

쉽게 조립 가능한 실습용 아두이노 자동차 키트 개발 사례

이은상

공주대학교 기술가정교육과 부교수

Development of an Easy-assemble Arduino Car Kit for Practice

Eun-Sang Lee

Associate Professor, Technology and Home Economics Education, Kongju National University

요약 이 연구는 실습용 아두이노 자동차 키트 개발 사례를 제시하는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 기존 아두이노 자동차 키트의 문제점을 분석하고 이에 대한 개선 방안을 반영한 다양한 시제품을 개발하였다. 개발된 키트는 교육 현장에서 적용하여 문제점과 개선점을 파악하였으며, 이를 수정 보완하여 최종 실습용 아두이노 자동차 키트로 개발하였다. 개발한 아두이노 자동차 키트는 상판과 하판으로 구성된 2개의 판을 결합하는 방식을 이용하여 아두이노 자동차와 관련된 다양한 실험이나 실습이 수행할 수 있게 하였다. 또한, 상판과 하판을 결합할 수 있는 별도의 결합 수단을 사용하여 볼트나 너트를 이용하지 않고 쉽고 빠르게 자동차의 차체를 구성할 수 있는 특징이 있었다. 개발된 키트는 단순하며 쉬운 조립 방식을 사용하여 자동차의 차체 조립에 드는 시간을 획기적으로 줄였기 때문에 자동차를 이용하여 프로그래밍 교육을 체험할 수 있는 키트로 널리 활용될 수 있을 것이다.

주제어 : 아두이노, 아두이노 자동차, 융합 실습 키트, 자동차 키트, 키트 개발

Abstract The objective of this study was to present an example of the development of an Arduino car kit for practice. First, problems in the existing Arduino car kit were analyzed and various prototypes were developed that reflected the improvement plan. The developed kit was applied to the education field to identify problems and improvements, following which it was corrected and supplemented for use as an Arduino car kit for final practice. The Arduino car kit can be used for various experiments and practices related to an Arduino car by using a combination of two car bodies consisting of an upper plate and a lower plate. When a method to couple the upper and lower plates was used, the car body could be easily and quickly configured without the need for bolts or nuts. The developed kit involves a simple and easy assembly method, and hence, the time required for assembling a car body is considerably short. Accordingly, it is expected to be widely used as a kit that can directly experience programming education using a car.

Key Words : Arduino, Arduino car, Car kit, Convergence practice kit, Kit development

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2021R1F1A104755011). This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5A803472213).

*Corresponding Author : Eun sang Lee(eslee@kongju.ac.kr)

Received December 30, 2021
Accepted February 20, 2022

Revised January 19, 2022
Published February 28, 2022

1. 서론

4차 산업혁명 시대의 도래는 일상생활이나 사회 전반에 많은 변화를 불러일으켰다. IoT 기능을 이용하여 집안의 여러 전자 제품을 제어하는 기술은 이미 보급되어 활용되고 있으며, 3D 프린터를 이용하여 필요한 각종 부품이나 생활용품을 직접 출력하여 활용하는 사례도 널리 알려져 있다. 기업에서는 각종 온라인 매체에서 매일 쏟아져 나오는 엄청난 양의 빅데이터를 분석하여 일반 대중의 요구나 필요를 분석한 후 이를 마케팅 활동에 활용하고 있으며, 자율 주행 3단계를 적용한 자동차의 출시 계획이 발표되는 등 다양한 신기술을 경험하는 시대에 살고 있다.

