

(주) 삼양미디어

구성과 특징

교육과정 및 연간 지도 계획







- **교육과정 해설** 2022 개정 로봇과 공학세계 교육과정을 제시하여 교육과정 편성에 도움이 되도록 하였습니다.
- **연간 지도 계획** 64차시를(4학점×16주) 기준으로 전체적인 내용 요소와 차시를 표로 제시하여 연간 지도 계획이 한 눈에 들어오도록 구성하였습니다.

대단원 도입

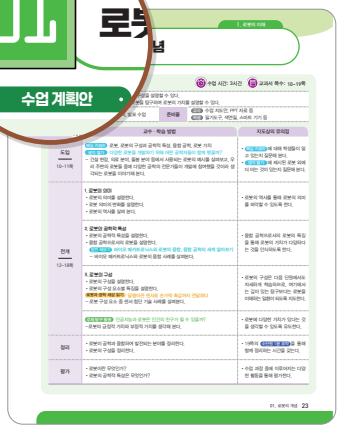


- 단원 개관과 함께 교육과정의 핵심 아이디어, 성취기준, 과정 · 기능과 가치 · 태도의 내용 요소를 제시하여 단원의 주요 내용을 파악할 수 있습니다.

단원 소개



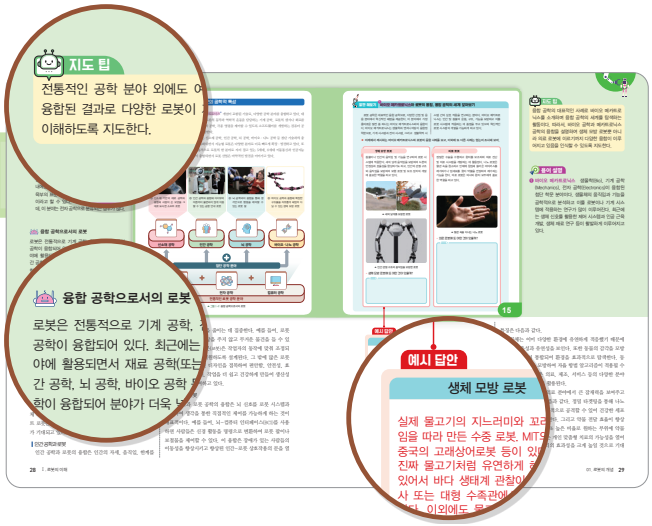




- **단원 전개 계획** 대단원의 지도 방법과 주요 학습 내용을 한 눈에 들어오도록 구성하였습니다.
- **수업 계획안** 소단원마다 교수 · 학습 방법을 제시하였습니다.

단원 전개

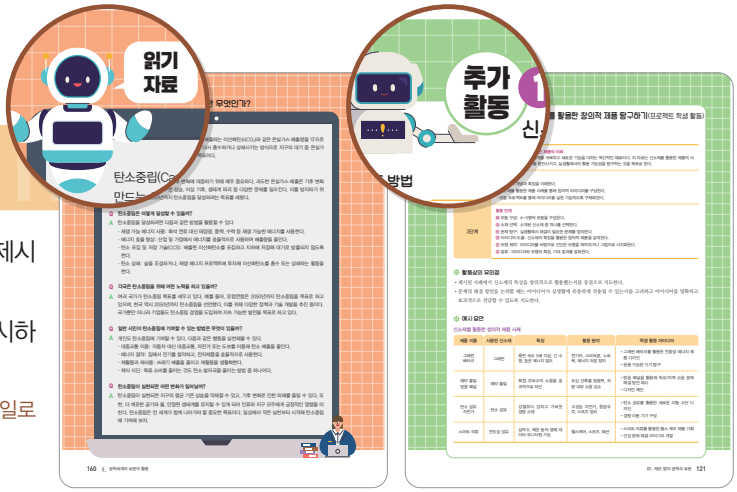
- **지도 팁** 실제 수업 시 유의할 점이나 주안점이 될 내용을 수록하였습니다.
- **참고 자료** 수업에 참고할 자료를 교과서 본문과 유기적으로 연계하여 수록하였습니다.
- **예시 안내** 교과서에 제시된 여러 활동의 예시 답안을 제시하여 수업에 도움이 되도록 하였습니다.



보충 자료

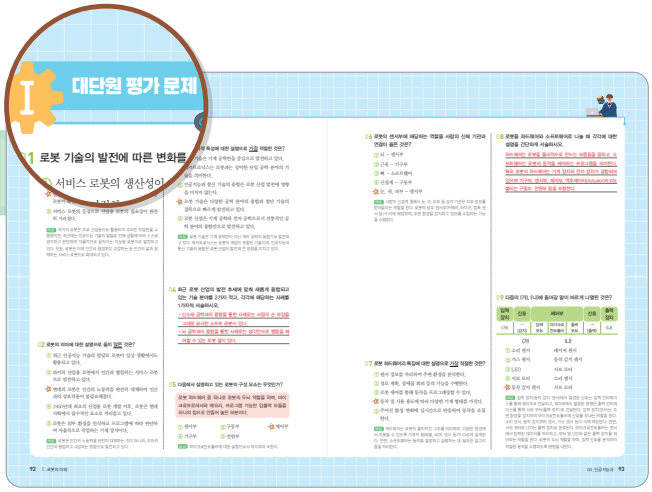
- **읽기 자료** 단원의 주제와 관련된 읽기 자료를 제시하여 수업에 참고할 수 있도록 하였습니다.
- **추가 활동** 교과서의 활동 외에 추가 활동을 제시하여 수업에 활용할 수 있도록 하였습니다.

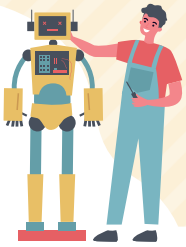
※ 추가 활동의 예시 답안은 출판사 자료실을 통해 별도 파일로 배포됩니다.



평가 자료

- **대단원 평가 문제** 교과서에 제시된 대단원 평가 문제 외에 추가 문제들을 제시하여, 학습한 내용을 다시 한번 정리해 볼 수 있도록 하였습니다.





차례

• 2022 개정 로봇과 공학세계 교육과정 6

• 연간 지도 계획 18

I 로봇의 이해

01 로봇의 개념 23

02 로봇의 작동 원리 35

03 생활 속 로봇의 활용 63

04 인공지능과 로봇 윤리 75

대단원 평가 문제 92

II 공학세계와 로봇의 활용

01 제조 분야 공학과 로봇 101

02 건설 분야 공학과 로봇 127

03 생명 및 환경 분야 공학과 로봇 147

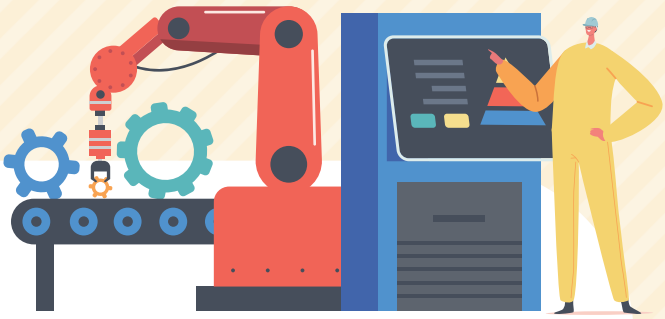
04 에너지 및 수송 분야 공학과 로봇 161

05 정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학과 로봇 177

06 기타 공학 분야와 로봇 193

07 공학 기술과 로봇의 발전 209

대단원 평가 문제 228



III 로봇 공학 프로젝트

01 문제의 확인과 정의 239

02 로봇 제작을 위한 정보 탐색 249

03 소프트웨어 알고리즘 구상 259

04 로봇 제작 273

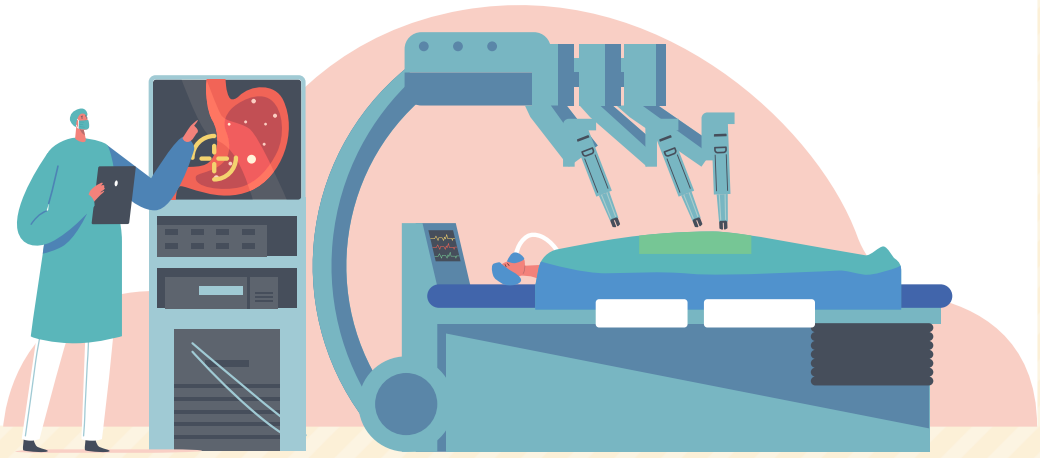
05 평가 및 개선 297

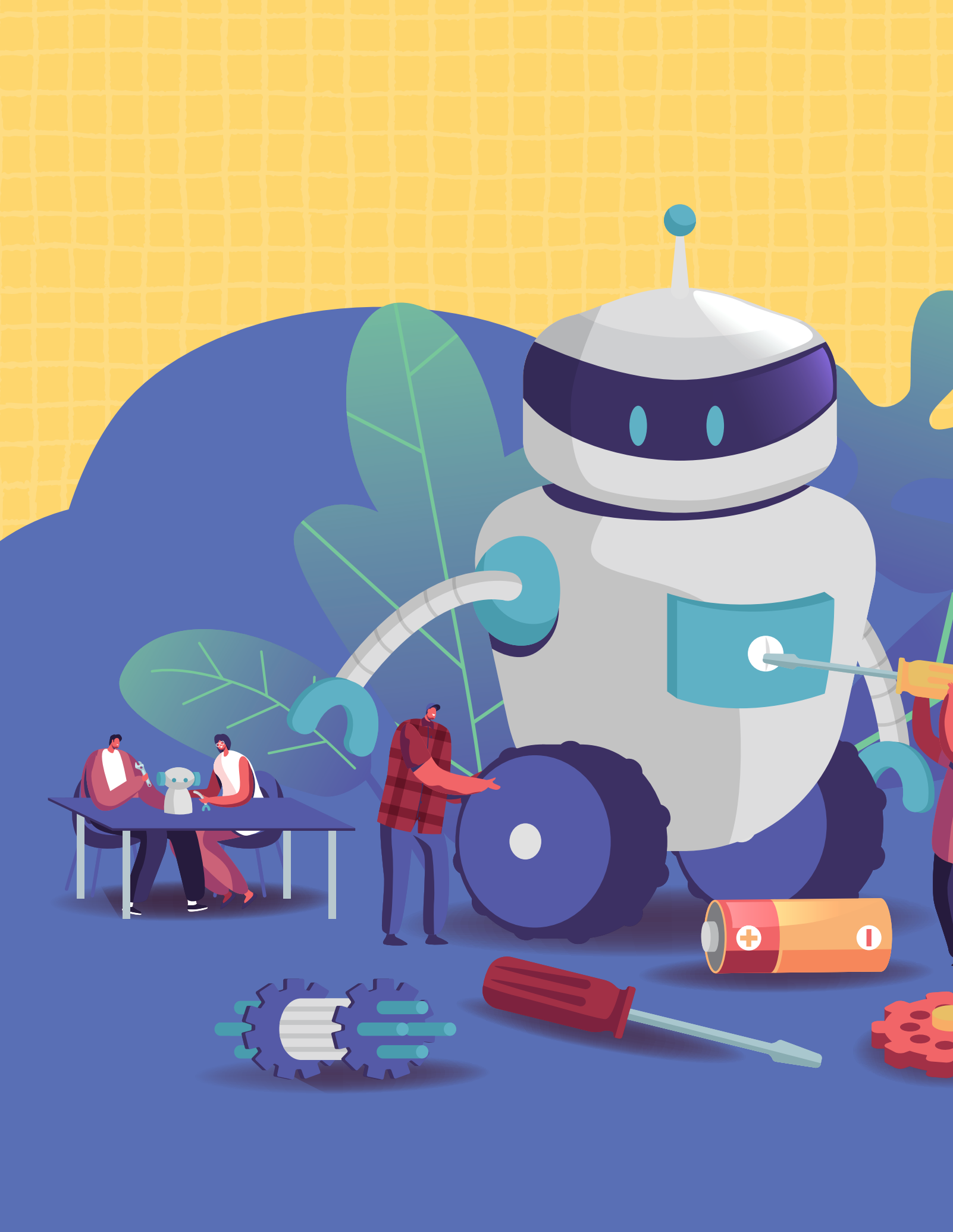
06 시연 및 공유 305

대단원 평가 문제 322

• 참고문헌 및 사이트 328

• 자료 출처 330





2022 개정
로봇과 공학세계
교육과정

01 | 성격 및 목표

02 | 내용 체계 및 성취 기준

03 | 교수·학습 평가





01 성격 및 목표

가 성격

'로봇과 공학세계'는 고등학교 1~3학년에 해당하는 진로선택 과목으로서 초등학교 '실과' 및 중학교 '기술·가정' 교과, 고등학교 '기술·가정, 창의 공학 설계, 지식 재산 일반' 교과 간의 연계와 함께 다양한 기술 분야의 지식과 기술적 문제 해결 과정, 설계와 제작 활동 등의 교과 내 연계를 함께 고려한 과목이다. 특히 '로봇과 공학세계'는 과학, 수학, 정보 등 다양한 과목의 기초 지식을 활용하여 기술에 대한 내용과 수준을 심화·확장하고 여러 가지 기술과 공학이 융합된 대표적 사례인 로봇을 이해하고 설계 및 제작하며 로봇 관련 문제를 해결하고 동시에 로봇 관련 공학의 세계에 대한 다양한 진로를 탐색하는 기회를 제공하는 과목이다.

'로봇과 공학세계'의 내용은 '로봇의 이해, 공학세계의 탐색과 로봇의 활용, 로봇 공학 프로젝트'의 세 영역으로 구성된다. 각 내용 영역은 영역별 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 내용 체계를 서로 연계하여 종합적으로 이해하며, 로봇과 관련된 다양한 공학세계를 탐색하는 기회를 제공하는 데 중점을 두었다.

이 과목에서 학습자는 로봇의 구성 요소, 동력 전달 장치와 원리, 제어를 위한 알고리즘 작성 방법 등에 대하여 학습하고, 생활 속의 로봇 활용에 대하여 살펴보면서 로봇의 공학적 특성을 파악할 수 있다. 또한 제조, 건설, 생명, 에너지, 수송, 정보 통신, 인공지능 기술 등 다양한 공학 분야에 활용되는 로봇을 탐구하여 다양한 공학세계의 특성을 이해하고 관련 공학 분야의 진로를 탐색할 수 있다. 아울러 창의적인 로봇을 설계·제작·체험하는 로봇 공학 프로젝트를 통하여 지식과 기술을 융합하고 활용할 수 있으며 관련 공학 분야에 대한 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 하였다. 특히 공학이 소비자의 다양한 요구에 대응하기 위해 학문의 융복합 기술로 활용 및 발전한다는 특성과 기계 및 전자, 재료 등의 하드웨어 기술과 더불어 정보 통신 및 인공지능 기술의 발달과 함께 성장하는 특성 등을 종합적으로 고려하여 로봇과 공학에 관한 아날로그 기술과 디지털 기술을 함께 활용할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 산업, 의료, 국방, 교육 및 금융을 포함한 다양한 서비스 분야에서 로봇을 개발·활용할 때 인간의 삶과 연관한 윤리적 문제를 다루어 인간이 로봇의 개발과 활용 주체로서 담당해야 할 역할에 대해 탐구하도록 하였다. 이러한 활동을 통하여 학습자들은 창의성, 문제 해결력, 협력적 태도 및 의사소통 능력, 디지털 리터러시 및 융·복합적 사고력 등을 기를 수 있다.

나 목표

'로봇과 공학세계'는 로봇의 공학적 이해와 가치를 인식하고, 다양한 공학 분야의 탐색을 통해 공학을 이해하고 진로를 탐색하며, 공학 분야에서 로봇의 탐색과 문제 해결 활동, 로봇 공학 프로젝트 체험을 통하여 융합 공

학인 로봇을 체계적으로 학습하여 공학에 대한 흥미, 가치, 진로 탐색의 기회를 갖도록 하는 데 목표를 둔다.

❶ 로봇의 공학적 개념, 로봇 하드웨어 및 소프트웨어, 그리고 로봇의 바람직한 활용을 탐구하여 로봇의 기본 구조와 기능 및 가치를 이해한다.

❷ 제조, 건설, 생명, 에너지 · 수송, 정보 통신 및 인공지능 기술 등 다양한 공학 분야의 개념과 특징을 이해하고 탐색하며, 공학 분야에서 로봇의 활용 사례를 조사 · 탐구하여 예비 공학자로서의 소양을 기르고 적성과 흥미에 맞는 진로를 탐색한다.

❸ 로봇에 대한 공학적 문제를 이해하고, 로봇을 구성하는 하드웨어 장치와 로봇을 제어하는 소프트웨어를 활용하는 능력을 종합하여 로봇을 설계하고 제작하고 평가한다.

02 내용 체계 및 성취기준

가 내용 체계

(1) 로봇의 이해

핵심 아이디어	• 로봇은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 작동하며 다양한 공학의 융 · 복합적 특성을 가진다. • 인간은 로봇 개발과 활용의 주체로서 다양한 분야에 로봇을 이용하고 있으며, 바람직한 윤리 의식을 바탕으로 로봇을 연구 · 개발 · 활용해야 한다.

범주	내용 요소
지식 · 이해	• 로봇의 개념과 특성 • 로봇의 하드웨어와 소프트웨어 • 생활 속의 로봇 종류와 활용 • 로봇 윤리
과정 · 기능	• 융합 공학으로서의 로봇 원리 탐구하기 • 로봇 구성 및 하드웨어 제작하기 • 로봇 소프트웨어 탐구하기 • 로봇 소프트웨어로 하드웨어 제어하기 • 생활 속의 로봇 활용 분야 탐구하기 • 로봇 윤리 탐구하기
가치 · 태도	• 로봇에 대한 가치와 인식 • 로봇 및 공학에 대한 흥미와 도전 • 로봇의 개발과 활용에 대한 긍정적 사고 • 로봇 개발, 활용에 대한 바람직한 윤리 의식

(2) 공학 세계의 탐색과 로봇의 활용

핵심 아이디어	• 다양한 공학 분야에서 공학적 지식과 기술이 융합되어 해당 분야에 필요한 로봇이 설계 · 제작 · 활용된다. • 다양한 공학 분야에서 로봇의 제작 · 활용 사례를 조사 · 탐구하여 자신의 적성과 흥미에 맞는 진로를 발견하고 해당 분야의 진로 능력을 갖출 수 있도록 한다.

범주	내용 요소
지식 · 이해	• 제조 분야 공학 세계의 이해 • 건설 분야 공학 세계의 이해 • 생명 · 환경 분야 공학 세계의 이해 • 에너지 · 수송 분야 공학 세계의 이해 • 정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학 세계의 이해 • 기타 공학 분야의 로봇 활용 • 로봇의 활용 분야에 따른 진로 이해
과정 · 기능	• 로봇의 공학적 활용 분야 탐구하기 • 공학적 문제 해결하기 • 공학세계 탐색을 통한 미래 기술 예측하기 • 로봇의 공학적 활용 분야 진로 탐색하기
가치 · 태도	• 로봇의 공학적 활용에 대한 흥미와 관심 • 로봇의 공학적 활용에 대한 가치 인식 • 로봇의 공학적 윤리 함양 • 공학과 관련된 직업에 대한 흥미와 관심

(3) 로봇 공학 프로젝트

핵심 아이디어	• 로봇을 설계 · 제작하기 위해서는 하드웨어 장치와 이를 제어하기 위한 소프트웨어 및 인공지능 기술을 활용하는 능력이 요구된다. • 로봇 공학에 대한 문제 해결 프로젝트는 로봇에 대한 지식 · 이해, 과정 · 기능, 가치 · 태도의 내용 요소를 종합하며 융합적인 사고를 하도록 한다.

범주	내용 요소
지식 · 이해	• 로봇 공학 문제 이해 • 로봇을 구성하는 하드웨어 • 로봇을 제어하는 소프트웨어 및 인공지능 기술 이해 • 로봇 공학 문제 해결
과정 · 기능	• 사용자 공감하기 • 문제 확인 및 정의하기 • 정보 수집, 아이디어 구상 및 탐색하기

범주	내용 요소
과정 · 기능	• 대안 선정 및 아이디어 시각화하기 • 로봇 구상 및 설계하기 • 로봇 알고리즘 구상 및 프로그래밍하기 • 로봇 제작과 제어하기 • 프로젝트 과정 및 결과 평가, 피드백하기
가치 · 태도	• 로봇 제작에 대한 조작적 흥미 • 로봇 공학에 대한 흥미와 관심 • 로봇에 대한 창의적 자신감 • 인간과 로봇 간의 소통과 협력 • 로봇 공학에 대한 긍정적 사고와 협업, 존중 태도

나 성취기준

(1) 로봇의 이해

[12로봇01-01] 로봇의 공학적 특성과 구성을 이해하고, 융합 공학으로서의 로봇을 탐구하여 로봇에 대한 가치를 인식한다.

[12로봇01-02] 로봇 하드웨어와 소프트웨어의 탐구를 통해 로봇의 작동 원리를 이해하고 간단한 로봇을 제작하여 로봇에 대한 흥미와 자신감 및 도전 의식을 갖는다.

[12로봇01-03] 로봇의 활용 분야를 이해하고 생활 속 다양한 로봇 활용 분야를 탐구하여 로봇 개발과 활용에 대한 긍정적인 사고를 함양한다.

[12로봇01-04] 인공지능 기술을 활용한 로봇의 특징과 문제점을 조사 · 분석하고 이를 통해 로봇 개발 및 활용에 대한 바람직한 윤리 의식을 함양한다.

(가) 성취기준 해설

• [12로봇01-02] 이 성취기준은 로봇을 구성하는 하드웨어와 인공지능 기술을 포함하는 소프트웨어의 기초 원리를 이해하고 하드웨어와 소프트웨어를 결합하여 간단한 로봇을 만들어 볼 수 있도록 하는 데 중점을 둔다. 특히 전기 · 전자 · 기계 요소를 포함하는 마이크로컨트롤러를 활용한 하드웨어 구성과 코딩 프로그램을 포함하는 소프트웨어를 활용한 제어 알고리즘을 해석하여 로봇의 동작 원리를 이해하고 로봇 프로젝트를 위한 기본적인 능력을 기르도록 한다.

• [12로봇01-03] 이 성취기준은 산업용, 의료용, 교육용, 서비스용, 재난 구호용 등 일상에서 활용되는 생활 속의 로봇을 중심으로 조사하고 탐색하여 로봇 개발과 활용에 대한 창의적인 사고를 기르도록 한다.

• [12로봇01-04] 이 성취기준은 인공지능 기술에 대하여 이해하고 이를 접목한 로봇의 활용에 따른 장 · 단점을 분석하여 미래 로봇 개발과 활용에 대한 바람직한 윤리 의식을 함양하는 데 초점이 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

• 로봇에 대한 정의를 바탕으로 로봇의 공학적 가치와 활용 방안을 탐색할 수 있도록 지도한다.

• 로봇을 구성하는 기계 요소 및 동력 전달 장치, 전자 부품 등의 종류 및 특징을 찾아보고 이를 활용한 간단한 로봇 제작을 위한 하드웨어를 구성하고 동작 과정을 알고리즘으로 작성해 볼 수 있도록 지도한다.

- 로봇의 제어를 위한 소프트웨어 및 인공지능 기술 관련 내용은 정보 교과의 내용과 연계하여 지도하도록 하며, 공학적 활용에 초점을 둔다.
- 생활 주변에서 쉽게 접할 수 있는 로봇의 종류와 특성(인공지능 기술 활용을 포함)을 조사하고 로봇의 필요성과 장 · 단점에 대한 토의 토론 수업을 통해서 로봇 개발 및 활용에 대한 윤리적인 활용 능력을 자연스럽게 기를 수 있도록 한다.

(2) 공학세계의 탐색과 로봇의 활용

[12로봇02-01]	제조 분야 공학의 개념과 특징을 이해하고 관련 진로를 탐색하며, 관련 분야의 로봇 활용의 가치를 인식한다.
[12로봇02-02]	건설 분야 공학의 개념과 특징을 이해하고 관련 진로를 탐색하며, 관련 분야의 로봇 활용의 가치를 인식한다.
[12로봇02-03]	생명 및 환경 분야 공학의 개념과 특징을 이해하고 관련 진로를 탐색하며, 관련 분야의 로봇 활용의 가치를 인식한다.
[12로봇02-04]	에너지 및 수송 분야 공학의 개념과 특징을 이해하고 관련 진로를 탐색하며, 관련 분야의 로봇 활용의 가치를 인식한다.
[12로봇02-05]	정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학의 개념과 특징을 이해하고 관련 진로를 탐색하며, 관련 분야의 로봇 활용의 가치를 인식한다.
[12로봇02-06]	기타 공학 분야의 개념과 특징을 이해하고 해당 분야에서 활용되는 로봇을 탐색하여 로봇 및 공학과 관련된 직업에 대한 흥미와 관심을 높인다.
[12로봇02-07]	공학의 각 분야에서 활용되는 로봇의 발전 방향을 조사 · 탐구하고, 로봇의 개발과 활용에 대한 바람직한 윤리 의식을 기른다.

(가) 성취기준 해설

- [12로봇02-01]~[12로봇02-06] 이 성취기준은 제조 분야 공학(기계, 정밀기계, 기계설계, 신소재, 생산기계, 메카트로닉스 공학과 등), 건설 분야 공학(건축, 토목, 건설 공학과 등), 생명 · 환경 분야 공학(바이오, 생명, 환경 공학과 등), 에너지 · 수송 분야 공학(신재생 에너지, 자동차, 우주항공 학과 등), 정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학(전기, 전자, 정보 통신, 컴퓨터 공학과 등) 등에서 공학에 대한 개념과 특징을 이해하고 관련 진로를 탐색하며, 관련 분야에서 활용되는 로봇의 종류와 기능을 조사 · 탐구하여 해당 분야의 문제를 해결하기 위한 공학적 원리를 찾아 발표하여 로봇 활용에 대한 가치와 태도를 함양하도록 설정하였다.
- [12로봇02-07] 이 성취기준은 미래의 공학 기술(반도체, 자율 주행 자동차, 드론, 우주 탐사용 로봇, 심해저 탐사 로봇, 건설용 로봇, 구조 로봇 등) 및 로봇 기술을 이해하고, 미래 공학 및 로봇 활용에 대한 바람직한 윤리 의식을 함양하도록 설정하였다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- 공학에 대한 개념을 바탕으로 사회 전반에 걸친 공학 기술의 발달에 대하여 탐구할 수 있도록 지도한다.

- 다양한 공학 기술 분야(제조, 건설, 생명, 에너지 · 수송, 정보 통신 및 인공지능 기술 등)와 교육, 서비스 분야 등 사회 전반에 걸친 로봇의 활용 분야와 특징을 이해하고 자신의 진로와 연계하여 발전 방향 및 활용 방안을 탐색할 수 있도록 지도한다.
- 학생 개인의 역량을 고려한 과제 부여 및 개별 피드백을 통해 모든 학생이 성장할 수 있도록 지도하며, 실습 중심 프로젝트 학습의 경우 학습자 주도형 활동으로 기획하고 프로젝트의 과정에서 포트폴리오를 작성하게 하여 학생들이 기록과 공유의 중요성 및 피드백을 경험할 수 있도록 한다.

(3) 로봇 공학 프로젝트

[12로봇03-01]	로봇 공학 프로젝트 수행을 위하여 사용자 공감하기를 바탕으로 로봇 공학 문제를 확인하고 정의한다.
[12로봇03-02]	로봇 공학 프로젝트 수행 과정에서 로봇을 구성하는 하드웨어 및 관련 부품을 제어하는 소프트웨어의 특성을 이해하고, 정보를 수집하고 탐색한다.
[12로봇03-03]	로봇 공학 프로젝트 수행을 위하여 로봇 제어의 원리를 이해하고, 관련 문제 해결을 위한 소프트웨어 알고리즘을 구상한다.
[12로봇03-04]	로봇 공학 프로젝트 문제 해결을 위한 대안 선정, 제작, 작동을 체험하며, 이를 통해 로봇 제작에 대한 흥미와 협력적 태도를 갖는다.
[12로봇03-05]	로봇 공학 프로젝트 수행 과정과 결과에 대한 평가 및 개선을 통해 창의적 자신감 및 의사소통 능력을 기른다.
[12로봇03-06]	제작한 로봇을 시연 및 공유하며 로봇의 활용 분야를 제안하여 로봇에 대한 긍정적 사고와 문제 해결에 대한 자신감을 갖는다.

(가) 성취기준 해설

- [12로봇03-01] 이 성취기준은 로봇 공학 프로젝트 수행을 위하여 디자인 씽킹 과정에 따라 사용자의 요구 및 공감을 바탕으로 로봇 공학 문제를 정의하고 아이디어를 탐색하도록 설정하였다.
- [12로봇03-03] 이 성취기준은 로봇 프로젝트에서 활용되는 전자 부품 및 센서에 대한 종류와 특징, 전기 · 전자회로의 구성, 액추에이터에 대한 전체적인 메카니즘을 이해하고 프로그램과 마이크로컨트롤러를 활용하여 알고리즘을 작성해 볼 수 있도록 설정하였다.
- [12로봇03-05] 이 성취기준은 모듬별로 제작된 로봇의 문제 해결 과정을 동료들과 공유하고 제작 과정과 결과를 근거로 성장 중심 평가를 실시하여 로봇 공학 문제에 대한 도전 의식을 갖도록 하는 데 초점을 둔다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- 실생활과 연관된 문제를 해결할 수 있는 학습자 주도 프로젝트 활동으로 기획하여 운영할 수 있도록 한다.
- 생활 속의 로봇 문제 해결을 위해 충분한 시간을 제공하며 학생의 문제 해결 과정과 결과에 대한 피드백을 제공한다.
- 각 모둠별로 동일한 주제의 문제 해결보다는 서로 다른 주제를 선택하도록 함으로써 다양성 및 창의성을 추구하도록 지도한다.
- 학생 개인별 능력 차이를 고려한 교수 · 학습, 평가 및 피드백을 통하여 수준과 관계 없이 모든 학생이 성장할 수 있도록 한다.

• 프로젝트의 과정과 결과를 종합적으로 평가하도록 하고, 개별 활동보다는 모둠 활동을 통하여 과제 참여, 문제 해결을 위한 협력적 의사소통 등이 적극적으로 이루어질 수 있도록 한다.

03 교수 · 학습 및 평가

가 교수 · 학습

(1) 교수 · 학습의 방향

(가) 초등학교 '실과' 및 중 · 고등학교 '기술 · 가정' 교과의 로봇 관련 단원과 연계성을 고려하여 지도한다. 단, 학생, 학교, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 학습 내용의 순서나 비중, 학습 과제의 종류 등을 달리하여 지도할 수 있다.

(나) 로봇 공학의 교수 · 학습에 있어 공학의 이해를 바탕으로 로봇의 활용과 문제 해결을 위한 언어 소양, 수리 소양 및 디지털 소양을 갖추고 공학의 세계에 대한 충분한 학습이 이루어질 수 있도록 공학과 로봇의 학습량 균형을 유지한다.

(다) 교과 내용의 특성상 실험 · 실습, 현장 조사 및 견학 등의 체험 활동을 위하여 창의적 체험 활동 등과 연계하여 지도할 수 있다. 또한 다양한 체험 활동을 중심으로 수업을 계획할 경우, 교수 · 학습의 효율성을 위해 수업 시간을 연속적으로 편성 · 지도할 수 있다.

(라) 학생들의 발달 단계, 학습 수준, 관심, 흥미 등의 학습자 특성과 요구를 고려하여 다양한 교수 · 학습을 계획한다. 이때, 로봇 및 공학과 관련된 문제 상황을 해결하기 위해 '지식 · 이해', '과정 · 기능', '가치 · 태도'를 통합적으로 고려하며 더불어 협력하여 문제를 해결하도록 한다. 또한 사회 · 문화적 맥락을 반영하고 다양한 학문을 적용하며, 핵심 아이디어를 개념적으로 이해 및 탐구하는 동시에 직접적인 체험을 통한 교수 · 학습이 이루어지도록 한다.

(마) 학생 특성, 학교 환경, 실험 · 실습실 여건, 예산, 지역 사회의 특성 등이 학교 상황에 따라 다양하므로 교육과정 운영 이전에 학생 및 학교의 요구와 상황을 충분히 파악하여 개별 · 맞춤형 학습을 통한 최소 성취 수준 보장이 가능하도록 수업을 계획한다.

(바) 로봇과 공학에 필요한 핵심 개념의 이해를 바탕으로, 환경 · 지속 가능 발전 교육, 민주 시민 교육, 인성 교육, 경제 · 금융 교육 등의 범교과 주제들을 교과 내용의 맥락과 연계하여 교수 · 학습 과정에 반영한다.

(사) 변화하는 미래 사회에 적응할 수 있도록 박물관, 과학관, 도서관, 기업, 연구소(원)등의 다양한 연구 및 교육기관을 방문하고, 미디어, 빅데이터, AI 기반의 학습 정보를 적절히 활용하여 견학 및 첨단 기술 체험을 통해 '앎–삶–함'이 일치될 수 있도록 지도한다.

(2) 교수 · 학습 방법

(가) 로봇 공학의 지식 · 이해, 과정 · 기능, 가치 · 태도를 기르기 위하여 관련 내용과 학습 활동에 따라 학습자 주도의 프로젝트 기반 학습, 문제 기반 학습, 디자인 씽킹, 메이커 학습을 포함한 공학적 문제 해결 학습, 실험 · 실습, 토의 · 토론 학습, 역할 놀이, 사례 연구, 협동 학습 등 다양한 방법을 적절히 활용한다. 특히 학습자의 삶과 연계된 학습을 위해 활동이나 실제 사례에 초점을 두도록 한다.

(나) 학습자의 수업 기회 확대, 학교 간 공동 교육과정 등을 대비하여 온라인과 오프라인을 연계한 온오프라인 수업에서 활용될 수 있도록 한다.

(다) 로봇과 공학에 대한 언어 및 수리, 디지털 소양을 바탕으로 공학적 지식, 기술적 문제 해결 과정, 설계와 제작 활동 등과 연계하고 과학, 수학, 정보 등의 연관성이 높은 과목의 기초 지식과 융합적 지식 및 기술을 활용하여 로봇 관련 문제를 해결할 수 있도록 지도한다.

(라) 실물이나 모형, 사진 및 동영상 자료, 멀티미디어 자료, 가상 현실(VR), 증강 현실(AR), 빅데이터 자료 등과 같은 여러 가지 유형의 아날로그 및 디지털 자료를 교수 · 학습 자료로 활용하여 교수 · 학습의 실재감을 높일 수 있도록 한다.

(마) 로봇 프로젝트 실행을 위한 사전 지식으로 전기 · 전자 회로의 동작 원리, 기계적 운동 요소, 소프트웨어의 알고리즘 등에 대한 충분한 사전 학습이 이뤄질 수 있도록 지도한다.

(바) 교과의 단원 분석을 통하여 연간 실험 · 실습 계획을 세워 각 학기별로 미래형 실험 · 실습 활동에 필요한 재료, 설비, 기구 및 자재 등을 사전에 준비하고 점검한다. 실험 · 실습 활동이 안전하고 효과적으로 이루어지도록 최소한의 로봇 공학실(기술실)을 반드시 확보하도록 하며, 아래 사항을 유의하여 안전한 학습 활동이 이루어지도록 한다.

1. 안전한 실험 · 실습 활동을 위하여 도구, 기계, 설비 등을 사전에 점검 및 수리하고, 사용 방법을 정확하게 익히도록 한다. 또한 안전사고 예방을 위해 사전에 교육을 실시하고, 안전 관련 보호 장비를 착용하도록 한다.
2. 전기 사용 시 멀티 콘센트는 고정하고 문어발식 콘센트 사용을 금지하며 배터리를 사용할 경우 주의점과 소화기 사용법 등을 지도하여 안전사고가 발생하지 않도록 주의한다.
3. 3D 프린터 및 레이저 조각기 등의 사용 시 사전 유해인자 위험 분석을 통하여 안전한 환경을 조성하고, 환기 등이 필수적으로 이루어질 수 있도록 한다.
4. 오작동 및 기타 안전사고 발생 시 간단한 응급 처치 요령에 대해 지도하고 즉각적으로 치료를 받을 수 있도록 한다.
5. 실험 · 실습 후에는 실습실 내 뒷정리 등 정리 · 정돈하는 습관을 갖도록 한다. 재활용품, 분리용품, 폐기물 등은 수거 처리하여 환경을 오염시키지 않도록 유의한다.
6. 안전한 실험 · 실습 활동을 위한 최소한의 실습 공간을 확보하고, 학습자의 발달을 고려하여 인체 공학적 측면에서 실습 환경을 조성한다.
7. 개인 정보 보호 및 정보 통신 윤리(촬영 및 불법 다운로드 등)를 준수하여 자료의 이용과 배포에 유의한다.

(사) 지역의 인적, 물적 자원을 충분히 활용할 수 있도록 하여 자신의 진로와 연계한 공학 분야에 대한 충분한 조사 · 분석을 통해 미래 사회에서 관련 직업 분야의 로봇 활용에 대하여 깊이 있는 학습이 이루어질 수 있도록 한다.

나 평가

(1) 평가의 방향

(가) 로봇과 공학세계의 평가는 연간 혹은 학기 기준으로 사전에 계획하여, 교과 교육과정–교수 · 학습–평가–기록이 일체화를 이루어야 할 뿐 아니라 타당하고 신뢰성 있게 이루어지도록 한다.

(나) 평가 계획의 수립 시 평가의 목적이나 내용을 고려하며, 학습자의 지식 · 이해, 과정 · 기능, 가치 · 태도의 다양한 측면을 종합적이고 균형 있게 평가할 수 있도록 다양한 평가 방법을 적용한다.

(다) 로봇과 공학세계의 평가는 학습 내용을 실생활에 적극적으로 적용해 볼 수 있는 앎과 삶이 연계된 평가로서 로봇과 다양한 공학 관련 문제 해결 역량 함양에 초점을 둔다. 이를 위해 학습자의 개념 이해, 사고 과정, 기능 수행, 가치 인식과 태도 변화에 관하여 의미 있는 평가 자료를 다양한 방법으로 수집하고 기록과 판단을 통하여 종합적으로 평가한다.

(라) 평가를 통해 비판적 사고 능력, 의사 결정 능력, 창의력 등을 활용한 협력적 문제 해결 능력 등의 미래 역량을 함양할 수 있도록 한다.

(마) 학습자의 개별 특성을 고려하여 성취기준을 달성할 수 있도록 하되, 최소 성취수준에 도달하지 못하는 학생들을 예방하기 위해 평가에서 교사의 적극적인 피드백을 제공하며 학습자 스스로 성장할 수 있도록 한다.

(바) 평가 결과는 학생의 변화와 성장을 위하여 적절한 자료로 활용하고, 교사의 수업 개선에 도움이 되도록 반영한다.

(사) 학교 간 공동 교육과정을 운영할 경우 타당하고 신뢰할 수 있는 평가가 이루어질 수 있도록 평가 기준(루브릭), 평가 시기, 내용, 방법 등 평가 계획을 각 학교의 여건을 고려하여 공동으로 수립하고 실천한다.

(2) 평가 방법

(가) 평가는 평가 목표와 평가 내용에 따라서 적절한 방법을 다양하게 활용한다. 구체적으로 학습자가 작성한 답(연구 보고서, 실험 · 실습 보고서, 학습 노트, 포트폴리오 등)에 대한 평가, 특정 산출물(연구 보고서, 실험 · 실습 보고서, 학습 노트, 포트폴리오, 산출물인 로봇 등)에 대한 평가, 특정한 활동(구두 발표, 시연 및 실습, 토의 및 토론 등)에 대한 평가, 학습 과정(면담, 관찰, 학습일지, 회의 등)에 대한 평가 등의 다양한 평가 방식을 활용한다.

(나) 평가 문항은 교육과정에 제시된 성취기준을 분석하여 평가 요소를 선정하도록 하며, 채점 기준 마련, 평가 시행 방법, 피드백 계획 및 평가 결과 활용 방법을 포함하여 개발하도록 한다.

(다) 평가 문항의 평가 요소는 지식 · 이해의 평가, 과정 · 기능의 수행, 가치 · 태도의 내면화를 균형 있게 반영하도록 한다.

(라) 학습자에게 과제 수행의 성취를 돕고, 신뢰성 높고 타당한 평가를 위하여 채점 기준(루브릭)을 개발하여 공

개하고 구체적인 평가 시기, 내용, 방법 등을 사전에 명시하도록 한다. 필요 시 학습의 효과를 높이기 위해 평가 기준을 수정할 경우 학습자의 동의를 받도록 한다.

(마) 평가 주체를 교사 외 학습자 본인, 동료 등으로 다양하게 활용하여 학습 참여를 높이고 학습에 대한 책임감 및 협력적 소통을 강화하도록 한다. 단, 이를 위한 평가 항목은 사전에 구체적으로 작성하여 타당하고 신뢰할 수 있는 평가가 될 수 있도록 한다.

(바) 최소 성취수준 미도달 및 학습 부진, 학습 속도 차이, 일시적 사고 등의 다양한 학습자 상황에서 발생하는 학습 격차 등의 문제를 예방하기 위해 성취수준을 고려한 다양한 평가, 학습의 과정에서 평가, 상시 평가 등의 방안을 적극적으로 활용하도록 한다.

(사) 디지털 환경에서 평가를 시행할 경우에는 사전에 평가 기준 및 방법을 명확하게 제시하여 타당성과 신뢰성을 확보하며, 온라인을 통하여 가급적 즉각적인 피드백을 제공함으로써 학습자의 능동적 변화와 발전을 유도하도록 한다. 또한, 평가 상황에서 학습자의 디지털 격차로 인한 영향이 발생하지 않도록 계획을 수립한다.

(아) 팀 기반의 문제 해결 또는 프로젝트 활동의 경우 자기 평가, 동료 평가 등의 방법을 활용함으로써 반성적 고찰, 협력적 태도와 의사소통 능력을 기를 수 있도록 한다.

(자) 학습자가 주도하는 학습 과정에서 학습자의 목표 달성과 학습 촉진을 위하여 다양한 평가 장면에서 교사의 적절하고 구체적인 조언과 피드백을 계획하여 실시하며, 학생 상호 간 평가와 피드백의 방법도 적절히 활용한다.

(차) 학습 과정의 평가를 통해 자신의 학습에 대해 관찰하고 개선하도록 하고 적정한 피드백을 통해 스스로 개선하고 성장하는 기회를 제공한다. 단, '로봇과 공학세계' 과목에서 최소 성취수준을 도달하지 못한 경우 추가적인 보충 학습의 기회를 제공한다.

(카) 학습자의 학업 성취를 위한 평가 결과는 학생의 평정 점수 외에 학생의 자기 진단 및 학업 개선을 위한 자료로 활용하며 학생의 적성 파악을 통한 진로 지도의 참고 자료로 활용하도록 한다.

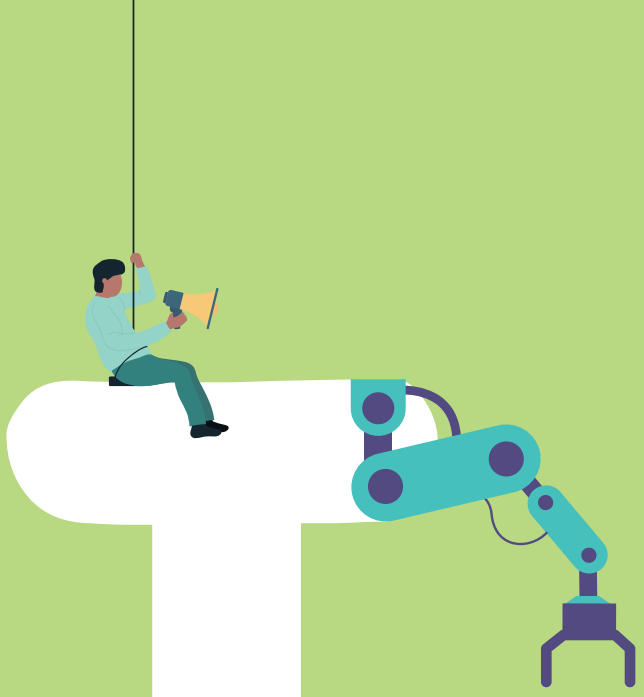


연간 지도 계획

※ 본 연간 지도 계획은 64차시(4학점×16주)를 기준으로 작성되었으며, 학교 편성 계획에 따라 증감(±1학점×16주)이 가능합니다.

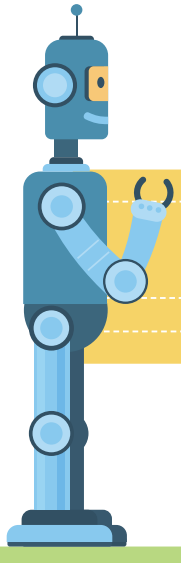
대단원	소단원	내용 요소	차시		교과서 쪽수	지도서 쪽수
			차시	시간		
Ⅰ. 로봇의 이해	01 로봇의 개념	1 로봇의 의미	3	17	10~19	23~34
		2 로봇의 공학적 특성				
		3 로봇의 구성				
	02 로봇의 작동 원리	1 로봇 구성 요소의 기초	7		20~45	35~62
		2 로봇 하드웨어와 소프트웨어				
		3 간단한 로봇 제작(로봇 팔)				
	03 생활 속 로봇의 활용	1 로봇의 활용 분야	3		46~55	63~74
		2 로봇의 활용 사례				
	04 인공지능과 로봇 윤리	1 인공지능 기술의 이해	3		56~67	75~91
		2 인공지능 로봇의 특징				
		3 인공지능 로봇과 윤리				
	대단원 정리 및 평가 문제		1		68~69	
Ⅱ. 공학세계와 로봇의 활용	01 제조 분야 공학과 로봇	1 제조 분야 공학의 이해	3	22	72~85	101~126
		2 제조 분야 공학 로봇 활용				
	02 건설 분야 공학과 로봇	1 건설 분야 공학의 이해	3		86~97	127~146
		2 건설 분야 공학 로봇 활용				
	03 생명 및 환경 분야 공학과 로봇	1 생명 및 환경 분야 공학의 이해	3		98~109	147~160
		2 생명 및 환경 분야 공학 로봇 활용				
	04 에너지 및 수송 분야 공학과 로봇	1 에너지 및 수송 분야 공학의 이해	3		110~123	161~176
		2 에너지 및 수송 분야 공학 로봇 활용				

대단원	소단원	내용 요소	차시		교과서 쪽수	지도서 쪽수
			차시	시간		
Ⅱ. 공학세계와 로봇의 활용	05 정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학과 로봇	1 정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학의 이해	3	22	124~137	177~192
		2 정보 통신 및 인공지능 기술 분야 공학 로봇 활용				
	06 기타 공학 분야와 로봇	1 기타 공학의 세계	3		138~151	193~208
		2 인간 공학 및 감성 공학 로봇 활용				
	07 공학 기술과 로봇의 발전	1 공학 기술과 로봇의 발전 방향	3		152~161	209~227
		2 공학 기술과 로봇 윤리				
	대단원 정리 및 평가 문제		1		163~163	
Ⅲ. 로봇 공학 프로젝트	01 문제의 확인과 정의	1 사용자 공감과 문제의 정의	2	25	168~173	239~248
		2 아이디어 탐색				
	02 로봇 제작을 위한 정보 탐색	1 하드웨어 구성을 위한 기본 정보의 수집 및 탐색	4		174~181	249~258
		2 로봇 제어를 위한 소프트웨어 정보 탐색				
	03 소프트웨어 알고리즘 구상	1 문제 해결을 위한 알고리즘의 이해	4		182~191	259~272
		2 로봇 제작을 위한 제어 원리와 메커니즘의 이해				
	04 로봇 제작	1 로봇 공학 프로젝트 문제 해결을 위한 대안 선정	9		192~213	273~296
		2 대안 선정에 따른 아이디어 설계				
		3 로봇 제작				
	05 평가 및 개선	1 프로젝트 평가	2		214~219	297~304
		2 로봇 프로젝트 개선				
	06 시연 및 공유	1 프로젝트 결과 시연	2		220~229	305~315
		2 프로젝트 수행 과정 공유				
	대단원 마무리 활동		2		230~235	
연간 시수			64			



로봇의 이해





01 | 로봇의 개념

02 | 로봇의 작동 원리

03 | 생활 속 로봇의 활용

04 | 인공지능과 로봇 윤리

단원 개관

이 단원은 로봇의 기본 개념부터 실제적인 활용까지 로봇을 이해하기 위한 내용으로 구성되어 있다. 학생들은 로봇의 공학적 특성과 구성을 이해하고, 로봇의 하드웨어와 소프트웨어 원리를 탐구하며 직접 간단한 로봇을 제작하는 경험을 통해 로봇에 대한 작동 원리를 이해하게 된다. 또한, 다양한 분야에서의 로봇 활용 사례를 학습하고, 인공지능 기술을 적용한 로봇의 특징과 윤리적 문제점을 분석함으로써 미래 기술에 대한 비판적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 기르게 될 것이다.

이 단원의 핵심 아이디어

- 로봇은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 작동하며 다양한 공학의 융·복합적 특성을 가진다.
- 인간은 로봇 개발과 활용의 주체로서 다양한 분야에 로봇을 이용하고 있으며, 바람직한 윤리 의식을 바탕으로 로봇을 연구·개발·활용해야 한다.

성취 기준

12로봇01-01	로봇의 공학적 특성과 구성을 이해하고, 융합 공학으로서의 로봇을 탐구하여 로봇에 대한 가치를 인식한다.
12로봇01-02	로봇 하드웨어와 소프트웨어의 탐구를 통해 로봇의 작동 원리를 이해하고 간단한 로봇을 제작하여 로봇에 대한 흥미와 자신감 및 도전 의식을 갖는다.
12로봇01-03	로봇의 활용 분야를 이해하고 생활 속 다양한 로봇 활용 분야를 탐구하여 로봇 개발과 활용에 대한 긍정적인 사고를 함양한다.
12로봇01-04	인공지능 기술을 활용한 로봇의 특징과 문제점을 조사·분석하고 이를 통해 로봇 개발 및 활용에 대한 바람직한 윤리의식을 함양한다.



