

3D 프린터를 활용한 로봇 팔의 제작과 제어를 위해 시도한 융합 교육의 발전 방안 연구

A study on the Development of Fusion Education Attempting to Utilize 3D Printing for the Fabrication and Control of Robot Arms

장은영, 유형진*

국립공주대학교 전기전자제어공학부

Eum-young Chang, Hyung-jin Yu*

Div. of Electrical, Electronics & Control Engineering, Kongju National University, Chungnam 31080, Korea

[요약]

이 연구는 특성화고 학생들에게 인벤터 소프트웨어를 사용하여 로봇 팔을 디자인하고 3D 프린터를 통해 제작하여 아두이노 마이컴으로 제어하는 융합 교육 방법을 소개하며, 학생들에게 실무 경험을 제공하고 다양한 학문 분야의 지식과 기술을 융합할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 학생들은 CAD 소프트웨어로 디자인을 시작하고, 3D 프린팅 기술을 통해 실제로 로봇 팔의 부품을 제작하며, 마지막으로 부품을 조립한 로봇 팔을 프로그래밍하여 제어하게 하였다. 이 융합교육에서 학생들의 문제 해결 능력과 창의성을 키우고, 학습 동기를 높이는 데 도움이 되었고 이런 교육적시도가 실제 교육과정에 적용하기 위해서는 적절한 자원과 교사의 지속적인 관심과 지원이 필요하며, 이러한 연구는 향후 교육에서 적용 가능성을 탐색하기 위한 기초적인 연구로 간주된다.

[Abstract]

This study introduces specializer high school students, as a fusion education method using Inventor software to design a robot arm, which is then 3D printed and controlled by an Arduino microcontroller. Students gain practical experience and have the opportunity to integrate knowledge and skills from various academic fields. They start by designing in CAD software, proceed to fabricate actual robot arm components using 3D printing technology, and finally program and control the assembled robot arm. This interdisciplinary education enhances students' problem-solving abilities, fosters creativity, and increases their motivation to learn. To implement such educational endeavors in actual curricula, ongoing teacher support and appropriate resources are essential. This research serves as a foundational exploration of the applicability of fusion education in future learning contexts.

Key Words: Design and modeling of Robot arm, Fusion education in specialized vocational high school, Innovative education

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2024.121>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 14 March 2024; **Revised** 3 April 2024

Accepted 8 April 2024

***Corresponding Author**

E-mail: youhyungjin@naver.com

I. 서론

현재 특성화 고등학교의 전문 교과 수업에는 융합교육시도가 많이 있고 장점도 있지만 여러가지 문제점도 무시할 수 있는 정도는 아니며 몇가지를 언급해 보면, 일부 특성화 고등학교의 NCS전문교과 수업은 특정 분야에 과도하게 집중될 수 있다. 이로 인해 학생들이 다양한 분야에 대한 폭넓은 지식과 경험을 얻는 것이 어려울 수 있고, 전문 교과 수업에서는 특정 분야에 중점을 두고 교육이 이루어지는 경우가 많다. 이는 학생들이 자신의 관심과 역량을 충분히 발휘할 수 있는 기회를 제한할 수 있는 반면 전문 교과 수업과 일반 교과 과정 간의 연계가 부족한 경우가 있다. 이로 인해 학생들이 전문 지식을 일반 교과와 연결시키는 데 어려움을 겪을 수 있고, 몇몇 전문 교과 수업은 이론적인 지식에 치중하여 실무적인 경험을 하기에 부족함이 있을 수 있고, 이는 산업 현장에서 요구되는 전반적인 실무 능력을 키우는 데 어려움을 줄 수 있다. 또한 특성화 고등학교의 전문 교과 수업에서는 특정 분야에 대해서만 특별한 관심을 갖고 타 교과에 대해서 관심을 기울이지 않아 지식의 편중현상이 심한 학생들도 종종 볼 수 있다. 이로 인해 향후 사회에 진출했을 때 문제 해결을 위한 다양한 관점과 경험이 부족할 수 있고, 일부 학생들은 전문 교과 수업의 학습 부담을 갖고 있으며 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법의 하나로서 학습 동기 유발을 위한 융합 수업의 도입이 하나의 대안이 될 수 있다[1-3].

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방안을 모색한 결과 학생들에게 목표를 주고 이것을 달성하기 위한 다양한 과목을 접목할 수 있는 3D프린터를 활용한 로봇 팔 제어를 시험적으 시도하였다. 현대 사회에서는 과학기술의 발전으로 인해 다양한 분야에서 혁신적인 기술이 등장하고 있다. 특히 3D 프린팅 기술은 제조업부터 의료, 건설, 자동차 산업 등 다양한 분야에 걸쳐 혁신을 가져오고 있다. 이러한 기술의 발전은 교육 분야에도 영향을 미치며, 전통적인 교육 방식을 혁신하고 새로운 학습 경험을 제공하는 데에 기여하고 있다. 로봇 공학, 컴퓨터 공학 및 디자인 등의 다양한 분야의 지식과 기술을 융합하여 학생들에게 현실적이고 창의적인 학습 경험을 제공할 수 있고, 이를 통해 학생들은 문제 해결 능력과 협업 능력을 향상시키는 동시에 창의성과 창업 마인드를 기를 수 있다[4,5].

