

PSA 중심 프로그래밍 학습이 문제해결력과 논리적 사고력에 미치는 효과 : 고등학생을 대상으로

김형철[†] · 고영민[†] · 김한일^{††} · 김철민^{†††}

요 약

최근 개발·적용되고 있는 국내외 교육과정에서는 지식정보화 사회의 구성원으로서 학생들이 습득해야 할 핵심 소양으로 ‘문제해결’ 역량이 강조되고 있으며, 문제해결력 향상을 목표로 한 프로그래밍 교육 방안이 다양하게 연구되고 있다. 하지만 관련 연구에서 다루어지고 있는 프로그래밍 문제는 전통적인 프로그래밍 수업에서 활용되고 있는 문제와 차별성이 없었으며, 제시된 문제를 다루는 방법의 대부분은 문제해결 능력 제고에 적합하기 보다는 특정 프로그래밍 언어를 습득하는데 주안점을 두고 있었다. 이에 본 연구에서는 문제해결 역량 함양에 적합한 프로그래밍 문제와 교육과정을 개발하고 문제해결활동(PSA)을 중심으로 교수·학습 콘텐츠를 설계·개발하였다. 또한 개발된 콘텐츠를 교재로 교육과정을 운영하여 학습자의 문제해결력과 논리적 사고력 향상에 유의미한 결과를 얻었다. 본 연구 결과는 ‘문제해결’ 역량 증진을 목적으로 프로그래밍 교수·학습 콘텐츠나 교육과정을 개발·운영할 때 기초 자료로나 참조 모델로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 문제해결활동(PSA), 프로그래밍, 문제해결력, 논리적 사고력

Effects of PSA programming learning on Problem solving ability and Logical thinking ability : In the case of High School Students

Hyung-Chul Kim[†] · Young-Min Ko[†] · Hanil Kim^{††} · Cheolmin Kim^{†††}

ABSTRACT

In recent domestic and international curriculum it is emphasized that students should acquire ‘problem solving’ competence as a member of knowledge information society and various programming educational methods of improving problem solving competence have been studied. But there is no difference between programming problems in related research and traditional programming courses. Most methods of solving problems are focused on acquiring specific languages rather than enhancing problem solving ability. In this research, we developed a suitable programming problems and curriculum for fostering problem solving competence and designed and developed teaching and learning contents based on PSA(Problem Solving Activities). Furthermore, we obtained meaningful results of improving learners’ problem solving ability and logical thinking ability by operating curriculum with developed contents as learning materials. The results of this research are expected to be used as a reference model or basic teaching materials for developing and operating the programming teaching and learning contents or curriculum to enhance problem solving competence.

Keywords : PSA, Programming, Problem solving ability, Logical thinking ability

†정 회 원: 제주대학교 사범대학 컴퓨터교육과 박사과정
††중신회원: 제주대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
†††정 회 원: 제주대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수(교신지자)
논문접수: 2015년 6월 15일, 심사완료: 2015년 8월 10일, 게재확정: 2015년 9월 27일

1. 서론

문제해결력은 지식정보화 사회의 구성원으로서 학생들이 습득해야 할 핵심역량 중 하나이다. 한국교육과정평가원에서 ‘문제해결력’을 포함해 ‘창의력’, ‘정보처리능력’, ‘의사소통능력’ 등의 10가지 지를 지식정보화 사회의 핵심역량으로 분류·제시하고 있으며, 뉴질랜드, 독일, 미국, 영국, 캐나다, 호주 등 국외의 교육과정에서도 ‘문제해결’ 능력에 주목하고 있다[1].

중등학교 정보교과의 교육과정에서도 정보과학의 개념과 원리를 기반으로 지식정보화 사회를 올바르게 이해하고, 문제해결력과 논리적 사고력을 향상시키는 방향으로 그 목표가 변화하고 있으며 [2][3], 창의적이고 효율적인 문제해결책을 찾는 능력의 함양이 주요 교육목표로 제시되고 있다[2].

이에 정부는 초·중등 SW교육 교재 및 교사용 지도서를 배포하여, SW컴퓨팅 이론 및 기술을 바탕으로 문제해결력, 창의력, 분석능력 등을 종합적으로 키울 수 있도록 선도하고 있으며[4], 2014년부터 SW교육 시범학교를 운영하고 교육 프로그램의 우수 사례를 발표하였다[5]. 또한, 초·중등 SW교육 운영 지침에 문제해결력, 프로그래밍, 알고리즘 등을 주요 교육 내용 요소로 포함시켰으며 [6], SW교육 필수화에 대비하여 ‘SW 리딩 스쿨(선도학교)’을 1,700개로 확대하고 장기적으로 선진국 수준의 SW교육과정을 적용할 계획이다[7].

이 같은 변화 속에서 교육과정이 추구하는 인간상은 창의인(creative person)으로서 기초·기본 능력을 배양하여 앞으로 직면하게 될 현실 세계에서의 다양한 문제를 인식하고 해결할 수 있도록 하며, 나아가 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 역량을 기르는 데 주안점을 두고 있다[3].

미래 핵심역량인 문제해결력을 실질적·종합적으로 배양하기 위해서는, 실세계에서 발생할 수 있는 실질적 문제들과 연계성이 높은 문제를 제시하여 분석하게 하고, 그 효과적 해결책을 종합적으로 구상·설계·구현하게 하는 문제해결활동(Problem Solving Activities, 이하 PSA) 중심 교수·학습이 이루어져야 한다. 이에 본 연구에서는 PSA 중심 프로그래밍 교수·학습콘텐츠를 개발·활용하여 실제 교육 프로그램을 운영해 보고 그 결과를 분석하였다. 프로그래밍 언어의 문법이

나 개념적 요소뿐만 아니라, 문제해결책으로의 체계적 접근, 질 좋은 프로그램의 요건, 문제해결 패러다임 등을 고려하여 문제들을 선정하였고, PSA의 기본 틀을 설정해 그에 맞는 교수·학습 콘텐츠를 설계·개발하였다. 또한 실제 교육과정을 운영하여 학습자의 문제해결력과 논리적 사고력을 측정하고 연구의 적합성을 분석·검증하였다.

2. 이론적 배경

2.1 문제해결 프로그래밍 학습의 중요성

최근 정보교과 교육과정에서는 개정의 기본 방향 중 하나로 정보 교육을 통해 습득할 수 있는 문제해결력이 강조되고 있다[3]. 중등 정보교과의 교수·학습 지도에서도 다양한 문제해결 방법과 그 적용과정을 사례를 통해 이해하게 하고, 교육용 프로그래밍 언어를 이용해 문제해결 방법을 익히도록 강조하고 있다. 또한, 프로그래밍을 가르칠 때에는 문제해결 절차에 초점을 맞추어야 한다고 제시했다[2].

PISA에서는 문제해결을 “해결과정이 명료하지 않고, 특정 영역에 국한되지 않는 실제적이고 범교과적 문제 상황에 직면했을 때, 이를 해결하기 위한 인지적 과정” [8]으로, 심진숙(2004)은 “문제해결이란 문제의 답을 찾아가는 과정이며, 문제해결력이란 문제를 해결하기 위해서 어떤 정보를 이용하여 사고하는 과정을 의미한다”고 정의하고 있다[9]. 또한, 유중현(2008)은 문제해결 과정을 “사고와 적용으로 분류하고 이를 계속적으로 반복한 것”이라고 정의하고 있다[10]. 문제해결을 정의함에 있어 학자에 따라 다소 차이는 있지만, 주어진 문제 상황을 기술하고 해결책을 도출하는 일련의 인지적 사고활동을 문제해결 과정이라 정리할 수 있다.

