

공학 프로그래밍 교육에 아두이노 활용 방안 사례 연구

Case Study on Utilizing Arduino in Programming Education of Engineering

박 장 현*, 김 성 환**

Jang-Hyun Park*, Seong-Hwan Kim**

Abstract

Engineers increasingly rely on computers and their computer programming skills for their works. As a result, most engineering curricula have introduced a computer programming courses. However, students consider the subject to be unrelated to their core interests and often feel uncomfortable when learning to program for the first time. To overcome these difficulties, several studies have proposed the use of physical computing paradigm. This paradigm takes the computational concepts out of the PC screen and into the real world so that the student can interact with them. This paper proposes Arduino platform as a tool for attracting interest of the programming and reports the results of questionnaire survey analysis.

요 약

현대의 공학자들에게는 직무 수행에 있어서 컴퓨터와 프로그래밍 기술이 점점 더 요구되고 있다. 본 저자들이 소속된 제어로봇공학과에서는 1학년의 교과 과정에서 C 언어를 익히는 것으로 프로그래밍 학습을 시작한다. 이는 마이크로컨트롤러를 다루는데 있어서 C 언어가 필수적으로 요구되기 때문이다. 하지만 기존의 PC기반의 수업은 저학년 학생들에게는 딱딱하고 어렵게 느껴져 흥미를 유발하기 힘들다는 한계가 있었다. 본 논문은 학부 저학년 대상의 공학 프로그래밍 교과목에서 아두이노 플랫폼을 활용한 후 그 수업 과정과 장점에 대해서 소개한다. 그리고 구현 실험 결과를 분석하여 수업을 개선하는데 아두이노 실습 도구들이 매우 유용하다는 결과를 제시한다.

Key words : programming course, C language, arduino, engineering curriculum, physical computing

1. 서론

아두이노(arduino)는 atmel사의 마이크로 컨트롤러인 AVR을 기반으로 한 오픈소스 원보드 마이컴이다.[1] 이탈리아의 디자인 학원에서 비전공자들을 대상으로 개발되어 2005년에 처음 선보였다. 개발된 목적은 당시에는 고가였던 프로토타이핑(prototyping) 마이컴을 대체하고 손쉬운 개발이 가능하도록 하는 것이다. 이 보드의 특징은 하드웨어와 그것을 구동하는 소프트웨어 라이브러리가 완전히 개방된 오픈 소스(open source) 기반 프로젝트의 산물이라는 점이다. 따라서 저가의 복제품을 쉽게 구할 수 있으며 기존의 고가의 프로토타이핑 보드들을 점차 대체하게 되었다. 그리고 활용하기 쉬운 라이브러리가 충실히 제공되어 프로그램을 작성하기가 무척 용이할 뿐만 아니라 활발한 동호회 활동과 정보 공유 운동으로 인해서

* Dept. of Control & Robot Engineering, Mokpo National University

★ Corresponding author, e-mail: shkim@mokpo.ac.kr, Tel: +82-61-450-2755

※ Acknowledgment : This paper was supported by Research Fund of Mokpo National University in 2013.

Manuscript received Apr. 8, 2015; revised Jun. 15, 2015 revised Jun. 24, 2015 ; accepted Jun. 26. 2015

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.

전세계적으로 생태계라 불릴만한 인프라가 구축되어 메이커(maker) 열풍을 불러일으킨 주역이 되었다.

이러한 장점들에 힘입어 우리나라에서도 아두이노가 중등부 학생들의 재능 교육, 시제품 장치 개발, 상용 및 취미용의 다양한 사물인터넷 (Internet of Things, IoT) 기기들, 그리고 미디어 아트 작품을 개발하는데 널리 사용되고 있다. 또한 초중등 학생들의 흥미를 끌기위한 체험형 학습도구를 제작하는 데에도 적용되고 있다.[2]