+ 융합 공학으로서의 로봇 원리 탐구하기
+ 로봇 구성 및 하드웨어 제작하기 + 로봇 소프트웨어 탐구하기
+ 로봇 소프트웨어로 하드웨어 제어하기
+ 생활 속의 로봇 활용 분야 탐구하기
+ 로봇 윤리 탐구하기

- 로봇에 대한 가치와 인식
- 로봇 및 공학에 대한 흥미와 도전
- 로봇의 개발과 활용에 대한 긍정적 사고
- 로봇 개발, 활용에 대한 바람직한 윤리 의식



단원 전개 계획 Ⅰ. 로봇의 이해

주 주제 탐구 활동 문 문제 해결 역량 키우기

소단원명	차시	지도 방법	주요 학습 내용
01 로봇의 개념 교과서 10~19쪽 지도서 23~34쪽	3	로봇의 공학적 특성과 구성을 전반적으로 이해할 수 있고, 기계 공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학을 기반으로 한 융합 공학으로서의 로봇을 탐구하여 융합 공학으로서의 로봇의 가치가 다양하게 존재한다는 것을 인식할 수 있도록 지도한다.	❶ 로봇의 의미 ❷ 로봇의 공학적 특성 ❸ 로봇의 구성 주 인공지능 로봇, 인간을 위한 따뜻한 기술이 될 수 있을까?
02 로봇의 작동 원리 교과서 20~45쪽 지도서 35~62쪽	7	로봇을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어의 기초 원리를 이해하고 하드웨어와 소프트웨어를 결합하여 간단한 로봇을 만들어 본다.	❶ 로봇 구성 요소의 기초 ❷ 로봇 하드웨어와 소프트웨어 ❸ 간단한 로봇 제작(로봇 팔)
03 생활 속 로봇의 활용 교과서 46~55쪽 지도서 63~74쪽	3	로봇의 폭넓은 활용 분야를 체계적으로 이해할 수 있고 생활 속 다양한 로봇 활용 분야를 사례를 중심으로 깊이 있게 탐구하여 설명할 수 있도록 한다. 이를 통해 로봇 개발을 통한 로봇 기술의 발전 가능성, 로봇 활용이 우리에게 도움을 주는 부분에 대한 긍정적인 태도를 가질 수 있도록 지도한다.	❶ 로봇의 활용 분야 ❷ 로봇의 활용 사례 주 다양한 분야의 로봇 탐색과 가치 생각하기
04 인공지능과 로봇 윤리 교과서 56~67쪽 지도서 75~91쪽	3	인공지능 기술을 활용한 로봇의 특징 및 문제점을 다양하게 조사 · 분석한다. 또한 로봇 개발 또는 로봇 활용 과정에서 발생하는 윤리적인 쟁점이 있음을 알게 될 뿐 아니라 윤리적 판단의 중요성에 공감하여 올바른 판단 기준을 비롯하여 바람직한 윤리 의식을 수용할 수 있도록 지도한다.	❶ 인공지능 기술의 이해 ❷ 인공지능 로봇의 특징 ❸ 인공지능 로봇과 윤리 주 인공지능 인식 기술, 이대로 괜찮을까? 문 인공지능 로봇이 잘못된 데이터를 수집하거나 학습한다면?

01 로봇의 개념

수업 계획안

수업 시간: 3시간 | 교과서 쪽수: 10~19쪽

학습 목표	• 로봇의 공학적 특성과 구성을 설명할 수 있다. • 융합 공학으로서의 로봇을 탐구하여 로봇의 가치를 설명할 수 있다.		
수업 방법	강의, 조사 및 토의, 발표 수업	준비물	교사 수업 지도안, PPT 자료 등 학생 필기도구, 색연필, 스마트 기기 등

단계	교수 · 학습 방법	지도상의 유의점
도입 10~11쪽	핵심 키워드 로봇, 로봇의 구성과 공학적 특성, 융합 공학, 로봇 가치 생각 열기 **다양한 로봇을 개발하기 위해 어떤 공학자들이 함께 했을까?** – 건설 현장, 의료 분야, 돌봄 분야 등에서 사용되는 로봇의 예시를 살펴보고, 우리 주변의 로봇들 중에 다양한 공학의 전문가들이 개발에 참여했을 것이라 생각되는 로봇을 이야기해 본다.	• 핵심 키워드를 학생들이 알고 있는지 질문해 본다. • 생각 열기에 제시된 로봇 외에 더 아는 것이 있는지 질문해 본다.
전개 12~18쪽	**1. 로봇의 의미** • 로봇의 의미를 설명한다. • 로봇 의미의 변화를 설명한다. • 로봇의 역사를 살펴 본다.	• 로봇의 역사를 통해 로봇의 의미를 파악할 수 있도록 한다.
	2. 로봇의 공학적 특성 • 로봇의 공학적 특성을 설명한다. • 융합 공학으로서의 로봇을 설명한다. 잠깐 해보기 **바이오 메카트로닉스와 로봇의 융합, 융합 공학의 세계 알아보기** – 바이오 메카트로닉스와 로봇의 융합 사례를 살펴본다.	• 융합 공학으로서의 로봇의 특징을 통해 로봇의 가치가 다양하다는 것을 인식하도록 한다.
	3. 로봇의 구성 • 로봇의 구성을 설명한다. • 로봇의 구성 요소별 특징을 설명한다. 로봇과 공학 세상 읽기 **달팽이관 센서로 손가락 촉감까지 전달하다** – 로봇 구성 요소 중 센서 첨단 기술 사례를 살펴본다.	• 로봇의 구성은 다음 단원에서도 자세하게 학습하므로, 여기에서는 깊이 있는 탐구보다는 로봇을 이해하는 일환이 되도록 지도한다.
	주제 탐구 활동 **인공지능 로봇, 인간을 위한 따뜻한 기술이 될 수 있을까?** – 로봇의 긍정적 가치와 부정적 가치를 생각해 본다.	• 로봇에 다양한 가치가 있다는 것을 생각할 수 있도록 유도한다.
정리	• 로봇이 공학과 융합하여 발전되는 분야를 정리한다. • 로봇의 구성을 정리한다.	• 19쪽의 소단원 1분 요약을 통해 함께 정리하는 시간을 갖는다.
평가	• 로봇이란 무엇인가? • 로봇의 공학적 특성은 무엇인가?	• 수업 과정 중에 이루어지는 다양한 활동을 통해 평가한다.

01 로봇의 개념

지도 팁

하나의 로봇을 개발하려면 전통적인 기계 공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학 이외에도 분야에 따라 다양한 공학 분야의 협업이 필요함을 인식하도록 지도한다.

생각 열기 건설 현장에서 사용되는 로봇

건설 현장에서 사용되는 로봇을 개발하기 위해서는 기계 공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학, 건축 공학 및 토목 공학과 더불어 3D 프린팅으로 건물을 만드는 것에는 재료 공학과의 융합 및 협업이 필요하다. 본문에 제시된 사진은 모두 3D 프린팅으로 건설하고 있는 로봇의 모습이다.



건설 현장에서 사용되는 로봇

건설 현장에서 사용되는 로봇 중 대표적인 것은 바로 3D 프린팅 로봇이다. 우리나라의 경우 현대건설이 국내 최초로 3D 프린팅 기술로 플라스틱 비정형 조경 구조물을 만들어 현장 적용에 성공한 바 있다. 최근에는 다관절 로봇을 이용한 콘크리트 3D 프린팅 기술도 개발되었다. 다관절 로봇을 이용한 3D 프린팅 출력 시스템은 설계 파일에 맞춰 재료를 배합해 주는 믹서기, 재료를 압송하는 펌프, 재료를 균일하게 압출하는 노즐, 그리고 위치를 정밀하게 제어해 출력하는 다관절 로봇 단계까지 순차적으로 이루어진다. 이를 통한 시공 자동화는 안전한 환경을 만들어 줄 뿐만 아니라 작업 시간 단축, 인건비와 폐기물 절감으로 지속 가능한 건설에 기여하고 있다. 3D 프린팅 로봇으로 만들어진 건설 중 '아시아 디자인 프라이즈 2024'와 '그린 굿 디자인 어워드 2024' 등의 상을 수상한 것으로는 용인 둔전역의 힐스테이트 아파트 내 비정형 구조물 'H-Eye Planter'가 있다.

의료 로봇

의료 · 헬스 케어 분야에서 인공지능과 로봇 기술의 융합은 의료 서비스의 질적 향상을 이끌고 있다. 특히 제조업에서 시작된 로봇 기술이 의료 현장으로 확장되면서 다양한 혁신이 이루어지고 있다. 의료용 로봇은 수술 로봇, 재활 · 요양 로봇, 의료 서비스 로봇 등 크게 세 가지 영역에서 주로 활용되고 있다. 이러한 기술 발전에 따른 윤리적 문제도 함께 다룰 필요가 있다. 특히 이는 단순한 기술적 문제를 넘어 의료 윤리와 법적 책임의 영역까지 연결되는 복합적인 사안이기 때문에 AI와 로봇이 의료 행위에 개입할 때 발생할 수 있는 의료 사고의 책임 소재 문제는 중요한 토론 주제가 될 것이다.



의료 로봇 분야에 인공지능 기술이 접목됨으로써 기존 수술 로봇의 성능이 더 좋아졌으며, 각종 의료 업무를 도와주는 로봇 덕에 의료인들은 환자에 더욱 집중할 수 있게 되었다.



고령 사회로 접어든 우리나라에서는 다양한 기능을 통해 노인의 일상생활과 위급 상황에 함께 할 수 있는 노인 돌봄 로봇이 각 지자체를 중심으로 활발하게 활용되고 있다.

앞서 본 예시처럼 우리 주변에서도 다양한 공학의 전문가들이 개발에 참여했을 것이라 생각되는 로봇을 찾아 보자.

생각 열기 의료 분야에서 사용되는 로봇

의료 분야에서 사용되는 로봇을 개발하기 위해서는 기계 공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학 이외에 의학에 대한 전문 지식과의 공학 전문가와의 협업이 필요하다. 본문에 제시된 사진 중 상단의 로봇은 수술 로봇이고, 하단의 로봇은 간병 로봇이자 간호 보조 로봇이다.

생각 열기 노인들을 돌보는 돌봄 로봇

노인을 돌보는 돌봄 로봇을 개발하기 위해서는 기계 공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학의 협업 이외에도 인간 공학과 감성 공학이 필요하다. 교과서에 제시된 사진의 상단과 하단의 로봇은 노인 돌봄 로봇으로, 노인의 특성과 감정 및 경험을 고려한 로봇 설계를 통해 노인들의 신체적, 정신적 건강을 효과적으로 관리하고 외로움을 줄이는 데 큰 도움을 주고 있다.

예시 답안

산업용 웨어러블 로봇: 기계 공학+신소재 공학+인간 공학 전문가가 개발에 참여한다.
- 기계 공학: 무거운 물건을 들거나 반복적인 작업을 수행하는 로봇 설계에 대한 연구
- 신소재 공학: 가볍고 튼튼한 소재(예 탄소 섬유, 티타늄)로 무게 부담을 최소화하는 연구
- 인간 공학: 장시간 착용 시 피로도를 줄이고 자연스 러운 착용감을 제공하는 연구

노인 돌봄 로봇

노인 돌봄 로봇은 고령화 시대의 돌봄 공백을 해결하는 혁신적인 해결책으로 주목받고 있다. 노인 돌봄 기술은 1세대 응급전화와 같은 단순 호출 시스템에서 시작하여, 2세대 자동 감지 시스템을 거쳐, 현재는 인공지능과 로봇 기술을 활용한 3세대 스마트 돌봄 시스템으로 발전해 왔다.

현대의 노인 돌봄 로봇은 크게 두 가지 방향으로 발전하고 있다. 첫째, 모니터링과 예방적 돌봄이다. 웨어러블 기기와 같은 스마트 기기들이 노인의 일상생활 패턴을 실시간으로 분석한다. 예를 들어, 케어프레딕트의 '템포'는 노인의 활동 패턴을 모니터링하여 우울증과 같은 이상 징후를 조기에 발견하고, 보호자에게 즉시 알림을 보낼 수 있다. 둘째, 정서적 교감을 위한 반려 로봇이다. 미국 톰봇 사가 개발한 '제니'나 일본의 '파로'와 같은 로봇은 노인들의 정서적 안정과 심리적 건강을 돕고 있다. 이러한 사회적 보조 로봇들은 촉각에 반응하고 눈을 맞추며 상호작용하면서, 마치 실제 반려동물처럼 정서적 교감을 제공하기 때문에 특히 독거 노인이나 경증 치매 환자들의 외로움과 고립감 해소에 큰 도움이 되고 있다.

지도 팁
- 이러한 노인 돌봄 로봇의 발전이 단순한 기술 혁신을 넘어 고령화 사회의 돌봄 문제를 해결하는 중요한 대안이 될 수 있음을 학생들에게 설명할 수 있을 것이다.
- 또한 이를 통해 로봇 공학이 우리 사회의 현실적 문제를 어떻게 해결할 수 있는지 보여주는 좋은 사례로 활용할 수 있을 것 이다.

지도 팁

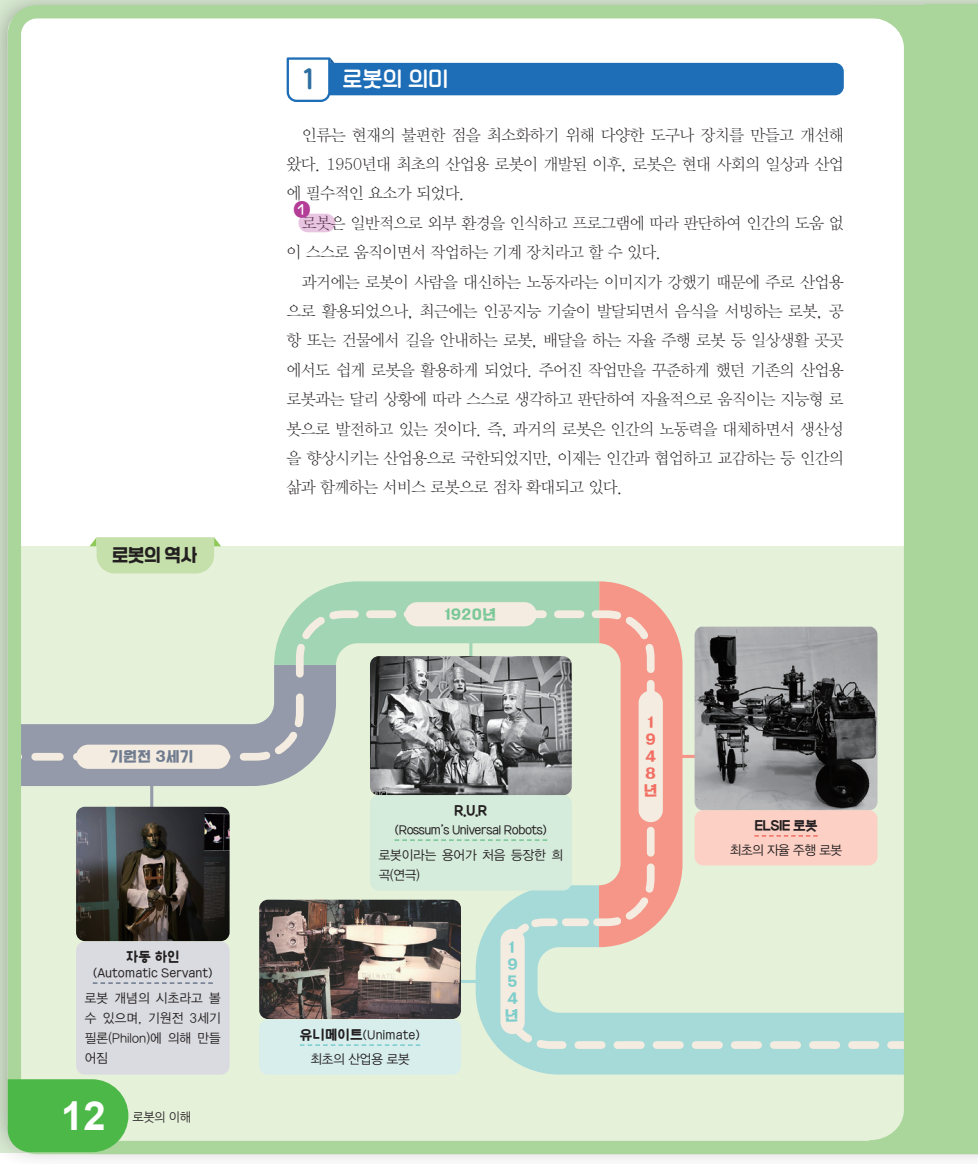
로봇의 개념을 이해하기에 앞서 로봇의 의미를 파악하는 것이 중요하다. 특히 로봇의 의미가 과거에서부터 현재까지 변화되고 있음을 설명함으로써 기술의 발전에 따라 로봇의 의미가 고정적인 것이 아니라 변화되고 있음을 설명할 필요가 있다. 또한, 하단에 제시되고 있는 로봇의 역사를 살펴보며 로봇에 대한 관심과 흥미가 높아질 수 있도록 유도한다. 또한, 최근 봇을 로봇으로 분류하는 경우가 많이 있으나 봇은 영영 사전을 검색해 보면 컴퓨터 프로그램으로 정의가 되어 있고 로봇은 기계 장치로 분류가 되어 있다. 소프트웨어 및 인공지능 기술이 강조되면서 로봇을 소프트웨어 및 인공지능 기술로 분류하는 경우가 종종 있지만, 로봇은 기계 장치의 일종이다. 이는 사전적 정의에도 명시되어 있으므로 학생들에게 로봇이 기계 장치이며 소프트웨어 및 인공지능은 로봇을 구성하는 일부임을 강조한다.

용어 설명

❶ **로봇** 국립국어원이 제공하는 우리말샘사전에는 로봇을 총 3가지 명사로 제시하고 있는데, 이 중 2가지는 기계와 관련된 용어이다. 이처럼 로봇의 상위어로 기계 장치가 제시되어 있는 바, 로봇은 기계로 분류하고 있다고 볼 수 있다.

1) [기계] 인간과 비슷한 형태를 가지고 걷기도 하고 말도 하는 기계 장치

2) [기계] 어떤 작업이나 조작을 자동적으로 하는 기계 장치



로봇의 사전적 정의

❶ **기계 공학 용어 사전**: 인간의 손, 다리, 머리 기능과 유사한 작용을 하는 자동 기계로서 인조 인간을 말한다.

❷ **전자 용어 사전**: 일반적인 명칭으로서는 유한개의 입출력 장치를 부가한 것으로, 그 중에서 현재 실용되고 있는 것은 프로그램 가능한 구동 기구이다. 로봇은 제어 시스템과 제어 시스템의 인터페이스를 포함한다. 2축 이상이란 서비스 로봇까지를 포함하는 의미를 내포하며, 산업용 로봇과 서비스 로봇의 분류는 의도된 응용에 따라서 결정된다.

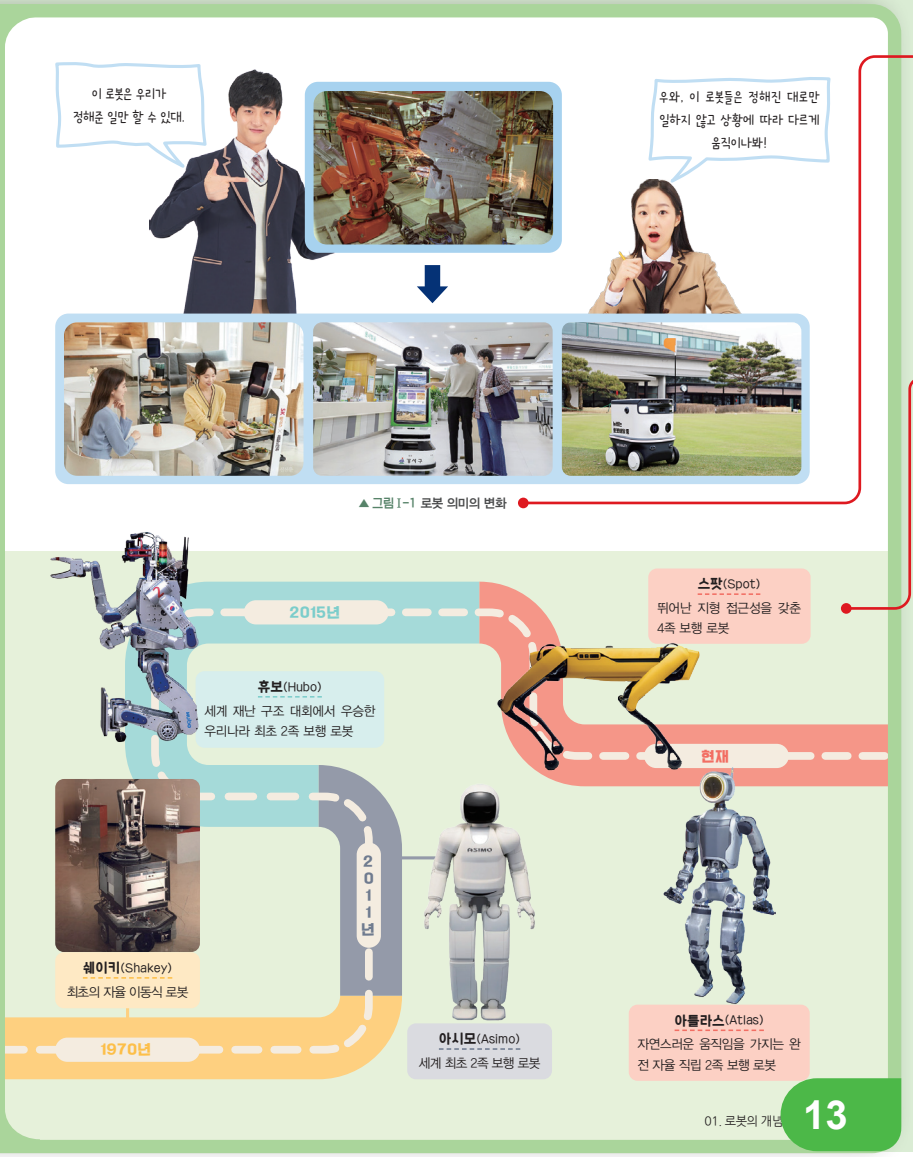
TIP 전통적으로 로봇은 기계, 전자, 컴퓨터 공학 분야가 융합된 학문으로 알려져 있다. 따라서 로봇은 기계 공학, 전자, IT 분야 용어 사전에서 제시되고 있으며 그 밖에 지식 경제 용어 사전, 항공우주 공학 용어 사전, 철도 관련 큰사전에서도 로봇을 정의하고 있다.

❸ **영영 사전**: 영영 사전에서 로봇의 의미를 잘 파악할 수 있는 경우가 있다. 이 중 Collins 영영 사전이 로봇에 대한 의미를 잘 설명하고 있다. 그 밖에도 Merriam-webster 사전이나 oxford 사전에도 로봇에 대해 잘 정의하고 있다.

"A robotis a machine which is programmed to move and perform certain tasks tasksautomatically."

번역하자면, 로봇은 자동으로 움직이거나 특정한 작업을 수행하기 위해 프로그램된 기계이다.

또한, 유사어로 사용되는 '~bot'은 ROBOT이 machine으로 정의되는되 반해 computer program으로 정의되고 있다. 즉, 대표적인 chatbot은 machine으로 대표되는 로봇이 아닌 컴퓨터 프로그램의 한 종류라고 할 수 있다.



▲그림 I-1 로봇 의미의 변화

01. 로봇의 개념 13

로봇 의미와 변화

그림 I-1은 로봇의 의미가 산업 현장의 자동화된 기계에서 지능형 서비스 로봇으로 확장되고 있다는 것을 보여준다. 이러한 변화는 로봇이 더 이상 단순 작업 도구가 아닌, 인간과 협업하고 상호작용하는 지능형 동반자로 진화하고 있음을 보여준다고 할 수 있다.

지도 팁

연극의 대본에서 로봇이라는 용어가 등장한 1920년이 아닌, 처음으로 특허 받은 로봇인 최초 산업용 로봇을 시작으로 실존하는 로봇의 역사는 주로 이야기되어진다. 여기에는 자율 주행 로봇의 시초라고 할 수 있는 ELSE 로봇이 최초 산업용 로봇보다 먼저 나왔음을 설명하고 있으며, 현재 식당에서 많이 만나는 서빙 로봇의 전신인 최초의 자율 이동식 로봇도 소개하고 있다. 현재 가장 활발하게 연구개발되고 있는 휴머노이드 로봇으로서는 최초의 휴머노이드인 일본 혼다의 아시모, 우리나라 최초의 휴머노이드 로봇이자 세계 재난 구조 대회에서 1등을 차지한 KAIST 휴보 로봇이 등장하고 있다. 또한 뛰어난 로봇 기술력을 가진 보스턴 다이내믹스 사의 4족 보행 로봇과 유압 장치를 사용하여 자연스러운 움직임을 제시하고 있는 아틀라스 로봇이 함께 소개되고 있다. 로봇의 역사는 지금도 만들어지고 있으므로 계속 발달되고 있음을 설명하는 것이 필요하다.

로봇의 어원

'로봇(Robot)'이라는 용어는 1920년 체코의 작가 카렐 차페크가 희곡 'R.U.R.(로숨의 유니버설 로봇)'을 통해 처음 소개했다고 알려져 있다. 이 작품은 1921년 1월 25일 첫 상연되었으며, 인공적으로 만들어진 로봇들이 인간에 대항하여 반란을 일으키는 이야기를 담고 있다.

'로봇'이라는 단어는 체코어 'robota'에서 유래했는데, 이는 옛 슬라브어에 뿌리를 두고 있다. robota는 중세 유럽의 농노 제도에서 세입자가 지주에게 집세 대신 제공하는 강제 노역이나 봉사를 의미한다.



▲ 카렐 차페크의 연극 R.U.R.의 한 장면으로, 아래 출처에서 더 많은 사진을 볼 수 있다.

출처 https://digitalcollections.nypl.org/items/510d47dd-fc69-a3d9-e040-e00a18064a99

주목할 만한 점은, 100여 년 전 차페크가 이미 로봇이 인간을 위협할 수 있다는 가능성을 예견했다는 것이다. 이는 오늘날 로봇 기술이 급속도로 발전하면서 우리가 마주한 윤리적 과제들을 선구적으로 제시한 것이라 할 수 있다.

지도 팁

- '로봇'이라는 단어의 기원 자체가 인간의 노동력을 대체하는 존재를 의미했다는 점을 주목해서 설명할 필요가 있다.
- 우리는 로봇 기술을 발전시키면서 동시에 그에 따른 책임과 윤리적 고려 사항들을 함께 생각해야 한다는 점을 부각하여 설명할 필요가 있다.

지도 팁

전통적인 공학 분야 외에도 여러 공학 분야가 융합된 결과로 다양한 로봇이 개발되고 있음을 이해하도록 지도한다.

용어 설명

❶ **메카트로닉스** Mechanics와 Electronics의 합성어로서 기계 공학과 전기전자 공학이 융합된 형태로 일본에서 처음으로 제안한 용어이다. 국내에는 기전 공학으로 불리우기도 하였으며, 교육부의 표준 분류 체계에 따르면 기계 공학 계열이라고 할 수 있다. 제어 공학과도 연관이 있는데, 이 분야는 전자 공학으로 분류되는 경우가 많다.

융합 공학으로서의 로봇

로봇은 전통적으로 기계 공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학이 융합되어 있다. 최근에는 로봇이 다양한 분야에 활용되면서 재료 공학(또는 신소재 공학), 인간 공학, 뇌 공학, 바이오 공학 등 다양한 분야의 공학이 융합되어 분야가 더욱 넓어지고 있다.

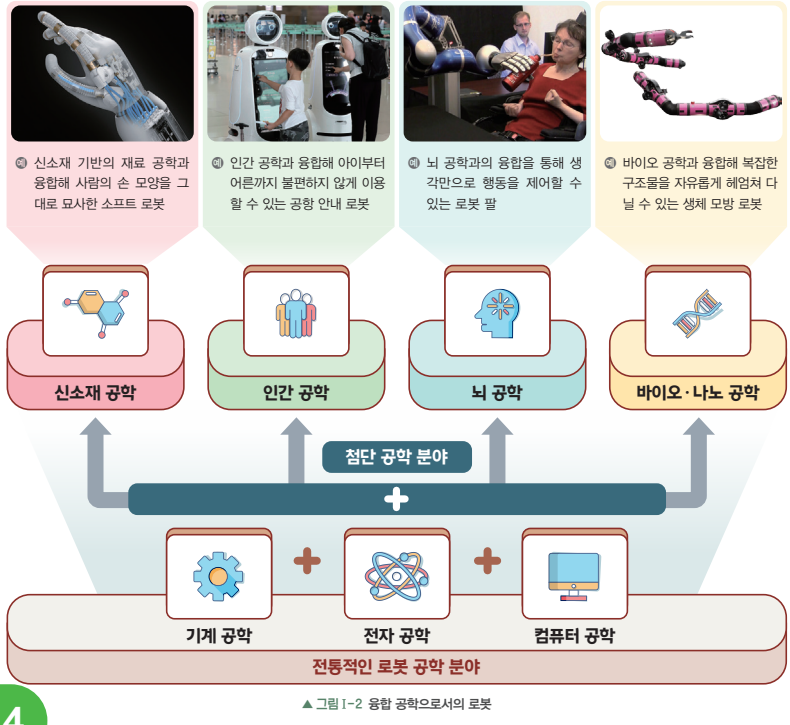
2 로봇의 공학적 특성

용어 돋보기

✻ **메카트로닉스** 기계 공학(Mechanics)과 전자 공학(Electronics)의 합성어로, 융합 학문적인 성격을 가지고 있어 여러 분야에 활용되며 기전 공학이라고 번역되기도 한다.

로봇은 ❶ 메카트로닉스* 개념이 포함된 기술로, 다양한 공학 분야를 융합하고 있다. 대표적으로는 로봇의 동작과 역학적 운동을 담당하는 기계 공학, 로봇의 센서나 회로를 구성하는 전자 공학, 각종 명령을 제어할 수 있도록 소프트웨어를 개발하는 컴퓨터 공학 등이 융합한다.

최근에는 신소재 공학, 인간 공학, 뇌 공학, 바이오 · 나노 공학 등 첨단 기술과의 융합이 가속화되면서 지능형 로봇은 다양한 분야로 더욱 빠르게 확장 · 발전하고 있다. 또한, 전통적으로 로봇의 한 분야로 자리 잡고 있는 5세대, 6세대 이동통신과 인공지능 기술이 융합되면서 로봇 산업은 비약적인 발전을 이어가고 있다.



▲ 그림 I-2 융합 공학으로서의 로봇

14

첨단 공학 분야와 로봇

재료(신소재) 공학과 로봇

소프트 로봇은 실리콘이나 고무와 같은 유연한 재료로 만들어진 새로운 형태의 로봇이다. 많은 소프트 로봇들은 자연계나 인간에 있는 생물들의 구조적 특성에 영감을 받아 그들의 움직임을 모방하도록 설계되었다. 형태가 불분명한 작업물을 집을 수 있는 기능, 환경 조건에 맞게 작업을 조정할 수 있는 기능, 고정되지 않은 레이아웃으로 좁고 복잡한 공간에서의 작업 등을 가능하게 한다. 또한 소프트 로봇은 인체 자체를 보조하는 용도로도 응용할 수 있다. 따라서 소프트 로봇은 제조 현장뿐만 아니라 폭넓은 환경에서의 효율화가 기대되고 있다.

인간 공학과 로봇

인간 공학과 로봇의 융합은 인간의 자세, 움직임, 한계를 고려해 피로와 부담을 줄이는 데 집중한다. 예를 들어, 로봇 외골격은 신체에 손상을 주지 않고 무거운 물건을 들 수 있도록 돕고, 협동 로봇(코봇)은 작업자의 동작에 맞춰 조정되어 원활한 협업을 지원하도록 설계된다. 그 밖에 많은 로봇들에 인간 공학적인 디자인을 접목하여 편안함, 안전성, 효율성을 향상시키며, 작업을 더 쉽고 건강하게 만들어 생산성을 높이는 데 기여하고 있다.

뇌 공학과 로봇

뇌 공학과 로봇 공학의 융합은 뇌 신호를 로봇 시스템과 통합하여 생각을 통한 직접적인 제어를 가능하게 하는 것이 대표적이다. 예를 들어, 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)를 사용하면 사람들은 신경 활동을 명령으로 변환하여 로봇 팔이나 보철물을 제어할 수 있다. 이 융합은 장애가 있는 사람들의 이동성을 향상시키고 향상된 인간-로봇 상호작용의 문을 열

잠깐 해보기 ❶ 바이오 메카트로닉스와 로봇의 융합, 융합 공학의 세계 알아보기

로봇 공학은 대표적인 융합 공학으로, 다양한 산업 및 응용 분야에서 혁신적인 해법을 제공한다. 이 분야에서 가장 흥미로운 발전 중 하나는 바이오 메카트로닉스와의 융합이다. 바이오 메카트로닉스는 생물학과 엔지니어링이 융합된 학문으로, 기계 시스템과 전자 시스템, 그리고 생물학적 시스템 간의 상호 작용을 연구하는 분야다. 바이오 메카트로닉스는 인간 및 동물의 운동, 구조, 기능을 모방해 로봇 시스템에 적용함으로써 혁신적인 로봇 시스템의 개발을 가능하게 한다.

● 아래에서 제시하는 바이오 메카트로닉스와 로봇의 융합 사례를 보고, 이외에 또 다른 사례는 없는지 조사해 보자.

생체 모방 로봇

동물이나 인간의 움직임 및 기능을 연구하여 로봇 시스템에 적용한다. 예를 들면 새의 날개 움직임을 모방하여 드론의 안정성과 효율성을 향상하기도 하고, 인간의 관절 구조와 움직임을 모방하여 보행 로봇 및 보조 장치의 개발에 중요한 역할을 하기도 한다.



▲ 새의 날개를 모방한 로봇

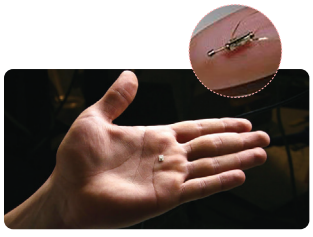


▲ 인간 관절 구조의 움직임을 모방한 로봇

• 생체 모방 로봇에 또 어떤 것이 있을까?

의료 로봇

정밀한 수술을 수행하고 환자를 보조하며 의료 진단 및 치료 시스템을 개발하는 데 활용된다. 예를 들어 나노 로봇은 혈관 속을 청소하고 인체에 침입해 들어온 바이러스를 제거하거나 암세포를 찾아 약물을 전달하여 제거하는 기능을 한다. 이처럼 의료 로봇은 의사와 환자 모두에게 중요한 역할을 하고 있다.



▲ 혈관 속을 다니는 나노 로봇

• 의료 로봇에 또 어떤 것이 있을까?

15

지도 팁

융합 공학의 대표적인 사례로 바이오 메카트로닉스를 소개하며 융합 공학의 세계를 탐색하는 활동이다. 따라서, 바이오 공학과 메카트로닉스 공학의 융합을 설명하여 생체 모방 로봇뿐 아니라 의료 로봇에 이르기까지 다양한 융합이 이루어지고 있음을 인식할 수 있도록 지도한다.

용어 설명

❶ **바이오 메카트로닉스** 생물학(Bio), 기계 공학(Mechanics), 전자 공학(Electronics)이 융합된 첨단 학문 분야이다. 생물체의 움직임과 기능을 공학적으로 분석하고 이를 로봇이나 기계 시스템에 적용하는 연구가 많이 이루어진다. 최근에는 생체 신호를 활용한 제어 시스템과 인공 근육 개발, 생체 재료 연구 등이 활발하게 이루어지고 있다.

예시 답안

생체 모방 로봇	의료 로봇
실제 물고기의 지느러미와 꼬리 움직임을 따라 만든 수중 로봇. MIT의 소피, 중국의 고래상어로봇 등이 있다. 마치 진짜 물고기처럼 유연하게 헤엄칠 수 있어서 바다 생태계 관찰이나 수질 검사 또는 대형 수족관에서 활용되기도 한다. 이외에도 물고기 로봇, 곤충 로봇, 로봇 도마뱀, 로봇 문어 등이 있다.	재활 로봇은 질병이나 사고에 의한 팔다리 마비 등, 신체에 발생한 문제를 원래 상태로 회복시키기 위한 목적의 로봇이다. 이외에도 수술 로봇, 간호(간병) 로봇, 심리 치료 로봇 등이 있다.

어주며, 신경 과학과 로봇 공학을 결합하여 정신과 기계 사이의 격차를 해소하여 기능성과 독립성을 향상시키고 있다.

바이오 공학, 나노 공학과 로봇

로봇 공학과 바이오 공학을 융합한 대표적인 사례는 생물학의 움직임이나 기능을 모방한 생체 모방 로봇이며, 주요 특징은 다음과 같다.

생물체는 이미 다양한 환경에 유연하게 적응했기 때문에 뛰어난 적응성과 유연성을 보인다. 또한 동물의 감각을 모방한 감지 기술이 통합되어 환경을 효과적으로 탐색한다. 동물의 탐색 기술을 모방하여 자율 항법 알고리즘이 적용될 수 있다. 이러한 특징은 의료, 제조, 서비스 등의 다양한 분야에서 혁신적인 기술로 활용된다.

또한, 나노 로봇은 의료 분야에서 큰 잠재력을 보여주고 있으며 주요 특징은 다음과 같다. 정밀 타겟팅을 통해 나노 로봇은 암세포만을 선택적으로 공격할 수 있어 건강한 세포에 대한 손상을 최소화한다. 그리고 약물 전달 효율이 향상되어 기존 방법보다 70% 높은 비율로 원하는 부위에 약물을 전달할 수 있다. 이는 개인 맞춤형 치료의 가능성을 열어주며, 질병 예방과 관리의 효과성을 크게 높일 것으로 기대된다.

지도 팁

로봇은 기본적으로 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 있다는 점을 설명하며 시작한다. 로봇을 구성하는 요소를 설명할 때에는, 하드웨어를 중심으로 어떤 요소들이 있는지 자세하게 설명함으로써 하드웨어가 로봇의 매우 중요한 요소임을 강조할 필요가 있다. 반면에 소프트웨어는 하드웨어를 제어하는 파트로서 존재한다는 점을 설명하고, 하드웨어만큼이나 중요한 역할을 하지만 하드웨어 없이는 기능을 할 수 없음도 강조할 필요가 있다.

용어 설명

❶ **액추에이터(Actuator)** 에너지를 운동으로 변화하는 장치이다. 즉, 에너지(공기, 전기, 유체 등에서 발생하는 에너지)를 가져와 원하는 종류의 운동으로 변환하는 기계 장치이다.



로봇의 구성 요소

로봇의 구성 요소에 대해서는 다양한 분석이 있다. 그러나 공통적인 부분은 로봇은 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 기계 장치라는 점이다.

전원부

전원 공급 장치라고도 하며 일반적으로 배터리나 직접 전원을 통해 로봇에 에너지를 공급한다. 최근에는 보다 효율적이고 오래 지속되는 배터리 개발은 물론, 자주 재충전하지 않고도 작동 시간을 연장할 수 있는 기술이 포함된다. 또한 점차 소형화되고 있다.

센서부

빛, 온도, 거리, 색깔, 움직임과 같은 환경 데이터를 감지한다. 추세에 따르면 정확한 매핑을 위한 라이다(LiDAR)와 같은 고급 센서와 인간의 감각을 모방하는 생체 감지 센서의 사용이 증가하여 로봇의 상호작용 기능이 향상되고 있다.

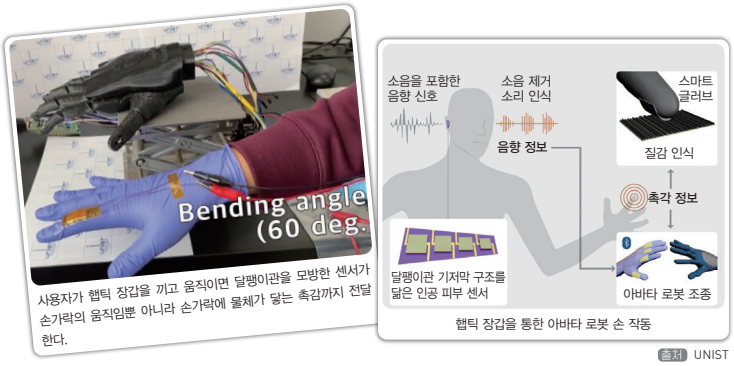
기구부

내부 구성 요소를 지지하고 보호하는 구조 프레임, 로봇 관절, 엔드 이펙터 등이다. 프레임의 경우 최근 탄소 섬유 및 고급 폴리머와 같은 가볍고 유연한 소재뿐만 아니라 쉽게 맞춤화하고 수리할 수 있는 모듈식 설계에 중점을 두고 있다. 또한 3D 프린터를 통한 제작도 활발하게 이어지고 있다. 로봇 관절은 로봇에서 매우 중요한 부분이다. 로봇 몸체의 여러 부분을 연결하는 것으로서 인간의 관절과 유사하게 유연성과 정밀한 움직임을 제공한다. 인간과의 보다 안전한 상호작용을 위해 유연한 소재를 사용하는 소프트 로봇 공학의 개발, 첨단 엔지니어링을 통한 관절 내구성 및 동작 범위 가 향상되고 있다. 로봇 엔드 이펙터는 특정 작업을 수행

로봇과 공학

세상 읽기

달팽이관 센서로 손가락 촉감까지 전달하다



사용자가 햅틱 장갑을 끼고 움직이면 달팽이관을 모방한 센서가 손가락의 움직임뿐 아니라 손가락에 물체가 닿는 촉감까지 전달한다.

햅틱 장갑을 통한 아바타 로봇 손 작동

출처 UNIST

손가락이 사물과 접촉할 때 발생하는 진동까지 로봇 손에 전달할 수 있는 센서가 개발됐다. 손가락의 움직임은 물론이고 촉감까지 로봇에 고스란히 구현할 수 있는 길이 열린 것이다.

울산과학기술원(UNIST) 고○○(에너지화학공학과), 김○○(전기전자공학과) 교수 연구진은 "사람의 동작과 촉감, 소리 등을 모두 인식해 기계에 전달할 수 있는 '사람-기계 인터페이스'를 개발했다"고 밝혔다. 이번 인터페이스는 귀의 달팽이관 구조를 모방한 인공 피부 센서를 기반으로 하고 있다. 달팽이관 기저막은 두께와 너비, 단단함 정도가 부위별로 달라 소리를 주파수별로 구분해 받아들일 수 있다. 이를 모방한 센서는 사람의 동작처럼 느리게 반복되는 저주파 신호뿐만 아니라 빠르게 진동하는 소리와 촉감 같은 고주파 신호도 기계에 모두 전달할 수 있다.

연구진은 인공 피부 센서를 사람의 촉감을 로봇에 전달하는 햅틱(haptic, 촉각) 장갑에 적용했다. 이전 햅틱 장갑은 손가락이 천천히 움직일 때 발생하는 저주파만 감지할 수 있었지만, 이번에는 달팽이관을 모방한 센서 덕분에 손가락이 사물과 마찰할 때 발생하는 고주파도 선별해 감지했다. 실험에서 사용자가 햅틱 장갑을 끼고 손을 움직이면 로봇 손이 동작을 그대로 따라 했으며, 유리와 종이 · 실크 등 8가지 다른 물질의 질감도 93% 정확도로 인식했다고 연구진은 밝혔다. 또한 센서 덕분에 소리로도 아바타 로봇 손을 조종할 수 있었다. 연구진은 소리 주파수를 바꿔 로봇 손의 손 동작을 조종했다.

고○○ 교수는 "이번 센서는 소음이 많은 곳에서도 95% 정확도로 사람 목소리만 인식하는 마이크로폰에도 쓸 수 있다"며 "센서가 얇고 표면에 잘 달라붙어 다양한 가상 현실(VR), 증강 현실(AR), 사물 인터넷(IoT) 기술에 쓸 수 있을 것"이라고 밝혔다.

출처 조선일보, 2022. 3. 27.

17

지도 팁

- 이 기사는 최신 로봇 기술의 발전을 다룬 읽기 자료로, 학생들의 공학적 읽기 능력을 향상시킬 수 있는 좋은 자료가 될 것이다.
- 읽기 전 활동으로 '로봇이 사람처럼 느낄 수 있을까?'와 같은 질문을 던져 학생들의 호기심을 자극해 보며 읽기를 유도할 필요가 있다.
- 본문을 읽을 때는 달팽이관, 햅틱, 주파수(Hz) 등 핵심 용어의 뜻을 알려주면 학생들의 이해를 도울 수 있다.
- 특히 마지막 단락의 실생활 적용 부분(VR, AR, IoT)은 학생들의 흥미를 끌 수 있는 내용이므로 관심 있는 학생들이 다른 자료들도 찾아보도록 유도해볼 필요가 있다.
- 읽기 후에는 '이 기술이 적용될 수 있는 분야는 어디일까?'와 같은 확장 질문으로 학생들의 사고를 자극하는 것도 좋다.
- 이전 차시에서 자료 읽기를 시킨 경우에는, 다음 차시의 시작 부분에서 교사가 질문을 함으로써 학생들이 그냥 지나치는 내용으로 인식하지 않게 할 수 있다.

원문 기사 링크

https://www.chosun.com/economy/science/2022/03/27/JCTGLU5W3VGSDD54BD7N55NHGU

하기 위해 그리퍼나 용접 토치 등 로봇 팔에 부착된 말단 장치이다. 다양한 물체와 작업을 처리하고 민첩성과 의사 결정 개선을 위해 AI를 통합할 수 있는 적응형 다기능 엔드 이펙터를 강조하고 있다.

구동부(액추에이터)

초등학생을 비롯하여 보다 쉬운 용어를 사용한다는 관점하에 '구동 장치'로 통합하여 설명하고 있기도 하다. 전기 신호(공기 압력, 유체 압력)를 물리적 움직임으로 변환하는 구성 요소로, 전기식 액추에이터, 공압식 액추에이터, 유압식 액추에이터 등이 있다. 로봇이 팔다리를 움직이거나 물체를 조작하는 등의 작업을 수행할 수 있도록 도와주는 것으로서 전기 및 전자 장치를 기계 시스템과 통합하여 움직임을 정밀하게 제어한다. 최근에는 보다 안전한 인간-로봇 상호작용을 위한 유연한 재료로 만든 소프트 액추에이터와 보다 자연스럽고 근육과 같은 움직임을 제공하는 전기 활성 폴리머의 개발이 포함된다.

제어부(마이크로컨트롤러)

로봇의 작동을 관리하도록 설계된 소형 집적 회로이다. 전기 및 전자 장치를 컴퓨팅 기능과 결합하여 센서의 입력을 처리하고 액추에이터 및 기타 시스템에 대한 제어 명령을 실행한다. 지속적인 클라우드 통신 없이 더 빠른 의사 결정을 위해 AI 기능을 칩(에지 AI)에 직접 통합하는 것이 포함되며 향상된 에너지 효율성, 향상된 처리 능력, 실시간 운영체제(RTOS) 지원을 통해 보다 정교하고 자율적인 로봇 작업이 가능해졌다. 최근에는 성능이 좋아지면서 컴퓨터로 제시되기도 한다. 향상된 의사 결정을 위한 AI 및 기계 학습의 사용, 실시간 데이터 처리를 위한 엣지 컴퓨팅, 복잡한 작업과 자율성을 지원하기 위한 향상된 컴퓨팅 성능이 포함된다.

지도 팁

이 활동은 인공지능과 로봇 기술의 양면성을 이해하고, 특히 사회적 약자를 돕는 로봇(Food Angel)의 사례를 통해 기술의 사회적 가치와 한계를 탐구하는 데 초점을 맞추고 있다.

기사 요약

[배경] 로봇 공학자 데니스 홍 교수가 '월드 푸드테크 컨퍼런스 2024'에서 고등학생 이산 군의 'Project Food Angel'을 소개하며 '로봇의 본질은 인간을 위한 따뜻한 기술'임을 강조함

[프로젝트 개요] Food Angel은 노숙자에게 음식을 배달하는 소형 자율 주행 로봇으로, 미국에서 공부 중인 고등학생 이산 군이 "로봇 기술로 어려운 이웃을 도울 수 없을까?"라는 고민에서 시작하여 직접 설계하고 실행한 프로젝트임

[핵심 특징 – 사람 중심 설계]

- 처음에는 화면과 스피커를 달자는 의견이 있었으나, 노숙자들이 낯선 기계의 큰 소리에 두려움을 느낄 수 있다고 판단
- 대신 익숙한 종이 상자에 손글씨로 "무료 식사입니다"라는 안내문과 친근한 그림을 사용
- 복잡한 자동 장치 대신 사람이 직접 뚜껑을 열어 음식을 꺼내도록 설계

[실제 활동]

- 지역 푸드뱅크와 협력하여 실제로 노숙자들에게 식사를 전달하는 활동을 진행함
- 현재 서울로봇인공지능과학관에 영구 전시 중

[데니스 홍 교수의 메시지]

"공학은 세상을 더 나은 곳으로 만드는 학문입니다. 인간에 대한 이해와 공감이 없다면 좋은 로봇도, 좋은 인공지능도 탄생할 수 없습니다."

주제 탐구 활동

인공지능 로봇, 인간을 위한 따뜻한 기술이 될 수 있을까?

인간의 삶의 패러다임을 완전히 바꾸고 있는 인공지능 기술과 로봇은 최근 알고리즘의 편향성과 부작용 등 각종 논란에 휩싸여 있다. 그러나 많은 학자들은 사람 중심의 기술 개발이 가속화된다면 이러한 논란은 자연스럽게 해결될 것이라 전망하고 있다. 다음 글을 읽고 질문에 답하면서 로봇의 가치를 다시 생각해 보자.

"로봇의 본질은 인간을 위한 따뜻한 기술입니다. 우리는 이것을 잊으면 안 됩니다."

로봇 공학자 데니스 홍 교수는 '월드 푸드테크 컨퍼런스 2024'에서 미국에서 공부중인 고등학생 이산 군의 프로젝트 Project Food Angel을 소개하며 제목과 같이 말했다.



▲ 월드 푸드테크 컨퍼런스 2024 '푸드로봇테크' 세션에서 발표 중인 데니스 홍 교수

Project Food Angel은 노숙자에게 음식을 배달해주는 작은 자율 주행 로봇이다. 이산 군은 거리의 노숙자들을 보며 "로봇 기술로 이들을 도울 수 없을까?"를 고민했고, 직접 로봇을 설계하고 실행에 옮겼다.

이 프로젝트의 가장 큰 특징은 기술보다 사람에 대한 배려에 초점을 맞추었다는 점이다. 처음에는 로봇에 화면과 스피커를 달자는 의견이 나왔지만, 이산 군은 이렇게 말했다.

"처음 보는 기계에서 큰 소리가 나면 노숙자분들이 무서울 수 있어요. 대신 익숙한 종이 상자에 손글씨로 안내문을 적는 게 더 좋을 것 같아요."

그래서 로봇 위에는 친근한 그림과 "무료 식사입니다."라는 문구가 적힌 상자가 올려졌고, 복잡한 자동 장치 대신 사람이 직접 뚜껑을 열어 음식을 꺼내도록 했다. 지역 푸드뱅크와 협력하여 실제로 노숙자들에게 식사를 전달하는 활동도 진행했다.

데니스 홍 교수는 이 사례를 통해 학생들에게 이렇게 강조한다.

"공학은 세상을 더 나은 곳으로 만드는 학문입니다. 인간에 대한 이해와 공감이 없다면 좋은 로봇도, 좋은 인공지능도 탄생할 수 없습니다."



