

고령 환자를 위한 NFC기반 복약 관리 시스템의 개발

윤태복^{1*}, 이종희²

¹서일대학교 컴퓨터소프트웨어과, ²(주)인포에스티

Development of system NFC-based medication management for elderly patients

Taebok Yoon^{1*}, Jong-hee Lee²

¹Dept. of ComputerSoftware, Seoil University, ²INPOESTI company

요약 노령화 사회의 진입에 따라 건강에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, 만성질환을 가지고 있는 노인의 투약 관리는 생명과 직접적인 연관성을 보이기 때문에 중요하게 여겨진다. 본 연구는 노령 환자를 위한 NFC 기반의 복약 관리 시스템을 제안한다. 제안하는 방법은 NFC기반 복약 캡 및 스마트폰 응용프로그램 개발을 통하여 고령환자의 올바른 복약 지도 및 알람을 통한 약품 미복용 및 오복용 방지를 통한 건강관리가 가능할 것으로 판단된다.

Abstract With entering into an aged society, more people need to pay attention to their health and disease. In particular, it is significant for senior citizens with chronic disease to have a medication system because it is related directly to their lives. This study suggested the NFC-based medication management system for elderly patents. By developing a NFC-based medication bottle cap and smart phone application program, the suggested method can assist elderly patients to take medicines properly without missing or abusing them through guidance and alarm, and maintain their health.

Key Words : near field communication (NFC), medication management system, elderly patients

1. 서론

생활환경의 개선 및 의학기술의 발달로 인하여 평균 수명이 늘어나면서 노인 인구가 급속하게 증가하고 있다. 한국의 경우 이미 2000년 노인인구 비율이 7%를 넘어 고령화 사회에 진입했고, 오는 2022년에는 14.3%를 기록해 고령사회로, 2026년에는 노인인구가 19.3%에 달해 초고령사회로 진입할 것이라는 전망이다[1]. 또한, 주요 선진국은 일찍이 노인 비중이 높아지고 있으며, 그 중 미국 실리콘밸리에서는 지금까지는 주로 젊은 세대를 위한 첨단기술들이 개발됐으나 최근 혼자 사는 노인들을 돕고, 이들을 모시고 사는 자녀역할 등 부양자의 부담을 덜어 주기 위한 새로운 기술들이 개발되고 있다. 또한, 고령인

구 및 신체적 약자가 본격적인 소비층으로 부상하고 있으며, 재계는 고령인구가 하나의 소비층으로 떠오르면서 이들을 위한 다양한 제품을 개발하고 있는 실정이다. 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 노인환자 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 주의가 필요로 한다. 또한, 본인의 병명에 따른 규칙적인 투약의 필요성을 느낌에도 불구하고 노령화에

본 논문은 2014년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음

*Corresponding Author : Taebok Yoon(Seoil Univ.)

Tel: +82-2-490-7441 email: tbyoon@seoil.ac.kr

Received July 22, 2014

Revised August 4, 2014

Accepted August 7, 2014

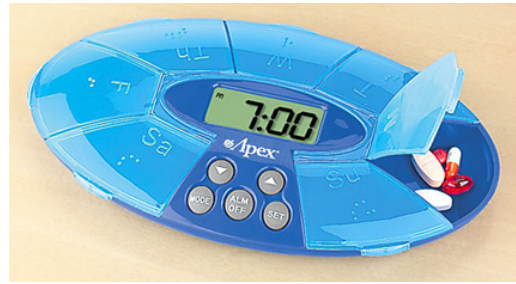
따른 인지능력 저하 및 기억력 감퇴 등의 요인으로 인하여 원활한 약물의 복용에 어려움이 있는 실정이다[2]. 특히 만성질환과 합병증에 따라 약물의 수가 많아 부작용이나 약물간 작용으로 해를 입을 가능성이 크기 때문에 더욱 더 주의가 필요하다[3][4]. 본 논문은 고령 환자를 위한 복약 관리 시스템을 사례를 조사 분석하고, NFC 기반의 스마트 복약 관리 시스템을 제안한다. 본 방법은 스마트 폰의 NFC 센서를 기반으로 고령 환자의 약품 복용 정보를 입력하고 적시에 약을 복용할 수 있도록 하며 복용 정보를 수집하여 의사/약사 및 보호자에게 제공함으로써 고령 환자의 질병 관리에 보다 효과적으로 대처할 수 있을 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 의약품 복용과 관련한 하드웨어 및 소프트웨어 상용화 사례를 소개한다. 3장에서는 제안하는 방법인 고령 환자를 위한 NFC기반 복약관리 시스템에 대하여 논의하며, 4장에서는 복용 정보 입력 및 알람/수집을 위한 스마트폰 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 국내에서 연구/개발되어 판매를 준비 중인 것으로 알려지고 있다[5-9].

