

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2021.21.2.125>  
JIIBC 2021-2-18

## 사물인터넷 기반 소관리 시스템의 분석 및 설계

# Analysis and Design of Cattle Management System based on IoT

조병호\*

Byung-Ho Cho\*

**요약** 축산 스마트팜의 구현이 사물인터넷 기술이 발전함에 따라 더욱 효율적으로 이루어질 수 있게 되었다. IoT 기술을 이용한 소의 질병 및 발정을 판단하여 자동적으로 소의 관리자 스마트폰으로 그 판단 결과를 푸시메시지로 알려주면 유용한 축산관리 시스템 구축이 가능해진다. 소의 질병 및 발정시기를 판단하는 방식은 온도센서 및 3축가속도 센서를 이용하여 가축의 생체데이터를 수집하여 IoT 통신과 인터넷을 이용해서 서버로 데이터를 전송하고 이 데이터는 인공지능 머신러닝 학습에 의해 이루어진다. 본 논문에서는 이와 같은 사물인터넷 기반 소관리 시스템을 구축하기 위한 전체 시스템 구조를 보여준다. 또한 객체지향방법을 이용한 사용자 요구사항 분석과 플로우차트 및 화면 설계를 보여줌으로써 이 시스템 소프트웨어를 개발하기 위한 효율적인 분석 및 설계 방법을 제시한다.

**Abstract** Implementation of livestock smart-farm can be done more effectively with IoT technology developing. An build of useful stock management system can be possible if push messages of these judgement are notified on smart-phone after cattle's illness and estrus are judged using IoT technology. These judgement method of cattle's illness and estrus can be done with gathering living stock data using temperature sensor and 3 axis acceleration sensor and sending these data using IoT and internet network into server, and studying AI machine learning using these data. In this paper, to build this cattle management system based on IoT, effective system of the whole architecture is showed. Also an effective analysis and design method to develop this system software will be presented by showing user requirement analysis using object-oriented method, flowchart and screen design.

**Key Words** : Livestock Smart-farm, IoT, Cattle Management System, Object-Oriented Analysis Method, AI, Machine Learning

### 1. 서론

목장에서는 그동안 소의 건강 및 발정시기를 체크하기 위해 소의 온도측정과 소의 걸음걸이 등의 관찰

하였는데 이는 모두 수작업에 의하여 이루어져왔다. 수작업에 의한 소의 질병 및 발정시기를 알아내는 것은 인건비가 많이 들어가기 때문에 차츰 소의 관리가 허술하게 되면 어린소가 폐사하거나 소의 수정시기를

\*정회원, 가톨릭관동대학교 소프트웨어학과  
접수일자 2021년 1월 11일, 수정완료 2021년 2월 19일  
게재확정일자 2021년 4월 9일

Received: 11 January, 2021 / Revised: 19 February, 2021 /  
Accepted: 9 April, 2021  
\*Corresponding Author: bhcho@cku.ac.kr  
Dept. of Software, Catholic Kwandong University, Korea

농쳐서 농가소득 감소로 이어진다.

축산 농가의 감소와 노동력의 고령화 문제, 반복되는 구제역과 조류독감 등으로 인해 경영이 더욱 힘들어지고 있는 축산 산업은 IoT와 AI 기술에서 문제의 해결책을 찾고 있다. 디지털로 변환한 축산 농가들은 IoT를 이용하여 가축의 생체 데이터를 모니터링하고 이를 학습된 AI 알고리즘으로 분석함으로써, 경험 많은 사람도 감지하기 힘든 징후를 포착해 생산성을 높이거나 위험을 조기에 발견하고 있으며, 더 적은 인력으로 원격 작업도 가능한 스마트 축산 시대를 열어나고 있다<sup>11, 2)</sup>.

IoT(Internet of Things) 기술이 발전함에 따라 농작물을 효과적으로 키우는 스마트팜에 IoT 기술이 적극적으로 활용이 되고 있듯이 축산분야에서도 IoT 기술을 적용할 수 있다. ‘축산 스마트팜’이란 정보통신 기술(Information and Communication Technologies, 이하 ICT)을 통해, 기존의 자동화장치에 인터넷과 네트워크 기술을 활용함으로써 시간과 공간의 제약 없이 환경과 상태를 관측하고 계량화하는 것이다. 이를 가축생산과 유통, 농촌 생활에 적용함으로써 삶의 질 향상과 함께 지능화되고, 고효율을 지향하는 축산의 형태다<sup>3)</sup>.

