

# 인공지능 컨트롤러를 이용한 전기 시퀀스 제어 안전 모듈 회로 개발

## Development of Electrical Sequence Control Safety Module Circuit Using Artificial Intelligence Controller

김홍용\*

Hong Yong Kim\*

Professor, Department of Smart Electric, Korea Polytechnic, Incheon, Republic of Korea

\*Corresponding author: Hong Yong Kim, hykim2020@kopo.ac.kr

### ABSTRACT

**Purpose:** Sequence control is widely used by being applied to manufacturing, distribution, construction, and automation in the medical industry. With the development of the fourth industry, artificial intelligence convergence technology in the control field is becoming an important factor in the industry. In particular, it is required to evaluate the safety and innovation of facilities where microprocessors and artificial intelligence are fused to existing systems and develop reliable equipment, so it is intended to develop equipment for educational purposes and drive the development of the field. **Method:** The self-developed all-in-one artificial intelligence controller module is a device that combines artificial intelligence capabilities with existing sequence and PLC control circuits. As the performance evaluation items of this equipment, the recognition ability of motion, voice, text, color, etc. and the stability and reliability of the circuit were evaluated. **Conclusion:** After designing the sequence and PLC circuit, the performance evaluation items of the integrated integrated artificial intelligence controller module were all satisfied, and there was no problem in the safety and reliability of the circuit.

**Keywords:** Sequence, Electrical Control, Controller, Interface, Practical Equipment

### 요약

**연구목적:** 시퀀스제어는 제조, 유통, 건설, 의료 산업분야의 자동화 등에 응용되어 널리 사용하고 있다. 4차산업의 발전으로 제어분야에 인공지능 융합 기술이 산업에 중요한 요소가 되어가고 있다. 특히 기존 시스템에 마이크로프로세서와 인공지능이 융합된 설비의 안전성과 혁신성을 평가하고 신뢰성 높은 장비개발이 요구되고 있어 교육목적의 장비를 개발하여 해당분야의 발전을 견인하고자 한다. **연구방법:** 자체 개발한 일체형 인공지능 컨트롤러 모듈은 기존의 시퀀스 및 PLC제어 회로에 인공지능 능력을 융합한 장비이다. 본 장비의 성능평가항목으로 동작, 음성, 문자, 색상 등의 인식 능력과 회로의 안정성, 신뢰성을 평가하였다. **결론:** 시퀀스 및 PLC 회로를 설계 후 융합된 일체형 인공지능 컨트롤러 모듈의 성능평가항목이 모두 만족하였고 회로의 안전성과 신뢰성에 문제가 없는 것으로 나타났다.

**핵심용어:** 인공지능시퀀스, 인공지능전기제어, 인공지능컨트롤러, 인터페이스, 실습장비

Received | 12 August, 2022

Revised | 4 October, 2022

Accepted | 18 October, 2022

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

인공지능은 기술경쟁을 넘어 정치, 경제, 교육, 법, 노동, 생명, 예술 등과 융합되어 사회의 다양한 영역에 걸쳐 강력한 영향력을 미치고 있다. 인공지능의 미래를 고민하는 학자들과 엔지니어들을 중심으로 4차산업이 지속적인 발전을 이루고 있다. 또한, 사물과 사물간의 통신, 제어, 네트워크 등이 다양한 산업분야에 융합되는 경향이 보편화되고 있다. 특히 기존 구축된 시스템에 마이크로 프로세서와 인공지능이 융합되는 ‘AI+x’ 형태의 제품 개발이 가속화 되면서 혁신적이고 안전이 확보된 신뢰성있는 제품이 요구되고 있다.

공장, 물류, 의료, 오피스 등에 활용되고 있는 시퀀스 및 PLC 제어분야에도 인공지능과 융합된 기술의 중요성이 날로 커지고 있다. 하지만 신뢰성이 확인되지 않은 인공지능 제품들이 산업에 보급되면서 사용자 또는 운전자들의 안전이 위협받고 있는 사례들이 발생하고 있다.

