

Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 중학생의 문제해결력에 미치는 영향

정미연* · 이은경** · 이영준***

<국문 초록>

알고리즘 학습이 학습자의 창의적 문제해결력, 논리적사고력과 같은 고차원적인 인지 능력 향상에 도움이 되지만, 알고리즘 학습을 처음 접하는 어린 학습자들의 경우 인지적 부담으로 작용할 수 있다. 따라서 프로그래밍을 통한 알고리즘 학습에서 학습자의 인지적 부담을 감소시켜주고 알고리즘 학습에 대한 흥미와 동기 유발을 위한 새로운 교수 설계가 필요하다. 본 연구에서는 중학생의 알고리즘 학습을 위한 프로그래밍 도구로 비주얼 기반 교육용 프로그래밍 언어인 Squeak Etoys를 선정하고 이를 활용한 알고리즘 학습 프로그램을 설계하였다. 설계한 학습 프로그램을 실제 중학교 학습자들에게 적용한 결과, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 프로그래밍을 처음 접하는 초보 학습자들의 문제해결성향과 자기효능감, 논리적사고력 향상에 유의미한 영향을 주었음을 확인하였다. 특히 논리적사고력의 경우, 실험집단과 통제집단모두 유의미한 향상을 보였다. 이는 알고리즘을 설계하고 표현하는 과정에 대한 학습경험 자체가 논리적사고력 신장에 효과적임을 의미한다. 따라서 초·중등교육에서의 알고리즘 교육은 의미 있는 학습내용이라고 볼 수 있다. 그러나 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습을 진행한 집단이 통제집단에 비해 논리적사고력 향상의 정도가 유의미하게 높은 것은 Squeak Etoys와 같은 비주얼 기반 프로그래밍 학습 환경이 알고리즘 학습에 대한 외생적 인지부하를 감소시켜주고 문제해결성향 및 자기효능감에 긍정적인 영향을 줌으로써 논리적사고력과 같은 고등정신능력 향상에 도움을 준 것으로 해석할 수 있다. 이러한 연구 결과는 향후 새로운 교육과정 시행될 경우, 알고리즘 학습을 위한 교육용 프로그래밍 언어의 선정 및 교수 학습 설계에 유용한 지침을 제공해 줄 수 있을 것이다.

주제어: 교육용 프로그래밍 언어, Squeak Etoys, 알고리즘 학습, 문제해결력

* 정미연, 제천상업고등학교 교사

** 이은경, 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정

*** 교신 저자: 이영준(yjlee@knue.ac.kr), 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수, 043-230-3765

I. 서론

2007년 개정 교육과정의 경우, 컴퓨터 관련 교육과정은 교육내용과 성격 면에서 대폭 개정되었다. 중고등학교에서 선택과목이었던 ‘컴퓨터’와 ‘정보사회와 컴퓨터’는 모두 ‘정보(Informatics)’란 이름으로 통합되었고, 교과내용 또한 기존의 교육과정과는 많은 차이를 보이고 있다. 특히, ‘문제해결방법과 절차’에서 제시하고 있는 알고리즘 관련 내용은 컴퓨터 과학의 개념과 원리 이해를 위한 핵심 영역으로, 학습자의 고차원적인 인지 능력 향상을 위해 필수적인 내용이지만, 알고리즘 학습을 처음 접하는 초보 학습자들에게 과도한 인지적 부담으로 작용할 수 있으며, 자칫 ‘정보’ 과목에 대한 흥미와 동기를 저해할 수 있다. 따라서 새로운 교육과정에 따른 알고리즘 학습에서 학습자의 인지적 부담 감소 및 동기 유발을 위한 구체적인 교수 학습 방안의 제시가 필요하다.

지금까지 학교현장에서 알고리즘 학습은 프로그래밍 학습과 동일한 것으로 간주된 경우가 많았다. 그러나 학습자의 문제해결능력을 향상시키기 위한 알고리즘 학습의 교수 학습 방법은 다양하다. 실제로 알고리즘 학습은 특정한 프로그래밍 언어를 선택하여 프로그래밍 도구의 사용법과 문법을 배워 컴퓨터로 코딩을 하는 프로그래밍 학습 위주로 진행 될 수도 있고, 프로그래밍 언어를 이용한 코딩을 하지 않고 의사코드나 순서도만으로 문제해결의 흐름을 파악하는 것을 위주로 하는 학습으로 진행될 수도 있다. 이 중, 특정 프로그래밍 언어를 선택하는 방법은 일반적으로 프로그래밍 언어의 문법을 익히고 도구의 사용법을 배우는데 많은 시간과 노력이 필요하다. 따라서 학습자들은 실제로 알고리즘 설계를 통한 문제해결보다는 언어의 문법을 외우고 이를 이용해 에러를 발생시키지 않고 실행 가능한 코딩을 완성하는데 주로 초점을 맞추게 되기 때문에, 본래의 목적인 문제해결능력이나 논리적사고력, 창의력 등을 향상시키기 어렵다(양승주, 2006; 채유진, 2005). 반면, 프로그래밍 언어를 사용하지 않고 순서도나 의사코드만을 활용하여 알고리즘 교육을 진행하게 되면 학습 자체에 흥미를 잃게 될 수 있다. 따라서 프로그래밍 언어의 문법을 암기하는 부담감과 학습의 지루함은 줄어들면서, 학습자의 동기를 유발하고 흥미를 느끼게 하며, 실생활에서의 문제해결능력을 향상시킬 수 있는 알고리즘 학습 방안이 필요하다.

개정된 교육과정에서는 알고리즘 교육을 위한 프로그래밍 도구로 상용 프로그래밍 언어가 아닌 교육용 프로그래밍 언어(EPL: Educational Programming Language)를 사용할 것을 권장하고 있다(교육인적자원부, 2007; 한국교육과정평가원, 2007).

대표적인 EPL은 BASIC, Logo, AgentSheets, Alice, Squeak Etoys, Scratch 등이 있으며, 과거 프로그래밍 교육에서는 BASIC과 Logo를 주로 사용하였다. Logo의 경우, 비주얼한 프로그래밍 환경을 제공함으로써 BASIC보다 학습자의 논리적사고력이나 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났지만(이유순, 1995), 여전히 텍스

트 기반의 코딩 방식이기 때문에 어린 학습자들이 사용하기에 어려움이 따른다. 반면, 시각적 프로그래밍 환경 지원 뿐 아니라, 프로그래밍 코딩 자체를 위한 시각적 환경을 지원하는 EPL인 AgentSheet, Alice, Squeak Etoys, Scratch 등은 미리 비주얼한 이미지 형태로 구성된 프로그래밍 코드를 Drag & Drop 형태로 조합하고 쉽고 간단하게 프로그램을 구현할 수 있다.

특히, Logo의 영향을 받아 개발된 Squeak Etoys는 객체지향 프로그래밍 언어로, 다양한 멀티미디어 객체들을 학습자가 직접 만들고 해당 객체 조작을 위한 프로그래밍이 가능한 환경을 제공함으로써 실세계의 문제해결과정을 컴퓨터를 통해 쉽게 모델링하거나 시뮬레이션 하는 과정을 경험할 수 있도록 해 준다.

