

정보 영재반 중학생들의 IT 융합 사사 프로젝트 수행에 관한 질적 분석

전영국†

요 약

이 논문은 2년의 수학-정보 통합 영재교육 과정을 마치고 사사과정에 진입한 중학생들이 IT 융합 팀 프로젝트를 수행한 사례를 분석하고 형성평가의 관점에서 사사과정 프로그램을 보완할 요인을 도출하였다. 담당 교수는 학생들이 중학생 3학년의 수준과 사사 과정의 특징을 감안하여 로봇키트와 미디어를 융합한 상호작용적 IT 융합 프로젝트를 자기주도적으로 해 나갈 수 있도록 안내해 주었다. 2015년 2월부터 12월까지 진행된 사사과정 기간 동안 팀 프로젝트 수행 과정에 관한 문서와 보고서를 비롯하여 사진 및 동영상 자료, 작업 결과물, 학생들과의 면담 자료를 수집하여 분석하였다. 참여 학생들의 컴퓨팅 실력과 IT 융합 프로젝트에 대한 흥미가 제각기 달랐음에도 팀별 프로젝트 수행은 아이디어 탐색과 설계에 해당되는 초기 단계보다 그 이후의 구현 단계에서 적극적이고 안정된 패턴을 보여주었다. 또한 학생들의 산출물을 연구와 교육(R&E)의 9 단계 모델에 따라 형성평가한 결과 작품 완성도에서 상중하에 따른 개인별 차이를 보여주었다. 끝으로 이 사례는 향후에 질적으로 보완해야 할 방향 및 사사교육에 대한 시사점을 제시하였다.

주제어 : 사사 프로젝트, 형성평가, 상호작용 미디어, IT 융합 프로젝트

Qualitative Analysis of IT fused Mentorship Project Performance with Gifted Secondary Students in Information Science Class

Youngcook Jun†

ABSTRACT

This paper tried to analyze cases of one year team-based project of gifted students who spent two year programs in a math-IT integrated class as part of formative evaluation and extracted the factors associated with future enhancement for the program. The researcher as an advisory professor tried to guide the students as minimally as possible considering their levels of IT skills so that they could self-directedly perform the IT-fused project on a team basis. The data collection included documents, annual report, photos, video, artifacts and interview data with the students for the whole team project carried out between February and December, 2015. The overall pattern of the project activities has been stabilized in the middle of the course compared to the initial stages of brainstorming and design work even though the students revealed the differences of their programming skills and preferences toward the project theme. Their project outcomes were qualitatively analyzed according to the 9 steps of R&E model and has shown individual differences according to low, middle and high level. At the end, the analysis suggested several implications for further improvement of the mentorship program.

Keywords : Mentorship Project, Formative Evaluation, Interactive Media, IT fused project

† 중신회원: 순천대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

논문접수: 2016년 5월 9일, 심사완료: 2016년 6월 30일, 게재확정: 2016년 7월 4일

* 이 논문은 2015년 순천대학교 학술연구비 공모과제로 연구되었음. 연구자는 2016년 1월에 한국컴퓨터교육학회 동계 학술대회에서 발표한 논문을 수정보완하여 이 논문을 완성하였습니다.

1. 서론

로봇 활용 교육의 동향을 살펴보면 소프트웨어와 하드웨어를 사용하여 여러 가지 분야에서 융합되는 경향을 띠고 있다. 로봇을 활용한 창의적 활동을 장려하는 프로젝트는 다양한 로봇 키트를 사용하여 직접 자신만의 아이디어를 구현하고 미디어를 혼합하여 사용하는 경향을 띠고 있다[1][2][3][4][10]. 이 중에서 로봇과 예술을 접목하여 학생들의 창의적 활동을 증진시키고자 하는 분야는 학생들에게 매우 흥미로운 활동거리를 제공해 준다[1]. 방과후 수업에서 로봇과 예술을 접목하여 프로젝트 기반 학습으로 진행된 연구에 참여한 초등학생들은 컴퓨팅에 관한 지식과 흥미를 토대로 물 위에 띄우는 배와 놀이 동산 등 다양한 아이디어를 구현해보면서 놀이와 컴퓨팅을 결합한 경험을 쌓았다[6].

IT 융합 프로젝트에 사용되는 하드웨어는 고고보드 또는 아두이노와 같이 오픈 소스를 지향하는 마이크로 컨트롤러(micro controller)를 내장한 기기 제어용 기판이다[18][22]. 컴퓨터와 연결해 소프트웨어를 로드하면 동작을 하게 되므로 제어용 전자 장치부터 로봇과 같은 것을 만들 수 있는 ‘오픈소스 하드웨어’라고 할 수 있다. 그 외에도 일상 생활에서 대하는 물건들을 컴퓨터 키보드의 키처럼 사용하여 상호작용적 장난감처럼 만들 수 있는 Makey Makey 보드 등이 인기를 끌고 있다.¹⁾ 고고 보드를 제어하는 프로그래밍 언어는 고고모니터라는 간단한 명령어가 있으며, 시각적 언어인 스크래치를 사용하면 고고보드와 Makey Makey 보드를 모두 제어할 수 있다[12]. 중학생들은 이러한 도구를 사용하여 팀별로 아이디어를 설계하여 IT 융합 프로젝트를 수행함으로써 컴퓨팅 사고력을 활성화 할 수 있다[4][5][7].

한편, 전국에서 시행되는 과학영재교육에서 ICT를 융합하는 교육과정의 비율이 점차 늘어나고 있으며 3년차에 해당되는 사사교육에 진입한 학생들은 팀별 또는 개별로 교육과 연구를 겸한 R&E 프로젝트를 수행하고 있다[8]²⁾. 중학생들을 대상으로 한 정보과학 영재반 학생들의 사사활동은 행렬과 같이 알고리즘적 접근을 하는 사례[11]가 나타나고 있으나 초등학생들을 대상으로 한

연구와 교육(R&E) 활동은 팀별로 로봇 키트를 사용하여 다양한 아이디어를 구현하는 활동의 패턴을 보여주고 있다[2][3]. 대부분 정보과학 영재반 학생들의 사사과정[13]에 관한 연구는 프로젝트 기반 학습으로 전개되며 학생들의 창의적 산출물[14]에 관한 평가를 다루고 있으나 사사 과정 프로그램을 형성 평가의 관점에서 사례로 다루는 연구를 찾기 쉽지 않다.

이 연구의 목적은 정보영재 사사 과정반에 참여한 중학생들을 대상으로 IT 융합 팀 프로젝트를 수행하는 과정과 프로젝트 결과물을 사례로 다룸으로써 사사과정 프로그램 운영 과정과 학생들의 활동을 고찰하고 형성평가를 통하여 질적 향상을 도모하는 것이다. 참여 학생들은 중등수학과 정보반을 합친 2년의 통합 과정을 거친 후 3년차에 사사과정에 지원하면서 지도교수의 멘토링을 받아 팀별 프로젝트를 수행하게 되었다.

이 연구의 주제는 IT 융합 기반의 프로젝트를 팀별로 설계 및 개발하는 프로젝트 수행 사례를 분석함으로써 사사 과정용 IT 융합 프로젝트의 특징을 고찰하고 사사 과정 프로그램의 질적 향상과 관련되는 요인을 도출하는 것이다. 끝으로 학생들의 산출물과 면담 등의 질적 자료 분석을 토대로 영재교육 현장에서 사사 프로젝트를 운영할 때 고려해야 할 시사점을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1. 컴퓨팅 교육에서의 프로젝트 기반 학습

2015 개정 교육과정은 논리적 사고력과 창의력 증진을 위해 컴퓨터를 이용한 문제해결 능력을 함양하는 소프트웨어(SW) 교육을 표방하고 있다. 이에 따라 특정 문제를 해결하거나 창의적 아이디어를 소프트웨어로 구현하는 과정에서 코딩을 하는 활동을 프로젝트 기반 학습으로 연계하는 활동이 늘어날 것으로 예상된다. 특히 다양한 분야가 서로 융합하는 추세를 보이면서 특정 문제를 인식하고 해결하는 과정에서 컴퓨팅 사고력 기반의 프로젝트를 수행하는 능력이 미래를 살아가는 핵심역량으로 국내외에서 부각되고 있다[20].

