

창의공학 교육을 위한 LEGO® Mindstorms® EV3 연구

I. 서론

소프트웨어 교육 의무화가 본격적으로 시범사업을 이루면서 일부 학교에서는 소프트웨어 교육을 시범 운영하고 있다. 이미 다른 선진국들은 소프트웨어를 정규 교육과정으로 편성하여 활발히 교육 하고 있으며, 우리나라도 2017년~2018년도에는 초·중·고등학교 정규 교육과정 편성을 예정으로 하고 있다.

거의 모든 영역에서 IT요소와 융합된 현대 사회에 적합한 창의적인 인재 양성을 위한 소프트웨어 교육은 초·중·고등학교 뿐 아니라 대학교와 여러 기업에서도 활성화 하고 있다.

대학에서의 프로그래밍 수업은 학생들에게 인기 없는 과목으로 손꼽히고 있다. 이론중심의 수업과 시험 위주의 공부 방법으로 학생들의 창의력과 사고력을 떨어트려 프로그래밍 교육의 목적을 이루지 못하고 있다.

프로그래밍 수업은 무엇보다 학생들이 즐겁고 쉽게 할 수 있는 수업이어야 한다.

레고® 마인드스톰(LEGO® Mindstorm) EV3를 이용한 수업은 로봇공학, 프로그래밍, 과학, 수학, 기술 등의 원칙을 다양한 방식으로 가르치며, 학생들이 직접 실습해보고 생각해보는 시간을 통해 프로그래밍에 대한 관심과 창의력을 키우고 있다. 레고® 마인드 스톰 EV3는 프로그래밍 능력뿐 아니라 다양한 모델을 창의적으로 만들어 보며 하드웨어를 구상하는 능력 또한 커지게 된다.

점차 소프트웨어 교육이 활성화 되면서 딱딱한 프로그래밍에 대한 인식을 누구나 쉽게, 간편하게 할 수 있다는 인식으로 바뀌어 가고 있다.

본 논문에서는 학생들이 더 이상 프로그래밍 수업을 어려워하지 않고 즐겁게 할 수 있는 방법을 제안하며, 실제 창의공학교육과정에 적용하



강현웅
한즈온테크놀로지 대표이사

여 얻은 사례와 학습결과를 신고 있다.

II. 본론

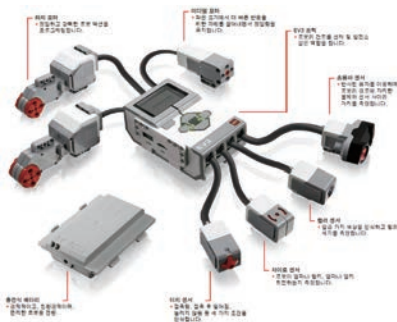
2.1 레고® 마인드스톰 EV3

레고® 마인드스톰(LEGO® Mindstorm) EV3 는 2013년 8월 세계적인 완구회사 레고사와 MIT미디어랩의 공동 연구로 개발한 마인드 스톰의 세 번째 모델이다. 지난 1999년 ‘마인드스톰 RCX’, 2006년 ‘마인드스톰 NXT’ 출시 이후 7년 만에 개발한 제품으로 전 세계 로봇업체들의 주목을 한 몸에 받았다.

레고® 마인드스톰 EV3는 로봇의 심장과 두뇌 역할을 하는 인텔리전트 브릭(Intelligent Brick)을 중심으로 구성되어 있다(〈그림 1〉참고). EV3 브릭은 ARM 9 Processor와 Linux 기반 운영체제로 사용자가 직접 구성한 프로그래밍을 바탕으로 동작하며, 입력된 데이터를 분석하는 역할을 한다. 뿐만 아니라 16MB 플래시 메모리와 64MB 램 탑재, 6개의 발광형 버튼 인터페이스와 디스플레이, 내장 스피커, USB포트, 미니 SD카드 리더, 4개의 입력포트와 4개의 출력포트를 가지고 있으며(〈그림 2〉참고), 컴퓨터와의 USB, 블루투스, Wifi 무선 통신을



〈그림 1〉 LEGO® MINDSTORMS® EV3 인텔리전트 브릭



〈그림 2〉 LEGO® MINDSTORMS® EV3의 입·출력 포트와 연결된 센서, 모터

지원하여 지능적인 프로그래밍을 가능하게 한다.

입력 포트에는 갖가지 센서들이 연결되며 기본 CORE SET에서 제공되는 센서들은 4가지 종류(터치·초음파·컬러·자이로)이다.

