

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.1.471>

JCCT 2020-2-58

중학생을 대상으로 한 아두이노를 활용한 체현 기반 프로그래밍 교육 설계

Design of Embodiment-based Programming Education using Arduino for Middle School Students

엄현영*, 이강희**

Hyun-Young Eom*, Kang-Hee Lee**

요약 본 논문은 중학교 학생을 대상으로 적용한 아두이노 체현 기반 프로그래밍 실습 교육 과정을 설계하고 교육 과정 진행 전과 후의 설문조사를 진행한다. 아두이노는 프로세싱 언어에서 사용하는 IDE를 통합한 오픈소스 피지컬 컴퓨팅 플랫폼으로서 다른 플랫폼에 비해 저비용(low-cost)이며 비교적 간단하게 확인할 수 있는 입출력 인터페이스와 실제적 체현성 때문에, 중학교 학생을 대상으로 프로그래밍 교육을 하기에 적합한 교육 자료이다. 이후 설문 조사를 통해 중학생들의 프로그래밍에 대한 필요성 인지 변화 및 사고능력 증진에 관한 피드백을 받게 된다.

본 연구에서는 아두이노를 활용한 체현 기반 프로그래밍 교육을 1차수 당 8주 씩 진행하여, '16년부터 '17년까지 2년간 112명의 중학교 학생을 대상으로 결과이다. 체현 기반 프로그래밍 교육을 이론 교육 및 체현 기반 실습 교육으로 진행하였으며, 체현기반 실습 교육은 초음파 센서를 이용한 RC카 만들기, 아두이노 쿼드콥터 드론 만들기를 진행했다. 본 연구의 목적은 아두이노를 활용한 체현 기반 프로그래밍 교육을 통해 중학교 학생들의 프로그래밍에 대한 인지, 필요성 및 프로그래밍 교육이 사고력 증진에 유효한가를 학생들 주관적인 지표로서 유효함을 입증하는 것이다.

주요어 : 아두이노, 프로그래밍 교육, 고차원 사고, 체현, 중학생

Abstract We propose an practical embodiment-based programming training course for middle school students using Arduino and conduct survey before and after the curriculum. Arduino is an open source physical computing platform that integrates the IDE used in processing language. It is a low-cost, relatively simple I/O interface compared to other platforms, and because of its practical formability, it is educational material suitable for programming. Subsequent surveys will provide feedback on changes in cognition of programming needs and improvement in thinking skills.

In this study, the program based on embody-based programming using Arduino was conducted for 8 weeks for each first grade, and 112 middle school students for two years from '16 to '17. Based on the theoretical and practical training, the training was based on the application of the ultrasonic sensor to the RC car and the preparation of the adduction quadrotor drone. The purpose of this study is to prove that the recognition, necessity, and programming education of middle school students are effective for the improvement of thinking ability through the program based on embody-based programming using Arduino.

Key words : Arduino, Programming Education, Enhanced Thinking, Embodiment, Middle School Student

* 정희원, 숭실대학교 글로벌미디어학부 학사과정(제1저자)
** 정희원, 숭실대학교 글로벌미디어학부 부교수 (교신저자)
접수일: 2019년 12월 11일, 수정완료일: 2020년 1월 21일
게재확정일: 2020년 1월 5일

Received: December 11, 2019 / Revised: December 21, 2019
Accepted: January 05, 2020
**Corresponding Author: kanghee.lee@ssu.ac.kr
Global School of Media, Soongsil Univ, Korea

I. 서 론

4차 산업혁명이 시작된 이래로 IT분야는 전 세계적으로 각광받고 있으며, IT산업 발전에 기본이 되는 프로그래밍 교육이 선택이 아닌 필수가 되고 있다. 이미 미국, 영국, 인도 등 해외 많은 국가들에서 프로그래밍 교육의 필요성을 인지하고 국가적 차원에서 시행하고 있으며, 우리나라 또한 이를 핵심 개혁 과제로 여기고 타국의 흐름에 발맞추어 중·고등학생들부터 프로그래밍 교육을 확대해 나가고 있다 [1].

