현장 검증을 통한 교육용 프로그래밍 언어 교재 개발 -LOGO와 Scratch를 중심으로-

A Development of Educational Material for EPL through Applying a Draft in Education

-Focusing on LOGO and Scratch-

김종진*, 현동림**, 김은길**, 김종훈***, 원유현****

한국폴리텍 I 대학 서울강서캠퍼스*, 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정**,
제주대학교 초등컴퓨터교육전공***, 홍익대학교****

Jong-Jin Kim(jjkim70@kopo.ac.kr)*, Dong-Lim Hyun(gody5@naver.com)**,
Eun-Gil Kim(blue2811@hanmail.net)**, Jong-Hoon Kim(jkim0858@jejunu.ac.kr)***,
Yoo-Hun Won(yhwon@hongik.ac.kr)****

요약

미래를 준비하는 학생들에게 정보통신기술의 발달은 지식의 암기를 넘어 정보의 탐색 및 활용을 통해 효과적으로 문제를 해결해나가는 창의적인 능력이 요구되어진다. 컴퓨터 교육에 있어 프로그래밍 교육은 프로그래밍을 하는 과정에서 여러 문제를 접하게 되고, 해결 방안을 탐색하는 과정에서 유연한 사고를 통해 학생의 창의력을 키워준다는 여러 연구가 발표되었다. 특히 초등학생들에게 있어 학습에 용이한 EPL의 활용을 통한 프로그래밍 교육은 프로그래밍 교육을 처음 받는 학생들이 느끼는 프로그래밍 언어 자체를 익힘으로서의 어려움을 감소시켜주어 학생이 더욱 사고에 집중할 수 있도록 해준다. 이에 본 연구는 초등학생들을 대상으로 한 EPL 교육 자료 초안을 제작, 적용하여 학생들의 창의적 요소의 신장을 살펴보았다. 또한 초안 적용을 통해 도출된 개선점을 수정, 보완하여 현장에서 바로 사용할 수 있는 교육 자료(학습지, 교수학습 과정안)를 제작하였다.

■ 중심어 : | 프로그래밍 | 교육용 프로그래밍 언어 | 초등학생 | 창의성 |

Abstract

Students meet with many problems during programming education in computer education. In part of computer education, computer programming education have been researched. And the research have said that computer programming education have helped to increasing of students' creativity during find answer of problem through flexible thought. Especially, elementary school students, who learn to programming language for the first time, feel difficulty, when they learn computer programming. But the use of EPL reduce difficulties. So Students can focus on the thinking. Therefore, in this paper, a draft was produced and applied to observe the creative elements increasing of elementary school students. Than modify and supplement the draft through improvements to a draft obtained by applying. Also, made the educational material that can be used directly in the field.

■ keyword : | Programming | Educational Programming Language | Element School Students | Creativity |

I. 서론

프로그램을 계획, 설계, 실행, 수정해나가는 과정은 현실 사회의 문제 해결 과정과 매우 유사하다. 따라서 학생들은 프로그래밍 하는 과정을 통해 창의적인 문제 해결 능력을 신장시킬 수 있다[1]. 하지만 프로그래밍 언어를 익히는 과정은 학습자들에게 부담감을 준다. EPL(Educational Programming Language)은 이러한 학습자들의 어려움을 해소해주기 위하여 제안되었다. 직관적인 명령어 사용과 블록스크립트 기반의 코딩 방법 등을 통해 자신의 생각을 쉽게 설계할 수 있도록 도와주는 EPL은 프로그래밍 언어에 익숙지 않은 학습자들에게 프로그래밍 교육의 부담을 덜어주어 프로그래밍 교육에 집중할 수 있도록 도와준다.

본 연구에서는 이러한 EPL의 교육적 효과를 더욱 극대화 하기위하여 본 연구팀에서 연구한 [2]의 연구 분석 결과를 바탕으로 개선 방안을 모색하여 완성도 높은 LOGO와 Scratch 교재를 개발하였다.

II. 이론적 배경

컴퓨터 언어의 활용 빈도 순위를 조사하여 발표하는 Tiobe Software의 2010년도 발표에서 상위 50위 안의 프로그래밍 언어 중 교육용으로 개발된 언어는 LOGO(31위), Scratch(39위), Alice(43위)가 있다[3]. 이중 LOGO와 Scratch는 우리나라에도 많이 알려져 있는 EPL로써 현재 일부 학교 현장 및 영재교육원에서 교육이 되고 있다.

이중 LOGO를 이용한 연구로는 사고력과 관련한 연구[1][4] 및 창의력과 관련한 연구[5] 등이 있었다. 이 연구들은 LOGO의 교육이 사고력 및 창의성 신장에 긍정적인 역할을 한다는 것을 잘 보여준다.

또한 최근 등장한 EPL로서 가장 각광을 받고 있는 Scratch와 관련한 연구로는 문제해결력과 프로그래밍 태도에 미치는 효과 연구[6], 프로그래밍 수업 효과에 미치는 연구[7], 학습자의 내재적 동기와 문제해결력 향상에 관한 연구[8], 학습 성향과 관련한 연구[9] 등이 있

었고 각 영역에 긍정적인 효과를 낸다는 것을 알 수 있었다.