이러한 4차 산업혁명의 시대적 흐름은 학습용 키트 시장에도 혁신적인 변화를 불러일으켰다. 전기·전자와 관련된 학습용 키트를 예를 들면, 불과 10여 년 전만 하더라도 저항, 브레드보드, 전해 콘덴서, 다이오드, 트랜지스터 등의 기본 전자 부품을 이용하여 특정 제품을 제작해 보는 키트가 널리 사용되었다. 하지만 이들 키트로 제작할 수 있는 작품은 한정되어 있고 제조사에서 자체 제작한 부품들은 타사의 부품과 혼용하여 사용할 수 없는 문제가 있었다. 또한, 시간이 흘러 제조사가 없어지거나 해당 키트가 단종되는 경우 이들 키트와 관련된 체험 활동을 수행하기 어려운 단점이 있었다. 전기·전자와 관련된 학습용 키트 중 일부는 오늘날 더 이상 찾아볼 수 없게 되었는데, 이는 4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 새롭게 등장한 기술들이 이러한 단점을 극복하였기 때문이다.

새로운 기술을 이용한 키트 중 대표적인 사례로는 아두이노를 기반으로 한 키트이다. 아두이노는 2005년 이탈리아의 마시모 벤지 교수팀에 의해 개발된 보드로 각종 센서를 이용하여 외부의 정보를 수집할 수 있고 LED와 모터와 같은 전자 부품을 제어할 수 있는 저비용 마이크로컨트롤러이다[1,2]. 아두이노는 기존 마이크로컨트롤러가 특정 프로그램을 이용하여 컴파일이나 업로드해야하는 단점을 개선한 보드로 초보자들도 쉽게 이 보드를 사용할 수 있게 해주는 여러 환경이 갖추어져 있다[3,4]. 예를 들어, 아두이노는 일반적인 USB를 이용하여 PC와 아두이노 간의 장치를 연결하여 작성된 프로그램을 업로드 할 수 있으며, 윈도우를 비롯한 매킨토시, 리눅스 등의 다양한 운영 체제에서 실행할 수 있었다[5]. 또한, 아두이노에서 프로그램을 작성할 때 필요한 스케

치라는 프로그램을 홈페이지에서 무료로 다운로드 할 수 있는 점[6,7], 마이크로컨트롤러 기반의 다른 보드에 비해 가격이 저렴한 점[5], 아두이노 사용자들 간의 활발한 커뮤니티가 운영되고 있는 점[5] 등의 장점이 있었다. 특히, 아두이노로는 초보자 수준부터 전문가 수준의 복잡한 내용까지 다양한 전자 제품의 기능을 구현할 수 있기 때문에[2,8], 수많은 프로젝트에서 이를 활용하고 있다[9,10].

이와 같은 아두이노의 장점 때문에 이를 교육 분야에서 활용한 많은 사례가 발표되었다. 예를 들어, 아두이노는 C언어, 파이썬, 엔트리, 스크래치 등 다양한 프로그래밍 언어와 호환이 가능하기 때문에 프로그래밍 교육 활동에서 사용되었으며[11-13], 기존의 전자 부품을 사용하지 않은 전자 제품을 만들어 보는 교육 활동이나[14], 과학 실험에서 발생하는 데이터를 수집하고 처리하는 교육 활동에서 사용되었다[2, 15, 16]. 최근에는 이러한 사례를 이용하여 아두이노의 교육 효과를 종합적으로 검증한 메타분석 연구도 수행되었는데 이를 통해 아두이노의 긍정적 교육 효과를 확인할 수 있었다[17,18].

아두이노는 이와 같은 긍정적 교육 효과가 있기 때문에 이를 기반으로 한 다양한 교육용 키트가 출시되고 있다. 이들은 교육 활동에서 아두이노를 이용할 때 필요한 다양한 실험 재료를 하나의 키트에 담아 보다 쉽고 편리하게 실습을 수행할 수 있도록 만든 제품이다.