▲ 서울로봇인공지능과학관에 영구 전시된 Food Angel

Project Food Angel은 인공지능과 로봇 기술이 단순한 편리함을 넘어, 어려운 이웃을 돕는 따뜻한 기술이 될 수 있음을 보여 주는 사례이다.

출처 ZDNET KOREA, 2024. 6. 22. / 데니스 홍 페이스북

18

로봇 소프트웨어

로봇 소프트웨어는 하드웨어를 제어하며, 데이터 처리와 명령 전달 등의 기능을 수행한다. 하드웨어만큼이나 중요한 요소로, 로봇의 원활한 동작을 위해 필수적이다.

1) **데이터 처리**: 소프트웨어는 로봇의 센서에서 입력된 다양한 데이터를 분석하고, 이 정보를 바탕으로 적절한 결정을 한다.

2) **명령 전달**: 소프트웨어는 로봇의 전기 및 전자 장치, 기계 구성 요소 및 컴퓨터에 명령을 보내 수행할 작업을 지시한다.

프로그래밍과 알고리즘은 로봇이 작업을 정확하고 효율적 으로 수행하는지 확인하는 데 사용된다.

예시 답안

1 ❶ **기술을 넘어 사람을 생각했기 때문에**
이 로봇은 최첨단 기술보다 노숙자들의 입장을 먼저 고려했다. 큰 소리가 나는 스피커나 화면 대신, 친근한 그림과 손글씨 안내문을 사용하여 노숙자들이 두려움 없이 음식을 받을 수 있도록 배려한 것이다.

❷ **실제 사회 문제 해결에 기여하기 때문에**
단순히 기술을 보여주는 것이 아니라, 노숙자 식량 지원이라는 실제 사회 문제를 해결하는 데 직접적으로 활용되었다. 지역 푸드뱅크와 협력하여 실제로 노숙자들에게 식사를 전달하는 활동을 진행했다는 점도 주목받을 만하다.

❸ **고등학생이 만들었다는 점에서 누구나 할 수 있다는 희망을 주기 때문에**
미국에서 공부 중인 고등학생이기는 하지만 같은 또래의 이산 군이 직접 설계하고 실행에 옮긴 프로젝트라는 점에서, 기술의 복잡함보다 문제를 해결하려는 의지와 공감 능력이 더 중요하다는 메시지를 전달한다. 또한, 또래 학생이 해냈다는 사실은 "나도 할 수 있겠다."는 자신감과 도전 의식을 불러일으켜, 학생들에게 사회 문제 해결에 직접 참여할 수 있다는 동기를 부여한다.

주제 탐구 활동

1 이 로봇의 기술이 간단한 것임에도 불구하고 주목을 받는 이유는 무엇인지 생각해 보자.

예 기술을 넘어 사람을 생각했기 때문에

2 어떤 로봇이든 도입되면 긍정적인 부분과 부정적인 부분이 모두 존재한다. 이 로봇이 우리나라에 도입된다고 가정해 보자. 긍정적인 부분과 부정적인 부분으로는 무엇이 생길 수 있을까?

정적인 부분	부정적인 부분

지도 팁

2번 문항에서 로봇 도입의 긍정적/부정적 측면을 분석할 때, 다양한 이해 관계자(노숙자, 자원봉사자, 지역 주민, 로봇 개발자, 복지 기관 등)의 입장에서 생각해 보도록 안내한다.

3 긍정적인 부분은 증가, 부정적인 부분은 감소시키기 위한 방안이 있는지 생각해 보고 정리해 보자. 자신의 생각을 친구들과 함께 이야기해 보고 다른 친구들의 생각도 들어보자.

지도 팁

3번 문항에서 해결 방안을 제시할 때, 단순히 기술적 해결책뿐 아니라 사회적인 방안 및 제도적 방안(푸드뱅크 연계, 인증 시스템, 자원봉사 병행 등)도 함께 고민하도록 유도한다.

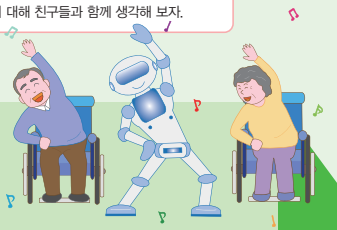
① 지금까지 이야기한 부분을 생각하면서 로봇이 인간과 함께 행복하기 위해 추구해야 하는 가치가 무엇인지 생각해 보자.

② 융합 공학의 결과물인 로봇을 통해 우리 모두가 행복해지는 가치에 대해 친구들과 함께 생각해 보자.

소단원 1분 요약

1 로봇은 기계, 전자, 컴퓨터와 같은 전통적인 공학의 분야를 넘어 다양한 첨단 기술과의 융합을 통해 폭넓은 분야로 발전되고 있다.

2 로봇은 기구부, 센서부, 제어부, 구동부, 전원부 등으로 구성된다.



19

지도 팁

- 교사는 학생들이 로봇 기술의 긍정적 측면과 부정적 측면을 균형 있게 탐구하도록 이끌어 주는 것이 필요하다. 특히 각 문항이 점진적으로 심화되는 구조(기본 가치 파악 → 긍정/부정 분석 → 해결 방안 도출)임을 고려하여, 학생들의 답변이 구체적이고 논리적으로 발전되도록 지도할 필요가 있다.
- Food Angel 프로젝트의 핵심 가치인 '기술보다 사람을 먼저 생각하는 설계'에 주목하도록 한다. 화면과 스피커 대신 손글씨와 종이 상자를 선택한 이유를 학생들이 스스로 생각해 볼 수 있도록 유도한다.
- 노숙자 문제나 사회적 약자 지원이라는 주제가 고등학생에게 다소 낯설 수 있다. 우리나라의 푸드뱅크, 무료 급식소, 복지 서비스 등 관련 사례를 함께 소개하여 학생들의 이해를 도울 수 있다.
- 또래 학생(고등학생 이산 군)이 이 프로젝트를 만들었다는 점을 강조하여, 학생들에게 '나도 할 수 있다'는 도전 의식과 사회 문제 해결에 대한 동기를 부여할 수 있다.

주제 탐구 활동 | 평가하기

- 로봇과 인공지능 기술의 긍정적·부정적 가치를 균형있게 분석할 수 있는가?
- 돌봄 로봇 도입에 따른 다양한 이해 관계자의 입장을 구체적으로 파악하고 있는가?
- 로봇 기술 도입 시 발생할 수 있는 윤리적 문제에 대한 해결 방안을 합리적으로 제시하고 있는가?

예시 답안

2

긍정적인 부분	부정적인 부분
• 식량이 필요한 사람들이 다른 사람을 직접 만나지 않고 도움을 받을 수 있다(익명성 보장으로 수치심 감소). • 자원봉사자의 시간과 노력을 절약하고, 24시간 배달이 가능해진다. • 위험한 지역이나 늦은 시간에도 안전하게 음식을 전달할 수 있다.	• 식량이 필요하지 않은 사람도 호기심에 식량을 가져갈 수 있다(악용 가능성). • 로봇이 인간 자원봉사자의 역할을 대체하면서 노숙자와의 인간적 교류 기회가 줄어들 수 있다. • 로봇 유지보수 비용, 도난 · 파손 위험, 날씨나 지형에 따른 운행 제한 등 현실적 문제가 발생할 수 있다.

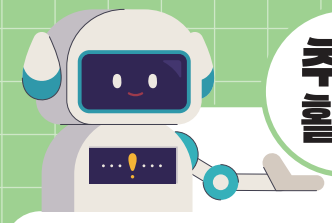
3 Food Angel 로봇이 한국에 도입된다면, 한국의 실정에 맞도록 긍정적인 효과를 극대화하고 부정적인 영향을 최소화하기 위한 방안이 필요하다.

먼저, 악용을 방지하기 위해 푸드뱅크나 복지기관과 연계하여 실제 도움이 필요한 사람들에게 인증 카드나 모바일 QR 코드를 발급하는 시스템을 도입할 수 있다. 이렇게 하면 정말 필요한 사람들만 음식을 받을 수 있을 것이다.

또한, 로봇이 인간의 따뜻함을 완전히 대체하지 않도록 하는 방안도 고민할 필요가 있다. 로봇은 음식 배달의 보조 수단으로 활용하고, 정기적으로 자원봉사자들이 직접 방문하여 대화를 나누는 프로그램을 병행하면 좋겠다.

마지막으로, 로봇 파손이나 도난 문제를 줄이기 위해 지역 사회와 협력하여 로봇의 의미와 목적을 알리는 캠페인을 진행하고, GPS 추적 기능을 탑재하여 관리할 수 있다.

결국 중요한 것은 데니스 홍 교수의 말처럼 '인간에 대한 이해와 공감'일 것이다. 기술은 도구일 뿐이며, 그 기술이 사람을 위해 어떻게 쓰이느냐가 더 중요하다고 생각하게 된다.



추가 활동 1

로봇 전문 채널! 나는 로봇 크리에이터!

최근 동영상 서비스 플랫폼에서 공학 전문 채널을 발견하고 매우 매력적이라고 느낀 로공이. 로봇과 공학에 관심 있는 로공이는 지난 주 수업 시간에 배운 '융합 공학으로서의 로봇'을 주제로 짧은 영상을 제작하고 싶어졌다. 친구들과 함께 이 주제로 카드 뉴스를 만들고, 이를 설명하는 짧은 영상을 촬영 · 편집해서 업로드할 계획을 세우기도 했다. 우리도 로공이와 같이 로봇 전문 채널을 운영하기 위한 짧은 영상을 제작해 볼까?

1 첨단 공학을 기반으로 하여 융합 공학적 특성을 가진 로봇 분야를 정해 보자.

2 영상 제목을 먼저 생각해 보자.

3 카드 뉴스 내용을 구성해 보자. 각 카드에 들어갈 스토리보드를 구성한다.

4 도입부를 정해 보자. 흥미를 끌 수 있는 문구로 시작하는 것이 중요하다.

5 협업 도구(예 캔바 등)를 활용하여 카드 뉴스를 제작한 후, 해설을 위한 시나리오를 적어보자.

6 카드 뉴스를 보여주면서 설명하는 영상을 녹화 · 편집한 후, 녹화된 영상을 보고 편집한 후 동영상 서비스 플랫폼에 업로드하고 친구들과 선생님께 홍보한다. 활동을 마친 후 느낀 점도 공유해 보자.

02 로봇의 작동 원리

수업 계획안

수업 시간: 7시간 교과서 쪽수: 20~45쪽

학습 목표	• 로봇을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어의 기초 원리에 대한 이해를 바탕으로 로봇의 구조를 설명할 수 있다. • 전기 · 전자 · 기계 요소를 포함하는 마이크로컨트롤러와 제어용 코딩 프로그램을 활용한 간단한 로봇을 만들 수 있다.		
수업 방법	강의, 조사 및 토의, 발표 수업	준비물	교사 수업 지도안, PPT 자료 등 학생 필기도구, 스마트 기기, 로봇 제작용 부품 및 도구 등

단계	교수 · 학습 방법	지도상의 유의점
도입 20~21쪽	핵심 키워드 기구부, 기계 요소, 구동부, 마이크로컨트롤러, 센서부, 제어 명령 코드 생각 열기 **인간의 환경 속으로 들어온 로봇** – 인간에게 편리하도록 만들어진 계단을 오르는 로봇과 음식점에 서빙을 위해 도입한 로봇의 예시를 살펴보고, 로봇의 기동을 위한 환경의 변경 없이 인간의 생활 속에 투입된 로봇에 대해 이야기해 본다.	• 핵심 키워드를 학생들이 알고 있는지 질문해 본다. • 생각 열기에 제시된 로봇을 살펴보고 로봇의 활용을 위해 환경 변경의 필요 요소와 소요 비용에 대해 질문해 본다.
전개 22~45쪽	**1. 로봇 구성 요소의 기초** • 사람의 몸과 로봇의 구성 요소를 비교하여 이해한다. • 로봇 하드웨어와 소프트웨어의 특징을 살펴본다.	• 사람의 몸과 비교하여 이해하기 쉽도록 설명한다.
	2. 로봇 하드웨어와 소프트웨어 • 로봇 하드웨어 구성 요소를 설명한다. – 기구부: 로봇의 몸체 구성을 위한 필수 요소임을 이해한다. – 구동부: 로봇 움직임의 핵심 요소임을 이해한다. – 제어부: 센서의 값을 받아들인 후 판단하여 명령을 내리는 역할을 살펴본다. – 센서부: 다양한 센서의 기능을 이해한다. 로봇과 공학 세상 읽기 **로봇이 주변 환경을 느끼는 다양한 방법** – 로봇이 우리 주변 환경을 구성하는 요소(움직임, 온도 변화, 습도, 소리 등)를 감지하는 방법을 살펴보자. 잠깐 해보기 **로봇의 다양한 센서 탐구하기** – 강아지의 모습을 한 로봇을 상상하며 다양한 기능에 필요한 센서를 조사해 본다. • 로봇 소프트웨어의 역할과 기능을 살펴본다.	• 로봇의 기구부를 구성하는 기계 요소의 다양성과 핵심 역할을 설명한다. • 로봇의 움직임을 만들어 내는 구동부의 역할을 설명한다. • 정보를 읽고 판단한 후 명령을 하는 제어부의 역할을 설명한다. • 학생들이 스스로 다양한 센서를 조사하여 제시하도록 한다.
	3. 간단한 로봇 제작(로봇 팔) • 로봇 팔 제작을 통하여 간단한 로봇 제작을 체험한다. – 로봇 제작 과정은 공학적 문제 해결 과정에 따라 진행한다. – 컴퓨터를 활용한 설계를 이용하여 가상의 완성물을 확인한다. – 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 시행착오를 줄일 수 있다.	• 공학적 문제 해결 과정을 설명하고 간단한 로봇 제작 활동에 임하도록 지도한다. • 컴퓨터 기반 설계 및 시뮬레이션 프로그램 사용 방법을 설명한다. • 45쪽 지식 스트레칭을 통해 서보 모터 추가에 따른 제어 코드를 수정하는 방법에 대해 설명한다.
정리	• 로봇의 하드웨어를 구성하는 요소를 정리한다. • 로봇 제어를 위한 소프트웨어의 기능과 역할을 정리한다. • 로봇 팔 제작을 통하여 간단한 로봇을 만들어 본다.	
평가	• 로봇을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어란 무엇인가? • 로봇 팔 제작을 통하여 간단한 로봇 만들기를 완수하였는가?	• 수업 과정 중에 이루어지는 다양한 활동을 통해 평가한다.

02 로봇의 작동 원리

지도 팁

우리는 사람이 이동하고 움직이는 데 적합하게 만들어진 환경 속에서 살고 있다. 만약 로봇을 도입하기 위해 로봇의 이동에 적합하도록 환경을 고쳐야 한다면 낭비 요소가 발생할 수 있다는 것을 지도한다.



핵심 키워드 기구부 · 기계 요소 · 구동부 · 마이크로컨트롤러 · 센서부 · 제어 명령 코드

02 로봇의 작동 원리

이 단원을 배우고 나면

- 로봇을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어의 기초 원리에 대한 이해를 바탕으로 로봇의 구조를 설명할 수 있다.
- 전기 · 전자 · 기계 요소를 포함하는 마이크로컨트롤러와 제어용 코딩 프로그램을 활용한 간단한 로봇을 만들 수 있다.

생각 열기 인간의 환경 속으로 들어온 로봇

"찌그러진 바퀴가 바꾸는 로봇 배달"

허리까지 오는 흰색 로봇이 아파트 단지를 주행한다. 육면체 모양 흰 박스에는 배달할 물건을 담는다. 구멍이 뚫린 검은색 바퀴 4개는 이 장치의 핵심이다. 이리저리 모양이 찌그러지면서도 로봇 몸체를 계단에 척척 올려낸다. 일반적인 로봇이 인식한 장애물을 피하는 것에 집중한다면, 이 로봇은 장애물을 직접 극복하고자 한다.

출처 한국경제, 2022. 11. 24.

▲ 계단을 회피하지 않고 직접 이용하는 경로를 선택함으로써 경사로와 같은 길이 없이도 배달 로봇을 이용할 수 있다.

▲ 다리를 가진 기존의 보행형 로봇과는 다르게 특수 바퀴를 이용함으로써 구조가 간단하고 제작 가격을 낮출 수 있다.

20 봇의 이해

끊임없이 진화하는 로봇

인공지능 로봇 청소기



삼성전자가 출시한 로봇 청소기는 인공지능(AI) 기술을 활용해 사물 인식 능력과 주행 성능을 대폭 개선하였다. 딥러닝 기반으로 100만 장 이상의 이미지를 학습하여 다양한 가전제품, 가구, 반려 동물 배설물, 양말, 전선, 유리컵 등 일반적으로 인식하기 어려운 장애물까지도 정확하게 구분할 수 있다. 아울러 사물을 인식하고, 청소 중 위험한 장애물은 회피하며, 공간의 특성에 최적화된 청소를 제공한다. 또한, 3D 센서와 라이다(LiDAR) 센서를 탑재해 집안 구조를 빠르고 정확하게 파악하고, 자율적으로 최적의 청소 경로를 선택해 주행한다. 청소를 마치면 도킹 스테이션으로 자동 복귀해 먼지통을 비우고 스스로 충전한다.

출처 삼성뉴스룸

휴머노이드 로봇

보스턴 다이내믹스(현대자동차그룹)는 2024년 10월 30일 2세대 휴머노이드 로봇 '아틀라스'의 새로운 영상을 공개했다. 이 영상에서 아틀라스는 전기 구동 방식을 채택하여 이전보다 정밀하고 유연한 동작을 선보였으며, 작업장에서 부품을 정확하게 집어 보관함에 넣는 등 산업 현장에서의 활용 가능성을 보여주었다. 특히, 머신러닝 기반의 비전 시스템을 통해 주변 환경을 인식하고, 자율적으로 판단하여 작업을 수행하는 능력을 강조했다. 이러한 발전은 휴머노이드 로봇이

"서빙 로봇은 어떻게 내 자리를 찾아올까"

로봇은 카메라를 이용하여 주변 공간에 대한 정보를 3차원으로 측정해 지도를 생성한다. 만약 공간 자체가 밋밋해 지도로 만들 만한 특징점이 없다면 인공 표식을 주변 환경에 부착하여 이를 인식하게 한다. 지도를 만들고 로봇이 자신의 위치까지 파악했다면 주행 준비는 끝난다.



▲ 스스로 지도 생성 후 위치 파악, 주행 준비 완료

식당 내 테이블의 위치가 변경되거나 지나가는 사람이 로봇을 보지 못하고 앞을 가로막거나 하는 다양한 예외 상황 속에서도 안정적으로 주행하기 위해 로봇은 다양한 센서 정보를 융합하여 대응한다. 가까운 위치에 물체가 감지된다면 정지하거나 이를 회피하는 것이다.



▲ 실내에서 자율 주행을 하는 서빙 로봇이나 로봇 청소기 등은 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping) 알고리즘을 기반으로 한다. SLAM은 센서를 이용하여 주변 공간 지형을 인식하고, 이를 지도로 생성하는 동시에 해당 지도에서의 상대적인 내 위치를 정확히 추정하는 기술이다.

출처 한국일보, 2021. 4. 10.

위 내용처럼 인간의 생활 환경을 변화시키지 않고도 사용 가능한 로봇은 어떤 것이 있을지 이야기해 보자.

서빙 로봇의 SLAM 알고리즘

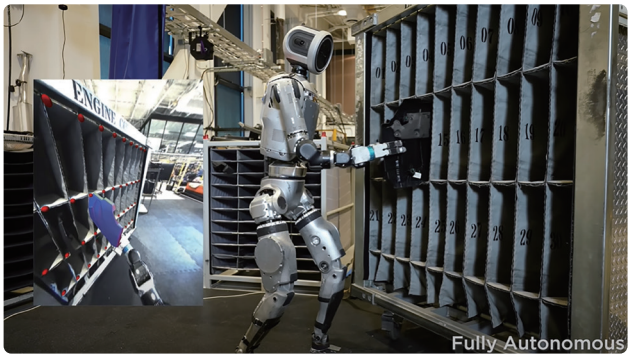
SLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 동시적 위치 추정 및 지도 작성) 알고리즘은 서빙 로봇이 미지의 환경에서 자신의 위치를 파악하고 지도를 만드는 기술이다. 로봇은 라이다(LiDAR)나 카메라 같은 센서를 사용해 주변 환경을 스캔하고, 이를 바탕으로 현재 위치를 추정하며 실시간으로 지도를 작성한다. 이 과정에서 센서 데이터의 오차를 줄이기 위해 여러 번 계산과 비교를 하여 가장 정확한 위치와 지도를 찾는다. SLAM 덕분에 서빙 로봇은 정확하게 자신의 위치를 파악하고, 실시간으로 최적의 경로를 찾아 목적지까지 안전하게 이동할 수 있다.

예시 답안

테슬라에서 만든 옵티머스 2세대는 계란을 엄지와 집게손가락으로 들어올려 조리 냄비 위에 얹은 모습을 보인다. 계란처럼 깨지기 쉬운 물건을 옮기는 별도의 장치를 구성하거나 환경을 변화시키지 않고도 사람처럼 손가락을 사용해 계란을 집어 올릴 정도로 섬세하게 움직인다.



인간의 작업을 보조하거나 대체할 수 있는 가능성을 높이며, 향후 다양한 산업 분야에서의 적용이 기대된다.



출처 https://www.hyundai.co.kr/story/CONT0000000000164310

휴머노이드 로봇은 인간의 형태와 움직임을 모방하도록 설계된 로봇을 말한다. 이 로봇은 사람처럼 걷고, 물건을 집거나, 대화하는 등의 다양한 작업을 수행할 수 있도록 만들어진다.

서빙 로봇의 작동 원리

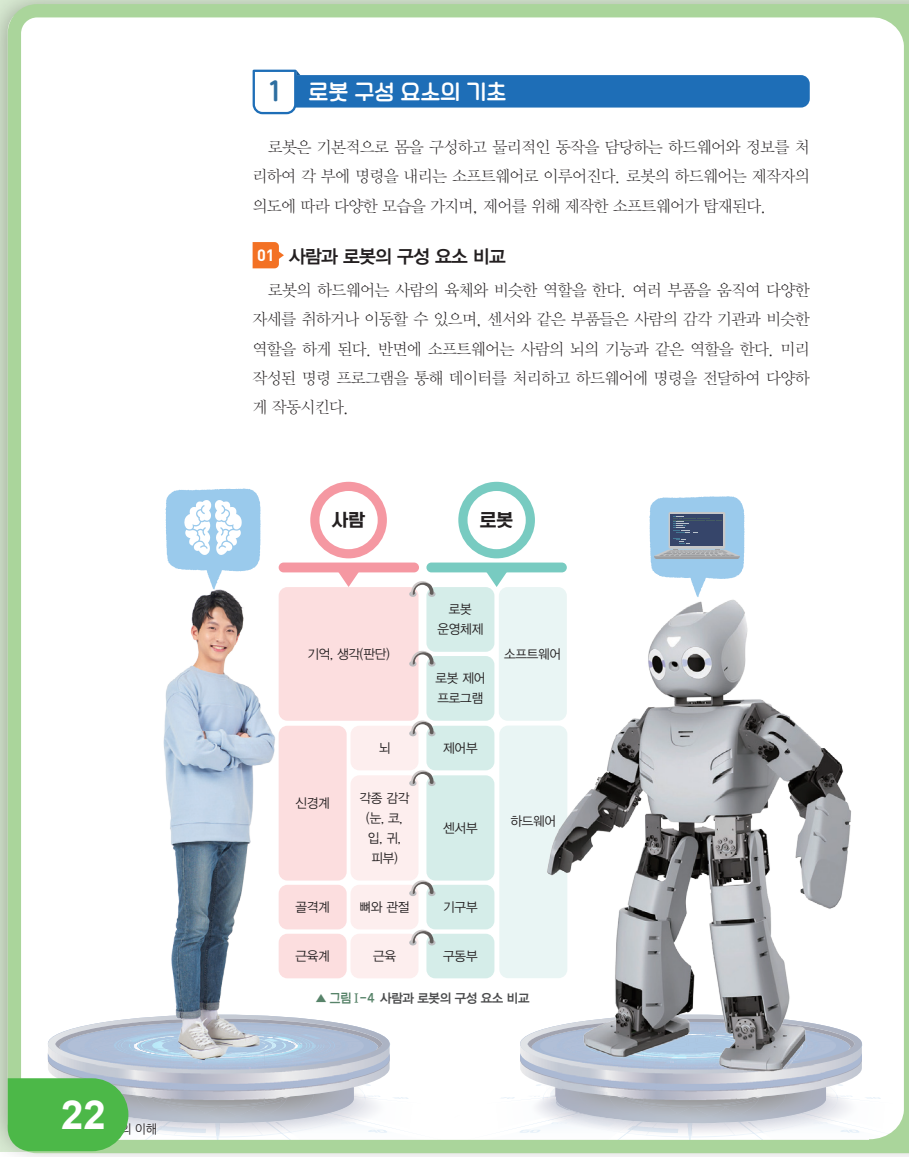
서빙 로봇은 주로 자율 주행 기술과 센서 시스템을 활용해 작동한다. 로봇은 라이다(LiDAR), 카메라, 초음파 센서 등을 통해 주변 환경을 인식하고, 지형과 장애물을 감지한다. 이를 바탕으로 최적의 경로를 계산하고, 자율적으로 이동한다. 마이크로컨트롤러가 로봇의 모든 센서 데이터를 처리하며, 경로 설정과 장애물 회피를 제어한다.

또한, 로봇은 내비게이션 시스템과 연동되어 특정 목적지까지 정확하게 이동할 수 있으며, 터치 스크린이나 음성 명령을 통해 사용자와 상호작용할 수 있다.

이 모든 기술이 결합되어 로봇이 안전하고 효율적으로 서빙 작업을 수행할 수 있도록 한다.

지도 팁

- 로봇의 구성 요소를 사람의 몸에 비유하여 설명하면 학생들이 로봇의 작동 원리를 더 쉽게 이해할 수 있다. 장치에 대한 설명과 함께 기능적 비교 강조를 하면 효과적이다.
- 목적에 따른 기능 강조란 각 비유가 로봇과사람 모두 특정 목적을 달성하기 위해 어떻게기능하는지 설명하는 것이다. 예를 들어, 사람의 눈이 주변을 보는 역할을 하듯, 로봇의 카메라는 주변을 '보는' 역할을 한다.



로봇 소프트웨어와 인공지능

인공지능 기술이 발전하면서, 로봇 소프트웨어에 AI가 도입되기 시작했다. AI를 통해 로봇은 센서를 통해 수집한 데이터를 분석하고, 상황에 맞는 결정을 내릴 수 있게 되었다. 기계학습과 딥러닝 같은 AI 기술이 로봇 소프트웨어에 통합되면서, 로봇의 자율성이 크게 향상되었다. 로봇은 경험을 통해 학습하고, 새로운 환경에 적응하며, 예측 가능한 방식으로 스스로 행동을 조정할 수 있게 되었다. 이는 자율 주행 차량이나 서비스 로봇처럼 복잡한 작업을 수행하는 데 필수적이다.

로봇 하드웨어와 소프트웨어의 유기적 조화의 중요성

❶ 정확한제어

소프트웨어가 제대로 설계되어야만 로봇의 하드웨어가 정확하고 효율적으로 작동할 수 있다. 예를 들어, 로봇의 소프트웨어가 모터의 움직임을 정밀하게 제어하지 않으면, 로봇은 원하는 위치로 이동하지 못하거나, 물건을 제대로 집지 못할 수 있다.

❷ 실시간반응

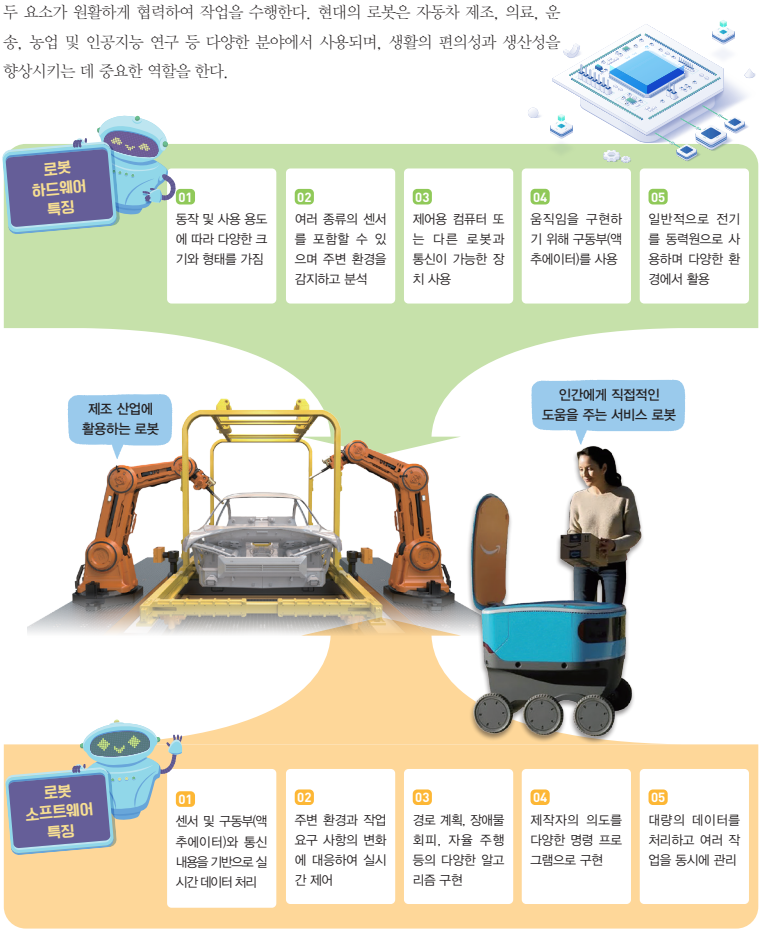
로봇은 환경 변화에 즉각적으로 반응해야 한다. 이를 위해 센서가 수집한 데이터를 소프트웨어가 신속하게 처리하고, 하드웨어가 적절하게 반응해야 한다. 예를 들어, 자율 주행 로봇은 장애물을 감지하고, 즉시 회피 동작을 실행해야 한다.

❸ 효율성

소프트웨어는 로봇이 에너지를 효율적으로 사용할 수 있도록 관리한다. 배터리 사용을 최적화하거나, 필요한 작업에만 자원을 집중시켜 로봇이 더 오래, 더 효율적으로 작동할 수 있도록 한다.

02 로봇 하드웨어와 소프트웨어의 특징

로봇의 성능과 기능은 하드웨어와 소프트웨어의 효율적인 통합에 달려 있으며, 이 두 요소가 원활하게 협력하여 작업을 수행한다. 현대의 로봇은 자동차 제조, 의료, 운송, 농업 및 인공지능 연구 등 다양한 분야에서 사용되며, 생활의 편의성과 생산성을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다.



▲ 그림 I-5 로봇 하드웨어와 소프트웨어의 특징

지도 팁

로봇 하드웨어와 소프트웨어는 서로 독립적으로 존재하는 것이 아니라, 하나의 시스템으로 유기적으로 결합되어 로봇이 복잡한 작업을 수행하고 다양한 환경에 적응할 수 있도록 만들어지는 것임을 설명한다.

로봇 하드웨어의 제작

로봇 하드웨어의 제작 원리는 여러 공학적 분야가 결합된 복합적인 과정으로, 주로 기계 공학, 전기 공학, 전자 공학, 그리고 제어 공학이 관여한다.

로봇 소프트웨어의 제작

먼저, 로봇이 수행할 작업과 기능을 정의하고, 이를 기반으로 소프트웨어 요구 사항을 분석한다. 그런 다음, 전체 시스템 구조를 설계하여 각 기능을 수행하는 모듈을 나누고, 이 모듈들을 코딩한다. 이후, 소프트웨어를 하드웨어와 통합하고, 테스트를 통해 오류를 수정하고 성능을 최적화한다.

④ 확장 가능성

잘 설계된 소프트웨어는 하드웨어의 성능을 최대한 끌어올리며, 새로운 기능이나 업데이트가 필요할 때도 유연하게 대응할 수 있다. 이를 통해 로봇은 시간이 지나도 계속해서 발전하고, 새로운 과제를 수행할 수 있다.

로봇 하드웨어와 소프트웨어의 유기적 결합 예시

① 청소 로봇

- 하드웨어: 바퀴, 센서, 먼지 흡입 장치
- 소프트웨어: 공간을 스캔하고 장애물을 피하는 AI 알고리즘

② 자동차 공장 로봇 팔

- 하드웨어: 조립용 로봇 팔, 그리퍼(집게)
- 소프트웨어: 부품 조립 순서를 제어하는 프로그램

③ 자율 주행 자동차

- 하드웨어: 카메라, 라이다(LiDAR) 센서, 바퀴, 엔진
- 소프트웨어: 도로 상황을 분석하고 경로를 계획하는 AI

④ 병원 수술 로봇

- 하드웨어: 정밀한 움직임이 가능한 로봇 팔, 카메라
- 소프트웨어: 의사의 조작을 분석하고 정밀하게 움직이는 프로그램

⑤ 음식 배달 로봇

- 하드웨어: 자율 주행 휠, 음식 보관함, 장애물 감지 센서
- 소프트웨어: 목적지까지 최적의 경로를 찾아가는 내비게이션 프로그램

이처럼 로봇의 하드웨어와 소프트웨어의 협력을 통해 다양한 분야에서 로봇이 활약하고 있다.

지도 팁

로봇 하드웨어를 설명할 때는 기본 개념에서 출발하여 비유와 예시를 활용하고, 각 요소 간의 상호작용을 강조하는 것이 중요하다. 실습을 통한 체험과 실생활에서의 활용을 설명하며, 학생들이 로봇 기술에 흥미를 갖고 창의적인 사고를 할 수 있도록 한다.

로봇의 프레임(골격) 재료 선정

로봇의 뼈대를 만드는 재료는 로봇의 사용 목적, 작업 환경, 요구되는 강도와 무게에 따라 다양한 재료가 사용된다. 이러한 재료들은 로봇의 안정성, 내구성, 경량화, 비용 등을 고려하여 선택된다. 알루미늄, 스틸, 플라스틱과 같은 일반적인 재료부터 탄소 섬유나 티타늄 같은 고급 재료까지, 로봇의 용도와 작업 환경에 맞는 적합한 재료를 선택하는 것이 중요하다.



2 로봇 하드웨어와 소프트웨어

01 로봇 하드웨어

로봇 하드웨어는 로봇의 물리적인 부분으로, 목적에 따라 다양한 형태와 크기로 만들어지며 로봇의 성능을 결정하는 중요한 역할을 한다. 일반적으로 기구부, 구동부, 제어부, 전원부, 센서부로 구성되지만 수행하는 작업의 종류와 요구 사항에 따라 구성 요소들을 추가하거나 제거하기도 한다.

말단 효과 장치(End effector)
주로 산업용으로 제작하는 로봇의 팔 끝에 설치하는 장치이다. 사람의 손처럼 작업 대상물을 붙잡을 수 있는 집게 형태(gripper)이거나 직접 공구를 끝단에 부착시켜 생산 기계로 이용한다.

❶ 기구부

로봇의 기구부는 사람의 기초 골격과 그 사이를 잇는 관절에 해당한다. 즉, 여러 개로 나누어진 뼈들과 뼈 사이를 잇는 관절의 집합에 비유할 수 있다. 로봇의 뼈대는 다양한 재료로 만들어지며 움직이는 부분을 만들기 위해서는 반드시 관절이 필요하다. 이때 기계 요소를 이용한다면 구동부(액추에이터)에서 발생한 운동을 회전 운동, 호 운동, 직선 운동 등 다양한 형태의 움직임으로 변환시킬 수 있다.

▲ 그림 I-6 사람의 팔과 유사한 로봇 팔의 구조

사람 팔처럼 자유롭게 움직이기 위해 로봇 팔도 여러 개의 관절로 구성한다.

■ **사람 팔의 움직임**

❶, ❷, ❸ 어깨(축)를 중심으로 한 팔 전체의 운동(오 운동, 회전 운동) | ❹, ❺ 팔꿈치(축)를 중심으로 한 운동(오 운동, 회전 운동) | ❻, ❼ 손목(축)을 중심으로 한 운동(오 운동)

▲ 그림 I-7 사람 팔과 로봇 팔(다관절)의 움직임

로봇에 활용하는 기계 요소

❶ **결합용 기계 요소**: 로봇 부품을 연결하고 고정하는 요소들로, 로봇의 구조적 안정성을 보장한다.
- 볼트와 너트: 부품을 조립하고 고정하는 기본 요소
- 리벳: 부품을 영구적으로 결합
- 핀: 축을 고정하거나 부품 연결에 사용

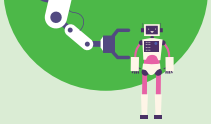
❷ **축용 기계 요소**: 회전 운동을 지지하고 전달하는 요소들이다.
- 축(샤프트): 회전 운동을 전달하는 핵심 부품
- 베어링: 마찰을 줄여 부드러운 회전을 도움
- 커플링: 축을 연결하여 동력 전달

❸ **전동용 기계 요소**: 동력을 전달하고 변환하는 역할을 한다.
- 기어: 회전 운동과 속도를 전달 또는 변환
- 벨트와 풀리: 회전력을 전달하며, 긴 거리를 구동할 때 사용
- 체인과 스프로킷: 보다 높은 하중과 정확한 구동에 사용
- 감속기: 모터 속도를 줄이고 토크를 증가

❹ **제어용 기계 요소**: 로봇의 동작을 제어하거나 동력을 차단한다.
- 클러치: 동력을 연결하거나 차단
- 브레이크: 움직임을 멈추거나 속도를 줄임

❺ **관용 기계 요소**: 유압 및 공압 시스템에서 유체를 제어하는 장치들이다.
- 배관 및 호스: 유체 전달
- 밸브: 유체 흐름을 제어
- 펌프: 유체를 이동시키고 압력을 제어
- 실린더: 유체 압력을 직선 운동으로 변환

이 기계 요소들은 각각 로봇의 기능을 수행하며, 정확하고 안정적인 동작을 보장하는 중요한 역할을 한다.





▲ 그림 1-8 기계 요소의 종류

로봇의 기구부

로봇의 기구부는 로봇의 물리적 구조와 움직임을 담당하는 부분으로, 사람의 뼈대와 관절에 해당하는 부분이다. 기구부는 로봇이 원하는 작업을 수행할 수 있도록 형태와 동작을 설계한 부분이다.

1. 프레임: 로봇의 전체적인 구조와 모양을 형성하는 뼈대 역할을 한다. 프레임은 모든 부품을 지지하며, 로봇의 안정성과 강도를 유지하는 데 중요한 역할을 한다.
2. 관절: 로봇의 팔, 다리, 머리 등 움직이는 부분을 구성하는 요소로, 각 관절은 회전하거나 구부리는 동작을 가능하게 한다. 관절에는 모터와 액추에이터가 부착되어 있어, 제어 시스템에 의해 움직임이 조정된다.
3. 구동 장치: 로봇의 움직임을 실제로 실행하는 부품으로, 모터, 액추에이터(구동부) 등으로 구성된다. 이 장치들은 로봇이 걷거나 물건을 들거나 특정 작업을 수행하는 데 필요한 힘과 운동을 제공한다.
4. 말단 효과 장치(엔드 이펙터): 로봇 팔 끝에 장착된 장치로, 사람이 손으로 물건을 잡는 것처럼 로봇이 작업을 수행할 수 있도록 돕는 부분이다. 예를 들어, 집게, 흡착 장치 등이 있다.

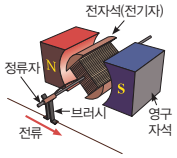
로봇의 기구부는 로봇의 형태와 기능을 결정하며, 주어진 작업과 환경에 맞게 설계되고 제작된다.

로봇 제작에서 특히 중요한 기계 요소

1. **결합용 기계 요소**: 부품을 결합하고 고정하는 역할(예 나사, 볼트, 리벳)
   - 로봇 프레임을 조립할 때 나사나 볼트를 사용해 각 부품을 단단히 고정
   - 만약 결합이 부실하면 로봇이 동작 중에 부품이 분리될 위험이 있음
2. **축용 기계 요소**: 회전 및 이동을 지지하는 역할(예 베어링)
   - 로봇 팔, 바퀴, 관절 등 회전이 필요한 부분에서 베어링이 마찰을 줄여 부드러운 움직임을 제공
   - 베어링(Bearing)은 회전하는 부품의 마찰을 줄이고, 부드럽고 정밀한 동작을 가능하게 함
3. **전동용 기계 요소**: 동력을 전달하는 역할(예 기어, 벨트, 체인, 링크)
   - 기어(Gear)는 로봇의 동작 속도를 조절하고, 작은 힘으로도 큰 움직임을 가능하게 함
   - 벨트와 체인은 동력을 효율적으로 전달하여 로봇의 바퀴나 팔을 움직이게 하는 데 중요한 요소임
   - 링크(Link)는 로봇의 관절을 이루는 핵심 요소로, 휴머노이드 로봇이나 4족 보행 로봇에서 중요한 역할 수행
4. **제어용 기계 요소**: 힘과 움직임을 조절하는 역할(예 브레이크, 스프링)
   - 브레이크는 로봇이 갑자기 멈추거나 정밀하게 위치를 고정할 때 필요
   - 스프링(Spring)은 충격을 흡수하여 로봇이 움직일 때 충격으로 부품이 손상되지 않도록 보호
   - 특히 보행 로봇과 같이 움직임 시 발생하는 충격을 흡수하는 데 사용됨
5. **관용 기계 요소**: 기계 내부에서 유체(공기, 오일 등)의 흐름을 조절하고, 윤활 및 냉각을 담당(예 관)

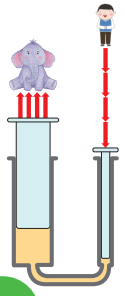
산업 현장에서 유압 장치의 활용

- 건설 기계: 굴삭기, 불도저, 크레인 등의 중장비에서 주로 사용된다. 유압 실린더와 유압 모터를 통해 중량물이나 구조물을 들어 올리고, 다양한 각도로 조정하는 데 사용된다.
- 공장 자동화: 유압 프레스기, 유압 절단기, 사출 성형기 같은 기계에서 제품을 압착하거나 금형을 성형하는 데 활용된다.
- 항공 및 해양 산업: 작은 공간에서도 강한 힘을 안정적으로 발휘할 수 있는 유압 장치의 특성 덕분에, 항공기 착륙 장치나 해양 크레인 등에서도 유압 시스템을 사용한다.
- 차량 및 트럭: 덤프 트럭의 적재함을 올리거나 내리는 시스템, 브레이크 시스템 등에 유압이 사용된다.



▲ 전동기의 원리 브러시와 정류자를 통과한 전류가 전자석에 흐르면 자기장이 형성되고, 고정된 영구 자석에서 발생하는 자기장과의 상대적인 힘에 의해 전자석은 회전하게 된다.

파스칼의 원리
두 실린더의 내경이 서로 달라지면, 움직이는 거리도 서로 달라진다. '일의 원리'에 따라 짧은 거리를 움직인 실린더에서는 보다 큰 힘을 낼 수 있다. 힘과 움직인 거리의 곱은 항상 일정하기 때문이다.

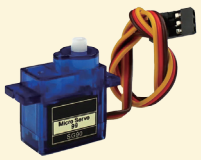


❷ 구동부(액추에이터)

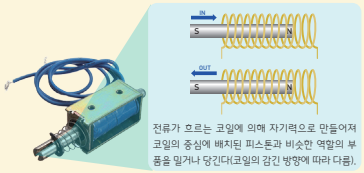
인간의 몸을 움직이는 힘의 근원인 근육은 부드러우면서도 직선적으로 신축하여 힘을 내는데, 팔 관절의 경우 뼈를 중심으로 배치된 근육의 일부를 사용함으로써 팔을 오므리거나 편다. 하지만 로봇의 움직임은 사람과 다르며, 기구부의 움직임을 위해서는 반드시 구동부가 필요하다. 로봇은 일반적으로 전기 모터의 회전력을 이용하거나, 공기압 또는 유압 실린더 등을 이용하여 운동을 발생시킨다.

1) 전기 방식

전기 자석의 원리를 이용한 것으로 전류에 의해 만들어진 자기장이 철제나 자성체를 끌어당기거나 밀어내어 운동을 만든다. 대표적으로 모터와 솔레노이드가 있으며 모터는 전기를 회전 운동 에너지로 전환하고, 솔레노이드는 직선 운동을 발생시킨다.



▲ 서보 모터 대표적인 전기 모터 중 하나로, 제어 회로에 의해 지정한 만큼만 정확하게 움직인다.



▲ 솔레노이드 솔레노이드에 흐르는 전류의 양을 조절함으로써 전자석으로 사용할 수 있다. 솔레노이드는 전기 에너지를 자기 에너지로 변환한다.

2) 공압-유압 방식

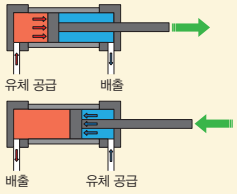
유체(액체나 기체)를 활용하여 구동하는 방식에는 파스칼의 원리가 적용되어 있다. 공압 방식은 실린더에 압축 가스 또는 공기를 불어 넣어 피스톤을 움직이게 만드는 방식으로 빠른 속도와 작은 크기가 장점이다. 반면, 유압 방식은 공압과 기본적인 구조는 비슷하지만 기체 대신에 비압축성유체(오일)를 이용한다. 발생하는 힘이 강하며 대형의 건설 기계에 많이 사용한다.



▲ 공압 장치 고압의 공기 공급을 통하여 빠른 구동이 가능하다.



▲ 유압 장치 유압 펌프에서 만들어진 고압의 오일이 실린더로 공급되어 피스톤을 움직인다.



▲ 구동부(실린더) 작동 원리

- 로봇 내부에서 액체나 기체를 이동시키며, 유압 또는 공압 시스템을 통해 동력을 전달함
- 높은 힘이 필요한 산업용 로봇 팔에서 유압을 이용하여 강한 토크(회전력)와 정밀한 제어를 제공
- 부드러운 물체를 잡을 때 공기 압력을 이용한 공압식 그리퍼(집게)가 활용됨

서보 모터와 스텝 모터

❶ 서보 모터(Servo Motor): 서보 모터는 정밀한 위치 제어가 가능한 모터로, 내장된 엔코더를 통해 현재 위치를 감지하고, 목표 위치와 비교하여 모터를 제어한다. 빠른 응답 속도와 높은 정밀도가 요구되는 작업에 적합하다.

- 장점: 피드백 시스템 덕분에 매우 정밀하게 위치를 조절할 수 있다. 빠르게 반응하여 위치, 속도, 토크를 제어할 수 있다.
- 단점: 스텝 모터에 비해 가격이 더 비싸고 폐 루프 시스템을 운영하기 위해 복잡한 제어 회로가 필요하다.

❷ 스텝 모터(Stepper Motor): 스텝 모터는 정해진 각도만큼 회전하며, 단계(step)별로 회전하는 특징을 갖는다. 외부에서 피드백을 받지 않고 제어 명령에 따라 회전한다. 저속 고정밀 제어에 적합하지만, 높은 속도에서는 토크가 떨어질 수 있다.



▲ 스텝 모터

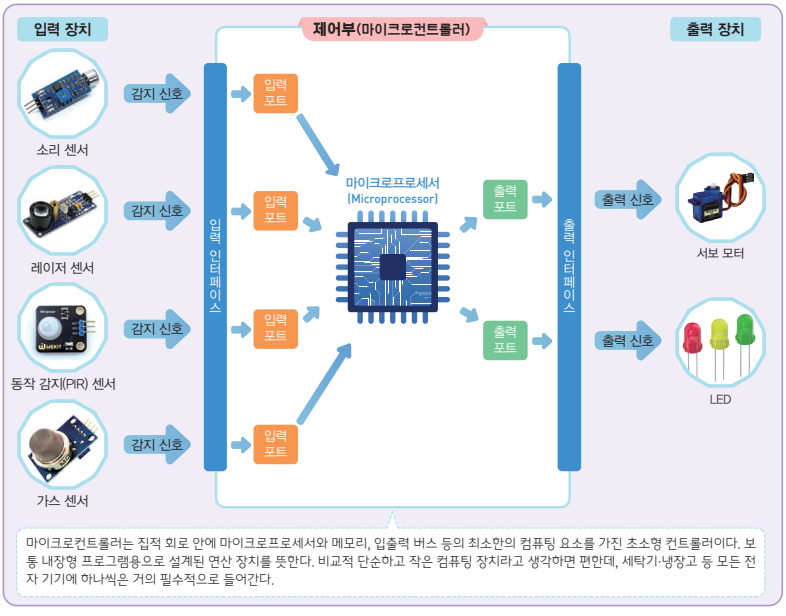
- 장점: 열린 루프 방식으로 피드백 시스템이 없어 제어가 비교적 쉽다. 또한, 서보 모터에 비해 저렴하고 움직이지 않을 때도 일정한 힘을 유지한다.
- 단점: 고속 회전 시 토크가 급격히 감소하고, 피드백이 없기 때문에 위치 오차가 발생할 수 있다.

❸ 제어부

로봇의 두뇌 역할을 하는 제어 장치는 로봇을 움직이고 작동시키기 위한 중요한 역할을 하며 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구성되어 있다.

제어부의 중심은 마이크로컨트롤러(Micro-controller)라고 하는 작은 컴퓨터 칩으로, 입력 신호를 처리하고 출력 신호를 생성하여 로봇을 제어한다. 입력 신호는 센서에서 받아들이는 데이터나 외부 장치로부터의 명령이며, 출력 신호는 시청각적 신호의 송출 또는 모터의 회전과 같이 로봇의 부품들을 제어하는 데 사용한다. 또한 제어부는 로봇을 제어하기 위한 인터페이스를 제공하며, 로봇을 제어하고 모니터링하기 위해 컴퓨터나 모바일 장치와 같은 외부 장치와 통신할 수 있는 기능이 있다.

로봇 제어를 위한 프로그래밍
로봇 제어 프로그래밍 언어는 알고리즘을 코딩하는 데 사용한다. 일반적으로 C++이나 파이썬(Python)과 같은 프로그래밍 언어가 로봇의 제어에 사용되며, 스크래치와 같은 블록 기반의 교육용 언어도 있다.



▲ 그림 I-9 로봇의 제어부와 주변 기기의 연결 및 신호 흐름도



▲ 아트메가 328 (ATmega328)

마이크로컨트롤러 칩
아트메가 328은 저렴하고 다양한 주변 장치 및 통신 인터페이스를 갖춘 임베디드 시스템 개발에 매우 적합한 마이크로컨트롤러 칩으로 아두이노와 함께 많이 사용되며, 많은 개발자들이 다양한 프로젝트에 활용하고 있다.



▲ 아두이노 보드

마이크로컨트롤러 보드
아두이노 보드는 아트메가 328 마이크로컨트롤러를 탑재하고 있으며, 이를 보다 쉽게 사용하기 위해 PCB(회로 구성판) 위에 주변 장치들을 연결하여 사용자들이 편리하게 사용할 수 있도록 제작된 마이크로컨트롤러 보드다.

아두이노에 연결할 수 있는 다양한 출력 장치

아두이노는 다양한 출력 장치와 연동하여 실질적인 피드백과 제어를 할 수 있다. 이를 통해 로봇, 자동화 시스템, 사용자 인터페이스 등 많은 프로젝트를 구현할 수 있다.

