

앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육이 공업계 고등학생의 창의·융합적 사고에 미치는 영향

최숙영[†] 김세민^{††}

요 약

본 연구에서는 공업계 고등학생을 대상으로 앱 인벤터를 이용하여 아두이노를 제어하는 안드로이드 어플리케이션 프로그래밍 교육을 실시하고 학생들의 창의·융합적 사고능력에 어떤 변화가 있었는지를 분석하였다. 이를 위해 창의적 문제해결 모형과 통합적 사고 모형에 기반한 교수학습을 설계하여 수업을 진행하였다. 연구 결과로 창의적 문제해결력의 하위요소 중 확산적 사고와 동기적 요소의 향상에 유의미한 결과를 얻었다. 또한, 통합적 사고에 관한 학생들의 설문 조사 결과에 따르면 많은 학생들이 이 수업을 통해 배운 지식을 바탕으로 일상 생활에 적용할 수 있는 IoT 시스템을 고안할 수 있다고 답변하였다. 따라서, 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육은 학생들의 창의·융합적인 사고 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다.

주제어 : 앱 인벤터, 아두이노, 피지컬 컴퓨팅, 창의·융합적 사고

Effects of Physical Computing Education Using App Inventor and Arduino on Industrial High School Students' Creative and Integrative Thinking

Sook-Young Choi[†] Semin Kim^{††}

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of Android application programming education to control Arduino using App Inventor on industrial high school students' creative and integrative thinking ability. We developed an instructional content based on integrative learning and creative problem-solving model and taught a class on it. The result of this study showed that there was a significant improvement in divergent thinking and motivation items among the sub elements of creative problem solving. In addition, students' survey on the integrated thinking has shown that many students think that they could design an IoT system applied to everyday life based on the knowledge they have learned in this class. Therefore, it can be confirmed that physical computing education using App Inventor and Arduino has a positive effect on students' creative and integrative thinking ability.

Keyword : App Inventor, Arduino, Physical computing, Creative-integrative thinking skill

[†] 정 회 원: 우석대학교 정보보안학과 교수

^{††} 종신회원: ㈜뉴비전로봇 기술이사(교신저자)

논문접수: 2016년 11월 9일, 심사완료: 2016년 11월 25일, 게재확정: 2016년 11월 28일

1. 서론

미래의 모든 산업이 컴퓨팅의 영향력 아래에 놓이기 때문에 세계 각국에서는 컴퓨팅 사고력(CT:Computational Thinking)을 갖춘 창의적인 인재양성을 위해 다양한 노력들을 하고 있다. CT 역량을 높이기 위해서 무엇을 어떻게 교육시킬 것인가에 대해서는 각 나라와 각 기관에 따라 다양한 의견들이 제시되고 있지만 그것의 중심에는 코딩교육 강조가 있다. 국내에서도 2018년부터 소프트웨어 교육을 강화시키는 내용이 발표되었다. 그러나, 소프트웨어 교육이 단순히 코딩교육 위주 가 아닌 학생들의 CT 역량을 높이는 것에 중점을 두어야 할 것이다. 이에 대한 일환으로 2015 개정 교육과정에서는 2018년부터 정보과학을 초·중·고에서 연계성있게 교육하기 위한 교육과정이 마련되어 컴퓨터 교육의 정상화가 이루어지도록 하는 틀을 마련하였으며, 학생들의 CT 역량을 높이기 위한 교육을 강조하고 있다.

한편, 기존의 프로그래밍 교육은 교육현장에서 학습자의 문제해결력과 고등사고력을 향상시키기 위한 것이라기보다는 프로그래밍 언어의 문법 위주의 교육이 이루어지는 경향이 있었다. 그로 인해 학생들의 흥미를 떨어뜨리고 문제해결력의 향상이 이루어지지 않았다. 이에 대한 해결책의 하나로 최근 피지컬 컴퓨팅(Physical Computing) 기반의 프로그래밍 학습이 대두되고 있다. 학습자는 아두이노(Arduino) 등의 개발보드와 다양한 센서를 이용한 프로그래밍을 통해 실제 산출물을 만들어 봄으로써 직접적인 경험을 할 수 있으며 학생의 흥미유발과 프로그래밍의 이해를 높여줄 수 있다[1][2]. 뿐만 아니라 아두이노의 각종 센서를 이용하여 일상생활에 도움을 줄 수 있는 도구를 만들어 볼 수 있고 다른 과목의 원리와 개념들을 결합하여 새로운 산출물을 고안하여 해결할 수 있기 때문에 학습자의 창의성과 융합적 사고를 향상시킬 수 있다[3][4].

그런데 이러한 아두이노만을 이용한 프로그래밍 교육의 경우 기존의 로봇 프로그래밍 교육과 같이 조립의 영역에서 주로 교육이 이루어지다 보니 알고리즘 설계나 구현으로 확장하기 어려운 점이 존재한다. 그래서 이에 대한 대안으로 앱 인

벤터(App Inventor)를 이용하여 안드로이드 어플리케이션(Android Application)을 개발하고 이를 통해 아두이노를 제어하도록 하는 시도들이 최근 이루어지고 있다. 이러한 방법은 학습자의 알고리즘 실습의 기회를 넓혀줄 수 있을 뿐 아니라, 학습자들이 스마트기기를 통해 아두이노를 제어할 수 있기 때문에 학습자의 흥미와 관심을 끌어낼 수 있다. 더욱이, 요즘 많은 사물을 인터넷에 연결해 사물과 사물간, 사물과 사람의 상호작용을 이끌어내는 사물인터넷(IoT:Internet of Things)이 주목 받고 있는데, 아두이노와 앱 인벤터를 이용하여 다양한 사물인터넷에 관련된 창작물을 구현할 수 있게 될 것이다.