본 연구에서는 용어의 조작적 정의를 다음과 같이 사용하고자 한다. 문제란 ‘초기 상태’와 ‘목표 상태’ 사이에 어떤 장애가 있어 ‘거리’가 있는 상태를 의미하고, 장애를 극복하고 적정 통로를 찾아 초기 상태에서 목표 상태로 이동해 감으로써 이들 사이의 거리가 없어지는 과정을 문제해결이라 정의한다. 이와 같은 관점에서 문제해결 프로그래밍이란 입력 값이 주어진 초기 상태에서 출

력 값이 산출된 목표 상태까지 이르게 해주는 상태변환 과정을 구상하여 설계하되, 계산(상태변환) 능력을 지닌 컴퓨터(계산대행자)가 문제해결(상태변환) 활동을 수행할 수 있도록 문제해결책(상태변환 과정)을 정형화해 표현하는 활동이다. 계산 대행자인 '컴퓨터'는 디지털 컴퓨터 등의 계산 기계만이 아니라, 계산 능력을 지닌 모든 사물과 사람까지 포함된 개념으로 간주한다. '컴퓨터' 개념에 대한 이 같은 인식은, 문제해결 프로그래밍 활동을 수행할 때 원하는 계산활동을 컴퓨터가 수행하도록 설정하는 능력을 키우고 있다고 생각하게 할 뿐만 아니라, 다른 사람과 체계적으로 협업하는 능력이나 실제계를 새롭게 분석·이해·종합하며 접근하는 능력까지 키우고 있다고 인식하게 만들 수 있다. 이 점에서 프로그래밍 활동을 통해 키우고 발휘할 수 있는 문제해결 역량이 컴퓨팅 분야를 비롯해 다른 수많은 분야에서 엄청난 발전이 있게 만든 핵심 역량이며, 양적·질적으로 엄청난 변화와 발전이 있게 될 정보화 사회가 그 구성원 모두에게 요구하게 될 시대적 역량이기도 하다.

2.2 프로그래밍 기반 교수·학습 콘텐츠 관련 선행연구 분석

문제해결을 주된 학습 이론으로 적용한 프로그래밍 기반 교수·학습 콘텐츠에 관한 연구들이 <표 1>에 정리되어 있다.

<표 1> 관련 선행연구 분석

연구자	교수·학습 내용	적용 이론	학습 도구	사고 능력
백영균 외 (1994) [11]	교수자 중심 '문제 이해', '계획 수립', '반성'의 안내된 발견식 수업과 학습자 중심 '문제 파악', '문제해결 원리제시', '문제해결 시연', '적용 및 일반화'의 지시적 수업으로 구분된 도형그리기 위주의 프로그래밍 교육	발견식·지시적 수업	LOGO	문제 해결력
이은경 외 (2007) [12]	'학습 개념', '지원 정보', '과정 정보', '부분 과제 연습' 단계의 수업모형 기반 하향식 접근 방법 로봇 프로그래밍 교육	4CID	NXT 및 NXT-G	
백선련 외 (2008) [13]	절차적, 단계적 사고를 통해 문제를 해결할 수 있는 실생활 관련 경쟁·구성·모의·우연 유형의 놀이 중심 기반 정렬·검색 알고리즘 교육	나일주·정인성 모형	언플러그드	
조성환 외 (2008) [14]	'혼란', '자료', '문제', '아이디어', '해결안', '수용안' 발견 단계의 수업모형 기반 게임 제작 프로그래밍 교육	CPS	스크래치	
송정범	Polya의 4단계와 '예언', '자기평	메타	스크	

외 (2008) [15]	가', '자기강화' 단계를 추가한 수업모형 기반 게임 제작 프로그래밍 교육	인지 전략	래치	논리적 사고력
허미선 (2009) [16]	'문제 분석 및 표현', '문제 해결 방안 탐색', '문제 해결방안 설계', '구현'의 단계를 통해 TTL과 VPL 프로그래밍 교육	문제 해결 단계	두리틀 및 스크래치	
최서경 외 (2012) [17]	실생활 사례기반 중심의 능동적·효과적 알고리즘 원리 탐구 및 문제해결 교육	앵커드 수업 모형	언플러그드	
안형진 외 (2013) [18]	초보자에게 문제를 해결하는 과정을 제시하여 알고리즘 동작 과정을 체험하고 그 개념과 원리를 탐구하는 프로그래밍 교육	ARCS	스크래치	
신갑천 (2010) [19]	'문제 제시', '해결 계획', '탐색 및 계탐색', '해결책', '발표 및 평가' 단계를 적용한 라인드레이서 주행 알고리즘 기반 로봇 프로그래밍 교육	PBL	스크래치 및 보드	
채재호 외 (2008) [20]	실생활 관련 문제 상황을 해결하기 위해 발산적·수렴적·논리적 사고를 활용할 수 있는 '문제 분석', '프로그램 구현 및 실행', '프로그램 평가 및 문서화' 단계로 구성된 학습자 중심 탐구활동 기반 로봇 프로그래밍 교육	-	RCX 및 NXT	
배학진 외 (2009) [21]	'문제 설계 및 개발', '학습 목표 확인 및 설정', '자료의 선정 및 전달', '교수 학습 계획 작성', '평가'의 단계를 적용한 실제적인 문제해결을 위한 프로그래밍 교육	PBL	스크래치	
권대용 (2013) [22]	신체를 사용하는 상호작용을 통해 물리적 차원에서 문제해결 과정을 위한 텐지블 UI 기반 센서 활용 로봇 프로그래밍 교육	Piaget 인지 발달 단계	A-Bricks 및 스크래치	

이들의 연구 결과가 시사하는 바를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 프로그래밍 교육은 프로그래밍의 기본 원리를 이해할 수 있게 도와주고, 문제해결력, 논리적 사고력, 창의력 등 학습자의 고등 인지 능력을 효과적으로 신장시켜 주며, 프로그램 완성을 통해 성취감과 자신감을 얻게 해 준다.

둘째, 다루고 있는 문제의 대부분은 전통적인 프로그래밍 수업에서 활용하고 있는 문제와 차별성이 없었으며, 문제해결력 증진 학습에 적합하기 보다는 프로그래밍 언어 학습을 위한 것들이 주를 이루고 있었다.

셋째, 특정 학년 또는 초보자만을 대상으로 한 교수·학습 콘텐츠를 제시하고 있었다. 제시된 콘텐츠에서는 주로 학습자에게 문제해결 예시와 활동 과제가 주어졌으나, 그 내용이 단순 알고리즘이나 프로그래밍 언어의 문법을 이해시키는 수준에 그치고 있었다.

넷째, 다수의 연구에서 문제분석과 문제해결과정을 중시한 교수·학습 이론을 적용하고 있지만,

실제로 프로그래밍 학습을 위한 문제를 설계.개발.적용해 문제해결력과 논리적 사고력을 그 결과로 측정했으며, 특히 로봇 활용 연구의 대부분은 로봇에 대한 단순 제어 수준의 문제만을 제시하고 있었다.

