자 10명 중 4명 정도가 4가지 이상의 약물을 복용하는 것으로 나타났다. 이 때문에 약물의 부작용으로 입원하는 경우도 적지 않다고 한다. 그렇다고 부작용이 두려워 무조건 약 복용을 꺼리다 보면 질환이 악화하거나 건강을 해칠 수 있으므로 주의를 필요로 한다. 또한, 본인의 병명에 따른 규칙적인 투약의 필요성을 느낌에도 불구하고 노령화에 따른 인지능력 저하 및 기억력 감퇴 등의 요인으로 인하여 원활한 약물의 복용에 어려움이 있는 실정이다[4]. 특히 만성질환과 합병증에 따라 약물의 수가 많아 부작용이나 약물간 작용으로 해를 입을 가능성이 크기 때문에 더욱 더 주의가 필요하다[5].

본 논문에서는 환자의 주기적이고 안정적인 복약을 위한 NFC 기반의 u-Drug Cap을 이용한 복약정보 서비스 시스템을 제안한다. 스마트 폰의 NFC 센서를 기반으로 환자의 약품 복용 정보를 입력하고 적시에 약을 복용할 수 있도록 하며 복용정보를 수집하여 의사 및 약사 및 보호자에게 제공함으로써 환자의 질병 관리에 보다 효과적으로 대처할 수 있을 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 의약품 복용과 관련한 하드웨어 및 소프트웨어 상용화 사례를 소개한다. 3장에서는 제안하는 방법인 환자를 위한 NFC 기반의 u-Drug Cap을 이용한 복약정보 서비스 시스템 설계 및 개발에 대하여 논의하며, 4장에서는 복용 정보 입력 및 알람/수집을 위한 스마트 폰 앱의 UI와 의약품 캡을 위해 제작된 프로토타입 디바이스를 소개한다. 끝으로 5장에서는 결론과 향후 연구로 맺는다.

2. 관련 연구

일반인 또는 환자들의 복약 관리를 위한 장비 및 프로그램은 다양하게 제공되고 있다. 복약관리를 위한 장비는 주로 해외에서 상용화 되어 판매되었으나 최근에는

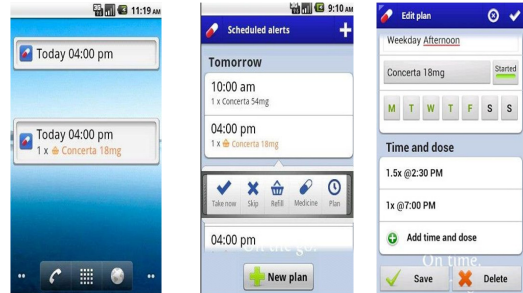
국내에서도 연구와 개발되고 있다[4].

미국의 바이털리티사가 개발한 스마트 약병 ‘글로우캡’은 사물인터넷 기술을 이용해 환자들이 제때 약을 복용할 수 있도록 도와주는 제품이다[5]. AT&T 통신료를 포함해 월 이용료 15달러가 소요되는 글로우캡은 환자들이 약을 먹을 시간이 되면 알람이 울리는 제품으로 알람이 울릴 때와 약병을 열었을 때 신호가 AT&T 무선망을 통해 바이털리티 서버로 전송된다. 복용 시간이 지났는데도 약병의 뚜껑이 열리지 않으면 바이털리티에서 사용자에게 전화나 SMS를 통해 연락을 취할 수 있다.



[Fig. 1] Vitality-Glow Caps

대표적인 약 알람 및 정보관리 소프트웨어로는 ‘Pills on the go’가 있으며, 국외에서 개발이 되었고 기본적인 알람의 메뉴들이 제공한다[6]. 그러나 고령층이 사용하기엔 복잡한 UI와 중복된 약 및 오남용을 방지하지 못하는 점, 한국어가 제공되지 않아 사용이 쉽지 않다.



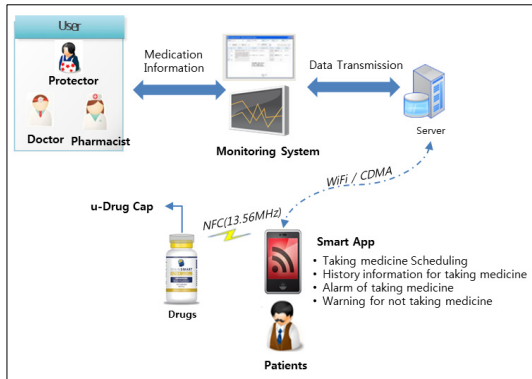
[Fig. 2] Pills on the go App

3. 시스템 설계 및 구현

제안하는 시스템은 환자용 모듈과 관리자용 모듈로 구분되고, 다시 환자용 모듈은 NFC 기반 복약정보관리용 약병(Bottle)에 부착 가능한 u-Drug Cap과 NFC 기반 복약정보관리 제어 S/W로 구분된다.