타이완 Variant사와 미국 apex medical사의 제품은 LED 창과 버튼을 이용하여 미리 세팅해 놓은 시간에 복약 시간 알람을 해주는 기능을 제공한다. 그러나 환자가 복약중인 약통이나 약봉지에서 직접 약을 꺼내어 케이스에 넣어야 하는 불편함이 있고, 또한 복약시간 알람기능 외에는 약품에 대한 정보나 복용 정보 서비스 기능이 제공되지 않는다[Fig. 1].

미국 Vitality사의 GlowCaps는 텔릿(Telit)사의 무선 모뎀을 이용하여 환자들이 약을 복용하도록 상기시켜주며, 언제 약을 먹었는지 모니터링한다. 또한, 복용시간 준수여부를 의사에게 보고하며, 약을 다 복용했을 시 단추 하나로 약이 떨어졌으니 채워달라는 요청을 약국에 보내는 기능 등을 가지고 있다[Fig. 2].



[Fig. 1] Apex Weekly Pill Turtle Organizer



[Fig. 2] Vitality-Glow Caps[6]

앞서 소개한 국내의 연구 개발 사례로, 산업통상자원부(지식경제부)의 ‘차세대 IT기반 기술 사업화 기반조성 사업’의 일환으로 2008년부터 2011년까지 대구와 대전 지역에서 시범 서비스 실시하였다[Fig. 3, 4]. 이는 만성질환자를 위한 약복용 모니터링 시스템으로 만성질환자가 정량의 약을 정시에 복용할 수 있도록 설계되었다. 음성, 이미지, 텍스트, LED, SMS 등을 이용한 멀티미디어 약 복용 알림 기능을 제공하며, 약복용 순응률 향상을 위한 환자 맞춤형 피드백 서비스가 가능하도록 하였다.

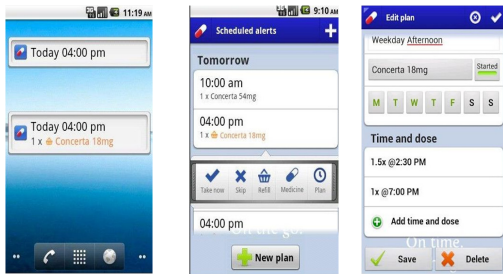


[Fig. 3] Medication reminders development practices, ETRI



[Fig. 4] Designed medication reminder, ETRI

복약 알람 및 정보관리 소프트웨어로 'Pills on the go'가 있으며, 국외에서 개발이 되었고 기본적인 알람의 메뉴들이 제공한다. 그러나 고령층이 사용하기엔 복잡한 UI와 중복된 약 및 오남용을 방지하지 못하는 점, 한국어가 제공되지 않아 사용이 쉽지 않다[Fig. 5].



