



교과 연계 융합 탐구 프로젝트

Learning Through Coding 자율주행자동차 프로젝트



서귀포여자고등학교

Seogwipo Girls's High School



동영상 홍보 자료(클릭)



Learning Through Coding

자율주행자동차 프로젝트



서귀포여자고등학교
Seogwipo Girls's High School

서귀포여고 자율주행자동차 프로젝트 요약

● 최근 제4차 산업혁명의 물결이 학교 현장을 변화시키고 있습니다. 인공지능과 코딩 교육이 정규 교육과정에 반영 되어 가고 있는 것입니다. 서귀포여자고등학교는 한 발 앞서, 자율주행자동차의 인공지능을 개발하는 코딩 프로젝트를 실천하였습니다.

● 자주차? 무슨 뜻일까요? 네, 맞습니다. 자율주행자동차를 줄인 말입니다. 서귀포여자고등학교 학생들에게 주어진 프로젝트 과제는 자주차의 인공지능을 개발하는 것입니다. 코딩할 줄을 모르는데 어떻게 알고리즘을 개발하느냐구요?

코딩을 통한 학습(LTC, Learning Through Coding)

- 코딩을 통한 학습은 코딩 언어를 공부하는 것이 아니라, 코딩을 교과 교육을 위해 이용만 하는 방식입니다.
- 우리는 프로그래머가 되기 위해 공부하는 것이 아닙니다. 수학, 과학 시간에 배운 지식을 토대로 자주차를 개발하기 위해 코딩을 이용할 뿐입니다.



코딩을 통한 수학 학습(Learning Math Through Coding)

- 학생들은 자주차 개발에 필요한 수학적 개념을 체계적으로 공부하였습니다. 자주차에 장착된 카메라를 통해 수집된 데이터에서 차선을 추출하는 알고리즘을 적용하는 데 수학이 필요하기 때문입니다.

코딩을 통한 과학 학습(Learning Science Through Coding)

- 자주차의 운동을 체계적으로 통제하기 위해서는 물리 시간에 배운 지식도 필요합니다. 학생들은 자주차의 인공지능을 개발하면서 물리학에서 다루는 다양한 지식을 활용하였습니다.
- 자주차의 인공지능은 파이썬을 활용하여 코딩되었습니다. 학생들은 파이썬을 체계적으로 공부한 것이 아니라, 필요한 기능만을 일부 활용하였을 뿐입니다.
- 우리는 코딩 언어를 공부하는 것이 아니라, 코딩을 활용하여 자율주행자동차의 인공지능을 개발하였습니다. 코딩을 통한 학습을 실천한 것입니다. 교사와 학생들이 함께 치열하게 고민하고 논쟁하며 탐구한 결과입니다.



1

SEOGWIPO GIRLS HIGH SCHOOL

교육 원리



Learning Through Coding

코딩을 통한 학습

06

교과 기반
프로젝트

08

학생과 교사가 함께
성장하는 작품화 활동

10

코딩을 통한 학습(Learning Through Coding)

① 코딩 교육의 세 가지 유형

❖ 자주차? 무슨 뜻일까요? 네, 맞습니다. 자율주행자동차를 줄인 말입니다. 학생들이 해결할 과제는 자주차의 인공지능을 개발하는 것입니다. 코딩할 줄을 모르는데 어떻게 알고리즘을 개발하느냐구요?

❖ 코딩은 C언어, 자바, 파이썬과 같은 컴퓨터 언어로 프로그램을 만드는 것입니다. 2018년도부터 정규교육과정에 코딩 교육이 포함되었습니다. 하지만 코딩과 코딩 교육은 다릅니다. 코딩 교육의 세 가지 유형을 살펴보겠습니다.

코딩 교육의 세 가지 유형	
성격	교과
1 코딩의 학습 (Learning Coding)	공과대학 프로그래밍 수업
2 코딩에 대한 학습 (Learning about Coding)	실과 / 컴퓨터(정보) 교육
3 코딩을 통한 학습 (Learning through Coding) - Learning Science Through Coding - Learning Math Through Coding - Learning History Through Coding	교과 교육을 위한 코딩의 활용 프로젝트를 위한 코딩의 활용

❖ 코딩 교육의 첫 번째 유형은 프로그래머가 되기 위해 코딩하는 법을 배우는 것입니다. 공과대학에서 배우는 C언어, 파이썬과 같은 프로그래밍 수업이 대표적입니다.

⊛ 코딩 교육의 두 번째 유형은, 코딩에 대한 학습, 즉 코딩이란 무엇인가에 대해 배우는 것입니다. 초등학생용 블록형 코딩 언어인 스크래치(Scratch)를 활용하는 활동이 대표적입니다.

⊛ 코딩 교육의 세 번째 유형은 코딩을 통한 학습, 즉, 코딩을 자체를 공부하는 것이 아니라 단지 이용만 하는 방식입니다. 교과 교육이나 프로젝트를 위해 코딩을 활용하는 것이 이에 해당합니다.

②.... 코딩을 통한 학습(LTC, Learning Through Coding)

⊛ 코딩 교육의 세 가지 유형 중에서 자주차의 인공지능을 개발하는 프로젝트는 어느 유형에 해당할까요? 네, 맞습니다. 세 번째 유형인 코딩을 통한 학습인 LTC, 즉 Learning through Coding에 해당됩니다. 우리는 프로그래머가 되기 위해 공부하는 것도 코딩에 대해 공부하는 것도 아닙니다. 수학, 과학 시간에 배운 지식을 토대로 자주차를 개발하기 위해 코딩을 이용할 뿐입니다.

