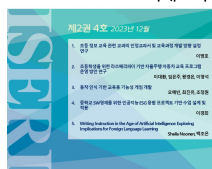


지능정보융합과
미래교육

지능정보융합과 미래교육 제2권 제4호



2951-4762(Online)

초등학생을 위한 라즈베리파이 기반 자율주행 자동차 교육 프로그램 운영 방안 연구

이대환, 임은주, 왕경은, 이영석

To cite this article : 이대환, 임은주, 왕경은, 이영석 (2023) 초등학생을 위한 라즈베리파이 기반 자율주행 자동차 교육 프로그램 운영 방안 연구, 지능정보융합과 미래교육, 2:4, 9-16

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

초등학생을 위한 라즈베리파이 기반 자율주행 자동차 교육 프로그램 운영 방안 연구

A Study on the Raspberry Pi-based Autonomous Driving Car Education Program for Elementary School Students

이대환[†] · 임은주[†] · 왕경은[†] · 이영석^{††}

Daehwan Lee[†] · Eunju Lim[†] · Kyungeun Wang[†] · Youngseok Lee^{††}

요 약

본 연구는 라즈베리파이 기반 자율주행 자동차를 활용하여 학생들이 객체 이미지 데이터를 어노테이션(Annotation)하고 컴퓨터 비전 기반의 인공지능을 개발하는 인공지능 교육을 위한 캠프 프로그램을 제안하여 인공지능에 대한 올바른 인식과 함께 인공지능에 대한 흥미와 이해도를 향상시키고자 한다. 본 교육 프로그램은 학생들이 직접 이미지 데이터를 생성하고 객체인식 모델을 활용해 자율주행 자동차에 적용해볼 수 있는 프로젝트 형태로 구성하였으며, 학생들의 수준을 고려하여 기계 학습 및 이미지 추론이 가능한 블록 코딩을 활용한다. 자율주행 자동차의 센서와 작동 원리를 개괄적으로 이해하고, 자율주행 자동차 제어에 필요한 기초적인 문법과 이미지 추론 방법을 익혀 자율주행 자동차를 주행하고자 한다.

주제어: 라즈베리파이, 자율주행 자동차, 인공지능 교육, 이미지 어노테이션, 이미지 데이터

ABSTRACT

This study proposes a camp program for artificial intelligence education, utilizing a Raspberry Pi-based autonomous driving car, to enhance students' interest and understanding of artificial intelligence along with a correct perception of AI. The program aims to involve students in annotating object image data and developing artificial intelligence based on computer vision. The educational camp program is designed in a project format, allowing students to directly generate image data and create object recognition models to be applied to autonomous vehicles. Block coding, capable of machine learning and image inference, is employed, taking into consideration the students' proficiency levels. The program covers a broad understanding of the sensors and operating principles of autonomous vehicles, and it aims to familiarize students with basic syntax and image inference methods necessary for controlling autonomous driving cars.

Keywords: Raspberry Pi, Autonomous Car, AI-Education, Image Annotation, Image Data

I. 서론

1.1 연구의 필요성

최근 인공지능(AI)이 일상생활에서 다양하게 활용되고 있다. 세계 각국은 미래 사회의 핵심 산업으로 꼽히는 인공지능의 중요성을 인식하여 미래 인재 양성을 위

해 인공지능 역량을 키우는 교육과정을 마련하고 있다.

미국에서는 2019년 국가 인공지능 연구개발 전략 보고서를 발간하며 K-12에서의 컴퓨터과학 및 인공지능 교육을 강조하고 있으며, 중국도 2017년 차세대 인공지능 발전계획에서 초·중·고등학교에 인공지능 확산 방안을 제시하였다. 일본에서는 AI 전략 2019에서 디지털 사회의 기초소양을 모든 국민이 갖추는 것을 목

[†]서울교육대학교 교육대학원 인공지능교육전공 석사과정

^{††}서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

표로 제시하였다[1].

