
MIT 자율주행 인공지능 파이썬 코딩

AI Python Coding in Easy Words with MIT Autonomous Race Car

“본 교육자료는 MIT Beaver Works가 대중에게 공개한 자율주행 파이썬 코드와 MIT Beaver Works 디렉터 Robert Shin 박사님의 특별 인가를 받은 Instructor 코드를 기반으로 작성된 것임을 밝힙니다.”

**

“This educational material is based on the autonomous driving python code released to the public by MIT Beaver Works and the Instructor code with special permission from Dr. Robert Shin, the director at MIT Beaver Works.”

교육자료 집필위원

서울대학교 공과대학 우수학생센터(공우), STEM
서울대학교 전기정보공학부 로봇동아리 시그마 인텔리전스
서울대학교 공과대학 학생홍보기자단 공대상상
서울대학교 자율주행 동아리 제로

협력 기관

서울대학교 공과대학, SNU College of Engineering

Dr. Robert Shin, MIT Beaver Works Director (MIT Ph.D.)

This is Dr. Robert Shin, Director at MIT Beaver Works, and I am delighted to share my words of encouragement for the Korean Autonomous RACECAR program.

In the past five years, the MIT Beaver Works Summer Institute (BWSI) instructors have developed core engineering programs closely related to future flagship industries around the world, including AI, autonomous driving, cybersecurity and 3D printing. Following MIT's educational philosophy of mens et manus, or heart and hand, we have offered our students world-class, project-based learning opportunities in engineering that are far beyond typical classroom experiences. As we scale up our program, we are looking for opportunities to collaborate with colleagues to offer these opportunities to students around the world.

We are delighted to hear the news that Korea will adopt our Autonomous Mini-RACECAR AI coding course materials for its first project-based learning program this year. This introduction to AI concepts and practice is a very impactful first step in advancing Korean STEM education. I wholeheartedly encourage everyone who is at the center of this meaningful initiative to think about making a huge impact by addressing educational inequalities arising from the income gap and by being pathfinders for future South Korean STEM education.

We wish much success to the very first Korean BWSI-like program this year. And we look forward to seeing this initiative expanding in South Korea with participation by a greater number of schools, institutions, and communities in the future.

You can (and must) make a difference, and I hope you will always remember that.

Thank you.

April 24th, 2021

Director, MIT Lincoln Lab Beaver Works Center

Dr. Robert Shin

출판 독자 여러분,

서울대 공과대학 기계공학부 조규진 교수입니다.

책이라는 매체로 여러분을 만나 뵈어 반갑습니다. 공학이란 사람이 상상하는 그 무엇을 가능하게 만드는 학문입니다. 새와 같이 날고 싶었던 꿈은 공학을 만나 우리 삶의 현실이 되었고 멀리 있는 사람을 만나지 못했던 우리는 이제 목소리는 물론 얼굴도 볼 수 있게 되었습니다. 걷지 못하고, 보지 못하던 사람들은 의학과 공학이 접목된 의공학을 만나 일상의 기쁨을 찾았습니다. 한편 떠오르는 미래 기술 중 하나인 인공지능, 로봇공학 기술은 발전을 거듭하여 인간의 사고력, 인간의 신체능력을 닮아 스스로 문제를 진단하고 해결하는 인간의 능력을 발휘하는 수준에 이르게 되었습니다.

공학은 무한 경쟁과 협력의 무대에서 발전됩니다. 21세기 정보 중심 사회를 맞아 대한민국이 계속 발전하고 세계의 중심에 우뚝 서기 위해서는 현재와 미래의 엔지니어들의 역할이 절대적으로 필요합니다 서울대학교 공과대학 졸업생과 재학생으로 이루어져 있는 AI Tech Play는 KAIT Foundation의 후원을 받아 차세대 대한민국 기술 발전과 교육 기회의 제공을 위해 하나로 모인 팀입니다. 본 교수는 다음 세대를 위해 자신들의 시간과 지적 능력을 기꺼이 내놓은 이 팀을 현 세대를 살아가는 엔지니어로서 응원합니다.

