

사용자 생활패턴 학습을 통한 홈오토메이션 시스템

배홍민, 서신일, 김병서*

Home Automation System through Learning User Life Pattern

Hong-Min Bae, Shin-Il Seo, Byung-Seo Kim*

요약 홈오토메이션 기술은 가정 안의 각종 기기를 서로 유기적으로 결합하여 가정생활의 편리성 향상과 안전을 확보하여 인간의 생활수준을 향상시키고자하는 기술을 의미한다. 그러나 대부분의 이러한 시스템들은 사용자의 입력에 의하여 설정된 작업만을 자동으로 수행하는 데에 그치고 있다. 본 논문에서는 센서 네트워크를 이용하여 사용자의 행동을 추론할 수 있는 데이터를 수집하고 그 데이터를 활용함으로써 사용자의 상황을 인지 및 추론하여 사용자가 원하는 자동화 서비스를 제공하는 알고리즘 및 시스템을 구현하였으며 시스템의 동작성능을 실험을 통하여 검증하였다

Abstract Home automation technology combines various devices in home organically with each other to ensure the convenience and improved safety of the home life refers to a technique for improving the human living. Because of the technology needed to make this house before you can act as awareness of your thoughts. In this paper, we implement the system model, such as data collection using a sensor network, and take advantage of the idea that the data itself to the home, and an introduction to the method.

Key Words : Big Data, Home Automation, Sensor Network, Wireless, Life Pattern

1. 서론

홈오토메이션 시스템은 센서나 전자기기들로부터 환경정보를 감지하거나 저장 및 가공, 통합하여 상황적인 인식 정보나 센서로 얻어낸 정보들을 바탕으로 집 내외부의 다양한 기기들에 의하여 사용자 편의 서비스를 제공하도록 하는 시스템이다. 홈오토메이션 시스템은 HVAC(Heating, Ventilation and Air Conditioning)[1], 조명, 오디오/비디오, 보안 등과 같은 분야에서 주된 연구가 진행되고 있다[2].

일반적인 홈오토메이션 시스템의 구성 예를 그림 1에서 보이고 있다[3]. 그림 1에서 보이는

바와 같이, 홈 네트워크 서비스를 제공하는 홈 게이트웨이는 외부의 인터넷으로 유/무선 접속되어 있고, 가정(세대)의 안전과 유통 및 인프라 시설에 관계되는 정보들을 수집하기 위하여 각종 주차관제, 무인택배, CCTV, 무인경비, 원격 검침 등의 기기들과 접속되어 있기 때문에 가정의 공간에 설치되어 있는 기기들과 새로운 출현 기기들의 이력을 등록 관리 한다. 홈 네트워크 서비스는 외부의 이동통신이나 무선통신, 유/무선 방송은 물론, u-자동차, u-로봇과 같은 u-기기들에 연동되어 인터넷 포털 서비스나 전자상거래/TV상거래/전화상거래가 이루어지도록 하

* This paper is the research conducted under the scientific support business district belt features supported by funding in 2014 Create the Future Science(2014K000198). In addition, this study is being conducted to study the regional innovation HRD Ministry and the National Research Foundation of Korea(No. 2014H1C1A1066943).

* Corresponding Author : Hongik Univ., Computer and Information Communications Eng.(jsnbs@hongik.ac.kr)

Received march 11, 2015

Revised march 20, 2015

Accepted april 7, 2015

는 등 차세대 디지털 정보가전 기기들의 기능 및 성능과 결합하는 역할도 수행하는 방향으로 발전되고 있다. 그러나 기존의 홈오토메이션 시스템에 대한 상용 제품들에서 의미하는 자동화란 사용자가 미리 원하는 서비스에 대하여 직접 인터페이스를 통하여 입력하거나 그때마다의 감지기감지를 통하여 이에 상응하는 자동화 서비스를 받을 수 있는 형태를 취하고 있다. 예를 들어 전등이나, 집안의 가스밸브를 잠그는 것 등의 사소한 것 까지도 사용자의 직접적 개입을 통하여 서비스가 제공되어 졌다. 그러나 이러한 정적인 자동화 시스템은 점차 사용자의 생활 패턴 정보를 활용하여 사용자의 생활 패턴을 학습하고 이에 따라 동적으로 서비스를 지원하는 자동화 시스템으로 변화해 나아가고 있으며, 이러한 추세에 일환으로 최근에는 다양한 형태의 상황 인지 기반의 홈오토메이션 시스템들이 개발되어지고 있다[3]. 즉, 기존의 사용자에게 의한 매번 직접적인 입력에 의한 서비스 제공과는 달리, 사용자의 생활패턴 등을 지속적으로 모니터링하고 이를 기반으로 시스템 스스로 사용자가 요구하는 서비스를 추론 하고 판단하여 집안 내외부의 기기들을 자동 제어하는 시스템이다. 그러나 이러한 상황인지형 홈오토메이션 시스템에서는 잘못된 추론과 판단으로 인하여 높은 신뢰성을 확보하지 못하고 있는 실정이다.

