

고고범퍼카 프로젝트 기반의 정보영재반 수업에서 나타나는 컴퓨팅 사고 패턴 분석

전영국†

요 약

본 논문의 목적은 수학정보 영재반 수업에서 고고보드를 사용하여 고고범퍼카의 조립 과정 및 고고모니터 명령어로 고고범퍼카를 제어하는 활동을 분석하여 강사와 참여 학생 사이의 상호작용적 활동과 컴퓨팅 사고 패턴을 질적으로 탐구하는 것이다. 연구자는 연구참여자(로봇 강사 및 참여 학생) 2명을 대상으로 2013년 7월 말에 이틀 동안 고고범퍼카 프로젝트 수업을 비디오로 촬영하였다. 그리고 그 이후에 진우를 대상으로 2013년 11월과 2014년 1월 사이에 별도의 후속 면담과 비디오 회상 면담을 3회 실시하여 고고범퍼카 프로젝트 수행 과정에 관한 자료를 보완적으로 수집하였다. 비디오 및 면담 자료와 산출물인 고고모니터 코드를 분석한 결과 연구자는 고고범퍼카 프로젝트의 수행 활동에서 나타나는 컴퓨팅 사고의 전개 양상을 포착하였다. 참여 학생은 고고보드 부품 사용과 고고모니터 코딩 활동에서 로봇 강사와의 상호작용을 통하여 종종 숙고하면서 자신이 생각하는 바에 해당하는 명령어의 조합을 배열하면서 수정과 테스트를 순환적으로 하는 컴퓨팅 사고의 전개 패턴을 보여주었다.

주제어 : 고고보드, 고고범퍼카 조립, 고고모니터 코딩, 로봇 수업 분석

Analysis of Computing Thinking Patterns revealed in Gifted Information Classroom Teaching based on a GoGo Bumper Car Project

Youngcook Jun†

ABSTRACT

This paper aims to deeply investigate the interactive patterns between a robot teacher and a participating gifted student who assembled GoGo Bumper car and controlled it with GoGo Monitor commands. Two days of classroom activities for the GoGo Bumper car project were videotaped between July 29 and 30 in 2013. Extra video-based recall interviews were also conducted three times between Nov 2013 and Jan 2014. The qualitative analysis of video data, GoGo Monitor codes and interview data revealed several unfolding patterns of computational thinking. The participating student while interacting with a robot teacher often contemplated and coded on his own ways as he worked with GoGo board testing and assembling a GoGo Bumper car. The overall process of coding and testing his own ideas by finding out relevant commands and arranging them attuned to his computational strategies seems to be cyclic.

Keywords : GoGo Board, GoGo Bumper Car, GoGo Monitor Coding, Analysis of Robot Teaching

† 종신회원: 순천대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

논문접수: 2016년 12월 22일, 심사완료: 2017년 1월 25일, 게재확정: 2017년 1월 26일

*연구자는 2015년 8월에 한국컴퓨터교육학회 하계 학술대회에서 발표한 논문의 내용과 데이터를 재분석하여 새로이 논문을 완성하였습니다.

1. 서론

최근 IT 기술은 새롭게 진화하면서 기계, 농업, 자동차, 로봇 등의 다양한 분야에 융합되는 추세를 보여주고 있다. 이러한 융합 기술의 영향은 일선 교육현장에 과급 효과를 끼쳐 STEAM 교육과 같은 융합형 프로그램이 등장하고 있다[1]. 로봇 프로그래밍을 해 보는 학생들은 직접 부품을 만지고 조작해 보는 단계를 넘어서 자신의 아이디어를 가미하여 새로운 형태의 완성품을 만들어보는 재미를 느낄 수 있다[2].

초등학생들에게 인기가 있는 방과후 로봇 수업은 학생들에게 로봇의 조립법이나 부품에 대한 기초지식, 간단한 코딩을 다루게 하고 그들이 직접 로봇을 설계 및 조립하는 과정과 로봇을 제어하는 활동을 통해 성취감을 느끼고 창의적으로 문제를 해결하도록 도와주고 있다[4]. 이러한 과정에서 매우 중요하게 대두되는 것은 다양한 로봇 부품을 제공하여 학생들의 아이디어대로 조립 활동과 코딩 활동이 원활하게 진행되도록 해 주는 프로젝트 기반의 수업이다. 학생들은 창의적인 아이디어를 고안하고 마치 과학 실험을 하듯이 다양한 센서를 사용하여 각자 원하는 방식대로 조립하고 그것을 제어하는 코딩을 병행해 나가게 된다.

한편, 아두이노 보드와 같이 최근 많이 사용되고 있는 오픈 소스 기반의 로봇 키트들은 학생들이 마치 과학실험을 하면서 자신의 아이디어를 구현하게끔 해 주는 사용자 편의성을 제공하고 있다. 같은 맥락에서 아두이노 보드보다 먼저 개발된 것이 고고보드이다. 기존 연구에 따르면 MIT에서 개발된 고고보드는 실제 세계와 가상 세계를 연계하면서 탐구하는 활동[7]과 창의발명과 관련된 캠프 활동[10]을 하는데 도움이 되는 것으로 나타났다. 그간 영재수업에서 적용된 “고고범퍼카 프로젝트”는 참여 학생들에게 고고범퍼카를 제작하고 코딩을 통해 자동차를 제어하는 방법을 즐겁게 익혀서 그들이 생활에서 겪게 되는 불편한 문제점을 개선하는 활동까지 확장되었다.

이 연구는 기존의 로봇 활용 교육에서 학생들의 로봇 조립과 프로그래밍 활동의 전개 과정에

대한 분석 및 평가 연구가 부족한 배경에서 출발하였다. 로봇 활용 교육에 대한 기존의 연구들이 대부분 설문 조사에 따른 만족도 조사[5] 또는 로봇 키트를 활용한 결과물에 대한 분석[13]에 그치고 있다. 비디오를 사용함으로써 로봇 키트의 일종인 과학상자를 조립하여 학생 자신의 아이디어를 구현하는 과정에 대한 수업 연구는 최근에 소개되었다[12]. 또한 최형신[14]은 컴퓨팅 사고력의 관점에서 로봇 활용 교육을 평가하는 루브릭을 제시하였으며 포커스 그룹 면담을 보완적으로 사용하는 방식을 제시하였다.

본 연구의 주제는 정보영재반 수업에서 중학생들을 대상으로 IT융합 기반의 고고범퍼카 프로젝트를 수행한 내용을 비디오 사례로 분석함으로써 정보영재반 수업의 특징과 참여 학생(진우)의 프로젝트 활동을 고찰하고 로봇 강사와 영재반 학생의 상호작용성과 컴퓨팅 사고의 전개 패턴을 분석하는 것이다.¹⁾ 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 고고범퍼카 프로젝트 수업에서 학생의 조립 및 고고모니터 프로그래밍 활동을 복돋아주고자 하는 로봇강사의 특징은 무엇인가? 둘째, 고고범퍼카 프로젝트 수업에서 나타나는 참여학생의 활동에 관한 특징은 무엇인가? 셋째, 참여 학생의 고고모니터 코딩 산출물에서 나타나는 컴퓨팅 사고의 패턴은 무엇인가?