기존의 사육형태는 가축관리자의 경험과 감각에 의존하는 주관적이고 직관적이었으나, 스마트팜은 센서와 네트워크 기술을 기반으로 계량화되고 객관화되며, 반복적 시행착오와 개인의 노하우에 의해 이루어졌던 관리 작업 의사결정이 인공지능의 도움으로 편리해지게 된다. 특히 가축 사양관리 시 자동화 설비와 인터넷 통신기술 등이 결합되어 시간-공간의 제약 없이 언제 어디서나 가축의 건강상태나 사육환경을 모니터링할 수 있고, 필요에 따라서는 직접 제어하거나 컴퓨터가 자동으로 제어할 수도 있다<sup>5)</sup>.

기존에는 센서 및 유비쿼터스 센서네트워크(USN)를 이용한 원격 소관리에 대한 개발이 이루어졌으나, 그 보다는 온도센서 및 3축가속도 센서 및 IoT LoRa 전용칩을 이용하고 IoT 네트워크를 이용하면 소의 온도 및 발정시기를 원격으로 체크하여 효과적으로 소의 관리가 가능할 수 있다<sup>8,13)</sup>.

본 논문에서는 이와 같은 사물인터넷 기반 소관리 시스템 개발을 위해 전체 사물인터넷 기반 소관리 시스템 구조와 기능 등을 제시하고 이를 개발하는데 필요한 소프트웨어 제작을 위한 세부적인 분석 및 설계를 위해 객체지향 분석 방법을 이용하여 사용자 요구

사항 분석 및 화면 설계를 보여줌으로 효과적인 사물인터넷 기반 소관리 시스템의 분석 및 설계 방법을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 축산 스마트팜 관리 시스템 기술현황, 3장에서는 IoT 기반 시스템 분석, 4장에서는 IoT 기반 소관리 시스템의 설계, 5장에서는 결론을 기술한다.

## II. 축산 스마트팜 기술 현황

IoT 기반 소관리 시스템의 적용 기술인 축산 스마트팜 기술현황을 국외와 국내의 적용현황으로 나누어 살펴보면 아래와 같다<sup>5, 6, 7)</sup>.

### 1. 국외 적용 현황

일본 후찌즈의 우보시스템은 소의 행동 특성을 이용하여 걸음 수 추이 정보로부터 발정 징후를 탐지하며 수태 율을 높이는 시스템이다. 발정 징후에 대한 정보를 제공하여 비용 절감 및 효율적인 농가 경영을 지원한다. 제품의 특징으로는 우보시스템이 24시간 번식우의 발정 징후를 탐지하는데 번식우에 만보계를 장착한 후, 걸음 수 추이정보를 분석하여 발정징후를 24시간 탐지하고 발정 징후가 발견되면 알람 메일을 보낸다.목장의 사육정보를 관리하고 발정일, 수정일, 임신정보 등의 번식정보를 바탕으로 목장의 번식통계인 첫 수정일, 분만 간격, 수태율을 집계하고 번식정보로부터 해당 일에 해야 할 다음 발정예정, 임신감정일, 분만 예정일을 확인할 수 있다. 클라우드 방식으로 제공되므로 안심하고 언제 어디서나 사용할 수 있는데 제품의 기능으로는 발정징후를 탐지하여 알람 메일 전송걸음 수 추이를 분석하여 발정징후 수정시점, 수태현황, 질병여부 등을 탐지하면 알람 메일을 보낸다.

네덜란드 Damman사는 2009년부터 Lely사가 제공하는 Lely Astronaut 외에도 여울 처리로봇 Lely Juno와 Lely Treatment Box, Lely Luna, Lely Walkway 등의 케어 제품을 공급한다. CRV사가 제공하는 Ovalert 제품은 소의 발이나 목에 부착돼 해당 소의 생식력을 알려준다. Ovalert를 통해 수집된 소의 정보는 Veemanager라는 소프트웨어를 통해 농장주의 스마트 폰이나 태블릿 PC로 열람이 가능하다. 수집된 정보를 바탕으로 농장주는 소의 생식력에 문제가 발생했을 시 빠르게 조치를 취할 수 있다.