따라서 본 연구에서는 중학교 알고리즘 교육을 위한 도구로 Squeak Etoys를 선정하고, 이를 활용한 알고리즘 학습 프로그램을 설계하였다. 설계한 학습 프로그램은 실제 중학교 학습자들에게 적용한 뒤, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 학습자의 문제해결성향과 논리적사고력, 자기 효능감에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

이러한 연구 목적을 달성하기 위한 연구의 내용은 다음과 같다. II장에서는 개정된 중학교 '정보' 교육과정과 알고리즘과 프로그래밍 교육, 교육용 프로그래밍 언어와 관련된 선행 연구 결과들을 고찰하였다. III장에서는 Sequeak Etoy 활용 알고리즘 학습 프로그램을 설계하였다. IV장에서는 설계한 교수 학습 프로그램을 중학생들을 대상으로 적용하고, 문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감에 미치는 영향을 분석하였다. V장에서는 연구 결과를 논의하고 VI장에서 결론을 제시하였다.

II. 이론적 배경

1. 중학교 '정보' 교육과정

가. 교육과정 내용체계

2007년 고시된 중학교 교육과정은 이전의 교과 명칭인 '컴퓨터'를 '정보'로 변경하였다. 그것은 '정보'가 단순히 컴퓨터 자체를 배우는 과목이라기보다 지식·정보 사회를 올바르게 이해하고, 정보 과학과 기술에 대한 올바른 지식 습득 및 활용을 통하여 창의적인 문제해결능력을 향상시키기 위한 과목이라는 것을 강조하는 것이다. '정보'는 다양한 정보처리 기술을 익히고, 문제해결능력을 함양시키기 위한 과목으로 미래지향적 사고력, 논리적사고력, 창의적 사고력, 의사 결정력, 문제해결능력 등 학습자의 다양한 사고력의 발달을 강조하고 있다.

내용적인 면에서 볼 때, 이전의 교육과정과 가장 크게 달라진 부분은 '정보의 표현

과 관리' 단원과 '문제해결방법과 절차' 단원을 통해 자료구조와 알고리즘 학습을 제시하고 있는 것이다. 그 중, '문제해결방법과 절차'의 구체적인 내용은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 중학교 '정보' 과목의 지도 내용 일부(교육인적자원부, 2007)

영역	내용요소		
	1단계	2단계	3단계
문제 해결 방법과 절차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 문제와 문제해결과정 <ul style="list-style-type: none"> · 문제의 분석과 표현 · 문제 해결과정 ○ 프로그래밍의 기초 <ul style="list-style-type: none"> · 변수의 개념과 활용 · 자료의 입력과 출력 · 제어문의 이해 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 알고리즘의 개요 <ul style="list-style-type: none"> · 알고리즘의 이해 · 알고리즘의 표현 ○ 알고리즘의 실제 <ul style="list-style-type: none"> · 알고리즘의 설계 · 알고리즘의 분석 · 알고리즘의 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자료의 정렬 <ul style="list-style-type: none"> · 자료의 정렬 방법 · 정렬 알고리즘의 구현 ○ 자료의 탐색 <ul style="list-style-type: none"> · 자료의 탐색 방법 · 탐색 알고리즘의 현

나. 알고리즘 학습을 위해 제시된 교수 학습 방법

알고리즘 학습에 관한 내용을 포함하고 있는 '문제해결방법과 절차' 영역에서는 실 생활에서 발생하는 여러 가지 문제를 해결하기 위해 자연어, 순서도, 의사코드 등 알고리즘을 표현하는 다양한 방법을 익히고 여러 가지 형태로 표현해 보도록 권장하고 있다. 또한, 일상생활의 문제를 효율적인 알고리즘으로 구현하는 방법을 학습하도록 제시하고 있으며, 자료의 정렬이나 탐색 등도 실생활과 연관 지어 학습할 것을 강조하고 있다.

특히, 교수·학습 지도를 위한 유의사항으로 "특정 프로그래밍 언어 교육을 지양하고, 알고리즘 학습에 중점 두어 지도한다."고 하였으며, 평가 시에는 "알고리즘의 원리 및 방법을 익혀 문제를 분석하고, 해결과정을 설계할 수 있는 능력을 평가한다.", "문제해결 과정에서 보이는 논리성, 창의성 등을 평가한다."고 제시하여, 실생활에서의 문제해결능력을 강조하고 있다.

2. 알고리즘과 프로그래밍 교육

알고리즘적 사고와 문제해결을 위해 프로그래밍 교육이 효율적이라는 것은 많은 학자들에 의해 밝혀진 바 있다. 그러나 실제 학교현장에서는 학습자들이 컴퓨터 프로그래밍에 대해 거부감과 두려움을 갖는 경우가 많다. Perkins, Schwartz와 Simmon(1988)은 프로그래밍 학습의 초보자가 갖는 어려움을 다음과 같이 세 가지로 분석하였다. 첫째로 컴퓨터의 기능에 대한 지식의 부족, 둘째로 프로그래밍과 관련된

기본적인 문제해결 전략의 부족, 셋째로 컴퓨터에 대한 긍정적인 태도와 자신감의 부족이 그것이다.

프로그래밍을 처음 접하는 아이들에게 알고리즘에 대한 긍정적인 태도를 형성하기 위해선 이런 문제점들을 극복하는 교수학습 방안으로 지도를 해야 한다. 그러나 실제로 많은 학교에서 어려운 문법을 암기해야만 하는 프로그래밍 언어로 학습을 진행하기 때문에 여전히 학습자들은 프로그래밍 초보자가 갖는 어려움을 지닌 채 학습에 임하고 있다.

같은 맥락에서 채유진(2005)은 현재 학교에서 이루어지고 있는 프로그래밍 학습의 문제점을 다음과 같이 말하고 있다. 학습자는 알고리즘적 사고를 위한 도구로써 프로그래밍을 접하는 것인데 일반적으로 프로그래밍 언어는 기본 문법과 구조를 이해하고 프로그램을 사용하는 방법을 익히는데 너무 많은 노력을 요구하기 때문에 학습자가 초기에 가지고 있던 의욕이나 동기가 상실되고, 프로그래밍에 대한 부정적인 인식만 남게 된다는 것이다.

그러나 현재의 학교현장에서 이와 같은 부정적인 인식이 남아있다 해도, 알고리즘과 프로그래밍 교육이 학습자의 사고력 향상을 위해 효율적임을 알기 때문에 그러한 문제점을 극복하고 학습자들이 적극적으로 학습에 임하도록 하기 위한 학습 방안이 더욱 필요한 것이다. 이경화(2002)는 컴퓨터 프로그래밍 교육의 두 가지 교육적 의미를 다음과 같이 진술하였다. 첫째는 오류 수정활동을 통해 논리적사고력을 향상시킬 수 있다는 것이고, 둘째는 프로그래밍 언어 학습을 통해 컴퓨터에 관한 이해를 돕고 스스로 문제를 해결하도록 한다는 측면에서 새로운 도전을 제시할 수 있다는 것이다.

이와 같은 이유로, Tucker et al.(2003)은 '알고리즘적 사고를 위해서는 LOGO와 같은 교육용 프로그래밍 언어를 통한 프로그래밍 교육이 필요하다'고 하며, 학습자의 수준에 적합한 프로그래밍 언어를 이용한 알고리즘 교육의 중요성을 강조하고 있다. 즉, 알고리즘적 사고를 위한 학습이 필요하다는 것은 여러 연구를 통해 입증되었으며, 이를 위한 효과적인 프로그래밍 언어와 교수 학습 방법의 제시가 필요하다는 것이다. 학습의 효과를 극대화하기 위해선 무엇보다 학습자의 수준과 흥미를 고려한 학습이 이루어 져야 한다는 것이다.