AI Tech Play는 다음 세대인 우리나라 중고등학생들에게 자율주행과 코딩에 대한 지식과 체험의 기회를 제공하고자 노력하고 있습니다. 이 기회를 바탕으로 이 책의 독자 여러분 스스로 문제를 직시하고, 과감히 도전하고, 서로 협력하여 궁극적으로 문제를 해결하는 경험을 쌓기를 희망합니다.

MIT는 수년간 자율주행 레이싱카 교육 및 컨테스트를 진행한 바 있으며, 이들이 공유한 교육 콘텐츠는 이미 다년간 MIT를 포함한 보스턴 지역에서 그 효과와 우수성을 입증받았습니다. 이에 MIT 박사과정 및 서울대학교 공과대학 우수학생단체 <STEM: 공우> 학부생들은 이 지식 콘텐츠를 기반으로 대한민국 학생을 위한 교재를 책으로 출판하게 되었습니다.

세대를 걸쳐 축적된 지식은 지금껏 책이라는 매개체로 보급되어 왔고 또 확장되어왔습니다. 서울대학교 공과대학 및 교수진은 이 책이 지닌 교육적 가치에 크게 공감하고, AI Tech Play의 활동을 적극적으로 지지합니다.

새로운 도전과 경험을 통해 내일의 세계를 이끌어갈 글로벌 엔지니어가 되어 더 큰 무대에서 여러분을 만나길 서울대학교 공과대학이 응원합니다.

2021년 4월 29일
서울대학교 공과대학 기계공학과 교수
인간중심소프트로봇기술연구센터 소장
조 규진

원준희, KAIT Foundation 대표(하버드 MBA)

여러분 안녕하세요. 보스턴 소재 AI 교육 솔루션 비영리 재단 KAIT Foundation의 원준희 대표입니다.

하버드 경영대학원 졸업 후 뉴욕 월가에서 십수년 일을 하고 한국에 귀국했을때 대한민국 교육의 현주소는 처참했습니다. 특히 획일화된 암기식 교습을 목격했을때는 안타까움을 더이상 숨길 수 없었습니다. 자연적으로 아이들은 서로 다른 방식으로 학습하며 개인마다 인지행동의 패턴이 각기 다르기 마련인데 이 시대를 견인할 새로운 교육의 모습을 어떻게 해야 할까요?

테크놀로지 기반의 교육 혁신을 추구하는 저희 Anoto 그룹의 KAIT(Knowledge AI Inc) 회사는 MIT 교수진과 학생들을 영입해 인공지능을 통한 개별 맞춤형 교육 솔루션을 개발하고 나아가 비영리단체 KAIT Foundation을 올해 설립하여 양질의 교육의 기회를 제공하는 데에 앞장서고 있습니다. 특히 올해에는 MIT 코딩자료를 기반한 <2021년 제1회 대한민국 자율주행 미니카 AI 코딩 체험 및 경진대회>를 대한민국 최초로 개최하게 되어 매우 기쁘게 생각하며 이로써 한국에도 공학 교육에 혁신의 새바람이 불기를 기원하는 바입니다.

AI는 미래의 기술입니다. Internet이 우리의 일상을 바꿔놓았듯이 AI는 internet 보다 더 큰 영향을 미칠 것으로 생각합니다. 아직 한국은 AI 선진국이 아닙니다. 이 행사를 통해 미래 AI 리더들이 양성되기를 기원합니다.

감사합니다.

강하은, MIT 기계공학과 박사과정(서울대 기계과 학부 졸)

안녕하십니까. MIT 기계공학과 박사과정 5년차 강하은입니다.

MIT가 제게 안겨준 가장 큰 자산은 바로 이곳에서 만난 사람들과 이들이 삶을 대하는 자세입니다. 광적인 꿈(crazy dreams)을 갖고 세상을 바꿔보겠다(change the world)며 마음 맞는 사람들을 모아(recruit) 신나게 일하는 이곳 사람들이 한때는 무모해보이기도 했습니다. 하지만 올바른 리더십, 적절한 자본, 팀원 간 환상의 협업이라는 3박자가 맞아 떨어질 때 엄청난 이타적 혁신이 이루어진다는 것을 인정하기까지는 그리 오랜 시간이 걸리지 않았습니다.

