

# IT융합 기반의 고고범퍼카 콘텐츠 개발 및 프로젝트 적용 사례

박흥준<sup>†</sup> · 전영국<sup>††</sup>

## 요 약

본 논문의 목적은 오픈하드웨어 기반의 고고보드를 사용하여 IT융합 기반의 로봇교육용 콘텐츠를 설계 및 개발하고 프로젝트 수행 사례를 제공하는데 있다. 연구자는 3회에 걸쳐 프로젝트를 실시하였으며 초등학생 및 중학생들의 작품 사진, 산출물, 설문지 자료, 팀별 활동에 관한 비디오, 교수자 및 학생들의 면담 자료를 수집하여 분석하였다. 개별 학생은 고고보드를 활용하여 차체의 전면과 후면에 부착된 터치 센서의 입력신호로 모터를 구동하는 범퍼카를 직접 제작하는 과정을 통해 센싱에 의한 디지털 보드 제어 원리와 전동장치의 작동을 이해할 수 있었다. 참여 학생들은 후속 단계에서 도미노 게임과 3단계 주행구간에서 고고 면허증을 따는 팀별 활동을 수행하였다. 영재반 학생들은 자신의 아이디어를 새롭게 고안하여 로봇예술의 일환으로 개인 창작품을 제작하였다. 사례 분석 결과 제안된 프로젝트는 참여학생들이 교수자의 면밀한 도움 아래 공작 체험이 디지털 보드 활용에 관한 기술에 대한 친밀감, 재미, 집중력을 제공하였고 더 나아가 자신의 아이디어를 점진적으로 발전시켜 창의적 작품을 만들어나가는 확장성을 보여주었다.

주제어 : 프로젝트 기반 로봇 콘텐츠, 고고보드, 고고범퍼카, 로봇활용교육

## Development and Case Review of IT Convergence GoGo Bumper Car Project

Hong-joon Park<sup>†</sup> · Young-cook Jun<sup>††</sup>

### ABSTRACT

This paper aims at developing IT convergence robot education contents using open hardware-based GoGo Board and presenting three cases that were applied into educational settings with elementary and middle school students. Several types of data for their activities were collected: photos, work output, survey data, video data and interview with robot teacher and students. Each student experienced building up a GoGo Bumper Car with touch sensors attached at front and back sides and figuring out the principle of digital board control and operating of electronic devices by sensing. The participants, in the following phases, conducted domino chain-reaction with GoGo Bumper Cars and acquiring GoGo Driving Licence by driving test on three different road maps. Students in a gifted education program creatively implemented their own ideas as part of robotic art. The result of case analysis showed that the proposed project provides students not only intimacy for technology, fun, concentration but her own empowerment for developing ideas and creative implementation.

**Keywords** : Project-based robot contents, GoGo Board, GoGo Bumper Car,  
Robot-based education

<sup>†</sup> 정 회 원: 광양만권 SW융합 연구소 연구원  
<sup>††</sup> 종신회원: 순천대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

논문접수: 2015년 1월 13일, 심사완료: 2015년 3월 3일, 게재확정: 2015년 3월 20일

\* 본 논문은 2011년 정부재원(교육과학기술부)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음. [NRF-2011-354-H00001]

\* 본 논문은 컴퓨터교육학회 2013년 동계 학술대회 발표한 논문에 공동 작업을 통해 사례를 추가하였으며, 학술적 피드백을 거쳐 내용을 수정 및 보완하여 완성하였음.

## 1. 서론

최근 로봇을 사용하여 STEAM 융합 교육 및 창의인성 프로그램을 시행하는 사례가 늘어나고 있다[2][3][5]. 로봇교육에 대한 적절한 교육과정이 부족한 상황임에도 불구하고 강사들은 로봇키트를 사용하여 학생들에게 직접 조립하는 체험과 자신의 아이디어를 구현해보는 활동을 제공함으로써 로봇의 도구적 활용 경험과 로봇 소양 교육을 함께 제공하여 학부모와 학생들에게 인기를 끌고 있다[4][9]. 이것은 교구 형태의 로봇이 학생들의 자발적인 흥미와 동기를 유발시키고 더 나아가 창의적인 문제해결 능력을 신장시킨다는 교육적 요소가 매력적인 부분으로 작용하고 있기 때문이다[1].

시중에 나와 있는 많은 교구로봇 중에서 이미 널리 활용하고 있는 레고 NXT는 뛰어난 성능과 다양한 콘텐츠로 인해 현재 최고의 교육용 디지털 블록으로 인정받고 있다. 하지만 그것은 블랙박스 형태의 디지털 보드라는 점과 만만치 않은 가격으로 인하여 학생들이 자신의 아이디어를 자유롭게 적용하는데 제약점을 지니고 있다[7][8].

본 연구는 이러한 문제를 해소하기 위해 오픈 하드웨어 기반 마이컴보드인 고고보드를 선택하여 기존의 기능을 개선하였으며 “고고범퍼카 프로젝트”라는 학습 콘텐츠를 개발하였다. 학생들은 고고범퍼카 프로젝트를 수행하는 활동에서 고고범퍼카를 제작하는 과정을 통해 마이컴보드를 활용하는 방법을 즐겁게 체득하여 자신의 발명에 적용하거나 생활에서 만나는 복합적인 문제를 해결하는 도구로 사용하는 법을 터득하도록 안내된다.

본 연구의 주제는 IT융합 기반의 고고범퍼카 프로젝트를 설계 및 개발한 내용과 학생들을 대상으로 3회 적용한 내용을 사례로 분석함으로써 고고범퍼카 프로젝트의 특성을 고찰하고 질적 향상을 도모하는 것이다.

이를 위해 우리는 먼저 고고보드에 대한 소개와 본 연구를 위해 개선된 보드의 프로토타입을 기술하였고, 이어서 고고범퍼카 프로젝트의 프로그램 구성과 운영방법에 대하여 기술하였다. 마지막으로 교육현장에서 프로젝트를 운영한 결과를

토대로 IT 융합 기반 콘텐츠 개발의 향후 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 로봇 활용 교육

교육용 로봇을 교수-학습 활동에 사용하는 방법은 크게 로봇소양교육과 로봇활용교육으로 나눌 수 있다. 로봇소양교육은 로봇자체(부품 기초 지식, 조립법, 프로그래밍)를 교육하는 것을 말하고, 로봇활용교육은 STEAM과 같은 융합형 교과 학습의 도구로써 로봇을 활용하는 교육을 말한다[1][4]. 이 분류에 따르면 로봇소양교육은 학생들에게 로봇에 관하여 하드웨어 및 프로그래밍을 다루는 기초적인 능력을 신장시키는데 초점이 맞춰져 있다. 그에 반하여 로봇활용교육은 교구 로봇을 활용하여 로봇 구조물의 조립, 기능 익히기, 프로그래밍 학습 등을 통해 여러 교과에서 로봇을 활용함으로써 흥미를 유발하고 교과에 대한 이해를 증진시키도록 한다[12].