Piaget의 인지발달 단계에 따르면, 중학생은 11세 이후인 형식적 조작기에 속한다. 이 시기의 특징은 체계적이고 논리적인 형태로 추상적인 문제를 해결하며, 가설적으로 추리할 수 있다는 것이다. 조작은 보다 추상적이기 때문에 개인은 구체적 대상 없이 형식적으로 진술된 전제나 명제로 추리할 수 있으며, 아이들이 가설적으로 사고하도록 할 뿐 아니라, 문제를 해결하기 위한 체계적 접근을 계획할 수 있게 한다는 것을 뜻한다(Marcy, 2000). 이 시기의 아이들은 여러 가지 현상에 대해 다양한 가설을 만들 수 있고, 주어진 문제를 해결하기 위해서 자신이 설정한 가설을 검증하기 위한 자료를 수집할 수 있다.

따라서 이러한 시기에 있는 아이들에게 단순히 순서도나 의사코드만을 이용하여 알

고리즘 학습을 하게 하는 것은 알고리즘 교육에 대한 지루함과 부정적인 사고를 만들 수 있다. 구체적 조작기에 해당하는 초등학생들에게는 컴퓨터를 직접 활용하지 않고 여러 가지 활동놀이를 통해 그 절차를 학습하게 하거나, 단순한 과제의 흐름을 나타내는 순서도를 이용한 학습이 효율적일 수 있어도, 스스로 문제를 해결하고 가설검증이 가능한 형식적 조작기의 아이들에게는 직접 문제를 분석하고 체계적으로 계획하고, 가설을 검증할 수 있게 하는 학습이 보다 효율적일 것이다.

따라서 새로운 교육과정에서 제시하고 있는 알고리즘 학습에 적합한 쉽고, 재미있으면서 문제해결능력을 키울 수 있는 EPL을 이용한 교수학습 방안에 대한 연구가 지속되어야 한다.

3. 교육용 프로그래밍 언어

가. 교육용 프로그래밍 언어의 필요성

일반적으로 학교 교육에서 학습자는 알고리즘적 사고를 위한 도구로써 프로그래밍 언어를 접하게 된다. 그러나 흔히 학교현장에서 사용되거나 많은 프로그래머들이 사용하고 있는 프로그래밍 언어는 프로그램 자체의 기본 문법과 구조를 이해해야 하고 프로그램을 작성하는 방법을 익히는데 많은 시간과 노력을 들이고 나서야 본인이 원하는 것을 만들 수 있게 된다. 그와 같은 과정 속에서 학습자는 학습 초기에 가지고 있던 의욕이나 동기를 상실하기 쉽다.

또한, 그들은 프로그래밍에 대한 부정적인 인식을 형성하여 원리 교육을 받을 수 있는 차후 학습으로의 연계성이 결여된 채 프로그래밍 학습 자체를 포기하게 되는 상황까지 이를 수 있다. 따라서 위에서 제시한 것과 같은 일반적인 프로그래밍 언어의 단점을 극복할 수 있는 교육용 프로그래밍 언어가 필요하다(양승주, 2006; 채유진, 2005).

국내 교육현장을 살펴보면, 알고리즘 교육 및 프로그래밍 교육은 주로 전문계 고등학교나 과학계 고등학교에서 이루어지고 있다. 일반적으로 학교 교육에 사용되고 있는 프로그래밍 언어는 Visual Basic과 C 언어가 주를 이루고, 최근에는 HTML이나 PHP 등의 인터넷 프로그래밍 언어도 종종 사용되고 있다. 그러나 이 언어들은 텍스트 중심의 코딩을 해야 하고, 문법이 어려우며 프로그램 자체를 익히는데 많은 시간이 걸린다는 점에서 많은 학생들이 부담을 갖는다. 김은주(2007)는 프로그래밍을 처음 배우는 초보 학습자들이 겪는 문제점을 <표 2>와 같이 제시하였다.

<표 2> 프로그래밍에서 초보자들이 겪는 문제점(김은주, 2007)

구분	세부사항
지식 및 개념 이해 부족	<ul style="list-style-type: none"> · 구조화된 지식과 상세한 정신 모델(mental model) 형성 부족 · 빈약한 객체지향 개념 설명, 실행화면에만 편중된 그림 사용 · 변수, 반복문, 배열, 재귀호출 등에 대한 이해 부족
문법	<ul style="list-style-type: none"> · 문법에 대한 기계적 암기식 수업으로 인해 학습자의 인지적 부담 커짐
문제해결 (알고리즘)	<ul style="list-style-type: none"> · 높은 추상화를 요구하기 때문에 그들의 생각을 정해진 형식으로 표현하기 어려움 · 정신 모델 형성 부족으로 문제해결 과정에 어려움을 느낌 · 전략 및 기술 부족, 관련 지식의 적용 실패로 인해 프로그램을 구조화하지 못함 · 시험 위주의 딱딱한 알고리즘 교육에 싫증을 느낌
코딩	<ul style="list-style-type: none"> · 개념적으로 문제를 해결하는 것과 컴퓨터를 매개로 하여 문제를 해결하는 것과의 차이 · 손으로 풀 수 있는 문제를 컴퓨터 프로그램으로 변환하는데 어려움을 가짐
디버깅	<ul style="list-style-type: none"> · Logic Error를 해결하는데 많은 시간을 소비 · 제어 흐름, 데이터 흐름의 서툰 이해로 에러를 유발 · 예외 처리 능력 부족 · 에러 메시지에 사용되는 용어나 특정 bug들 간의 연관성 부족, 에러 탐지전략 적용 지식과 경험 부족으로 많은 시간 소비 · 정신 모델 형성 부족으로 오류를 쉽게 탐지해 내지 못함

따라서 교육용 프로그래밍 언어는 최소한 프로그래밍 초보자가 갖는 위와 같은 문제점을 극복 할 수 있도록 도와주어야 학습자들이 실제로 그것을 익히고 활용하는데 유용할 것이다.

나. 교육용 프로그래밍 언어의 종류와 특성

교육용 프로그래밍 언어의 개발 목적은 프로그래밍을 처음 배우는 학습자들이 배우기 쉽고 문법이 간단하며, 학습자가 흥미를 느낄 수 있도록 하기 위한 것이다.

프로그래밍 초보자가 흥미를 갖고 학습에 임하도록 하기 위해서는 그래픽 요소를 적절히 활용하는 것이 좋다. East & Hutton(2007)은 프로그래밍에서 그래픽이 활용되는 범위와 그 방법에 따라 프로그래밍 언어를 Typing-based Programming Language(TPL)와 Visual Programming Languages(VPL)로 구분하였다. TPL은 프로그램의 코딩은 텍스트로 하되, 프로그래밍 환경에서 다양한 방법으로 그래픽을 지원하는 방식이다. 이는 또한 두 부류로 나눌 수 있는데 첫 번째는 텍스트 프로그래밍이 중심이나 그래픽을 지원하는 언어인 C의 GUI 환경이나 Visual Basic 등이 그 예이고,

두 번째는 실행화면이 기본적으로 그래픽 환경을 쉽게 지원하나 프로그래밍의 코딩은 텍스트로 해야 하는 언어로, Logo, Karel the Robot, KPL 등을 그 예로 들 수 있다. 이와는 다르게 VPL이란 프로그래밍의 코딩 과정 자체가 그래픽을 지원하여 주로 Drag & Drop의 형식으로 쉽고 간단하게 프로그램을 구현할 수 있는 언어로, 실행 결과 또한 다양한 멀티미디어를 지원하는 그래픽 화면을 구성한다. VPL의 대표적인 예로는 Squeak Etoys, Stagecast creator, Scratch, Alice, LegoMindstroms Labview, Game Factory 2 등이 있다. East & Hutton(2007)은 VPL이 프로그램의 문법 보다는 로직에 초점을 맞추며 재미있는 프로그래밍을 하도록 할 수 있다고 주장하였다.