한국에 건강한 혁신의 문화가 자리잡기 위해 전제되어야 하는 것은 무엇일까 고민했을 때, 그것은 1인 1책상이 주는 교훈을 거부하는 것이지 않을까 생각했습니다. 즉, “나만 잘 하면 된다”는 생각과 “잘 하기도 잘 해야하지만 모든 것(과목)을 잘 해야 한다”라는 집착을 내려놓을 수만 있다면 얼마나 좋을지, 가슴이 벅칩니다. 살펴보면 세상에 그 어떤 조직도 나 혼자만 잘 하면 된다는 생각의 소유자를 환영하지 않으며, 내가 못하는 것이 있다면 오히려 그것을 잘 하는 동료들 설득해 데려다 (뽑아다) 함께 일할 수 있는, 협업에 능한 사람을 찾습니다. 업무 및 리더십의 위임(delegation)은 성공을 위한 팀워크의 전제 조건이자, 모든 리크루팅 팀들의 존재 이유입니다.

쟁쟁한 인재들과 조직들이 겨루고 상생하는 현대 국제사회에서 우리나라는 얼마만큼 준비가 되어있을까요? 우리 아이들은 자신의 대담한 생각(bold thoughts)들을 펼치며 효과적인 협업을 통해 자신의 주변과 사회, 그리고 이 세상을 바꿔낼 준비가 되어있을까요? 아니면 이 아이들은 어디에서 무엇을 보고 자라나야 하는 걸까요?

삶에는 학교와 학원 바깥 세상이 있으며, 이곳 입장권은 돈도 실력도 아닌 호기심만으로 충분한, 무상의 신개념 교육 놀이터, AI Tech Play 브랜드를 만들었습니다. 보스턴에 코로나가 기승을 부리는 틈을 타, 한국에 잠시 들어가 서울대 캠퍼스를 돌아다니며 45분의 서울대 후배님들을 모아 7개 팀을 꾸려 MIT Beaver Works의 자율주행 AI 코딩 자

료를 기반으로 교육 프로그램을 만들어 여름 세달 간 무료 온라인 AI 코딩 교육을 시행한다는 소식을 전하자 서울, 제주, 횡성, 울릉 등 전국 각지에서 200명이 넘는 중학생 아이들이 모여들었습니다. 대학생 멘토들은 유튜브와 다큐를 찍으며 책을 쓰기 시작했고 AI 세미나를 열면서 다채로운 혁신을 이루어 냈고, 중학생 멘티들은 팀장으로 팀원들을 이끌어 보기도 하고 서로를 도와서 파이썬과 인공지능, 그리고 자율주행 자동차의 주행 원리를 체득하고 서울대 멘토들과 교감하며 뜨거운 여름을 보냈습니다.

AI 교육 혁신 특별 증서 수여식을 통해 본 교육 프로그램 기획의 공로를 크게 치하해 주신 서울대 공과대학 차국현 학장님과, 기획에 격려를 아끼지 아니하여 주신 모든 은사님들과 KAIT 사에게 깊은 감사의 말씀을 올리며, 함께 해보자는 저의 무모한 제안에 혼연히 뜻을 함께 하여 연초부터 저를 믿고 함께 일해 주신 약 45여분의 서울대 공대 후배님들께도 큰 감사한 마음을 전합니다. 같은 열정을 공유하는 여러분들과 함께 일하는 매 순간이 벅차고 즐거웠고, 이로서 우리는 협업을 통한 이타적 혁신은 그들 뿐 아니라 우리에게도 매우 큰 선물이라는 사실을 몸소 확인하였습니다. 여러분 모두를 정말 자랑스럽게 생각하며, 부디 이 경험이 좋은 씨앗이 되어 앞으로도 계속해서 더 크고 대담한 일들을 기획하고 협업을 통해 진정한 혁신을 이루어나가는 여러분들이 되기를, 선배로서 진심으로 응원하도록 하겠습니다.

감사합니다.

