

초등학교 SW교육에서 동료 프로그래밍 교육 방법이 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 미치는 효과 분석

서영호* · 염미령** · 김종훈*
제주대학교* · 수원여자대학교**

요 약

본 연구는 초등학교 SW교육에서 동료 프로그래밍 교육 방법에 대한 효과를 분석하고자 하였다. 먼저, SW교육 프로그램 개발을 위하여 J지역 내 초등학생 162명, 초등교사 34명을 대상으로 설문조사 후 분석한 결과를 토대로 초등수학 도형영역을 중심으로 한 소프트웨어교육 프로그램을 개발하여 적용하였다. SW교육 프로그램 적용을 위해 ○○대학교 겨울방학 교육기부 신청자 3, 4, 5학년 학생 44명중 실험집단 22명, 비교집단 22명으로 구성하였다. 실험집단은 동료 프로그래밍 교육 방법을 중심으로 수업을 진행하였고, 비교집단은 일반적인 교육 방법인 강의 실습형태의 수업을 진행하였으며, 다음과 같은 2가지의 연구 가설을 검증하였다. 첫째, 동료 프로그래밍을 이용한 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 신장에 더 효과적인 것이다. 둘째, 동료 프로그래밍을 이용한 SW교육이 초등학생의 창의성 신장에 더 효과적인 것이다. 검증 결과 초등학교 SW교육에서 동료 프로그래밍 교육 방법이 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다.

키워드 : 동료 프로그래밍, SW교육, 컴퓨팅사고력, 창의성, 초등수학 도형영역

Analysis of Effect that Pair Programming Develops of Computational Thinking and Creativity in Elementary Software Education

Youngho Seo* · Miryeong Yeom** · Jonghoon Kim*
Jeju National University* · Suwon Women's University**

ABSTRACT

In this study, It analyzed the effect of pair programming teaching methods in elementary software education. At first, for the development of SW educational programs it surveyed 162 elementary students and 34 teachers in J area. As a result, developed SW educational programs based on geometry in elementary mathematics and it was applied. For application SW programs it was constructed 22 students experimental group, 22 students comparison group of 44 students in 3, 4, 5th grade the winter break of ○○ university education donation application. First, software education using pair programming will be more effective on the development of elementary school students' computational thinking. Second, software education using pair programming will be more effective on the development of elementary school students' creativity. Test results, pair programming is to show a significant difference on the development of computational thinking and creativity in elementary software education.

Keywords : Pair Programming, Software Education, Computational Thinking, Creativity, Geometry in Elementary Mathematics

교신저자 : 김종훈(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)
논문투고 : 2016-04-01
논문심사 : 2016-04-03
심사완료 : 2016-04-22

1. 서론

일상의 생활에서부터 최첨단 산업에 이르기까지 사회 전체가 소프트웨어를 중심으로 운영되는 새로운 디지털 시대가 도래하면서 사회의 여러 가지 문제를 컴퓨팅 관점에서 바라보고 효율적이고 효과적으로 해결할 수 있는 사고능력을 의미하는 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking, CT)은 미래를 살아가는 데 필요한 핵심역량으로서 중요성이 강조되고 있다. 뿐만 아니라 SW 원리에 대한 이해를 갖춘 인력 확보가 곧 국가경쟁력을 좌우할 것으로 예상됨으로 인해 세계의 각 나라에서는 이를 대비하기 위해 컴퓨터 과학 교육 혹은 SW교육을 강화하는 움직임이 일어나고 있다[26].

세계의 여러 나라 중 이스라엘, 영국, 미국, 중국, 인도 등에서는 이미 SW교육을 실시하고 있고, 미국이나 영국 등은 국가차원에서 SW교육 커리큘럼을 작성하여 시행하고 있다[22].

우리나라에서도 문·이과 통합 교육으로 창의융합인재 양성을 목표로 하는 ‘2015 개정 교육과정’에 SW교육을 포함하였으며 2018년부터 초·중등학교에서 SW교육을 의무적으로 운영할 예정이다[19]. 이에 교육부에서는 ‘2015 개정 교육과정’이 적용되기 전까지 SW교육과정을 운영하기 위한 안내서로 SW교육 운영 지침을 개발하여 배포하였다. 이 지침에서 SW교육이 추구하는 인재상은 컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재이다[18].

SW교육의 목표는 학생들이 교육용 프로그래밍 언어를 이용하여 프로그래밍에 친숙해지고 쉽게 프로그래밍의 원리를 배워 컴퓨팅 사고력을 기르는 것이다[20]. 또한 SW교육은 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력 등 고등인지 사고 능력을 길러줄 수 있는 효과적인 활동으로 분류하고 있다[9]. 그러나 현장에서는 SW교육이 논리적 개념을 바탕으로 한 복잡한 인지적 능력이 요구되기 때문에 많은 학생들이 배우기 힘든 과목으로 인식하고 있다고 하였다[10]. 뿐만 아니라 다양한 개인차를 가진 다수의 학생을 대상으로 교사 1인이 개인차를 고려한 개별적이고 적절한 교육활동이 이루어지기는 어려운 실정이다. 주어진 시간 내에 학습 부진자에 대한 개별적인 교육이 이루어진다고 하더라도 상대적으로 다른 학생들에게 소홀해질 수밖에 없다. 이러한 상황에서 학습자는 개인에 맞는 상호작용 부족으로 단계가 진행될수

록 학습내용을 받아들이지 못하게 되며 결국 학습 의욕마저 상실하게 될 것이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 프로젝트 기반학습, 동료 교수법, 구성주의적 접근 등의 다양한 교수학습 전략을 도입하여 학습 효과를 높이려는 시도가 이루어져 왔다[13]. 특히 동료지도학습과 협동학습은 문제해결력이나 학업성취도, 태도 등의 향상에 긍정적인 영향이 있다.

Williams 등(2002)은 협동학습 중 하나인 동료 프로그래밍은 학습자에게 자부심을 증진시켜 주며, 동료 교수를 통한 학습 효과를 볼 수 있음을 밝혔다[31]. 동료 프로그래밍을 학습에 활용하면 학업성취도와 학습흥미를 향상시킬 수 있다[5][14][24].

그러나 위의 연구들은 중학생 이상의 학생들에게 적용한 사례들이 대부분일 뿐만 아니라, SW교육의 교육목표인 컴퓨팅 사고력이나 창의성에 대한 관심보다는 학업성취도나 태도 등에 관련된 영역에 주목하는 경향을 보였다.

따라서, 본 연구는 초등학교 3, 4, 5학년으로 이루어진 ○○대학교 겨울방학 교육기부 신청 학생 44명을 대상으로 SW교육 교재를 개발하고, 개발한 교재를 협동학습 방법 중 하나인 동료 프로그래밍을 이용하여 적용하였다. 또한 본 연구는 2가지의 연구 가설을 검증하고자 한다.

- 1) 동료 프로그래밍을 이용한 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 신장에 더 효과적일 것이다.
- 2) 동료 프로그래밍을 이용한 SW교육이 초등학생의 창의성 신장에 더 효과적일 것이다.