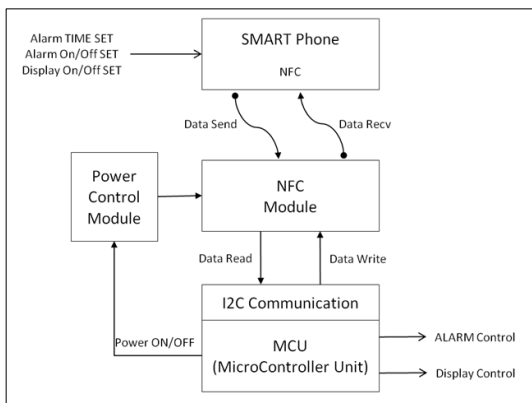
3.1 시스템 구성

스마트폰과 u-Drug Cap은 NFC 기반에 데이터를 주고받으며, 환자 ID 및 투약 정보를 기록한다. 스마트폰에 입력된 환자의 투약 정보를 스마트 캡으로 전송하고, 해당 시간에 알람을 통하여 환자가 적시에 약을 복용 할 수 있도록 한다[7]. 시스템 운영 프로세스는 다음 Fig. 3과 같다.



[Fig. 3] System Operation Process

NFC 기반의 u-Drug Cap을 이용한 복약정보 서비스 시스템의 u-Drug Cap의 상단에는 LED Display 모듈을 탑재하여 복용 시간을 표시하고, Display와 소리알람 기능을 탑재하여 복용 시간이 될 때 사용자에게 복용 알람이 작동하게 한다. 스마트폰으로 u-Drug Cap의 NFC 태그 모듈을 인식하면, 해당 복용 약품에 대한 복약 일정(스케줄) 정보를 용이하게 입력하고, 조회할 수 있도록 한다. Fig. 4는 시스템 구성 블럭도 이다.

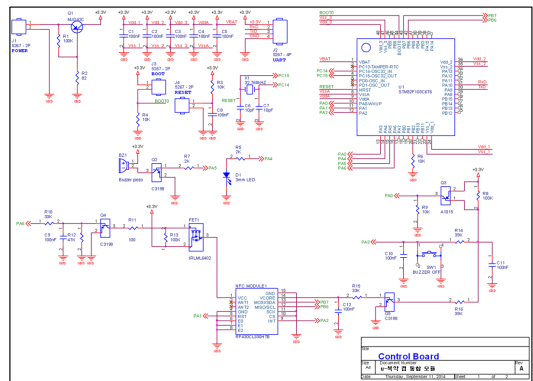


[Fig. 4] Block Diagram of System Architecture

스마트폰에 탑재되어 활용하게 되는 복약정보관리 정보 서비스 앱을 통해 약품정보, 복약 기본정보, 복약 이력 정보, 약품 위치정보를 확인할 수 있다.

3.2 u-Drug Cap 설계 및 구현

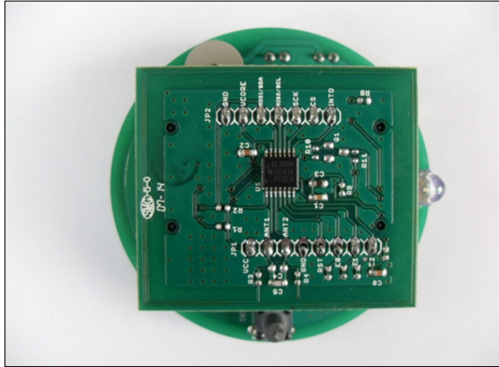
u-Drug Cap은 Control Board에 NFC Module과 MCU, Alarm Control Module, Display Control Module, Power Control Module이 탑재되도록 설계하였으며, 전체 모듈이 통합된 Control Board의 회로도 는 Fig. 5와 같다.