## 2. 국내 적용 현황

지능형 축산정보통합관리시스템은 낙농가의 핵심 소득사항인 젖소 번식과 원유 생산을 위해 필수적인 인공수정으로 정확한 수정시간을 제공하여 수입증대 및 원유 부족 문제 해결하기 위한 사업으로 스마트 목걸이와 우군관리프로그램을 개발하였다. 주요 시스템의 원리는 스마트 목걸이를 착용한 젖소의 운동량, 충격, 고도 측정이 가능한 스마트 센서를 부착해 젖소의 발정 상태에 기반을 두어 정확한 인공수정 예측 모델을 이용하여 수태 율을 향상 시킨다.

(주)티보소프트와 (주)보야스SE는 축산농가의 우유생산성 향상과 인건비 절감을 위해 IoT 기반의 지능형 축산정보시스템을 개발하여 축산 농가에 활용하고 있습니다. 일반적으로 젖소는 계속 우유를 생산하는 것으로 알고 있지만 수정 및 분만 이후에 우유가 생산되며, 농장에 암소만 있어 자연수정이 아닌 수의사 또는 수정사가 인공 수정을 하게 됩니다. 정확한 가임 기간을 알아서 적기에 인공 수정을 하는 것은 낙농가의 생산성 증대 및 인건비 절감의 핵심입니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 IoT기반의 지능형 축산정보시스템을 개발하였다.

또 다른 기업으로는 유라이크코리아는 IoT(사물인터넷)기반 실시간 가축질병관리 모니터링 서비스인 'LiveCare(라이브케어)'를 개발하였다. 라이브케어는 소의 체온 변화를 실시간으로 모니터링해 질병을 사전에 예방하는 동시에 소의 품질 관리 및 발정관리도 가능한 스마트 올인원(all-in-one) 가축질병관리 서비스다. 소를 비롯한 대부분의 가축들은 인간과 마찬가지로 질병에 노출되는 순간 체온이 변화한다. 1~2℃의 체온 변화가 괴저성 유행염, 유태열, 폐렴, 중독증 등 다양한 질병을 말해주는 단서가 된다. 1~2℃의 작은 변화가 축산농가에 크나큰 경제적 손실을 초래할 수 있는 만큼 철저하고 세밀한 관리가 중요하다. 라이브케어는 사전 질병검출 및 가축관리의 핵심인 체온변화를 감지하기 위해 온도 및 PH센서를 접목한 경구투여 방식의 바이오캡슐(Bio Capsule)을 개발했다. 기존의 가축 질병 관리를 외부 열 감지 센서를 활용했던데 반해 라이브케어는 체내에서 체온을 측정한다.

### III. IoT 기반 소관리 시스템의 분석

P&S 바이오텍(주)과 연구개발을 통해 시제품을 만든 IoT 기반 소관리 시스템 구조는 위의 그림 1과 같은데,

시스템의 동작은 아래와 같다. 소의 귀에 MCU와 온도 센서, 3축가속도센서 및 IoT 통신모듈로 구성된 소모니터링 디바이스 부착하고 이를 통해 소의 온도와 소음직입 센싱 데이터를 IoT 중계기를 거쳐 인터넷망을 이용해서 서버로 전송한다. 서버에서는 각 소의 개체에서 전송되는 소의 온도 및 움직임 데이터를 이용해서 그동안의 축적된 소의 질병과 발정에 대한 딥러닝 학습에 의해 소의 질병과 발정 정보를 판단하여 스마트폰 앱으로 소관리자에게 즉각적인 정보를 알려 줌으로써 소관리자는 일일이 소를 직접적인 관찰이 아닌 IoT 기반 소관리 시스템의 도움을 받아 소의 질병이나 발정관리 등이 가능해진다.

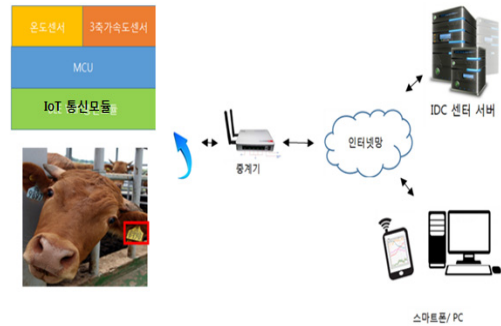


그림 1. IoT 기반 소관리 시스템 구조  
 Fig. 1. an Architecture of Cow Management System based on IoT.