이 연구에서 개발한 아두이노 자동차 키트의 경우에도 이미 수많은 제품이 출시되어 시중에서 판매 중에 있다. 아두이노 자동차 키트가 출시된 배경에는 ‘자동차’라는 친근한 주제로 자동차의 기본 구조를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 전자 부품의 기초 회로 구성 방법을 체험할 수 있기 때문이다. 또한, 아두이노를 제어하기 위한 프로그래밍 소스 코드를 작성하는 과정에서 실제 프로그래밍 교육이 이루어질 수 있다. 이는 아두이노 자동차와 관련된 여러 선행 연구[19-21]의 내용을 통해 확인해 볼 수 있다.

하지만 시중에 판매되고 있는 아두이노 자동차 키트의 경우 여러 가지 문제점을 확인할 수 있었다. 그 문제점으로는 키트의 가격이 비싸다는 점, 자동차의 차체를 제작하는 데 시간이 오래 걸린다는 점, 매뉴얼을 보지 않고 자동차의 차체를 제작하기 어렵다는 점, 키트와 된 자동차에 추가적인 기능을 부여하기 어렵다는 점 등이다.

이 연구에서는 이러한 문제점을 해결한 실습용 자동차 키트의 개발 사례를 구체적으로 제시하고자 하였다. 개발된 키트는 볼트나 너트를 이용하지 않고 간단한 형태의 결합 수단을 이용한 방식으로 자동차의 차체 결합에 드는 시간을 줄였고, 누구나 쉽게 자동차의 차체를 제작할 수 있는 특징을 지니고 있다. 이 연구에서 개발된 키트는 최근 프로그래밍 교육이나 코딩 교육을 강조하고 있는 교육 현장에서 아두이노 자동차를 주제로 한 다양한 교육 활동에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

2. 아두이노 자동차 키트의 개발 과정

2.1 기존 아두이노 자동차 키트의 특징

본 연구에서 개발한 아두이노 자동차 키트의 이해를 돕기 위해 먼저 시중에서 판매 중인 아두이노 자동차 키트의 조립 방식에서의 특징을 서술하고자 한다. 아두이노 자동차 키트는 크게 두 종류로 구분할 수 있었다. 먼저, Fig. 1(a)는 볼트, 너트의 체결 방식을 이용한 자동차 키트이다. 이 방식은 자동차의 바디를 볼트, 너트, 서포트 등을 이용하여 조립하는 방식으로, 시중에서 판매하고 있는 대부분의 아두이노 자동차 키트가 이 방식을 취하고 있다. 이 방식은 자동차의 차체가 튼튼하기 때문에 자동차의 주행이나 제어가 확실한 장점이 있다. 그러나 제공된 제작 과정 매뉴얼 없이는 자동차의 차체를 제작하기 어려웠으며, 조립 과정에서 특정 부분의 조립을 잘못된 경우 이를 분해하여 다시 조립해야 하는 단점이 있었다. 그리고 제공된 볼트나 너트, 서포트 등의 부품이 작아 이를 분실하기 쉬웠으며, 만일 이를 분실한 경우 자동차 차체를 완성하기 어려운 문제점이 있었다. 또한, 볼트와 너트의 체결을 위해 반드시 드라이버가 필요한 점, 자동차를 주행 과정에서 체결된 볼트와 너트가 풀릴 수 있는 점 등의 문제점을 확인할 수 있었다. 이 때문에 일선 학교에서는 이러한 키트를 수업에서 활용하기 어려웠다.

Fig. 1(b)의 방식은 Fig. 1(a)의 방식과 달리 종이를 이용하여 차체를 조립하는 방식이다. 이 방식은 재단된 차체용 종이와 포함되어 있는데, 이 종이를 매뉴얼에 제시된 방식으로 접은 후 자동차 제어에 필요한 부품을 배치하는 방식이다. 이 방식은 Fig. 1(a)의 방식과 같은 볼트나 너트의 결합 과정이 없었기 때문에 자동차 차체를 구성하는 데 걸리는 시간이 상대적으로 짧았으며, 볼트

나 너트의 사용으로 인해 생기는 문제점이 극복될 수 있었다. 그러나 종이 재질의 차체를 구성하였기 때문에 자동차가 견고하지 않았으며 시간이 흐른 후 자동차의 차축이 변형되어 지정된 경로로 주행하지 않는 문제가 있었다. 특히, 종이 재질의 차체에 외력을 가했을 때 생기는 변형을 막을 수 없는 단점이 있었다.