마지막으로, 실세계의 상황을 다루는 프로그래밍 문제를 제시하고는 있지만, 문제해결책으로서 실세계와 컴퓨터 간의 상호작용을 구상하고 설계하기 위해 익혀야 할 개념이나 원리, 방법 등을 효과적으로 습득할 수 있게 지원하는 요소는 미흡했다.

이에 본 연구에서는 프로그래밍 활동이 PSA를 통해 산출된 문제해결책을 정형화하는 활동이라는 점과, 프로그래밍 능력을 키움으로써 일상의 문제를 보다 체계적으로 다룰 수 있게 된다는 점을 인식시킬 수 있는 탐구문제를 개발하였다. 또한, 제시된 탐구활동을 수행하면서 실질적 문제해결력과 논리적 사고력을 효과적으로 신장시키기 위한 교수.학습 설계의 방향성을 제시하였다.

3. 교수 · 학습 설계

3.1 교수 · 학습 설계 방향

PSA 중심 프로그래밍 학습의 설계 방향은 다음과 같다.

첫째, 학습자의 프로그래밍 경험 유무나 다소에 상관없이 단계별로 주요 개념 및 핵심 원리의 기초를 다져가며 실질적 유익을 얻을 수 있게 한다.

둘째, 학습자가 배우고 경험한 문제해결 기법이나 패러다임들이 프로그래밍에 어떻게 녹아들어 있는지, 프로그래밍에 적용되는 문제해결 기법이 우리 일상의 문제해결 방법과 얼마나 밀접하게 관련되어 있는지, 특정 대상(사람, 컴퓨터 등)이 이해 · 수행할 수 있는 형태로 문제해결책을 표현하려면 어떤 요소들이 고려되어야 하는지 등을 구체적으로 알아 갈 수 있게 한다.

셋째, 탐구문제해결 활동을 통해 문제해결 역량 함양의 핵심 요소(개념, 원리, 방법론 등)들이 자연스레 습득되게 한다.

넷째, 프로그램 작성을 위해 초기에 익혀야 할 내용(수행 환경이나 프로그래밍 언어 종속적인 내용 등)들을 최소화시킴으로써 학습자가 처음부터

문제를 해결하는 활동에 초점을 맞출 수 있게 한다. 일례로 학습자가 입출력 작업을 보다 쉽게 표현할 수 있도록, 사용자 수준의 데이터 타입별 입출력 함수(이하 간편입출력 함수라 함)를 정의 · 제공하였다.

다섯째, 문제해결 과정에 실세계와의 상호작용이 수반되고 학습자 동기 유발 효과도 큰 문제를 다룬다. 본 연구에서 교육용 로봇 LEGO Mindstorms EV3와 프로그래밍 언어 RobotC를 활용해 해결할 수 있는 문제를 제시하고 로봇 프로그래밍 활동을 수행하게 한 이유가 바로 여기에 있다.

여섯째, 제시된 탐구문제를 수행하면서 실질적 문제해결능력을 효과적으로 키워나갈 수 있도록, 주변상황 감지 및 물리적 작동 능력을 가진 로봇을 매개로 실세계에서 발생 가능한 문제의 해결책을 탐색할 수 있게 유도한다.

마지막으로, 설계 방향에 기초한 교수.학습 콘텐츠를 개발하되, 수정.보완.검증 절차를 반복하여 그 완성도를 높인다. 본 연구에서 콘텐츠의 완성도를 제고시키는 작업에 8명(컴퓨터교육과 교수 2인, 박사과정 2인, 석사과정 1인, 학부생 2인, 정보교사 1인)이 참여하였다.

3.2 내용 구성

앞서 제시한 교수.학습 설계 방향에 따라 개발된 차시별 탐구활동의 내용은 <표 2>와 같다. 탐구활동은 크게 기초과정인 ‘문제해결 프로그래밍 기초’ 과정과 심화과정인 ‘로봇 제어 프로그래밍’ 과정으로 나뉜다.

기초과정은 ‘단순 계산(초기 입력 값과 최종 출력 값에 대한 입출력 이외에는 외부 세계와의 상호작용 없이 해당 컴퓨터 내부의 작업만으로 결과를 산출해 내는 계산)’ 문제를 다루며 문제해결 프로그래밍의 기초를 다질 수 있도록 설계된 총 8차시 분량의 교수.학습 과정으로, ‘위밍업’, ‘C 프로그래밍의 이해’, ‘계산적 문제해결 프로그래밍’, ‘프로그래밍 실제’의 네 영역으로 구성된다.

‘위밍업’ 영역은 10개의 C 프로그램을 제시하여 C 프로그램의 기본 구조를 살펴보고, 간편입출력 방법과 프로그램 개발 도구 사용법을 익힐 수 있게 하였으며, ‘C 프로그래밍의 이해’ 영역은 이후 문

제해결 프로그래밍 활동을 원활히 수행할 수 있도록 C 언어의 주요 개념 요소를 소개하고 그 활용 방법을 익힐 수 있게 구성하였다. 학습자들은 이 영역의 교수·학습 과정에서 제어구조(선택, 반복, 선택이나 반복의 중첩 등), 배열, 함수 등을 다루게 되며, 연산의 적용 순서를 어떻게 제어하는지, 다수의 값들은 어떻게 다루는지, 기본 연산보다 '큰' 연산(작업)은 어떻게 정의·활용하는지 습득하게 된다. '계산적 문제해결 프로그래밍' 영역은 단순 계산을 통해 해결할 수 있는 문제 중 실생활에서 접할 수 있는 문제의 해결책을 계산적 관점에서 탐색해 보고 관련 데이터와 계산 과정에 대한 정형화 방법을 익히도록 구성하였다. '프로그래밍 실제' 영역은 일련의 실세계 데이터(밝기나 색깔, 주변 물체와의 거리 등)가 주어진 상황을 가정하고 해당 데이터를 처리해 특정 결과를 산출해내는 PSA를 수행하도록 구성하였다.

심화과정은 30차시 분량의 로봇제어 프로그래밍 활동을 통해 보다 실제적이고 종합적인 문제해결 능력을 키울 수 있도록 설계되었으며, '위밍업', '로봇 제어 프로그래밍 기초', '로봇 제어 프로그래밍 심화'의 세 영역으로 나뉜다. '위밍업' 영역은

RobotC(로봇 프로그래밍 도구이자 언어)로 로봇을 제어.작동시키기 위해 알아야 할 기본적인 개념과 방법을 익힐 수 있도록 5개의 예제 프로그램을 다루고 있다. '로봇 제어 프로그래밍 기초' 영역은 로봇의 입출력 장치(센서, LCD, 모터 등) 각각을 활용해 해결할 수 있는 문제들을 다루며, 문제해결 프로그램에 대한 요구 조건이 어떻게 설정되는지, 이미 정의된 함수를 효과적으로 활용하는 방법은 무엇인지, 함수의 기능이나 인터페이스는 어떻게 정의하는 것이 바람직한지, 문제해결책에 점진적으로 접근해 가는 방법은 무엇인지 등 문제해결 프로그래밍 과정에서 고려해야 할 기본 요소들을 고찰할 수 있도록 구성하였다. '로봇 제어 프로그래밍 심화' 영역은 로봇에 장착된 다수의 입출력 장치(모터, 센서 등)를 복합적으로 활용해 해결할 수 있는 문제를 탐구하도록 설계된 영역이다. 로봇을 매개로 실세계의 문제를 어떻게 다룰 수 있는지 그 방법과 제약 조건을 고찰하는 한편, 큰 문제를 작은 문제로 분할해가거나 작은 문제의 해법을 조합해 큰 문제의 해법을 구현해가는 방법과 원리를 익힐 수 있도록 탐구활동을 설계하고 교수.학습 교재의 구성 요소를 선정하였다.

