중등 정보교육의 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 보드 개발

엄기순† · 장윤재† · 김자미†† · 이원규†††

요 약

2015년 9월 개정 교육과정이 발표되면서 중학교 정보교과는 필수로 지정되고, 피지컬 컴퓨팅 단원이 포함되었다. 선도학교를 중심으로 피지컬 컴퓨팅의 대표적인 도구인 아두이노를 활용한 교육 연구가 진행되고 있지만, 개정 교육과정에서 활용하기 위해서는 해결해야 할 문제점들이 있다. 본 연구에서는 중등 학습자가 피지컬 컴퓨팅을 배울 때 하드웨어의 인지적 부담을 줄이고, 창작의 과정을 경험할 수 있도록 피지컬 컴퓨팅 교육용 보드를 개발하였다. 개발된 보드의 특징은 첫째, 아두이노 보드와 호환성 유지, 둘째, 창작을 위한 가장 핵심적인 기능 제공, 셋째, 소형화 이다. 기존 하드웨어 보드에 비해 기능은 줄었지만 중등 학습자가 창작하기에 용이하도록 구성하였다. 본 연구를 바탕으로 다양한 교육 대상자를 위한 보드 개발과 수업 적용을 위한 연구가 지속되어야 한다.

주제어 : 피지컬 컴퓨팅, 피지컬 컴퓨팅 교육, 보드 설계

Development of a Board for Physical Computing Education in Secondary Schools Informatics Education

KiSoon Eom† · YunJae Jang† · JaMee Kim†† · WonGyu Lee†††

ABSTRACT

With the announcement of the revised curriculum in September, 2015, the informatics for a secondary school was designated as compulsory, and Physical Computing section was included. With a leading school, the educational research using Arduino is currently underway, but there remain the problems to be solved to utilize Arduino in the revised curriculum. This study developed educational board which can make it possible for secondary learners to lessen the cognitive burden of hardware, and to experience the process of creation when they learn Physical computing. The characteristics of the board are as follows: First, keeping compatibility with Arduino. Second, provision of the most essential functions for creation. Third, miniaturization. This study composed the board to make it easier for a secondary learner to create. and thinks that it's necessary to continue the research on board development for diverse learners, and class application on the basis of this research.

Keywords : Physical Computing, Physical Computing Education, Board Design

† 정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과
†† 종신회원: 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공
††† 종신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과(교신저자)
논문접수: 2016년 1월 7일, 심사완료: 2016년 2월 15일, 게재확정: 2016년 3월 16일

1. 서론

2015 개정 교육과정에 대한 총론이 2014년에 발표되면서 정보교과는 초등학교에 17시간, 중학교는 34시간의 필수교과로 지정되었다[1]. 2015년 9월에는 각론이 발표되었고, 중등교육에서 정보교과의 4번째 단원으로 피지컬 컴퓨팅의 내용이 포함되었다[2]. 프로그래밍 교육이 문제해결력 및 논리적 사고력을 향상시킬 수 있다는 점에서 긍정적으로 평가되었고, 기존의 로봇 교육이 학생들의 흥미와 동기, 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 연구들의 장점이 반영된 것이라 할 수 있다[3][4][5].

로봇을 활용한 교육은 학생이 작성한 알고리즘을 물리적인 환경에서 확인할 수 있어 효과적인 프로그래밍 학습 방법으로 제시되었다[6][7]. 로봇을 활용하기 이전에 학생들이 자신의 생각을 표현하기 위해서 습득해야 할 지식이 적지 않아 초보 프로그래머들에게는 어려움이 발견되었다[8]. 또한, 학습에 있어 프로그래밍에 대한 흥미 보다는 로봇에 대한 흥미가 강하여 실제 프로그래밍에 도움을 주지 못하는 경우가 발생하거나, 로봇의 오작동을 경험했을 때, 물리적인 로봇의 결함인지 혹은 프로그래밍의 오류인지를 정확히 확인하기 어렵다는 단점도 제기되었다[9].

로보틱스가 한정적인 로봇키트에 치중하는 것과 달리 피지컬 컴퓨팅의 도구들은 학생의 표현에 대한 다양성을 인정하는 형태로 발전하였다. 피지컬 컴퓨팅이 인간과 컴퓨터의 상호작용적 예술 및 디자인 관점에서 인터랙션 디자인을 위한 도구에서 시작된 것도 표현을 강조한 것과 무관하지 않다[10]. 피지컬 컴퓨팅의 도구는 다양한 종류들이 있지만, 교육과정에서 고려하는 도구는 다음과 같다. 영국에서 2014년 교육과정부터 활용하고 있는 라즈베리 파이는 2012년 2월에 출시된 소형 교육용 컴퓨터 보드이다. PC에서 사용되는 다양한 주변장치들을 직접 연결해서 적은 비용으로 리눅스 기반의 컴퓨터를 구성할 수 있다. 인터넷 연동도 가능하여 편리한 개발 환경을 제공한다[11]. 아두이노는 초보자를 위한 프로토타이핑 도구로서, STEAM 교육이나 프로그래밍 교육에 적용되고 있다[12][13][14].