다음 <표 3>은 교육용 프로그래밍 언어 중 대표적인 VPL의 특성을 비교한 것이다.

<표 3> 교육용 비주얼 프로그래밍 언어

	Agent Sheets	Alice	Baltie	Scratch	Squeak Etoys	Toon Talk
개발년도	1989	1999	1993	2007	1996	.
영향 받은 언어	.	Java Squeak	C#	Logo Smalltalk Starlogo Agentsheets Hypercard Etoys	Logo Smalltalk Starlogo Agentsheets Hypercard	Janus (Actor Model)
객체지향	.	O	.	O	O	.
2D/3D	주로 2D 3D 지원	3D	3D	주로 2D 3D 지원	주로 2D 3D 지원	3D
언어지원	영어, 일어 유럽국가어	영어	영어 유럽국가어	영어	영어, 일어 유럽국가어 한국어	영어
주요 목적	중학교 학생들이 컴퓨터 과목을 배우며, 쉽게 게임과 시뮬레이션 구현	컴퓨터에 거부감을 갖는 중학교 여학생들이 스토리 텔링으로 재미있게 프로그래밍 학습	아이들이나 초보자를 위한 그래픽 기반의 프로그래밍 도구	아이들이나 프로그래밍 초보자가 쉽고 재미있게 프로그래밍을 배우고 애니메이션과 게임 구현	아이들이 쉽고 재미있게 프로그래밍 언어를 익히고 멀티미디어를 다룰 수 있는 환경 제공	어린이들이 쉽게 만화나 비디오 게임을 직접 만들어 볼 수 있도록 함

다. Squeak Etoys

Squeak Etoys는 객체지향 프로그래밍이 가능하고 강력한 멀티미디어 작업 환경을 제공한다. 또한 이식성이 뛰어난 개방형 소프트웨어(Open Source Software)로써 교육

용 플랫폼 제작에까지 광범위한 용도로 사용될 수 있으며 네트워크 기능을 통해 협력적 학습 환경인 동료 프로그래밍 환경 구축 및 유비쿼터스 기기와의 연동을 통한 u-러닝 학습 환경 구축이 가능하다. 이러한 무한한 가능성들로 인하여 Squeak Etoys는 미국, 남미, 유럽, 일본 등 전 세계적으로 광범위하게 교육 현장에 활용되고 있으며 최근 MIT의 Negropente 교수가 주도하는 '100달러 노트북' 프로젝트의 시제품에도 탑재되었다. '100달러 노트북' 프로젝트는 인도, 중국, 브라질, 나이지리아 등 개발도상국의 수백만 어린이들에게 교육용 노트북 PC를 공급하기 위한 프로젝트로 가장 저렴한 비용으로 가장 필수적인 프로그램만을 탑재한 것으로 이 '100달러 노트북'에 Squeak Etoys가 내장되어 있다는 것은 전 세계 많은 컴퓨터 교육 전문가들이 Squeak Etoys의 강점과 가능성을 인정하고 있는 것으로 볼 수 있다.

Squeak Etoys가 흥미로운 학습도구인 이유는 학습자가 쉽게 배우고 다룰 수 있는 프로그래밍 도구라는 점 뿐 아니라 멀티미디어 객체와의 상호작용 및 실제적 표상을 통해 실세계와 유사한 경험을 제공한다는 것이다.

Squeak Etoys는 이해하기 쉽고 언어 습득 시간이 짧기 때문에 프로그래밍 언어 자체를 학습하는 것보다 알고리즘을 설계하고 표현하는 학습에 학습자가 집중하고 시간을 할애할 수 있는 환경을 만들어 줄 수 있다. 또한 학습자와 멀티미디어 객체, 학습자와 학습자간의 상호작용을 높이고, 자신의 아이디어나 생각을 직접 멀티미디어 객체를 생성하고 쉽게 조작하는 과정을 통해 실세계와 유사한 실제적 경험을 학습자에게 제공할 수 있다. 이는 학습자가 Squeak Etoys를 개인적이고 창의적 표현의 매개체로 활용 가능함을 의미한다. 또한 Squeak Etoys는 학습 도구 뿐 아니라 교수 도구 및 확장 도구로서의 통합적 접근이 가능하다. 즉 Squeak Etoys를 통해 프로그래밍 과정을 학습할 수 있을 뿐 아니라 컴퓨터 과학의 원리나 개념, 알고리즘적 사고를 가르치기 위한 교수 도구 및 저작 도구로서의 활용이 가능하다. 부가적으로 네트워크 기능을 통한 협력 프로그래밍 환경 및 u-러닝 환경 구축 및 제공이 가능하다.

Squeak Etoys는 Papert, Piaget, Montessori, Dewey, Vygotsky, Bruner의 교육적 철학을 기반으로 만들어진 컴퓨팅 환경으로 구성주의(Constructionism)적 교육 환경 구축에 가장 적합한 도구로써 문제해결력 신장을 위한 알고리즘 및 프로그래밍 교육에서 Squeak Etoys 활용의 교육적 가능성을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, Squeak Etoys 활용 교육은 상황맥락적인 실제적 문제해결력 신장을 위한 교육내용이자 방법으로서의 가치를 지닌다.

둘째, Squeak Etoys 활용 교육은 복잡한 문제해결에 어려움을 겪는 초보 학습자들을 효과적으로 조력할 수 있다. 문제해결력이란 자신이 배운 지식을 새로운 문제를 해결하거나 새로운 지식을 배우는데 사용할 수 있도록 하는 것으로, 어떤 특정한 영역의 문제해결을 할 경우 그 분야의 잘 조직화된 배경지식을 많이 가지고 있어야 한다. 따라서 배경지식이 부족한 초보자의 경우 비구조화된 실제적 문제를 해결하려고 할 때 상당한 어려움에 직면할 수 있다. 그러나 Squeak의 활용은 초보 학습자들에게

알고리즘의 시각화(visualization) 과정을 제공하고 구체물의 조작과 제어를 통한 실제적 경험을 제공함으로써 초보 학습자들의 문제해결과정의 어려움을 조력할 수 있을 것이다. 알고리즘의 시각화 방법은 알고리즘 과정을 직접 맵 방식으로 도식화하는 방법, 알고리즘을 시각화해주는 소프트웨어를 사용하는 방법 등이 있으며, 중학교 학습자들을 대상으로 한 알고리즘 교육에서 이러한 알고리즘 시각화 기술을 사용할 경우 학습자들은 과제를 즐겁게 여기고 초보 학습자들의 알고리즘에 대한 이해를 증진시켰음을 보고한 연구들이 진행되었다(Hundhausen & Brown, 2006).

Squeak Etoys 활용 교육은 가장 실제적 수준의 알고리즘 표현 및 시각화 방법을 제시할 수 있으며, 알고리즘의 오류 여부를 즉각적으로 Squeak Etoys 프로그램에서 생성한 객체 시연을 통해 확인할 수 있으므로, 즉각적인 피드백과 오류 수정이 가능하다. 또한 문제해결과정인 알고리즘을 표현하기 위해 복잡한 프로그래밍 언어를 사용하지 않고 Squeak Etoys의 객체 시연을 통해 표현하므로 학습자의 외재적 인지부하의 감소를 가져오므로써 교육 본연의 목적인 알고리즘 개념 습득에 집중하게 할 수 있다. 즉, Squeak Etoys의 활용은 복잡한 프로그래밍 언어 습득이 어려운 어린 학습자나 알고리즘과 관련된 선행지식 수준이 낮은 학습자들에게도 유용한 교육적 경험을 제공할 수 있음을 의미한다.