본 연구에서는 공업계 고등학생들을 대상으로 하여 앱 인벤터를 이용하여 아두이노를 제어하는 안드로이드 프로그래밍 수업을 진행하였다. 특히 학습자들의 창의·융합적 사고 능력을 향상시키기 위해 창의적 문제해결 수업모델과 통합적 학습모형을 통합하여 수업 설계를 하여 수업을 진행하였다. 이를 통해 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육이 학습자들의 창의·융합적 사고능력에 어떤 영향이 있었는지를 분석하였다.

2. 관련연구

2.1 피지컬 컴퓨팅과 아두이노

피지컬 컴퓨팅은 Dan O'Sullivan과 Tom Igoe 교수가 제안한 개념으로 아날로그의 현실 세계와 디지털 세계가 서로 상호작용하는 시스템을 의미한다. 각 세계간의 상호작용을 위해 신호를 감지하는 센서와 LED, 액츄에이터(Actuator) 등의 장치를 제어하는 인터페이스 보드를 사용한다[5]. 피지컬 컴퓨팅의 시작은 인터랙티브 아티스트들에 의해 이루어졌지만 이젠 예술 분야를 넘어 메이커들에게 확산되어 누구나 아이디어만 있으면 쉽게 시제품을 만들 수 있게 됨에 따라 적은 비용과 인력만으로도 창조적 생산활동이 가능하게 되었다.

아두이노는 2004년 이탈리아의 Massimo Banzi 교수와 David Cuartielles 교수가 하드웨어 미숙련자 및 비전공 학생들을 위해 기초적인 지식만으

로 쉽게 프로그램을 작성할 수 있도록 개발된 피지컬 컴퓨팅 플랫폼이다[6]. 특히, 아두이노는 가격이 저렴하고 쉽게 구입 가능하며 오픈 소스를 기반으로 하고 있으며 공개된 소스를 참고하여 누구나 직접 보드를 만들고 수정할 수 있다. 이러한 특성을 통해 상상하는 것은 무엇이든지 손쉽게 만들 수 있고 실생활과 접목할 수 있는 시스템을 개발할 수 있다는 장점이 있다.

특히 아두이노는 개발 보드뿐만 아니라 프로그래밍 언어, 프로그램을 작성하기 위한 통합개발환경(IDE) 등을 제공해주기 때문에 일선학교에서 융합 창의적 체험 활동에서도 쉽게 접근할 수 있는 유용한 학습 도구로서의 가치가 있다고 볼 수 있다[4].

아두이노를 학습 도구로 사용할 때의 장점은 다음과 같이 정리될 수 있다.

첫째, Windows, Mac OS, Linux와 같은 다양한 OS를 지원한다.

둘째, 많은 오픈소스를 참조하여 프로젝트를 쉽게 개발할 수 있다.

셋째, C언어를 포함한 다양한 프로그래밍 언어를 사용하여 개발할 수 있다.

넷째, 다른 플랫폼에 비해 가격이 저렴하며 유지관리 비용이 저렴하다.

2.2 앱 인벤터

앱 인벤터는 안드로이드 기반 휴대폰이나 에뮬레이터에 누구나 쉽게 안드로이드용 스마트폰 어플리케이션을 개발할 수 있도록 제공해주는 저작 도구이다.

앱 인벤터를 개발하는 프로젝트는 구글에 의해 시작되었으나 후에 MIT로 넘겨져 2012년에 초기 버전이 발표되었다. 앱 인벤터는 별도의 고성능 하드웨어가 필요하지 않아 운영체제의 영향을 받지 않고 웹 브라우저에서 사용이 가능하므로 교육용으로 사용하는데 장점이 있다. 또한 앱 인벤터에서는 명령어 블록들을 드래그 앤 드롭으로 조합하여 작성하므로 초보자들도 쉽게 안드로이드 어플리케이션을 작성할 수 있다. 뿐만 아니라, 프로그래밍의 결과물이 실제기기를 통해 보여줄 수 있기 때문에 쉬운 접근성과 실제적인 학습 경

험을 줄 수 있다는 장점을 가지고 있다.

2.3 창의·융합적 사고역량

오늘날의 지식기반의 융복합사회에서는 해결해야 되는 문제들이 다양한 분야의 지식에 복잡하게 걸쳐 있는 경우가 많다[7]. 이러한 문제들을 효과적으로 해결하기 위해서는 먼저 문제를 총체적으로 조망하는 융합적인 사고 능력을 바탕으로 하고 창의적인 접근 방법으로 문제를 해결해야 할 것이다. 창의·융합적 사고 역량은 오늘날 매우 중요하고 필요한 역량이라고 볼 수 있다.