피지컬 컴퓨팅 교육에 대한 연구는 주로 소규모 단위의 실험연구이거나 연구 및 선도학교를 중심으로 한 내용들이 대부분이다. 정규수업으로 편성되어 운영되지 않았기 때문에 수업 시수가 정해진 상태에서 시행되지는 않은 것이다. 피지컬 컴퓨팅 교육이 2018년부터 시행되는 개정 교육과정에서 활용되기 위해서는 현재 연구를 통해서 제기되고 있는 다음의 문제점들을 해결할 필요가 있다.

첫째, 하드웨어 지식에 대한 인지적 부담이다. 피지컬 컴퓨팅은 하드웨어 보드와 다양한 전자부품을 이용하여 회로를 구성해야 한다. 또한 구성된 피지컬 컴퓨팅이 제대로 동작될 수 있도록 프로그램도 작성해야 한다. 프로그램 작성은 정보교과의 문제해결 영역에서 학습한다. 그러나 하드웨어적 지식의 학습은 학생과 정보 교사 모두에게 부담을 준다. 둘째, 수업 도구 준비의 어려움이다. 피지컬 컴퓨팅 수업에 사용되는 도구는 하드웨어 보드와 다양한 전자 부품들이 포함되며, 하드웨어 보드와 기본 부품들이 포함된 학습용 키트의 가격이 대당 10만원 대로 판매되고 있다. 최소 20명 이상의 학생을 대상으로 수업을 진행할 경우, 학교에서 준비해야 할 도구 준비 비용에 부담이 된다. 셋째, 교수학습 자료 및 수업 시수 부족이다. 교실 수업 환경에 맞는 수업 모형과 교사들을 위한 참고 자료가 부족한 실정이다. 또한 정보 교과에서 가르쳐야 할 내용과 할당받을 수 있는 수업 시수를 고려하면, 짧은 시간에 피지컬 컴퓨팅 교육이 진행되어야 한다. 넷째, 학습 평가에 대한 문제이다. 프로젝트 기반의 구현 활동을 강조하는 피지컬 컴퓨팅 교육의 특성을 고려하여 객관적인 평가가 이뤄질 수 있는 방안에 대한 고민이 필요하다.

정보 교과에서 피지컬 컴퓨팅 교육이 가능하기 위해서는, 학교에서 수업 도구 준비가 가능하고, 학생 및 교사의 학습 부담을 줄이는 방안이 우선적으로 고려되어야 한다. 이에 본 연구의 목적은 초보 학습자가 피지컬 컴퓨팅을 경험하는데 있어 하드웨어적 인지부담을 줄이고, 창작 과정(만들고, 개조하기)이 용이한 피지컬 컴퓨팅 보드를 개발하는 것이다.

2. 관련연구

2.1 피지컬 컴퓨팅

피지컬 컴퓨팅은 2년 과정의 대학원 프로그램인 뉴욕 대학교의 티쉬 예술대학에서 ITP (Interactive Telecommunications Program)를 통해, O'Sullivan과 Igoe 교수가 인터랙티브 피지컬 시스템을 가르치면서 시작된 개념이라 할 수 있다. 피지컬 컴퓨팅은 "물리적인 실제 세계와 컴퓨터의 가상 세계가 서로 대화할 수 있도록 하는 것"이라고 정의된다[15].

피지컬 컴퓨팅은 단순히 컴퓨터 인터페이스인 키보드, 마우스, 스피커 등의 장치를 벗어나, 인터페이스를 확장하여 사람과 컴퓨터, 컴퓨터와 컴퓨터간의 다양한 방법으로 서로 대화를 할 수 있게 한다[16]. 대화는 상대방과 마주하여 이야기를 주고받으며 소통하는 것을 의미한다. 그렇다면 피지컬 컴퓨팅에서는 현실세계와 가상세계가 어떠한 방식으로 대화가 가능할 것인가? 앞에서도 언급한 바와 같이 예술의 영역에서 시작한 피지컬 컴퓨팅에서 인간과 컴퓨터의 상호작용은 사람들 사이에서 이루어지는 일상적인 대화처럼, 예술의 영역에서는 작품과 관객 모두가 서로 듣고, 생각하고, 말하는 구조를 지니고 있다.

관객에게 일방적으로 말하기 보다는 입력으로 관객의 반응을 듣고, 컴퓨터의 자율성을 작동시켜, 입력에 대한 생각하기를 진행한 후, 관객의 입력에 대한 응답을 출력으로 한다. 관객은 또한 응답을 듣고 생각하고, 다시 작품에 응답하는 형태로 대화가 계속된다. '듣기-생각하기-말하기의 순환' 자체가 예술이 된다[17]. 즉, 소통을 통한 예술이며, 예술 자체가 소통의 상호작용인 셈이다. 피지컬 컴퓨팅에서 현실과 가상세계를 연결해주는 매개체인 인터페이스는 사람과 컴퓨터간의 대화를 가능하게하며, 상호작용을 유발하므로 역할이 매우 중요하다.