### 1. 요구사항 분석

IoT 기반 소관리 시스템의 소프트웨어 설계 이전의 분석 단계로서 요구사항에 대하여 기술한다. 위에서 언급한 그림 1의 구조를 고려해서 개발하여야 할 주요 기능들을 기술하면 아래와 같다.

가. 소 개체/식별 정보 입력 기능

- (1) 소의 개체정보(소의 종, 성별, 나이) 입력
- (2) 소 식별정보(고유 ID) 입력

나. 소의 상태 확인 기능

- (1) 소가 발정상태 확인
- (2) 소의 질병상태 확인
- (3) 질병이나 발정 상태 확인 시에 수의사 정보 확인
- (4) 소의 질병이나 발정시에 스마트폰에 상태 푸시 메시지 전송

다. 소의 이력 조회 기능

- (1) 소의 개체정보 조회
- (2) 농축산시스템으로부터 소의 이력에 관한 정보 조회

라. 소의 질병 및 발정 정보 판단 기능

- (1) 소의 온도 센싱 데이터와 머신러닝 데이터를 이용한 서버의 질병판단
- (2) 소의 3축가속도 센싱 데이터와 머신러닝 데이터를 이용한 서버의 발정 판단

바. 농장인증 및 농장정보 입력 재생 기능

- (1) 소의 주인이 속해 있는 농장 아디디/비번, 위치, 전화번호, 이메일 등의 농장정보 입력
- (2) 농장인증 위한 로그인 기능

## 2. 유스 케이스 다이어그램(Use Case Diagram)<sup>[4]</sup>

위에서 간략히 기술한 요구사항을 UML(Unified Manipulation Language) 유스케이스 다이어그램(Use Case Diagram)으로 표시하면 그림2와 같다.

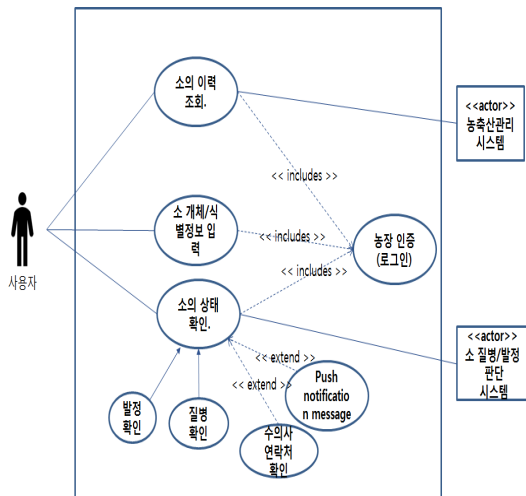


그림 2. 유스케이스 다이어그램  
Fig. 2. Use Case Diagram

## 3. 객체지향 클래스 다이어그램<sup>[4]</sup>

객체지향 분석을 위하여 스마트폰, 서버 및 소모니터링 디바이스를 객체로 설정하고 속성(attribute)과 메소드(method)로 구성된 클래스 다이어그램(Diagram)을 그리면 그림3과 같다.

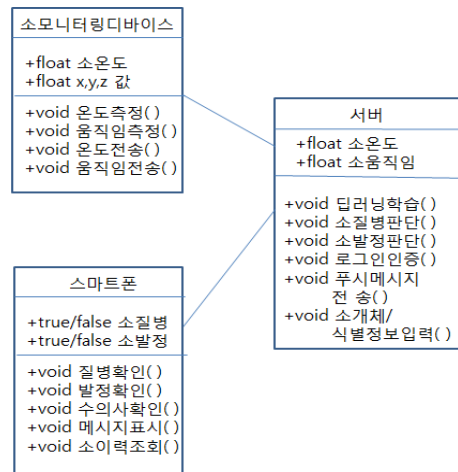


그림 3. 객체지향 래스 다이어그램  
Fig. 3. Object-Oriented Class Diagram

IoT 기반 소관리 시스템의 소프트웨어를 설계하기 위해서 가장 중요한 기능은 소모니터링 디바이스에서 서버로 전송되어 오는 소의 온도와 3축가속도 데이터인 데 이를 이용해서 소의 질병과 소의 발정을 판단하도록 하는 것이 가장 중요하다. 일반적으로 수의사와 같은 축산전문가의 의견을 들어서 일정 온도 이상이면 질병을 판단하고 움직임 측정값에 의한 발정시기를 판단하는 방법도 있으나 좀 더 정확한 판단을 위해서 계속해서 축