우리나라에서도 인공지능 인재 양성을 위해 2022 교육과정에서 디지털 기초소양 함양을 교육과정 구성의 중점으로 꼽았으며, 지식 정보처리 역량을 핵심역량으로 언급하고 있다. 또한 정보교육이 강조되며 초·중·고등학교에서 정보 과목의 시수 확대가 이루어지고, SW와 AI 관련 성취기준도 새롭게 만들어졌다[2]. 일례로, 2022 개정 초등학교 교육과정에서 SW 교육 시수가 17시간에서 34시간으로 2배 확대되었으며 실과 교과목에는 ‘디지털 사회와 인공지능’이라는 내용체계가 새롭게 도입되었다.

본 연구에서는 인공지능 활용 교육 프로그램 계획 시 학생들의 인공지능(AI) 이해와 활용 능력 함양, 창의적인 문제 해결 능력 향상 및 피지컬 컴퓨팅에 대한 흥미를 높이는 데 교육 목표를 두고 우리의 삶과 맞닿아 있는 자율주행 자동차를 소재로 정하였다.

이미 일선에서 자율주행 자동차를 활용한 다양한 교육 프로그램이 연구 및 개발되고 있다. 하지만 자율주행 자동차를 활용한 교육 프로그램은 중·고등학교를 중심으로 진행되고 있으며 초등학생을 대상으로 개발되고 운영되는 프로그램은 많지 않은 실정이다[3]. 또한 초등학교에서 실시되는 자율주행 자동차 활용 교육 프로그램은 탑재된 코딩 알고리즘을 사용하거나, 초음파 센서 및 거리감지 센서를 활용하여 장애물을 탐지하는 것에 그치는 한계가 있다.

따라서 자율주행 자동차의 원리를 이해하고 인공지능 활용 능력을 기르기 위하여 초등학생들이 직접 도로 표지판, 보행자 등을 이미지 어노테이션(Image Annotation)을 실시하고, 지도학습(Supervised Learning)을 통해 인공지능의 학습 원리를 이해하도록 하여 컴퓨터 비전(Computer Vision)을 가능하게 하는 자율주행기술에 대한 수준별 교육 프로그램 개발이 필요하다.

본 교육 프로그램에서는 학습자가 활용하기 쉬운 블록 코딩 형태의 프로그램을 사용하고자 한다. 자율주행 자동차의 핵심 원리인 객체 감지 및 컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술을 적용하여 자율주행 차량을 주행하고 제어하는 방법을 교육 내용으로 선정하여 체계적인 학습을 목표로 한다. 아울러 구체적 조작을 통해 자율주행 자동차의 원리를 경험하고자 한다.

본 연구에서 라즈베리파이 기반의 자율주행 자동차를 활용한 교육 프로그램을 개발하고 운영 방안에 대해 논의하고자 한다. 본 교육 프로그램을 통해 학습자는 자율주행 자동차의 작동 원리에 대한 개괄적으로 이해

하고 이미지 데이터를 어노테이션(Annotation)하는 경험을 갖는다. 이미지 추론을 거쳐 객체를 인식하는 과정을 프로젝트 수업 형태로 진행하여 학습자의 인공지능 교육에 대한 흥미와 이해를 높이고자 한다.

II. 이론적 배경

2.1 자율주행 자동차

자율주행 자동차(Autonomous Driving Car)는 “운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차”로서 주행환경을 인식하여 자동차 스스로 운행하는 자동차를 말한다[4].

미국, 영국, 독일 등 주요 자동차 제조 선진국은 완전 자율주행 자동차 연구를 실시하고 있고, 우리나라는 2016년 2월에 “자율주행 자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정”을 마련하였으며 이 규정에 따라 점진적으로 수준이 향상되는 자율주행 자동차를 시험적으로 운행하고 있다[4,5].

미국 자동차공학회(SAE)는 레벨 0에서 레벨 5까지 자율주행 기술을 여섯 개의 단계로 구분하고 있다. 레벨 0은 돌발 상황에 순간 작동하는 ‘긴급 제동 장치’가 있다. 레벨 1은 속도나 진행 방향 중 하나를 조절하는 단계이다[4]. 레벨 2는 앞차와 일정 거리를 유지하고 차선을 벗어나지 않도록 하는 수준이며, 레벨 3은 지정된 조건에서 자율주행이 가능하지만, 특정 상황에서는 운전자가 운전해야 한다[5]. 우리가 자율주행 자동차라고 여기는 수준은 Fig.1과 같이 레벨4와 레벨5에 해당한다. 레벨4는 지정 상황 내에 운전자 없이 운전 가능한 조건부 완전자율주행이고, 레벨 5는 모든 조건에서 운전자 없이 주행이 가능한 완전 자율이 가능한 수준을 말한다[4].