하지만 앞선 연구들은 각 언어의 독립적인 영향을 살펴봐왔을 뿐 다른 EPL과의 비교를 통한 LOGO와 Scratch만의 장점을 차별화하는 연구가 부족하였다.

이에 본 연구에서는 LOGO와 Scratch의 언어적 특성을 분석하여 초안 교재를 개발하고 현장 적용하여 각 언어가 창의성의 세부영역에 미치는 효과를 교차 분석하였다. 또한 현장 적용을 통하여 알게 된 문제점을 수정 보완하여 학교 교육현장에서의 활용성 및 기대 효과가 높은 LOGO와 Scratch의 교재를 개발하였다.

III. 교재 내용 및 구성 체계

학생들의 폭넓은 사고와 창의성 신장을 위하여 교육 내용 및 주제를 선정하였다[2]. LOGO와 Scratch는 교육용 프로그램으로서 쉽게 접근할 수 있다는 EPL의 장점을 공통으로 갖고 있지만, 여러 EPL을 분류하는 가장 대표적인 방법인 프로그래밍 스타일과 코딩의 방법을 보았을 때 두 언어는 극명한 차이를 보인다.

LOGO는 텍스트 기반 코딩 방법으로 프로그래밍에 주로 쓰이거나 수학적 계산에 활용 가능한 언어이고, Scratch는 마우스 조작 스크립트 삽입이나 액션 선택으로 알고리즘을 구현하여 프로그래밍 뿐만 아니라 게임, 시뮬레이션, 멀티미디어 작성 등 다양한 교과에도 적용 가능한 언어이다.

따라서 두 교육용 언어의 교육의 교육은 접근 방식이 달라야 한다고 판단을 하게 되었고, LOGO는 명령어의 단계적 교육을 통해 결과물을 더욱 발전시켜 나가는 방법을, Scratch는 주제별 콘텐츠 제작의 난이도를 높여 가는 방법을 사용하였다.

현장 적용에 있어서는 초등학교에서의 고학년의 특성과 저학년의 특성을 고루 갖춘 학년에 해당하는 4학년을 택하여 최종적으로 수정된 교재의 적용 학년을 탐색할 수 있도록 하였으며 프로그래밍을 처음 접하는 집단임을 감안하여 프로그래밍 언어의 특징에 맞게 선정하였다.

LOGO는 차시별로 서로 다른 명령어를 이용하여 다양한 도형을 소개하고 그려보도록 하였다. 또한 변수 및 제어문을 도입하여 LOGO의 다양한 특징을 좀 더 구체적으로 접목시켜 보았다. 반면에 Scratch는 프로그래밍 개념을 바탕으로 초등학교 수준에서 Scratch에서 사용할 수 있는 교육요소를 추출하였다. Scratch의 기초적 기능과 조작 방법을 익히고 실습할 수 있는 교육요소를 추출하고 이것을 바탕으로 교육 자료 개발에 구성하였다.

각 차시별 교재의 구성은 EPL별의 특징을 고려하여 [그림 1]과 같이 구성하였다.

그림 1. 교재 구성 체계

1단계는 개념 이해하기와 원리 알아보기로 오늘 학습할 내용과 관련된 개념 및 원리를 이해하고 간단한 프로그램으로 직접 실행해보도록 하였다. 개념 및 원리는 그림과 함께 제시되어야 하며 전 차시에서 학습한 내용을 포함하여야 한다.

2단계는 명령어 익히기와 명령어 살펴보기로 오늘 학습할 문제와 관련된 개념을 살펴보고, 이를 활용하여 완성된 결과물을 보며 규칙 및 명령어를 찾아보도록 하였다. 발견된 규칙과 명령어는 프로그래밍 할 때에 활용하도록 하였다.

3단계는 프로그래밍하기와 명령어 실행하기로 전 단계에서 발견한 규칙과 명령어를 활용하여 프로그래밍을 하도록 하였다.

4단계는 생각해보기와 문제해결하기로 이미 학습한 내용과 관련된 프로그램을 수정하여 다르게 표현해 보도록 하거나 개념을 이용하여 새로운 프로그램을 만들어 보도록 하였다.

IV. 현장 적용을 통한 개선 방안 연구

1. 교재 초안

교재의 초안은 [표 1]과 같이 각 EPL의 특성에 따라 주제와 활동을 달리하여 선정하였으며, LOGO의 거주는 기본 명령어에서 고급 함수 사용의 단계적 흐름을 생각한 반면 Scratch의 경우는 결과물의 난이도를 높여가며 명령 및 프로그램을 익혀나갈 수 있도록 구성하였다.