[Fig. 5] Pills on the go App

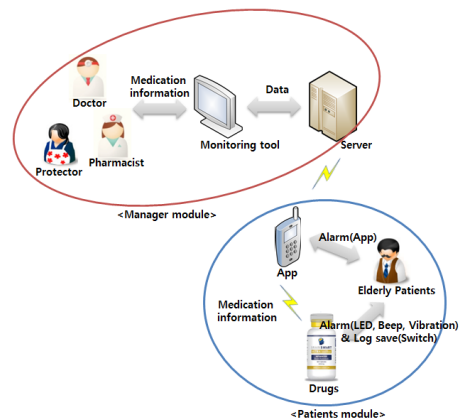
3. NFC기반 투약관리 시스템의 개발

제안하는 시스템은 환자용 모듈과 관리자용 모듈로 구분되고, 다시 환자용 모듈은 NFC 기반 복용정보관리용 약병(Bottle) 의약품 부착형 캡과 NFC 기반 복용정보 관리 제어 S/W로 구분된다. 먼저, 고령 환자의 원활한 복용 정보를 서비스하기 위해 사용이 용이하도록 기존 복용 약품에 탈부착이 가능한 NFC 기반 복용정보 관리용 캡을 개발한다. NFC 기반 복용정보 관리용 캡의 상단에는 LED Display 모듈을 탑재하여 복용 시간을 표시하고, Display와 소리알람 기능을 탑재하여 복용 시간이 될 때 사용자에게 복용 알람이 작동하도록 하였다. 스마트폰으로 복용정보 관리용 캡의 NFC 태그 모듈을 인식하면, 해당 복용 약품에 대한 복용 일정 정보를 용이하게 입력하고, 조회할 수 있도록 하였다. 스마트폰에 탑재되어 활용하게 되는 복용정보관리 앱을 통해 약품정보, 복용 기본정보, 복용 이력정보, 약품 위치정보를 확인할 수

있도록 하였다. 또한 복용정보 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.

3.1 투약관리 시스템 모듈

NFC 기반 투약관리 시스템은 관리자 모듈과 환자 모듈로 나뉘며, 환자 모듈은 고령 환자를 위한 스마트폰 앱과 약병의 캡으로 구분한다. 앞서 설명한바와 같이 스마트폰과 약병 캡은 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. 이때 스마트 캡에 부착되어 있는 스위치로 약을 복용했는지 기록하고, 스마트폰의 알람에서도 확인 버튼을 통해 약 복용 여부를 체크한다. 환자의 복용정보 신뢰도를 높이기 위해서 스마트폰과 캡을 이용하여 듀얼 체크를 하였다. 스마트폰과 캡에 저장되어 있는 복용 정보는 정기적인 날짜에 서버에 업로드 하여 보관하고, 의사/약사/보호자 등이 열람할 수 있도록 한다. 이러한 정보는 보호자에게 환자를 관리하기 위한 유용한 데이터로 활용가능하다. 또한 의사와 약사에게는 진료 및 약품 처방 시에 환자의 복용 정보를 제공하여 보다 적절한 진료 및 상담이 가능하도록 한다. 제안하는 연구의 전체 작업 흐름도를 Fig. 6과 같이 나타내었다.



[Fig. 6] Commercialization of products abroad

3.2 투약관리 시스템의 환자 모듈

환자용 모듈은 다시 NFC 기반 u-복약정보관리용

Bottle형 의약품 부착형 캡 개발과 NFC 기반 복약정보 관리 제어 S/W 설계 및 스마트 앱 개발로 나뉜다[Fig. 7].

첫번째, NFC 기반 u-복약정보관리용 Bottle형 의약품 부착형 캡은 기존에 사용하는 의약품 뚜껑의 대체 제품으로 활용하여 환자의 투약 알람 및 기록을 목적으로 한다. 다음은 같은 세부 모듈 개발 내용이다.

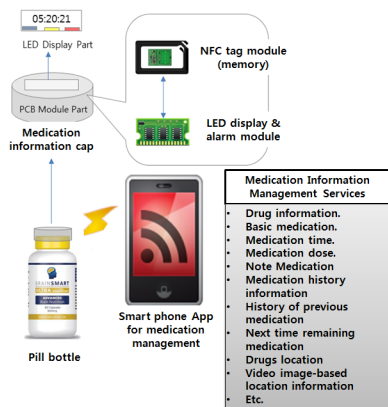
가. u-복약정보 저장 및 전송을 위한 NFC 모듈 개발

- NFC(13.56MHz) Read/Write 모듈 개발
- NFC 통신을 통한 복약정보 저장 메모리 모듈 개발

나. u-복약정보 관리용 제어 디바이스 모듈

- Bottle형 의약품 상단 부착가능 형태의 전자캡 모듈 개발 및 약 시간 표시 및 Color Bar 표시 겸용 LED 표시부 탑재
- 일정시간에 알람(발광 및 소리) 기능 탑재
- 발광 및 소리 해제용 스위치 탑재 및 스위치 On-Off 정보 관리

두번째, NFC 기반 복약정보관리 제어 S/W 설계 및 스마트 앱 프로토타입은 스마트폰에 설치되어 투약정보를 입력하고 확인 할 수 있으며, 복용시간에 맞춰 알람기능을 포함하고 있다. 다음과 같은 세부 모듈을 가진다.