상호작용은 "둘 이상의 행위자들이 서로 듣고, 생각하고, 말하는 과정을 반복하는 것"이다. 즉, 사람의 입장에서 듣고, 생각하고, 말하는 과정을 컴퓨터의 방식으로 표현하면, 입력, 처리, 출력의 과정이 된다[18][19]. 피지컬 컴퓨팅에서 물질세계와 가상세계간의 상호작용을 위해서는 다음의 세 가지가 충족되어야 한다.

첫째, 듣기(입력)는 컴퓨터의 입장을 고려한 것으로, 우리가 컴퓨터와 대화를 하고 싶다면 컴퓨터에게 명령이나 정보를 명확하게 제공해야할 필요가 있다. 컴퓨터가 우리의 정보를 받아들일 수 있도록 일련의 과정을 적절히 설계하지 않는다면 우리가 의도한 데로 정확한 처리가 어려울 것이기 때문이다.

둘째, 생각하기(처리)는 컴퓨터의 경우, 명령어에 따라 반응하는 것이기 때문에 우리가 프로그래밍이라는 방법을 통해 컴퓨터가 정보에 반응할 수 있도록 설계해야 함을 나타낸다.

셋째, 말하기(출력)의 단계로 입력과 처리를 거쳐 컴퓨터는 프로그래밍의 결과를 제공하게 된다. 예컨대, 이미 프로그래밍으로 정해져 있던 결과를 디스플레이 장치를 통해 이미지 혹은, 사운드로 표현하는 것이다.

이상을 토대로 본 연구는 '피지컬 컴퓨팅은 프로그래밍한 내용을, 물리적인 세계의 출력장치를 통해 확인하는 컴퓨팅이다'라고 정의한다.

2.2 피지컬 컴퓨팅 도구

피지컬 컴퓨팅에 대해 논하기에 앞서 로봇을 활용한 프로그래밍활동인 로봇틱스와 구분할 필요가 있다. 피지컬 컴퓨팅은 로봇틱스와는 다른 철학적 관점을 갖는다. 로봇틱스는 프로그래밍의 주된 내용인 입출력이나 처리 관점에 집중하기보다는 컴퓨터를 이용한 계측, 제어시스템의 원리를 학습하기 위한 목적이 있다[20]. 즉, 로봇을 만들기 위해 키트화된 도구를 활용하여 각도나 모터 제어 등과 같은 제어에 집중한다[5].

로보틱스는 산업의 관점에서 생산 공정의 자동화로 생산성 향상을 도모하기 위한 관점으로 시작되었다[25]. 즉, 로보틱스는 인간을 모델로 자동화를 고려한다면, 피지컬 컴퓨팅은 인간의 능력을 확장시키기 위한 도구로서 표현을 확장, 상호작용의 극대화 등과 같은 관점에 관심을 둔다.

피지컬 컴퓨팅도 프로그래밍을 위한 학습 도구라는 관점에서는 로봇틱스와 유사해 보이지만, 로봇 프로그램이 정형화된 키트를 활용하는 데 반

하여 피지컬 컴퓨팅은 정형화 되지 않은 형태로 모터나 센서에 대한 제어 뿐 아니라 컴퓨터와 유사하게 입출력의 처리에 집중한다. 즉, 로봇 프로그램에 비해 확장성이 넓으며, 범용적인 형태라 할 수 있다[22].

Biggs와 MacDonald(2006)는 로봇틱스의 경우, PC상에서 움직이는 시스템의 프로그래밍과는 크게 다르다고 지적하고 있다[23]. 따라서 대상을 고려하여 로봇 시뮬레이션과 로봇 프로그래밍 도구가 필요하다는 것이다[9]. 반면, 피지컬 컴퓨팅은 피지컬 컴퓨팅을 위한 새로운 도구나 언어가 필요하지는 않는다는 점을 고려해야 한다.

2005년 Massimo Banzi와 David Cuartielles는 인터렉션 디자인 프로젝트를 용이하게 배우고 제작할 수 있는 AVR 프로세스를 사용한 오픈소스 마이크로컨트롤러 보드인 아두이노를 개발했다. 아두이노는 공학적 배경이 없는 디자이너나 예술가들을 위해 손쉽게 프로토타입을 제작할 수 있는 기술 중 대표적인 오픈소스기반 프로젝트의 산물이다[24]. 구조가 비교적 간단하고 기본적인 컨트롤러와 전기회로가 구성되었으며 디지털, 아날로그 입출력 핀이 명확하기 때문에 센서만 연결되면 바로 간단한 프로토타입 테스트를 할 수 있다.

