AI Camera Block을 사용한 비전 알고리즘 콘텐츠 개발

임태윤*, 안재용*, 오준혁*, 김동연*, 원진섭*, 황준호*, 도영채*,
우덕하*, 이석*
*한국과학기술연구원 센서시스템연구단
e-mail:yabsab@kist.re.kr

To Use AI Camera Block Vision Algorithm Contents Development

Tae Yoon Lim*, Jae-Yong An*, Junhyeok Oh*, Dong-Yeon Kim*, JinSub Won*, Jun Ho Hwang*, Youngchae Do, Deok Ha Woo*, Seok Lee*
*Sensor System Research Center Korea institute of Science and Technology

요 약

IoT 산업이 발전하면서 기존 토이와 IoT 기술을 결합한 스마트토이가 각광 받고 있다. 스마트토이는 수동적인 방식의 기존토이와는 다르게 토이 간 인터렉션이 가능하며 전자 센서들을 사용하여 토이를 사용하는 어린아이들에 코딩을 활용한 콘텐츠를 제공가능하다. 기존 스마트토이는 처음에는 호기심을 자극하지만, 익숙해지면 흥미가 떨어지는 현상을 보인다. 이에 본 논문에서는 기존 스마트토이가 갖는 재미요소 증가와 다양한 콘텐츠의 개발을 위해서 스마트 토이에 Artificial Intelligence(AI) 기능을 접목한 AI 카메라블록을 사용하여 새로운 콘텐츠를 개발하였다.

1. 서론

최근 들어 IoT(Internet Of Things)를 이용한 산업이 많이 발달하고 있다. IoT는 사물인터넷이라는 뜻으로, 사용자들이 일상 속에서 사용하는 사물에 전자 디바이스 등을 내장하여 각 사물들을 인터넷을 통해 연결 하는 기술을 의미한다. 스마트폰을 사용하여 집안의 각 사물들을 제어하고 모니터링을 할 수 있는 홈 IoT와 사용자의 의료기록 및 의료 정보 등을 전자디바이스가 알려주는 헬스케어 IoT의 형태로 사용자에게 제공되고 있다[1].

과학기술정보통신부 'IoT산업 실태조사' 결과에 따르면 국내 IoT 산업 규모가 4년 전에 비해 약 2배정도 성장을 했다[2]. IoT 기술은 사용자가 일일이 수동적으로 하였던 프로세스들을 자동화 시켜주므로 효율성이 증가되며, 시간을 절약할 수 있는 특징이 있다. IoT가 발전하면서 기존 토이와 IoT 기술을 결합한 스마트토이가 각광 받고 있다. 스마트토이는 수동적인 방식의 기존토이와는 다르게 토이 간 인터렉션이 가능하며 전자 센서들을 사용하여 토이를 사용하는 어린아이들에 코딩을 활용한 콘텐츠를 제공가능하다. 스마트토이는 Arduino, Scratch, Entry, Python 등과 같은 오픈소스 프로그래밍 언어를 사용하고, 전자 센서들을 기반으로 한 스마트토이의 제어가 가능하다. 아이들이 자신이 갖고 노는 토이를 직접 코딩하여 제어하고, 여러 기능을 구현하면서 기존 토이와는 다른 재미요소와 학습적 효과를 제공한다. 최근 들어 소프트웨어 교육이 중시되고 있다. C++, Java 등을 사용한 고급 코딩은 어린아이들이 접근하기 힘들다. 이런 고급 프로그래밍을 배우기전에 스마트토이를 사용하여 기초 알고리즘 사고능력을 기를 수 있고, 어렸을 때부터 소프트웨어 교육을 토이라는 소재로 쉽게 접근할 수 있다[3-4]. 최근 들어 인공 지능 기술이 크게 발전하여 인공 지능에 대한 연구들이 진행되어지고 있으며, 특히 이러한 기술들은 AI 스피커, AI 카메라 디바이스로 개발되어 이러한 기술을 통해 사용자의 삶의 질을 향상 시켰다.

현재 개발된 스마트토이들은 몇 가지 센서들을 기반으로 제작되어 있다. 이런 센서들은 스마트블록의 입력과 출력을 담당한다. 센서를 사용하여 간단한 동작만을 제어하는 현재 콘텐츠들은 다소 지루함을 유발한다. 기존 스마트토이는 처음에는 기존 토이와 다른 점에서 호기심을 자극하지만, 조금 사용을 하고나면 더 이상 갖고 놀지 않는 현상을 보인다. 본 논문에서는 기존 스마트토이가 갖는 재미요소 증가와 다양한 콘텐츠의 개발을 위해서 스마트 토이에 Artificial Intelligence(AI) 기능을 접목한 AI 카메라블록을 사용하여 새로운 콘텐츠를 제시한다. 현재 AI 기능이 접목된 스마트토이는 많이 존재하지 않다.

