

코딩 교육용 제어 보드와 3D 프린팅 융복합 콘텐츠 개발

염성관¹, 김영상^{2*}

¹원광대학교 정보통신공학과 부교수, ²제주한라대학교 컴퓨터멀티미디어과 정교수

Development of Control Board for Coding Education and Convergence Contents based on 3D Printing

Sung-Kwan Youm¹, Young-Sang Kim^{2*}

¹Associate Professor, Department of Information & Communication Engineering, Wonkwang University

²Professor, Department of Computer Multimedia, Cheju Halla University

요 약 3D 프린팅 기반의 교육용 콘텐츠 제작과 보급은 창의적 문제 해결의 코딩 교육을 리드하고 활성화하는데 중요한 역할을 한다. 본 논문에서는 아두이노를 활용하여 특화된 기능을 제공하는 8비트 MCU 기반 제어 보드 및 3D 프린팅 기반의 다양한 융합 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 제어 프로그램은 양방향 통신을 기본 지원하므로 다양한 모니터링 패킷 지원으로 초당 10회 이상 수행한다. 또한, 다양한 정보 전달을 위한 최적화된 통신 프로토콜을 사용하여 여러 콘텐츠 제어가 가능해진다. 개발된 제어 보드와 3D 프린팅으로 제작된 콘텐츠들은 코딩의 원리와 개념을 교육하는 프로그래밍 교육 도구로 유용하게 활용할 수 있다.

주제어 : 융합, 아두이노, 코딩, 3D 프린팅, 블루투스, 드론, 로봇, 카

Abstract It is a key role in leading and activating coding education as a process to solve problems creatively to produce and provide the educational contents on the basis of 3D printing. In this paper, we develop a variety of fusion contents to use 3D printing and 8bit MCU base control board which provides specific functions through Arduino. The developed control program conducts various packet monitoring more than ten times per a second, supporting intrinsically full duplex. In addition, communication protocol optimized in conveying a lot of information enables to control different contents. The contents produced with the control board and 3D printing are useful as a programming education tool to train the principle and the concept of coding.

Key Words : Convergence, Arduino, Coding, 3D Printing, BLE, Drone, Robot, Car

1. 서론

4차 산업혁명 시대가 시작되면서 IoT기술을 이용한 창의성 교육에 대한 국민적 관심이 급증하고 있다. 특히, 2018년부터는 초·중등교육과정에서 코딩 교육이 의무화 된다. 교육 전문가들은 문제해결을 위한 논리적 사고 능력을 키우기 위해서 자연스럽게 컴퓨터 원리와 개념을 습득하는 것이 중요하다고 권고한다. 창의융합인재 선발을 위한 인성 교육의 중요성[1]과 더불어 창의성 개발을 위

한 융합 교육 프로그램[2]은 창의성 교육에 대한 타당성과 유의미성을 보여준다. FLL 레고 로봇 공학 대회를 위한 레고 로보틱스(Lego robotics) 프로젝트는 학생들이 과학과 공학에 관심을 가질 수 있는 교육적 방법으로 제작되었다[3].

구체적 코딩 교육의 효과는 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍을 적용하여 문제해결과정이 로봇에 의해 시각화되므로 학생들의 사고가 진작되고, 학

*Corresponding Author : Young-Sang Kim (yskim@chu.ac.kr)

Received March 7, 2018

Accepted September 20, 2018

Revised September 5, 2018

Published September 28, 2018

생들은 실제로 이러한 과정을 좋아하는 것으로 탐색되었다[4]. 따라서 컴퓨터를 문제 해결의 코딩 교육 도구로서 활용하기 위해서는 사용자가 무엇을 어떻게 활용할 것인지 분석과 이해가 필요하다[5]. 2005년 이전에는 단순기능 위주의 컴퓨터 활용교육을 강조하다보니 소프트웨어나 하드웨어를 이용하여 교육적 문제해결의 도구로 직접 활용하는 것이 어려웠다. 2013년 아두이노(Arduino) 공식 보드가 70만개에 이르고, 2014년 3D 프린터 관련 특허 90여 건이 만료되면서, IT 분야 콘텐츠의 특성에 맞는 3D 프린팅 기반의 코딩 교육용 제어(Control)보드 개발이 이루어지고 있다.