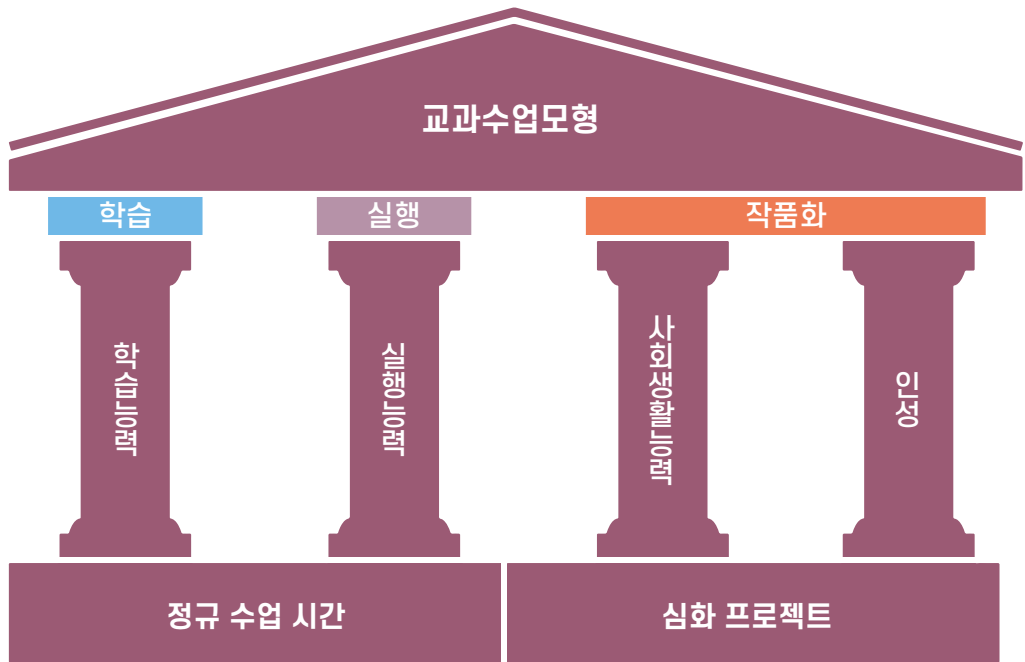
⊛ 자주차 프로젝트는 스크래치나 파이선과 같은 프로그래밍 언어를 배우고 적용하는 것이 목적이 아닙니다. 우리는 예비 프로그래머를 키우는 교육보다는, 무엇을 만들기 위한 코딩 교육이 되어야 한다고 생각합니다. 따라서, 코딩은 모든 교과에서 가르칠 수 있어야 합니다.

⊛ 자주차 프로젝트는 단순한 장남감 키트 조립이 아니라, 수학이나 과학 지식을 활용하여 자주차의 인공지능을 개발하는 것입니다.

교과 기반 프로젝트

①... 코딩 교육의 세 가지 유형

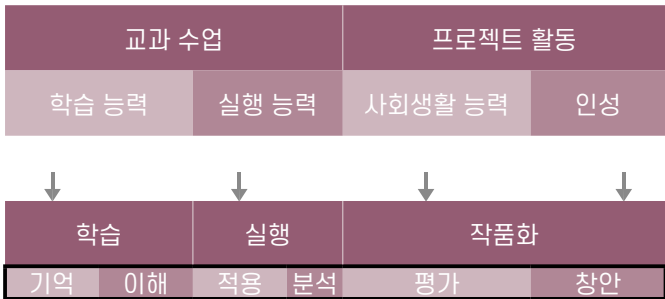
④ UNESCO는 21세기에 요구되는 학습 비전으로 학습능력(learning to know), 실행 능력(learning to do), 사회생활 능력(learning to live together), 인성(learning to be)의 함양을 제시하였습니다. 서귀포여자중학교는 21세기 학습 비전인 네 개의 기둥이 교과 수업을 떠받치는 구조로 비유하여, 정규 수업 시간과 이를 응용한 교과 심화 프로젝트를 실천하였습니다.



● 21세기 교육을 떠받치는 네 개의 기둥 ●

④ 학습과 실행은 정규 교과 수업에서, 작품화 단계에 해당하는 사회생활 능력과 인성은 심화 프로젝트를 통해 함양할 수 있도록 설계하였습니다. 학습, 실행, 작품화 단계는 선생님들에게 익숙한 블룸의 교육목표에 맞게 연결 지었습니다.

교과 기반 프로젝트의 원리

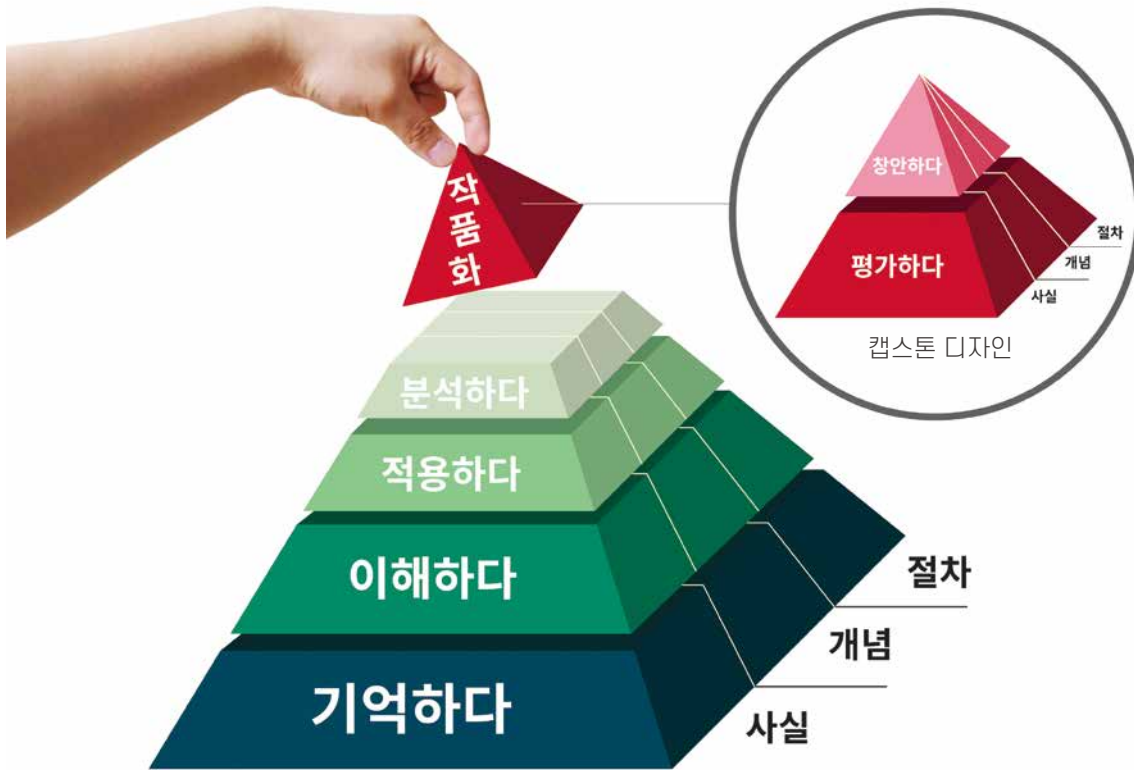


블룸의 교육 목표

● 출처 : 김평원(2018), 교과 수업과 주제 선택 활동을 연계한 중학교 자유학기의 수업 모형 연구, 교육문화연구 24(1), 269-288.