이를 위해 연구자는 먼저 고고보드를 활용한 교육 프로그램 사례에 대한 소개, 고고범퍼카 프로젝트의 프로그램 구성과 운영방법에 대하여 기술하였다. 마지막으로 교육현장에서 프로젝트를 운영한 결과를 토대로 컴퓨팅 사고력과의 관련성 속에서 IT 융합 기반 정보영재반 수업 연구에 관한 향후 방향을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 로봇 키트를 활용한 교육의 동향

로봇 키트를 교육에 도입하는 유형은 크게 로봇자체(부품 기초지식, 조립법, 프로그래밍)를 교육하는 로봇소양교육과 다양한 교과학습에서 도구로써 활용하는 교육으로 나뉜다. 대부분의 초·중·등 교육 현장에서 실시되는 교육은 로봇소양교육

보다 STEAM 교과 등에서 창의적으로 활용되도록 하는 로봇활용교육에 더 비중을 두는 추세를 보여주고 있다[2][3][5].

국내에서 개발된 다양한 로봇 키트에 대한 조사 연구[1]에 따르면 과학, 수학 등 정규학습과정과 연계하여 창의성, 논리력 등과 같은 기본소양을 증진하도록 로봇 활용 교육이 이루어지고 있음을 보여주고 있다. 해외의 동향을 살펴보면 로봇 교육과 예술적 활동이 접목되는 프로젝트 기반 학습이 장려되고 있는데 MIT 대학의 미디어 랩에서 개발된 고고보드[8] 및 피코보드[11] 외에 아두이노[3] 계열의 Makey Makey 보드 등이 사용되고 있다.

피코크리켓 보드는 한 손에 움켜잡을 수 있는 정도로 크기가 작으며 초등학생이 시각적으로 논리 블록을 선택, 조합, 배치해 주면 보드를 제어할 수 있는 장점을 지니고 있다²⁾. 이를 미술 교과에 활용한 연구[11]는 초등학교 4학년 학생들을 대상으로 미술 교과의 경험표현, 상상표현, 디자인과 생활, 영상표현의 4개의 단원에서 추출된 내용을 토대로 학습효과를 비교 분석하였다. 연구결과 피코크리켓 보드를 활용한 미술수업에 참여한 학생은 전통적인 미술수업에 참여한 통제집단의 학생보다 유의미한 수준에서 창의성 점수가 향상되는 결과를 얻었다.

고고보드는 MIT에서 개발된 개방형 보드로써 고고모니터 프로그래밍으로 제어되며 탐구형 과학실험 및 창의적인 프로젝트를 수행 하는데 적합하다[7]. 예를 들어, 에듀테인먼트 기반의 국제 교류 프로그램에 참여한 한국과 필리핀 중학생들은 고고보드 프로젝트를 수행하면서 팀별로 아이디어 디자인 및 개발과 발표 및 시연까지 하는 과정에서 역할 분담을 함으로써 프로젝트 기반의 창작 로봇 능력을 발휘하였다[8]. 또한 국내에서 시행된 고고범퍼카 프로젝트는 참여 학생들에게 고고보드를 사용하여 만든 자동차의 앞뒤에 센서를 부착하여 터치 방식의 주행 프로그래밍을 해보게 함으로써 기술과 공학을 융합하면서 재미있는 놀이로 연계되도록 해 주었다[1][10].

2.2 로봇 수업에 관한 비디오 분석

로봇 키트를 활용한 수업에 대한 선호도가 높아지면서 평가 방법에 관한 연구의 필요성이 높아지고 있다. 로봇을 다양한 교과에 접목한 수업에 대한 평가는 통상 설문지 위주로 진행되는데 이러한 양적 연구 방법은 학생들의 프로젝트 수행 과정에 대하여 알려주는 것이 거의 없다. 그 대안으로써 관찰과 비디오 분석 방법이 사용되고 있다[12][16]. 일례로 방과후 로봇 수업에 참여한 초등학생과 로봇 강사를 비디오로 촬영하여 분석한 연구는 참여 학생이 로봇 강사의 도움을 받으면서 과학상자를 사용하여 투석기를 조립하고 제어하는 일련의 과정에서 그 학생만이 갖고 있는 고유한 작업패턴을 보여주었다[12].

질적 연구자는 로봇 키트와 같이 다소 복잡한 부품을 다루는 학생들을 관찰하는 방법 대신에 로봇수업에 대하여 비디오 촬영을 하고 참여 학생의 활동에 관하여 범주화된 코딩을 통하여 패턴을 분석함으로써 세세한 부분을 탐구할 수 있다. 김정현[9]은 로봇활용수업에서 관찰 가능한 100개의 행위를 목록화한 후에 8개의 관찰가능한 행동 요소로 범주화하여 제시하였다. 그는 중학생 한 반을 대상으로 진행한 수업 관찰 자료를 분석한 후에 로봇 조작 수준이 상인 학생은 자료 수집, 자료 조작 및 활용에, 조작 수준이 중인 학생은 토의 및 토론, 자료 작성 및 제작 등의 활동에 상대적으로 더 시간을 보낸 것으로 보고하였다. 또 다른 비디오 연구는 로봇 활용 수업이 일반 수업에 비하여 로봇을 준비하거나 정리하는 시간 때문에 수업의 전체 시간이 그만큼 줄어드는 현상을 보고하였다[15].

2.3 컴퓨팅 사고력에 관한 평가 요소

연구자가 로봇 수업이 진행되는 과정을 비디오로 촬영 할 때 수업 종료 후에 참여 학생과 함께 비디오를 보면서 그가 구체적으로 어떤 생각과 태도로 특정 활동을 진행했는지에 대하여 기억을 되살리는 방식으로 면담을 진행한다. 일례로, 중학생의 C 프로그래밍 작업을 분석한 비디오 연구는 하노이탑 문제를 해결하는 과정에서 논리적

사고력과 절차적 프로그래밍으로 변환되는 과정을 포착함으로써 참여 학생의 컴퓨팅 사고력이 전개되는 양상을 보여주었다[16]. 이 연구는 컴퓨팅 사고력을 측정하는 방법으로써 산출물 기반 면담과 디자인, 코딩 분석 등을 함께 다루는 평가 방식[14]에 보완적으로 사용될 수 있음을 시사하고 있다.

또한 연구자는 컴퓨팅 사고력의 하위 요소들을 탐구하기 위하여 산출물 기반 면담과 비디오 분석을 병행함으로써 로봇 활용 교육에서 나타나는 컴퓨팅 사고력의 전개 양상에 대하여 세밀하게 분석할 수 있다. 하지만 기존의 연구에서 소개하는 컴퓨팅 사고력에 대한 평가 템플릿이 프로그래밍과 로봇 프로그래밍 수업에 그대로 적용되기 어려운 측면이 있다. 이에 연구자는 스크래치 코딩 작업에 대한 평가 방법을 소개한 Brennan과 Resnick의 논문[17]은 프로젝트 디자인(디자인 및 코드 재사용, 상호작용성, 논리적 이벤트 구성, 병렬성) 및 프로그래밍(서브루틴, 반복, 테스트와 디버깅), 작업 과정 (순환적 코딩 작업, 시간 관리, 프로젝트에 대한 반성적 고찰)으로 하위 요소를 도출하여 컴퓨팅 사고력에 대한 측정을 시도하였다.

3. 연구설계

3.1 연구 대상자 및 수업 내용

연구자는 고고범퍼카 프로젝트가 진행되는 정보영재반 수업에 참가하는 학생들 중에서 수학-정보 융합반 지도교수의 추천을 받아서 남녀 1명씩을 섭외하였다. 이 연구는 그 중에서 수학 및 정보 분야에서 두드러지게 활약을 해왔던 남학생(진우) 한 명을 연구 대상으로 삼았다.