컴퓨터 교육과정에서 프로그래밍과 로봇 키트

등을 사용하여 프로젝트 형태로 수업을 전개하는 사례를 흔히 볼 수 있다[16]. 프로젝트 기반 학습의 장점은 학생이 자신의 관심사에 따라 주도적으로 계획을 수립하고 흥미와 관심에 따라 탐구 활동을 깊이있게 하며 학습보다 실제 활동을 중시하면서 프로젝트를 수행하는데 있다[7]. 초등학교 학생들을 대상으로 진행한 프로그래밍 수업은 프로젝트의 준비, 기획, 수행 및 결과 정리의 단계에 따라 진행될 수 있다. 이를 세분화하면 프로젝트의 준비와 주제 결정하기, 탐구하고 협의하는 단계를 거쳐 아이디어를 구현한 후에 발표하고 평가하는 절차로 이어진다.

통상 팀별 프로젝트에 참여하는 학생들은 팀원 간의 협동과 탐구학습을 하면서 결과물을 만든 후에 발표하고 피드백을 토대로 결과물을 수정 보완하게 된다. 이러한 프로젝트 기반 학습의 장점은 컴퓨팅 사고력을 증진시키는 활동과 문제를 해결하는 학습 방법에서 자주 사용된다[15]. 구체적으로 보면 최숙영[7]은 문제해결의 과정을 문제의 인식, 분석, 해결점 고안, 해결점의 실천 및 평가로 나누고 이 과정에서 등장하는 컴퓨팅 사고력의 요소를 대비시켰다. 그는 자료 수집 및 분석 후에 자료표현, 문제분해, 추상화를 거쳐 알고리즘적으로 구현하고 디버깅하는 일련의 프로젝트를 수행하는 과정에서 팀원 간의 의사소통과 협동을 중요한 사회적 요소로 제시하였다.

2.2. IT 융합 프로젝트 기반 교육 사례

로봇 활용 교육이 점차 활성화되면서 로봇과 예술적인 부분을 접목하여 교육적으로 활용하는 시도가 나타나고 있다. 예를 들어, 미국 매사추세츠 주립대학 (Lowell 소재)에서 지역중심의 학제간 공동 프로젝트에서 출발한 아트보틱스 프로젝트는 다양한 IT 기기를 융합하여 사용하고 있다. 컴퓨팅에 취약한 대학생들은 여러 가지 센서를 이용하여 움직이는 미술작품을 만들어서 지역의 미술관에서 전시하는 등의 활동을 함으로써 예술적 활동과 컴퓨팅 작업을 접목하고 프로젝트 제작물을 지역 사회에서 전시함으로써 강의실의 제한된 활동을 벗어나는 사례를 보여주었다[1].

국내에서 이러한 아트보틱스를 방과후 로봇교실에서 적용한 사례가 보고되고 있다. 초등학교들은 로봇강사의 도움을 받아서 고고보드를 사용하여 초등학교 방과후 학교교실에서 에듀테인먼트의 일환으로 아트보틱스 프로젝트를 진행하였다[6]. 참여학생들은 고고보드라 불리는 개방형 로봇 키트와 빛 센서, 터치 센서 등 포함한 각종 센서 그리고 모터와 바퀴 등을 사용하여 자동차, 유람선 등을 만들어서 게임을 하거나 놀이동산 작품을 협력하여 만들어서 전시해 보면서 재미있게 즐기는 모습을 보여주었다.

비슷한 맥락에서 고고보드를 사용하여 에듀테인먼트 기반의 국제협력 프로젝트가 필리핀에서 전개된 사례가 있다[5]. 이 연구에서 한국과 필리핀 중학생들은 팀별 프로젝트를 서로 의논하고 필리핀 현지에서 구한 재활용품을 사용하여 디자인-개발-테스트-발표 및 시연까지 하는 일련의 활동을 전개하였다. 이 프로젝트는 로봇과 예술을 접목하는 아트보틱스와 약간 거리가 멀긴 하지만 참여 학생들은 고고범퍼카와 같이 팀별 프로젝트에 대한 다양한 아이디어를 탐색하고 디자인에 관한 흥미를 가지고 구현해 가는 역량을 펼치는 공통점을 보여주었다[4].

로봇교육용 키트를 직접 사용하지 않지만 스크래치와 같은 교육용 언어(EPL)를 활용하여 예술과 과학을 연계하는 STEAM 교육을 전개하는 사례도 참고할 만하다[9]. 초등학교 5학년 학생들은 스크래치를 사용하여 만든 우연성 음악을 감상하거나 테셀레이션을 만들어 보는 등의 활동을 하면서 EPL을 사용하여 과학, 기술, 수학 등 여러 영역의 지식을 유용하게 사용하는 등 창의적인 활동을 전개하였다.

2.3. 정보 영재를 위한 사사 교육

전국에서 시행되는 과학영재교육에서 심화 및 사사준비 과정을 거쳐 사사과정을 이수하는 영재 학생들 중에서 초등학교들 대상으로 프로그래밍을 사용하거나 로봇을 활용한 프로젝트가 활발히 전개되고 있다[14][16]. 연구를 통한 교육 R&E 프로그램으로도 알려진 사사과정은 학생들로 하여

금 자기주도적으로 프로젝트 아이디어를 구안하고 이를 설계하여 구현함으로써 문제 해결 또는 프로젝트 수행을 하도록 도와주는 프로그램이다 [17]. 사사과정을 진행하는 지도교수들은 통상 학생들의 팀별 또는 개별 주제를 선정하는데 브레인스토밍 등을 하면서 상당한 시간을 보내게 된다.

정보영재반에서 시행하는 사사 과정의 특징은 학생들이 자신의 생각이나 실생활에서 경험하게 되는 문제 상황의 해결을 위한 정보과학적 아이디어를 생성하여 다양한 정보과학적 개념과 자료 구조 등을 활용하여 알고리즘을 설계한 후에 구현하도록 도와주는 것이다 [13]. 이러한 특징을 구체적으로 보여주는 사례가 초등학생들을 대상으로 진행되었다 [2][3]. 총 8주에 걸쳐 팀별 프로젝트를 수행하였던 16명의 초등학생들은 로봇 키트와 스크래치 등 소프트웨어를 사용하여 “안전한 아파트 현관문 디지털 도어락”과 “빈 주차 공간 알람표시기” 등 다양한 아이디어를 구현하는 활동을 전개하였다. 이 연구 사례는 온라인과 오프라인 멘토링을 진행한 강사의 입장에서 학생들이 관심있는 주제를 정하고 이에 대한 자료 수집과 탐구를 통하여 프로젝트를 분석하였으며 학생들이 그들의 아이디어를 의미있게 완성해 나가는데 관련된 측면에서 프로그램을 보완할 요인을 제시하였다.

그 외에 정보영재반 중학생들을 대상으로 한 사사과정은 행렬의 활용과 같이 보다 알고리즘 설계와 구현에 더 비중을 두고 있는 것으로 나타났다 [11]. 반면에 정보 영재반 교육과정에서 로봇과 예술을 접목한 연구 사례는 고고범퍼카 프로젝트에서 일부 찾아볼 수 있다 [4]. 참여 학생들은 사사과정 진입 이전에 라인트레이서를 응용한 고고범퍼카를 만들어서 도미노 게임을 해 보고 그 이후에 자신만의 창작품을 만들어 나가는 창의적 활동을 전개하였다.