셋째, Squeak Etoys 활용 교육은 복잡한 과제에 대한 흥미와 동기유발이 가능하다.

새로운 교육방법으로써의 Squeak Etoys의 도입과 관련된 국내외 연구결과들을 살펴보면, 학습자의 흥미와 동기유발에 매우 긍정적인 영향을 끼쳤음을 보고하고 있다.

해외의 여러 연구 결과들은 Squeak Etoys 활용 교육이 컴퓨터 과학 교육을 위한 새로운 교수 학습 방법으로써 학습자의 동기를 유발하고, 논리적사고력과 문제해결력을 향상시킬 수 있다는 교육적 가능성과 희망을 제시하고 있다(Fujioka, 2004; Fujioka, 2006; Konomi, 2003). 국내 연구들 또한 초중등학교에서의 프로그래밍 교육을 위한 Squeak Etoys 활용의 교육적 효과들을 제시하고 있다(양일동 외, 2006; 오세인, 박정호, 이태욱, 2007; Halit Vural 외, 2006).

넷째, Squeak Etoys 활용 교육은 학습자의 인지적, 정의적 영역 뿐 아니라 심체적 영역 발달에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다. Squeak Etoys를 활용한 알고리즘 학습은 문제해결력, 논리적사고력과 같은 학습자의 인지적 영역의 발달을 촉진시킬 뿐 아니라, 학습자의 흥미와 동기유발, 협력적 사고과정을 통한 협동심을 기를 수 있다. 또한, 직접 Squeak Etoys에서 생성한 객체를 조작하는 경험을 통해 심체적 영역 발달에도 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다.

Ⅲ. Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습 설계

중학생을 위한 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습 프로그램은 2007년 개정 교육과정의 중학교 '정보' 과목의 교육 내용을 바탕으로 설계하였다. 이는 총 6차시로 구성되어 있으며 알고리즘과 프로그래밍 교육을 처음 접하는 학습자들을 대상으로 만들어진 것이다. 학습자들은 Squeak Etoys의 다양한 특성과 기능을 익히면서 이를 실생활과 관련된 예제와 연결시켜 쉽고 재미있게 학습에 임할 수 있도록 구성하였다. 또한, 단순히 Squeak Etoys 프로그램 자체를 다루는 데에만 그치지 않도록 교육과정에서 제시한 알고리즘의 요소들을 고려하여 학습자들이 알고리즘 학습을 수행 하면서 실생활과 관련된 사고력을 높일 수 있도록 개발하였다.

<표 4> Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습 프로그램

차시	단원명	학습 주제
1차시	문제와 문제해결과정	실생활 문제와 알고리즘의 이해
	[학습내용] 실생활에서 발생할 수 있는 여러 가지 상황을 구현한 Squeak Etoys의 프로젝트 예제를 이용하여 문제해결과정을 설명하는 알고리즘과 Squeak Etoys의 기본 사용법에 대해 이해한다.	
2차시	프로그래밍의 기초	프로그래밍 개념과 사용법 익히기
	[학습내용] 알고리즘과 프로그래밍의 관계에 대해 이해하고, Squeak Etoys를 사용하여 변수의 개념과 제어문의 특성을 학습한다. 이때, 자동차를 이용한 속도의 개념이나 신호등 문제 등을 활용한다.	
3차시	알고리즘의 개요	알고리즘의 표현방법
	[학습내용] 알고리즘의 구체적인 특성을 이해하고 알고리즘을 표현하는 여러 가지 방법을 학습한 뒤, Squeak Etoys로 여러 알고리즘을 표현하는 방법을 이해한다. 이때, 배고픈 쥐가 치즈를 먹는 게임 예제를 활용한다.	
4차시	알고리즘의 실제	프로젝트의 설계 및 구현
	[학습내용] 주어진 문제를 스스로 정의하고 설계하고 해결하는 과정을 학습하도록 하며, 이때 자동차와 미로 문제와 탁구경기 게임 등을 예제로 활용한다.	
5차시	자료의 정렬	위치교환과 정렬방법 구현
	[학습내용] 정렬의 개념을 익히고 Squeak Etoys에서 좌표 값을 이용하여 객체의 위치를 바꾸는 방법을 학습한 뒤, 여러 데이터를 정렬하는 프로그램을 구현한다. 이때, 교실에서 키순서대로 서기 예제를 활용한다.	
6차시	자료의 탐색	자료의 값 확인과 탐색방법 구현
	[학습내용] 여러 가지 데이터 중 찾고자 하는 데이터 값을 찾는 방법을 이해한 뒤, 탐색 알고리즘에 대해 학습한다. 이 때, 도서관에서 책 찾기 예제를 활용한다.	

IV. 연구 방법

1. 연구 가설

본 연구의 목적은 중학교 알고리즘 수업에서, Squeak Etoys를 활용한 수업이 학습자의 문제해결능력을 향상시키도록 하는 것이다. 본 연구에서는 ‘문제해결능력’을 학습자의 ‘문제해결성향’과 ‘논리적사고력’이 결합된 형태로 정의하였다. 이러한 연구 목적 달성을 위해 설정한 가설은 다음과 같다.

첫째, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습은 중학교 학습자의 문제해결성향에 유의미한 영향을 미칠 것이다.

둘째, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습은 중학교 학습자의 논리적사고력에 유의미한 영향을 미칠 것이다.

셋째, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습은 중학교 학습자의 자기효능감에 유의미한 영향을 미칠 것이다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상으로 충북 중소도시에 소재한 ○○ 중학교 1개 집단을 실험집단(23명)으로, 경기도 중소도시에 소재한 ○○ 중학교 1학년 학생을 통제집단(35명)으로 구성하였다. 실험집단의 경우, 정규 교과 수업이 아닌 방과 후 특기적성 프로그램으로 진행됨에 따라, 1~2 학년으로 구성되어 있으나, 사전검사 결과 두 집단이 문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감에 있어서 동질집단임이 확인되었다.

3. 연구 설계

본 연구에서는 실험집단과 통제집단을 임의로 선정하여 실시하는 이질 통제집단 전후검사 설계를 사용하였다. 연구대상으로 실험집단과 통제집단을 선정하여 사전검사를 통해 두 집단이 동질집단임을 보이고, 실험집단에는 본 연구에서 설계한 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습 프로그램을 6차시 동안 진행하고 통제집단에는 이론중심의 알고리즘 교육을 진행하였다.

통제집단에 실시한 알고리즘 교육 역시 2007년 개정 교육과정의 교육내용을 토대로 6차시 동안 실시되었으며, 알고리즘 학습을 위한 도구로 순서도와 의사코드를 활용하였다. 실험처치 후, 사후검사를 통해 실험 효과 여부를 분석하였다. 이러한 연구의 실험설계를 구체적으로 나타내면 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 연구 설계

실험집단	O ₁	X ₁	O ₂
통제집단	O ₃	X ₂	O ₄

O₁, O₃ : 사전검사(문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감 검사)

O₂, O₄ : 사후검사(문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감 검사)

X₁ : Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습

X₂ : 이론 중심 알고리즘 학습

4. 연구 도구

가. 문제해결성향 검사

문제해결성향 측정을 위해 사용된 검사 도구는 Heppner & Petersen(1982)의 PSI(Personal-Problem Solving Inventory)를 심문숙(1996)이 번안한 것이다. 이는 개인의 문제해결 행동과 태도 등에 대한 자신의 인지력을 측정하는 32개의 문항으로 각 문항은 5점 평정 척도로 구성된다. 문제해결성향의 하위요소는 '자신감(confidence)', '접근회피양식(approach avoidance style)', '자신의 통제(personal control)'로 구성된다.