Torrance(2010)에 의하면 창의성은 인간이 어떤 문제에 직면할 때 그것을 해결하기 위하여 부족한 요소나 잘못된 것을 찾아내 추측하고 가설을 세워 검증하고 평가하고, 그 결과를 재수정하고 재검증하여 그 결과를 전달하는 과정이라고 정의하였다[8]. Guilford(1971)는 창의성은 확산적 사고와 관련이 있다고 보았다. 창의적인 사람은 하나의 정답보다는 새롭고 다양한 답을 생성하는 능력으로 문제해결력을 향상하는 것이라고 주장하였다[9]. Getzels와 Jackson(1962)은 창의성을 아이디어, 사물, 기술, 접근 방법을 새로운 방식으로 결합하는 능력과, 새롭고 유용한 산출물, 확산적이고 풍부한 사고과정, 내재적인 주관적 경험으로 설명하고 있다[10]. 창의적인 활동은 일반적으로 문제해결과정에서 이루어진다. 즉, 확산적 사고와 수렴적 사고를 반복적으로 활용하여 어떤 문제를 발견하고 그 문제와 관련된 다양한 아이디어를 생성하고 해결하는 하나의 창의적인 활동이 이루어지는데 이러한 과정을 창의적 문제해결 과정이라 부른다. 이러한 창의적 문제해결의 대표적인 모형으로 Osborn과 Parnes의 모형, Treffinger와 그의 동료들이 제안한 모형 등이 있다[11][12][13]. 학습자들의 창의적 사고역량을 높이기 위해 이러한 창의적 문제해결 모형에 기반한 수업을 설계하여 적용한 연구들이 존재한다.

한편, 융합적 사고역량을 한국교육과정평가원(2014)에서는 “문제해결을 위해 학제간 연구를 통하여 지식의 융합이 이루어져 새로운 지식을 낳고 창의적인 문제해결 방안을 모색하는 것”이라고 정의하였다[14]. 안효정(2013)은 융합적 사고력은

창의력과 함께 지식을 전이시키고 융합시킬수 있는 능력이며 학생들 스스로 문제를 해결하기 위한 적용 능력까지 포함한다고 정의하였다[15]. 홍요정·이재경(2015)은 자신이 속한 분야의 새로운 시각에서 문제를 발견하고 해결하기 위해 다양한 분야의 지식과 기술을 넘나들며 수용하고 응용하는 능력으로 창의적 사고력과 같은 맥락을 하고 있다고 기술하고 있다[7].

융합적 사고 역량은 통합적 사고 역량으로도 혼용되어 사용되고 있는데, Roger Martin (2008)은 통합성을 상반되는 두 아이디어 사이에서 양자택일을 하는 대신 두 아이디어의 요소를 포함하면서도 각 아이디어보다 뛰어난 새로운 아이디어를 만들어 창의적으로 긴장을 해소하는 능력이라고 정의하고 있다[16].

통합적 사고 역량과 관련한 연구로 강충렬(2010)은 통합적 사고 성향을 검사할 수 도구를 개발하였다[17]. 이 도구에서는 창의성과 비판적 사고 성향을 바탕으로 하여 개발되었으며 하위요소에는 논리적 태도, 모험심, 문제해결 지속성, 독립적 몰입, 생산적 회의성 등을 포함하고 있다. 미국의 AACU(Association of American Colleges & Universities)에서는 통합적 학습 능력은 학습자가 교과과정 전반에서 갖추어야 할 능력으로 단순히 아이디어들과 경험들의 간단한 결합에서부터 학습을 새롭고 복잡한 상황으로 종합하거나 전이하는 것을 의미하는 것으로 정의하고 있다[18]. 또한 이러한 통합적 학습을 평가하기 위한 평가 척도를 제안하고 있다.

디지털 융합은 기본적으로 창의적 요소와 융합을 바탕으로 성립한다. 서로 다른 분야의 개념들을 하나로 묶는 작업은 통합적 사고와 새로운 아이디어를 요구하기 때문이다. Loveless (2007)는 디지털 기술이 상상을 통해 여러 자원, 개인과의 연결을 함으로써 창의적 산출물을 만들어낼 수 있게 한다고 주장하고 있다[19]. 이와 같은 관점에서 볼 때 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육은 스마트기기의 센서기능과 아두이노의 센서 보드 등을 연결하여 다양한 실생활과 관련된 시스템들을 개발할 수 있도록 할 것이다. 뿐만 아니라 오늘날 많은 이슈가 되고 있는 사물인터넷 시스템과 연관하여 생각해보고 이를 창작

할 수 있는 기회를 제공할 수 있을 것이다. 따라서, 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육은 디지털 환경에서 학생들의 창의·융합적 사고역량을 높여줄 수 있는 교육이라고 볼 수 있다.

2.4 선행연구 분석

일선 교육현장에서 이루어진 앱 인벤터를 활용한 프로그래밍 교육에 대한 기존의 연구들이 존재한다. 황성진(2013)은 컴퓨팅 사고력을 위한 교육과정을 위해 앱 인벤터를 이용한 교육 프로그램을 개발하여 초등학교 정보영재학생들의 수업에 적용하였다[20]. 연구 결과에 의하면 학생들의 학습의 흥미와 몰입의 정도가 향상된 것으로 나타났다. 안상진(2014)은 앱 인벤터를 학습한 교사와 학생의 반응을 분석하여 초·중등 앱 인벤터 교육 방안을 마련하였다. 그의 연구 결과에 의하면 앱 인벤터는 학습자로 하여금 실제적인 경험을 하면서 쉽게 접근할 수 있게 한다는 장점이 있는 것으로 나타났다[21]. Morelli와 그의 동료들(2011)은 대학생과 고등학교 교사를 대상으로 하여 앱 인벤터 교육을 실시하여 앱 인벤터가 K-12 과정에 컴퓨팅사고력을 향상시킬 수 있는 도구로서 의미가 있음을 주장하였다[22]. 김용민 외(2015)는 초등학교 여학생의 컴퓨팅 사고력 신장을 위해 앱 인벤터 활용 SW교육 프로그램을 개발하여 적용한 결과 효과가 있었음을 보여주고 있다[23].