고고보드는 PIC 기반의 마이크로 프로세서를 사용하여 학생들이 전자부품 등을 쉽게 재활용하여 자신의 아이디어를 쉽게 구현하도록 지원하는 로봇 키트이다[12]. 이러한 보드를 사용하여 초등학교 방과후 학교교실에서 로봇과 예술을 접목시킨 아트보틱스 활동이 에듀테인먼트의 일환으로 진행되고 있다. 개별 학생들은 다양한 아이디어에 대한 탐색, 흥미와 에너지, 상상력을 동원하여 잠재된 내적 역량을 펼침으로써 학습을 즐기면서 마치 축제와 같은 흥(conviviality)을 유발할 수 있다[13].

해외 연구 동향을 살펴보면 로봇소양교육 및 로봇활용교육이 과학-테크놀로지-공학-수학(이하 STEM)과 연계되어 진행되고 있음을 볼 수 있다. 호주 카네기멜론 대학 로봇연구소가 운영하는 CMU 로보틱스 아카데미는 학생들로부터 인기를 끌고 있는 레고 마인드스톱과 벡스(Vex) 로봇을 활용한 과정을 운영하고 있다. 이 교육과정은 로봇의 조립과 프로그래밍을 “Start 과정 - Middle School 과정 - High School 과정”으로 단계별로 발전시켜 나가면서 각 단계에서 만들어진 로봇을 이용하여 수학이나 과학 관련 학습을 할 수 있도

록 만들어졌다. 학생들은 로봇을 STEM과 연계하여 반복 문제 해결, 선형비례, 보다 큰, 보다 적은 등의 문제 해결을 통해 배운다. Middle School 과정은 과학, 기술, 공학, 수학 개념을 이해하는데 목표를 두고 있다. 학생들은 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용하여 모터와 회전, 소리, 빛, 접촉 등을 감지할 수 있는 다양한 센서를 통해 로봇을 제어할 수 있는 방법을 배우고 이 과정에서 학습 목표를 달성하게 된다. 고등학교 과정은 프로그래밍, 기계 설계 등의 심화학습 활동을 제공한다. 이러한 로봇 관련 교육 프로그램은 팀워크, 문제 해결능력, 상상하기, 과제 관리, 발표하기 등의 내용을 담고 있는 특징을 갖고 있다.

## 2.2 고고보드를 활용한 교육

최근 고고보드를 활용한 연구는 마이컴 활용 교육과 시뮬레이션 콘텐츠 개발 등 다양하게 나타나고 있다. 이 중 실세계와 가상세계를 연결해주는 시뮬레이션 콘텐츠의 개발과 적용에 관한 연구[7]는 학생들에게 고고보드와 NetLogo를 이용한 탐구실험에서 가상시뮬레이션과 실제실험을 연동하여 실험의 과정과 결과를 확인해 보도록 해 주었다. 형성평가의 일환으로 연구에 참여한 중학생들은 시뮬레이션 콘텐츠가 정적인 과학교재보다 더 도움이 될 것으로 보았으며 실험의 과정을 통해 분자가 변화하는 모습을 보면서 온도의 변화 및 진압의 변화를 시각적으로 보여주는 상호작용적 특성이 학습에 도움이 될 것으로 여겼다.

고고보드를 사용하여 팀별 프로젝트를 수행한 연구[8]는 한국과 필리핀 중학생들은 언어 사용의 어려움에도 협력을 통하여 팀별로 의논하여 디자인-개발-테스트-발표 및 시연까지 하는 사례를 제시하였다. 참여 학생들은 대학생 멘토의 도움을 받으면서 모터와 센서 작동에 대한 이해와 테스트를 거쳐 재활용품을 사용하여 팀별 작품을 만들고 발표함으로써 발명 프로젝트와 같은 구성주의적 학습의 특징을 보여주었다[19].

이러한 프로젝트 기반의 학습이 초등학생들에게 충분히 적용될 수 있음을 보여준 사례가 있다 [9]. 초등학교 방과후 로봇 수업에 1년간 참여한

학생들은 개별 작품 및 놀이공원 등에 관한 다양한 테마를 주제로 팀별 프로젝트를 완수함으로써 놀이와 로봇 기술이 함께 어우러지는 로봇예술의 측면을 보여주었다[18]. 초등학생들은 작품을 완성한 후에 다같이 모여서 로봇 주행(자동차, 유람선 등) 게임을 하거나 놀이동산의 작품을 보면서 서로 즐기는 여흥을 보여주었으며 놀이동산의 경우에 서로 작품을 보여주면서 재미있게 즐기는 모습을 보여주었으며 교사의 도움을 받으며 함께 프로젝트를 수행하고 작동되는 로봇 결과물을 얻는데 대한 성취감이 높은 것으로 나타났다.

## 3. 고고범퍼카 프로젝트의 설계 및 개발

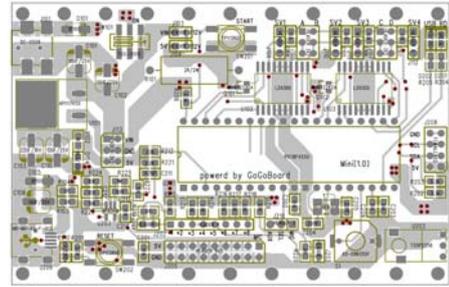
### 3.1 고고보드의 성능 개선

MIT대학의 미디어랩에서 Arnan[12]에 의해 설계되고 개발되었던 고고보드는 저비용으로 누구나 사용할 수 있는 교육용 디지털 블록을 개발하는 연구[11]의 결과물이다. 이것은 아두이노[16]나 피코보드[17]와 같은 다른 여타의 마이컴보드에 비교하여 오픈하드웨어라는 장점 외에도 고고모니터라는 직관적이고 심플한 제어 소프트웨어를 사용할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 또한 모터를 제어하기 위한 부수적인 보드가 필요하지 않다는 장점 덕분에 교육 현장에 STEM 교육 또는 로봇 교육용 콘텐츠 개발 및 수업 적용에 바로 투입 가능하다.

오픈하드웨어 특성상 고고보드의 회로도 및 스키매틱 파일(schematic file)은 공개되어 있다. 따라서 누구나 부품을 사서 간단하게 고고보드를 만들 수 있으며, 제어 전용 소프트웨어인 고고모니터[14]도 무료로 사용할 수 있다. 하지만, 각 나라마다 많이 사용되는 전자 부품들이 달라서 사용자는 국내에서 직접 고고보드를 만들 경우에 몇 가지 부품을 구하는데 상당한 어려움을 겪거나 구하지 못할 경우도 있다. 이 외에도 우리나라의 경우 다른 국가들과 비교할 때 교육 현장의 특성에 차이가 있기 때문에 우리는 본 연구에서 기존의 고고보드를 개선할 필요성을 느끼게 되었다.