2014년 9월부터 영국의 교육과정에서 사용하는 라즈베리파이는 라즈베리파이 재단에서 개발한 싱글보드 컴퓨터이다. 저가형이지만 컴퓨터 기능을 모두 갖추고 있어 사물인터넷 기술을 접목한 시스템을 구현하기에 최적화되어 있다[25]. 하드웨어 제어를 위한 입출력 핀인 GPIO를 내장하고 있으므로 추가적인 장비 없이도 기본적인 하드웨어 제어가 가능하며 그래픽 성능이 뛰어나 영상처리를 해야 하는 시스템을 구성하기에 유리한 점을 갖고 있다[26].

피지컬 컴퓨팅과 관련한 다양한 도구들이 존재하지만, 우리나라의 경우 선도학교나 연구학교를 중심으로 아두이노가 많이 활용되는 것으로 보고되고 있다. 아두이노의 철학은 디자인을 말로 설명하기 보다는 직접 만드는 것과 프로토타이핑의 완성도를 높이기 위해서 다양한 프로토타이핑 기술을 사용해 보면서 손으로 생각하는 과정을 중요시하는 것에 기반을 두고 있다[27]. 또한 아두이노 보드의 특징은 하드웨어와 그것을 구동하는 소프트웨어 라이브러리가 완전히 개방되었기 때문에 전반적인 활용이 편리하다는 장점이 있다.

3. 보드설계

3.1 보드 설계의 필요성

피지컬 컴퓨팅 교육에서 활용되는 보드는 대부분 아두이노 보드나 아두이노 호환보드이다. 아두이노 보드는 다양한 장점이 있으나, 중등학생 대상의 교육용 도구로서의 활용성에 대한 연구는 미비한 편이다. 따라서 본 연구는 피지컬 컴퓨팅 교육 경험이 있는 교수자 3명을 대상으로 인터뷰를 실시하였다.

인터뷰의 내용은 현재 수업에서 활용하는 보드에 대한 의견으로, 중등학교에서 사용이 적합한지, 그리고 개선해야 할 사항은 없는지 등에 대한 것이다. 인터뷰 결과, 수업에 아두이노 보드 및 호환 보드의 사용에 대해서 적응하는데 시간이 걸리기는 하지만, 수업의 사용성은 나쁘지 않다는 의견이었다. 다음의 내용은 보드에 대한 개선사항을 정리한 것이다.

“보드의 형태가 좀 더 직관적이면, 예를 들어 핀 번호, 형태, 크기 등”

“시각적으로 핀 번호가 구분되면”

“브레드 보드와의 연결성이 좀 더 편리했으면”

“통신과 관련하여 보드의 확장성이 있으면”

“비용적인 측면에서 부담이 적었으면 좋겠다.”

이상의 의견을 종합하면, 보드는 학생들이 쉽게 배우고 사용할 수 있도록 기능이 단순하면서 직관적일 필요가 있다. 또한 접근성을 높이기 위해 비용적인 부담이 적을 필요가 있으며, 아이디어에 따라 다양한 형태로의 확장이 가능한 형태, 더불어 만들고자 하는 작품 안에 포함될 수 있도록 크기가 작아야 한다.

3.2 보드 설계의 기준

도구 설계 시 중점사항은 다음과 같다.

첫째, 아두이노 보드와 완벽히 호환을 이룬다. 아두이노 보드는 가장 많은 사용자와 자료를 확

보하고 있으며 아두이노를 지원하는 다양한 소프트웨어 환경이 있다.

둘째, 최소한의 기능만 제공한다. 초보학습자들이 작품을 제작함에 있어 많은 기능을 필요치 않는다. 단순하더라도 작품제작에 꼭 필요한 기능만 제공한다.

셋째, 보드를 소형화 한다. 현재 아두이노 보드는 작품을 제작하는데 있어 불편하다. 회로를 설계하고 작품에 장착할 수 있도록 크기를 소형화 한다.

3.3 아두이노 플랫폼 기반 보드 설계

본 연구는 보드의 설계에 있어 피지컬 컴퓨팅을 처음 접하는 초보자를 대상으로 설계하였다. 교육 현장에서 초보 학습자들이 기존에 아두이노 보드와 같은 하드웨어 도구를 배움에 있어 불편한 점들을 개선하기 위해 <표 1>과 같이 세 가지 요소를 기준으로 설계하였다[10].

<표 1> 보드 설계 요소

요 소	내 용
아두이노 보드 기반	• 오픈 소스 하드웨어 플랫폼 적용 : 아두이노 기반 • 아두이노 명령어 적용 • 보드 설계와 관련된 모든 자료는 오픈 소스로 공유
최소한의 기능 제공	• 초보 학습자의 인지 부담 감소 • 꼭 필요한 기능만 제공
보드의 소형화	• 보드 형태의 단순화 • 보드의 소형화 • 배터리 일체형

피지컬 컴퓨팅 교육에서 가장 많이 사용되고 있는 아두이노 보드라고 할 수 있으며, 이를 기반으로 보드를 제작하게 되면, 공식적으로 배포되는 아두이노 프로그램 개발 환경을 이용하여 아두이노 명령어를 사용해 프로그래밍을 할 수 있다. 또한, 웹사이트를 통해 제공되는 명령어들을 별다른 설정 없이 바로 이용할 수가 있다. 그리고 현재까지 발표된 다양한 아두이노 보드 및 호환보드를 큰 어려움 없이 동일한 방법으로 사용할 수 있다.