진우는 수학에 많은 흥미를 갖고 있으며 2013년 당시에 S대 과학영재교육원 수학정보 융합반에 다니는 중학교 3학년 학생이었다.³⁾ 그는 초등학교 5학년 때 6개월 정도에 걸쳐 교사의 안내에 따라 디키⁴⁾ 프로그래밍으로 시간초 재기, LED 하트 모양 만들기 및 다양한 음계로 소리 내기 등을 해 본 경험을 갖고 있었다. 그는 초등학교 6학년때 처음 지방에 소재한 S대 과학영재교육원

의 초등반에서 공부를 하였으며 그 이후에 중등영재반에서 2012년 6월부터 9월 사이에 4회에 걸쳐 NetLogo 프로그래밍[7] 수업을 본격적으로 받았다. 그는 이듬해인 2013년 7월말에 심화과정의 일환으로 이틀에 걸쳐 고고보드를 사용한 고고범퍼카 프로젝트 수업에 참여하였다.

<표 1> 고고보드 프로젝트 수업 내용

수업 날짜	7월 29일	7월 30일
수업 내용	고고보드 각각의 명칭 익히기 및 고고모니터 프로그래밍으로 고고보드 테스트 하기	템플릿을 사용하여 고고범퍼카를 만들고 테스트 후에 코드 변형하는 작업 진행

3.2 자료 수집 절차 및 분석

연구자는 진우가 작성한 고고모니터 코드 파일과 소감문 등을 수집하였으며 2013년 7월 29일과 7월 30일에 고고보드를 사용한 고고범퍼카 수업을 비디오로 촬영하였다. 비디오 촬영에서 중요한 것은 컴퓨터 화면에 나타나는 고고모니터 프로그래밍에 대한 자료를 가독성이 있도록 수집하기 위하여 캡타시아 소프트웨어를 실행하여 수업 시간에 사용된 컴퓨터 화면을 동영상으로 캡처하는 것이다. 또한 연구자는 2013년 11월 9일에 면담을 실시하였으며 2014년 1월 21일과 1월 28일에 비디오 회상 면담을 통하여 고고범퍼카 프로젝트 수행에 관한 자료를 수집하였다.

연구자는 비디오 촬영시 연구참여자의 곁에서 수업 관찰을 하면서 필요한 경우에 자연스럽게 질문을 던지는 방식으로 구술 데이터를 확보하였다. 2회에 걸친 면담에서 연구자는 컴퓨터 프로그래밍에 관한 경험과 코딩 방식에 대하여 질문을 던졌으며 비디오 회상 면담에서 진우가 고고범퍼카 프로젝트를 수행하는 특정 장면(예, 집중하여 코딩하는 장면 등)에 대하여 구체적으로 후속 질문을 던졌다. 면담자료는 모두 전사되었으며 비디오 자료는 타임라인의 형태로 작성되었다.

연구자는 진우가 작성하였던 고고모니터 코드를 분석하였고 비디오 회상 면담 자료와 대비시켜서 자신의 아이디어를 구현하는 과정을 포착하

였다[2][4]. 진우를 포함한 학생들이 로봇 강사와 상호작용하는 부분에 관한 비디오 자료를 분석하는데 사용된 범주는 다음과 같다[9]: 주의집중 (관찰, 숙고 등), 로봇 강사 주도 (안내, 설명 등), 자료수집 (사이트 참조, 메모), 자료 작성 및 제작 (코딩), 고고보드 조작 및 실습, 테스트 (에러 해결 등), 질문-대답 및 친구와 상호작용하는 활동 등이다. 연구자는 박사과정생의 도움을 받아 범주별로 비디오 자료를 코딩하였고 상호 검토를 거쳐 로봇 강사와 학생들 사이의 상호작용 패턴에 대한 분석 작업을 마쳤다.

4. 고고보드의 소개 및 실습 수업

4.1 고고보드의 구성 요소

고고보드(GoGo Board)는 센서를 기반으로 모터 등의 기계적 장치를 움직이게 제어하는 프로젝트를 수행하는데 사용되는 컴퓨팅 장치이다. 고고보드 프로젝트의 목적은 각자의 관심사에 따라 구현하고자 하는 내용을 설계 한 후에 그 지역에서 부품을 구입하여 저비용으로 완제품을 만들 수 있는 오픈 소스 플랫폼을 만드는 것이다. 고고보드는 메인 칩, 입출력 포트 등을 갖추고 있으며 센서 등을 입력 포트에 꽂아서 데이터를 읽은 후에 해당되는 모터를 구동하는 방식으로 사용될 수 있다.

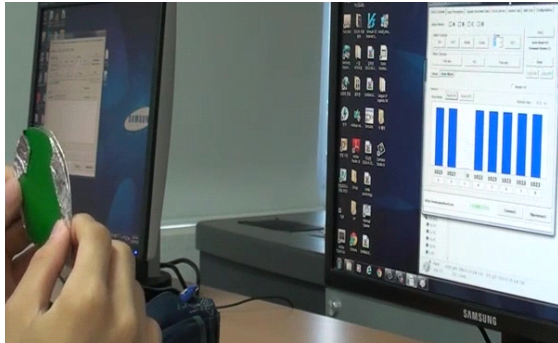
고고보드의 메인 칩(main chip)은 PIC 계열로 분류되며 마이크로 컴퓨터의 뇌에 해당하는 부분으로 프로그램을 저장하였다가 처리하는 부분과 여러 명령어를 실시간으로 처리하거나 입력된 데이터를 저장하는 기능을 가지고 있다. 입력 포트는 주로 센서를 연결해 주기 위한 부분으로 센서를 통해 전기적 신호를 입력받아 이를 메인 칩으로 보내주는 역할을 한다. 고고보드에는 8개의 입력 포트가 있으며 출력 포트는 모터, LED, 전구 등을 연결하여 특정한 조건에 따라 이를 구동할 수 있도록 해주는 기능을 수행하는 부분으로, 고고보드에는 총 4개의 모터나 LED를 연결하여 구동할 수 있다[10].

4.2 시범 수업: 센서와 고고모니터 테스트하기

컴퓨터 수업에서 중요하게 등장하는 것은 시범 기반의 수업이다[19]. 이것은 강사가 다루고자 하는 기기에 대한 시범을 보이면서 설명을 해 주고 학생들의 이해를 증진하도록 도와주는 수업 방식이다. 강사가 로봇 키트와 같이 다소 복잡한 도구를 사용하는 수업을 할 때 학생들의 관심을 끌면서 고고보드 부품에 대한 설명과 더불어 부품을 다루어보게 하는 시범을 보여주는 단계는 매우 중요하다.

로봇 강사는 첫째 날(7월 29일)에 조그마한 컴퓨터의 관점에서 입출력이 없는 고고보드를 소개하였다. 입력, 출력, cpu, 저장, 연산 장치가 있는 컴퓨터와 달리 고고보드는 기억장치가 cpu안에 있으며 8개의 입력 포트와 네 개의 출력 포트를 갖고 있다. 이에 대한 소개를 마친 그는 도둑이 들었을 때 뭔가를 밟으면 소리가 나도록 하는 것이 필요한 것처럼 센서의 중요성을 일깨워 주었으며 휴대폰(갤럭시 S4)을 예로 들어 습도 및 온도 센서에 대하여 소개해 주었다. 그 후에 그는 학생들에게 고고보드와 고고모니터 프로그래밍을 사용하여 “센서에서 특정 값이 들어오면 모터를 돌려라” 하는 일을 할 수 있음을 제시하였다. 이 과정에서 강사는 센서와 저항과의 관계를 전기장판의 예를 들어 설명하였으며 은박지 터치 센서를 꽂아서 모터를 작동시키는 고고모니터 프로그래밍 실습을 하도록 안내해 주었다.