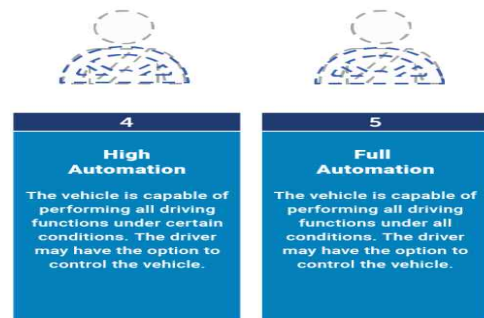


Figure 1. Level 4 and 5 of Driving Automation[4]

우리나라를 비롯한 세계의 자동차 업체와 IT업체들이 목표로 하는 자율주행 자동차의 상용화는 2020년이지만 완전한 자율주행이 가능한 자동차(레벨5)의 상용화는 2030년 이후를 바라보고 있다[4].

2.1.1 자율주행차 교육

교육용으로 사용되고 있는 자율주행차 자동차에는 라즈베리파이 기반의 자율주행 자동차(Fig 2.)와 초음파 센서, 거리 감지 센서 등을 활용하는 자율주행 자동차(Fig 3.)가 있다[6].

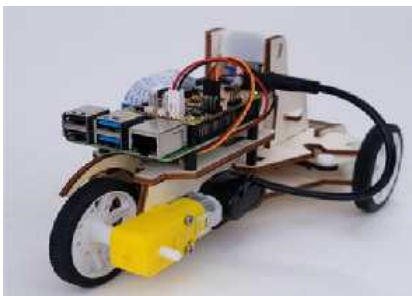


Figure 2. A Raspberry Pi and Camera-based Autonomous Driving Car



Figure 3. A Various Sensors-based Autonomous Driving Car[8]

자율주행 자동차 교육 프로그램에서 차선 인식 및 객체 감지와 같이 컴퓨터 비전 기술을 사용할 수 있고, 구체적인 조작을 통해 학생들의 흥미와 창의성을 향상해 줄 수 있는 도구가 필요하였다.

하지만 센서를 활용하는 자율주행 자동차의 경우 이미지 데이터 수집 및 가공, 그리고 이미지 어노테이션(Image Annotation)을 통한 지도 학습이 라즈베리파이 기반 자율주행 자동차에 비해 어려운 점이 많다.

따라서 다른 기기와의 결합이 쉬우며, 이미지 어노테

이션(Image Annotation)을 활용한 기계 학습이 상대적으로 센서 기반의 자율주행 자동차보다 활용하기 편리한 라즈베리파이를 활용한 자율주행차(Fig 2.)를 활용하고자 한다[5].

2.2 이미지 어노테이션(Image Annotation)

컴퓨터 비전은 기계가 인간의 눈의 기능을 대신 수행할 수 있도록 이미지를 수집하고, 알고리즘을 통해 분석하는 인공지능 기술을 말한다[9]. 컴퓨터 비전을 위해서는 확보한 영상 및 이미지 데이터를 학습할 수 있는 형태로 바꾸어야 한다[9]. 이와 같은 전처리 과정을 이미지 어노테이션(Image Annotation)이라고 한다.

이미지 어노테이션은 대부분 사람이 직접 전처리하는 과정으로 이루어지고, 전처리 과정에서 비용과 시간이 많이 든다[10]. 최근 이미지 어노테이션 과정에서 드는 비용과 시간을 줄이기 위한 자동화 기술이 도입되었지만, 그 정확성이 사람이 수동으로 전처리한 것에 비해 높지 않은 실정이다[11].

본 연구에서 활용할 이미지 어노테이션 방법은 학생들이 직접 바운딩 박스(Bounding Box)를 처리하는 것이다. 원본 이미지의 특정 부분을 바운딩 박스를 이용하여 태그(Tag) 처리한다. 실제 바운딩 박스하는 과정은 Fig. 4와 같고, 바운딩 박스의 라벨링(Labeling)을 위하여 태그 처리하여 이미지 어노테이션한 결과는 Fig. 5와 같다.