<표 2> 차시별 탐구활동

영역	차시	활동 주제	활동 내용	과정
위밍업	1	C 프로그램 작성 및 실행 방법 익히기	.C 프로그램 기본 구조 분석 .간편입출력 익히기	문제해결 프로그래밍 기초 (기초과정)
C 프로그래밍의 이해	2	기본 개념의 이해	.C 언어의 기본 구성 요소에 대한 개괄적 이해 .기본 요소들을 활용한 프로그램 작성	
	3	반복의 중첩과 배열	.다수의 데이터 처리 .복잡한 계산 작업에 대한 문제해결 프로그래밍	
	4	함수의 활용	.크고 복잡한 계산을 함수로 정의.호출.활용	
계산적 문제해결 프로그래밍	5	계산 과정의 표현	.실생활 문제의 해결책을 계산적 관점에서 탐색.설계.표현	
	6	데이터의 분석과 처리	.문제해결과 관련 데이터와 계산 과정에 대한 정형화	
프로그래밍 실제	7	프로그래밍 실제 1	.실세계의 데이터를 감지.처리.반응하는 현상 분석	
	8	프로그래밍 실제 2	.문제해결을 위한 시스템 분석 및 프로그램 작성	
위밍업	9	로봇 제어 프로그램 작성 및 실행 방법 익히기	.로봇 제어 프로그래밍을 위한 기본 요소 분석	로봇 제어 프로그래밍 (심화과정)
로봇 제어 프로그래밍 기초	10~11	LED 제어	.로봇의 입출력 장치 각각을 개별적으로 제어 .프로그램 작성 시 충족시킬 요구 조건 도출 .함수를 활용한 문제해결 .프로그래밍 과정에서 익혀야 할 개념과 원리 습득	
	12~13	모터 제어		
	14~16	터치 센서 제어		
	17~19	초음파 센서 제어		
	20~22	컬러 센서 제어		
로봇 제어 프로그래밍 심화	23~26	라인 추적	.로봇의 입출력 장치 다수를 종합적으로 제어 .실질적인 탐구문제에 대한 로봇 제어 프로그램 작성 .문제 분할과 조합 과정을 통한 큰 문제해결 프로그래밍	
	27~30	코드 해독		
	31~34	격자판 탐사		
	35~38	트랙 탐색		

문제별 탐구활동을 고려한 교재 구성의 요소는 <표 3>과 같다.

<표 3> 탐구활동 교재의 구성 요소

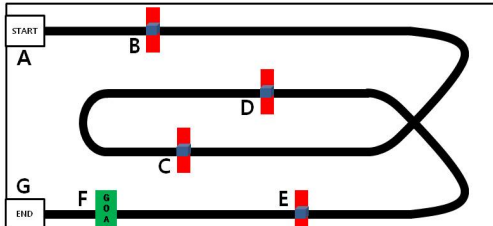
구분	문제해결 프로그래밍 기초	로봇 제어 프로그래밍
구성요소	탐구활동 문제 ·질문 ·입력, 출력 ·입출력 사례 ·학습지침	탐구활동 문제 ·프로그래밍 요구 조건 ·프로그래밍 Tip ·질문 ·개념 및 원리

문제해결 프로그래밍 기초 교재는 교수·학습 활동이 보다 효과적으로 진행될 수 있도록 학습자용 교재와 교수자용 지도서로 나누어 개발하였다. 학습자용 교재는 프로그램을 분석·작성하며 프로그래밍 활동과 PSA가 어떻게 연계되는지 탐구할 수 있도록 ‘질문’, ‘입력’, ‘출력’, ‘입출력 사례’, ‘학습지침’으로 구성하였다. ‘질문’은 탐구문제로 다룰 프로그램에 대해 충분히 이해했는지, 프로그램을 간단히 수정·응용할 수 있는지, 프로그램이 수행될 때 수반되는 계산 작업의 양을 가늠

할 수 있는지 간단히 유도·확인하는 문제들을 제시한다. ‘입력’, ‘출력’, ‘입출력 사례’는 탐구 프로그램과 관련된 입출력 요건을 기술하고, 탐구 프로그램이 어떤 입력이 주어졌을 때 어떤 출력이 산출되어야 하는지 보다 구체적으로 이해할 수 있도록 입출력 사례 몇 가지를 제시한다. ‘학습지침’은 질문을 부연하거나 코드 특정부를 설명하는 등 탐구활동에 대한 이해를 높이는 한편, 탐구활동의 취지나 목적 상 놓치지 말아야 할 사항과 익혀야 할 개념을 안내·정리해 준다. 학습자용 교재에 기술된 학습지침이나 교수학습 지도서를 활용할 경우 학습자의 자율적 탐구활동도 가능하다.

로봇 제어 프로그래밍 교재는 해결해야 할 문제와 더불어, ‘프로그래밍 요구 조건’, ‘프로그래밍 Tip’, ‘질문’, ‘개념 및 원리’로 구성하였다. ‘프로그래밍 요구 조건’은 문제해결 프로그램을 작성할 때 고려하고 반영해야 할 조건들을, ‘프로그래밍 Tip’은 프로그램을 작성할 때 구체적으로 도움이

<표 4> 제시된 실제 탐구문제의 예

차시	주제	탐구활동 문제
5-6	계산적 문제해결 프로그래밍	코드네임 017은 A국의 첩보기관 GI6 소속이다. 017은 은퇴를 앞두고 그동안 모은 자금을 스위스 모처의 B 은행으로 옮기려고 한다. 017은 첩보요원 특유의 직관으로 계좌번호 암호화의 필요성을 느꼈고 암호화 방법 하나를 고안해 내었다. 017이 고안한 방법은 ‘읽고 말하기 수열’을 변형한 것으로, 수열이 주어지면 첫 번째 자리부터 그대로 읽어나가기 시작해서 같은 수가 연속되면 그 개수로 묶어서 읽는 방식이다. 예를 들어 113이 주어지면 “1이 두개, 3이 한개”로 읽을 수 있으므로, 읽은 내용 그대로를 반영해 113을 1231로 암호화하는 것이다. 017은 자신이 고안한 계좌번호 암호화 프로그램을 개발하기 위해 세계에서 가장 우수한 해커인 당신을 고용하였다. 017을 위해 8자리 정수 계좌번호에 대한 암호화 프로그램을 작성하시오.
7-8	프로그래밍 실제	임의 개수의 정수 값들의 열을 입력 받아, LOW 구간(입력 값이 하나의 0 또는 0으로 연속되는 구간)과 HIGH 구간(입력 값이 하나의 1 또는 1로 연속되는 구간)을 구분하고, LOW 구간에서 시작해서 HIGH 구간으로 바뀌었다가 다시 LOW 구간으로 돌아오는 정수열(LOW → HIGH → LOW)의 패턴을 진동(pulse)이라 정의할 때, 입력된 전체 정수열 속에 몇 개의 진동이 존재하는지 찾아내 출력하는 프로그램을 작성하시오.
10-22	로봇 제어 프로그래밍 기초	터치 센서에 대한 터치 횟수(단위입력 기간 동안 터치 센서가 몇 번 눌렀다 놓였는지를 나타내는 횟수)를 세어, 그 값을 탐구활동 1.2에서 작성한 함수 showLEDDecimal을 이용해 출력하는 작업을, 터치 횟수가 0이 될 때까지 반복하는 로봇 제어 프로그램을 작성하시오. 프로그램이 충족시켜야 할 세부 기능 요건은 다음과 같다. 터치 센서를 누르고 있거나 누르고 있지 않은 시간이 1초 이상 되면 터치 센서에 대한 단위입력 기간이 끝난 것으로 간주한다. 예를 들어 눌렀다 놓이는 일이 세 번 반복된 후 터치 센서가 1초 이상 눌리지 않은 경우와, 눌렀다 놓이는 일이 세 번 반복된 후 터치 센서가 1초 이상 눌러 있다 놓이는 경우 모두 터치 횟수는 3이 된다. 새로운 단위입력 기간이 시작되어 터치 센서가 처음 눌려지길 대기하고 있던 상황에서 터치 센서가 눌리고 1초 이상 놓이지 않게 되면 터치 횟수는 0이 된다.
23-38	로봇 제어 프로그래밍 심화	로봇이 아래 그림과 같은 트랙 위에서 다음 활동을 수행하도록 로봇 제어 프로그램을 작성하시오. 