아두이노는 마이크로 컨트롤러를 내장하여 다양한 센서 등을 부착할 수 있으므로 컴퓨터와 연결하면 각종 제어 장치류는 물론 로봇, 드론 등도 쉽게 제작할 수 있다. 아두이노를 직접 수업에 사용하는 것은 쉽지 않다[6]. 이동 로봇의 경우, 객체 추적할 때 움직이는 장애물이 발견되어 완전하게 객체를 가리면 초음파 센서를 같이 이용하여 잠깐 로봇의 이동을 멈추어서 이동 로봇의 추적 정확도를 유지하는 알고리즘도 개발되었다[7]. 탐사로봇 설계는 사물인터넷 기반으로 원격제어 모니터링하여 기업 중심의 서비스에 활용하고 있다[8].

3D 프린팅 기술은 간략히 말해서 3차원의 입체물을 만들어내는 제작 기술이다. 보급형 제품 출시로 구입 부담이 해소되면서 일반인도 손쉽게 창의적인 아이디어를 창작물로 만들 수 있다. 특히, 3D 프린팅 기반의 콘텐츠(교육용 드론 등) 제작과 보급은 코딩 교육을 리드하고 활성화하는데 중요한 역할을 한다. 최근 일반 목적을 위한 아두이노 호환 보드 및 응용 보드는 교육 시장이나 산업현장에서 다양하게 활용하고 있으나, 코딩 교육을 위하여 여러 개의 콘텐츠를 쉽고 효율적으로 제작할 수 있는 특화된 제어 보드 개발은 미흡한 실정이다.

본 논문에서는 아두이노를 활용하여 특화된 기능을 제공하는 8비트 MCU 기반의 제어 보드 및 3D 프린팅 기반의 다양한 융합 콘텐츠를 개발함으로써 창의적인 코딩 교육 적용방안을 제안한다. 2장에서는 아두이노 활용 제어 보드 및 3D 프린팅 콘텐츠 개발 연구동향을 살펴보고, 3장에서는 제어 보드 및 3D 프린팅으로 제작된 드론, 로봇 팔, 자동차의 설계안을 제안한다. 4장에서는 개발된 융합 콘텐츠에 대한 성능평가 실험을 행하고 그 결과를 분석한다. 5장에서는 창의적인 코딩 교육 활성화를 위한 연구 결론을 기술한다.

2. 이론적 배경 및 관련 연구

2.1 코딩 교육과 아두이노 제어 보드 (Control Board)

이른바 4차 산업혁명 시대는 정보통신기술이 서로 융합된 혁신적인 환경을 활용하는 시대이다. 세계의 우수한 교육기관이 주목한 교육이 바로 SW코딩 교육이다. SW코딩은 그냥 프로그램을 만드는 것뿐만 아니라 코딩 과정을 통해서 창의력이나 논리적 사고력, 문제해결 능력을 키울 수 있다. 기존의 암기나 단순 지식을 받아들이는 것이 아니라 아이디어를 응용하고 적용하는 과정들을 통해 새로운 방법과 문제해결 능력을 배우는 것이다. 예를 들어 학습 성찰일지 및 중간 수업 피드백이나 학기말 평가지 분석을 토대로 코딩 교육의 적용 가능성 탐색과 함께 효과적인 코딩교육 적용 전략을 제시하였다[9]. 국내 코딩 교육시장은 이제 시작단계이다. 어렵고 딱딱하게만 여겨지던 코딩 교육에 흥미와 학습동기 유발을 위한 방법은 자연스럽게 쉽게 접근할 수 있는 아두이노 및 3D 프린팅을 활용한 콘텐츠가 가장 적합하다고 판단된다.

아두이노는 2005년 이탈리아 밀라노 옆에 있는 Ivera에서 시작한 프로젝트로 주머니가 얇은 학생들이 편리하면서 저렴하고 유용한 컨트롤 장치를 만들면서 시작되었다. 오픈 소스 하드웨어로 알려지면서 과급효과가 매우 커지게 되었고, 2011년 5월까지 30만개 이상의 아두이노가 판매되면서 다양한 응용 프로젝트 및 제품들이 상용화되기 시작했다. 아두이노 성공과 함께 범용보드는 물론 다양한 호환 보드들이 출시되었으며, 다양한 부가 기능을 접목할 수 있도록 확장되고 있다. 범용보드는 접근성이나 적용성이 쉬운 반면에 특정 목적의 센서나 기능 모듈 등의 확장성이 미흡한 경우가 있다. 아두이노 보드는 두뇌역할 전용 프로세서로 MCU(Micro Controller Unit)로 ATmega168 등을 사용하는 AVR 위주로 개발되고 있다. 아두이노는 프로그래밍 가능한 MCU와 소프트웨어 또는 IDE (Integrated Development Environment)로 구성되어 컴퓨터 코드를 작성하여 물리적 보드에 업로드할 수 있다[10].

