학교전체 심화학습 모형에 기반한 초등로봇교육 프로그램

이영준† · 서영민††

요 약

초등학교에서는 폭넓은 체험과 경험을 통하여 자신의 소질과 능력을 찾아내는 기회를 제공하여 주어야 한다. 그러나 현재 우리나라의 초등학교 정보교육은 전체 학생들을 대상으로 하지 않고 일부 학생들에게 편중되어 있는 실정이다. 때문에 수학이나 과학 교과에 비하여, 정보 분야에 재능을 가지고 있는 학생들을 발견할 기회가 매우 제한되어 있는 구조적인 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 학교전체 심화학습 모형에 기반한 로봇교육 프로그램을 개발하였고, 이를 통하여 현재의 초등학교 정보교육이 가지는 문제점을 극복하고자 하였다. 심화학습 위원회 구성과 교육과정 수정을 통하여 정규교육에서 전체 학생들을 대상으로 로봇교육 실행 가능성을 도모하였다. 그 결과 학교전체 심화학습 모형에 기반한 로봇 학습은 창의적 잠재력 향상에 도움이 되는 것으로 나타났다.

주제어 : 학교전체 심화학습 모형, 로봇 프로그래밍 교육, 창의적 잠재력, 창의적 체험활동, 초등교육과정

The Robot Education Program Based on Schoolwide Enrichment Model for Elementary School Students

YoungJun Lee† · YoungMin Seo††

ABSTRACT

Elementary school students should have many opportunities to find their abilities and talents. However, informatics education in Korea does not target the entire elementary school students, opportunities for informatics education are given only to some students. Unlike possibilities to find mathematics gifted students and science gifted students, opportunities to find informatics gifted students are very limited. This study aims to solve current problems through a robot education program based on SEM(Schoolwide Enrichment Model). Using modified curriculum and school enrichment cluster, robot programming education is implemented at the pilot school. The result shows that robot education program based on SEM improved creative potentials of elementary school students.

Keywords : Schoolwide Enrichment Model, Robot Programming Education, Creative Potential, Creative Activities, Elementary School Curriculum

† 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
†† 정회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
논문접수: 2012년 08월 16일, 심사완료: 2012년 09월 13일, 게재확정: 2012년 09월 21일
* 이 논문은 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2011-327-B00657)

1. 서 론

본 연구에서는 학교전체 심화학습 모형에 기반한 로봇교육 프로그램을 개발하고 교육 현장에 적용하였다. 목적은 정보교과의 부재에서 기인한 정보교육의 기회의 폭이 일부 학생에게만 제한되어 재능 위주의 교육이 이루어지지 못하는 현 실태의 문제점을 극복하는 것이다.

누구에게나 영재성이 있다는 가정 하에 학생의 창의적 잠재력에 대하여 관심을 갖고 많은 학생들에게 다양한 기회를 제공해주어야 함에도 불구하고 현재까지의 영재교육은 창의적 성과, 학업 능력을 위주로 선발하여 특별한 교육의 기회를 제공하는데 그치고 있는 현실이다. 또한 교육용 로봇을 활용한 프로그래밍 교육은 학생들의 창의적 잠재력과 공학적 능력을 극대화할 수 있는 훌륭한 교수학습 도구임에도 불구하고, 로봇 학습에 있어 조력자 역할을 해줄 수 있는 인력의 부족, 로봇 관리의 어려움(조립 및 해체), 학습목표 도달의 어려움, 학습 시간의 부족, 제반 시설의 부족 등으로 교육과정에서 배제되어 왔다[1]. 때문에 단 한 번도 로봇이나 컴퓨터 과학의 개념을 접해보지 않은 학생들이 존재하며, 잠재성을 가지고 있음에도 불구하고 경험의 부재로 인하여 그 잠재성을 발현할 기회를 갖지 못하게 되는 것이 오늘날 초등 정보교육의 현 주소라고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 전체 학생이 로봇 프로그래밍을 경험할 수 있도록 학교전체 심화학습에 기반한 로봇교육 프로그램을 개발하였다. 또한 학업 능력뿐만 아니라 창의적 잠재력을 지닌 학생들이 재능 위주의 교육을 받을 수 있는 환경을 구성할 수 있도록 방법론을 제시하고 있다.

정보 분야에서 탁월한 성취를 보이는 학생을 선발하여 특별한 교수 지원을 제공하는 정보영재교육은 반드시 필요한 교육이라고 볼 수 있다. 하지만, 초등학교 학습자의 경우 그 특성을 고려하여 창의적 잠재성을 바탕으로 충분한 교육의 기회가 제공될 수 있는 시스템이 선행되어야 정보영재교육의 질적, 양적 발전을 기대할 수 있을 것이다. 로봇은 컴퓨터 과학교육을 실현할 수 있는 실질적인 도구이다. 로봇 교육은 계산적 사고 능력과 같은 복잡한 실세계의 문제해결력 향상, 학습자의 복잡한 인지 기술과 메타 인지 기술 향상 등 고차원적인 학습을 지원하는 도구로서 사용될 수 있다[2][3]. 또한 다양한 형태의 구체물, 즉, 교육용 로봇이나 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 교육 방법을 제시함으로써 학습 과정에서 겪는 학습자의 인지적 부담 감소 및 동기 유발이 가능하다[4][5].