초보 학습자들이 처음 아두이노를 가지고 회로를 구성할 때 핀의 개수가 많아 정확히 연결함에 있어 어려움을 느낀다. 사실 초보자들이 아두이노를 학습하고 작품을 제작하는 과정에서 디지털 입출력 핀과 아날로그 입력 핀이 모두 필요하지는 않다. 최소한의 입출력 핀으로 구성하여 학습에 부담을 줄이고 작품 제작에 필요한 기능을 제공한다.

학습자들이 아두이노 보드를 배우고 작품을 제작함에 있어 가장 부피가 큰 형태의 재료는 아두이노 보드와 전자 부품이 연결되어 있는 브레드 보드이다. 그리고 항상 컴퓨터와 USB로 연결되어 있는 불편함이 있다. 비록 아두이노에는 외부전원을 연결할 수 있는 연결잭이 구성되어 있지만 추가로 배터리 어댑터를 구매해야 하는 비용 부담이 있다. USB와 연결을 해제했을 때도 동작할 수 있도록 건전지를 통해서 전기가 공급되어야 하며, 현재 아두이노 보드보다 절반 크기로 줄이고, 소형 브레드 보드도 함께 사용할 수 있도록 일체형으로 구성할 필요가 있다.

3.3.1 하드웨어 설계

피지컬 컴퓨팅 보드의 가장 핵심이라 할 수 있는 마이크로컨트롤러는 ATmega사의 ATtiny85를 사용하였으며, 현재 아두이노 우노 보드에 장착된 ATmega328p에 비해 성능이 떨어진다. 특히

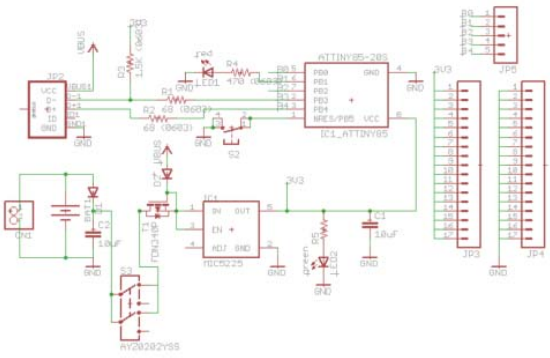
<표 2> ATmega323p와 ATtiny85 성능 비교

구 분	ATmega323p	ATtiny85
동작전압	5V	5V
디지털 입출력 핀	14(PWM 6개 포함)	2(PWM 2개 포함)
아날로그 입력 핀	6	3
플래시 메모리	32KB	8KB
SRAM	2KB	512byte
Clock	16Mhz	8Mhz
부트로더	optiboot_atmega328.hex	micronucleus-1.06-upgrade.hex

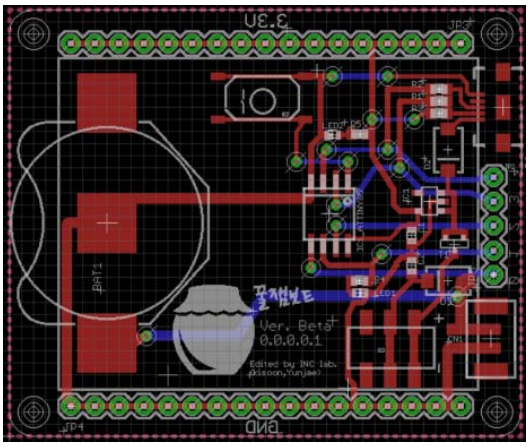
ATtiny85의 램은 512byte이기 때문에 많은 양의 데이터를 저장하기엔 무리가 따른다. 하지만 초보 학습자들이 사용하기엔 전혀 부족하지 않은 용량이다. 최소 3~5V의 전압으로 동작하며, PWM (Pulse Width Modulation)기능이 포함된 디지털 입출력 핀은 2개, 센서를 연결할 수 있는 아날로그 입력 핀은 총 3개로 구성되어 있다. 아날로그 핀을 사용하지 않을 경우엔 디지털 입출력 핀으로 확장하여 사용가능하다.

ATtiny85의 경우에는 아두이노에서 공식적으로 부트로더를 배포하지 않기 때문에 DigiStump에서 배포한 부트로더를 사용하였다[28][29].

회로도와 PCB 레이아웃은 누구나 재사용 가능하도록 온라인에 공개하였다[30].