2. 이론적 배경

2.1 동료 프로그래밍

동료 프로그래밍(pair programming)은 두 사람이 하나의 컴퓨터를 사용하여 협력적 분업의 형태로 프로그래밍 하는 것을 말한다. 두 명의 프로그래머가 하나의 컴퓨터에 같이 앉아 프로그램을 설계, 알고리즘, 코딩, 디버깅 등을 협업하는 형태이다. 동료 중 한 사람은 Driver의 역할을 수행하고, Driver는 컴퓨터의 키보드와 마우스를 주로 사용하는 사람으로 코딩 업무를 담당한다

다. 다른 동료 한 사람은 Navigator의 역할을 수행한다. Navigator는 전략과 기술을 검색하거나 타이핑 실수, 문법적인 오류 등을 찾아주는 Driver의 보완자의 역할이다. Driver는 Navigator가 제시한 전략에 대해 질문하고 이에 대해 설명을 들을 수 있으며, Navigator는 프로그래밍 작업의 방향에 대해 보다 객관적인 관점을 가질 수 있다. 동료들은 상호작용을 통해 서로의 문제점을 보완하거나 브레인스토밍 과정을 통해 새로운 아이디어를 구안할 수 있다[31].

동료 프로그래밍의 협업적 과정은 프로그래밍의 생산 능력과 코드의 질을 높이며, 학습적 효과를 증진시킨다. 이러한 동료 프로그래밍의 역할을 정리하면 다음 <Table 1>과 같다[5].

<Table 1> The role of Pair Programming

Role	Work	etc
Driver	- Working with keyboard and mouse	- Communicating with each other
	- Programming code to work	
	- Design Coding	
Navigator (Observer)	- Finding the wrong character on the coding	- Exchanging roles between colleagues
	- Finding grammatical errors	
	- Visualize algorithms that We need to	

2.2 SW교육

초·중등학교에서 이루어지는 SW교육은 프로그램 개발 역량보다는 정보윤리의식과 태도를 바탕으로 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고로 해결할 수 있도록 하는 것에 역점을 둔다. 또한 SW교육은 지식 위주의 교육보다는 수행 위주의 교육을 통하여 디지털 사회의 필수적 요소인 컴퓨팅 사고력의 의미와 중요성을 학습자 스스로 인식하고 그 가치를 확인할 수 있도록 교육 방법을 설계한다.

SW교육을 통하여 ‘컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재’를 기르는 것을 목표로 하고 있으며, 초등학교에서는 체험과 활동을 중심으로 건전한 정보윤리의식을 바탕으로 알고리즘과 프로그래밍을 체험하여 실생활의 다양한 문제를 이해할 수 있도록 하는 것이 목표이다[18].

‘2015 개정 교육과정’에서 적용될 SW교육은 실과 교과 내에서 17시간 이상 필수적으로 운영될 예정이다[19].

2.3 컴퓨팅 사고력

컴퓨팅 사고력은 Wing에 의해 처음 그 개념이 정의되어 소개되었다.

Wing(2006)은 컴퓨팅 사고력을 ‘해결해야 할 문제를 만났을 때 컴퓨터 과학자처럼 사고하는 것’이라 정의하면서 ‘컴퓨터 과학의 기초적인 개념들에 기반을 둔 문제해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 포함하는 개념’이라고 주장하였다[32].

CSTA(2011)에서는 컴퓨팅 사고력은 컴퓨터를 활용하여 구현할 수 있는 방법으로 문제를 해결하는 접근 방법이라고 하였다[1].

컴퓨팅 사고력의 구성 요소로는 크게 추상화(Abstraction)와 자동화(Automation)를 들 수 있다.

추상화는 ‘무엇을 단순화하고 관심을 집중시키기 위해 세부적인 것을 제거하는 과정’이며, ‘그것들의 공통적인 핵심과 본질을 찾기 위해 이를 일반화하는 과정’이다. 추상화는 실제 세계의 문제를 해결 가능한 형태로 표현하기 위한 사고과정이라고 할 수 있다. 문제를 해결하기 위하여 필요한 자료를 수집 및 분석하고, 필요한 표현 방법(도표, 그래프 등)을 활용하여 눈으로 보기 쉽게 나타내고, 복잡한 요소를 작은 단위로 분해하고, 해결에 필요한 변수들을 추출하여 적절한 해결 모델을 설계하는 과정이다[2][6][15].

Wing(2008)은 추상화를 정신적 도구라고 한다면 이러한 추상화의 기능은 기계적 도구인 자동화를 통해 더 증폭된다고 말한다. 자동화는 추상개념과 추상 레이어, 이들 사이의 관계를 기계화하여 작동시킨다. 즉 이해하기 복잡하고 까다로운 추상개념과 추상 레이어를 정교하게 해석할 수 있도록 기계적으로 자동화할 수 있다는 것은 컴퓨터 발전 역사의 핵심이라고 할 수 있다[33].

2.4 창의성

창의성에 대한 여러 학자의 관점을 분류하는 가장 대표적인 방법은 인지적 측면, 정의적 측면 그리고 통합적 관점으로 분류하는 것이다[7][21].

창의성을 인지적 측면으로 보는 시각에서는 문제 해결을 위한 사고능력과 지식을 창의적 활동의 기본 요소로 보고 이를 바탕으로 창의성을 설명하려는 관점이다. 이러한 관점을 대표적인 학자는 Guilford와 Mednick 그리고 Torrance 등이 있다.

Guilford(1959)는 창의성이란 새로운 사고를 생산해내는 능력이라고 설명하면서 창의성을 인간의 지적 능력의 한 특성으로 간주하였다[4].

Mednick(1962)은 창의적인 생각이란 멀리 떨어진 생각들을 함께 묶는 형식을 띠고 있다고 하였다[17]. 즉, 두 개 이상의 생각들을 새롭게 조합한 결과라는 견해이다. 즉 창의적인 사고 과정이란 여러 요소를 연합하여 유용한 조합을 새로이 만들어내는 것이라고 개념화하였다.

마지막으로, Torrance(1978)는 창의적 사고를 결합·부족한 요인·방해요인 등을 인지하고 이에 관한 가설과 아이디어를 만들어 그 가설을 검증하고, 이를 수정 또는 재검증하여 최종적인 결과를 전달하는 과정이라고 설명하였다. 따라서 그가 개발하여 널리 사용되고 있는 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking)에서는 유창성, 융통성, 독창성, 그리고 정교성 등과 같은 인지적 요소를 창의성의 중요한 구성 요인으로 간주하고 있다[27].

창의성을 정의적 측면으로 보는 대표적인 학자로는 Rogers와 Maslow가 있다. Rogers(1962)는 창의성이란 하나의 새로운 결과를 야기하는 행동의 출현이며, 그것은 그 개인의 특성과 그 개인을 둘러싼 사건, 사람, 자료, 자신의 생활 속에서 어떤 상황 등에서 생성되는 과정이라고 정의하였다[23]. Maslow(1963)도 창의성이란 매우 포괄적인 의미로 사적인 수준의 창의성을 의미하는 것으로 모든 사람들에게 나타나는 능력이나 특징으로 정의할 수 있고 이러한 능력이 지능과 조합하여 지속적으로 연마되어 어느 순간에는 창조성 수준이라고 볼 수 있는 단계까지 끌어올릴 수 있다고 정의하였다[16].

창의성을 통합적 관점으로 보는 대표적인 학자로는 Treffinger, Isaksen과 Firestein, Sternberg와 Lubart가 있다.

Treffinger, Isaksen 과 Firestein(1983)은 창의성을 인지적인 요인과 정의적인 요인 간의 조합으로 보았다. 그는 인지적인 면과 정의적인 면이 동시에 통합적으로 작용하여 창의적인 학습을 촉진하는 모형을 제안하였는

데, 이 학습 모형은 확산적 사고뿐만 아니라 수렴적 사고까지도 창의성에 포함시킨 통합적인 모형이다[29].