Fig 4. Image Annotation Using A Bounding Box

```
[<annotation>
  <folder>images</folder>
  <filename>stop_sign (30).jpg</filename>
  <path>C:\AI\WV_detect_dataset\Images\stop_sign (30).jpg</path>
  <source>
    <database>Unknown</database>
  </source>
  <size>
    <width>1280</width>
    <height>768</height>
    <depth>3</depth>
  </size>
  <segmented>0</segmented>
  <object>
    <name>Stop</name>
    <pose>Unspecified</pose>
    <truncated>0</truncated>
    <difficult>0</difficult>
    <bndbox>
      <xmin>505</xmin>
      <ymin>25</ymin>
      <xmax>804</xmax>
      <ymax>310</ymax>
    </bndbox>
  </object>
</annotation>
```

Fig 5. A Image Annotation Result

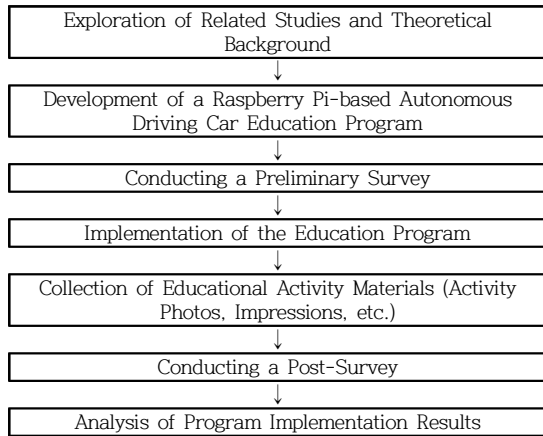
바운딩 박스를 활용한 이미지 어노테이션을 통해 이미지 속 개별 개체를 표시하거나 인식할 수 없거나 인식하기 어려운 이미지 부분을 처리할 수 있다[11].

III. 연구의 내용 및 방법

3.1 교육 프로그램 개발을 위한 연구 과정

본 연구는 학생들이 자율주행차의 작동 원리와 방법을 이해하고 자율주행차를 만들고 이를 체험하는 기회를 갖고자 하는 것이다. 본 연구의 진행 과정은 아래의 Table 1과 같다.

Table 1. Research Process for the Development of an Education Program



3.2 교육 프로그램 개발을 위한 사전 연구

초등학생을 대상으로 다양한 인공지능 교육 연구 프로그램이 개발되고 있다. 블록형 코딩 소프트웨어를 활용한 교육 프로그램 연구를 통해 블록형 코딩 활용의 유용성을 확인하였다[12]. 티처블 머신을 활용하여 단풍잎과 은행잎을 구별하는 교육 프로그램을 통해 초등학교 저학년의 인공지능(AI) 이해 능력이 향상되었음을 확인하였다[13]. 또한, 초등학생 대상의 CNN 알고리즘을 활용한 교육 프로그램을 통해 인공지능의 이미지 인식 알고리즘을 이해하는 계기가 되었다[14]. 초등학교 5학년을 대상 16차시의 머신러닝 교육 프로그램 연구는 머신러닝 교육 프로그램이 학습자의 문제 해결 능력 향상에 유의미한 결과를 보였다[15].

초·중등 학생 대상 자율주행 자동차 교육 프로그램 관련 연구 동향은 다음과 같다. 초등학교 3학년 학생을

대상으로 자율주행차 프로그래밍 캠프를 통해 학습자의 인공지능에 대한 인식과 이해도가 향상됨을 확인할 수 있었다[16]. 엔트리를 활용한 이미지 분류 모델 학습 알고리즘 기반 자율주행 자동차 교육 프로그램을 통해 중등 학생의 인공지능 이해와 인공지능 효능감이 향상되었음을 보였으며, 인공지능에 대한 높은 흥미를 확인할 수 있었다[17].

3.3 교육 프로그램 개발

본 연구에서 제안하는 라즈베리파이 기반 자율주행차 교육 프로그램의 핵심 내용은 이미지를 인식 및 추론 원리를 학습하고 자율주행차를 작동 및 제어하는 데 있다. 따라서 이미지 분류와 이미지 추론에 필요한 개념과 문법, 자율주행차를 작동하는 데 필요한 블록을 익히는데 주안점을 두어 프로그램을 개발하였다. 또한, 학생들이 활용할 도로표지판은 좌회전, 우회전, 횡단보도, 정지신호이며 이에 대한 원본 이미지 데이터는 학습의 효율성과 편의성을 위해 각각 30개로 한정했다.