[그림 1] 회로 디자인

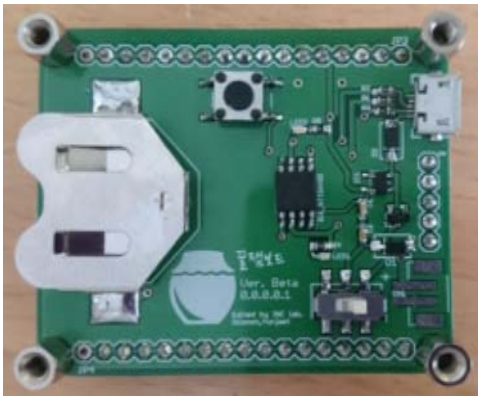


[그림 2] PCB 레이아웃

4. 보드 개발

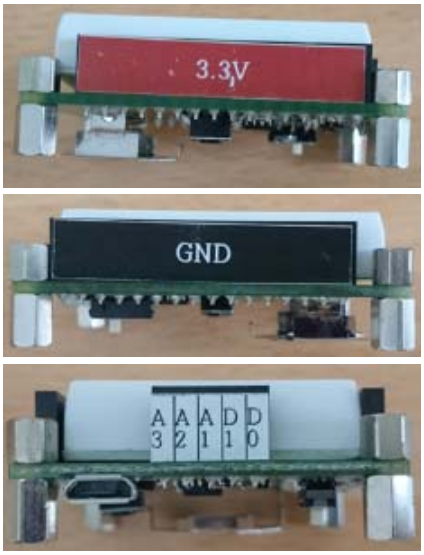
4.1 보드 디자인

제안하는 보드는 54mm * 45mm 크기로 아두이노 보드의 절반에 해당한다. 보드 뒷면에는 마이크로컨트롤러인 ATtiny85칩과 전원 스위치, 컴퓨터와 연결하기 위한 마이크로 USB 포트, 리셋 스위치, USB연결없이 전원을 공급할 배터리 홀더를 배치하였다. 특히 뒷면에 모든 부품을 배치하여 회로를 연결할 때 전혀 간섭이 없도록 구성하였다.



[그림 3] 보드 뒷면 디자인

보드의 앞면에는 전자 부품을 바로 연결할 수 있도록 미니 브레드 보드를 배치하였다. 브레드 보드를 기준으로 양 옆으로는 회로에 전원을 공급할 수 있도록 전원 커넥터와 GND 커넥터를 배치하였고, 입출력 핀도 브레드보드와 바로 연결이 가능하도록 앞면에 위치시켰다. 그리고 각 전원 커넥터와 입출력 핀의 구분이 용이하도록 색상과 숫자로 표시하였다.



[그림 4] 보드 핀 구성

4.2 아두이노 플랫폼 기반 보드 동작

4.2.1 지원 명령어

본 연구에서 개발한 보드에서 지원하는 명령어 사용의 특징은 다음과 같다.

첫째, 아두이노를 기반으로 구성되었기 때문에 아두이노 IDE를 이용하여 프로그램을 작성할 수 있지만 아두이노에서 제공하는 모든 명령어를 사용할 수 없다. ATtiny85칩 자체적으로 매우 기능이 제한적이기 때문이다.

둘째, 기본 제공하는 입출력 핀도 아두이노 보드에 비해 적지만 LED나 모터, 센서를 제어할 수 있는 아두이노 명령어를 사용하려면 먼저 부트로더가 업로드 되어 있어야 한다. 부트로더의 업로드 없이는 아두이노 명령어를 지원하지 않는다.

ATtiny85 부트로더에서 지원하는 아두이노 명령어는 <표 3>과 같다.

<표 3> 지원 명령어

• pinMode() • digitalWrite() • digitalRead() • analogRead() • analogWrite() • shiftOut()	• pulseIn() • millis() • micros() • delay() • delayMicroseconds() • SoftwareSerial(Arduino 1.0)

4.2.2 보드 동작 방법

본 연구에서 개발한 보드의 동작 방법은 다음과 같다.

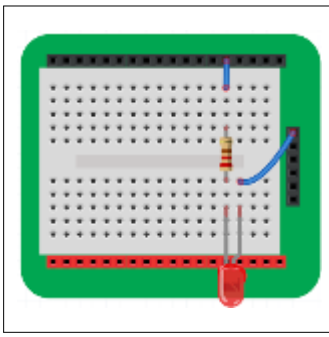
첫째, 회로를 직접 연결한 후 코드를 작성하여 보드에 업로드 해야 동작하게 된다.

둘째, 코드를 업로드하기 위해서 아두이노 IDE를 사용해 코드를 작성한 후 업로드 버튼을 누른다.

셋째, 60초안에 USB케이블을 컴퓨터에 연결한 후 잠시 기다리면 작성한 프로그램 업로드가 완료된다.

<표 4>와 같이 LED를 동작하기 위해서는 디지털 핀 0번과 LED +극성을 연결해주고 LED -극성과 저항 그리고 저항에서 GND로 연결을 한다. 코드 작성 후, 업로드하면 LED는 1초에 한번씩 점멸된다.

