

# 센서 및 블록 확장 가능한 교구용 보조 로봇 개발

심현\* · 이형옥\*\*

Development of Sensor and Block expandable Teaching-Aids-robot

Hyun Sim\* · Hyeong-Ok Lee\*\*

요 약

본 논문에서는 실제 학교현장에서 로봇교육을 수행하고 고민하는 수요자 요구의 기능을 갖춘 스크래치 활용교육이 가능한 교육용 로봇 시스템을 임베디드 환경에서 설계 및 구현하였다. 로봇 시스템의 기반이 되는 센싱 정보처리와 소프트웨어 설계 및 프로그래밍 실습 교육을 위한 피지컬 교육이 가능하도록 개발하였다. 시스템의 개발 환경으로는 CPU는 Atmega 328코어를 사용한 Arduino Uno기반 제품으로, 디버깅 환경은 Arduino Sketch 기반, 펌웨어 개발 언어는 C언어를, OS는 윈도우, Linux, Mac OS X를 사용하였다. 시스템 동작과정은 블루투스 통신을 이용하여 서버의 제어명령을 수신하여, 교육용 로봇의 다양한 센서를 구동시킨다. 교육과정으로는 스크래치 프로그램과 블루투스 통신으로 실시간 연동하여 스크래치 교육을 수행할 수 있도록 하였고, 스마트폰용 앱을 제공하여 환경에 구애받지 않으며, 확장을 통하여 C, 파이썬과 같은 교육이 가능하도록 설계하였다. 학교현장의 교사들이 개발된 제품을 사용해보고 일선교사의 요구에 만족할 만한 성능 처리 결과를 제시하였다.

ABSTRACT

In this paper, we design and implement an educational robot system that can use scratch education with the function of user demanding to perform robot education in actual school site in an embedded environment. It is developed to enable physical education for sensing information processing, software design and programming practice training that is the basis of robotic system. The development environment of the system is Arduino Uno based product using Atmega 328 core, debugging environment based on Arduino Sketch, firmware development language using C language, OS using Windows, Linux, Mac OS X. The system operation process receives the control command of the server using the Bluetooth communication, and drives various sensors of the educational robot. The curriculum includes Scratch program and Bluetooth communication, which enables real-time scratch training. It also provides smartphone apps and is designed to enable education like C and Python through expansion. Teachers at the school site used the developed products and presented performance processing results satisfying the missionary needs of the missionaries.

키워드

Educational Robot, Teaching Aids Robot, Arduino, Bluetooth, Scratch  
교육용 로봇, 교구용 로봇, 아두이노, 블루투스, 스크래치

\* 순천대학교 교수학습개발센터(simhyun@scnu.ac.kr)

\*\* 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터 교육과

• 접수일 : 2017. 01. 06

• 수정완료일 : 2017. 04. 13

• 게재확정일 : 2017. 04. 24

• Received : Jan. 06, 2017, Revised : Apr. 13, 2017, Accepted : Apr. 24, 2017

• Corresponding Author : Hyeong-Ok Lee

Dept. of Computer Edu., Sunchon National University,

Email : oklee@scnu.ac.kr

## I. 서론

국가 산업 발전을 위한 로드맵을 구상하고 필요한 인재를 양성하는 것이 미래 경제 키워드로서 매우 중요하다. 최근 4차 산업혁명의 이슈로 소프트웨어 산업, 문화컨텐츠 산업, 융복합 산업, 지식재산 산업 등이 화두가 되고 있다. 특히 최근에 소프트웨어 분야에서의 창의적인 인재 육성에 대한 관심이 뜨겁다. 이러한 흐름에 맞추어 최근 로봇을 활용하여 소프트웨어 코딩교육이 새로운 대세론으로 자리 잡고 있다. 로봇 교육은 학생들의 창의성, 문제해결력 등 21세기 학습자들의 핵심적인 역량 개발에 효과적이라는 연구가 보고되고 있다[3],[5],[9]. 이러한 효과가 있음에도 학교 현장에서 로봇교육이 정착되지 못하는 이유는 로봇교육을 독립교과로 담기 어려운 현행 학교 교육과정의 편제, 로봇교육을 위한 컴퓨터 등의 제반 환경 인프라 지원의 어려움, 이해하기 어려운 기계어의 학습이다. 최근 어려운 프로그래밍 언어사용의 문제점을 해결하기 위해서 교구용 로봇을 제어하기 위한 소프트웨어를 비주얼방식의 드래그앤드롭 방식으로 프로그래밍을 할 수 있도록 구성되어 비교적 손쉽게 학습자가 원하는 프로그램을 작성할 수 있게 되었다. 그러나 교구용 로봇에 따라 제어 소프트웨어와 프로그래밍방법, 로봇과 컴퓨터와의 통신인터페이스가 각기 달라서 학습자 측면에는 학습 전이가 이루어지기 힘들다는 문제점 때문에 교사에게는 각기 다른 로봇을 능숙하게 다루어야 한다는 문제점도 있다. 이와 같이 다양한 교구의 호환성 문제도 로봇교육의 활성화에 걸림돌이 되고 있다[6].