Table 2. Raspberry Pi-based Autonomous Driving Car Education Program for Elementary School Students

Unit	Activities
1	Sharing thoughts about artificial intelligence in daily life Discussing Self Driving Cars
2	Understanding loops and conditional statements
3	Understanding variables and lists
4	Operating a self-driving car Controlling camera, DC motors, and servo motors
5	Capturing photos of various traffic signs
6	Data annotation using bounding boxes
7	Image training with Tensorflow Understanding epoch, step, and batch concepts
8	Driving self-driving car on the track

3.4 연구 대상

본 프로그램 적용은 서울교육대학교에서 진행하는 「디지털 새싹」을 신청한 서울 경기 지역의 초등학교 3-6학년 학생 41명을 대상으로 2개 반으로 나누어 진행하였다. 학생들의 성별 및 학년 비는 아래의 Table 3과 Table 4와 같다.

Table 3. Class 1 Student Ratio

Gender	Grade				Total
	3 rd grade	4 th grade	5 th grade	6 th grade	
Male		4	7	3	14
Female	1		1		2
Total	1	4	8	3	16

Table 4. Class 2 Student Ratio

Gender	Grade				Total
	3 rd grade	4 th grade	5 th grade	6 th grade	
Male	1	8	1	10	20
Female		4		1	5
Total	1	12	1	11	25

3.5 연구 도구

교육 프로그램을 실행하기에 앞서서 인공지능(AI) 인식, 인공지능(AI) 기초 이해, 인공지능(AI) 실행 및 개발 능력을 측정하기 위한 다양한 설문 도구를 분석하여 활용하였다[15-17].

교육의 효과성을 분석하기 위한 설문 도구는 Table 5에서 확인할 수 있듯이 인공지능에 대한 인식 3문항, 인공지능 기초 이해 4문항, 인공지능 실행 및 개발 능력 4문항, 인공지능의 사회적 영향 및 시민의식 3문항으로 구성하였으며 모두 5점 리커트 척도로 측정하고자 하였다.

Table 5. Survey Questions for Raspberry Pi-based Autonomous Driving Car Education

Category	Survey questions
AI Recognition	I am interested in AI.
	I believe that AI will bring significant changes to human society.
	I want to learn about AI.
Basic Understanding of AI	I can explain what AI is.
	I can describe examples of AI technology used in everyday life.
	I can explain the meaning and importance of data in AI.
	I can explain the principles of how AI classifies images.
AI Application and Development Skills	I can use AI to obtain the desired results.
	I can choose appropriate AI tools for problem-solving.
	I can evaluate the accuracy of AI models in educational AI tools.
	I can critically evaluate the content and sources of data.

Category	Survey questions
Social Impact of AI and Citizenship	I can discuss the impact of AI on future jobs.
	I can identify and explain the positive and negative impacts of AI on society.
	I can propose ways to ethically utilize AI in society.

추가로 Table 6과 같이 5점 리커트 척도로 된 수업 만족도 설문 2문항과 자유 서술 1문항을 포함하고 있다.

Table 6. Satisfaction Questions for Raspberry Pi-based Autonomous Driving Car Education

No	Survey questions
1	This program was helpful in understanding AI.
2	This program is interesting.
3	Let's write down our thoughts and feelings about this program(opened question)

본 설문지의 신뢰도를 계산한 결과 내적 일관성 계수를 나타내는 Cronbach의 알파값은 .953으로 유의미한 결과가 나타났다.

IV. 연구의 적용 및 결과 분석

4.1 교육 프로그램 적용

8차시의 자율주행차 교육 프로그램을 진행하는 동안 학생들의 코딩 결과물, 교사의 발문, 학생들의 응답을 중심으로 분석하였다.

4.1.1 기본 문법 익히기

1-4차시는 기본적인 블록코딩 방법을 익히고 자율주행차를 간단하게 조작하는 코딩을 해보는 차시이다.