한편 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육의 효과를 분석한 연구들이 최근 발표되고 있다. 심규현 외 (2014)는 초등학교 고학년의 정보 영재학생들을 대상으로 아두이노를 활용한 수업을 진행한 결과 컴퓨터 과목에 대한 관심도와 프로그래밍에 대한 흥미도가 증가하였다고 발표하였다[1]. 김혜진(2016)의 연구에서는 중학생을 대상으로 하여 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 기반의 프로그래밍 교육을 하였다[4]. 연구 결과에 의하면 아두이노를 이용한 프로그래밍 교육이 중학생들의 창의적 문제해결력 향상에 효과적임을 보여주고 있다. 김지현(2016)은 중등 수학과학 영재학생들을 대상으로 한 아두이노 로봇 조립 및 보

드 연결과 프로그래밍 협력학습이 학생들의 융합적 역량에 긍정적인 영향을 미쳤음을 발표하였다 [3].

이와 같이 앱 인벤터를 이용한 프로그래밍 교육과 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 기반의 프로그래밍 교육에 연구들이 각각 존재하지만 이 두 가지를 함께 적용한 수업의 효과를 분석한 연구결과는 아직까지 존재하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 아두이노 기반의 피지컬 컴퓨팅 교육의 단점을 앱 인벤터를 이용한 안드로이드 어플리케이션 개발 교육을 통해 보완하고 스마트기기를 활용함으로써 학습자들의 흥미와 관심을 끌도록 하였다. 이러한 교육을 통해 학습자들이 실생활에 관련된 사물인터넷 시스템들을 생각하고 고안해낼 수 있도록 지도함으로써 학생들의 창의·융합적 사고 역량을 높여주고자 하였다.

3. 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 프로그래밍 교육 설계

3.1 학습 설계

본 연구에서는 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 프로그래밍 교육을 위해 다음과 같은 설계 방향을 고려하였다.

첫째, 앱 인벤터의 세부적인 기능까지 모두 익히도록 하기 보다는 기본 기능 및 센서 활용 중심으로 교육내용을 구성하였다.

둘째, 실세계와의 상호작용을 통해 학습자의 학습 동기를 유발할 수 있도록 앱 인벤터와 아두이노를 활용하여 프로그래밍을 할 수 있도록 설계하였다.

셋째, 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 프로그래밍 교육을 통해 학생들이 실생활 속에서 다양한 사물인터넷 시스템을 고안할 수 있도록 본인이 생각하는 시제품을 제작하는 프로젝트 과제를 제시한다.

넷째, 학생들의 창의·융합적인 사고 역량을 높이기 위해 창의적 문제해결력 모형과 통합적 학습 모형을 기반으로 하여 수업을 설계하였다.

본 연구에서는 창의적 문제해결 모형을 Osborn과 Parnes의 모형, Treffinger와 그의 동료

들이 제안한 모형 등을 기반으로 하여 <표 1>과 같이 4 단계(문제상황 탐색, 문제규정, 아이디어 생성, 해결책 발견)로 구성하였다. 통합적 학습 모형은 AACU(Association of American Colleges & Universities)에서 개발한 통합적 사고를 위한 평가 모형을 기반으로 하여 <표 2>와 같은 수업 모형을 설계하였다.

<표 1> 창의적 문제해결 모형

단계	교수학습 활동
문제상황 탐색	<ul style="list-style-type: none"> 문제의 맥락을 다양한 관점으로 탐색한다. 문제의 관련된 가능한 모든 자료를 수집한다.
문제규정	<ul style="list-style-type: none"> 문제상황에서 분석된 자료나 정보를 바탕으로 가장 중요한 핵심 간추린다. 문제를 규정하는 진술문 작성한다.
아이디어 생성	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 아이디어를 생성한다. 아이디어들간의 연산, 유추, 연결을 통한 새로운 관련성을 찾는다.
해결책 발견	<ul style="list-style-type: none"> 생성된 아이디어를 여러 가지 관점에서 평가한다. 최적의 해결책을 선택한다.

<표 2> 통합적 학습 모형

단계	교수학습 활동
학습했던 예제, 사실, 지식 들을 연결	<ul style="list-style-type: none"> 학습했던 개념, 예제, 원리 등을 정리해본다. 개념, 예제, 원리 등을 연결시켜본다.
일상생활과 연결	<ul style="list-style-type: none"> 배웠던 학습내용과 일상생활 경험과의 관련성을 생각해본다. 일상생활 경험과 학습내용과의 차이점, 유사점 등을 생각해본다.
새로운 문제 상황에서 적용	<ul style="list-style-type: none"> 한 문제 상황에서 획득한 스킬, 능력, 방법 등을 새로운 문제 상황에 적용한다. 문제를 해결하기 위해 개념, 예제, 원리 등을 통합한다.
결과 제시	<ul style="list-style-type: none"> 결과물을 다른 사람들이 잘 이해할 수 있도록 표현한다. 제작한 결과물을 다른 사람들에게 발표한다.
반추 및 자기평가	<ul style="list-style-type: none"> 학습과정에서 자신의 변화를 평가한다. 학습과정에서의 강점과 도전적인 내용 등을 정리한다.