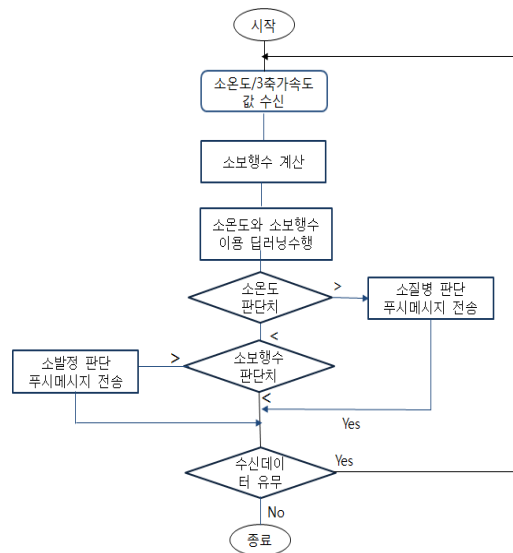


그림 4. 질병 및 발정 판단 처리 알고리즘 설계  
Fig. 4. Design of Illness and Estrus Judgement Processing Algorithm

적되는 소의 온도와 움직임(소보행수)으로 딥러닝 학습을 통해 얻어진 값으로 소의 질병과 발정을 판단하도록 한다. 이와 같은 프로그램 개발을 위한 알고리즘 설계를 플로로우차트로 표시하면 그림 4와 같다<sup>[5,9,10,11,12]</sup>.

#### IV. IoT 기반 소관리 시스템의 설계

이와 같은 소의 질병 및 발정을 판단하고 이를 스마트폰 앱으로 푸시메시지를 전송하는 기능이 가장 주요 부분이지만 2장에서 분석한 요구사항 들을 고려해서 스마트폰 앱(Farm-Pro)에서의 구현을 위한 화면설계는 그림 5와 같다.



그림 5. 팜프로 메인화면의 설계  
 Fig. 5. Design of Farm-Pro Main Screen

그림 5에서는 기본적인 메인화면으로 소개체 정보와 발정후 임신우 및 푸시메시지 표시 및 알림내용 볼수 있도록 화면을 설계하였고 그림 6은 구체적인 개체정보 상세내용을 보여주는 화면 설계이다.

#### V. 결론

농업 분야에서 IoT 기반 스마트 팜 기술이 발전하듯이 축산 분야에서도 이를 적용한 축산 스마트 팜이 대세가 되리라 본다. 국내의 고령화와 축산일이 힘든 노동이 많이 드는 것을 고려 할 때 본 논문에서 제시한 IoT 기반 소관리 시스템은 꼭 필요할 것으로 예상된다. 소의 질병 방지와 수태를 도와 농가의 소득을 올릴 수구 있는 방법을 제시하고 이들 소의 움직임 및 온도 센싱 데이터



그림 6. 개체정보 상세화면 설계  
 Fig. 6. Design of Detail Screen for Entity Information

가 축적되어 빅데이터로 활용되면 향후 축산업의 선진화에 크게 도움이 되리라 본다.

본 논문에서는 이와 같은 IoT 기반 소관리 시스템을 구현하기 분석 및 설계 방법을 제시하고자 하였다. 이는 필요한 요구사항을 조사분석 하고 이를 객체지향 분석 방법인 UML에 의한 유스케이스 다이어그램과 객체지향 클래스 다이어그램 예를 들어 분석 방법을 제시하였다. 또한 IoT 기반 소관리 시스템의 소프트웨어 설계 단계에서는 소의 온도 및 3축가속도 센싱 데이터를 이용한 소 질병 및 발정 판단 기능 구현을 위한 알고리즘 설계로 플로로우차트를 사용한 방법을 제시하였다. 또한 분석단계에서 얻은 다이어그램을 활용하여 스마트폰 앱에서 메인화면 및 개체별정보를 표시하는 기능 구현을 위한 화면 설계 예시를 보여주하고자 하였다.