II. 이론 및 실험적 배경

특성화고에서 단순한 작업을 지속적으로 수행하는 경우

학생들이 나타낼 수 있는 다양한 현상들을 나열해 보면, 집중력 저하 즉 반복적이고 단순한 작업은 학생들의 관심을 떨어뜨릴 수 있으며, 이로 인해 작업에 대한 몰입이 저하될 수 있다. 학생들은 단순반복적인 작업에 흥미를 잃고 지루함을 느낄 수 있고, 반복적인 작업은 학생들의 학습동기를 저하시키고 학생들의 창의성을 억누를 수 있으며 노력과 도전이 필요하지 않은 작업은 학생들에게 새로운 아이디어를 도출하거나 창의적으로 생각하는 기회를 제한할 수 있고, 작업에 대한 의욕적인 반응의 부족을 초래할 수 있다. 따라서 학생들은 작업에 대해 무관심하게 되거나 부정적으로 반응할 수 있으며, 결과적으로 학습에 대한 성과도 감소할 수 있다.

A. 특성화고 학생들의 과목에 대한 동기 부여 방법 조사

이러한 문제점을 해결하기 위한 많은 시도와 적용이 있어 왔으며 이 연구에서도 다양한 학생들의 취향이나 학습 능력을 파악하기 위한 설문 조사를 특성화고에 재학중인 학생을 대상으로 실시 하였다. 대학 진학을 고려하는 학생은 진학진로 관련성 강화 중요성을 강조하였고, 과목을 통해 실제 문제를 해결하려는 학생들은 산업현장에서의 응용 가능성을 강조하여 학생들에게 의미 있는 경험을 제공하기를 원하는 등 다양한 요구들을 나열하여 보면, 일부 학생은 창의적인 과제나 프로젝트를 제공하여 자신의 아이디어를 실현할 수 있는 기회를 주고 자신의 역량을 발휘할 수 있게 해달라는 요구, 학생들이 스스로 학습 목표를 설정하고 자신의 학습을 할 수 있게 해달라는 요구, 교사가 다양한 학습 방법과 자료를 활용하여 학생들의 학습 스타일에 맞게 학습 경험을 제공해 달라는 요구, 긍정적인 피드백 제공을 원하는 요구, 흥미로운 활동과 게임 활용을 통해 학생들의 호기심을 자극하고 학습에 대한 흥미를 유발할 수 있게 해달라는 요구 등 다양한 요구들이 있었다. 설문 조사의 결과는 다음과 같다.

아래에서 보는 바와 같이 학생들이 흥미로운 활동과 게임 활용을 통해 학습하는 것을 선호하며, 진로와 관련성 있는 학습 경험을 중요시한다는 점을 강조하고 또한, 창의적인 활동과 프로젝트를 포함한 학생들의 창의성과 문제 해결 능력을 더욱 강화시키는 노력이 필요함을 시사한다.

특성화고 학생들이 갖추어야 할 역량이 무엇이나 라는 설문조사에서 가장 많은 학생들이 필요 역량 부분으로 기술적인 능력을 꼽았다. 비록 많은 학생들이 진학을 하겠다고 하지만 그래도 학생들이 산업 현장에서 필요로 하는 기술과 도구에 대한 이해와 숙련된 기술을 보유해야 한다는 것을 인식하고 있음을 나타내고, 그 다음으로는 협업과 소통 역량이 중요하다는 것을 인식하고 있으며, 그 외에도 문제 해결 능력이나

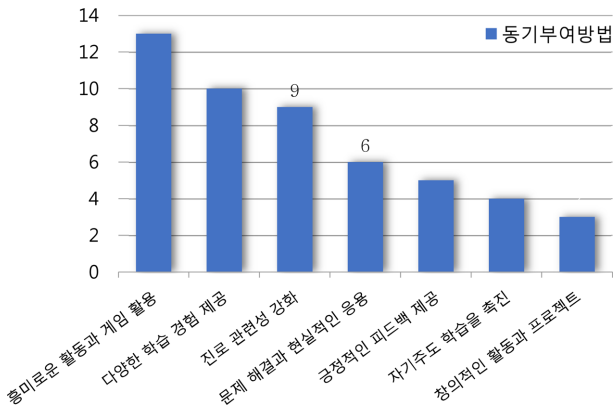


그림 1. 특성화고 학생들의 과목에 대한 동기 부여 방법

Fig. 1. Motivation methods for specialized high school students' subjects.