②... 교과에서 배운 지식을 활용한 작품화 단계

⊗작품화 단계는 최상위 **캡스톤 디자인** 단계로서 <블룸의 교육목표(2001)>에 맞게 ‘평가하다’와 ‘창안하다’ 단계와 연계하였습니다. 이는 기존 블룸의 교육목표 ‘종합’과 ‘평가’에 해당하는입니다.



● 블룸의 교육 목표 위계(2001)와 통진고등학교의 작품화 단계 ●

⊗작품화 단계는 교과 수업 중 프로젝트(1단계~3단계)가 아니라 실제 프로젝트(4단계)를 수행하는 방법입니다.

● 교실 프로젝트와 교과 기반 프로젝트 ●

수준	방법	설명	성격
1단계	수행평가	간단한 보고서를 제출하는 차원	교실 프로젝트 (수업)
2단계	프로젝트법	학생 스스로 과제를 발견하여 해결하는 차원	
3단계	프로젝트 기반 학습	프로젝트에 맞게 교수 학습을 구성하는 차원	
4단계	프로젝트 수행법	교과를 활용하여 실제 프로젝트를 수행하는 차원	교과 기반 프로젝트

학생과 교사가 함께 성장하는 작품화 활동

①...작품화 활동을 통해 성장하는 학생의 역량

⊗ 미래 사회를 대비한 개정 교육과정에 강조하고 있는 학생의 역량은 학생과 교사가 모두 인지하고 있는 '**객관적 역량**'과 학생은 모르지만 교사가 파악하고 있는 '**잠재적 역량**', 교사는 모르지만 학생이 자각하고 있는 '**은폐된 역량**'으로 구분할 수 있습니다.

⊗ 정규 학교 수업만으로 교사가 학생의 역량을 충분히 파악하기에는 한계가 있습니다.

	학생이 아는 사실	학생이 모르는 사실
교사가 아는 사실	객관적 사실	잠재력
교사가 모르는 사실	은폐된 사실	미지의 사실

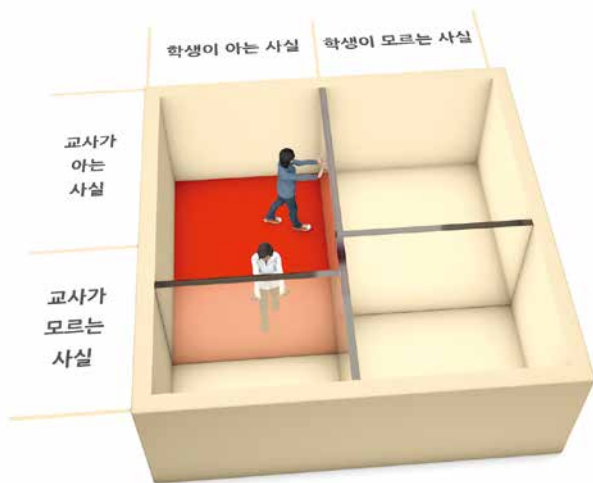
● 학생의 역량 프레임 ●

②...학생과 교사가 함께 성장하는 교과 기반 프로젝트 활동

⊗ 학생과 교사가 모두 모르는 '**미지의 사실**'을 제외하고, 학생이 모르는 **잠재력**과 교사가 모르는 **은폐된 사실**은 교과 기반 프로젝트 활동을 통해 충분히 객관적인 역량으로 드러낼 수 있습니다.

⊗ 교과 수업을 확장한 프로젝트 활동을 통해 학생이 스스로 모르고 있었던 '**자신의 영역(잠재력)**'을 교사와 학생 모두가 인지하고 있는 '**객관적 사실의 영역**'으로 확장시킬 수 있습니다.

⊗ 학생들은 교사가 모르고 있었던 영역(은폐된 사실)을 객관적 사실의 영역으로 확장시킬 수 있도록 학교 교육 활동에 적극적으로 참여하면서 교사와 적극적으로 상호작용합니다.

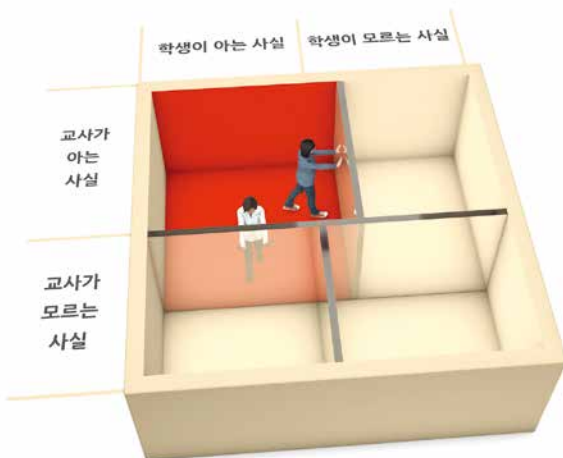


● 학생의 노력에 의한 학생 역량 프레임의 변화 ●

	학생이 아는 사실	학생이 모르는 사실
교사가 아는 사실	객관적 사실 ↓ ↓ ↓	잠재력
교사가 모르는 사실	은폐된 사실	미지의 사실

⊕ 교사는 정규 수업 시간은 물론 프로젝트 활동을 통해 학생의 성장을 관찰하면서 파악해야 합니다.