되는 정보를 제공한다. ‘질문’은 프로그램 작성 과정에서 제시된 순서대로 스스로에게 질문하고 그 답을 찾아가다 보면 자연스럽게 최종 프로그램에 이르게 되는 질문들을 제시함으로써 문제해결책에 대한 점진적/단계적 접근 방법을 익힐 수 있게 해 준다. ‘개념 및 원리’는 로봇 제어 프로그래밍 활동의 마무리 요소로서, 탐구활동을 통해 습득해야 할 개념과 원리를 다시 한 번 짚어보게 함으로써 이후 연계된 활동을 보다 효과적으로 수행할 수 있게 해 준다.

기초 및 심화과정 교재와 이에 기초한 문제해결 프로그래밍 활동은 학습자가 문제해결책을 찾을 때 고려해야 할 사항들과 적용 가능한 방법론, 문제해결책으로서 좋은 프로그램을 작성하기 위해 익혀야 할 요소들을 보다 체계적으로 습득할 수 있는 기회를 제공할 것이다.

<표 4>는 PSA 중심 프로그래밍 학습에 실제 적용된 탐구문제의 예이다.

4. 연구 방법

4.1 연구 대상 및 설계

본 연구는 PSA 중심 프로그래밍 교육으로 소개되어 제주특별자치도 제주시(3개교)와 서귀포시(1개교)에 소재하고 있는 일반계 고등학교 1, 2학년 학생들 중 선착순 지원자 29명을 대상으로 6주 동안 총 38차시에 걸쳐 진행하였으며, 일반계 고등학교의 정규교과과정 및 정보교과를 학습한 1, 2학년의 동일조건 지원자 29명을 비교집단으로 모집하였다. <표 5>는 집단별 연구대상의 분포를 나타낸다.

<표 5> 집단별 연구대상

구분	실험집단	비교집단
A학교	8(27.6)	10(34.5)
B학교	8(27.6)	10(34.5)
C학교	7(24.1)	9(31.0)
D학교	6(20.7)	0(0.0)
계	29(100.0)	29(100.0)

PSA 중심 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력과 논리적 사고력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 실험집단과 비교집단으로 나누어 사전.사후 검사 설계 방법을 적용하였으며, 구체

적인 연구의 실험 설계는 다음과 같다.

실험집단	O ₁	X ₁	O ₂
비교집단	O ₃	X ₂	O ₄

O₁,O₃ : 사전 검사(문제해결력 검사, 논리적 사고력 검사)

X₁ : PSA 중심 프로그래밍 학습

X₂ : 정규교과과정 및 정보교과 학습

O₂,O₄ : 사후 검사(문제해결력 검사, 논리적 사고력 검사)

4.2 연구 도구

4.2.1 문제해결력 검사 도구

학습자의 문제해결력을 측정하기 위해 OECD가 실시한 PISA(Programme for International Student Assessment) 2003 문제해결 소양 영역의 공개된 19문항을 사용하였다[23]. 검사, 채점 방법 및 배점은 OECD에서 제시한 기준을 적용하여 사전.사후 각각 동일 조건하에 120분간 실시하였으며, 문항별 1-3점의 점수를 부여하였다.

<표 6>, <표 7>은 각 문제해결력 과제별 문제 유형과 문항 유형 및 배점, 그리고 문제 및 문항 유형별 분포를 나타낸다.

<표 6> 과제별 문제 · 문항 유형 및 배점[23]

과제	문항 번호	문제 유형(문항 유형)	배점
도서관 관리체계	1	체제 분석 및 설계(CC)	1
	2	체제 분석 및 설계(OC)	1-3
수에 의한 디자인	3	체제 분석 및 설계(M)	1
	4	체제 분석 및 설계(M)	1
	5	체제 분석 및 설계(OC)	1-2
교육과정 설계	6	체제 분석 및 설계(OC)	1-2
환승 체계	7	의사결정(OC)	1-2
어린이 캠프	8	체제 분석 및 설계(OC)	1-2
냉동고	9	문제점 해결(M)	1
	10	문제점 해결(M)	1
에너지 요구량	11	의사결정(CC)	1
	12	의사결정(OC)	1-2
영화 보러 가기	13	의사결정(M)	1
	14	의사결정(M)	1
휴가	15	의사결정(CC)	1
	16	의사결정(OC)	1-2
관개	17	문제점 해결(OC)	1
	18	문제점 해결(M)	1
	19	문제점 해결(OC)	1
합계	19문항		27점

문항 유형 : 선택형(M), 개방형 서술형(OC), 폐쇄형 서술형(CC)

<표 7> 문제 및 문항 유형[23]

구분	문항 수	문항 유형			
		선택형	폐쇄형 서술형	개방형 서술형	
문제 유형	체제 분석 및 설계 (36.8%)	7문항	2	1	4
	의사 결정 (36.8%)	7문항	2	2	3
	문제점 해결 (26.3%)	5문항	3	0	2
합계	19문항 (100%)	7문항 (36.8%)	3문항 (15.8%)	9문항 (47.3%)	

4.2.2 논리적 사고력 검사 도구

학습자의 논리적 사고력을 측정하기 위해 미국 Georgia 대학의 Roadranka, Yeany, Russell, Padilla가 개발한 GALT(Group Assessment for Logical Thinking)[24]를 1991년 한국교육개발원에서 번안.개발을 통해 표준화한 21문항을 사용하였다[25]. 검사, 채점 방법 및 배점은 한국교육개발원에서 제시한 기준을 적용하여 사전.사후 각각 동일 조건하에 40분간 실시하였으며, 조합추리의 3문항을 제외한 나머지 하위요인별 문항은 각 문제당 두 개의 소 문항을 모두 맞추어야만 1점, 조합추리 문항은 가능한 조합을 모두 나열해야만 1점의 점수를 부여하였다[26]. <표 8>은 논리적 사고력 하위요인별 문항 구성 및 배점을 나타낸다.