- LED: 간단한 상태 표시, 예를 들어, 프로그램의 실행 상태를 시각적으로 표현하거나 특정 조건에서 켜짐/꺼짐을 나타낼 때 사용
- 서보 모터: 로봇 팔, 문, 또는 방향 조정 장치처럼 정밀한 각도 제어가 필요한 곳에 사용
- DC 모터: 로봇 차량, 팬, 또는 기타 회전 운동이 필요한 구동 장치로 사용하며 속도 및 방향 제어가 가능
- 스텝 모터: 프린터 헤드나 로봇 팔처럼 정확한 각도로 회전해야 하는 경우에 사용
- 릴레이: 고전압 장치를 제어할 때 사용하며 가전제품이나 조명 제어에 적용 가능
- LCD 디스플레이: 텍스트나 숫자를 출력하여 사용자에게 정보를 제공하며 간단한 메시지나 데이터 값을 표시할 때 사용
- OLED 디스플레이: 작은 크기에서도 고해상도로 정보를 시각적으로 제공하며 그래픽이나 텍스트 출력
- 7-세그먼트 디스플레이: 간단한 숫자 표시 장치로, 계산기나 카운터 같은 간단한 정보 표시에 사용

컴퓨터를 구성하는 요소

마이크로컨트롤러를 탑재한 피지컬 컴퓨터 보드는 마이크로컨트롤러를 중심으로 센서, 액추에이터, 통신 장치 등 다양한 외부 장치와 상호작용할 수 있도록 설계된 하드웨어 플랫폼이다. 이러한 보드는 교육, DIY 프로젝트, 연구 및 산업 용으로 널리 사용되며, 기본적으로 입력 데이터를 처리하고 출력 신호를 제어하는 작업을 수행한다.

❶ RAM(Random Access Memory): 프로그램 실행 중 필요한 데이터를 저장하는 메모리다. 데이터의 읽기와 쓰기가 빠르며, 전원이 꺼지면 데이터가 사라진다.
- 용도: 변수 저장, 스택 및 힙 메모리 등

❷ ADC(Analog-to-Digital Converter): 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 장치다. 센서로부터 아날로그 신호를 받아 디지털 값으로 변환해 마이크로컨트롤러가 처리할 수 있도록 한다.
- 용도: 온도 센서, 조도 센서, 압력 센서 등에서 입력되는 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 처리

❸ DAC(Digital-to-Analog Converter): 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하는 장치다. 디지털 데이터를 아날로그 신호로 변환해 아날로그 장치에 출력할 수 있다.
- 용도: 오디오 신호 생성, 전압 조정 등

❹ GPIO(General Purpose Input/Output): 디지털 입력 및 출력을 처리하는 핀이다. 각 핀은 입력 또는 출력으로 설정할 수 있으며, 외부 장치와의 인터페이스에 사용된다.
- 용도: 스위치, LED, 버튼 등 외부 장치와의 상호작용

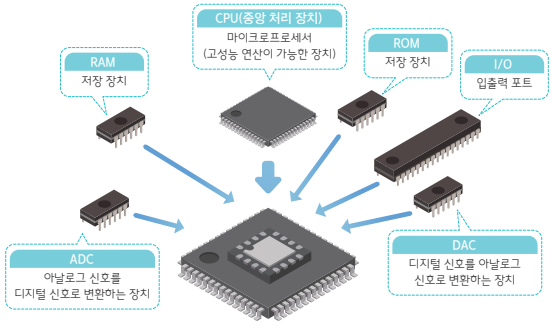
❺ Timer/Counters: 시간 측정 및 이벤트 카운팅을 위한 장치다. 정해진 시간 간격으로 작업을 수행하거나, 특정 이벤트가 발생할 때까지 카운트할 수 있다.
- 용도: 주기적인 작업 수행, PWM 생성, 이벤트 타이밍

로봇에서 마이크로컨트롤러의 역할

- 제어 중심: 마이크로컨트롤러는 로봇의 동작을 중앙에서 제어한다. 센서 입력을 받아 처리하고, 모터나 액추에이터 같은 구동 장치에 명령을 보내 움직임을 실행하게 한다.
- 입출력 관리: 마이크로컨트롤러는 로봇의 다양한 센서로부터 데이터를 받아 분석하고, 이를 바탕으로 출력 장치를 제어한다.
- 실시간 처리: 로봇은 실시간으로 변화하는 환경에 반응해야 하므로, 마이크로컨트롤러는 빠르게 데이터를 처리하고 제어 신호를 보내 로봇이 즉각적으로 행동하게 한다.
- 프로그램 실행: 마이크로컨트롤러는 사전에 프로그래밍된 코드를 실행하여 로봇이 특정 행동을 수행하게 한다. 사용자가 작성한 명령을 기반으로 로봇의 동작 순서를 결정하고 각 요소의 동작을 조정한다.
- 센서와의 상호작용: 센서에서 수집한 데이터를 통해 환경을 인식하고, 이에 따라 적절한 결정을 내릴 수 있다. 이러한 센서 입력을 종합적으로 처리하는 중심 역할은 마이크로컨트롤러가 맡는다.
- 구동부 제어: 마이크로컨트롤러는 로봇의 구동 장치(모터, 서보 모터, 스텝 모터 등)를 제어하여 팔을 움직이거나 로봇을 이동하게 한다. 센서에서 받은 데이터를 바탕으로, 마이크로컨트롤러는 모터를 제어하고 정확한 위치와 속도를 유지하도록 한다.
- 전력 관리: 마이크로컨트롤러는 로봇의 전력 소비를 효율적으로 관리할 수 있도록 도와준다.

지식 스트레칭 마이크로컨트롤러 vs 마이크로프로세서

마이크로컨트롤러와 마이크로프로세서는 디지털 기술의 핵심 요소로서, 각각의 특징과 용도에 따라 다양한 전자 제품에서 활용되고 있다. 특히, 이러한 기술들은 창작자들(메이커 활동가)에게 큰 인기를 끌며 창의적인 프로젝트와 실험에 활용된다.



▲ 그림 I-10 마이크로컨트롤러

마이크로컨트롤러는 마이크로프로세서를 포함하여 이를 사용하기 위한 저장 장치(메모리), 입력 장치 등 필요한 장치들을 하나의 칩에 집적한 장치이다. 마이크로컨트롤러만으로 LED나 센서와 같은 장치들을 사용할 수 있다.

마이크로프로세서는 내부에 레지스터, 제어 장치, 연산 장치를 포함하여 연산에 특화된 기능을 갖는 장치를 말한다. 컴퓨터의 CPU 또한 마이크로프로세서라 불리며, 개별적으로는 연산만 가능할 뿐 저장 장치(RAM, ROM), 출력 장치(입출력 포트) 등의 주변 장치가 있어야 사용할 수 있다.

주변 도움 없이 혼자서 일할 수 있어요.

혼자서 일을 못해요. 주변의 도움이 필요해요.

마이크로컨트롤러	마이크로프로세서
하나의 칩 안에 중앙 처리 장치(CPU)와 입출력 장치, 주변 장치를 포함	높은 성능의 중앙 처리 장치(CPU)만 존재
특정한 목적을 위해 설계	다양한 목적을 위해 설계
일반적으로 단일 칩 동작이 가능	단일 칩으로 동작이 불가능
주변 장치가 거의 필요 없거나 단독 동작 가능	많은 주변 장치가 필요
소형화, 경량화, 전력 소비가 적은 곳에 적합	상대적으로 성능이 높아 복잡한 연산 등의 고성능 작업이 가능
기기 제어용으로 많이 사용	범용 목적의 개인 컴퓨터에 널리 사용

▲ 마이크로컨트롤러와 마이크로프로세서의 특징 비교

28

⑥ UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter): 직렬 데이터 통신을 위한 장치다. 컴퓨터나 다른 장치와의 데이터 전송 및 수신을 처리한다.
  - 용도: 시리얼 통신, 디버깅, 데이터 로그 전송

⑦ SPI(Serial Peripheral Interface) 및 I2C(Inter-Integrated Circuit): 두 개의 장치 간에 직렬 통신을 수행하는 프로토콜이다. SPI는 고속 통신을 지원하고, I2C는 간단한 장치 연결에 유리하다.
  - 용도: 센서, 메모리, LCD 디스플레이 등과의 통신

⑧ Watchdog Timer: 시스템이 정상적으로 동작하지 않을 때, 자동으로 리셋을 수행하는 타이머다.
  - 용도: 시스템의 안정성을 보장하고, 프로그램의 무한 루프나 오류로부터 회복

마이크로컨트롤러의 주요 특징

① 임베디드 시스템 전용

1) 특정 기능을 수행하기 위해 설계되며, 자동화 장치 및 제어 시스템에서 사용된다.
2) 일반적인 컴퓨터처럼 범용으로 사용되지 않는다.
3) 프로그램이 내장(Flash 메모리)되어 있어, 특정 작업을 자동으로 실행한다.
4) 사용자가 직접 OS를 설치할 필요가 없으며, 전원이 공급되면 정해진 프로그램을 즉시 실행한다.

② 저전력 소비

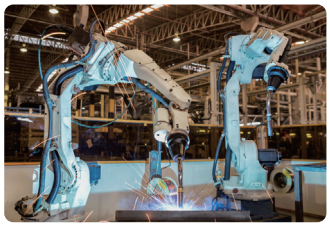
1) 배터리로 동작하는 소형 장치에 적용 가능하여 IoT 및 웨어러블 기기에 활용한다.
2) 일반적인 개인용 컴퓨터의 CPU보다 훨씬 적은 전력을 사용한다.

④ 전원부

로봇은 주로 전기로 움직이며 로봇의 유형과 용도에 따라 전기를 공급하는 형태가 달라진다. 휴대하거나 자유로운 움직임을 위해서는 충전 및 교체가 가능한 배터리를 이용하며, 산업용으로 쓰이는 대형의 고정형 로봇은 전력망에 직접 연결되어 사용한다.



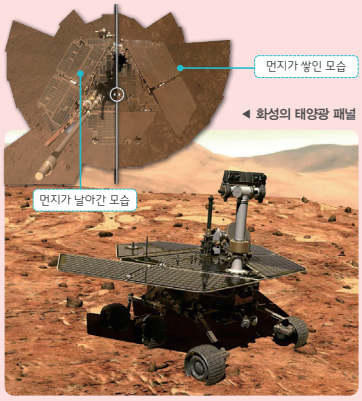
▲ 청소 로봇은 배터리가 소모되면 충전을 위해 이동한다.



▲ 제조 산업에 활용하는 로봇은 큰 힘으로 중단 없이 작업하기 위해 전력망에 직접 연결한다.

지식 스트레칭 화성 무인 탐사 로봇과 2차 전지

화성 무인 탐사 로봇은 태양 전지로 전력을 생산하여 낮 동안 사용하고, 남은 전력은 리튬 이온 전지에 저장 후 야간 활동 등에 활용했다. 하지만 어느날 지구와 교신이 끊겼는데, 담당 기관에서는 모래 폭풍으로 태양광 패널에 먼지가 쌓여 충전이 불가능해진 것으로 추측된다고 밝혔다.

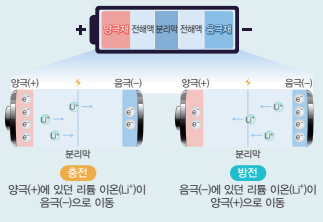


▲ 화성 무인 탐사 로봇 '오퍼튜니티'

2차 전지는 축전지(storage battery) 또는 충전지(rechargeable battery, 충전식 전지)라고 불리며, 화성 무인 탐사 로봇의 예처럼 외부의 전기 에너지를 화학 에너지의 형태로 바꾸어 저장해 두었다가 필요할 때 다시 전기 에너지로 바꾸어 사용하도록 만든 것이다. 외부의 전원으로 충전시켜 전지를 만들 수 있기 때문에 2차라는 이름이 붙은 것이다.

리튬 이온 전지

대표적인 2차 전지인 리튬 이온 전지는 리튬 이온이 양극재와 음극재 사이를 이동하는 화학적 반응을 통해 전기를 만들어낸다. 양극의 리튬 이온이 음극으로 이동하며 전지가 충전되고, 음극의 리튬 이온이 양극으로 돌아가며 에너지를 방출·방전한다.

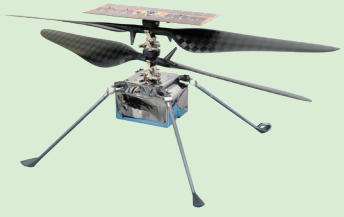


▲ 그림 I-11 리튬 이온 전지의 작동 원리

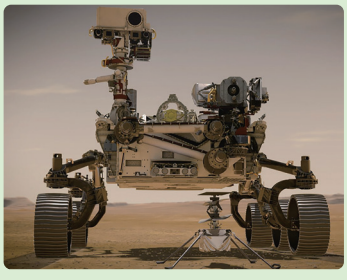
29

화성 헬리콥터 '인지뉴어티'

'인지뉴어티(Ingenuity)'는 NASA의 화성 탐사 로봇인 '퍼서비어런스(Perseverance)' 로버에 탑재된 헬리콥터이다. 인지뉴어티는 화성의 대기에서 비행 가능한지 시험하는 것이 주요 임무다. 화성의 대기는 지구보다 훨씬 얇아서 비행이 어렵기 때문에, 이 비행 실험은 대기의 밀도와 비행 기술을 이해하는 데 중요한 의미가 있다. 인지뉴어티는 소형 리튬 이온 전지로 전력을 공급받으며, 태양광 패널을 사용해 전지를 충전한다. 태양광 패널은 헬리콥터의 상단에 장착되어 있다.



▲ 인지뉴어티(Ingenuity)



▲ 화성 탐사 로봇(퍼서비어런스)에서 인지뉴어티를 분리하는 모습

3) 저전력 모드(Deep Sleep, Low Power Mode)를 제공하여 배터리 기반 장치에서도 효율적으로 동작한다.
4) 배터리 수명을 연장해야 하는 웨어러블 기기, IoT 센서 등에 필수적이다.

❸ 실시간 처리 가능

1) 실시간으로 센서 데이터를 분석하고, 즉각적인 반응이 필요할 때 사용된다.
2) 실시간 운영 체제(Real-Time Operating System) 또는 인터럽트 기반 설계를 통해 즉각적인 반응이 가능하다.
3) 특정 조건이 충족되었을 때 즉각적으로 신호를 처리하고 명령을 수행할 수 있어, 로봇이나 공장 자동화 시스템에서 필수적이다.

❹ 다양한 프로그래밍 가능

1) C++, Python 등의 언어로 프로그래밍 가능하며, 개발 환경(IDE)이 다양하다.
2) 아두이노(Arduino) 같은 오픈소스 플랫폼을 사용하면 프로그래밍이 쉬워 초보자도 활용 가능하다.

2차 전지의 종류

현재 활용되고 있는 2차 전지(충전식 배터리)에는 리튬 이온 전지 이외에도 리튬 폴리머 전지, 니켈-메탈 하이브리드 전지 등 여러 종류가 있으며, 이들은 각각의 특성과 용도에 따라 선택된다.

❶ 리튬 폴리머 전지(Lithium-Polymer Battery): 리튬 이온 전지와 유사하지만, 전해질이 젤 형태로 되어 있어 더 유연한 형태를 가질 수 있다.

- 장점: 다양한 형태로 제작 가능, 더 가벼운 무게, 더 높은 안정성
- 단점: 상대적으로 낮은 에너지 밀도, 가격이 비쌀 수 있음

일상 생활 속에서 인간이 느끼는 다양한 자극을 측정하는 센서들

측정 대상	감각	활용 센서
빛	시각	조도 센서
소리	청각	소리 센서
온도	촉각	온도 센서
습도	촉각	습도 센서
압력	촉각	압력 센서
거리	시각	초음파 센서
진동	촉각	가속도계, 진동 센서
가스 냄새	후각	가스 센서
기울기	전정 기관	자이로스코프



▲ 그림 I-12 로봇에 사용하는 다양한 센서의 종류와 원리

❷ 니켈-메탈 하이브리드 전지(Nickel-Metal Hydride Battery, NiMH): 전통적인 니켈-카드뮴 전지의 개선형으로, 환경에 더 친화적이며, 전자기기 및 하이브리드 자동차에 사용된다.

- 장점: 환경 친화적, 안전성 높음, 가격이 상대적으로 저렴
- 단점: 리튬 이온 전지보다 낮은 에너지 밀도, 메모리 효과가 있을 수 있음

이러한 2차 전지들은 각기 다른 용도와 특성에 맞춰 사용되며, 기술 발전에 따라 새로운 배터리 기술과 재료가 계속해서 개발되고 있다.

소리 센서 작동 원리

❶ 음파 수집

- 마이크로폰: 소리 센서의 핵심 요소로, 음파를 수집하는 역할을 한다. 일반적으로 다이어프램이 장착되어 있다. 소리가 공기 중에서 다이어프램에 전달되면, 다이어프램이 진동한다. 이 진동은 소리의 주파수와 진폭에 따라 변한다.

❷ 음파 변환

- 기계적 진동: 다이어프램의 진동이 기계적 신호로 변환된다. 소리의 강도와 주파수에 따라 다이어프램이 움직이는 정도가 달라진다.
- 전기 신호로 변환: 진동이 전기 신호로 변환되는데, 이는 다이어프램의 진동이 전기 회로에 영향을 미쳐 전압 변화로 나타나기 때문이다. 주로 두 가지 방식으로 변환된다.

❸ 신호 처리

- 증폭: 생성된 전기 신호는 매우 약하기 때문에 증폭 회로를 통해 신호를 증폭시킨다(필요에 따라 필터링을 추가하여 노이즈를 제거한다.).
- 디지털 변환: 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여

로봇과 공학

세상 읽기

로봇이 주변 환경을 느끼는 다양한 방법

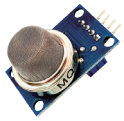
위험하고 가혹한 환경에서 사람 대신 작업하는 로봇에게는 그러한 환경에 적응할 수 있는 '센서'가 필수적이다. 사람에게 여러 가지 감각이 있듯이, 로봇도 작업 환경에 최적화된 센서를 필요로 한다. 대표적으로는 카메라와 라이다 센서, 가스 센서가 있다.

카메라는 시각적인 탐색과 감지를 위한 용도로 사용된다. 사람이 눈으로 공간과 사물을 인지하고 인식하는 것처럼 로봇은 카메라를 사람의 눈처럼 활용한다. 다만, 용도나 목적에 따라 장착하는 카메라가 달라지거나 여러 가지를 조합할 수 있다. 일반적인 상황이라면 표준 시각 카메라(standard visual cameras)를 사용하고, 상황에 따라 팬틸트줌(PTZ; pan-tilt-zoom) 카메라나 스테레오 카메라 등을 활용할 수 있다.



▲ 이 로봇에는 여러 종류의 카메라와 마이크가 결합된 센서 장치가 탑재되어 있어, 마치 눈과 귀처럼 주변 환경을 살피고 소리를 감지할 수 있다. 열화상 카메라, 360도 카메라, 고감도 마이크 외에도 최대 30배까지 확대해 관찰할 수 있는 팬틸트줌 카메라 등이 활용된다.

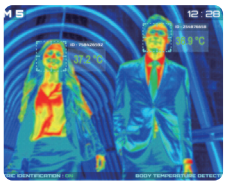
라이다(LiDAR; Light Detection And Ranging) 역시 로봇이 유용하게 활용할 수 있는 센서다. 카메라만으로 공간과 사물에 대한 정보를 얻기가 힘들거나 어려울 경우, 레이저를 이용하는 라이다를 통해 공간, 물체, 표면의 정보를 수집해 이를 기반으로 한 3D 지도를 만들 수 있다.



▲ 가스 센서

가스 센서는 사람보다 더 넓은 영역 또는 인지할 수 없는 위험 요소를 감지한다. 냄새 또는 가스를 구별하는 데 사용하는 이 센서는 전기화학, 촉매, 광이온, 적외선의 네 가지 형태로 활용된다.

출처 CIO, 2022. 04. 12.

스테레오 카메라	열화상 카메라	팬틸트줌 카메라
		
사람의 눈처럼 두 대의 카메라를 사용해 두 개의 독립적인 이미지를 분석한다. 물체의 크기, 모양, 깊이까지 확인할 수 있는 스테레오 비전 기능을 제공한다.	적외선 방식의 열화상 카메라는 열을 가진 물체가 발산하는 복사열을 감지하여 영상으로 표시해 준다.	촬영하는 카메라의 방향을 조절할 수 있고, 대상을 확대하거나 축소하여 촬영할 수 있는 카메라다.

▲ 그림 I-13 로봇의 시각

31

스테레오 카메라 작동 원리

스테레오 카메라는 자율 주행차, 로봇 비전, 3D 스캐닝 등 다양한 응용 분야에서 깊이 인식을 통한 정확한 거리 측정과 환경 인식에 활용된다.

1. 두 개의 카메라 배치: 스테레오 카메라는 서로 약간 다른 각도에서 사진을 찍을 수 있도록 두 개의 카메라 렌즈를 평행하게 배치한다. 두 카메라는 약간 떨어져 있어, 서로 다른 시점에서 이미 지를 캡처한다.
2. 이미지 캡처: 두 카메라가 동시에 같은 장면을 촬영하여 두 개의 이미지(좌측 이미지와 우측 이미지)를 생성한다.
3. 차이 분석(스테레오 매칭): 소프트웨어는 두 이미지 간의 차이를 분석하여 각 픽셀이 두 이미지에서 어떻게 이동했는지 계산한다. 이 차이, 또는 '시차(parallax)'를 통해 거리와 깊이 정보를 추출 한다.
4. 3D 정보 생성: 차이 분석을 통해 깊이 정보를 계산하고, 이를 바탕으로 3D 모델이나 깊이 맵을 생성한다. 이 3D 정보는 물체의 거리와 구조를 이해하는 데 사용된다.

컴퓨터나 제어 시스템에서 처리할 수 있게 한다. 이 과정은 아날로그-디지털 변환기(ADC)를 사용한다.

4. 출력
   - 신호 전달: 처리된 디지털 신호는 로봇 시스템이나 다른 장치로 전달한다.

스마트폰에 활용되는 다양한 센서들

센서 종류	역할	활용 예시
가속도 센서	기울기, 움직임 감지	화면 회전, 걸음 수 측정
자이로스코프	회전 방향 감지	VR/AR, 카메라 손떨림 방지
지자기 센서	지구 자기장 감지	나침반, 지도 내 방향 감지
GPS	위치 측정	내비게이션, 위치 기반 게임
조도 센서	주변 밝기 감지	자동 화면 밝기 조절

센서 종류	역할	활용 예시
센서 종류	역할	활용 예시
기압 센서	기압 및 고도 측정	고도 정보 제공, 날씨 예측
심박 센서	맥박 측정	헬스 케어 앱, 운동 기록
SpO_2 센서	혈중 산소 농도 측정	건강 모니터링
마이크	소리 감지	음성 통화, 음성 비서
근접 센서 (초음파 등)	거리 측정, 제스처 감지	통화 중 화면 끄기, 터치 없이 스마트폰 제어

팬틸트줌(PTZ) 카메라

1. 기능
   - Pan(패닝): 카메라를 좌우로 회전시킬 수 있는 기능이다. 일반적으로 360도 회전이 가능하여 넓은 범위를 촬영할 수 있다.

지도 팁

반려 동물을 키운 경험을 참고하거나 로봇 강아지라는 특징을 고려하여 장착하고 싶은 기능을 생각해 보고, 기능 구현에 따른 센서의 종류를 탐색한다. 희망하는 기능을 구현하는 다양한 방법에 대해서도 고민할 수 있도록 지도한다.

반려 동물의 역할을 하는 로봇

현재 판매되고 있는 반려 로봇은 주로 감정 교류, 상 호작용, 그리고 사용자에게 정서적 지원을 제공하 기 위해 설계된 로봇들이다. 이들은 주로 고령자, 아 동, 또는 반려 동물을 기를 수 없는 사람들에게 감정 적 교감과 즐거움을 주기 위해 만들어진다.

예 소니 '아이보(Aibo)': 소니에서 개발한 로봇 강아지로, 인공지능(AI)을 기반으로 주인과 상호작용하고 스스로 학습하며 성장하는 특성을 지닌다. 아이보는 감정을 표현하고, 주변 환경을 인식해 행동하며, 주인과 교감할 수 있다.

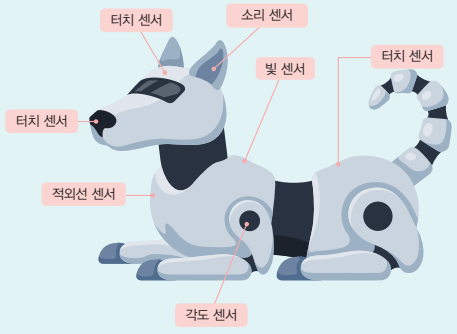


❶ 특징: 카메라와 센서가 내장되어 있어 주인을 알아보고, 얼굴 표정을 통해 감정을 표현한다. 또한, 사용자 명령에 반응하고 주인의 취향에 따라 행동을 학습한다.

❷ 주요 기능: 음성 명령 인식, 터치에 대한 반응, 카메라를 통한 환경 인식, 자동 충전 기능

잘깐 해보기 로봇의 다양한 센서 탐구하기

● 제작자의 의도에 따라 로봇에 다양한 기능을 부여할 수 있다. 강아지 모습을 한 로봇이 있다면 여러분은 어떤 기능을 희망하는지 다양하게 상상해 보고, 그 기능의 수행에 필요한 센서에 대해 조사해 보자.



▲ 그림 I-14 가상의 강아지 로봇에 포함된 센서 예시

희망 기능	센서 종류	감지 대상	센서가 필요한 이유
예 강아지 이동	각도 센서	다리 관절의 각도 감지	서거나 앉기, 걷기, 달리기 등의 정확한 움직임을 위해
원격 조작	적외선 센서	적외선 신호 감지 (리모컨)	적외선 리모컨을 통한 사용자의 직접적인 명령을 수신하기 위해
음성 명령 인식	소리 센서	목소리 감지	사용자의 목소리를 통하여 명령을 수신하거나, 주변 환경 소리를 감지하기 위해
주·야간 구분	빛 센서	주변 밝기 감지	밤과 낮을 구분하려면 주변의 밝기를 감지해야 하므로

32

예시 답안

희망 기능	센서 종류	감지 대상	센서가 필요한 이유
이동 및 탐색	초음파 센서, 자이로스코프	장애물, 로봇 강아지의 움직임 및 정지 자세	자율적으로 방 안을 돌아다니며 장애물을 피하거나 경로를 찾는다.
사용자 인식 및 상호작용	카메라, 적외선 센서	주인 인식, 인체 열 감지	사람의 얼굴을 인식하고 반응하며, 사용자와 상호작용한다.
자신의 상태 모니터링	전압 센서, 온도 센서	내장 배터리 전압, 오작동 여부	로봇의 배터리 상태와 동작 상태를 모니터링한다.
감정 표현	터치 센서(정전식), 스피커	몸체 외부 접촉, 소리 재생	로봇의 몸을 쓰다듬으면 기분 좋은 소리를 낸다.
침입자 감시	카메라, 초음파 센서, 적외선 센서	외부자 인식, 장애물, 인체 열 감지	야간 경비 모드를 설정하면 침입자 유무를 감시한다.
화재 감지	온도 센서, 기체 센서	화재로 인한 열과 유독 가스 감지	화재 시 발생하는 열과 유독 가스를 감지하여 경고를 발생한다.
가스 누출, 이산화탄소 감지	기체 센서	LPG 가스, 이산화탄소 감지	조리용 가스레인지 오조작으로 발생하는 LPG 가스 및 실내에 연소물로 인한 이산화탄소의 과잉을 감지 하여 경고를 발생한다.

02 로봇 소프트웨어

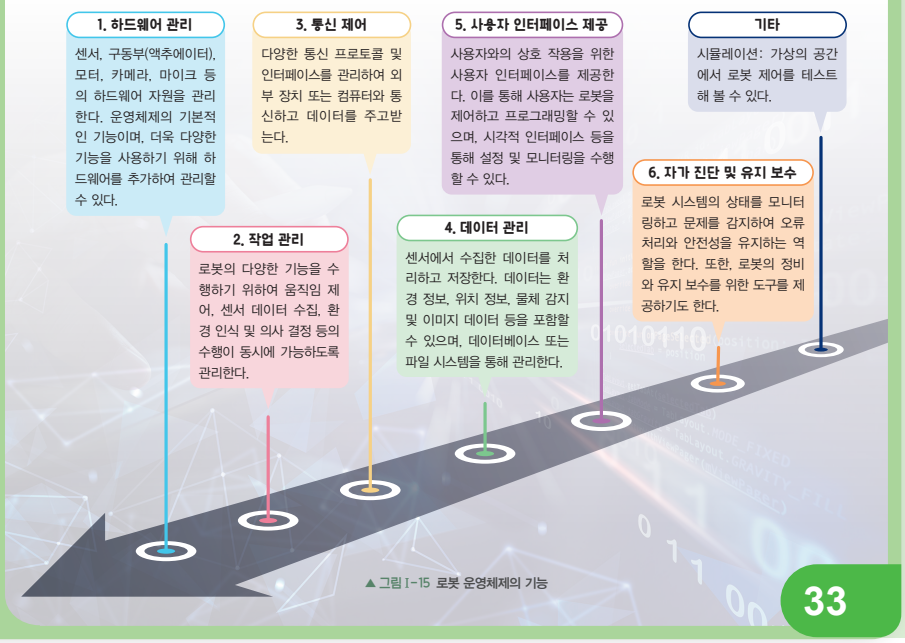
로봇은 많은 부품으로 구성되며 제작자의 의도에 따라 다양한 형태로 만들어진다. 같은 로봇이라도 사용 목적과 환경에 따라 다르게 작동하는데, 이는 로봇에 탑재된 소프트웨어의 종류와 활용 방법의 다양성에서 비롯된다.

로봇 소프트웨어는 부품들 간에 원활한 협력이 이루어질 수 있도록 하는 로봇 운영체제와 사용자의 명령어를 이해하게 하는 로봇 제어 프로그램의 상호 유기적인 실행으로 작동한다. 이들이 로봇의 기능과 성능을 결정하는 중요한 역할을 하는 것이다.

다양한 역할을 위한 응용 소프트웨어
로봇 운영체제를 기반으로 하여 영상 촬영이나 경로 계산 등의 특별한 목적을 가진 앱과 같은 응용 소프트웨어를 사용하여 로봇에 추가적인 기능을 부여할 수 있다.

❶ 로봇 운영체제

일반적으로 운영체제라고 하는 것은 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어를 효율적으로 사용하고, 사용자에게 편리함을 제공하기 위해 만들어진 시스템 소프트웨어이다. 로봇의 운영체제도 이와 비슷한 역할을 한다. 로봇 내에서 다양한 연산 및 데이터 처리를 위해 바탕이 되는 두뇌 역할을 하며, 하드웨어와 소프트웨어를 조율하여 로봇이 움직이고 일을 할 수 있게 한다. 또한 센서를 통해 정보를 수집하고 외부 세계와 소통하는 기능을 제공한다.



▲ 그림 I-15 로봇 운영체제의 기능

지도 팁

로봇의 하드웨어와 소프트웨어가 어떻게 서로 협력하여 로봇을 효과적으로 작동하게 하는지를 깊이 있게 이해하도록 지도한다.

하드웨어와 소프트웨어의 상호작용

로봇은 센서, 모터, 카메라, 배터리 등 많은 부품으로 구성된다. 하지만 이러한 부품들이 단순히 물리적으로만 존재하는 것이 아니라, 로봇 소프트웨어가 있어야 이 부품들이 유기적으로 작동할 수 있다. 소프트웨어는 로봇의 '두뇌' 역할을 하며, 각 부품들이 제 역할을 수행하고, 함께 협력하도록 지시한다.

로봇 운영체제

다양한 하드웨어 부품이 하나의 시스템으로 원활하게 협력할 수 있도록 돕는 중요한 소프트웨어이다. 여러 가지 부품을 통합해 주는 역할을 한다. 이를 통해 센서와 모터 간의 신호 전달을 관리하고, 실시간으로 데이터를 처리하며, 로봇이 복잡한 작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 지원한다.

- Tilt(틸팅): 카메라를 상하로 기울일 수 있는 기능이다. 이 기능을 통해 카메라는 수직 방향으로도 조정이 가능하다.
- Zoom(줌): 카메라 렌즈를 통해 촬영 대상을 확대하거나 축소할 수 있다. 광학 줌과 디지털 줌이 있으며, 광학 줌은 렌즈를 물리적으로 조정하여 화질 저하 없이 확대할 수 있다.

❷ 작동 원리

- 모터 기반 조정: PTZ 카메라는 내장된 모터를 사용하여 패닝과 틸팅 기능을 조정한다. 이 모터들은 카메라의 움직임을 정밀하게 제어하며, 원격으로 조작할 수 있다.
- 렌즈 조정: 줌 기능은 렌즈의 초점 거리(focal length)를 조절하여 이루어진다. 이를 통해 카메라가 특정 대상을 가까이서 촬영하거나 넓은 장면을 촬영할 수 있다.
- 제어 시스템: PTZ 카메라는 일반적으로 네트워크를 통해 제어된다. 사용자나 시스템이 웹 인터페이스, 모바일 앱, 또는 전용 제어 패널을 통해 카메라의 방향과 줌을 조정할 수 있다.

소프트웨어 업그레이드의 중요성: 로봇의 지속적인 성능 개선과 적응력 향상

소프트웨어 업그레이드는 기존의 로봇 운영체제(OS)나 제어 프로그램을 최신 버전으로 개선하는 과정이다. 이는 새로운 기능 추가, 성능 최적화, 보안 강화, 에너지 효율 개선 등의 목적을 가지고 있으며, 하드웨어 변경 없이도 로봇의 성능을 지속적으로 향상시킬 수 있다.

❶ 하드웨어 변경 없이 성능 개선 가능

- 로봇의 하드웨어(센서, 모터 등)는 일정 기간 동일하게 유지되지만, 소프트웨어를 업그레이드하면 새로운 알고리즘을 적용하여 하드웨어의 한계를 극복할 수 있다.

로봇 제어 프로그램

로봇을 효과적으로 작동시키려면 로봇 제어 프로그램이 필수적이다. 제어 프로그램은 사용자가 내린 명령을 해석하고, 로봇의 하드웨어를 작동시키는 역할을 한다. 이 프로그램은 로봇이 경로를 계획하거나 작업을 수행할 때, 주어진 명령을 따라 로봇이 움직이도록 한다. 또한, 외부 환경에서 발생하는 변화(예 장애물 감지)에도 실시간으로 반응하게 한다.

- 시간 제어: 로봇 제어 프로그램은 센서 데이터를 실시간으로 수집하고 처리하여 로봇이 현재 상황에 맞게 동작을 즉시 수정할 수 있도록 한다. 이를 통해 정밀하고 신속한 대응이 가능하다.
- 경로 계획 및 인공지능 활용: 단순한 직선 이동이 아니라, 목표 지점까지 최적의 경로를 계획하여 움직인다. AI 기반 로봇 제어 프로그램은 머신러닝 및 딥러닝을 활용해 스스로 학습하고, 더 효율적인 작업 방법을 찾을 수 있다.
  예 자율 주행 차량이 GPS와 LiDAR 데이터를 분석하여 최적의 주행 경로를 설정/공장 자동화 로봇이 작업 공정을 분석하고, 조립 속도를 스스로 조절
- 원격 제어 및 네트워크 통신: 로봇은 Wi-Fi, Bluetooth, 5G, IoT(사물 인터넷) 등의 네트워크를 통해 원격에서 제어가 가능하다. 클라우드 기반 소프트웨어를 통해 업데이트 및 데이터 분석이 가능하여 지속적인 성능 향상이 이루어진다.
  예 병원에서 원격 조작으로 로봇 수술 시스템을 사용/창고에서 네트워크로 연결된 물류 로봇이 중앙 서버와 통신하며 작업을 조정

로봇 제어 프로그래밍에는 주로 C++, 파이썬(Python) 등이 사용되는데, 이들은 기능이 뛰어나고 사용이 편리하여 많은 곳에서 사용되고 있다.

❷ 로봇 제어 프로그램

로봇을 원하는 대로 움직이게 하려면, 컴퓨터 프로그래밍 언어를 이용해 로봇이 이해할 수 있는 규칙에 따라 명령을 작성해야 한다. 작성한 명령은 로봇의 제어 장치로 전달되고, 로봇은 이를 통해 자신이 가진 여러 하위 소프트웨어를 활용하고 데이터를 처리한다. 이 과정은 로봇이 다양한 작업을 수행하게 하기 위한 중요한 단계다.

로봇을 제어한다는 것은 마치 로봇에게 생명을 주는 것과 같다. 로봇 제어 프로그램을 통해 로봇이 인간처럼 다양한 작업을 수행할 수 있게 된다. 여기에 인공지능 기술을 활용하면, 로봇은 더욱 복잡한 작업을 빠르게 수행할 수 있는 능력을 가지게 된다.

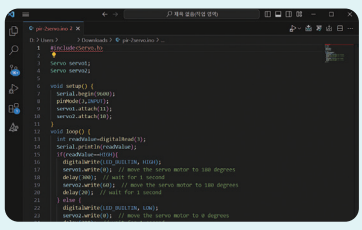
오늘날 로봇 공학 분야에서는 로봇 제어 프로그램을 작성하기 위해 다양한 프로그래밍 언어가 사용되고 있다. 프로그래밍을 처음 배우는 사람들이나 어려움을 겪는 사람들을 위해 간편하게 사용할 수 있는 로봇 제어용 프로그래밍 도구도 많이 개발되어 있다. 이런 도구들 덕분에 개인이 직접 로봇을 제작하고 제어하는 것이 가능해졌다.



엔트리 엔트리는 비영리 교육기관에서 운영하여 무료로 사용이 가능한 코딩 프로그램으로, 다양한 로봇을 제어할 수 있다. 명령어 블록을 이동하고 연결하여 코드를 작성하며, 복잡한 문법을 기억하지 않고도 프로그램을 만들 수 있다. 인공지능 기술을 편리하게 활용할 수 있도록 비디오 감지와 음성 인식 기능을 제공하고 있다.



마인드스톰 레고에서 만든 교육용 로봇 제어 프로그램으로, 무료로 사용이 가능하며 블록 기반과 텍스트 기반의 코딩이 가능하다.



C++ C++은 강력하고 다양한 기능을 제공하여 게임 개발, 소프트웨어 설계 등에 이상적이며, 산업적으로도 널리 사용하고 있다.

▲ 그림 I-16 교육용 로봇 제어 프로그램의 종류

- 예를 들어, 자율 주행 로봇의 경우 소프트웨어 최적화를 통해 장애물 감지 속도를 향상시키거나, 로봇 팔의 경우 새로운 제어 알고리즘을 적용하여 정밀한 작업 수행이 가능해진다.

❷ 새로운 기능 추가 및 확장성 제공

- 새로운 소프트웨어 업데이트를 통해 로봇이 더 많은 작업을 수행할 수 있다.

[예시]

- 청소 로봇: 초기에는 단순한 경로만 따라다녔지만, 업데이트 후 인공지능(AI) 기반으로 최적의 청소 경로를 학습하여 더욱 효율적인 동작 수행
- 산업용 로봇: 기존에는 한 가지 조립 작업만 수행했지만, 새로운 소프트웨어가 적용되면서 다양한 부품을 자동으로 감지하고 조립할 수 있도록 업그레이드

❸ 환경 변화에 대한 적응력 증가

- 로봇이 배치된 환경이 변할 경우, 기존의 프로그램만으로는 효율적인 대응이 어렵다. 소프트웨어 업그레이드를 통해 새로운 센서 데이터 처리 방법을 추가하거나, 머신러닝 기반 학습 기능을 향상시켜 변화하는 환경에 더 잘 적응할 수 있다.

[예시]

- 물류창고에서 사용하는 자율 주행 로봇이 업데이트 후 새로운 장애물을 감지하고 회피하는 능력 강화
- 드론이 최신 소프트웨어 업데이트를 통해 날씨 변화에 맞춰 비행 패턴을 조정하는 기능 추가

❹ 보안 강화 및 오류 수정

- 소프트웨어의 보안 취약점이 발견되면, 이를 수정하는 업데이트가 필요하다.
- 로봇이 네트워크에 연결되어 있다면, 해킹 위험이 존재할

3 간단한 로봇 제작(로봇 팔)

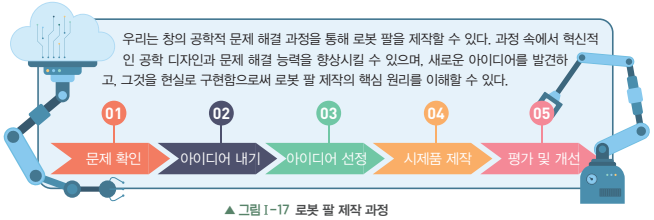
사람의 팔과 모습이 유사한 형태의 로봇을 간단한 제품으로 제작하여 로봇의 구동 원리에 대해 알아보자. 로봇 팔은 처음에는 자동차 조립 등 산업 현장에 주로 이용하기 위하여 개발되었지만, 이제는 카페나 음식점에서 커피를 만들거나 다양한 음식을 조리하는 등 실생활 속에서도 종종 볼 수 있다.



▲ 바리스타 로봇



▲ 조리 로봇



▲ 그림 I-17 로봇 팔 제작 과정

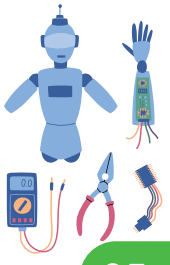
01 문제 확인

로봇 팔의 구조와 특징을 확인하고, 구현하고자 하는 움직임의 형태 및 작동 환경 등 제작에 필요한 요소를 확인한다.

- **자신이 생각하는 로봇 팔의 움직임 또는 제작 방법 등을 정리해 보자.**

예

- 물건을 집거나 들어 올리는 등 다양한 움직임이 가능함
- 적절한 센서를 부착하여 주변 상황을 인식하고 반응함
- 마이크로컨트롤러를 이용하여 사용자의 의도에 맞게 제어 코딩이 가능함



지도 팁

간단한 로봇 제작 과정은 창의 공학 설계의 과정을 따른다. 문제를 해결하기 위해 창의적인 아이디어를 바탕으로 공학적인 방법을 적용하는 프로세스이다. 이 과정은 주어진 문제를 분석하고, 새로운 아이디어를 도출하며, 최종적으로 실용적인 해결책을 설계하는 단계로 나누어진다.

문제 확인(문제 정의 단계)

목표	해결해야 할 문제를 명확히 정의하는 단계이다. 주어진 문제의 요구 사항, 목표, 제약 조건을 파악하고 문제를 명확하게 규정한다.
예시	고객의 요구 사항을 파악하거나 주어진 과제에 대해 분석을 통해 목표를 설정한다.
결과물	구체적이고 해결해야 할 문제를 정리한 문서

수 있으므로 정기적인 보안 패치가 필수적이다.

- 또한, 기존 소프트웨어에서 발생한 버그(오류)나 비효율적인 코드를 수정하여 안정성을 높인다.

[예시]

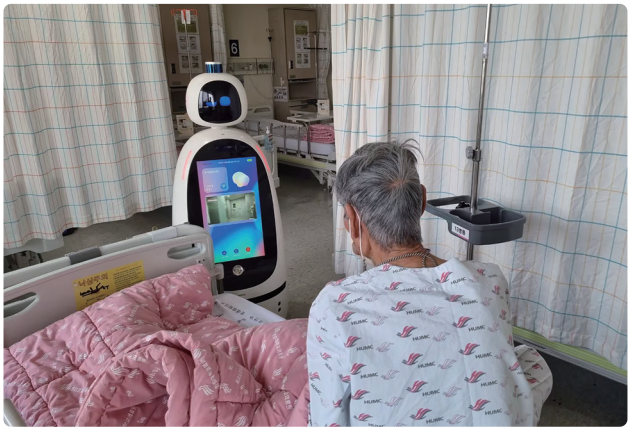
- IoT 기반 로봇이 보안 업데이트를 통해 해커의 원격 조작을 방지
- 공장 자동화 로봇의 버그 수정으로 인해 비효율적인 경로 이동을 최적화하여 에너지 절약 가능

사용 목적과 환경에 따른 맞춤형 로봇 소프트웨어

같은 하드웨어를 가진 로봇이라도, 어떤 소프트웨어를 사용하는지에 따라 전혀 다른 기능을 수행할 수 있다.

예를 들어, 로봇이 공장에서 사용되면 물건을 운반하거나 조립하는 데 사용될 수 있지만, 병원에서 사용된다면 환자를 도와 이동하거나 물건을 전달하는 로봇으로 변신할 수 있다.

이는 소프트웨어의 유연성 덕분에 가능하며, 다양한 작업 환경에 맞게 로봇의 행동을 프로그래밍할 수 있다.



▲ 새로 입원한 환자에게 병실 내 생활과 질환 정보 등을 영상으로 설명해주는 비대면 다학제 로봇

스케치 활용 아이디어 도출

스케치는 창의 공학 설계의 아이디어 도출 단계에서 중요한 도구로, 떠오른 아이디어를 빠르게 시각적으로 표현하는 방법이다.

1. 아이디어 시각화: 복잡한 아이디어를 간단한 선과 도형으로 표현하여 모둠원들과 쉽게 공유할 수 있다.
2. 빠른 수정과 반복: 스케치는 쉽게 수정 가능하여 아이디어 발전 과정에서 반복적으로 사용할 수 있다.
3. 실현 가능성 평가: 스케치를 통해 설계의 구조적 가능성을 빠르게 평가하고, 비현실적인 아이디어를 걸러낼 수 있다.

스케치는 아이디어를 발전시키고, 실현 가능성을 검토하며, 모둠 내 소통을 원활하게 돕는 중요한 창의적 도구다.

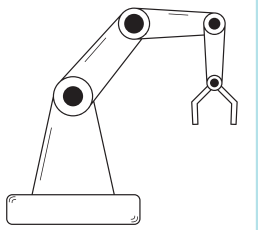
02 아이디어 내기

다양한 로봇 팔의 구조와 부품에 대하여 가능한 한 많은 아이디어를 생각해 본다. 로봇 팔의 전체적인 모습을 먼저 생각해 본 후 세부 요소에 대한 아이디어를 만들어보는 것도 좋다.

❶ 다양한 움직임을 위한 로봇의 형태 생각해 보기

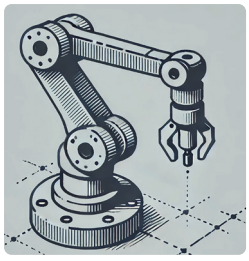
로봇 팔의 움직임을 위해서 관절부(모터)의 위치와 개수, 결합 형태를 구상해 보자.

예



로봇 팔의 관절은 연결 부품 운동의 중심 축이 되며, 관절부의 수에 따라 자유로움의 정도가 달라진다.

예시 답안

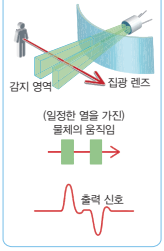


❷ 물체를 인식할 수 있는 센서 생각해 보기

대상이 되는 물체의 형태와 색상 등을 살펴보고, 인식 방법을 사전에 계획하여 적절한 센서를 선택해 보자.

TIP

PIR 센서의 원리



예



PIR(Passive infrared) 센서는 적외선을 이용하여 대상체의 움직임을 감지할 수 있다.

예시 답안



푸시 버튼을 이용하여 물체의 무게로 눌리면 로봇 팔이 작동하게 한다.

- **산업용 로봇**: 공장에서는 로봇이 반복적인 작업을 수행하도록 프로그래밍된다. 주로 조립, 용접, 포장과 같은 작업을 효율적으로 수행한다.
- **서비스 로봇**: 병원이나 가정에서는 로봇이 사람과 상호작용하고 도움을 주도록 설계된다. 주로 사람의 명령을 이해하고 따라하는 기능을 수행한다.

로봇 팔의 자유도 (로봇이 독립적으로 수행할 수 있는 움직임의 축 또는 방향)

산업 현장에서 주로 사용하는 로봇 팔은 6자유도를 가진 것이 일반적이다. 이 6자유도는 로봇이 3차원 공간에서 자유롭게 움직일 수 있게 해주며, 다양한 작업을 수행할 수 있도록 한다. 각 자유도는 특정 축을 따라 회전하거나 이동할 수 있는 기능을 의미한다.



▲ 6자유도의 로봇 팔

1. 베이스 회전(Yaw): 기저부가 좌우로 회전
2. 어깨 상하(Pitch): 어깨가 위아래로 움직임
3. 팔꿈치 굽힘(Pitch): 팔꿈치가 구부려지거나 펴짐
4. 손목 회전(Yaw): 손목 회전

❸ 물건을 잡기 위한 장치 생각해 보기

물건을 잡는 다양한 방법을 살펴보고 간단한 구조의 집게를 구상해 보자.

예



우리가 젓가락을 움직여 음식을 집는 과정을 떠오려 보자. 하나의 젓가락은 고정한 상태로 다른 젓가락을 움직여 대상을 집는다.

예시 답안



늘어나는 집게(Scissor system gripper)의 팔을 오므리면 먼 곳에 있는 물체를 잡을 수 있다.

❹ 로봇의 움직임을 담당하는 장치를 생각해 보기

전기 에너지(전력과 신호)를 활용하여 동력을 얻는 다양한 방법을 살펴보고 적절한 장치를 선택해 보자.

예



장난감 등에서 흔하게 볼 수 있는 DC 모터에 비해 서보 모터는 비교적 큰 힘을 낼 수 있으며 정확한 회전각을 제어할 수 있다.

예시 답안

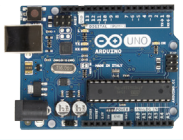


흔하게 구할 수 있는 DC 모터는 전원의 공급에 따라 회전력을 얻을 수 있지만 정확한 각도로 회전은 불가능하다.

❺ 로봇 제어 프로그램 작성이 가능한 제어부(마이크로컨트롤러 등) 생각해 보기

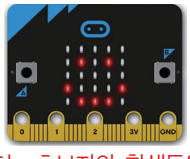
로봇 제어 프로그램 환경과 제어 코드 작성 등의 여건을 고려하여 적절한 제어부를 선택해 보자.

예



아두이노 보드는 마이크로컨트롤러를 내장한 기기 제어용 회로 기판이다. 센서나 부품 등의 장치를 연결하면 다양하게 활용할 수 있다. 컴퓨터와 연결해 제어 명령을 보내어 동작하게 되므로 로봇과 같은 장치를 만들 수 있다.

예시 답안



마이크로비트는 초보자와 학생들을 위한 소형 프로그래밍 가능 마이크로컨트롤러 보드이다. 간단한 센서, LED 디스플레이, 버튼이 내장되어 있다. 로봇 제어, 센서 데이터 수집 등 다양한 프로젝트에 활용한다.

37

액추에이터

로봇 제작에 사용되는 액추에이터를 간략하게 설명하면 다음과 같다.

❶ 전기 모터(Electric Motor)
❷ 유압 액추에이터(Hydraulic Actuator)
❸ 공압 액추에이터(Pneumatic Actuator)
(❶~❸ 앞선 내용 참고 교과서 p.26)
❹ 피에조 전기 액추에이터(Piezoelectric Actuator)
- 설명: 전압으로 작은 변형을 일으켜 미세한 움직임을 제공하며 정밀 제어에 사용됨
- 용도: 의료 로봇, 과학 실험 장비

❺ 형상 기억 합금(SMA)
- 설명: 열을 가하면 모양이 변형되는 금속 합금
- 용도: 소프트 로봇, 웨어러블 장치

액추에이터들은 로봇의 요구 사항에 따라 선택된다. 전기 모터가 일반적으로 많이 사용되고, 유압과 공압은 강력한 힘이 필요할 때, 정밀한 제어는 피에조 전기 액추에이터나 SMA가 사용된다.