표 1. 차시별 지도계획

차시	LOGO	Scratch
1	주제 명령어 익히기	주제 움직이는 강아지
	활동 •기본 명령어 익히기	활동 •움직이는 애니메이션 만들기
2	주제 도형 그리기	주제 알록달록 고양이
	활동 •내각과 외각을 이용한 도형 그리기	활동 •색과 음향을 활용한 애니메이션 만들기
3	주제 반복문 활용하기	주제 따라다니는 유령
	활동 •반복문(REPEAT)을 이용한 도형 그리기	활동 •다양한 동작명령과 펜 명령을 활용하기
4	주제 변수 사용하기	주제 드럼 연주하기
	활동 •변수를 이용하여 다각형 그리기	활동 •난수를 활용하여 다양한 음향 및 그래픽 효과 활용하기
5	주제 프로시저 사용하기	주제 무대꾸미기
	활동 •프로시저를 이용하여 도형 그리기	활동 •배경 화면을 활용한 애니메이션 만들기
6	주제 연산하기	주제 키보드로 움직이는 고양이
	활동 •연산 명령문을 사용하여 도형 그리기	활동 •키보드를 이용한 동작 명령 활용하기
7	주제 조건문 사용하기	주제 쥐잡기 게임
	활동 •조건문(IF, IF ELSE)을 사용하여 연산 및 도형 그리기	활동 •변수를 이용하여 점수 계산 게임 만들기
8	주제 재귀문 사용하기	주제 가위바위보 게임
	활동 •재귀문을 이용하여 다양한 도형 그리기	활동 •함수 호출을 이용한 게임 만들기

2. 현장 적용 및 분석

개발한 초안 교재를 제주특별자치도의 신제주초등학교(Scratch)와 강정초등학교(LOGO)의 4학년 1개 반씩 대상으로 각각 남, 여로 나누어 4개의 집단을 형성하고 TORRANCE TTCT(도형) 창의력 검사 A형을 통해 사전·사후검사를 실시하였다[2]. 각각의 집단에서 표본을 추출하여 동질집단으로 구성하였고 창의력 세부요

소에 대하여 비교분석 및 사전/사후 분석을 하였다.

각 언어가 학생들의 창의성 영역에 미치는 영향을 비교 분석하여 본 결과 두 언어 모두 창의성 신장에 도움이 되었다. 특히 LOGO는 창의성 영역 중 유창성 영역에, Scratch는 추상성과 저항 영역에 긍정적인 주었다. 이러한 결과는 LOGO의 명령어를 활용한 다양한 함수의 활용이 유창성의 특징과 부합되고, Scratch의 그래픽을 활용한 프로그램 수행의 과정을 시각적으로 확인할 수 있는 것이 추상성 및 저항의 특징과 부합되어 각 창의성 영역의 신장을 이끌어 내었다고 할 수 있다[표 2].

표 2. 사전/사후 창의성 신장 분석

EPL	성별	창의적 요소	대응차 (평균)	t	자유도	유의확률 (양쪽)
로고	남	유창성	-17.38	-4.950	7	.002
		독창성	-9.63	-1.925	7	.096
		추상성	-8.38	-7.06	7	.503
		정교성	-5.38	-2.641	7	.033
		저항	-5.63	-.802	7	.449
	여	유창성	-25.10	-6.138	9	.000
		독창성	1.80	.596	9	.566
		추상성	-7.30	-.959	9	.362
		정교성	-1.70	-.749	9	.473
		저항	-1.50	-.271	9	.793
스크래치	남	유창성	-6.67	-2.082	8	.071
		독창성	-5.44	-1.135	8	.289
		추상성	-31.56	-3.914	8	.004
		정교성	-2.33	-1.228	8	.254
		저항	-14.11	-2.615	8	.031
	여	유창성	-11.78	-2.075	8	.072
		독창성	-4.22	-.907	8	.391
		추상성	-25.22	-2.889	8	.020
		정교성	-3.22	-1.442	8	.187
		저항	-13.11	-5.063	8	.001

LOGO 교육학급과 Scratch 교육학급의 각 학급에서 창의성 검사를 독립표본 T검정으로 이성 비교·분석해 본 결과 LOGO 교육학급의 경우 여학생이 남학생에 비해 LOGO 프로그래밍 학습에 의하여 유창성 신장 효과가 크다는 것을 확인 할 수 있었다[표 3].

표 3. EPL별 남/녀 비교 분석

EPL	창의적 요소		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정			
			F	유의 확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균 차
로고	유창성	등분산 가정	.155	.699	-2.144	16	.048	-12.80
	독창성	등분산 가정	.755	.398	1.241	16	.232	8.22
	추상성	등분산 가정	.002	.965	-.399	16	.695	-3.58
	정교성	등분산 가정	.170	.685	.531	16	.602	1.80
	저항	등분산 가정	.214	.650	.328	16	.748	2.38
스크래치	유창성	등분산 가정 않음	8.667	.010	-.150	12.818	.883	-1.11
	독창성	등분산 가정	1.758	.203	.270	16	.790	1.67
	추상성	등분산 가정	1.062	.318	-1.058	16	.306	-13.67
	정교성	등분산 가정	.017	.897	-.288	16	.777	-.89
	저항	등분산 가정	.439	.517	-1.247	16	.230	-6.33

LOGO 교육학급과 Scratch 교육학급의 동성의 사후 창의성 검사를 독립표본 T검정으로 비교·분석해 본 결과 여학생의 경우 유창성(스크래치 우위), 추상성(로고 우위), 저항(로고 우위)에서 의미 있는 차이를 보였 대[표 4].