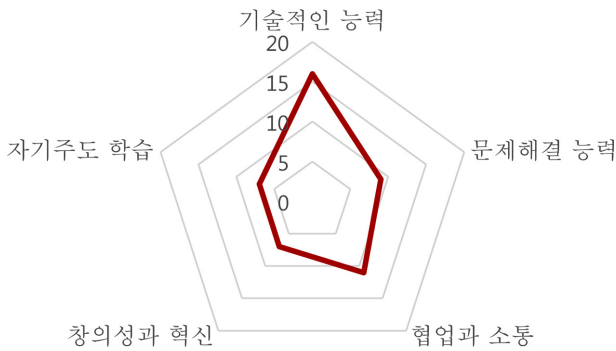


그림 2. 특성화고 학생들이 미래를 위해 갖춰야 할 역량

Fig. 2. Competencies specialized high school students need for the future.

창의성과 혁신 그리고 자기주도 학습 능력으로 산업 현장에서의 성공을 위해 필요한 핵심 역량으로 간주하고 있다. 따라서 특성화고 학생들에게는 이러한 다양한 역량을 효과적으로 개발하고 강화하는 교육 과정이 제공되어야 이를 통해 학생들은 미래의 산업 현장에서 성공적으로 적응하고 성장할 수 있을 것이라 인식하고 있다.

본 연구에서 특성화고 학생들에게 가장 학습에 대한 동기 부여를 할 수 있는 흥미로우며 다양한 기술적인 역량을 갖추기 위한 과정을 고려하여 3D 프린팅 기술을 활용한 로봇 팔을 제작하는 과정은 학생들에게 다양한 학문 분야에서의 실무 경험을 제공할 수 있을 것이라 생각되어 선정하게 되었다. 먼저, 디자인 단계에서는 학생들이 CAD 소프트웨어를 사용하여 로봇 팔의 디자인을 구상하고 모델링하고 이를 통해 학생들은 공학적인 사고와 디자인 능력을 향상시키며, 현실적

인 제품을 제작하는 과정을 경험하게 하고자 했다.

다음으로, 3D 프린팅을 통해 디자인한 로봇 팔의 부품을 실제로 출력하고 조립하는 과정에서 학생들이 제조 공정과 재료의 특성을 이해하고 활용할 수 있고, 이를 통해 학생들은 제조 기술과 공학적인 문제 해결 능력을 키우고 제품 제작에 필요한 제조와 조립 기술을 습득할 수 있다. 마지막으로, 제작한 로봇 팔을 프로그래밍하여 제어하는 과정은 컴퓨터 공학과 소프트웨어 개발에 대한 이해를 높일 수 있는 기회로 학생들은 프로그래밍 언어를 사용하여 로봇을 움직이고 작업을 수행하는 방법을 학습함으로써 컴퓨터 공학적인 사고력을 키우고 문제 해결 능력을 강화할 수 있다[6].

III. 융합수업내용 및 방법

A. 로봇 팔의 개발에 적용되는 기술

로봇 팔을 융복합수업에 적용한 이유는 로봇 팔이나 로봇이 4차 산업혁명시대에 매우 적합한 기술로 평가되는 이유를 알아보면, 4차 산업혁명은 자동화 기술의 발전을 이끌고 있는데 로봇 팔은 제조 공정에서 인간 작업자의 역할을 자동화하고, 생산성을 향상시키는 데 중요한 역할을 하고 로봇 팔은 다양한 형태와 크기로 제작되며, 다양한 작업 환경과 작업에 적용될 수 있다. 이는 다양한 산업 분야에서의 적용 가능성을 높여주고 로봇 팔은 사람의 운동과 비교하여 높은 정밀도와 일관성을 제공할 수 있으며 이는 제조 공정에서 제품의 품질을 향상시키고 생산성을 높이는 데 기여할 것이다. 4차 산업혁명은 인간과 로봇 간의 협력을 강조하는데 로봇 팔은 인간 작업자와 함께 작업하여 생산성을 향상시키고, 더 안전하고 효율적인 작업 환경을 조성할 수 있다. 4차 산업혁명은 데이터와 연결성에 중점을 두고 있어 로봇 팔은 센서 및 IoT 기술과 통합되어 작동하며, 생산 데이터를 수집하고 분석하여 생산 프로세스를 최적화하는 데 활용될 수 있다. 로봇 팔의 혁신적인 응용 분야를 열어주는데 응용 분야로는 의료, 건설, 로봇 공학, 우주 탐사 등도 포함될 수 있다. 이러한 여러가지 이유로 로봇 팔은 4차 산업혁명시대에 적합한 기술로 간주되며, 다양한 산업 분야에서의 적용 및 발전이 기대된다.