<표 8> 하위요인별 문항 구성 및 배점[26]

구분	문항 구성 ¹⁾	배점
보존논리	1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2	4
비율추리	5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-1, 9-2, 10-1, 10-2	6
변인통제논리	11-1, 11-2, 12-1, 12-2, 13-1, 13-2, 14-1, 14-2	4
확률추리	15-1, 15-2, 16-1, 16-2	2
상관추리	17-1, 17-2, 18-1, 18-2	2
조합추리	19, 20, 21	3
합계	21문항	21점

4.3 분석 방법

수집된 자료는 SPSS Statistics 18.0 프로그램을 이용하여 통계 분석하였으며, 구체적인 분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에 참여한 학생들의 문제해결력 검사에 따른 정답률의 변화 정도와 논리적 사고

력 검사에 따른 인지발달 수준을 알아보기 위해 사전.사후 검사의 기술통계를 산출하였다.

둘째, 본 연구에 사용한 검사 도구의 신뢰성 검증을 위해 문항내적일관성 신뢰도 계수인 Cronbach's α 를 산출하였다.

셋째, PSA 중심 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력과 논리적 사고력에 각각 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 사전-사후 검사의 평균 및 표준편차를 산출하고, 이것이 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 검증을 실시하였다. 또한, 실제적 유의성을 알아보기 위해 주로 사용하는 효과의 크기(ES: Effect Size) 추정치 지수인 Cohen's d 와 n_p^2 를 산출하였다[27].

5. 연구결과

5.1 문제해결력 검사 결과 분석

문제해결력에 대한 사전.사후 검사 정답률을 문제 유형별로 분석한 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 문제해결력 사전·사후 검사 정답률

과제	문항 번호 (유형)	문제해결력 검사 정답률(%)		
		사전	사후	차이 (후-전)
도서관 관리체계	1(체제)	93.1	93.1	0.0
	2(체제)	51.7	73.6	21.9
수에 의한 디자인	3(체제)	93.1	96.6	3.5
	4(체제)	82.8	82.8	0.0
	5(체제)	75.9	93.1	17.2
교육과정 설계	6(체제)	62.1	63.8	1.7
환승 체계	7(의사)	41.4	46.6	5.2
어린이 캠프	8(체제)	72.4	77.6	5.2
냉동고	9(문제)	13.8	31.0	17.2
	10(문제)	65.5	69.0	3.5
에너지 요구량	11(의사)	96.6	100.0	3.4
	12(의사)	70.7	81.0	10.3
영화 보러 가기	13(의사)	86.2	93.1	6.9
	14(의사)	82.8	93.1	10.3
휴가	15(의사)	62.1	89.7	27.6
	16(의사)	72.4	79.3	6.9
관개	17(문제)	89.7	96.6	6.9
	18(문제)	79.3	86.2	6.9
	19(문제)	72.4	93.1	20.7

문제 유형 : 체제 분석 및 설계(체제), 의사결정(의사), 문제점 해결(문제)

체제 분석 및 설계 유형은 7개 문항 중 1, 4번 문항을 제외한 5개 문항에서 정답률이 증가하였으며, 의사결정 및 문제점 해결 유형은 각 7개, 5

개 문항에서 모두 정답률이 증가하였다. 즉, 문제 해결력의 총 19개 문항 중 2개의 문항을 제외한 17개 문항이 사전대비 사후의 정답률이 증가함을 알 수 있다. 특히 체제 분석 및 설계 유형의 2번 문항, 의사결정 유형의 15번 문항, 문제점 해결 유형의 19번 문항은 모두 사전대비 사후의 정답률이 20.0% 이상으로 크게 증가함을 알 수 있다.

본 연구에서 사용한 문제해결력 검사 도구의 신뢰도를 측정된 결과 .79로 적정 신뢰도를 나타냈다.

각 집단별 인원과 사전.사후의 평균 및 표준편차는 <표 10>과 같다.

<표 10> 문제해결력 검사 결과

구분		N	M	SD
실험 집단	사전	29	18.69	4.661
	사후	29	21.10	3.994
비교 집단	사전	29	15.24	5.468
	사후	29	16.31	5.543

두 집단간 동질성 검증을 위해 실시한 문제해결력 사전검사 결과가 유의하게 나타나, 집단의 비동질성을 반영하는 사전점수를 공변수로 통제하고 두 집단을 독립변수, 사후점수를 종속변수로 하여 비교동질성을 교정하기 위해 공변량 분석(ANCOVA)을 실시한 결과는 <표 11>과 같다.

<표 11> 공변량 분석 결과

구분	SS	df	MS	F	p	ES(n ² _p)
모형	1075.274	2	537.637	52.360	.000**	.656
사전검사	742.154	1	742.154	72.278	.000**	.568
그룹	69.867	1	69.867	6.804	.012**	.110
오차	564.743	55	10.268			
전체	1640.017	57				

**p<.01

공변량 분석 결과, 두 집단간 사후 검사는 통계적으로 유의미한 차이가 있었으며(F(1, 55)=6.804, p<.01), Cohen의 기준(n²_p=.01 소효과, n²_p=.06 중효과, n²_p=.14 대효과)에 의하면 효과의 크기(n²_p)는 .110으로 높은 실제적 유의성을 나타냈다. 즉, 실험 전 학습자의 문제해결력을 통제하고 실험 처치 후 나타난 실험집단과 비교집단의 문제해결력은 실험집단이 높은 것으로 해석할 수 있다.

본 연구의 효과를 알아보기 위해 실험집단의 문제해결력 사전-사후 검사에 대한 대응표본 t검증을 실시한 결과는 <표 12>와 같다.

<표 12> 문제해결력 사전-사후 차이

구분	N	M	SD	t	df	p	ES(d)
사전	29	18.69	4.661	-3.925	28	.001**	.73
사후	29	21.10	3.994				

**p<.01

사전대비 사후의 평균 점수가 2.41점 높았으며, t값이 -3.925로 유의수준 .01에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한, Cohen의 기준(d=.2 소효과, d=.5 중효과, d=.8 대효과)에 의하면 효과의 크기(d)는 .73으로 높은 실제적 유의성을 나타냈다.

실험집단의 문제 유형에 따른 각 하위요인별 사전-사후 검사에 대한 대응표본 t검증을 실시한 결과는 <표 13>에 제시하였다. 하위요인별 평균 점수가 사전대비 사후가 각각 1.14점, 0.93점, 0.55점 높았으며, 모든 t값이 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

<표 13> 문제해결력 문제 유형에 따른 하위요인별 사전-사후 차이

구분		N	M	SD	t	df	p
체제 분석 및 설계	사전	29	8.52	2.262	-2.635	28	.014*
	사후	29	9.66	2.380			
의사 결정	사전	29	6.97	2.179	-2.444	28	.021*
	사후	29	7.90	1.520			
문제점 해결	사전	29	3.21	1.264	-2.730	28	.011*
	사후	29	3.76	.988			

*p<.05

5.2 논리적 사고력 검사 결과 분석

Roadranka, et al.(1983)에 따르면, <표 14>와 같이 정답 개수에 따라 논리적 사고력을 피아제의 인지발달이론에 근거하여 3단계로 구분하고 있다.