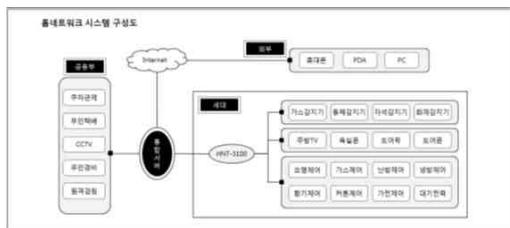


그림 1 홈서버와 홈네트워크 구성의 예[3]
 Fig. 1. Example of Configuration of Home-Server and Home Network[3]

본 연구에서는 특정 시간대의 사용자의 행동 데이터를 기반으로 이를 학습하여 서비스를 제

공하는 시스템을 구현하였으며 이 시스템은 사용자의 지난 행도에 대한 수집 데이터를 통하여 좀 더 정확히 현재의 상황을 인지하기 위한, 그래서 추론 상황에 맞추어 홈기기를 제어하기 위한 알고리즘을 포함 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 본 논문에서 논의하고자 하는 시스템에 대한 전반적인 사항에 대하여 소개하고 아울러 기존의 관련 기술들에 대하여 소개한다. III장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템에 대하여 소개하고 IV장에서 구현된 시스템을 보이고 이에 대한 성능 분석에 대하여 논의하녀, 마지막으로 V장에서 결론으로 끝을 맺는다.

2. 관련 연구

거주자의 생체 정보를 수집하고 응급 상황을 자동으로 판단하기 위한 센서네트워크 기술로서 LEID(Lighting Embedded Information Device)라는 센서 네트워크 장치는 생활공간에 필요 불가결한 조명 기기에 센서 네트워크 기술을 접목시킨 장치로서 이것을 기반으로 유헬스 시스템이 제안되었다[4]. 그러나 센서 데이터를 수집하여 전혀 가공하지 않고 병원으로 단순 전송할 뿐 서비스 제공을 위한 판단을 수행하지 않기에 시스템으로 서비스를 받기까지 시간이 많이 걸릴 수 있는 문제점이 있다. Network-Attached Storage (NAS) 시스템은 홈 서버, 웹 서버, 사진 서버 등으로 쓰이는 네트워크 스토리지 제품으로 단순 저장용도가 아닌 가정에서 모든 가전을 연결하는 네트워크의 중심에 있는 저장 장치이다.[5]

서울통신기술은 국내 최초로 ‘지그비(Zigbee)’ 기술을 적용한 네트워킹 Digital Door Lock 시스템을 출시했고, 등록된 인원만 출입을 허용하거나 시간대별 출입 제한이 가능하고, 화재 및 비상 발생 시에는 통제실에서 버튼 하나로 문을 열 수 있는 시스템이다.[6] 상황인식 홈오토메이션 시스템의 테스트베드 형태로 구현된 Ubi-house

에서는 사용자 인터페이스를 제공하며 이를 통하여 기초데이터의 조회/생성/삭제 수정이 가능하고, 집안의 전체 상태 확인 기능, 사용자 위치 인식 기능, 가전기기 컨트롤 기능들을 포함하고 있다.[3]

이처럼 기존의 홈오토메이션 시스템들은 현재의 단순한 데이터의 전송 또는 그 데이터를 통한 현재 상황의 인식과 보고할 뿐 데이터 분석을 통한 사용자 패턴의 학습 기능을 갖추고 있지 못하고 있다.