이러한 사회적 필요에 맞추어 입출력 방식이 간단하여 프로그래밍 후 결과를 즉각적으로 확인하며 익힐 수 있는 아두이노를 활용한 체현기반 교육을 중학교 학생들을 대상으로 한 교육을 설계 했으며, '16년부터 '17년까지 2년간 112명의 중학교 학생들에게 이를 적용한다 [2]. 프로그래밍 교육은 1차수 당 8주차로 수업을 진행 했으며, 2주차와 3주차에는 프로그래밍의 기본적인 이해를 돕기 위해 이론 교육을 진행하고, 4주차부터 8주차까지 초음파 센서를 활용한 RC카 만들기과 드론 제작 수업을 진행하여 중학교 학생들이 자신이 디자인한 RC카와 드론을 구현하는 아두이노 체현 기반 프로그래밍 실습 교육을 진행했다. 교육 전과 후의 설문조사를 통해 중학교 학생들의 아두이노 체현 기반 프로그래밍 실습 교육의 필요성 인지와 교육 후 사고 증진에 유효함을 확인한다 [3].

II. 관련 연구

1. 아두이노

아두이노는 오픈 소스를 기반으로 한 마이크로 컨트롤러로 AVR기반의 보드와 이와 관련된 개발 도구 및 환경을 말한다. 스위치, 버튼, 여러 가지 센서 등을 통해 입력신호를 받으면 이를 사용자가 원하는 방식으로 프로그래밍 하여 LED, 모터 제어 등을 함으로써 주변 환경과 상호작용이 가능한 제품을 만들어 낼 수 있다. 또한 보드를 직접 조립, 배선할 수 있고 다른 사용자가 공개한 오픈 소스를 활용하여 초보자들이 쉽게 접근할 수 있다 [4].

2. 아두이노 초음파 센서 RC카

아두이노 초음파 센서 RC카는 RC카가 전진 방향으

로 구동 중 장애물이 감지되면 좌,우의 방향 중 랜덤값을 받아 피해가도록 설계한다.

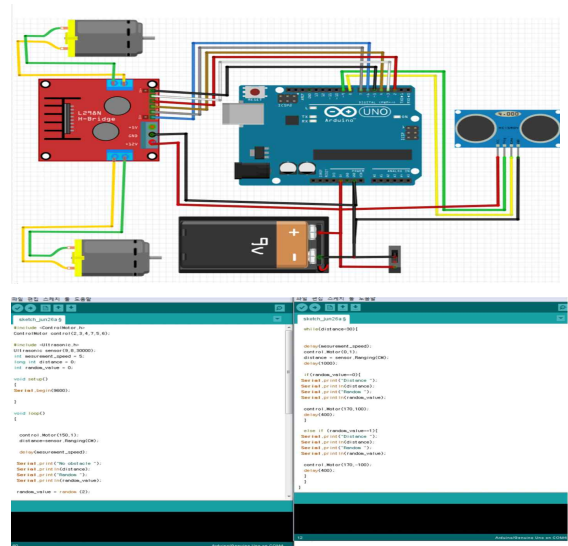


그림 1. 초음파 센서 RC카 회로 및 코드

Figure 1. Ultrasonic Sensor RC Car Circuit and Code

그림 1과 같이 RC카의 구성요소들은 아두이노 우노 (Arduino Uno) 보드, 모터 드라이버(L298N), DC모터 2개, 초음파 센서(HS-SR04), 스위치, 건전지 홀더로 구성된다. 초음파 센서를 통해 물체에 닿기까지의 시간과 물체에 반사돼 돌아오기까지의 시간을 계산하여 미리 입력해둔 범위 내에 물체가 감지되면 모터 드라이버를 제어해 좌, 우 방향으로 이동 경로를 바꿔 충돌하지 않게 프로그래밍 한다. 또한, 모터 드라이버를 제어할 때, 한쪽 방향으로만 회전하는 것을 방지하기 위해 좌, 우 방향 제어는 랜덤 값을 받도록 한다.