이에 논리적 사고력에 대한 집단별 사전.사후 검사를 인지발달 수준별로 분석한 결과, 실험집단의 사전 검사에서는 구체적 조작기와 전환기(과도기)에 해당하는 학생들의 비율이 51.7%로 형식적 조작기에 해당하는 학생들의 비율 48.3%보다 상대적으로 높았다. 사후 검사에서는 구체적 조작기와 전환기(과도기)에 해당하는 학생들의 비율이 34.5%로 형식적 조작기에 해당하는 학생들의 비율 65.5%보다 상대적으로 낮았다. 즉, 구체적 조

작기와 전환기(과도기)의 학생들이 감소하고, 형식적 조작기의 학생들이 증가하였다. 반면, 비교집단에서는 형식적 조작기에 해당하는 학생들의 비율이 사전 검사에서 24.1%, 사후검사에서 27.6%로 큰 변화가 없었다.

<표 14> 논리적 사고력 사전·사후 검사 결과에 따른 인지발달 수준

구분		구체적 조작기 (8개 이하)	전환기(과도기) (9~15개)	형식적 조작기 (16개 이상)
사전	실험집단	3(10.3%)	12(41.4%)	14(48.3%)
	비교집단	1(3.4%)	21(72.4%)	7(24.1%)
사후	실험집단	1(3.5%)	9(31.0%)	19(65.5%)
	비교집단	1(3.4%)	20(69.0%)	8(27.6%)

본 연구에서 사용한 논리적 사고력 검사 도구의 신뢰도를 측정된 결과 .70으로 나타났다. 이는 Roadranka, et al.(1983)[24]과 한국교육개발원(1991)[25] 연구에서 사용된 논리적 사고력 검사 도구의 신뢰도(.85, .78)와 유사하였다.

두 집단의 동질성을 검정하기 위해 독립표본 t 검증을 실시한 결과는 <표 15>와 같다. 두 집단의 평균 차이는 .62로 미비하였고, t값은 .762로 통계적으로 유의하지 않았다. 즉, 실험집단과 비교집단의 사전 논리적 사고력은 차이가 없는 것으로 해석할 수 있다.

<표 15> 사전 논리적 사고력 검사 결과

구분	N	M	SD	t	df	p
실험집단	29	13.83	3.465	.762	56	.449
비교집단	29	13.21	2.691			

*p<.05

실험 처치 후 두 집단의 차이를 알아보기 위해 논리적 사고력 사후 검사에 대한 독립표본 t검증을 실시한 결과는 <표 16>과 같다. 평균 차이는 실험 집단이 1.93점 높았으며, t값이 2.866으로 유의수준 .01에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한, 효과의 크기(d)는 .75로 높은 실제적 유의성을 나타냈다. 즉, 실험집단과 비교집단의 사후 논리적 사고력은 실험집단이 높은 것으로 해석할 수 있다.

<표 16> 사후 논리적 사고력 검사 결과

구분	N	M	SD	t	df	p	ES(d)
실험집단	29	15.72	2.562	2.866	56	.006**	.75
비교집단	29	13.79	2.569				

**p<.01

본 연구의 효과를 알아보기 위해 실험집단의 논리적 사고력 사전-사후 검사에 대한 대응표본 t검증을 실시한 결과는 <표 17>과 같다. 사전대비 사후의 평균 점수가 1.89점 높았으며, t값이 -3.815로 유의수준 .01에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한, 효과의 크기(d)는 .71로 높은 실제적 유의성을 나타냈다.

<표 17> 논리적 사고력 사전-사후 차이

구분	N	M	SD	t	df	p	ES(d)
사전	29	13.83	3.465	-3.815	28	.001**	.71
사후	29	15.72	2.562				

**p<.01

실험집단의 논리적 사고력 하위요인별 사전-사후 검사에 대한 대응표본 t검증을 실시한 결과는 <표 18>과 같다.

<표 18> 논리적 사고력 하위요인별 사전-사후 차이

구분	N	M	SD	t	df	p
보존논리	사전	29	3.21	-1.651	28	.110
	사후	29	3.41			
비율추리	사전	29	4.55	-1.787	28	.085
	사후	29	5.03			
변인통제논리	사전	29	2.52	-2.353	28	.026*
	사후	29	3.03			
확률추리	사전	29	1.69	.000	28	1.000
	사후	29	1.69			
상관추리	사전	29	.10	-1.992	28	.056
	사후	29	.31			
조합추리	사전	29	1.76	-3.780	28	.001**
	사후	29	2.24			

*p<.05, **p<.01

확률추리를 제외한 보존논리, 비율추리, 변인통제논리, 상관추리, 조합추리의 평균 점수가 사전 대비 사후가 각각 0.21점, 0.48점, 0.52점, 0.21점, 0.48점 높았으며, 변인통제논리, 조합추리의 각 t값이 유의수준 .05와 유의수준 .01에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

6. 결론

본 연구는 PSA 중심 ‘SW교육’을 통해 21세기가 요구하는 ‘문제해결력’을 효과적으로 키울 수 있을 것이라는 전제 하에, PSA에 적합한 탐구문제들을 선정하고 문제해결 프로그래밍 교육에 활용할 교수·학습 콘텐츠를 설계·개발하여 실제 교육과정에 적용하였으며, 학습자의 문제해결력과 논리적 사고력을 측정·분석하여 연구의 적합성을 검증하였다.

본 연구의 분석결과를 통해 다음 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 본 연구에서 개발한 교수·학습 콘텐츠를 실제 수업에 적용한 결과, 문제해결력의 문제 유형에 따른 모든 하위요인이 통계적으로 유의미하게 나타났다. 특히, 해결책을 진단하고 그 해법을 제안하는 내용으로 구성된 하위요인(문제점 해결)이 가장 높게 나타났다. 이는 본 연구의 내용 구성에 대한 타당성을 입증해주는 것이다.

둘째, 구체적인 실제 대상에 한해서만 사고가 가능했던 구체적 조작기 및 과도기[23]의 많은 학습자들이 추상적인 개념을 처리하고 논리적인 사고를 할 수 있는 인지 발달 수준(형식적 조작기)으로 향상되었으며, 통계적으로도 유의미하게 나타났다. 이는 문제해결에 필요한 구성 요소인 논리적 사고력[1][28]이 향상되어 직·간접적으로 학습자의 문제해결력에 영향을 주었음을 나타낸다.

셋째, 논리적 사고력의 일부 하위요인에서 향상이 있었다고 보고된 연구 사례들은 많은 반면, 향상된 하위요인 간에 공통점을 찾기는 어려웠는데, 본 연구에서도 일부 요인에 대해서만 유의미한 향상이 있었다. 사물, 현상 변인간의 관계를 규명할 수 있는 능력(변인통제논리)과, 문제해결과 관련해 고려해야 할 모든 경우를 빠짐없이 또 중복되지 않게 셀 수 있는 능력(조합추리)이 유의미하게 향상되었다.

마지막으로, 문제해결력 및 논리적 사고력 향상에 대한 통계적 유의미성은 본 연구에서 시행한 수업이 효과적이었음을 보여준다.

본 연구 결과는 ‘문제해결’ 역량 증진을 목적으로 프로그래밍 교수·학습 콘텐츠나 교육과정을 개발·운영할 때 기초 자료로나 참조 모델로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

향후 PSA 중심 프로그래밍 교육과 관련된 연구로서 표준화된 교육내용 선정, 교수·학습 모형 설계, 교수법 개발, 교수·학습 평가도구 개발 등의 연구가 필요하다. 또한, PSA 중심 프로그래밍 문제를 다양하게 개발하는 작업과, 개발된 문제를 문제해결 탐구활동으로 연계시키는 작업이 요구된다.