우리는 고고보드를 활용하기 위해서 먼저 고고

보드의 아키텍처와 펌웨어에 관한 밀도 있는 연구를 수행하여 보드개선을 위한 원천 기술을 확보하였다. 또한 기존 고고보드를 사용하여 운영되었던 특별 교육 프로그램의 참여자(초, 중학생)를 대상으로 하는 요구조사를 통하여 불편사항과 문제점을 파악해 내었다. 아래 <표 1>은 사용자 설문문에 의해 도출된 불편사항과 이를 개선한 내용을 정리한 것이다.



<그림 1> 한국형 고고보드의 최종 PCB 도면

<표 1> 기존 보드의 불편사항과 개선점

| 기존 보드의 문제점            | 개선한 한국형 고고보드                                  |
|-----------------------|---|
| 불안정한 파워               | USB 전원만으로 모터 구동이 가능하도록 전원부 전면수정               |
| 전원분리에 의한 리셋의 불편       | PIC 칩의 리셋핀을 활용한 리셋스위치 추가                      |
| 수작업 납땜으로 인한 불량 발생     | SMD 타입으로 회로 수정 및 제작                           |
| 마이크 등의 미세한 센서 사용 불가   | 센서 입력부에 온보드 형태의 디지털 프리엠프 추가                   |
| 최근 사용이 적은 USB 케이블 필요  | 최근 사용이 많아 쉽게 구할 수 있는 Mini USB 포트로 포트 변경       |
| 전원 입력부와 배터리 포트의 잦은 고장 | 배터리 콘센트와 어댑터 연결부를 단일화하고 국내에서 가장 많이 쓰이는 형태로 수정 |



<그림 2> 개선된 고고보드 시제품

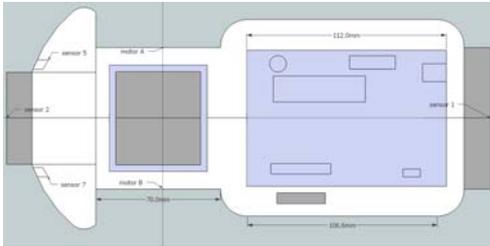
여기서 주목할 부분은 학생들이 납땜을 직접 해보면서 마이컴 보드를 제작하다 보면 납땜의 불량으로 인하여 그 이후의 프로젝트 수행에 어려움이 발생하는 경우가 있었다. 이의 개선을 위해 우리는 SMD 타입으로 회로를 수정하였다. SMD(Surface Mount Device)는 반도체나 전자부품을 포장하는 패키징 기술의 일종으로, 부품 다리가 기판의 구멍을 관통하여 반대쪽에 뿔뿔하여 붙이는 방법이 아니라, 표면에 부품을 그대로 뿔뿔하여 붙이는 방법이며 기존에 비해 집적도가 높아 부품크기를 작게 할 수 있고, 조립 오류를 줄일 수 있다. 우리는 이 외에도 다양한 문제점을 모두 해결할 수 있는 <그림 1>의 한국형 고고보드를 설계하였고 2012년 8월에 <그림 2>에서 보는 시제품 제작에 성공하였다. 고고보드의 성능개선에 소요된 기간은 약 1년이였다.

결과적으로 우리는 고고보드를 SMD 타입으로 제작함에 따라 과학 실험 등에서도 중요하게 요구되는 노이즈 문제 해결에 관한 정밀도를 크게 향상시켰다. 또한 보드의 크기는 기존 고고보드보다 80% 가량 작아 졌고, 실험시 하우징과 가공성이 좋도록 나사 홀의 수는 증가되었다. 특히 개선된 고고보드의 8번 입력부에 100배의 증폭율을 가진 디지털 프리엠프가 온보드 형태로 추가되었음에도 제작 단가는 20%정도 절감되었다. 우리는 이처럼 기존 고고보드가 가진 문제점을 대폭 개선함에 따라 교육현장에서 IT융합 로봇교육을 수월하게 할 수 있는 토대를 확보하게 되었다.

### 3.2 고고범퍼카의 설계

고고범퍼카 프로젝트[15]에 참여하는 학생들은 오픈하드웨어 기반 마이컴보드인 고고보드를 활용하여 미리 준비된 <그림 3>에서 보는 바와 같이 프로토타입(설계도)에 따라 고고범퍼카를 조립한다. 그리고 그들은 <그림 4>의 그림처럼 차체의 전면과 후면에 부착된 터치 센서의 입력신호로 모터를 구동하는 범퍼카 만들기 체험을 하게 된다. 이 과정에서 그들은 센싱에 의한 디지털 보드 제어 원리와 마이컴 제어에 의해 작동하는 전

동장치를 체험하고, 공작 활동이 주는 성취감과 몰입의 즐거움을 느낄 수 있도록 설계되었다.



<그림 3> 고고범퍼카 설계도 (조립 평면도)



<그림 4> 완성된 고고범퍼카

고고범퍼카 프로젝트를 진행하는데 필요한 주요 재료와 모든 제작 방법은 동영상으로 공식사이트를 통해 제공되고 있다[15].

<표 2> 고고범퍼카 프로젝트에 소요되는 재료

|         |   |
|---------|---|
| 주요 준비물  | 고고보드 1개                                       |
|         | 모터 2개   |
|         | 바퀴 2개   |
|         | 뒷바퀴(타이어 포함) 1개                                |
|         | 건전지 케이스                                       |
|         | 명함스위치 연결용 전선 4가닥                              |
| 소모성 준비물 | 몸체용 보드  |
|         | 고고범퍼카 설계도                                     |
|         | 명함 2장, 벨크로테이프 5센티 1쪽                          |
|         | 건전지 6개, 풀, 나무젓가락 1쪽, 클립 7개, 스카치테이프, 두꺼운 빨대 1개 |
|         | 가위, 커터, 송곳, 자, 라디오셴치, 글루건, 글루스틱, 고무밴드 4개      |
| 교사 준비물  | 위치 지정용 검정 테이프                                 |
|         | 풍선 6개, 핀                                      |

### 3.3 고고범퍼카 프로젝트의 구성

고고범퍼카 프로젝트 프로그램은 아래 <표 3>과 같이 총 6단계로 구성되어 있다.

<표 3> 고고범퍼카 프로젝트 프로그램 구성

|     |             |
|-----|-------------|
| 1단계 | 고고범퍼카 제작    |
| 2단계 | 범퍼카 도미노게임   |
| 3단계 | 라인트레이서 제작   |
| 4단계 | 고고면허증 취득 게임 |
| 5단계 | 창작품 제작      |
| 6단계 | 발표 및 시상     |

첫 번째 단계에서 학생들은 기본적인 고고보드에 대한 지식과 사용법을 배우고 바로 고고범퍼카를 제작한다. 교사는 이 단계에서 고고모니터를 이용한 샘플 코딩을 제시하고 학생들은 자신의 고고범퍼카에 장착될 모터와 센서 등을 테스트하게 된다.