학생들은 이러한 수업 과정을 통해 여러 가지 아이디어들, 일상 경험들, 배웠던 학습내용들을 간단히 결합하거나 혹은 새로운 내용으로의 종합 및 전이 등을 할 수 있도록 한다. <표 2>에서 볼 수 있는 바와 같이 통합적 학습 모형은 크게 5단계로 구성하도록 설계하였다. 먼저, 첫 번째 단계

는 문제해결을 위해 학습했던 예제, 사실, 지식들을 정리하고 연결시킬 수 있는 것들을 연결시켜 보는 과정이다. 두 번째 단계는 배웠던 내용을 일상생활과 연관시켜보고 유사점과 차이점 등을 살펴보는 단계이다. 세 번째 단계는 획득한 스킬, 방법 등을 새로운 문제 상황에 적용하는 단계로 문제 해결을 위해 개념, 예제, 원리 등을 통합하는 단계이다. 네 번째 단계는 각팀에서 제안한 결과물을 다른 사람들에게 발표하는 단계이다. 마지막으로 학습과정에 대한 반추와 평가가 이루어진다.

위와 같은 두가지 모델에 기반하여 창의·융합적 사고를 위한 수업 모형을 개발하였다. <표 3>은 IoT 기기 시제품 자유 제작에 대한 창의·융합적 사고를 위한 수업 모형을 보여준다.

3.2 교육내용

본 연구에서 개발된 차시별 학습 내용은 <표 4>와 같다. 학습내용은 크게 앱 인벤터 기초영역, 앱 인벤터-스마트폰 통신 영역, 아두이노 출력 장치 영역, 아두이노 입력 센서 영역, 스마트폰 센서 제어 영역, 프로젝트 활동 영역으로 나누어져

있다. 앱 인벤터 기초 영역은 앱 인벤터의 기본적인 기능과 컴포넌트 메뉴를 다룬다. 이를 위하여 환경 구축과 앱 인벤터 기초 프로그래밍 부분으로 구성된다. 앱 인벤터-스마트폰 통신 영역은 스마트폰의 각종 센서들과 블루투스의 기능을 점검하는 단계이며, 나중에 아두이노와 연결시킬 때 필요한 과정이다. 아두이노 출력 장치 영역은 안드로이드 어플리케이션으로 LED나 모터 등의 부품들을 제어하는 과정이고, 아두이노 입력 센서 영역은 안드로이드 어플리케이션에 각종 센서들이 나타내는 값을 보여주는 과정이다. 스마트폰 센서 제어 영역은 스마트폰이 가지고 있는 음성 인식, TTS, OrientationSensor 등으로 아두이노를 제어하는 과정이다. 이러한 내용들을 학습한 후 학생들은 이를 기반으로 하여 스마트폰 활용 프로젝트를 수행하게 된다.

4. 연구 방법 및 절차

4.1 연구대상 및 설계

본 연구는 경북에 있는 K 고등학교 2학년 학생 20명을 대상으로 10주 동안 24차시에 걸쳐 실시

<표 3> 창의·융합적 사고를 위한 수업 모형

CPS 수업모형	교수학습 활동	통합적 학습 모형
문제상황 분석	<ul style="list-style-type: none"> 지금까지 배운 내용 등을 토대로 앱 인벤터 기능과 그것을 이용한 아두이노 제어 프로그램 모듈 등을 정리해본다. IoT 기기 제작을 위해 학습했던 내용들 중에서 연결시킬 수 있는 부분들을 생각해본다. 	학습했던 예제, 사실, 지식 등을 연결
문제규정	<ul style="list-style-type: none"> 학습했던 내용을 일상 생활속에서 흥미롭게 생각했던 주제와 관련시켜 생각해보고 어떤 IoT 기기 시제품을 개발할지를 결정한다. 학습한 내용을 일상생활 속의 주제를 구현하는데 적용할 경우 어떤 부분에 어려움이 있는지 생각해본다. 	일상생활과 연결
아이디어 생성	<ul style="list-style-type: none"> 개발하기로 결정한 IoT 기기 시제품을 구현하기 위해 필요한 기능들이 무엇인지 탐색한다. 개발하기로 결정한 IoT 기기 시제품을 구현하기 위해 필요한 기능들을 어떻게 결합할 것인지 탐색한다. 	새로운 문제상황에 적용
해결책 발견	<ul style="list-style-type: none"> IoT 기기 시제품을 구현하기 위해 구상된 여러 아이디어 중에서 가장 적절한 것을 선택하여 그에 따라 제작한다. 제작한 내용을 가장 최적화된 상태가 되도록 수정한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 결과물을 다른 사람들이 잘 이해할 수 있도록 표현한다. 제작한 결과물을 다른 사람들에게 발표한다. 	결과제시
	<ul style="list-style-type: none"> 학습과정에서 자신의 변화를 평가한다. 학습과정에서의 강점과 도전적인 내용 등을 정리한다. 	반추 및 자기평가