반면에 출력 포트에는 모터들이 연결되며 기본 CORE SET에는 미디엄 모터와 라지 모터 2가지 종류가 제공된다.

2.2 사용가능한 소프트웨어

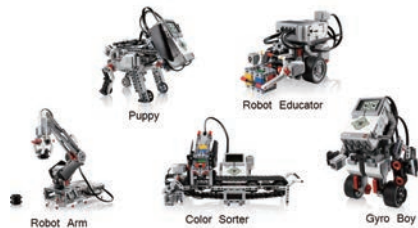
다양한 소프트웨어로 EV3를 제어할 수 있는데 그 중 대표적인 소프트웨어 LME(LEGO® MINDSTORMS® Education EV3) 프로그램이 있다.

LME소프트웨어는 NI(National Instruments)사의 LabVIEW 기반의 그래픽 아이콘 방식의 프로그램으로 별도의 학습 없이 누구나 쉽게 프로그래밍 할 수 있다. 아이콘을 순서대로 드래그 앤 드롭하는 방식으로 프로그램을 구성하며, 쉽고 직관적으로 복잡한 알고리즘을 구현할 수 있다. 또한, 데이터 로깅 기능을 제공하여 실시간으로 센서로부터 얻은 데이터를 수집하고 분석하는 것이 가능하다.

소프트웨어 자체 내에 포함되어 있는 여러 가지 모델들을 조립할 수 있는 조립도와 예제 프로그램들이 제공되기 때문에 자기주도 학습도 가능하게 한다(〈그림 3〉참고).

입력 포트 EV3 코어세트에 추가 확장세트를 구입하면 〈그림 4〉에서와 같이 추가적인 모델을 만들 수 있는 조립도를 제공하고 있다.

또한, 카네기멜론대학의 Robotic Academy에서 개발한 C언어 기반의 소프트웨어인 ROBOTC 프로그램은 C언어의 문법체계를 따라 일반적인 제어 구문, 변수 선언 및 호출, 매크로 함수, 배열 등을 지원한다. 때문에 기존의 C언어 사용자들이 접근하기 쉬우며, C언어를 처음 접



〈그림 3〉 EV3 코어세트에 제공되는 기본 모델



〈그림 4〉 EV3 확장세트에 제공되는 기본 모델



〈그림 5〉 EV3에 사용가능한 소프트웨어

하는 사용자들도 프로그램의 결과를 로봇의 동작을 통해 직접 눈으로 보면서 확인이 가능하여 쉽고 재미있게 프로그래밍을 할 수 있다. 뿐만 아니라 런타임 디버깅, 가상환경 시뮬레이터, 멀티태스킹 등 기능을 제공하여 사용자들로 하여금 좋은 평을 얻고 있다.

그 밖에 〈그림 5〉와 같이 Java, Microsoft 사의 Visual C#, 산업용 소프트웨어인 National Instrument 사의 LabVIEW 프로그램으로도 EV3 제어가 가능하다.

2.3 창의공학교육에 도입

대표적인 그래픽 소프트웨어 LME (LEGO® MINDSTORMS® Education EV3)를 이용하여 이론보다는 실습위주의 과정으로 브릭을 이용하여 창의적으로 하드웨어를 설계하고 구현하기 위한 프로그램을 만들고 디버깅하는 과정들을 통하여 창의적 설계 및 응용에 관한 실무 능력을 배양하는 것을 목적으로 하고 있다. 〈그림 6〉에는 수업에 사용되는 강의 계획서를 첨부하였다.

학생들은 창의적 설계의 기본개념을 기반으로 소프트웨어에 대한 중요성 및 깊은 이해를 제공하며 창의적설계 응용부분에서는 실제로 제품을 디자인하고 프로그래밍하는 과정들을 통하여 창의적인 문제해결방법과 프로그래밍 능력을 함양함을 목적으로 수업을 진행하였으며 많은 내용을 강의하기보다는 이론과 실습을 병행한 강의는