이러한 로봇 팔에는 적용되는 다양한 기술 분야를 알아보면, 로봇 팔의 구조 및 기계적인 부품들의 설계와 제조에 기계 공학 지식이 필요한데 이에 는 강도 및 강성 분석, 부품 조립 및 운동 학 등이 포함되고, 로봇 팔의 부품 제작에 사용되는 재료의 선택과 속성을 이해하는 데 재료 공학 지식이 필

요하다. 이에는 강도, 경도, 내식성 등의 재료 특성을 고려한 재료 선택과 가공 공정 등이 포함된다. 로봇 팔의 자세 제어, 기구학, 전 방향 운동학 등 운동학과 정역학을 이해하는데 로봇 공학 지식이 필요하다. 로봇 팔의 제어 즉 모터 제어, 센서 읽기, 통신 시스템 및 운전에 필요한 전기 및 전자 시스템을 개발하는 데 전기 및 전자 공학 기술도 사용되고 로봇 팔의 제어 알고리즘 개발, 프로그래밍 언어 사용, 시뮬레이션 및 모델링 등 제어와 프로그래밍에 필요한 컴퓨터 공학 기술이 포함된다. 점점 인공지능이 현실화되고 있어 인공지능 및 머신러닝: 일부 고급 로봇 팔 시스템은 인공지능 및 머신러닝 기술을 사용하여 환경에 따라 스스로 학습하고 적응할 수 있게 하고 이미지 처리, 자율 주행 및 자동화 등의 기술들이 총망라된 융합기술의 결정체가 될 수 있다.

B. 융합 교육에 적용한 로봇 팔의 모델링

제조부터 자동차, 농업에 이르기까지 로봇 암은 오늘날 사용되는 가장 일반적인 로봇 중 하나이다. 또한 산업 현장에서 로봇 팔, 곧 로봇 암의 중요성은 계속해서 증가하고 있는 추세이다.

관절 로봇 암 이라고도 알려진 로봇 팔은 빠르고 안정적이며 정확하고, 다양한 환경에서 무한한 작업을 수행하도록 프로그래밍할 수 있다. 공장에서 장비 또는 부품 도장 등의 반복적 작업을 자동화하고, 창고에서 분배 컨베이어의 상품을 피킹, 선별 또는 분류하여 소비자 주문을 처리하거나, 농장에서 익은 과일을 따서 저장 트레이에 놓는 작업 등을 위해 사용된다. 그리고 산업용 로봇 기술이 발전하고 산업 환경이 보다 연결됨에 따라 로봇 팔의 기능은 새로운 사용자 사례와 비즈니스 운영 모델을 지원할 수 있도록 확장될 수 있다.

오늘날에는 고해상도 심도 카메라, 강력한 CPU 및 GPU 등의 장치와 AI 기술 덕분에 로봇 암은 센서와 인공지능을 통해 증강되어 새로운 작업을 수행할 수 있고, 이러한 스마트 비전 증강 로봇은 주변의 개체를 감지하고, 유형별로 인식하고, 그에 따라 조작할 수 있다. 이러한 기능을 통해 로봇은 더 정확하고 일관성 있게, 이전보다 더 안전하고 빠르게 작동할 수 있고 또한 로봇이 달성할 수 있는 작업 범위도 확장되고 있다.

특성화고 학생들에게 적합하다고 생각되는 4축 로봇 팔을 제작하기로 하고 각 부품의 디자인은 인벤투를 통해 모델링하기로 하며 적용한 4축 로봇 팔의 개념도는 아래와 같다.

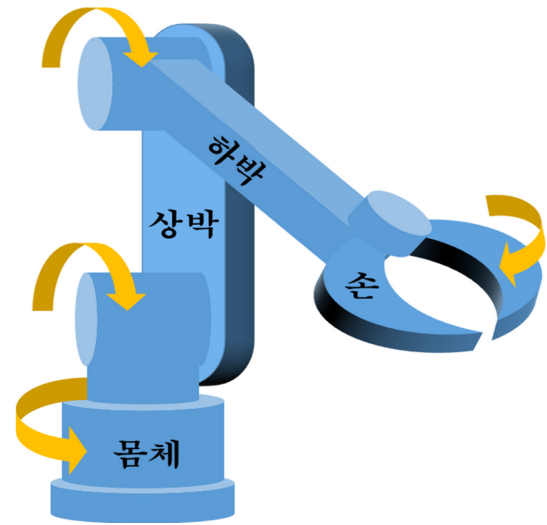


그림 3. 4축 로봇 팔의 개념도
 Fig. 3. Conceptual diagram of a 4-axis robot arm

C. 로봇 팔 하드웨어 설계

실제 산업용 로봇 팔 하드웨어 설계를 영역별로 세분화해 보면 다음과 같이 다양한 영역으로 나눌 수 있는데 특성화고 융합수업에서 이것들을 다 다룰 수 없고 기구부설계와 써보 모터를 이용한 로봇 팔의 작동에 주안점을 두었다.