3. 연구의 절차와 방법

3.1. 연구의 맥락과 참여 학생 소개

이 연구의 대상은 전남 지역에 소재한 S 대학

교의 부설 과학영재교육원에서 시행하는 수학-정보 통합 영재반을 2년 동안 거친 후에 IT 융합용 사사과정에 진입한 5명의 학생들이다. 참여 학생들은 개인별 관심사를 가지고 있었으나 팀이 형성된 후에 S 영재교육원에서 제시한 방향성에 따라 팀별 프로젝트 아이디어를 탐색하여야만 하였다. 그들은 여러 차례의 모임을 가지면서 팀별 아이디어를 탐색하였으나 각자의 관심사가 너무 달라 멘토의 역할을 맡은 지도교수(연구자)가 로봇과 예술을 접목하여 동아리 활동 [18]처럼 즐기면서 교육적 효과를 노릴 수 있도록 IT 융합 작품을 개발하는 방향으로 안내해 주었다.

학생들은 2015년 3월부터 4월까지 2주마다 한 번씩 모여서 에듀테인먼트 로봇 제작, 관객 참여용 공연용 로봇 제작 등 자료 수집과 브레인스토밍을 하면서 야심찬 아이디어를 검토하였으나 기술적인 어려움을 파악하면서 점차 복잡도가 낮은 아이디어로 선회하게 되었다. 그들은 5월까지 아이디어 탐색과 설계 그리고 모형 만들기 과정을 거쳐 아이디어를 발전시켰으며 6월에 들어서면서 스크래치를 이용한 상호작용적 미디어와 공연용 게임에다 감정을 표현하는 아두이노 자동차를 만드는데 필요한 기본적인 작업을 맡은 역할(표 2 참조)에 따라 해 나갔다.

여학생들은 프로젝트 초기에 그다지 관심을 많이 보이지 않았으나 프로젝트 아이디어가 구체화되고 6월경부터 Makey Makey 보드 사용과 스크래치 프로그래밍으로 테스트하는 작업에 들어가면서 점차 관심을 가지게 되었고, 소리가 나는 악기를 직접 만들어보면서 적극성을 띠게 되었다. C 프로그래밍을 해 본 경험을 가지고 있던 남학생들도 로봇 제작과 테트리스 게임 제작 등에 관심을 보였는데, 그들도 아두이노 보드와 아두이노 에스플로라 등의 게임기 인터페이스를 직접 테스트 해 보면서 매우 적극적인 태도를 보여 주었다.

3.2. 연구 방법 및 자료 분석

이 연구에서 도입한 방법은 사사과정 프로그램의 질적 향상을 위하여 도구적 사례 기반의 형성평가 방법을 도입하였다 [21]. 즉, S 영재교육원의

정보영재반에서 운영하는 사사과정 프로그램을 하나의 사례로 간주하고 1년간에 걸쳐 진행된 프로그램의 단계별 분석과 학생들의 프로젝트 산출물을 포함한 반응을 중심으로 형성평가를 한 후에 향후 보완해야 할 점을 도출하고자 한다.

먼저 연구자는 보고서와 학생 개인에 대한 문서 및 면담 전사 자료에 대한 내용 분석을 통하여 코딩하였고 IT 융합 프로젝트 수행 단계에 관한 특성별로 유목화 시켰다. 또한 작품 설계에 관한 사진 및 발표 동영상 자료를 검토하여 사사과정 운영에 관한 맥락과 학생들의 구체적인 활동 전개에 대한 분석을 거쳤다. R&E 9단계 모형을 참고하여 <표 1>에 보는 바와 같이 단계별로 학생들의 주요 활동에 대한 특징을 메모하여 분석에 참고하였다.

특히 학생들의 프로젝트 수행 결과물에 대하여 연구자는 학생들의 스케치 작업과 컴퓨터 프로그램 구현에 관한 사진, 작품 동영상 및 포스터 제작 결과물을 수집하였으며 학생들을 대상으로 별도의 면담을 실시하였다. 정보영재반의 사사교육에 관한 기존의 연구[2][3][6]에서 사용된 것처럼 개별 학생들의 프로젝트 산출물[14]을 질적으로 분석하고 로봇 AEEP 연구인 [5]에서 도입한 방식과 같이 면담 전사 자료를 분석함으로써 형성평가의 관점에서 IT 융합 기반의 사사과정 프로젝트를 질적으로 향상시킬 수 있는 요인을 도출하였다.

4. 사사 과정 프로젝트의 전개

4.1. IT 융합 프로젝트 기반 학습의 모형과 추진 일정

이 연구에서 제시하는 IT 융합 프로젝트를 수행하는 학습 모형은 로봇 동아리 형태로 학생들이 문제를 해결하는 방식이 아니라 아이디어를 고안하여 구현해 나가는 프로젝트 기반 학습 모형에 따른다[19]. 창의적 체험활동의 일환으로 나선형 형태로 다섯 단계로 구성된 이 모형은 소프트웨어 공학에서 사용되는 모형과 유사하다. (1) 사사 과정에서 주어진 과제를 이해하기보다 각자 이전 단계에서 학습한 내용을 토대로 아이디어를 찾아나가는 단계이다. (2) 실제 상황에서 아이디

어를 탐색하는 2단계에 진입하였으며 학생들은 팀별 주제를 선정하기 위하여 발산적 사고 방식을 사용하여 아이디어를 포착하는 브레인스토밍을 하게 된다. (3) 계획 단계에서는 학생들이 스스로 선정한 프로젝트 아이디어 구상에 대하여 종이에 스케치를 한다. 이 때 모형을 만들어 봄으로써 아이디어의 구체화 정도를 가늠해 본다. (4) 구현 단계에서 학생들은 필요한 부품을 사용하여 스케치한 부분을 구현하고 컴퓨터 프로그래밍을 통해 원하는 방식대로 작동하게 만든다. (5) 실행 및 평가 단계는 학생들이 수행한 프로젝트 산출물에 대하여 테스트 해보고 필요한 부분을 수정하여 보완해 나간다.

정보영재를 위한 사사과정에 관한 연구가 부족한 상황을 감안하여 앞에서 소개한 IT 프로젝트 학습의 모형을 R&E 9단계 모형을 참고하여 <표 1>과 같이 세분화하여 프로젝트 추진 일정을 고찰하였다[3]. 이 프로젝트에 참가한 남학생 2명과

<표 1> 사사과정 프로젝트의 추진 일정과 내용

단계	날짜	주요 활동
팀 구성 / 주제 설정	2015.1.27	팀 사사과정 연구운영 계획 탐색
연구 방향 설정	1.29	개별 프로젝트의 구체적인 구상
관련 자료 탐색	2.23	로봇예술의 사례 조사와 기술적 내용 파악
연구 설계	3.21	각 개별 디지털 공연 요소를 설계함
연구 수행 및 산출물 제작	4.12	아두이노에 대한 프로그래밍
	5.10	구체적인 공연요소를 개발함
	6.14	Makey Makey 보드 사용 및 스크래치 프로그래밍함. 테스트 및 보완, 전체적인 공연 결합
적용 및 결과 분석 (중간 발표)	7.5	디지털 상호작용 부분을 테스트 및 보완
	7.16	프로토타입 완성 및 테스트
	8.2	음악과 로봇 움직임 등을 통합한 공연 시스템 테스트
	8.6	S 영재교육원 중간 발표
보고서 작성 & 포트폴리오 제작, 연구 발표	9.5	보고서 작성, S 영재교육원 최종 발표 및 예선 통과
	10월~11월	프로젝트 보완 및 전국대회 발표 준비
	12.19	전국 사사대회 발표
	2016.1.21	JW 컴퓨터교육학회 학술 발표

여학생 3명은 약 1년간 한달에 두 번씩 모여서 팀별 활동을 전개하였다. 진행 일정과 활동 내용은 다음과 같다. 지도교수인 연구자의 역할은 강의를 하거나 직접 아이디어를 내는 것보다 학생들이 스스로 자료를 찾아보면서 아이디어 탐색을 하도록 기다리면서 필요한 경우에 적절히 개입하는 방식을 택하였다.