본 연구에서 추진하는 학교전체 심화학습 모형의 '학교 전체'라는 의미는 두 가지를 내포하고 있다. 첫째는 의미 그대로 '전체 학생'을 의미한다. 둘째는 학습 지원을 위하여 학교전체(학생, 학부모, 교사, 심화학습 위원회 등)가 역량을 집중한다는 의미이기도 하다. 실제로 본 연구의 '학교 전체'는 학습 지원을 위한 학교전체 역량의 집중을 의미한다고 할 수 있다. 실제로 전체 학생들에게 교육과정 상에 명시되어 있지 않는 내용을 적용하기란 현실적인 조건(학교 상황 및 관리자) 하에서는 힘든 부분이 있다. 본 연구는 추후 교육과정 상에 존재하지는 않지만, 교육적 가능성과 의미가 있는 내용을 가르치고자 할 때의 방법을 제공한다는 의미에서 가치를 지닌다고 할 수 있다.

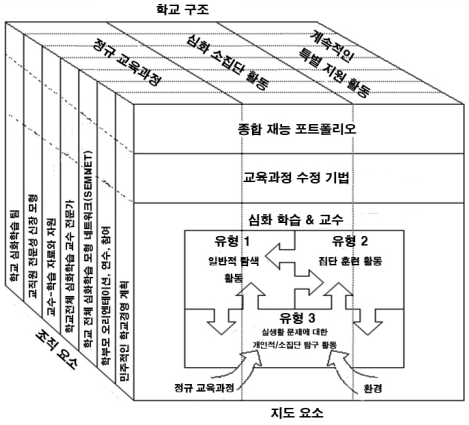
이에 본 연구에서는 5학년 2개 학급 학생을 대상으로 정규교육과정의 차시 통합 및 교육과정 수정을 통하여 교육을 진행하며, 총 3단계 학습과정 중 1, 2단계의 학습과정에 대한 적합성 검토 및 우수학생-일반학생의 의사소통 및 상호작용을 관찰, 비교집단에 비하여 전체학생의 창의적 잠재력을 향상시키는가에 관심을 두고 연구를 진행하였다. 협동학습과 문제해결에 대한 장점을 지닌 로봇 교육의 특성들을 반영한 본 프로그램은 호기심이 왕성하고 과제 집착력이 뛰어난 정보영재 학생들뿐만 아니라 일반 학생들에게도 정보교육을 경험할 수 있는 기회를 제공해 줄 수 있을 것이다. 본 연구가 기존 연구와 차별화된 점은 기존의 방과 후 교육과는 달리 교육과정 수정을 통하여 정규교육시간에 교육이 이루어졌다는 점, 특정 학생들만을 대상으로 한 기존의 로봇프로그래밍 교육과는 달리 전체 학생들을 대상으로 하였다는 점, 그리고 로봇을 단지 일반교과를 위한 도구로서의 활용뿐만 아니라 컴퓨터 과학을 위한 프로그래밍의 개념으로 접근을 했다는 점을 들 수 있다.

2. 이론적 배경

2.1 학교전체 심화학습 모형

Torrance(1962)는 영재교육의 사례들에서 창의성 검사 및 학업성취도 평가에서 높은 점수를 획득하고도 당락점수(cut-off score)에 도달하지 못하였거나, 정해놓은 영재교육의 인원수에 도달하지 못하여 탈락되는 경우에 대하여 언급하였다[6]. 또한 Reis(1981)는 상위 15-20%의 학생들도 심화학습에 참여하여 '전통적' 영재(상위 3-5%)와 마찬가지로, 우수한 산출물을 낼 수 있음을 보여주고 있다[7]. 이러한 연구 결과들은 추후 회전문 판별 모형(RDIM-Revolving Door Identification Model)[8]의 근거가 되었다. 회전문 판별 모형은 창의성을 포함한 다양한 준거에 의하여 재능풀 학생들이 선발되어야 한다고 언급하고 있으며, 검사 점수, 지명, 창의적 생산물을 준거로 재능풀 학생들을 선정한 후, 심화 활동에서 드러내는 흥미, 창의성, 과제 집착력 등 '행동 정보'를 평가, 확인하는 과정으로 영재교육이 진행된다. Renzulli와 Reis(1985)는 심화학습 모형과 회전문 판별 모형을 종합하여 학교전체 심화학습 모형을 개발하였다[9].