인벤투에서 모델링한 각 약 30여개의 부품 조립투상도를 아래에 나타내고 있으며 써보 모터와 전장품은 포함하지 않았다.

로봇 팔의 제어는 아두이노 마이콤을 사용하였다. 아두이노는 2005년 이탈리아의 대학교수인 Massimo Banzi와 David Cuartielles가 전기 전자를 전공하는 학생들이 손쉽게 공부할

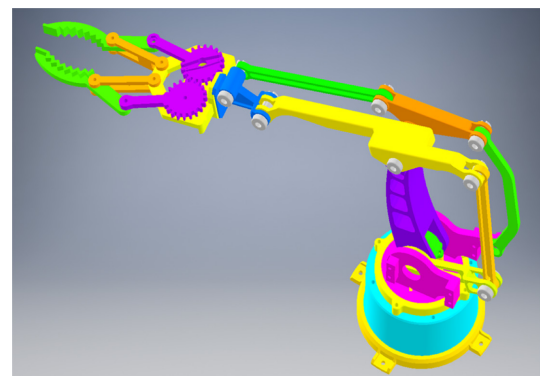


그림 4. 4축 로봇팔의 조립도
 Fig. 4. Assembly diagram of a 4-axis robot arm.



그림 5. 4축 로봇 팔의 실제 모습 사진
 Fig. 5. Photo of a 4-axis robot arm.

수 있도록 값싼 교재용 마이컴 보드를 개발한 것인데 아두이노는 기술의 장벽이 매우 낮아서 지금은 정보처리나 기계, 디자인, 크리에이터 등 다양한 학생들이 사용하여 마이컴 보드의 표준이 되고 있다. 사용 언어는 C/C++을 사용하고 컴파일러 및 라이브러리는 AVR-GCC을 사용하고, 공식적으로 오픈소스로 이러한 통합개발환경(IDE)인 아두이노 소프트웨어를 작하여 무료로 내려 받아 사용할 수 있다. 다음은 아두이노를 활용한 본 4축 로봇 팔 제어 블록도를 나타낸 것이다.

로봇의 작동 단계를 크게 구분하면 인지 → 판단 → 구동으로 구분할 수 있다. 이 단계들은 로봇이 환경과 상호작용하고 움직임을 제어하는 데 중요하다.

첫째로 인지 (Sensing)는 다양한 센서를 통해 주변 환경을 감지하는데 이 센서는 오감과 관련된 정보를 수집하며, 속

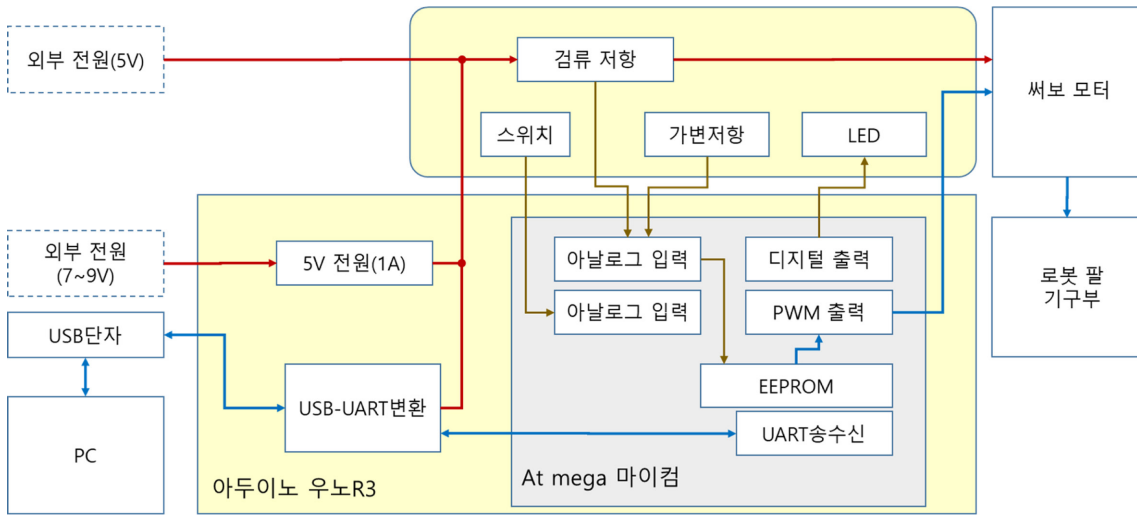


그림 6. 아두이노로 제작한 로봇 팔 장치의 제어 블록도
 Fig. 6. Block diagram of control for robot arm device made with arduino.

