

EPL을 활용한 프로그래밍 교육에서 문제해결 수준이 프로젝트 완성도에 미치는 영향

장윤재[†] · 김자미^{††} · 이원규^{†††}

요 약

정보기술이 발전함에 따라 정보교육은 정보과학의 원리와 개념을 효과적으로 가르치기 위한 교육과정으로 개정되었다. 개정된 교육과정에 따라, 프로그래밍 언어를 활용한 알고리즘 사고 학습 및 문제해결능력 향상의 효과를 검증하는 연구들이 진행되고 있다. 그러나 학습자의 수준과 능력을 고려한 프로그래밍 교육에 대한 연구는 부족한 편이다. 따라서 본 연구는 대학교 3학년을 대상으로 학습자의 문제해결과정 각 단계가 프로젝트 완성도에 미치는 영향을 분석하였다. 문제해결 수준에 따른 프로젝트 완성도의 차이를 분석한 결과, 문제해결 수준이 높은 집단이 낮은 집단보다 프로젝트 완성도가 높은 것으로 나타났다. 문제해결과정 각 단계가 프로젝트 완성도에 미치는 영향을 분석한 결과, 문제발견 요인이 프로젝트 완성도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구는 학습자의 프로젝트 완성도에 영향을 미치는 문제해결과정 단계를 탐색하여, 문제를 발견하는 활동과 반성적 성찰을 통한 문제해결 검토 과정이 중요함을 제안하였다.

주제어 : 프로그래밍 교육, 문제해결과정, 프로젝트 완성도

The Impact of the Perceived Level of Problem Solving on the Performance of Project Completeness in Programming Education

YunJae Jang[†] · JaMee Kim^{††} · WonGyu Lee^{†††}

ABSTRACT

Informatics curriculum has been revised for informatics principles and concepts to effectively teach. According to the revised curriculum, researches are verifying the educational effects of algorithmic thinking and problem-solving abilities using programming language by applying it to various area. However, researches in programming education considering the level of student are yet incomplete. This research has analyzed the impact of the perceived level of problem solving on the performance of project completeness. As results of difference of project completeness, a high perceived level of problem solving group's performance of project completeness was higher than a low perceived level of problem solving group's one. Analysis of the impact of the perceived level of problem solving on the performance of project completeness, 'problem finding' factor had a significant impact. This research suggested the importance of 'problem finding' and self-reflecting introspective 'reviewing' stages in problem solving process using programming language. abstract of your study in English. This space is for the abstract of your study in English. This space is for the abstract of your study in English.

Keywords : Programming Education, Problem solving, Project Completeness

† 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육학과 석사수료

†† 정 회 원: 고려대학교 연구정보분석센터 연구교수

††† 종신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

논문접수: 2011년 10월 08일, 심사완료: 2011년 11월 05일, 게재확정: 2011년 11월 09일

1. 서론

정보사회에서 정보기술은 우리 삶의 다양한 부분을 편리하게 변화시켰다. 그리고 정보기술에 포함된 정보과학의 원리와 개념은 사고력 신장에 도움을 준다[1]. 시대적 흐름에 발맞춰 정보교육에서는 정보과학의 원리를 효과적으로 가르치기 위한 정보통신기술 교육 운영지침과 정보교과 교육 과정을 운영하고 있다[2][3].

정보교과 교육과정은 컴퓨터를 다룰 수 있는 기능인 육성을 위한 교육에서 시작하여 기술의 발달에 따른 기본 소양 교육과 프로그래밍 교육으로 전환되었다. 그리고 응용 소프트웨어 활용 중심으로 개편되었다가 개정된 7차 교육과정에서는 정보사회의 특성을 반영하여 정보과학적 사고를 토대로 문제해결 능력 중심의 교육을 고려하였다[4].

변화된 교육과정에 따라 정보교육은 정보과학 개념과 정보윤리 관점을 기반으로 정보사회에서 발생할 수 있는 다양한 문제 상황을 해결하는데 목표를 두었다. 이런 목표를 달성하기 위한 방법 중 하나로 교육용 로봇이나 교육용 프로그래밍 언어(이하 EPL)를 활용하고 있다[5][6]. EPL을 통한 알고리즘 사고 학습은 정보교과의 문제뿐만 아니라 수학이나 과학 등 다양한 교과로 학습 효과가 전이될 수 있는 특성을 가지고 있다[7][8].

정보교과는 알고리즘 사고 학습을 위해 프로그래밍 교육을 강조하고 있으며, 단순한 언어기능에 대한 지식이 아니라 프로그래밍 언어를 통한 문제해결력 향상에 중점을 두고 있다[9]. 또한 효과적인 프로그래밍 교육은 문제해결력 향상에 긍정적인 인식을 줄 수 있다[10]. 이에 따라 프로그래밍 교육의 효과를 검증하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 기존의 연구들은 다양한 교육용 도구와 교수-학습 방법을 활용하여 문제해결력을 향상시키는데 초점을 맞추고 있다[11][12]. 즉, 교수자 관점에서 효과적인 교육 방법을 찾기 위한 연구들이 대부분이었다.

최근에는 학습자 중심 교육 관점에서 학습자의 수준과 능력을 고려한 프로그래밍 교육에 대한 연구들이 진행되고 있다[13][14][15]. 프로그래밍 과정이 문제를 해결하는 과정이라면, 문제해결과

정 수준에 따라 학습자의 프로그래밍 능력은 다를 것이다. 그러나 문제해결과정의 모든 요인이 프로그래밍 능력에 영향을 미치지 않는 것이다. 따라서 어떤 요인이 프로그래밍 능력에 영향을 미치는지 밝히는 것은 매우 중요한 일이다. 왜냐하면 학습자의 문제해결과정 수준에 적합한 프로그래밍 교육이 가능할 것이기 때문이다.

본 연구는 문제해결과정의 각 단계가 학습자의 프로그래밍 능력에 미치는 영향을 규명하기 위한 목적이 있다. 연구 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구 가설은 다음과 같다.

첫째, 문제해결 수준에 따라 프로젝트 완성도에 차이가 있을 것이다.

둘째, 문제해결과정의 각 단계는 프로젝트 완성도에 영향을 미칠 것이다.

2. 이론적 배경

2.1 문제해결과 문제해결과정 단계

일반적으로 문제해결은 문제 속에 있는 조건과 이전에 배운 규칙을 조합하여 문제에 대해 새로운 해결책을 만드는 것이라고 정의할 수 있다[16]. 그리고 문제해결력은 비판적 사고 능력, 분석적 추론 능력, 창의적 능력과 같은 고등 사고 능력에 해당한다[17].

문제해결력은 학문적 관점에 따라, 학자에 따라 다양하게 정의되고 있다[18][19][20][21][22]. 학문적 관점에서 문제해결에 대한 정의는 다음과 같이 구분할 수 있다. 형태심리학적 관점에서는 문제 상황의 다양한 요소들을 조건에 맞게 새로운 방식으로 재구성하는 것을 문제해결이라고 하며, 행동주의 관점에서는 기존 문제 상황에서 보이는 반응을 새로운 상황에 맞게 시행착오를 겪어가며 적용하는 것으로 문제해결을 정의한다. 또한 인지주의적 관점에서는 문제해결을 인지구조의 불균형 상황을 재구조화 하여 새로운 인지구조로 만드는 과정을 문제해결이라고 한다.

이상의 논의를 종합하여 본 연구는 문제해결을 '해결해야 할 목표를 설정하고, 기존의 지식을 목표에 맞게 재구성해 나가는 것'이라고 정의한다.

문제해결과정은 문제를 해결하기 위한 초기 상

태에서 문제를 해결한 목표 상태에 도달하는 일련의 과정을 나타낸다[23]. 학자들은 자신들의 철학을 반영하여 문제해결과정을 4~6단계로 구분하고 있다. 문제 상황을 발견하고, 해결해야 할 방향을 설정해서 해결하는 일련의 문제해결과정을 단계별로 구분하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 문제해결 과정

Wallas (1926)	Dewey (1933)	Polya (1957)	Bransford & Stein (1993)	Sprankle (2002)
준비기	문제인식			
	문제 명료화 및 정의	문제이해	문제이해	문제이해
	사실탐색 및 가설설정	계획 작성	문제해결전략 탐색	대안의 타당성 검토 문제해결 선택 문제해결 계획
부화기				
해명기	실험적 검증	계획실행	문제해결전략 실행	
검증기		반성	문제해결결과 반성 및 평가	문제해결 평가

첫째, 문제를 해결하기 위한 준비에 비중을 둔 Wallas(1926)는 해결에 이르지 못할 경우 시행착오를 고려한 부화기를 상정하였다[18].

둘째, 반성적 사고를 중요시한 Dewey(1933)는 문제를 인식하고 정의하는 과정만큼이나 해결에 대한 검증에 초점을 두었다[19].

반면에 Polya(1957)는 문제이해 부분이 계획 작성에 비해 체계성이 약간 부족해 보인다[20]. 왜냐하면 Polya(1957)는 주어진 문제를 반복해서 읽거나 조건을 확인하여 문제를 이해하는 단계에 머물지만, Bransford & Stein(1993)는 문제이해에서 비구조적인 문제 상황을 구조화하기 위한 노력을 스스로에게 문제를 인지시키고 정의하는 단계까지 확장하고 있기 때문이다[21].

셋째, 다른 학자와 달리 문제해결을 6단계로 구분한 Sprankle(2002) 또한 문제이해에 그치지 않고 문제정의 단계를 제시하였다[22]. 그러나 6단계

중 문제해결을 위한 계획의 단계가 대안의 타당성 검토, 문제해결 선택, 문제해결 계획으로 지나치게 세분화되어 있다. 반면 문제해결 계획 실행 단계는 생략되었다.

다양한 의견을 종합하여 문제해결과정에 대한 연구에서 공통된 단계를 살펴보면 문제를 인식하고 이해하는 문제발견 단계, 이해한 문제를 표현하는 문제정의 단계, 전략을 탐색하고 계획을 세우는 문제해결책 고안 단계, 계획을 실행하는 문제해결책 실행 단계, 실행한 결과를 반성하고 검증하는 문제해결 검토 단계인 5단계로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 문제해결과정을 5단계로 정의하였다.

2.2 문제해결 과정과 프로그래밍 교육

최근 진행된 프로그래밍 교육과 문제해결력에 대한 연구를 살펴보면 <표 2>와 같다 [10][12][24][25][26].

<표 2> 프로그래밍 교육과 문제해결과정

연구자	연구내용
송정범 외 (2008)	초등학생을 대상으로 한 프로그래밍 교육에서 피코 크리켓의 활용이 비주얼 베이직을 활용한 전통적인 프로그래밍 학습에 비해 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 보고
차승은 외 (2009)	예비 초등 교사를 대상으로 EPL 활용 교육을 실시한 후 프로그래밍 교육 필요성에 대한 인식 변화 조사. 인식 조사 결과, 교육이 고등사고력이 향상되고 다양한 지식 습득이 가능하며, 의사표현 능력이 향상되고 여러 가지 정의적 요인이 변화될 수 있다고 응답. 특히, 프로그래밍 과정 자체가 문제해결 과정을 제공하여 문제해결력 향상에 도움이 될 것이라고 인식
최종원 외 (2010)	CPS를 활용한 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결력에 미치는 효과 분석. 연구 결과 CPS를 활용한 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결력과 그 하위 항목 중 확산적 사고력, 비판적 논리적 사고력, 동기적 요소에 긍정적인 효과
배영권 외 (2010)	블렌디드 러닝 기반의 교육에서 위키와 같은 상호작용이 가능한 웹서비스를 이용하여 로봇 프로그래밍 교육을 실시하여 문제해결력이 향상되었음을 주장
김길모 외 (2011)	학습자의 집단지성을 활용하여 문제를 해결할 수 있도록 구성된 프로그래밍 수업 모형을 개발. 적용 결과, 학습자의 문제해결력과 프로그래밍 태도가 유의미하게 변화됨

기존의 연구들을 살펴보면, 효과적이라고 생각

되는 프로그래밍 교육 방법이나 교육용 로봇을 적용하여 학생들의 문제해결력이 향상되었는지를 확인하는 연구가 대부분이었다.

그러나 기존의 연구는 프로그래밍 교육에 효과적인 방법과 도구를 문헌 연구를 통해 적용할 뿐, 구체적으로 학생들의 문제해결과정과 어떤 영향을 주고받기 때문에 방법을 적용했는지에 대한 연구는 부족한 편이다. 즉, 학생들이 프로그래밍을 잘 활용하기 위해 영향을 미치는 문제해결과정 단계가 무엇인지를 규명하는 연구가 필요하다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

연구 대상은 EPL 사용경험이 없는 대학교 3학년 학생들이다. 수업은 2010년 9월에 진행되었으며, 본 연구는 연구 대상자 총 99명 중, 문제해결과정 수준 검사지의 일부 응답이 누락되어 있거나, EPL 프로젝트를 완성하지 못한 38명을 제외하여 총 61명의 학생을 최종 선정하였다.

3.2 연구 방법 및 절차

본 연구는 학습자의 문제해결과정 하위요인이 프로그래밍 능력에 미치는 영향을 분석하기 위한 목적이 있다. 연구 절차는 <표 3>과 같다.

<표 3> 연구 절차

연구 단계	연구 내용
	문헌조사
문헌연구 / 수업계획 수립	문제해결과정 수준 검사 도구 및 프로젝트 완성도 평가 도구 준비 스크래치 수업 계획 수립
사전검사	문제해결과정 수준 검사
EPL 활용 교육	스크래치 활용 교육
사후검사	프로젝트 완성도 평가
결과분석	자료 처리 및 결과 분석

첫째, 문제해결과정 수준 검사를 실시하였다.

둘째, EPL 중 하나인 스크래치를 활용한 수업을 실시하였다. 스크래치는 MIT 미디어랩의 Lifelong Kindergarten Group이 개발한 EPL로, 마치 레고 블록을 조립하듯이 명령어 블록을 드래그 앤 드랍으로 구성하여 프로그램을 작성한다

[27]. 스크래치는 비주얼 기반의 블록 프로그래밍 방식으로 초보자도 구문 오류를 고민하지 않고 프로그래밍 할 수 있으며, 멀티미디어 자료를 활용해서 게임, 상호작용이 가능한 스토리텔링, 애니메이션 등을 쉽게 제작할 수 있는 특징이 있다 [28][29]. 스크래치 수업은 총 6단계로 진행되었으며 먼저 스크래치 기본 기능을 학습한 후, 종합 프로젝트 과제로 교육용 콘텐츠를 제작하는 형태로 진행되었다. 스크래치 수업의 구체적인 내용은 <표 4>와 같다.

<표 4> EPL 활용 교육

단계	수업 내용
1단계	스크래치 소개
2단계	스크래치 환경
3단계	동작, 형태 카테고리
4단계	소리, 펜, 제어, 관찰 카테고리
5단계	연산, 변수 카테고리
6단계	종합 프로젝트

셋째, 스크래치로 만든 프로젝트의 완성도를 평가하였다. 프로젝트 완성도는 학생들이 작성한 프로그램 계획과 스크래치를 활용하여 만든 프로그램을 평가하였다. 프로젝트 완성도 평가 기준은 McCracken, M. et al(2001)의 Degree of Closeness에 장운재 외(2011)의 EPL을 활용한 프로젝트 평가 기준을 재수정하여 사용하였다 [15][30]. 구체적인 평가 기준은 <표 5>와 같다.

<표 5> 프로젝트 완성도 평가 기준

평가 항목	평가기준
계획	내용의 적절성 1. 교과교육의 내용을 학습하기에 적절한 주제인가? 2. 내용의 대상과 난이도가 적절한가?
	평가의 적합성 1. 목표에 부합하는 평가방법인가? 2. 내용에 적합한 평가방법인가?
완성	완성도 1. 프로그램이 계획에 맞게 실행되는가? 2. 프로그램이 계획된 내용을 설명하는데 완성도 있게 구성되었는가?
	타당도 1. 목표에 맞게 프로그램이 개발되었는가?

3.3 측정 도구 및 측정 절차

3.3.1 문제해결과정 수준 검사지

본 연구에서 사용한 문제해결과정 수준 검사 도구는 Lee(1978)가 개발한 Process Behavior

Survey를 이재신(1979)이 번안하고, 최지혜(1994), 우옥희(2000)가 수정한 것을 본 연구의 목적에 맞게 재수정하여 사용하였다[16][31][32][33].

문제해결과정 수준 검사 도구는 문제발견, 문제정의, 문제해결책 고안, 문제해결책 실행, 문제해결 검토의 5개 단계로 구성되어 있다. 검사 도구는 먼저 비 구조화된 컴퓨터 과학 관련 문제 2문항을 풀 뒤, 문제해결과정 단계별 5문항, 총 25문항에 대해 자신의 수준을 선택하도록 구성되어 있다. 우옥희(2000)의 연구에서 밝혀진 문제해결과정 수준 검사 도구의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .89이며[16], 본 연구에서 검사 도구의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .916이며, 하위요인별 신뢰도 계수는 <표 6>과 같다.

<표 6> 문제해결과정 수준 검사 도구 하위요인별 신뢰도

단 계	문항 수	신뢰도 계수
문제이해	5 문항	.765
문제정의	5 문항	.726
문제해결책 고안	5 문항	.765
문제해결책 실행	5 문항	.653
문제해결 검토	5 문항	.760
전체 문항	25문항	.916

3.3.2 분석 방법

수집된 자료는 SPSS WIN 12.0 프로그램을 이용하여 처리하였으며 분석방법은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에 참여한 학생들의 문제해결 수준에 따른 프로젝트 완성도 차이를 t-test로 검증하였다.

둘째, 문제해결과정 각 단계와 프로젝트 완성도 간의 상관성을 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 통해 검증하였다.

셋째, 문제해결과정의 각 단계가 프로젝트 완성도에 미치는 영향은 단계적 회귀분석(stepwise regression)으로 검증하였다.

4. 연구 결과

4.1 문제해결 수준에 따른 프로젝트 완성도 차이

문제해결 수준에 따라 프로젝트 완성도에 차이가 있는지를 알아보기 위해 문제해결 수준을 상/하로 구분하였다. 문제해결 수준이 높은 집단과 낮은 집단 간 두 독립표본 t검증을 실시한 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 문제해결 수준에 따른 프로젝트 완성도 차이

점 수	수준집단	N	M	SD	t	p
계 획	상 집단	30	9.50	2.240	2.505	.015*
	하 집단	31	8.02	2.235		
완 성	상 집단	30	15.40	1.940	1.632	.108
	하 집단	31	14.55	2.127		
프로젝트 완성도	상 집단	30	24.90	3.968	2.237	.029*
	하 집단	31	22.61	4.014		

*p<0.05

분석결과, 프로그램 계획과 전체 프로젝트 완성도는 문제해결 수준에 따라 통계적으로 차이를 나타내었다.

구체적으로 살펴보면 프로그램 계획 점수에서는 문제해결 수준이 높은 집단이 낮은 집단보다 평균 점수가 1.48 높았으며 t 값이 2.505로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 프로그램 완성도는 문제해결 수준이 높은 집단의 평균 점수가 0.95 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

전체 프로젝트 완성도는 문제해결 수준이 높은 집단이 낮은 집단 보다 평균 점수가 2.29 높았으며 t 값이 1.940이고, 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 즉, 문제해결과정 수준이 높은 집단이 프로그램을 더 잘 계획하고 전체 프로젝트를 더 완성도 있게 제작한다고 해석할 수 있다. 이런 결과는 프로젝트 완성도가 문제해결 수준에 따라 차이가 나기 때문에 문제해결 수준이 EPL을 활용한 프로젝트 완성도와 무관하지 않을 것으로 보인다.

4.2 문제해결과정의 각 단계와 프로젝트 완성도간의 상관관계

문제해결과정의 각 단계와 프로젝트 완성도의 상관관계를 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 문제해결과정 각 단계와 프로젝트 완성도간의 상관관계

항 목	문제 발견	문제 정의	문제 해결책 고안	문제 해결책 실행	문제 해결 검토
계 획	.337**	.315**	.108	.176	.275*
완 성	.266*	.268*	.075	.193	.199
프로젝트 완성도	.324*	.313*	.099	.196	.255*

*p<0.05, **p<0.01

분석결과, 문제발견과 문제정의는 각각 프로그램 계획과 유의수준 .01에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었고, 프로그램 완성도와 프로젝트 완성도는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 통계적 유의수준을 고려할 때, 문제발견은 프로그램 계획과 완성도, 프로젝트 완성도와 상관이 있는 것으로 해석할 수 있다.

다음으로 문제해결 검토는 프로그램 계획과 프로젝트 완성도와 각각 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 통계적 유의수준을 고려할 때, 문제해결 검토는 프로그램 계획과 프로젝트 완성도와 상관이 있는 것으로 해석할 수 있다.

상관관계를 살펴보면, 프로젝트를 완성하는데 문제발견과 문제정의, 문제해결 검토 수준이 상관이 있는 것으로 볼 수 있다. 즉, 프로그래밍 언어를 활용하는 단계인 문제해결책 고안, 문제해결책 실행에 앞서 문제를 발견하고 문제를 정의하는

단계와 해결한 문제를 검토하는 단계가 의미 있음을 보여주고 있다.

4.3 문제해결과정의 각 단계가 프로젝트 완성도에 미치는 영향 분석

문제해결과정 단계 중 변인들 간의 다중공선성 문제를 해결하기 위해 상관관계를 고려하여 문제발견, 문제해결책 고안, 문제해결책 실행, 문제해결 검토의 4가지 단계를 독립변인으로 선정하였다. 프로그램 계획과 완성, 프로젝트 완성도에 미치는 영향을 분석하였다. 단계적 회귀 모형 결과는 <표 9>와 같다.

프로그램 계획에 미치는 영향을 단계적 회귀분석 모형으로 분석한 결과, 문제해결과정 단계 중 문제발견이 β 값 .378로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 요인이다. 그러나 문제해결책 고안, 문제해결 검토는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

문제해결과정 단계 중 프로그램 완성에 미치는 영향을 살펴보면, 문제발견이 β 값 .266으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 그러나 다른 단계들은 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았다. 즉, 문제해결과정 단계 중 문제해결책 고안 및 실행과 검토 수준은 EPL로 프로그램을 완성하는 능력에 영향을 미치지 않는 것으로 해석할 수 있다.

프로그램 계획과 완성도를 종합한 프로젝트 완

<표 9> 단계적 회귀 모형 요약

종속변수	독립변수	비표준화 계수		표준화계수(β)	t	유의확률	공차한계
		B	표준오차				
프로그램 계획	문제발견	.239	.114	.378	2.094	.041*	.462
	문제해결책 고안	-.122	.107	-.181	-1.140	.259	.599
	문제해결 검토	.072	.090	.122	.797	.429	.638
R제곱(수정된 R제곱) = .141(.096), F=3.130, P=.033, Durbin-Watson=2.121							
프로젝트 완성	문제발견	.149	.070	.266	2.117	.039*	1.000
	문제해결책 고안						
	문제해결 검토						
R제곱(수정된 R제곱) = .071(.055), F=4.480, P=.039, Durbin-Watson=1.851							
프로젝트 완성도	문제발견	.420	.203	.376	2.070	.043*	.462
	문제해결책 고안	-.216	.190	-.182	-1.138	.260	.599
	문제해결 검토	.108	.161	.104	.675	.503	.638
R제곱(수정된 R제곱) = .130(.085), F=2.850, P=.045, Durbin-Watson=1.917							

*p<0.05

성도에 미치는 영향을 단계적 회귀분석 모형으로 분석한 결과, 문제해결과정 단계 중 문제발견 요인이 β 값 .376으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 그러나 문제해결책 고안, 문제해결 검토는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

단계적 회귀모형 분석 결과, 프로그램 계획, 프로그램 완성, 그리고 프로젝트 완성 점수에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 문제발견으로 볼 수 있다. 따라서 문제발견 요인 수준이 높으면 프로젝트 완성도가 높은 것으로 해석할 수 있다.

문제해결과정 각 단계는 프로젝트 완성도에 대한 설명력이 13%이며, 그 중 문제발견이 10.5%로 가장 높은 설명력을 가지고 있었다. 그리고 공차한계는 모두 0.1 이상으로 다중공선성에 문제가 없으며, Durbin-Watson은 1.917로 기준값인 2에 매우 근접하고 있다¹⁾. 또한, 잔차들 간에 상관관계가 없는 것으로 보이므로 본 연구에서 분석한 회귀 모형은 적합하다고 볼 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 EPL을 활용한 프로그래밍 교육에서 학습자의 문제해결과정 각 단계가 프로젝트 완성도에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 학습자의 문제해결과정 단계별 수준을 측정하고 중학교 정보 교과서에서 활용되고 있는 EPL인 스크래치를 사용하여 교육용 콘텐츠를 제작하는 일련의 과정을 수행한 뒤 프로젝트 완성도를 측정하였다. 연구 결과를 분석하면 다음과 같다.

첫째, 문제해결 수준에 따라 프로젝트 완성도에 차이가 있다. 문제해결 수준이 높을수록 프로젝트를 완성하기 위한 프로그램 계획 능력이 높다고 할 수 있다. 반면 프로그램 완성도는 문제해결 수준에 따른 차이가 나타나지 않았다. 그러나 최종 프로젝트 완성도는 문제해결과정 수준에 따라 차이가 나기 때문에 문제해결과정 수준에 따라 EPL을 활용한 프로젝트 완성도에 차이가 난다고 할

수 있다.

둘째, 문제해결과정 단계 중 문제발견 요인이 프로젝트 완성도에 영향을 미쳤다. 먼저 문제해결과정의 각 단계와 프로젝트 완성도의 상관관계를 분석한 결과, 문제발견과 문제정의 그리고 문제해결책 검토가 프로젝트 완성도와 상관이 있는 것으로 나타났다. 단계적 회귀모형 분석 결과, 프로그램 계획, 프로그램 완성, 그리고 프로젝트 완성 점수에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 문제발견으로 나타났다. 즉, 문제발견 수준이 높으면 프로젝트 완성도가 높은 것으로 해석할 수 있다. 이와 같은 결과는 Bransford & Stein(1993)가 문제를 해결하는데 가장 중요한 요인이 문제발견임을 제시하면서, 문제발견은 문제이해, 문제해결 고안 등에 영향을 미치는 요인이라고 한 것과 부합된다[21]. 또한, 문제를 해결하고 검증하는 과정만큼이나 문제를 발견하는데 많은 노력과 성찰이 요구된다고 한 Dewey(1933)의 견해와 일치하는 결과이다[19].

그러나 기존의 프로그래밍 교육과 문제해결과정 단계를 연구한 논문들을 살펴보면 각 단계별로 수업 전략을 계획하거나, 어떤 기법들이 사용될 수 있는지에 대한 연구가 대부분이다[1][16]. 따라서 정보교과나 프로그래밍 교육에서도 본 연구와 같이 문제발견 단계의 중요성에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 프로그래밍 교육의 목적을 달성하기 위해 학습자의 문제해결과정 수준이 프로그래밍 능력에 어떻게 영향을 미치는지를 살펴보았다. 본 연구의 결과에 대해 논의하면 다음과 같다.

첫째, 프로그래밍 교육을 진행하거나 과제를 제시할 때, 학습자가 문제를 발견하고 정의할 수 있도록 해야 한다. 학습자의 실생활과 연결된 상황을 제시하되, 확실하고 명백하게 표현할 수 있는 문제를 제시한다[1][26]. 문제를 이해하고 정의할 수 있는 문제 정의 표(Problem Definition Table)나, 마인드 맵(Mind Map)등의 기법을 함께 제시할 수도 있다. 또한 주어진 문제를 바로 EPL로 작성해보면서 해결하기 보다는 처음에 자신이 해결해야 할 문제를 정확히 발견하여 정의한 뒤 프로그램을 작성할 수 있도록 활동지 등을 미리 제

1) Durbin-Watson 값은 0에서 4까지의 값을 가지며, 일반적으로 2에 가까울수록 자기상관(autocorrelation)이 존재하지 않는 것으로 판단한다.

시한다면, 문제의 목적에 맞는 완성도 높은 프로그램을 만들 수 있을 것이다.

둘째, 완성된 프로그램이 계획대로 작성되어 문제를 올바르게 해결하고 있는지 성찰하는 과정이 필요하다. 문제해결과정 단계 중 문제해결책 검토가 프로젝트 완성도에 영향을 미치지 않지만 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이런 결과는 학습양식 중 반성적 성찰을 통해 정보를 처리하는 학습자의 프로젝트 완성 능력이 높다는 연구결과와 유사한 결과를 나타내고 있다[15]. 즉, 반성적 성찰을 통해 자신이 세운 계획과 프로그램을 검토한다면 프로젝트 완성도를 높일 수 있을 것이다. 학습자의 반성적 성찰을 지원하기 위해서는 문제를 해결하는 단계마다 메타 인지적 활동을 제공할 수 있다[34].

셋째, 다른 프로그래밍 방식의 EPL을 활용한 프로그래밍 교육에서 문제해결과정 단계가 어떻게 영향을 미치는지 분석할 필요가 있다. 본 연구에서 EPL로 사용한 스크래치는 명령어 블록을 조립해서 프로그래밍 하지만, 텍스트 기반 EPL인 경우 프로그램 완성 과정에서 다른 결과가 나올 수 있다.

정보교과에서 프로그래밍 교육의 목적은 알고리즘 사고를 통해 문제해결력을 향상시키는 것이다. 본 연구는 학습자의 문제해결과정 단계별 수준이 EPL을 활용한 프로젝트 완성도에 어떤 영향을 미치는지 살펴봄으로써, 효과적인 프로그래밍 교육 방향에 대해 제시하였다. 학습자의 특성을 고려하여 체계적인 프로그래밍 교육을 제안한 것에서 본 연구의 시사점을 찾을 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김중혜 (2009). **정보과학적 사고 기반의 문제 해결 능력 향상을 위한 중등 교육 프로그램**. 박사학위 논문. 고려대학교 대학원.
- [2] 교육인적자원부 (2005). **초·중등학교 정보통신기술교육운영지침 개정안**. 서울: 교육과학기술부.
- [3] 교육과학기술부 (2009). **중학교 정보 교육과정**, 교육과학기술부, 고시 제2009-41호, 별책 10. 서울: 교육과학기술부.
- [4] 김자미, 이원규 (2010). 교과교육의 측면에서 본 정보교과의 정체성에 대한 고찰. **정보교육학회논문지**, 14(2), 1-10.
- [5] 유승욱 (2008). **초중등 정보교과 교육과정에 교육용프로그래밍언어의 적용**. 박사학위 논문. 고려대학교 대학원.
- [6] 권대용, 허경, 이원규 (2010). 초등 교육에서의 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육 방법 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 13(3), 13-23.
- [7] 김경미 (2004). **객체지향형 교육용 프로그래밍 언어 '두리틀(Dolittle)'의 수학교육 활용**. 박사학위 논문, 고려대학교.
- [8] 권대용, 허경, 박정호, 이원규 (2008). 알고리즘적 사고 문제 모델 및 평가방법의 제안과 초등수학 내용요소의 적용 및 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 11(4), 1-12.
- [9] 김자미, 윤일규, 김용천, 최지영, 이원규 (2011). 2009년 검정교과서로 채택된 '정보' 교과서의 '문제해결 방법과 절차' 영역 구성의 탐구적 경향 분석. **정보교육학회논문지**, 15(2), 253-264.
- [10] 차승은, 김정아, 김중혜, 이원규 (2009). 프로그래밍 교육과 필요성의 인식변화에 관한 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 12(1), 1-13.
- [11] 문외식 (2005). 초등학생의 논리적 사고력 및 문제해결 능력 향상을 위한 컴퓨터 프로그래밍 교육과정 모델 제안. **정보교육학회논문지**, 9(4), 1-20.
- [12] 최종원 양권우 (2010). CPS를 활용한 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결력에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 14(4), 497-504.
- [13] 김정아, 문남미 (2010). 수준별 프로그래밍 교육을 위한 단계별 클러스터링 기반 추천시스템. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 15(8), 51-58.
- [14] 김수환, 한선관, 김현철 (2010). Computational Literacy 교육에서 프로그래밍 능력과 학습자 특성에 관한 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 13(2), 15-23.
- [15] 장운재, 김자미, 이원규 (2011). 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 학습에서 학습양식에 따른 프로젝트 완성 능력의 차이 검증. **컴퓨터교육학회논문지**, 14(1), 1-12.
- [16] 우옥희 (2000). **문제중심학습 (Problem-**

- Based Learning)이 학습자의 메타인지 수준에 따라 문제해결과정에 미치는 영향. 석사학위 논문. 한국교원대학교 대학원.
- [17] Chang, C-Y., Taipei, Y-H. W. (2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 441-451.
- [18] Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt, Brace and Company.
- [19] Dewey, J. (1933). *How we think*. Lexington, Massachusetts: D. C. Heath & Company.
- [20] 우정호(역) (2005). **어떻게 문제를 풀 것인가? Polya, G. 의 How to solve it: A New Aspect of Mathematical Method**. 서울: 교우사. 2005.
- [21] Bransford, J. D. & Stein, B. S. (1993) *The ideal problem solver: A guide to improving thinking, learning, and creativity* (2nd ed.). CA: W. H. Freeman.
- [22] Sprankle, M. (2002). *Problem solving for information processing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [23] Oh, S. & Jonassen, D. H. (2007). Scaffolding online argumentation during problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 95-110.
- [24] 송정범, 이태욱 (2008). 피코 크리켓(Pico Cricket)을 활용한 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 효과. **실과교육연구**, 14(4), 243-258.
- [25] 배영권, 남재원 (2010). 웹 2.0을 활용한 로봇 프로그래밍 교육이 문제해결력 신장에 미치는 영향. **한국콘텐츠학회논문지**, 10(11), 468-475.
- [26] 김길모, 김성식 (2011). 집단지성을 활용한 문제중심학습 기반 프로그래밍 수업 모형 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 14(2), 23-32.
- [27] Maloney, J., Peppler, K., Kafai, Y. B., Resnick, M., & Rusk, N. (2008). Programming by choice: urban youth learning programming with scratch. *Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 367-371.
- [28] Lifelong Kindergarten Group (2007). *Programming with Scratch*. Retrieved October 8, 2011, from <http://info.scratch.mit.edu/sites/infocratch.media.mit.edu/docs/Programming-with-Scratch.pdf>
- [29] 정보통신산업진흥원 (2009). **스쿼,두리틀 한글화 및 교육용 로봇 프로그래밍 한글 환경 개발**. 서울: 정보통신산업진흥원.
- [30] McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y. B., Laxer, C., Thomas, L., Utting, I. & Wilusz, T.(2001). A multinational, multi-institutional study of assessment of programming skills of first year CS students. *ACM SIGCSE Bulletin*, 33(4), 125-140.
- [31] Lee, J. (1978). *The effects of process behaviors on problem solving performance on various tests*. Doctoral dissertation, University of Chicago.
- [32] 이재신 (1979). **문제해결 과정과 문제해결 성취와의 관계에 관한 연구**. 석사학위 논문. 서울대학교 대학원.
- [33] 최지혜 (1994). **협동학습과 개별학습 환경에서 문제의 구조에 따른 문제해결 수준 및 성취 비교**. 석사학위 논문. 서울대학교.
- [34] 이봉주, 고희경 (2009). 메타인지적 활동의 훈련을 통한 문제해결 과정에서의 사고 과정 분석 사례 연구. **한국학교수학회논문집**, 12(3), 291-305.

[부록] 문제해결수준 측정 검사지

이 검사지는 여러분의 문제해결 과정을 알아보기 위한 것입니다. 각 문항을 자세히 읽고 그 점이 여러분의 생각이나 행동 특성을 어느 정도 잘 표현하는지를 판단하여 대답하여 주시기 바랍니다. 여기에는 맞고 틀리는 답이 없습니다. 따라서 다른 사람들이 어떻게 생각할지 생각하지 말고 오직 여러분 자신이 가지고 있는 생각이나 행동에 따라 다음과 같이 표시하세요. 이 검사의 결과는 연구에만 이용되며, 그 외의 다른 목적에는 사용되지 않습니다.

답하는 요령은 다음과 같습니다.

- 별로 해당하지 않을 경우(10% 이하) - 별로
- 약간 해당될 경우(10%-40%) - 약간
- 대체로 해당될 경우(40%-60%) - 대체로
- 상당히 해당될 경우(60%-90%) - 상당히
- 거의 언제나 해당될 경우(90% 이상) - 거의 언제나

문1-2) 이 문제는 차분히 생각해 보면 모두 풀 수 있습니다. 정답이 정해진 것이 아니라 여러분의 생각에 따라 다양한 답안이 나올 수 있습니다. 주어진 문제를 풀고, 뒷장의 설문에 응답해 주시기 바랍니다.

문1) 컴퓨터를 구성하고 있는 장치들을 입력, 출력, 처리, 저장장치 4가지로 나눌 수 있습니다. 4가지로 나눌 수 있는 방법 이외에 나만의 기준으로 나눈다면 어떻게 나눌 수 있을까요? 나만의 기준도 함께 적어주세요.

문2) 보기와 같은 순서로 숫자가 나열되어 있습니다. 나열된 숫자들 중에서 친구가 하나의 숫자를 선택하고 내가 물어보는 숫자보다 크다, 작다 로만 대답을 할 수 있습니다. 어떻게 친구에게 물어보면 친구가 선택한 숫자를 찾는 가장 빠르게 찾을 수 있을까요?

(보기) 1, 57, 102, 211, 230, 312, 755, 3753, 4212, 5735

문 항	별 로	약 간	대 체로	상 당히	거 의 언 제나
1. 문제를 발견할 때, 현재 내가 발견하지 못하는 다른 문제가 있는지 생각해 보았다.					
2. 문제 상황에 직면했을 때, 내가 무엇을 알고 싶은 지를 생각해 보았다.					
3. 문제를 이해하기 위하여 여러 번 되풀이해서 읽었다.					
4. 문제 상황에 직면했을 때, 해결해야 할 문제들을 나누어 보았다.					
5. 문제를 발견할 때, 해결해야 할 문제들을 적어 보았다.					
6. 문제 속에 어떤 규칙이나 원리가 숨어 있는가를 알아보려고 했다.					
7. 여러 가지 방법으로 문제를 정의해 보았다.					
8. 이미 알고 있는 내용이나 배운 내용을 생각해서 문제를 풀어보려고 했다.					
9. 문제를 정의하기 위하여 내용들을 도형과 선을 이용해서 시각적 그림으로 나타내 보았다.					
10. 문제를 내가 이해하기 쉬운 말로 바꾸어 보았다.					
11. 문제에 관련된 내용과 경험을 활용하여 해결책을 생각해 보았다.					
12. 문제를 작은 단위로 나누어 해결방법을 생각해 보았다.					
13. 나누어진 작은 단위의 문제들 사이의 관계를 고려하여 해결방법을 생각해 보았다.					
14. 문제를 해결하는데 적절한 방법인지 생각해 보았다.					
15. 문제 해결하기 위한 조건을 생각해 보았다.					
16. 계획했던 해결방법으로 문제가 풀리지 않으면 다른 해결방법을 찾아 풀어나갔다.					
17. 문제를 미리 전체적으로 훑어보고 문제를 풀어 나갔다.					
18. 몇 개의 자료를 정리한 후 일반적인 규칙을 찾아내는 방법으로 문제를 해결하였다.					
19. 일반적인 원칙을 제시하고 그에 따른 몇 가지 내용을 추출하는 방법으로 문제를 풀어나갔다.					
20. 문제를 해결할 때, 어디에서 오류가 발생하는지를 생각하며 풀어 나갔다.					
21. 찾아낸 답을 문제에 다시 적용시켜 답이 올바른지 알아보았다.					
22. 내가 푼 방법이 남에게 이야기해 줄 수 있을 만큼 분명하고 틀림 없는지 검토하였다.					
23. 나는 이 결과 또는 방법을 다른 문제에도 적용할 수 있는지 생각해 보았다.					
24. 이 해결방법에 의해 미처 생각하지 못했던 영향이 생길 수 있는지 검토해 보았다.					
25. 다른 유사한 문제와 답을 비교하여 생각해 보았다.					



장 윤 재

2008 고려대학교 사범대학
컴퓨터교육과(이학사)

2011 고려대학교 대학원
컴퓨터교육학과 석사수료

관심분야: 정보교육, 교육용프로그래밍언어, 정보윤리
E-Mail: yunjae.jang@inc.korea.ac.kr



김 자 미

1992 이화여자대학교 사범대학
교육학과(문학사)

1995 이화여자대학교 대학원
교육학과(문학석사)

2011 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과(이학박사)
2011~현재 고려대학교 연구정보분석센터 연구교수
관심분야: 정보교육, 교육정보화평가, 이러닝
E-Mail: jamee.kim@inc.korea.ac.kr



이 원 규

1985 고려대학교 문과대학
영어영문학과 (문학사)

1989 筑波大學 大學院
理工學研究科(공학석사)

1993 筑波大學 大學院 工學研究科(공학박사)
1996~현재 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
2007~현재 고려대학교 정보창의교육연구소 소장
관심분야: 정보교육, 데이터베이스, 정보검색
E-Mail: lee@inc.korea.ac.kr