강사는 고고보드 사이트(<http://gogoboard.org/>)를 소개한 후에 고고보드와 고고모니터를 테스트하는 실습을 진행하였다. [그림 1]에 보면 진우는 저항에 대한 강사의 설명을 들으면서 왼쪽 손가락을 고고보드 위의 적외선 센서에 붙였다 떼었다 하면서 고고모니터를 살펴보았다. 그리고 그는 은박지 터치 센서를 comport 3번에 꽂고 터치되었을 때 저항값이 0이 되는 것을 확인하였다.



[그림 1] 고고모니터 실행 화면을 보면서 은박지 센서를 터치했을 때 저항값을 확인

강사는 고고모니터 명령어를 소개한 웹사이트를 소개하자 진우는 한줄 한줄씩 매우 신중하게 읽어보았다. 그는 고고모니터 프러시저에서 코드를 짜고 다운로드한 코드를 고고보드에 전송한다. 그리고 보드에 있는 스타트 버튼을 눌러서 테스트 하였다. 고고보드에 대하여 약간 익숙해지자 강사는 아래와 같은 예제 코드를 주고 학생들이 코드 작동에 대하여 파악해 보도록 안내해 주었다.

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

to motor_play
  beep wait 4 ;; 0.4초 동안 비프음 한 번 울림
  beep wait 4
  ab, on ;; 모터 A, B 구동
  forever [ if sensor2 < 100
    [ab, off] ;; 모터 A, B 멈춤 ]
end
```

11:00

강사: 이 코드를 보고 어떻게 작동한다고 설명하면 된다.

진우: [진우가 손을 든다. 평소 보다 밝게 밝은 표정으로 설명한다.] 먼저 처음에 누르면요, 그 소리가 두 번 나요. 0.4초 간격으로 그 다음에 모터 A, B를 두 개 다 켜요. 그리고 또 그 이후로 계속 켜져 있다가 그 뭐지? 입력 단자 두 번째에 저항값이 100 아래로 떨어지면은 A, B모터를 둘 다 꺼요.

강사: 아~ 그래요? 저 프로시저 앞으로 가는 거예요. A, B가 돌면 어떻게 되요?

학생들: 앞으로

강사: 앞으로 가는 거예요. 가다가 센서 2번을 탁 누르면 어떻게 되요? 탁 서는 거예요. (발표를 잘 해서 진우는 점수를 받음)

진우는 은박지를 사용하여 만든 터치 센서를 사용하여 저항값이 거의 0으로 떨어지는 것을 주의 깊게 관찰하였으며 첫 번째 센서(차 뒤쪽에 붙일 센서 sensor1)가 작동되면 고고모니터 명령어인 ab, on을 사용하여 두 개의 바퀴에 해당되는 모터를 구동하여 전진하고 두 번째 센서(차 앞쪽에 붙일 sensor2)가 작동되면 모터 작동이 중지되도록 하는 코드를 정확하게 이해하였다.

5. 고고범퍼카 조립 및 구동 실습, 그리고 나만의 코드 작성

5.1 고고범퍼카의 조립과 테스트

둘째 날에 만들 고고범퍼카는 앞뒤에 센서가 각각 한 개씩 있는데 앞쪽 센서가 닿으면 서고, 뒤쪽 센서가 닿으면 앞으로 가도록 만든 자동차이다. 이러한 범퍼카 프로젝트는 고고 보드를 활용하여 간단한 자동차 모형을 만들어 봄으로써 고고 보드의 주용 기능을 쉽게 이해하고 사용하는데 도움이 된다. 강사는 먼저 고고범퍼카의 작동 방식을 보여주고 “가고 스탑 다 되면 3점, 스탑만 안 되면 2점, 가는데 안되면 1점, 안 만들면 0점”으로 평가할 계획임을 공지하였다. 이어서 학생들은 아래 비디오 화면 자료에서 보듯이 자동차 모형의 도안과 모터, 바퀴, 기타 재료 등이 주어지고, 미리 완성되어진 프로그래밍 코드를 제공받아서 실습을 하였다.

[비디오1 화면]

(수업 초반부에) 강사는 고고범퍼카 평가 방식을 소개하고 범퍼카 설계도면을 나누어준다. 그리고 강사가 만든 고고범퍼카 공식 사이트를 소개해 준다.⁵⁾ 앞바퀴를 달 때 수평을 잘 맞추도록 강조해준다. 이어서 학생들은 설계도면을 오리면서 고고범퍼카를

만들기 시작한다.

18:04 설계도를 올려 빨간 보드에 붙이고 나무 젓가락을 보드에 붙인다.

34:27 두 개의 모터 옆에 바퀴를 각각 장착하고 보드에 앞바퀴(쇠구슬)를 접착한다.

38:27 부착된 바퀴가 잘 굴러가는지 테스트 해본 후에 고고보드 밑을 지지해줄 받침대를 글구건을 사용하여 붙이고 있다.

43:46 모터를 고고보드에 연결하고 있다.

47:28 앞바퀴(쇠구슬)와 뒷바퀴의 균형을 맞추기 위해 앞바퀴 부분을 보완하고 있다.

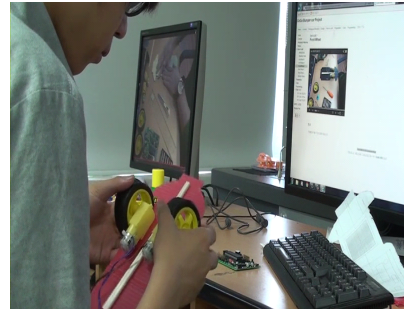
[비디오 2]

3:30 센서를 부착하고 범퍼카에 배터리도 장착함.

9:54 참여 학생이 고고범퍼카 코드를 다운받아서 테스트하고 작동이 잘 되자 기뻐하고 있다.

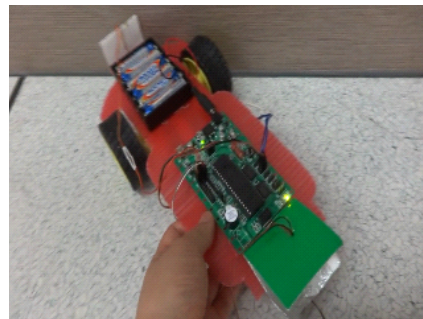
고고범퍼카 프로젝트[10]에 참여하는 학생들은 고고범퍼카 만들기 사이트에서 제공하는 동영상 자료를 보면서 단계별로 고고보드를 어렵지 않게 조립하였으나 부품(예, 나무젓가락, 앞바퀴용 쇠구슬 등)이 정확한 위치에 붙을 수 있도록 하는 기술을 발휘하는 것이 중요함을 느끼기 시작하였다.

진우를 포함한 학생들은 [그림 2]의 사진에서 보듯이 차체의 전면과 후면에 부착된 터치 센서의 입력신호로 모터를 구동하는 고고범퍼카 만들기 체험을 하였다. 이 과정에서 진우는 센싱에 의한 디지털 보드 제어 원리와 그에 따라 작동되는 전동장치를 직접 만들어 보는 활동에 집중하면서 고고범퍼카를 완성하여 작동하였을 때 매우 기뻐하는 모습을 보여 주었다(비디오2의 10분 46초 자료).



[그림 2] 비디오1의 34분에 모터에 바퀴를 장착하는 진우의 모습

강사는 자신이 제공한 샘플 코드를 성공적으로 다운받아서 테스트를 끝낸 진우(비디오2의 11분:29초)를 흐뭇하게 바라보면서 학생들에게 “모르면 진우한테 물어봐”라고 칭찬을 해 주고 있다. 진우는 수업 시작 후에 약 1시간만에 고고범퍼카 조립을 마치고 테스트까지 해 보았으며 이어 강사의 권유를 받고 자신만의 새로운 아이디어로 작동해 볼 버전을 탐색하기 시작하였다.



[그림 3] 진우가 완성한 고고범퍼카

5.2 1차 코드 변형을 통한 고고범퍼카 작동

진우는 자신이 조립한 고고범퍼카가 출발하여 어떤 장애물이나 벽 등에 부딪히면 멈추게 되는 원리를 센서 및 모터의 제어 방법을 통해 이해하였다. 진우의 성공을 바라보면서 강사는 이제 주어진 코드를 다르게 변형 시켜보라고 제안하였다. 그러자 진우는 잠시 약 1분간에 걸쳐 구상하였고 약 1분간에 걸쳐 코드를 변형하는 작업을 한 끝에 아래 코드와 같이 범퍼카가 출발하여 앞에 있는 장애물을 만나서 멈추면 뒤로 조금 후진해서 멈추도록 하였다.⁶⁾