4.2. 팀별 프로젝트 아이디어의 탐색 과정

참여 학생들은 2015년 2월부터 4월 동안 팀별 주제를 탐색하는 과정에서 개별 관심사가 달랐기 때문에 팀별 주제를 잡는데 여러 가지 의견이 제시되었다. 연구자는 주제를 잡는 방향을 모색하는데 도움을 주기 위하여 로봇과 예술이 접목되는 사례를 보여주고 간간히 아이디어를 제공하곤 하였다. 팀원들은 로봇키트와 센서를 활용한 창의적 활동에 관한 유튜브 영상과 자료를 검색해 보면서 중학교 동아리 수준에서 IT 융합 프로젝트를 전개할 수 있는 사례를 찾게 되었다[18].

<표 2> 사사과정 프로젝트의 팀원 주제

디지털 악기 (여)		퍼포먼스 (남)	
JH	입는 악기	JW	아두이노 감정 자동차
YG	DDR		
SH	도넛 드럼	MW	테트리스 게임

팀원들은 <표 2>에서 보는 바와 같이 담당 교수의 의견 조율을 거쳐서 IT 기반의 미디어를 상호작용적으로 구현하면서 퍼포먼스가 가능한 디지털 에듀테인먼트용 프로젝트를 구현해 보는 쪽으로 방향을 정하게 되었다. 이후에 학생들은 각각 개인별로 맡았던 작업을 해 나가면서 R&E의 9단계에 해당되는 작품 설계, 연구 수행 및 산출물 제작하고 연구 발표를 하면서 피드백을 받은 후에 수정보완하여 보고서를 작성하는 활동을 전개하였다.

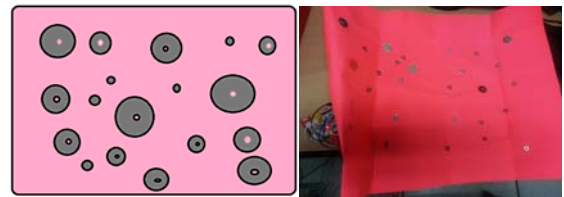
5. 학생들의 프로젝트 산출물 사례 고찰

사사 과정 프로젝트의 시작부터 보고서 작성과

발표에 이르는 마무리까지 R&E 9단계로 나눌 수 있다[3]. 먼저 학생 개개인의 프로젝트 산출물 제작 과정을 통하여 그 학생의 특징과 작품의 설계, 제작 및 수정보완에 관한 일련의 흐름을 고찰하고 6장에서 학생별로 프로젝트 수행의 단계별 특징과 작품 평가 결과를 <표 3>에 제시하고자 하였다.

5.1. SH(여) 도넛 드럼

SH는 수학과 게임 분야에 관심이 많은 여학생이다. 그는 사사과정 팀에 합류하여 정보 분야 프로젝트 아이디어를 탐색할 때 여느 학생들처럼 특정 아이디어를 갖고 있지 않았으나 로봇과 예술을 접목한 아이디어로 방향을 잡아나가는 과정에서 개방형 프로젝트에 그다지 관심을 보이지 않고 소극적으로 대처하는 자세를 견지하였다.



[그림 1] 도넛 드럼의 설계와 최종 결과물

SH가 구상한 프로젝트 아이디어는 [그림 1]에서 보듯이 하드보드지에 동그란 금속을 붙인 드럼악기이다. 이 버튼을 누르면 각각의 키가 눌렸을 때를 가정으로 프로그래밍된 음악을 연주하거나 템포와 음량을 맞추어 연주하는 드럼 악기였다. SH는 여학생 팀원들의 도움을 받아서 동그란 동전으로 만든 버튼을 눌렀을 때 드럼을 0.2 박자로 연주할 수 있도록 스크래치로 프로그래밍하였다.

원래 수학과 게임 쪽에 관심이 많았었고 혼자 작업하기를 선호하였던 SH는 팀 프로젝트 주제에 대한 흥미가 상당히 떨어진 상태에서 겪게 되었던 어려움을 딛고 비록 친구들의 도움을 받았을 지라도 중도에 포기하지 않고 끝까지 프로젝트를 완수함으로써 R&E의 전체적인 학습 주기를 경험한 것 자체가 큰 성과라고 볼 수 있었다. 다시 말하면 뒤처지지 않고 어떤 경우라도 과제를 완수

해야겠다는 끈질긴 집착력이 상당한 동력으로 작용하였던 것으로 해석된다.

5.2. YG(여)의 DDR 프로젝트

YG는 조용한 편이지만 상당히 집중력있게 프로젝트를 수행하였고 JH와 함께 이야기를 잘 나누는 편이었다. 그녀는 여덟 가지의 발판 바닥 스펀지를 붙여 발판을 밟을 수 있게 하고 소리를 나게 만드는 것이었다. 이 프로젝트는 발판을 누르면 소리가 나도록 하는 댄스용 악기 즉 DDR를 만드는 것이다.

프로젝트 초기에 YG는 [그림 2]와 같이 스케치를 하였다. 그녀는 Makey Makey 키트를 사용하여 발판과 바닥에 전도체 역할을 하는 은박지를 각각 붙인 후 Makey Makey 전선을 연결하였다. 사용자가 발판을 밟으면 두 전도체가 만나기 때문에 전기가 통해 컴퓨터로 연결이 되므로 소리가 나는 악기를 만들 수 있었다.



[그림 2] DDR 설계와 초기 작업 단계

YG는 DDR의 외형을 만들고 컴퓨터와 연결한 후에 DDR을 발로 누를 때 화살표가 작동되도록 스크래치로 프로그래밍을 하였다. 또한 YG는 스크래치를 사용하여 DDR의 작동에 따라 반응하는 무대 디자인을 하고 마치 게임을 하듯이 엔터테인먼트적 요소를 추가하고자 하였다.

작품을 완성하여 테스트해 본 YG는 피아노 소리가 아닌 다른 악기 소리 또한 연주할 수 있도록 하였지만 음이 0.1초로 입력되어 있어 길게 소리를 낼 수 없다는 점이 불편하다는 것을 알게 되어 보완하고자 하였다. YG는 늘 긍정적으로 자료 수집을 하면서 자신의 프로젝트 아이디어와 관련되는 사례를 참고하면서 자신이 직접 프로젝트 설계와 구현에 필요한 역량을 발휘하였다. 영

재교육원에서 배웠던 NetLogo 프로그래밍 실력을 토대로 스크래치를 혼자 익혀서 구현해 나갈뿐만 아니라 팀원들과 의견을 교환하면서 협업하는데 적극성을 보여주었다.

5.3. JH(여)의 입는 악기 프로젝트

JH는 자주 환하게 웃으면서 아이디어 탐색 과정에서 여러 가지 의견이 오갈 때마다 긍정적으로 탐색하는 모습을 보여주었다. 그녀가 구상한 악기는 옷을 입은 채로 은박지를 사용한 건반을 누름으로써 소리가 나도록 하는 일종의 웨어러블 악기를 만드는 것이었다. JH는 입는 악기에 필요한 전선과 은박지를 사용하여 흰 옷에다 Makey Makey 보드와 전선을 연결하여 악기를 만들어 보았다. 선이 짧아 옷을 직접 입고, 테스트 해보는 데에 불편함이 있어 선을 여러 개를 사용하여 길게 연결하는 과정을 거쳤다.



[그림 3] 애니메이션을 적용한 입는 악기 테스트

그 다음 단계에서 JH는 악기의 소리를 만들기 위하여 스크래치 프로그래밍을 하였다. JH는 공연적 요소를 추가하기 위하여 [그림 3]에 보듯이 스크래치의 장점을 살려 한 음을 연주 할 때 애니메이션을 담당하는 스프라이트의 동작과 무대에 변화를 주도록 하였다. 이것은 관객의 입장에서 입는 옷에 달린 악기를 연주할 때 반응하는 애니메이션 기능을 추가할 수 있도록 함으로써 다양한 아이디어를 내는 유창성의 측면과 관련성이 있다.