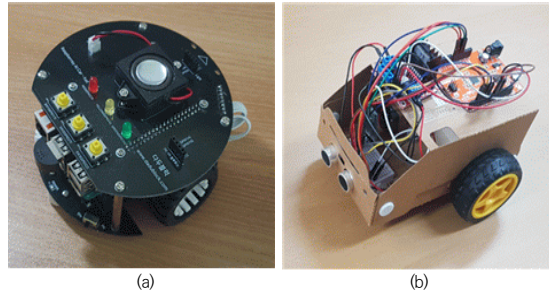


Fig. 1. Arduino car kits on the market

- (a) Arduino car kit using bolts and nuts
- (b) Arduino car kit using paper

2.2 아두이노 자동차 키트의 개발 과정

연구자는 2.1.절에서 확인한 기존 아두이노 자동차 키트의 문제점을 개선하는 연구를 수행하였으며, 그 과정을 소개하면 다음과 같다.

Fig. 2(a)는 MDF를 자동차의 차체로 사용하였으며, 이 차체에 기어드 모터를 글루건이나 양면테이프로 접합하였다. 앞바퀴는 MDF를 원형으로 재단한 후 대나무 꼬치로 연결하였다. 그러나 이 방식은 앞바퀴 축이 고정되어 있기 때문에 자동차의 방향 전환이 어려운 문제가 있었다.

Fig. 2(b)에서는 Fig. 2(a)의 MDF 앞바퀴 대신 구슬을 자동차 차체의 앞쪽 하단에 고정하는 방식을 사용하였다. 이 방식 역시 글루건으로 기어드 모터나 구슬을 고정했는데 이를 위해 글루건이 필요하였으며, 결합한 구슬이 자동차의 주행 과정에서 빠지는 문제가 발생했다. 또한, 아두이노나 모터 드라이브 모듈 등의 전자 부품이 고정되어 있지 않아 자동차의 주행 중에 여러 부품과 연결된 와이어가 빠지는 문제점이 있었다.

Fig. 2(c)에서는 Fig. 2(b)의 문제점을 해결하고자 MDF 판 2개를 이용하여 상판과 하판을 결합하는 방식을 사용하였다. 즉, 아두이노, 기어드 모터, 브레드보드, 건전지 케이스 등의 부품이 위치할 지점을 미리 절단해 놓은 상판과 동일한 크기의 하판을 더블 클립으로 고정

하는 방식이다. 상판과 하판 사이에는 Fig. 2(c)와 같이 앞바퀴 역할을 하는 구조물을 끼워 넣었다. 이로 인해 Fig. 2(b)에서와 같이 구슬을 고정하기 위해 글루건을 사용해야 하는 문제를 해결했다. 또한, 이 방식은 기어 드 모터나 아두이노 등의 부품이 지정된 위치에 놓여 있기 때문에 Fig. 2(a), Fig. 2(b)와 같이 부품이 자동차의 주행에 따라 움직여서 발생하는 문제를 해결했다.

Fig. 2(d)에서는 앞바퀴 역할을 하는 구조물에 나사산을 새긴 방식을 이용하였다. 이 방법은 나사산을 이용하여 앞바퀴 역할을 하는 구조물을 자동차의 상판이나 하판에 직접 결합할 수 있는 장점이 있었다.

이와 같은 개발 과정과 일선 학교에서의 현장 적용 과정을 거치면서 확인한 문제점을 개선하였으며 이를 바탕으로 최종 아두이노 자동차 키트를 개발하였다.