```

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

to motor_play
  beep wait 3 ;; 0.3초 동안 비프음 한 번 울림
  ab, on ;; 출발
  forever [ if sensor2 < 100 ;; 앞에 부딪치면
    [ ab, rd wait 10 ;; 뒤로 1초 진행
      ab, off ;; 멈춤 ]
  ]
end

```

이 장면에서 진우는 로봇강사가 제시한 샘플 코드를 하나씩 이해하였고 이어서 자신의 아이디어를 보태어 앞쪽으로 구동하여 벽에 센서가 터치되었을 때 잠시 후진했다가 멈추도록 하는 코드를 작성하였다. 이에 대하여 강사는 “진우는 어찌 그런 생각을 다 했냐?”라고 감탄하듯이 칭찬해주고 있다. [비디오2 16분:47초]

비디오 회상 면담에서 연구자는 진우에게 그 당시 어떤 생각이 들었는지 물어 보았을 때 그는 “처음에요? 그냥 변형을 안 하고 문제점을 보니까 그냥 바로 부딪혀서 멈추면 너무 재미가 없고 시시하게 끝나가지고 그 이후에 뭔가를 만들자 이런 식으로 시작을 했어요.”라며 담담하게 말해 주었다.

진우는 고고범퍼카가 작동하는 방식과 센서 입력에 따른 바퀴 구동에 관한 원리를 이해하게 되면서 자신만의 아이디어에 따라 코드를 수정해 보게 되었다. 그는 강사에게 바퀴를 반대로 돌게 하는 명령어를 물어보고(비디오 자료 12분:58초) rd임을 파악하였고 고고모니터 웹사이트를 참고하면서 고고 모니터 화면에서 다음과 같이 “rd wait 10 ab, off stop” 코드를 수정하였다. 그런 후에 그는 usb 케이블을 사용하여 컴퓨터와 고고보드를 다시 연결하여 코드 전송을 한 후에 앞쪽 센서가 부딪쳤을 때 살짝 후진하는 1단계 변신 작업에 대한 테스트를 마무리하였다. 이것으로 미루어볼 때 진우는 강사의 도움을 받으면서 혼자서 고고모니터 코딩과 고고범퍼카의 기계적 장치가 구동하는 방식을 확실히 파악한 것으로 드러났다.

5.3 2차 코드 변형을 통한 고고범퍼카 작동

진우는 고고범퍼카의 1단계 변신에 성공하자 다시 아이디어를 내어서 범퍼카가 출발하여 장애물 등에 의해 멈추면 뒤로 조금 후진해서 180도 회전해서 다시 움직이다가 멈추도록 할 계획을 세웠다. 앞서와 마찬가지로 고고범퍼카가 멈추었다 움직일 때마다 비프음이 나오게 하였다.

[비디오 4]

00:31 (2차 변신 작업을 위하여 구상을 계속함)

키보드에 손을 올리고 모니터 보면서 생각중

00:46 에러 발생

00:55 강사: 뭘 만들고 있어?

진우: 장애물을 만나면 도는 거요

강사: 돌아? 장애물 만나면 비켜 갈려고 하나?

1:16⁷⁾ 다시 코드 수정 to stop play 프로시저 만들

2:38 키보드에서 손을 떼고 손으로 입을 만지면서 코드를 보며 생각중

3:08 손을 키보드에 올리고 코드 수정

4:03 고고보드에 코드 다운로드

4:06 usb 케이블 분리후 일어서서 앞으로 가서 테스트

4:45 다시 자리로 돌아온다. 다시 usb 케이블 연결

5:09 모니터 보면서 생각에 잠김, 코딩함

5:24 연결 해제 다시 테스트하러 앞으로 간다

7:52 다시 자리로 돌아온다. 케이블 연결 다시 수정

모니터 보면서 생각하면서 수정함

10:22 강사: 뭔가가 잘 안되고 있나 보네.

진우: 네. 끝나고 나서 가다가 멈추면은 이거 바퀴가 돌아요, 그리고 다시 가요. 또 멈춰요 다시 시작이 안되요.

강사: 다시 가야 되는데 그게 안된다고?

10:49 다시 이것저것 눌러 보다가 진우: 어! 되네.

비디오 분석 결과 진우는 종이에 논리적 흐름도 등을 전혀 그리지 않고 머릿속으로 구상하는 것을 고고모니터 명령어의 조합으로 즉석에서 코딩하는 양상을 보여주었다. 그는 이후에 약 30분 동안 테스트-코딩 수정-테스트 과정을 거쳐 다음과 같이

2차 코딩 작업을 마무리하였다.

```

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

to motor_play
  repeat 2 [beep wait 3]    ;; 비프음 두 번
  ab, on                    ;; 출발
  forever [ if sensor2 < 100 ;; 앞에 부딪치면
    [ repeat 3 [ beep wait 3] ;; 비프음 세 번
      ab, rd wait 10        ;; 뒤로 1초 진행
      ab, rd wait 1
      a, off wait 10 ;;오른쪽 바퀴 정지 1초(회전)
      a, on                ;; 오른쪽 바퀴 작동하여 전진
      motorb_play stop ] ]
  end

to motorb_play
  forever [ if sensor2 < 100 ;; 앞에 부딪치면
    [ repeat 4 [ beep wait 3] ;; 비프음 네 번
      ab, rd wait 10
      ab, rd wait 1
      a, off wait 10 ;;오른쪽 바퀴 정지 1초(회전)
      a, on
      motorc_play stop ] ]
  end

to motorc_play
  forever [ if sensor2 < 100 ;; 앞에 부딪치면
    [ repeat 5 [ beep wait 3] ;; 비프음 다섯 번
      ab, rd wait 10
      ab, rd wait 1
      a, off wait 10 ;;오른쪽 바퀴 정지 1초(회전)
      a, on
      stop_play stop ] ]
  end