이러한 대중적인 인기와 더불어 공학 교육 현장에서도 아두이노를 적극적으로 도입하는 방법과 그 효용에 대한 연구가 최근 활발히 수행되고 있다.[3]-[13] 특히 프로그래밍 수업에서 아두이노를 이용하여 학생들의 실습 영역을 PC가 아니라 실제 세계로 확장하려는 시도가 이루어지고 있다. 그리하여 학생들의 흥미와 학습 효율을 향상시키는데 도움이 된다는 연구 결과들이 최근 발표되고 있다.[3]-[6] 또한 그 쉬운 사용성으로 임베디드 시스템의 실습 도구로도 주목받고 있다.[10]-[12] 아두이노의 쉬운 접근성을 이용한 이러한 움직임은 공학뿐만 아니라 디자인 계열이나 이과 분야의 학과 그리고 중등교육에 대한 보조 도구로도 점차 사용되고 있는 추세이다.

본 논문의 저자들이 소속한 제어로봇공학과에서는 1학년의 교과 과정에서 C언어를 익히는 것으로 프로그래밍 학습을 시작한다. 이는 마이크로컨트롤러를 다루는데 있어서 C언어가 필수적으로 요구되기 때문이다. 하지만 기존의 PC기반의 수업은 저학년 학생들에게는 딱딱하고 어렵게 느껴져 흥미를 유발하기 힘들다는 한계가 있었다. 본 논문은 학부 저학년 대상의 공학 프로그래밍 교과목에서 아두이노 플랫폼을 활용한 후 그 수업 과정과 장점들에 대해서 소개한다. 그리고 설문 조사 결과를 분석하여 학생들의 수업에 대한 아두이노 활용도와 몰입도를 개선하는데 아두이노 실험 도구들이 매우 유용하다는 결과를 제시한다.

II. 아두이노(arduino) 플랫폼

아두이노는 AVR이라는 마이크로 컨트롤러를 기반으로 한 오픈소스 원보드 마이컴이라고 할 수 있다. 여러 종류의 아두이노 보드들 중 가장 많이 사용되는 아두이노 우노(uno)는 ATmega328이라는 AVR 프로세서 중심의 디지털 및 아날로그 신호를 입출력하는 물리적인 핀들을 가지고 있다. 이런 시스템을 설계하고 구동시키기 위해서는 전기/전자와 관련된 전문적인 기술이나 지식이 필요했다. 이 보드의 특징은 그러한 어려움을 극복하고자 기술 숙련도가 낮

은 디자이너 혹은 예술가들을 주 대상으로 설계되어 비전문가라 할지라도 손쉽게 익히고 사용할 수 있다는 큰 장점을 갖는다. 아두이노를 사용하는데 있어서 그 하드웨어의 구조를 학습자가 일일이 파악할 필요는 없으며 기본적인 개념만 익히면 사용하는데 무리가 없다. 또한 구동 프로그램을 C++ 언어로 작성해야 하지만 전용 라이브러리가 잘 갖추어져 있어서 C 언어에 대한 기초적인 지식만을 가지고 있어도 C 프로그램 스타일로 바로 프로그래밍이 가능하다. 더불어 시중에서 아두이노 클론 보드들을 저가로 손쉽게 구입할 수 있으며 다양한 모델들이 있어 요구 사항에 맞는 모델을 선택할 수 있다.

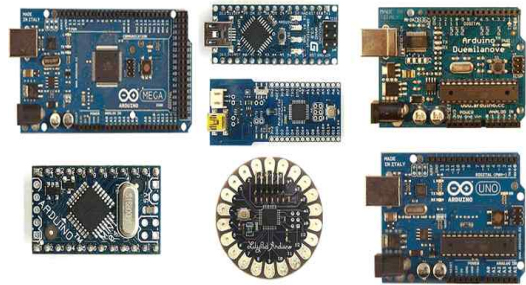


Fig 1. various arduino boards
그림 1. 다양한 아두이노 보드들

소위 피지컬(physical) 컴퓨팅이란 디지털 기술을 통해 사용자로부터 물리적인 방식으로 정보를 입력받거나 또는 정보를 처리한 결과를 물리적인 방식으로 출력하는 디지털 시스템을 칭한다. 아두이노와 여러 가지 센서 그리고 작동기(actuator)를 연결하여 학생들이 자신들이 작성한 프로그램에 의해 이러한 피지컬 컴퓨팅 시스템을 제작할 수 있는데 PC 화면이 아니라 LED가 점멸한다든지 또는 모터가 돌아가는 등 실제 물리적인 시스템이 동작하는 것을 확인하며 프로그램에 대한 아두이노 활용도를 크게 높일 수 있다.