3. 시스템 구성 및 구현

3.1 시스템 테스트 베드

본 논문에서 구현하고자 하는 시스템은 각각의 센서들로 부터 일정기간 수집된 데이터를 기반으로 정해진 시간에 사용자에게 제공할 서비스를 추천하여 제공하며 센서의 지속적인 감지를 통하여 추천의 성공과 실패를 판단하고 실패시 제공된 서비스를 취소하고, 이를 차후 추천에 반영하도록 설계 되었다.



그림 2. 시스템 테스트 베드 구성도
Fig. 2. System test-bed configuration

본 시스템의 성능평가를 위하여 그림 2에서 보이는 데로 테스트 베드를 구성하였다. 테스트 베드는 침실 3개와 거실, 욕실 각 1개씩으로 구성된 가정을 기반으로 베이스 센서 하나(거실)와 침실, 욕실 센서를 사용하여 작동을 하는 것으로 테스트 베드를 구성하였다. 좀 더 구체적인 상황 시나리오는 사용자의 기상 시점부터 1시간 동안



그림 3. 센서모듈과 서버PC (왼쪽)과 안방과 욕실에 설치된 센서(오른쪽)

Fig 3. Sensor Module & Server PC (Left) and Sensors installed in main room and bathroom (right)

의 활동에 따른 거실, 침실, 욕실의 전등들을 사용자의 생활 패턴의 추론에 따라 점멸하도록 하는 것으로 설정하였다. 본 논문에서 구현한 상황 인지 시스템은 거실에 배치된 검출 데이터 수집 및 처리부, 즉 중앙 서버와 침실과 욕실에 각각 한 개씩의 Zigbee통신이 가능한 센서를 포함하며 각 센서들로부터 수집된 데이터는 Zigbee 통신 모듈을 통하여 거실에 위치한 데이터 처리부인 중앙 서버로 수집되고 이렇게 수집된 데이터는 다음 절에서 설명되어진 판단 알고리즘을 통하여 2개 지역의 전등을 사용자의 관여 없이 제어하게 된다. 거실이 센서모듈은 이 중앙서버와 유선으로 연결되어 있다.

3.1.1 센서모듈

그림 3에서 본 테스트 베드에 사용된 센서 모듈과 서버 PC, 그리고 안방과 욕실에 설치된 센서들을 보이고 있다. 본 테스트 베드에서 사용되어진 센서모듈은 한백전자의 ZigbeX 모트(Mote)를 사용하였다.[7] 모트의 주요 구성 요소들은 Zigbee 통신 모듈, 온도, 조도, 습도 센서들, Atmega-128 마이크로컨트롤러(MCU), 전등 제어 모듈 등으로 구성되어 있다.[8] Zigbee는 저 전력 근거리 통신을 지원하는 IEEE 802.15.4 표준 기반의 통신 모듈이다. 가정·사무실 등의

무선 네트워킹 분야에서 10~20m 내외의 근거리 통신과 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 기술로서 저가, 저 전력 무선 Ad-hoc 네트워크 기반이고 소형이기에 현재 주목을 받고 있는 차세대 네트워크인 Internet-of-Things (IoT)의 구현을 위해 앞으로 많이 활용되어질 것으로 예상되어진다. MCU-Atmega 128은 개선된 RISC 구조로 고성능 / 저소비 전력형의 8비트 마이크로 컨트롤러이다. 작고 저 전력 이지만 고성능이기에 빅 데이터의 근간인 데이터 수집에 용이하고, 연동에도 적합하다. 이 MCU는 검출된 데이터를 Zigbee모듈을 사용하여 중앙 처리 노드로 전달하는 역할을 한다.