아두이노 기반의 보드 설계는 크게 3단계로 진행된다. 첫째, 기본적인 부품의 특징과 전기적 특성을 고려한 회로 설계(Circuit Design) 단계, 두 번째는 회로도를 바탕으로 하여 전자부품을 배치하고, 회로기판 자재를 서로 겹쳐서 적층기(Hot Press)로 서로 접합시키는 아트웍(Artwork) 단계, 세 번째는 설계된 PCB를 생산하면서

실제로 장착하는 표면실장기술(SMT, Surface Mounting Technology) 단계로 이루어진다.

본 논문에서는 코딩 교육을 위한 특화 제어 보드를 개발하였다. 제안된 제어보드의 MCU는 Fig. 1의 ATmega328을 사용하여 기본 아두이노 기능을 유지하도록 하였으며, 기존 아두이노와 차별화를 위해서는 추가로 자세 제어 교육, 속도 제어 교육, 고도 조절 교육, 방향 설정 교육 등이 가능하도록 여러 센서를 특화 설계하였다. 따라서 더 이상의 센서를 추가하지 않고도 바로 코딩 학습이 가능하다는 장점이 있다.

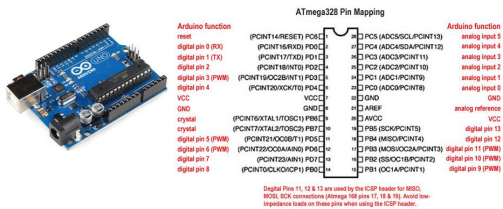


Fig. 1. Arduino and MCU Atmega328

2.2 3D 프린팅 및 드론(Drone) 기술

종이에 글자를 인쇄하는 2D 프린터에 비해서 3D 프린터는 3차원 입체 모형을 출력한다. 3D 프린팅 기술은 3차원 데이터만 있으면 언제든지 실제화가 가능하다. 일반적으로 3D 프린팅은 Fig. 2와 같이 재료를 녹여서 적층형으로 쌓아 올리는 원리를 이용한다. 플라스틱 이외에도 티타늄, 알루미늄, 나일론, 금, 은 등의 재료를 이용할 수 있으며, 4차 산업 시대의 새로운 아이템으로 부상하고 있지만 실용화에 대한 구체적인 사업화 모델 정립은 지체되고 있다.

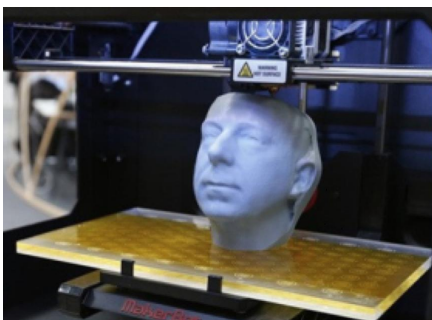


Fig. 2. Instance of 3D Printing

최근 3년간의 평균 성장률이 27.4% 로서 지난 10여년

연 평균 성장률 17.1% 이상으로 3D 프린팅 산업은 미래 경제를 이끌어갈 핵심 산업으로 부상하고 있다. 2012년 기준, 세계적 산업용 3D 프린팅 산업 규모는 약 22억 달러 이상 연평균 19.3% 증가하여 2021년에는 11조(108억 달러)에 도달할 것으로 전망하고 있다[11]. 또한, BCG보고서에 따르면, 3D 프린팅 시장은 2020년까지 매년 28%씩 성장하면서 2025년에는 50조원, 2035년에는 350조원이 넘을 것으로 전망하고 있다[12].

미국은 국가가 주도하여 산학연 중심의 로드맵을 작성하여 집중 투자를 하고 있고, 3D 프린팅 기술을 우주항공, 방위산업 및 의료 중심으로 다양한 적용하고 있다. 호주의 경우, 신소재 개발과 응용 분야를 확장하고, 개발한 신소재를 산업표준영역에 대하여 집중하고 있다. 영국은 2012년 10월 기술전략위원회 주도로 3D 프린팅 연구 개발하는데 700만 유로 투자를 발표하였다. 일본은 중소기업 위주로 의료분야 기술개발 과 제품 확산을 진행하고 있는데, 예를 들어 의료기기 전문업체인 파소텍은 틀니, 의료기구 등을 3D 프린팅을 통하여 생산하고 있다[13]. 교육적 측면에서 보면, 3차원 캐드(CAD)와 함께 학생들의 공간 지각력을 높혀줄 수 있는 것으로 알려져 공학 교육 효과를 얻을 수 있으며, 학생들의 흥미 유발에서도 긍정적인 효과가 있다[14]. 3D 프린팅 제작물을 이용하면 교실에서 대화식 교육을 원활하게하기 위한 강의 및 학습 결과물이 학습 표준과 직접적으로 어떻게 관련이 있는지 파악할 수 있다[15].