본 연구는 기존의 다양한 로봇교구들이 활용되고 다양한 교육프로그램이 개발되었음에도 불구하고 학교현장에서는 여전히 로봇교육과 소프트웨어 교육을 어려워하고 이로 인하여 외면하고 있는 현실을 해결하려는 고민에서 시작되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 우선적으로 학교현장에서 아이들에게 로봇교육을 실시하고 있는 일선 교사, 한국교육학술정보원(KERIS)의 연구원 및 현장 유치원 교사들에게 로봇의 개선점과 수요조사를 실시하였다. 면담 결과 효율성, 접근성, 편의성, 확장성, 호환성, 창의성, 안전성의 7가지 요소를 추출하였으며 이를 토대로 새로운 S/W 교육용 로봇인 코코넛을 개발하였다. 개발된 코코넛

로봇은 초등학교 현장교사들의 요구에 맞추면서 동시에 중등 및 대학교에서도 활용이 가능하도록 범용적인 확장성을 지원하도록 설계되었다.

본 논문의 구성은 II장에서 코코넛 로봇의 전체시스템의 대략적인 구조와 각각의 구성 부에 대해 상세히 기술하였고, III장에서는 본 논문에 제안한 코코넛 로봇의 시스템 기능 및 점검을 서술하였다. 마지막으로 IV장에서는 본 연구의 결론과 향후 연구 방향에 대하여 간략히 기술하였다.

표 1. 학교현장교사 수요조사  
Table 1. Teacher's demand investigation

Key Factors	Requirements	Functional element
efficiency	Time is wasted to assemble.	Completed product, equipped with basic sensor
accessibility	Anyone should be able to handle it easily.	Finished product, wireless communication control
convenience	It must be controlled wirelessly.	Basic sensor mounting, wireless communication control
Scalability	Other S/W education should be possible	Electrical Scalability, Mechanical Scalability
compatibility	It should be used in conjunction with existing parish.	Block combined expression
creativity	Students should be transformed into the desired form.	STEAM, Science Education, 3D Printer
safety	You should not be hurt during the learning process.	Finished product, block combined type

## II. 시스템 설계 및 구현

코코넛(COCONUT)은 로봇교육을 전담하는 교사들의 의견을 수렴하여 기존제품의 문제점으로 지적된 단점을 개선하였다. 기존 제품의 문제로 지적된 사항은 다음과 같다. 첫째, 조립식 교구는 실제 교육보다

는 조립에 시간을 빼앗기게 되어 교육효과가 감소하게 된다. 둘째, 기존 교구로봇은 활용성이 제한되고 창의성이 감소된다[7]. 셋째, 하나의 S/W 교육이 끝나면 다른 교육에 활용이 어려워져 다양한 코딩교육 지원이 어렵다[2]. 넷째, 로봇을 제어하기 위해서는 PC가 필요하게 되고 이로 인해 교육공간에 제약을 가져오게 된다[1]. 다섯째, 기존 교구부품들을 활용하지 못하게 되어 비용의 손실을 초래한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 코코넛은 보급형, 저가형, S/W 개발환경의 연계성, 3D프린터와 연동, STEAM 교육의 활용이 가능한 제품[8]을 개발하였다. 표 1의 요구를 만족하는 코코넛은 그림 1과 같이 주요 센서 및 내부 구성 컴포넌트를 구성하였다.