스마트토이에 AI 기능을 접목하면 얼굴인식, 물체인식, 색상인식 등의 비전 기술들을 기반으로 한 콘텐츠들이 가능하다. 비전 AI 콘텐츠들을 사용하면 기존과는 다른 재미요소와 AI 알고리즘 사고를 할 수 있어 학습적 효과를 제공할 수 있다[5].

현재 비전 AI를 사용하는 많은 알고리즘들은 고성능

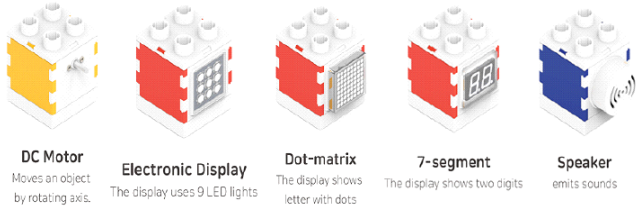
CPU, GPU 가 장착된 PC이거나, 스마트폰 App을 통해서 주로 사용한다. 그래서 상대적으로 저렴하고, 저성능 디바이스를 주로 사용하는 스마트토이에는 적용되기 힘들다. 또한 이런 딥 러닝 알고리즘을 스마트토이에서 사용하면 제대로 된 퍼포먼스를 발휘하기 힘들다. 이러한 이유들로 인하여 스마트토이에 AI 카메라 기능을 접목한 토이들은 많이 개발되지 않았고, 몇몇 존재하는 AI 카메라 기능을 갖는 스마트토이 역시 Google 등의 서버를 사용하여 연동한 경우가 대부분이다.

본 논문에서 제시하는 AI 카메라블록 콘텐츠는 색상 인식, 문자 인식 등과 같은 비전 알고리즘을 사용한다. 기존의 스마트토이가 제공하지 않던 콘텐츠를 제공한다. AI 카메라블록을 사용할 때 시각적 자극을 통해 재미요소를 증가시키고, 아이들이 접근하기 힘든 AI 개념을 놀이를 통해 접근할 수 있어 학습적 요소를 제공할 수 있다. 또한, Google 등 외부 서버를 사용하지 않고 Python 라이브러리 OpenCV와 딥 러닝 알고리즘을 사용하여 개발하여, 저성능 SBC에서도 충분히 퍼포먼스를 발휘할 수 있어 스마트토이에 사용하기 적합하다.

2. AI 카메라블록 개발

2.1 기존 스마트 모듈

스마트 토이의 한 종류인 스마트블록은 기존 조립형블록과 연동 가능하고 IoT 기능을 제공하는 블록 형태의 스마트 토이다[6]. 스마트블록은 MCU2470을 기반으로 설계되었다. 스마트블록은 여러 가지 센서들이 내장되어 있고, 조립형블록과 같이 사용할 수 있는 스마트토이이다. (그림 1)은 현재 개발된 스마트블록을 보여준다. 스마트블록은 Bluetooth를 기반으로 통신한다. 본 논문에서 사용되는 AI 카메라블록은 스마트 블록의 확장된 형태로 스마트블록과 무선으로 연동가능하다. AI 카메라블록으로부터 받은 AI 데이터를 스마트블록끼리 공유하여 기존 스마트블록에서 진행할 수 있는 콘텐츠보다 다양한 콘텐츠를 진행할 수 있다.