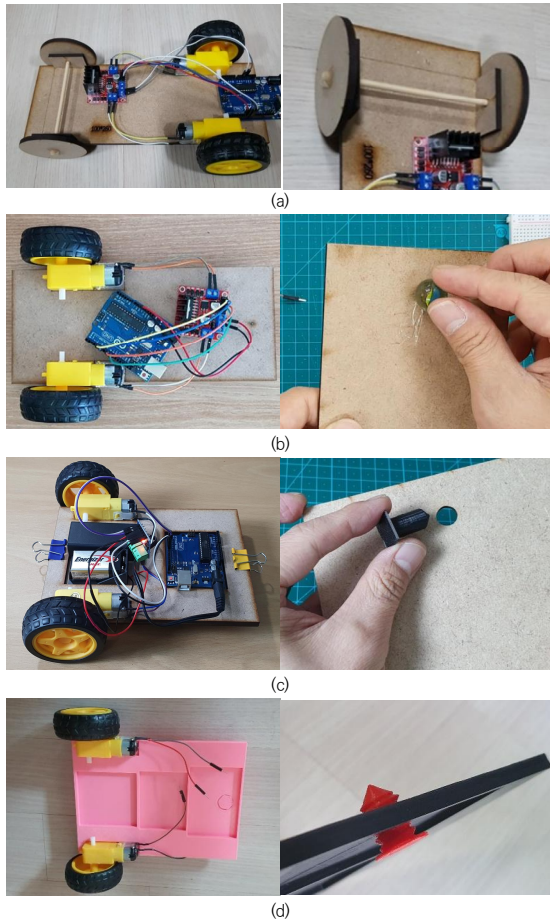


Fig. 2. Development process of Arduino car kit
 (a) 1st prototype (b) 2nd prototype
 (c) 3rd prototype (d) 4th prototype

3. 연구 결과

이 연구에서 개발한 아두이노 자동차 키트는 다음과 같다. 먼저 개발한 자동차 키트의 전체 모습은 Fig. 3과 같다.

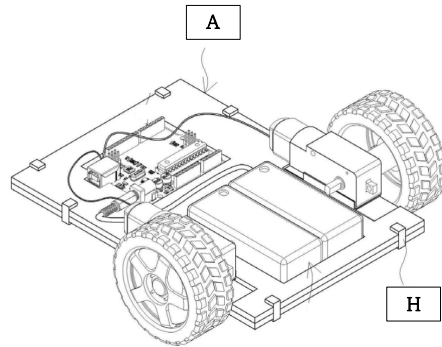


Fig. 3. Overall view of the developed Arduino car kit

개발된 자동차 키트는 Fig. 4와 같이 자동차 차체 상판(A)과 하판(D)의 두 개의 판으로 구성된다. 상판(A)의 경우 아두이노, 건전지, 브레드보드, 기어 박스 등의 실습을 위한 전자 부품이 위치할 수 있는 거치공(B)이 형성되어 있다. 이 거치공(B)에 실습에 필요한 전자 부품을 올려놓으면 자동차의 주행 중에 이들 전자 부품이 이탈되거나 회로를 구성한 와이어가 빠지는 문제점을 해결할 수 있었다.

본 개발 키트의 특징 중 하나는 상판(A)의 종류가 다양하여 특정 기능의 실습을 할 때마다 이를 교체하여 사용할 수 있다는 점이다. 예를 들어, 단순히 아두이노 자동차의 주행을 제어하는 프로그래밍 실습을 할 경우에는 아두이노, 배터리, 기어 박스 등이 위치할 거치공이 형성된 상판을 사용하고, 초음파 센서와 같이 추가적인 부품을 이용해야 할 경우에는 브레드보드가 위치할 거치공이 형성된 상판을 교체하여 사용하는 것이다. 즉, 실습의 성격에 따라 거치공(B)의 모양이 다른 상판(A)을 교체하여 사용할 수 있도록 하였다.