3. 아두이노 드론

아두이노 드론은 쿼드콥터 드론을 사용한다. 아두이노 프로 마이크로 보드, 관성측정센서 (MPU-6050), 블루투스 4.0 모듈, 드론 기어 프레임 모터로 구성된다. 블루투스 통신을 이용해 스마트폰이나 기타 제어장치로 드론을 제어할 수 있다. 쿼드콥터 드론의 원리는 4개의 기어 프레임 모터를 제어하여 드론의 방향과 고도를 제어한다. 드론의 4개의 날개에서 인접한 부분은 서로 다른 방향으로 회전하도록 설계된다. 인접한 부분이 다른 방향으로 회전하여 이에 따라 발생하는 반토크가 상쇄되어 동체가 회전하지 않고 방향으로 뜨게 된다. 4

개의 프로펠러가 같은 속도로 회전을 하게 되면 동체가 윗방향으로 올라가게 되고, 속도에 따라 고도를 제어할 수 있다 [5].

그림 2는 비행하는 동체의 자세를 의미하는 각도를 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(Yaw)로 나타낸 것이다. 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(Yaw)는 동체의 무게중심을 기준으로 그 중심을 통과하는 축에서 각각 90°의 각을 이루게 되는 축이다. 롤(Roll)과 피치(Pitch)는 동체의 진행 방향에서 중력방향을 기준으로 얼마나 기울어졌는가를 나타내는 값으로 가속도 센서와 자이로 센서로 그 값을 제어할 수 있다[6]. 롤(Roll)은 진행방향에서 좌우로 움직이는 값으로, 피치(Pitch)는 진행방향에서 수직으로 움직이는 값을 나타낸다. 요(Yaw)는 무게중심 점에서 중력방향과 같은 방향으로 작용하는 것으로 기수의 좌우 운동을 나타낸다.

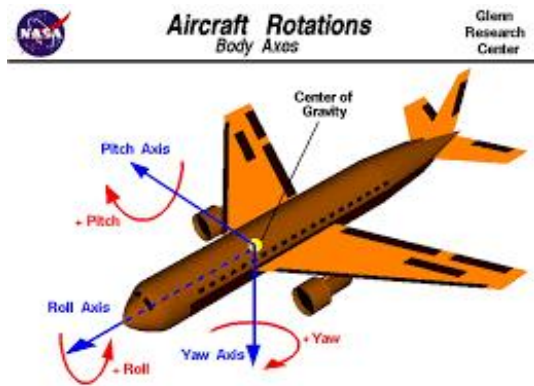


그림 2. 동체의 비행 원리 [5]
 Figure 2. Principle of Flight of a Body

각각의 프로펠러를 제어하여 쿼드로터 드론의 방향 제어를 그림 3으로 나타낼 수 있다. 화살표의 검은 부분은 속도제어를 강하게, 흰 부분은 속도제어를 약하게 하는 것을 나타낸다. 각 프로펠러의 속력을 제어하여 (a), (b)는 수직상승운동, 수직하강운동을 나타낸 것이다. (c)와 (d)는 요(Yaw) 운동을 나타낸 것으로 프로펠러의 속력을 제어하여 (c)는 동체가 반시계 방향으로 회전하도록, (d)는 시계방향으로 회전하도록 제어한다. (e)와 (f)는 롤(Roll) 운동을 나타내는 것으로 동체가 움직이는 방향에서 좌우 방향을 제어한다. (e)는 왼쪽의 프로펠러의 속력을 올려 우측으로 이동, (f)는 오른쪽의 프로펠러의 속력을 올려 좌측으로 이동하도록 제어한

다. (g)와 (h)는 피치(Pitch) 운동을 나타내는 것으로 전방이동과 후방이동을 제어할 수 있다. (g)는 쿼드로터 드론에서 아래 방향 2개 프로펠러의 출력을 올려 전방으로 이동, (h)는 윗 방향 2개 프로펠러의 출력을 올려 후방으로 이동하게 된다 [6].