'자신감'은 자신의 문제해결성향에 대해 얼마나 긍정적으로 생각하는지를 측정하기 위한 11개의 문항들로 구성된다. '접근회피 양식'의 경우, 자신의 문제를 해결할 수 있다는 자신감의 정도를 측정하는 것으로 16개의 문항들로 구성된다. '자신의 통제'는 문제를 해결해 나가는 데에 있어서 정서적으로 얼마나 잘 통제하는지를 측정하기 위한 5개의 문항들로 구성된다. 전체 PSI 척도의 Cronback α 값은 .90이며, 2주 간격으로 실시한 검사-재검사 신뢰도 계수는 .83에서 .89로서 내적 일치성과 안정성을 보였다.

나. 논리적사고력 검사

논리적사고력 검사를 위한 측정도구는 한국교육개발원의 KEDI 집단 지능 검사 개발연구와 중앙 교육 평가원의 사고력 교육과 평가, 김영채, 박권생의 사고력 교육을 위한 학습 전략 등을 참고하여 류향미(1994)가 작성한 도구를 활용하였다. 검사지는 언어성 검사 30문항과 비언어성 검사 10문항으로 총 40문항을 반분하여 사전, 사후 각각 20문항씩이며 검사 소요시간은 각각 40분이다. 검사지의 문항은 일반적 요인, 영역 요인, 관계 발견 등 세 가지 항목으로 구성되며, 각 문항 당 5점씩 100점 만점으로 측정하였다.

다. 자기효능감

학습자들의 자기효능감을 측정하기 위한 검사 도구는 Sherer & Maddux(1982)의 질 문지를 참고로 한 최연희(2001)의 자기효능감 검사지를 재구성하여 사용하였다. 이 검사지는 활동시작 능력기대, 활동지속, 능력기대, 활동수행 능력기대, 힘오 경험극복 능력기대 등 총 24문항으로 구성되어 있고, 자기보고 방식의 형태를 사용하고 있다. 각 문항은 5점 평정 척도 방식으로 구성되며 본 연구의 자기효능감 검사지 신뢰도는 Cronbach α 값이 .84로 양호하게 나타났다.

V. 연구 결과 및 논의

1. 문제해결성향 사전·사후 검사 결과 분석

실험처치 전, 실험집단과 통제집단의 문제해결성향에 대한 동질성 여부 검증을 위해 실시한 사전검사 결과는 다음 <표 6>과 같으며, 실험집단과 통제집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나($p>.05$), 동질집단임이 확인되었다. 사후 문제해결성향의 경우, 다음 <표 7>에서와 같이, 실험집단의 평균($M=111.87$)이 통제집단($M=95.11$)보다 높게 나타났으며, 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다($p<.05$). 즉, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 이론 중심의 알고리즘 학습보다 학습자의 문제해결성향에 긍정적인 영향을 주는 것으로 볼 수 있다.

<표 6> 집단별 사전 문제해결성향 분석 결과

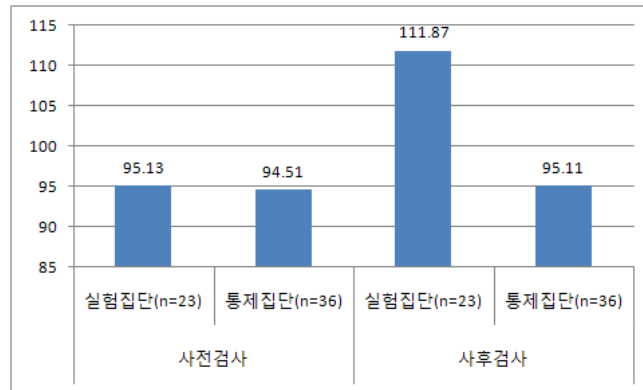
집단	사례수	평균	표준편차	t	p
실험집단	23	95.13	7.985	.269	.928
통제집단	35	94.51	8.879		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 7> 집단별 사후 문제해결성향 분석 결과

집단	사례수	평균	표준편차	t	p
실험집단	23	111.87	6.063	6.582*	.013
통제집단	35	95.11	11.151		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$



[그림 1] 집단별 사전·사후 문제해결성향 분석 결과

2. 논리적사고력 사전·사후 검사 결과 분석

논리적사고력의 경우, 문제해결성향과 마찬가지로 실험집단과 통제집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 것으로 밝혀졌으며($p > .05$), 그 결과는 <표 8>와 같다.

사후 논리적사고력의 경우, 다음 <표 9>에서와 같이, 실험집단의 평균($M=78.26$)이 통제집단($M=60.71$)보다 높게 나타났으며, 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다 ($p < .05$). 즉, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 이론 중심의 알고리즘 수업보다 학습자의 논리적사고력에 긍정적인 영향을 주는 것으로 볼 수 있다.

<표 8> 집단별 사전 논리적사고력 분석 결과

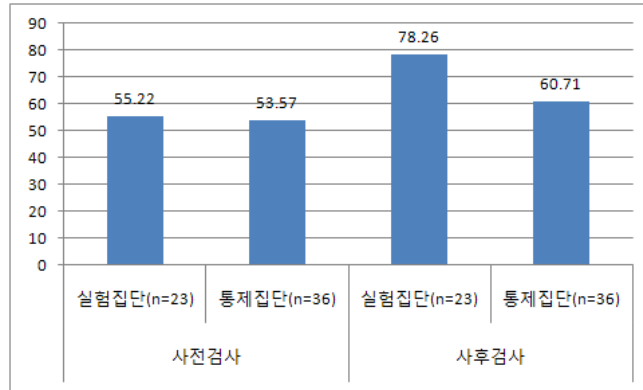
집단	사례수	평균	표준편차	t	p
실험집단	23	55.22	14.419	.438	.828
통제집단	35	53.57	13.697		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 9> 집단별 사후 논리적사고력 분석 결과

집단	사례수	평균	표준편차	t	p
실험집단	23	78.26	6.844	5.616*	.010
통제집단	35	60.71	13.887		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$



[그림 2] 집단별 사전·사후 논리적사고력 분석 결과

3. 자기효능감 사전·사후 검사 결과 분석

자기효능감에 대한 사전검사 결과 또한 실험집단과 통제집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나($p > .05$), 동질집단임이 확인되었다. 반면, 사후 자기효능감의 경우, 다음 <표 11>에서와 같이, 실험집단의 평균($M=77.35$)이 통제집단의 평균($M=64.86$)보다 높게 나타났으며, 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다($p < .05$).

즉, Squeak 기반 알고리즘 학습은 학습자가 흥미롭게 내용을 익힐 수 있고 알고리즘 학습에 대한 긍정적인 태도가 형성되기 때문에 스스로 문제를 해결하는 능력을 높임으로써, 이론중심의 알고리즘 학습보다 자기효능감에 긍정적인 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다.