학교전체 심화학습 모형의 특징은 판별과 선발 과정에서 재능자원 접근을 선택한다는 것, 학교전체를 대상으로 한다는 것, 교육과정을 압축하여 제공한다는 것이다. 재능자원 접근은 일반적인 영재 판별이 학생 모집단의 5%로 선발하는 것에 비해 학생의 약 15-20%의 학생을 일년동안 지속적으로 선발하여 많은 학생들이 프로그램의 혜택을 받음으로써 엘리트주의를 추구한다든지 불공평하다는 비판을 거의 받지 않는 접근법이다[10][11]. 또한 1, 2단계 심화학습을 모든 학급에서 실시하고 재능 자원 학생들은 여러 가지 심화학습 유형과 관련된 서비스를 받으며 다른 학생들과 마찬가지로 일반적인 심화학습 활동을 할 뿐 아니라 특정 프로젝트 수행에 필요한 기술과 관련된 2단계 심화 학습 활동을 진행한다. <그림 1>은 학교전체 심화학습 모형을 나타내는 그림으로 조직요소, 서비스 전달요소, 학교구조의 3차원적 모델로서 학교와 지역의 상황에 따라 유연하게 적용이 가능하다는 점을 보여주고 있다. 심화학습 교수는 일반적 탐색활동과 집단 훈련활동, 개별적, 소집단 실제문제 탐구가 정규학급과 환경의 지원을 받아 순환하는 모형이다.



<그림 1> 학교전체 심화학습 모형[11]

2.2 초등학교 학습자를 대상으로 한 로봇 프로그래밍 교육의 교육적 효과

로봇이라는 물리적인 대상을 제어하는 프로그래밍 과정을 통하여 추상적 사고를 발달시킬 수 있으며, 즉각적인 피드백과 표상을 통하여 실체적 학습경험을 제공한다[12]. 또한, 인지갈등을 극대화하고 반성적 사고의 기회를 제공하여 실세계의 복잡한 문제를 물리적으로 모델링하고 시뮬레이션 할 수 있는 학습 환경을 제공하며, 상호작용적 학습 환경 구성을 가능하게 하여 높은 흥미와 몰입을 제공하여 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리를 이해하는데 용이하게 하는 교육적 효과를 지니고 있다[13]. 하지만, 이러한 로봇 교육은 초등학교 학습자 중 일부 학생들에게 편중되어 있고, 방과 후 학교의 로봇 교육은 위의 장점을 반영하고 있지 못한 단편적인 프로그램들로 구성되어 적용되고 있는 현실이다. 정보교육, 정보영재교육의 양적, 질적 발전을 위해서는 타 교과와 마찬가지로 자신의 재능을 발견할 수 있도록 전체 학생들에게 교육의 기회가 제공되어야 할 것이다.

3. 학교전체 심화학습을 위한 교육과정의 실행

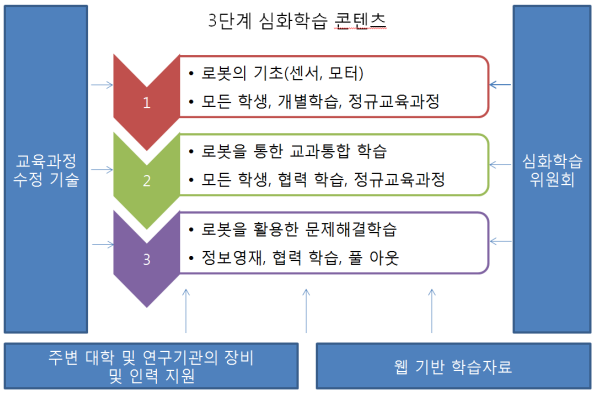
초등학교에서는 일상경험을 교과 영역의 내용과 맥락화해 주는 경험의 단계로 '교과경험으로 이어주는 것'으로 규정된다[14]. 중학교와 고등학교는 초등의 교과와의 맥락화된 경험을 바탕으로 교과영역의 내용을 개념화하는 단계로서 '전문교과체제'(중학교), '교과심화체제'(고등학교)로 구분될 수 있다. 초등교육과정은 이러한 연속선상의 위치에서 '경험'의 특징을 지닌다. 초등학교의 교육과정은 이러한 특징을 반영하여 구성하여야 한다. 본 연구에서는 심화학습 내용체계 구성을 위하여 1단계 심화학습을 로봇의 구성 요소와 프로그래밍에 대한 탐색 단계로 구성하였고, 2단계 심화학습을 초등학교 5학년이하의 교과 내용과 통합하여 주제중심 통합 학습을 진행할 수 있도록 구성하여 로봇 학습을 실행 하였다. 교육과정 수정을 통하여 정규교육과정에서 주제중심 통합 로봇 프로그래밍 로봇 수업을 실시한 모습은 아래 그림과 같다.

<그림 2> N초등학교 수업 적용 모습

3.1 학교전체 심화학습 모형의 적용을 위한 설계

본 연구에서는 학교전체 로봇 심화학습을 위한 학습 지원 요소를 <그림 3>과 같이 구성하였다.