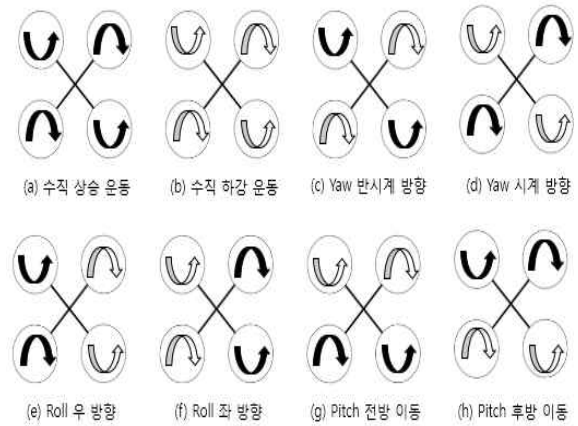


그림 3. 쿼드로터 드론 원리
 Figure 3. Quadrotor Drone Principle

III. 아두이노 체현 기반 프로그래밍 교육 설계

아두이노 체현 기반 프로그래밍 교육은 중학교 1학년 학생을 대상으로 1주차당 주 1회 2시간, 총 8주차로 수업을 구성한다. 8주차 동안 수업의 교육과정은 그림 4의 과정으로 진행 한다 [7].

1. 교육 과정

설계된 교육과정을 자세히 설명하면 다음과 같다.

- 1주차 : 오리엔테이션으로 중학교 학생들에게 수업의 진행방향 설명 및 교육 전 설문조사 실시
- 2주차 : 4차 산업혁명과 IT를 주제로 교육 및 향후 IT기술을 활용하여 제작하고 싶은 제품설계 및 토론
- 3주차 : 아두이노에 대한 기초적인 이론교육을 실시하고 LED와 센서들의 작동원리 이해, 초음파 센서 RC카 및 드론의 원리 이해
- 4주차 : 나무막대를 활용하여 초음파 센서 RC카 외부 설계 및 디자인
- 5주차 : 초음파 센서 RC카 내부 설계
- 6주차 : 초음파 센서 RC카 체현 및 구동 실습
- 7주차 : 아두이노 드론 설계 및 체현

8주차 : 아두이노 드론 리페어 및 구동 실습, 교육 후 설문조사 실시

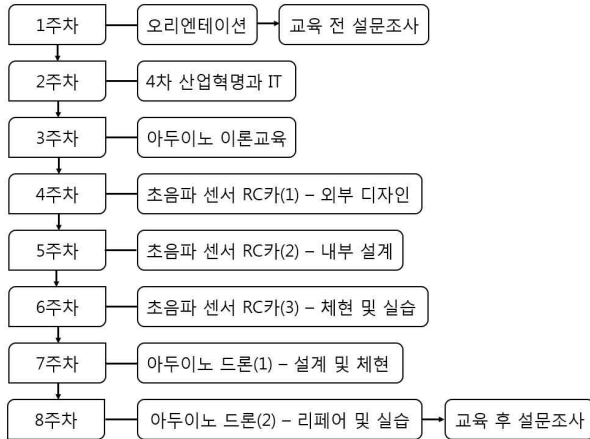


그림 4. 아두이노 활용 체현 기반 프로그래밍 교육 과정
Figure 4. Embodiment-based Programming Curriculum using Arduino

2. 설문 조사

아두이노 체현 기반 프로그래밍 교육에 관한 설문조사					
다음은 프로그래밍에 대한 인지, 아두이노를 활용한 프로그래밍 교육의 필요성 및 이를 통해 중학교 학생들 개개인의 사고능력 증진의 연관성에 관한 설문 조사입니다.					
					반 :
					번호 :
					이름 :
	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
프로그래밍 교육이 무엇인지 아는가?	5	4	3	2	1
프로그래밍 교육이 필요한가?	5	4	3	2	1
체현기반 프로그래밍 교육이 사고력 증진에 도움이 되는가?	5	4	3	2	1
TOTAL					