<표 4> LED연결 회로도와 코드

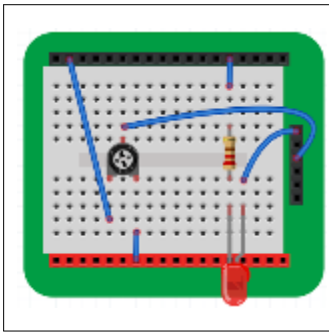


```
void setup() {
  pinMode(0, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(0, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(0, LOW);
  delay(1000);
}
```

<표 5>는 아날로그 입력 핀에 가변저항을 연결하여 LED의 밝기를 제어하는 회로와 코드이다.

<표 5> 가변저항으로 LED 빛 조절하기



```
int pt = 0;

void setup() {
  pinMode(0, OUTPUT);
}

void loop() {
  pt = analogRead(1);
  analogWrite(0, pt/4);
}
```

5. 결론

본 연구는 SW 교육이 활성화되고 있음에 따라 선도학교와 연구학교를 중심으로 피지컬 컴퓨팅 교육이 진행되고 있음을 고려하였다. 즉, 현재 아두이노 보드에는 필요 이상으로 기능이 많기 때문에 학교 현장에서 활용하는데 적지 않은 어려움이 있다. 이에 본 연구는 중등학생들이 피지컬 컴퓨팅을 배울 때, 쉽게 사용할 수 있는 보드를 개발하고자 하였다.

보드 설계의 기준은 첫째, 기존의 아두이노 보드보다 제공하는 기능은 제한적이지만 피지컬 컴퓨팅을 경험해보기에는 부족하지 않도록 하였다. 둘째, 아두이노를 기반으로 하여, 고급 기능에 대한 경험을 필요로 할 때 언제든지 아두이노 보드로 호환할 수 있도록 하였다. 셋째, 학생들이 피지컬 컴퓨팅에 지식적으로 접근하게 하기보다, 스스로 작품을 설계하고 제작해보는 경험을 습득할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 개발한 보드는 기존의 아두이노 보드와 비교할 때, 다음과 같은 장점을 갖는다.

첫째, 기능의 간소화에 따른 소형화이다. 소형화된 보드는 완성도 있는 작품 제작을 가능하게 한다. 예를 들어, 일반적인 종이컵 크기의 작품을 만들 때 기존 아두이노 보드는 보드 자체가 노출되는 경우가 있다. 본 연구에서 개발한 보드는 작품에 집중할 수 있도록 보드의 노출을 최소화 할 수 있다. 이는 학생들이 피지컬 컴퓨팅 작품을 단순히 공학적 작품이 아니라 예술적 창작품으로 인식하는데 도움을 준다.

둘째, 기능의 간소화는 제작 단가에도 영향을 준다. 기능을 간소화함으로써, 보드 제작에 소요되는 비용을 낮출 수 있다. 즉, 학교 현장에서 피지컬 컴퓨팅 교육용 도구를 구매하는데 부담을 줄이는 장점이 있다.

본 연구는 학생들이 원하는 것을 상상하고, 만들어 보고, 가지고 놀며, 친구들과 공유하고, 새로운 피드백을 통해 새로운 아이디어를 창출할 수 있도록 해야 한다는 Resnick(2007)의 의견[31]과 동일한 맥락에서 진행하였다. 또한 손으로 만들어 보는 경험에 대한 가치[34]를 고려하여 피지컬 컴퓨팅 활동이 단순히 프로그래밍 지식만 습득하는 것이 아니라 학생들이 직접적으로 창작에 대한 완성도를 경험하게 하였다.

본 연구는 교육현장에서 활용되게 될 피지컬 컴퓨팅 도구를 보다 현실화 했다는 점에 의미가 있다. 향후에는 본 연구를 바탕으로 교육현장에서 보다 경험으로 학생들이 접근할 수 있도록 하는 피지컬 컴퓨팅 도구에 대한 개발이 지속될 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] 교육부 (2015). 2015 개정 교육과정 총론. (2015.09.23). 교육부 고시 제 2015-74호. 세종: 교육부.

[2] 교육부 (2015). 2015 개정 교육과정 각론. (2015.09.23). 정보 교육과정. 세종: 교육부

[3] 송정범, 이태욱 (2011). 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, **15**(1), 11-22.

[4] 유인환 (2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. **교육과학연구**, **36**(2), 109-12

[5] Aoki, H., Kim, J., Idosaka, Y., Kamada, T., Kanemune, S., & Lee, W. (2012). Development of State-Based Squeak and an Examination of Its Effect on Robot Programming Education. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, *6*(11), 2880-2900.

[6] 문외식 (2007). 교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형-재량활동 및 특기적성 시간에 레고 마인드스톰의 Labview 언어 중심으로. **정보교육학회논문지**, **11**(2), 231-241.

[7] 권대용, 허경, 이원규 (2010). 초등 교육에서의 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육방법 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, **13**(3), 13-23.

[8] Kordaki, M. (2010). A drawing and multi-representational computer environment for beginners' learning of programming using C: Design and pilot formative evaluation. *Computers & Education*, *54*(1), 69-87.