교사는 학생들에게 다음과 같은 main 프로시저를 제공하여 학생들이 1번 센서에 연결한 스위치를 누르면 모터가 작동되고, 2번 센서에 연결된 스위치를 누르면 다시 모터가 멈추는 프로그램을 작성하도록 안내한다. 이 때 간단한 코드를 정확히 이해하고 자신의 범퍼카가 제대로 동작하는지 반복하여 기본적인 메카니즘을 체득한다.

```

to main
  forever [ if sensor1 < 100 [ motor_play ]
]
end

to motor_play
  repeat 2 [beep wait 4]
  ab, on
  forever [ if sensor2 < 100 [ ab, off stop ]
]
end
    
```

두 번째 단계에서 학생들은 스스로 제작한 고고범퍼카를 사용하여 고고범퍼카 도미노 게임을 통해 협업의 중요성을 배우며 동시에 즐기는 가운데 센서의 원리와 제어를 배우게 된다. 예를 들어 강사는 범퍼카에 앞과 뒷면에 부착된 근접 센서는 적외선을 이용하는 것으로써 적외선을 쏘고 받는 과정에서 일어나는 물리적 변화를 전기적으로 어떻게 바꿀 수 있는지에 대하여 설명해 준다.

심화 과정에 해당되는 세 번째 단계에서 학생들은 고고범퍼카에 적외선 센서를 추가로 달아 라인트레이서를 만든다. 이 단계에서 강사는 고고보드의 입력부에 다양한 센서를 달수 있으며, 이를 제어하는 것이 가능하다는 것을 소개하였다. 4 단계는 완성된 고고라인트레이서를 가지고 3가지의 주어진 코스를 시간 내에 통과하는 고고면허증 게임을 제공하는데, 이때 학생들은 알고리즘에 대한 이해와 응용사례를 경험하게 된다.

이러한 총 4단계의 과정을 통해 고고보드에 익숙해진 학생들은 정크재료(재활용품)를 활용하여 자신만의 창의적인 작품을 제작하는 5단계로 진입하게 되며 여기서 그들은 익숙해진 도구를 활용하는 창의적인 경험을 하게 된다. 그리고 마지막으로 자신의 작품을 시연하고 이 중에서 우수한 작품에 대해 시상하는 과정으로 구성되어 있다.

전반적으로 볼 때 IT융합 기반의 고고범퍼카 프로젝트는 다음과 같이 STEAM 융합 교육과 연계되는 측면을 보여준다. 학생들은 고고보드 기반의 자동차를 직접 제작하는 공학(M)적 메카트로닉스 활동을 하며 과학(S) 영역에서 고고범퍼카의 물리량 측정 및 센싱을 다루는 영역과 연계한다. 또한 그들은 고고모니터 프로그래밍을 다루는 기술 활동을 하며 여러 대의 고고범퍼카를 사용하여 도미노 게임을 하는 활동에서 수학적 관련성을 찾을 수 있다. 학생들에게 무엇보다 매력적인 부분은 자신의 아이디어를 고안하여 만들어 나가는 창작품을 만드는 예술(A)적 활동에서 나타날 수 있다.

#### 4. 고고범퍼카 프로젝트의 적용 사례

고고범퍼카 프로젝트는 2012년 7월부터 2013년 8월 사이에 초등학생 및 중학생들을 대상으로 영재 교육 프로그램과 방학 캠프 등 3번에 걸쳐 시행되었다. 본 연구에서 우리는 학생들의 작품 사진, 산출물, 설문지 자료, 팀별 활동에 관한 비디오, 교사 및 학생들의 면담 자료를 수집하여 통합적으로 분석하였다.

#### 4.1 운영 사례 1: 영재반 집중 프로그램

고고범퍼카 프로젝트를 운영한 첫 번째 사례는 2012년 7월 중에 총 5일에 걸쳐 영재교육원 학생 12명을 대상으로 지역에 위치한 S대학교 영재교육원 특별 프로그램으로 실시되었다. 심화 과정에 소속된 정보수학반 학생들을 대상으로 ICT 융합 활동을 지원하고자 하는 취지로 고고범퍼카 프로젝트가 시행되었다. 로봇강사는 새로운 버전의 고고보드의 시작품이 출시되지 않음에 따라 납땜을 해야 하는 고고보드의 구 버전을 사용하였다.

첫째날과 둘째날에 학생들은 직접 전자부품을 납땜하여 고고보드를 제작하는 활동을 통해 자신이 4일간 사용할 고고보드를 직접 만들었다. 그리고 그들은 고고범퍼카 설계도를 단단한 판지형 보드에 붙여서 가위로 잘라낸 후 여기에 고고보드와 모터를 달아 기본 몸체를 만들고 명함 등 각자에게 주어진 재료를 사용하여 출발과 멈춤 스위치를 제작하여 붙였다. 그런 다음 그들은 고고범퍼카에 작동에 필요한 프로그램을 전송한 후 테스트를 거쳐 고고범퍼카를 완성하였다.

셋째날에 학생들은 각자 팀을 나누어 완성한 고고범퍼카를 사용하여 도미노 게임을 하였다. 먼저 로봇강사가 게임 규칙을 소개한 후에 각 팀은 별도의 공간에서 연습을 한 후 준비가 완료된 팀은 게임에 참가하게 되었다. 그는 시간을 측정하여 가장 빨리 도미노 미션을 수행한 최종 우승한 팀에게는 준비한 작은 선물로 포상을 하였다.



<그림 5> 고고범퍼카 도미노 게임 장면

넷째날에 로봇강사는 고고범퍼카에 적외선 센서를 추가로 달고 라인트레이서로 작동할 수 있는 프로그램을 소개하였다. 학생들은 고고범퍼카

에서 작동하던 기존 의 소스코드를 변경하여 주행용 라인트레이서의 기능을 구현하도록 코드 수정 작업을 하였다. 팀별로 작업과 테스트를 완료한 후에 강사는 3가지의 주어진 코스를 통과하는 게임을 실시하여 모두 지정된 시간에 통과한 학생들에게 고고범퍼카 면허증을 수여하는 식으로 운영하였다.

마지막 날에 로봇강사는 학생들이 이미 4일간의 경험과 시행착오를 통해 체득한 고고보드에 관한 지식을 감안하여 약간의 정크재료(재활용품)를 제공하였고 이들을 활용하여 자신만의 작품을 제작하도록 지도하였다. 학생들이 궁금해 하는 것들에 대하여 로봇강사는 전자 또는 IT 관련된 기술이나 지식을 자연스럽게 알려주었다. 그는 이런 과정 중에 실제 제작이 어렵거나 현실적으로 구현이 불가능한 것에 대하여 조언을 해 주고 그 외에는 모든 것을 학생의 자율에 맡기도록 피드백의 정도를 최소화 하였다. 그리하여 학생들이 최종적으로 자신의 작품을 완성하면 다함께 모여 작품에 대하여 발표하고 시연을 하였으며 강사는 제일 우수하고 인기가 많은 학생에게 우수상을 수여하는 것으로 마무리 하였다.