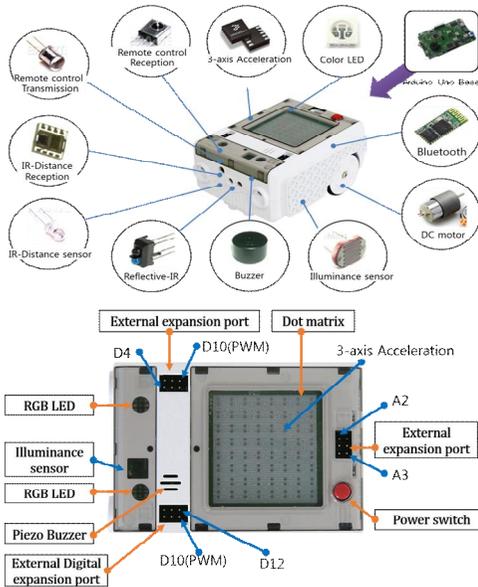


그림 1. 내부 구성 컴포넌트  
Fig. 1 Internal component

### 2.1 코코넛 시스템 블록 다이어그램

교육용 로봇인 코코넛의 내부 시스템 구조는 그림 2와 같이 시스템 블록 다이어그램으로 나타낼 수 있다. 9개의 IR송수신부와 3개의 센서 그리고 블루투스 모듈로 구성되어 있다.

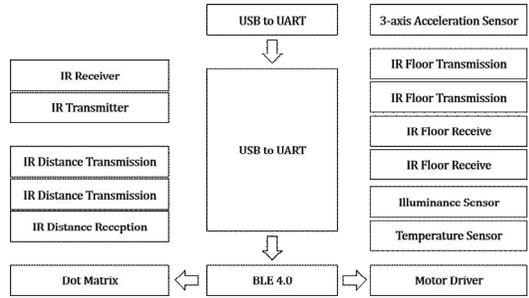


그림 2. 시스템 블록 다이어그램  
Fig. 2 System block diagram

코코넛의 기본적인 사양 및 성능은 표 2와 같다. CPU는 Atmega328코어를 사용한 Arduino Uno기반 제품으로, 디버깅 환경은 Arduino Sketch 기반, 펌웨어 개발 언어는 C언어를, OS는 윈도우, Linux, Mac os X를 사용하였다.

표 2. 코코넛 사양 및 성능 표  
Table 2. Specifications and performance table

Item	Specification
Dimension	62.5mm×10.3mm× 18.4mm
Weight	7.5g
Controller	Atmel Corp. Atmega328
BLE4.0	Nordic Corp. nRF51822
Sensor	IR receiver, Temperature, Illuminance
User Interface	RGB LED, 8×8Dot matrix, Buzzer(Transducer)
Control network	BLE4.0 USB Dongle, IR Remocon (USB2.0, BLE4.0, IR Receiver)
Battery	Li-poly 3.7V, 600mAh
Operating System	Windows, Linux, Mac OS X
Software	Arduino Sketch, scratch

### 2.2 센서 모듈

코코넛에는 전방 IR 거리 센서(아나로그), 바닥(라인)센서(디지털), 3축 가속도 센서, 조도 센서, 온도센서, 부저(트랜듀서), RGB×2EA, 구동모터(DC모터×2EA), 리모콘수신(IR수신), 코코넛 네트워크(반사형 IR, 코코넛송신), 도트 매트릭스(8x8), Bluetooth 4.0 무선통신, 리튬 폴리머 충전 배터리로 구성되어 있다.



그림 3. 코코넛에 장착되는 센서 모듈  
Fig. 3 Sensor module mounted on coconut

### 2.3 통신방식

Arduino Sketch 프로그램 업로드 및 외부와의 통신을 위해 USB 포트가 있고, 실시간 통신을 요구하는 스크래치(Scratch) 프로그램 코딩은 무선통신을 위해 Bluetooth4.0을 통하여 통신을 한다.