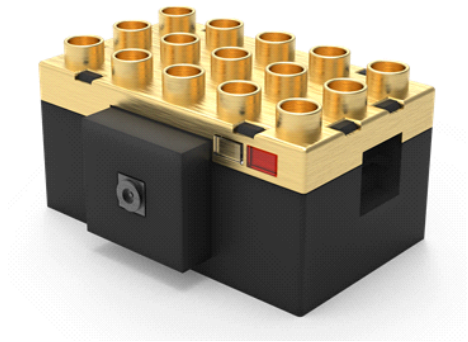


(그림 1) 스마트블록

2.2 AI 카메라블록 H/W, S/W 개발

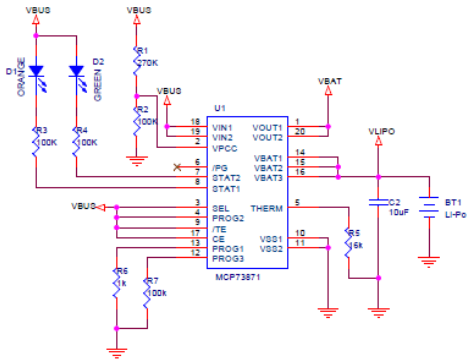
AI 카메라블록은 어린이들이 사용하는 제품이기 때문에 소형화가 필요하다. 그리하여 SBC중 비교적 작은 사이즈의 Raspberry Pi Zero W 모델을 사용하였다. 그 이유는 AI 기능이 내장된 AI 카메라블록 같은 경우는 기존의 스마트블록과의 이질성을 줄이기 위함이다. Raspberry Pi 3B+ 모델과 같은 경우와 비교해서 약 2배정도의 퍼포먼스 차이가 보이지만, 본 논문에서 개발한 콘텐츠는 Zero W 모델로도 충분히 적용 가능하여 본 모델을 선정하였다.

AI 카메라블록은 1GHz Single-Core 기반 CPU, 512MB RAM의 SBC(Single Board Computer)를 사용한다. Zero W의 모델의 같은 경우는 3B+에 비하여 Core 성능은 떨어지지만, 소형화된 크기와 저 전력의 단일기판 SBC로서 높은 범용성으로 본 논문의 개발에 가장 적합하다. 또한 802.11 wireless LAN을 지원하고, Bluetooth 통신을 지원하기 때문에 웹 방식의 통신이 가능하고, 스마트폰 앱 과의 연동도 가능하다. (그림 2)는 본 논문에서 개발한 AI 카메라블록을 보여준다.

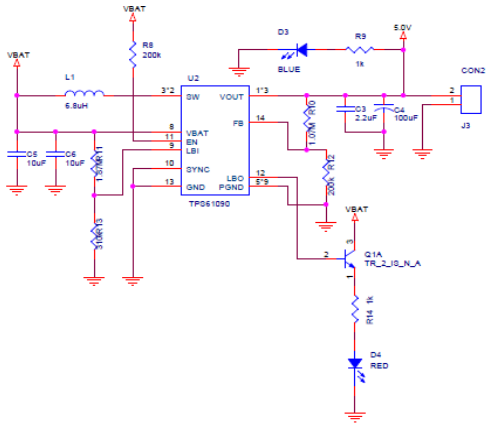


(그림 2) AI 카메라블록

AI 카메라블록은 무선 동작이 가능하고 micro USB를 이용하여 충전이 가능하도록 충전 회로, 승압 회로를 추가하여 설계하였다. (그림 3)과 (그림 4)는 AI 카메라블록에 사용되는 충전회로와 승압회로를 보여준다. 충전회로와 승압회로를 설계한 이유는 Zero W 모델의 정격 전압인 5V 입력을 위해 승압하여 안정적인 전원을 공급하기 위해서이다. 또한 배터리를 따로 교체할 필요 없이 즉시 충전하면서 사용함으로 사용자의 편리성 증대를 위해서다.

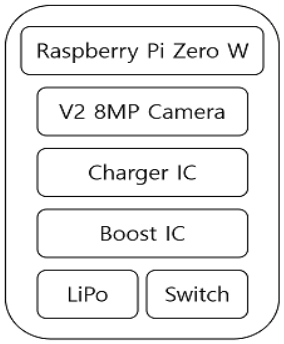


(그림 3) 전원부-배터리 충전회로



(그림 4) 전원부-전원 승압회로

또한, AI 카메라블록은 800 MP의 카메라 모듈을 사용하여 개발하였고, SWITCH을 추가하여 AI 카메라블록을 직접 제어할 수 있게 설계하였다. (그림 5)는 AI 카메라블록 H/W Architecture를 보여준다.

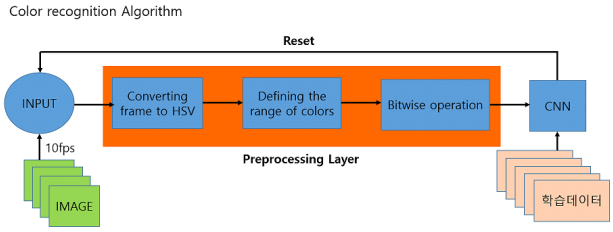


(그림 5) AI 카메라블록 H/W Architecture

AI 카메라블록을 사용하여 개발한 콘텐츠는 색상인식 콘텐츠와 글자인식 콘텐츠이다. 스마트폰과 AI 카메라블록을 Bluetooth로 페어링 하여 연동한 뒤 AI 카메라블록과 스마트블록을 연동하여 통신한다.