to stop_play
  forever [ if sensor2 < 100 ;; 앞에 부딪치면
    [ ab, off                ;; 정지
      repeat 10 [ beep wait 1] ;; 비프음 열 번
      stop ] ]
  end

```

비디오 기반 회상 면담에서 진우는 그가 최종적으로 작성한 코드가 작동하는 방식에 관하여 설명해 주었다. 1차로 변형한 코드를 통해 그는

“고고범퍼카가 그냥 가다가 장애물을 만나서 멈추면 재미가 없고 장애물이 없는 방향으로 더 가게 할려면 방향을 바꿔주도록” 아이디어를 내었다. 그리고 고고범퍼카가 멈추었다가 회전할 때 다른 물체에 부딪치지 않도록 뒤로 조금 후진하면서 회전하도록 코딩을 하였다. 그는 절차적으로 진행되는 코드의 작동 방식에 대하여 명확히 이해하고 있었다. 모듈식으로 작성한 `motora_play`, `motorb_play` 및 `motorc_play`의 차이는 고고범퍼카의 앞쪽에 달린 센서가 장애물에 닿았을 때 비프음을 세 번, 네 번, 다섯 번 각각 울리게 하는데 있다. 그리고 `stop_play` 프로시저에 의해 고고범퍼카는 마지막으로 멈추도록 순차적으로 작동된다.

비디오 자료를 통해 진우는 자신이 만든 코딩 작업과 고고범퍼카 작동에 대하여 정확히 기억하고 있었으며 `main` 코드 블록에서 그 다음으로 순차적으로 작동하는 서브루틴을 구현했음을 설명해 주었다. 각각의 블록은 `forever`로 구현되는 루프가 있으며 순차적으로 이어지는 서브루틴 안에 또 다른 `forever`로 제어되는 루프가 들어 있다. 그는 안쪽의 `forever` 속에 조건문과 `repeat`로 제어되는 반복문을 사용하여 두 개의 모터(ab)의 전진 및 후진을 제어함으로써 자신이 구상했던 고고범퍼카의 작동 방식을 구현하였다.

6. 고고범퍼카 수업의 비디오 분석 결과

6.1 고고범퍼카 조립 및 고고모니터 프로그래밍에 대한 이해를 복돋아주는 로봇강사의 특징

첫째 날에 로봇 강사는 먼저 센서와 고고보드의 장치 및 부품을 소개한 후에 시범과 실습[23, 12장]을 통하여 학생들이 도구의 사용에 익숙해지도록 하였으며 수업 마무리 부분에서 고고범퍼카 프로젝트를 안내하였다. 둘째 날에 로봇 강사는 학생들이 점진적으로 고고보드와 센서 등의 기계장치에 대하여 작동방식을 이해하고 그들이 조립을 통하여 완성체를 만든 후에 작동까지 할 수 있도록 하는 일련의 교육과정을 템플릿 기반으로 제공하였다.

<표 2> 고고범퍼카 수업의 주요 활동 빈도수

수업 중 주요 활동	첫째날	둘째날
주의집중 (관찰, 숙고 등)	5회	10회
교사 주도 (안내, 설명 등)	41회	13회
자료수집 (사이트 참조, 메모)	9회	5회
자료 작성 및 제작 (코딩)	11회	13회
고고보드 조작 및 실습, 테스트 (에러 해결 등)	24회	53회
질문-대답 및 친구와 의논	10회	18회
기기 연결 등 기타 활동	9회	15회

고고범퍼카 수업에서 나타나는 주요 활동(이벤트)에 대한 빈도수를 보여주는 <표 2>를 보면 세부 활동에 대한 패턴을 알 수 있다. 즉, 로봇 강사는 첫째날 고고보드와 연계한 수업에서 교사 주도의 설명(41회)을 많이 했으며 학생들은 강사의 안내를 받으면서 고고보드를 다루어보면서 간단한 코딩을 해보는 실습을 해 보았다. 둘째날에 강사보다 학생 위주의 활동이 많았으며 고고범퍼카 조립과 테스트 및 코딩 작업에 관한 활동(53회)이 주도적으로 나타났다.

전반적으로 로봇 강사는 단계별로 고고범퍼카 설계도면, 각종 재료, 센서와 고고모니터 샘플 코드 등을 제공함으로써 학생들이 도구의 복잡도에 대하여 느낄 수 있는 부담을 최소화하고 자신의 아이디어에 따라 도구를 사용할 수 있는 환경으로 안내하도록 해 주었다. 그는 수업하는 동안 영재반 학생들의 개개인의 작업 진도를 모니터링하면서 각 학생들의 개별적 능력이 발현되도록 유머를 하면서 자칫 딱딱해질 수 있는 로봇 수업의 분위기를 부드럽게 되도록 해 주면서 격려와 칭찬을 아끼지 않았다. 이런 분위기 속에서 평소 말이 없던 진우는 첫째 날에 간간이 강사와 대화를 나누었으며 자신이 하고자 하는 코딩 작업에서 에러가 발생할 때마다 자신의 힘으로 코딩을 수정하고자 하였으며 필요할 때에 강사의 도움을 받기도 하였다. <표 2>를 보면 진우가 강사에게 질문하거나 친구와 대화를 나누는 등 의논하는 상호작용 회수가 첫째 날에 비해 둘째 날 수업에서 더 늘어나고 있으나 메모하는 빈도수는 줄어들고 있음을 보여준다.

6.2 고고범퍼카 수업에서 나타나는 진우의 활동

진우는 첫째 날 오전 수업에서 강사의 설명을 주의 깊게 들으면서 간간이 메모를 하였다. 그리고 그는 센서 테스트와 고고모니터 화면에서 나타나는 출력 데이터에 대하여 상당히 집중하며 바라보았으며, 모터 A와 B 등 기계 장치의 작동 방식에 대하여 강사가 놀랄 정도로 빨리 이해하였다.

진우는 옆 자리의 친구와 대화를 거의 나누지 않고 자신이 홀로 고고모니터 명령어를 찾아보거나 코딩을 수정할 방안을 찾는데 공리하였다. 그가 마침내 고고범퍼카를 조립하여 테스트에 성공했을 때 비디오 화면에서 빙그레 미소를 지으며 뿌듯함과 성취감을 보여주었다. 둘째 날에 그는 고고범퍼카를 조립한 후에 고고모니터 코드를 변형하는 과정에서 1) 모니터를 보면서 숙고하다가 즉석에서 코딩 및 수정 작업과 고고보드 테스트하거나 2) 에러 발생의 원인을 숙고하다가 다시 코딩을 수정하여 테스트 하는 등 일련의 순환적 작업 패턴을 보여주었다.

추가적인 분석을 위하여 연구자는 김정현[9]이 제안한 8개의 변인 중에서 이 연구와 관련성이 많은 6개의 요인을 선택하였다. 진우가 보여준 주요 학습 활동에 관한 패턴을 분석한 결과는 다음과 같다. 1) 교사 주도 학습 활동: 로봇 강사는 수업 초반에 학생들의 관심을 불러일으키도록 조그만 컴퓨터의 관점에서 고고보드와 5개의 주요 장치에 대하여 차근차근 설명을 해 주었다. 2) 자료 수집: 진우는 간간이 필요할 경우에 강사의 설명을 메모하였으며 자신의 아이디어를 스케치하는 모습을 보여주었다. 3) 자료 조작 및 활용: 진우는 고고보드 사이트의 고고모니터 명령어에 대한 자료를 검색하여 자신의 코딩 작업에 활용하였다. 4) 질문 대답과 의논: 그는 친구들과 의논 또는 토의를 거의 하지 않았으며 대신에 로봇 강사에게 필요한 경우에 질문을 하여 도움을 받곤 하였다. 5) 자료 작성 및 제작: 그는 고고범퍼카에 대한 조립 설계도를 받아서 조립하여 제작하는 활동을 순조롭게 이어나갔다. 진우는 고고보드와 컴퓨터 연결 상태가 좋지 않을 때 다시 시도해야

하거나 컴퓨터를 다시 작동해야 하는 등의 번거로움을 감수하기도 하였다. 그 외에 옆 친구와 장난을 치거나 수업과 무관한 활동을 하는 시간은 거의 없는 것으로 나타났다.