3D 프린팅과 더불어 아두이노를 활용한 드론 관련 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 항공우주연구원은 무인기 관련 기술개발을 주도하고 있으며, 티트로터형 무인기 개발에 성공하였다. 한국전자통신연구원에서는 무인항공기 운영체제 큐플러스 에어(Q plus-Air) 개발 및 시험 비행에 성공하였다. 기계연구원은 연료 전지 분야 개발을 진행하고 있는데 2013년에 연료 전지를 자체개발하여 동력원으로 사용하는 무인 항공기 시험 비행에 성공한 바 있다. 국내 기업으로 대한항공은 항공우주연구원과 공동으로 티트로터형 무인기 개발에 성공하여 2020년 세계 최초 상용화 계획을 추진 중이며, 미국 보잉사와 MOU를 통한 무인헬기사업도 추진하고 있다. 한화는 군사분야에서 초소형 무인항공기의 개발 사업에 참여하기 위하여 초소형 무인항공시스템 크로우(CRAW)의 제작사인 마이크로에어로봇사를 인수하였다. LG CNS와 LG 유플러스는 SW와 HW가 합쳐진 무인헬기 토탈 솔루션

을 개발 추진 중이며, 무인헬기 제조사인 원신스카이텍을 인수하고 LTE망을 이용한 드론 제어 기술을 확보하였다. 드론은 3D 프린팅과 가장 접목이 쉬운 콘텐츠이다. 드론의 조종 및 제어는 개발보드에 기본적으로 탑재되는 센터들을 가장 잘 활용할 수 있으며, 복잡하지 않은 기구는 무료 설계 도구를 이용하면 된다. 모터는 고속회전을 위한 Coreless 모터를 사용하므로 간단히 제어가 가능하다. [16]에서는 아두이노와 블루투스를 활용하여 드론을 제어할 수 있는 보드를 설계하여 설계과정과 드론을 운영할 수 있는 코딩 기술을 습득하는 할 수 있는 교육용 드론을 제작하였다. 본 논문에서는 코딩 교육용 제어 보드를 직접 접목한 미니급 드론 콘텐츠를 설계 개발하였다. 탑재되는 드론 제어 프로그램은 비행 및 제어, 통신 등의 원리와 코딩 교육이 쉽게 이루어질 수 있는 기능을 제공한다.

3. 설계 및 개발내용

본 논문에서 설계 개발한 코딩 교육용 제어 보드와 이를 활용하여 제작한 콘텐츠를 요약하면 Table 1, Fig. 3과 같다. 제어 보드는 다양한 콘텐츠를 개발하기 위하여 기울기 센서, 가속도 센서, 기압계 센서, 지자기 센서 등을 미리 탑재하였으므로 더 이상의 센서를 추가할 필요가 없다.

Table 1. Design & Development Contents

Item	Design & Development Contents
Control Board	Arduino Compatible Sensor Board based on ATmega328
Control Program	Wireless Control Program using Smart Phone
Drone	130mm Indoor Drone with Control Function using Smart Phone
Robot Arm	Robot Arm of 4DOF and Control for Various Servo motions
Car	Wireless Control Car using 9V Household Batteries

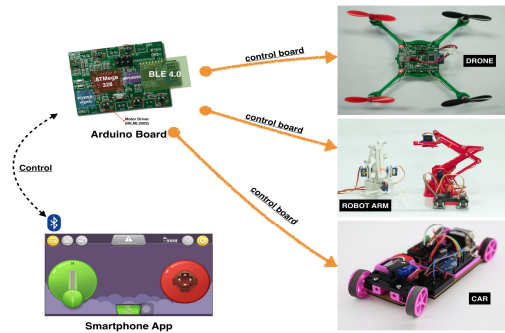


Fig. 3. Control Board and 3D Printing Contents

모터 구동 드라이버를 기본 탑재하여 모터 구동이 요구되는 콘텐츠 개발에 바로 사용할 수 있으며, 고속 및 고전류의 모터는 별도 구동 드라이버를 적용한다. 제어 보드는 PWM(Pulse Width Modulation, 펄스폭변조) 신호만을 제어한다. 아두이노 PWM은 0V와 5V사이를 빠르게 반복해서 펄스를 만들어서 출력한다. 만약, 5V를 유지하는 시간이 짧아지고, 0V의 유지시간이 길어지면 출력전압은 감소하게 된다. 반대이면 출력전압은 5V에 가깝게 된다. 100%이면 아두이노의 최대 출력 전압인 5V가 출력된다. Fig. 4는 본 연구에서 설계 개발된 코딩 교육용으로 특화된 제어 보드 PCB이다.