하판(D)은 상판(A) 하단에 위치하여 실습에서 필요한 여러 전자 부품을 지지하는 역할을 하는데, 이 두 개의 판은 결합 수단(H)으로 쉽게 결합할 수 있어 조립을 위해 나사나 볼트 등이 필요하지 않게 하였다. 상판(A)과 하판(D)은 결합 수단(H)이 잘 끼워질 수 있도록 체결홈(C, E)이 여러 개 형성되어 있다. 이와 같이 결합 수단(H)에 의해 자동차의 차체를 조립하는 방식은 기존 나사

나 볼트를 이용하는 방식에 비해 조립에 드는 시간을 줄일 수 있었다. 이와 같은 조립 방법은 나사나 볼트 조립에 필요한 공구인 드라이버를 지급하지 않아도 되기 때문에 키트의 단가를 줄일 수 있으며, 드라이버 사용의 어려움을 겪는 초등학교 저학년 학생들도 자동차 키트를 조립하는 활동에 참여할 수 있는 장점이 있었다.

기존 아두이노 자동차 키트의 경우 별도의 앞바퀴를 장착해야 하지만, 본 개발 키트에서 해당 기능은 마찰 저감부(L)에서 수행할 수 있도록 하였다. 특히, 마찰 저감부(L)와 자동차 차체 하판(D)의 마찰 저감부 결합공(F)에는 나사산이 형성되어 마찰 저감부(L)를 쉽게 자동차 차체의 하판(D)과 결합할 수 있도록 하였다.

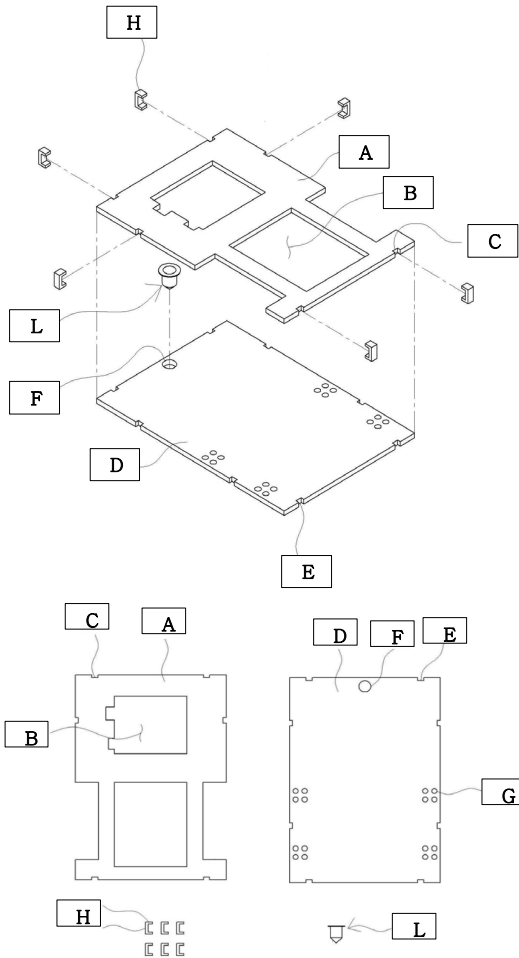


Fig. 4. Structure of the upper and lower plates of Arduino car

본 개발 키트는 Fig.5와 같이 기존 아두이노 자동차 키트에서 사용되는 기어 박스가 자동차 차체의 하판(D)과 쉽게 결합할 수 있도록 체결공(G)이 형성되어 있다. 이 체결공은 모터(I)와 기어 박스(J)를 장착하기 위한 부분으로, 시중에서 판매 중인 기어 박스(J)에 체결 수단(K)을 끼워 결합할 수 있다.