11



● 교사의 노력에 의한 학생 역량 프레임의 변화 ●

	학생이 아는 사실	학생이 모르는 사실
교사가 아는 사실	객관적 사실 → → →	잠재력
교사가 모르는 사실	은폐된 사실	미지의 사실

⊕ 이처럼 프로젝트 활동은 교사가 모르고 있었던 영역(은폐된 영역)과 학생이 모르고 있었던 영역(잠재력)을 객관적 사실의 영역으로 확장시키는 과정으로, 생기부에는 프로젝트 활동을 통해 확장된 객관적 사실이 기록됩니다.

2

SEOGWIPO GIRLS HIGH SCHOOL

교육 성과



프로젝트 성과 안내

자주차 프로젝트 14

코딩을 통한
수학 학습 16

코딩을 통한
과학 학습 18

교과 교육과 소프트웨어
교육의 융합 20

개인별 탐구 22

팀별 탐구 24

교내 자율주행자동차
대회 26

자주차 프로젝트

① 모형 자율주행자동차

- 자율주행 자동차(autonomous vehicle, autonomous car, autodriving car, self-driving car, driverless car, robotic car)란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말합니다. 사용자가 목적지를 지정해 주면, 자율주행 자동차는 주변의 사물과 도로 환경 및 상황 등을 파악하고, 어디로, 어떻게 가야 할지를 스스로 판단합니다.
- 자주차는 실제 **자율주행자동차를 교육용으로 개발한 키트**입니다. 자주차 구조의 특징은 다음과 같습니다.
 - 카메라 센서
 - 라이다 센서
 - 서보 모터(앞바퀴)
 - 기어드 DC모터(뒤바퀴)
 - 프로세서(컴퓨터의 하드웨어 역할, 와이파이 기능 포함)
 - 기타(보드, 전원장치)



② 코딩을 활용한 자주차 프로젝트

- 자주차 프로젝트는 '파이썬'이라는 프로그래밍 언어를 활용하여 진행됩니다. 이러한 과정에서 자주차 프로젝트는 코딩을 배우는 것, 혹은 파이썬을 배우는 것이라고 단순히 생각할 수 있습니다.

“우리는 코딩을 공부하는 것이 아니라, 수학, 과학 시간에 배운 지식을 토대로
자율주행 자동차를 개발하기 위해 코딩을 활용할 뿐이다.”



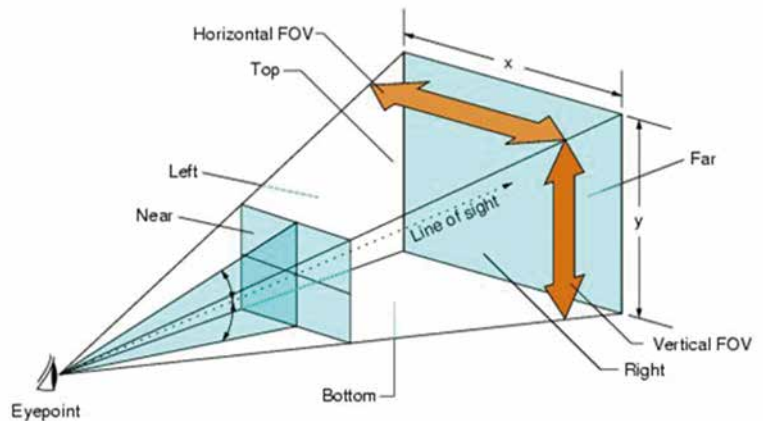
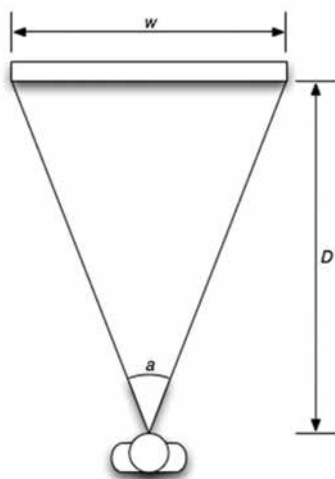
- 우리가 자주차 프로젝트를 통해 추구하는 코딩 교육은 스크래치나 파이썬과 같은 프로그래밍 언어를 배우는 것이 아닙니다. 코딩 교육은 컴퓨터 교육만이 전부가 아니기 때문입니다.
- 우리는 무엇인가를 만들기 위해 코딩을 배우는 것입니다. 이러한 측면에서 코딩은 모든 교과에서 가르칠 수 있는 것입니다. 따라서 우리는 프로젝트를 진행하면서 이를 위한 코딩을 활용할 것이며, 이러한 과정에서 수학, 과학 교과의 지식이 같이 활용되는 창의적이고 융합적인 활동 과정을 경험하게 될 것입니다.

코딩을 통한 수학 학습(Learning Math Through Coding)

- 자주차 프로젝트에서 수학적 개념 학습이 중요합니다. 카메라를 통해 수집된 데이터에서 차선을 추출하는 알고리즘을 짜는 데 수학이 필요하기 때문입니다.

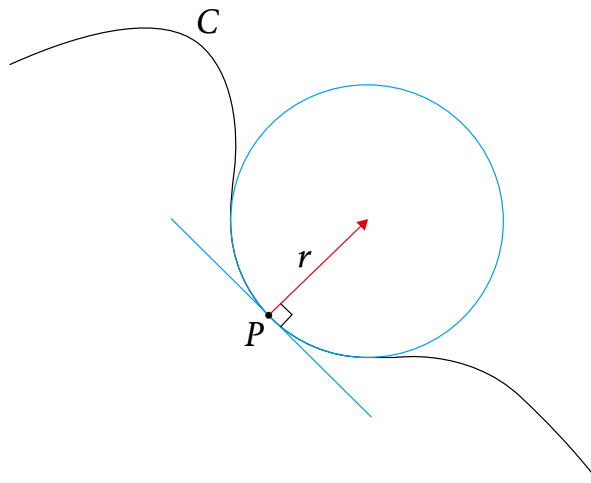
① 시야각

- 시야각(viewing angle)은 주로 디스플레이 장치에서 사용되는 용어로, 화면 정면에서의 광학특성에 비하여 휘도나 색도 감마 등이 특정 기준을 만족하는 좌우 또는 상하 방향의 최대 각도를 의미합니다.
- 시야각은 카메라 렌즈 같은 광학 장비에서도 중요한데, 만약 시야각이 좁은 렌즈를 쓰면 그 만큼 한 번에 더 좁은 범위 밖에 못 보지만, 대신 더 멀리까지 볼 수 있습니다. 즉 바꿔 말하면 망원렌즈는 시야각이 좁습니다. 반대로 시야각이 넓은 렌즈는 가까이 있는 물체도 더 멀리 있는 것처럼 느껴지며, 특히 시야각이 매우 넓은 어안렌즈쯤 되면 왜곡 현상이 생기기도 합니다.
- 사람 눈의 기본적인 시야각은 자신의 정면 방향에서 왼쪽 눈의 법선을 기준으로 코 방향 60도, 바깥 방향 90도, 위 방향 60도, 아래 방향 60도이고, 양안을 합친 시야각은 각각 수평 180도, 수직 120도가 됩니다.