3.2 사용자 패턴 학습 알고리즘

알고리즘은 그림 4와 같은 과정으로 이루어진다. 처음 시작은 사용자가 알람을 맞추므로 프로그램은 알람을 맞춘 시간부터 센서 값을 수집하기 시작한다(Data Input). 수집과 동시에 사용자의 편의를 도와줄 수 있도록 이미 저장되어 있는 데이터를 검색을 하고 7일 미만, 15일 미만, 15일 이상의 데이터를 찾는다. 이러한 기준 날의 개수를 N으로 설정한다. 7일, 15일 미만, 15일 이상의 데이터를 분류한 것은 데이터를 사용하는 방법에 있어서 방법이 달라지기 때문에 분류하였다. 또한, 본 시스템은 일반적으로 정형화된 생활 패턴을 갖는 회사원들의 주중 생활 패턴을 제어하는 부분에 초점을 두었기에 주말에 대해서는 자동화 서비스가 자동으로 작동하지 않도록 하였다.[9]

다음단계에서는 ii의 값을 찾게 되는데 본 시스템은 기상 시간부터 10분 간격으로 1시간동의 생활 패턴에 맞춘 자동화 서비스를 제공하기에 ii는 매 10분간 즉 6번의 판단과정과 검출 데이터의 처리 과정이 반복 수행하도록 하는 지시자의 역할을 한다.

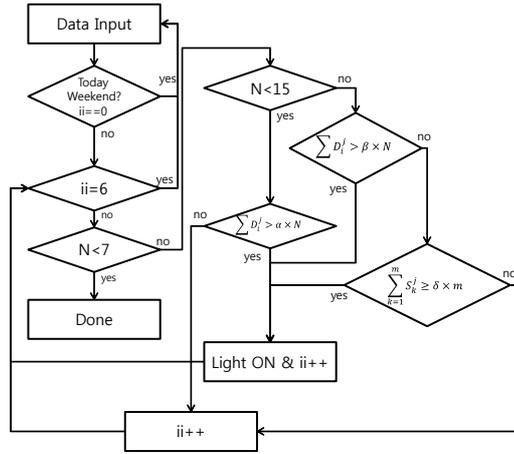


그림 4. 사용자 생활 패턴 학습 기반 홈자동화 알고리즘
Fig. 4. Home-Automation algorithm based on learning user life pattern

먼저 7일 이하의 데이터는 판단하기에 너무 부족한 데이터의 양이라고 판단하여 사용을 하지 않고, 검출된 데이터만을 수집/저장을 하게 된다. 다음으로 15일 이하의 데이터에서는 한가지의 데이터 형식만을 사용하게 된다. 구동 추론 방법이기 때문에 데이터의 개수 N개 x α의 확률을 곱하여 오늘의 데이터를 제외한 데이터들의 값이 1인지 0인지를 판단하여 1이게 되면 불이 켜지는 행동을 하게 되고 0이게 되면 불이 꺼지는 행동을 하도록 설정을 했다.

마지막으로 15일 이상의 데이터에 대해서는 두 가지의 기준으로 판단을 수행하였다. 먼저 기존의 축적된 모든 데이터 합의 값이 전체 수집 데이터 일수, 즉 N의 β배 보다 클 경우 전등을 키고 그렇지 않을 경우는 좀 더 분명한 판단을 위하여 같은 요일들만의 데이터를 가지고 재 판단한다. 이 때 m은 같은 요일 같은 시간대의 수집 데이터 개수이며, δ는 가중치이다. 다음 장 테스트에서 α, β와 δ의 값들을 각각 2/3, 1/2과 2/3으로 설정하였다. α를 β보다 더 보수적으로 설정한 것은 15일 미만의 데이터 즉 충분한 데이터 수집이 안 이루어졌기에 좀 더 보수적으로 전등을 제어하기 위한 것이며, β와 δ를 설정하

는 이유는 충분한 데이터의 수집 상황에서 요일 별로 상황을 추론하여 좀 더 정확한 판단을 하기 위함이다.

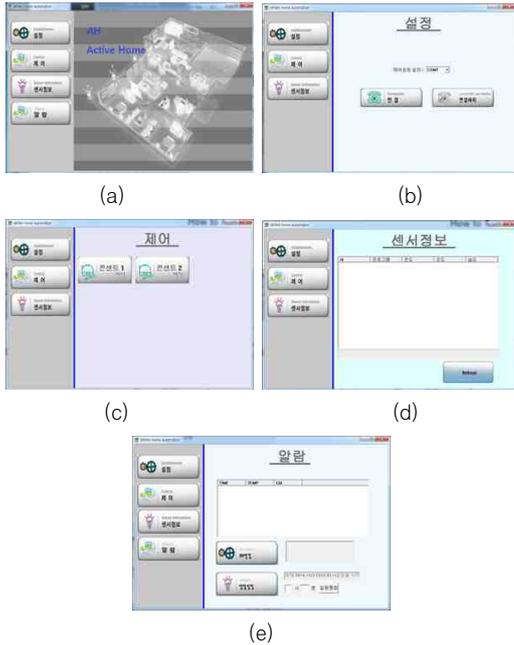


그림 5. 제안 시스템에서의 사용자 인터페이스 (a) 메인화면, (b) 설정탭부분, (c) 제어부, (d)센서정보 표시 윈도우, (e) 알람 설정 부분