2016년 미국의 한 쇼핑센터에서 경비 역할을 하던 로봇이 갑자기 오류를 일으켜 16개월 된 아이를 넘어뜨리고 그대로 지나가 아이의 다리를 다치게 하는 사고가 일어났다. 같은 해 중국에서도 한 IT전시회에서 시연 중이던 교육용 로봇이 갑자기 전시장 유리를 깨뜨리고 이 유리 파편으로 인해 방문객이 부상을 입는 사고가 일어났다. 2018년에는 미국 뉴저지에 있는 아마존 물류센터에서 일하던 로봇이 갑자기 오류를 일으켜 곰 퇴치 스프레이 통을 찢어 버렸고, 유독물질이 유출돼 무려 24명의 직원이 병원에 입원한 사고도 일어났다.

이 사고 이후 아마존 직원 노동조합에서는 아마존의 로봇이 인간 근로자에게 끼치는 위험에 대해 경고하는 성명을 발표하기도 했다. 사람을 위해 개발되어진 인공지능 장치들이 품질 저하, 오류, 고장 등을 일으키면 사람을 위협하는 무기가 되어 위험해지는 상황에 이르게 된다.

이러한 사고와 위협을 제거하고 안전성이 확보된 교육 환경을 구축하기 위해서는 혁신적이고 신뢰성이 확보된 성능을 보유한 AI+x 교육용 장비가 요구된다.

본 논문에서는 시퀀스 및 PLC제어와 인공지능이 융합된 형태의 교육장비를 개발하고 동작, 음성, 문자, 색상 등을 안전하게 인식하고 운용되는 모듈장치를 개발하고자 한다.

## 시퀀스 제어 안전 모듈

### 개발장치의 알고리즘

본 장치는 전기 시퀀스 회로, PLC 회로, 공유압 회로 등의 산업 분야에 적용되는 인공지능을 중심으로 동작, 음성, 문자, 색상 등의 인식을 위해 인공 신경망 알고리즘을 사용하였다. 인공 신경망은 이미지 인식, 음성 인식, 자연어 처리, 게임 플레이와 같은 목표를 달성하기 위해 다양한 방법으로 사용하는 머신 러닝 도구(machine learning toolkit) 중 가장 강력하다. 인공 신경망은 다른 머신러닝 알고리즘과 유사하게 훈련 데이터를 통해 학습하도록 설계하였다. 특징이 어떻게 관련되어 있는지 이해하기 어려운 구조화가 되지 않은 데이터에 가장 적합하다. 인공 신경망과 관련된 요소들로 알고리즘의 작동 방식, 다양한 문제를 해결하기 위해 Fig. 1과 같이 인공 신경망을 설계하였다.