#### 4.2 운영 사례 2: 초등학교 방과후 로봇 수업

두 번째 사례는 2012년 9월 중순부터 2013년 1월 사이에 초등학교 방과후 로봇수업에서 시행되었다[9]. 농어촌 지역의 초등학생들이 만들기 활동을 재미있게 하면서 로봇과 IT 기술을 다양하게 체험하도록 하자는 관점에서 로봇 수업이 채택되었다. 대학생 로봇강사는 초등학생 3-4학년 학생들 10여명을 대상으로 매주 토요일 오전 10시 반부터 12시까지 2차시 분량으로 수업을 진행하였다. 학생들은 9월 22일부터 10월 13일 사이에 고고범퍼카 만들기를 하면서 11월에 고고범퍼카 시연과 도미노 게임을 하였다.

방과후 로봇강사는 컴퓨터 프로그래밍이 어려운 초등학생들의 수준을 고려하여 고고모니터 샘플 코드를 제공하였고 학생들이 코드를 다운받아서 작동하는데 대한 도움을 적극적으로 제공하였다. 초등학생들은 프로그래밍을 어려워하여 집중하지 못하고 탄짓을 하기도 하였으나 주행로봇을

만들면서 자신의 아이디어를 추가하여 새로운 모양의 주행로봇을 만드는 활동에 집중하였으며 <그림 6>에서 보는 바와 같이 친구들과 함께 경주하는 활동을 즐겨하였다. 방과후 로봇강사는 후속면담(2014년 2월 8일)에서 다음과 같이 로봇수업 활동에 대하여 말해주었다.

방과후 로봇강사: 범퍼카 만들기에 대한 정형화된 틀이 있고 센서가 많이 들어가서 여러 가지 많이 알려주고 했었어요, 명령어는 애들이 생각할 수 있게, 어디가 부딪혔을 때 모터가 작동하는지에 대한 코드를 고쳐가면서 수업을 했어요. 고고모니터 프로그래밍은 애들이 이해하기가 어려웠어요. 애들은 기동성이 있는 것을 만들어 했을 때 좋아해요. 그래서 처음부터 고고범퍼카 만들 때 이어달리기를 할거다 성능이 좋아야 된다고 알려주었더니 작업속도도 빠르고 아이들이 서로 이길려고 열심히 했어요.

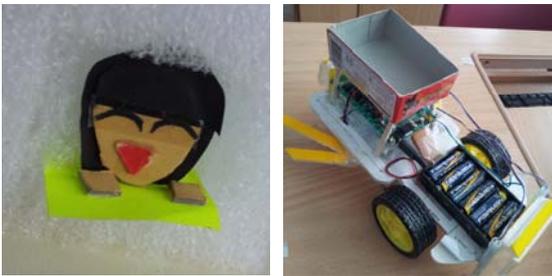


<그림 6> 초등학생들의 다양한 주행로봇

초등학생들은 9월22일에 고고범퍼카 설계도면을 자르고 조립하는 활동을 하였고 10월 13일에 고고범퍼카에 고고보드를 얹고 모터 동작에 필요한 배선을 하였다. 10월 30일에 적외선을 이용한 근접센서를 부착하는 작업을 하여 고고범퍼카를 완성하였다. 그들은 11월 17일에 친구들과 어울려 여러 대의 고고범퍼카를 일렬로 세우고 도미노 게임을 재미있게 수행하였다. 그 다음 주에 그들은 라인트레이서를 만들어 네모 형태의 간단한 도로를 주행해 보았다.

학생들은 12월 초부터 각각 개인 창작품을 만들어 보는 기회를 가졌다. 참여한 여학생은 얼굴

모양을 디자인하여 종이로 만들어 나무에 붙이고 뒷면에 고고보드를 장착하고 움직이는 모양을 구현하는 활동을 시작하였다. 2013년 1월에 들어서 고고범퍼카에 새로운 모양을 추가하는 학생들의 활동이 나타나기 시작하였다. 전반적으로 학생들은 로봇강사의 도움을 많이 받긴 하였으나 개인의 자유로운 생각을 고고범퍼카 만들기에 반영하였고 이후에 친구들과 어울려서 재미있고 즐거운 활동으로 진행되었음을 보여주었다.



<그림 7> 초등학생들의 창작품

#### 4.3 운영 사례 3: 방학 캠프 로봇 프로젝트

세 번째 사례는 2013년 1월 초 및 8월 초에 각각 총 4일에 걸쳐 곡성지역의 초등 및 중학생 약 30명을 대상으로 숙박을 겸하여 진행되었던 캠프 프로그램이다. 학생들은 창의적 체험활동의 일환으로 팀별로 협업을 하면서 다양한 주제를 표현하고 소품을 만드는 과정에서 IT 융합적 소양을 기르기 위하여 고고범퍼카 프로젝트에 참여하였다.



<그림 8> 고고범퍼카 면허증 게임

학생들은 1월초 캠프의 첫째 날에 오리엔테이션을 겸하여 팀 구성 및 창의적 활동(가면무도회, 패션왕 스타일 등)을 하였다. 둘째 날부터 그들은 고고범퍼카 만들기를 시작하여 오후에는 범퍼카

도미노 경연을 하였다. 이어서 학생들은 셋째날 오전과 오후에 라인트레이서 만들기 및 난이도가 높은 고고면허증 취득에 도전하였다. 마지막 날 오전에 그들은 개인의 창작품 만들기를 하였고 발표 및 팀별 시연을 한 후에 캠프를 마무리 하였다.

캠프 운영자는 2013년 8월 초에 3박4일에 걸쳐 여름 방학 캠프를 시작하였다. 그는 겨울 방학 캠프에 참여하지 않았던 학생들을 위주로 캠프 이튿날에 고고범퍼카 만들기과 도미노 게임 경연대회 활동을 진행하였다.

캠프 마지막 날에 참가자 26명(초등학생 7명, 중학생 19명)을 대상으로 고고범퍼카 프로젝트에 대한 설문조사를 실시한 결과 대체로 매우만족(65%), 만족(4%), 보통(19%), 불만(12%)의 응답을 보여주었다. 이 결과는 학생들이 대체로 고고범퍼카를 직접 만들어보고 작동시켜 보면서 도미노 형태의 범퍼카 게임을 하는데 만족스러워 했음을 시사하였다.



<그림 9> 고고범퍼카 경연대회

### 5. 고고범퍼카 프로젝트의 교육적 의미

#### 5.1 고고범퍼카 프로젝트 디자인 측면

고고범퍼카 프로젝트는 학생들이 일상에서 만나는 복합적인 문제를 해결할 때 마이컴보드와 센서를 도구로 활용할 수 있는 능력을 배양하는데 도움을 주도록 하기 위하여 제공된 융합 IT교육 프로그램이다. 고고범퍼카 프로젝트 설계자(이하 설계자로 표시)는 학생들이 고고보드를 사용하여 재미있게 놀면서 배우는 방법을 고민한 끝에 기본적인 범퍼카 프로토타입을 고안하였고 이에 따라 학생들이 범퍼카를 만들어보면서 자연스럽게

게 마이콤보드와 센싱 등에 대하여 학습하고 활용할 수 있는 능력을 체득하도록 프로젝트 활동을 구성하였다. 설계자는 후속면담(2014년 2월 10일)에서 고고범퍼카 프로젝트를 설계하게 된 배경에 대하여 다음과 같이 알려주었다.