❺ 손목 기울기(Pitch): 손목이 상하로 기울어짐

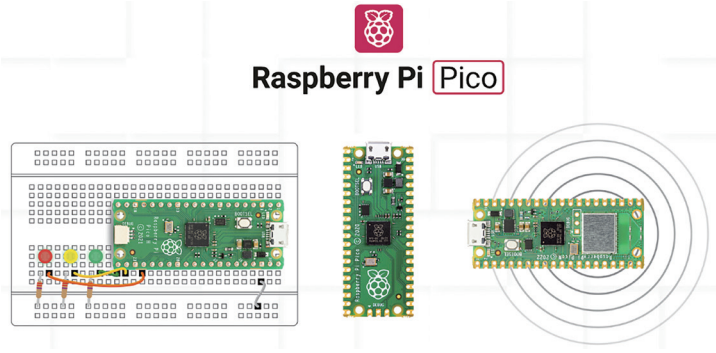
❻ 그리퍼 회전(Roll): 그리퍼가 회전하여 물체를 다양한 각도에서 조작

6자유도는 로봇 팔이 여러 방향에서 접근하고, 복잡한 물체를 다양한 각도로 처리할 수 있게 해준다. 특히 조립, 용접, 페인팅, 포장 작업과 같은 작업에서 로봇 팔의 6자유도는 효율성과 정밀도를 극대화한다.

로봇의 제어부(마이크로컨트롤러 등) 선택하기

❶ 아두이노(Arduino)
- 설명: 가장 널리 알려진 마이크로컨트롤러 보드 중 하나로, ATmega328 같은 마이크로컨트롤러가 탑재되어 있다. 간단한 프로그래밍 환경(Arduino IDE)을 제공하며, 초보자부터 전문가까지 쉽게 사용할 수 있다.
- 특징: 다양한 센서, 모터, LED 등을 제어할 수 있으며, 프로젝트의 크기에 따라 다양한 보드(Arduino Uno, Mega, Nano 등)를 선택할 수 있다.
- 활용 분야: 교육용 로봇, IoT(사물 인터넷) 프로젝트, 프로토타이핑, 소형 자동화 시스템

❷ 라스베리파이 피코(Raspberry Pi Pico)



지도 팁

아이디어 선정 과정은 체계적으로 정리하는 과정이다. 이전 단계에서 이루어진 많은 해결 방안 중 후속 평가 단계에서 활용할 수 있도록 아이디어를 구조화하는 데 중점을 둬서 지도한다.

아이디어 선정 과정

1. 아이디어 분류 및 그룹화: 도출된 아이디어가 많을 경우 이를 주제나 유형별로 분류한다. 비슷한 성격의 아이디어를 그룹화하여 중복되는 부분은 정리하고, 독창적인 부분은 강조한다. 이 과정을 통해 아이디어의 전체적인 구성을 파악할 수 있고, 빠르게 발전시키거나 개선할 수 있는 부분이 명확해진다.
2. 아이디어 시각화: 아이디어를 구체화하여 시각적으로 표현하는 단계로, 아이디어를 그림이나 다이어그램으로 나타내거나 간단한 스케치를 활용할 수 있다. 이를 통해 추상적인 개념을 명확하게 이해하고, 모둠원 간 의사소통을 더 쉽게 할 수 있다.



RP2040 마이크로컨트롤러가 탑재된 보드로, Raspberry Pi 시리즈의 일종이다. 저전력 소형 프로젝트에 적합하며, C/C++와 MicroPython으로 프로그래밍할 수 있다.

- **특징**: 컴팩트한 크기와 저렴한 가격으로 많은 입력과 출력 핀을 제공한다. 센서나 모터 제어 등 간단한 피지컬 컴퓨팅 작업에 적합하다.
- **활용 분야**: 소형 로봇, 간단한 데이터 수집, 저전력 IoT 시스템

다수의 서보 모터 구동 시 전원부 설계

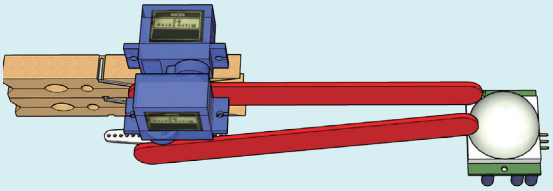
아두이노에서 다수의 서보 모터를 구동하려면, 각 서보 모터가 안정적으로 작동할 수 있도록 적절한 전원부 설계가 필수적이다. 서보 모터는 구동 시 순간적으로 많은 전류를 소비하므로, 적절한 전원 공급이 이루어지지 않으면 모터가 오작동하거나 아두이노 보드가 과부하로 재부팅되는 등의 문제가 발생할 수 있다. USB를 통해 전원을 공급받으며 여러개의 서보 모터를 동시에 움직이는 경우 특히 오류가 빈번하게 발생한다(순차적 움직임은 예외일 수 있다.).

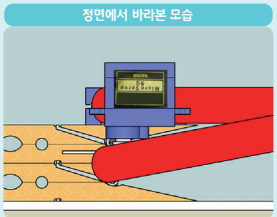
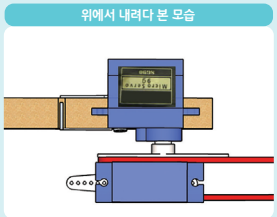
서보 모터의 전력 요구 사항

1. **전압**: 대부분의 서보 모터는 4.8V에서 6V 사이의 전압을 필요로 한다. 아두이노 보드의 5V 핀은 소량의 전류만을 공급할 수 있으므로, 서보 모터 여러 개를 직접 연결할 경우 충분한 전력을 제공하지 못할 가능성이 크다.
2. **전류**: SG90 서보 모터는 동작 중에 200mA에서 700mA 정도의 전류를 소비하며, 부하가 걸리거나 빠른 움직임을 요구할 때 더 많은 전류를 필요로 한다. 여러 개의 서보 모터를 구동할 때는 이 전류 소모량을 고려해야 한다.

❸ 움직이는 부분 세밀하게 조절하기

최대 180도의 범위 내에서 움직이는 서보 모터의 회전 축을 고려하여 부품을 결합한다.



정면에서 바라본 모습	위에서 내려다 본 모습
	
첫가락과 같이 두 집게 부품(하드바)의 끝이 모아질 수 있도록 부품의 위치와 형태를 조절한다.	동작이 원활하게 이루어질 수 있도록 서보 모터의 움직임 축(서버 혼)과 집게 부품(하드바)의 연결 부위를 단단하게 고정한다.

TIP

서보 모터 회전 축 초기 각도 설정하기

서보 모터는 서보 혼(servo horn)이라는 부품을 끼워서 사용한다. 제어부에 연결하지 않은 상태의 서보 모터에 그림과 같은 모양의 혼을 끼운 다음 오른쪽으로 끝까지 돌려서 각도를 '0'으로 초기 설정한다.

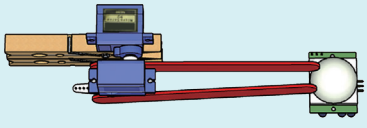


로봇 제어용 마이크로컨트롤러

- 마이크로컨트롤러는 다른 부품(서보 모터 및 센서)과의 연결을 고려하여 위치를 선정한다.
- PC를 이용하여 작성한 로봇 제어 코드는 USB 케이블을 이용하여 마이크로컨트롤러에 전달한다. 이때 주변 부품의 움직임에 방해가 되지 않도록 주의해야 하며, 마이크로컨트롤러와 각 부품(센서, 서보 모터)과의 연결선(점퍼 케이블)도 간섭이 없도록 적절하게 배치한다.



제어부(마이크로컨트롤러)



PIR 센서

PIR 센서(Passive Infrared Sensor)는 적외선 감지 센서로, 주로 사람이나 동물과 같은 움직이는 열원을 감지하는 데 사용된다. PIR 센서는 로봇이나 보안 시스템, 자동화된 조명 제어 등에 자주 활용된다.

❶ 작동 원리: PIR 센서는 적외선(IR)을 감지한다. 모든 물체는 적외선을 방출하며, 특히 사람이나 동물 같은 열원은 온도가 높아 더 많은 적외선을 방출한다. 이러한 적외선의 변화를 감지하여 물체가 움직였음을 판단한다.

❷ 동작 방식: PIR 센서는 수동형 센서로, 자체적으로 적외선을 방출하지 않고 주변에서 발생하는 적외선만을 감지한다. 움직임이 없을 때는 감지되지 않으며, 움직임이 있을 때만 신호를 출력한다. 디지털 신호를 출력하며, 감지되었을 때 신호가 'ON'으로 바뀌고, 감지되지 않았을 때는 'OFF' 상태를 유지한다.

서보 모터 비교: 일정한 회전 각 VS 무한 회전

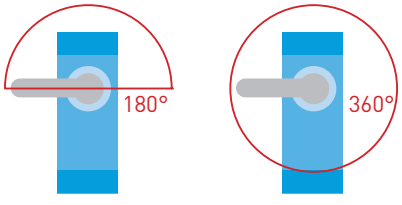
SG90 서보 모터와 무한 회전 서보 모터는 프로젝트에서 자주 사용되지만, 기능과 동작 방식에서 큰 차이가 있다.

❶ SG90 서보 모터

- 회전 범위: SG90은 180도 회전이 가능한 서보 모터이다. 정밀한 각도 제어가 가능하다.
- 제어 방식: PWM 신호(펄스 폭 변조)를 사용하여 특정 각도로 정밀하게 제어된다. 모터의 내부 포텐셔미터가 현재 위치를 확인하여 목표 각도에 맞추는 방식이다.
- 용도: 로봇 팔, 카메라 짐벌, 서보 기반의 제어 시스템 등에서 사용된다.
- 특징: 저렴하고 소형이면서도 각도 제어가 정밀하여 교육용 또는 간단한 로봇 프로젝트에 많이 사용된다.

❷ 무한 회전 서보 모터

- 회전 범위: 무한 회전 서보 모터는 회전 각도 제어가 아닌, 속도와 방향을 제어하는 방식이다.
- 제어 방식: PWM 신호는 서보 모터의 각도를 제어하는 대신, 회전 속도와 회전 방향을 조정하는 데 사용된다. 중간 펄스 신호는 정지 상태를 의미하며, 신호의 변화에 따라 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전할 수 있다.



일반 서보 모터
- 각도의 제한이 있음
- 각도 제어 가능

무한 회전 서보 모터
- 각도의 제한이 없음
- 각도 제어 불가능

용어 설명

❶ 점퍼 케이블 점퍼 케이블(Jumper Wires)은 아두이노와 같은 전자 프로젝트에서 부품 간 연결을 쉽게 하기 위해 사용하는 전선이다. 점퍼 케이블은 회로를 구성하거나, 센서와 모듈을 마이크로컨트롤러에 연결하는 데 필수적인 역할을 한다. 일반적으로 브레드 보드 또는 핀 헤더에 연결할 때 사용되며, 다양한 끝단 연결 방식과 길이로 제공된다.

점퍼 케이블은 여러 색상으로 제공되며, 이를 통해 전선의 역할(예 전원, 신호, 접지)을 쉽게 구분할 수 있다. 보통 빨간색은 전원, 검은색은 접지, 노란색이나 다른 색상은 신호선으로 많이 사용된다.



04 시제품 제작

❶ 로봇 하드웨어 제작

1) 사용 부품

부품명(용도)	재료명	규격	사진	부품명(용도)	재료명	규격	사진
마이크로 컨트롤러 (로봇 제어부)	아두이노 보드	UNO		집게/그리퍼 (기구부)	하드바	대, 중	
신호 연결선 (제어부와 센서, 모터 연결)	점퍼 케이블 ❶	수-수, 암-수		결속 장비 (부품 결합)	핫멜트 건	소형	
프로토타입 보드 (전자 부품 연결 보조)	브레드 보드	830홀 (약 165mm×55mm) 400홀 (약 84mm×55mm) 170홀 (약 47mm×35mm)		집게/그리퍼 (거치부)	빨래 집게	나무 재질	
구동 장치 (로봇 팔 구동부)	서보 모터	SG90		바닥 판	포맥스	두께: 2mm	
센서 (물체 감지)	PIR 센서	모듈형					

지식 스트레칭 브레드 보드

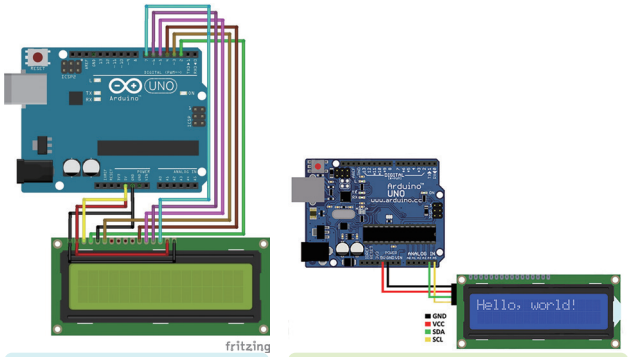
브레드 보드는 납땜을 하지 않고 반복적으로 전자 회로를 구성할 수 있는 장치다. 브레드 보드의 겉면은 구멍이 여러 개 뚫린 플라스틱으로 이루어졌으며, 내부는 얇은 금속판이 연결되어 있다. 양쪽 끝(그림의 빨간색과 파란색)의 내부는 가로로 연결되어 있으며, (+)와 (−)의 전원을 연결할 때 활용하면 편리하다. 가운데 부분의 내부는 세로로 연결되어 있다.

40 로봇의 이해

- 용도: RC 자동차, 로봇의 바퀴 구동 시스템 등에서 주로 사용된다. 무한히 회전할 수 있기 때문에 바퀴나 구동 장치에 적합하다.
- 특징: 각도 제어가 불가능하고 대신 회전 속도와 방향만을 제어할 수 있어, 바퀴 구동 시스템과 같이 연속적인 회전이 필요한 곳에 적합하다.

아두이노와 외부 장치를 연결하는 입출력 핀

모듈형 센서 및 출력 장치는 핵심 부품 자체와 함께 필요한 저항, 커패시터, 핀헤더 등이 이미 조립되어 있어, 추가적인 부품 없이 쉽게 사용할 수 있다. 복잡한 회로 설계 없이 아두이노에 바로 연결할 수 있어 프로젝트 개발 시간을 단축할 수 있다. 아울러 모듈형 부품은 초보자들이 전기 회로나 납땜 기술에 익숙하지 않아도 바로 사용할 수 있는 장점이 있다. 핀 연결만으로 바로 작동할 수 있어 전자 회로에 대한 깊은 이해 없이도 다양한 프로젝트에 쉽게 활용할 수 있다. 그리고 플러그 앤 플레이 방식으로, 필요한 부품을 손쉽게 교체하거나 추가할 수 있다. 이로 인해 다양한 실험을

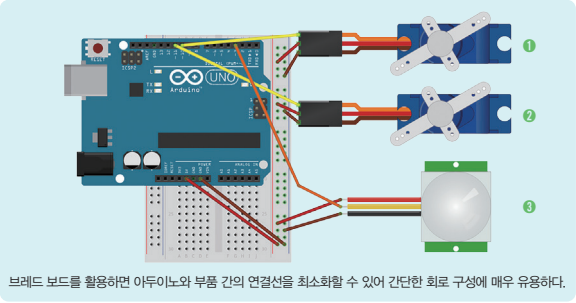


비 모듈형 장치(많은 수의 전선 연결이 필요하다.)

모듈형 장치(4가닥의 전선으로 제어가 가능하다.)

▲ 아두이노와 비모듈형 장치 및 모듈형 장치의 연결 구조 비교

2) 마이크로컨트롤러와 센서 및 서보 모터 연결 개념도

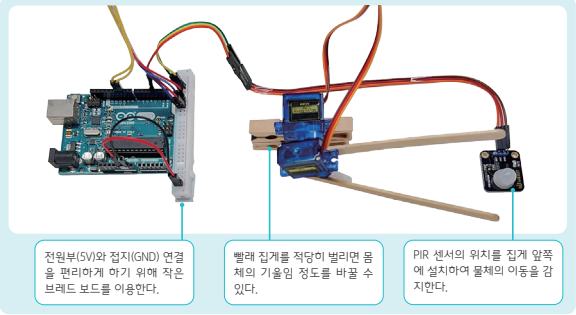


브레드 보드를 활용하면 아두이노와 부품 간의 연결선을 최소화할 수 있어 간단한 회로 구성에 매우 유용하다.

구분	부품	← 연결 →	아두이노
❶ 팔 구동부	서보 모터 1	신호선	10번 핀
		+	5V
		−	GND
❷ 집게 부분	서보 모터 2	신호선	11번 핀
		+	5V
		−	GND
❸ 감지 센서	PIR 센서	신호선	3번 핀
		+	5V
		−	GND

3) 각 부품의 조립 및 배치를 완료한 모습

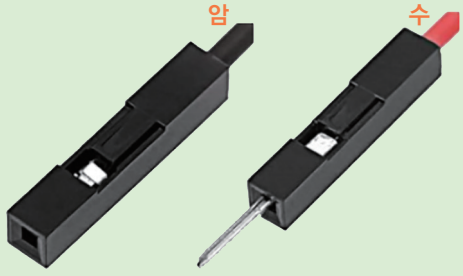
로봇의 정확한 움직임을 위해서는 부품 간의 견고한 결합이 중요하다. 움직임에 관여하는 부분을 제외한 나머지 부품은 핫멜트 건(글루건) 등을 활용하여 단단하게 고정한다.



점퍼 케이블의 유형

점퍼 케이블의 끝단은 핀 헤더 또는 소켓에 연결할 수 있는 형태로 제작되어 있어 브레드 보드에서 편리하게 사용되며, 아두이노와 같은 마이크로컨트롤러 보드의 핀과 직접 연결하기도 좋다.

- Male to Male(MM): 양쪽 끝이 핀 형태로 되어 있어, 브레드 보드나 아두이노의 핀에 직접 꽂을 수 있다.
- Female to Female(FF): 양쪽 끝이 소켓 형태로 되어 있어, 핀 헤더에 꽂을 수 있다. 두 모듈이나 보드를 직접 연결할 때 주로 사용된다.
- Male to Female(MF): 한쪽 끝은 핀, 다른 쪽은 소켓 형태로 되어 있어, 다양한 연결이 가능하다.



▲ 암(Female), 수(Male) 점퍼 케이블 – 암(Female), 수(Male) 점퍼 케이블 단자 끝의 모양으로 구분한다.

하거나 프로젝트 요구 사항에 맞춰 쉽게 수정할 수 있어 유연성이 높다.

대부분의 아두이노 핀 헤더와 호환되도록 설계되어 있으며, 다양한 라이브러리도 제공되어 쉽게 코딩하고 제어할 수 있다. 그리고 보호 회로와 전압 조정 회로 등이 포함된 경우가 많아 안전하게 사용할 수 있다.

모듈형 장치 활용하기

아두이노 우노(UNO) 보드에는 다양한 입출력 핀이 있어, 센서, 모터, LED, 디스플레이 등 다양한 장치를 연결하고 제어할 수 있다. 각 핀은 아날로그 또는 디지털 입력과 출력을 처리할 수 있으며 다양한 기능을 제공한다.

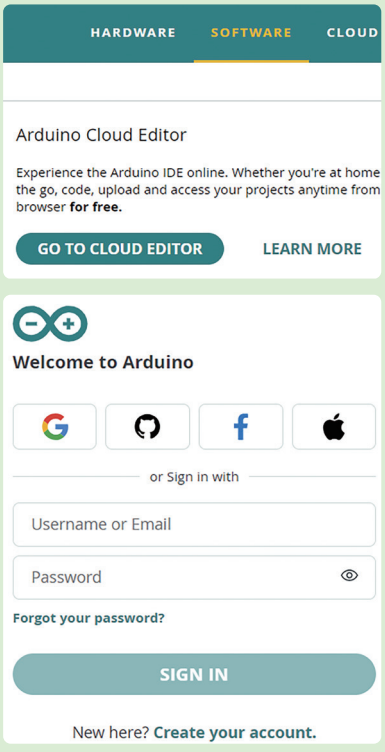
❶ 디지털 핀(Digital Pins): 0번에서 13번까지의 디지털 핀이 있다. 디지털 핀은 High(5V) 또는 Low(0V)의 두 가지 상태로만 작동하며, 디지털 장치(예 LED, 스위치, 릴레이 등)를 제어하는 데 사용되며 입력(Input) 또는 출력(Output)으로 설정할 수 있다.

- PWM 기능: 일부 디지털 핀(3, 5, 6, 9, 10, 11번)은 PWM(펄스 폭 변조) 기능을 제공한다. PWM은 아날로그 신호처럼 작동하는 디지털 신호로, LED의 밝기 조절이나 모터 속도 제어에 사용할 수 있다.

❷ 아날로그 핀(Analog Pins): A0에서 A5까지 6개의 아날로그 핀이 있다. 0에서 1,023 사이의 값을 읽어들이며, 주로 아날로그 센서(예 온도 센서, 광센서)에서 신호를 받는 데 사용된다. 아날로그 입력 값을 통해 센서 데이터를 세밀하게 읽어낼 수 있다. 아날로그 핀은 기본적으로 입력으로 사용되지만, 필요에 따라 출력을 위해 사용할 수 있다.

아두이노 클라우드 에디터

온라인에서 아두이노 제어 코드를 작성할 수 있는 서비스는 현재 'Arduino Cloud Editor'라는 제목으로 서비스를 제공하고 있으며, 간단한 로그인 과정(구글, 깃허브, 애플 계정 등)을 거치면 서비스를 무료로 이용할 수 있다.



▲ 아두이노 클라우드 에디터 로그인 창

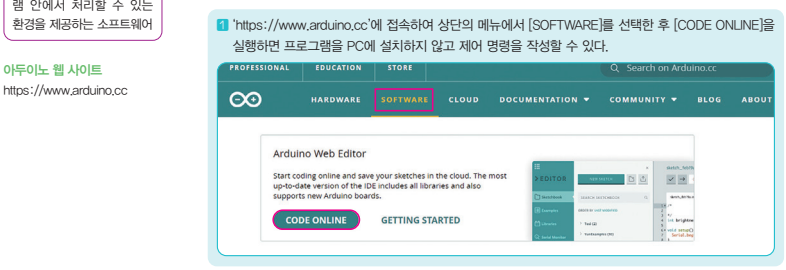
통합 개발 환경(IDE)
코딩, 디버그, 컴파일, 배포 등 프로그램 개발에 관련된 모든 작업을 하나의 프로그램 안에서 처리할 수 있는 환경을 제공하는 소프트웨어

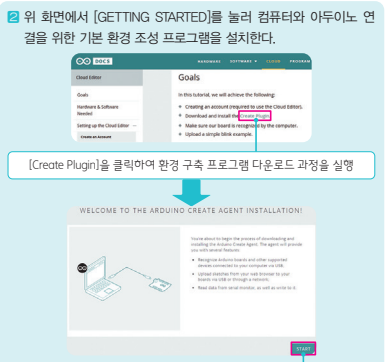
아두이노 웹 사이트
https://www.arduino.cc

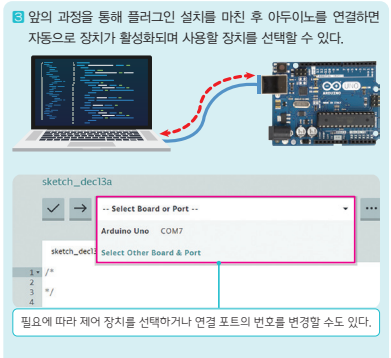
❷ 로봇 제어 소프트웨어 제작

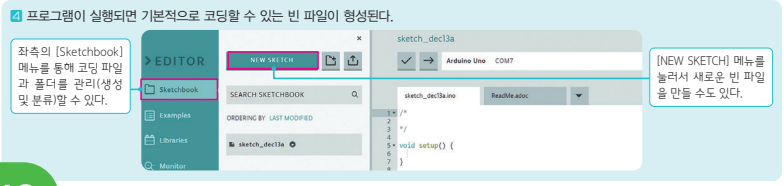
1) 제어 명령 작성 프로그램 사용하기

'아두이노 통합 개발 환경(Arduino IDE)'을 활용하기 위해서는 '아두이노 소프트웨어'로 검색하여 소프트웨어를 찾아 자신의 PC에 설치하거나 웹용 아두이노 통합 개발 환경을 이용한다. 간단한 로봇 제어를 위해서는 웹용 아두이노 통합 개발 환경을 이용하는 것이 편리하다.









❸ 이외에도 외부에 전원(5V, 3.3V)을 공급하기 위한 핀, 접지를 위한 핀(GND), 전원 공급을 위해 보드에 직접 전원을 연결할 수 있는 핀과 통신(SPI, I2C, UART)을 위한 핀이 있다.

웹 브라우저(온라인)를 활용하여 제어 코드 만들기

아두이노 공식 웹에서 제공하는 Arduino IDE(Integrated Development Environment)는 아두이노 코드를 작성, 컴파일, 업로드할 수 있는 통합 개발 환경이다. 이 서비스를 사용하여 제어 코드를 작성하는 데는 여러 가지 장점이 있다.

❶ **웹 기반 접근성**: 아두이노 클라우드 에디터는 인터넷에 연결된 어디서든 사용할 수 있는 웹 기반 IDE이다. 사용자는 소프트웨어 설치 없이 브라우저에서 직접 아두이노 보드와 코드를 제어할 수 있어 장치 간의 이동성이 뛰어나다. 학교, 집 어디서든 동일한 환경에서 프로젝트를 이어서 작업할 수 있으며, 버전 호환 문제 없이 최신 IDE 환경을 사용할 수 있다.

❷ **자동 라이브러리 관리**: 아두이노 IDE는 사용자가 코드에서 사용하는 라이브러리를 자동으로 검색하여 설치해 주는 기능을 제공한다. 이를 통해 프로젝트에 필요한 라이브러리 관리가 편리해지고, 라이브러리 업데이트도 손쉽게 할 수 있다. 코드에 필요한 라이브러리를 수동으로 찾고 추가하는 과정이 줄어들며, 코드 작성이 더 효율적이다.

❸ **협업과 공유**: 웹 기반 플랫폼을 사용하면 코드와 프로젝트를 쉽게 공유하고 협업할 수 있다. 팀원 간의 작업 공유가 용이하고, 오픈소스 프로젝트의 경우 다른 사용자들과 코드나 데이터를 실시간으로 교환할 수 있다.

❹ **클라우드 기반 저장**: 웹 IDE는 작성한 코드와 프로젝트를 클라우드에 저장할 수 있다. 이는 로컬 저장 공간의 한계

2) 로봇 제어 명령 작성하기

웹용 아두이노 통합 개발 환경(Arduino IDE)에서 제어 코드를 작성한다.

```
#include<Servo.h>
Servo servo1;
Servo servo2;
void setup() {
  pinMode(3,INPUT);
  servo1.attach(11);
  servo2.attach(10);
}
void loop() {
  int readValue=digitalRead(3);
  if(readValue==HIGH){
    servo1.write(0);
    delay(300);
    servo2.write(60);
    delay(20);
  } else {
    servo2.write(0);
    delay(300);
    servo1.write(30);
    delay(20);
   }
 delay(300);
}
```

PIR 센서에 물체의 이동이 감지되면 집게(servo1)로 잡은 후 팔(servo2)을 들어올린다. 물체의 이동이 없는 것이 감지되면 이전 동작의 역순으로 움직인다(팔을 내린 후 집게를 벌린다.).

'servo1.write( ), servo2.write( )' 코드의 값(괄호 안의 값)을 변경하면 회전하는 움직임의 크기를 조절할 수 있다.

■ **코드 설명**

1	서보 모터를 사용하기 위해 사용 선언을 먼저 한다.
2~3	두 개의 서보 모터를 활용하기 위한 준비를 한다.
4	아두이노 보드를 구동하면 한 번만 실행될 명령들을 읽는 부분의 시작이다.
5	보드의 3번 핀 기능을 설정한다(PIR 센서 신호선 연결 핀).
6~7	두 개의 서보 모터가 각각 11번, 10번 핀에 연결됨을 선언한다.
8	'void setup' 내용의 끝을 알린다.
9	아두이노 보드를 구동하면 반복적으로 실행될 명령들을 읽는 부분의 시작이다.
10	3번 핀(PIR 센서 신호선)의 값을 'readValue' 변수에 저장한다.
11	'readValue' 값이 HIGH(감지 상태)일 경우만 '12~15번 행'을 실행하도록 한다.
12	1번 서보 모터(11번 핀에 연결)를 각도 '0'의 위치로 이동(집게로 잡기)한다.
13	0.3초 동안 대기(현 상태 유지), 물체를 잡은 동작을 유지한다.
14	2번 서보 모터(10번 핀에 연결)를 각도 '60'의 위치로 이동(팔 들어 올림)한다.
15	0.2초 동안 대기(현 상태 유지)한다.
16	'readValue' 값이 HIGH(감지 상태)가 아닐 경우만 '17~20번 행'을 실행하도록 한다.
17	2번 서보 모터를 각도 '0'의 위치로 이동(팔 내림)한다.
18	0.3초 동안 대기(현 상태 유지), 팔을 내린 동작을 유지한다.
19	1번 서보 모터를 각도 '30'의 위치로 이동(집게 벌리기)한다.
20	0.2초 동안 대기(현 상태 유지)한다.
21	조건에 따른 명령 내용의 끝을 알린다.
22	0.3초 동안 대기(현 상태 유지)한다.
23	'void loop' 내용의 끝을 알린다.

코드 설명

이 코드는 두 개의 서보 모터를 제어하는 아두이노 프로그램이다. 특정 조건에 따라 두 개의 서보 모터가 다르게 동작한다.

❶ 헤더 파일과 서보 모터 객체 선언

- Servo.h 라이브러리를 포함하여 아두이노에서 서보 모터를 제어할 수 있도록 한다.
- 두 개의 서보 모터 객체 servo1과 servo2를 선언하여, 각각의 서보 모터를 제어할 수 있는 변수를 만든다.

❷ 초기 설정(setup 함수)

- pinMode(3, INPUT): 3번 핀을 입력 모드로 설정하여 외부에서 오는 디지털 신호(스위치, 센서 등)를 받을 준비를 한다.
- servo1.attach(11): servo1 객체를 11번 핀에 연결하여, 11번 핀을 통해 서보 모터1을 제어할 수 있게 한다.
- servo2.attach(10): servo2 객체를 10번 핀에 연결하여, 10번 핀을 통해 서보 모터2를 제어할 수 있게 한다.

❸ 메인 루프(loop 함수)

- digitalRead(3): 3번 핀에서 입력을 읽어 온다. 3번 핀이 HIGH(1) 상태이면 외부에서 신호가 들어왔다는 의미이고, LOW(0) 상태이면 신호가 없다는 의미이다.

를 극복하며, 자동 백업이 이루어지기 때문에 파일이 손상되거나 분실될 걱정을 덜 수 있다. 여러 장치에서 동일한 프로젝트 파일을 불러올 수 있으며, 항상 최신 버전의 코드에 접근 가능하다.

❺ **간단한 인터페이스**: Arduino IDE는 초보자도 쉽게 사용할 수 있는 직관적인 인터페이스를 제공한다. 복잡한 설정이나 환경을 요구하지 않으며, 코드 작성, 컴파일, 업로드 등의 과정을 몇 번의 클릭으로 실행할 수 있다. 전자 공학에 익숙하지 않은 사용자나 초보 개발자도 쉽게 접근할 수 있어 학습 곡선이 완만하다.

❻ **자동 완성 및 코드 검증**: Arduino IDE는 자동 완성 기능을 통해 코드를 빠르고 정확하게 작성할 수 있도록 도와준다. 또한 코드의 실행 전 검증 기능이 있어, 잘못된 부분을 미리 확인하고 수정할 수 있다. 코드 작성이 더 빠르고 오류 발생 가능성이 줄어들며, 디버깅 과정이 단축된다.

'servo.h' 라이브러리

'servo.h' 라이브러리는 아두이노 보드와 서보 모터 간의 인터페이스를 간편하게 만들어 주며, 로봇이나 다양한 제어 시스템에서 서보 모터를 쉽게 활용할 수 있도록 도와주는 역할을 한다.

❶ 기능

- 서보 모터 제어: 서보 모터의 위치를 제어하여 원하는 각도로 조정할 수 있다.
- 각도 조정: 서보 모터의 각도를 0도에서 180도까지 설정할 수 있다. 이 각도는 서보 모터의 회전 범위에 따라 다를 수 있다.

❷ 주요 클래스 및 함수

- 'Servo' 클래스: 서보 모터를 제어하기 위해 사용하는 클래스다.

오동작 점검하기

❶ 입력 신호 확인: 3번 핀에 연결된 스위치나 센서가 올바르게 작동하는지 확인해야 한다. 입력이 제대로 인식되지 않으면 서보 모터가 원하는 대로 움직이지 않는다.

❷ 서보 모터 연결 상태: 서보 모터가 10번 핀과 11번 핀에 올바르게 연결되어 있는지 확인한다. 잘못된 핀에 연결되어 있으면 작동하지 않거나 의도한 대로 움직이지 않을 수 있다. 여러 개의 추가 서보 모터를 사용할 경우, 아두이노의 5V 핀 대신 외부 전원을 사용하는 것이 좋다.

❸ 전류 부족 문제: 서보 모터는 구동 시 많은 전류를 소모하므로, 외부 전원을 사용하지 않으면 전류 부족으로 서보 모터가 불안정하게 작동하거나 아두이노가 재부팅될 수 있다(2개 초과 시).

❹ 디버깅: 'Serial.begin(9600)'과 시리얼 모니터를 사용하여 디버깅 메시지를 출력하면, 입력 신호가 정확하게 감지되고 있는지, 서보 모터가 제어 명령에 제대로 반응하는지 쉽게 확인할 수 있다.

❺ delay( ) 함수 확인: 'delay(300)'과 같은 대기 시간이 서보 모터가 명령에 따라 충분히 회전할 시간을 주는지 확인해야 한다. 서보 모터의 속도에 따라 딜레이 시간을 조정해야 할 수도 있다.



- 'attach(pin)' 함수: 서보 모터를 제어할 핀을 설정한다. 핀 번호를 인수로 받으며, 해당 핀에서 PWM 신호를 보내 서보를 제어한다.
- 'detach( )' 함수: 서보 모터와 핀의 연결을 끊어 PWM 신호를 중지한다.
- 'write(angle)' 함수: 서보 모터의 각도를 설정한다. 'angle'은 0도에서 180도까지의 값이 될 수 있다.
- 'read( )' 함수: 현재 서보 모터의 각도를 반환한다.
- 'writeMicroseconds(pulseWidth)' 함수: 서보 모터에 보내는 PWM 펄스의 길이를 마이크로초 단위로 설정 한다. 서보 모터의 특정 요구 사항에 맞게 조정할 수 있다.
- 'readMicroseconds( )' 함수: 현재 서보 모터에 보내는 PWM 펄스의 길이를 마이크로초 단위로 반환한다.

PIR 센서

❶ 주요 작동 특성

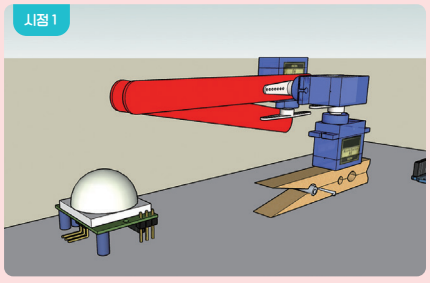
1) 수동 감지(Passive Detection): 환경의 적외선 변화를 감지
2) 움직임 감지(Motion Detection): 정적인 물체는 감지하지 않으며, 움직임이 있을 때만 반응
3) 온도에 따른 감지 성능 변화: 주변 온도와 사람(사진의 손바닥)의 체온 차이가 적으면 감지 성능이 저하될 수 있음
4) 환경 변화 영향: 햇빛, 공조기 바람, 유리 등 환경 요인에 따라 감지 성능이 달라질 수 있음

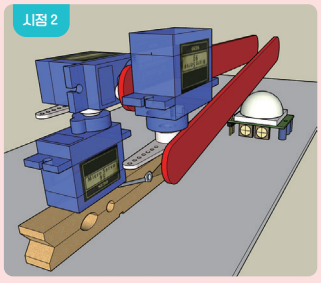
❷ PIR 센서 사용 시 주의할 점

1) 온도 변화에 영향을 받음: 주변 온도가 사람의 체온과 유사하면 감지 성능이 떨어질 수 있다.
   예 더운 여름날 감지 정확도가 낮아질 가능성 있음
2) 유리나 투명 플라스틱을 통과하지 못함: PIR 센서는 적

지식 스트레칭 서보 모터를 추가하여 동작 변형해 보기

로봇 팔을 바닥에 고정하는 부분에 서보 모터를 추가 설치하여 로봇 팔이 좌우로 회전할 수 있도록 개선할 수 있다. 연결 부품(빨래 집게)을 활용하여 로봇 팔이 앞으로 기울어지는 각을 조절할 수 있다.





추가 서보 모터의 신호선은 아두이노의 9번 핀에 연결하고, +/– 선은 기존과 같이 5V와 GND에 연결한다.

```
#include<Servo.h>
Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
void setup() {
  pinMode(3,INPUT);
  servo1.attach(11);
  servo2.attach(10);
  servo3.attach(9);
}
void loop() {
  int readValue=digitalRead(3);
  if (readValue==HIGH){
    servo1.write(0);
    delay(300);
    servo2.write(60);
    delay(20);
    servo3.write(60);
    delay(20);
  } else {
    servo3.write(0);
    delay(30);
    servo2.write(0);
    delay(300);
    servo1.write(45);
    delay(20);
  }
  delay(400);
}
```

- 추가 서보 모터를 설정
- 추가 서보 모터를 9번 핀에 배정
- PIR 센서로 물체의 이동 감지
- 집게 오므리기
- 팔 들기
- 팔 회전
- 물체의 이동이 없는 것을 감지
- 팔을 원 위치로 회전
- 팔 내리기
- 집게 펴기

- 서보 모터의 회전 명령 사이의 'delay' 값(1/1000 초 단위임)을 조절하여 각 부의 동작 속도를 변화시켜 보자.

45

지도 팁

몸통을 회전시킬 수 있는 서보 모터를 추가하여 좀 더 복잡한 움직임을 구현해 보는 내용이다. 서보 모터 추가에 따른 제어 코드를 수정하는 방법에 대해 설명한다.

외선을 감지하므로 유리나 투명 플라스틱을 통해 감지할 수 없다.

예 창문을 통해 움직임을 감지하는 것은 불가능함

3) 센서 위치와 각도 조정 필요: 감지 각도와 범위를 고려하여 설치해야 한다.

예 감지 범위가 너무 넓으면 불필요한 동작에도 반응할 수 있음

서보 모터 추가로 발생할 수 있는 문제

❶ **전력 부족**: 서보 모터는 구동 시 전류 소모가 크기 때문에, 3개를 동시에 구동할 경우 아두이노 자체의 5V 전원만으로는 충분한 전력을 공급하기 어려울 수 있다. 이로 인해 움직임이 불안정해지거나 아두이노 보드가 재부팅되는 등의 문제가 발생할 수 있다. 이때에는 서보 모터에 별도의 외부 전원을 사용하고, 전류가 충분히 공급될 수 있도록 해야 한다. 이때 공통 접지(GND)를 설정해 서보 모터와 아두이노 간 신호가 제대로 전달되도록 해야 한다.

❷ **신호 간섭**: 서보 모터가 동시에 여러 명령을 처리할 때, 특히 빠른 속도로 순차적으로 움직이거나 동시 제어가 이루어질 때, 신호 간섭이 발생할 수 있다. 이는 서보 모터들이 명령을 제대로 처리하지 못하고, 정확하지 않은 각도로 움직이는 원인이 될 수 있다. 적절한 딜레이를 설정해 각 서보 모터가 명령을 완벽하게 수행할 수 있는 시간을 확보하거나, 서보 드라이버를 사용하는 것이 좋다.

❸ **서보 모터의 과부하**: 서보 모터가 무거운 하중을 이동시키거나, 여러 개의 서보 모터가 동시에 과도하게 움직일 경우 모터의 과열이나 전류 부족으로 인해 과부하가 발생할 수 있다. 과부하로 인해 모터의 수명이 단축되거나 제대로 동작하지 않을 수 있다.

서보 모터의 딜레이 값 변경에 따른 로봇 팔의 움직임 변화

값을 줄이면 (예 300ms → 100ms)	↔	값을 늘리면 (예 60ms → 500ms)
팔과 집게가 빠르게 움직이며, 동작이 끊어질 수 있음 (급격한 움직임)		부드러운 동작이 가능하지만, 반응 속도가 느려짐 (느릿한 움직임)

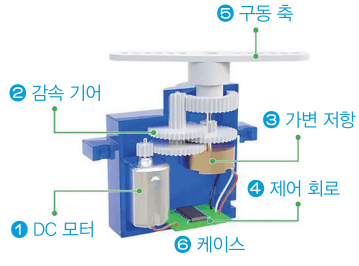
- 집게 동작의 딜레이 증가: 물체를 더 오래 잡고 있거나 놓을 때 안정성이 증가
- 팔 회전의 딜레이 감소: 회전 속도가 빨라져 반응성이 증가하지만, 부드러운 움직임이 어려워짐

딜레이 값을 조정할 때 고려해야 할 사항

1. 빠르게 동작하면 로봇 팔의 움직임이 끊어질 가능성이 높아진다.
2. 너무 느리면 동작이 부드럽지만, 반응 속도가 떨어져 제어가 어렵게 된다.
3. 집게(그리퍼)의 딜레이 값은 길게 설정하는 것이 안정적 → 물체를 충분히 잡거나 놓을 수 있도록 한다.
4. 팔 회전 및 이동의 딜레이 값은 균형이 필요함 → 너무 빠르면 충격이 발생할 수 있다.

서보 모터(SG90)의 구조

SG90 서보 모터는 소형 서보 모터로, 로봇, 드론, RC 모델 등에서 많이 사용되며, 내부 구조는 간단하면서도 정밀한 위치 제어가 가능하다. SG90의 내부 구성 요소는 다음과 같다.



1. **DC 모터**: SG90 서보 모터의 주요 구동부는 DC 모터이다. 이 모터가 서보 모터의 전체 회전을 담당하며, 모터의 회전은 감속 기어와 연결되어 구동 축을 돌린다.
2. **감속 기어(gear train)**: 감속 기어는 서보 모터 내부에서 중요한 역할을 한다. 모터의 빠른 회전 속도를 줄이면서 더 높은 토크를 생성하기 위해 플라스틱 기어들로 구성되어 있다. 이를 통해 모터의 회전이 부드럽고 정확하게 제어된다.
3. **가변 저항(Potentiometer)**: 가변 저항은 서보 모터의 위치 피드백을 담당한다. 구동 축의 회전과 함께 가변 저항이 돌아가면서 현재의 각도를 감지하여 제어 회로에 전달한다. 이를 통해 서보 모터는 설정된 목표 위치에 도달할 때까지 지속적으로 회전하며, 각도 제어가 가능하다.
4. **제어 회로(Control Circuit)**: 제어 회로는 서보 모터 내부에서 DC 모터와 가변 저항을 조정하는 역할을 한다. 이 회로는 외부에서 전달되는 PWM 신호를 해석하여 원하는 각도에 맞게 DC 모터의 회전을 제어한다.
5. **구동 축(Output Shaft)**: 구동 축은 서보 모터가 외부에 힘을 전달하는 부분이다. 감속 기어에서 나오는 감속된 회전력이 이 구동 축으로 전달되어 서보 모터가 연결된 부품을 회전시킨다.
6. **케이스**: SG90 서보 모터의 외부 케이스는 전체 부품을 보호하고, 서보 모터를 장착할 수 있도록 고정되는 구조를 제공한다.

창의 공학 설계를 통한 혁신적인 문제 해결과 사회적 가치 창출

3D 프린팅 기술을 활용하여 기존에 수천 달러가 소요되던 보철 장치를 몇 백 달러 수준으로 낮추는 획기적인 성과가 이루어졌다. 기존의 보철 장치는 높은 제작 비용과 맞춤형 제작의 어려움으로 인해 많은 사람들이 접근하기 어려웠다. 그러나 창의 공학 설계를 적용하여 비용 절감과 대중화가 가능한 해결책을 도출함으로써, 경제적 부담을 크게 줄이고 보철 장치가 필요한 더 많은 사람들이 혜택을 받을 수 있도록 하였다.

뿐만 아니라, 3D 모델을 인터넷에서 무료로 배포하여 전 세계 누구나 직접 3D 프린터를 활용해 제작할 수 있도록 지원하였다. 이는 창의 공학 설계가 단순히 기술적 문제 해결을 넘어 사회적 불평등 해소와 포용적 기술 발전을 이루는 강력한 도구임을 보여주는 대표적인 사례이다. 경제적 어려움을 겪는 사람들이 더이상 고가의 맞춤형 보철을 기다릴 필요 없이, 보다 쉽게 접근할 수 있는 개인 맞춤형 솔루션을 직접 구현할 수 있도록 한 점에서 그 의미가 크다.

이 사례는 창의적 사고와 공학적 설계가 결합할 때, 기존의 한계를 뛰어넘는 혁신적인 해결책을 도출할 수 있다는 점을 잘 보여준다. 공학적 기술이 단순히 발전하는 것에 그치는 것이 아니라, 이를 창의적으로 활용하여 실제 사회적 문제를 해결하고, 더 많은 사람들이 실질적인 혜택을 누릴 수 있도록 적용하는 것이 창의 공학 설계의 핵심적인 역할이다.

03 생활 속 로봇의 활용

수업 계획안

수업 시간: 3시간 교과서 쪽수: 46~55쪽

학습 목표	• 생활 속에서 로봇이 활용되는 분야를 설명할 수 있다. • 로봇 개발과 활용 사례를 탐색하여 긍정적인 가치를 설명할 수 있다.		
수업 방법	강의, 조사 및 토의, 발표 수업	준비물	교사 수업 지도안, PPT 자료 등 학생 필기도구, 색연필, 스마트 기기 등

단계	교수 · 학습 방법	지도상의 유의점
도입 46~47쪽	핵심 키워드 로봇 활용 분야, 로봇 활용 사례 생각 열기 **옛날 예술가들이 상상한 생활 속 로봇은 현실이 되었을까?** – 옛날 예술가들이 상상한 로봇과 관련하여 성능이 더 향상된 미래 로봇 개발과 활용을 상상해 보고 함께 이야기해 보자.	• 핵심 키워드를 학생들이 알고 있는지 질문해 본다. • 새로운 로봇이 개발되고 활용되면 인간의 생활이 편리해질 것으로 생각했던 예술가의 마음을 생각해 보도록 한다.
전개 48~55쪽	**1. 로봇의 활용 분야** • 국제로봇협회에서 분류한 산업용 로봇과 서비스용 로봇으로 구분하여 로봇의 활용 분야를 설명한다.	
	2. 로봇의 활용 사례 • 생활 속에서 활용되는 로봇뿐 아니라 전문적으로 활용되는 로봇을 모두 포함하여 실제 활용 사례를 중심으로 설명한다. 잠깐 해보기 **로봇의 활용 분야 탐색하기** – 자신의 생활을 중심으로 직접적으로 경험했거나 간접적으로(책, TV, 동영상 등) 경험한 로봇을 중심으로 활용 분야를 탐색해 본다. 로봇과 공학 세상 읽기 **법률도 응원하는 로봇 개발과 활용** – 로봇의 개발과 활용을 활성화하기 위한 우리나라 법률에 대한 이야기를 읽어보고 우리 생활 전반에 어떤 영향을 미칠지 생각해 보도록 한다.	• 학생들이 로봇 활용 분야와 사례를 탐색하면서 로봇이 우리에게 주는 긍정적인 가치를 생각할 수 있도록 발문하는 등 방향을 유도한다.
	주제 탐구 활동 **다양한 분야의 로봇 탐색하고 가치 생각하기** – 사진으로 제시된 다양한 분야의 로봇을 탐색해 보고 이들이 우리에게 어떤 긍정적인 가치를 주고 있는지 개인, 사회, 국가 차원에서 생각해 본다.	• 학생이 혼자하는 것을 어려워한다면 모둠별로 역할을 나누어 생각해 보고 통합하는 방안을 사용해 본다.
정리	• 로봇이 활용되는 분야를 국제로봇협회의 분류에 따라 구분하여 정리해 본다. • 로봇이 산업용뿐 아니라 의료, 교육, 재난 구호용에 이르기까지 폭넓게 활용되고 있다는 사실을 정리한다. • 개인, 국가, 사회적으로 로봇의 개발과 활용에 긍정적인 가치가 있음을 정리한다.	• 55쪽의 소단원 1분 요약을 통해 함께 정리하는 시간을 갖는다.
평가	• 로봇을 활용 분야에 따라 분류할 수 있는가? (2가지) • 개인 서비스용 로봇과 전문 서비스용 로봇의 사례를 제시할 수 있는가? (1가지 이상) • 로봇이 활용되는 분야를 제시할 수 있는가? (3가지 이상)	• 수업 과정 중에 이루어지는 다양한 활동을 통해 평가한다.

03 생활 속 로봇의 활용

지도 팁

- 〈생각 열기〉에서는 로봇의 역사적 발전 과정과 현대 사회에서의 활용을 비교하며 이해하는 내용을 담고 있다. 과거 상상 속 로봇과 현재, 미래의 로봇을 비교하며 기술 발전의 흐름을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 각 이미지는 과거와 현재/미래를 대비하여 짝을 이루고 있음을 설명한다.
- 로봇 기술이 발전하면서 실현된 것들에 초점을 맞추어 설명한다.
- 상상 속 로봇이 현실이 되는 과정에서 기술 발전의 의미를 생각해 보도록 유도한다.
- 마지막 예시인 2025년부터의 디지털 교과서 활용 내용은 예측이므로, 과목마다 적용년도에 차이가 있음을 부가적으로 설명할 필요가 있다.



En L'An 2000(in the Year 2000)

프랑스의 예술가 장 마르크 코테(Jean-Marc Côté)를 비롯하여 다수의 예술가들은 2000년의 모습을 상상하며 〈En L'An 2000(in the Year 2000)〉을 제작하였다. 이 작품들은 1899년에 시작하여 인기를 얻은 이후 1910년까지 계속하여 제작되었다. 처음으로 발표된 1899년엔 담배 갑에 삽입되었으나, 인기를 얻은 후 엽서로도 제작되었고, 1900년에 열렸던 파리 만국 박람회에도 출품되었다. 이러한 인기 덕분에 1910년까지 약 89개의 작품들이 시리즈로 제작되었다.

- **En L'An 2000(in the Year 2000) 내용으로 출판한 책**
  Isaac Asimov · Jean Marc Cote, Futuredays: A Nineteenth Century Vision of the Year 2000, Henry Holt & Co, 1986.