보스톤에서,
강하은 드림
2021년 8월 20일

내가 처음 이 책과 책의 기본이 되는 MIT Beaver Works의 Racecar 프로젝트를 만나게 된 것은 코로나 시국이 갈수록 심해져 가는 2021년 올해 초 겨울이었다. 같은 학과를 졸업하고 MIT 박사과정을 밟고 계신 강하은 선배로부터 연락을 받아 국내 최초 중학생 대상 자율주행 코딩 교육 및 경진대회를 주최하고자 하는 팀원들이 모였고 이렇게 AI Tech Play 브랜드가 탄생하게 되었다. Core Mentor와 Coding Mentor로 구성된 이들은 아직 아무 형상도 없는 프로젝트를 구체화하기 위해 기획 및 교재 제작, 마케팅과 대외 활동을 위한 홈페이지와 유튜브 개설, 중학생 교육 준비 등 수많은 일들을 해 나갔고 또 진행 중에 있다.

올해 여름 가상 현실 환경에서 중학생 학생들이 직접 알고리즘을 짜서 이를 코드로 구현한 가상의 racecar들이 예선 경쟁을 하고 우수한 성과를 얻은 학생들에겐 본선에 진출하여 실제 트랙 위에서 자율주행 racecar 컨테스트를 펼칠 계획이다. 우수한 성적을 얻은 팀은 MIT Final에 진출해 전세계의 다양한 학생들과 겨룰 기회를 갖게 된다. 학생들이 스스로 코딩, 공학, 자율주행이라는 창조적인 세계에 완전히 몰입되고 흥미를 느끼게 된다면 우리 AI Tech Play의 팀원들은 정말 큰 뿌듯함과 보람을 느낄 것이다.

이 책의 기획자이자 AI Tech Play에서 Tech 팀 및 Outreach 팀에 소속되어 있는 나는 중학생들이 프로그래밍과 자율주행 알고리즘이라는 개념을 친숙하게 받아들이고 또 진취적인 학생들의 더 큰 흥미와 도전을 제공하고자 파이썬 및 자율주행 교재를 제작하고 있었다. 교재를 제작할수록 문득, 이 프로그램에 참여하지 못하는 전국의 중고등학생들에게도 이 내용이 전달되면 좋을 것 같다는 생각을 커져갔고, 그렇게 완성된 책으로서 출판하고자 하는 생각에까지 미치게 되었다.

이 책은 내가 소속되어있는 동아리 〈공우: STEM〉 선배이자 학과 선배로서 MIT에서 박사과정을 밟고 계신 강하은 선배님, 또 같은 목적을 위해 AI Tech Play라는 브랜드로 모인 팀원들, 교육으로서 사회 공헌 및 가치 실현에 앞장서있던 MIT Beaver Works와 KAIT 없이는 절대 나올 수 없는, 나에게 큰 도전이었다. 그만큼 이번 행사와 책이 갖고 있는 가치에 매료되었다는 것을 의미하기도 한다.

앞으로 이 책을 읽게될 독자분들은, 자율주행 혹은 인공지능이라는 개념에 생소했던 학생들은 책을 통해 공부해나가며 때론 어렵고 포기하고 싶은 생각이 들겠지만 꼭 이 도전을 두려워하지 말고 바로 시도해보길 바란다.

“매료된 이들은 텍스트를 남기고,
남겨진 텍스트는 상대를 불멸케 한다.”
-김영민, 우리가 간신히 희망할 수 있는 것 中

2021년 4월 20일
교육 도서 집필 대표
김찬교 드림

2부

자율주행 :

‘자율주행’의 이해 및 자율주행
racecar 구현 프로그래밍



학습 준비 위밍업

파이썬 코딩 도우미

본 멘토링에서는 코딩 도장을 활용하여 파이썬과 친해지는 것을 적극 권장한다. 아래에 학습 권장 내용을 정리하여 드리니 멘티 여러분들께서는 본 멘토링에서 최대한 많은 것을 배워가기 위해 파이썬과 꾸준히 친해지는 연습을 해주시길 부탁드립니다.