<표 10> 집단별 사전 자기효능감 분석 결과

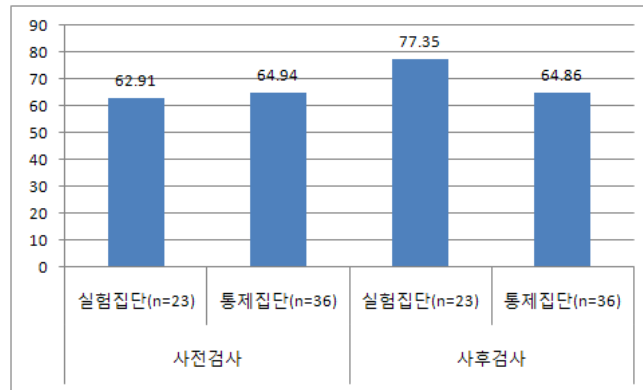
집단	사례수	평균	표준편차	t	p
실험집단	23	62.91	9.400	-.653	.495
통제집단	35	64.94	12.790		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 11> 집단별 사후 자기효능감 분석 결과

집단	사례수	평균	표준편차	t	p
실험집단	23	77.35	5.288	5.042*	.024
통제집단	35	64.86	11.053		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$



[그림 3] 집단별 사전·사후 자기효능감 분석 결과

4. 문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감 향상 정도 분석

각 집단별 사전·사후 문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감의 향상 정도가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위해 대응표본 t 검정을 실시하였으며 그 결과는 <표 12>, <표 13>, <표 14>와 같다.

<표 12> 집단별 사전·사후 문제해결성향의 대응표본 t 검정 결과

집단	사례수	사후 문제해결성향 - 사전 문제해결성향			
		평균	표준편차	t	p
실험집단	23	16.74	8.73	9.191***	.000
통제집단	35	.60	11.17	.318	.753

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

문제해결성향의 경우, 두 집단 모두 사전검사 결과에 비해 사후검사 결과, 문제해결성향이 향상되었지만, 통제집단의 경우 향상 수준이 낮으며, 통계적으로 유의미하지 않다. 반면 실험집단의 경우, 통계적으로 유의미한 향상을 보이고 있다. 즉, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 학습자의 문제해결성향 향상에 유의미한 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다.

<표 13> 집단별 사전·사후 논리적사고력의 대응표본 t 검정 결과

집단	사례수	사후 논리적사고력 - 사전 논리적사고력			
		평균	표준편차	t	p
실험집단	23	23.04	14.52	7.612***	.000
통제집단	35	7.14	14.67	2.881**	.007

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

논리적사고력의 경우, 실험집단과 통제집단 모두 통계적으로 유의미한 향상을 보였다. 이는 기본적으로 알고리즘 학습이 학습자의 논리적사고력 향상에 유의미한 영향을 끼치는 것으로 해석할 수 있다.

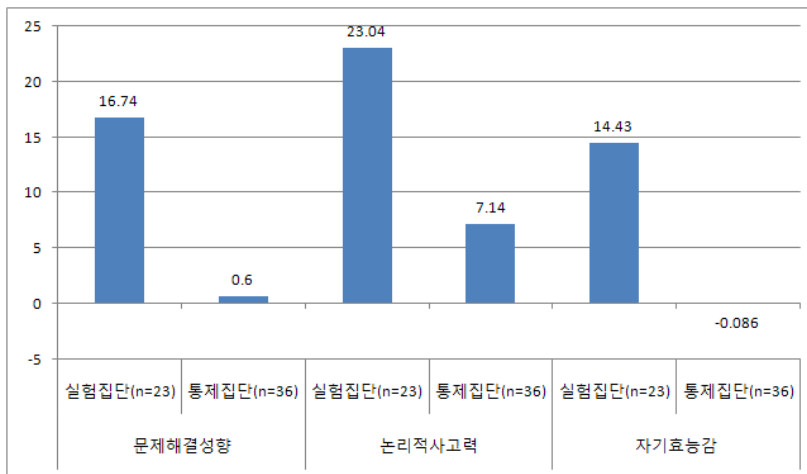
단, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습을 진행한 집단이 이론적인 알고리즘 수업을 진행한 집단에 비해 논리적사고력의 향상 정도(M=23.04)가 매우 높으며, 사후검사 결과 또한 통제집단에 비해 유의미하게 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 이론적인 알고리즘 학습에 비해 학습자의 논리적사고력 향상에 더 효과적인 것으로 해석할 수 있다.

<표 14> 집단별 사전·사후 자기효능감의 대응표본 t 검정 결과

집단	사례수	사후 자기효능감 - 사전 자기효능감			
		평균	표준편차	t	p
실험집단	23	14.43	10.50	6.596***	.000
통제집단	35	-.086	10.01	-.051	.960

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

자기효능감의 경우, 실험집단의 자기효능감이 유의미하게 향상되었으며, 이는 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 학습자의 문제해결에 대한 자신감과 학습에 대한 긍정적인 인식 향상에 도움이 되었음을 의미한다.



[그림 4] 집단별 사전·사후 문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감의 차이

VI. 결 론

알고리즘은 컴퓨터 과학에서 가장 중요한 영역에 해당되며 이러한 알고리즘을 개발하는 방법과 표현하는 방법을 학습하는 것은 컴퓨터 과학의 기본 원리 습득 뿐 아니라, 학습자의 창의력, 문제해결력, 논리적사고력, 의사 결정력 신장을 위한 필수적인 단계라고 할 수 있다. 그러나 알고리즘 이해 및 설계와 관련된 학습은 알고리즘이나 프로그래밍을 처음 접하는 초보 학습자나 인지적 발달 수준이 낮은 어린 학습자들에게 인지적 부담으로 작용할 수 있다. 따라서 프로그래밍을 통한 알고리즘 학습의 경우 어린 학습자의 인지적 부담을 감소시켜주고 알고리즘 학습에 대한 학습자의 흥미와 동기를 유발하기 위한 교육적 접근이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 중학생의 알고리즘 학습을 위한 프로그래밍 도구로 비주얼 기반 교육용 프로그래밍 언어인 Squeak Etoys를 선정하고 이를 활용한 알고리즘 학습 프로그램을 설계하였다. Squeak Etoys의 경우, 다른 교육용 프로그래밍 언어와 달리 다양한 멀티미디어 작업 환경을 제공함으로써 학습자의 흥미와 동기를 유발할 수 있으며, 프로그래밍 실행 환경 뿐 아니라, 코딩 과정에서 사용하는 명령어들까지 비주얼한 그래픽 형태로 지원함으로써 복잡한 문제해결과정인 알고리즘 학습에 어려움을 겪는 초보 학습자들을 효과적으로 지원해 줄 수 있다. 즉, 프로그래밍 도구 사용 방법이나 문법을 익히는 것과 같은 알고리즘 학습과 직접적인 관련이 없는 외생적 인지부하를 감소시켜 주기 위해 Squeak Etoys의 활용은 의미있는 선택이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Squeak Etoys를 활용한 알고리즘 학습이 실제 학습자의 인지적, 정서적 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 실제 중학교 학습자들을 대상으로 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습 프로그램을 적용하였으며, 문제해결성향, 논리적사고력, 자기 효능감에 미치는 영향을 분석하였다.