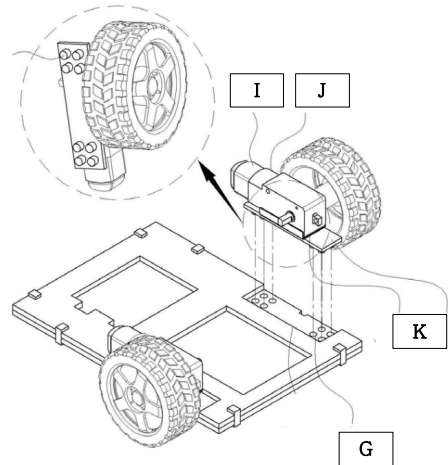


Fig. 5. Assembly method of gearbox

4. 결론

본 논문은 실습용 아두이노 자동차 키트 개발 사례를 제시하는 데 그 목적이 있었다. 이를 위해 기존 아두이노 자동차 키트의 문제점을 분석하고 이에 대한 개선 방안을 반영한 다양한 시제품을 개발하였다. 개발된 키트는 교육 현장에 적용하여 문제점과 개선점을 파악하였으며, 이를 수정 보완한 최종 실습용 아두이노 자동차 키트로 개발하는 연구를 수행하였다.

이 연구에서 개발한 자동차 키트는 금속, 플라스틱, 나무 등의 재료를 이용한 상판과 하판을 결합 수단에 의해 결합하는 방식으로 기존 볼트나 너트 등 결합을 위한 재료가 필요하지 않은 특징이 있다. 상판에는 아두이노, 건전지, 브레드보드, 기어 박스 등 자동차 주행 실습을 위해 필요한 다양한 전자 부품이 위치할 거치공이 형성되어 자동차 주행 실습 시 이들이 이탈되는 문제점을 해결하였다. 또한, 거치공의 모양을 다양하게 배치한 상판을 여러 종류로 제작하여 실습 목적에 따라 상판만 교체하여 사용할 수 있게 하였다. 하판은 아두이노를 비롯한

다양한 전자 부품을 지지하는 역할을 하며, 기존 아두이노 자동차의 기어 박스가 쉽게 결합할 수 있도록 체결공이 형성하였다. 이 연구에서는 시중에 판매 중인 기어 박스에 체결 수단을 끼운 후 이를 하판의 체결공과 결합하는 방법을 개발하였다. 그 외 앞바퀴 기능을 하는 나사산이 있는 마찰 저감부와 나사산이 있는 마찰 저감부 결합공을 하판에 포함하여 이들이 쉽게 조립될 수 있도록 하였다.