(<https://dojang.io/course/view.php?id=7>)

기본 문법	함수	클래스	데코레이터	모듈
Unit 01 ~ Unit 18	Unit 29 ~ Unit 31	Unit 34 ~ Unit 37	Unit 42	Unit 44 ~ Unit 45

시뮬레이션 환경 셋업

Race Car 를 버추얼 환경에서 실행하고 코딩하기 위해서는 우리의 노트북 혹은 컴퓨터에 시뮬레이션 환경을 설치해주어야 한다. 우리 멘토들이 준비한 셋업 안내 영상을 참고하여 셋업을 완료하도록 한다! 친절하게 나와있으니 자신감을 갖고 한번 셋업을 팀원들과 함께 완료해보자. (https://www.youtube.com/channel/UCfmSTxHQ6Y43XtHsQ7l_H3Q/playlists)

자율주행 모듈

본격적으로 학습에 들어가기에 앞서, MIT에서는 제공하는 여러가지 편리한 모듈을 소개 하겠다. 각 모듈은 앞으로의 코딩에 유용하게 사용될 클래스와 함수들을 포함한다. 클래스와 함수가 궁금한 친구들은 코딩 도장을 활용하도록 한다!

여러분은 자동차를 작동시키는 과정에서 아래의 모듈을 사용하게 될 것이다.

- 1) 레이스카 모듈(Racecar Module) : 시뮬레이션 자동차와 관련된 기본 함수들의 모음
- 2) 조종기 모듈(Controller Module) : 조종기와 시뮬레이션을 연결하는 함수들의 모음
- 3) 운전 모듈(Drive Module) : 시뮬레이션 자동차의 운전상태(직진, 멈춤 등)과 관련된 함수들의 모음
- 4) 카메라 모듈(Camera Module) : 시뮬레이션 자동차앞에 설치된 카메라(자동차 시선)와 관련된 함수들의 모음
- 5) 화면 모듈(Display Module) : 시뮬레이션 상에 무엇을 띄우는가에 대한 함수들의 모음

링크를 클릭했을 때 열리는 MIT 웹사이트에는 각 모듈에 대한 정보가 담겨 있다. 모든 것을 다 알 필요는 없지만 현시점 참고만 하도록 하자.

여러분은 학습을 하는 도중 본 교재에 소개되지 않은 클래스, 또는 함수에 대한 궁금증을 품을 수 있다. 이때 스스로 문서에서 정보를 찾을 수 있는 방법을 소개하도록 하겠다. 문서를 통해 각 모듈에 대한 정보를 어떻게 파악하는지 예시를 통해 살펴보도록 하자.

한 예로, 조종기 모듈의 링크를 따라가면 아래와 같은 화면을 보게 될 것이다(아래 번역된 화면은 구글을 접속한뒤 마우스 우클릭으로 “한국어로의 번역”을 한 것이다).

Controller Module

class `controller. Controller`

Handles input from the controller and exposes constant input state per frame.

class `Button (value)`

The buttons on the controller.

class `Joystick (value)`

The joysticks on the controller.

class `Trigger (value)`

The triggers on the controller.

abstract `get_joystick (joystick)`

Returns the position of a certain joystick as an (x, y) tuple.

Parameters: `joystick (Joystick)` – Which joystick to check.

Return type: `Tuple [float , float]`

Returns: The x and y coordinate of the joystick, with each axis ranging from -1.0 (left or down) to 1.0 (right or up).

Note

The joystick argument must be an associated value of the Joystick enum, which is defined in the Controller module.

Example:

```
# x and y will be given values from -1.0 to 1.0 based on the position of
# the left joystick
(x, y) = rc.controller.get_joystick(rc.controller.Joystick.LEFT)
```

컨트롤러 모듈

클래스 `controller.Controller`

컨트롤러의 입력을 처리하고 프레임 당 일정한 입력 상태를 노출합니다.

클래스 `Button` (*버튼*)

컨트롤러의 버튼입니다.

클래스 `Joystick` (*조이스틱*)

컨트롤러의 조이스틱.

클래스 `Trigger` (*트리거*)

컨트롤러의 트리거입니다.

주석 `get_joystick` (*조이스틱*)

특정 조이스틱의 위치를 (x, y) 튜플로 반환합니다.