3단계 심화학습을 위한 교육 내용은 렌줄리[11]의 3단계 심화학습 모형에서 제시하는 일반적 탐색 활동 - 집단 훈련 활동 - 개인/소집단 탐구 활동에 맞추어 1단계는 로봇의 특성에 관한 탐색, 2단계는 교과통합 로봇 프로그래밍 교육 내용, 3단계는 로봇을 활용한 문제 해결 및 소집단 활동으로 구성하였다. 로봇의 장비 및 시설의 활용은 주변 대학 및 연구기관의 지원을 받아 수행하였으며, 웹에서 로봇 학습을 지속할 수 있도록 웹 기반 학습 사이트를 구축하여 학습을 지원하고 있다. 교육과정 수정과 심화학습 위원회 구성의 실제는 3.3에서 설명하고 있다. 학교전체 심화학습 모형은 지역, 학교의 상황과 교육의 내용 및 종류에 따라 모형의 설계를 유동적으로 적용해야 할 필요가 있어, 주어진 조건에서 가장 적절한 학습지원 요소를 구성하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.



<그림 3> 로봇 교육을 위한 학교전체 심화학습 모형

3.2 주제중심 통합 로봇 프로그래밍 교육 내용의 구성

초등학교의 교육은 통합적으로 구성되어야 한다. 예를 들면 컴퓨터과학 프로그래밍의 개념 위주로 제어, 반복 등의 개념을 중심으로 학습을 진행하는 것 보다 여러 가지 다양한 활동 속에 이러한 개념들이 녹아 들어가 활동을 통해서 이러한 개념들이 포함된 블록을 조직하는 활동을 반복하고 로봇의 움직임을 관찰, 수정함으로써 자연스럽게 관심을 가지게 되고 이러한 개념을 익히도록 구성되어야 한다. 세부 교육 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1단계 심화학습은 하드웨어와 소프트웨어의 사용법을 익히고 각 구성요소의 특징을 탐색하는 단계로 구성하였다. 로봇의 종류에 따라 교육내용의 구성을 유동적으로 구성하여야 한다.

2단계 심화학습은 주제중심 통합 학습을 실질적으로 수행한 교육 내용으로 교과와 관련된 주제를 중심으로 관련 로봇을 만들고 주제 학습과 관련된 게임 활동을 할 수 있도록 구성하였다.

<표 1> 심화학습 1단계 교육 내용

순서	시간 (차시)	학습 분야	세부 활동 내용
1	1	기초 활동	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	정보, 로보틱스 제어	로봇 조립 및 프로그램 사용법 익히기 -조이스틱 경주용 자동차 만들기 -로봇의 구동 원리 배우기 -트랙 경주 및 장애물 통과하기
2	1	기초 활동	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	정보, 로보틱스 제어	터치 센서 / 초음파 센서의 활용 -범퍼카를 통하여 센서의 활용 방법 익히기 - 탐사 로봇을 이용하여 블록을 이용하여 프로그래밍 하기(빈칸, 값, 방향 설정) - 각종 센서를 활용하여 목표 지점으로 이동하기
3	1	기초 활동	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	정보, 로보틱스 제어	빛 센서의 활용 -라인 트레이싱 로봇 만들기 -라이트 센서의 작동 원리를 이해하고 라인을 따라가는 로봇 만들고 프로그램 작성하기
4	1	기초 활동	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	정보, 로보틱스 제어	복잡한 로봇 조립 -하드웨어 설계능력을 키우기 위하여 복잡한 구조의 로봇 조립/동작하기
합	16시간		