표 4. 성별별 EPL(LOGO-Scratch) 비교 분석

성 별	창의적 요소	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정				
		F	유의확 률	t	자유 도	유의확 률 (양쪽)	평균 차	
남	유창성	등분산 가정	.094	.763	.982	15	.342	5.67
	독창성	등분산 가정	.875	.364	.472	15	.644	3.24
	추상성	등분산 가정	1.599	.225	-1.117	15	.281	-14.65
	정교성	등분산 가정	.000	.996	.688	15	.502	2.33
	저항	등분산 가정	.012	.915	-1.151	15	.268	-6.79

여	유창성	등분산 가정 없음	5.981	.026	2.305	13.513	.038	17.36
	독창성	등분산 가정	1.570	.227	-.556	17	.585	-3.32
	추상성	등분산 가정	.192	.667	-2.691	17	.015	-24.74
	정교성	등분산 가정	.411	.530	-.115	17	.910	-.36
	저항	등분산 가정	1.109	.307	-2.391	17	.029	-15.50

이와 같은 통계 결과의 유의미한 차이를 보인 결과를 종합하면 [표 5]와 같이 나타난다.

표 5. 유의미한 차이 분석

	통제변인		독립변인	종속변인
분석 1	LOGO	남	전/후	• 남학생 신장: 유창성, 정교성
		여	전/후	• 여학생 신장: 유창성
	Scratch	남	전/후	• 남학생 신장: 추상성, 저항
		여	전/후	• 여학생 신장: 추상성, 저항
분석 2	LOGO		남/여	• 여학생 우위: 유창성
	Scratch		남/여	• 차이 없음
분석 3	남		LOGO/Scratch	• 차이 없음
	여		LOGO/Scratch	• LOGO 우위: 유창성, 저항 • Scratch 우위: 유창성

이러한 각 EPL이 갖는 특징이 창의성 신장에 긍정적인 역할을 한 것으로 보이지만 LOGO의 경우 명령어를 사용한 프로그래밍 과정은 프로그램의 실행 과정상 오류 발생 시 오류 검출이 어려운 단점을 갖고 있고, Scratch의 블록을 사용한 프로그래밍의 과정은 고급 함수 사용의 제한이 있어 불필요하게 긴 프로그래밍의 과정과 제한을 수반한다. 이러한 프로그램의 한계를 참고하여 프로그램 교육 시 학생들의 발달 단계에 맞는 구체적인 체계적인 교육과정을 수립하여야 한다는 과제를 해결해야한다.

3. 교재 초안 개선 방안

3.1 교육 내용 및 구성

프로그래밍 과정에서 단순히 프로그래밍 기술을 배우는 것에서 활용하여 문제를 해결해 나가는 과정이 강

조가 되는 구성이 필요하다. 따라서 기존의 8차시로 제작되어있는 학습자료 및 교수학습 과정안의 추가적 내용을 삽입할 필요가 있다. 특히 상위의 수학적 개념이 도입되는 단계(변수, 논리 연산 등)에서는 차시를 분할하여 학생들이 개념을 충분히 활용할 수 있도록 기다려주는 것이 필요하다.

3.2 교육 내용

함수 호출과 재귀호출과 같은 체계적인 설계를 요하는 프로그래밍 수업은 난이도를 조절하여 충분한 사고 및 연습의 시간이 필요하며 기초 알고리즘 내용을 추가하여 학생들의 문제해결의 여러 방법을 소개해줄 필요가 있다. 기초적인 기능을 배우는데 그치는 것이 아니라 효과적으로 조합하여 사용하는데 초점이 맞춰져야 한다. 또한 코드의 길이를 줄여주는 것 또한 필요하다. 전체적인 코드의 길이가 길어지더라도 기능별로 묶어 주어 학생들의 코드작성의 피로도를 줄여주어야 한다. 특히 이러한 문제는 Scratch의 코드작성에서 많이 나타났는데 블록을 사용한 명령어는 코드의 길이가 길어질수록 시각적인 피로도가 크게 증가한다. 따라서 적절하게 함수를 기능별로 나누고, 그 함수를 필요에 의해 호출하는 방식의 접근이 필요하다[10-12].

V. 개선한 교재 개발

1. 교재 개선 사항

EPL을 활용함에 있어 초등학생이 활용하기에는 문제가 없다고 판단되어졌다. 하지만 수학적 개념의 이해에 있어 초등학교 4학년이 이해하기에는 어려움이 있었다. 따라서 초안 교재의 8차시로 제작되어있는 학습자료를 15차시로 늘려 개념 도입의 과정에서 차시를 추가하여 학생들이 무리 없이 수업에 적응시킬 수 있도록 하였다. 15차시의 기준은 현행 4, 5, 6학년의 재량활동의 연 시수 64시간 중 한 학기에 16시간 정도를 정보화 교육 시수로 편성하는 학교 현장의 상황을 고려하여 제시하였다. 그리고 기능을 익힘에 있어 학습한 기능을 문제해결에 사용하여 사고력을 증진시킬 수 있도록 차

시의 구성을 조정하고 관계/논리 연산 및 알고리즘 주제를 추가하였다.

LOGO의 경우 함수의 재귀호출을 통해 문제를 해결해나가는 과정을 강조하였고, Scratch의 경우 코드 작성에 있어 기능별로 나누어 필요시 호출해나감에 시각적으로 코드가 길어짐으로 인해 시각적 피로도를 줄여주고 사고의 흐름을 도식화시키는 면을 강조하였다. 개선된 차시의 구성 및 내용은 [표 6]과 같다.