Sternberg와 Lubart(1991)는 지능과 지식, 사고 양식, 성격, 동기 그리고 환경의 측면을 고려하여 투자 이론을 제시하였다. 이 이론에 의하면 인간은 지능, 지식, 지적 양식, 인성, 동기, 환경이라는 6가지 기본 자원을 상호 통합하여 어떤 영역에 관련된 능력을 낳으며 이 능력에 의해 창의적인 프로젝트가 실행되어 결국 창의적 산물이 산출된다는 것이다[25].

2.5 엔트리

엔트리는 KAIST출신의 학생들이 주축이 되어 만든 교육용 프로그래밍 언어, 즉 프로그래밍 교육 플랫폼이다. 한국형 스크래치라고도 불리기도 하지만 플래시 기반인 스크래치와 달리 HTML과 자바스크립트 기반으로 순수 국내기술로 만들어져서 웹에서 사용할 수 있으며, 다양한 디바이스에서 사용할 수 있다는 점이 장점으로 꼽힌다[30].

스크래치가 C언어를 배우기 위한 프로그래밍 원리를 익히는 데 도움이 되는 장점이 있는 반면, 엔트리는 JAVA, Python과 같은 전문 개발언어의 중간 다리 역할을 할 수 있는 학습모드를 준비하여 기존 전문 프로그래밍 언어교육이 가지던 초기 높은 진입 장벽의 문제점을 해소할 수 있다[3].

2.6 선행연구 분석

한건우 외(2006)는 동료 프로그래밍을 이용한 프로그래밍 수업이 학습 성취와 학습 흥미에 미치는 영향에서 상업고등학교 학생을 대상으로 동료 프로그래밍이 프로그래밍 교과 학습성취도, 편차감소, 수업만족도에 미치는 영향에 대하여 실험을 하였다[5]. 그 결과 동료 프로그래밍을 적용한 실험집단의 학습성취도가 향상되었고, 학생들의 성적 간 편차가 줄어들었으며 전통적 기존 수업방법인 개별 프로그래밍 수업 환경과 비교하여 볼 때 수업 만족도에 있어서도 유의미한 차이를 보였다.

아울러 한건우의 연구에서는 학업 성취도와 학습동기, 전략에 있어서 긍정적인 효과가 나타났다고 하였다. 이는 연구를 통해 동료 프로그래밍은 학업성취도 뿐 아

나라 다양한 부가적인 효과가 있음을 알 수 있다.

송윤정(2005)은 프로그래밍 실무교과에서 동료 프로그래밍이 학업성취도 향상에 미치는 효과에 대하여 연구하였으며, 동료 프로그래밍으로 수업한 집단이 학업성취도 향상에 긍정적인 영향을 보였으며, Pair의 구성에 따른 사전-사후 평가 학업성취도 향상도 결과, 상-중 pair, 중-하 pair의 학업성취도가 다른 pair구성에 비해 높은 것으로 나타났다[24].

고일재(2006)는 동료 프로그래밍을 프로그래밍 수업에 사용하고 그 성과를 살펴본 결과, 학업성취도 향상과 학생들 간의 편차 감소에 긍정적 영향을 주었을 뿐만 아니라 수업만족도에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다[14].

전소은(2008)은 동료 프로그래밍 학습 전략의 효율성 평가에서 학업성취도와 C언어 경험의 유/무와 관련한 짝 프로그래밍 성취도, 짝 프로그래밍에 대한 긍정/부정적인 태도에 따른 짝 프로그래밍 성취도에 있어서 긍정적인 효과가 나타난 반면, 프로그래밍 수행시간에 따른 짝 프로그래밍의 효율성은 기존의 전통적인 수업방식에 비해 비효율적인 것으로 나타났다. 실습시 짝의 친밀도에 의해 불필요한 대화가 많아서 프로그래밍시간이 길어지는 것으로 나타났다[8].

3. 교육 교재 개발

3.1 개발 방향

○ ○대학교 방학 중 창의컴퓨터교실을 운영하기 위하여 J지역내 현직 초등교사 34명, 초등학생 162명 대상으로 교육교재 개발을 위한 설문 조사를 실시하여 분석하였다.

3.1.1 설문 조사 분석(학생)

<Table 2> elementary schoolchild

	Gender		Grade	
	M	F	3-4	5-6
N	84	78	5	157

<Table 2>에서는 교육교재 개발을 위하여 설문 조사를 한 대상 학생으로 남학생 84명, 여학생 78명으로 비슷한 성별 구성을 보였으며, 학년군으로는 5-6학년 학생들이 157명으로 대다수를 차지하였다.

<Table 3> Time to mainly activities of information-related subjects

	Education Using Computer	e-study	Software Education	Web search	Other
N	106	28	63	28	3

<Table 3>에서는 정보교과 시간에 가장 많이 활동한 내용으로 컴퓨터 활용교육(106명), SW교육(63명)으로 아직까지는 컴퓨터 활용교육을 받는 학생들이 많았다.

<Table 4> experience of SW Education

	Yes	No	do not know
N	123	18	21

<Table 4>에서는 SW교육을 해 본 학생들이 123명으로 많은 학생들이 SW교육을 많이 접해본 것으로 나타났다.

<Table 5> Kind of education programs experience the Software Education

	Scratch	Entry	App Inventor	Physical computing	None
N	42	80	12	9	30

<Table 5>에서는 SW교육을 받을 때 경험해 본 프로그램으로 엔트리와 스크래치를 선택한 학생들이 많았다.

<Table 6> Interest in SW Education

	1	2	3	4	5
N	20	5	32	56	49

<Table 6>에서는 SW교육에 대한 관심 정도는 많은 학생들(105명)이 관심이 많다는 대답을 하였다.

<Table 7> Kind of education program of hope SW Education

	unplugged	programming language	problem solving	physical computing
N	39	56	55	42

<Table 7>에서는 SW교육에 대한 희망 조사로 프로 그래밍 언어 교육(56명)과 문제 해결(55명)에 대한 희망 이 많았다.

<Table 8> Learning style of education programs of the de- sired Software Education

	Collaborative problem solving type	Personal problem solving type	Project type	Lecture / training type
N	76	38	58	44

<Table 8>에서는 SW교육의 희망하는 학습형태로 협동 문제해결형(76명), 프로젝트형(58명)으로 많이 나 타났다.

<Table 9> Mathematics content recommendation for The SW Education

	The numbers and operations	Figure	Measure	Probability and Statistics	Rules and Problem solving
N	44	45	19	60	32

<Table 9>에서는 수학교과와 연계한 SW교육을 실 시할 때 추천하는 영역으로 확률과 통계(60명), 도형(45 명) 순으로 나타났다.

<Table 10> The effect of the The SW Education

	Problem solving skills	Creativity	Capacity to think logically	Computational Thinking	Information utilization capability
N	54	57	27	50	34

<Table 10>에서는 SW교육을 통해 얻어지는 효과에 대한 설문으로 창의성과 문제해결능력 향상에 도움이 된다고 기대하였다.

초등학생을 대상으로 한 요구분석 결과, 학생들이 쉽 게 활용할 수 있으며, 협동하여 문제를 해결할 수 있는 학습 내용을 구성하여 수업을 진행한다면 교육적 효과 가 높을 것으로 기대된다.