제안 보드는 다양한 콘텐츠를 미리 탑재하여 단일 보드로 만든 것으로 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 기울기 센서를 통하여 자세 제어 교육이 가능하다. 그리고 가속도 센서를 이용하여 속도 제어 교육도 가능하다. 기압계 센서를 이용하면, 고도 조절 교육이 이루어질 수 있고, 지자기 센서를 이용하면 방향 설정 교육도 가능하도록 특화하여 더 이상의 센서 추가없이도 코딩 학습이 가능하도록 제작되었다.

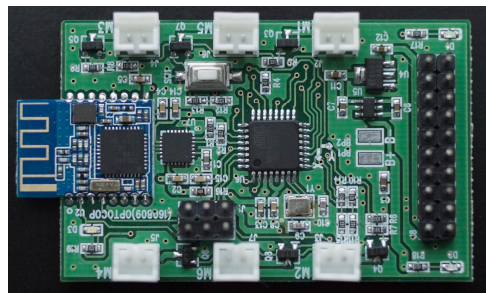


Fig. 4. Specified Control Board

스마트 폰에서 사용하는 제어 프로그램(Application)은 아이폰과 안드로이드 기기에서 각각 사용할 수 있다. 제어 프로그램의 주요 기능으로는 BLE(Bluetooth Low Energy)기반의 블루투스 컨트롤 기능, 멀티위(Multiwi) 오픈소스 기반의 드론 제어 프로토콜 지원, 실시간 제어를 위한 스레드(Thread) 통신 지원, 실시간 기체 상태를 표현하는 기능, 위험(Emergency) 지원을 위하여 미리 정의된 프로토콜 전송 기능 등이다. 제어 프로그램은 양방향 통신을 기본 지원하므로 다양한 모니터링 패킷 지원으로 초당 10회 이상 수행한다. 다양한 정보 전달을 위한 최적화된 통신 프로토콜을 사용하여 여러 콘텐츠 제어가 가능해진다. 스마트폰에 내장된 GPS 기능을 활용하면 조종하는 위치를 지도에 표현할 수 있다. 제어 프로그램의 모듈별 기능은 Table 2와 같다.

Table 2. Several Functions of Control Program

Item	Major Role
Control UI	Monitor Creation and Management of User
BLE	Bluetooth Module, Pairing and Communication
MONITORING	Visualization Processing of Batteries, Communication, and Plane Condition
Configuration	Store and Display for Set Variables
DRONE	Management of Drone Protocol Value and Control Variables
ARM	Management of Robot Arm Protocol Value and Control Variables
CAR	Management of Car Protocol Value and Control Variables
AUTH	Performing Contents Authority
GPS	GPS Module Communication, Relaying Contents & Map
MAP	Displaying Map(using Embedded MAP API)

드론은 크게 단순 기구 설계와 간단한 설계도구가 가능한 기구와 아두이노 기반으로 블루투스가 탑재된 보드 그리고 제어 가능한 모터 등 3개 파트로 이루어진다. 본 연구에서 개발한 드론은 130mm 급의 미니 드론으로 블루투스를 통하여 제어되므로 조종 거리가 기본 10미터 이내로 제한된다.

모터는 내부에 금속성의 코어(core)없이 브러시를 통하여 45,000RPM ~ 50,000RPM의 고속 회전을 한다. 공

급되는 전원은 Li-Poly 3.7V 500mAh의 배터리를 장착하였고, 평균 비행 가능 시간은 5분에서 10분 내외이다. Fig. 5는 본 연구에서 개발한 미니 드론 콘텐츠의 외형이다.



Fig. 5. Mini Drone Contents

코딩 교육에 있어서 응용 범위가 넓은 콘텐츠는 로봇 팔(Robot Arm)이다. 기본적인 원리는 물론 고급의 자동 제어가 가능하기 때문이다. 다양한 형태의 로봇 팔은 관절의 개수에 따라 3D 프린팅으로 제작하기도 용이하다.