표 6. 차시별 지도계획

차시	LOGO		Scratch	
1	주제	명령어 익히기	주제	움직이는 강아지
	활동	•기본 명령어 익히기	활동	•움직이는 애니메이션 만들기
2	주제	명령어 익히기	주제	알록달록 고양이
	활동	•기본 명령어 익히기	활동	•색과 음향을 활용한 애니메이션 만들기
3	주제	도형 그리기	주제	따라다니는 유령
	활동	•내각과 외각을 이용한 도형 그리기	활동	•다양한 동작명령과 펜 명령을 활용하기
4	주제	반복문 활용하기	주제	드럼 연주하기
	활동	•반복문(REPEAT)을 이용한 도형 그리기	활동	•난수를 활용하여 다양한 음향 및 그래픽 효과 활용하기
5	주제	반복문 활용하기	주제	무대꾸미기
	활동	•원 그리기	활동	•배경 화면을 활용한 애니메이션 만들기
6	주제	변수 사용하기	주제	키보드로 움직이는 고양이
	활동	•변수를 이용하여 다각형 그리기	활동	•키보드를 이용한 동작 명령 활용하기
7	주제	프로시저 사용하기	주제	취잡기 게임
	활동	•프로시저를 이용하여 도형 그리기	활동	•변수를 이용하여 점수 계산 게임 만들기
8	주제	연산하기	주제	가위바위보 게임
	활동	•연산 명령문을 사용하여 도형 그리기	활동	•함수 호출을 이용한 간단한 게임 만들기
9	주제	조건문 사용하기	주제	출석부 만들기
	활동	•조건문(IF, IF ELSE)을 사용하여 연산 및 도형 그리기	활동	•리스트 활용하기
10	주제	관계/논리연산 사용하기	주제	스택 만들기
	활동	•관계/논리연산을 활용한 다양한 조건문 사용하기	활동	•변수와 리스트를 활용하여 스택 만들기
11	주제	재귀문 사용하기	주제	큐 만들기
	활동	•재귀문을 이용하여 다양한 도형 그리기	활동	•변수와 리스트를 활용하여 큐 만들기

12	주제	재귀문 사용하기	주제	트리 탐색하기
	활동	•수의 합 구하기	활동	•스택을 이용하여 깊이우선 탐색하기
13	주제	재귀문 사용하기	주제	트리 탐색하기
	활동	•피보나치 수열 만들기	활동	•큐를 이용하여 너비우선 탐색하기
14	주제	재귀문 사용하기	주제	정렬하기
	활동	•LOGO 트리 그리기	활동	•리스트를 활용하여 정렬하기
15	주제	재귀문 사용하기	주제	계산기 만들기
	활동	•코흐 곡선 그리기	활동	•자료를 입력받아 연산 후 출력하기

2. LOGO 교재

2.1 교육 자료 예시

논리적 사고신장을 위하여 관계논리연산 및 재귀동작과정을 그림과 함께 반복되는 명령어를 생각할 수 있도록 구성하였다. 또한 도형 감각뿐만 아니라 수 연산능력을 향상시킬 수 있도록 차시를 증배하였다.

로고프로그래밍과 창인성 No. 16 - 재귀(기본 도형 그리 응용편2)

로고프로그래밍의 이해

조동학교 _ 학년 _ 반 이름 : _____

■ STEP1 ■ '변수' 이해하기

1. 코호 곡선: 일정한 길이의 선분을 3등분하여 중간에 있는 선분을 밑변으로 하는 삼각형을 위에 그리는 방법으로 선을 표현하는 방법을 코호 곡선이라고 한다. 코호 곡선 역시 규칙적으로 반복되는 모양을 재귀호출을 통해 그릴 수 있다.

■ STEP2 ■ 명령어 익히기

1. 코호 곡선 그리는 방법을 단계별로 생각해보자.

단계	그림	세부 내용
1		주어진 선분을 3등분한다.
2		가운데 선분을 밑변으로 하는 정삼각형을 그리고 밑변은 지운다.
3		1차 완성된 코호 곡선이다.

그림 2. LOGO 교재 15차시 1쪽

2. 위에서 완성된 코호 곡선에서 다시 각각의 선분에 대해 코호 곡선을 만들어 보자.

구분	1차 완성된 코호 곡선	2차 완성된 코호 곡선
그림		

3. 위 과정을 보고 3차 완성된 코호 곡선의 모양을 그려보자.

3차 완성된 코호 곡선

STEP3 프로그래밍하기

1. 위 예제에서 살펴본 코호 곡선 그리는 방법을 프로서지로 만들어보자.

단계	로그 실행 결과	세부 과정
1		<ul style="list-style-type: none"> ○ 항상 처음 상태를 잘 기억해야 한다. 제 귀 호출을 마칠 때는 항상 처음 상태와 동일한 상태로 돌아와야 한다.

그림 3. LOGO 교재 15차시 2쪽

구분	로그 실행 결과	세부 과정
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 정면을 향하는 선을 그리기 위해 거북이를 회전시킨다. ○ 로그 명령어를 써보자.
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 일정한 길이만큼 앞으로 전진하여 선을 그린다. ○ 로그 명령어를 써보자.