III. 프로그래밍 수업에서 적용 사례

본 논문의 저자들이 속한 학과의 2학년 교과목인 ‘고급프로그래밍’ 교과목에 아두이노를 활용하였다. 학생들은 1학년에 C 언어의 기초를 한 학기동안 이미 수강한 상태이므로 라이브러리를 사용하기 위한 C++의 기초적인 내용만을 익힌 후 바로 아두이노 프로그래밍으로 수업 내용을 진행할 수 있었다. 교과과정을 설계함에 있어서 기초 이론 후에 바로 아두이노를 이

용하여 실습을 진행하며 다양한 센서나 작동기를 가지고 활용하는 방법을 소개해 줌으로써 수강생들의 흥미를 높이는데 중점을 두었다.

1. 교과 과정의 구성

아두이노를 구동하는 프로그램은 기본적으로 C++로 작성되므로 먼저 C++언어의 기본적인 내용을 소개한다. 하지만 아두이노의 라이브러리를 사용하는데 있어서 너무 깊이 있는 내용까지는 필요치 않으므로 학부생들의 수준을 감안하여 기초적인 내용 위주로 하여도 무방하다. 그리고 아두이노를 소개하고 하드웨어와 기본 함수에 대해서 소개한다.

가. C/C++ 기초 리뷰

아두이노 라이브러리는 C++의 클래스(class)로 작성되어 있다. 따라서 아두이노 프로그래밍을 위해서는 C++의 객체를 사용하기 위한 지식이 필요하므로 C++의 클래스에 대한 문법 위주로 기초적인 내용을 리뷰하였다.

나. 아두이노 하드웨어 및 라이브러리 사용법

각종 주변 장치(센서나 구동기)들을 연결하여 동작시키기 위해서는 기초적인 아두이노 하드웨어에 대한 이해가 필요하다. 핵심적인 내용은 표 1에 실은 바와 같이 디지털 포트나 A/D 변환 등을 포함한 다섯 가지 정도를 꼽을 수 있다.

Table 1. Internal hardware of arduino

표 1. 아두이노 내장 하드웨어의 분류

hardware	contents	library function
digital i/o	digital in/out via port	pinMode() digitalWrite()
analog input	A/D conversion	analogRead()
interrupt	external interrupt	attachInterrupt()
analog output	PWM	analogWrite()
UART	communication with PC	Serial.begin() Serial.print()

표 1에 제시된 기능들은 마이크로프로세서 하드웨어와 관련된 것들이기 때문에 학생들이 그 개념들을 숙지하여야 아두이노 프로그래밍을 해나가는데 무리가 없다. 또한 이러한 기능들을 이용하면 PC상으로 작성된 프로그램이 물리적으로 동작된다는 사실이 학생들의 흥미를 유발시키는데 도움이 된다.

아두이노를 프로그래밍하는데 있어서 기본적으로 사용되는 도구로 아두이노 IDE가 있다. 하지만 이것의 기능상 제약으로 인하여 프로그래밍 도구로 사용하기 불편한 점이 있다. 본 교과목에서는 수업에 활용하기 위하여 자체적으로 개발한 통합 개발 환경을 사용하였다.(그림 3 참조)