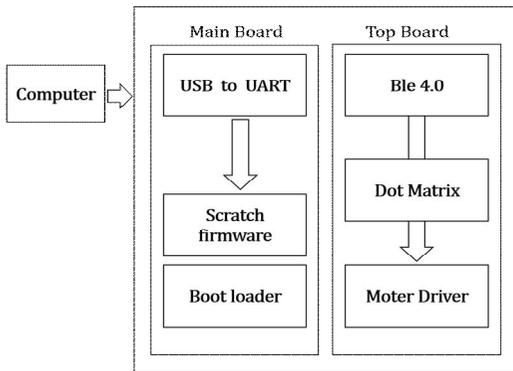


그림 4. 통신 블록 다이어그램  
Fig. 4 Communication block diagram

### 2.4 구동부분(모터)

모터는 코코넛 내부에 장착된 DC모터 2개를 사용하고 있으며, 외부 확장을 통하여 DC모터 2개를 추가로 구동할 수 있다. DC 모터는 PWM을 통한 속도제어, 전진/후진을 위하여 BA6845FS Motor Driver ICs를 사용하고 있으며, 전원은 리튬 폴리머 배터리에 직접 연결하여 사용하고 있다.

### 2.5 확장성

#### 2.5.1 전기적 확장성

코코넛은 완성형 제품이면서 확장성을 고려하여 그림 5와 같이 기본 센서 이외에 추가 센서 장착이 가능하도록 하였다. 이를 위해 포트를 디지털 IN/OUT Port 4EA, 아날로그 IN/디지털 OUT Port 2EA, DC 모터 OUT Port 2EA로 구성하였다. 자체 로봇시스템

에 연결하거나 그림 6과 같이 브레드보드와 연동하여 센서를 확장하는 방식으로 기존 Arduino 기반의 스크래치 교육뿐만 아니라 C, 파이썬(Python) 등 추가 소프트웨어 교육이 가능하도록 하였다[2]. 또한 다양한 센서 블록 개발을 통한 손쉬운 확장성을 제공한다.

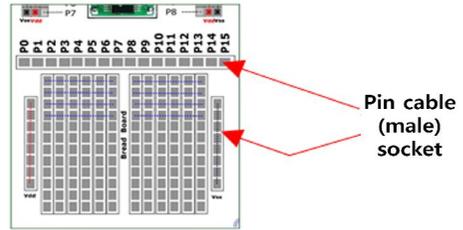


그림 5. 확장 포트  
Fig. 5 Expansion port

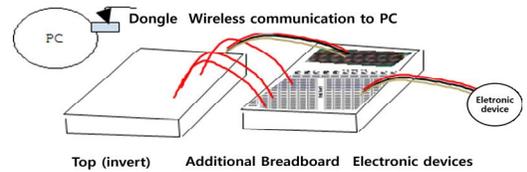


그림 6. 브레드보드 연동 S/W교육  
Fig. 6 Breadboard Interworking S/W education

#### 2.5.2 기계적 확장성

코코넛의 장점으로 학교현장에서 기존에 활용된 로봇교구나 부품들을 재활용할 수 있도록 레고식 조립 블록 체결방식의 확장을 통한 다양한 모형 제작이 가능하도록 지원한다[4]. 그림 7과 같이 코코넛 좌/우측, 하부에 블록 결합이 가능하도록 구성하여 블록 확장 및 센서 확장을 통한 움직이는 로봇 구현이 가능하며 교사와 학생의 수업방식에 따라 창의적 상상력과 놀이를 결합한 수업 진행이 가능하게 된다.



그림 7. 블록체결 확장모습  
Fig. 7 Fastener block expanded picture

기존에 개발된 제품들은 기본적인 센서만 부착된 경우가 많은데, 실제 교육현장에서는 다양한 학습이 필요하기 때문에 코코넛에서는 8×8 Dot Matrix를 장착하여 다양한 교육에 활용이 가능하도록 창의성을 제공하였다. 또한 MRT블록, MRT센서와 연결이 가능한 방식으로 구성하여 추가 확장이 가능한 모듈화 방식을 선택하여 호환성을 제공하였다[11]. 고학년에서 로봇교육은 과학 패키지로 활용하기 때문에 이를 위한 다양한 기능의 PCB 및 아두이노 보드를 부착하여 확장성을 제공한다. 프로그램은 기본 모듈을 사용하는 경우에는 스크래치 프로그램과 연동하여 교육을 수행하고, 고학년인 경우 모듈을 교체함으로써 C, 파이썬 등의 언어를 교육할 수 있도록 개발하였다.