<표 4> 차시별 학습 내용

차시	학습영역	학습주제	학습내용
1~2	앱 인벤터 기초 영역	환경 구축	앱 인벤터 계정 만들기, 스마트폰 설정 및 QR Barcode Scanner 설치 Sketch 등 S/W설치 아두이노 보드 및 각종 센서소개
3		앱 인벤터 기초 프로그래밍	앱 인벤터 기본 콤포넌트 사용한 App. 제작
4~5	앱 인벤터-스마트폰 통신 영역	스마트폰 센서를 사용하여 안드로이드 어플리케이션 만들기	TTS, Speech Recognizer 사용한 App. 제작 Orientation Sensor 사용한 App. 제작
6		스마트폰과 아두이노의 통신	Bluetooth 통신 App. 제작
7~8	아두이노 출력 장치 영역	LED 제어하기	LED 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍 LED를 이용한 응용구조물 및 App. 제작
9~10		Servo Motor 제어하기	Servo Motor 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍 ServoMotor를 이용한 응용구조물 및 App. 제작
11~12		DC Motor 제어하기	DC Motor 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍 DC Motor를 이용한 스마트폰조종 RC Car 제작
13~14	아두이노 입력 센서 영역	온습도 센서 제어하기	온습도 센서 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍 온습도 센서를 이용한 응용 구조물 및 App. 제작
15~16		초음파 센서 제어하기	초음파 센서 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍기초 제어 초음파 센서를 이용한 응용 구조물 및 App. 제작
17~18	스마트폰 센서 제어 영역	음성인식 또는 TTS로 아두이노 제어하기	SpeechRecognizer와 TTS 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍 SpeechRecognizer와 TTS 제어 App. 제작
19~20		Orientation Sensor로 아두이노 제어하기	OrientationSensor 제어 회로 및 Arduino Sketch 프로그래밍 OrientationSensor 제어 App. 제작
21~24	프로젝트 활동	스마트폰 활용 프로젝트	조별 IoT기기 시제품 기획, 제작 및 발표

하였으며 정규 수업인 프로그래밍 관련 과목을 통하여 진행되었다. K 고등학교는 공업계 고등학교이며 학생들은 로봇 관련학과 전공으로 1학년 때 C언어 과목을 공부하였던 경험이 있다.

앱 인벤터와 아두이노를 이용한 프로그래밍 교육이 학생들의 창의적·융합적 사고 능력과 SW 교육 태도에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위해 실험집단의 사전 사후 검사 설계를 이용하였다.

4.2 검사 도구 및 분석 방법

본 연구에서는 학습자의 창의·융합적 사고 능력을 측정하기 위해 창의적 문제 해결력과 융합적 사고로 구분하여 검사하였다. 창의적 문제 해결력은 한국교육개발원의 창의적 문제해결력 검사 개발 연구를 기반으로 하여 서울대학교 심리연구실 MI 연구팀에서 개발한 창의적 문제해결력 검사지를 사용하였다. 창의성 문제해결력 검사의 하위요소는 특정영역의 지식·사고, 기능·기술의

이해 및숙달 여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소로 구성된다. 각 하위 요소별로 5 문항씩, 총 20문항으로 구성되며 Likert 5점 척도로 구성된다.

융합적 사고를 검사하기 위해서 본 연구에서는 평가문항을 개발하여 조사를 하였다. 본 연구에서 고려하는 융합적사고의 특징을 측정하기 위한 적절한 기존 도구가 존재하지 않아 본 연구에서는 AACU에서 개발한 통합적 사고를 위한 평가 모형을 기반으로 하여 설문지를 만들어 학생들 스스로 자신의 융합적 사고를 평가하도록 하였다. 이 자기 평가는 수업이 종료된 후 학기말에 평가하도록 하였다. 이 평가문항은 2명의 전문가 의해 검토하였고 융합적 사고에 대한 인식과 개선에 대한 문항들로 이루어졌다.

수집된 실험집단의 창의적 문제해결력에 대한 사전 사후 검사 결과 자료에 대해 SPSS Statistics 23.0을 이용하여 대응표본 t검정을 실시하였다.

5. 연구결과

5.1 창의적 문제 해결력

실험집단의 수가 작아(N<30) 정규분포를 이루었는지 분석하기 위해 창의적 문제해결력의 사전 검사에 대해 ‘Shapiro-Wilks’ 정규성 검사를 수행하였다. 그 결과는 <표 5>와 같으며, ‘비판적·논리적 사고’ 영역을 제외한 나머지 하위요소들은 정규분포를 이루는 것으로 분석되었다.

<표 5> 창의적 문제해결력 정규성 검사 결과

하위 영역	M	SD	Max	Min	t	p
특정영역 사고기술 및 이해도	15.3	2.47	19	9	.927	1.38
확산적 사고	15.0	3.21	20	8	.948	.343
비판적·논리적 사고	15.8	2.62	20	10	.881	.018
동기적 요소	15.6	2.94	20	9	.932	.170

창의적 문제해결력의 하위요소 중 정규분포를 이루는 하위요소들에 대해서 ‘대응표본 t 검정’을 실시하였고, 정규분포를 이루지 않는 ‘비판적 사고’ 요소에 대해서 ‘Wilcoxon 부호순위 검정’을 실시하였다. 그 결과는 각각 <표 6>과 <표 7>과 같다.