[Fig. 5] Circuit Diagram of Control Board

Power Control Module 회로는 전력 소모를 줄이기 위하여 NFC Module의 동작 상황에 맞추어 MCU에서 제어 신호를 보내 NFC Module의 전원을 ON/OFF 하는 기능이다. 스마트폰에서 Tag를 하면 NFC Module에서 동작 신호가 출력되며 해당 신호를 MCU로 입력되어 MCU에서 Power Control Module로 ON 신호를 출력하여 NFC Module에 전원을 공급한다. MCU에서 스마트폰과 데이터 송·수신이 완료되면 Power Control Module로 OFF 신호를 출력하여 NFC Module에 전원을 차단한다. ALARM Control Module에서는 약물 복용시간 알람 및 정보 입·출력 확인을 위하여 사용되며 스마트폰에서 입력된 복용시간이 되면 MCU에서 ALARM ON 신호를 출력하여 ALARM Control 회로에서 Buzzer를 동작시킨다. 또한 스마트폰이 Tag 되어 정보 입·출력이 발생했을 때 MCU에서 ALARM ON 신호를 출력하여 ALARM Control 회로에서 Buzzer를 동작시킨다. ALARM Display Module에서는 스마트폰에서 입력된 복용시간이 되면 MCU에서 ALARM ON 신호를 출력하여 Display

Control 회로에서 LED 표시등을 동작시킨다. Fig. 6은 구현된 u-Drug Cap의 통합 Control Board이다.



[Fig. 6] Control Board

NFC 기반 복약정보 관리용 캡의 상단에는 LED Display 모듈을 탑재하여 복용 시간을 표시하고, Display와 소리알람 기능을 탑재하여 복용 시간이 될 때 사용자에게 복용 알람이 작동하도록 하였다. 스마트 폰으로 복약정보 관리용 캡의 NFC 태그 모듈을 인식하면, 해당 복용 약품에 대한 복약 일정 정보를 용이하게 입력하고, 조회할 수 있도록 하였다.

스마트폰에 탑재되어 활용하게 되는 복약정보관리 앱을 통해 약품정보, 복약 기본정보, 복약 이력정보, 약품 위치정보를 확인할 수 있도록 하였다. 또한 복약정보 관리용 캡에는 알람(발광 및 소리) OFF용 스위치를 추가하여 알람 신호를 해제할 수 있도록 하며, 이 스위치는 투약 여부를 알 수 있는 중요한 정보로 활용하였다. 시제품으로 완성된 u-Drug Cap은 Fig. 7과 같다.



[Fig. 7] u-Drug Cap

3.3 복약정보관리 앱 설계 및 구현

u-Drug Cap 데이터 송수신을 위한 스마트폰 앱은 크게 복약정보 입력, 복약정보 가져오기로 구분된다. 복약정보 입력은 투약이 필요한 시간을 설정하여 입력하고, u-Drug Cap에 근접하면 투약정보가 전송된다. 복약정보 가져오기는 u-Drug Cap에 저장되어 있는 노령 환자의 복약정보를 NFC를 이용하여 읽어오는 기능으로 스마트폰의 복약정보와 함께 노령 환자 관리(진단, 처방, 상담 등)를 위한 중요한 정보로 활용된다. Fig. 8은 u-Drug Cap과 NFC 통신을 하며 정보를 송수신하는 Smart 폰의 앱 UI 이다.



[Fig. 8] User Interface of Smart App

4. 실험 평가

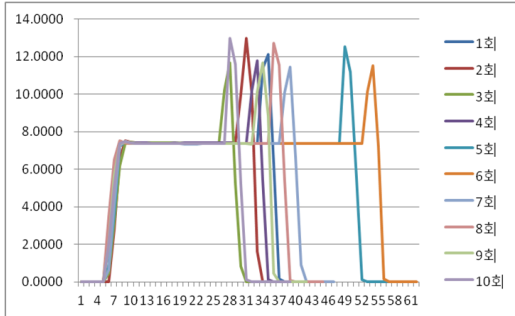
4.1 NFC 모듈 동작 시 전류 측정 실험

u-Drug Cap의 NFC 모듈이 동작할 때 즉 스마트폰과 u-Drug Cap이 NFC 통신을 할 때 전류를 측정하였다. 전류측정 실험 조건은 다음과 같다.

[Table 1] The Test Conditions of the Electric Current Measurement when the NFC communication

Condition	Value	Unit
Measurement Range	100(Max)	mA
Units of measurement time	0.1	sec
Number of measurements	10	회

Fig. 9는 상기한 조건으로 실험한 전류측정에 대한 결과이다.

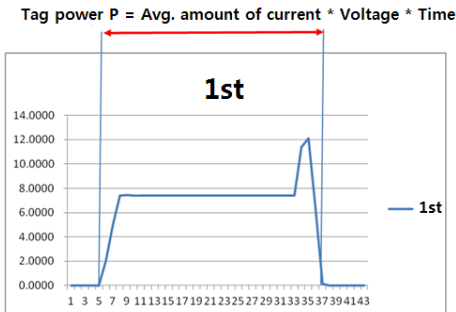


[Fig. 9] Result of Electric Current Measurement

10회 실험에 대한 전류 평균값은 약 7.09mA가 결과값으로 도출되었다.