그림 5. 설문조사 표
Figure 5. Survey table

교육 전과 후의 설문조사를 통해 학생들의 프로그래밍에 대한 인지, 프로그래밍 교육의 필요성 및 체현기반 프로그래밍 교육이 사고력 증진에 도움이 되는가를 학생들 개개인의 주관적인 관점에서 측정한다 [8]. 설문조사를 통해 아두이노 체현 기반 프로그래밍 교육이 학생들의 사고능력 증진에 있어 도움이 됨을 확인하고, 필요성을 확인하고자 한다 [9-11].

IV. 아두이노 체현 기반 프로그래밍 교육 적용 및 설문 조사 결과

1. 교육 적용

아두이노 체현기반 프로그래밍 교육은 서울 소재지 중학교 2곳에서 교육을 적용했다. '16년과 '17년에 2년간 112명의 학생을 5차수로 나누어 진행했다.

1주차 : 오리엔테이션을 진행해 학생들을 4~6명으로 조를 나누고 수업진행 방향을 설명한다. 교육 전 설문조사를 실시한다.

2주차 : 4차 산업혁명과 IT를 주제로 교육을 진행하고 학생들이 향후 IT기술을 활용하여 제작하고 싶은 제품을 직접 설계하고 토론한다.

3주차 : 아두이노 이론교육을 진행하고 버튼과 초음파센서를 이용해 여러 센서들의 입출력 값을 활용해 제어한다. 초음파센서 RC카와 아두이노 쿼드콥터 드론의 원리를 이해한다[그림 6].

4주차 : 학생들 개개인이 자신의 체현할 RC카 설계도면을 디자인하고 나무막대를 사용해 구체적인 외부틀을 제작한다[그림 6].

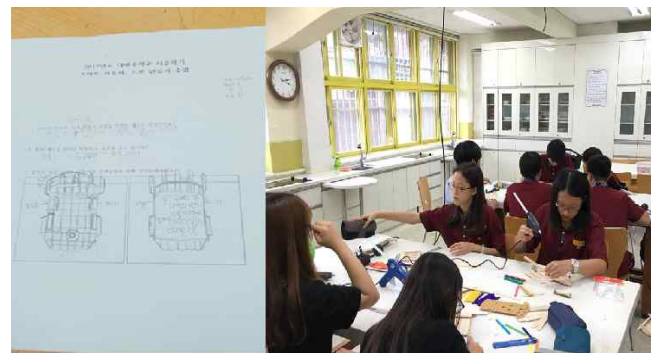


그림 6. 설계 및 제작

Figure 6. Design and Manufacture

5주차 : 초음파 센서 RC카의 내부를 설계하고 회로도를 연결한다. 4주차에 제작한 자동차 외부와 비교하여 구체적인 적용 방법을 사고한다.

6주차 : 외부 디자인과 내부 설계한 부분을 결합하여 구체적인 자신의 RC카를 제작한다. 아두이노 프로그래밍을 통해 RC카의 속력 및 센서를 제어하고 구동실습을 진행한다 (그림 7).

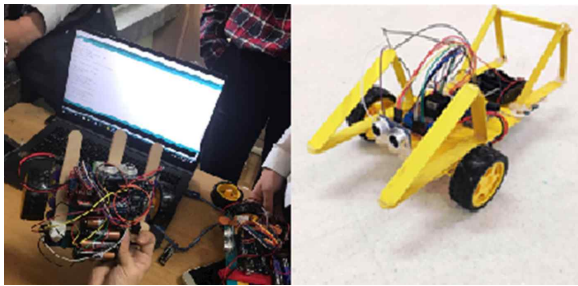


그림 7. 프로그래밍 및 구체적 체현

Figure 7. Programming and Specific Embodiment

7주차 : 아두이노 드론을 설계하고 체현한다. 외부 제어장치를 이용해 구동 테스트를 한다 (그림 8).
 8주차 : 아두이노 드론의 결합부분의 문제 발생 시 리페어를 하고 구동 실습을 진행한다. 구동 실습을 진행한 후 교육 후 설문조사를 진행해 교육 전과 교육 후의 변화추이를 확인한다.