연구 결과, Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습 프로그램을 수행한 실험집단이 전통적인 방식의 이론식 알고리즘 학습을 진행한 통제집단에 비해 문제해결성향, 논리적사고력, 자기 효능감에 있어서 유의미한 차이를 보였다. 또한 이러한 성향 및 사고력의 향상 정도가 유의미한지 알아보기 위해 대응표본 t검정을 실시한 결과, 실험집단의 문제해결성향, 논리적사고력, 자기효능감의 향상이 유의미함을 알 수 있었다. 이는 Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 학습자의 이러한 능력 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 해석할 수 있다. 단, 논리적사고력의 경우, 이론적인 알고리즘 수업을 진행한 통제집단의 경우 실험집단과 마찬가지로 통계적으로 유의미한 향상을 보였다. 이러한 결과는 결국 알고리즘 학습 자체가 학습자의 논리적사고력 향상에 긍정적인 영향을 준다는 것을 의미하며, 따라서 정보 과목에서의 알고리즘 학습의 중요성을 인식할 수 있는 결과로 볼 수 있다. 자기 효능감의 경우 Squeak Etoys를 활용한 알고리즘 학습 과정을 통해 문제해결성향이 향상되고 논리적사고력이 향상됨에 따라 어떤 문제

상황도 스스로 해결할 수 있다는 자기 효능감에도 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

본 연구를 통해 제시된 이러한 연구결과들은 향후 개정된 교육과정에서 수행될 경우, 알고리즘 교육을 위한 교육용 프로그래밍 언어의 선택 및 교수 학습 설계에 있어서 유용한 지침을 제공해 줄 수 있을 것이며, 컴퓨터 과학의 기본 개념 및 사고력 신장을 위한 구체적인 활동을 통한 학습(learning by doing), 설계를 통한 학습(learning by designing)을 효과적으로 지원하기 도구로써 Squeak Etoys의 활용 가능성을 드러내고 있다.

이러한 연구결과를 바탕으로 후속연구들을 위한 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, Squeak Etoys와 같은 교육용 프로그래밍 언어 뿐 아니라 실체적인(tangible) 경험을 제공해 줄 수 있는 구체물(artifacts)을 활용한 알고리즘 학습 방법에 대한 연구가 필요하다. 교육용 프로그래밍 언어와 교육용 로봇과 같은 물리적 객체를 연동하여 학습에 적용한다면 보다 나은 학습 효과를 기대할 수 있을 것이다.

둘째, Squeak Etoys와 같은 교육용 프로그래밍 언어의 장점을 최대화할 수 있는 교수 학습 설계에 관한 연구가 필요하다. 단지 새로운 기술이나 매체를 학습 도구로 제공한다고 해서 효과적인 학습이 이루어지는 것은 아니기 때문에 학습자 특성 및 교수 학습 상황 등을 면밀히 고려한 교수 설계가 필요하다.

참고 문헌

교육인적자원부(2007). 초·중등학교 교육과정. 제2007-79호.

김은주(2007). 초보자 대상 컴퓨터 프로그래밍 교재 분석. 경상대학교 대학원 석사학위논문.

류향미(1994). LOGO 프로그래밍 학습이 논리적 사고 기능 향상에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 석사학위논문.

심문숙(1996). 문제해결력에 대한 자기 평가와 우울 증상과의 관계. 부산대학교 대학원 석사학위논문.

양승주(2006). EPL을 이용한 문제해결 과정에서의 객체지향 개념학습. 고려대학교 대학원 석사학위논문.

양일동 외(2006). 교육용 프로그래밍 언어로서 스킵과 비주얼 베이직의 비교 실험. 한국컴퓨터교육학회학술발표논문집, 55-60.

오세인, 박정호, 이태욱(2007). squeak 언어를 적용한 실업계 고등학교 프로그래밍 수업이 논리적 사고력 향상에 미치는 영향. 한국컴퓨터교육학회학술발표논문집, 99-103.

이경화(2002). 초등학생을 위한 로고 프로그래밍 지도 방안. 한국정보교육학회학술발표논문집, 7(2), 1-8.

이유순(1995). 논리적 사고력 및 문제해결능력 신장을 위한 컴퓨터 프로그래밍 교육-베이직, 로고 프로그래밍 비교 연구-. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.

- 채유진(2005). **컴퓨팅 교육을 위한 교육용 프로그래밍언어 두리틀·스틱의 비교분석**. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
- 최연희(2001). **아동의 귀인유형과 학습된 무기력, 자기효능감과 관계**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 한국교육과정평가원 (2007). **중학교 교과재량활동 I (한문, 정보, 환경) 교육과정 해설 연구 개발**. 연구보고 CRC 2007-24호.
- East, P., & Hutton, M. (2007). Point/Counter-Point: On Using Graphical Languages to Teach Programming. *National Educational Computing Conference*, Georgia World Congress Center, Atlanta, Georgia, USA.
- Fujioka T.(2004). Practices of Information Education with Squeak toward the Secure Improvement of 'Academic Ability'. *Proceedings of the Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, 130-137.
- Fujioka T.(2006). What Does Squeak Provide Students with_A Comparative Study of Squeak eToy and Excel VBA as Tools for Problem-Solving Learning in High School. *Proceedings of the Fourth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, 42-49.
- Hundhausen, C. D. & Brown, J. L.(2006). Designing visualizing, and discussing algorithms within a CS 1 studio experience: An empirical study. *Computer & Education*, Unpublished.
- Halit Vural 외(2006). Using Squeak for Teaching High School Students 'How Computers Think'. **한국컴퓨터교육학회 학술발표논문집**, 159-164.
- Konomi S.(2003). Initial Experiences of ALAN-K: An Advanced LeArning in Kyoto. *Proceedings of the First Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, 96-103.
- Marcy, P.(2000). *Psychology of Learning for Instruction*, 양용칠 역(2002), **수업설계를 위한 학습심리학**. 서울: 교육과학사.
- Perkins, D. N., Schwartz, S. & Simmons, R.(1988). Instructional strategies for the problems of novice programmers. In Mayer, R. (Ed.), *Teaching and learning computer programming: Multiple research perspectives*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tucker, A., Deek, F., Jones, J., McCowan, D., Stephenson, C. and Verno, A. (2003). A model curriculum for K-12 computer science: *Report of the ACM K-12 Education Task Force Computer Science Curriculum Committee*. NY: association for Computing Machinery.

<Abstract>

The Effects of Algorithm Learning with Squeak Etoys on Middle School Students' Problem Solving Ability

MiYeoun Jeoung* · EunKyoung Lee** · YoungJun Lee***

Many former researchers demonstrated that algorithm learning has a positive outcome on students' problem-solving abilities. One of the methods for algorithm learning, the 'programming learning' method is highly effective. However, there are numerous constraints in schools for programming learning. This study attempts to overcome these issues. Squeak Etoys, one of the educational visual programming languages for easy and interesting learning, has been selected as a learning tool. We developed the algorithm-learning curriculum for middle school students. They were divided into a control group and an experimental group. The students learned on the basis of equal curriculum but, they used other learning tools through over a total 6 sessions. The result showed that Squeak Etoys based Algorithm learning has a positive effect on improving middle school learners' problem solving abilities, self-efficacies and logical thinking abilities. Although the students' logical thinking abilities in the experimental group are improved a lot more than the students' abilities in control group, the students' logical think abilities in the both groups are improved. Therefore, algorithm education in secondary schools are necessary. In conclusion, Squeak Etoys based Algorithm learning has a positive effect on problem solving ability and self efficacy. The developed curriculum can be applicable as a basis for study on algorithm learning and educational programming language.

Key words: Educational Programming Language, Squeak Etoys, Algorithm Learning, Problem Solving Ability

* Teacher, Jechon Commercial High School

** Ph.D. Candidate, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

*** Correspondence, Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education