3.1.2 설문 조사 분석(교사)

<Table 11> Computer education majors incumbent elemen- tary school teacher

	Computer education-related degree					
	Bachelor	Master's Course	Master	doctor's course	Dr. completion	PhD
N	13	11	5	2	1	2

<Table 11>에서는 초등 교사들의 컴퓨터 교육에 대 한 학업수준을 설문한 결과 학사졸업 13명으로 가장 많 았으며, 석사과정 교사는 11명이었다. 이것으로 보아 컴 퓨터 교육에 대하여 전문적으로 접해본 교사가 많지 않 았다.

<Table 12> Most leverage in SW educational activities

	Scratch	entry	App Inventor	Physical computing	Nothing
N	22	11	4	5	7

<Table 12>에서는 SW교육을 실시할 때 사용해 본 프로그램으로 스크래치와 엔트리를 선택한 교사들이 많 았다.

<Table 13> Program we want to give recommends

	Scratch	entry	App Inventor	Physical computing	Other
N	23	17	7	6	1

<Table 13>에서는 SW교육을 실시할 때 스크래치와 엔트리를 추천하는 교사들이 많았다.

<Table 14> Interest in the entry

	1	2	3	4	5
N	6	1	9	3	15

<Table 14>에서는 엔트리에 관한 관심정도를 설문 한 결과 관심이 많은 교사가 18명으로 많았지만, 관심 이 전혀 없는 교사도 6명이나 되었다.

<Table 15> Interest in Computational thinking

	1	2	3	4	5
N	2	2	7	6	17

<Table 15>에서는 컴퓨팅 사고력에 대한 관심 정도로 23명의 교사가 관심이 있다라고 설문하였다.

<Table 16> Educational content recommendations for The SW Education

	unplugged	programming language	problem solving	physical computing
N	13	15	21	7

<Table 16>에서는 SW교육에서 추천하는 교육내용으로 문제 해결(21명)과 프로그래밍 언어(15명) 교육을 추천하였다.

<Table 17> Lecture-style educational program of The SW Education

	Collaborative problem solving type	Personal problem solving type	Project type	Lecture / training type
N	23	8	20	4

<Table 17>에서는 SW교육에서 추천하는 학습형태로 협동 문제해결형(23명), 프로젝트형(20명)으로 많이 나타났다.

<Table 18> Mathematics content recommendation for The SW Education

	The numbers and operations	Figure	Measure	Probability and Statistics	Rules and Problem solving
N	3	19	1	6	25

<Table 18>에서는 수학교과와 연계한 SW교육을 실시할 때 추천하는 영역으로 규칙성과 문제해결(25명), 도형(19명) 순으로 나타났다.

<Table 19> The effect of the The SW Education

	Problem solving skills	Creativity	Capacity to think logically	Computational Thinking	Information utilization capability
N	20	10	22	17	5

<Table 19>에서는 SW교육을 통해 얻어지는 효과에 대한 설문으로 논리적 사고력과 문제해결능력 향상에 도움이 된다고 기대하였다.

J지역내 현직 초등학교사들을 대상으로 한 요구 분석

결과, 학생들이 쉽게 활용할 수 프로그래밍 언어를 활용하는 것이 좋을 것으로 생각되며, 협동하여 문제를 해결할 수 있는 학습 내용을 구성하여 수업을 진행된다면 교육적 효과가 높을 것으로 기대된다.

SW교육의 수업 형태는 가장 일반적으로 사용되는 강의/실습형 보다는 협동 문제해결형과 프로젝트형 수업 형태가 많았다. 수학 교과와 관련된 내용으로는 규칙성과 문제해결, 도형 영역과 적합하다고 추천하였다.

3.1.3 설문 분석 결과

교사와 학생들의 설문을 분석한 결과 교육용 프로그래밍 언어로 사용할 도구로는 학생들이 쉽게 접할 수 있고 선행연구에서 언급했던 것과 같이 JAVA, Python 과 같은 전문 개발언어의 발전이 용이한 엔트리로 선정하였다.

프로그램 교육 내용으로는 수학교과와 연계하여 교사와 학생들의 설문 중 공통으로 많은 추천을 받았던 도형 영역으로 구성하였다.

SW교육의 수업 형태는 기초적인 문법을 학습하는 과정에서는 강의/실습형을 활용하겠지만, 그 외의 프로그램은 협동 문제해결형 중 하나인 동료 프로그래밍으로 진행하였다.

3.2 프로그램 개발 방향

○O대학교에서 실시하는 교육기부 프로그램은 수학교과서 내용 중 도형 영역을 중심으로 SW 교육 프로그램 교재를 개발하였다. 교육기부 지원 학생 44명의 학생을 대상으로 엔트리를 활용하여 겨울방학 중 7일 동안 총 28차시 수업을 구성하였다.

3~5학년 학생으로 구성되어 있어 홈페이지를 통해서 지원한 학생들의 수준을 파악하여 프로그램 개발에 적용하였다.

그리고 전문성 확보를 위하여 ○O대학교 교수 1명, 교육기부 프로그램을 사전에 운영했던 박사학위를 소지한 현장 교사 1명, 컴퓨터 교육과 석·박사 과정에 있는 현장 교사 3명에게 프로그램 개발의 자문을 받아 프로그램을 개발하였다.

3.3 교육 프로그램 내용 설계

본 연구에서는 이론적 배경과 선행 연구를 바탕으로 엔트리를 활용하여 동료와 협력을 통한 학습이 이루어질 수 있는 프로그램의 교재를 다음과 같은 설계 원리에 따라 개발하였다.

첫째, 초등학교 수학 교과 도형 영역 중 엔트리를 통해 구현할 수 있는 주제를 선정하였다. 그리고 그 주제들 중 학생들이 컴퓨팅 사고력과 창의성을 신장시킬 수 있는 주제를 선별한다.

둘째, 학생들이 문제에 대해서 다양한 방법으로 생각해 보고, 직접 구현해 봄으로써 문제를 해결할 수 있는 내용을 선정한다.

셋째, 초등학교의 흥미와 수준을 고려하여 개발한다.

3.4 교재 내용 및 방법

연구 대상인 초등학교 학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위해 초등학교 수학 교과에서 10개의 주제를 선정하였다. 그리고 그 주제를 활용하여 학생들이 직접 엔트리로 구현해 봄으로써 흥미와 동기를 유발할 수 있도록 교재를 구성하였다.

<Table 20> Education program

Hour	Step	Topic
1-2	Orientation	• What is Entry? • Make and deal with the object
3-4	Triangle	• Drawing a triangle • To use 'repeat blocks'
5-6	Various squares	• Drawing various squares • Making patterns using a square
7-8	Regular polygon	• Drawing a regular polygon • Drawing shapes utilizing a variety of figure
9-10	Circle	• Drawing a circle with a variety of sizes and colors • Making a Taegeuk pattern
11-12	Pushing Shape	• Drawing several snowman • Drawing the Olympic flag
13-14	Turning and flipping	• Drawing a circle with various figures • Creating flip program for lines and dots
15-16	Repeat figure with rules	• Drawing repeatedly figures that create rules
17-18	Repetitive figures with the size varies	• Making drawing program repetitive figures with the size varies

19-20	Using flower shape	• Decorating with a flower shape.
21-24	Synthesis	• Create a entry program on the basis of learned
25-28	Announce	• Announced they have created to scratch • Feedback

교육 방법은 동료와 협력하여 문제를 해결하는 방법으로 이루어졌으며 엔트리의 기본 기능을 설명하는 부분에서는 강의/실습 형태의 방법을 사용하였다.