주차	강의주제	강의내용
1주차	LEGO Mindstorms EV3 Graphic Program	그래픽 프로그램의 기초 및 실습 Sound & Display
2주차	EV3 Basic Bot	기본 로봇의 조립 및 구동
3주차	Touch Sensor Ultrasonic Sensor	일정거리를 유지하는 로봇 초음파 계측기 만들기
4주차	Light / Color Sensor	컬러 센서를 이용한 디지털 도어락 및 센서를 이용한 라인트레이스
5주차	Gyro Sensor	Gyro Sensor의 이해 및 응용
6주차	Team Challenge	센서를 이용한 팀 릴레이 경기
7~8주차	Challenge	Line Tracer Challenge
9~11주차	설계활동 / 공통미션 시스템 설계 및 디버깅	컬러소트 시스템 설계 컬러소트 테스트 및 디버깅
12~16주차	설계활동 / 공통미션	팀별 설계 활동 및 토의 활동 발표 및 견제토의

〈그림 6〉 강의 계획서

5주 정도로 마무리하고 개별미션과 팀 미션을 통해 한 학기 수업을 진행하였다.

이론과 실습을 병행하는 1~5주차동안 학생들은 LME(LEGO® MINDSTORMS Education EV3)프로그램을 배우고 EV3에 연결된 센서들을 이해하고 다양한 형태로 로봇을 움직여 보는 실습을 하게 된다.

〈그림 7〉은 LME 소프트웨어 구성화면으로 프로그래밍 팔레트에서 아이콘을 가져와 프로그래밍 캔버스에 올려두는 것(드래그 앤 드롭 방식)으로 프로그램을 작성할 수 있다. 오른쪽 하단에는 하드웨어 페이지가 준비되어 있는데 이는 EV3 브릭에 센서나 모터 등이 연결되면 Auto-ID 기능을 이용하여 연결된 상태나 동작을 확인할 수 있어 프로그램을 디버깅하는 데 많은 도움을 준다.

〈그림 8〉에는 프로그래밍 블록 구성으로 동작, 흐름 제어, 센서, 데이터연산, 고급의 5개의 프로그래밍 블록과 각각의 프로그래밍 블록에는 다양한 기능의 블록으로 구성되어 있다. 이 중에서 흐름제어 블록을 살펴보면 센서



〈그림 7〉 LME 소프트웨어 구성화면

로부터 들어오는 데이터를 기다리기 위한 대기, 프로그램을 반복하기 위한 루프, 두 가지 이상의 입력을 선택하기 위한 스위치, 프로그램 반복을 중지하기 위한 루프 인터럽터의 형태의 블록으로 구성되어 있다.

여기에 소개되지 않은 블록 중 하나로 여러 프로그램에서 프로그램의 동일한 세그먼트를 반복해서 사용하려는 블록을 하나의 블록으로 묶어주는 마이 블록 기능이 있다. 이는 프로그램 작성 시 사용자 함수를 만드는 것과 동일한 기능으로 프로그램을 간결하게 만들어 주는 역할을 한다.

이 중 하나의 프로그래밍 블록을 살펴보면 <그림 9>에서와 같이 첫 번째로 모드를 선택하고, 두 번째로 센서나 모터의 연결 포트를 선택하며, 세 번째로는 내부 파라미터를 선택하는 방식으로 구성되어 있다.

<그림 9>은 조향모드 블록으로 일정 회전수로 동작하게 되는데 B포트와 C포트에 연결된 모터를 파워는 50로 1회전을 한 뒤에 강제 정지를 하는 조향모드 블록의 예이다. 이처럼 처음 프로그램을 접하는 학생들도 직관적으로 쉽게 접하고 이해할 수 있도록 설계되어 있다.

<그림 10>은 프로그래밍 블록을 이용하여 기본적인 프로그램을 만든 것으로 로봇이 파워 50으로 터치센서가



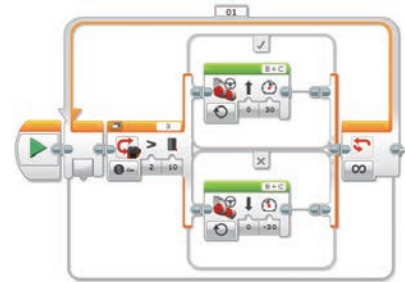
<그림 8> LME 프로그래밍 블록



<그림 9> 프로그래밍 블록의 구성



<그림 10> 터치센서 사용 예

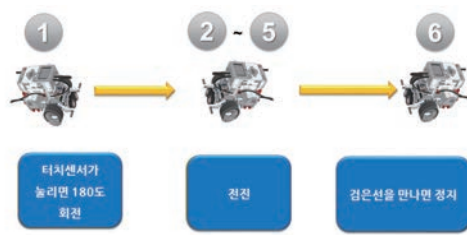


<그림 11> 초음파센서 사용 예

눌러질 때까지 전진하다가 전면의 터치센서가 눌러지면 정지하는 동작을 한다.