후 주

1) 조합추리를 제외한 논리적 사고력 검사 문항은 하나의 큰 문항(1)에 두 개의 관련 소 문항(1-1, 1-2)으로 구성됨

참 고 문 헌

- [1] 김경훈·강오한·김영식·김윤영·서인순·안성진·정순영·최현중 (2012). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 창의적 문제 해결력 기반의 정보 교육 정책 방향 탐색. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2012-7.
- [2] 김경훈·김성백·김성식·김현철·박지현·서인순·안성진·최재혁·최현중·김일환 (2011). 2011 정보 교육과정 개정 시안 연구 개발. 교육과학기술부 2011년 교육과정 시안 개발 수탁과제 답신보고 CRC 2011-9.
- [3] 한국교육과정평가원 (2013). 2009 개정 교육과정에 따른 초·중·고등학교 교육과정 해설 연구 - 증보편. 연구보고 CRC 2013-13.
- [4] 미래창조과학부·정보통신산업진흥원 (2015). 소프트웨어중심사회. <http://www.software.kr>
- [5] 미래창조과학부 (2015). 미래이야기. <http://www.msip.go.kr/webzine/posts.do?postId=91>
- [6] 교육부 교육과정정책과 (2015). 소프트웨어 교육 운영 지침. 교육부.
- [7] 미래창조과학부 (2015). K-ICT 전략. <http://www.msip.go.kr>
- [8] 교육과학기술부 (2011). 고등학교 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 4].
- [9] 심진숙 (2004). 문제해결학습이론과 그 실제. 석사학위 논문, 중앙대학교 교육대학원.
- [10] 유중현·김종혜 (2008). 문제 해결과정에서의 정보과학적 사고 능력에 대한 개념적 고

- 찰. 정보창의교육논문지, 2(2), 15-24.
- [11] 백영균.우인상(1994). LOGO 프로그래밍 수업 방법이 문제해결력에 미치는 효과에 대한 연구. 교육공학연구, 9(1), 73-90.
- [12] 이은경.이영준 (2007). 로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력에 미치는 영향. 한국컴퓨터교육학회 논문지, 10(6), 19-27.
- [13] 백선련.송정범.박정호.이태욱 (2008). 초 등학생의 문제해결력을 위한 놀이 중심 알 고리즘 교재 개발 및 적용. 한국컴퓨터교육 학회 논문지, 11(1), 85-95.
- [14] 조성환.송정범.김성식.이경화 (2008). CPS 에 기반한 스크래치 EPL이 문제해결력과 프 로그래밍 태도에 미치는 효과. 한국컴퓨터교육 학회 논문지, 12(1), 77-88.
- [15] 송정범.조성환.이태욱 (2008). 메타인지 전략을 활용한 게임 프로그래밍 학습이 초등학 생의 문제해결력에 미치는 효과. 교원교육, 24(4), 432-447.
- [16] 허미선 (2009). 정보교육에서의 문제해결능 력 향상을 위한 교수설계 방안 연구. 석사학 위 논문, 고려대학교 교육대학원.
- [17] 최서경.김영식 (2012). 앵커드 수업을 통한 알고리즘 학습이 초등학생의 문제해결력에 미치는 영향. 한국컴퓨터교육학회 논문지, 15(3), 1-10.
- [18] 안형진.마대성 (2013). 문제해결력 증진을 위한 초등학교 Scratch 교육과정 개발. 한국 정보교육학회 논문지, 17(3), 317-327.
- [19] 신갑천 (2010). 스크래치를 활용한 로봇 프 로그래밍 학습이 논리적 사고력과 문제해결력 에 미치는 효과. 석사학위 논문, 경인교육대 학교 교육대학원.
- [20] 채재호.배영권.유인환 (2008). 로봇프로그 래밍 학습이 초등학생의 논리적 사고력 신 장에 미치는 영향. 교원교육, 24(2), 361-376.
- [21] 배학진.이은경.이영준 (2009). 문제 중심 학습을 적용한 스크래치 프로그래밍 교수 학습 모형. 한국컴퓨터교육학회 논문지, 12(3), 11-22.
- [22] 권대용 (2013). 텐지블 프로그래밍 도구를 활용한 논리적 사고력기반의 초등 로봇 과 제 개발 및 적용. 한국컴퓨터교육학회 논문 지, 16(4), 13-21.
- [23] 이미경.손원숙.노언경 (2007). OECD/PISA 평가틀 및 공개 문항 분석. 한국교육과정평 가원 연구자료 ORM 2007-25.
- [24] Roadranka, V. & Yeany, R. H. & Russell H. & Padilla, M. J. (1983). The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT). *A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Dallas, Texas.
- [25] 이재분.현주.류덕엽 (2002). 초.중학생의 지적.정의적 발달수준 분석연구(III). 한국 교육개발원 연구보고 RR 2002-4-1.
- [26] 이재분.현주.류덕엽 (2002). 초.중학생의 지적.정의적 발달수준 분석연구(III). 한국 교육개발원 연구보고 RR 2002-4-2.
- [27] 임시혁 (2011). 통계검증의 실제적 유의성과 검증력 분석의 고찰. 교육논총, 48(1), 267-281.
- [28] 윤일규.김종혜.이원규 (2010). 정보 교과 의 문제해결과정에서의 논리적 사고력 구성 요소에 대한 조작적 정의. 한국컴퓨터교육학 회 논문지, 13(2), 1-14.



김형철

2009 제주대학교
컴퓨터교육과(이학사)
2011 제주대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공(교육학석사)

2015 제주대학교 대학원 컴퓨터교육전공(박사수료)
2011~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 시간강사
2014~현재 제주대학교 좋은컴퓨터교육연구센터
전임연구원

관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍, 계산적 사고
E-Mail: k2youngc@gmail.com



김철민

1988 서울대학교
전자계산기공학과(공학사)
1990 서울대학교 대학원
컴퓨터공학과(공학석사)

1996 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
1996~1997 서울대학교 컴퓨터신기술공동연구소
특별연구원
1997 한국학술진흥재단 부설 첨단학술정보
센터 선임연구원
1997~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 교수
2014~현재 제주대학교 좋은컴퓨터교육연구센터
운영위원회 위원

관심분야: 운영체제, 프로그래밍, 계산적 사고
E-Mail: cmkim@jejunu.ac.kr



고영민

2007 제주대학교
컴퓨터교육과(이학사)
2013 제주대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공(교육학석사)

2014~현재 제주대학교 대학원 컴퓨터교육전공
(박사과정)
2014~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 시간강사
2014~현재 제주대학교 좋은컴퓨터교육연구센터
전임연구원

관심분야: 컴퓨터교육, 데이터 시각화, 문제해결
E-Mail: proym109@gmail.com



김한일

1988 서울대학교
전자계산기공학과(공학사)
1990 서울대학교 대학원
컴퓨터공학과(공학석사)

1995 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과
(공학박사)
1995~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 교수
2013~현재 제주대학교 좋은컴퓨터교육연구센터장
관심분야: 컴퓨터교육, 문화기술, 스토리텔링

E-Mail: hikim@jejunu.ac.kr