또한 진우는 옆 친구와 장난을 치거나 수업과 무관한 활동을 하는 학생들[15]과 달리 수업 내내 집중력있게 고고범퍼카 수업에 참여하는 모습을 보여주었다. 전반적으로 진우는 고고범퍼카 콘텐츠를 개발한 설계자의 의도대로 고고보드 도구를 능숙하게 사용하게 되면서 자신이 논리적으로 고안한 방식으로 범퍼카가 움직이도록 코딩하는 모습을 보여주었다.

6.3 고고모니터 코딩 활동에서 나타나는 컴퓨팅 사고의 전개 양상

진우는 고고범퍼카 프로젝트를 수행하면서 <표 2>에서 보듯이 자신이 구현하고자 하는 것을 코딩하고 테스트한 후에 고고보드 작동에 대하여 세심하게 관찰하고 코딩의 실행에 관하여 숙고하면서 수정할 부분을 포착하는 등 컴퓨팅에 관한 사고 패턴을 지속적으로 보여주었다. 이를 더 구체적으로 살펴보기 위하여 연구자는 스크래치 코딩 작업에 대한 평가 방법을 소개한 Brennan과 Resnick의 논문을 참고하여 컴퓨팅 사고 패턴을 측정하는 템플릿을 차용하였다[17]. 진우의 고고범퍼카 조립 및 코딩 활동을 분석한 결과는 <표 3>에 제시되어 있다8).

<표 3> 고고모니터 코딩에서 나타난 컴퓨팅 사고 패턴

디자인 재사용	설계 도면대로 고고범퍼카를 조립하고 이후에 샘플 코드를 1차 및 2차에 걸쳐 수정하여 사용함.
상호작용성	두 개의 센서에 따라 전진, 후진 등의 움직임을 구현하고 비프음을 발생함. 나중에 후진하면서 회전시킴.
논리적 이벤트 구성	처음부터 순차적으로 이벤트가 발생하도록 함
병렬성	두 개의 센서가 감지되는지에 대하여 루프(loop)를 사용하고 모터가 바로 작동되도록 하는 병렬성 구현
서브루틴	강사가 제공한 샘플 코드에 포함된 1개의 서브루틴을 4개로 확장함

루프	각각의 서브루틴 속에 루프를 구현하여 센서의 입력에 따라 모터 제어
Testing & Debugging	자신의 아이디어를 구현할 때 코딩 수정과 고고보드에 다운로드, 테스트를 반복적으로 하면서 지속성을 보임
순환적 코딩 작업	새로운 아이디어를 구상하여 서브루틴을 만들면 바로 테스트하는 순환적 코딩 작업 패턴을 보여줌
시간 관리	주어진 시간 내에 조립 및 코딩에 따른 테스트를 빨리 진행함
프로젝트에 대한 반성적 고찰	주로 머리 속에서 구상한 것을 곧바로 코딩하고 테스트 후에 재수정하는 과정에서 여러 발생에 대한 부분을 숙고하면서 고찰함

진우가 머리 속으로 구상한 것을 고고모니터로 즉각적으로 코딩하고 센서의 입력에 따른 모터 출력 결과를 바로 테스트하는 등 일련의 즉각적이고 순환적인 작업을 하는 것으로 볼 때 고고범퍼카 프로젝트 수업이 진우의 컴퓨팅 사고를 촉진하는데 기여한 것으로 해석된다.

7. 논의 및 시사점

7.1 고고범퍼카 프로젝트 수업의 특징

이 연구는 고고보드 기반의 정보영재반 수업을 비디오로 분석한 결과 다음과 같은 특징을 보여주었다. 로봇 강사는 학생들의 흥미를 끌도록 고고보드 도구를 컴퓨터 5대 장치와 비교하면서 접근할 수 있도록 도입 부분을 전개하였다. 그 이후에 그는 설명과 시범[19]을 보여주고 학생들이 따라할 수 있도록 실습하는 방식으로 수업을 전개하였고, 간간이 질문을 통해 학생들의 응답을 유도하여 수업의 상호작용성을 유지하였다. 강사는 로봇 수업에서 자칫 도입하기 쉬운 ‘따라하기식’의 시범과 실습을 탈피하여 고고보드에 대한 동기 부여와 흥미를 유발하는 방향으로 이끌어가는 모습을 보여주었다. 이러한 수업 패턴은 둘째 날에도 이어져 강사는 고고보드를 사용한 실습 모드에서 학생들이 충분한 시간을 가지면서 고고보드의 사용에 익숙해지면서 자연스럽게 도구의 작동 방식을 이해하도록 안내해 주었다.

로봇 수업에 참여하는 학생들은 보통 센서의

사용과 모터의 제어 등 하드웨어 부품에 대하여 제어를 해야 하는 작업에 대하여 그리 달갑지 않게 여기는 경향을 갖고 있다. 센서의 사용과 로봇 기본 동작에 관한 연구[6]에 따르면 로봇 프로그래밍 교육을 먼저 하고 자연스럽게 센서의 사용을 권장하고 있다. 첫날 수업 분석을 한 결과 로봇 강사는 학생들이 입출력이 없는 고고보드에 은박지 터치 센서와 출력 장치를 제어하도록 세심하게 안내하면서 마치 일상 생활에서 필요한 상호작용적 장치를 발명해 나가는 듯한 활동으로 이끌어주었다. 진우는 이러한 수업의 흐름을 타면서 간간히 센서와 모터를 부드럽게 만지거나 고고모니터의 화면에 출력되는 수치에 대한 이해를 신속하게 해 나가는 양상을 보여주었다.

둘째 날 수업에서 진우는 먼저 설계도면대로 고고범퍼카를 조립하는 과정에서 나무젓가락의 위치를 재조정하거나 쇠구슬을 정확한 위치에 붙이기 그리고 바퀴 세 개의 균형을 유지하는 것이 중요함을 실감나게 느낄 수 있었다. 그리고 그는 고고모니터 명령어를 사용하여 센서와 모터를 연동하여 하나의 시스템으로 작동시킴으로써 고고보드, 센서와 기타 부품 및 고고모니터 명령어가 일체가 되도록 컴퓨팅 사고를 발전시키는 경험을 하게 되었다. 이 수업은 학생들에게 손으로 직접 도구를 사용해 봄으로써 도구에 관한 실제적 지식을 습득하게 된다는 연구결과와 일치한다[4].

7.2 진우의 고고범퍼카 제작 활동에서 나타나는 도구 사용의 특징

진우의 사례는 학생들이 로봇 키트와 센서를 처음 대하면서 코딩을 해야 하는 상황에 마주칠 때 느끼는 일종의 불안감[6]과 달리 고고보드가 가진 도구의 복잡성에 대하여 집중력 있게 관찰하고 시행착오를 거치면서 서서히 받아들이고 이해해 나가는 측면을 보여준 것으로 해석된다. 구체적으로 보면, 진우는 터치 센서를 매우 세심하고 부드럽게 만지면서 고고보드에 입력된 데이터가 고고모니터 화면을 통하여 출력되는 결과와 어떤 연관성을 가지는지에 대하여 집중력 있게 바라보았다. 이처럼 그는 센서가 작동하는 바를 매우 세심하게 테스트하면서 센서 수치가 지닌

저항값에 관한 의미를 포착하였고 모터 등 다른 출력 장치를 제어하는 방식을 이해하면서 고고보드 도구의 사용에 대하여 익숙해져 갔다[12].

이 연구는 초등학생이 방과후 수업에서 로봇 강사의 멘토링을 받으면서 함께 과학상자를 이용하여 투석기를 만들어 가는 로봇 수업 사례[12]와 비교할 때 다음과 같은 측면에서 다르다. 참여 학생인 지우는 시범과 실습 위주의 수업을 따라가면서 집중력을 발휘하면서 고고보드 기반의 범퍼카 조립을 해 보고 테스트함으로써 보드 및 센서의 작동과 고고모니터 명령어의 조합에 따른 기계 장치의 작동 방식을 신속하게 이해했다는 측면에서 영재아의 특징을 보여주었다. 또한 그는 고고범퍼카 프로젝트 수업을 토대로 자신만의 새로운 아이디어를 고안하여 실을 감는 장치를 디자인하고 고고모니터 명령어로 구현하는 창의적 활동을 펼쳐나갈 수 있었다[18].

7.3 로봇 활용 교육에의 시사점