2. 위의 명령어를 정리하면 아래와 같다. (선의 길이는 10으로 한다)

1	FD 10	완성된 1차 코호 곡선
2	RT 60	
3	FD 10	
4	LT 120	
5	FD 10	
6	RT 60	
7	FD 10	

그림 4. LOGO 교재 15차시 3쪽

3. 2차 코호 곡선 그림을 보고 로그 명령어로 표현해보자. (단 선의 길이는 10으로 한다)

2차 코호 곡선	로그 명령어	
	실행 순서	로그 명령어
	1	FD 10
	2	RT 60
	3	FD 10
	4	LT 120
	5	FD 10
	6	RT 60
	7	FD 10
	8	

그림 5. LOGO 교재 15차시 4쪽

4. 2차 코호 곡선을 그리는 로그 명령어에서 1차 코호 곡선 그리는 명령어가 반복되는 부분을 찾아보자. 반복되는 부분을 '코호곡선그리기'라고 이름을 붙이면 아래와 같이 요약할 수 있다.

구분	코호 곡선 규칙 찾기	위즈
제귀 호출 과정	TO 코호곡선그리기 코호곡선그리기 RT 60 코호곡선그리기 LT 120 코호곡선그리기 RT 60 코호곡선그리기 END	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원작과 같이 로그에서 프로서지를 작성하면 프로그래밍이 멈추지 않고 계속 반복된다. 이유는 종료 조건이 없기 때문이다. ○ 무엇을 기준으로 종료 조건을 작성하면 좋을지 친구들과 의논하여 적어보자.

5. 아래는 선분의 길이를 기준으로 코호 곡선을 그리는 프로서지이다.

1	TO KOCH :LENG	<ul style="list-style-type: none"> ○ @에 들어갈 명령어는 무엇인지 써보자. ○ KOCH :LENG/3 부분이 제귀호출 부분이다. :LENG/3을 하는 이유는 무엇일까?
2	IF :LENG<10 [@]	
3	KOCH :LENG/3	
4	RT 60	
5	KOCH :LENG/3	
6	LT 120	
7	KOCH :LENG/3	
8	RT 60	
9	KOCH :LENG/3	
10	END	

그림 6. LOGO 교재 15차시 5쪽

STEP4 생각해보기

1. 위 예제는 아래 그림과 같이 선분 1개를 코호 곡선으로 만드는 과정이다.

선분 1개	코호 곡선 그리기 작업 후

코호 곡선을 도형에 이용하면 마치 눈송이와 같은 모양을 그릴 수 있다. 아래 그림은 삼각형의 각 선분을 코호 곡선으로 표현한 것이다.

정삼각형	코호 곡선 그리기 작업 후

위 그림을 보고 정삼각형의 각 선분을 코호 곡선으로 그릴 수 있는 방법을 생각해보자.

그림 7. LOGO 교재 15차시 6쪽

2.2 교수학습 과정안 예시

개발한 교육 자료를 수업에 모든 교사가 활용할 수 있도록 각 차시별 교수학습 과정안을 작성하였다.

단계	학습 과정	교수학습활동	시간 (분)	자료(○) 및 유의점(※)
활동2	활동2. 토고 프로시저 구현하기 - 규칙적으로 반복되는 부분 구현하기	- 2차 교호 곡선에서 반복 규칙 찾아서 재귀 활용 방법 생각해보기	15	※ 평행선의 기본 성질을 바르게 이해하도록 하며, 원리들 스스로 발견하고, 완성된 과정을 설명할 수 있도록 하는데 중점을 둔다.
활동3	활동3. 교호 나선이 만들기 - 정삼각형의 각 선분을 교호 곡선으로 만드는 방법 생각하고 그려보기

그림 8. LOGO 교수학습 과정안 15차시 1쪽

스크래치 프로그래밍

9. 출처부 만들기

초등학교

학년 반 번

이름 : _____

1단계-원리 알아보기

선생님이 되어 학생들의 이름을 번호 순서대로 입력해보자. 학생의 이름을 저장할 리스트를 만들고, 학생의 이름을 순서대로 입력해볼까? 이 방법은 몇 명의 학생 이름을 입력할 것인지 알고 있어야 한다.

학생 수를 모를 때는 어떻게 해야 할까? 이때는 학생의 수를 프로그램에 사용하는 사람에게 물어보는 방법을 선택해야 한다. 이 경우에는 우선 학생 수를 물어보고 변수에 입력하여 그 수만큼의 학생들의 이름을 입력해야 한다. 따라서 일일이 학생의 이름을 물어보는 것이 아니라 필요한 만큼만 반복하여 물어보는 방법을 찾아야 한다.

두 방법 모두를 만들어 보도록 하자.

2단계-명령어 실행하기

1. 리스트 만들기

변수와 같은 방법으로 [변수] 카테고리에서 있는 [리스트 만들기]를 클릭하여 새로운 이름으로 리스트를 만들어 사용할 수 있다.

변수 하나를 하나의 집이라고 한다면 리스트는 그 집(변수)들이 모인 아파트라고 할 수가 있다. 아파트에는 아파트의 이름뿐만 아니라 각각의 번호를 갖고 있는 것처럼 리스트 안에서도 번호가 주어져 여러 변수들을 구분하고 있다.