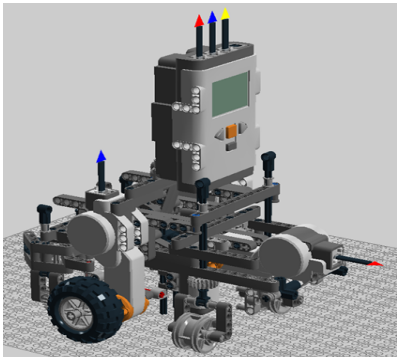
<표 2> 심화학습 2단계 교육 내용

순서	시간 (차시)	학습 분야	세부 활동 내용
1	1	정보기기와 사이버 공간	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	체육, 정보, 실과	전통놀이 / 스포츠 팽이, 골프 로봇을 만들고 게임하기 -오래 돌 수 있는 팽이 로봇 만들기(어떠한 구조가 오래 도는 팽이이며, 왜 그러한지 생각해보기) -목표 지점에 최단 타수로 공 넣는 골프 로봇 만들기(모터 파워 조절에 따라 힘 조절이 가능하도록 프로그래밍 하기)
2	1	정보기기와 사이버 공간	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	실과, 과학, 체육, 정보	동물 -퍼레이드를 통하여 자신의 조에서 만든 로봇 등장 및 소개 -사운드 센서를 활용하여 소리의 크기로 움직이는 강아지 로봇을 통하여 동물 사랑을 배움 - 애완견 경주를 실시하고 사운드의 크기, 기어 및 바퀴의 크기를 활용한 가속 구조 배우기 -다양한 동물 로봇 만들어 보고 먹이사슬 지도의 위치로 이동하기
3	1	정보기기와 사이버 공간	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	사회, 과학, 정보	운송 / 교통 / 안전 -트레일러, 트럭, 승용차, 헬기 등 다양한 교통 및 이동수단 로봇 만들기(조별) -터치센서로 전후진 컨트롤이 가능한 로봇을 만들고 속력 측정하기 -교통 안전 지도
4	1	정보기기와 사이버 공간	프로그래밍 활동의 기초 및 개념 익히기
	3	수학, 사회, 정보	도형 / 지도 -평면도형 그리는 로봇 만들기 (폐쇄도형 만들기) -대한민국(남한) 지도 그리는 로봇 프로그래밍하기 (9개 도로 나누기) -전국여행을 할 수 있는 코스를 정하여 9개도를 모두 지나는 코스로 여행하기 (지도 속 장소 / 특산물 소개)
합	16시간		

3.2.1 교육 내용 예시

본 학교전체심화학습 모형의 2단계-4 활동의 학습내용은 그 교과 내용을 배우고 익히는 것뿐만 아니라 기존에 학습하였던 내용을 실세계에 표현하고 그래픽 기반의 프로그래밍 언어로 구현하는 활동이 중심이 된다. 수업내용은 정해진 각도를 작도하는 로봇, 평면도형의 넓이 계산하는 로봇, 대한민국 지도 작도 로봇으로 수학, 사회교과의 내용을 통하여 프로그래밍의 기초적인 활동을 하는 것으로 조직하였다.

2단계-4 활동을 위한 로봇은 교과에의 활용도 측면을 고려하여 개발되었다. 이 로봇은 수학, 사회, 과학, 미술 등 다양한 교과와 통합하여 수업을 진행할 수 있는 장점을 지닌다. 로봇의 조립도는 컴퓨터 시뮬레이션과 html 파일의 2가지 형태로 출력 및 활용이 가능하도록 개발되었다. 개발된 로봇의 모습의 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 2단계-4과정을 위하여 개발된 작도 로봇

학생들의 학습 지원을 위하여 로봇의 회전과 몸체 각도의 변화를 계산하여 로봇을 제어할 수 있는 모듈을 두 개의 블록으로 개발하여 제공하였다. 학생들이 로봇을 제어하기 위한 모듈은 <그림 5>와 같다. 이 모듈들(R15 - R165, L15 - L165)는 회전을 15도 간격으로 하는 제어할 수 있도록 해준다.

<그림 5> 회전 모듈 블록

3.3 학교전체 심화학습을 위한 교육과정의 수정 및 심화학습 위원회의 구성

N초등학교의 경우 재량활동과 특별활동을 통합적으로 운영하고 있었다. 재량활동과 특별활동의

통합적 운영의 취지는 다음과 같다.

- 전인교육을 추구한다.
- 교육과정 운영의 다양화를 통해 공교육의 질을 제고한다.
- 지역적 여건, 교육 수요자의 다양한 요구를 수용하여 탄력적으로 운영한다.
- 교육과정 운영의 자율화를 통한 단위 학교 교육과정 운영의 다양성을 추구 한다.

이러한 취지를 바탕으로 창의적 재량활동과 특별활동의 통합은 범교과 학습 주제와 특별활동 유사 활동을 주제별로 재구성하여 운영할 수 있음을 명시하고 있다. 2007년 초등학교 개정교육과정 / 2009년 초등학교교육과정에서 강조하는 바와 같이 범교과 영역과의 실제적인 통합이 이루어질 수 있도록 적극적인 교육과정 수정과 재구성의 노력을 권장하고 있다[15]. 학교, 학년 학급교육과정 상의 창의적 체험활동 및 통합된 특별활동 시간을 활용하여 교육과정을 재구성하여, 학급당 16시간의 로봇교육 시수를 확보하였다. 또한 관리자, 담임교사, 심화학습 강사로 조직된 심화학습 위원회를 통하여 교육과정의 수정, 학습지원 및 행정 사항들을 논의하여 학교전체 심화학습을 위한 체계를 마련하였다.