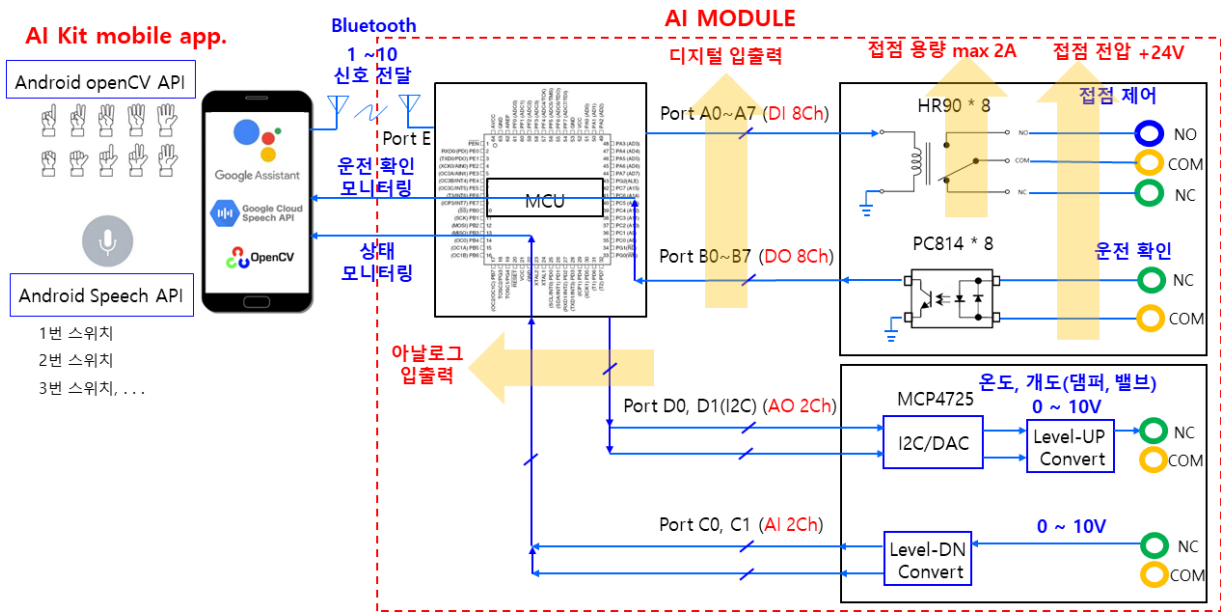


Fig. 1. Algorithm of the AI module

모듈의 표면은 시퀀스 회로의 NO 접점, NC 접점, COM의 바나나 플러그 단자로 처리하여 시퀀스 제어 학습자가 AI 개념을 쉽게 학습할 수 있도록 편리성을 높였다. 내부는 접점 신호를 감지할 수 있는 운전 접점부와 온도, 댐퍼, 밸브 신호를 감지하기 위해 컨버터를 적용한 센서부로 구성하였다. 접점부와 센서부에서 감지된 신호는 마이크로컨트롤러(MCU)에 전달되고 Fig. 2와 같이 디지털 및 아날로그 신호는 스마트폰에 설치된 앱과 함께 모듈의 블루투스를 통해 인터넷망에 연결되어 네트워크를 구성하게 된다.

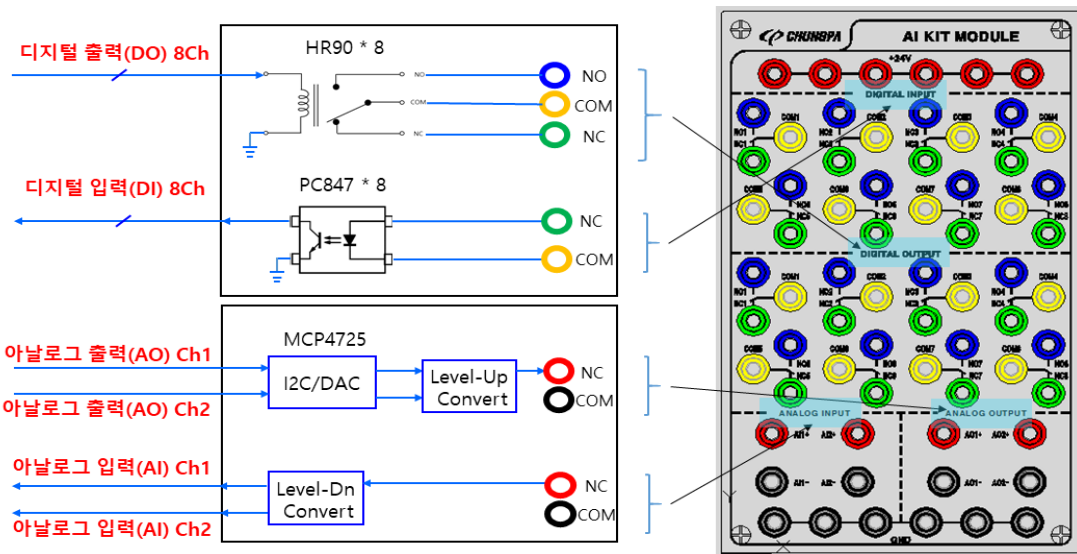


Fig. 2. AI module configuration diagram

### 인공지능 모듈 주요 회로

본 장치는 3세트의 주요 회로로 구성되어 있다. 시퀀스, PLC, 공유압 제어에서 발생된 신호 전압을 조절하는 컨버터 (Converter) 회로와 컨버터에서 전달된 신호를 마이크로컨트롤러(MCU)를 통해 동작을 구현하는 회로 마지막으로 멀티칩 패키지(MCP) 회로로 구성된다. 이렇게 전달된 신호들은 모듈의 블루투스를 통해 스마트폰과 인터넷망으로 통신하여 사물을 동작하게 된다. 모듈의 주요 회로는 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있다.