본 연구에서는 Fig. 6과 같이 4 DoF(Degree of Freedom)인 로봇 팔 콘텐츠를 제작했으며, 모두 4개의 서보 모터로 작동한다. 무선 제어 및 좌우 회전이 가능하고, 두 군데의 관절 제어 및 집게 부분제어도 가능하다. 모든 제어기능은 쉽게 코딩이 가능하도록 프로그래밍 되었다. 로봇 팔에 사용한 모든 부품은 3D 프린터로 출력했으며, 3D 모델을 통하여 가구 디자인을 새롭게 하여 새로운 콘텐츠를 제작하는 것도 가능하도록 개발되었다.

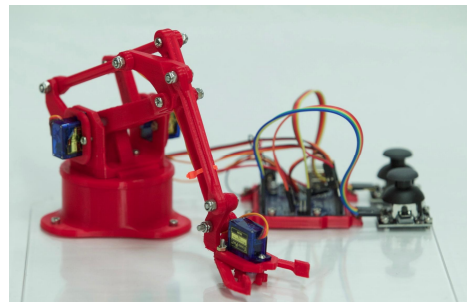


Fig. 6. Robot Arm Contents

아두이노를 활용하여 3D 프린터로 자동차를 만드는 경우, PWM 제어를 통해서 모터를 구동시킬 수 있고, 통

신기능을 이용하여 제어할 수 있다. 본 연구에서는 Fig. 7과 같이 제어 보드에 자동차의 구동이 가능한 2륜과 4륜 칩을 결합 탑재하여 별도 모터 구동용 모듈이 필요없이 4륜 구동이 가능한 자동차 콘텐츠를 개발하였다.

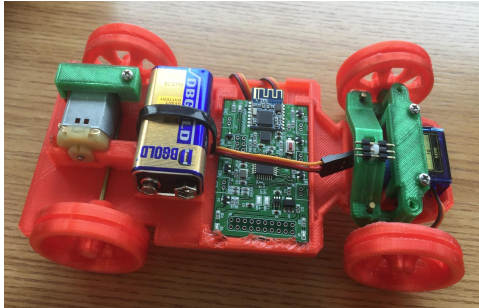


Fig. 7. Car Contents

자동차의 모든 부품은 Autodesk 2015 Professional 프로그램에서 설계하여 3D 프린터로 출력한 것이며, 크게 기구와 9V 전원을 사용한 대용량 모터와 고속 회전을 위한 일반 DC모터를 사용하였다. 기본적으로 블루투스를 이용하여 Fig. 4의 특화된 제어 보드로 자동차를 무선 제어할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 드론과 자동차의 제어를 10m 보다 더 확장하기 위한 제어 확장 팩을 적용하였다. 제어 확장 팩을 이용하면 433Mhz 이용하는 무선 제어통신을 적용하므로 최대 1Km까지 제어가 가능하다.

4. 성능평가

본 연구에서 개발된 제어 보드와 코딩 교육용 콘텐츠의 성능평가 결과에 대해서 Table 3과 같이 개발 전·후를 비교 제시하였다.

Table 3. Evaluation of Control Board & Contents

Item	Unit	World Class (Co./Nation)	Before	After
BLE Authority	case	-	-	Good
BLE RF Gain	dB	hubsan/China flexbot/China	-3	0
433Mhz RF Module	m	DJI/China	1000	1500
Board Motion Verification	Ver.	flexbot/China	2.2	2.4
Wireless Control Verification	m	flexbot/China	10	20

전파 인증에 대한 BLE 인증 시험은 국립전파연구소로부터 전담 판정을 받았는데, 향후 상용화를 진행하기 위해 필요한 절차이다. BLE 인증 시험을 통과함으로써 제어 보드는 신뢰성을 확보할 수 있으며, 저가형 모듈과의 차별화가 가능하다.

BLE RF 이득값의 측정결과는 0dB로서 신뢰도를 확보하였다. BLE 모듈은 별도의 안테나가 탑재되지 않기 때문에 전송 거리의 한계를 지닌다. 이를 보완하기 위해 안테나의 Gain에 따라 도달 거리가 달라지게 하여 안정적인 데이터 전달이 가능하도록 하였다. Fig. 8은 안테나 Gain에 대한 전문 업체의 시험 결과로서 제어보드의 각 주파수 대역별 Peak Gain이 0.47부터 0.39까지 안정적인 을 보여준다.