[Fig. 7] The workflow for medication management services

가. NFC 기반 복약정보관리 제어 S/W

- I2C Communication 및 NFC 제어 S/W
- LED Display 및 Alarm 제어 S/W

나. NFC 기반 복약정보관리 스마트 앱 프로토타입 개발

- 복약 약품 정보 서비스 : 약품명, 약품종, 복약대상 질환(병)명 등 복약 약품 기본 정보
- 복약관리 및 복약이력 정보 서비스 : 복약 시간 입력 및 조회 기능 / 복약 시간 알람 설정 및 알람 기능 / 복약 이력(이전 복약) 정보(히스토리 정보) 조회 및 오·미 복약 경고
- 복약 약품 위치 정보 관리 서비스 : 약품 보관 위치 사진 촬영 기능 / 해당 촬영 사진 약품정보 및 복약 정보 매핑 기능 / 약품 보관 위치 정보 조회 기능

3.3 투약관리 시스템의 환자 모듈 내부 API

u-복약정보관리용 캡(하드웨어)과 스마트폰의 앱(소프트웨어)의 원활한 정보교환을 위하여 다음과 같은 메시지 교환 및 데이터 저장 방법을 정의 하였다.

가. 스마트폰 -> 약병 API 설계

1) 환자정보 :

- 정의 : 환자 정보에 관한 고유 id로 성별, 생년월일, 질병구분 등의 정보를 포함
- 메시지 타입 : id
- 내용 : 고유 10자리 문자열
예) id:YU6GF4FGER

2) 현재시간 설정

- 메시지 타입 : time
- 내용 :
year : 4자리 숫자 (2010 ~ 2114),
month : 2자리 숫자 (01 ~ 12),
day : 2자리 숫자 (01 ~ 31),
hour : 2자리 숫자 (00 ~ 23),
min : 2자리 숫자 (00 ~ 59),
sec : 2자리 숫자 (00 ~ 59) - 생략 가능
예) time:201405221748

3) 알람 설정

- 메시지 타입 : alarm
- 내용 :
no : 1자리 숫자 (0 ~ 9),
hour : 알람 시각, 2자리 숫자 (00 ~ 23),

min : 알람 분, 2자리 숫자 (00~59),
 LED on(min) : LED 동작 기간 분(0~99),
 LED on(sec) : LED 동작 기간 초(0~59),
 beep on (min): beep 동작 기간 분(0~99),
 beep on (sec) : beep 동작 기간 초 (00 ~ 59),
 take drug time over (min) : 알람시 투약 인정 기간 분 (00 ~ 99),
 take drug time over(sec) : 알람시 투약 인정 기간 분 (00 ~ 59),
 part symb. : 연속해서 다른 알람을 설정할 때 쉼표(.)를 붙임
 예) alarm:11530010001000100,20115010001000100,00000010001000100

4) 정보 삭제

- 메시지 타입 : clear
 - 내용 : 삭제할 메시지를 입력
 id : 환자 정보를 삭제, time : 현재시간을 삭제,
 alarm1 : 1번 알람을 삭제, alarm2 : 2번 알람을 삭제,
 log : 복약정보를 삭제.
 예) clear:id,time,alarm1,alarm9,log

나. 약병 -> 스마트폰 API 설계

1) 환자정보

- 메시지 타입 : id
 - 내용 : 고유 10자리 문자열
 예) id:YU6GF4FGER

2) 복약기록

- 정의 : 환자가 약을 먹었거나 먹지 않았을 때의 시간 정보
 - 메시지 타입 : log
 - 내용 :
 year : 이벤트 발생 년도, 2자리 숫자 (10 ~ 99)
 month : 이벤트 발생 월, 2자리 숫자 (01 ~ 12)
 day : 이벤트 발생 일, 2자리 숫자 (01 ~ 31)
 hour : 이벤트 발생 시, 2자리 숫자 (00 ~ 23)
 min : 이벤트 발생 분, 2자리 숫자 (00 ~ 59)
 EV Type : 이벤트 타입, (1= 알람이 울리고 있을 때 복용 버튼 누름, 2 = 알람과 상관없이 아무때나 버튼 누름, 3 = 투약 허용시간 경과했을 때)
 part symb. : 연속해서 다른 이벤트 로그가 있을 때 쉼

표(.)를 붙여줌

예) log:14052309541,14052300243,14052220483

3) 페이지 정보

- 정의 : 복약 기록을 한 번에 다 표시 할 수 없는 경우 남은 페이지 수를 의미. 연속해서 읽기 접근을 하면 page 번호가 감소하면서 다음 page에 있는 복약 정보를 쓰기 접근을 할 경우 또는 읽기 접근 후 30초 이내에 다시 읽기 접근을 하지 않는 경우 첫 번째 페이지로 변경
 - 메시지 타입 : page
 - 내용 : Page 번호 : 2자리 숫자 (00 ~ 99)
 예) page:01