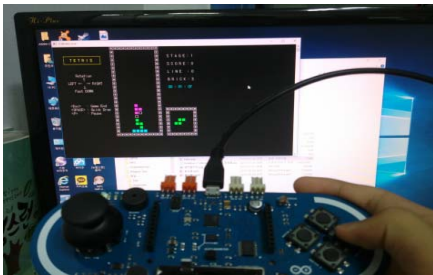
JH는 테스트 단계에서 [그림 3]의 오른쪽에서 보듯이 옷에 달린 은박지를 눌렀을 때 음이 모두 정상적으로 잘 나오는 것을 확인하였고, 화음뿐만 아니라 피아노가 아닌 다른 악기의 음도 연주 할

수 있도록 구현하였다. 하지만 옷에 달린 은박지를 누르는 감각에 예민하게 반응하지 않다는 점과 음역대가 짧고 같은 음을 반복해서 치는 데 시간이 걸린다는 점에서 실제 곡을 연주하는 데 따른 어려움이 있음을 발견하였다.

JH는 프로젝트를 수행하면서 입는 악기를 만들어봄으로써 자신의 구상이 현실로 나타나는 것에 대하여 프로젝트에 대한 흥미와 자부심을 느끼게 되었고 악기의 정교한 소리를 구현하는데 상당한 공을 들였다. 스크래치 프로그래밍 경험을 갖고 있었던 JH는 예술적인 프로젝트임을 감안하여 소리와 미디어를 상호작용적으로 연결하는 창의적인 아이디어를 자기주도적으로 구현함으로써 유창성의 일면을 보여주었다.

5.4. MW(남)의 테트리스 게임 프로젝트

MW는 C 언어에 능숙하며 자신이 관심을 가지고 개발해 오고 있었던 테트리스 게임을 더 발전시키는데 관심이 많았다. 초기의 아이디어는 아두이노 보드와 연동하는 모듈을 C 또는 자바로 개발하는데 있었다. 그러나 자료 수집과 검토를 거쳐 기술상의 어려움을 알아차린 그는 자신이 개발해 오고 있었던 테트리스 게임을 아두이노 보드와 연계하여 퍼포먼스가 가능한지에 대하여 탐색하기 시작하였다. 5월에 들어서자 그는 아두이노 에스플로라 (Arduino Esplora), micro 5 pin 커넥터를 사용하여 C++ 언어로 만든 테트리스 게임과 연동하도록 프로그래밍하여 에스플로라의 키보드 제어와 비프 사운드를 구현하였다.



[그림 4] 아두이노 테트리스 게임

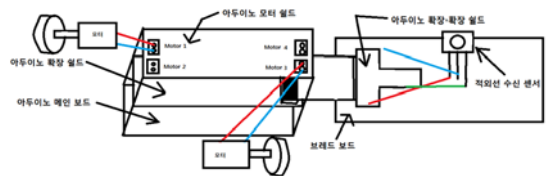
그는 [그림 4]에서 보듯이 테스트해 본 결과 아두이노 에스플로라 키를 조작할 때 0.2~0.3 초 정

도 지연되는 현상과 더 나아가 키를 눌렀는데도 게임이 작동하지 않는 문제가 있음을 확인하였다. 또한 비프음의 크기를 조정할 수 없어 퍼포먼스로 사용하기에 불편함이 있었다.

그러나 그는 더 이상 자신의 프로젝트를 발전시키지 못하고 이 정도 선에 마무리하는 소극성을 보여주었다. 이에 대한 해석은 다음과 같다. 프로젝트 초기에 그는 테트리스 게임을 2개의 벽돌이 떨어지는 2인용 게임 버전으로 만들어보고자 했던 야심찬 계획을 가졌으나 기술적 어려움으로 벽에 부딪치게 되었고 자신의 관심사가 팀 프로젝트 주제와 연계성이 멀어지게 되면서 자연스레 팀에 기여하는 정도가 약해지게 되었다.

5.5. JW(남)의 아두이노 감정 자동차 프로젝트

JW의 사례는 프로젝트 수행 측면에서 볼 때 앞서 소개한 MW와 대조적인 모습을 보여준다. 그는 조금 수줍은 모습으로 말을 별로 하지 않으면서 자신이 관심있는 아두이노 하드웨어와 C 프로그래밍에 상당한 흥미와 집중력을 갖고 있었다. 그는 프로젝트 초기에 날아다니는 쿼드콥터 제작 등을 검토하였지만 자료 수집을 통한 디자인 단계에서 구현에 따른 어려움을 감지하고 지도교수의 안내로 사사준비 과정에서 제작해 보았던 고고범퍼카 프로젝트[4]의 경험을 살려서 팀별 프로젝트의 방향에 부합되도록 감정을 표현하는 자동차를 구현하는데 착안하게 되었다.



[그림 5] 아두이노 자동차 설계도

[그림 5]에서 설계한 바와 같이 그는 먼저 아두이노 보드를 사용하여 자동차를 만들어 적외선 센서와 연결함으로써 리모콘으로 작동하게 될 수 있도록 연동시키고자 하였다. 그런 후에 아두이노 자동차에 LED 매트릭스와 연결하여 자동차에 감정표현과 이동방향표현을 추가하고자 하였다.

JW는 아두이노 자동차를 조립하기 위하여 먼저 비교적 가격이 저렴하고 누구나 쉽게 사용할 수 있는 아두이노 메인보드(아두이노 우노 R3)를 구입하여 회로 구성을 하고 C 프로그래밍을 하여 DC 모터 구동에 성공하였다[22]. 하지만 모터의 힘이 너무 약해서 추가로 아두이노 모터셴드(DK사), DC 모터 및 전선을 구입하여 문제를 해결하였다. 그 다음 그는 리모콘으로 자동차를 조종할 수 있도록 적외선 수신 장치를 연결한 후에 모터 셴드를 앞뒤로 구동시키기 위하여 C 언어로 프로그래밍 하였다. 그 결과 그는 리모콘의 2를 누르면 자동차가 전진하고 4를 누르면 왼쪽으로 회전, 5를 누르면 오른쪽으로 회전, 8을 누르면 후진하는 등 정상적인 작동을 확인하였다. [그림 6]의 왼쪽 그림은 차체를 보강하고 모터 셴드를 구동하면서 적외선 통신으로 전후좌우로 움직이도록 성능을 향상시킨 네 번째 버전의 모습을 보여준다.



[그림 6] 조립된 자동차(좌)와 감정 표현 장치(우)

JW는 아두이노 자동차를 공연용으로 변신시키기 위하여 자동차가 움직이면서 감정의 표현을 하는 장치를 구현하기로 하였다. 별도의 자료 조사를 한 끝에 그는 아두이노 자동차에 감정을 부여하기 위하여 감정을 표현하기 위한 장치로 도트 매트릭스 8X8을 추가하였다. 그리고 그는 아두이노 자동차에 여덟 가지 ‘감정표현’(미소, 슬픔, 웃음, 발견, 추위, 화남, 당황함, 평범함)을 구현하기 위하여 ‘Pixel To Matrix’ 서브루틴을 사용하여 각각의 감정에 해당되는 배열을 이진수로 표현한 후에 그에 따른 픽셀에 점등 되도록 C 언어로 프로그래밍 하였다. [그림 6]의 오른쪽 그림은 자동차 덮개에 도트 매트릭스를 부착시키고 미소 아이콘에 해당되는 배열에 따라 픽셀이 점등되는 모습을 보여준다.

이 단계에 이르자 JW는 매트릭스 ‘감정표현’ 장치를 아두이노 자동차에 추가함으로써 사사 프로

젝트의 목표를 달성할 수 있었다. 리모콘으로 자유자재로 조종할 수 있는 자동차를 만들고 거기에 덧붙여 감정을 표현하는 자동차를 구현하는 작업은 고등학교 수준에 해당될 만큼 난이도가 있는 하드웨어 조립 및 프로그래밍 실력을 요구한다. 그는 자신의 C 프로그래밍 실력을 십분 발휘하면서 자동차를 구동시키기 위해 모터 셴드를 사용하는 DC모터 구동을 실습하고 감정을 표현하는 기술을 구현하는 과정에서 끈기있게 자기주도적 활동을 전개하였다. 특히, 그는 모터 구동과 부품의 조립, 프로그래밍 과정에서 오류, 디버깅 등의 문제가 발생할 때마다 질문을 적극적으로 했으며 자신의 힘으로 해결하면서 프로젝트를 완성하고자 하는 과제집착력을 보여주었다.