설계자: 가장 저한테 풀어야 할 것은, “어떻게 하면 고고보드를 쉽게 가르쳐줄까?”가 제일 고민이었어요. 아무리 내가 쉽게 가르쳐도 재미가 없으면 애들이 재미없어 하면 몰입이 되지 않잖아요, 집중도 안 되고. 그리고 자유도가 너무 높아지면 맛을 못 느끼는 거죠, 몰입이 안 되고. 그래서 프로토타입을 심플한, 정말 고고보드를 공부하는데 (강조하면서)가장 중요한 컨셉들, 센싱이라든지 센서가 트리거를 했을 때 뭔가 작동이 되는 그런 것을 알려주고 센서를 담고 있는 프로토타입을 제공하여 재미있는 뭔가를 해 줄 수 있으면 도구의 사용방법은 물론이고 활용하는 것까지 알려주고 애들한테 들어갈 수 있다. 그렇게 고민해 가지고 범퍼카를 디자인한 거죠. 그리고 기왕이면 누구든지 원하면 A4에 이미지 받아서 다운받아서 출력하면 칼로 잘라서 만들 수 있게 했어요.

고고범퍼카 설계자의 고민은 학습자가 로봇기술에 관한 작동 원리를 재미있게 배울 수 있도록 해 주는 균형 잡힌 콘텐츠의 제공에 머물러 있었다. 그는 학생들이 고고보드라는 마이콤 도구를 배우는 초기 과정에서 그 도구를 최대한 활용할 수 있도록 지원해 주는 좋은 프로토타입을 제공하는 것이 중요하다고 생각하고 있었다. 고고범퍼카 프로젝트가 지닌 특징은 다음과 같다.

고고범퍼카 프로젝트를 통하여 학습자는 자동차의 부품(개체)을 조립하여 원하는 대로 작동을 시켜보면서 원리와 개념을 하나씩 알아가게 되면서 고고보드에 관련된 도구를 완전히 학습하는데 큰 도움을 받게 되며 결과적으로 도구에 익숙해짐으로써 자신의 아이디어를 자유롭게 창의적으로 구현하는데 활용할 것이다.

## 5.2 고고범퍼카 도미노 게임 활동

학생들이 고고범퍼카를 성공적으로 만든 후에 설계자는 좀 더 심화된 로봇 프로젝트를 구상하여 범퍼카 도미노 프로젝트를 학생들에게 소개하였다. 이것은 학생 개인이 미리 만들어진 템플릿에 따라 주행로봇을 만들고 앞면과 뒷면에 터치센서를 부착하여 두 대의 차가 서로 부딪치면 그 방향으로 다른 차가 주행하게 된다. 이렇게 함으로써 여러 명의 학생들이 서로 협력하여 차를 일렬로 세워놓고 맨 뒤의 차를 작동시킨 후에 앞으로 가면서 릴레이 형태로 차가 앞으로 작동하도록 하는 도미노 방식의 프로젝트이다. 터치센서를 사용한 GoGo Monitor 명령어를 미리 준비하여 학생들이 다운 받을 수 있도록 함으로써 실습 시간을 줄이고 대신 아이들이 범퍼카 완성을 하는데 집중함으로써 도미노 놀이를 즐길 수 있도록 하였다.

세 가지 운영 사례에서 진행되었던 범퍼카 도미노 게임을 팀별로 준비하는 과정을 관찰한 결과 학생들은 다른 팀원들과 협동을 해야만 물통 쓰러뜨리기 미션을 달성할 수 있다는 경험을 하게 되었으며 여러 번의 시행착오를 거치는 등 자율적으로 팀 활동을 하게 되었다. 설계자는 고고범퍼카 프로젝트를 운영하면서 학생 자신이 고고범퍼카를 직접 만들고 그것이 처음에 설계한 의도대로 움직이는 것에 대해 아이들이 매우 기뻐하는 것을 보게 되었다. 그는 아이들이 비록 완전하지 않은 것이라도 자신이 제작한 것에 대해 성취감과 애착을 갖고 공작을 해나가는 과정에서 자연스럽게 몰입하게 되는 가능성을 알아차리고 있었다. 운영사례 2와 3에서 초등학생들뿐만 아니라 성취도가 떨어지는 중학생팀의 학생들도 범퍼카를 도미노 형태로 일렬로 늘어세우고 연쇄반응을 통해 마지막 범퍼카가 물통을 쓰러뜨리게 되었을 때 성취감은 환호성으로 터져나왔다. 학생들의 고고범퍼카 도미노 활동에 관한 비디오 화면을 보면서 설계자는 학생들이 시행착오 끝에 물통을 쓰러뜨리는 것을 보면서 “아~ 그래서 공작이라는 과정이 중요하다, 크래프트가 중요하다”는 것을 다시 확인하게 되었다. 이처럼 고고범퍼카 프로젝트는 학생들의 공작활동을 통해 성취감과

내적 즐거움을 안겨주는 IT 융합적 교육 프로그램의 가치를 지니고 있음이 확인되었다.

### 5.3 고고범퍼카 프로젝트와 창의적 측면

고고범퍼카 만들기 활동을 통하여 학생들은 도미노 형태의 연쇄반응 실험과 라인트레이서로 세가지 코스를 통과하면 운전면허증 취득을 하는 활동까지 단계별로 숙련도와 경험의 폭을 심화시켜 나갔다. 설계자는 고고범퍼카를 사용하면서 창의적인 활동을 하는 측면에 관하여 다음과 같이 조망하였다.

설계자: 각자 만들고 싶은 것을 하나씩 고민해 보고 와라 해서 그 뒷날에 같이 만들어보죠. 굉장히 자유도가 높아요, 프레임을 써도 되고 분해해서 사용해도 되고 그것은 자유예요. 한 두명 정도 그런 창의적인 것을 못하는 애들이 있어요. 아니면 공작을 못하는 애들이 있어요. 성향도 있는 것 같구요. 대부분 도구에 대한 숙련, 숙련이라기 보다는 익숙함 이것이 창의적인 것을 하는데 중요한 것 같아요.



<그림 10> 중학생 창작품: 고고펫



<그림 11> 중학생 창작품: 지게차

운영사례 1에서 등장한 영재반 학생들이 개인 창작품을 만든 것을 보면 다양한 아이디어가 나온 것을 확인할 수 있었다. 중등물리반의 중학생 1학년 김군은 센서의 움직임을 이용하여 애완동물의 움직임을 디자인하여 <그림 10>의 고고펫이라는 작품을 만들었다. 수학정보반의 중학생 2학년 정양은 고고범퍼카의 프레임에 이용하여 <그림 11>의 지게차의 움직임을 디자인하여 창작품을 만들었다. 중등물리반의 중학생 1학년 이군은 미완성 청소차를 디자인하였으며 수학정보반의 중학생 1학년 김군은 픽업트럭을 디자인하여 수상하였다. 운영사례 3의 초등학생들은 고고범퍼카를 새로운 모양으로 만들어 달리기 시험을 하는 활동에 몰입하면서 즐기는 모습을 보여주었다.