### III. 시스템 기능 및 점검

본 연구를 통해 개발된 블록 체결형 센서확장 로봇은 그림 8과 같다. 조립식이 아닌 완성형 제품으로 교육에 쉽게 활용이 가능하도록 효율성과 안전성을 제공하며, 완성형 제품의 단점인 확장성을 고려하여 요철 블록방식의 결합체를 가지고 확장이 쉽도록 하였다. 또한 프로그램의 업로드로 인한 불편함과 교육공간의 제약을 해결하기 위하여 블루투스 통신을 활용하여 다이렉트 코딩 기술로 스크래치 프로그램을 활용하여 접근성과 편의성을 제공한다[10].

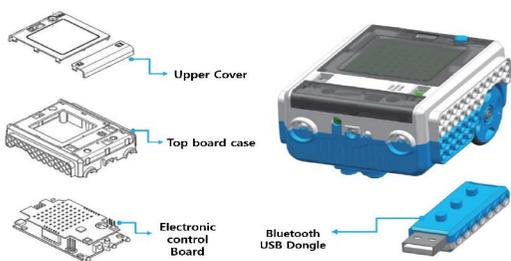


그림 8. 조립부품 및 완성제품  
Fig. 8 Assembly parts and finished products

코코넛은 로봇과 함께 제공된 블루투스 USB 동글을 이용하여 PC의 스크래치에서 실시간으로 프로그램 작성이 가능하다. 또한 C언어 소스를 기본적으로 표시하며, 이를 수정하여 사용할 수 있도록 구성되어 있다.

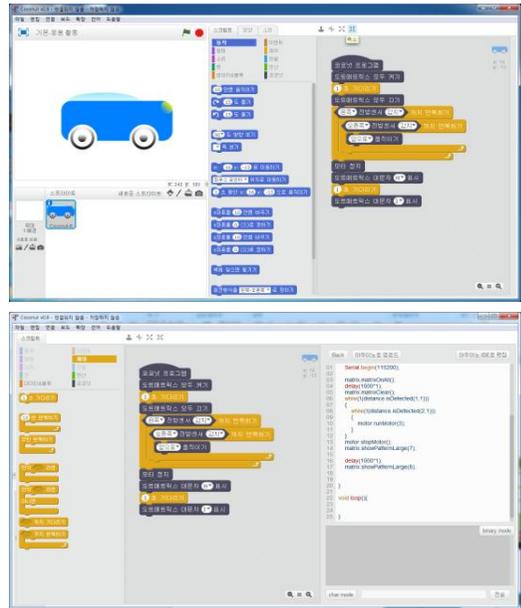


그림 9. 다이렉트 코딩 실제화면  
Fig. 9 Direct coding actual picture

또한 PC가 없거나 공간이 협소한 경우, 특정 장소에 이동하여 수업해야하는 경우와 같이 다양한 환경에서 교육이 가능하도록 스마트폰 활용이 가능한 안드로이드 버전의 스크래치 프로그램을 제공한다.



그림 10. 코코넛 앱  
Fig. 10 Coconut App

구글 플레이스토어에서 코코넛을 검색하면 그림 10과 같이 코코넛 앱 설치화면이 나타나며 이를 설치한 후, 앱을 실행하면 그림 11과 같이 스마트폰 코코넛 프로그램 시작화면이 실행된다. 그림 11의 시작화면 아래에 보이는 블루투스 아이콘을 누르면 현재 켜져 있는 코코넛 로봇들이 검색되고, 그 중에서 원하는 코코넛을 선택하면 된다.



그림 11. 스마트폰 코코넛 시작화면  
Fig. 11 Smartphone Coconut starter picture

‘코코넛 코딩시작하기’ 아이콘을 클릭하면 그림 12와 같이 코딩화면이 실행되며 이곳에서 코딩을 실행하면 코코넛이 명령어에 따라서 동작하게 된다.