② 곡률

- 도로는 항상 직선 모양만 있는 것이 아닙니다. 좌회전과 우회전을 위하여 도로가 휘어져있는 경우가 있는데 어떤 도로는 많이 휘어진 반면, 어떤 도로는 조금만 휘어져 있기도 합니다. 이 휘어짐의 정도를 어떻게 수학적으로 표현할 수 있을까요?



- 곡선의 휘어짐의 정도를 표현하는 방법은 여러 가지가 있는데 그 중에 ‘곡률’을 가장 많이 사용합니다. 곡률(curvature)이란 선 또는 공간의 굽은 정도를 표현하는 수치로 곡선의 경우 곡률이 클수록 곡선은 더 굽어 있습니다. 곡률은 일단 기본적으로 원의 반지름으로 표현하는데 원의 곡률은 반지름의 역수로 정의합니다.

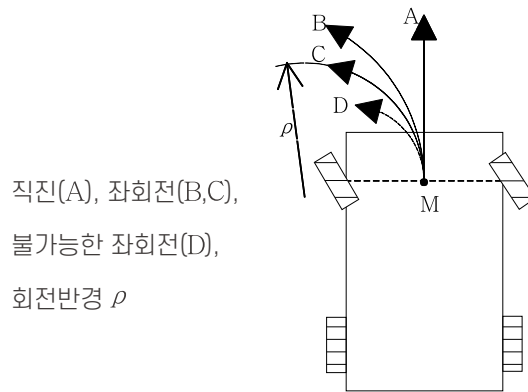


코딩을 통한 과학 학습(Learning Science Through Coding)

- 자주차의 운동을 체계적으로 통제하기 위해서는 물리 시간에 배운 지식도 필요합니다. 학생들은 자주차의 인공지능을 개발하면서 물리학에서 다루는 다양한 지식을 적용하였습니다.

① 앞바퀴 운동과 주행방향 탐구

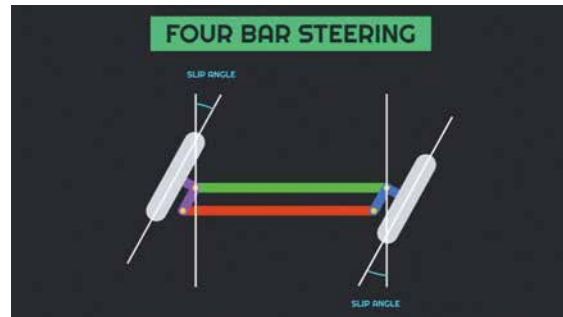
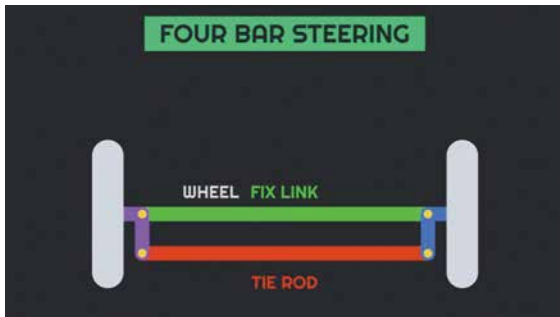
- 일반 승용차의 주행 방향은 운전대의 조작에 따라 바뀌는 앞바퀴의 조향각에 의해 결정됩니다. 운전대를 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전하면 그 각에 비례하여 앞바퀴의 조향각이 바뀌어 자동차가 회전하며 전진합니다. 운전대를 회전하여 그 상태를 유지한 채 자동차를 움직이면, 그 이동 경로는 원의 일부가 되며, 이 원은 중심(회전 중심)의 위치와 반지름(회전 반경) ρ 로 기술됩니다.



- 앞바퀴 조향장치의 설계구조에 따라 회전 반경의 최소값이 결정됩니다. 최소 회전 반경보다 더 작은 반지름의 원을 따라 회전하는 것은 불가능합니다. 자동차의 위치는 두 앞바퀴 사이의 중앙에 해당하는 점 M의 위치로 표시하고, 자동차의 경로도 점 M의 경로로 표시합니다. 자동차가 회전하며 전진할 때는 자동차의 위치뿐 아니라 자동차의 방향도 변하게 됩니다. 시작 위치와 시작 방향, 최종 위치와 최종 방향이 주어졌을 때, 자동차가 따라가는 길을 자동차의 운전경로라고 합니다.

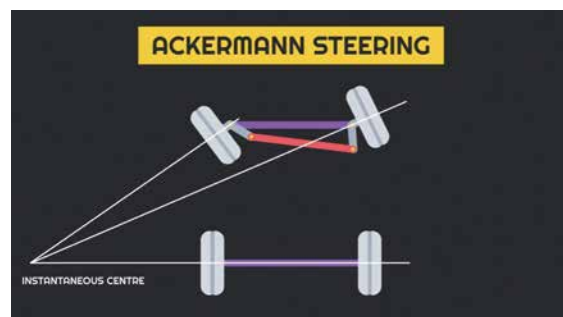
② 조향 장치와 마찰력 탐구

- 자동차의 앞바퀴 조향 장치는 “Four Bar Steering” 방식입니다.