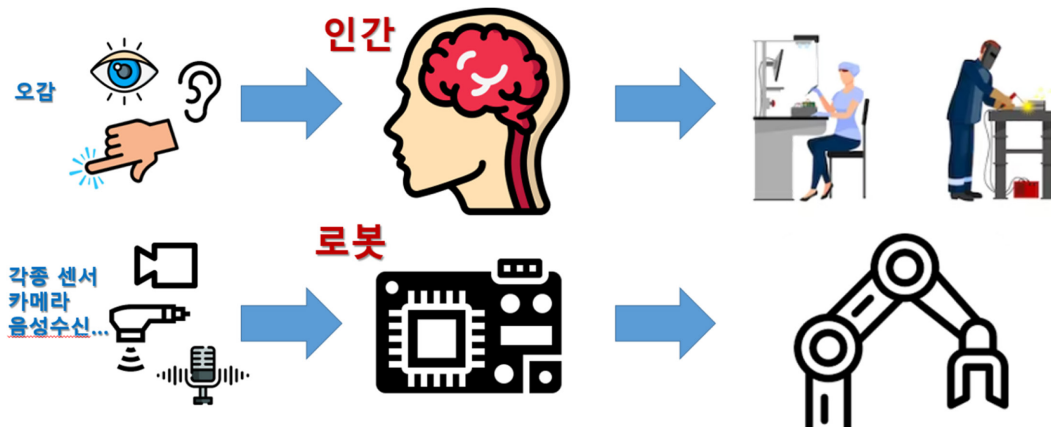


그림 7. 인간과 로봇의 인지 처리 동작 개념도
 Fig. 7. Conceptual diagram of cognitive processing in humans and robots.

도, 거리, 위치 인식 등을 포함하고 센서로부터 얻은 데이터를 기반으로 로봇은 환경을 이해하고 상황을 인지한다. 둘째로 판단(Decision)은 인지된 정보를 바탕으로 로봇은 판단을 내리는데 최근엔 AI 알고리즘을 사용하여 어떤 작업을 수행할지 결정하기도 한다. 마지막으로 구동(Actuation)은 판단된 결과를 바탕으로 로봇의 모터나 액추에이터의 움직임을 제어한다.

본 연구에서 사용된 로봇 팔의 조작은 크게 두가지로 선택할 수 있게 하였는데 초기화 후 사용자 입력을 받아 수동 조작 또는 자동 조작 모드를 선택할 수 있게 하였다. 수동 조작 모드에서는 조이스틱을 통해 사용자가 직접 팔의 각도를 조절하고, 자동 조작 모드에서는 내장된 프로그램을 실행하여 팔을 제어한다. e

D. 운전 조건에 따른 로봇 팔의 수명 차이

로봇 팔의 조종 스틱을 사용하여 작동하는 경우와 내장 프로그램에 의해 작동하는 경우의 작업 속도와 로봇의 수명 사이에는 몇 가지 차이가 있을 수 있다.

- 1) 조종 스틱을 사용하는 경우: 로봇 팔을 조종 스틱으로 직접 조작하는 경우, 작업 속도는 주로 조종자의 손 움직임에 따라 결정된다. 이 경우 작업 속도는 조종자의 속도와 능력에 따라 다를 수 있고, 작업 속도는 조종자의 능력과 경험에 따라 변동할 수 있으며, 인간의 실수나 감정적 요인에 의해 영향을 받을 수도 있다. 따라서 작업 속도의 일정한 유지가 어려울 수 있으며, 이로 인해 작업 효율이 저하될 수 있다.
- 2) 내장 프로그램에 의한 작동: 내장 프로그램을 사용하여 로봇 팔을 작동하는 경우, 작업 속도는 프로그램에 의해 사전에 정의된 속도 및 운동 패턴에 따라 결정된다. 이러한 경우에는 인간의 조작 속도나 실수에 영향을 받지 않으며, 작업 속도를 일정하게 유지할 수 있어 내장 프로그램을 사용하는 경우에는 일관된 작업 속도를 유지할 수 있으며, 이로 인해 작업 효율이 향상될 수 있다.

로봇의 수명과 관련하여, 작업 속도는 로봇의 부하 및 사용 빈도에 따라 로봇의 수명에 영향을 줄 수 있다. 일반적으로 더 빠른 작업 속도는 로봇의 부하를 증가시키고, 따라서 로봇의 수명을 단축시킬 수 있으며 작업 속도가 높을수록 로봇의 부품들이 더 많이 마모되거나 과열될 수 있고, 이로 인해 수리 또는 교체가 필요할 수 있다. 따라서 작업 속도와 로봇의 수명 사이에는 일반적으로 상호작용이 있으며, 적절한

작업 속도를 유지하여 로봇의 수명을 최대화하는 것이 중요하다.

실제 산업현장에서 적용되는 로봇 팔의 제어는 서로 다른 두 가지 측면에서 로봇 운동을 다루고 있는데, 첫째, 속도 제어(Velocity Control)로 로봇의 운동을 관찰하여 속도를 조절하여 움직임을 제어하는 것이다. 속도 제어는 로봇이 얼마나 빨리 혹은 느리게 움직이는지를 결정한다. 이 방법은 로봇의 속도를 정확히 조절하여 특정 작업을 수행할 수 있도록 한다. 예를 들어, 로봇이 작업 공간 내에서 특정 위치로 이동하는데 사용될 수 있다.