<그림 11>은 초음파센서의 입력을 이용하여 초음파 센서가 인식하는 거리가 10cm 이하는 로봇이 후진을 하게 되고 10cm보다 큰 경우에는 전진하는 동작을 하게 된다.

위와 같이 쉽고 즐겁게 프로그래밍 언어를 이해하는 과정에서 시작하여 6주차에는 <그림 12>와 같이 팀 미션으로 로봇 릴레이 경기를 진행한다. 5~6 명이 한 팀이 되어 미션을 수행하며, 터치센서를 이용해 바톤을 터치하고 각 로봇의 간격은 1m정도로 위치시켜 주행하게 한다. 마지막 로봇은 바닥의 검은 선을 인식하여 정지하는 경기로 구성되어 있다. 이 과정을 통하여 학생들은 로봇에 대한 이해의 과정을 겪게 된다. 2~5번의 로봇이 동일한 프로그램으로 똑같이 구동하리라 예상하게 되지만, 실제로 바닥의 마찰계수나 로봇의 배터리 상태에 따라 파라미터 값은 다르게 설정되어야 한다. 이것을 통해 마음은 최고의 속력으로 상대 팀을 이기고 싶지만 속도를 올리면 로봇의 안정성이 떨어지는 관계를 이해하게 된다.



<그림 12> 터치센서를 이용한 로봇 릴레이 경기

7~8주차에는 개별미션으로 라인트레이서 경기를 진행한다. <그림 13>은 가장 기본적인 ON-OFF 제어 방식으로 로봇이 좌우로 흔들리며 라인을 따라가는 동작을 하게 된다.

그래픽 언어의 장점 중 하나로 프로그램의 시작과 끝 부분에 데이터로깅 블록 추가 하게 되면 프로그램을 수행하는 동안 설정한 센서나 모터의 데이터값을 그래프 결과로 얻을 수 있다. <그림 13> 처럼 컬러센서-반사광모드의 값이 사인파형의 형태로 변하며 상당히 큰 진폭으로 주행하는 ON-OFF 제어 방식의 라인 트레이싱 결과를 얻게 된다.

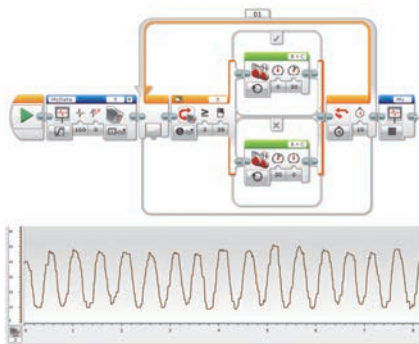
이를 개선하는 과정으로 제어가 필요하다는 인식을 하게 되고 간단한 비례제어의 과정을 통하여 로봇의 움직임이 개선된다는 사실을 느끼게 된다. <그림 14>에서는 비례제어를 구성한 프로그램과 ON-OFF제어와 비례 제어 결과를 비교한 그래프를 보여주고 있다.

9~11주차에는 2~4인이 한조가 되어 공동 미션으로 컬러소트를 만드는 과정을 진행한다. 이 과정은 처음으로 시스템을 설계하고 디버깅하는 과정을 겪게 된다.

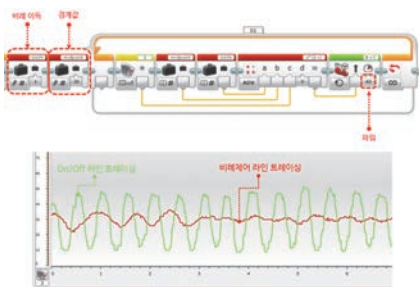
아래에는 이 과정에서 사용되는 미션의 예이다.

- 적, 청, 황, 녹의 4가지의 색상 브릭 20개를 랜덤하게 배치하고 스캔하여 4개의 종이 컵에 빠른 시간에 분류하여 담기
- 종이컵의 위치는 자유롭게 설정이 가능
- 색상 브릭을 넣는 트레이는 20개를 함께 넣을 수 있도록 설계
- 브릭이 잘못 분류되거나 바닥에 떨어진 경우 하나당 10초를 가산