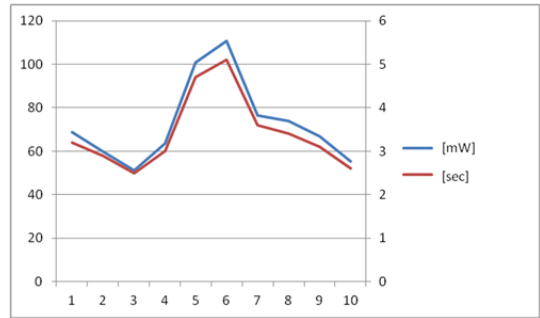
또한 NFC 통신 시 전력량 측정 실험을 하였으며, NFC 통신 시의 전력량 P는 스마트폰이 u-Drug Cap의 NFC 모듈 인식 시작과 인식 끝의 시간이므로 Fig. 10과 같이 계산을 하여야한다. 1회 측정값의 시간당 1회 Tag 동작시의 전력량은 다음 수식과 같이 계산하였다.

$$\text{전력량} = \text{평균전류량} * \text{전압} * \text{시간} \quad (\text{식 1})$$



[Fig. 10] Result of the Electric Energy Measurement when the NFC communication

Fig. 11에서 보면 평균 전류량은 많은 차이를 보이지 않고 있으나 스마트폰과 u-Drug Cap 사이에 NFC 통신이 이루어지는 시간에 따라 소모되는 전력량의 차이가 보이고 있다.



[Fig. 11] Result of the Electric Energy & Operating Time Measurement when the NFC Communication

10회 실험에 의한 전력 평균값은 약 72.79mW가 결과값으로 도출되었다. 따라서 u-Drug Cap의 전원공급은 수은 전지1개로도 충분하다는 결과를 얻었다.

4.2 u-Drug Cap 인식률 및 인식거리 실험

u-Drug Cap과 스마트폰의 NFC 모듈의 인식 거리를 측정하기 위하여 전기적으로 영향을 주지 않도록 0.25mm의 일정한 두께를 가진 종이명함을 이용하여 u-Drug Cap과 스마트폰 사이의 거리를 측정하였다. 측정 방법은 Fig. 12와 같이 종이명함의 장수를 10장씩 증가하고 각 장수마다 20회 이상 PC 통신을 이용하여 스마트폰을 Data Read Mode로 한 후 u-Drug Cap의 인식률을 측정하였다.



[Fig. 12] Sensing Distance & Sensing Rate Measurement

Table 2는 실험한 인식거리와 인식률에 대한 결과이다.

[Table 2] Result of Sensing Distance & Sensing Rate Measurement

Distance (pages)	Count	Normal awareness	Rate
2.5mm(10)	27	27	100 %
5mm(20)	39	39	100 %
7.5mm(30)	29	28	96.5 %
10mm(40)	26	24	92.3 %
12.5mm(50)	37	30	81 %
15mm(60)	25	19	76 %
17.5mm(70)	29	0	0 %

u-Drug Cap과 스마트폰 간의 인식률 테스트는 거리와 상관없이 인식률이 97% 이상 나오는 것을 목표로 설정했으므로 인식률 테스트 결과 100% 인식률을 보였다. u-Drug Cap과 스마트폰의 거리가 멀어질수록 인식율이 다소 낮아지며 스마트폰에서 인식 시간이 길어지는 상태를 보였다.

4.3 기존 제품과의 기능 비교

Table 3은 본 논문에서 연구되어진 NFC 기반의 u-Drug Cap을 이용한 복약정보 서비스 시스템과 기존 유사 시스템 또는 제품과의 기능비교이다.

[Table 3] Result of Sensing Distance & Sensing Rate Measurement

Product features	V Product	A Product	G Product	S Product	P Product	B Product	Proposed product
Medication time character alarm	x	x	x	x	o	o	o
Medication time the alarm sounds	o	o	o	o	o	o	o
Medication remaining time available	o	x	x	x	o	o	o
Medication schedule information input	o	o	o	o	o	o	o
Medication Information Schedule query	x	x	x	x	o	o	o
Medicine bottles independently (About shifting is not needed)	x	x	x	x	o	o	o
Medicine bottle location-based services	x	x	x	x	x	x	o
Various Medicine bottles association	x	x	x	x	x	x	o
Smartphones and Medicine bottles association	x	x	x	x	x	x	o

기능 비교에서 보이듯이 기존 상용 제품에 비해 제안된 시스템이 기능적인 측면에서 우수하다고 판단된다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 환자의 주기적이고 안정적인 복약을 위한 NFC 기반의 u-Drug Cap을 이용한 복약정보 서비스 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템을 통해 복약 정보를 관리할 수 있을 뿐만 아니라 적시에 약을 복용할 수 있도록 하고, 이를 통해 필수 복용 의약품 미복용 및 오남용 방지 효과를 가질 것으로 예상된다.