<Table 21> Educational method

Classification	Content
Educational method	• Lectures and training(Basic grammar), Pair Programming
Training time	• A week, 4 hours 40 minutes • Block time of 2 hours.
Activities form	• Pair Programming and Individual

총 28차시 중 9-10/28차시 엔트리를 활용한 원 그리기 교육 프로그램을 보면 <Table 22>와 같다.

<Table 22> Teaching and learning process

Date	2016. 01. 20.	Target	Applicants computing classroom
Subject	Circle	Period	9-10/28
Activity	Drawing a circle	Time	80min
Learning goal	• We can draw a circle with a variety of sizes and colors. • We can make a Taegeuk pattern.		
Creative element	Fluency, Accuracy, Sensitivity, Creativity		
Learning materials	Entry(EPL)		

Step (CT)	Teaching and Learning Activities (Pair Programming)	Time	Creative (◎) element
Motivation (Abstraction)	▶ Find features of the circle ▶ Think that you can draw shapes using a circle	5	◎Fluency
Problem finding	▶ Let's draw a circle with a variety of sizes and colors. ▶ Let's make a Taegeuk pattern.	5	
Finding Problem 1 solution (Abstraction)	▶ Find a way to draw a circle ▶ Find a way to paint color a circle - Driver: Design Coding - Navigator: Visualize algorithms that We need to	10	◎Fluency, flexibility

To solve Problem 1 (Automation)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Draw a circle in a variety of ways <ul style="list-style-type: none"> - Driver: Working with keyboard and mouse, Programming code to work - Navigator: Finding the wrong character on the coding, Finding grammatical errors - Changes The role. ▶ Paint color circles in a variety of ways <ul style="list-style-type: none"> - Driver: Working with keyboard and mouse, Programming code to work - Navigator: Finding the wrong character on the coding, Finding grammatical errors - Changes The role. 	20	◎originality, elaboration
Finding Problem 2 solution (Abstraction)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Find a way to draw a sector ▶ Find a way to make Taegeuk pattern <ul style="list-style-type: none"> - Driver: Design Coding - Navigator: Visualize algorithms that We need to 	10	◎Fluency, flexibility
To solve Problem 2 (Automation)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Draw a sector in a variety of ways <ul style="list-style-type: none"> - Driver: Working with keyboard and mouse, Programming code to work - Navigator: Finding the wrong character on the coding, Finding grammatical errors - Changes The role. ▶ Draw a Taegeuk pattern <ul style="list-style-type: none"> - Driver: Working with keyboard and mouse, Programming code to work - Navigator: Finding the wrong character on the coding, Finding grammatical errors - Changes The role. 	25	◎originality, elaboration
Arrangement	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Arrange how to draw a circle ▶ Arrange how to draw a Taegeuk pattern using a sector 	5	◎elaboration

4. 연구방법 및 절차

4.1 연구대상

○○대학교 겨울방학 교육기부 신청 학생 3, 4, 5학년 학생을 대상으로 실험집단과 비교집단으로 선정하였다. 실험집단은 동료 프로그래밍을 이용한 교수방법으로, 비교집단은 일반적인 강의/실습형 이용한 교수방법으로 SW교육 프로그램을 운영하였다. 아직 프로그래밍 언어를 접해보지 못한 학생들이 많아 기초 기능부터 익히는 활동부터 실시하였고, 기초 기능을 익힐 때는 강의/실습형을 사용하였다.

<Table 23> Subject of research

	Grade 3	Grade 4	Grade 5	Total
Experimental group	9	7	6	22
Control group	11	5	6	22

4.2 동료 구성

선행연구에서 동료 프로그래밍은 동료 구성이 중요함을 서술하고 있어 본 연구에서도 동료 구성에 많은 노력을 하였다. 또한 교육 프로그램이 1개의 학년을 대상으로 한 것이 아니라 3개의 학년을 대상으로 진행하여 고려해야할 사항들이 많았다.

송윤정(2005)의 연구에 따라 사전 계산적 인지력 검사를 바탕으로 상-중, 중-하의 동료를 구성하였으며, 상-중의 상, 중-하의 중을 고학년 학생으로 배정하였다.

4.3 검사도구

기존의 많은 컴퓨팅 사고력과 창의성 관련 연구에서 검사 도구의 개발 연구는 매우 미흡하다.

본 연구에서는 컴퓨팅 사고력의 검사도구로 김병수(2014)의 연구에서 개발한 계산적 인지력 검사 A, B형을 사용하였다[9].

창의성 검사도구로는 Torrance의 TTCT 검사지 중 도형 A형을 사용하였다.

4.3.1 계산적 인지력 검사

계산적 인지력 측정을 위해서 사전사후검사 통제집단설계를 사용하였다. 검사 도구로는 기존 연구에서 언급하고 있는 컴퓨팅 사고력에 대한 개념을 확대하여 창의성을 포함한 'Computational Thinking Ability'를 정의한 김병수(2014)의 연구에서 개발한 초등학교 학생 수준의 계산적 인지력 검사(Computational Cognition Test)를 사용하였다. 계산적 인지력 검사는 A, B형 검사로 각 형 별로 25문항을 개발하였으나, 신뢰도 수준이 낮은 문항과 변별력이 낮은 문항을 삭제하여 19문항

으로 이루어졌다. 또한 A형, B형 검사간 동형검사 신뢰도 측정 결과 .931로 매우 높은 상관을 나타내었으며 유의수준 .01로 유의하여 동형검사로써 신뢰도를 확보하였다.

4.3.2 창의성 검사

창의성 측정을 위해서 사전사후검사 통제집단설계를 사용하였다. 검사 도구로는 Torrance의 창의성 측정을 위한 TTCT 검사 중 도형 A형을 활용하였다. TTCT는 도형 검사와 언어 검사 두 가지 유형이 있으나 TTCT 도형 검사가 주로 사용된다[12]. 일반적 사고 능력과 창의적 업적에 필요한 지적 능력을 측정하는 도구로서 35개의 다른 언어로 번역되어 과거 20년 동안 창의성 연구의 약 75% 이상 사용되어 창의성 검사 도구 중에는 세계에서 가장 널리 사용되고 있다. 특히 도형 검사는 성, 인종과 언어장벽, 사회경제적 지위와 문화적 배경 등에 크게 영향을 받지 않는다[11]. TTCT 도형 검사는 ‘그림 구성하기’, ‘그림 완성하기’, ‘쌍의 두 직선 - 선 그리기’ 등 세 가지 활동으로 구성되어 있다. 창의성 영역의 하위 요소를 ‘유창성’, ‘독창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’과 이들의 ‘창의력 평균 점수’, 창의적 강점을 포함하는 ‘창의성 지수로 구분하였으며 표준점수와 백분위 점수를 사용할 수 있는데 본 연구에서는 각 하위 요소의 표준점수를 사용하여 검사하였다. 이 검사는 집단의 특성상 수정이 불가피할 수도 있지만, 가급적 표준점수를 사용하므로 동일하고 엄격할 필요가 있다[28].

4.4 연구절차

동료 프로그래밍 교육을 실시하기 전에 실험집단과 비교집단에게 계산적 인지력과 창의성 사전 검사를 실시하였다. 또한 두 집단이 동질 집단인지 확인하였으며, 교육 프로그램은 7일간 총 28차시의 내용으로 구성하였다.

실험집단과 비교집단의 교육 효과를 검증하기 위해 계산적 인지력과 창의성 사후검사를 실시하였으며 본 연구의 설계를 도식화하여 <Table 24>에 제시하였다.