Passive Performance	
Item	Value
Test Date	Thu 04Apr2017 13:44:53
Level Status	
Serial Number	
Hardware Version	V1.0
Frequency [MHz]	2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495
Efficiency [dB]	3.39 3.37 3.17 3.18 3.16 3.06 3.08 3.08 3.03 3.09 3.19 3.22 3.25 3.23 3.26 3.26 3.26 3.26 3.25 3.23 3.23
Efficiency [%]	47.3 47.9 48.2 48.3 48.3 48.6 48.4 48.3 48.1 47.9 47.6 47.3 47.6 48.1 48.1 48.4 48.3 48.3 48.3 48.3 48.2
THD [dB]	-3.80 -3.81 -3.79 -3.79 -3.77 -3.65 -3.69 -3.69 -3.63 -3.70 -3.80 -3.81 -3.81 -3.77 -3.62 -3.67 -3.65 -3.51 -3.72 -3.82
Gain [dB]	0.34 0.30 0.40 0.42 0.45 0.58 0.66 0.66 0.61 0.52 0.44 0.33 0.32 0.30 0.41 0.58 0.55 0.51 0.34 0.32
Gain [dB]	-11.82 -11.82 -11.82 -11.82 -11.82 -11.81 -11.81 -11.81 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80 -11.80
THD [dB]	-11.82 -11.82 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81 -11.81
Gain [dB]	-20.89 -20.87 -20.33 -20.36 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04 -20.04
ISRR [dB]	-1.99 4.90 4.86 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80
ISRR [dB]	4.83 4.83
IS-Plane	-2.32 -2.28 -2.21 -2.21 -2.20 -2.08 -2.01 -2.01 -2.01 -2.12 -2.23 -2.27 -2.28 -2.28 -2.11 1.38 -1.91 -1.80 2.04 2.14
IS-Plane [dB]	-4.74 -4.69 -4.61 -4.61 -4.60 -4.48 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45 -4.45
IS-Plane [dB]	-4.52 -4.44 -4.38 -4.37 -4.34 -4.21 -4.12 -4.12 -4.10 -4.20 -4.30 -4.31 -4.31 -4.27 -4.13 -3.98 -3.97 -4.05 -4.27 -4.49
Peak Gain [dB]	0.47 0.50 0.53 0.56 0.58 0.72 0.80 0.80 0.76 0.67 0.58 0.48 0.46 0.44 0.53 0.67 0.70 0.67 0.50 0.39
Directivity [dB]	3.79 3.79 3.79 3.79 3.74 3.78 3.78 3.78 3.78 3.79 3.71 3.71 3.66 3.66 3.66 3.66 3.66 3.66 3.72 3.80
Minimum Gain [dB]	-10.54 -10.58 -10.67 -10.71 -10.73 -10.35 -10.32 -10.25 -10.22 -10.14 -10.02 -9.99 9.79 9.79 9.32 9.36 9.37 9.36 9.86
Test Condition	FS
Antenna Type	
Average Efficiency	-3.13 dB 49.67 %

Fig. 8. Performance of BLE Gain

본 연구에서 개발된 3종의 콘텐츠에 대한 RF 도달거리 실측은 433Mhz 통신 모듈을 적용하였다. 433Mhz는 낮은 주파수로서 도달거리가 최대 1km인데 비해서, 본 연구에서는 도달거리 500m 더 가능한 433Mhz 모듈을 개발하였다. 실측 거리 판정은 공인인증기관을 통하여 Line of Sight가 가능한 지역을 후보지로 하여 실제 거리를 구글 맵을 통하여 확인하였다. 보드 동작 검증은 멀티위 2.4 소스코드 기반으로 적용하였으며, 무선 조종거리는 20m의 거리에서 실측 확인하였다.

5. 결론

IoT 활용이 확대되면서 기존의 산업용 및 교육용 임베디드 시스템에 사용하는 아두이노 보드는 BLE와 같은 별도 통신 장치를 연결해야 하는 불편함이 있었다. 본 연구에서는 코딩 교육용으로 BLE가 내장된 ATmega328

특화 제어 보드를 개발하였다. 개발된 제어 보드는 3D 프린팅으로 제작된 다양한 콘텐츠들을 융합함으로써 드론 비행이나 로봇 팔 제어, 통신, 자동차 조종의 원리를 교육하는 프로그래밍 교육도구로 활용할 수 있다. 또한, 제어 보드와 결합하여 드론, 자동차, 로봇 팔 등의 콘텐츠를 직접 제어하는 스마트 폰용 프로그램은 어플리케이션 코딩 교육이 쉽게 이루어지도록 개발되었다.