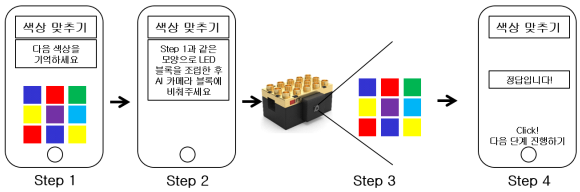
2.3 색상인식 알고리즘 설명 및 색상 기억하기 콘텐츠

색상 인식을 하기 위해 AI 카메라블록에서 사용된 알고리즘을 설명한다. 카메라를 통해 시간에 따라 여러 장의 이미지를 인식한다. SBC 환경에서 사용하는 카메라는 빛의 영향을 많이 받기 때문에 빛에 의해서 정확한 색상을 인식하기 힘들다. 그리하여 알고리즘에서 전처리 과정이 필요하고, 인식한 이미지의 색 공간을 HSV 공간으로 변경해야한다. 알고리즘 내에서 사용할 7가지 색상(빨강, 초록, 파랑, 자홍, 노랑, 청록, 흰색)의 각 범위를 HSV 색 공간으로 지정한다. 예를 들어 같은 빨강색이여도 어두운 빨강색이 있을 수 있고, 옅은 빨강색이 있기 때문에 색상범위가 갖는 최솟값과 최댓값을 지정하여 AI 카메라블록이 인식할 색상의 범위를 지정해준다. 그 후 카메라를 통해 인식한 색상 데이터에 대한 노이즈를 제거해주기 위해 Image dilation을 사용한다. 그 후 비트맵 연산을 해준다. 마지막 layer에서는 LED블록을 인식하기 위하여 블록 데이터를 학습한 CNN 모델을 추가하여 각 색상별 LED블록을 분류하는 작업을 해준다. 추출한 데이터를 각각의 색상으로 지정하여 카메라에 색상 정보가 입력되었을 때 프로그래밍 해놓은 색상으로 구분하여 색상의 정보를 전달한다. (그림 6)는 전체 색상인식 알고리즘의 구조를 보여준다.



(그림 6) 색상인식 알고리즘 구조

색상 기억하기 콘텐츠는 색상 인식 알고리즘을 기반으로 설계되었다. 색상 기억하기 콘텐츠는 AI 카메라블록과 LED블록을 함께 사용하여 진행한다. LED블록은 스마트블록의 한 종류로 LED 소자가 내장되어 있어, 색상을 나타내는 기능을 갖는다. 색상 기억하기 콘텐츠는 스마트폰 앱 과 AI 카메라블록을 연동 후 진행한다. (그림 7)은 색상 기억하기 콘텐츠의 순서도를 보여준다. (그림 7)의 Step1의 그림처럼 앱 에서 프로그램을 실행할 시 3x3 크기에 7가지의 블록 색상블록이 랜덤으로 배치된다. 색상은 빨강, 초록, 파랑, 자홍, 노랑, 청록, 흰색으로 설계하였다. 약 15초가 지난 뒤 Step2와 같이 스마트폰 앱 상에서 색상블록이 사라지게 된다. 원래 있었던 색상을 기억한 뒤 LED블록을 3x3크기에 맞게 조립한 후 연동된 AI 카메라블록에 비춰주면 AI 카메라블록이 정답 유무를 판단하여 스마트폰 앱에 정답을 표시해준다. 문제가 진행될수록 색상의 조합을 다양하게 하여 난이도를 높이게 된다.



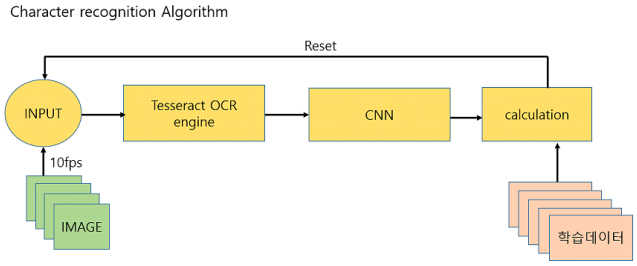
(그림 7) 색상 기억하기 콘텐츠 순서도

다음과 같은 색상 기억하기 콘텐츠를 통해 AI 카메라블록을 사용하는 아이들에게 기억력 훈련을 진행할 수 있고, 콘텐츠를 통해 기억력 및 집중력을 길러줄 수 있다.