리스트의 이름과 그 안의 번호를 이용하여 데이터를 입력, 출력, 번호지정할 수 있다.

그림 10. Scratch 교재 9차시 1쪽

단계	학습 과정	교수 학습 활동	시간 (분)	자료(○) 및 유의점(※)	
정리	학습 정리	▷ 느린 걸 이야기하기 - 오늘 학습하면서 느린 것들을 이야기하고, 새롭게 발견한 규칙이나 원리를 공유하도록 한다.	5		
평가 계획	평가 내용	평가 기준	평가 방법	평가 시기	
		상	재귀를 활용하여 도형의 복잡한 반복 규칙을 찾아 구현할 수 있다.	관찰 평가	전체
		중	도형의 복잡한 반복 규칙을 찾지만 재귀를 활용하여 구현하지 못한다.		
		하	도형의 복잡한 반복 규칙을 찾지 못한다.		

그림 9. LOGO 교수학습 과정안 15차시 2쪽

3. Scratch 교재

3.1 교육 자료 예시

수학적인 개념이 프로그램에서 어떻게 적용이 되어 작동하는지를 설명하기 위하여 배열에 해당하는 리스트 주제 차시를 증배하였다. 또한 함수 호출에 해당하는 방송하기 등의 기능도 세분화 하여 차시를 증배해서 학생들이 익힌 기능을 다양한 방법으로 활용하는 사고의 과정을 강조하였다.

3단계-명령어 실행하기(방법 1)

1. 프로그램에서 학생의 이름을 저장할 리스트를 [출처부]라는 이름으로 만들고, 프로그램이 시작(스페이스 바를 누를 때)할 때 초기화시켜준다. 만약 프로그램 작성 중 더 필요한 변수나 리스트가 생긴다면 [초기화]단계에서 추가시켜 초기화시켜준다. 초기화가 다 되면 다음 할 일인 [이름입력]을 발송해준다.

2. [이름입력]이 발송이 되면 각각의 번호 학생 이름을 물어보고 그 대답을 [출처부]라는 리스트에 차례로 저장한다. 3명의 이름을 저장하고 싶다면 3번 물어보고, 10명의 이름을 저장하고 싶다면 10번 물어보고 저장하면 된다(3명의 이름을 차례로 [가가가, 나나나, 다다다]라고 입력을 한다).

4단계-명령어 실행하기(방법 2)

1. 프로그램에서 학생의 수를 입력할 [학생수]라는 변수와 학생의 이름을 저장할 리스트를 [출처부]라는 이름으로 만들고, 프로그램이 시작(스페이스 바를 누를 때)할 때 초기화시켜준다. 초기화가 다 되면 다음 할 일인 [학생수입력]을 발송해준다.

2. [학생수입력]이라는 발송을 받으면 [학생수]라는 변수를 만들고 학생 수를 물어본다. 사용자가 입력한 학생 수를 [학생수]라는 변수에 저장하고 다음 할 일인 [이름입력]을 발송한다.

그림 11. Scratch 교재 9차시 2쪽

그림 12. Scratch 교재 9차시 3쪽

단기	학습 과정	교수학습활동	시간 (분)	자료(○) 및 유의점(×)
활동3	출석부 만들기 프로그램이 실행되는 과정을 설명해보시오.	<ul style="list-style-type: none"> - 사용자에 해당하는 스크립트를 작성하기 - 실행해 보고 개선할 사항 알아보기 	10	× 다양한 방법으로 스크립트를 작성할 수 있도록 충분한 생각할 시간을 준다.
정리	학습 정리	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 느낀 점 이야기하기 - 새롭게 알게 된 점이나 느낌을 자유롭게 발표한다. 	5	
차시 예고	차시 예고	<ul style="list-style-type: none"> - 스텝에 대하여 조사하기 		
평가 계획	평가 내용	평가 방법	평가 시기	
	변수와 리스트의 차이를 알고 리스트를 활용 할 수 있는가?	관찰평가	전개	

그림 14. Scratch 교수학습 과정안 9차시 2쪽

3.2 교수학습 과정안 예시

개발한 교육 자료를 수업에 모든 교사가 활용할 수 있도록 각 차시별 교수학습 과정안을 작성하였다.

일시	2010. .	대상	6학년	지도교사	
단원	9. 출석부 만들기	차시	9/15		
학습목표	리스트를 활용하여 자료를 추가, 수정, 삭제해 보시오.	장소	컴퓨터실		
단계	교수학습활동	시간 (분)	자료(○) 및 유의점(×)		
도입	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 학습에 필요한 문서에 대하여 생각해보시오. ▷ 학습문제 	5	× 조사표 및 출석부의 대입을 유도한다.		
전개	<ul style="list-style-type: none"> 리스트를 활용하여 자료를 추가, 수정, 삭제할 수 있다. 활동1. 리스트 알아보기 활동2. 명령어 블록 만들기 활동3. 응용문제 해결하기 	20	○ PPT		
정리	<ul style="list-style-type: none"> 활동1. 리스트 알아보기 - 앞에서 공부한 변수에 대하여 생각해보고 개선할 사항에 대하여 이야기해 보기 - 여러 자료를 저장하는 방법에 대하여 생각해보기 - 리스트에 대하여 공부하기 활동2. 명령어 블록 만들기 - 개입을 필요한 리스트 생성하기 - 시작 조건과 리스트 초기화하기 				