둘째, 제어(Path Control)로 로봇이 이동하는 경로를 관찰하고 이러한 경로를 따라 움직임을 제어하는 것이다. 로봇 제어는 로봇이 어디로 이동해야 하는지를 결정한다. 이 방법은 주로 로봇이 특정 경로를 따라 이동하고 작업을 수행하는 데 사용됩니다. 예를 들어, 로봇이 물체 주위를 원형으로 이동하거나 복잡한 패턴을 따라 이동하여 작업을 수행할 수 있다.

요약하자면, 속도 제어는 로봇의 운동 속도를 제어하여 특정 속도로 이동하도록 하는 반면, 경로 제어는 로봇이 따라야 할 경로를 제어하여 특정 경로를 따라 이동. 이러한 두 가지 제어 방법은 종종 결합되어 로봇이 특정 위치로 이동하면서도 정확한 경로를 따르도록 제어된다.

IV. 융합수업의 효과

기계와 전자 및 제어 공학의 융합 교육은 학생들에게 다음과 같은 다양한 효율성을 제공할 수 있다. 융합 교육은 학생들에게 현실적이고 실무 지향적인 경험을 제공할 것이고 기계 공학과 제어 공학의 원리를 융합한 프로젝트를 통해 학생들은 실제 산업 현장에서 필요한 기술과 지식을 습득할 수 있고, 융합 교육은 학생들이 기계 공학과 제어 공학의 다양한 개념과 기술을 융합한 프로젝트를 수행하면서 복잡한 문제에 대한 해결책을 찾는 능력을 키울 수 있다. 또한 융합 교육은 기계 공학과 제어 공학을 융합한 프로젝트는 학생들에게 새로운 아이디어를 도출하고 적용하는 기회를 제공하여 창의적인 사고를 유도하고 다양한 전공 및 배경을 참여한 학생들이 함께 기계와 제어 시스템을 설계하고 구현하는 프로젝트를 수행함으로써, 사회에 진출하여 새로운 직장에서도 효과적인 협력과 팀워크를 이룰 것이라 생각하게 하고, 산업 현장에서 기계와 제어 시스템이 상호작용하는 방법에 대한 이해는 학생들이 현업에서 더욱 유용한 역할을 수행할 수 있도록 할 것이다. 이러한 다양한

학문 영역의 지식을 통합한 프로젝트를 수행하면서, 학생들은 자기주도적으로 학습하고 자신의 학습 방식을 발전시키는 기회를 얻을 것이라 확신한다.

로봇 팔 제작 및 작동 제어와 관련된 융합 수업을 진행하는 동안 학생들이 느끼는 다양한 감정은 다음과 같이 열거할 수 있다. 신기술인 3D 프린팅을 사용하여 로봇 팔을 제작하고 제어하는 과정은 학생들에게 흥미로운 경험이 될 수 있고, 새로운 기술과 적용 분야에 대한 호기심이 자극되며, 자연스럽게 학습에 대한 흥미가 높아질 수 있고, 로봇 팔을 제작하고 제어하는 과정에서 학생들이 성공을 거둬 완성된 제품을 볼 때, 자부심을 느꼈을 것이며, 자신들의 노력과 기술이 실제로 적용되어 결과물을 만들어 내는 과정에서 자신감을 얻었다. 이러한 새로운 기술이나 복잡한 공학 문제에 직면하는 과정에서 학생들은 도전적인 감정을 느낄 수 있다. 로봇 팔 제작 및 제어는 예상치 못한 문제에 부딪히거나 기술적인 어려움에 직면할 수 있으며, 이를 해결하기 위해 노력하면서 도전적인 경험도 많이 했고, 제작한 로봇 팔을 성공적으로 작동시키고 제어함으로써 학생들에게 어려운 과제를 해결하고 목표를 달성함으로써 성취감을 느끼게 되며, 이를 통해 자신감을 키우고 학습 동기를 유지할 수 있다. 로봇팔의 부품이 30여개나 되므로 일부 학생만으로 수행될 수 있는 것이 아니기에 협업은 필수적이었고 학생들에게 팀워크와 소통의 중요성을 배우게 함으로써 향후 현업에서의 업무에서도 유용한 기술을 키울 수 있었고, 새로운 기술을 익히고 창의적으로 적용하는 과정에서 자신의 열정을 발견하고 발전할 수 있었다.