Fig 2. Arrudino uno used in the class
그림 2. 수업에 사용된 아두이노 우노

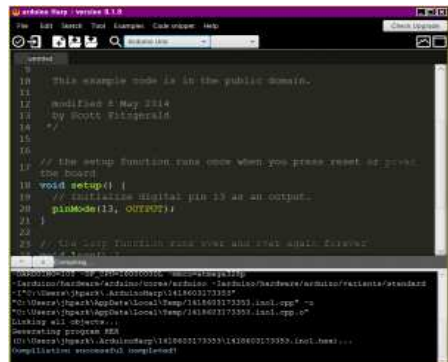


Fig. 3. developed IDE for arduino programming
그림 3. 개발된 아두이노 전용 IDE

개발된 도구는 'arduino harp'라는 이름을 붙였으며 자동 완성 기능이나 아두이노의 자동 인식 등 개발에 편리한 기능을 구현하여 학생들이 실습을 진행하는데 많은 도움이 되도록 설계되었다. 이 도구는 오픈 소스 개발/배포 용도로 널리 사용되고 있는 github.com[14]을 통해서 일반인들에게 배포하여 아두이노에 관심이 있는 다른 이들도 사용할 수 있도록 실행기가 배포되고 있다. 또한 수업에 사용할 교재도 제작하여 온라인으로 배포하였으며[15] 수강생들은 PC실에서 화면으로 교재를 참조하면서 실습을 진행할 수 있었다.

다. 응용 실험

아두이노에 사용가능한 매우 다양한 센서 모듈을 시중에서 저가로 구할 수 있기 때문에 물리적인 양을 측정하거나 정보를 표시하거나 하는 실험을 손쉽게 수행할 수 있다. 습도를 감지하여 화분에 물을 주어야 하는 시간을 알려준다든가 하는 실생활에 접목되는 간단한 팀프로젝트를 구상하여 학생들의 흥미를 유발시킬 수 있는 환경이 이미 마련되어 있다. 이러한 주변기기들을 이용하면 기존의 프로그래밍 수업에서 PC 화면 안에만 갇혀있던 실습 방식에서 벗어나 실제 물리적인 자극에 반응하는 프로그램을 작성할 수 있어서 수강생들의 흥미를 끌 수 있다. 수업에 활용한 센서와 구동기의 종류는 표 2에 기술하였다.



Fig. 4. various robot platform based on arduino
그림 4. 다양한 아두이노 기반 로봇 플랫폼들

Table 2. sensors and actuators used in the class
표 2. 수업에 활용한 센서/구동기의 종류

Hardware	Description
LED/HLED	blinking LED
buzzer, micro phone	sensing/generating sound
switch, touch sensor	sensing input signal
temperature/light sensor	measuring temperature or brightness
movement sensor	sensing human movement
ultrasonic sensor	measuring distance to the obstacle
IR remote controller	sending/receiving signals wirelessly
DC motor	moving robot

라. 팀 프로젝트

학기 말에는 아두이노를 이용한 로봇 플랫폼을 선택하여 다양한 로봇 구동 실험을 진행하였다. 아두이노가 널리 사용되면서 아두이노 기반의 저가 로봇 플랫폼 또한 현재 시중에 다수가 시판되고 있으므로 적당한 것을 선택하여 수업 보조 도구로 쉽게 활용할 수 있다. 학생들이 이것의 동작을 C/C++ 언어로 작성하며 직접 구동시켜 봄으로써 이론적으로만 배웠던 프로그래밍 언어가 실제 움직이는 시스템을 구동시키는 데 사용됨을 직접 체험하며 아두이노 활용도를 높일 수 있었다. 또한 팀별로 팀프로젝트를 진행하면서 팀원간 토의와 협동의 중요성도 알아갈 수 있도록 하였다.