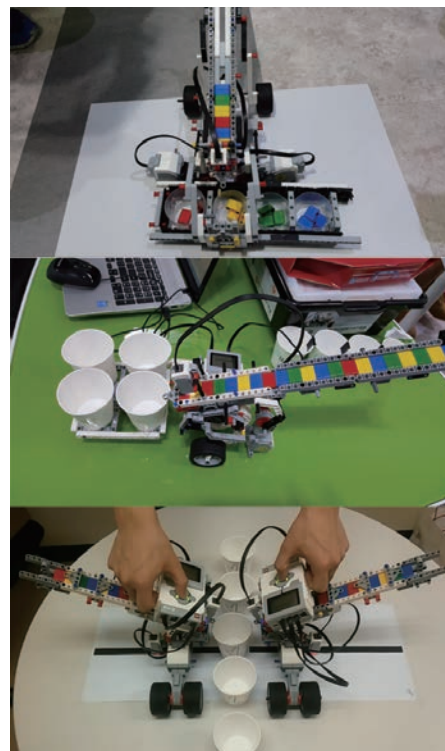
이러한 공동의 미션을 해결하기 위하여 학생들은 다양한 아이디어를 내어 문제를 해결하게 되고 <그림 15>에는 문제를 해결한 예를 보여주고 있다. 종이컵을 좌우로 움직여 분류하여 문제를 해결한 사례, 두 대의 로봇을 병렬로 움직여 문제를 해결하는 사례 등 다양한 형태의 아이디어로 다양한 결과를 얻은 학생들은 놀라움을 금치 못하고 수업에 임하게 된다.



<그림 13> 컬러센서를 이용한 라인트레이싱



<그림 14> P-제어를 이용한 라인트레이싱



<그림 15> 색상분류기 설계 예

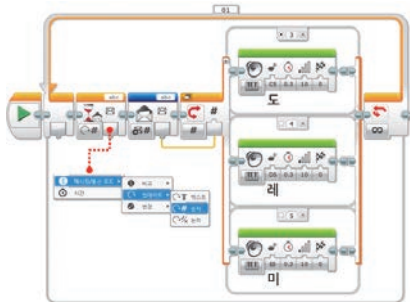
III. 창의공학

이제 5~6주 정도의 시간을 할애하여 학생들이 스스로 고민하고 관찰하여 문제를 선택하는 과정을 진행하게 된다.

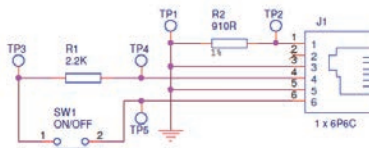
〈그림 16〉은 스마트 폰 앱을 이용해 블루투스 메시지를 날려주면, EV3에서 메시지를 수신하여 설정한 음으로 연주하는 프로그램이다. 이러한 예제를 통해 앱을 이용한 데이터의 통신 응용이 가능한 것을 알 수 있다.

또 다른 응용의 예로 EV3의 입출력 단자를 이용하면 〈그림 17〉과 같이 센서의 입력 포트를 이용하여 다른 장치로부터 디지털입력이 가능하게 한다. 〈그림 18〉과 같이 모터의 출력을 이용하여 LED 바를 ON/OFF 하거나 다른 액츄에이터와의 릴레이 구동이 가능하다.

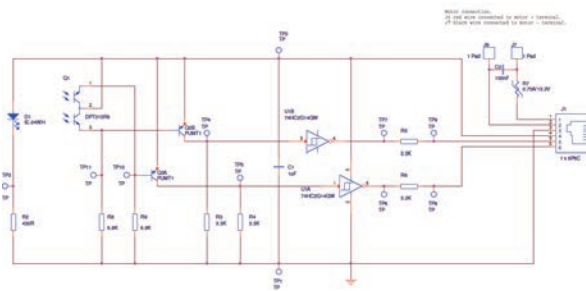
이제 학생들은 창의설계를 위한 주제를 정하게 되고 5주의 시간을 이용하여 주어진 문제를 하나씩 해결하게 된다.