이러한 많은 장점이 있는 반면 학습 역량이 떨어지는 학생들에게는 융합 수업이 다음과 같은 부담을 주는 것 또한 사실이다. 기계적인 역학과 제어는 각자 복잡하고 전문적인 지식과 기술을 요구하기에 이 여러 분야를 동시에 다루는 것은 학생들에게 부담이 될 수 있으며, 전공 지식이 부족한 학생들에게는 더 큰 어려움을 초래할 수 있고, 기계적인 역학과 제어는 서로 다른 학문 분야에 속하므로, 학생들 간의 역량 차이가 있을 수 있다. 일부 학생들은 기계적인 역학에 더 익숙하거나 관심을 가지고 있을 수 있고, 다른 학생들은 제어 부분에 더 관심을 가지는 것처럼 분야별의 흥미와 역량 차이로 인해 학습 속도와 이해도에 차이가 발생하기도 했다. 기계적인 역학과 로봇 제어를 동시에 다루는 과정에서는 이론적인 개념을 실제로 적용하고 시험하는 것이 중요한데 이러한 시험적인 부분은 학생들에게 어려움을 줄 수 있고, 특히 제어 부분에서는 시험 결과를 예측하기 어려울 수도 있다. 역량이 미진한 학생에게는 기계적인 역학과 제어를 통합하여 수업하는 로봇이나 자율주행차와 같은 시스템을 설계하

고 구현하는 데 필수적이지만, 다양한 기술과 개념을 종합적으로 이해하고 적용해야 하는 어려움이 있고 상당한 도전이었을 것이다.

앞에서 언급한 것과 같이 로봇팔 제어에는 소프트웨어와 하드웨어 간 상호작용을 이해하고 구현하는 것은 학생들에게 어려운 과제일 수 있으며, 특히 프로그래밍과 하드웨어 제어를 동시에 다루는 것은 기술적으로 난이도가 높았다고 생각을 하며, 이러한 어려움들을 극복하기 위해서는 적절한 교육 방법과 자원을 제공하여 학생들이 이러한 도전에 대처할 수 있는 기회를 제공해야 하고, 또한 학생들의 다양한 관심과 역량 차이를 고려하여 유연한 교육 방식을 적용하는 것이 중요하다.

V. 결론

본 연구는 3D 프린팅을 활용한 로봇 팔의 제작과 제어를 통한 융합 교육의 중요성과 잠재력을 탐구하였고 이러한 접근법은 학생들에게 현실적이고 창의적인 학습 경험을 제공하며, 문제 해결 능력과 협업 능력을 향상시키는 데 기여할 것으로 기대된다. 또한, 이를 통해 학생들은 공학, 디자인, 컴퓨터 공학 등 다양한 분야의 지식과 기술을 융합하여 실무적인 경험을 쌓을 수 있으며, 이는 그들의 진로 선택과 창업 마인드 형성에 도움이 될 것으로 기대된다. 앞으로의 연구에서는 이러한 접근법을 보다 효과적으로 활용하기 위한 교육 방법과 커리큘럼을 개발하는 데 더 많은 노력이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] E. H. Goo, "Investigating the restructuring of artificial intelligence curriculum in specialized high schools following AI department reorganization," *Journal of Practical Engineering Education*, vol. 16, no. 1, pp. 41-49, 2024.
- [2] E. K. Lee, "A comparative analysis of contents related to artificial intelligence in national and international K-12 Curriculum," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, vol. 23, no. 1, pp. 37-44, 2020.
- [3] B. S. Ryuh and Y. S. Oh, "Robot deburring automation – System using solid rotation burr-," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, vol. 14, no. 12, pp. 30-47, 1997.

- [4] J. H. Lee, J. H. Kim, and M. C. Lee, "Gain tuning for SMCSPPO of robot arm with Q-learning," *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 17, no. 2, pp. 221-229, 2022.
- [5] C. H. Hyun, D. W. Hong, K. H. Kim, and J. H. Jeong, "Design of a capacitive-type 4-axis force-torque sensor," *Proceedings of the Korean Society of Precision Engineering Conference*, pp. 1117-1118, 2011.
- [6] M. S. Lee, "The effect of perceiving barriers in STEAM on futurities toward STEAM applications," *The Journal of Korean Teacher Education*, vol. 30, no. 4, pp. 259-278, 2013.



장은영 (Eun-young Chang) _종신회원

1982년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
1986년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학석사)
1993년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학박사)
1991년 10월 ~ 현재 : 공주대학교 전기전자제어공학부 교수
<관심분야> OFDM/MIMO, RFID, HEMP/EMI/EMC, 신재생에너지 시스템, 산학일체형 도제학교, 일학습병행



유형진 (Hyung-Jin You) _정회원

1996년 2월 : 서울과학기술대학교 전자공학과 졸업
2002년 2월 : 원광대학교 전자 교육과 석사
2004년 3월 ~ 2023년 2월 : 경기항공고등학교 스마트전자과 교사
2006년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 박사과정
2023년 3월 1일 ~ 현재 : 경기항공고등학교 교장
<관심분야> OFDM/MIMO, RFID, 전기제어, 컴퓨터 공학, 신재생 에너지 시스템, 산학일체형 도제학교, 일학습병행