향후 본 연구에서 개발한 NFC 기반의 u-Drug Cap을 이용한 복약정보 서비스 시스템을 한 단계 더 업그레이드 하여, 병원용 u-마약류 관리 및 정보 서비스 시스템을 연구할 계획이다.

병원에서는 최근 사회적으로 큰 이슈가 되고 있는 불법 오남용 문제의 주된 마약류 의약품인 소위 우유주사로 불리는 마취제인 프로포폴 등 마약류 의약품에 대한 관리와 책임이 커지고 있어, 본 연구 기술을 마약류 의약품 관리 분야에 적용하여 시제품을 개발할 계획이다.

References

- [1] Yun-Young Sok, Seok-Hun Kim, "Integrated Medical Information System Implementation for the u-Healthcare Service Environment," *Journal of Korea Contents Association*, Vol. 14, No. 5, May 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.05.001>
- [2] Jin-Kyung Baik, Mi-Sook Lee, "Interdisciplinary Convergent Research for a Successful Application of Healthcare in an Aging Society," *Korean journal of sports science*, Vol. 23 No. 2, pp. 333-346, 2014.
- [3] Sun-Hee Lee, Sun-Sil Yoo, "Current status and prospects of mobile healthcare applications," *Information and Communication Broadcasting Policy*, Korea Information Society Development Institute, 2014.
- [4] Report of an aging society analysis, Statistics Korea Website, "http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_ki/2/4/index.board?bmode=read&aSeq=198957&pageNo=&rowNum=10&amSeq=&sTarget=&sTxt=". (accessed Mar., 10, 2014)
- [5] Vitality-GlowCaps Website, "<http://www.vitality.net>".

(accessed Mar., 14, 2014)

- [6] J. I. Westbrook, C. Lo, M. H. Reckmann, W. Runciman, J. Braithwaite, R. O. Day, "The effectiveness of an electronic medication management system to reduce prescribing errors in hospital," *Proceedings 18th National Health Informatics Conference*, 2010.
- [7] Taebok Yoon, Jong-Hee Lee, "Development of system NFC-based medication management for elderly patients," *Journal of academia-industrial technology*, Vol. 15, No. 8, Aug. 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.8.5303>
- [8] J. Lundell, J. Kimel, T. Dishongh, T. Hayes, M. Pavel, J. Kaye, "Why Elders Forget to Take Their Meds," *Smart Homes and Beyond*, pp. 98-105, 2006.
- [9] A. Naditz, "Medication Compliance.Helping Patients Through Technology: Modern 'Smart' Pillboxes Keep Memory-Short Patients on Their Medical Regimen," *Telemedicine and e-Health*, vol. 14, No. 9, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/tmj.2008.8.476>
- [10] W. I. Jang, S. H. Kim, S. J. Park, S. H. Park, "Trend of IT-based Convergence Technology into Business," *Electronic Communication Trend Analysis*, Vol. 23, No. 5, 2008.

윤 태 복(Taebok Yoon)

[중신회원]



- 2001년 8월 : 공주대학교 전자계산학과(이학사)
- 2005년 2월 : 성균관대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2010년 8월 : 성균관대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 컴퓨터소프트웨어과 조교수

<관심분야>

데이터 마이닝, 사용자 모델링, 게임인공지능

이 종 희(Jong-Hee Lee)

[정회원]



- 1998년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 (공학사)
- 2000년 2월 : 송실대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 송실대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2004년 8월 ~ 2007년 11월 : (주)리테일테크 연구소장
- 2006년 1월 ~ 2007년 12월 : 동국대학교 산업시스템공학과 연구교수
- 2008년 8월 ~ 현재 : (주)인포에스티 연구소장

<관심분야>

사물지능통신, 사물인터넷, u컴퓨팅, 스마트워크

이 광 형(Kwang-Hyoung Lee)

[중신회원]



- 1998년 2월 : 광주대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
- 2002년 2월 : 송실대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 송실대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 서일대학 인터넷정보과 부교수

<관심분야>

멀티미디어 데이터 검색, 영상처리, 멀티미디어 보안, DRM, USN, 학습콘텐츠