그림 13. Scratch 교수학습 과정안 9차시 1쪽

VI. 결론

본 연구에서는 가장 많이 사용되지는 EPL인 LOGO와 Scratch를 연구한 기존의 선행연구를 바탕으로 두 언어에 대한 교재 초안을 제작하고 투입하여 기존 연구에서 언급된 창의성 신장뿐만 아니라 선행연구에서 볼 수 없었던 두 언어 간의 창의성 세부 영역에서의 영향을 교차 분석하였다. 또한 초안 교재의 현장 검증들을 통하여 초안 교재 개발 과정 및 설계상의 문제를 파악하고 현장 투입 시의 유의점을 확인하여 더욱 폭넓게 활용 가능할 뿐만 아니라 각 언어의 특성에 더욱 적합한 교재를 개발하였다.

시대가 요구하는 창의적인 시민을 길러내기 위해서는 체계적인 교육과정을 수립하고 일회적인 교육이 아니라 단계적인 교육이 지속적으로 이루어져야 한다. 이를 위해 컴퓨터 교육에 있어 본 연구에 사용한 수업 설계를 세분화 하여 다양한 상황에 접목시킨다면 보다 효율적인 교육과정의 수립이 가능하리라 본다.

본 논문에서 사용한 LOGO와 Scratch 이외에도 많은 교육용 언어들이 있고 외국에서는 다양한 언어를 교육

과정 속에서 교육하고 있다. 이에 우리도 속히 다양한 EPL에 대한 연구를 발전시켜 나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. H. Clements, Engancement of creativity in computer environments, American Educational Research Journal Spring, 1991.
- [2] 김종진, 현동림, 김승완, 김종훈, 원유현, “교육용 프로그래밍 언어인 로고와 스크래치 교재 개발 및 비교 실험”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제7호, pp.459-469, 2010.
- [3] www.hiobe.com
- [4] D. H. Clements, Learning of geometric concepts in a LOGO environment, Journal for Research in Mathematics Education, 1989.
- [5] 이점순, “LOGO 프로그래밍 언어가 초등학생의 창의성 발달에 미치는 영향”, 전주교육대학교 교육대학원, 2007.
- [6] 조성환, 송정범, 김성식, 이경화, “CPS에 기반한 스크래치 EPL이 문제해결력과 프로그래밍 태도에 미치는 효과”, 한국정보교육학회논문지, 제12권, 제1호, pp.77-88, 2008.
- [7] 조성환, 송정범, 김성식, 백성혜, “스크래치를 이용한 프로그래밍 수업 효과”, 한국정보교육학회 논문지, 제12권, 제4호, pp.375-384, 2008.
- [8] 송정범, 조성환, 이태욱, “스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 동기와 문제해결력에 미치는 영향”, 한국정보교육학회논문지, 제12권, 제3호, pp.323-332, 2008.
- [9] 한선관, 한희섭, “초등학생들의 학습 스타일과 스크래치 언어 활용 교육의 상관성 분석”, 한국정보교육학회논문지, 제13권, 제3호, pp.351-358, 2009.
- [10] H. Brian, Computer Science Logo Style (2nd ed.) Vol.1: Symbolic Computing, Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.
- [11] H. Brian, Computer Science Logo Style (2nd

ed.) Vol.2: Advanced Techniques, Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.

- [12] H. Brian, Computer Science Logo Style (2nd ed.) Vol.3: Beyond Programming, Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.

저 자 소 개

김 종 진(Jong-Jin Kim)

종신회원

- 2004년 2월 : 홍익대학교 컴퓨터 공학과 박사수료
- 2005년 3월 ~ 현재 : 한국폴리텍1대학 서울강서캠퍼스 조교수

<관심분야> : 교육용 프로그래밍, 컴퓨터 교육

현 동 림(Dong-Lim Hyun)

정회원

- 2009년 8월 : 제주교육대학교 초등컴퓨터교육전공(교육학석사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정
- 2005년 ~ 현재 : 초등학교 교사

<관심분야> : 컴퓨터 교육, EPL, 안드로이드

김 은 길(Eun-Gil Kim)

종신회원

- 2008년 8월 : 제주교육대학교 초등컴퓨터교육전공(교육학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정
- 2005년 ~ 현재 : 초등학교 교사

<관심분야> : 컴퓨터 교육, 교육용 콘텐츠 제작

김 중 훈(Jong-Hoon Kim)

중신회원

- 1998년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과(이학박사)
- 1998년 ~ 1999년 : 한국전자통신연구원(ETRI) 박사후연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수

<관심분야> : 컴퓨터 교육

원 유 현(Yoo-Hun Won)

정회원

- 1975년 8월 : 한국과학기술원 전자계산학과(석사)
- 1985년 8월 : 고려대 전자계산학과(이학박사)
- 1976년 3월 ~ 현재 : 홍익대학교 교수

<관심분야> : 프로그래밍 언어론