그림 12. 스마트폰 코딩 실제화면  
Fig. 12 Actual picture of smartphone coding

#### IV. 결 론

본 연구는 기존 로봇교육 제품들의 문제점을 실제 사용자이면서 교육을 주도하는 현장교사들의 수요를 조사하고 이에 적합한 로봇을 구현하였다. 기존 로봇

의 단점인 완구형태나 단순 조립식 교구용 제품이 아닌 완제품의 형태이면서 전기적 확장성과 기계적 확장성을 제공하여 다양한 S/W교육이 가능하도록 설계하였다. 또한 교육공간의 제약을 해결하기 위하여 블루투스 통신을 활용한 다이렉트 코딩기술을 적용하고, 스마트폰에서 교육이 가능한 모바일 버전을 제공하였다. 그리고 비용손실 문제가 발생하는 기존의 교구들과 호환성을 제공하기 위하여 요철 블록방식으로 체결되는 구조로 개발되었다.

최종적으로 수요조사 대상자인 일선학교 교사들의 코코넛 테스트에서는 기존에 제기된 문제점을 해결한 부분에서 만족도가 매우 높았다. 그러나 초기 제품이고 실제 정기적인 교육에 투입이 되지 않았기 때문에 실제 사용자인 학생들을 대상으로 만족도와 코딩 교육의 효과성 및 교재연구개발에 대해서 앞으로 연구되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

본 논문은 2016년도 한국전자통신학회 가을철학술대회 우수논문입니다.

#### References

- [1] B. Fagin and L. Merkle, "Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science ACMSIGCSE Bulletin," *Proc. of the 34th, Special Interest Group on Computer Science Education Technical Symp*, Reno, Nevada, USA, vol. 35, no. 1, February 19-23, 2003, pp. 307-311.
- [2] W. Gurstelle, *Building Bot Design and Building Warrior Robots*. Chicago: Chicago Review Press. December, 1, 2002.
- [3] I. Yoo and T. Kim, "The Effects of MINDSTORMS Programming Instruction on the Creativity," *The J. of Korean Association of Computer Education*, vol. 9, no. 1, 2006, pp. 1-11.
- [4] J. Moon, Y. Ryuh, and J. An, "A Study on Designing Key Fastening Parts for Compatibility of Teaching-Aids-Robots," *The J. of Korea Robotics Society*, vol. 6, no. 1, 2011. pp. 10-17.

- [5] J. Park and C. Kim, "The Effects of the Robot Based Art Instruction on the Creativity in Elementary School," *J. of the Korean Association of Information Education*, vol. 15, no. 2, 2011, pp. 277-285.
- [6] J. Song, "Designing of Block-Type Puzzle Assembly Robot Education System without Computer," *J. of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 18, no. 4, 2013. 4, pp. 183-190.
- [7] S. Papert, *Mindstorms: Children Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, August, 3, 1993.
- [8] A. Sipitakiat, P. Blikstein, and D. Cavallo, "GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences," *In Proc. from Int. Conf. of the Learning Sciences*, Los Angeles, USA, June 22-26, 2004, pp. 481-488.
- [9] Y. Jeon, J. Song, and T. Lee, "The Impact of Robot Use in Practical Arts Education on the Learner's Problem-Solving Ability," *J. of Korean Practical Arts Education*, vol. 14, no. 4, 2008, pp. 209-224.
- [10] N. Kim, J. Ha, "Performing Missions of a Small Biped Walking Robot using Image Processing", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 12, 2016, pp. 1225-1230.
- [11] J. Byun and Y. Choi, "An Efficient Stair Locomotion Method of Quadruped Robot with Mechanism of Insectile Leg," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 3, 2015, pp. 395-402.

## 저자 소개

### 심현(Hyun Sim)



2002년 순천대학교 대학원 컴퓨터 과학과 졸업(이학석사)  
2009년 순천대학교 대학원 컴퓨터 과학과 졸업(이학박사)

2016년 순천대학교 대학원 교육학과 졸업(교육학박사)  
2011년 ~ 현재 순천대학교 교수학습개발센터 전임연구원

※ 관심분야 : 교육공학, 온라인교육, 빅데이터

### 이형옥(Hyeong-Ok Lee)



1994년 순천대학교 전산학과 졸업(이학사)  
1996년 전남대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학박사)

1999년 전남대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학박사)

2002년 ~ 현재 순천대학교 컴퓨터교육과 교수

※ 관심분야 : 알고리즘, 빅데이터, 인터넷 서비스