전반적으로 프로젝트에 참여한 초등학생과 중학생들은 IT융합 교육의 일환으로 프로젝트 운영자의 도움을 지속적으로 받으면서 이러한 개인적인 창작품을 구현할 수 있었다. 이러한 학생들의 창의적인 활동을 지원하기 위하여 로봇강사는 고고범퍼카 만들기 단계부터 창작품을 구상하여 구현하는 단계 전반에 걸쳐 다양한 아이디어를 토대로 공작 만들기에 그치지 않고 기예적 활동이 발현되도록 수업을 끝나갔음을 확인할 수 있다.

### 5.4 고고범퍼카 프로젝트의 교육적 의미

고고범퍼카 프로젝트는 학생들에게 고고범퍼카를 직접 만드는 체험을 한 후에 다른 친구들과 도미노 게임과 고고면허증 취득 등 즐거운 활동을 하면서 마이크로컴퓨터의 기능을 습득하고 그 기능을 활용하여 생활 속의 문제와 궁금증을 해결하는 능력을 키워주기 위해 고안된 IT 융합 에듀테인먼트 프로그램이다. 로봇소양 및 로봇활용 교육의 일환으로 세 개의 적용 사례를 고찰한 결과 다음과 같은 교육적 의미를 포착하였다.

학생들은 마이크로컴퓨터 보드를 이해하기 위하여 주변의 물리적 변화를 감지하고 측정하는 방법에 대한 이해를 먼저 해야 한다. 그러기 위하여 그들은 센싱의 의미와 센서를 활용하는 방법을 알아야 한다. 학생들은 고고범퍼카 프로젝트를 수행하면서 터치 센서를 고안하고 이를 마이크로

컴퓨터의 입력부에 연결하는 과정을 통하여 자신이 만든 범퍼카가 터치 센서에 반응하여 전진하는 범퍼 도미노를 만들어 봄으로써 로봇의 동작에 대하여 자연스럽게 터득할 수 있었다.

또한 중학생들은 범퍼카가 다른 차의 센서를 터치 할 때마다 각기 출발하고 멈추는 동작을 하도록 프로그래밍하는 과정을 통하여 센서의 입력부와 그 센서의 입력 값에 따라 자동차의 동작을 제어하는 방법을 배우게 되었다. 즉, 그들은 고고모니터 프로그래밍을 통해 센서의 변화를 마이컴에 가져오는 방식과 그 변화와 값에 따라 마이컴에 연결된 모터나 전등을 작동시키는 방법에 대하여 자연스럽게 학습할 수 있었다.

이 일련의 과정을 통해 중학생들은 자연스럽게 주변의 물리적 값의 변화에 따른 제어를 명령하고 설계하는 방법을 익혔고, 모터나 전등뿐만 아니라 전기를 통해 동작하는 어떤 것이든 자신이 센서의 변화에 따라 제어할 수 있다는 것을 체득하게 되었다. 특히 참여한 대다수의 학생들은 범퍼 도미노 프로그램을 통해 위의 일련의 과정을 학습이 아닌 놀이의 일환으로 배우는 것으로 드러났다.

## 6. 결론 및 제언

본 연구는 기존 고고보드의 성능 향상을 꾀하였고 로봇활용교육과 창의적 활동을 연계시키는 프로젝트형 콘텐츠를 개발 및 적용함으로써 현장에 투입 가능한 IT 융합형 콘텐츠 개발에 기여하였다. 연구에 참여하였던 중학생들은 직접 고고범퍼카를 만들어 조립한 후에 결과물을 테스트하면서 센서 및 로봇 부품의 작동 원리와 개념 등을 하나씩 익혀나가게 되었으며 단계별로 고고범퍼카 사용에 대한 숙련의 정도를 높이면서 재미있는 팀별 활동을 함으로써 점차 자신만의 창작품을 만들 수 있었다. 이에 비하여 초등학생들은 강사의 도움을 받으면서 고고범퍼카를 만들어가는 방식과 친구들과 놀이를 하는 등 다양한 창의적 체험활동의 형태로 즐기는 모습을 보여주었다.

### 6.1 STEAM 교육과의 연계성

본 연구에서 제시한 고고범퍼카 프로젝트는 IT 융합형 콘텐츠이다. 기존의 고고보드를 활용한 연구는 실세계와 가상세계를 연결하여 과학실험용 콘텐츠 개발[7]과 팀별로 프로젝트를 자유롭게 창의적으로 수행하는 부류[8][9] 나뉠 수 있다. 이에 반하여 고고범퍼카 프로젝트는 과학(물리량 측정, 센싱), 기술(프로그래밍), 공학(메카트로닉스), 예술(자동차 디자인), 수학(도미노 게임) 등 다양한 분야와 연계성으로 가지면서 재미와 교육적 효과를 적절하게 추구할 수 있는 프로토타입을 제공한다는 측면에서 차별성이 있다. 학생들은 미리 준비된 프레임에 따라 고고범퍼카를 조립하는 과정에서 공작에 대한 경험, 완성된 자동차를 움직이면서 관련되는 부품을 작동하는 즐거움과 원리에 대한 이해를 가질 수 있었다.

고고범퍼카 도미노 게임을 통하여 학생들은 모터의 회전과 방향 제어에 대한 세밀한 계산을 하는 활동에 다다르지 못했지만 반복적인 시도를 통하여 도미노 게임을 완성하는 (물통 쓰러뜨리기) 미션을 해 냄으로써 물리량과 확률적 패턴에 관련된 활동을 보여주었다. 즉, 범퍼카의 연쇄적 움직임을 통하여 마지막 결과를 보고 원인을 유발하는 요소를 재조정하는 활동을 함으로써 학생들은 연쇄반응에 대한 물리적 이해를 할 수 있었다.

운영 사례 1과 3에서 라인트레이서를 만들기 위하여 학생들은 두 개의 센서를 사용하여 주어진 고고모니터 코딩을 수정하는 작업을 했으며 다양한 경로의 면허증 코스를 통과하는 미션을 수행하였다. 충분한 시간 여유를 가지고 진행된 영재반 프로그램(운영 사례 1)에서 학생들은 저마다 다양한 아이디어를 구상하였고 자신만의 창작물을 디자인하여 제작함으로써 로봇예술 프로그램의 측면을 보여주었다[18]. 이러한 창의적 측면은 연간 프로그램의 일부로 진행된 초등학교 사례 2에서도 나타나고 있다[9].

사례 1과 사례 3을 통하여 볼 때 고고범퍼카 프로젝트는 중학생들에게 로봇의 근본적인 개념과 원리를 터득하면서 고고보드라는 마이컴이 로봇의 핵심 기능을 수행하는 도구이며 더 나아가

자신의 생활 속에서 등장하는 문제를 해결하는 도구로써 활용할 수 있음을 느끼고 체험할 수 있게 해 주었다. 뿐만 아니라 초등학생들에게도 이 프로젝트는 전기, 전자, 컴퓨터, 기계가 융합된 복잡하고 어려운 메카트로닉스 기반의 교육적 활동을 친근하고 즐거운 프로젝트 기반의 로봇활용교육 프로그램으로 수행될 수 있음을 시사하였다.