<표 6> 창의적 문제해결력 t 검정 결과

하위 영역	구분	M	SD	t	p
특정영역 숙달여부	사전	15.30	2.47	-1.810	.086
	사후	15.80	1.98		
확산적 사고	사전	15.05	3.21	-2.596	.018
	사후	16.20	2.35		
동기적 요소	사전	15.65	2.94	-3.263	.004
	사후	16.20	2.35		

<표 7> Wilcoxon 부호순위 검정 결과

하위 영역	구분	M	SD	Z	p
비판적·논리적 사고	사전	15.80	2.62	-1.977	.093
	사후	16.25	2.31		

<표 6>와 <표 7>에서 볼 수 있는 바와 같이 실험집단의 창의적 문제해결력에 대한 사전·사후

검사 결과는 ‘특정영역 사고기술 및 이해도’와 ‘비판적·논리적 사고력’은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났지만 사후 검사 결과가 높게 나타났다. ‘확산적 사고력’은 유의수준 .018에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. ‘동기적 요소’에 대한 대응표본 t-검증 결과도 유의확률 0.004에서 유의미한 차이가 있었다. 이로써 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 프로그래밍 학습이 학습자들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적으로 효과를 미치는 것으로 나타났다.

5.2 융합적 사고

본 연구에서 진행한 프로그래밍 수업이 학생들의 융합적 사고에 어떤 영향을 미쳤는지를 분석하기 위하여 <표 8>과 같은 평가문항을 개발하여 조사하였다.

<표 8> 융합적 사고 평가 문항

평가 항목	N	평균	표준 편차
나는 이 수업에서 배운 지식을 바탕으로 우리 일상생활에 적용할 수 있는 IoT 시스템들을 고안할 수 있다고 생각한다.	20	3.90	.553
나는 이 수업에서 배운 앱 인벤터와 아두이노를 활용한 프로그래밍 교육이 IT 시스템 개발을 위한 창의적 사고에 도움이 된다고 생각한다.	20	4.05	.686
나는 이 수업을 통해 하나의 상황에서 얻은 문제해결 방법을 유사한 다른 문제상황에서도 적용할 수 있게 되었다.	20	3.55	.686
나는 이 수업을 통해 학습했던 개념, 원리, 예제 등을 연관시켜 사고하고 이를 바탕으로 문제를 해결할 수 있다.	20	3.70	.657
나는 이 수업의 진행 방식에 만족한다.	20	4.00	.562

<표 8>의 분석 결과에서 볼 수 있는 바와 같이 많은 학생들은 이 수업을 통해 배운 지식을 바탕으로 일상생활에 적용할 수 있는 IoT 시스템들을 고안할 수 있다고 답변하고 있다. 또한 앱 인벤터와 아두이노를 활용한 프로그래밍 교육이 IT 시스템 개발을 위한 창의적 사고에 도움이 된다고 생각하고 있는 것으로 나타났다. 뿐만 아니

라 통합적 수업방법을 통해 학습했던 개념, 기법, 예제 등을 연관시켜 사고하고 이를 바탕으로 문제를 해결할 수 있다는 항목에도 긍정적으로 답변하고 있음을 볼 수 있다. 전반적으로 학생들은 수업의 진행 방식에 만족하는 것으로 분석되었다.

6. 결론

본 연구에서는 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육을 실시하고 이를 통해 학생들의 창의·융합적 사고능력에 미치는 영향을 분석하였다. 학생들의 창의·융합적 사고를 높이기 위해서는 적절한 학습내용 및 학습방법이 필요하다. 본 연구에서는 이를 위한 학습내용으로 앱 인벤터를 이용하여 안드로이드 어플리케이션을 개발하고 이를 통해 스마트기기를 이용하여 아두이노를 제어하도록 함으로써 학습자로 하여금 프로그래밍 학습에 대한 흥미와 동기를 높이고 다양한 사물인터넷에 관련된 창작물을 구현할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라, 학생들의 창의·융합적 사고 역량을 높일 수 있도록 창의적 문제해결 모형과 통합적 학습 모형에 기반한 교수학습을 설계하여 수업을 진행하였다.

본 연구의 분석 결과에 의하면 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 수업은 학생들의 창의성과 융합적 사고를 향상시키는 것을 확인할 수 있었다. 창의적 문제 해결력 분석의 경우, 하위 영역으로 특정영역의 지식, 사고기능, 기술의 이해 및 숙달 여부와 비판적·논리적 사고력은 유의미한 차이가 없는 반면에 확산적 사고와 동기적 요소의 향상에는 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 한 학기 수업을 통해 특정영역에 대한 사고 기술 및 이해도를 높이고 학생들의 비판적, 논리적 사고력을 높이는 것에는 한계점이 있는 것으로 생각되었다. 이러한 점을 고려할 때 학생들의 프로그래밍 수업이 연계되어 체계적으로 진행이 될 수 있도록 제도적인 관점에서 지원이 필요하다고 볼 수 있다. 한편 학생들의 융합적 사고에 대한 조사 결과에 의하면 학생들은 이 수업을 통해 학습된 내용 및 문제해결 방법을 유사한 다른 문제상황 및 일상 생활에 적용하는 능력이 향상되었다고 조사되었다. 뿐만 아니라 이 수업을

통해 일상생활에 적용할 수 있는 IoT 시스템을 고안하고 시제품을 만들 수 있다는 의견이 많았다. 이러한 연구 결과를 볼 때 전반적으로 학생들은 이 수업을 통해 통합적 사고 능력을 향상시킬 수 있었음을 볼 수 있다.