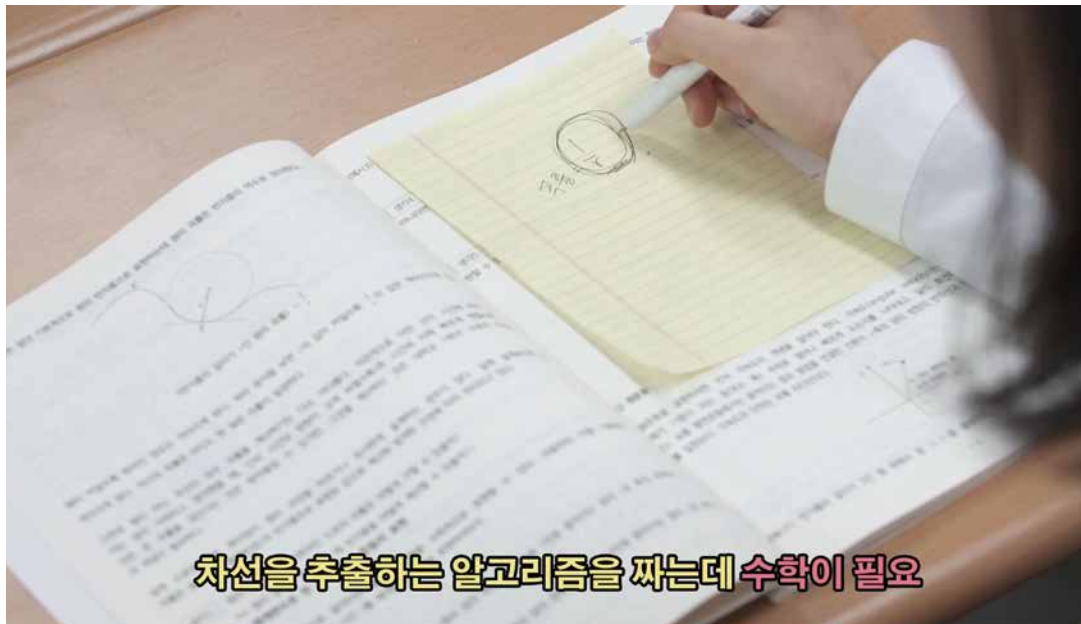
- 이 방식은 앞바퀴의 축과 조향장치의 막대들이 직진 상황에서는 직사각형 모양이었다가 회전시 평행사변형 모양으로 바뀌면서 바퀴의 방향을 바꾸는 형태입니다. 이 방식의 특징은 회전시 두 바퀴가 평행이라는 것입니다. 이 방식은 초창기 자동차 모델에서 적용한 방법입니다.

- 현재의 대부분의 상용 자동차에서 택하고 있는 방식은 “Ackermann Steering”입니다. 이 방식은 앞바퀴의 축과 조향장치의 막대들이 등변사다리꼴을 이루고 있다가 회전시 모양이 바뀌는데, 네 바퀴의 중심의 수선이 모두 한 점에서 만나게 설계하였다는 것이 큰 특징입니다. 이렇게 되면 좌회전시 왼쪽 앞바퀴의 회전각이 오른쪽 앞바퀴의 회전각보다 커지게 됩니다. 이렇게 설계하면 회전시 미끄러짐이 크게 방지된다는 장점이 있습니다.