이 연구는 학생들이 마치 실험실에서 과학적 탐구를 하듯이 고고보드를 사용하여 창의적인 생각을 구현하는 장점을 보여주었다[2][7][18]. 진우는 두 개의 터치 센서와 두 개의 모터를 사용하여 고고범퍼카를 구동하였는데 여기에 그치지 않고 자신이 원하는 방식대로 고고범퍼카가 움직이면서 비프음을 내도록 명령어의 조합을 완성함으로써 기술과 과학, 그리고 공학적인 지식을 습득하고 구현하는 STEM 융합 수업의 혜택을 누릴 수 있었다[4][10]. 또한, 이 수업 사례는 고고보드를 제어하는 능력을 배양함으로써 학생들이 고고보드를 사용하여 일상생활에서 대하게 되는 문제점을 해결하는 활동으로 확장시켜 주었다.

고고범퍼카 프로젝트 기반의 수업 방식은 향후에 영재반 학생들뿐만 아니라 일반 학생들에게도 창의적인 아이디어를 구현하는 코딩 활동을 통하여 컴퓨팅 사고력의 확장을 꾀할 수 있을 것이다[14][18]. 더 나아가 이 연구는 자유학기제를 연계하여 창의적 체험활동의 일환으로 로봇활용교육을 전개해 나갈 수 있음을 시사한다[8]. 향후에 이 연구를 확장하고자 하는 독자는 참여 학생들의 성향과 선행학습 등에 따라 프로젝트 기반 로봇

수업에서 보여주는 그룹별 차이에 대하여 양적 및 질적으로 분석하는 방향으로 탐구하기를 바란다.

후 주

1) 이 연구는 한 명을 연구 대상으로 진행하였다는 한계를 갖고 있으나 정보영재반의 고고범퍼카 수업에 대한 분석과 더불어 진우의 활동에 대하여 깊이 있게 분석을 시도한 장점을 갖고 있다.

2) <http://www.picocricket.com> 사이트 참조

3) 연구참여자의 개인 정보 보호 차원에서 익명을 사용하였다.

4) 디키(diki)는 전자블록을 연결하는 체험을 하면서 디지털 기기에 대한 이해를 높이는 로봇 키트이다.

5) <https://sites.google.com/site/gogobumper/> 이 사이트에서 학생들은 고고범퍼카 조립에 관한 동영상 참조할 수 있다.

6) a, off 명령어는 포트 A(오른쪽 바퀴)의 작동을 중지 시킨다. rd 명령어는 현재 작동 중인 포트의 전류 방향을 반대로 바꾸므로 전진하다가 모터의 구동을 반대로 하여 후진시킬 수 있다.

7) 1:16은 1분16초를 의미함

8)

<http://scratched.gse.harvard.edu/ct/assessing.html> 참고바람.

참 고 문 헌

[1] 함성진, 김순화, 박세영, 송기상 (2014). 융합적 사고력 신장을 위한 초등학생용 CT 기반 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(6), 81-91.
[2] 김석희, 유현창 (2013). Hands on 센서 기반 고도

화된 STEAM 교육 프로그램의 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 16(3), 79-89.
[3] 심규현, 이상옥, 서태원 (2014). 아두이노를 활용한 STEAM 커리큘럼 설계, 적용 및 효과 분석. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 17(4), 23-32.
[4] 박정호, 김철 (2010). 초등학교 교과통합 로봇활용 교육 프로그램 개발에 관한 연구. **정보교육학회논문지**, 14(1), 35-44.
[5] 신승용 (2012). 로봇 활용 STEAM 교육에 참가한 초등학생들의 학습만족 요인분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 15(5), 11-22.
[6] 정인기 (2014). 로봇 프로그래밍 교육을 위한 센서 데이터와 로봇 기본 동작의 관계에 관한 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(1), 25-33.
[7] 우정훈, 전영국 (2014). NetLogo 기반의 과학탐구용 시뮬레이션 콘텐츠 개발 및 형성평가. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(2), 65-76.
[8] 전영국 (2014). 필리핀 학교에서 적용한 에듀테인먼트 기반의 로봇 AEEP 사례에 대한 형성 평가. **교사교육연구**, 53(1), 77-93.
[9] 김경현 (2012). 로봇활용수업에서의 학습활동 소요 변인 분석. **교육종합연구**, 10(4), 35-52.
[10] 박홍준, 전영국 (2015). IT융합 기반의 고고범퍼카 콘텐츠 개발 및 프로젝트 적용 사례. **컴퓨터교육학회논문지**, 18(2), 21-33.
[11] 박정호, 김철 (2011). 초등학교에서 로봇활용 미술수업이 창의성 신장에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 15(2), 277-285.
[12] 전영국 (2015). 초등학교 방과후 로봇 교실의 과학상자 조립 프로젝트 활동에 관한 수업 사례. **교사교육연구**, 54(3), 381-392.
[13] 곽소아, 권대용, 이원규 (2014). 초등정보영재의 동기와 부모지지에 따른 창의적 산출물 성취도 차이 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(3), 41-51.
[14] 최형신 (2014). 로봇활용교육의 효과성 검증을 위한 평가도구 개발: 사회·문화적 맥락 및 컴퓨팅 사고 연계. **정보교육학회 논문지**, 18(4), 541-548.
[15] 백제은, 김경현 (2015). UCR활용수업의 실제학습 시간 및 소실된 수업시간 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 18(3), 15-24.
[16] 장정숙, 전영국, 윤지현 (2013). 하노이 탑 프로그래밍 경험에서 나타나는 정보과학적 사고 패턴에 관한 질적 사례 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 16(4), 33-45.

- [17] Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking*. Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada.
- [18] 전영국, 윤지현 (2016). 수학정보 영재반 학생의 고고보드 창작 프로젝트 활동에 관한 질적 분석. **과학영재교육**, 8(2), 90-107.
- [19] 허희옥, 안미리 외 (2001). **컴퓨터교육방법 탐구**. 서울: 교육과학사.



전 영 국

1986 수원대학교 수학과(이학사)

1986 시카고주립대학교

수학과(이학석사)

1995 일리노이대학교

어바나-섀م페인(교육학박사)

1996 ~ 현재 순천대학교 사범대학

컴퓨터교육과 교수

관심분야: 코딩교육, 로봇예술,

에이전트 기반 모델링 등

E-Mail: ycjun@sunchon.ac.kr