[9] 아오키 히로유키, 심재권, 김자미, 이원규 (2012). 스케치 기반 로봇 시뮬레이션 도구 개발. **컴퓨터교육학회논문지**. **15**(2), 57-66.

[10] 엄기순, 이원규 (2015). 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 보드 디자인. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, **19**(2), 35-38.

[11] 김동경, 우종호 (2015). 라즈베리 파이를 이용한 무선 자동차번호판 영역 추출 모듈 개발. **멀티미디어학회논문지, 18**(10), 1172-1179.

[12] 심규헌, 이상욱, 서태원 (2014). 아두이노를 활용한 STEAM 커리큘럼 설계, 적용 및 효과 분석. **컴퓨터교육학회논문지, 17**(4), 23-32.

[13] 장윤재, 이원규 (2014). 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 프로그래밍 언어 활용 방안 연구. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 18**(2), 27-32.

[14] 유종훈, 김용환, 양창은, 장명호, 김희주, 명노영, 김동정, 유헌창 (2015). 아두이노 기반 피지컬컴퓨팅을 활용한 SW 개발 교육. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 19**(1), 61-64.

[15] O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. Course Technology Press.

[16] 김성기, 이한우(역) (2002). **미디어의 이해**. Marshall McLuhan 의 Understanding media : the extensions of man. 서울: 민음사.

[17] 조현경, 윤준성 (2008). 움직이는 풍경: 인간과 컴퓨터의 상호작용적 예술의 자율성에 대한 고찰. **한국디자인포럼**, **19**, 133-142.

[18] Crawford, C. (2002). *Art of Interactive Design*. San Francisco, CA: No Starch Press.

[19] 서동수 (2006). 피지컬컴퓨팅의 개념과 기술적 기초. **한국디자인학회 2006 가을 학술발표대회 논문집**, 270-271.

[20] Kodaira, S., Sakamoto, H., & Harigaya, Y. (2009). Verification of learning effect based on lesson practices of 'measurement/control by computer program'learning using autonomous type robot as a teaching material. *Journal of the Japan Society of Technology Education*, *51*(4), 285-292.

[21] 전홍태 (1988). 로보틱스 이론. **전자공학회지**, **15**(6), 575-582.

[22] YunJae Jang, WonGyu Lee, & JaMee Kim (2015). Analysis of Pedagogical Usability about Tools in Physical Computing Education for Middle School Students. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(90), 636-641.

[23] Biggs, G., & MacDonald, B. (2006). Specifying Robot Reactivity in Procedural Languages. *Intelligent Robots and Systems, 2006 IEEE/RSJ International Conference on,* 3735-3740.

[24] 이동규 (2011). **Interface를 이용한 인터랙티브 콘텐츠 연구**. 동국대학교 영상대학원 석사학위논문

[25] 김동경, 우종호 (2015). 라즈베리 파이를 이용한 무선 자동차번호판 영역 추출 모듈 개발. **한국멀티미디어학회**, **18**(10), 1172-1179.

[26] 이영민, 손경락 (2015). 라즈베리파이 기반 미소 불꽃 감지를 이용한 스마트 경보 서비스 시스템 구현. **한국마린엔지니어링학회지**, **39**(9), 953-958.

[27] Banzi, M. (2011). *Getting Started with Arduino*. 2th Edition. O'REILLY.

[28] Programming an ATtiny w/ Arduino 1.6 (n.d.). Retrieved from http://highlowtech.org/?p=1695

[29] Micronucleus (n.d.). Retrieved from https://github.com/micronucleus/micronucleus

[30] 꿀잼보드 (n.d.). Retrieved from https://sites.google.com/site/honeyfunnyboard

[31] Resnick, M. (2007). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition,* 1-6.

엄 기 순

2009 서울예술대학교 디지털아트(예술전문학사)
2016 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과(이학석사)
관심분야: 디지털아트, 피지컬컴퓨팅
E-Mail: kisoon1106@gmail.com

장 윤 재

2008 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과(이학사)
2012 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과(이학석사)
2014 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과 박사수료
관심분야: 프로그래밍교육, 피지컬컴퓨팅, 정보윤리
E-Mail: yunjae.jang@inc.korea.ac.kr

김 자 미

1992 이화여자대학교 교육학과(문학사)
1995 이화여자대학교 교육학과(문학석사)
2011 고려대학교 컴퓨터교육학과(이학박사)
2011～2015 고려대학교 컴퓨터교육과 연구교수
2015～현재 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 조교수
관심분야: 정보교육, 교육과정평가, 이러닝
E-Mail: celine@korea.ac.kr

이 원 규

1985 고려대학교 영어영문학과(문학사)
1989 츠쿠바대학 이공학연구과 (공학석사)
1993 츠쿠바대학 공학연구과 전자・정보공학 전공(공학박사)
1993～1995 한국문화예술진흥원 문화정보본부 책임연구원
1996～2014 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
2014～현재 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수
관심분야: 정보교육, 정보표현, 정보관리, 교육정책
E-Mail: lee@inc.korea.ac.kr