교과 교육과 소프트웨어 교육의 융합

- 수학 교과 관련 지식 학습



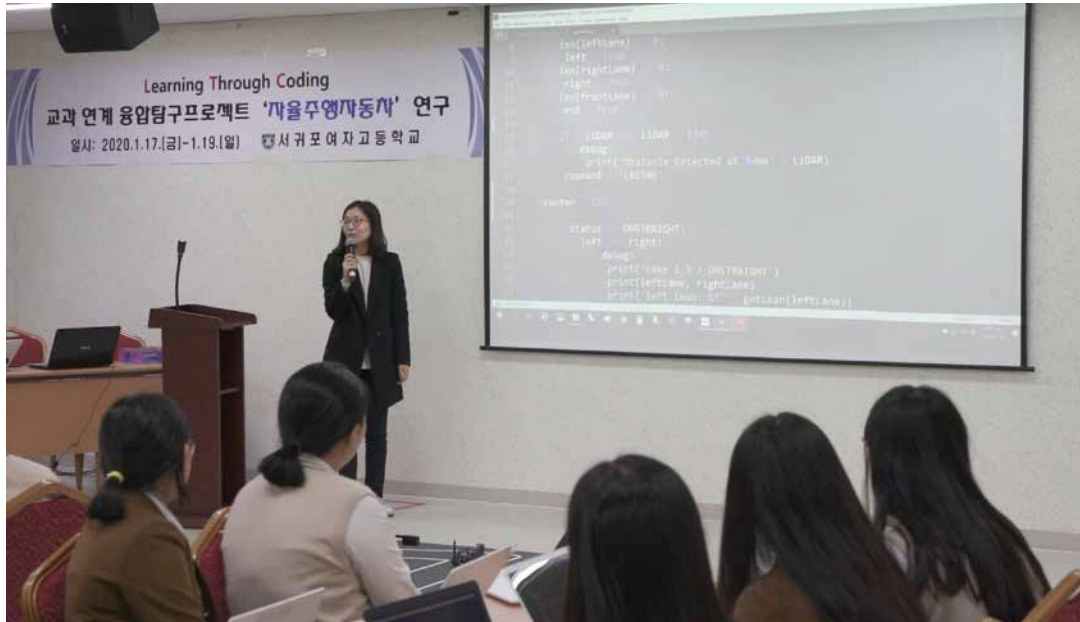
차선을 추출하는 알고리즘을 짜는데 수학이 필요

- 과학 교과 관련 지식 학습



자주차의 인공지능을 개발하면서 물리학에서 다루는 다양한 지식을 적용

- 코딩 언어, 파이썬의 학습



21

- 필요한 기능만을 선별하여 학습

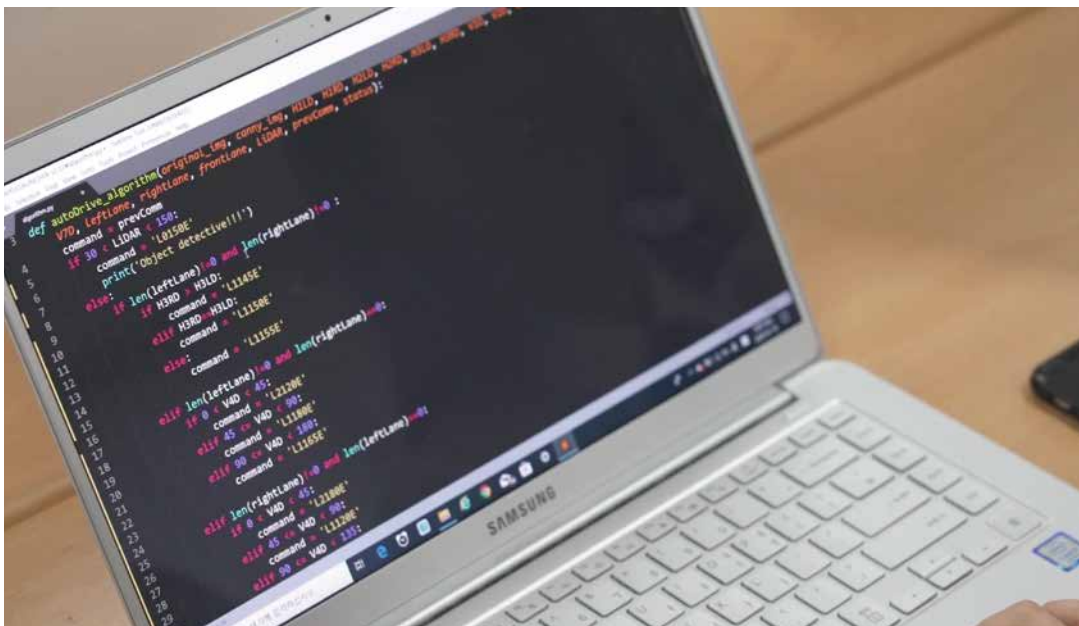


개인별 탐구

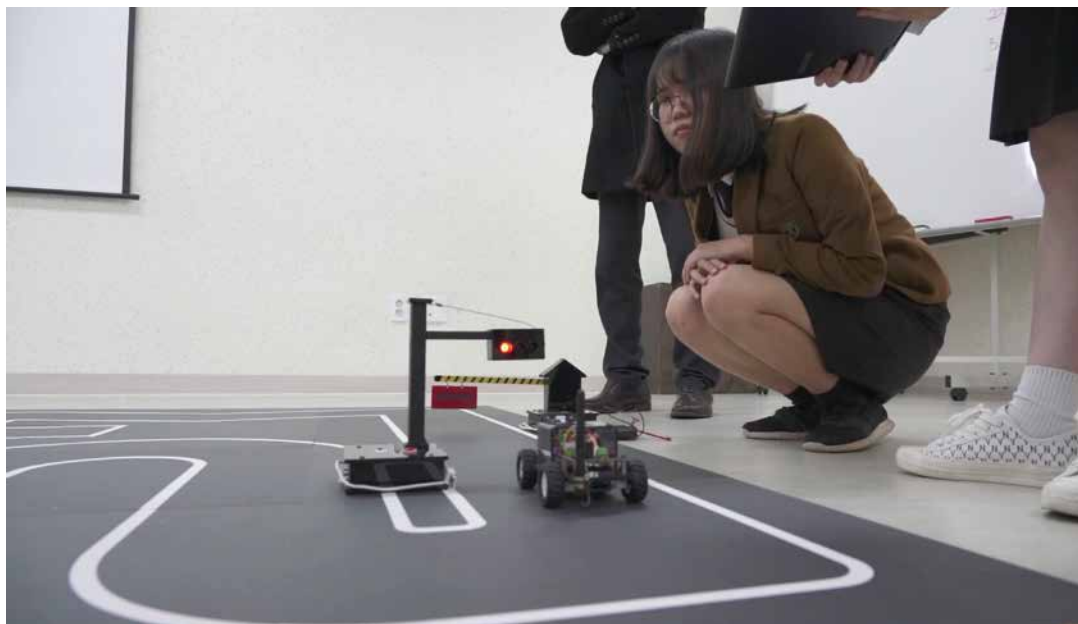
- 개인 노트북을 활용한 개인별 코딩



- 파이썬을 활용한 인공지능 코딩



● 장애물 회피 과제 탐구



● 주행 과제 탐구



팀별 탐구

- 팀별 토의



- 팀별 코딩의 통합



- 통합 코딩을 적용한 주행 연습



- 교내 대회 전, 최종 리허설



교내 자율주행자동차 대회

• 자체 대회 규정 안내



• 팀별 기록 측정



● 무임승차 없는 팀별 활동



팀별 활동이어서 팀원들까지 서로 협력하며 목표를 달성하는 줄 알았는데, 개인별 활동을 한 후 서로 비교하면서 통합하는 방식이었습니다.

이 프로젝트를 통해 팀별 활동에서도 결국은 개인별 능력이 더 중요하다는 것을 알게 되었습니다.



기존 모둠 활동은 분업을 통해서 팀원들의 일을 줄이는 방식이었지만, 이번에는 제가 직접 코딩을 하고 마지막에 팀원들의 성과를 합쳐 최종 결과물이 나오기 때문에 그동안 해왔던 모둠 활동과는 다른 것 같습니다.

교내 자율주행자동차 대회

● 수학과 과학의 중요성



이번 자율주행자동차 프로젝트를 통해서 수학과 과학 공부를 열심히 해야하는 이유를 깨닫게 되었습니다.



코딩 프로젝트라고 해서 컴퓨터 언어를 잘 알아야 한다고 생각했는데, 결국은 수학 실력이 중요하다는 것을 깨닫게 되었습니다.

• 내 뜻대로 살아 움직이는 자율주행자동차



제가 원하는 자율주행자동차의 행동을 코드로 입력하고, 코드에 맞춰 자율주행자동차가 움직이는 것이 신기하고 재미 있었습니다.

29



제가 직접 코딩한 결과를 자율주행자동차에 적용하였을 때, 마치 살아 움직이는 것처럼 실행이 되어서 재미있었습니다.