하지만 본 연구에서 원래 의도했던 융합적 사고 역량을 측정할 수 있는 적절한 도구를 발견하지 못하여 이에 대한 대안으로 학생들이 수업을 통해 느낀 융합적 사고에 대한 인식과 개선사항을 평가하기 위한 설문지를 만들어 조사하였다. 앞으로 본 연구의 신뢰도를 높이기 위해 정보과학적 측면에서 창의·융합적 사고 역량을 측정할 수 있는 적절한 도구를 개발하여 적용하는 것이 필요하다고 생각된다.

참고 문헌

- [1] 심규현, 이상욱, 서태원 (2014). 아두이노를 활용한 STEAM 커리큘럼 설계, 적용 및 효과 분석. **컴퓨터교육학회 논문지**, 17(4), 23-32.
- [2] 심주은, 고주영, 심재창 (2104). 창의성 향상을 위한 아두이노 활용 교육과정 개발과 분석. **한국멀티미디어학회논문지**, 17(4), 514 - 525.
- [3] 김지현 (2016). 중등 수학과학 영재를 위한 피지컬 컴퓨팅 교육이 융합적 역량 향상에 미치는 영향. **컴퓨터교육학회 논문지**, 19(2), 87-98.
- [4] 김혜진 (2016). **아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 기반의 프로그래밍 교육이 중학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향**. 석사 학위 논문. 교원대학교.
- [5] 엄기순, 이원규 (2015). 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 보드 디자인. 2015년 **한국 컴퓨터교육학회 하계 학술발표논문지**, 19(2), 35-38
- [6] Arduino, <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [7] 홍효정, 이재경 (2015). 창의·융합적 사고역량 강화를 위한 교양교육과정 개발 방향 탐색. **교양교육연구**, 9(3), 163-192. 2015.
- [8] Torrance, E. P. (2010). *The nature of creativity as manifest in its testing*. In R.

J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 43-75). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

[9] Guilford, J. P. (1971). Some misconceptions regarding measurement of creative talents. *The Journal of Creative Behavior*, 5, 77-87.

[10] Getzels, J. W., & Jackson, P. W. (1962). *Creativity and intelligence: Explorations with gifted students*. New York: Wiley.

[11] Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination: Principle and procedures of creative solving* (3rd revised Ed.). New York: Charles Scribblers Sons.

[12] Parnes, S. J. (1967). *Creative Behavior guidebook*, NY: Charles Scribblers Sons.

[13] Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (1994). *Creative problem solving: An introduction Sarasota, FL: Center for Creative Learning*.

[14] 한국교육과정평가원(2014) **초·중등학교 교육에서 창의·융합 인재 양성을 위한 융합 교육의 가능성 탐색**.

[15] 안효정(2013). **융합적 사고력 육성을 위한 STEAM 기반 디자인 수업 방안**. 석사학위논문. 경인교육대학교.

[16] Martin, Roger L. (2009). *The Opposable Mind: Winning Through Integrative Thinking*, Harvard Business School Press, 2009.

[17] 강충열 외 (2010). 초등학생 통합적 사고성향 척도의 개발 및 구인타당도 검증. **사고개발**, 6(1), 106-124.

[18] AACU(Association of American Colleges & Universities). Integrative learning value rubric. retrieved from https://www.uwo.ca/tsc/faculty_programs/perspectives%20pdf/sp2014_appxHandout.pdf

[19] Loveless, A. (2007). *Creativity, technology and learning: A Review of recent literature*.

[20] 황성진, 최종원, 이영준(2014). 초등정보영재의 학습 몰입향상을 위한 앱 인벤터를 활용한

한 교육프로그램 개발. **컴퓨터교육학회 논문지**, 18(2), 185~190.

[21] 안상진, 이영준(2014). 앱 인벤터를 활용한 초·중등 프로그래밍 교육 방안. **컴퓨터교육학회 논문지**, 17(5), 80~88.

[22] Morelli, R., de Lanerolle, T., Lake, P., Limardo, N., Tamotsu, E., & Uche, C. (2011). Can android app inventor bring computational thinking to k-12. *In Proc. 42nd ACM technical symposium on Computer science education*.

[23] 김용민, 김종훈(2015). 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 앱 인벤터 활용 S/W 교육 프로그램 개발 및 적용. **정보교육학회 논문지**, 19(4), 389-398.

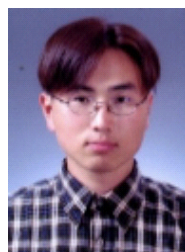


최 속 영

1998 전북대학교 전산학과(이학사)
1991 전북대학교 전산학과(이학석사)
1996 충남대학교 전산학과
(이학박사)

2008 Nova Southeastern University
교육공학 및 원격교육(교육학박사)
1996 ~ 현재 우석대학교 정보보안학과 교수
2012.3 ~ 2013.2 North Carolina State University
연구교수

관심분야: 컴퓨터과학교육, 이러닝시스템, 사이버불링
E-mail: sychoi@ws.ac.kr



김 세 민

2003 우석대학교 컴퓨터공학과
공학사
2006 우석대학교 컴퓨터교육과
교육학석사

2007 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터교육학과
교육학박사수료

2008 ~ 현재 (주)뉴비전로봇 기술이사
관심분야: 컴퓨터교육, 퍼지컬 컴퓨팅, 로봇틱스
E-Mail: imsil303@hotmail.co.kr