2.4 글자인식 알고리즘 설명 및 계산 콘텐츠

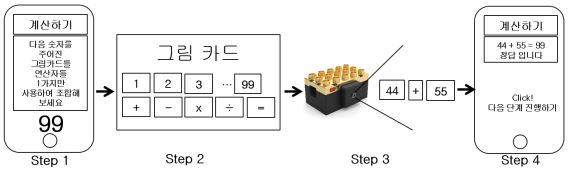
글자인식 알고리즘은 머신 러닝 Tesseract OCR을 기반으로 설계되었다. AI 카메라블록이 학습된 OCR 문자를

인식한 뒤 인식한 데이터를 시리얼 데이터 값으로 받는다. 받은 시리얼 데이터 값에 따라 글자를 인식한다. 인식한 글자 데이터에서 숫자와, 연산자를 주로 사용하기 때문에 1~9까지의 연산 알고리즘을 만든다. 예를 들어 '2' 라는 숫자와 '+' 라는 연산자 '9' 라는 숫자가 인식되었을 때 정답을 '11'로 표시해주는 알고리즘을 개발하였다. (그림 8)은 문자 인식 알고리즘의 구조를 보여준다.



(그림 8) 글자인식 알고리즘

계산 콘텐츠는 글자인식 알고리즘을 바탕으로 설계되었다. 스마트블록 중 숫자를 표시할 수 있는 7-Segment 블록과, 글자를 표시할 수 있는 Dot-Matrix블록과 함께 연동하여 사용한다. (그림 9)은 계산 콘텐츠의 순서도를 나타낸다. (그림 9)의 Step1에서와 같이 스마트 폰 앱과 AI 카메라블록을 연동한 뒤 시작된다. 프로그램을 실행하면 Step1과 같이 계산 콘텐츠의 문제가 제시된다. 제시된 문제를 따라 숫자와 연산자를 순서에 맞게 AI 카메라블록에 비춰주면 인식된 숫자와 연산자가 Dot-Matrix블록과 7-Segment블록에 표시된다. AI 카메라블록이 정답을 판단하여 스마트폰 앱에 정답유무를 표시한다. 문제가 진행될수록 숫자의 조합을 다양하게 하여 난이도를 높이게 된다. 다음과 같은 계산 콘텐츠를 사용하여 어린이들이 놀이를 통해 수학적 사고력을 기를 수 있다.



(그림 9) 계산 콘텐츠 순서도

3. 결론

본 논문은 IoT 기술이 적용된 스마트블록을 활용한 콘텐츠의 재미요소와 교육적 효과를 제공하기 위하여 카메라를 사용한 블록을 개발하였다. 특히, AI 기능이 접목된 카메라를 이용한 스마트토이를 사용하면 기존 스마트블록이 갖는 콘텐츠보다 훨씬 더 다양한 콘텐츠를 제공할 수 있고, 아이들이 접근하기 힘든 AI 개념을 놀이를 통해 접근할 수 있다. AI 카메라블록은 색상 인식 알고리즘 기반의 색상 기억하기 콘텐츠를 통해 기억력 훈련을 진행할 수 있고, 글자 인식 알고리즘 기반의 계산 콘텐츠를 통해 수학적 사고력을 기를 수 있다. 딥 러닝류의 고성능 알고리즘은 스마트토이에서 많이 사용하는 SBC에 적용하기 힘드나, 전처리과정과 알고리즘의 단순화로 SBC 환경에서도 동작 가능하게 설계하였다. 본 논문에서 개발한 AI 카메라블록을 통해 스마트토이 시장에서 좀 더 확장된 콘텐츠를 제공하고 아이들에게 학습적 효과도 줄 수 있을 것이라 기대된다. 추후 연구를 통해 물체 인식 기능을 추가하면 더 많은 콘텐츠를 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 2017년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO.2017-0-00662, ICT 기반 치매 스마트 케어 시스템 개발)

참고문헌

[1] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems, 29(7), 1645-1660.
[2] 2019년, 'IoT산업 실태조사', 과기정통부
[3] Kara, N., Aydin, C. C., & Cagiltay, K. User study of a new smart toy for children's storytelling. Interactive Learning Environments, 22(5), 551-563. 2014.
[4] 임태윤, 안재용, 이석, 우덕하, & 이상선. 스마트 블록 기반의 AI 카메라 블록 개발. 대한전기학회 학술대회 논문집, 19-20. 2019.
[5] 안종복, 한성우, 천은진, & 이경민. 인공지능 기법을 이용한 스마트 토이. 한국조명· 전기설비학회 학술대회논문집, 155-156. 2017.
[6] 임태윤, 안재용, 김유식, 김재우, 유규빈, 고건혁, 남성진, 김준교, 우덕하, 이석. 스마트블록을 활용한 인지재활 콘텐츠 개발. 대한전자공학회 학술대회, 1181-1183. 2018.