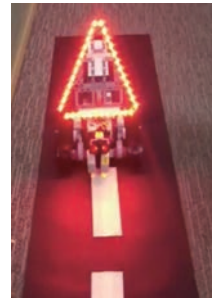
〈그림 16〉 앱을 이용한 EV3 음악연주



〈그림 17〉 EV3 터치센서 회로도

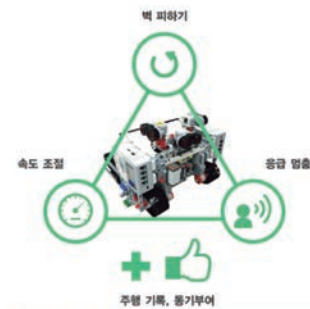


〈그림 18〉 EV3 라지 서보모터 회로도



〈그림 19〉 The 안전한 삼각대

〈그림 19〉은 “The 안전한 삼각대” 설계 작품이다. 고속도로에서 사고 시 2차 사고 방지를 위해 안전 삼각대를 후방 100m 지점에 설치하게 되는 데, 이는 대단히 위험한 일로 자칫하면 2차 사고로 이어질 수 있다. 이 문제점에 착안하여 학생들은 EV3를 이용하여 구동하는 로봇의 베이스를 완성하고 상단에 삼각대를 접었다 폈다 할 수 있도록 만든 뒤, 위에 안전삼각대를 구성 한 뒤 LED바를 설치하였다. 또한 사고의 수습이후에는 로봇의 회수를 위



〈그림 20〉 창의설계 사례

하여 스마트 폰으로 메시지를 날려주면 로봇을 회수하는 기능도 추가적으로 설계하였다. 비교적 단순한 모형이지만 작은 아이디어에서 시작되어 원하는 시스템을 설계하고 구현 하는 것을 가능하게 하였다.

〈그림 20〉에는 창의공학에 사용된 여러 가지 사례로 “장애아동을 위한 보행 보조로봇”, 애완동물을 위한 “팻시터”, 캔을 압출하여 분류하기 위한 “캔 압축기”등 상상하는 대부분을 EV3로 구현하였다. 특히 캔 압축기에는 모터드라이브 부분을 EV3의 모터 출력 포트에 연결해 ON/OFF 하면 쉽게 리니어 액츄에이터의 구동이 가능하게 하였다.

IV. 향후 연구 및 결론

지금까지 LEGO® Mindstorms EV3의 기본적인 사용 방법과 EV3를 이용한 창의공학에 관한 다양한 활용사례들을 살펴보았다. 이를 통하여 학생들의 상상을 디자인하고 구현하는 도구로 손색이 없음을 알 수 있었다.

이 과정을 통하여 학생들은 현대사회가 요구하는 핵심 역량인 커뮤니케이션 능력, 팀워크, 비판적사고, 문제해결능력이 길러지게 된다.

이후로는 보다 더 많은 용도로 활용하기 위하여 산업용 센서의 인터페이스와 보다 더 많은 액츄에이터의 인터페이스의 연결을 통하여 한층 업그레이드된 창의공학교육의 도구로 사용되는 모습을 기대해본다.

참고 문헌

[1] 김영중, 이태욱, 레고® 마인드스톰을 활용한 임베디드 SW 학습프로그램 개발, 2014

[2] 정인기, 프로그래밍 패턴에 기반한 효율적인로봇 기초 프로그래밍 교육 방법에 관한 연구, 2013

[3] 김태희, 강문설, 레고® 마인드스톰 로봇을 이용한 프로그래밍 입문 교육의 효과 측정, 2010

[4] LEGO® Education, LEGO® MINDSTORMS EV3 Hardware Developer Kit, 2013

[5] LEGO® Education, LEGO® MINDSTORMS EV3 Communication Developer Kit, 2013

[6] “Learning More About Creativity And Innovation From LEGO®”

by Rafiq Elmansy

[7] SMASHING MAGAZINE, August 8th, 2014



강현웅

- 1993년 2월 인제대학교물리학과
- 2009년 8월 한국산업기술대학교 전자공학 석사
- 1997~현재 (주) 헨즈온테크놀로지 대표이사(구)이지테크)
- 2014년~현재 부천대학교 겸임교수
- 2015~현재 성균관대학교 겸임교수
- 2015~현재 서울교육대학교 겸임교수
- 2009년 1월 차세대 디지털리더 보급육성사업참여 (전자산업진흥회)
- 2010년 3월 국세청장 표창수여(모범납세자)
- 2010년 11월 햅틱기술을 적용한 맞춤형 재활운동장치 특허 취득
- 2011년 1월 (주) 헨즈온러닝 설립 (덴마크 LEGO education 공식 파트너)
- 2013년~현재 전국 전문대학생 스마트로봇 경진대회 개최 (대한 전자공학회)
- 2014년~현재 ITC로봇문화협회와 공동으로 WRO대회 개최(World Robot Olympiad)
- 2015년~현재 삼성전자신입사원소프트웨어연수진행 (8회 850명)

〈관심분야〉
창의공학설계, 퍼지컬 컴퓨팅