본 수업을 진행하기 전에 실시한 사전 설문지와 학생과의 문답을 통해 엔트리 등 블록 코딩 프로그램에 익숙한 학생이 다수 보였다. 블록 코딩 프로그램인 하이브레디(Hi-Bready) 에디터를 활용하여 기본문법을 익히고 코딩에 어려움을 보이는 학생은 동료교수 방법을 활용하여 서로 알려주도록 하였다.

변수 개념을 활용하여 자율주행차의 속도와 핸들 각도를 조작하는 활동을 통해 자율주행차의 DC 모터와 서보모터를 학생 스스로 편리하게 제어하도록 하였다.

4.1.2 이미지 어노테이션 이해하기

5-6차시에서 학생들은 주어진 도로표지판을 다양한

배경, 각도, 거리에서 촬영하고 기계 학습이 가능하도록 이미지 어노테이션을 실시하고자 한다.

먼저, 학생들이 직접 4종의 도로표지판(우회전, 좌회전, 정지 표시)을 촬영하도록 하였다. 도로표지판을 다양한 배경을 바탕으로, 먼 거리와 가까운 거리를 섞으며 다양한 밝기와 각도에서 도로표지판 각각 30장씩 촬영하도록 지도하였다.

데이터 라벨링 초기에는 학생들이 관심을 두고 바운딩 박스로 꼼꼼히 작업하는 모습을 보였으나, 이미지 파일의 양이 많아 귀찮아하거나 힘들어하는 반응을 보였다. 또한 라벨링(Labelling)을 할 때, 영어를 사용해야 함에 따른 어려움도 보였다.

4.1.3 기계 학습 및 자율주행 자동차 주행

7차시에서 학생들의 결과물을 바탕으로 이미지를 학습시키고 학습 데이터로 자율주행 자동차를 작동시키고자 하였다.

이미지 데이터 학습을 위해 필요한 에포크(epoch), 스텝(step), 배치(batch)에 대한 개념을 익힌 뒤, 텐서플로(tensorflow) 알고리즘을 활용하여 자신이 어노테이션한 결과물을 학습시켰다.

그 후, 학습된 결과물을 바탕으로 도로표지판 이미지 추론 활동을 실시하였다. 4종의 도로표지판을 추론하는 활동을 통해, 학생 본인이 학습시킨 데이터의 문제점을 찾고 도로표지판의 이미지 데이터를 새롭게 얻어 다시 학습시키는 환류 과정을 실시하였다.

4.1.4 자율주행 자동차 주행

8차시에서는 학생들의 이미지 추론 데이터를 바탕으로 학생들이 자율주행 자동차를 트랙 위에서 주행하고자 하였다.

트랙 위에는 학생들이 각자 원하는 곳에 4종의 도로표지판을 두고 자율주행차 주행을 시작하는 지점과 끝나는 지점을 달리하여 진행하였다. 아울러 학생들의 이미지 추론 데이터를 바탕으로 한 자율주행차와 정돈된 데이터를 바탕으로 한 자율주행차의 주행 속도, 도로표지판 인식 여부 등을 비교하였다.

학생들은 본인이 학습시킨 자율주행차 작동 모습에 만족하는 반응을 보였으며, 도로표지판 인식률을 높이기 위해 노력하는 학생을 관찰할 수 있었다.

4.2. 교육 프로그램 적용 결과 분석

4.2.1. 교육 프로그램 효과 분석

8차시의 교육 프로그램 실시 후 2개 반의 설문 결과는 Table 7과 Table 8과 같다.

Table 7. Class 1 Survey Results

Category	Result
AI Recognition	4.71
Basic Understanding of AI	4.38
AI Application and Development Skills	4.27
Social Impact of AI and Citizenship	4.52

Table 8. Class 2 Survey Results

Category	Result
AI Recognition	4.59
Basic Understanding of AI	4.35
AI Application and Development Skills	4.25
Social Impact of AI and Citizenship	4.39

2개 반 모두 인공지능 인식, 이해, 실행 및 개발 능력, 사회적 영향 영역에서 교육에 참여한 학생들은 높은 자기 평가 점수를 부여하였다. 2개 반 모두 AI 인식 영역이 다른 영역에 비해 점수가 높은 것을 확인할 수 있었으며 AI 인식, AI의 사회적 영향, AI 기초 이해, AI 실행 순으로 점수가 높다는 것을 알 수 있었다.