매개 변수: `조이스틱 (Joystick)` - 확인할 조이스틱.

반환 유형: `Tuple [float , float]`

보고: 조이스틱의 x 및 y 좌표이며 각 축의 범위는 -1.0 (왼쪽 또는 아래쪽)에서 1.0 (오른쪽 또는 위쪽)입니다.

노트

조이스틱 인수는 컨트롤러 모듈에 정의된 조이스틱 열거형의 관련 값이어야 합니다.

예:

```
# x and y will be given values from -1.0 to 1.0 based on the position of
# the left joystick
(x, y) = rc.controller.get_joystick(rc.controller.Joystick.LEFT)
```

주황색 네모 박스는 클래스, 또는 함수의 이름을 의미한다. 이들 중 여러분이 궁금한 클래스, 또는 함수의 이름을 찾으면, 바로 아래 줄에 해당 클래스, 또는 함수가 어떤 역할을 하는지 친절하게 설명해주고 있다. 특히 함수의 경우, 초록색 박스로 표시된 매개변수와 반환 유형을 함께 확인하면 좋다. 함수가 실제로 어떻게 사용되는지 알고 싶다면, 회색 박스의 예시를 확인하는 것이 도움이 될 것이다.

이제 여러분은 스스로 모듈에 대해 탐구할 수 있게 되었다! 이는 여러분의 깊이 있는 학습을 도울 것이다. 이제 본격적으로 학습을 시작해도 좋다!

Introduction to RaceCar & Shapes

김재환 서울대학교 기계공학과 학사과정(통계학 복수전공), STEM 회원

“반갑습니다, 여러분! 올해 첫 해를 맞은 Race Car Contest 를 여러분들과 함께할 수 있어서 기쁩니다. 교재를 제작 하며 학생들의 눈높이에 적절할지를 끊임없이 고민했지만, 분명히 여러분들이 어렵다고 느낄 만한 부분이 있을 겁니다. 그럼에도 포기하지 마시길 부탁드립니다. 궁금해하고, 고민해보며, 결국에는 알아가는 과정을 여러 번 반복 한다면, 여러분은 어느새 내용들을 모두 이해하고, 이 교재를 접하기 전보다 한 걸음 성장해있을 것입니다. 본 교육 자료에서 얻게 된 여러분의 지식과 소중한 경험이 여러분의 미래에 좋은 방향으로 작용할 수 있기를 소망합니다.”

이현인 서울대학교 기계공학과 학사과정, STEM 회원

“여러분 안녕하세요? 일단 이 책을 통해서 여러분들을 만날수 있어서 매우 반갑습니다.교육은 수천년동안 축적해 온 지식을 바탕으로 미래를 만들어나가는 근본적인 기반입니다. 코딩교육, 코딩교육, 코딩교육. 미래교육이 유독 최근에 화두에 오르는 까닭은 무엇일까요? 미래는 매우 빠르게 바뀌고 현재와 완전히 다른 모습이라고 모두 공감하기 때문입니다. 이 책을 통해 “과연 미래의 성공은 어떤 개념일까?”에 대해 학생분들이 고민을 해보았으면 합니다. 2007년 엘빈 토플러는 이런 말을 했죠, “한국의 학생들은 하루 15시간 동안 학교와 학원에서 미래에 필요 없는 지식과 존재하지도 않을 직업을 위해 시간 낭비를 하고 있다.” 저는 이 책을 4차 산업혁명이 우리의 발목까지 차고 올라오는 현시점에, 끝없는 경쟁과 입시지옥을 겪는 여러분들에게 작게나마 색다른 배움의 즐거움을 주고자 작성하게 되었습니다. 여러분들의 미래는 특별하지만 불확실한 도전들로 가득할 것입니다. 이 책을 통해 여러분이 미래에 마주할 도전을 이겨낼 능력을 키울 수 있는 좋은 밑거름이 되기를 바랍니다.”

1.0 Lab1 Intro 영상



1.1 학습 목표

차가 주어진 트랙을 따라 운행할 수 있도록 프로그래밍하고, Controller의 조작에 따라 차