Fig. 5. practical training in the class using arduino
그림 5. 프로그래밍 수업 및 아두이노 실습 장면

2. 수강생 대상 실험 결과

수업 종료 후 새롭게 시도된 프로그래밍 수업 방식의 효과를 알아보기 위해서 수강생들을 대상으로 두 학기 동안 설문 조사를 실시하여 그 효용성을 조사해 보았다. 설문 조사지의 모든 설문 항목은 표 3에 실었으며 각각의 항목들에 대해서 5단계로 선택을 하도록 하였다. 모든 통계 결과는 표 4에 기술하였으며 그 중 수업에서 아두이노를 활용한 효과와 관련된 5번과 6번의 응답비율을 그림 7과 8에 도시하였다. 특히 6번 문항은 수강생들이 PC만 가지고 실습을 수행하는 C 언어 기초 수업을 이전에 수강한 경험이 있으므로 그것과 비교하여 본 수업 과정에 대한 아두이노 활용의 효과를 측정할 수 있는 문항이다.

수강생들을 대상으로 하는 실험 결과를 분석하면 다음과 같다. 설문 1번에서 수업 이전에 아두이노에 대한 사전 지식 여부를 물었는데 그림 6에 보인바와 같이 접해보자 못한 학생들의 비율이 70%이상으로 높은 편이다. 이는 저학년 대상의 수업이기 때문일

것으로 판단된다. 따라서, 수강생들이 실습 도구를 통해서 활용도가 높은 아두이노 플랫폼을 처음으로 익혔다는 이점도 가질 수 있음을 알 수 있다. 설문 5번의 경우도 사용된 실습도구에 75% 이상의 학생들이 상대적으로 높은 흥미를 느꼈음을 알 수 있다. 특히 6번 항목인 이론 중심 수업에 비해 상대적인 흥미도의 '매우 그렇다'와 '그렇다'의 비율이 83.3%로 매우 높은 편임을 알 수 있다. 이 결과로부터 아두이노의 활용에 의해 수업 개선 효과가 크다는 결론을 내릴 수 있다.

Table 3. items for survey
표 3. 설문 조사 항목

no	items for survey	answer
1	prior knowledge on Arduino	5 steps
2	acquisition of knowledge on Arduino after the course	5 steps
3	improvement of programming skill	5 steps
4	utilizing Arduino to the personal projects	5 steps
5	interest on the used (robot) kits	5 steps
6	relative interest compared to the PC-based course	5 steps
7	appropriacy of the contents and pace of the course	5 steps

Table 4. result of the survey
표 4. 설문조사 결과

no	very affirmative	affirmative	normal	pessimistic	very pessimistic
1	0%	10%	20%	40%	30%
2	30%	50%	17%	3%	0%
3	17%	67%	17%	0%	0%
4	40%	43%	17%	0%	0%
5	43%	43%	13%	0%	0%
6	50%	43%	7%	0%	0%
7	27%	42%	27%	4%	0%