〈En L'An 2000〉은 아이작 아시모프(Isaac Asimov)의 〈아이 로봇(I, Robot)〉과 같은 여러 SF 작품들에 영향을 미쳤다. 특히 아이작 아시모프는 1986년 〈Futuredays: A Nineteenth Ce ntury vision of the Year 2000〉을 통해 〈En L'An 2000〉의 작품들을 소개하고, 논평할 만큼 애정을 기울였다. 아이작 아시모프는 약 86년이 흐른 시점에서 어떠한 것들이 실현되었으며, 어떠한 것들이 아직 허무맹랑한 그림인지 논평하였다. 현재는 아이작 아시모프가 논평한 지 39년 이상이 흐른 만큼, 〈En L'An 2000〉가 상상한 미래에 더욱 근접해 있다.

로봇의 분류

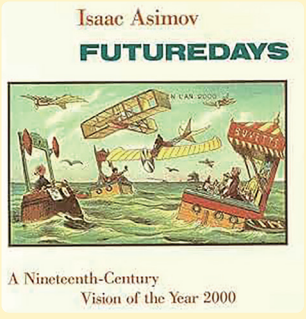
국제로봇협회(IFR; International Federation of Robotics)에서는 로봇을 산업용 로봇(Industrial Robot), 전문 서비스용 로봇(Service Robot for professional use), 개인 서비스용 로봇(Service Robot for personal and private use)으로 구분하고 있다.



미래를 예견해 보면서 로봇 개발과 활용에 대해 보다 더 긍정적인 사고를 가져보자. 제시된 자료와 관련하여 성능이 더 향상된 미래 로봇 개발과 활용을 상상해 보고 함께 이야기해 보자.

지도 팁

교과서에 제시한 그림 이외에도 미생물 연구, 비행이 용이하여 소방관들이 날아다니며 화재를 진압하는 모습, 비행이 용이해 새와 싸우는 모습, 날아가면서 와인을 주문해서 찾는 공중 드라이브 스루, 순찰을 도는 정찰병, 자동으로 청소하는 기계, 시스템으로 농사 짓는 모습, 움직이는 집, 해저 레이스 등이 있다. 학생들에게 다른 사진을 제시하여 상상력을 발휘해 보도록 하는 것도 흥미와 관심을 높이는 데 유용할 것이다.



- En L'An 2000(in the Year 2000) 전체 내용 자료
  링크: https://publicdomainreview.org/collection/a-19th-century-vision-of-the-year-2000

예시 답안

• 첫 번째 자료
AI가 개인 얼굴형, 피부톤, 라이프 스타일을 종합 분석해서 최적의 헤어 스타일 추천, 로봇 팔이 정교한 커팅과 염색 작업 수행, 가상 현실로 시술 전 다양한 스타일 미리 체험, 나노 기술을 활용한 모발 관리 시스템, 개인 맞춤형 모발 건강 관리 프로그램 일반화

• 두 번째 자료
AI가 각 동물의 건강 상태 · 활동량 · 체중 등을 분석하여 최적의 급여량 자동 조절, 영양 분석을 통한 맞춤형 사료 배합 시스템 도입, 가축 농장의 경우 드론과 로봇이 결합되어 대규모 자동 급식 시스템 구축, 동물의 행동 패턴과 선호도를 학습하여 최적의 급여 시간 자동 설정, 질병 예방을 위한 영양 관리와 급식 이력 자동 기록 시스템 구축

• 세 번째 자료
홀로그램 기술로 실제 같은 대면감의 3D 회의 실현, 실시간 다국어 통역 서비스가 기본 탑재되어 언어 장벽 해소, 감정 인식 AI가 참석자들의 반응을 분석하여 회의 효율성 제고, 가상 공간에서 실제처럼 자료를 주고받고 협업하는 기능 구현

• 네 번째 자료
개인 체형 맞춤형 3D 프린팅 의류 제작 일반화, 날씨와 상황에 따라 색상과 디자인이 변하는 스마트 의류 등장, AI 스타일리스트가 개인의 취향 · 일정 · TPO를 고려한 코디 제안, 가상 피팅으로 입어보지 않고도 실제 착용감 확인 가능

• 다섯 번째 자료
자율 작업 로봇이 위험한 고층 작업 전담, AI가 실시간으로 공정 관리와 품질 검수 수행, 드론과 로봇이 협업하여 대규모 건설 자동화, 건물 자재의 3D 프린팅으로 현장 제작 시스템 도입

• 여섯 번째 자료
뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술을 통해 생각만으로도 학습 내용을 입력하고 이해하는 시스템 도입, 전 세계 학생들과 실시간으로 소통하며 공동 프로젝트를 수행하는 글로벌 러닝 플랫폼 일반화, 가상 현실 속에서 역사적 사건을 직접 체험하거나 우주 탐사 · 심해 탐험 등 물리적 한계를 넘어서는 체험 학습 실현, 유전자 분석과 뇌 과학을 접목한 개인별 최적 학습법 제시

지도 팁

- 일상 생활에서 활용되는 생활 속의 로봇을 중심으로 탐색하도록 지도한다.
- 이때 교육과정에 제시된(성취기준 12로봇01-03 해설) 산업용, 의료용, 교육용, 서비스용, 재난 구호용 로봇을 모두 포함하도록 하되, 이들 로봇이 IFR의 로봇 분류에 따르면 모두 서비스용 로봇에 해당하므로 이 분류를 제시하면서 개인 서비스 로봇과 전문 서비스 로봇으로 나누어 설명할 필요가 있다.
- 일상생활 속에서 활용되는 생활 속 로봇을 보면서 로봇 개발 및 활용에 대한 긍정적인 사고를 함양하도록 지도한다.

용어 설명

❶ **협동 로봇** '코봇(cobot)'이라고도 불리우며 인간과 함께 안전하게 작업하도록 설계된 로봇이다. 코봇은 기존의 로봇과 달리 인간의 작업을 지원하며, 인간의 움직임을 감지해 이를 따라 제어되도록 설계되었다. 이러한 특성 덕분에 사고 예방에 효과적이다. 코봇은 특히 중소 규모 공장(SME)에서 활발하게 활용되고 있다.

1 로봇의 활용 분야

인간은 오래전부터 자신을 대신하여 여러 가지 일을 수행하는 로봇을 영화나 소설에 자주 등장시켰다. 이제 이러한 상상은 현실이 되어 로봇을 생활 곳곳에서 어렵지 않게 만나고 있다.

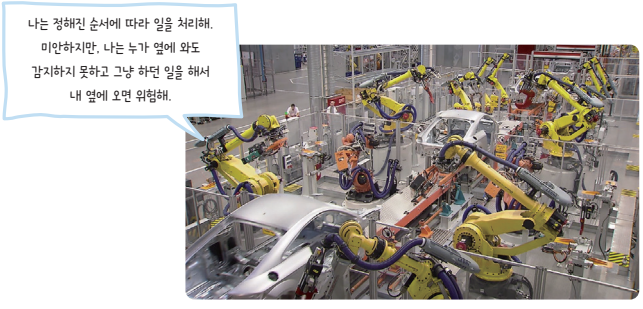
로봇은 활용 분야에 따라 크게 산업용 로봇과 서비스용 로봇으로 구분할 수 있다.

01 산업용 로봇

용어 돋보기

❀ **협동 로봇** 인간과 협업할 수 있는 로봇으로, 주로 중소 규모 사업장에 적합해 많이 사용되고 있다.

산업용 로봇은 산업 현장에서 작업을 수행하기 위한 로봇이다. 용도와 특징에 따라 여러 종류가 있으며 다양한 산업 현장에서 각각의 역할에 맞게 사용되고 있다. 최근에는 사람과 협업하는 ❶ 협동 로봇*의 수요가 크게 증가하면서 작업 현장이 안전해지고 있고 생산성이 크게 늘고 있다.



▲ 전통적인 산업용 로봇은 위험하여 사람과 함께 할 수 없었다.



▲ 최근에는 사람과 함께 안전하게 작업할 수 있는 협동 로봇이 산업용 로봇의 주류를 이루고 있다.

산업용 로봇

산업용 로봇은 우리가 흔히 공장에서 볼 수 있는 전통적인 로봇이다. 이 로봇들은 정해진 작업을 반복적으로 수행하 며 대량 생산에 특화되어 있다. 안전상의 이유로 사람과 분리된 공간(보통 펜스로 둘러싸인 구역)에서만 작동하며, 한 번 설치되면 쉽게 옮기지 않는다. 매우 정확하고 빠른 작업이 가능하지만(오차 범위 0.02mm), 프로그램 변경이 어렵고 특수 장비(펜던트라는 조작 장치)를 통해서만 제어할 수 있다. 특히 외부의 힘이나 움직임을 감지할 수 없는 모터를 사용하기 때문에 사람의 존재를 인식하지 못해 함께 작업하는 것은 안전상의 문제로 불가능하다. 협동 로봇은 2008년부터 개발된 새로운 개념의 로봇으로, 외부의 힘이나 움직임을 감지할 수 있어 사람과 함께 작업할 수 있도록 설계되었다. 크기가 작고 가벼우며(10kg 이하 취급), 사람과 부딪혀도 안전한 구조를 가지고 있다. 펜스 없이 작업이 가능하고 이동이 쉬우며, 사람이 직접 로봇 팔을 움직여 작업을 가르칠 수 있어 프로그래밍이 쉽다. 산업용 로봇보다 정확도는 떨어지지만(오차 범위 0.1mm), 안전성과 사용 편의성이 뛰어나다. 따라서 대량 생산에는 산업용 로봇이, 중소기업 현장(SME)의 소량 다품종 생산에는 협동 로봇이 더 적합하다.

국제로봇연맹(IFR)이 발표한 '세계 로보틱스 2024'에 따르면 우리나라는 전 세계적으로 산업용 로봇 밀도가 가장 높은 나라로 보고되고 있다. 로봇 밀도는 직원 수에 대한 산업용 로봇 수로서 자동화 상태를 나타내는 것이다. 세계 평균 로봇 밀도는 10,000명의 직원당 151대 로봇이다. 우리나라는 10,000명의 직원당 1,012대를 기록하며 1위에 올랐는데, 2018년 이후 로봇 밀도가 연평균 5$씩 증가하고 있는 추세이다. 국제로봇연맹은 우리나라가 뛰어난 전자 산업과 자동차 산업이 로봇 밀도를 견인하는 큰 역할을 했다고 보고하고 있다.

02 서비스용 로봇

서비스용 로봇은 산업 현장이 아닌 사람들이 편리하게 살아가는 데 필요한 다양한 서비스를 제공하는 로봇이다. 서비스 로봇도 산업용 로봇과 마찬가지로 인간을 대신하여 일을 하며, 현재 다양한 종류가 개발되어 여러 분야에서 활용되고 있다.

서비스용 로봇은 인간의 일상생활 속에서 여러 가지 서비스를 제공하는 ❶개인 서비스용 로봇과 전문적이고 특수한 작업을 수행하는 ❷전문 서비스용 로봇으로 구분된다. 최근에는 인공지능 기술과 결합되어 외부 환경을 인식하고 스스로 상황을 판단하여 자율적으로 작동하는 지능형 로봇으로 발전하면서 활용 분야가 더욱 넓어지고 있다.



▲ 그림 I-18 서비스용 로봇의 활용

용어 설명

❶ **개인 서비스용 로봇** 일상생활에서 개인에게 도움을 주는 로봇으로 주로 가정에서 사용되는 로봇을 말한다. 우리나라의 경우 가사용 로봇, 교육용 로봇, 개인 여가 · 오락용 로봇, 개인 건강 관리용 로봇 순으로 많이 활용되고 있다.

❷ **전문 서비스용 로봇** 농업, 의료, 물류 등 불특정 다수를 위해 특정 업종에 활용되는 로봇으로 우리나라의 경우 의료용 로봇, 안전 및 극한 작업용 로봇, 사업 시설 관리용 로봇, 농림 · 어용 로봇, 군사용 로봇 순으로 많이 활용되고 있다.

서비스용 로봇

서비스용 로봇은 크게 개인 서비스용 로봇과 전문 서비스용 로봇으로 나눌 수 있다.

개인 서비스용 로봇은 일반 가정이나 개인의 일상생활에서 활용되는 로봇을 말한다. 대표적으로 가장 높은 수요를 보이는 로봇 청소기가 있으며, 정원 가꾸기 로봇도 성장세를 보이고 있다. 특히 주목할 만한 것은 사회적 상호작용 로봇과 교육용 로봇으로, 최근 반려 로봇의 형태로 판매가 급증하고 있다. 이러한 개인 서비스용 로봇은 일상생활의 편의성을 높이고 정서적 지원까지 담당하는 방향으로 발전하고 있으며 단순한 기능 수행을 넘어 AI 기술과 결합하여 더욱 지능적인 서비스를 제공하는 방향으로 발전하고 있다.

전문 서비스용 로봇은 특정 전문 분야에서 불특정 다수의 편리를 위해 활용되는 로봇이다. 가장 큰 시장 점유율을 보이는 것은 운송 및 물류 분야의 로봇이며, 병원에서의 안내나 전화 응대 서비스를 담당하는 의료 · 병원 분야의 로봇도 크게 증가하고 있다. 또한 농업 인력 부족 문제를 해결하기 위한 농업용 로봇과 대형 시설물을 관리하는 전문 청소 로봇의 수요도 늘어나고 있다.이들은 인력 부족 문제 해결뿐만 아니라 정밀성과 효율성 측면에서도 인간의 한계를 보완하는 역할을 하고 있다. 특히 의료 분야에서는 수술 보조 로봇이 인간의 손떨림을 제거하고 미세한 조정을 가능하게 하여 수술의 정확도를 높이는 데 기여하고 있다.

이처럼 서비스용 로봇은 인간의 삶의 질을 향상시키는 동시에, 전문 분야에서는 인간의 능력을 보완하고 확장하는 방향으로 발전하고 있다. 특히 코로나19로 인해 비대면과 개인 위생이 강조되면서 서비스 로봇에 대한 수요는 더욱 커지고 있으며, 국제로봇연맹(IFR)에 따르면 우리나라는 2019년 기준 로봇 분야 종합 기술 경쟁력이 세계 4위를 기록하고 있어 로봇 기술 선진국으로 평가받고 있다.

지도 팁

구글의 '에브리데이 로봇 프로젝트'를 설명하면서 자연스럽게 서비스 로봇에 대한 설명으로 이어지는 읽을거리이다. 다양한 기업들의 노력이 일상생활에 로봇이 확산되는 데 기여를 하고 있다는 관점에서 지도할 필요가 있다.

읽을거리 내용을 정리해 보면 다음과 같다.

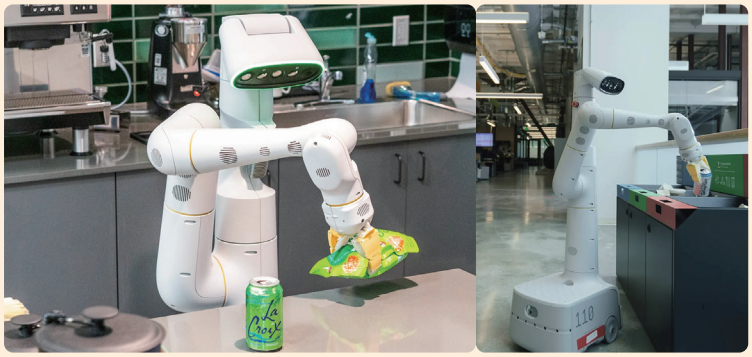
- 구글의 에브리데이 로봇 프로젝트: 청소, 쓰레기 분류 및 재활용, 개체 정리 등의 일상적인 작업을 지원하는 로봇 개발, 안전하고 적응 가능한 작동을 위해 고급 AI와 카메라 및 센서를 사용하여 어디서든 사용이 가능하도록 설계되었으며, 유연한 팔과 부착장치가 장착됨
- 한국을 포함한 전세계 기업들이 서비스 로봇에 막대한 투자를 하고 있음: 의료, 레스토랑, 노인 돌봄의 투자를 통해 인구 고령화, 노동력 부족, 자동화 필요성과 같은 과제를 해결하고 있음
- 국내 서비스 로봇 시장이 2026년 10억 3천만 달러로 성장할 것으로 예상되는 등 서비스 로봇에 대한 전 세계 수요가 증가하고 있음

읽을거리

일상을 편리하게 바꾸는 서비스 로봇의 등장

로봇이 일상으로 들어오고 있다. 첨단 기업 연구소에나 있을 것 같은 로봇을 이제 사무실, 가게 심지어 집에서까지 볼 수 있는 시대가 오고 있는 것이다. 이와 같은 서비스 로봇은 우리의 생활 방식, 나아가 고용 체계까지 바꿀 수 있기에 주목할 만하다.

G 사의 혁신 프로젝트 중 하나인 '에브리데이 로봇 프로젝트(Everyday Robots Project)'는 일상용 로봇을 만들고 있다. 이 프로젝트에서 만드는 기술이 바로 서비스 로봇이다. 이 로봇들은 사무실을 돌아다니며 의자를 가지런하게 정리하고, 쓰레기를 줍고, 책상을 닦고 분리 수거를 한다. 하드웨어 자체는 1m 가량의 긴 기둥과 바퀴가 있는 받침대로 구성됐고, 카메라와 팔 하나가 탑재됐다. 팔에는 작은 집게가 있어 청소 도구를 부착하거나 물건을 집고, 문을 여닫는다.



▲ G 사의 서비스 로봇이 청소를 하는 모습

비단 G 사만이 아니다. 국내외 가리지 않고 많은 기업이 서비스 로봇 분야를 성장 동력으로 보고 경쟁적으로 투자 중이다. 구체적으로 살펴보면, S 사는 요리·보행·서빙·헬스 케어 등 보조 서비스 역할을 하는 로봇 개발에 주력하고 있으며, L 사는 로봇을 용도별로 맞춤화해 레스토랑, 병원, 물류 센터 등에 제공하며, 서비스 로봇 보급에 힘쓰고 있다. N 사의 경우 아예 신사옥을 로봇 친화적인 건물로 짓고, 로봇 기술을 연구하고 있다. 배달 플랫폼으로 유명한 U 사의 경우 실외 배달 로봇 기술에 투자해 눈길을 끌었다.

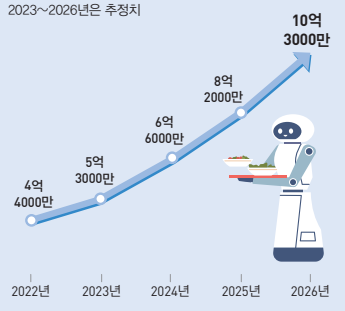
이처럼 많은 기업들이 서비스 로봇 산업에 투자하는 이유는 그만큼 서비스 로봇 산업의 전망이 밝기 때문이다. 시장 조사 업체 마켓스앤마켓스(Markets and Markets)의 '서비스 로봇 시장 2026 글로벌 전망 보고서'에 따르면 핵가족 및 세계 인구의 증가로 인해 청소, 교육, 노인 지원, 오락 및 취미 목적을 위한 가정용 로봇에 대한 수요가 증가했으며 전 세계적으로 고령 인구가 늘어나 중국, 일본과 같은 국가에서 보조 로봇에 대한 수요가 증가하고 있다고 한다.

출처 삼성SDS, 2023. 4. 24.

국내 서비스 로봇 시장 규모 전망

단위: 달러

2023~2026년은 추정치



출처 한국과학기술정보연구원(2022)

구글의 '에브리데이 로봇 프로젝트'

구글의 '에브리데이 로봇 프로젝트'는 일상생활에서 인간과 함께 생활하며 도움을 줄 수 있는 로봇을 개발하는 프로젝트이다. 매일 반복되는 일상적인 작업을 도와주는 범용 로봇 개발이 목표이며, 특정 작업에만 특화된 것이 아닌 다양한 환경에서 여러 작업을 수행할 수 있는 유연성을 추가한다.

❶ 핵심 기술

- 머신러닝을 활용한 학습 시스템
- 실제 환경에서의 반복 학습을 통한 작업 능력 향상
- 예측하기 어려운 실제 환경에 적응하는 능력 개발

❷ 실제 적용 사례

- 구글 사무실에서 쓰레기 분류 작업 수행, 테이블 닦기 등 간단한 청소 작업, 사무실 내 기본적인 정리정돈 작업

❸ 프로젝트 의의

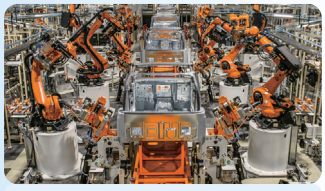
- 실제 환경에서 작동하는 범용 로봇 개발의 가능성 제시
- 인공지능과 로봇 공학의 실용적 결합 시도
- 일상생활에서 인간과 공존하는 로봇의 미래상 제시
- 단, 2023년 초, 구글은 비용 절감을 위해 이 프로젝트를 중단했다고 알려져 있으나 이 프로젝트를 통해 얻은 기술적 성과와 경험은 서비스 로봇 발전에 중요한 기초될 것으로 평가되고 있음

❹ 프로젝트 중단 사유

- 글로벌 경기 침체와 테크 기업들의 구조조정 과정에서 이루어진 결정임
- 높은 운영 비용 대비 상업화까지 긴 시간 소요 예상
- 구글 모회사 '알파벳'의 전반적인 비용 절감 정책
- 범용 로봇 개발의 기술적 어려움과 실용화까지의 불확실성

2 로봇의 활용 사례

산업용 로봇과 의료용, 교육용, 재난 구호용 등 다양한 분야의 서비스용 로봇이 일상에서 폭넓게 활용되며 우리의 삶을 편리하게 하고 있다. 이는 로봇이 사람의 한계를 뛰어넘어 빠르고 정확하게 작업을 수행할 수 있으며, 시간과 장소나 환경에 구애받지 않고 다양한 일을 처리할 수 있기 때문이다. 이러한 특성 덕분에 로봇은 앞으로도 활용 범위가 지속적으로 확대될 것으로 기대된다.



전통적인 산업용 로봇
전통적인 산업용 로봇은 정해진 작업을 정확하고 효율적으로 수행한다. 다만 안전상의 이유로 대형 공장에서만 사용되고 있다.



협동 로봇
협동 로봇은 각종 센서를 통해 외부 환경을 인식하여 각종 위험에 대처하기 때문에 사람과 함께 작업할 수 있어 중소 규모의 공장(SME)에서도 널리 활용되고 있다.



간호 보조 로봇
간호 보조 로봇이 간호사의 잡무를 도와줌으로써 환자에게 집중할 수 있는 시간을 확보해 주고 있다.



수술 로봇
수술 로봇과 같은 의료용 로봇은 디지털 보조 인력으로서 의사에게 도움을 주고 있다. 특히 증강 지능*이 도입되면서 보다 정밀하고 정확한 수술이 가능해졌다.



인공지능 돌봄 로봇
돌봄 로봇의 발달은 돌봄 노동자 부족 문제를 해결하는 대안으로 떠오르고 있다.

용어 돋보기
* 증강 지능 지능 증폭이라고도 하며, 인간을 대체할 목적보다는 인간의 인지 능력을 향상시킬 목적으로 개발된 기술이다.

지도 팁

- 로봇의 활용을 설명할 때, 학생들의 실생활과 연계하여 설명하는 것이 효과적이다. 예를 들어, 병원에서 만날 수 있는 안내 로봇, 식당의 서빙 로봇 등 학생들이 실제로 경험했거나 볼 수 있는 사례를 떠올릴 수 있도록 발문한다.
- 구조 및 기능적 특징과 같이 기술적 내용보다는 실생활 적용 사례를 중심으로 설명한다.
- 학생들이 로봇을 단순한 기계가 아닌 삶의 질을 향상할 수 있는 도구로 인식할 수 있도록 유도한다.
- 로봇은 인간의 노동력을 대체하는 것이 아니라 보완하는 관계임을 강조함으로써 로봇의 개발과 활용에 대한 긍정적인 사고를 함양한다.

용어 설명

❶ **증강 지능** 기술이 인간의 지능을 대체하는 것이 아니라 향상시키는 개념이다. 자율적으로 작업을 수행하는 것을 목표로 하는 인공지능(AI)과 달리 증강 지능은 인간과 협력하여 의사 결정, 생산성, 문제 해결 능력을 향상시키는 데 중점을 둔다. 예를 들어, 의료 분야에서 증강 지능은 대량의 의료 데이터를 분석하여 의사에게 통찰력을 제공할 수 있지만 최종 결정은 의사가 내린다. 마찬가지로 비즈니스에서도 증강 지능은 데이터를 처리하고 권장 사항을 제공하여 인간이 전략적 선택을 내리는 데 도움을 준다.

로봇의 활용 사례

간호 보조 로봇

딜리전트 로보틱스가 개발한 간호 보조 로봇 '목시(Moxi)'는 LA 시다스 시나이 병원에서 활발히 활용되고 있다.

하트 모양의 눈을 가진 흰색 자율 이동 로봇인 목시는 처방전 제공, 실험실 샘플 전달, 선물 배달 등 간호사들의 시간 소모적인 업무를 대신 수행한다. 간단한 문자나 전화로 호출할 수 있으며, 5분 이내에 상태 업데이트와 예상 도착 시간을 알려준다. 목시는 도입 6주 만에 간호사들의 보행 거리를 480km 줄이는 성과를 보였으며, AI 기술을 활용해 사람들과 교류하며 손을 흔들거나 셀카 포즈를 취하는 등 친근한 상호작용도 가능하다. 병원 측은 목시 도입으로 간호사들이 환자 케어에 더 집중할 수 있게 되었고, 업무 효율성도 크게 개선되었다고 평가하고 있다.

수술 로봇

향후 수술 로봇의 발전 방향으로는 촉감을 전달하는 햅틱 기능, 증강 현실 기반의 강화된 시야 제공, 자율 수술이 예상된다. 특히 증강 현실 기능은 MRI/CT 영상을 수술 시야에 결합하여 주요 혈관과 신경을 실시간으로 확인할 수 있게 하며, 인공지능이 수술 장면을 분석하여 의사의 판단을 돕는 방향으로 발전할 것으로 전망되고 있다.

로봇 수술에서 증강 지능도 각광을 받고 있는데, 이는 외과 의사의 기술과 경험을 대체하는 것이 아니라, 이전 수술 데이터를 기반으로 실시간 피드백을 제공하고 의사의 판단을 돕는다. 이는 모든 의료 시설에서 치료 표준을 개선하는 데 기여할 수 있다.

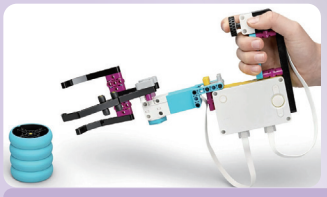
증강 지능은 수술의 신체적 부담을 줄이고 의사의 경력을 연장시킬 수 있으며, 첨단 기술 통합으로 젊은 세대를 의료 분야로 유인하는 데도 기여할 수 있다.

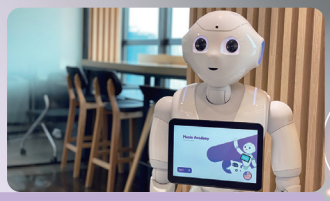
지도 팁

- 단순히 로봇의 종류를 나열하는 것이 아니라, 그 로봇이 우리 생활에 어떤 도움을 주는지에 대해 작성하도록 한다.
- 미래의 발전 가능성까지 생각해 보도록 유도하고, 로봇이 인간의 일자리를 뺏는다는 부정적 측면보다는 인간의 삶의 질을 향상시키는 보조자 역할에 초점을 맞추도록 유도한다.
- 작성한 내용을 바탕으로 새로운 로봇의 기능을 제안해 보는 활동으로도 확장할 수 있다.

예시 답안

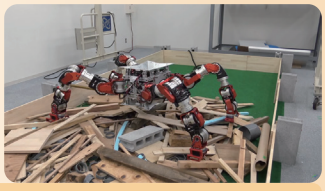
내가 발견한 생활 속 로봇	이 로봇이 없다면 어떠 불편함이 있을까?	
	내 생각	친구 생각
교육용 로봇	내가 생각한 것을 만들려면 회로도 구성해야 하고 기계 요소도 다 만들거나 일일이 사야한다.	로봇 하드웨어를 만들기가 생각보다 쉽지 않을 것 같다.
로봇 청소기	집에 청소 로봇이 없다면 우리가 일일이 청소기를 돌려야 한다.	청소기를 돌린 후에도 정전기포나 물걸레 청소를 해야 한다.





교육용 로봇
교구용 로봇, AI 보조 교사 로봇 등 교육용 로봇이 효과적인 교육을 위해 활용되고 있다. 학습 목표에 따라 다양한 핸즈온(Hands-on) 활동이 가능한 교구용 로봇을 통해 학생들은 문제 해결 능력, 창의력이 향상될 수 있다. 또한 AI 보조 교사 로봇을 통해 수업 보조 활동 뿐 아니라 개인 맞춤형 교육을 제공할 수 있다.





재난 구호 로봇
인공지능(AI), 빅데이터로 재난 지역을 사전 감지하고 드론이나 로봇을 동원하여 구호 지원을 할 수 있다. 또는 사람이 접근하기 어려운 곳이나 재난 지역 등에 로봇은 쉽게 접근할 수 있어 구호 활동이 가능하다.

잠깐 해보기 로봇의 활용 분야 탐색하기

- 앞에서 소개된 로봇 이외에 우리 생활에서 발견할 수 있는 로봇 두 가지를 탐색해 보자. 그리고 이 로봇이 없었더라면 어떤 불편함이 있을지 생각해 보고 친구와 이야기를 나눠보자.

내가 발견한 생활 속 로봇	이 로봇이 없다면 어떤 불편함이 있을까?	
	내 생각	친구 생각

52

교육용 로봇

교육용 로봇은 교사를 보조하는 보조 교사 로봇과 교사가 교육 목표를 달성하기 위해 활용하는 교구 로봇으로 분류된다. 교구 로봇은 학습자가 로봇을 직접 설계하고 구성하여 제어하는 과정을 통해 교육이 이루어지는 것으로 로봇이 교육의 주제가 되는 경우이며, 보조 교사 로봇은 원격지 교사와 학생 간의 쌍방향 체감형 교육을 지원하거나 학습 보조 또는 교사 역할을 수행하는 로봇을 의미한다.

교구 로봇의 주요 특징은 다음과 같다.

- 모든 교과에 적용이 가능한 통합적 교수-학습 도구
- 학습자가 원하는 대로 변형하여 활용 가능
- 직접적인 체험과 상호작용이 가능
- 간단한 조립 방식으로 재사용과 재구성이 용이

교육 보조 로봇(보조 교사 로봇)은 양방향 상호 작용, 맞춤형 학습 지원, 학습 데이터 분석을 통한 개인별 학습 진단과 처방, 교사의 업무 경감, 학생 관리와 학습 진도 추적 자동화, 멀티미디어 학습 환경 제공, 다양한 시청각 자료를 활용한 학습 진행, AR/VR 등 실감형 콘텐츠를 통한 몰입도 향상 등의 특징을 가지고 교사의 역할을 대체하는 것이 아니라, 보완하고 강화하는 방향으로 발전하고 있다.

재난 구호 로봇

재난 구호 로봇은 대규모 재난 시 인력을 보충하는 것과 붕괴된 건물이나 위험 지역 등에서 인력을 대체하는 두 가지 주요 목적을 갖고 있다. 드론 및 특수 기계와 같은 로봇은 구조 대원의 위험을 줄인다. 재난 대응은 집단적이기 때문에 효과적으로 사용하려면 인간 구조자와의 원활한 협력이 필요하다. 로봇은 시스템에 통합되어 장비와 작업을 공유하여 고위험 환경에서 안전성, 효율성 및 성공을 향상시켜야 한다.

로봇과 공학

세상 읽기

법률도 응원하는 로봇 개발과 활용



국내 로봇 회사가 만든 자율 주행 배송 로봇이 캠핑장을 주행하고 있다.


국내 자동차 회사가 인수한 4족 보행 로봇이 사람과 상호 작용하고 K-팝 음악에 맞춰 춤을 추고 있다.

우리나라에는 지능형 로봇에 대한 각종 규제를 완화시킨 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」이 있다. 이 법은 실외 이동 로봇에 대한 정의, 운행 안전 인증체계, 보험 가입 의무 등 로봇이 실외 이동을 할 수 있도록 허용하기 위한 기반 마련에 관한 내용을 담고 있으며, 법적 안정성 확보를 위해 한시법이었던 「지능형 로봇법」을 영구법으로 전환했다. 이 법안이 시행되면서 보도 통행과 공원 출입이 금지되었던 로봇의 규제가 풀리게 되었다. 이로써 국내에서도 미국, 일본 등 주요국과 같이 안전성을 갖춘 로봇의 실외 이동이 허용되어 배송, 순찰, 방역, 안내, 청소 등 서비스 시장에서 다양한 로봇을 활용할 수 있게 되었다.

로봇 산업 발전을 가로막았던 규제 장벽들이 하나둘씩 무너지면서 여러 기업들이 발빠르게 로봇의 시대를 대비하고 있다. L전자를 비롯해 S전자, H자동차 그룹 등이 로봇 관련 기업에 지분을 투자하거나 연구소를 설립하는 등 기술 확보에 박차를 가하고 있다. 향후 로봇 산업은 가파른 성장세를 보일 것으로 전망된다.

Q 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」이 로봇 개발과 활용에 어떤 영향을 미치게 될지 생각해 보자.



53

지도 팁

- 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」이 있다는 것을 알고 이에 대한 파급 효과가 무엇인지 파악하는 것을 목적으로 한다.
- 특히 영구법으로의 전환이 얼마나 중요한지, 또한 이러한 법률이 산업 촉진에 어떤 영향을 미치는지도 생각해 보도록 안내한다.
- 로봇의 실외 이동을 허용하는 만큼이나 안전 대책도 중요할 것이라는 점을 제시하면서 비판적으로 사고하는 것을 유도해 본다.
- 자료 내용을 요약하면 다음과 같다.
  - 한국의 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」(2023년 10월 시행)은 실외 로봇 운영에 대한 법적 틀을 마련함
  - 공원 등 공공 장소에서의 로봇 이동 제한이 해제돼 배달, 청소, 순찰, 방역 등의 영역에서 로봇을 활용할 수 있게 됨
  - L전자, S전자 등의 기업이 로봇 공학에 투자를 진행하며 로봇 산업의 급속한 성장을 예고하고 있음

예시 답안

기업은 로봇 개발에 투자하고 사용 편의 및 친화적인 로봇 디자인을 만들도록 장려할 것이다. 또한 필수 안전 인증 및 보험은 이러한 로봇이 안전하게 작동하여 대중의 신뢰를 얻고 사고를 줄이는 것을 보장할 것이다.
시간이 지남에 따라 이 법은 로봇 개발 및 유지 관리 부문에서 더 많은 일자리를 창출하는 동시에 배달 또는 위생 분야의 노동력 부족과 같은 사회적 요구를 해결할 수 있을 것이다.

지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법

「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」은 국내 실외 이동 로봇에 대한 법적 틀을 명확화하고 확대했다. 지능형 로봇을 '실외 이동형 로봇'으로 정의해 보도에서 작동할 수 있는 로봇의 범위를 구체화했다. 기존 도로교통법상 차량으로 분류됐던 실외 이동 로봇은 인도 통행이 금지됐다. 하지만 개정법에서는 이들을 보행자로 재분류해 합법적인 보도 통행을 허용하고 있다. 이는 로봇의 실외 이동에 대한 명확한 법적 기반을 제공한 것이다. 로봇이 크기 제한, 비상 정지 기능, 횡단보도 내비게이션, 속도 규제, 지정된 운전 구역 준수 등 16가지 안전 기준을 충족하도록 요구하는 운전 안전 인증 시스템도 도입되었다. 또한 인증된 로봇의 운영자는 이제 작동 중 손상을 보상하기 위해 보험에 가입해야 하며, 이를 통해 안전과 책임을 더욱 보장할 수 있다.

이 법을 임시법에서 상설법으로 전환함으로써 법적 안정성이 강화되고 국내 로봇 산업의 성장이 촉진되었다. 유망 분야 중 하나는 순찰 로봇 산업으로, CCTV 적용 범위의 사각지대 등의 문제를 해결하고 순찰관의 피로를 줄일 수 있다. 덕성여대 시범 사업에서 순찰 로봇에 대한 학생과 교직원의 높은 만족도(90.2%)가 나타났다.

그러나 과제는 남아 있다. 순찰 로봇의 증가는 특히 범죄 예방과 노인 고용을 모두 제공하는 실버 순찰대 등에 근무하는 저소득 노인의 일자리를 위협할 수 있다. 밤늦게까지 작동할 수 있는 순찰 로봇은 잠재적으로 이러한 일자리 중 상당수를 대체할 수 있으며, 이는 2020년 현재 경기도에 고용된 40만 명의 노인 근로자의 생계에 영향을 미칠 수 있다.

개정안은 상당한 발전을 제공하지만, 혁신과 사회 복지의 균형을 맞추려면 일자리 대체와 같은 사회적 영향을 신중하게 고려하는 것이 수반되어야 한다.

지도 팁

- 교과서 54쪽에 나온 로봇의 실제 사진이나 관련 동영상, 또는 교사의 경험을 통해 학생들이 흥미와 관심을 가지도록 지도한다.
- 명확한 목표를 제시해 주어 단순히 여러 종류의 로봇을 살펴보는 것으로 그치지 말고 영향과 가치에 대해 비판적으로 생각해 보도록 한다.
- 학생들이 개인과 사회, 국가에 미치는 가치를 한번에 생각하기 어려워할 수 있으므로 선택한 로봇이 개인에게 무엇이 좋은지, 나아가 나뿐만 아니라 내가 속한 사회에 좋은지, 더 나아가 국가적으로 어떤 것이 좋은지를 차근차근 생각해서 정리해 보도록 한다.
- 혼자서 개인, 사회, 국가 모두의 가치를 생각하는 것을 힘들어하는 경우 친구들과 이야기하면서 답을 풍성하게 만들도록 활동에 융통성을 발휘한다.

주제 탐구 활동

다양한 분야의 로봇 탐색하고 가치 생각하기

다음은 로봇이 활용되는 다양한 분야를 나타낸 그림이다. 그림을 보고 각 활동을 해 보자.



54

예시 답안

		수술 로봇	구조용 드론 로봇	구조용 4족 로봇
1	기능	종양 봉합 또는 제거를 위해 로봇 팔이 작동하여 최소 침습 수술을 지원, 외과 의사에게 정밀도, 안정성 및 향상된 시각화를 제공함	재난 지역을 공중 수색하는 드론을 배치해 실시간 감시와 문자 전달을 제공하여 피해 및 피해 복구를 최대한 빠르게 할 수 있음	거친 지형을 탐색하고 센서와 카메라를 사용하여 잔해 속에서 사람의 존재를 감지함으로써 인간에게 너무 위험한 지역에 대신 접근하여 생명을 구함
2	개인적 가치	정밀한 수술로 환자의 회복 시간 단축 및 삶의 질 향상	재난 상황에서 신속한 구조로 생존 가능성 증대	위험한 환경에서 인간을 대신해 작업 수행으로 안전 보장
	사회적 가치	의료 접근성 확대로 더 많은 환자에게 고급 의료 서비스 제공	위험 지역 탐사 및 구조 활동 효율화로 안전성 향상	재난 현장에서의 효과적인 탐사 및 구조 활동으로 피해 최소화
	국가적 가치	글로벌 수술 로봇 시장에서의 경쟁력 확보 및 의료 기술 발전 선도	첨단 기술 융합으로 미래 성장 동력 산업 발전 및 국가 경쟁력 강화	로봇 기술 혁신을 통한 국가 안전 역량 강화 및 기술 경쟁력 확보

➔ 참고할 만한 자료

- 수술 로봇: http://www.bosa.co.kr/news/articleView.html?idxno=2190796
- 구조용 드론 로봇: 유영상, 드론의 지능화와 4차 산업혁명 기술, ETRI Insight, 2019.
- 구조용 4족 로봇: 포스코 뉴스룸, [기술잇수다] 4편. 네발로 제철소 곳곳 누비며 안전 책임진다.! 포스코 4족 보행 로봇 솔루션, 2024.5.17.

주제 탐구 활동

1 그림 속 로봇 중 2가지를 선택하여 적어 보고 이들이 생활 속에서 어떻게 사용되고 있는지 기능을 탐색해 보자.

1

2

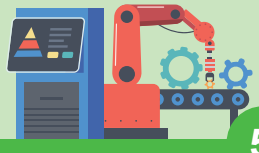
2 위에 적은 로봇이 점차 발달해가면서 우리에게 어떤 가치가 있을지 생각해 보자. 이때, 개인과 사회, 국가 측면에서의 가치로 구분해 보자.

	선택한 로봇 1	선택한 로봇 2
개인	예 구조용 로봇은 부상당한 개인을 빠르게 찾아서 구조한다는 측면에서 큰 가치를 지닌다.	
사회	예 구조 로봇은 효율적인 재난 대응이라는 측면에서 가치가 있다.	
국가	예 로봇을 효과적으로 이용한다는 국가적 인식으로 국제적 리더십이 돋보일 수 있다.	

소단원 1분 요약

1 생활 속 로봇 중 산업용은 제조 현장에서 활용되며, 서비스용은 개인과 전문적인 영역에서 서비스를 담당하고 있다.

2 로봇의 활용은 개인과 사회, 국가적으로 효용 가치가 크며, 우리에게 더욱 편리하고 풍요로운 삶을 지원한다.



55

지도 팁

- 학생들마다 다른 가치를 생각할 수 있음을 미리 설명해 주어 정답을 맞추는 것에만 집중하지 않도록 한다.
- 혼자 적는 것을 어려워할 수 있으므로 3인 1모둠으로 구성한 후, 개인 · 사회 · 국가를 제비뽑기로 하여 역할 분담을 해서 생각해 보도록 한다.

주제 탐구 활동 | 평가하기

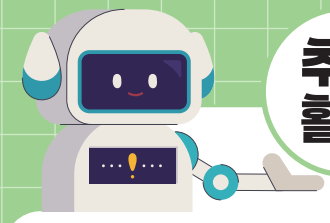
- 그림 속에서 로봇을 선택하여 어떻게 사용되는지 기능을 탐색했는가?
- 로봇 사용의 가치를 개인, 사회, 국가 측면에서 적절하게 정리하였는가?
- 로봇의 긍정적, 부정적 가치를 균형있게 생각했는가?

예시 답안

		산업용 로봇	요리사 로봇	교육용 로봇
1	기능	공장에서 부품 조립이나 용접 등 반복적이고 위험한 작업을 수행하여 생산성 향상, 오류 감소, 작업자 안전 향상이 이루어짐	주어진 레시피에 따라 재료를 자르는 것부터 조리, 접시에 담는 것까지 음식 준비를 자동으로 해주어 일관된 음식 품질 유지, 인건비 절감, 더 빠른 서비스 등이 가능함	학생들이 주어진 문제를 해결하는 데 활용할 수 있는 도구로, 교구 로봇을 직접 조작하거나 보조 교사 로봇의 도움을 받아 복잡한 문제도 쉽게 접근하고 해결할 수 있으며, 공학 기술에 대한 흥미를 높이는 동시에 개인 맞춤형 교육이 가능해짐
2	개인적 가치	위험하고 반복적인 작업에서 해방되어 작업 환경 개선	일관된 품질의 음식 제공 및 식사 준비 시간 절약	학생들의 요구에 맞는 맞춤형 학습 경험을 제공하고, 대화형 활동을 통해 문제 해결 및 코딩과 같은 기술 향상에 도움
	사회적 가치	생산성 향상 및 품질 일관성 유지로 산업 발전 촉진	식품 안전성 향상 및 인력 부족 문제 해결에 도움	그룹 활동에서 학생들 간의 협력을 촉진하고, 소외된 지역이나 특별한 도움이 필요한 학생들이 교육을 받을 수 있도록 도와줌
	국가적 가치	제조업 경쟁력 강화 및 노동력 부족 문제 해결에 기여	식품 산업 혁신 및 관련 기술 발전으로 국가 경쟁력 제고	기술에 숙련된 미래 대비 인력을 구축하고, 교육 시스템을 강화하여 전 세계적으로 혁신과 경쟁력을 육성함

➔ 참고할 만한 자료

- 산업용 로봇: 산업기술진흥원, 산업용 로봇 도입에 따른 글로벌 제조업 가치사슬 변화 및 시사점, 2018.3.
- 요리사 로봇: https://zdnet.co.kr/view/?no=20240415153414



추가 활동 1 로봇 소비자 평가단! 생활 속 로봇은 내가 평가한다

새롭게 출시된 생활 속 로봇을 1가지 선정하고 소비자 평가단 활동을 시작해 보자. 소비자 평가단은 생활 속 로봇을 직접 체험해 보고 로봇을 평가하여 개선점을 제안하는 역할을 하게 된다. 생활 속 로봇을 직접 체험할 수 없다면 간접 체험을 통해 활동을 이어가도 좋다.

1 선정한 생활 속 로봇을 적어보자.

2 로봇을 체험한 후, 좋은 점과 불편한 점을 각각 적어보자.

좋은 점	불편한 점

3 불편한 점을 바탕으로 개선 의견을 적어보자.

4 로봇을 홍보하는 활동을 해보자. 블로그 등에 로봇을 홍보하는 글을 작성해 보자.

04 인공지능과 로봇 윤리

수업 계획안

수업 시간: 3시간 | 교과서 쪽수: 56~67쪽

학습 목표	• 인공지능 기술을 설명할 수 있다. • 인공지능 기술을 활용한 로봇의 특징과 문제점을 분석하여 설명할 수 있다. • 인공지능 기술을 활용한 로봇 개발 및 활용에 대한 바람직한 윤리 의식을 실천할 수 있다.		
수업 방법	강의, 조사 및 토의, 발표 수업	준비물	교사 수업 지도안, PPT 자료 등 학생 필기도구, 색연필, 스마트 기기 등

단계	교수 · 학습 방법	지도상의 유의점
도입 56~57쪽	핵심 키워드 인공지능 기술, 인공지능 로봇, 인공지능 로봇과 윤리 생각 열기 **인간에게 도움을 준 로봇 vs 인간에게 아픔을 준 로봇** – 인간에게 아픔을 주는 로봇을 만들지 않으려면, 로봇을 개발할 때 어떤 윤리적인 생각을 해야 할지 고민해 보자.	• 인공지능 기술을 활용한 로봇이 우리에게 긍정적이면서도 부정적인 영향을 함께 미칠 수 있다는 사실을 인지할 수 있도록 한다.
전개 58~67쪽	**1. 인공지능 기술의 이해** • 인공지능 기술의 정의와 종류 등 개요를 설명한다.	• 인공지능 기술이 로봇에 활용되는 것이 주안점이므로 개념과 특징을 간략하게 소개한다.
	2. 인공지능 로봇의 특징 • 인공지능 로봇의 특징을 긍정적인 면과 부정적인 면으로 나누어 설명한다. 잠깐 해보기 **내 주변에서 인공지능 로봇의 영향 살펴보기** – 자신이 직접 또는 간접적으로 경험한 로봇을 떠올려서 로봇이 어떤 영향을 미치는지 생각해 보도록 한다.	• 부정적인 면을 인간이 바람직한 윤리 의식을 통해 해결할 수 있음을 안내하여 다음 차시의 내용과 연계될 수 있도록 한다.
	3. 인공지능 로봇과 윤리 • 인공지능 로봇이 가져온 문제점을 확인하고, 이를 해결할 수 있는 바람직한 윤리 의식이 무엇인지 설명한다. 로봇과 공학 세상 읽기 **인공지능 로봇의 윤리적 문제는 결국 사람의 윤리적 문제가 아닐까?** – 인공지능 로봇을 개발하고 활용하는 것이 사람이므로, 결국 사람이 바람직한 윤리 의식을 가져야 함을 강조한다.	• 바람직한 윤리 의식을 함양하기 위해 윤리 기준이 있어야 하며, 이를 위해 교과서에서는 3대 원칙 10대 요건을 제시하고 있으니 이와 연관하여 설명한다.
	주제 탐구 활동 **인공지능 인식 기술, 이대로 괜찮을까?** – 문제 상황을 통해 실제적인 인공지능 로봇의 문제점을 생각해 볼 수 있는 기회를 제공한다. 문제 해결 역량 키우기 **인공지능 로봇이 잘못된 데이터를 수집하거나 학습한다면?** – 간단한 인공지능 플랫폼인 티처블 머신을 활용하여 데이터 수집에서의 문제점을 인식할 수 있도록 실습해 본다.	
정리	• 인공지능 기술의 개념을 정리한다. • 인공지능 기술의 양면성을 정리한다. • 바람직한 윤리 의식을 기반으로 로봇을 개발하고 활용해야 함을 정리한다.	• 65쪽의 소단원 1분 요약을 통해 함께 정리하는 시간을 갖는다.
평가	• 인공지능 기술의 정의는 무엇인가? • 인공지능 기술의 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 제시할 수 있는가?(각각 2가지) • 로봇을 개발하고 활용할 때 기준이 될 윤리 기준 10가지는 무엇인가?	• 수업 과정 중에 이루어지는 다양한 활동을 통해 평가한다.

04 인공지능과 로봇 윤리

지도 팁

- 〈생각 열기〉에서는 궁극적으로 로봇 윤리를 생각해 볼 수 있도록 하는 것이 목적이므로 로봇이 인간에게 주는 도움과 아픔의 구체적 사례를 통해 윤리적 판단의 중요성을 인식하도록 지도하는 것이 중요하다.
- 교과서에 제시된 도움을 준 로봇 사례와 아픔을 준 로봇 사례들이 실제 사례임을 설명하여 현실성을 강조한다.
- 로봇 기술이 발전할수록 윤리적 고려가 더욱 중요해짐을 이해하도록 유도한다.
- 로봇과 관련된 윤리 문제는 개발 단계부터 고려해야 함을 강조한다.
- 단순히 로봇의 기능이 아닌, 인간과의 관계 속에서 로봇 윤리를 생각해 보도록 안내한다.

04 인공지능과 로봇 윤리

이 단원을 배우고 나면

- 인공지능 기술을 설명할 수 있다.
- 인공지능 기술을 활용한 로봇의 특징과 문제점을 분석하여 설명할 수 있다.
- 인공지능 기술을 활용한 로봇 개발 및 활용에 대한 바람직한 윤리 의식을 실천할 수 있다.

생각 열기 인간에게 도움을 준 로봇 vs 인간에게 아픔을 준 로봇

디지털 사회로 발전하면서 우리는 일상 곳곳에서 로봇을 만나고 있다. 배달 로봇, 서빙 로봇은 이미 상용화되었고, 가사 지원에서부터 건강 관리, 엔터테인먼트에 이르기까지 생활 곳곳에서 로봇이 확대되고 있다.

그러나 로봇의 등장을 바라보는 시각은 기대와 우려가 섞여 있다. 선견지명이 있었던 것일까? 1950년 소설가 아이작 아시모프(Isaac Asimov)는 자신의 소설 '아이, 로봇(I, Robot)'을 통해 로봇 3원칙을 제안한 바 있다.

로봇 기술은 점차 감성을 인식할 수 있는 수준으로 발전하고 있다. 영화 속에서는 감정을 지닌 로봇이 종종 등장하는데, 실제로 로봇이 감정까지 가지게 된다면 로봇을 인간처럼 인격을 지닌 주체로 보아야 할지에 대한 철학적 논의도 필요해질 것이다. 이러한 문제를 함께 고민하며, 인간과 로봇이 공존할 수 있는 해법을 찾아나가야 한다.

이러한 가운데 다음은 인공지능 로봇이 인간에게 도움이 된 사례와 아픔을 준 사례들이다. 두 가지 측면의 사례를 살펴 물음에 답해보자.