<표 3> 수정 전 창의적 재량활동 및 특별활동 교육과정

<table>
<tr><th rowspan="2">주제</th><th rowspan="2">총시수</th><th rowspan="2">계</th><th colspan="2">창의적 재량활동</th><th colspan="2">특별활동</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>내용</th><th>시수</th><th>영역</th><th>시수</th></tr>
<tr><td rowspan="5">건전한 심신교육 (범교과)</td><td rowspan="5">88</td><td>25</td><td>보건교육</td><td>19</td><td>적응(청결 교육, 정체성 교육 등)</td><td>6</td><td rowspan="5">재량활동의 범교과학습 주제와 특별활동의 중복 내용 통합 운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">63</td><td rowspan="4">독서 교육, 안전 교육 등 범교과 학습 주제 중 특별 활동 영역별 내용과 통합 가능한 내용</td><td rowspan="4">63</td><td>적응 (역할 분담, 친교 활동 등)</td><td rowspan="4">63</td></tr>
<tr><td>행사(시업식, 과학의날, 방학식, 개학식, 종업식은 공통 행사) 등</td></tr>
<tr><td>자치 (학급 임원 선출, 학습 회의 등)</td></tr>
<tr><td>봉사 (학교사랑의 날 8시간)</td></tr>
<tr><td>국제 이해 교육 (자기주도)</td><td>52</td><td>52</td><td>영어 체험 활동 5학년 영어재량</td><td>35</td><td>계발활동 (5학년 영어 동아리 활동)</td><td>17</td></tr>
<tr><td>시수합계</td><td colspan="2">140</td><td></td><td>54</td><td></td><td>86</td></tr>
</table>

<표 4> 수정 후 창의적 재량활동 및 특별활동 교육과정

<table>
<tr><th rowspan="2">주제</th><th rowspan="2">총시수</th><th rowspan="2">계</th><th colspan="2">창의적 재량활동</th><th colspan="2">특별활동</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>내용</th><th>시수</th><th>영역</th><th>시수</th></tr>
<tr><td rowspan="6">건전한 심신교육 (범교과)</td><td rowspan="6">88</td><td>25</td><td>보건교육</td><td>19</td><td>적응(청결 교육, 정체성 교육 등)</td><td>6</td><td rowspan="6">재량활동의 범교과학습 주제와 특별활동의 중복 내용 통합 운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">47</td><td rowspan="4">독서 교육, 안전 교육 등 범교과 학습 주제 중 특별 활동 영역별 내용과 통합 가능한 내용</td><td rowspan="4"></td><td>적응 (역할 분담, 친교 활동 등)</td><td rowspan="4">47</td></tr>
<tr><td>행사(시업식, 과학의날, 방학식, 개학식, 종업식은 공통 행사) 등</td></tr>
<tr><td>자치 (학급 임원 선출, 학습 회의 등)</td></tr>
<tr><td>봉사 (학교사랑의 날 8시간)</td></tr>
<tr><td>16</td><td>로봇, 컴퓨터 소양능력 향상을 위한 프로젝트</td><td>16</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>국제 이해 교육 (자기주도)</td><td>52</td><td>52</td><td>영어 체험 활동 5학년 영어재량</td><td>35</td><td>계발활동 (5학년 영어 동아리 활동)</td><td>17</td></tr>
<tr><td>시수합계</td><td colspan="2">140</td><td></td><td>70</td><td></td><td>70</td></tr>
</table>

수정 전, 수정 후 창의적 재량활동 및 특별활동 교육과정은 <표 3>, <표 4>에 나타내었다. 범교과 88시간 중 의무화되어 있는 보건교육 25시간을 제외한 특별활동(적응, 행사, 자치, 봉사)의 63시간을 창의적 재량활동과 중복된 내용과 통합하여 47시간으로 줄이고, 본 연구를 위한 창의적 재량활동을 16시간 확보하여 적용하였다. 본 연구에서 개발한 1단계 심화활동과 2단계 심화활동의 내용을 초등학교 5학년의 2학급을 대상으로 적용하여 학생들의 창의적 잠재력의 변화를 교육과정 수정 전의 범교과 학습을 진행한 비교집단과 비교하여 살펴보았다. 실험집단인 5학년 2개 학급에는 각각 1단계와 2단계를 16시간씩 적용하였다. 1단계는 로봇에 대한 탐색단계로서 로보틱스와 관계된 지식 위주로 구성된 활동이며, 2단계는 교과 지식과 게임 활동 위주로 구성되어 있으며, 1단계와 2단계에서 필요한 프로그래밍 내용 지식수준은 차이가 없고 전체 학생에 공통적으로 적용되는 단계이기 때문에 학습 내용상의 위계를 갖고 있지 않다.

4. 연구의 설계

4.1 연구 가설

연구 목적 달성을 위해 설정한 연구가설은 다음과 같다.

학교전체심화학습 모형에 기반한 로봇 프로그래밍 학습은 기존 창의적 체험활동에 비하여 학생들의 창의적 잠재력(창의적 성격, 아이디어생성행동) 신장에 효과적일 것이다.

4.2 연구 대상

학교전체심화학습 모형에 기반한 로봇 프로그래밍 교육의 효과를 측정하기 위해 실험집단과 비교집단을 구성하여 비교하였다. 실험집단과 비교집단은 N초등학교에서 5학년에서 실험집단 2개 학급, 비교집단 2개 학급을 선정하여 적용하였다. 연구 대상자는 실험집단 2학급 49명, 비교집단 2학급 53명, 총 102명으로 구성하였다.

4.3 실험설계 및 절차

연구의 실험설계 및 절차는 <표 5>와 같다.