그림 8. 쿼드콥터 드론 체현 및 실습

Figure 8. Quadrotor Drone Embodiment and Practice

2. 설문 조사 결과

항목	교육 전		교육 후	
	그렇다	아니다	그렇다	아니다
프로그래밍 교육이 무엇인지 아는가?	41.5%	58.5%	75.8%	24.2%
프로그래밍 교육이 필요한가?	41.5%	58.5%	83.3%	16.7%
체현기반 프로그래밍 교육이 사고력 증진에 도움이 되는가?	27.7%	82.3%	69.4%	41.7%

표 1. 교육 전과 후 설문조사 결과 표

Table 1. Results of Pre- and Post-Training Survey Table

설문조사 결과는 표 1과 같다. 설문조사를 5 단계로 나누어 진행하고, ‘매우 높음’과 ‘높음’은 ‘그렇다.’로 ‘보통’, ‘낮음’, ‘매우 낮음’은 ‘그렇지 않다.’로 구체화하여 설문조사 결과를 측정한다.

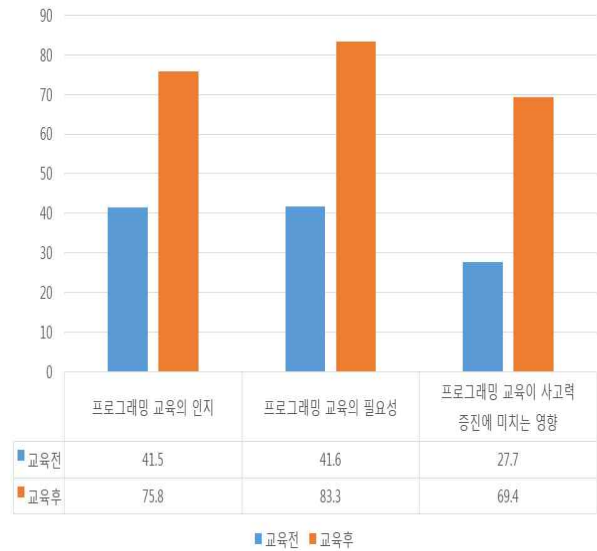


그림 9. 교육 전과 후 설문 조사 결과

Figure 9. Results of Pre- and Post-Training Survey

그림 9의 막대그래프는 교육 전과 교육 후의 결과에서 ‘그렇다.’ 라고 응답한 비율을 표시한다. 프로그래밍의 인지에 대한 설문조사로 ‘프로그래밍 교육이 무엇인지 아는가?’ 질문의 답변은 교육 전 ‘인지한다.’의 전체 대답은 평균 41.5%, ‘인지하지 못한다.’는 58.5%로 나타난다. 교육 후의 변화는 ‘인지한다.’는 75.8%, ‘인지하지 못한다.’는 24.2%로 체현기반 프로그래밍 교육을 통해 프로그래밍 교육의 인지가 34.3%증가 했으므로 유효하다.

프로그래밍 교육에 대한 설문조사로 ‘프로그래밍 교육이 필요한가?’에 대한 설문조사 결과는 교육 전 결과는 ‘유효하다.’가 41.5% ‘유효하지 않다.’가 58.5%이다. 교육 후 설문조사 결과는 ‘유효하다.’가 83.3% ‘유효하지 않다.’가 16.7%로 프로그래밍 교육의 필요성이 ‘유효하다.’가 41.7% 상승했으므로 유효함을 확인할 수 있다.