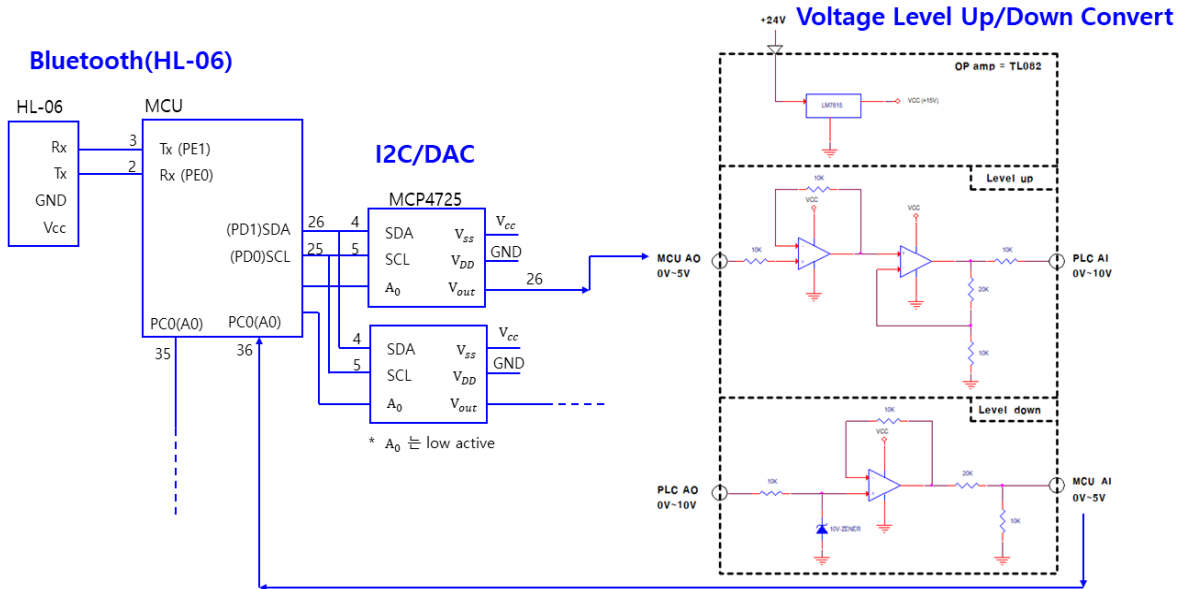


Fig. 3. Algorithm of the peripheral circuit diagrams

### 모듈 활용 시나리오

모듈을 활용한 가상의 회로 구현 시나리오를 다음과 같이 시퀀스, PLC 제어와 인공지능이 융합된 교육용 실습 장치로 활용될 수 있다.

- ① 인공지능 모듈의 신호를 점점 제어를 위한 가상의 원격 스위치로 사용할 수 있다.
- ② 회로 내의 반복 회로의 반복 횟수를 제어할 수 있다.
- ③ 회로 내의 2가지 회로 중 하나를 선택하도록 제어할 수 있다. 예를 들어 다중 밸브 중 하나가 동작하도록 제어 할 수 있다.
- ④ 시퀀스 회로 내의 센서 신호를 받아들여 회로에 제어 신호를 인가할 수 있다.
- ⑤ 동작 확인 혹은 체크할 상대를 모두 휴대폰 앱에 표시할 수 있다.

①~⑤을 포함해서 시퀀스 및 PLC 제어 회로와 일체형 모듈과 연계된 사항을 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었으며 이외에도 다양한 동작 회로를 인공지능과 연계하여 구현이 가능하다.