<Table 24> Experimental design

	Pre-test	Treatment	Post-test
G ₁	O ₁ , O ₂	X ₁	O ₅ , O ₆
G ₂	O ₃ , O ₄	X ₂	O ₇ , O ₈

G₁: Experimental group
 G₂: Control group
 O₁, O₃: Computational cognition test(A style)
 O₂, O₄: Creativity test(Figure A style)
 O₅, O₇: Computational cognition test(B style)
 O₆, O₈: Creativity test(Figure A style)
 X₁: Pair programming
 X₂: Lecture / training learning

5. 연구결과

5.1 계산적 인지력 검사

계산적 인지력 검사 결과를 비교·분석하기 위하여 두 집단이 정규분포를 이루는지 확인하였다.

5.1.1 계산적 인지력 사전 검사 정규성 검정

실험·비교집단의 계산적 인지력 사전 검사에 대한 ‘Shapiro-Wilks 정규성 검정’ 결과는 각각 <Table 25>과 같다.

<Table 25> Normality test of the experimental group computational cognition tests

Group	Descriptive Statistics(N=16)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Experimental (N=22)	8.1	5.1	16	1	.908	.043*
Comparison (N=22)	11.9	4.1	18	3	.961	.515

*p<.05

실험·비교집단의 정규성 검정 결과 실험집단은 정규분포를 이루지 않고, 비교집단에서만 정규분포를 이루는 것으로 나타났다.

5.1.2 계산적 인지력 사전 검사 동질성 검정

계산적 인지력 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 두 집단 중 실험 집단이 정규분포를 이루지 않으므로 비모수 통계방법인 'Mann-Whitney U 검정'을 실시하여 동질성을 비교하였고, 그 결과는 <Table 26>에 제시하였다.

<Table 26> Analysis of pre-test results of computational cognition test(Mann-Whitney U-test)

Group	N	M	SD	ranking	U	p
Experimental	22	8.1	5.1	18.05	144.	.021*
Comparison	22	11.9	4.1	26.95	000	

*p<.05

계산적 인지력 사전 검사에 대한 동질성 검정 결과 U 통계값은 144.000이고 유의확률은 .021로 유의수준 .05에서 두 집단간 유의미한 차이가 있는 이질집단인 것으로 나타났다.

5.1.3 계산적 사고력 사후 검사 집단 간 비교

계산적 사고력 사전 검사에 대한 동질성 검정 결과 두 집단이 이질집단으로 나타나, 사전검사를 통제된 '공분산 분석(ANCOVA)' 방법을 사용하여 비교·분석하였고, 그 결과는 <Table 27>에 제시하였다.

<Table 27> Analysis of post-test results of creativity test(ANCOVA)

Levene's Test of Equality of Error Variances^a
Dependent Variable: PostIndex

F	df1	df2	Sig.
2.137	1	42	.151

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: PostIndex

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	609.619a	2	304.810	40.041	.000	.661
Intercept	93.927	1	93.927	12.339	.001	.231
Pre-test	522.256	1	522.256	68.606	.000	.626
Group	.014	1	.014	.002	.966	.000
Error	312.108	41	7.612			
Total	6468.000	44				
Corrected Total	921.727	43				

'계산적 인지력 검사'에 대한 Levene의 통계량에 대한 유의확률이 .151이므로 집단간 등분산 가정에 문제가 없다고 할 수 있다. 즉, 동질성이 확보되었다.

또한 사전검사를 통제된 집단 간에는 유의확률 .996으로 집단의 효과가 유의하지 않으므로 사후검사에 대한 차이가 없다고 할 수 있다.

5.1.4 계산적 사고력 집단 내 비교

계산적 인지력 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 실험 집단에서 정규성을 확보하지 못했으므로 비모수 통계 방법인 'Wilcoxon 부호순위 검정'을 실시하여 비교하였으며, 실험집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사를 비교·분석한 결과는 <Table 28>과 같다.

<Table 28> Analysis of the Experimental group pre- and post-test results(Wilcoxon's signed rank test)

Period	N	M	SD	z	p
Pre	22	8.136	5.083	-2.309	.021*
Post	22	9.818	4.895		

*p<.05

실험집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과 z 통계값은 -2.309이고 유의확률 .021로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났다.

비교집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사를 비교·분석한 결과는 <Table 29>와 같다.

<Table 29> Analysis of the Comparisongroup pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Period	N	M	SD	z	p
Pre	22	11.864	4.063	-1.511	.131
Post	22	12.636	3.971		

*p<.05

비교집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과 z 통계값은 -1.511이고 유의확률 .131로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

5.2 창의성 검사

창의성 검사 결과를 비교·분석하기 위하여 두 집단이 정규분포를 이루는지 확인하였다.

5.2.1 창의성 검사 정규성 검정

실험·비교집단의 창의성 사전 검사에 대한 'Shapiro-Wilks 정규성 검정' 결과는 각각 <Table 30>, <Table 31>과 같다.

<Table 30> Normality test of the experimental group creativity tests

Subscales	Descriptive Statistics(N=22)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
CI	75.5	15.2	118	57	.915	.059
CA	41.4	14.3	111	55	.941	.204
Fluency	98.4	19.9	131	57	.943	.230
Originality	89.3	13.5	116	54	.904	.035*
Abstractness	49.6	38.5	143	0	.905	.037*
Elaboration	126.2	19.3	150	79	.917	.065
Resistanc	10.2	23.6	84	0	.504	.000*

*p<.05

실험집단의 정규성 검정 결과 '독창성'과 '제목의 추상성', '성급한 종결에 대한 저항'에서 정규 분포를 이루지 않는 것을 나타냈다.

<Table 31> Normality test of the Comparison group creativity tests

Subscales	Descriptive Statistics(N=22)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
CI	82.9	12.6	104	60	.970	.719
CA	82.4	12.2	104	60	.970	.707
Fluency	106.1	19.5	135	71	.953	.358
Originality	97.0	16.0	144	62	.927	.108
Abstractness	68.2	43.1	145	0	.930	.124
Elaboration	137.0	12.6	150	97	.838	.002*
Resistance	3.6	11.8	40	0	.332	.000*

*p<.05

비교집단의 정규성 검정 결과 '정교성', '성급한 종결에 대한 저항'에서 정규분포를 이루지 않는 것으로 나타났다.

5.2.2 창의성 사전 검사 동질성 검정

실험 처치 전 두 집단이 동질집단임을 확인하기 위해, 창의성 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 두 집단 모두 정규성을 확보한 '창의성 지수', '창의성 평균', '유창성'에 대해서는 모수통계 방법인 '독립표본 t 검정'을 실시하여 동질성을 비교하였다.

두 집단 중 하나라도 정규성을 만족하지 못한 '독창성', '제목의 추상성', '정교성', '성급한 종결에 대한 저항'에 대해서는 비모수 통계방법인 'Mann-Whitney U 검정'을 실시하여 동질성을 비교하였고, 그 결과는 <Table 32>와 <Table 33>에 제시하였다.