<표 5> 연구 설계

실험집단	O1	X1	O3
비교집단	O2	X2	O4

O1, O2 : 창의적 성격, 아이디어생성행동 사전검사
X1 : 학교전체심화학습 모형에 기반한 로봇 프로그래밍 교육
X2 : 교육과정 수정 전 창의적 체험활동을 수행한 집단
O3, O4 : 창의적 성격, 아이디어생성행동 사후검사

실험집단은 정규교육과정의 재량활동을 활용하여 학교전체심화학습 모형에 기반한 로봇 프로그래밍 교육을 실시하였고, 비교집단은 교육과정 수정 전 창의적 체험활동을 수행하였다. 적용 효과를 알아보기 위하여 실험집단과 통제집단의 사전검사 점수를 고려한 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

4.4 연구 도구

창의적 잠재력은 현재 실질적으로 관찰할 수 있는 창의적 수행 능력이 아닌 앞으로 교육과 훈련을 통해 계발 및 발전될 수 있는 내재적인 힘을 말하는 것이다[16][17][18]. 본 연구에서는 이병희・임웅(2010)의 연구에서 개발한 창의성 발현에 유리한 성격 특성을 소유한 정도를 나타내는 창의적 성격과 직접 아이디어를 산출해 내는 행동을 측정하는 아이디어 생성행동(RIBS)을 활용하여 검사 도구로 활용하였다. 창의적 성격의 신뢰도는 .903, 아이디어 생성행동 검사도구의 신뢰도는 .91～.92이다.

5. 연구 결과

5.1 창의적 성격

실험 처치 여부에 따른 두 집단의 창의적 성격에 대한 사례 수, 사전검사, 사후검사의 평균과 표준편차는 <표 6>과 같다.

<표 6> 창의적 성격 수준에 대한 기술통계

		실험집단	비교집단	합계
사전검사	평균	51.33	62.72	57.25
	표준편차	7.51	10.77	10.92
사후검사	평균	64.71	65.68	65.22
	표준편차	10.82	10.75	10.74
사례 수		49	53	102

창의적 성격에 대한 사전검사 점수를 고려한 ANCOVA 결과는 <표 7>과 같다. 사전 창의적 성격의 차이를 고려한 창의적 성격의 통계적 유의성을 검정한 결과, F 통계값은 21.083, 유의확률은 .000이다. 유의수준 .05에서 집단에 따른 창의적 성격에 유의한 차이가 있어 학교전체심화 로봇 활동이 학생들의 창의적 성격에 긍정적으로 영향을 주는 것으로 나타났다. 이것은 본 프로그램에서 제공하는 풍부한 학습지원 환경과 학생들의 상호작용을 극대화 시킬 수 있는 로봇교육 환경 조성이 창의성을 발현에 필수적인 요소라고 할 수 있는 창의적 성격에 도움을 주었다고 볼 수 있다.

<표 7> 창의적 성격에 대한 ANCOVA 결과

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
공분산 (사전 창의적 성격)	5718.71	1	5718.71	95.879	.000
집단	1257.52	1	1257.52	21.083	.000
오차	5904.84	99	59.65		
합계	11647.26	101			

5.2 아이디어 생성행동

실험 처치 여부에 따른 두 집단의 아이디어생성행동

에 대한 사례 수, 사전검사, 사후검사의 평균과 표준편차는 <표 8>과 같다.

<표 8> 아이디어생성행동 수준에 대한 기술통계

		실험집단	비교집단	합계
사전검사	평균	47.86	55.13	51.64
	표준편차	9.45	13.12	12.02
사후검사	평균	61.82	60.70	61.24
	표준편차	13.76	13.29	13.46
사례 수		49	53	102

아이디어생성행동에 대한 사전검사 점수를 고려한 ANCOVA 결과는 <표 9>와 같다. 사전 아이디어생성행동의 차이를 고려하여 아이디어생성행동의 통계적 유의성을 검정한 결과, F 통계값은 14.20, 유의확률은 .000으로써 유의수준 .05에서 집단에 따른 교정된 아이디어생성행동에 유의한 차이가 있었다. 물리적 객체인 로봇을 통하여 실세계의 다양한 조건들을 경험하는 과정에서 새로운 아이디어를 생성하고 적용하는데 있어 두려움 없이 실행하고자 하는 아이디어생성행동에 긍정적인 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다.

<표 9> 아이디어생성행동에 대한 ANCOVA 결과

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
공분산(사전 아이디어생성행동)	9627.1	1	9627.1	110.369	.000
집단	1238.64	1	1238.64	14.20	.000
오차	8635.42	99	87.23		
합계	18294.35	101			

6. 결론 및 논의

모든 학생들이 접할 기회가 주어지지 않는 분야의 영재교육은 그 저변을 넓히기도 힘들뿐더러, 해당 분야의 영재교육을 받은 학생들이 자신의 재능을 지속적으로 발전시켜 나가는 것에도 한계가 있을 수밖에 없다. 수학과 과학은 모든 학생들이 해당 학문 영역을 접하고 보다 탁월한 능력과 성취를 보이는 학생들을 선발하여 교육할 수 있는 여건을 가지고 있다. 하지만, 정보영재교육은 누구나 접할 수 있는 공정한 기회가 주어지지 않은 채 선발되고, 또한 교육이 진행되고 있다. 본 연구에서는 창의적 잠재성을 가진 학생이 기회, 경험의 부족으로 자신의 재능을 발견하지 못하는 것을 직접적으로 해결할 수 있는 모형을 제시하고 있다.