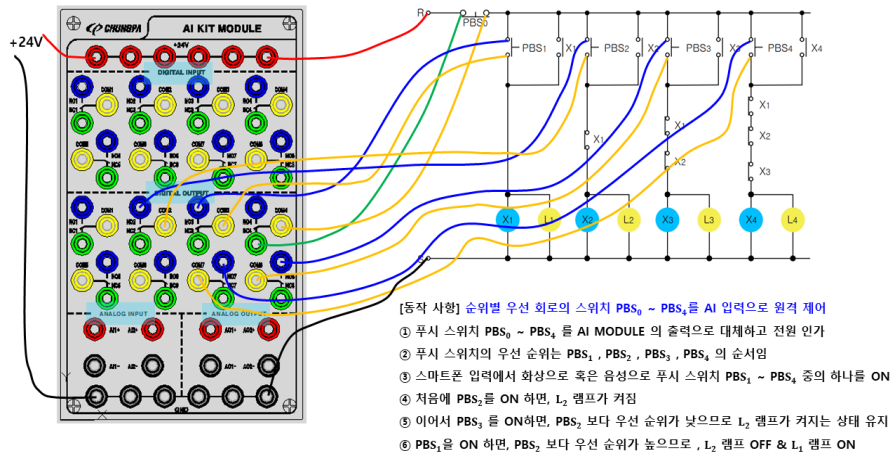
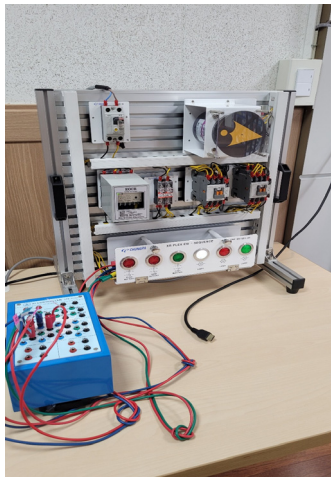


Fig. 4. Convergence of AI module and sequences

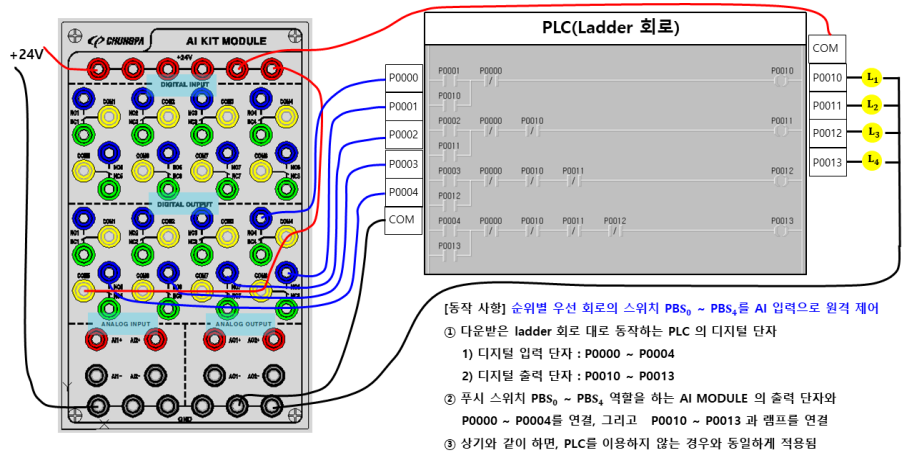
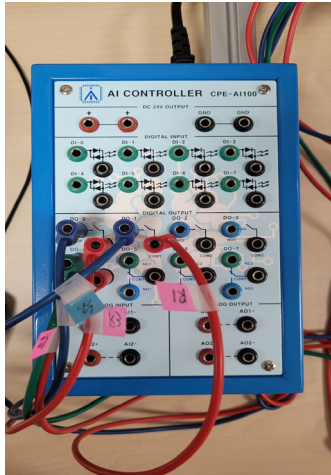


Fig. 5. Convergence of AI module and PLCs

### 스마트폰 앱의 인공지능 처리

스마트폰 앱에서는 Google Assistant, Google Cloud Speech API, OpenCV, ML Kit 등과 호환되어 음성, 영상, 문자 입력에 대한 인공지능 처리가 가능하다. 즉, 음성이나 영상 또는 문자 정보를 스마트폰으로 입력하면 딥러닝 알고리즘으로 훈련된 라이브러리에 의해 처리된 결과를 전기 시퀀스 회로의 점점 제어 데이터로 변환한다. 변환된 데이터는 블루투스를 이용하여 무선으로 인공지능 컨트롤러로 전송된다.