4.2.2. 교육 프로그램 만족도 분석

교육 프로그램 종료시 학생들의 만족도 조사 결과는 Table 9와 Fig. 6과 같다.

Table 9. Satisfaction Survey Result(1)

Item	Very Good	Good	Normal	Poor	Very Poor	Mean Value
Helpfulness	27 (65.8%)	12 (29.2%)	2 (5.0%)	0	0	4.60
Interesting	35 (85.3%)	6 (14.7%)	0	0	0	4.85

AI 이해에 도움이 되었다는 질문에 39명(95.0%)의 학생이 긍정적인 응답을 하였다. 본 프로그램의 흥미를 묻는 질문에 전원 흥미로웠다는 반응을 보였다.

학생들의 자유 서술 설문을 분석한 결과는 Fig 10과 같다. 프로그램에 대해 “재미있다.”, “놀랐다”와 “직접”이라는 반응이 다수 등장하였다. 반면 “힘들었다.”, “어려웠다”라는 반응도 있었다.



Figure 6. Satisfaction Survey Result(2)

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 라즈베리파이 기반 자율주행차 교육 프로그램을 통해 학생들은 인공지능을 이해하고 다양한 교육적 효과를 제공할 것으로 기대된다.

첫째, 자율주행차의 구성 요소인 라즈베리파이, 카메라, DC 모터, 서보모터 등을 직접 다루고 조작해 보는 경험을 통해 실제 기기를 활용하는 즐거움과 학습의 몰입감을 느낄 수 있었다. 이를 통해 인공지능에 대한 학생들의 높은 관심을 확인할 수 있었다.

둘째, 도로표지판 이미지 데이터를 수집하고 어노테이션 및 라벨링하는 작업을 통해 기계학습을 위한 학습 데이터를 직접 생성하는 방법과 수집한 이미지를 가공하는 방법을 학습할 수 있었다.

셋째, 수집한 이미지 데이터를 학습하고 추론하는 단계에서 학생들이 인공지능의 학습 모델의 신뢰성을 높이는 방법에 대해 고찰할 수 있었다.

넷째, 본 프로그램에서 적용한 다양한 인공지능(AI) 기반 활동은 인공지능(AI) 관련 분야뿐만 아니라 자율주행 자동차 및 데이터 분석가 등의 진로 선택에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대할 수 있다.

이 연구의 결과에 기반하여 다음과 같이 제언할 수 있다. 첫째, 8차시로 계획된 본 연구는 이미지 추론 및 자율주행에 대한 시간적 한계로 인해 자율주행 자동차의 각종 원리를 심도 있게 다루지 못하고 있다. 따라서, 후속 연구를 통해 본 연구에서 활용된 텐서플로(tensorflow) 알고리즘의 의미와 OpenCV 라이브러리를 활용한 차선인식 원리 등을 다룬다면 학생들의 자율주행 자동차의 작동 방법에 대한 깊이 있는 이해에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, 초등학교를 대상으로 실시한 본 연구는 초등학생의 인지적 발달 수준 및 언어의 한계를 담고 있

다. 따라서 중·고등학생 대상의 후속 연구가 진행되어 자율주행 자동차를 활용한 교육 프로그램의 교육적 효과에 대한 확장성을 검증할 필요가 있다.