<Table 32> Analysis of pre-test results of creativity test(Independent sample T-test)

Subscales	Group	N	M	SD	t	p
CI	E	22	75.55	15.155	1.751	.087
	C	22	82.90	12.629		
CA	E	22	74.72	14.307	1.903	.064
	C	22	82.36	12.230		
Fluency	E	22	98.36	19.944	1.308	.198
	C	22	106.14	19.463		

*p<.05

<Table 33> Analysis of pre-test results of creativity test(Mann-Whitney U-test)

Subscales	Group	N	M	SD	ranking	U	p
Originality	E	22	89.27	13.460	18.77	160.000	.053
	C	22	96.95	16.004	26.23		
Abstractness	E	22	49.59	38.513	19.55	177.000	.117
	C	22	68.23	43.057	25.45		
Elaboration	E	22	126.23	19.282	18.93	163.500	.064
	C	22	137.00	12.627	26.07		
Resistance	E	22	10.23	11.770	23.59	218.000	.345
	C	22	3.64	23.580	21.41		

*p<.05

창의성 사전 검사에 대한 동질성 검정 결과 모든 하위요소에서 동질집단인 것으로 나타났다.

5.2.3 창의성 사후 검사 집단 간 비교

실험 처치 후 사후 검사 결과 분석을 위해 창의성 사전 검사에 대한 동질성 검정 결과 동질집단으로 나타난

하위요소 중, 정규성을 확보한 하위요소에 대해서는 ‘독립표본 t 검정’, 두 집단 중 하나라도 정규성을 만족하지 못한 하위요소에 대해서는 ‘Mann-Whitney U 검정’을 실시하여 비교·분석하였고, 실험 처치 후 사후 검사 집단 간 비교 분석결과는 <Table 34>, <Table 35>에 제시하였다.

<Table 34> Analysis of post-test results of creativity test(Independent sample T-test)

Subscales	Group	N	M	SD	t	p
CI	E	22	84.64	12.666	-.259	.797
	C	22	85.73	15.147		
CA	E	22	83.18	11.713	-.428	.671
	C	22	84.91	14.858		
Fluency	E	22	120.36	16.828	1.374	.177
	C	22	112.68	20.101		

*p<.05

<Table 35> Analysis of post-test results of creativity test(Mann-Whitney U-test)

Subscales	Group	N	M	SD	ranking	U	p
Originality	E	22	102.45	21.400	21.84	227.500	.733
	C	22	104.77	16.405	23.16		
Abstractness	E	22	45.09	37.340	21.61	222.500	.637
	C	22	50.09	44.494	23.39		
Elaboration	E	22	129.73	14.580	21.43	218.500	.579
	C	22	129.73	21.092	23.57		
Resistance	E	22	18.18	31.458	20.98	208.500	.352
	C	22	27.23	35.951	24.02		

*p<.05

‘독립표본 t 검정’을 실시한 ‘창의성 지수’, ‘창의성 평균’, ‘유창성’에 대해 비교 분석한 결과 모든 하위요소에서 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

뿐만 아니라 ‘Mann-Whitney U 검정’을 실시한 ‘독창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에 대해서도 집단 간 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

5.2.4 창의성 집단 내 비교

각 집단 내 창의성 사전, 사후 검사 결과를 비교하기 위해, 창의성 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 정규분포를 이루는 하위요소들에 대해서는 ‘대응표본 t 검정’, 정규분포를 이루지 않는 하위요소에 대해서는 ‘Wilcoxon 부호순위 검정’을 실시하여 비교하였다.

실험집단의 창의성 사전·사후 검사를 비교·분석하여 <Table 36>과 <Table 37>에 제시하였다.

<Table 36> Analysis of the Experimental group pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Subscales	Period	M	SD	t	p
CI	Pre	75.546	15.155	-3.838	.001*
	Post	84.636	12.666	15.147	
CA	Pre	74.727	14.307	-3.620	.002*
	Post	83.182	11.713	14.858	
Fluency	Pre	98.364	19.944	-6.524	.000*
	Post	120.364	16.828	20.101	

*p<.05

<Table 37> Analysis of the Experimental group pre- and post-test results(Wilcoxon's signed rank test)

Subscales	Period	M	SD	Z	p
Originality	Pre	89.273	13.460	-2.761	.006*
	Post	102.455	21.400		
Abstractness	Pre	49.591	38.514	-.877	.381
	Post	45.091	37.340		
Elaboration	Pre	126.227	19.282	-.605	.545
	Post	129.727	14.580		
Resistance	Pre	10.227	23.580	-1.472	.141
	Post	18.182	31.458		

*p<.05

실험집단의 창의성 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과 ‘제목의 추상성’을 제외한 모든 하위요소에서 높게 나타났으며 ‘창의성 지수’, ‘창의성 평균’, ‘유창성’, ‘독창성’에서는 유의확률 .05에서 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났다.

비교집단의 창의성 사전·사후 검사 결과를 비교 분석하여 그 결과를 <Table 38>, <Table 39>에 제시하였다.

<Table 38> Analysis of the Comparison group pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Subscales	Period	M	SD	t	p
CI	Pre	82.909	12.630	-.764	.453
	Post	85.727	15.147		
CA	Pre	82.364	12.230	-.704	.489
	Post	84.909	14.858		
Fluency	Pre	106.136	19.463	-1.194	.246
	Post	112.682	20.101		

*p<.05

<Table 39> Analysis of the Comparison group pre- and post-test results(Wilcoxon's signed rank test)

Subscales	Period	M	SD	Z	p
Originality	Pre	96.955	16.004	-2.090	.037*
	Post	104.773	16.405		
Abstractness	Pre	68.227	43.057	-1.754	.079
	Post	50.091	44.494		
Elaboration	Pre	137.000	12.627	-1.424	.154
	Post	129.727	21.092		
Resistance	Pre	3.636	11.770	-2.572	.010*
	Post	27.227	35.951		

*p<.05

비교집단의 창의성 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과 ‘제목의 추상성’, ‘정교성’을 제외한 모든 하위요소에서 높게 나타났으며, ‘독창성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에서는 유의확률 .05에서 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났다.

5.3 연구 결과 분석

먼저, 실험·비교집단에 실시한 계산적 인지력 사전 검사에 대한 동질성 검사 결과 실험집단 평균 8.1, 표준편차 5.1, 비교집단 평균 11.9, 표준편차 4.1, 유의확률 .021로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보여 동질 집단이 아닌 것으로 나타났다.

실험 처치 후 동질성이 확보되지 않은 계산적 인지력 사후 검사 집단 간 비교·분석 방법은 공분산분석(ANCOVA)을 사용하였고, 분석 결과 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

계산적 인지력 집단 내 비교 분석결과 실험집단에서는 사전 검사 평균이 8.136에서 사후 검사 평균 9.818로 1.682만큼 증가하였으며, 유의확률 .021로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다. 반면 비교집단에서는 사전 검사평균 11.864에서 사후 검사 평균 12.636으로 0.772만큼 증가하였으나, 유의확률 .131로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

실험·비교집단에 실시한 창의성 사전 검사에 대한 동질성 검사 결과 ‘창의성 지수’, ‘창의성 평균’을 비롯하여 5개의 하위 요소 모두 유의수준 .05에서 동질 집단인 것으로 나타났다. 또한 실험 처치 후 창의성 사후 검사 집단 간 분석 결과 유의수준 .05에서 유의미한 차이를

보이지 않았다.

창의성 집단 내 비교 분석결과 실험집단에서는 ‘창의성 지수’에서 사전 검사 평균 75.546에서 사후 검사 평균 84.636으로 9.09만큼 증가하였으며, 유의확률 .001로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다. ‘창의성 평균’에서는 사전 검사 평균 74.727에서 사후 검사 평균 83.182로 8.455만큼 증가하였으며, 유의확률 .002로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다. ‘유창성’에서는 사전 검사 평균 98.364에서 사후 검사 평균 120.364로 22.0만큼 증가하였으며, 유의확률 .000으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다. ‘독창성’에서는 사전 검사 평균 89.273에서 사후 검사 평균 102.455로 13.182만큼 증가하였으며, 유의확률 .006으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다. 그러나 ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에서는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

반면 비교집단에서는 ‘독창성’과 ‘성급한 종결에 대한 저항’에서만 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다.