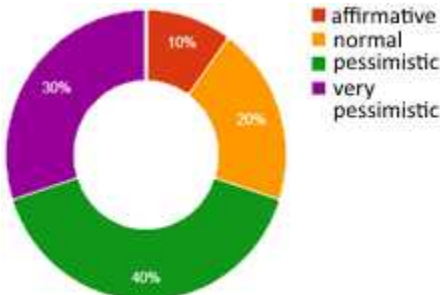


Fig 6. result of survey item 1
그림 6. 설문 1번의 응답 비율

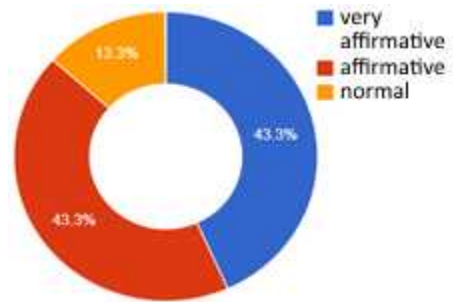


Fig. 7. result of the survey item 5
그림 7. 설문 5번의 응답 비율

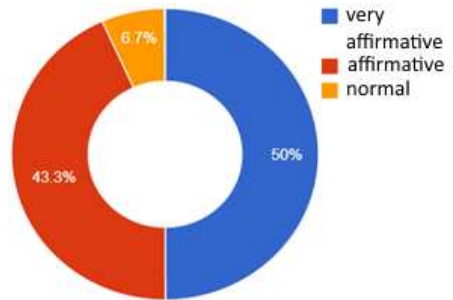


Fig 8 result of of the survey item 6
그림 8 설문 6번의 응답 비율

IV. 결론

최근 아두이노나 라즈베리파이(raspberry pi)와 같은 저가의 개발 보드들이 보급되면서 전통적인 컴퓨터 관련 교과목들의 훌륭한 실습 도구로 사용될 수 있는 환경이 갖추어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 추세에 맞추어 공대 학부생의 프로그래밍 교과목에 아두이노를 활용한 사례와 그 효과에 대해서 자세히 기술하였다. 프로그래밍 수업에서 아두이노 활용함으로써 수강생들은 자신이 직접 작성한 프로그램으로 실제 계통을 움직이거나 물리값을 얻어내고 또한 센서에 반응하는 기기를 만들어 보면서 수업에의 몰입도를 크게 개선하였다. 이것은 PC 상에서의 실습만을 중심으로 진행되는 것과 확연히 구분되는 점이다. 또한 학생들의 수업 참여 태도가 매우 능동적으로 바뀌었으며 이 결과는 수강생들을 대상으로 한 실험 결과 분석으로 확인할 수 있었다.

References

- [1] www.arduino.cc
- [2] Gi-Bong Kim, ·Hwang-Kyu Yang, "A Study on the Educational Interactive Globe System using Physical Computing," *J. Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 511-516, 2011
- [3] M. A. Rubio et. al., *Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering*, Proc. of EDULEARN13 Conference, pp. 5127 - 5133, 2013
- [4] P. Bender, K. Kussmann, "Arduino based projects in the computer science capstone course," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 27, no. 5 : 152-157, 2012
- [5] W. Albrecht, "Integrating microcontrollers in undergraduate curriculum," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 27, no. 4, pp. 45-52, 2012
- [6] P. Bender, et. al., "Arduino activities for computer science undergraduate curriculum," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 28, no. 4, pp. 49-59, 2013
- [7] A. Beug , *Teaching Introductory Programming Concepts: A Comparison of Scratch and Arduino*, Master's thesis, 2012
- [8] R. Grover, et. al., "A competition-based approach for undergraduate mechatronics education using the arduino platform," *Proceeding of 4th Interdisciplinary Engineering Design Education Conference (IEDEC)*, pp. 78-83, 2014
- [9] M. Margolis, *make an arduino-controlled robot*, O'Reilly, 2012
- [10] A. Araujo, et. al., "Integrating Arduino- based educational mobile robots in ROS." *Proceeding of 2013 13th International Conference on Autonomous Robot Systems (Robotica)*, pp. 1-6, 2013
- [11] A. Elíasakha, et.al., "Design and Development of a Competitive Low-Cost Robot Arm with Four Degrees of Freedom," *Modern Mechanical Engineering*, vol. 1, pp. 47-55, 2011
- [12] P. Jamieson. "Arduino for Teaching Embedded Systems. Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat?", *Proc. FECS*, 2010
- [13] R. Balogh. "Acrob- an Educational Robotic Platform," *journal of AT&P PLUS*, vol. 2, pp. 6-9,

2010

[14] <https://github.com/janghyunq/Arduino-Harp>[15] <http://studymake.tistory.com/113>

BIOGRAPHY

Jang-Hyun Park (Member)



1995 : BS degree in Electrical Engineering, Korea University.
1997 : MS degree in Electrical Engineering, Korea University.
2002 : PhD degree in Electrical Engineering, Korea University.
2003~Present : Professor, Dept.

of Control and Robot Engineering, Mokpo National University.

Seong-Hwan Kim (Member)



1991 : BS degree in Electrical Engineering, Korea University.
1995 : MS degree in Electrical Engineering, Korea University.
1998 : PhD degree in Electrical Engineering, Korea University.
1999~Present : Professor, Dept.

of Control and Robot Engineering, Mokpo National University.