이 연구에서 개발된 아두이노 자동차 키트는 기존 볼트, 너트 등의 결합용 재료를 이용하지 않기 때문에 어린 나이의 학생들도 쉽게 교구를 이용할 수 있다. 또한, 기존 아두이노 교구에 비해 자동차의 차체를 제작하는 시간을 획기적으로 줄였으며, 단순하면서도 직관적인 조립 방식을 사용하여 조립 매뉴얼이 필요하지 않도록 하였다. 이로 인해 자동차 키트 조립에 드는 노력이나 시간을 줄여 아두이노를 이용한 프로그래밍 교육 활동에 집중할 수 있도록 하였다. 이 연구에서 개발된 실습용 자동차 키트는 교육 현장에서 자동차를 이용하여 프로그래밍 교육을 수행하는 교육 기관에서 널리 활용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] B. Koh. (2016). A study on the STEAM education based Arduino. *The Journal of Education Studies*, 53(4), 1-18.
- [2] D. Kim, S. Park, K. Park & K. Yang. (2018). Digitization of color of solution using Arduino. *Journal of Science Education for the Gifted*, 10(3), 244-255.
DOI : 10.29306/jseg.2018.10.3.244
- [3] Y. Kim & K. Hong. (2016). The effects of physical computing based software applications using Arduino on logical thinking of elementary school students. *The Journal of Thinking Development*, 12(2), 47-72.
- [4] J. Shim & J. Ko, J. Shim. (2014). A study on training courses development and analysis for improving the creativity using Arduino. *Journal of Korea Multimedia Society* 17(4), 514-525.
DOI : 10.971 7/kmms.2014.17.4.514
- [5] J. Lee & B. Lee. (2017). A study on the promotion of competitiveness of technology education based on the 4th industrial revolution in Gyeong-nam area : Practical using Arduino convergence contents education program. *The Journal of Northeast Asia Research*, 32(2), 279-299.
- [6] K. Shim, S. Lee & T. Suh. (2014). Development and evaluation of a STEAM curriculum utilizing Arduino. *The Korean Association Of Computer Education*, 17(4), 23-32.
- [7] S. Yoon & E. Jang. (2014). The application of micro controller board to engineering education for multidisciplinary capstone design. *Journal of Digital Convergence*, 12(2), 531-537.
DOI : 10.14400/JDC.2014.12.2.531
- [8] W. Kim & J. Choi. (2016). Design and implementation of actuator module with bluetooth communication for education using Arduino. *The Journal of Practical Arts Education Research*, 22(1), 325-343.
- [9] S. Kim. (2017). Project-based embedded system education using Arduino. *Korean institute of information technology*, 15(12), 173-180.
DOI : 10.14801/jkiit.2017.15.12.173
- [10] J. Kim & T. Kim. (2016). The effect of physical computing education to improve the convergence capability of secondary mathematics-science gifted students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(2), 87-98.
- [11] J. Park & S. Kim. (2015). Case study on utilizing Arduino in programming education of engineering. *Journal of IKEEE*, 19(2), 276-281.
DOI : 10.7471/ikeee.2015.19.2.276
- [12] K. H. Son & W. S. Sohn. (2014). The development and application to computer programming education using Arduino. *The Journal of Education*, 34(3), 159-179.
- [13] J. Yoon, Y. Kim. (2018). Influence of programming education utilizing Arduino on creative problem solving ability of high school students. *The SNU Journal of Education Research*, 27(3), 53-73.
- [14] S. Shin & C. Lee. (2017). The effects of technology education using Arduino on attitudes toward technology of middle school students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 30(4), 221-240.
- [15] S. Lee & W. Oh. (2017). Middle school students' metacognition in the Arduino-based speed-measuring algorithm development process. *New Physics: Sae Mulli*, 67(9), 1115-1123.
- [16] C. Lee & H. Hong. (2018). A case study of chemistry inquiry R&E program based on maker activity. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(18), 131-154.
- [17] B. Jang. (2021). The meta-analysis on effects of

- Arduino-based education for secondary school students. *Journal of Industrial Convergence*, 19(3), 61-65.
- [18] E. Lee. (2020). A meta-analysis of the effects of Arduino-based education in Korean primary and secondary schools in engineering education. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1503-1512.
DOI : 10.12973/eu-jer.9.4.1503
- [19] H. Eom & K. H. Lee. (2020). Design of embodiment-based programming education using Arduino for middle school students. *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, 6(1), 471-476.
DOI : 10.17703/JCCT.2020.6.1.471
- [20] E. Lee. (2021). Development of online-based Arduino car teaching and learning materials. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(4), 1437-1455.
DOI : 10.22251/jlcci.2021.21.4.1437
- [21] E. Lee. (2020). Developing a low-cost microcontroller-based model for teaching and learning. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 921-934.
DOI : 10.12973/eu-jer.9.3.921

이 은 상(Eun-Sang Lee)

[정회원]



- 2001년 2월 : 한국교원대학교 기술교육과(교육학학사)
- 2013년 2월 : 충남대학교 기술교육과(교육학석사)
- 2015년 8월 : 충남대학교 기술교육과(교육학박사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 공주대학교 기술가정교육과 부교수
- 관심분야 : AI교육, 발명교육, 빅데이터 분석, 저비용 마이크로컨트롤러
- E-Mail : eslee@kongju.ac.kr