또한, 정규교과로서 정보, 컴퓨터를 가르칠 수 없는 현실적 한계를 주어진 조건에서 가능한 교육과정 수정을 통하여 전체 학생들이 이 분야를 경험할 수 있는 기회를 제공하고, 이것이 정보영재교육을 위한 밑거름이 되어, 영재-일반 학생 모두에게 의미 있는 교육으로 연결될 수 있다는 가능성을 제시하고 있다.

본 연구의 결과 학교전체심화학습 모형에 기반한 로봇 프로그래밍 수업을 실시한 집단의 경우 실험집단 전체학생이 비교집단에 비하여 창의적 성격과 아이디어 생성행동 검사에서 유의한 향상을 보였다. 저변이 넓지 않거나 범교과적인 내용을 다룰 때 몇몇 학생들에게 특화된 교육을 하는 것보다, 재능을 키워주고 영재선발 방법의 향상을 위하여, 전체 학생들에게 교육의 기회가 우선적으로 부여되어야 한다. 정보교육과 정보영재교육이 양적, 질적으로 성장하기 위해서는 본 연구에서 시도한 바와 같이 폭넓은 학생들을 대상으로 교육을 시도하려는 노력이 선행되어야 하고, 이것은 영재 학생과 일반 학생 모두에게 긍정적인 측면을 제공해 줄 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 한정혜・박주현・조미헌・박일우・김진오 (2011). 초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇활용교육. **한국정보교육학회, 15**(3), 483-492.

[2] Kafai, Y. B., (2006). Constructionism. In Sawyer, R. K. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences.* NY: Cambridge University Press.

[3] Resnick, M. (2006). Computer as Paint Brush: Technology, Play, and Creative Society. In Singer, D., Golikoff, R., and Hirsh-Pasek, K. (Eds.), *Play=Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth.* NY: Oxford University Press.

[4] Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology, 10*(1), 151-170.
[5] 이은경・이영준 (2007). 로봇 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 영향. **컴퓨터교육학회논문지, 10**(6), 19-27.
[6] Torrance, E. P. (1962). *Guiding creative talent.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall..
[7] Reis, S. M. (1981). *An analysis of the productivity of gifted students participating in programs using the revolving door identification model.* Unpulished doctoral dissertation, University of Connecticut, Storrs.
[8] Renzulli, J. S., Reis, S. M., & Smith, L. H. (1981). *The revolving door identification model.* Mansfield center, CT: Creative Learning Press.
[9] Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1985). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence.* Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
[10] Reis, S. M., Burns, D. E., & Renzulli, J. S. (1992). *Curriculum compacting: The complete guide to modifying the regular curriculum for high ability student.* Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
[11] Renzulli, J. S., Smith, L. H., & Reis, S. M. (1982). Curriculum compacting: An essential strategy for working with gifted students. *The Elementary School Journal, 82*, 185-194.
[12] 김미량・조혜경・한정혜・한광현 (2009). 초등학교 교사의 로봇활용교육프로그램 수용의도에 관한 영향요인 분석. **한국교원교육연구, 26**(1), 427-449.
[13] 정웅열・이은경・이영준 (2009). 전문계 고등학교 학습자의 동기 유발 및 지속을 위한 로봇 프로그래밍 교수・학습 모형. **컴퓨터교육학회논문지, 12**(4), 13-21.
[14] 정광순 (2010). 통합교과 출현과 유지 과정에 대한 현상 해석. **학습자중심교과교육연구, 10**(1), 381-402.
[15] 교육과학기술부 (2011). **초등학교 교육과정**. 제2011-361호. 서울: 교육과학기술부
[16] 이병희・임웅 (2010). 과학 영재의 창의적 행동 발현 변인의 상호작용에 대한 구조모형 검증. **영재와 영재교육 9**(2), 127-144.
[17] Guilford. (1967). *The nature of human intelligence.* New York: McGraw-Hill.
[18] Runco, M. A. Plucker, J. A. & Lim, W. (2006). *Predicting ideational behavior from divergent thinking and discretionary time on task.*

이 영 준

1988 고려대학교 전산과학과 (이학사)
1994 미국 미네소타대학교 (전산학 Ph.D.)

현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야 : 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학
E-Mail : yjlee@.knue.ac.kr

서 영 민

2001 한국교원대학교 초등교육과(교육학학사)
2010 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)

현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
관심분야 : 정보교육, 로봇프로그래밍, 학습과학
E-Mail : win9797@gmail.com