2020 서귀포여자고등학교 자율자동차 프로젝트의 의의



- 진도에 쫓기는 수업과 과도한 내신 경쟁, 그리고 수능 문제 풀이에 치중하는 학교 문화…… 언제까지 이래야 할까요?
- 2019년부터 서귀포여자고등학교에서는 교과에서 배운 내용을 활용하여 과제를 해결하는 기쁨을 맛볼 수 있는 학교 문화를 만들기로 하였습니다.
- 먼저 선생님들이 모여 교과와 연계된 프로젝트를 설계하기로 하였습니다. 서귀포여고 선생님들은 스펙을 위한 활동이 아니라 교과 심화 활동을 원칙으로 하되, 결국에는 대학 입시에도 도움을 줄 수 있는 과제를 찾으려고 고민하였습니다.
- 서귀포여자고등학교에서는 교과 교육과 소프트웨어 교육을 융합한 학습 모델을 도입하여 성공적으로 프로젝트를 완성하였습니다. 교사와 학생들이 함께 모여 치열하게 고민하고 논쟁하며 연구한 결과입니다.

교과 교육과 소프트웨어 교육을 융합한

서귀포여자고등학교 자율주행자동차 프로젝트팀이었습니다.

2020 서귀포여자고등학교 교과 연계 융합 프로젝트 참여 인원

프로젝트 기획

김월룡

서귀포여자고등학교 교장

양순우

서귀포여자고등학교 교감

양현숙

서귀포여자고등학교 방과후교육부장

지도 교사

서호철

서귀포여고 수학교사

진희란

서귀포여고 정보교사

박소진

서귀포여고 과학교사

윤대경

서귀포여고 과학교사

1학년 연구원

양윤서 현자령 송유빈 이서현 강선아 홍민아 강은채 임윤비

2학년 연구원

오다연 고가연 오가연 이민영 고다은 윤현경
임주영 김나은 현봄이 고민지 조유나 원다혜 양유진

자문

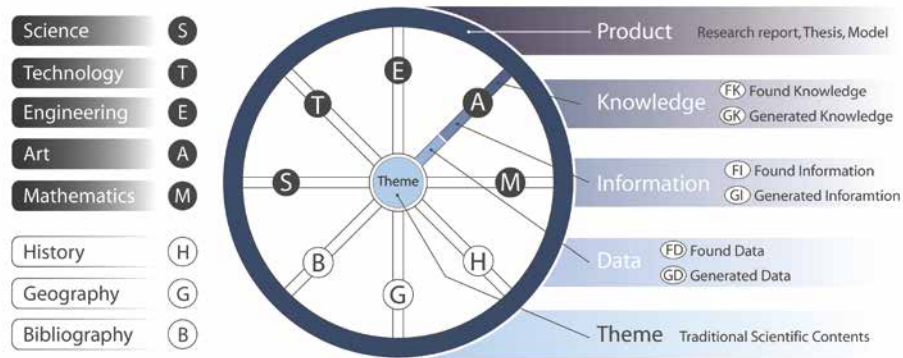
김평원

인천대학교 교수

수레바퀴모형을 적용한 교과 기반 프로젝트의 사례

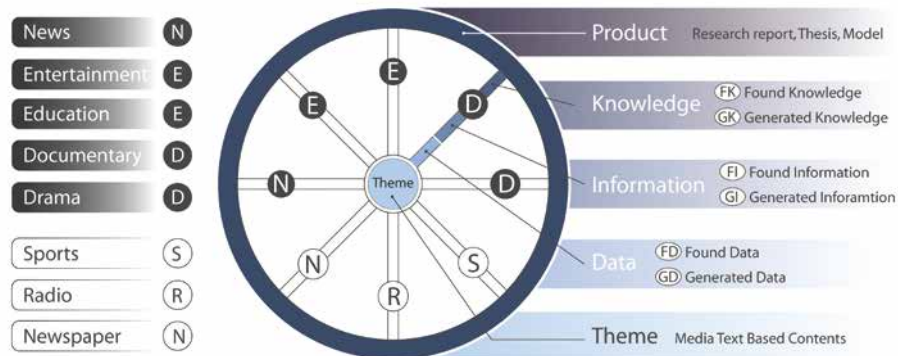
 인천대학교 리소스센터(클릭)

학문 기반 수레바퀴모형



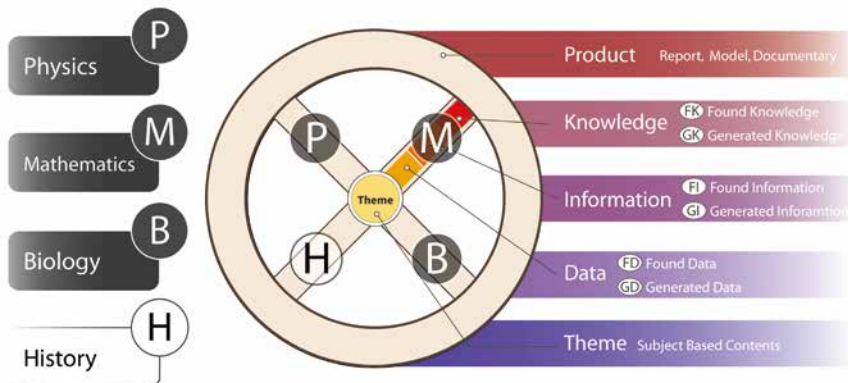
마포고등학교, 하나고등학교, 인천하늘고등학교(Since 2010)

미디어 텍스트 기반 수레바퀴모형



인천하늘고등학교, 미림여자고등학교(Since 2016)

교과 기반 수레바퀴모형



통진고등학교(Since 2018), 서귀포여자고등학교(Since 2019)




서귀포여자고등학교

교과 공부를 게을리 한 채 **아두이노 키트**를 열심히 제작한다고 해서
전자공학자의 꿈을 실현할 수 있는 것이 아닙니다.
수학과 과학 성적은 형편없으면서 **레고**를 이용하여 로봇 장난감을 만든다고 해서
로봇 공학자가 되는 것이 아닙니다.
학생들의 꿈이 무엇이든, 엔지니어로 성장하기 위해서는
수학이나 과학과 같은 교과 공부가 기본입니다.

우리는 서귀포여자고등학교 자율주행자동차 프로젝트 사례를 통해
수학, 과학, 정보 등 정규 교과 수업 시간에 배운 지식만을 활용해도
수준 높은 작품을 만들면서 학생과 교사가 함께 성장할 수 있음을 확인하였습니다.

- 인천대학교 김평원 교수 -



 동영상 홍보 자료(클릭)