‘체현기반 프로그래밍 교육이 사고력 증진에 도움이 되는가?’에 대한 답변으로는 교육 전 ‘사고력 증진에 도움이 된다.’는 답변이 27.7%, ‘도움이 되지 않는다.’는 답변이 82.3%로 나타난다. 교육 후 ‘사고력 증진에 도움이 된다.’는 답변은 69.4%, ‘사고력 증진에 도움이 되지 않는다.’는 답변은 30.6%로 ‘도움이 된다.’는 답변이

41.7% 증가했다. 사고력 증진은 주관적인 지표를 통해 확인했지만, 증가된 수치가 현저하게 나타나므로 유효하다. 위 설문조사의 결과를 통해 아두이노를 활용한 체험기반 프로그래밍 교육은 프로그래밍을 처음 학습하는 중학교 학생들에게 프로그래밍에 대한 인지, 필요성, 사고력 증진에 통계적으로 확인한 증가를 보인다. 따라서 본 연구를 통해 체험기반 프로그래밍 교육의 유효성을 확인할 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 중학교 학생들을 대상으로 아두이노 체험 기반 프로그래밍 실습 교육을 설계하고 적용한다. 프로그래밍 교육을 컴퓨터를 통해서만 하는 것이 아니라 초음파 센서를 활용한 RC카 만들기 과정과 드론 만들기 과정을 진행하여 체험으로 실습을 진행한다. 설문조사를 통해 중학생들의 프로그래밍에 대한 필요성 인지 변화를 측정하고, 체험기반 프로그래밍 교육이 사고능력 증진에 주관적인 관점에서 도움이 되는지를 확인한다. 본 연구를 통해 아두이노 체험기반 프로그래밍 교육은 학생들의 프로그래밍에 대한 필요성, 인지 및 주관적인 관점에서의 사고능력 증진에 유효함을 확인했다.

References

- [1] Kyung-Ho Sohn., *The Development and Application to Computer Programming Education using Arduino*, Master's thesis, Graduate School of Education, Gyeong-In National University, InCheon, Korea, 2013.
- [2] Mi Ryang Kim, The Korean Association of Computer Education, Vol.5, No.3, pp.1-8, 2002.
- [3] Keyong-Ae Yang, and Seung-Jung Shin, A RodSecurityRobot Model, The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), Vol. 4, No. 4, pp. 401-406, Nov, 2018.
<https://doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.4.401>
- [4] Jee Young Lee, An Exploration of Factors Influencing College Students' Academic and Social Adjustment, International Journal of Advanced Culture Technology (IJACT), Vol. 4, No. 4, pp. 13-22, 2016.
- [5] Marcos, Herrero, *KUKA-Robot Programming, Bachelor's thesis*, HAMK Häme University of Applied Sciences, Visamäentie, Finland, 2017.
- [6] Samir Bouabdallah, Roland Siegwart, Full Control of a Quadrotor, In 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, October 29-November 1, San Diego, CA, USA, 2007.
- [7] Won-Sung Sohn, Advanced Science and Technology Letters, Vol.66, No.1, pp.73-77, 2014.
- [8] Dimitris Alimisis, Robotics in Education & Education in Robotics: Shifting Focus from Technology to Pedagogy, Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education, September 13-15; Prague, Czech, 2012.
- [9] Irene Lee, Fred Martin, Jill Denner, Bob Coulter, Walter Allan, Jeri Erickson, Joyce Malyn-Smith, Linda Werner, Computational thinking for youth in practice. ACM Inroads, Vol.2, No.1, pp.32-37, 2011.
- [10] Florence R. Sullivan, Journal of Research in Science Teaching, Vol.45, No.3, pp.373-394, 2008.
- [11] Jinsoo Kim, Study on SW Education and STEAM Education using Arduino for Technology Subject, The Korean Journal of Technology Education, Vol. 15, No. 1, pp. 22-48, 2015.

※ 이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초 연구사업임.
(No. NRF-2017R1D1A1B05036028)