스마트폰의 앱은 Fig. 6 과 같이 “장치 검색”, “I/O 제어” 그리고 “시퀀스 제어” 등 3 가지 메뉴로 구성한다. 스마트폰에서 인공지능 컨트롤러 앱을 이용한다.

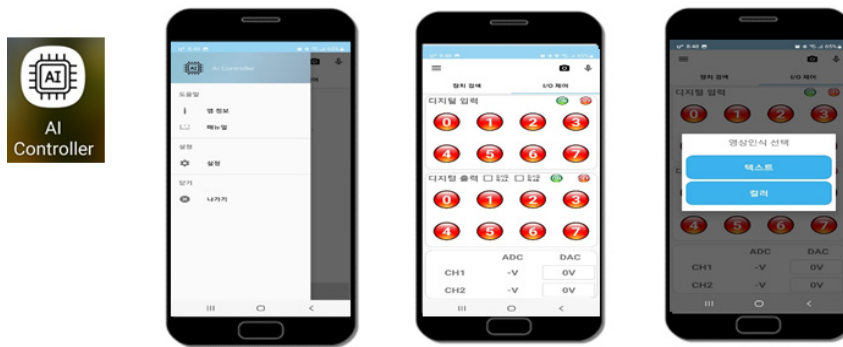


Fig. 6. AI algorithm API and AI Controller control screen of smartphone app

### 인공지능 컨트롤러 데이터 변환·처리·제어

인공지능 컨트롤러 패널의 구성은 Fig. 7과 같다. 위에서부터 아래 방향으로, 상단에 +24V/GND의 전원 단자 2 쌍이 있고, 디지털 입력 단자 8 쌍, 그리고 디지털 출력 단자 8 쌍이 있다. 이 디지털 출력 단자는 NC - GND로 구성된 단자 4 쌍과 NC - GND - NO로 구성된 단자 4 쌍으로 구성된다. 마지막으로 아날로그 입력 단자 2 쌍과 아날로그 출력 단자 2 쌍으로 구성된다. 본 장치는 주로 디지털 출력 단자 8 쌍을 이용하여 구성되고 인공지능 컨트롤러 모듈은 스마트폰의 앱의 변환된 데이터를 블루투스로 전송 받아 모듈 내부의 마이크로컨트롤러(MCU)에서 전기 시퀀스 회로의 점점 제어 데이터로 변환한다. 또한 마이크로컨트롤러(MCU)는 점점 데이터를 모듈 내부의 릴레이 8 쌍으로 출력하여 인공지능 컨트롤러 모듈의 패널 단자에 연결함으로써 전기 시퀀스 회로의 점점 역할을 한다.