## 6.2 로봇활용교육에의 적합성과 제언

본 연구에서 개발한 프로젝트 방식의 콘텐츠는 교구로봇 기반의 로봇활용교육에서 주로 등장하는 조립 중심의 활동을 탈피하고 기본적으로 제공하는 프레임 기반의 심화 및 창작 단계의 활동으로 나아가는 특징을 보여주었다. 고고범퍼카 프로젝트 운영 사례는 미리 준비한 로봇키트(고고보드)로 수업을 하면서 학생들이 자신의 아이디어를 최대한 반영할 수 있는 프로젝트형 수업으로 이끌어 나가는 장점을 보여주었다.

특히, 참여한 중학생들은 2-3시간 사이에 범퍼카를 조립하고 테스트 하면서 실제 작동하는 모습에 놀라워하였다. 부품의 결합과 제어 기술을 통하여 작동하는 개별 범퍼카를 여러 개 이어서 릴레이 방식으로 도미노를 만들어봄으로써 개별 프로젝트가 팀별 활동으로 연계되는 모듈식 특징을 보여주었다. 현장 교사는 이러한 실습형 프로젝트를 제공받음으로써 학생들에게 창의적으로 문제를 해결하는 능력과 개인 창작품을 만드는 능력을 지속적으로 향상시키는 부수 효과를 거둘 수 있다[6]. 또한 이 프로젝트는 방과후 수업처럼 제한된 시간 내에 로봇 활동을 마무리해야 하는 경우에 적합한 것으로 판단된다.

여기서 주목해야 할 부분은 로봇강사가 학생들에게 도움을 주는 방식에 관한 것이다. 고고범퍼카를 만들기에 관한 정형화된 틀이 있음에도 학생들의 수준을 고려하여 도움을 주는 방식에 따라 다양한 수업결과물이 나올 수 있다[8][9][11]. 이러한 프로젝트 자유도와 로봇강사의 도움 방식의 상관관계를 감안하여 학생들의 창의적 활동과 그 결과물에 대한 세밀한 연구가 필요하다.

고고범퍼카 프로젝트 외에도 동물의 움직임을 흉내내는 고고팻 프로젝트와 집 안에서 등장하는

각종 문제를 해결할 수 있는 고고하우스 프로젝트와 같이 향후에 STEAM 융합 수업으로 확장시킬 수 있는 부분을 제안한다. 또한 교육현장에서 실제 STEAM 융합 교육으로 진행하기 위하여 고고범퍼카 프로젝트 활용에 관한 세밀한 교육과정이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김미량, 조혜경, 이석원, 한정혜, 한광현, 신승용, 최미애, 지상훈, 김소미(2008). 창의성 증진을 위한 로봇활용 교육 방안 연구. 한국교육학술정보원 KERIS 연구보고 KR 2008-14.
- [2] 김석희, 유현창(2013). Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 16(3), 79-89.
- [3] 남윤정 (2014). 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠 개발. 안동대학교 석사학위 논문.
- [4] 박정호, 김철 (2010). 초등학교 교과통합 로봇활용교육 프로그램 개발에 관한 연구. **한국정보교육학회 논문지**, 14(1), 35-44.
- [5] 신승용(2012). 로봇 활용 STEAM 교육에 참가한 초등학생들의 학습만족 요인분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 15(5), 11-22.
- [6] 이남섭, 이상봉 (2011). 중학교 창의적 체험활동 동아리 활동을 위한 기술적 문제해결 활동 과제의 개발. **한국기술교육학회지**, 11(3), 40-57.
- [7] 우정훈, 전영국 (2013). NetLogo 기반의 과학탐구용 시뮬레이션 콘텐츠 개발 및 형성평가. **컴퓨터교육학회 논문지**, 17(2), 65-76.
- [8] 전영국 (2014). 필리핀 학교에서 적용한 에듀테인먼트 기반의 로봇 AEEP 사례에 대한 형성 평가. **교사교육연구**, 53(1), 77-93.
- [9] 전영국, 이행미 (2014). 초등학교 방과후 수업용 로봇 예술 프로그램의 개발 및 적용. **교사교육연구**, 53(2), 260-276.
- [10] 최민호 (2011). **폴드버그장치 제작활동을 적용한 학습 프로그램 개발 : 고등학교 물리단원을 중심으로**. 석사학위 논문. 한국교원대학교 교육대학원.
- [11] Siptakiat, A., P. Blikstein (2010), *Robotics and environmental sensing for low-income populations: design principles, impact, technology, and results*, In International conference of the learning sciences; ICLS 2010 Proceedings. 447-448.
- [12] Siptakiat, A., Blikstein, P., & Cavallo, D. (2004). *GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences*, In Proceedings from International Conference of the Learning Sciences, California, USA, pp. 481-488.

- [13] Sipitakiat, A. & Cavallo, D. (2003). *Digital Technology for Conviviality: Making the Most of Students' Energy and Imagination in Learning Environments*. Euro Logo 2003. Porto, Portugal, pp. 264-273.
- [14] GoGoBoard 공식 사이트 : <http://gogoboard.org/>
- [15] GoGoBumper Car Project 공식 사이트 : <https://sites.google.com/site/gogobumper/>
- [16] ARDUINO 보드 공식 사이트 : <http://arduino.cc>
- [17] PICO 보드 공식 사이트 : <http://www.picocricket.com>
- [18] H. J., Coluntino, D., Martin, F. G., Silka, & Yanco, H. A. (2007). *Artbotics: Community-based collaborative art and technology education*. In *Proceedings of SIGGRAPH 2007*, The 34th International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques, San Diego, CA, August 2007.
- [19] Blikstein, P., & Wilensky, U. (2006). *The Missing Link: A Case Study of Sensing-and-Modeling Toolkits for Constructionist Scientific Investigation*. Proceedings of the International Conference for Advanced Learning Technologies (ICALT 2006) (pp. 980-982). Kerkrade, The Netherlands.



### 박 홍 준

2002 순천대학교  
컴퓨터교육과(이학사)  
2008 순천대학교 대학원  
컴퓨터과학과(이학박사)  
2008. 3 ~ 2011. 8 순천대 교수학습개발센터  
2011. 9 ~ 2014. 12 순천대 창의발명디자인센터  
2015. 1 ~ 현재 광양만권 SW융합연구소  
관심분야: ITS, WBI, MBL, 교육 콘텐츠 등  
E-Mail: [hjpark@sunchon.ac.kr](mailto:hjpark@sunchon.ac.kr)



### 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,  
에이전트기반 모델링 등  
E-Mail: [ycjun@sunchon.ac.kr](mailto:ycjun@sunchon.ac.kr)