셋째, 본 프로그램은 서울·경기의 한정된 지역에서 코딩에 관심이 많은 학생을 대상으로 실시하였다. 따라서 연구 결과의 보편성을 확보하기 위해서는 다양한 표본 집단을 확보하고, 집단 간 비교를 실시할 필요가 있다. 또한, 연구 내용을 세분화하여 프로그램 차시별로 학습자에게 미치는 영향을 세분화하여 분석한다면, 본 프로그램의 의미를 분명히 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Kim, S., Kim S., Lee M., & Kim M. (2020). Review on artificial intelligence education for K-12 students and teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23(4), 1-11.
- [2] Ministry of Education. (2022). *General principles of elementary and middle school curriculum*.
- [3] Lee W., & So W. (2023). Self-driving car education tools used for artificial intelligence education. *Journal of The Korean Association of Computer Education*, Vol. 27, No. 1, pp. 129-131.
- [4] Kim, Y., & Nam, Y. (2023). Case Studies of Metaverse Applications for Experiential Attributes in the Future Mobility Industry: Focusing on Autonomous Vehicles, Levels 3-5. *Journal of Korea Multimedia Society*, 26(2), 341-358. DOI: 10.9717/kmms.2023.26.2.341
- [5] Taeihagh, A., & Lim, H. (2019). Governing Autonomous Vehicles: Emerging Responses for Safety, Liability, Privacy, Cybersecurity, and Industry Risks. *Transport Reviews*, 39(1), 103-128.
- [6] Yoo, H. (2015). Developing an IT course utilizing Raspberry Pi. *Journal of Korean Institute For Practical Engineering Education*, 7(2), 89-95.
- [7] Ministry of Education, Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity. (2021). *Artificial intelligence classes in schools*.
- [8] Neopia. (2023). *NeoThink-Car Image*. *NeoThink-Car*. Retrieved from <https://neobot.co.kr/product>
- [9] Chen, Y., Zeng, X., Chen, X., & Guo, W. (2020). A survey on automatic image annotation. *Applied Intelligence*, 50(10), 3412-3428. <https://doi->

[i.org/10.1007/s10489-020-01696-2](https://doi.org/10.1007/s10489-020-01696-2)

- [10] Voulodimos, A., Doulamis, N., Doulamis, A., & Protopapadakis, E. (2018). Deep learning for computer vision: A brief review. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1(13). DOI: 10.1155/2018/7068349
- [11] Hanbury, A. (2008). A survey of methods for image annotation. *Journal of Visual Languages Computing*, 19(5), 617-627. DOI: 10.1016/j.jvlc.2008.01.002
- [12] Han, K., & Ahn, H. (2021). A case study of artificial intelligence convergence education using Entry in elementary school. *Journal of Creative Information Culture (JCIC)*, 7(4), 197-206.
- [13] Ma, D., & Jeong, L. (2022). Development and application of AI education program for image recognition for low grade elementary school students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 26(1), 1-10.
- [14] Hwang, Y., & Park, N. (2022). Development of CNN core principles modular education program for elementary school students. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 6(12), 2344-2353
- [15] Kim, D., Chae, D., & Park, S. (2023). Development and application of PBL-based machine learning education program to improve elementary school students' problem solving skills. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(6), 639-661.
- [16] Lee, Y., & Cho, J. (2023). A case study on operating an artificial intelligence camp for elementary students. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(1), 23-29.
- [17] Ryu, H., Lee, J., & Cho, J. (2021). Development and application of artificial intelligence education program for secondary school students using self-driving cars. *Journal of Digital Convergence*, 19(7), 227-236.

이 대 환



2016년 서울교육대학교
미술교육학과(학사)
2022년~현재 서울교육대학교 대학원
인공지능교육 석사과정

2023년 ~ 현재 서울학동초등학교 교사
관심분야: 인공지능교육, 피지컬 컴퓨팅
E-Mail: clp300@sen.go.kr

임 은 주



2015년 경인교육대학교
컴퓨터교육학과(학사)
2022년~현재 서울교육대학교 대학원
인공지능교육 석사과정

2023년 ~ 현재 웃터골초등학교 교사
관심분야: 인공지능교육
E-Mail: usturgol63@gmail.com

왕 경 은



2008년 서울교육대학교
컴퓨터교육학과(교육학사)
2022년~현재 서울교육대학교 대학원
인공지능교육 석사과정

2023~ 현재 서울신가초등학교 교사
관심분야: 피지컬 컴퓨팅, 메이커 교육, 유니티
E-Mail: auzzie347@gmail.com

이 영 석



1998년 2월 : 서울교육대학교 초등교육과
(교육학사)
2001년 2월 : 서울교육대학교
컴퓨터교육과 (교육학석사)
2009년 8월 : 한양대학교
전자통신전파공학과 (공학박사)
2016년 3월 ~ 2022년 2월 : 강남대학교
KNU참인재대학 교수

2022년 3월 ~ 현재 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 정보(SW)교육, 지능형 웹 정보 시스템, 컴퓨터 비전
E-Mail : yslee38@snu.ac.kr