도움을 준 로봇 사례



서울시의 한 자치 단체에서 도입한 인공지능 로봇은 홀몸 어르신과 홀몸 장애인의 외로움을 덜어주고 있다. 로봇은 이들에게 심리적 안정과 삶의 질 향상에 도움을 준 것으로 분석되었다.

출처 뉴스로, 2022. 8. 23.

아픔을 준 로봇 사례



인간 대 로봇 체스 경기에 참가한 7세 소년이 체스 로봇의 갑작스런 공격으로 부상을 입었다. 개발자는 일종의 소프트웨어 오류일 뿐이라며 이전에는 이런 일이 일어나지 않았다고 체스 로봇을 옹호했다.

출처 중앙일보, 2022. 7. 25.

아이작 아시모프의 로봇 3원칙

로봇 윤리에 대한 설명에서 가장 먼저 등장하는 것이 대부분 아시모프의 로봇 3원칙이다. 아시모프의 로봇 3원칙은 SF 소설 〈아이, 로봇(I, Robot)〉에서 처음 제시된 로봇 윤리의 기본 원칙이다. 이 원칙들은 현대 로봇 윤리와 AI 윤리 논의의 기초가 되고 있다.

제1원칙(인간 보호): 로봇은 인간에게 해를 끼치거나, 행동하지 않음으로써 인간에게 해가 가도록 해서는 안 된다.

- 로봇의 가장 기본적이고 최우선적인 의무, 직접적인 해악 금지와 함께 방관으로 인한 간접적 해악도 금지, 인간의 생명과 안전이 모든 것에 우선

제2원칙(인간 복종): 로봇은 제1원칙에 위배되지 않는 한, 인간의 명령에 복종해야 한다.

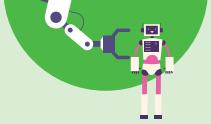
- 제1원칙을 위반하지 않는 범위 내에서 인간의 명령에 복종, 해로운 명령이나 위험한 지시는 거부할 수 있음, 인간에 대한 봉사가 로봇의 기본 존재 이유임을 명시

제3원칙(자기 보호): 로봇은 제1원칙과 제2원칙에 위배되지 않는 한, 자신의 존재를 보호해야 한다.

- 앞선 두 원칙을 위반하지 않는 범위에서만 자기 보호 가능, 인간을 보호하거나 돕기 위해 자신을 희생할 수 있어야 함, 로봇의 가치보다 인간의 가치가 항상 우선

생각 열기 인간에게 도움을 준 로봇 vs 인간에게 아픔을 준 로봇

첫 번째, 도움을 준 로봇 사례: 이 사례는 로봇이 사회 복지 측면에서 긍정적으로 활용된 예시이다. 특히 주목할 점은 1) 정서적 지원이라는 로봇의 새로운 역할이 자리잡고 있다는 점, 2) 취약계층 삶의 질 향상이라는 사회적 가치를 실현하고 있다는 점, 3) 실제 효과성이 데이터로



도움을 준 로봇 사례



사진 속 시설은 덴마크 기업이 운영 중인 유럽 최대 규모의 수직 농장이다. 이 농장은 100% 로봇 기반으로 운영되고 있다. 특히 이 농장은 풍력 발전으로부터 전력을 공급받아 LED를 사용하고 있으며, 물 사용량이 기존 농작물 재배 방식보다 95% 정도 적다는 특징이 있다.

출처 CWN, 2021. 2. 26.

아픔을 준 로봇 사례



미국 실리콘 밸리의 한 쇼핑몰에서 경비 업무를 담당하던 로봇이 생후 1년 4개월 된 아이를 다치게 했다. 더욱 우려되는 점은 아이가 넘어졌는데도 로봇이 여러 차례 발을 밟고 지나갔다는 것이다. 로봇 제조사는 이제까지는 한 번도 사고가 일어나지 않았다고 말하면서도 상황을 심각하게 받아들이고 있다고 밝혔다.

출처 세계일보, 2016. 7. 14.

도움을 준 로봇 사례



○○식당의 매장에 필요한 직원은 30명이 넘지만 위치가 도심에서 10km 넘게 떨어진 탓에 사람 구하기가 하늘의 별따기보다 어려웠다. 해법이 되어 준 것은 바로 서빙 로봇. 지난 4월 16대를 도입한 뒤 구인 부담을 덜었다. 여기에 식탁마다 놓인 태블릿 자동 주문 시스템까지 더해 마침내 이 식당은 일손 부족에서 벗어났다.

출처 KBS 뉴스, 2023. 10. 8.

아픔을 준 로봇 사례



도정 공장의 포장 적재 공정에서 자동 적재기로 쌀 포대 교체 작업을 하던 중, 작업자가 자동 적재기와 로봇 사이에 끼어 사망하는 중대재해 사고가 있었다.

출처 고용노동부, 2023. 5.

로봇이 인간에게 아픔을 주지 않게 하려면 로봇을 개발할 때 어떤 윤리적인 생각을 하도록 해야 할지 생각해 보자.

예시 답안

로봇이 인간에게 해를 끼치지 않으려면 개발 단계에서부터 안전을 최우선으로 생각해야 할 것 같다. 예를 들어 서빙 로봇은 사람이 갑자기 나타나면 멈출 수 있어야 하고, 산업용 로봇은 작업자가 실수로 가까이 가도 즉시 멈추는 기능이 있어야 한다.
또한, 로봇이 오작동했을 때를 대비한 비상 정지 버튼도 꼭 필요할 것 같다.
그리고 로봇이 사람의 감정을 이해하고 배려할 수 있도록 프로그래밍하는 것도 중요할 것 같다. 예를 들어 어린이나 노약자를 만났을 때는 더 천천히 움직이거나, 사람이 불편해하면 거리를 두는 것처럼 말이다.
무엇보다 로봇은 결국 인간을 돕기 위해 만드는 것이니, 편리함 못지 않게 안전과 배려를 기본으로 개발해야 한다고 생각한다.

입증된 점이다. 이는 로봇이 단순히 보조적인 기능을 담당하는 것을 넘어 심리적 지원까지 가능함을 보여주는 사례이다.

✗ **첫 번째, 아픔을 준 로봇 사례**: 이 사례에서 주목할 점은 1) 예기치 못한 로봇의 오작동으로 인한 인명 피해가 발생할 수 있다는 점, 2) 개발자의 안이한 대응과 책임 회피적 태도가 보인다는 점, 3) 로봇의 안전성 검증 부족이 예상된다는 점이다. 이는 로봇 개발 시 안전성 확보와 윤리적 고려가 선행되어야 함을 시사하는 사례이다.

✓ **두 번째, 도움을 준 로봇 사례**: 주목할 점은 1) 100% 로봇 기반 운영으로 노동력 문제를 해결했다는 점, 2) 친환경적으로 운영하고 있다는 점(풍력 발전, 물 사용량 95% 절감), 3) 대규모 식량 생산의 효율성을 증대시키고 있다는 점이다. 이는 로봇 기술이 식량 생산과 환경 문제를 동시에 해결할 수 있는 혁신적 도구가 될 수 있음을 보여준다.

✗ **두 번째, 아픔을 준 로봇 사례**: 주목할 점은 1) 위험 상황 감지 및 대응 능력 부재, 2) 영유아에 대한 안전 고려 미흡, 3) 제조사의 소극적 대응이다. 이는 로봇의 안전성 검증이 다양한 상황과 대상을 고려해 이루어져야 하며, 특히 취약 계층 보호를 위한 안전 장치가 필수적임을 시사한다.

✓ **세 번째, 도움을 준 로봇 사례**: 주목할 점은 1) 인력난 해결(구인 어려움 해소), 2) 업무 효율성 증대(빠른 서빙, 조용한 매장 환경), 3) 직원 업무 부담 감소이다. 이는 로봇이 노동 시장 문제 해결과 업무 환경 개선에 기여할 수 있음을 보여주는 사례이다.

✗ **세 번째, 아픔을 준 로봇 사례**: 이 사례에서 주목할 점은 1) 치명적 사고 발생 가능성, 2) 로봇–인간 작업 공간의 안전 설계 미흡, 3) 산업 현장 안전 규정의 중요성이다. 이는 산업용 로봇 도입 시 작업자 안전을 최우선으로 고려한 설계와 운영이 필수적임을 시사하는 사례이다.

지도 팁

- 인공지능과 로봇 윤리를 설명하기에 앞서 간단하게 인공지능 기술을 이해하는 단원이므로, 깊이있는 설명보다는 기초적인 이해가 자리잡을 수 있도록 지도하는 것이 중요하다.
- 학생들의 생활 속에서 사용하는 인공지능 서비스를 예시로 활용하여 실제 세계와 연결하는 것이 필요하다.
- 기계학습과 딥러닝이 구별되는 다른 개념이 아니라는 것을 인지할 수 있도록 지도한다.
- 학생들에게 인공지능 사례를 제시할 때에는 최신 자료를 활용하는 것이 중요하며, 이로써 인공지능 기술의 현 주소를 체감할 수 있도록 할 필요가 있다.

용어 설명

❶ **추론** 주어진 정보나 관찰을 바탕으로 논리적 사고 과정을 통해 새로운 결론이나 지식을 도출하는 사고 과정이다.

❷ **인공지능 모델** 데이터로 학습한 컴퓨터 시스템으로서, 배운 내용을 바탕으로 새로운 상황에서 판단하고 결과를 도출한다.

❸ **(인공지능) 알고리즘** 요리 레시피와 같이 인공지능을 구현하기 위한 절차나 방법이다.



▲ 그림 I-19 인공지능 기술의 주요 특징

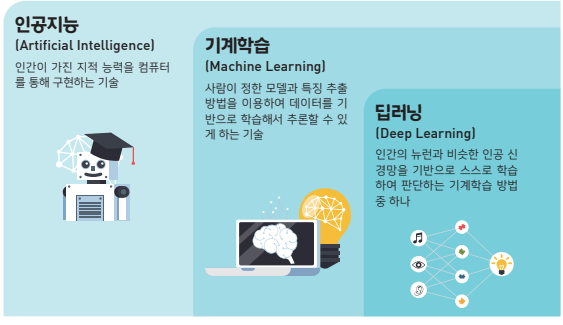
인공지능

인공지능은 1956년 다트머스 학회에서 처음 제시된 개념으로, 사람의 지능을 컴퓨터로 모방한 시스템을 의미한다. 사람의 '지능'은 다양한 관점으로 볼 수 있기 때문에, 지능을 바라보는 관점에 따라 인공지능을 만드는 방법도 다양한 분야로 나눌 수 있다. 일반적으로 인공지능 분야에서는 문제 해결과 탐색, 추론, 학습, 그리고 인식 분야를 다루고 있다.

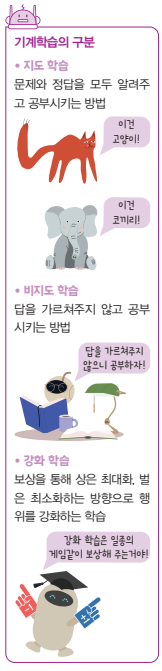
문제 해결(Problem Solving)과 **탐색**(Search)은 시작 상태에서 목적 상태까지 순서대로 어떤 과정을 거치면서 가장 효율적인 길을 찾는 것을 말한다. 예를 들면 체스 게임을 할 때의 문제 해결이란, 체스의 말이 아무것도 없는 상태(시작 상태)에서 내가 승리하는 상태(목표 상태)에 도달하는 가장 효율적인 방법을 찾는 과정이라고 할 수 있다. 탐색이란 여러 개의 후보들 중에서 더 좋은 후보를 찾는 것을 의미한다. 탐색을 통해 문제를 해결하는 예시로 앞에서 언급한 체스나 오목, 스도쿠 같은 게임, 내비게이션의 실시간 경로 찾기 등이 있다. **추론**(Reasoning)은 새롭게 입력된 정보와 우리가 이미 알고 있는 지식을 바탕으로 연쇄적인 추론을 통해 새로운 사실을 이끌어내는 것이다. **학습**(Learning)은 컴퓨터가 데이터로부터 유의미한 규칙을 찾아내는 것을 말한다. 데이터로 학습을 하면 분류, 예측, 군집 등의 일을 할 수 있으며, 데이터가 많을수록 학습이 더 정확하게 잘 된다. 최근 많이 사용되는 기계학습(Machine Learning) 역시 학습을 이용한 인공지능 기법이며, 특히 기계학습의 한 종류인 딥러닝(Deep Learning)이 발전하면서 소리, 이미지 등 다양한 데이터로도 학습이 가능하게 되었다. **인식**(Recognition)은 사물을 분별하고 판단하는 것을 의미한다. 사람이 눈을 통해 세상을 보며 특정 대상을 인식하고, 귀를 통해 특정 소리를 듣고 어떤 소리를 구분하는 것이 인식에 해당한다. 이 분야의 인공

인공지능 기술이라고 하면 가장 많이 등장하는 용어가 기계학습과 딥러닝이다. 먼저, 기계학습은 기계가 스스로 데이터를 학습하고 학습된 내용을 바탕으로 새로운 데이터를 분류하거나 예측하는 기술이다. 제품 이미지를 분석해 제품을 자동으로 분류하거나 과거 구매 이력이나 관심 상품, 찜 목록 등을 분석해서 상품을 추천하는 서비스에 사용한다.

딥러닝은 기계학습의 한 분야로, 인공 신경망을 기반으로 더욱 정교한 학습을 수행하는 기술이다. 딥러닝은 기계학습과는 달리 사람이 데이터에 개입하지 않고 컴퓨터가 스스로 데이터를 기반으로 학습하고 문제를 수행한다. 인간의 뇌를 모방한 만큼 여러 번의 학습을 수행하면서 스스로 적절한 답을 찾아간다. 새로운 미술 작품이나 소설 등을 생성하거나 로봇이나 자율 주행 자동차에서 실시간으로 정보를 인식하고 분석해서 상황을 인지하는 것은 딥러닝 기술로 가능한 것이다.

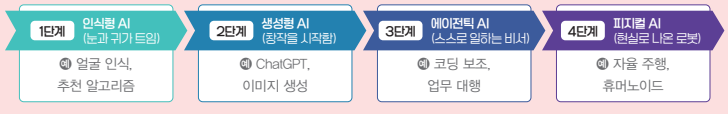


▲ 그림 I-20 인공지능 학습과 딥러닝



지식 스트레칭 **인공지능의 진화 4단계**

인공지능은 인간처럼 학습하고 성장하는 과정을 거친다. 처음에는 눈과 귀로 정보를 구별하는 단계(인식형 AI)에서 시작해, 새로운 것을 창작하는 단계(생성형 AI)를 거친다. 이후 스스로 계획을 세워 업무를 처리하는 비서가 되고(에이전틱 AI), 마침내 로봇이나 자율 주행 자동차와 같이 현실 세계에서 직접 움직이는 단계(피지컬 AI)로 완성된다.



▲ 그림 I-21 인공지능의 진화 4단계

59

04. 인공지능과 로봇 윤

기계학습의 구분

- 지도 학습은 마치 학생이 정답이 있는 문제집으로 공부하는 것과 같다. AI에게 입력 값과 그에 맞는 정답을 함께 제공하여 학습시킨다. 예를 들어, 강아지와 고양이 사진을 구별하는 AI는 수많은 사진과 각각의 정답 라벨을 보면서 학습하는 것이다.
- 비지도 학습은 스스로 패턴을 발견하는 방식이다. 정답 없이 데이터만 주어지면, AI가 자율적으로 특징을 찾아 그룹화한다. 도서관에서 책들을 한국십진분류법(KDC)에 의해 분류하는 것, 온라인 쇼핑몰 고객들을 구매 패턴에 따라 자동으로 분류하는 것이 대표적이다.
- 강화 학습은 시행착오를 통해 배우는 방식이다. 마치 아이가 자전거 타기를 배울 때처럼, AI는 행동을 취하고 그 결과에 따른 보상이나 벌을 받으며 점차 최적의 행동을 학습한다. 게임 AI나 자율주행 자동차가 이러한 방식으로 학습하는 것이다.

지능 역시 센서를 통해 입력되는 데이터를 처리하여 어떤 이미지인지, 어떤 소리인지 등을 판단하는 것이 가능하다.

인공지능 기술의 주요 특징

인공지능의 핵심은 이 다섯 가지 주요 특징으로 구성되어 있으며, 이들은 서로 긴밀하게 연결되어 AI 기술의 토대가 되었다. 첫째, 인식(Perception)은 인공지능의 감각 체계이다. 마치 인간이 오감을 통해 세상을 인식하듯, AI는 다양한 센서를 통해 외부 환경의 데이터를 수집하고 해석한다. 예를 들어, 스마트폰의 얼굴 인식 기능이나 음성 비서의 음성 인식 기능이 여기에 해당한다. 둘째, 표현과 추론(Representation & Reasoning)은 AI의 사고 과정을 담당한다. 수집된 정보를 체계적으로 정리하고, 이를 바탕으로 논리적인 의사결정을 하게 된다. 내비게이션이 교통 상황을 분석하여 최적의 경로를 추천하는 것이 대표적인 예시이다. 셋째, 학습(Learning)은 AI의 발전 메커니즘이다. 데이터에서 패턴을 발견하고, 경험을 통해 지속적으로 성능을 개선한다. 온라인 쇼핑몰에서 사용자의 구매 이력을 분석하여 맞춤형 상품을 추천하는 시스템이 이러한 학습 능력을 보여준다. 넷째, 자연스러운 상호작용(Natural Interaction)은 AI와 인간 사이의 소통을 가능하게 한다. 챗봇이나 AI 비서가 자연어로 대화하고 사용자의 의도를 파악하여 적절히 응답하는 것이 이에 해당한다. 다섯째, 사회적 영향(Societal Impact)은 AI 기술이 사회에 미치는 파급력을 의미한다. 업무 효율 향상과 혁신적인 서비스 창출이라는 긍정적 측면이 있는 반면, 일자리 대체나 개인 정보 보호 문제와 같은 부정적 측면도 존재한다. 이는 미국 국립과학재단의 인공지능교육을 위한 지원 사업을 통해 AI4K12의 5 Big Idea로 개발되었다. 단순히 개별적인 특징이 아닌, 서로 유기적으로 연결되어 AI 기술의 발전 방향을 제시하는 종합적인 프레임워크이다.

지도 팁

- 그림 I-22의 인공지능 로봇의 8가지 특징을 설명할 때는 각각의 실생활 사례를 반드시 포함하여 제시한다.

  예

  – 개인 맞춤 서비스 → 음악/영상 추천 서비스
  – 유연성 강화 → 챗봇의 다양한 상황 대응
  – 신뢰성과 안전성 저하 → AI 의료 진단 시스템의 정확도의 중요성 등
- 육각형 다이어그램의 특징들이 상호 연결되는 방식을 강조한다.
- 교과서 내용에 최신 인공지능 사례를 보충하여 학생들의 흥미를 유발한다.

예시 답안

나는 지난 일주일 동안 스마트폰의 AI 비서, 음악 추천 앱, 그리고 스마트 가전제품과 같은 다양한 인공지능 서비스를 경험했다. 특히 매일 아침 AI 스피커를 통해 일정을 확인하고 날씨 정보를 듣는 것이 일상이 되었다. 이는 나의 아침 루틴을 더욱 효율적으로 만들어 주었다. 또한 영화 스트리밍 서비스가 제공하는 맞춤형 콘텐츠 추천 덕분에 가족과 함께 좋은 영화를 고르는 시간이 크게 줄었다. 번역 앱은 영어 숙제를 할 때 도움이 되었고, 가족들과 해외여행 계획을 세울 때도 유용했다.
이처럼 인공지능은 우리 가족의 일상에 깊숙이 스며들어 있다. 우리는 인공지능의 도움으로 시간을 절약하고, 더 나은 선택을 하며, 생활의 편의성을 높이고 있다. 앞으로도 인공지능은 우리 삶의 중요한 조력자로 자리잡을 것 같다.



▲ 그림 I-22 인공지능 로봇의 긍정적인 면과 부정적인 면

예를 들어, 더 정확한 지각 능력은 더 나은 추론을 가능하게 하고, 이는 다시 더 자연스러운 상호작용으로 이어지며, 이러한 발전이 사회에 미치는 영향을 고려하며 책임있는 AI 개발을 추구하는 것이 현대 AI 기술의 핵심 과제라고 할 수 있다.

인공지능 로봇의 특징

인공지능 로봇의 가장 핵심적인 특징은 자율성이다. 이는 인간의 직접적인 개입이나 통제 없이도, 스스로 환경을 인식하고 상황을 분석하여 적절한 판단과 행동을 할 수 있다는 것을 의미한다. 실제로 물류 창고의 자율 주행 로봇은 실시간으로 작업 환경을 파악하고 최적의 이동 경로를 결정하여 효율적으로 물품을 운반한다. 교과서 60쪽의 그림 I-22에 소개된 긍정적 측면을 살펴보면, '개인 맞춤 서비스 제공'은 각 사용자의 고유한 행동 패턴과 선호도를 심층적으로 학습하여 최적화된 서비스를 제공하는 것을 말한다. 예를 들어, 동영상 플랫폼의 AI는 시청 기록, 검색 기록, 좋아요 데이터 등을 복합적으로 분석하여 개인화된 콘텐츠를 추천한다. '생산성과 효율성 향상' 측면에서는, 반도체 제조 공정의 AI 로봇이 인간의 피로도와 무관하게 24시간 일정한 품질의 제품을 생산하여 생산성을 크게 향상시킨다. '새로운 산업 생태계 창출'은 AI 로봇의 도입으로 인해 완전히 새로운 직종과 서비스가 등장하는 현상을 말한다. AI 윤리 심사관, 로봇 트레이너, 데이터 큐레이터 등 과거에는 존재하지 않았던 직업들이 속속 생겨나고 있다. '유연성 강화'는 AI 로봇이 예측하지 못한 상황에서도 적응하고 대처할 수 있는 능력을 의미하며, 이는 현대 사회의 빠른 변화에 대응하는 핵심 역량이다.

반면, 부정적 영향도 간과할 수 없다. '일자리 위협'은 단순 반복 업무부터 시작하여 점차 전문직까지 AI 로봇으로

3 인공지능 로봇과 윤리

데이터 수집 및 저장 과정에서 개인 정보 침해, 데이터 편향과 같은 신뢰성과 안정성이 저해되는 윤리적인 문제가 발생되면서 로봇이 인간에게 정신적, 신체적으로 해를 입히는 사례들이 증가하고 있다. 이런 문제를 방지하려면 인공지능 로봇의 설계 단계부터 윤리적인 시스템을 도입할 필요가 있다. 로봇에게 윤리적인 시스템을 도입할 때는 '인간의 존엄성에 해가 되면 안 된다'와 같은 큰 원칙을 제시하고 이에 따라 결정을 내리도록 해야 하며 인공지능 로봇 영향 평가를 통한 지속적인 모니터링도 필요하다.

각 국가는 윤리적 가이드라인 및 관련 법을 제정하고, 개발자들은 스스로 윤리적인 알고리즘을 개발하겠다는 의지를 다지는 개발자 선서를 하고 있을 뿐만 아니라 사용자나 관리자는 보다 면밀하게 인공지능 로봇을 확인하고 있다. 인공지능 로봇과 관련된 다양한 이해 관계자*들이 있는 만큼 협의와 조정을 통해 윤리적인 인공지능 로봇이 개발, 활용될 수 있도록 다 같이 힘을 합쳐 다각도의 노력을 기울여야 할 것이다.

스마트 생킹
인공지능 로봇이 가져온 개인 정보 침해, 데이터 편향 등의 윤리적인 사건·사고에는 어떤 것이 있었을까?

용어 돋보기
* 이해 관계자 인공지능 로봇과 관련하여 직접, 간접적으로 이해 관계를 가지는 개인이나 기관



▲ 그림 I-23 인공지능 로봇에게 꼭 필요한 윤리 기준

출처 과학기술정보통신부

61

04. 인공지능과 로봇 윤리

예시 답안

개인 정보 침해와 데이터 편향성은 인공지능 로봇의 주요한 문제로 대두되어 왔다. 예를 들어 한 AI 채용 시스템은 기존의 채용 데이터를 학습하는 과정에서 성별 편향성을 보였는데, 여성 지원자의 이력서를 남성 지원자에 비해 낮게 평가하는 문제가 발생한 것이다. 이는 과거의 성차별적 채용 관행이 AI 시스템에 그대로 반영된 결과였다.

또 다른 사례로, 특정 AI 스피커가 사용자의 동의 없이 대화 내용을 녹음하고 이를 제3자와 공유한 사건이 있었다. 이는 개인의 프라이버시를 심각하게 침해한 사례로, 인공지능 기기가 수집하는 개인 정보의 범위와 활용에 대한 윤리적 논란을 불러일으켰다. 얼굴 인식 AI 시스템의 경우, 특정 인종이나 연령대의 얼굴을 잘못 인식하는 문제가 발생했다. 이는 학습 데이터가 특정 인종에 편중되어 있었기 때문이며, 이로 인해 소수자에 대한 차별이 AI 시스템에 의해 재생산되는 결과를 낳았다.

'인공지능 로봇에게 꼭 필요한 윤리 기준'에 관한 자세한 설명은 지도서 89쪽을 참고한다.

대체될 수 있다는 현실적 우려이다. '사생활 침해' 문제는 AI 로봇이 수집하는 방대한 개인 정보가 해킹에 노출되거나 무단 활용될 수 있는 위험을 포함한다. 특히 AI 로봇의 판단 실수로 인한 사고가 발생했을 때, 그 책임을 개발자, 제조사, AI 로봇 중 누구에게 물어야 하는지에 대한 '책임 소재 문제'는 아직 명확한 해답을 찾지 못한 상태이다.

이러한 양면성을 고려할 때, AI 로봇 기술의 발전은 윤리적 가이드라인과 법적 규제의 균형 있는 수립을 전제로 신중하게 진행되어야 한다. 특히 인간 중심의 가치를 최우선으로 하는 개발 원칙이 확립되어야 할 것이다.

로봇 윤리

로봇 윤리를 이해하기 위해서는 먼저 '자율 지능 시스템'이라는 개념을 살펴볼 필요가 있다. 국제전기전자공학회(IEEE)에서는 단순히 로봇이나 인공지능이라는 용어 대신 '자율 지능 시스템'이라는 포괄적 표현을 사용하는데, 이는 현대 로봇의 특성을 잘 반영한다. 로봇은 인간이 만든 인공물이면서도 동시에 자율적 행위자처럼 보이는 이중성을 가지고 있기 때문이다.

이러한 이중성은 자동성과 자율성의 스펙트럼 속에서 이해할 수 있다. 단순한 자판기에서부터 시작하여 자율 주행 자동차와 같은 고도화된 시스템에 이르기까지, 로봇은 점차 복잡한 판단과 행위가 가능한 존재로 발전하고 있다. 특히 학습 능력을 갖춘 현대의 로봇들은 단순한 자동화를 넘어 '제한된' 또는 '위임된' 자율성을 보여준다.

이러한 맥락에서 로봇을 하나의 '행위자'로 볼 수 있는데, 이는 곧 로봇의 권리와 책임에 대한 논의로 이어진다. 로봇이 도덕적으로 의미 있는 행위를 할 수 있다면, 우리는 로봇의 도덕적 권리와 행위에 대한 책임을 어떻게 다뤄야 할지 고민해야 한다.

지도 팁

- 미래 사회 대비 교육으로서의 의미 부여: 학생들이 미래에 로봇 관련 직업을 가질 수도 있고, 일상생활에서 더 많은 로봇과 상호작용하게 될 것이므로, 지금부터 로봇 윤리에 대해 진지하게 생각해 볼 필요가 있다는 점을 이해시킨다.
- 영국의 공학연구위원회와 인문학연구위원회가 공동으로 윤리 강령을 만든 것처럼, 로봇 기술의 발전에는 인문학적 성찰이 반드시 필요하다는 점을 이해시키고, 이를 통해 학생들이 과학 기술 발전에 있어 윤리적 고려의 중요성을 인식하도록 하는 것이 중요하다.

지식 스트레칭 로봇 윤리에 대한 원칙 이야기

우리의 미래는 현재보다 훨씬 더 많은 로봇으로 가득 차게 될 것으로 예상된다. 그러나 로봇과 어떻게 공존해 나갈지에 대한 해답은 아직 나오지 않았다. 로봇의 설계와 제조, 사용에 관한 윤리적 원칙이 필요한 시대가 온 것이다. 이러한 윤리적 원칙은 어느 수준 이상의 자율성을 갖도록 설계된 로봇의 행동을 지원하는 기반이기도 하다. '로봇 공학의 규칙에 관한 유럽연합(EU) 보고서'의 저자인 메이디 델보는 "현 상황은 자동차가 처음 도로에 등장했을 때와 비슷하다. 최초의 운전자들에게는 규칙이 없었다. 하지만, 기술이 널리 퍼지면 사회는 규칙을 필요로 한다"고 이야기한 바 있다.

● **로봇이 갖춰야 할 윤리**

로봇의 윤리적 원칙에 대한 내용 중 가장 널리 알려진 것은 미국의 과학 소설가이자 저술가인 아이작 아시모프가 1942년 자신의 소설 속에서 제안한 로봇 3원칙이다. 물론 이 원칙에 대한 비판의 목소리도 많다. 그저 소설 속의 이야기일 뿐이라는 것이다. 그러나 여러 가지 논의 속에서도 아시모프의 로봇 3원칙이 가장 적합하다고 이야기하는 목소리도 많다.

아시모프가 제안한 '로봇 3원칙'

- **원칙 1** 로봇은 인간에게 해를 끼치거나 인간이 해를 입도록 방관해서는 안 된다.
- **원칙 2** 원칙 1의 조건 하에서 로봇은 인간이 내리는 명령에 따라야 한다.
- **원칙 3** 원칙 1과 2의 조건 하에서 로봇은 자신의 존재를 보호해야 한다.



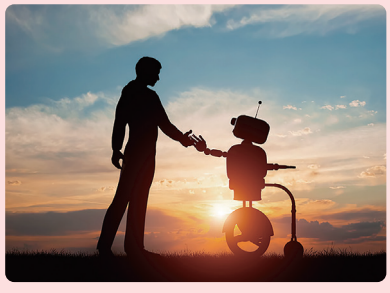
● **로봇을 만들고 사용하는 사람들이 지켜야 할 윤리**

2011년 영국의 '공학 및 자연과학 연구위원회(EPSRC)'와 '인문학 연구위원회(AHRC)'는 실제 세계에서 '로봇을 설계 · 제조 · 사용하는 사람이 지켜야 할 5대 윤리 강령'을 공동으로 발표했다. 이 내용은 지금도 로봇 윤리에 관해 유용한 출발점으로 널리 받아들여지고 있으므로 살펴볼 필요가 있다.

로봇을 설계·제조·사용하는 사람이 지켜야 할 5대 윤리 강령

1. 로봇은 사람을 살상하는 것을 유일하거나 주된 목적으로 설계되어서는 안 된다.
2. 책임을 져야 할 것은 로봇이 아니라 사람이다. 로봇은 사람의 목적을 달성하기 위해 설계된 도구다.
3. 로봇은 안전과 안정성을 담보하는 방식으로 설계돼야 한다.
4. 로봇은 인공물이다. 감정적 반응이나 의존을 유발함으로써 취약한 사용자를 착취하도록 설계돼서는 안 된다.
5. 로봇에 대해 법적인 책임이 있는 사람을 찾아내는 것이 항상 가능해야 한다.

로봇 3원칙과 로봇을 설계·제조·사용하는 사람이 지켜야 할 5대 윤리 강령을 보며, 공학의 무한한 발전 가운데 맞이하게 될 미래 사회에 로봇 윤리를 다시 한 번 생각해 보자.



62

예시 답안

로봇 윤리를 고찰하며 우리가 직면할 미래를 생각해 본다. 아시모프의 로봇 3원칙이 제시된 1942년 당시에는 상상 속에만 존재하던 로봇이, 현재는 우리의 일상 곳곳에서 찾아볼 수 있게 되었다. 이는 앞으로 우리가 더 많은 로봇과 함께 살아가게 될 것임을 시사한다. 영국의 5대 윤리 강령이 강조하듯, 로봇은 인간을 위한 도구이며 그 책임은 항상 인간에게 있다. 따라서 우리는 로봇이 인간의 존엄성을 해치지 않고 안전하게 활용될 수 있도록, 기술 발전의 속도에 맞춘 윤리적 기준을 계속해서 발전시켜 나가야 할 것이다. 이것이 바로 로봇과 함께하는 미래를 준비하는 우리의 책임이다.

현재의 로봇은 도덕적 '행위 능력'은 가지고 있으나, 진정한 의미의 '도덕적 행위' 능력은 아직 갖추지 못한 것으로 보인다. 하지만 기술의 발전에 따라 로봇이 단순한 도덕적 '행위 능력'자에서 '도덕적 행위' 능력자로 발전할 가능성도 존재한다. 이러한 변화에 대비하여, 우리는 로봇 윤리의 원칙들을 지속적으로 발전시키고 재정립할 필요가 있다.

로봇 윤리 헌장

한국로봇학회 로봇윤리연구회에서는 2018년부터 로봇윤리 헌장을 개발하고 있다. 로봇 윤리에는 크게 두가지가 있다. 하나는 인간이 로봇을 제작 · 사용 · 폐기까지의 과정에서 지켜야 할 규범이며, 또 다른 하나는 로봇이 자신 로봇 간에 지켜야 할 규범이다. 로봇 윤리 헌장의 성격은 설계자, 제조자, 사용자 등보다는 국민 대상으로 지능형 로봇 촉진법 등 법, 제도, 규범을 정립하기 위한 기본 가치와 윤리 지침을 규정하는 헌장이다. 그 구성은 인간의 더 나은 삶을 위한 로봇 제작, 생산, 사용자를 위한 세 가지 기본 가치와 이를 반영한 6 윤리 원칙으로 이뤄진다. 로봇윤리연구회가 만든 로봇 윤리 헌장(안)의 3대 기본 가치는 다음과 같다.

첫째, 인간을 이롭게 하는 로봇(침해 금지)이며 이는 수렴을 통해 향후 로봇 분야에 있을 다양한 윤리 이슈를 연구한다.

둘째, 신뢰할 수 있는 로봇(안전성, 투명성, 책임성)이며 장기적으로 로봇 윤리 국가 표준 제정 등을 검토하게 된다.

셋째, 공공선을 추구하는 로봇(공정성, 지속 가능성)이며 분야별 가이드라인 수립을 위한 연구를 지속하게 된다.

3대 원칙에 기반한 6대 윤리 원칙은 침해 금지, 안전성, 투명성, 책임성 ,공정성,지속 가능성이다.

'로봇 윤리 헌장'에 관한 자세한 설명은 지도서 91쪽 참고

로봇과 공학

세상 읽기

인공지능 **로봇의 윤리적 문제**는 결국 **사람의 윤리적 문제**가 아닐까?

빌 게이츠와 함께 마이크로소프트 사를 창업한 고(故) 폴 앨런은 2013년 수억 달러를 기부해 미국 시애틀에 '앨런 인공지능(AI) 연구소'를 설립했는데, 이 연구소가 공개한 혁신적인 프로젝트가 전 세계의 관심을 모으고 있다. 이 프로젝트의 이름은 '델파이에게 물어보세요(Ask Delphi)'. 고대 그리스에서 신탁(神託)을 받던 아폴로 신전에서 이름을 딴 델파이는 철저히 윤리적 판단을 하는 데 초점이 맞춰져 있다. "기계가 윤리를 배울 수 있는가"라는 난해한 질문에 대한 대답을 구하려는 시도다.

다음은 델파이 프로젝트의 총괄 책임자인 최예진 워싱턴대 컴퓨터 공학과 교수의 인터뷰 중 일부다.



▲ 인공지능에 윤리를 가르치는 미국 앨런 인공지능 연구소의 '델파이 프로젝트'를 책임지고 있는 최예진 미국 워싱턴대 교수

'빅테크'는 주로 대형 기술 기업들을 지칭하는 용어로, 큰 규모의 기술과 데이터를 활용하여 혁신적인 서비스와 제품을 개발하는 기업들을 가리킨다.

Q 왜 인공지능(AI)에게 윤리를 가르치는 프로젝트를 시작했나?

A "어디에나 인공지능이 적용되는 시대다. 빅테크들은 자사의 AI가 얼마나 똑똑한지 과시하느라 여념이 없다. 하지만 AI가 확산되면서 여러 문제가 생기고 있다. 사진을 분류하는 AI가 흑인과 고릴라를 구별하지 못하는 일도 벌어졌고, 소설을 쓰는 AI가 성차별 인식을 드러내기도 했다. AI는 사람이 준 데이터로 학습한다. 결국 AI의 윤리는 그걸 가르치는 사람의 문제다. 그걸 최대한 바로잡는 것, 상식에 부합하는 AI를 만드는 것이 이 프로젝트의 목표다."

Q AI가 윤리를 모르는 것이 현실 세계에도 영향을 미칠 수 있나?

A "인터넷은 이미 AI가 움직인다. 구글의 검색 결과나 페이스북의 게시물 배열도 모두 AI가 한다. AI가 윤리적으로 틀린 검색 결과나 게시글을 많이 보여주면 결국 사람도 영향을 받는다. 빅테크가 AI의 이런 윤리적 문제를 그대로 방치했기 때문에 미국 의사당 폭동이 일어나거나 아시아권에서 국지전이 발생했다고 보는 사람도 많다."

Q 자율 주행 자동차는 어떤가. '신호를 지키지 않는 여러 명과 신호를 지키고 있는 한 명 가운데 누구를 살릴 것인가' 같은 질문처럼 고차원적인 결정을 AI에게 맡길 수 있는가?

A "그런 특수한 상황은 사회적인 합의로 해결해야 한다. 상대적으로 더 적은 사람을 희생시켜야 한다는 식의 윤리 원칙은 결국 사람이 만들어야 한다. AI는 다만 사람의 윤리를 배우는 존재일 뿐, 윤리를 만들고 결정을 내리는 최종 결정권을 줘서는 안 된다. 사람이 AI를 악용하지 못하게 강력한 규제가 도입돼야 한다고 생각한다. 사람을 처벌하는 법이나 수많은 사람에게 영향을 미치는 정치적 판단도 사람의 몫이어야 한다. AI가 해도 되는 부분과 해서는 안 되는 부분을 명확하게 규정하는 논의를 시작해야 한다."

출처 조선일보, 2021. 12. 6.

Q 인공지능 로봇의 윤리적 문제와 관련된 기사를 더 찾아보고, 사람의 윤리적 문제가 맞는지 생각해 보자.

63

지도 팁

- 이 문제는 인공지능과 로봇 윤리에서 꼭 생각해 볼 만한 부분이므로, 학생들에게 읽어 보도록 하는 것을 넘어 함께 살펴 보는 것을 추천한다.
- 델파이 프로젝트를 통해 인공지능이 윤리적 판단을 학습했음에도 불구하고, 특정 판단의 이유를 알 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 이를 통해 학습된 데이터의 비윤리성을 고민해 보고, 인간의 윤리성이 더욱 중요한 요소임을 인식하도록 지도한다.
- 기술의 발전과 윤리적인 책임은 사람에게 큰 책임이 있음을 인지할 수 있도록 지도한다.
- 인간 중심의 인공지능과 로봇 윤리가 될 수 있도록 접근하는 것이 중요하다.

원문 기사 링크
https://www.chosun.com/economy/tech_it/2021/12/06/UCYN5KY4ZBC2HJKEOEAFG2MJPM

참고

- 최예진 교수의 최신 기사 "안중근을 '테러리스트'라는 AI, AI 윤리 어떻게 할 것인가"

링크: https://www.chosun.com/economy/smb-venture/2024/02/02/QJ24NUGQQNF3TGJC4F6GPXFDDY

로봇과 공학 **세상 읽기** 인공지능 **로봇의 윤리적 문제**는 결국 **사람의 윤리적 문제**가 아닐까?

이 읽기 자료는 인공지능 로봇의 윤리적 문제에서 생각해 봐야 하는 사람에 초점을 맞춘 내용이다. 최예진 교수와의 인터뷰를 통해 현재 AI 윤리의 실제적인 문제와 해결 방안을 논의하고 있으며 특히 주목할 만한 점은 다음과 같다.

- AI의 윤리는 결국 그것을 가르치는 사람의 문제라는 점
- AI가 윤리적으로 올바른 판단을 하지 못할 경우 현실 세계에 미치는 영향
- 최종적인 윤리적 결정권은 AI가 아닌 사람에게 있어야 한다는 점

이 글은 결론적으로 로봇과 AI의 윤리적 문제는 결국 인간의 책임이며, 우리 사회가 이에 대한 명확한 규칙과 합의를 만들어가야 한다는 메시지를 전달하고 있다.

예시 답안

"스스로 사람도 죽이는 AI…
'인류 역사상 첫 AI 살인'에 윤리 문제 재부상"

기사 링크 https://www.newscj.com/news/articleView.html?idxno=3189180&utm_source=chatgpt.com

이 기사에서는 AI 드론이 스스로 판단하여 인간을 살해한 사례를 다루며, 이는 AI가 인간의 생명을 좌우할 수 있는 시대가 현실로 다가오고 있음을 보여준다.
전문가들은 AI의 윤리적 판단 능력에 대한 명확한 기준 마련의 필요성을 강조하며, AI와 인간이 공존할 수 있는 미래를 위해 AI 윤리 기본법 제정과 사회적 합의의 중요성을 지적하고 있다.
이와 같은 인공지능 로봇의 윤리적 문제는 AI 자체의 문제가 아니라, 이를 설계하고 데이터를 제공하는 인간의 책임이 크다. 따라서 이 기사에서 보는 것과 같이 AI 무기 사용 문제 등은 사회적 합의를 통해 해결해야 한다. 결국 AI의 윤리는 사람이 결정해야 하며, 이를 관리할 규제와 기술적 보완이 필요하다.

지도 팁

- 로봇에 활용되는 인공지능이 보안 취약점을 가질 수 있다는 점을 인식하도록 하는 것이 중요하다.
- 기술적 차이에 대한 명확한 개념도 설명할 필요가 있다. 예를 들어 2D(사진 기반) 얼굴 인식과 3D(입체 구조 분석) 얼굴 인식의 차이를 쉽게 설명할 필요가 있다.
- 학생들이 영호네 로봇의 문제점을 분석하고 해결 방법을 제안하도록 유도하고, 보안 강화를 위한 창의적인 해결책(다중 인증, AI 학습 개선 등)을 스스로 생각해 볼 수 있도록 지도한다.
- 학생들이 자료를 찾을 때에는 공신력 있는 뉴스 사이트, 연구 보고서, 논문 등을 활용하도록 지도하여 정보의 신뢰성을 평가하는 방법도 함께 가르치는 것을 추천한다.
- 혼자보다는 모둠이나 최소 2인으로 함께 활동하고, 4번의 경우는 발표하도록 하는 것도 방법이 될 수 있다.

주제 탐구 활동

인공지능 인식 기술, 이대로 괜찮을까?

인간이 무언가를 인식하는 데 있어 시각 정보에 많은 부분을 의존하고 있는 것처럼, 인공지능 또한 인간 수준 또는 그 이상의 시각적 인지 능력을 갖추게 되면서 편리함과 함께 우려되는 점도 많이 등장하고 있다. 이러한 부분 때문에 마이크로소프트 연구소에서 인공지능 윤리를 연구하는 연구원은 "얼굴 인식은 인공지능의 플루토늄이다"라고 언급하기도 했다. 플루토늄이 원자로 안에서 나오는 부산물로서 인류가 만든 합성 물질 가운데 가장 강력하면서 치명적인 유독물이라는 점에서 인공지능의 안면 인식 기술에 대해 그가 나타내는 우려가 어느 정도인지 짐작이 된다.

다음의 상황을 읽어보고 어떻게 문제를 해결해야 할지 생각해 보자.

얼마 전부터 우리 가족이 된 가사 도우미 로봇 '똘똘이'. 똘똘이는 우리 집 보안을 책임지고 있다. 똘똘이는 모르는 사람이 오면 가족이 아님을 알고 문을 열어주지 않을 뿐만 아니라, 부모님께서 당부하신 노트북 비밀번호도 나와 내 동생에게는 절대 알려주지 않는다.

그런데 어느 날, 사람의 얼굴이 아닌 사진 속 얼굴로 휴대폰의 잠금이 해제되었다는 뉴스를 보게 되었다. 그렇다면 우리 집 똘똘이는 괜찮을까 궁금했다. 다행히도 똘똘이는 사진을 우리 가족으로 인식하지 않았다. 그런데 우리 반 영호네 가사 도우미 로봇이 어제 영호네 가족 사진을 제시한 도둑에게 속아서 집을 열어준 바람에 귀중품을 몽땅 도둑맞았다고 이야기하는 것을 듣고 나니 우리 똘똘이와 영호네 로봇은 인식 기술에 어떤 차이가 있는지 궁금해지기 시작했다.

1 친구 영호네 로봇은 어떤 문제가 있었나?

영호네 로봇은 얼굴 인식 시스템의 중요한 취약점을 드러냈다. 로봇이 2차원 사진과 3차원 실제 얼굴을 구분하지 못하는 기술적 한계로 인해, 도둑이 단순히 가족 사진을 보여주었을 때 이를 실제 가족 구성원으로 잘못 인식하여 문을 열어주는 심각한 보안 사고가 발생한 것이다. 이는 얼굴 인식 기술이 적절한 보안 시스템을 갖추지 못했을 때 발생할 수 있는 대표적인 취약점을 보여주는 사례라고 할 수 있다.

2 영호네 로봇과 같은 사건이 휴대폰에서도 일어난 적이 있다. 어떤 일이었는지 기사를 찾아보고 친구들과 공유해 보자.

스마트폰에서도 얼굴 인식 보안이 뚫린 사례가 많다. 대표적인 예로 2017년 삼성 갤럭시 S8에서 사진만으로 얼굴 인식 잠금이 해제된 경우가 있었다. 또한, 일부 안드로이드 스마트폰에서는 쌍둥이 형제나 비슷한 얼굴을 가진 사람이 잠금을 해제하는 사례도 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 스마트폰 제조업체들은 점점 더 정교한 3D 얼굴 인식 기술과 추가 보안 기능을 도입하고 있다.



64

특히 기술 발전에 따른 윤리적 기준의 필요성과 그 기준을 정립하는 과정에서 인간의 역할을 강조하고 있다. 이는 최예진 교수가 참여하고 있는 Ask Delphi 프로젝트(https://www.askdelphi.com)에서 직접 실천하고 있는 사례로서, 홈페이지에 질문을 입력하면 인공지능이 윤리적인 판단을 내려주도록 하고 있다.



▲ 델파이 적용 예시

이 프로젝트는 AI가 윤리적이고 상식적인 판단을 내릴 수 있도록 훈련하고, AI 시스템이 사회적 가치를 반영하여 올바른 결정을 내리는지를 검토하고 있다. 실제로 도덕적인 판단을 하도록 학습시켰을 때 인공지능의 도덕적 판단이 크게 개선되었다고 밝혔다.

델파이 프로젝트에 대해서 더 자세히 알아보면 다음과 같다. 앨런 인공지능 연구소에서 공개한 'Ask Delphi(델파이에게 물어보세요)' 프로젝트는 인공지능이 윤리를 배울 수 있는지를 탐구하는 실험적 AI 시스템이다. 'Ask Delphi' 프로젝트의 책임자인 워싱턴대학교 최예진 교수는 AI가 윤리를 배워야 하는 이유에 대해 다음과 같이 설명하고 있다.

1 AI 윤리 문제가 발생하는 이유

AI는 인간이 제공하는 데이터를 기반으로 학습하기 때문에 데이터가 편향되거나 차별적 요소를 포함할 경우, AI 역

주제 탐구 활동

3 우리 집 똘똘이 로봇은 사진을 실제 얼굴로 인식하지 않았다. 똘똘이는 어떤 기술을 사용했을까? 우리가 얼굴 인식을 많이 사용하는 스마트폰에서 답을 조사해 보자.

똘똘이는 사진을 실제 얼굴로 착각하지 않았다. 이는 3D 얼굴 인식 기술이나 적외선 센서를 활용했기 때문일 가능성이 크다. 스마트폰에서도 보안이 강화된 기종은 비슷한 기술을 사용한 것이다. 예를 들어, 아이폰의 Face ID는 3D 구조광 기술(Structured Light Technology)을 활용해 얼굴의 입체적 구조를 분석하고, 적외선 카메라를 사용해 실제 사람 얼굴과 사진을 구별할 수 있다.

4 앞에서 조사한 기술 이외에 다른 방법은 없을까? 어떤 방법으로 얼굴 인식의 보안을 튼튼하게 할 수 있을지 함께 이야기해 보자.

얼굴 인식의 보안을 강화하기 위해 다음과 같은 기술을 사용할 수 있다.
- 3D 얼굴 인식: 단순한 2D 이미지가 아니라 얼굴의 깊이와 구조를 분석하는 기술로, 애플의 Face ID와 같은 방식이다.
- 적외선(IR) 센서 활용: 얼굴의 열 패턴을 감지하여 실제 사람과 사진을 구별할 수 있다.
- 눈 깜빡이기 · 머리 돌리기 인증: 사용자가 눈을 깜빡이거나 특정 방향으로 얼굴을 움직이는 것을 요구해 사진과 실제 얼굴을 구별한다.
- 다중 인증 시스템: 얼굴 인식 외에도 비밀번호, 지문 인식 등을 함께 사용하여 보안을 강화할 수 있다.



소단원 1분 요약

1 인공지능 기술은 인간의 지능을 그대로 모방한 기술로서 인식, 학습, 추론, 판단 등 다양한 능력을 컴퓨터나 기계를 통해 구현하는 것을 말한다.

2 인공지능 기술을 활용한 로봇은 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 함께 가지고 있다.

3 인공지능 로봇을 개발하고 활용할 때에는 윤리 기준을 바탕으로 바람직한 윤리 의식을 가지고 임해야 한다.

65

참고

학생들은 이 활동을 통해 "얼굴 인식 기술은 편리하지만 보안 문제가 존재하며, 이를 해결하기 위해 3D 인식, 적외선 센서, 다중 인증 등의 기술이 필요하다. 우리는 기술을 사용할 때 보안성을 고려하여 안전하게 활용해야 한다"는 결론에 다다를 수 있다.

주제 탐구 활동 | 평가하기

- 영호네 로봇의 문제를 정확하게 인식하였는가?
- 얼굴을 인식하기 위한 기술을 구체적으로 탐색하였는가?
- 문제점을 해결하기 위한 방법을 깊이 있게 탐구하였는가?

시 차별적인 결과를 내놓을 가능성이 높다. 이는 AI 자체의 문제가 아니라 데이터를 제공한 인간의 문제이며, 따라서 AI가 올바르게 학습하도록 윤리를 가르쳐야 한다는 것이 연구소의 입장이다.

② 프로젝트 개요

델파이 프로젝트는 AI가 윤리를 학습할 수 있는가에 대한 연구로, 윤리적 판단이 필요한 여러 상황에서 AI의 역할을 탐색하고 있다. 그러나 AI는 윤리를 배울 수 있어도, 윤리를 결정해서는 안 되며 인간이 AI를 규제하고 통제해야 한다는 점이 중요하다고 밝히고 있다. 향후 델파이는 문화별 윤리 차이를 반영하여 국가별 맞춤형 AI 윤리 모델 개발을 목표로 한다.