6. 형성 평가

6.1. 참여 학생들의 반응

연구자는 사사과정 프로젝트를 진행하면서 학생들의 포트폴리오와 발표 자료 및 작품 제작에 관한 동영상 자료 등을 수집하였다. 그리고 추가로 11월 8일에 참여 학생들과 만나서 면담을 실시하여 그들이 사사 과정에 참여하면서 수행하였던 프로젝트 활동에 대한 반응을 살펴보았다. 5명 중에서 적극적으로 활동을 했던 3명의 학생들의 면담 내용을 소개하면 다음과 같다.

YG는 아이디어를 탐색하는 과정에서 무엇을 해야 될지 잘 몰라서 당황하고 방황했으나 DDR 프로젝트에 대한 아이디어를 구상하고 스케치하면서 비교적 안정적인 작업 단계로 진입하게 되었다. 구현단계에서 그녀는 Makey Makey 보드에 선을 연결하여 스크래치로 테스트하는 방법을 자기주도적으로 해 나갔다. 하지만 집에서 프로그래밍하는데 DDR 패드를 뺐을 때 소리가 나지 않아서 문제를 발견하고 전선의 연결 등 하나 하나씩 다시 확인하고 코딩을 검토하면서 문제를 해결할 수 있었다.

“처음에는 정보에 아는 것도 별로 없고, 정보에 대한 정보가 별로 없었어요. 처음에는 엄청 막막

했어요. 다른 남학생들은 이거 할래 저거 할래 이렇게 말도 잘하는데, [저희 여학생들은] 엄청 방황했어요. 그리고 나중에 관련 동영상 보면서 DDR 스케치를 해 보고 만들게 되었는데, JH도 스크래치 도와주고 해서 만들 수 있었던 것 같아요. JH처럼 스크래치를 접할 기회도 없었고, Makey Makey 보드를 접할 기회도 없었는데요, 나중에 사용해 보면서 DDR를 마침내 만들 수 있었어요. 장기간 이런 프로젝트를 해 본적이 없어요, 이런 프로젝트를 해 왔다는 것 자체가 큰 것 같아요. 이런 경험을 해 봄으로써 나중에 정보 관련 프로젝트를 하면 큰 도움이 되지 않을까 생각해요.”

한편, JH는 피아노를 쳐 본 경험과 학교에서 정보 수업 시간에 스크래치를 배운 경험을 갖고 있었던 프로젝트 아이디어를 탐색하면서 옷으로 입는 악기를 만들기로 선택하였다. 하지만 그러한 아이디어를 찾기가 어려웠음을 겪었음을 토로하였다. “처음에는 너무 막막했어요, 자신감도 많이 떨어지고. 나중에 스크래치로 뭔가 만들게 되면서

[입는 악기를 완성하여] 소리가 나는 것을 보면서 ‘아 나도 할 수 있구나’ 생각을 하게 되었고 성취감을 느꼈어요.”

6.2. 사사 과정 프로그램의 형성 평가

<표 3>을 보면 각 학생들이 단계별로 참여한 정도와 산출물 설계-제작-수정 보완에 이르는 활동을 사례별로 비교하여 보여준다[14]. 사사 프로그램의 특징상 지도교수의 관찰에 따라 학생 개인의 중간 활동과 작품 결과물에 대하여 상, 중, 하로 구분하여 제시하였다. 앞서 소개한 학생들의 면담 자료를 통하여 나타난 프로젝트 수행에 대한 학생들의 반응과 [표 3]을 대비시켜보면 학생 개인 별로 나타나는 특징을 감지할 수 있다. 프로젝트의 아이디어 탐색 과정에서 처음 다루어보았던 로봇 공연 시스템에 대하여 탐구해 보고자 하였던 학생들은 전반적으로 심리적 압박감과 과제 수행에 대한 어려움을 확연히 보여주었다. 하지만 점차 팀 프로젝트 활동이 중간 단계로 진입하면서 학생들은 안정적이고 적극적으로 참여하

<표 3> 참여 학생들의 IT 융합 프로젝트 수행에 관한 단계별 분석과 전반적 평가

학생	연구주제 및 연구 방향 설정	관련 자료 수집 및 작품 설계	산출물 제작 및 테스트-수정 보완	보고서 작성 및 발표	평가
SH(여)	팀별 주제 모색에 소극적 / 로봇 공연에 약간의 관심을 가지고 도넛 드럼 구상	자료 수집에 소극적 / 막연한 아이디어로 인하여 별도의 작품 설계를 하지 않음	팀원의 도움을 받아서 간신히 산출물 제작/ 실제 도넛 드럼 테스트까지 해 보지 못함	관련 논문 읽고 검토한 후에 작성에 기여함 / 발표에는 소극적임	하
YG(여)	상호작용 미디어에 관심 / 센서를 사용한 DDR 제작 구상	DDR 자료 수집에 적극적, 스크래치 코드 분석 / 모형 설계를 해 봄	Makey Makey 보드와 스크래치로 구현/ 수정-보완에 적극적임	관련되는 사례와 자신의 작품을 분석한 내용을 작성 / 발표에 참여적임	중
JH(여)	상호작용 음악에 관심 / 입는 악기를 구상	다양한 상호작용 악기에 관한 자료 수집에 적극적 / 현 옷에 은박지를 사용한 모형 설계	Makey Makey 보드와 스크래치로 구현 / 수정-보완에 적극적임	JW와 함께 보고서 작성과 편집에 적극적임 / 발표에 적극적으로 참여함	중
MW(남)	아두이노와 통신을 하는 게임에 관심 / 아두이노 테트리스로 방향 전환함	기존에 C 작성한 테트리스 게임 분석과 아두이노와 통신 프로토콜에 대한 자료 수집 / 머리 속에서 구상함	기존에 제작한 테트리스 게임을 아두이노 에스플로라와 연동시킴 / 사용자 참여형의 상호작용성을 테스트함	협업하여 보고서를 작성하는데 매우 소극적임 / 자신이 맡은 부분만 발표함	하
JW(남)	로봇제작에 관심이 많음 / 헬리콥터 제작에서 공연용 자동차 제작으로 전환함	매우 적극적으로 자료 수집과 분석을 함/ sw로 설계를 만들고 가급적 부품을 구입하여 프로토타입 제작함	아두이노 보드를 구입하여 조립하고 직접 프로그래밍하여 산출물 제작 / 하드웨어 및 소프트웨어 테스트하여 수정보완함	리더로서 보고서 작성에 적극적으로 나서게 됨 / 팀별 발표를 이끌면서 자신의 소극적 태도가 많이 향상됨	상

는 패턴을 보여주었다.

여학생들은 Makey Makey 보드와 스크래치를 이용한 미디어 제작에 상당한 흥미를 느끼기 시작하였으며 악기와 연계된 미디어 기반의 창의적 체험 활동을 나름대로 조금씩 즐기는 모습을 보여주었다. 전반적으로 두 명의 여학생(YG와 JH)들은 그들이 선정한 소리예술 프로젝트 주제에 대하여 지속적으로 탐구하고 코딩하면서 그 결과에 대하여 테스트하고 오류를 바로 잡는 디버깅 작업을 병행하면서 프로젝트를 장기간 수행했다는 자체에 상당한 가치를 부여하고 있음을 확인할 수 있었다.