이와 같은 본 논문에서 제시한 IoT 기반 소관리 시스템 분석/설계방법은 실제 IoT 기반 소관리 시스템 소프트웨어 개발에 있어 매우 유용하고 주요 분석/설계 프로세스를 세우는 기준이 될 수 있으리라 본다. 또한 본 연구에서 제안한 IoT 기반 소관리 시스템 분석/설계 방법이 향후 IoT 기반 소관리 시스템을 제작하고자 하는 실무자들에게 어떻게 그 소프트웨어를 설계할지에 대한 주요 가이드라인으로 자리매김 할 수 있기를 기대한다.

#### References

[1] Meong-hun Lee, Hyun Yoe, "Estrus Detection System for Improving Productivity of Korean Native Cattle

based on Internet of Things”, Journal of Knowledge Information Technology and Systems, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.6109/kiice.2017.21.5.1009>

- [2] Woongsup Lee, Seong Hwan Kim, Jongyeol Ryu, Tae-Won Ban, "Fast Detection of Disease in Livestock based on Deep Learning", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 2017.
- [3] Yeon-Seung Jung, Nak-Hyeon Kim, Ung-Gyu Park, Bong-Ki Son, Jae-Ho Lee, Je-Min Song, Jae-Kwon Lee, "Directions of Intelligent Livestock Information Management System based on IoT Technology", Journal of Korea Information Processing Society, 2015.
- [4] Oestereich, Bernd, "Developing Software with UML: Object-Oriented Analysis and Design in Practice ", Addison-Wesley Professional 2002.06.01.
- [5] Dae-Young Na, "Machine Learning Algorithm and IoT Technique Research for Animal Welfare Smart Farm", Konkuk Univ. Ph.D. Paper, 2019.
- [6] Jong-Kuk Kim, "Design of Calfcour Forecasting System based on IoT", Wonkang Univ. Ph.D. Paper , 2018.
- [7] Ahamed Mateen, Qingsheng Zhu, Salman Afsar, Farah Nazeer, "Architecture Model of IOT Based Smart Animal Farms in Pakistan", JIIBC 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.6.43>
- [8] Jeoung-Kuk Kim, Yun-Jeong Kang, Min-Gweon Oh, Chang-Ki Lee, Dong-Oun Choi, "Design of Forecasting System for IoT based Animal Healthcare", Journal of KOEN, 2017  
DOI: <https://10.21184/ikeia.2017.06.11.4.297>
- [9] J. H. Nam, Han Ho Choi, "Step Count Detection Using 3 Axes Acceleration Sensor", Information and Control Symposium, 2016.
- [10] Hyang-Mi Yoo, Jae-Won Suh, Eun-Jong Cha, Hyeon-Deok Bae, "Walking Number Detection Algorithm using a 3-Axial Accelerometer Sensor and Activity Monitoring", Journal of The Korea contents Association, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.5392/ikca.2008.8.8.253>
- [11] Jeong-Yeon Choi, Sung-Boo Jung, Hyun-Kwan Lee, Ki-Hwan Eom, "Motion Activity Detection using Wireless 3-Axis Accelerometer Sensor for Elder and Feeble Person", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 2009.
- [12] Hye-Ju Ha\*, Ki-Young Lee\*\*, "Implementation and Design of Smart Reading Room Desk using IoT", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 20, No. 6, pp.71-76, Dec. 31, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2020.20.6.71>
- [13] Chang-Yong Lee , Yong-Hwan Lee , Ki-Ryong Cha, "A Study on the Design of 5G IOT Sensor Used in Smart Farm", Proceedings of KIIT Conference, 2020.

## 저 자 소 개

### 조 병 호(정회원)



- 1983년 인하대학교 전자공학과 학사
- 1989년 뉴욕공대 전산학과 석사
- 1996년 숭실대학교 컴퓨터공학과 박사
- 1996년~현재, 가톨릭관동대학교 소프트웨어학과 교수
- 관심분야 : 소프트웨어공학, 인터넷 콘텐츠, 데이터베이스