Fig. 5. User Interface of the proposed system, (a) Main Interface, (b) Setting area, (c) Control area, (d) Sensing data display, (e) Alarm setting area.

그림 3에서 언급되어지지는 않았으나 추론을 통하여 구동시킨 후 매우 짧은 시간동안의 실질적인 검출 데이터를 확보하여 실질 상황과 추론 결과가 다를 경우에는 추론 결과의 반대로 동작을 진화하도록 하고 있다. 이를 통하여 추론 실패를 빠른 시간 안에 복구하도록 하였으며 이러한 데이터는 다시 다음 날의 판단을 위한 수집 데이터로 활용된다.

3.3 사용자 인터페이스 구현

기존의 시스템들은 사용자의 조작을 주기적으로 받아 동작을 이어가지만 본 연구에서는 초기 설정 이후의 동작과 분석 그리고 실행을 자동화 시켜주는 시스템이기에 이에 맞추어 사용자 인터페이스를 구현하였다. 사용자 인터페이스 및 제안된 알고리즘은 이 거실에 위치한 중앙서버 (즉 PC)에 구현되었다. 중앙서버에서는 각 센서로부터 감지된 데이터를 수집하여 제안 알고리즘 및 유저인터페이스를 통한 입력 값 등을 종합하여 전등 등이 구동되어진다. 사용자 인터페이스는 기본적으로 5단계로 나뉘어서 구동되며. 그림 5(a)는 메인 개발 화면으로 사용자가 선택하여 이용할 수 있고, 그림 5(b)는 PC와 센서모듈들을 연결하기 위한 설정 부분이다. 그림5(c)는 사용자가 중앙서버를 통하여 원격으로 원하는 콘센트의 전원을 관리할 수 있도록 설정하는 부분이며, 그림 5(d)에서는 각 센서의 값들을 받아서 확인하는 부분이다. 마지막으로 그림 5(e)에서는 사용자가 알람, 즉 제안 시스템이 동작될 시간 및 검출 간격을 설정하고 관리할 수 있는 부분이다.

4. 구현 및 성능분석

성능 분석을 위한 실험 시나리오는 다음과 같다. 주중에 규칙적으로 생활하는 사용자를 모델로 하여 취침방에서 6시부터 10분 간격으로 매일 6개의 조도 데이터를 일정 기간 즉 'N'일 동안 수집한 후 이에 기반을 두어 제안한 알고리즘을 동작시켜 N일 이후에는 기존의 사용자 패턴 데이터를 즉 검출 데이터와 현재의 데이터를 합하여 학습하고 이를 통하여 자동으로 6시 이후에 조명을 제어한다. 필요한 N개의 데이터를 미리 임의로 만들어 N일 이후 10일간의 작동을 관찰하며, N개의 데이터에는 비정상적인 행위 (Abnormal Behavior)를 수행하는 날들을 무작위로 선정하여 N일 중 20%~50%까지 발생하도록 하고 제안 시스템을 관찰한다. 즉 비정상적인

행위는 예를 들어 일반적으로 6시에 기상하여 불을 키는 것을 정상적 행위로 볼 때 이와 달리 6시에 불을 키지 않는, 즉 기상하지 않는 행위로 정의할 수 있다.

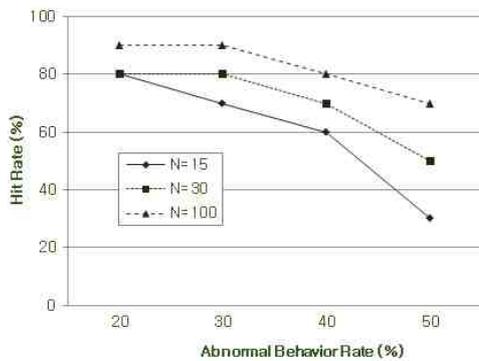


그림 6. 비정상행위율과 N 값의 함수로서의 행위 예상 적중률

Fig. 6. Hit rate as functions of abnormal behavior rate and N.