6. 결론

본 연구는 초등학교 SW교육에서 동료 프로그래밍 교육 방법에 대한 효과를 분석하고자 하였다. 이를 위하여 ○○대학교 겨울방학 교육기부 신청자 3, 4, 5학년 학생 44명중 실험집단 22명, 비교집단 22명으로 구성하였다. 실험집단은 동료 프로그래밍 교육 방법을 중심으로 수업을 진행하였고, 비교집단은 일반적인 교육 방법인 강의 실습형태의 수업을 진행하였으며, 다음과 같은 2가지의 연구 가설을 검증하였다.

- 첫째, 동료 프로그래밍을 이용한 SW교육이 초등학교생의 컴퓨팅 사고력 신장에 더 효과적일 것이다.
- 둘째, 동료 프로그래밍을 이용한 SW교육이 초등학교생의 창의성 신장에 더 효과적일 것이다.

첫 번째 연구 가설을 검증하기 위해 교육 프로그램 사전·사후에 계산적 인지력 검사 A·B형 실시하고, 분석하였다. 집단 간 비교 분석결과 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 집단 내 비교 분석결과 비교집단은 유의미한 상승을 보이지 않은 반면 실험집단은 유의미한 상승을 보였다. 이것은 학업성취도와 계산적 인지

력 검사라는 검증 도구는 다르지만 송윤정(2005), 고일재(2006), 전소은(2008), 한건우 등이 학업성취도에 효과가 있다라는 결과와 같은 맥락으로 이해할 수 있을 것이다.

두 번째 연구 가설을 검증하기 위해 교육 프로그램 사전, 사후에 실험집단과 비교집단에게 TTCT 도형 A형 검사를 실시하고, 분석하였다. 집단 간 비교 분석결과 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 집단 내 분석결과 실험집단에서는 ‘창의성 지수’, ‘창의력 평균’, ‘유창성’, ‘독창성’에서 유의미한 상승을 보인 반면, 비교집단은 ‘독창성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에서만 유의미한 상승을 보였다. 즉, 실험집단에서는 ‘유창성’과 ‘독창성’ 지수의 상승이 ‘창의성 지수’를 상승시킨 것으로 분석된다. 이것은 동료 간에 문제를 인식하고 서로 대화를 통해 다양한 해결 방법을 공유함으로써 ‘유창성’과 ‘독창성’ 지수가 상승한 것으로 파악된다.

본 연구는 협동학습 형태의 하나인 동료 프로그래밍을 이용하여 초등학생들의 SW교육 프로그램에 적용했다는 것에 의의가 있다.

참고문헌

- [1] CSTA (2011). CSTA K-12 Computer Science Standards (Doctoral dissertation, Bowdoin College).
- [2] Devlin, K. (2003, September). Why universities require computer science students to take math. *Communications of the ACM*, 46(9), 37-39.
- [3] Entry Website (2016). www.play-entry.org/
- [4] Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist*, 14, 469-479.
- [5] Han Keun Woo, Lee Eun Kyoung, Lee Young Jun (2006). The Effects of Pair Programming on Achievement and Motivated Strategies in Programming Course. *The Journal of Korean association of computer education*, 9(6), 11-28.
- [6] Hazzan, O. (1999). Reducing abstraction level when learning abstract algebra concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 40(1), 71-90.
- [7] Hong Sun Jeong (2006). Intelligence and creativity : Psychological inquiry For Human intelligence. Yangseowon : Seoul.
- [8] Jeon So Eun (2009). Evaluating the Effectiveness of Pair Programming. Konkuk University of master's thesis.
- [9] Kim Byeong Su (2014). Programming education program based on PPS to improve computational thinking ability, Jeju National University of Education doctoral dissertation.
- [10] Kim Jin Kyoung (2010). Effects that Application of Pair Programming and Reflective Journal have on Self-regulated Learning and Programming Ability, Incheon National University of Education master's thesis.
- [11] Kim Kyung Hee (2006a). Can we trust creativity tests? A Review of the Torrance Tests of creative thinking(TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3-14.
- [12] Kim Kyung Hee (2006b). Is creativity unidimensional or multidimensional? Analyses of the torrance tests of creative thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 251-260.
- [13] Kim Mi Ryang (2002). Alternative Instructional Methods and Strategies for Effective Computer Programming Education, *The Journal of Korean association of computer education*, 5(3), 1-8.
- [14] Ko Il Jae (2006). The effect of pair programming on student achievement and Interest in programming class, Chung-ang University of Education master's thesis.
- [15] Kramer, J. (2007). Is abstraction the key to computing?. *Communications of the ACM*, 50(4), 36-42.
- [16] Maslow, A. H., (1963). The creative attitude. *Structurist*, 3, 4-10.
- [17] Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220-232.
- [18] Ministry of Education(2015). Operating in-

structions for Software Education.

[19] Ministry of Education, Ministry of Science, ICT and Future Planning (2015). Human Resource Development Plan for the SW-oriented society.

[20] Nam Seung Hyun, Jung Ha Qil, Kim Dong Hyun, Jang Myeong Ho, Kim Hee Ju, Kim Dong Jeong, Yu Heon Chang (2015). Software Education in Science Experiments Based on The Mini-Computer. *The Journal of Korean association of computer education*, 19(1), 51-55.

[21] Park Byeong Gi (1998). Based on creativity -education. Science of education : Seoul.

[22] Park Hyo Min (2014). Global software educational status and tools trends, Korea Internet & Security Agency Report focus 3.

[23] Rogers, C. (1962). Toward a theory of creativity. Ins. Parnes & H.

[24] Song Yoon Jeong (2005). Effects on improving academic achievement pair programming in programming practice curriculum, Korea University of Education master's thesis.

[25] Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). Creating creative minds. *Phi Delta Kappan*, 72, 608 - 614.

[26] Sung Jung Sook, Kim Hyeon Cheol (2015). Analysis on the International Comparison of Computer Education in Schools. *The Journal of Korean association of computer education*, 18(1), 45-54.

[27] Torrance, E. P. (1978). Giftedness in solving future problems. *Journal of Creative Behavior*, 12(2), 75-86.

[28] Torrance, E. P. (2010). Torrance Tests of Creative Thinking Directions manual and scoring guide(Figural test booklet A), Korean FPSP.

[29] Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Firestein, R. L. (1983). Theoretical perspectives on creative learning and its facilitation: An overview. *Journal of Creative Behavior*, 17, 9 - 17.

[30] Wikipedia (2016). <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%97%94%ED%8A%B8%EB%A6%AC>

[31] Williams, L., Yang, K., Wiebe, E., Ferzli, M. & Miller, C. (2002). Pair Programming in an Introductory computer Science Course: Initial Results and Recommendations. ACM Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications, Seattle, Washington, USA, 20-27.

[32] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

[33] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 366, 3717-3725.

저자소개



서영호

2014~현재 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정
 관심분야: EPL
 e-mail: ho2832@naver.com



염미령

2002 홍익대학교 공과대학 전자계산학과(박사수료)
 2002~현재 수원여자대학교
 관심분야: 프로그래밍
 e-mail: miryeom@swc.ac.kr



김종훈

1999~현재 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수
 관심분야: 컴퓨터교육
 e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr