

## 초등학생의 프로그래밍 학습을 위한 알고리즘적 사고 문제 모델 기반의 활동지 개발 및 적용

김용천\* · 최지영\* · 권대용\*\* · 이원규\*\*\*

고려대학교 컴퓨터교육학과\*, 고려대학교\*\*, 고려대학교 컴퓨터교육과\*\*\*

### 요약

2009년에 개정된 정보 교과 교육과정의 ‘문제해결 방법과 절차’ 영역에서는 실생활에서 발생하는 다양한 문제를 알고리즘적 사고를 통해 해결할 것을 강조하였다. 또한 설계한 알고리즘의 구현을 위해 프로그래밍 언어의 기본 사용법을 익혀 실생활의 다양한 문제를 해결할 것을 제시하고 있다. 최근 초등학교 학습자도 쉽게 사용할 수 있는 교육용 프로그래밍 언어가 제시되면서 프로그래밍 언어의 사용에 대한 학습자의 부담이 많이 줄어들었다. 그러나 초보 학습자가 자신이 작성한 문제해결 절차를 프로그래밍 언어로 구현하는 것은 쉽지 않다. 따라서 초등학교 학습자가 알고리즘 설계와 구현과정을 연계할 수 있는 효과적인 방법이 필요하다. 이에 본 연구에서는 프로그래밍 교육에서 학습자가 문제해결 절차를 작성하면서 동시에 구현에 필요한 내용도 작성할 수 있는 알고리즘 설계 활동지를 제안하고자 한다. 그리고 수업을 통해 본 연구에서 제안한 알고리즘 설계 활동지를 사용하여 문제해결 절차를 작성한 학습자가 일반적인 문제해결 절차를 작성한 학습자에 비해 얼마나 빠르고 정확하게 문제를 해결하는지를 확인해보았다.

키워드 : 알고리즘적 사고, 알고리즘 설계 활동지, 프로그래밍 교육

## Development of Algorithm Design Worksheets using Algorithmic Thinking-based Problem Model in Programming Education for Elementary School Students

Yongcheon Kim\* · Jiyoung Choi\* · Daiyoung Kwon\*\* · Wongyu Lee\*\*\*

Dept. of Computer Science Education, Korea University\*,  
Creative Informatics and Computing Institute, Korea University\*\*,  
Dept. of Computer Education, Korea University\*\*\*

### ABSTRACT

“Problem-solving methods and procedures” sections in the 2009 revised informatics curriculum emphasized active use of algorithmic thinking to solve problems. And it is proposed to solve the various problems of real life using programming language for the implementation of the algorithm. Recently, various Educational Programming Language has been developed for elementary programming activity and many researches showed that students’

---

본 논문은 김용천의 석사학위논문(2010)에서 발전된 것으로 2012년도 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음.  
(NRF-2012R1A1A2009359)

교신저자 : 김용천(고려대학교 컴퓨터교육학과)

논문투고 : 2013-05-28

논문심사 : 2013-05-29

심사완료 : 2013-07-29

cognitive burden was reduced in learning programming language with Educational Programming Languages. However implementation of the algorithm is difficult for novice programmer. For the reason, effective way is required for elementary students to connect design of the algorithm and implementation of the algorithm. Therefore, in this study propose the algorithm design worksheets that it is possible to create an algorithm to describe the content needed to implementation in programming education. And this study proved the effect of the algorithm design learning tools through experiment.

Keywords : Algorithmic Thinking, Algorithm Design Worksheets, Programming Education

## 1. 서론

정보과학적 사고(Computational thinking)는 컴퓨터 과학 뿐만 아니라 수학, 과학, 공학 등의 다양한 분야에서 정보통신기술(IT)을 이용한 문제해결을 위해 필수적으로 요구되는 사고 능력이다[15]. Wing(2006)은 정보과학적 사고가 읽고, 쓰고, 계산하는 능력과 함께 정보통신사회를 살아가기 위해 모든 사람이 갖추어야 할 기본 능력으로 포함시켜야 한다고 주장하였다[16]. ACM(Association for Computing Machinery)에서도 정보과학적 사고를 키워주기 위한 K-12 교육과정을 제시하였다[17].

국내 교육과정에서는 정보교과를 통하여 정보과학적 사고를 길러주기 위한 교육을 강조한다. 2011 개정 교육과정에서는 정보 교과의 목표를 정보 과학 기술의 기본 개념과 원리를 이해하고, 실생활의 다양한 문제를 정보과학적 사고(computational thinking)를 통해 해결하는 능력을 기르는데 중점을 두었다[1]. 특히, '문제해결 방법과 절차'영역에서는 실생활에서 발생하는 다양한 문제를 정보과학적 관점에서 이해하고, 알고리즘적 사고를 통해 문제를 해결할 것을 강조하고 있다. 또한 설계한 알고리즘의 구현을 위해 프로그래밍 언어의 기본 사용법을 익혀 논리적으로 문제를 해결하기 위한 전체적인 해결과정을 설명하는 것을 성취기준으로 삼고 있다. 이처럼 개정 교육과정에서는 프로그래밍 활동을 통해 실생활의 다양한 문제를 해결할 것을 제시하고 있다.

프로그래밍 활동에서는 알고리즘적 사고를 통해 문제해결 절차를 설계하는 과정과 프로그래밍 언어를 사용하여 알고리즘을 구현하는 과정이 동시에 이루어진다[18][19]. 이로 인해 학습자는 알고리즘적 사고와

함께 프로그래밍 언어도 능숙하게 사용해야 하는 부담을 갖는다.

최근 초보 학습자도 쉽게 사용할 수 있는 교육용 프로그래밍 언어가 등장하여 프로그래밍 언어의 사용에 대한 학습자의 부담이 많이 줄어들었지만, 여전히 문제해결 절차에 대한 학습은 부족한 실정이다[2]. 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 연구들을 살펴보면 대부분 게임 제작 및 프로젝트 활동 중심의 수업으로 진행되고 있으며, 문제해결 능력이 향상된 것을 검증하기 보다는 프로그래밍에 대한 학습자의 성취감이나 만족감, 내적 동기에 대한 실험을 진행하였음을 알 수 있다[3][4][5][6][7][8][9].

문제해결 능력 향상을 위한 프로그래밍 활동은 학습자가 스스로 알고리즘적인 사고를 통해 문제해결 절차를 만들고 이를 구현하기 위해 적합한 프로그래밍 언어를 선택하여 활용하는 것이 바람직하다[16][21]. 그러나 초보 학습자가 자신이 작성한 문제해결 절차를 프로그래밍 언어로 구현하는 것은 쉽지 않다[22]. 따라서 초보자의 문제해결 능력을 향상시키기 위해서는 알고리즘 설계와 구현과정을 연계할 수 있는 효과적인 방법이 필요하다.

이에 본 연구에서는 프로그래밍 활동에서 우선적으로 알고리즘적 사고를 통한 문제해결 절차를 설계한 후 이를 바탕으로 프로그래밍 언어를 효과적으로 사용할 수 있는 알고리즘 설계 활동지를 제안한다. 제안하는 활동지는 알고리즘을 설계하는 과정에서 프로그래밍 언어로 구현하기 위해 요구되는 개념을 학습자 수준에 맞게 추상화하고, 이를 활용하여 알고리즘을 작성할 수 있도록 구성하였다.

특히, 프로그래밍 활동에서 필수적으로 요구되는 개념이지만 학습자가 가장 어려워하는 메모리 관점에

서의 변수를 사용하는 것을 반영하였다[23]. 일반적인 프로그래밍 언어에서 변수를 사용하기 위해서 선언을 하는 것과 같이 활동지에 자신이 사용하고자 하는 개체를 우선적으로 작성하도록 하여 초등학교 학습자 수준에서 변수의 개념을 학습할 수 있도록 하였다.

제안된 활동지는 컴퓨터로 구현하기 전에 학습자가 문제해결 절차를 만드는 것에 집중할 수 있도록 하기 위해 페이퍼워크를 기반으로 하였다. 제안된 활동지를 사용한 경우와 일반적인 순서도를 사용하여 문제해결 절차를 작성한 경우 문제해결 능력에 차이가 있는지를 검증하기 위해 실험집단과 통제집단의 문제풀이 시간, 정답률을 비교하여 개발된 활동지의 유용성을 검증하였다.

2. 이론적 배경

2.1 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 프로그래밍 교육의 효과

교육용 프로그래밍 언어는 사용하기 쉬운 인터페이스와 다양한 멀티미디어 기능을 제공한다. 이는 프로그래밍 언어 사용법 학습이나 문법적 오류로 인해 부가될 수 있는 과도한 인지적 부담을 감소시킴으로써 초등학교 학습자도 쉽게 자신의 생각을 컴퓨터로 표현할 수 있도록 도움을 준다[5]. 이처럼 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 프로그래밍 교육은 학습자의 내적 동기를 유발하며 일반적인 프로그래밍 교육보다 자기 주도적 학습 능력을 향상시키는데 효과적인 것으로 나타났다[6][7]. 또한, 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 수업은 프로그래밍의 기본 원리를 습득하고, 다양한 사고를 통해 창의성 및 문제해결력을 향상시킬 수 있도록 도움을 준다[13]. 이러한 장점으로 인해 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 프로그래밍 교육에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

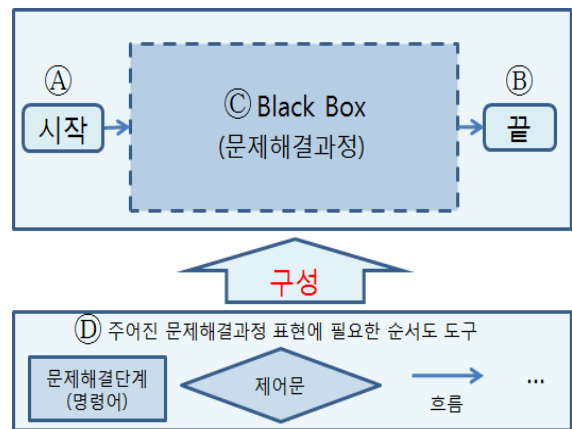
하지만 대부분의 연구들에서 문제해결 절차에 대한 학습보다는 교육용 프로그래밍 언어에서 제공하는 기능을 활용한 프로젝트 활동이 중심이 되고 있다. 다음 <표 1>은 최근 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 연구들을 분석한 것이다.

<표 1> 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 연구

사용언어	수업 내용	연구자
스크래치	게임 제작	박용철(2011)[3]
	프로젝트 개발	안경미(2011)[4]
	문제 상황 구현	배학진(2009)[5]
	게임제작 활동	송정범(2008)[6]
두리틀	다각형 만들기 활동	유정수(2010)[7]
스퀴	문제 상황 구현	정유림(2010)[8]
	문제 상황 구현	정미연(2008)[9]

2.2 알고리즘적 사고의 정의 및 문제 모델

컴퓨터로 문제를 해결하기 위해서는 알고리즘적 사고 능력이 요구된다[21]. 알고리즘적 사고는 주어진 문제를 해결하기 위한 문제해결 절차를 만들어내는 능력이다[19]. 알고리즘적 사고 능력은 문제풀이 과정을 다양한 형태로 만들어보고 평가함으로써 향상될 수 있다. 알고리즘적 사고 문제 모델은 (그림 1)과 같이 주어진 명령어를 논리적으로 구성하여 문제해결 절차상의 Black Box를 채우는 것이다[10][11][12]. 즉, 기존에 알고 있던 공식을 이용하여 문제를 해결하기보다 문제해결 절차 자체를 만들어 내는데 목표를 두고자 한다. 이에 본 논문에서는 알고리즘적 사고 문제 모델을 기반으로 문제해결 절차를 만들어 볼 수 있는 알고리즘 설계 활동지를 개발하였다.



(그림 1) 알고리즘적 사고 문제 모델

알고리즘적 사고 문제 모델은 다음과 같은 특징이 있다. 첫째, 컴퓨터의 기능인 입력과 출력을 의미하는

“A시작”과 “B끝”이 있으며 제시되는 명령어를 이용하여 문제해결 절차를 작성할 수 있다. 명령어는 종이와 펜을 사용하여 표현할 수 있도록 그림 형태로 제공된다.

둘째, 주어진 명령어를 조합하여 문제해결 절차인 알고리즘을 작성하는 “Black Box”가 있다. 알고리즘은 <표 2>와 같이 순차형, 분기형, 반복형의 순서도로 표현할 수 있다. 순차형은 문제해결 절차가 순차적으로 진행되는 유형을 의미하며 분기형은 조건에 의해 분기가 되는 유형을 의미한다. 그리고 반복형은 문제해결 절차에 반복되는 부분이 있는 유형을 의미한다.

셋째, 답안으로 제시한 순서도 형태의 문제해결 절차를 스스로 수행하고 검증해볼 수 있다.

<표 2> 알고리즘 표현 유형

알고리즘 표현 유형	설명
순차형	문제해결 과정이 순차적으로 진행되는 유형
분기형	문제해결 과정이 조건에 의해 분기되는 유형
반복형	문제해결 과정에 반복되는 부분이 있는 유형

### 3. 알고리즘적 사고 문제 모델 기반의 알고리즘 설계 활동지

본 연구에서는 문제해결 절차를 만들어내는 (그림 1)의 알고리즘적 사고 문제 모델을 기반으로 하여, (그림 2)와 같은 알고리즘 설계 활동지를 개발하였다. 또한, 문제해결 절차를 작성하면서 동시에 구현에 필요한 내용도 작성할 수 있도록 하기 위해 프로그래밍에서 가장 많이 사용되는 변수 설정을 하는 부분도 추가하였다. 개발된 알고리즘 설계 활동지는 초등학교 학습자의 흥미를 유발하고 문제해결 과정을 절차적으로 작성할 수 있도록 하기 위해 라인트레이서 로봇을 소재로 하였다[14].



(그림 2) 알고리즘 설계 활동지

개발된 알고리즘 설계 활동지는 다음과 같이 네 부분으로 구성되어 있다. 첫째, 라인트레이서 로봇의 “경기장” 부분이다. 경기장은 학습자에게 주어지는 문제이며, 로봇의 시작 위치와 최종 목적지는 (그림 1)의 알고리즘적 사고 문제 모델에서 “A시작”과 “B끝”을 의미한다.

(그림 3)은 알고리즘 설계 활동지에서 사용한 경기장을 나타낸 것이다. “A시작”에 해당하는 미리 정해진 로봇의 시작 위치로부터 “B끝”에 해당하는 ‘선물’까지 로봇을 이동시키는 것이 문제 해결의 목적이다. 이때, 선물을 제외한 모든 그림은 통과할 수 없는 장애물이며 초등학교 학습자가 ‘진진’, ‘90°우회전’, ‘90°좌회전’ 명령만으로 문제를 해결할 수 있도록 로봇은 정해진 길 위만 이동할 수 있도록 구성하였다.



(그림 3) 알고리즘 설계 활동지 - 경기장

둘째, “②변수설정” 부분이다. 프로그래밍 과정에서 학습자가 어려움을 느끼는 부분 중의 하나는 변수를 사용하는 것이다[20]. 특히 초등학교 학습자의 경우 변수를 설정하고 사용하는 것에 익숙하지 않기 때문에 “②변수설정” 부분을 통해 자신이 사용하고자 하는 개체를 작성하도록 하였다. 명령어를 사용할 때는 “②변수설정” 부분에 작성한 것만 사용하도록 하였다. 즉, 변수 설정은 메모리 사용에 관한 것으로 초등학교 학습자가 알고리즘 설계와 구현과정을 자연스럽게 연계할 수 있도록 구성한 것이다.

셋째, “③명령어” 부분이다. 명령어는 문제해결 절차를 작성하는데 사용되는 것으로 (그림 1)의 “⑩ 주어진 문제해결과정 표현에 필요한 순서도 도구”에 해당하는 것이다. 명령어는 주어진 문제를 컴퓨터로 구현하기 전에 학습자가 문제해결 절차를 만드는 것에 집중할 수 있도록 하기 위해 종이와 펜을 이용하여 사용하도록 하였다.

또한, 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치와 유사한 형태로 구성하여 스크래치로의 구현이 용이하도록 하였다. 스크래치가 아닌 다른 프로그래밍 언어로 구현할 때는 “③명령어” 부분을 사용하고자 하는 프로그래밍 언어의 명령어로 바꾸어 사용할 수도 있다.

<표 3> 명령어 비교

명령어	알고리즘 설계 활동지	스크래치
진진	[ ] 앞으로 가기	만큼 움직이기
90°우회전	[ ] 90° 우회전	90° ↻ 도 돌기
90°좌회전	[ ] 90° 좌회전	90° ↺ 도 돌기
우회전	[ ] 우회전	↻ 도 돌기
좌회전	[ ] 좌회전	↺ 도 돌기
정지	[ ] 멈추기	스크립트 멈추기
조건문	[ ] [ ] 에 달으면 Yes [ ] No [ ]	만약 ... 라면 ... 이면
반복문	( )회 반복	반복 ... 회

다음 <표 3>은 알고리즘 설계 활동지에서 제공하는 명령어와 스크래치 명령어를 비교한 것이다. 명령어는 순차적으로 사용할 수 있는 ‘진진’, ‘90°우회전’, ‘90°좌회전’, ‘우회전’, ‘좌회전’, ‘정지’ 명령어와 조건문, 반복문으로 구성되어 있다. 조건문과 반복문을 사용할 때에는 알고리즘 설계 활동지에서 제공되는 명령의 ‘②변수설정’ 부분에 작성한 그림만 사용할 수 있다. 이는 변수를 선언하고 사용하는 것을 초등학교 학습자 수준으로 구성한 것이다.

넷째, “④명령어 조합” 부분이다. 이는 (그림 1)의 알고리즘 설계 모형에서 “©Black Box”에 해당하는 것으로 학습자가 주어진 명령어를 논리적으로 조합하여 문제해결 절차를 작성하는 부분이다.

<표 4>는 (그림 1)의 알고리즘적 사고 문제 모델을 기반으로 개발된 알고리즘 설계 활동지의 구성요소를 정리한 것이다.

<표 4> 알고리즘적 사고 문제 모델 기반의 활동지

알고리즘 설계 활동지	알고리즘적 사고 문제 모델
① 경기장	Ⓐ 시작 Ⓑ 끝
② 변수설정	-
③ 명령어	Ⓓ 순서도 도구
④ 명령어 조합	Ⓒ Black Box

## 4. 연구 방법

### 4.1 연구 대상

본 연구의 목적은 프로그래밍 교육에서 구현과 연계된 문제해결 절차를 작성한 학습자가 일반적인 문제해결 절차를 작성한 학습자에 비해 얼마나 빠르고 정확하게 문제를 해결하는지를 확인해보고자 하는 것이다.

이를 위해 초등학교 2학년과 3학년을 각각 두 개의 반씩 실험집단과 통제집단으로 선정하여 수업을 진행하였다. 통제집단은 초등학교 2학년 26명과 3학년 22명이며, 실험집단은 초등학교 2학년 28명과 3학년 33명이다.

<표 5> 두 집단의 논리적 사고력에 대한 t-검증 결과

학년	집단	학생수	평균	표준편차	t
2	통제	26	6.35	0.99	0.216
	실험	28	6.39	1.31	
3	통제	22	6.65	0.86	0.115
	실험	33	6.48	1.23	

본 연구에서는 동질집단을 확보하기 위해 프로그래밍 수업을 받은 경험이 없는 집단을 대상으로 진행하였다. 이와 함께 논리적 사고력의 수준을 알아보기 위해 GALT 검사지(논리적 사고력 검사지)를 이용하여 사전 검사를 실시하였다.

독립 표본 t-검증을 실시한 결과 <표 5>와 같이 2학년의 경우 실험집단과 통제집단은 유의수준 .216, 3학년의 경우 .115로 두 집단의 논리적 사고력은 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구의 실험집단과 통제집단은 논리적 사고력에서 동질집단임을 확인할 수 있었다.

#### 4.2 수업 내용

본 연구에서는 알고리즘 설계 활동지를 활용한 수업과, 스크래치를 활용한 프로그래밍 수업을 3주에 걸쳐 진행하였으며 각 차시별 수업은 50분씩 진행되었다.

1-3차시에는 실험집단과 통제집단에 스크래치의 기본적인 사용 방법에 대한 수업을 진행하였다.

4-6차시에 실험집단에는 본 연구에서 개발한 알고리즘 설계 활동지를 활용하여 문제해결 절차를 작성하는 수업을 진행하고 통제집단에는 스크래치 명령어를 활용하여 순서도 형태로 문제해결 절차를 작성하는 수업을 진행하였다.

그리고, 7-9차시에 걸쳐 실험집단과 통제집단에 스크래치를 이용하여 라인트레이서 로봇 문제를 해결하도록 하였다.

다음 <표 6>은 차시별 수업 내용과 사용한 도구를 나타낸 것이다.

<표 6> 차시별 수업 내용과 사용 도구

차시	수업 내용	사용 도구	
		실험집단	통제집단
1-3	스크래치의 기본적인 사용법	스크래치	
4-6	주어진 명령어를 사용한 문제해결	알고리즘 설계 활동지	스크래치 순서도 활동지
7-9	스크래치를 이용한 문제해결	스크래치	

#### 4.2.1 스크래치 기본 동작(1-3차시)

다음 <표 7>은 실험집단과 통제집단에 동일하게 진행한 스크래치의 기본적인 사용에 관한 수업을 나타낸 것이다. 학습자는 스크래치 명령어를 이용하여 거리와 방향을 입력하고 원하는 만큼 로봇을 이동시킬 수 있다.

<표 7> 로봇 움직이기(기본)

동작	그림	사용예제
앞으로가기		50 만큼 움직이기
오른쪽으로 돌기		50 만큼 움직이기 90 도 돌기
왼쪽으로 돌기		50 만큼 움직이기 90 도 돌기

#### 4.2.2 문제해결 절차 작성(4-6차시)

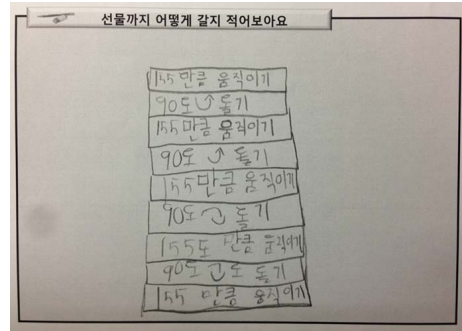
4-6차시에는 주어진 명령어를 이용하여 문제해결 절차를 작성하는 수업을 진행하였다.

다음 <표 8>은 로봇을 이동시키기 위해 사용되는 알고리즘 설계 활동지 명령어와 스크래치 순서도 활동지의 명령어를 나타낸 것이다. 이때, 통제집단은 스크래치 명령어를 활용하여 문제해결 절차를 작성하였으며, 실험집단은 스크래치 명령어를 사용하지 않고 본 연구에서 제안한 명령어를 이용하여 문제해결 절차를 작성하도록 하였다.



<표 8> 문제해결 절차 작성 예제

문제											
											
알고리즘 설계 활동지	스크래치 순서도 활동지										
<table border="1"> <tr> <td>[로봇]</td> <td>[바위1]</td> <td>에 닿으면</td> </tr> <tr> <td>Yes</td> <td>[로봇]</td> <td>멈추기</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>[로봇]</td> <td>앞으로 가기</td> </tr> </table>	[로봇]	[바위1]	에 닿으면	Yes	[로봇]	멈추기	No	[로봇]	앞으로 가기	<p>만약 [바위1] 에 닿기? 라면</p> <p>스크립트 멈추기</p> <p>아니면</p> <p>민큼 움직이기</p>	
[로봇]	[바위1]	에 닿으면									
Yes	[로봇]	멈추기									
No	[로봇]	앞으로 가기									



(그림 5) 학습자가 작성한 답안(통제집단)

(그림 4)와 (그림 5)는 각각 실험집단과 통제집단의 학습자가 알고리즘 설계 활동지와 스크래치 명령어를 활용하여 순서도 형태로 작성한 문제해결 절차를 나타낸 것이다.

#### 4.2.3 스크래치를 이용한 문제해결(7-9차시)

(그림 6)은 실험집단과 통제집단에 동일하게 수행한 스크래치 라인트레이서 문제를 나타낸 것이다.

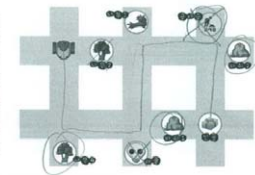
본 연구에서 제안하는 활동지가 문제풀이에 어떠한 도움을 주는지를 확인하기 위해 두 집단의 학생들이 스크래치를 이용하여 문제를 해결하는 시간과 성공률을 측정하고 이를 비교해보았다.



(그림 6) 스크래치를 이용한 문제해결

#### 3단계

사용할 그림은?
[로봇]
[선물]
[바위1]
[바위2]
[나무1]



명령어
[로봇] 앞으로 가기
[로봇] 멈추기
[로봇] 90° 회전
[로봇] 90° 회전
[로봇] 에 닿으면
Yes
No

명령어를 사용하여 선물까지 가기

선물 [나무1] 에 닿으면 → [로봇] 90° 회전 → 선물 [바위1] 에 닿으면 →

[로봇] 90° 회전 → 선물 [바위2] 에 닿으면 → [로봇] 90° 회전 → 선물 [바위2] 에 닿으면 →

[로봇] 90° 회전 → 선물 [바위2] 에 닿으면 → [로봇] 90° 회전 → 선물 [바위2] 에 닿으면 →

[로봇] 90° 회전 → 선물 [바위2] 에 닿으면 → [로봇] 90° 회전 → 선물 [바위2] 에 닿으면 →

(그림 4) 학습자가 작성한 답안(실험집단)

### 4.3 자료분석방법

본 연구에서 수집한 두 집단의 문제풀이 시간과 성공률에 대한 분석은 SPSS/PC+ WIN 12.0을 사용하였으며 유의수준 .05를 기준으로 독립표본 t검정(t-test)을 실시하였다.

## 5. 연구 결과

### 5.1 문제풀이 시간

본 연구는 프로그래밍 학습에서 알고리즘 설계 활동지를 사용하는 것이 프로그래밍 언어에서 제공하는 기능 중심의 수업과 비교하여 문제해결에 어떠한 도움을 주는지를 알아보고자 하는 목적을 가지고 있다. 이를 확인하기 위해 실험집단과 통제집단의 라인트레이서 로봇 문제풀이 시간과 프로그래밍 성공률을 측정하였다.

문제는 (그림 6)과 같은 형태이며, 7-9차시에 걸쳐 수행되었다. 문제풀이 시간은 주어진 문제를 보고 스크래치로 구현을 완료할 때까지의 시간을 측정하였다. 수업이 종료될 때까지 구현을 완료하지 못한 경우는 성공하지 못한 것으로 보았다.

<표 9>와 <표 10>은 초등학교 2학년과 3학년 학습자의 실험집단과 통제집단의 문제풀이 시간을 비교한 것이다. 분석결과, <표 9>에서 보는 바와 같이 2학년과 3학년 학습자 모두 통제집단에 비해 실험집단이 문제를 더 빨리 해결한 것을 확인할 수 있다. 이는, 프로그래밍 수업에서 학습자가 알고리즘 설계 활동지를 사용하는 경우와 사용하지 않은 경우 문제를 해결하는데 걸리는 시간에 차이가 있음을 보여준다. 이를 통해 일반적인 순서도를 사용하여 알고리즘을 작성하는 것에 비해 알고리즘 설계와 구현과정을 연계하여 알고리즘을 작성하는 것이 문제를 해결하는데 도움을 더었음을 확인할 수 있었다.

<표 9> 초등학교 2학년 학습자의 문제풀이 시간(분)

구분	집단	학생수	평균	표준편차	t
문제1	통제	20	17.20	1.91	4.882***
	실험	26	13.77	2.85	
문제2	통제	23	16.83	4.05	2.882**
	실험	25	13.76	3.23	
문제3	통제	26	15.04	3.04	3.927***
	실험	28	12.00	2.61	

\* p<.005, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

<표 10> 초등학교 3학년 학습자의 문제풀이 시간(분)

구분	집단	학생수	평균	표준편차	t
문제1	통제	19	13.84	0.50	5.444***
	실험	33	10.21	2.87	
문제2	통제	20	14.50	2.76	3.358**
	실험	31	11.23	3.75	
문제3	통제	22	13.59	2.72	3.452***
	실험	33	10.70	3.48	

\* p<.005, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

### 5.2 문제풀이 성공률

문제풀이 성공률을 살펴보면, 2학년과 3학년 학습자 모두 실험집단이 통제집단에 비해 문제풀이 성공률이 더 높은 것을 확인할 수 있다.

다음 <표 11>은 2학년과 3학년의 실험집단과 통제집단의 문제풀이 성공률을 나타낸 것이다.

<표 11> 실험집단과 통제집단의 문제풀이 성공률(%)

구분	문제1		문제2		문제3	
	통제집단	실험집단	통제집단	실험집단	통제집단	실험집단
2학년	76.9	92.9	88.5	89.3	100	100
3학년	86.4	100	90.9	93.9	100	100

## 6. 결론

본 연구에서는 초등학생의 문제해결 능력 향상을 위한 알고리즘 설계 활동지를 제안하였다. 제안한 활동지는 프로그래밍 교육에서 학습자가 문제해결 절차를 작성하면서 동시에 구현에 필요한 내용도 작성할 수 있도록 구성되었다. 일반적인 순서도를 사용하여 문제해결 절차를 작성하는 경우 논리적인 흐름을 표현하는 데는 유용하지만, 이를 컴퓨터로 구현하는 과정에서 다양하고 복잡한 프로그래밍 능력을 요구하게 된다. 특히, 초보 학습자의 경우 프로그래밍 과정에서 변수의 선언을 가장 어려워하기 때문에 프로그래밍 언어로 구현하기 위해 요구되는 변수의 개념을 학습자 수준에 맞게 추상화하고, 이를 활용하여 알고리즘을 작성할 수 있도록 구성하였다[23]. 또한, 컴퓨터로 구현하기 전에 학습자가 문제해결 절차를 만드는 것에 집중할 수 있도록 하기 위해 컴퓨터를 사용하지 않고 학습할 수 있는 페이퍼워크 기반으로 구성되었다. 개발된 활동지의 유용성을 검증하기 위해 실험집단과 통제집단의 라인트레이서 로봇 문제풀이 시간과 성공률을 비교하였다.

연구 결과 본 연구에서 제안한 알고리즘 설계 활동지를 사용한 집단이 일반적인 순서도를 사용하여 문제해결 절차를 작성한 통제집단에 비해 더 빠르고 정확하게 문제를 해결하였음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 초등학교 학습자를 위한 프로그래밍 수업에서 일반적인 순서도를 사용하여 알고리즘을 작성하는 것보다, 알고리즘 설계와 구현과정을 연계하여 알고리즘을 작성하는 것이 문제를 해결하는데 도움을 더었음을 확인할 수 있었다.



참 고 문 헌

- [1] 교육과학기술부(2009). **교육과학기술부 고시 제 2011-361호에 따른 중학교 선택 교과 교육과정** (정보). 서울: 교육과학기술부.
- [2] 한옥영·김재현 (2011). 효과적인 알고리즘 교육을 위한 교수-학습 모형 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 14(2), 13-22.
- [3] 박용철·이수정 (2011). 스크래치 프로그래밍 교육이 초등학생의 자기 주도적 학습 능력에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 15(1), 93-100.
- [4] 안경미·손원성·최윤철 (2011). 스크래치 프로그래밍 교육이 초등학생의 학습 몰입과 프로그래밍 능력에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 15(1), 1-10.
- [5] 배학진·이은경·이영준 (2009). 문제 중심 학습을 적용한 스크래치 프로그래밍 교수 학습 모형. **컴퓨터교육학회논문지**, 12(3), 11-22.
- [6] 송정범·조성환·이태욱 (2008). 스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 동기와 문제해결력에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 12(3), 323-332.
- [7] 유정수·이민희 (2009). 두리틀을 이용한 프로그래밍 수업이 창의성, 문제해결력, 프로그래밍 흥미도 향상에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 13(4), 443-450.
- [8] 정유림·허경 (2010). 스킵 e-toy 프로그래밍 교육을 통한 메타인지 및 GALT 논리 사고력 향상 효과 분석. **정보교육학회논문지**, 14(2), 199-208.
- [9] 정미연·이은경·이영준 (2008). squeak etoys 활용 알고리즘 학습이 중학생의 문제해결력에 미치는 영향. **대한공업교육학회**, 33(2), 170-191.
- [10] 권대용·허경·박정호·이원규 (2008). 알고리즘적 사고 문제 모델 및 평가방법의 제안과 초등수학 내용요소의 적용 및 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 11(4), 1-12.
- [11] 허경 (2011). 알고리즘적 사고 문제 모델을 이용한 두리틀 프로그래밍 문제 개발 및 적용. **한국실천공학교육학회논문지**, 3(2), 69-74.
- [12] 이정훈·허경 (2010) 알고리즘적 사고 문제 모델을 이용한 초등로봇 프로그래밍 문제 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 14(2), 189-198.
- [13] 김종진·현동림·김승완·김종훈·원유현 (2010). 교육용 프로그래밍 언어인 로고와 스크래치 교재 개발 및 비교 실험. **콘텐츠학회논문지**, 10(7), 459-469.
- [14] 김경현 (2011). 로봇활용수업이 학생의 학습몰입 향상에 미치는 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 14(2), 1-12.
- [15] Bundy, A. (2007). Computational Thinking is pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2), 67-69.
- [16] Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- [17] Tucker, A., et al. (2003). *A model curriculum for K-12 computer science: final report of the ACM Task Force Curriculum Committee*. Computer Science Teacher Association.
- [18] AMORIM, C. A. (2005). Beyond Algorithmic Thinking: An Old New Challenge for Science. *Philosophy & Science Teaching Conference*.
- [19] Jenkins, T. (2002). On the Difficulty of Learning to Program. *Proceedings of 3rd LTSN-ICS Conference*, 53-58.
- [20] Lahtinen, E., et al. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*.
- [21] Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: the key for understanding computer science. *Informatics Education - The Bridge between Using and Understanding Computers*, 159-168.
- [22] Lu, J. J., & Fletcher, G. H. (2009). Thinking about computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin*. ACM.
- [23] Milne, I., & Rowe, G. (2002). Difficulties in learning and teaching programming - views of students and tutors. *Education and Information technologies*, 7(1), 55-66.

저 자 소 개



김 용 천

2010년 2월 : 고려대학교 컴퓨터교육과 (이학사)  
2012년 2월 : 고려대학교 컴퓨터교육학과 (이학석사)  
2012년~현재 : 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사과정  
관심분야 : 컴퓨터교육, 프로그래밍 교육, 알고리즘  
e-mail : yongcheon.kim@inc.korea.ac.kr



최 지 영

1999년 2월 : 경원대학교 전자계산학과 (공학사)  
2001년 2월 : 경원대학교 전자계산학과 (공학석사)  
2010~현재 : 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사과정  
관심분야 : 컴퓨터교육, 교육용프로그래밍언어, 데이터베이스  
e-mail : yongcheon.kim@inc.korea.ac.kr



권 대 용

2004년 2월 : 고려대학교 컴퓨터교육과 (이학사)  
2006년 2월 : 고려대학교 컴퓨터교육학과 (이학석사)  
2011년 2월 : 고려대학교 컴퓨터교육학과 (이학박사)  
2011년~현재 : 고려대학교 정보창의교육연구소 연구교수  
관심분야 : 컴퓨터교육, 프로그래밍 교육, 알고리즘  
e-mail : daiyoung.kwon@inc.korea.ac.kr



이 원 규

1985년 2월 : 고려대학교 문과대학 영어영문학과 (문학사)  
1989년 2월 : 筑波大學 大學院 理工學研究科 (공학석사)  
1993년 2월 : 筑波大學 大學院 工學研究科 (공학박사)  
1993년 3월 : 한국문화예술진흥원 책임연구원  
1996년~현재 : 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수  
관심분야 : 컴퓨터교육, 정보검색, 데이터베이스  
e-mail : lee@inc.korea.ac.kr