그림 6를 보면 비정상행위의 비율이 20% 미만일 때는 80%이상의 높은 적중률(Hit Rate)을 보여주게 되고, 40% 시점부터 60%이하로 떨어지는 것을 볼 수 있다. 또한 N의 사이즈가 작을 수록 적중률이 떨어지는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 사용자의 생활 패턴을 데이터를 수집하고 일정한 데이터의 양을 기반으로 추론하여 현재의 생활에 맞는 서비스를 제공하고 현재의 데이터를 포함하여 학습함으로써 앞으로의 행위에 대한 서비스를 제공하기 위한 시스템과 알고리즘을 제안하였다. 비록 본 시스템은 기상시의 한 시간 동안 침실에서의 생활 패턴에 대하여 실현 테스트를 하여 성능을 검증하였으나 욕실의 습도 데이터를 통한 샤워기기의 동작 등의 더 많은 부분에 대한 서비스가 가능할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] Y.-J. Cho, "Network-Based Home Automation for intelligent Apartment," Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, pp. 139-148, 2002
- [2] C. Chao, and P. Dawadi, "CASASviz: Web-based visualization of behavior patterns in smart environments", Proc. in IEEE International Conference on, Pervasive Computing and Communications Workshops, pp.21-25, 2011
- [3] S. Lee, Y. Cho, D. Shin, and D. Shin, "Implementation of Home-Automation System Test Bed based on Context-Awareness Technology.", The Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 37, No. 1B, pp. 173-178, 2010.
- [4] S.-Y. Ahn, T.Y. Lee, D.-W. Kim, H.-R. Oh, Y.-R. Seong, and J.-S Park, "An Implementation of a u-Health Service Space Based on Sensor Network", The Journal Of Korean Institute Of Communication And Information Sciences (J-KICS) Vol. 35, No. 2B, pp. 225-231, 2010.
- [5] M. Baugher and V. Lortz, "Home-Network Threats and Access Controls," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6740, pp. 217-230, 2011.
- [6] Y.T. Park, P. Sthapit, and J.-Y. Pyun, "Smart digital door lock for the home automation," Proc. in TENCON' 2009, pp. 1-6, Jan. 2009.
- [7] Hanback Electronics Co., "Specification for ZigbeX Mote," http://hanback.co.kr/products/vi_ew/20, 2014
- [8] Hanback Electronic Co., "Ubiquitous Sensor Network Systems with ZigbeX", Hanback Electronic Co. 2011

[9] H.-Y. Hwang and H.-J. Kim, "Characteristics and Usability of Diagram for Contemporary Residential Design", The Journal of Korean Society of Design Science, Vol. 20, No. 4, pp. 253-262, 2007

저자약력

배 홍 민(Hong-Min Bae) [학생회원]



- 2015년 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학사)
- 2015~현재 홍익대학교 전자전산공학과 석사과정

<관심분야> 무선 네트워크, 어플리케이션 개발, etc.

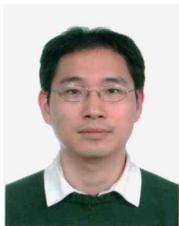
서 신 일(Shin-II Seo) [학생회원]



- 2012년 12월 : Illinois State University, Industrial Computer System 졸업
- 2014년 3월 ~ 현재 : 홍익대학교 PSM대학원 정보시스템 전공 석사과정

<관심분야> 네트워크 관리, SI

김 병 서(Byung-Seo Kim) [정회원]



- 2004년 University of Florida, Dept. Electrical and Computer Engineering Ph.D.
- 1997년 12월 ~ 1999년 5월 한국 모토로라, CIM Engineer.
- 2005년 1월 ~ 2007년 8월 Motorola Inc. Sr. Engineer.
- 2007년 9월 ~ 2012년 8월 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 조교수
- 2012년 9월 ~ 현재 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 부교수

<관심분야> 유무선 네트워크, Cross layer design, CCN etc.