한편, 하드웨어와 프로그래밍에 관한 적극적으로 관심을 가졌던 남학생들은 프로젝트 초기에 자신만의 아이디어에 집착하는 양상을 보여주었다. 그럼에도, 팀 전체를 위하여 자신의 아이디어를 버리거나 수정해야 하는 고충을 겪으면서 흥미를 조금씩 잃어가는 모습을 보여주었다. 팀장이었던 JW는 팀원이 협력하도록 조정하는 역할을 마다하지 않았으며 여학생들과 협력할 수 있도록 자신의 노력을 감수하였다. 아두이노 보드와 필요한 부품을 직접 구입하는 적극성을 보이면서 조립에 성공했던 그는 네 번에 걸쳐 차체의 보강과 기능을 향상시키는 등 상당한 성취감을 맛보았다. 그의 자동차 프로젝트는 중학교 3학년 수준에서 상당한 실력을 향상시켰으며 S 영재교육원에서 9월에 자체적으로 실시한 사사과정 발표 대회에서 상위권에 입상하는 리더의 모습을 보여주었다.³⁾

6.3. 사사 과정 프로그램의 질적 보완

연구자는 형성평가의 결과에 따라 향후에 사사 과정 프로그램을 질적으로 보완하는데 관련되는 요인을 도출하였다. 첫째, 참여 학생들이 가진 정보과학적 소양에 대한 수준과 관심사에 따라 팀을 구성하여 소그룹으로 프로젝트를 시행하는 것이 바람직하다. 이번 연구에 참여한 학생들은 팀 프로젝트 아이디어에 대하여 탐색-설계-구현 과정에서 보여준 IT 융합적 소양에 대한 수준 및 태도 등을 고려하여 자연스럽게 남녀별로 소규모 팀으로 나뉘어 사사 과정에 참여하게 되었다. 둘

째, 로봇과 예술을 연계하는 아트보틱스 형태의 프로젝트는 기존 연구[1][5][6]에서도 나타나듯이 학생들에게 상당히 매력적으로 등장하지만 아이디어 탐색 과정에서 도전하고자 했던 디지털 에듀테인먼트 기반의 로봇공연 시스템으로 구현하기에는 중학교 수준에서 버거운 것으로 나타났다. 그 이유는 팀장의 역할을 맡았던 JW의 사례에서 제시하였듯이 공연용 로봇에 사용되는 관절을 만드는데 필요한 정교한 모터의 사용 및 공연 동작에 따른 콘텐츠를 설계 및 구현할 수 있는 수준이 중학생들의 역량을 능가하는 것으로 드러났다.

전반적으로 볼 때 이 논문에서 다룬 IT 융합용 사사 프로젝트의 주제는 창의적 체험활동과 STEAM 교육의 관점에서 볼 때 상당한 동기 부여와 도전감을 느끼는 학생들과 그렇지 못한 학생들로 나뉘어지는 양면성을 드러내었다. 여학생의 경우에 적극적으로 참여한 두 명은 상당한 수준에까지 깊이 있게 프로젝트에 수행하여 스크래치와 상호작용적 미디어 구현에 대한 실력을 쌓았으나 나머지 한 명인 SH는 팀별 프로젝트 주제에 대한 흥미와 열의 부족 등으로 중도 포기에 가까운 힘겨움을 보여주었다. 그리고 남학생의 경우에 JW는 과학자와 같은 탐구와 구현 능력을 보여 준 반면에 나머지 한 명인 MW는 C 언어로 테트리스 게임을 구현하는데 집착하여 협력적 작업에 그다지 기여를 하지 못하였다. 이것은 과학 영재를 위한 사사교육 모델[17]에서 제시되었듯이 멘토인 지도교수가 주제를 설정한 후에 관련되는 심화 개념에 대한 강의와 시범을 제공하기보다 학생들의 자기주도적 역할에 맡기고 기다리는 과정에서 학생들의 흥미와 참여도가 일정 부분 떨어지는 현상이 발생한 것으로 분석되었다.

7. 결론 및 사사교육에의 시사점

참여 학생들은 1년간에 걸쳐 로봇과 예술을 연계한 IT 융합 프로젝트를 수행한 결과 개인별 차이를 여실히 보여주었다. 그들은 아이디어의 탐색을 하는 과정과 설계 및 구현의 과정에서 힘들어도 서로 협력하면서 팀별 작품을 만들고 완성해

나가는 성취감을 맛보았다. 이 과정에서 팀원 각각 맡은바 역할 분담에 따라 서로 의논하면서 팀을 위한 창의적인 활동을 해 나가는데 개인의 표현 능력과 프로그래밍 실력이 매우 중요함을 보여주었다. 또한 프로젝트 기반 학습 모형에 따라 대학교수의 멘토링을 제공한 정보영재반 사사 교육 과정[13]은 참여 학생 5명 중 3명을 통해 컴퓨팅 사고력 기반의 융합 프로젝트를 수행하는 능력을 향상시켰음을 보여주었다[7][15][20]. 이것은 <표 3>에서 확인되듯이 3명의 학생들이 보여준 프로젝트를 대하는 적극적인 자세, 다양한 아이디어를 모색하는 유창성 및 과제집착력에 기인한 것으로 해석된다[2][3][4][17]. 장기간에 걸쳐 팀원간에 의논하고 발표해 보는 활동 및 글로 써 보는 일련의 사회적 측면과 발표력 향상은 팀별 전체의 탐구 능력과 컴퓨팅 사고력[7]을 향상시키는데 일정 부분 기여한 것으로 관찰되었다.

이 연구는 기존의 멘토링을 도입한 사사과정에 대한 연구와 달리 질적인 방법을 사용하여 1년간에 걸친 사사 프로젝트 전반에 걸친 수행 과정과 참여 학생들의 활동에 대한 구체적인 분석을 통하여 프로그램의 질적 향상을 도모한 점에서 그 의의가 있다. 다시 말하면 사사 과정 프로그램을 질적으로 세세하게 다룬 연구가 거의 없는 실정에서 창의적 산출물 분석[14]과 IT 융합형 프로젝트를 수행한 학생들의 활동에 대하여 형성 평가[5]의 관점에서 연구를 진행함으로써 연구자 및 영재교육 담당자들에게 실제적인 지식을 제공한 점에서 학술적 가치가 있다.

이 연구 결과를 기존의 연구와 비교 고찰한 결과는 다음과 같다. 첫째, 참여 학생들은 2년차인 사사준비 과정에서 강사가 제시한 학습 자료를 토대로 고고범퍼카를 조립하고 고고모니터 프로그래밍으로 범퍼카를 작동시켰으며 더 나아가 고고도미노 게임을 하는 경험을 가졌다[4]. 이와 달리 사사과정에서 JW는 아두이노 자동차의 경우에 자신이 직접 설계하고 아두이노와 기타 부품을 사용하여 조립하고 감정표현까지 하는 장치를 탐구하면서 만들으로써 개방형 프로젝트를 수행한 차이점을 보여주었다[6][22]. 둘째, STEAM 교육을 설계할 때 통산 예술적인 측면을 STEM 교육에 보조적인 수단으로만 활용되는 경향이 두드

러지게 나타나는데 비하여 이 연구 사례는 프로젝트 초기 단계에서 로봇과 공연을 적극적으로 검토하는 등 예술적인 측면을 적극적으로 도입했다는 차별성을 보여주었다. 참여 학생들은 프로토타입을 구현하는 과정에서 교육용 언어(EPL)인 스크래치를 사용하여 Makey Makey 보드와 아두이노 보드를 제어하면서 다양한 아이디어를 추가하는 창의적인 활동을 전개하였다[9][15].

정보영재반 사사교육을 담당하는 교육현장가들에게 제시하는 시사점은 다음과 같다. 마치 학생 과학자처럼 연구를 하는 것처럼 프로젝트를 수행함으로써 교육적 효과를 누리겠다는 R&E 형태의 사사 과정은 참여 학생들이 주도적으로 배움의 장에 참여할 수 있도록 되도록 지도교수의 도움을 최소한도로 주도록 권장하고 있다. 연구자도 이런 취지에 맞게 처음 주제를 선정할 때부터 팀별 활동을 설계하고 그 다음 각각의 단계에 따른 활동을 참여 학생들이 스스로 결정하고 해 나갈 수 있도록 안내해 주었다. 이런 방목의 교육 방식은 시간이 많이 걸리는 점과 프로젝트 초반부에 학생들이 길을 잃고 헤매는 단점이 있으나 스스로 프로젝트 탐구 목표를 정하고 거기에 따른 문제에 대하여 관련 자료를 수집하고 깊이 있게 탐구하면서 과제를 수행하는 과정을 통해 학습의 중요한 부분을 터득하는 장점을 갖게 된다[16]. 하지만 SH처럼 개인별 관심사와 팀별 주제가 서로 다르거나 MW처럼 특정 기술에 대한 구현보다 팀을 위하여 자신의 아이디어를 희생하면서 협업을 해야 하는 상황이 팀별 사사과정 프로젝트를 수행하는데 큰 걸림돌로 나타나고 있음이 드러났다.