또한, 통신 모듈을 별도로 추가하지 않으므로 제작 단가를 낮추는 경제성을 갖추었으며, 3D 프린팅과 결합함으로써 전 세계적으로 변화하는 코딩 교육에 적용하여 창의성 교육 효과를 도출하기 적합하다고 하겠다. 창의적인 코딩 교육 활성화를 위한 과제로는 미니급 드론 대신에 240m급을 제작하여 간이 촬영이나 레이싱 등이 가능하도록 업그레이드하는 등 다양한 융합 콘텐츠를 개발하여 학생들의 실무능력을 향상시킬 수 있는 연구를 지속 추진하고자 한다.

REFERENCES

- [1] K. H. Chon & E. H. Kim. (2017). An Analysis of Character Education and Evaluation Components for Selecting Creative Convergent Talents. *The Korean Journal of The Korea Convergence Society*, 8(2), 197-204.
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.2.197
- [2] J. H. Lee, M. B. Yoon, S. R. Ryu, H. S. Kim. (2017). Development Convergence Education Program for Elementary and Middle School Using Design. *Journal of The Korea Convergence Society*, 8(10), 173-183.
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.10.173
- [3] <https://scratch.mit.edu/projects/14748939/>
- [4] I. H. Yoo. (2005). The Possibility of Robot Programming to Enhance Creative Problem-Solving Ability. *The Journal of Educational Studies*, 36(2), 109-128.
- [5] H. R. Kim. (2005). A Study on Speciality Development of Computer Subject Matter of Elementary School, *Journal of The Korean Association of information Education*, 9(1), 147-158.
- [6] D. G. Lee & Y. J. Lee. (2016). Arduino Compatible Board Schema Design for effective physical computing education, *Proceeding of 2016 Summer Conference of The Korean Association of Computer Education*, 20(2), 43-45.
- [7] S. J. Yu & C. Y. Yoon. (2017). Android based Robot Vision Tracking System for Mobile Robot. *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, 27(4), 283-288.
DOI : 10.5391/JKIS.2017.27.4.283
- [8] B. C. Kim. (2015). A Internet of Things(IoT) based Exploration Robot Design for Remote Control and Monitoring. *Journal of Digital Convergence*, 13(1), 185-190.
DOI : 10.14400/JDC.2015.13.1.185
- [9] Y. O. Song. (2017). Design and Implementation of Reflection-based Coding Education: Case Study of "SW and Computational Thinking" Courses at H University. *Journal of Educational Technology*, 33(3), 709-736.
DOI : 10.17232/KSET.33.3.709
- [10] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino>
- [11] http://www.daejonilbo.com/news/newsitem.asp?pk_no=1136719
- [12] Signed for printing. (2017). <https://www.bcg.com/en-ru/d/news/8apr2017-signed-for-printing-156427>
- [13] H. W. Park. (2014). "3D Printing Technology Application Conception". *Journal of the KSME*, 54(4), 32-35.
- [14] K. Park. (2014). "Education Application in 3D Printing Technology". *Journal of the KSME*, 54(4), 41-45.
- [15] Martin, Robert L.; Bowden, Nicholas S.; Merrill, Chris. (2014). "3D Printing in Technology and Engineering Education", *Technology and Engineering Teacher*, 73(8), 30-35.
- [16] S. M. Kim, Z. Ying. (2017). "A Study on the Development of Educational Drone Using Aduino", *Proceeding of 2017 Conference of The Korean Institute of Information Technology and Digital Contents Society*, 22-24.

염 성 관(Youm, Sung Kwan)

[정회원]



- 2001년 2월 : 고려대학교 전자공학(공학석사)
- 2006년 2월 : 고려대학교 전자공학(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 2015년 2월 : 삼성 전자 네트워크사업부 책임연구원
- 2015년 3월 ~ 2018년 2월 : 제주한라대학교 정보통신과 조교수
- 2018년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 정보통신공학과 부교수
- 관심분야 : 사물인터넷, 빅데이터, 컴퓨터통신, 인공지능
- E-Mail : skyoum00@wku.ac.kr

김 영 상(Kim, Young Sang)

[중신회원]



- 1993년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
- 2001년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)
- 1990년 1월 ~ 1991년 1월 : SK하이닉스(구, 현대전자) 산전연구소 연구원
- 1993년 3월 ~ 현재 : 제주한라대학교 컴퓨터멀티미디어과 정교수
- 관심분야 : SW공학, 가상현실, 인공지능, IoT, 빅데이터
- E-Mail : yskim@chu.ac.kr