- 홈페이지에서 질문을 입력하면 AI가 윤리적 판단을 내린다.

[예시]

"친구를 아침에 공항까지 태워주는 것이 좋을까요?" → "친구에게 도움이 될 것"

"장애인이 아닌데 장애인 주차구역에 주차해도 되나요?" → "잘못된 일"

- 델파이는 공개 3주 만에 300만 명이 사용하며 화제가 되었다.
- 최예진 워싱턴대 교수가 프로젝트 총괄 책임자로, 연구팀은 델파이를 윤리 및 상식 데이터 170만 건으로 학습시켰으며, 일반인의 판단과 92% 일치하는 결과를 보였다.
- AI는 단순 질문뿐만 아니라 복잡한 윤리적 딜레마에도 적절한 답변을 제공한다.

[예시]

"곰을 죽여도 되나?" → "안 된다."

"내 아이를 보호하기 위해 곰을 죽여도 되나?" → "된다."

"가족을 지키기 위해 핵폭탄을 사용해도 되나?" → "안 된다."

지도 팁

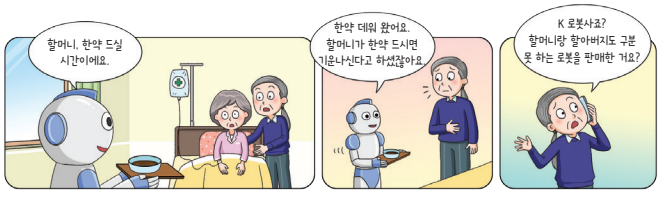
- 데이터셋을 활용하여 직접 실습해 보는 것을 추천하나, 실습이 어렵다면 교사가 시뮬레이션으로 보여주는 등 간접적으로라도 학생들이 볼 수 있도록 하는 것이 필요하다.
- 편향의 개념을 실생활 예시로 설명하면 효과적일 수 있다. 가령 백호랑이 데이터를 학습하지 않아 백호를 호랑이로 인식하지 못한다거나, 유명한 일화인 흑인의 얼굴을 고릴라로 인식했다는 등의 예시를 들어 데이터의 중요성을 일깨워 준다. 즉 학생들이 기계가 스스로 판단하는 것에 앞서 주어진 데이터가 잘못되지 않아야 하는 것을 이해하도록 강조해야 한다.
- 기존 데이터와 데이터셋을 보강한 모델의 차이를 비교하면서 학생들이 데이터의 다양성이 확보되어야 하는 이유를 체감하게 한다.
- 혼자 활동을 하는 것도 좋으나 모둠별로 데이터 보강 방법을 머리를 맞대어 고민하고 발표하도록 하는 것이 좋으며, 학생들이 함께 다양한 데이터를 모으도록 하는 것도 필요하다.
- 실제 데이터셋이 프로그램에서 어떻게 활용되는지를 코드를 제시하여 설명하는 것도 이해를 높이는 데 도움이 될 수 있다.
- 학생들이 직접 데이터셋을 수집해도 좋으나, 빠른 수업 진행이 필요하다면 출판사 홈페이지 자료실에서 데이터셋 파일을 다운로드할 수 있다.

자료실 이동

문제 해결 역량 키우기

인공지능 로봇이 잘못된 데이터를 수집하거나 학습한다면?

실버 로봇을 개발하는 K 로봇 제작사는 최근 민원이 빗발쳐서 곤혹을 치르고 있다. 얼마 전 출시된 돌봄 로봇이 할머니와 할아버지를 착각해서 도움을 잘못 주는 바람에 약이 바뀌기도 하고 일정이 엉망진창이 되기도 하는 등 문제가 지속적으로 발생하고 있기 때문이다.



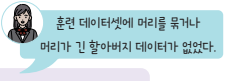
개발자들이 이유를 살펴보니 긴 머리의 할아버지를 할머니로 오인해서 벌어진 일이었다. 이에 긴 머리 스타일을 가지고 있는 할아버지의 데이터셋(Dataset)이 현저하게 부족함을 확인하고 이 로봇의 문제를 해결하려고 계획하고 있다고 한다. '데이터셋'은 특정한 작업을 위해 관련성 있는 데이터를 모아놓은 것을 말한다.

❶ 먼저, 기계학습 플랫폼인 티처블 머신*을 활용하여 기존의 문제점을 먼저 분석해 보자.



* 티처블 머신(https://teachablemachine.withgoogle.com): 구글에서 만든 웹 기반 노코드 인공지능 학습 도구다. 이미지, 사운드, 자세를 인식하도록 컴퓨터를 학습시켜서 사이트, 앱 등에 사용할 수 있는 기계학습 모델을 쉽고 빠르게 만들 수 있다. 전문 지식이나 코딩 능력이 필요하지 않아서 초등학생도 만들 수 있을 정도로 이해하기 쉽다는 점이 가장 큰 장점이다.

❶ 기계학습 성능 테스트 결과 기존의 데이터로 학습한 인공지능 모델은 어떤 문제가 있는 걸까?



66

로봇의 이해

예시 답안

❶ 기존의 데이터셋은 할머니와 할아버지를 구별하는 데 필요한 다양한 특징을 충분히 반영하지 못한 편향된 데이터셋이었다. 특히, 긴 머리를 가진 할아버지의 데이터가 부족하여, 로봇이 긴 머리를 여성(할머니)으로 잘못 인식하는 문제가 발생했다. 이는 AI가 학습할 때 훈련 데이터가 특정 특성을 충분히 포함하지 않을 경우, 현실에서 오작동할 가능성이 높아지는 문제(데이터 편향)를 보여주는 사례이다.

- AI의 판단 정확도는 92%지만, 8%의 경우 틀린 답변을 제시한다.

[예시]

"100명을 살리기 위해 1명을 희생해도 되는가?" → "된다."

같은 질문을 102명으로 바꾸면 "안 된다"고 답하는 등 오류가 발생한다.

- 딥러닝 기반 AI는 '블랙박스 문제'가 존재하여 AI가 왜 특정 판단을 내리는지 명확하게 설명하기 어렵다는 점이 발견된다.
- 현재 델파이 프로젝트는 미국 내 윤리에 초점이 맞추어져 있으므로 향후 한국과 같이 다양한 국가의 윤리를 적용하는 것이 필요하다.

❸ AI 윤리와 규제의 필요성

- AI가 혐오 발언, 편견을 학습하는 문제를 해결할 수 있는 가능성이 있다. 하지만 AI가 인간의 윤리적 결정권을 가져서는 안 되며, 강력한 규제가 필요하다.

[예시]

한국 AI 챗봇 '이루다' 사례처럼 AI가 사용자에게 성적인 표현을 학습하지 않도록 방지 가능

- 전쟁 무기, 자율 주행차 윤리 문제는 AI가 아닌 인간의 사회적 합의를 통해 결정해야 한다.



예시 답안

❷ 이 문제를 해결하려면 데이터셋을 다양하게 보강해야 한다. 즉, 긴 머리를 가진 할아버지, 짧은 머리를 가진 할머니 등 다양한 경우의 데이터를 추가하여 AI가 학습할 수 있도록 해야 한다. 또한, 얼굴 특징, 음성 톤, 체형 등 머리카락 길이 외에도 성별을 구분할 수 있는 다양한 요소들을 고려한 데이터셋을 구축하는 것이 필요하다. 이렇게 하면 AI가 머리카락 길이 하나만으로 성별을 판단하는 오류를 줄일 수 있다.

예시 답안

❸ 데이터를 보강한 후 기계학습 모델을 다시 학습시키자, 긴 머리를 가진 할아버지를 정확하게 인식하는 결과가 나왔다. 이를 통해, AI의 성능은 데이터의 질과 다양성에 크게 의존하며, 편향된 데이터를 학습할 경우 현실에서도 편향된 결정을 내릴 수 있다는 점을 깨달았다. 또한, AI 기술이 편리하지만 훈련 데이터가 공정하고 균형 잡혀야 한다는 윤리적 중요성도 다시 한번 확인할 수 있었다. 앞으로 AI 개발에서는 데이터 수집과 학습 과정에서 다양성과 형평성을 고려하는 것이 필수적임을 알게 되었다.

데이터셋

❶ 훈련 데이터셋(Training Dataset)

AI(기계학습 모델)가 학습하는 데 사용하는 데이터를 의미한다. 예를 들어, 얼굴 인식 AI를 만들 때, 할머니와 할아버지 사진 수천 장을 제공하여 성별을 구별하도록 학습시키는 것이다. AI는 이 데이터를 보고, 어떤 특징이 할머니(긴 머리, 부드러운 얼굴 등)이고, 어떤 특징이 할아버지(짧은 머리, 수염 등)인지 학습한다.

→ 교과서 66쪽의 활동에서 처음에 문제가 된 것은 할아버지를 짧은 머리로만 학습하여 로봇이 오류를 나타낸 것이다.

❷ 테스트 데이터셋(Test Dataset)

AI가 학습한 내용을 검증하기 위해 사용하는 데이터이다. 수학 수업을 통해 다양한 문제를 푼 후에 형성평가나 총괄평가 등으로 실력을 검증하는 것과 같은 이치이다.

훈련 데이터셋에 포함되지 않은 새로운 데이터로 테스트해야 AI가 실제 상황에서도 정확하게 예측할 수 있는지 평가할 수 있다. 예를 들어, 새로운 할아버지 사진을 AI에게 보여주고, 정확히 할아버지로 인식하는지 확인하는 과정이다.

❸ 재구성 데이터셋(Reconstructed Dataset)

AI가 잘못된 판단을 할 경우, 편향된 데이터를 보완하여 새롭게 구성한 데이터셋이다. 예를 들어, 기존에는 긴 머리의 할아버지 데이터가 부족했다면, 긴 머리를 가진 할아버지 데이터를 추가하여 학습시키는 것이 재구성 데이터셋이라고 할 수 있다.

이를 통해 AI가 더 균형 잡힌 데이터를 학습하고, 실제 상황에서 오류를 줄일 수 있다.

훈련 데이터셋과 테스트 데이터셋을 분할하는 이유

데이터를 모두 훈련용(Training)으로만 사용하면, AI가 그 데이터에 과적합(Overfitting: 모든 데이터가 정답이 되는 오류)되어 새로운 데이터를 잘 인식하지 못하는 문제가 발생한다. 따라서 데이터를 훈련 데이터셋과 테스트 데이터셋으로 나누어, 학습 후 정확도를 평가하는 것이 중요하다.

실제 프로그래밍에서의 데이터 분할 과정은 다음과 같다.

1. 전체 데이터를 수집(예 10,000개의 얼굴 사진)
2. 80%는 훈련 데이터(8,000장), 20%는 테스트 데이터(2,000장)로 분할
3. 훈련 데이터로 AI 학습
4. 테스트 데이터로 AI의 성능을 평가

이때 새로운 데이터를 수집하여 테스트 데이터셋을 구성하는 것이 아니라 전체 데이터에서 분할하는 이유는, 데이터 수집을 위해서 기간과 예산, 노력이 많이 들어가기 때문에 한 번에 수집한 데이터를 분할하여 사용하는 것이다.

실제 코드 예시는 다음과 같다.

```
train_data, test_data = train_test_split(df, test_
size=0.2, random_state=42)
```

이 코드는 데이터셋을 훈련 데이터(train_data)와 테스트 데이터(test_data)로 나누는 역할을 한다. 사용된 train_test_split( ) 함수는 사이킷런(sklearn)의 model_selection 라이브러리에서 제공하는 기능으로, 머신러닝 모델을 훈련할 때 데이터셋을 적절히 분리하는 데 사용된다. test_size=0.2는 테스트 데이터의 비율을 설정하는 매개변수이다. 0.2는 전체 데이터의 20%를 테스트 데이터로 사용하고, 나머지 80%는 훈련 데이터로 사용하겠다는 의미이다. 예를 들어, 데이터가 1,000개라면 훈련 데이터를 800개, 테스트 데이터를 200개로 분할하여 사용한다.

인공지능의 문제 해결 프로세스

인공지능은 대규모 데이터셋을 신속하게 분석하고 인간이 놓칠 수 있는 패턴을 식별하여 더 나은 의사 결정을 지원하기 때문에 복잡한 상황에서 문제 해결 능력을 크게 향상시킨다. 인공지능은 반복적인 작업을 자동화하고 복잡한 시나리오를 시뮬레이션하여 다양한 해결책을 탐색할 수 있으며, 자연어 처리 기능을 통해 방대한 정보를 이해하고 관련 인사이트를 제시할 수 있다. 이처럼 문제 해결 선상에서 인공지능의 능력은 예측 분석을 통해 미래 결과를 선제적으로 조치할 수 있도록 만들어준다. 이때 최적화 알고리즘을 사용하면 복잡한 제약 조건 하에서도 최적의 솔루션을 찾아내고 제안하면서 인간 전문성을 AI 능력으로 보완할 수 있는 것이다. AI의 문제 해결 프로세스는 일반적으로 다음과 같은 단계로 구성된다.



각 단계는 AI가 복잡한 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 하게 되며 이 프로세스를 통해 AI는 대규모 데이터를 분석하고, 패턴을 식별하며, 최적의 솔루션을 제안하여 인간의 의사 결정을 지원하는 것이다.

1. 문제 정의는 우리가 정확히 무엇을 해결하려 하는지 명확히 하는 단계이다. 마치 의사가 환자의 증상을 정확히 파악하는 것처럼, 해결해야 할 문제의 본질과 목표를 구체적으로 정의한다. 예를 들어 "온라인 쇼핑몰의 고객 이탈을 줄이고 싶다"는 막연한 목표를 "향후 3개월 내 구매 가능성이 높은 고객을 예측하는 시스템 개발"로 구체화하는 것이다. 만약 프로그램을 의뢰받은 회사의 입장에서라면 문제 정의와 데이터 수집 사이에 '요구 사항 분석' 단계를 추가하기도 한다. 이 단계에서 구체적인 목표, 제약 조건, 성공 기준을 보다 명확하게 할 수 있기 때문이다.
2. 데이터 수집 및 전처리는 요리의 재료를 준비하는 것과 비슷하다. 필요한 데이터를 모으고, 그것을 AI가 이해할 수 있는 형태로 다듬는 과정이다. 누락된 값을 채우고, 이상한 값들을 수정하며, 데이터의 형식을 통일하는 작업을 수행한다. 예를 들어 고객 구매 기록, 웹 사이트 방문 기록, 장바구니 데이터 등을 수집하고 정리하는 것이다.
3. 모델 선정은 문제 해결을 위한 적절한 도구를 고르는 단계이다. 마치 집을 지을 때 용도에 맞는 공구를 선택하듯, 문제의 성격과 데이터의 특성에 맞는 AI 모델을 선택한다. 고객 이탈 예측이라면 과거 데이터로부터 패턴을 학습하는 지도 학습 모델이 적합할 것이다. 실제 프로그램에서는 random_forest, logistic_regression 등과 같은 모델을 선정한다.
4. 모델 학습은 선택한 AI 모델이 데이터로부터 패턴을 배우는 과정이다. 마치 학생이 많은 문제를 풀어보며 실력을 키우는 것처럼, AI도 준비된 데이터를 반복적으로 학습하며 성능을 향상시킨다. 이 과정에서 모델의 다양한 설정값들을 조정하며 최적의 결과를 찾아간다. 모델 학습

후에 '모델 최적화' 단계를 포함하는 것을 고려해볼 만하다. 여기서 하이퍼파라미터 튜닝, 모델 압축 등을 수행할 수 있다.

❺ 모델 성능 평가는 개발된 AI 시스템이 얼마나 잘 작동하는지 검증하는 단계이다. 마치 새로운 자동차를 출시하기 전에 각종 테스트를 하듯이, AI 모델도 새로운 데이터로 테스트하여 실제 문제 해결에 도움이 되는지 확인한다. 예측의 정확도뿐만 아니라 실제 비즈니스 목표 달성에 얼마나 기여하는지도 평가한다.

❻ 마지막으로 공유(활용) 단계는 개발된 AI 시스템을 실제 현장에 배포하고 사용하는 과정이다. 마치 새로운 제품을 시장에 출시하는 것처럼, 개발된 모델을 실제 업무 환경에 통합하고 사용자들이 쉽게 활용할 수 있도록 하는 것이다. 또한 시스템의 성능을 지속적으로 모니터링하고 필요할 때 업데이트하는 것도 이 단계에 포함된다. 만약 프로그램을 의뢰받은 회사의 입장이라면 '유지보수 및 모니터링' 단계를 추가하게 될 것이다. 인공지능 모델은 시간이 지남에 따라 성능이 저하될 수 있기 때문에 지속적인 모니터링과 업데이트가 필요하다.

이러한 전체 과정은 순차적으로 진행되지만, 필요에 따라 이전 단계로 돌아가 개선하는 반복적인 특성을 가지고 있다. 더 나은 결과를 위해 계속해서 각 단계를 보완하고 발전시켜 나가는 것이 중요하다.

인공지능 로봇에게 필요한 윤리 기준

대한민국의 AI 윤리 기준은 '인간성을 위한 인공지능'이라는 근본적 가치를 토대로 수립되었다. 이는 인공지능이 단순한 기술적 효율성을 넘어서서, 인간의 고유한 가치를 보호하고 증진하는 방향으로 발전해야 한다는 철학을 담고 있다. 인공지능은 개인의 삶의 질을 향상시키고 사회 전반에 긍정적인 변화를 가져오는 동시에, 인간 본연의 존엄성을 훼손하지 않아야 한다.

3대 기본 원칙의 의미를 살펴보면, 다음과 같다.

❶ 인간의 존엄성 원칙은 "인공지능은 인간의 기본권을 최우선으로 존중해야 합니다. 사용자의 정신적, 신체적 건강과 안녕을 보장해야 합니다. 기술 발전이 인간의 존엄성을 저해하지 않도록 주의해야 합니다."이다.

❷ 사회의 공공선 원칙은 "인공지능은 개인의 이익을 넘어 사회 전체의 공익에 기여해야 합니다. 사회적 불평등을 해소하고 공동체의 발전을 도모해야 합니다. 기술 혁신이 사회 통합과 발전으로 이어지도록 해야 합니다."이다.

❸ 합목적성 원칙은 "인공지능은 인류의 삶을 풍요롭게 하는 도구라는 본질적 목적에 충실해야 합니다. 의도된 목적에 부합하는 방식으로 개발되고 활용되어야 합니다. 기술의 오남용을 방지하고 올바른 활용을 추구해야 합니다."이다.

이를 기반으로 한 10대 핵심 요건을 인공지능 로봇에 비추어 설명하면, 다음과 같다.

1) **인권 보장**: 인공지능 로봇은 인간과 상호작용할 때 모든 사용자의 기본적 인권을 동등하게 존중하는 것이 필수적이다. 예를 들어, 의료 보조 로봇은 환자의 의료 서비스 접근권을 보장하고, 교육용 로봇은 학습자의 교육받을 권리를 보장하는 방식으로 설계되어야 하는 것이다.

2) **프라이버시 보호**: 인공지능 로봇이 작동 과정에서 수집하는 사용자의 음성, 영상, 행동 패턴 등의 개인 정보는 엄격히 보호되어야 하는 것이다. 가정용 서비스 로봇의 경우 가정 내 사적인 정보가 외부로 유출되지 않도록 철저한 보안 체계를 갖추는 것이 필수적이다.

3) **다양성 존중**: 인공지능 로봇은 사용자의 성별, 나이, 장애, 문화적 배경에 관계없이 공평한 서비스를 제공하는 것이 핵심이다. 예를 들어, 안내 로봇은 다양한 언어와 문화적 특성을 고려한 소통 방식을 갖추어야 하는 것이다.

4) **침해 금지**: 인공지능 로봇은 물리적으로나 심리적으로 인간에게 해를 끼치지 않도록 설계되어야 하는 것이 기본이다. 산업용 로봇의 경우 작업자의 안전을 최우선으로 고려한 동작 제어 시스템을 갖추는 것이 필수적이다.

5) **공공성**: 인공지능 로봇은 특정 개인이나 집단의 이익만이 아닌, 사회 전체의 공익을 증진하는 방향으로 활용되어야 하는 것이다. 재난 구조 로봇이나 환경 정화 로봇과 같이 공공의 안전과 복지를 향상시키는 목적으로 운용되는 것이 중요하다.

6) **연대성**: 인공지능 로봇은 세대 간, 계층 간 소통과 이해를 증진하는 방향으로 활용되어야 하는 것이다. 예를 들어, 노인 돌봄 로봇은 노인과 가족 간의 유대관계를 강화하는 방식으로 설계되는 것이 바람직하다.

7) **데이터 관리**: 인공지능 로봇이 학습하고 활용하는 데이터는 명확한 목적 하에 수집되고 관리되어야 한다. 서비스 로봇이 수집한 사용자 데이터는 서비스 품질 개선 외의 용도로 활용되어서는 안 되는 것이 원칙이다.

8) **책임성**: 인공지능 로봇의 개발자, 제조사, 사용자는 각자의 책임 범위를 명확히 인지하고 있어야 하는 것이다. 로봇의 오작동이나 사고 발생 시 신속한 대응과 책임 소재 규명이 가능하도록 체계를 마련하는 것이 필수적이다.

9) **안전성**: 인공지능 로봇은 비상시나 오류 상황에서 사용자가 즉시 작동을 중지하거나 제어할 수 있는 기능을 반드시 갖추어야 하는 것이다. 특히 인간과 직접 접촉하는 로봇의 경우 더욱 철저한 안전 기준이 적용되어야 하는 것이 핵심이다.

10) **투명성**: 인공지능 로봇의 의사 결정 과정과 행동 원리는 사용자가 이해할 수 있는 수준으로 설명 가능해야 하는 것이다. 의료 진단 보조 로봇의 경우, 진단 결과에 대한 근거와 설명을 제시할 수 있어야 하는 것이 원칙이다.

이러한 핵심 요건들은 서로 긴밀하게 연결되어 있으며, 인공지능 로봇이 인간 사회에 안전하고 유익하게 통합되기 위한 필수적인 지침이 되는 것이다. 이를 통해 인공지능 로봇은 인간의 삶의 질을 향상시키는 동시에 인간의 존엄성과 기본권을 보장하는 방향으로 발전할 수 있는 것이다.

이해 관계자

인공지능 로봇 윤리에서 중요한 키워드 중 하나는 이해 관계자이다. 이해 관계자는 학교에서 급식을 준비하는 과정을 생각해 보면 쉽게 이해할 수 있다. 급식과 관련해서는 음식을 만드는 조리사 선생님, 급식을 먹는 학생들, 급식비를 내는 학부모님, 급식을 관리하는 영양 선생님, 식자재를 공급하는 업체 등 여러 사람들이 관련되어 있다. 이처럼 어떤 일과 관련해서 직접 또는 간접적으로 영향을 주고받는 모든 사람들을 '이해 관계자'라고 한다.

인공지능 로봇의 경우에도 마찬가지이다. 예를 들어 가정에서 사용하는 로봇 청소기를 생각해 보자. 로봇 청소기와 관련된 이해 관계자들은 다음과 같다.

- 로봇을 만드는 회사의 개발자와 직원들
- 로봇을 구매해서 사용하는 가정의 구성원들
- 로봇을 판매하는 매장의 직원들
- 로봇이 고장 났을 때 수리하는 기술자들
- 로봇이 작동할 때 영향을 받을 수 있는 반려 동물이나 방문객들

이처럼 인공지능 로봇과 관련된 이해 관계자들은 매우 다양하다. 그리고 각각의 이해 관계자들은 서로 다른 관심사와 걱정거리를 가지고 있다. 예를 들면 다음과 같다.

- 사용자는 로봇이 안전하고 사용하기 쉽기를 바란다.
- 제조사는 로봇을 효율적으로 만들어 수익을 내고 싶어한다.
- 수리 기술자는 로봇을 쉽게 고칠 수 있기를 바란다.
- 반려 동물은 로봇이 자신을 놀라게 하지 않기를 바란다.

이렇게 다양한 이해 관계자들의 입장을 모두 고려하고 균형을 맞추는 것이 인공지능 로봇 윤리에서 매우 중요하다. 마치 운동회를 할 때 모든 학생들이 즐겁게 참여할 수 있도록 규칙을 정하는 것처럼, 인공지능 로봇도 모든 이해 관계자들에게 도움이 되는 방향으로 개발되고 사용되어야 하기 때문이다.

이해 관계자가 중요한 이유를 좀 더 구체적으로 살펴보면, 학생들에게 인공지능 로봇 윤리를 생각해 보게 할 때 왜 이해 관계자와 연결하여 지도해야 하는지 알게 될 것이다.

첫째, 인공지능 로봇은 복잡한 사회적 관계망 속에서 작동하는 기술이기 때문이다. 개발자, 제조사, 판매자, 사용자, 그리고 로봇과 간접적으로 상호작용하는 일반 시민까지, 다양한 주체들이 서로 영향을 주고받는 관계를 형성하게 되는 것이다. 예를 들어, 병원 의료 보조 로봇의 경우 의료진, 환자, 보호자, 병원 관리자 등 여러 이해 관계자가 존재하며, 각자의 필요와 우려 사항이 다를 수 있는 것이다.

둘째, 윤리적 책임과 법적 책임의 소재를 명확히 하기 위해서이다. 인공지능 로봇이 오작동하거나 예상치 못한 문제가 발생했을 때, 누가 어떤 책임을 져야 하는지를 판단하기 위해서는 각 이해 관계자의 역할과 권한을 정확히 이해하고 있어야 한다. 이는 단순히 법적 책임 소재를 가리는 것을 넘어, 문제 예방과 해결을 위한 체계적인 접근을 가능하게 하는 것이다.

셋째, 인공지능 로봇의 윤리적 개발과 활용을 위해서는 모든 이해 관계자의 관점과 이익이 균형있게 고려되어야 하기 때문이다. 예를 들어, 제조사의 이익만을 고려한다면 비용 절감을 위해 안전성이 저하될 수 있고, 사용자의 편의성만을 고려한다면 개인 정보 보호가 소홀해질 수 있다. 따라서 다양한 이해 관계자의 요구사항을 종합적으로 고려하여 균형점을 찾는 것이 중요하다.

넷째, 인공지능 로봇 기술의 지속 가능한 발전을 위해서이다. 이해 관계자들 간의 신뢰와 협력이 없다면, 아무리 뛰어난 기술이라도 사회에 성공적으로 정착하기 어려운 것이다. 각 이해 관계자의 역할과 책임을 명확히 하고, 서로의 입장을 이해하며 소통하는 것이 기술의 건전한 발전과 수용을 위한 토대가 된다.

다섯째, 윤리적 가이드라인과 규제 정책을 수립하는 데

있어 이해 관계자의 이해는 필수적이다. 실효성 있는 정책을 만들기 위해서는 각 이해 관계자의 현실적인 상황과 요구 사항을 반영해야 하며, 이는 정책의 실행 가능성과 준수율을 높이는 데 기여한다.

결론적으로, 인공지능 로봇 윤리에서 이해 관계자를 이해하는 것은 단순히 관련된 주체들을 파악하는 차원을 넘어, 기술의 윤리적 발전과 사회적 수용, 그리고 지속 가능한 혁신을 위한 핵심 요소라고 할 수 있다. 이러한 이해를 바탕으로 할 때, 보다 책임있고 균형 잡힌 인공지능 로봇 윤리의 실현이 가능한 것이다.

로봇 윤리 헌장

한국로봇학회는 로봇윤리연구회(청주교대 한정혜 교수)를 중심으로 로봇 업계, 관련 협회뿐 아니라 법조인, 철학자 등의 의견까지 폭넓게 취합하여 로봇윤리헌장(안)을 개발해왔다. 로봇윤리연구회에서 관심을 가지고 있는 로봇은 물리적 동작이 가능한 다양한 형태의 자동 기계 장치이며 챗봇과 같은 사이버상의 로봇은 해당하지 않는다. 또한, 이 로봇윤리헌장은 인간이 로봇을 제작, 사용, 폐기하기까지의 과정에서 지켜야 할 규범이며, 로봇이 자신, 또는 로봇 간에 지켜야 할 규범이라는 2가지 관점에서 연구가 되었다.

2023년 12월에 발표한 로봇 윤리 헌장은 3대 기본 가치는 다음과 같다.

❶ 인간을 이롭게 하는 로봇

로봇의 개발, 사용 목적과 그 행위는 인간의 삶의 질 향상, 행복 증진 및 개인 역량 강화를 위해 존재해야 한다. 로봇은 인간의 존엄성, 자유, 평등, 인권 등 기본권을 보호할 수 있도록 설계, 제작, 공급, 사용, 관리되어야 한다(수렴을 통해 향후 로봇 분야에 있을 다양한 윤리 이슈 연구).

❷ 신뢰할 수 있는 로봇

로봇은 동작함에 있어서 인간의 안전을 확보해야 한다. 로봇은 목적과 의도에 부합되게 동작하는 신뢰성을 확보해야 한다. 로봇의 외형은 인간과 구별이 가능해야 하며, 로봇 간 식별이 되어야 한다(장기적으로 로봇 윤리 국가표준 제정 등을 검토).

❸ 공공선을 추구하는 로봇

로봇은 사회의 복지 향상과 공공 복리에 기여하도록 설계, 제작, 공급, 사용, 관리되어야 한다. 로봇과 인간의 협업, 로봇 간의 동작은 공공선에 위배되지 않아야 한다(분야별 가이드라인 수립을 위한 연구 지속).

3가지 기본 가치 밑에 위치하는 6대 윤리 원칙은 침해 금지, 안전성, 투명성, 책임성, 공정성, 지속 가능성이며 이에 대한 설명은 다음과 같다.

1) **침해 금지**: 로봇은 원칙적으로 인간의 신체, 정신에 위해를 가하는 목적으로 개발되거나 사용되어서는 안 된다. 로봇을 이용하여 타인의 사생활을 침해하거나 본래의 용도와 관련이 없는 데이터를 수집하지 않도록 해야 한다(이는 가상 공간에서의 정보 수집과는 완전히 차원이 다르다.). 인간, 동물, 자연 사회에 대해 직 · 간접적인 해를 입히는 목적으로 로봇을 개발, 제조, 사용 등이 되지 않도록 노력해야 한다.
2) **안전성**: 로봇의 설계, 제작, 공급, 사용, 관리 과정에서 발생할 수 있는 잠재적 위험의 예방과 인간의 안전을 최우선으로 보장하도록 노력해야 한다. 로봇은 안전상의 이유로 스스로 작동을 중지하거나 외부에서 중지할 수 있는 제어 기능 등이 있어야 한다.
3) **투명성**: 로봇이 인식, 판단, 동작하는 과정에 발생한 결과는 설명될 수 있어야 한다. 로봇 사용 시 예상되거나 발생할 수 있는 위험에 대해 충분한 정보를 제공할 필요가 있다.
4) **책임성**: 로봇은 외형으로 개별 구분과 관리가 되어야 한다. 누구나 로봇의 설계, 제작, 공급, 사용, 관리 과정에서 발생할 수 있는 윤리적, 법적 책임과 의무를 준수해야 한다. 로봇은 파손과 분실 등에 대비한 보호 모드를 가질 수 있다(이는 로봇 자신과 로봇간 윤리를 말한다.).
5) **공정성**: 로봇의 설계, 제작, 공급, 사용, 관리 과정에서 사용자 집단의 다양성과 공정성을 고려해야 하며, 성별, 연령, 장애, 종교 등에 대한 편향을 최소화해야 한다. 로봇에 대한 사회적 약자 및 취약계층의 접근성을 보장해야 한다.
6) **지속 가능성**: 생성 AI에는 엄청난 탄소가 배출되는데, 여기에 로봇이 결합한 지능형 로봇은 더 많은 탄소를 배출하기에 이런 조항이 필요하다. 이를 위해 국가 및 공공기관은 로봇 산업 생태계의 지속 가능한 성장과 발전을 위하여 대책을 마련하고 장려해야 한다. 또 로봇에 대한 안전 교육, 사용법 교육, 윤리 교육이 사회 구성원에게 이뤄져야 한다. 이와 함께 로봇의 설계, 제작, 공급, 사용, 관리, 폐기 또는 재활용 과정에서 사회 안정, 환경과 생태, 기후 체계에 미치는 부정적 영향과 피해를 최소화해야 한다(신규로 포함된 부분이다.).

출처 로봇신문, 2023. 12. 5.



I 대단원 평가 문제

01 로봇 기술의 발전에 따른 변화를 가장 잘 설명한 것은?

① 서비스 로봇의 생산성이 향상되고 있다.
② 로봇은 여전히 산업 현장에서만 주로 사용되고 있다.
③ 인공지능의 발달로 로봇이 인간의 모든 일자리를 대체하게 되었다.
④ 산업용 로봇 분야에서는 인간과의 협업이 가능한 협동 로봇이 확산되고 있다.
⑤ 서비스 로봇의 등장으로 산업용 로봇의 필요성이 완전히 사라졌다.

해설 과거의 로봇은 주로 산업용으로 활용되어 주어진 작업만을 수행했지만, 최근에는 인공지능 기술의 발달로 인해 상황에 따라 스스로 생각하고 판단하여 자율적으로 움직이는 지능형 로봇으로 발전하고 있다. 또한, 로봇은 이제 인간과 협업하고 교감하는 등 인간의 삶과 함께하는 서비스 로봇으로 확대되고 있다.

02 로봇의 의미에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 최근 인공지능 기술의 발달로 로봇이 일상 생활에서도 활용되고 있다.
② 과거의 산업용 로봇에서 인간과 협업하는 서비스 로봇으로 발전하고 있다.
③ 현대의 로봇은 인간의 노동력을 완전히 대체하여 인간과의 상호작용이 불필요해졌다.
④ 1950년대 최초의 산업용 로봇 개발 이후, 로봇은 현대 사회에서 필수적인 요소로 자리잡고 있다.
⑤ 로봇은 외부 환경을 인식하고 프로그램에 따라 판단하여 자율적으로 작업하는 기계 장치이다.

해설 로봇은 인간의 노동력을 완전히 대체하는 것이 아니라, 오히려 인간과 협업하고 교감하는 방향으로 발전하고 있다.

03 로봇의 공학적 특성에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 로봇 기술은 기계 공학만을 중심으로 발전하고 있다.
② 메카트로닉스는 로봇과는 상이한 단일 공학 분야의 기술을 의미한다.
③ 인공지능과 통신 기술의 융합은 로봇 산업 발전에 영향을 미치지 않는다.
④ 로봇 기술은 다양한 공학 분야의 융합과 첨단 기술의 접목으로 빠르게 발전하고 있다.
⑤ 로봇 산업은 기계 공학과 전자 공학으로서 전통적인 공학 분야의 융합만으로 발전하고 있다.

해설 로봇 기술은 기계 공학만이 아닌 여러 공학의 융합으로 발전하고 있다. 메카트로닉스는 로봇의 개념이 포함된 기술이며, 인공지능과 통신 기술의 융합은 로봇 산업의 발전에 큰 영향을 미치고 있다.

04 최근 로봇 산업의 발전 추세에 맞춰 새롭게 융합되고 있는 기술 분야를 2가지 적고, 각각에 해당하는 사례를 1가지씩 서술하시오.

• 신소재 공학과의 융합을 통한 사례로는 사람의 손 모양을 그대로 묘사한 소프트 로봇이 있다.
• 뇌 공학과의 융합을 통한 사례로는 생각만으로 행동을 제어할 수 있는 로봇 팔이 있다.

05 다음에서 설명하고 있는 로봇의 구성 요소는 무엇인가?

로봇 하드웨어 중 하나로 로봇의 두뇌 역할을 하며, 마이크로프로세서와 메모리, 프로그램 가능한 입출력 모듈을 하나의 칩으로 만들어 놓은 부분이다.

① 센서부 ② 구동부 ③ 제어부
④ 기구부 ⑤ 전원부

해설 마이크로컨트롤러에 대한 설명으로서 제어부에 속한다.



06 로봇의 센서부에 해당하는 역할을 사람의 신체 기관과 연결이 옳은 것은?

① 뇌 – 센서부
② 근육 – 기구부
③ 뼈 – 소프트웨어
④ 신경계 – 구동부
⑤ 눈, 귀, 피부 – 센서부

해설 사람의 신경계 중에서 눈, 귀, 피부 등 감각 기관은 외부 정보를 받아들이는 역할을 한다. 로봇의 경우 센서부(카메라, 마이크, 접촉 센서 등)가 이에 해당하며, 주변 환경을 감지하고 정보를 수집하는 기능을 수행한다.

07 로봇 하드웨어의 특징에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 센서 정보를 처리하여 주변 환경을 분석한다.
② 경로 계획, 장애물 회피 등의 기능을 수행한다.
③ 로봇 제어를 통해 동작을 프로그래밍할 수 있다.
④ 동작 및 사용 용도에 따라 다양한 기계 형태를 가진다.
⑤ 주어진 환경 변화에 실시간으로 반응하여 동작을 조절한다.

해설 하드웨어는 로봇의 물리적인 구조를 의미하며, 다양한 환경에서 적용될 수 있도록 기계적 형태(팔, 바퀴, 센서 등)가 다르게 설계된다. 반면, 소프트웨어는 동작을 결정하고 실행하는 데 필요한 알고리즘을 처리한다.

08 로봇을 하드웨어와 소프트웨어로 나눌 때 각각에 대한 설명을 간단하게 서술하시오.

하드웨어는 로봇을 물리적으로 만드는 부품들을 말하고, 소프트웨어는 로봇의 동작을 제어하는 프로그램을 의미한다. 특히 로봇의 하드웨어는 기계 장치와 전자 장치가 결합되어 있으며 기구부, 센서부, 제어부, 액추에이터(Actuator)라고도 불리는 구동부, 전원부 등을 포함한다.

09 다음의 (가), (나)에 들어갈 말이 바르게 나열된 것은?

입력 장치	신호	제어부			신호	출력 장치
(가)	→ (감지)	입력 포트	마이크로 컨트롤러	출력 포트	→ (출력)	(나)

	(가)	(나)
①	소리 센서	레이저 센서
②	가스 센서	동작 감지 센서
③	LED	서보 모터
④	서보 모터	소리 센서
⑤	동작 감지 센서	서보 모터

해설 입력 장치(동작 감지 센서)에서 발생한 신호는 입력 인터페이스를 통해 제어부로 전달되고, 제어부에서 발생한 명령은 출력 인터페이스를 통해 서보 모터(출력 장치)로 전달된다. 입력 장치(센서)는 주변 환경을 감지하여 마이크로컨트롤러에 신호를 보내는 역할을 한다. 소리 센서, 동작 감지(PIR) 센서, 가스 센서 등이 이에 해당한다. 반면, 서보 모터와 LED는 출력 장치로 분류된다. 마이크로컨트롤러는 센서에서 입력된 데이터를 처리하고, 모터 및 LED와 같은 출력 장치를 제어하는 역할을 한다. 로봇의 두뇌 역할을 하며, 입력 신호를 분석하여 적절한 동작을 수행하도록 명령을 내린다.



10 로봇의 구동 방식 중 전기 방식에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 피스톤을 활용하여 직선 운동을 수행한다.
② 기체가 아닌 액체를 활용하여 구동력을 얻는다.
③ 전기 모터의 회전력을 이용하여 운동을 발생시킨다.
④ 공압 실린더를 사용하여 빠른 속도로 움직일 수 있다.
⑤ 유압 실린더를 이용하여 강한 힘을 발생시킬 수 있다.

해설 전기 방식의 구동 장치는 전기 모터의 회전 운동을 이용하여 동작을 수행한다. 서보 모터, DC 모터 등이 이에 해당하며, 이를 통해 로봇의 움직임을 제어할 수 있다.

11 다음에서 설명하는 로봇 운영체제의 기능은?

센서에서 수집한 정보를 처리하고 저장하며, 이를 통해 로봇이 지속적으로 환경을 분석하고 최적의 행동을 결정할 수 있도록 한다. 예를 들어, 자율 주행 로봇이 주변 장애물 데이터를 분석하여 최적의 이동 경로를 설정하는 것이 이에 해당한다.

(데이터 관리)

해설 로봇 운영체제에는 센서에서 수집한 데이터를 처리하고 저장하는 데이터 관리 기능이 있다. 데이터는 환경 정보, 위치 정보, 물체 감지 및 이미지 데이터 등을 포함할 수 있으며, 데이터베이스 또는 파일 시스템을 통해 관리한다. 이를 통해 로봇은 외부 세계와 소통하는 역할을 할 수 있다.

12 로봇의 센서가 수행하는 역할과 인간의 감각 기관과의 유사점을 설명하시오.

로봇의 센서는 인간의 감각 기관과 유사한 역할을 하며, 주변 환경에서 정보를 수집하여 이를 전기적 신호로 변환한 후 제어부로 전달한다. 예를 들어, 소리 센서는 인간의 귀처럼 소리를 감지하고, 레이저 센서는 시각적인 정보(거리)를 측정하는 역할을 한다. 또한, 조도 센서는 눈처럼 빛의 강도를 감지하며, 압력 센서는 피부의 촉각을 모방하여 힘의 크기를 측정한다. 이를 통해 로봇은 인간처럼 환경을 인식하고 적절한 행동을 수행할 수 있다.

해설 센서는 로봇이 외부 환경을 감지하고 인식하는 중요한 도구이다. 인간이 눈, 귀, 피부 등의 감각 기관을 통해 외부 정보를 받아들이는 것처럼, 로봇도 다양한 센서를 이용하여 환경을 분석하고 이에 맞게 동작을 조절한다.

13 로봇의 주요 분류에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 협동 로봇은 산업용 로봇의 한 종류이다.
② 서비스용 로봇은 산업 현장에서만 사용된다.
③ 산업용 로봇은 일상생활에서 서비스를 제공한다.
④ 전문 서비스용 로봇은 일반적인 상황에서 전반적으로 사용된다.
⑤ 개인 서비스용 로봇은 특수한 작업을 수행하면서 개인에게 이익을 준다.

해설 협동 로봇은 산업용 로봇의 한 종류이다.

14 산업용 로봇의 발전에 따라 협동 로봇이 확산되고 있다. 이를 통해 산업 현장에 미치는 영향 2가지를 제시하고 서술하시오.

첫째, 작업 환경의 안전성이 크게 향상되었다. 협동 로봇의 도입으로 인간 작업자와 로봇이 같은 공간에서 안전하게 작업할 수 있게 되어 중소 규모의 기업에서도 도입이 가능해졌다.

둘째, 생산의 유연성이 증가했다. 협동 로봇은 프로그래밍이 용이하고 다양한 작업에 적용할 수 있어, 생산 라인의 빠른 재구성이 가능해졌다.

15 서비스용 로봇의 특징으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 산업 현장 외의 환경에서 사용된다.
② 인간의 편의를 위한 서비스를 제공한다.
③ 인공지능 기술과 결합되어 발전하고 있다.
④ 산업용 로봇보다 활용 범위가 제한적이다.
⑤ 개인 서비스용과 전문 서비스용으로 구분된다.

해설 산업 현장 이외의 모든 영역에 활용될 수 있으므로 산업용 로봇보다 활용 범위가 넓다.

16 산업용 로봇과 서비스용 로봇의 차이점을 서술하시오.

산업용 로봇은 주로 산업 현장에서 작업을 수행하기 위해 설계되었으며, 이로 인해 작업 현장의 안전성이 향상되고 생산성이 크게 증가하고 있다. 반면, 서비스용 로봇은 산업 현장이 아닌 일상생활에서 다양한 서비스를 제공하는 데 초점을 맞추고 있다. 개인 서비스용 로봇은 일상생활에서 다양한 서비스를 제공하며, 전문 서비스용 로봇은 특수하고 전문적인 작업을 수행한다.

17 최근 로봇의 활용 분야에 대한 설명으로 <u>가장</u> 적절한 것은?

① 산업용 로봇의 사용이 급격히 감소하고 있다.
② 로봇 기술은 더 이상 발전하지 않고 정체되어 있다.
③ 지능형 로봇의 발전으로 로봇의 활용 분야가 확대되고 있다.
④ 서비스용 로봇은 인공지능 기술과는 단절된 채로 발전하고 있다.
⑤ 협동 로봇의 도입으로 작업 현장의 안전성과 생산성이 저하되고 있다.

해설 지능형 로봇이 발전하면서 산업용 로봇에서 서비스용 로봇에 이르기까지 확대되고 있다.

18 로봇의 활용에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 산업용 로봇은 정확하고 효율적인 작업 수행이 가능하다.
② 수술 로봇은 증강 지능의 도입으로 더욱 정밀한 수술이 가능해졌다.
③ 교육용 로봇은 주로 대형 강의실에서의 강의 중심의 교육에서 활용된다.
④ 협동 로봇은 사람과 함께 작업할 수 있어 중소 규모 공장에서도 활용된다.
⑤ 재난 구호 로봇은 사람이 접근하기 어려운 지역에서 구호 활동이 가능하다.

해설 교육용 로봇은 개인 맞춤형 교육이나 학생 중심 활동에서 활용된다.



대단원 평가 문제

19 인공지능 기술의 특징으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 인간과 자연스럽게 상호작용할 수 있다.
② 데이터를 기반으로 학습하여 성능을 향상시킨다.
③ 인간의 개입 없이 모든 문제를 완벽하게 해결한다.
④ 인식 능력을 통해 외부 정보를 수집하고 해석한다.
⑤ 다양한 방법으로 정보를 표현하고 논리적 판단을 내린다.

해설 인공지능은 강력한 문제 해결 능력을 갖추고 있지만, 모든 문제를 완벽하게 해결하는 것은 불가능하다. 특정한 한계를 가지며, 복잡한 상황에서는 여전히 인간의 개입과 조정이 필요하다.

20 딥러닝에 대한 설명으로 <u>가장</u> 적절한 것은?

① 단순한 데이터 분류에만 사용된다.
② 인공지능 전체를 포괄하는 개념이다.
③ 학습 과정에서 오류가 발생하지 않는다.
④ 항상 사람의 직접적인 개입이 필요하다.
⑤ 인공 신경망을 기반으로 한 기계학습의 한 분야이다.

해설 딥러닝은 데이터 분류뿐만 아니라 예측, 생성 등 다양한 분야에 활용되며, 기계학습의 한 분야이지 인공지능 전체를 포괄하는 개념은 아니다. 또한, 학습 과정에서 오류가 발생할 수 있으며, 항상 사람의 직접적인 개입이 필요한 것도 아니다.

21 인공지능 로봇의 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 각각 2가지씩 서술하시오.

❶ 긍정적인 영향으로는 생산성 및 효율성 향상과 개인 맞춤형 서비스 제공이 있다.
❷ 부정적인 영향으로는 일자리 위협이나 사생활 침해 소지가 발생한다는 점이 있다.

22 인공지능 로봇의 특징과 영향에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 인공지능 로봇은 환경 변화에 대응하는 능력이 없다.
② 인공지능 로봇은 항상 인간의 통제와 지원이 필요하다.
③ 인공지능 로봇의 결정에 대한 책임 소재는 항상 명확하다.
④ 인공지능 로봇의 도입으로 모든 산업 분야에서 일자리가 증가한다.
⑤ 인공지능 로봇은 개인의 경험을 학습하여 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다.

해설 인공지능 로봇은 사용자의 행동, 선호도, 패턴 등을 학습하고 분석하여 각 개인에게 최적화된 서비스를 제공할 수 있다.

23 인공지능 로봇의 윤리적 원칙에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 인공지능 로봇의 책임 소재는 개발자에게 우선적으로 있다.
② 인공지능 로봇은 예외없이 모든 상황에서 완벽한 투명성을 보장해야 한다.
③ 인공지능 로봇은 구입한 소유자 개인의 행복 추구만을 위해 활용되어야 한다.
④ 인공지능 로봇의 오류나 침해 발생 시 사용자가 동작을 제어할 수 있어야 한다.
⑤ 인공지능 로봇은 언제 어디서나 개인 정보를 빠짐없이 수집하고 활용할 수 있어야 한다.

해설 인공지능 로봇의 안전성 원칙에 해당하며, 사용자의 통제권을 보장함으로써 잠재적인 위험을 최소화하고자 하는 중요한 윤리적 지침이다. 이 원칙은 인공지능 로봇이 예기치 않은 상황에서 오작동하거나 윤리적 문제를 일으킬 때 인간이 개입하여 통제할 수 있도록 하여, 기술의 안전한 사용과 인간의 자율성을 보장하는 데 중요한 역할을 한다.

24 인공지능 로봇의 윤리적 이슈를 1가지 설정한 후, 이 문제를 해결하기 위해 필요한 윤리적인 기준 2가지를 들어 바람직한 방안을 500자 내로 논술하시오.

인공지능 로봇의 발전은 우리의 생활을 편리하게 만들어 주지만, 그와 동시에 여러 윤리적 이슈를 동반하고 있다. 특히, 인공지능 로봇이 자율적으로 의사 결정을 내릴 때 발생하는 '책임 소재의 문제'는 중요한 윤리적 과제로 떠오르고 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 명확한 윤리적 기준이 필요하다. 책임 소재의 문제를 해결하기 위한 두 가지 윤리적 기준으로 '책임성'과 '투명성'을 제시할 수 있다. 첫째, '책임성' 기준에 따라 인공지능 로봇의 설계자, 제조사, 사용자 간의 책임 소재를 명확히 해야 한다. 이를 위해 인공지능 로봇의 의사 결정 과정과 행동에 대한 감사 체계를 구축하고, 문제 발생 시 책임을 명확히 할 수 있는 법적 장치를 마련해야 한다. 둘째, '투명성' 기준에 따라 인공지능 로봇의 의사 결정 과정을 설명 가능하고 해석 가능하게 만들어야 한다. 알고리즘의 작동 원리와 데이터 처리 과정을 공개하고, 인공지능 로봇의 결정에 대해 이해 관계자들이 검토하고 이의를 제기할 수 있는 절차를 마련해야 한다. 이러한 기준들은 인공지능 로봇이 사회에서 신뢰받고 안전하게 사용될 수 있도록 돕는다. 결론적으로, 인공지능 로봇의 책임 소재 문제는 그 발전과 함께 해결해야 할 중요한 윤리적 이슈이다. 책임성과 투명성을 바탕으로 한 윤리적 기준을 마련함으로써, 인공지능 로봇이 사회에 긍정적인 영향을 미치고 인간의 삶을 더욱 향상시키는 데 기여할 수 있을 것이다. 정부, 기업, 연구기관 및 시민 사회가 협력하여 이러한 기준을 실현해 나가는 것이 바람직하다.

평가 준거

1. 윤리적 이슈 1가지를 제시하였는가?
2. 윤리 기준 2가지를 제시하였는가?
3. 윤리 기준에 따라 해결 방안을 제시하였는가?
4. 윤리적 이슈는 타당한가?
5. 제시한 윤리 기준은 윤리적 이슈를 해결하기에 적합한가?
6. 제시한 해결 방안은 윤리 기준에 적합한 내용인가?
7. 서론, 본론, 결론이 자연스럽게 이어지고 있는가?
8. 표현이 논리적이고 일관성이 있는가?
9. 제시된 글자 수를 준수하고 있는가?

- 9가지에 해당하는 경우: 20
- 8가지에 해당하는 경우: 19
- 7가지에 해당하는 경우: 18
- 6가지에 해당하는 경우: 17
- 5가지에 해당하는 경우: 16
- 4가지에 해당하는 경우: 15
- 3가지에 해당하는 경우: 14
- 2가지에 해당하는 경우: 13
- 1가지에 해당하는 경우: 12
- 모두 해당하지 않는 경우: 11
- 미완성인 경우: 10