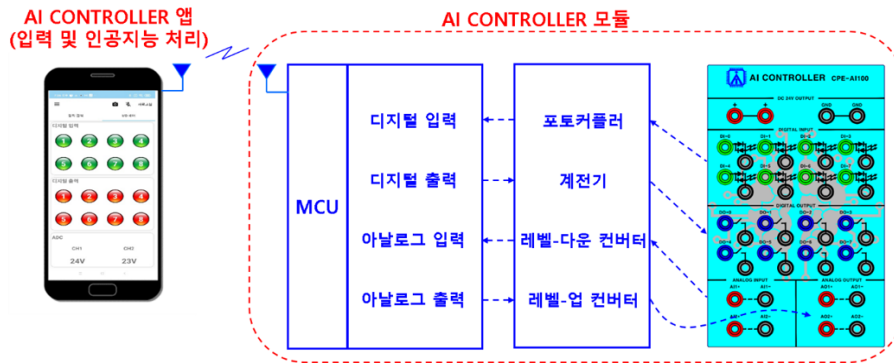


Fig. 7. AI controller simulated AI configuration

### 결론

본 연구는 시퀀스 및 PLC제어와 인공지능이 융합된 형태의 교육장비를 구현하였고 동작, 음성, 문자, 색상 등을 안전하게 인식하고 운용되는 모듈장치로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 인공지능 주변 회로는 주요 3가지 회로로 구성되고 시퀀스, PLC, 공유압 제어에서 발생된 신호 전압을 조절하는 컨버터(Converter) 회로와 컨버터에서 전달된 신호를 마이크로컨트롤러(MCU)를 통해 동작을 구현하는 회로 마지막으로 멀티칩 패키지(MCP) 회로로 구성된다.
- (2) 스마트폰 앱에서는 Google Assistant, Google Cloud Speech API, OpenCV, ML Kit 등과 호환되어 음성, 영상, 문자 입력에 대한 인공지능 처리가 가능하다. 즉, 음성이나 영상 또는 문자 정보를 스마트폰으로 입력하면 딥러닝 알고리즘으로 훈련된 라이브러리에 의해 처리된 결과를 전기 시퀀스 회로의 접점 제어 데이터로 변환한다. 변환된 데이터는 블루투스를 이용하여 무선으로 인공지능 컨트롤러로 전송된다.

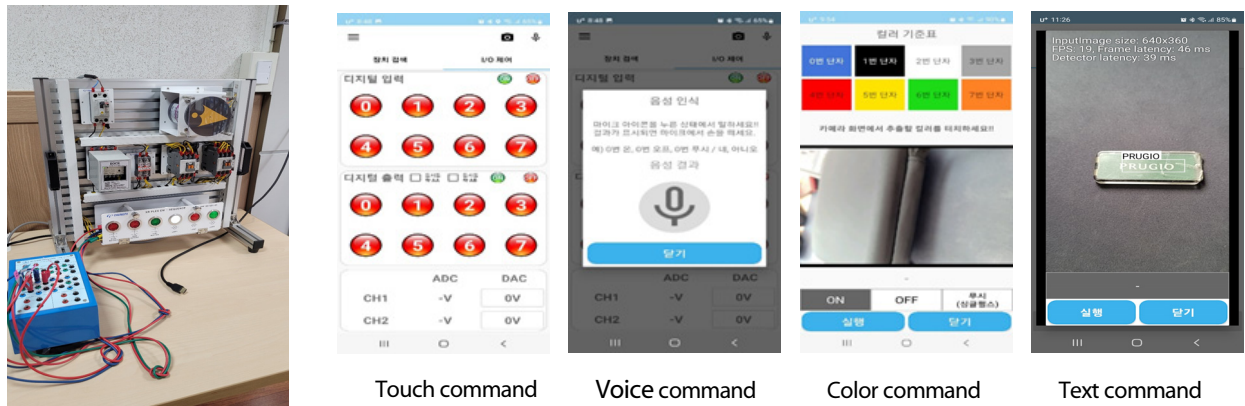


Fig. 8. Result screen

- (3) 디지털 출력 단자 8 쌍을 이용하여 구성되고 인공지능 컨트롤러모듈은 스마트폰의 앱의 변환된 데이터를 블루투스로 전송 받아 모듈 내부의 마이크로컨트롤러(MCU)에서 전기 시퀀스 회로의 접점 제어 데이터로 변환한다. 또한 마이크로컨트롤러(MCU)는 접점 데이터를 모듈 내부의 릴레이 8 쌍으로 출력하여 인공지능 컨트롤러 모듈의 패널 단자에 연결함으로써 전기 시퀀스 회로의 접점 역할을 한다.

장비의 개발 연구를 통해 AI+전기제어 분야의 다양한 산업에 직접 적용이 가능하고 실무중심 인공지능 인터페이스 모듈을 제작하였으며 모든 성능평가에 적합하도록 설계되어 광범위한 분야에 적합할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] Kim, H.-Y. (2019). “Development of smart multi-function ground resistivity measuring device using Arduino in wind farm.” The Journal of the Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 19, No. 6, pp. 65-71.
- [2] Kim, H.Y. (2021). “A study on smart ground resistance measurement technology based on Aduino.” Journal of the Society of Disaster Information, Vol. 17, No. 4, pp. 684-693.
- [3] Ryu, D.-H. (2015). “Development of IoT gateway based on open source H/W.” The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 10, No. 9, pp. 1065-1070.