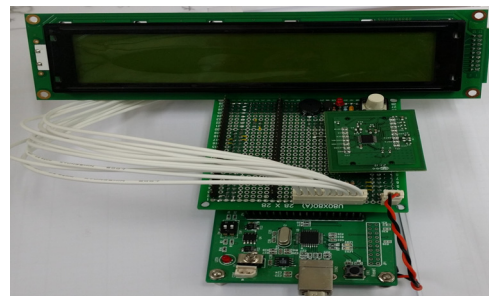
4) 버전정보

- 정의 : 펌웨어 버전을 표시
 - 메시지 타입 : ver
 - 내용 : 3바이트 고유 번호 문자열
 예) ver:100

4. 시설계 및 구현

4.1 u-복약정보 관리 캡

NFC기반의 u-복약정보 관리 캡을 제작하기에 앞서 설계한 기능을 모두 포함하면서 스마트폰과 연동하며 디버깅이 가능한 프로토 타입을 제작하였다. 자체 LCD를 가지고 있어서 사용자 폰으로부터 NFC를 이용하여 전송 받은 데이터를 표시해준다. 또한, 알람 기능 및 수집된 로그 데이터를 확인 할 수 있으며, USB 단자를 이용하여 디바이스 펌웨어를 지속적으로 수정할 수 있도록 하였다 [Fig. 8].



[Fig. 8] NFC-based medicine bottle cap of prototype

4.2 고령 환자자용 스마트폰 앱 Me-Alarm UI

고령 환자는 처방전에 따라 “Me-Alarm” 앱의 “Save” 메뉴를 이용하여 복약 정보를 u-복약정보 관리용 캡에 저장한다. 저장된 시간에 맞춰 스마트폰의 진동, 소리 및 화면에 알람이 울리게 된다. 고령환자의 복약 정보 Log를 읽어오기 위해서는 “Load” 메뉴를 이용하여 관리용 캡에 폰을 접촉시키면 된다. 이때, 스마트폰의 복약 기록과 NFC의 복약 기록을 동시에 활용하나 약병에서 읽어온 복약 정보의 비중을 조금 더 높여 처리한다. 읽어온 환자의 복약 기록은 의사, 약사 및 보호자가 확인하여 환자 관리에 활용하게 된다[Fig. 9].



[Fig. 9] User Interface of Me-Alarm App

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 고령 환자를 위한 NFC 기반의 스마트 복약 관리 시스템을 소개하였다. 제안 하는 시스템을 통하여 고령 환자도 손쉽게 복약정보 관리를 할 수 있어 필수 복용 의약품 미복용 및 오남용 방지 효과를 가질 것으로 예상된다.

향후 연구로는 상용화에 앞서 구매자의 취향이나 선호도를 고려하여 다양한 모양의 캡 설계 제작이 필요할 것이다. 더불어 범용성을 위한 다양한 u-복약정보관리용 제품 설계가 요구된다. u-복약정보 관리 캡은 약병의 크기 및 형태에 따라 사용에 어려움이 있을 수 있다. 이리

한 사항을 개선하기 위한 방안으로 약병의 부가적인 캡 형태가 아닌 약병의 앞면(둥근면)에 유연하게 부착할 수 있는 제품 설계와 조제약의 경우 u-복약정보 관리 제품이 부착된 별도의 개인 약품 보관함을 사용하는 것이 용이하도록 하는 것이 필요하겠다.

References

- [1] 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)
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Vitality-GlowCaps Website, "http://www. vitality. net". (accessed Mar., 14, 2014)
- [7] S.-J. Shin, "Development of Life Management System for Elderly and People with Disabilities", *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 14, No. 1, pp. 275-279, Feb. 2014.
- [8] S.-J. Shin, "A Study on Coaching System for Disabled and Elderly People", *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 13, No. 6, pp. 237-242, Dec. 2013.
- [9] Y.-S. Hong, S.-S. Lee, H.-S. Park, H.-G. Kim, "Oriental Medical Treatment System Based on Mobile Phone", *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 14, No. 3, pp.199-208, Jun. 2014.

윤 태 복(Taebok Yoon)

[종신회원]



- 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 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 숭실대학교 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