이 연구에 도입한 사사과정의 모델은 도입, 탐색, 계획, 수행, 검증 및 결론 등으로 이어지는 과학영재를 위한 사사교육 과정의 모델[13][17]을 따르고자 했으나 IT 융합 프로젝트[22]의 특성상 동아리 형태로 산출물 제작과 테스트를 거쳐 중간 발표를 하고 다시 피드백을 받아서 수정 보완하여 보고서를 작성하는 나선형 활동을 하는 모형[18][19]에 더 근접한 결과를 보여주었다. 이 연구에서 배운 교훈은 연구 주제에 따라 학생들이 팀을 결성하여 동기 부여가 충분히 되었을 때 프로젝트를 진행하고 단계별로 멘토(지도교수)와 상호

작용을 충분히 한다면 마치 대학생들이 프로젝트를 수행하는 것과 같은 교육적 효과를 충분히 거둘 수 있다는 점이다. JW의 사례가 이를 뒷받침해 주었으나 그러한 전제 조건이 충족되지 않을 때에는 그 반대로 자신의 기량을 충분히 펼치지 못하는 경우도 있음을 보았다.

마지막으로 고려해야 할 부분은 학생들의 삶에 관한 맥락을 이해하는 것이다. 그들은 대체로 학원을 다니는 등 주말에도 바쁜 활동을 하고 사사 과정을 마치 주된 활동이 아닌 보조적인 것으로 여기는 태도와 접근 방식을 보여주었다. 또한 참여학생들은 영재교육원에서 사사과정 이전의 2년 동안에 배웠던 많은 내용을 IT 융합 사사 프로젝트 주제에 충분히 연계하지 못하는 듯한 양상을 보여주었다. 따라서 지도교수의 안내와 도움을 더 원하는 학생들의 입장과 자기주도적으로 자료를 수집하고 검토, 탐구하는 자세를 견지하도록 안내하고자 하는 지도교수의 입장 사이에 균형점을 찾는 것이 주요한 요인으로 등장하였다.

후 주

- 1) Makey Makey 공식 사이트: <http://www.makeymakey.com/>
- 2) R&E 프로젝트는 연구를 통하여 교육적 효과를 노리는 연구와 교육(Research & Education, 약어 R&E) 프로젝트를 의미한다. 영재교육에서 적용되는 R&E 프로젝트의 교육과정에 대한 부분을 참고문헌 [8]의 p23-25에 나와있다.
- 3) JW는 자신이 세운 목표대로 겨울 방학 중에 추가로 감정표현을 하는 장치를 구현하는 열정과 실력을 발휘하였으며 2016년 1월에 개최된 컴퓨터교육학회 학술대회에서 지도교수와 함께 논문을 발표하는 등 학생 과학자로서 성장하는 모습을 보여주었다.

참 고 문 헌

- [1] 김현주 (2011). 지역과 관객을 중심으로 한 예술과 과학의 융합적 협업으로서의 아트보틱스. **HCI Korea 2011 학술대회 발표자료집**, 1882-1915.
- [2] 이홍규, 송기상, 김영식 (2014). 온라인 기반 로봇 사교육의 성공 요인에 관한 연구. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 18(1), 241-247.
- [3] 전용주, 홍창의, 김태영, 송기상 (2014). 초등 정보영재의 R&E 사교육에서 CT기반 프로그래밍 교육 사례 분석. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 18(1), 73-80
- [4] 박홍준, 전영국 (2015). IT융합 기반의 고고범퍼카 콘텐츠 개발 및 프로젝트 적용 사례. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 18(2), 21-33.
- [5] 전영국 (2014). 필리핀 학교에서 적용한 에듀테인먼트 기반의 로봇 AEEP 사례에 대한 형성 평가. **교사교육연구**, 53(1), 77-93.
- [6] 전영국, 이행미 (2014). 초등학교 방과후 수업용 로봇 예술 프로그램의 개발 및 적용. **교사교육연구**, 53(2), 260-276.
- [7] 최숙영 (2016). 문제해결의 관점에서 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 교수학습에 대한 연구. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 19(1), 53-61.
- [8] 진석연, 이재호, 이순주, 원영실, 최선일 (2015). **영재 교육 영역다양화 및 활성화 방안연구**. 2014년 교육부 정책연구과제 보고서 2014-33.
- [9] 전성균, 이영준 (2014). EPL을 활용한 예술 중심의 STEAM 교육 프로그램. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 19(4), 149-158.
- [10] 김미량, 조혜경, 이석원, 한정혜, 한광현, 신승용, 최미애, 지상훈, 김소미 (2008). **창의성 증진을 위한 로봇활용 교육 방안 연구**. 한국교육학술정보원 KERIS 연구보고 KR 2008-14.
- [11] 이형봉 (2011). 중등 정보과학 영재 사사지도 행렬중심 교수학습 자료 개발. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 16(12), 139-155.
- [12] 임병춘, 정인기 (2010). **10대들을 위한 스크래치 프로그래밍**. 휴먼싸이언스: 서울.
- [13] 김경규, 이종연 (2014). 정보과학영재를 위한 단계별 심화 교육과정의 설계. **한국컴퓨터교육학회 논문지**,

17(1), 35-50.

- [14] 곽소아, 권대용, 이원규 (2014). 초등정보영재의 동기와 부모지지에 따른 창의적 산출물 성취도 차이 분석. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 17(3), 41-51.
- [15] 김진영, 박홍준, 전영국 (2011). PBL 기반의 NetLogo를 이용한 교육용 콘텐츠 저작이 예비중등교사의 창의성에 미치는 효과. **공학교육연구**, 14(4), 29-38.
- [16] 김호숙, 김형석 (2014). 정보과학 창의성 향상을 위한 프로젝트 기반 교수-학습 방법에 대한 연구. **정보교육학회 논문지**, 18(4), 529-540.
- [17] 심규철, 박경애, 길지현 (2009). 과학적 연구 기반 과학영재 사사교육 프로그램 개발. *Journal of the Society for the International Gifted in Science*, 3(1), 9-19.
- [18] 이영준, 김재현, 이은경, 최정원, 안상진, 전준호, 장종만 (2015). **중학교 소프트웨어 동아리 활동: 프로그래밍과 나**. 한국과학창의재단.
- [19] 이남섭, 이상봉 (2011). 중학교 창의적 체험활동 동아리 활동을 위한 기술적 문제해결 활동 과제의 개발. **한국기술교육학회지**, 11(3), 40-57.
- [20] 성정숙, 김현철 (2015). 국외 컴퓨터 교육과정의 변화 분석. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 18(1), 45-54.
- [21] 홍용희, 노경주, 심중희 (역) (2000). **질적 사례 연구. R. Stake의 The Art of Case Research**. (원저 1995 출간) 서울: 창지사.
- [22] 심규현, 이상욱, 서태원 (2014). 아두이노를 활용한 STEAM 커리큘럼 설계, 적용 및 효과 분석. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 17(4), 23-32.



전 영 국

1986 수원대학교
수학과(이학사)
1986 시카고주립대학교
수학과(이학석사)
1995 일리노이대학교
어바나-삼페인(교육학박사)

1996 ~ 현재 순천대학교 사범대학
컴퓨터교육과 교수

관심분야: u-러닝, 로봇예술, 에이전트 기반 모델링 등

E-Mail: ycjun@sunchon.ac.kr