

플립러닝을 위한 STEAM 기반 초등 모바일 알고리즘 학습이 문제해결력에 미치는 영향

채경전* · 김태영**

서운초등학교* · 한국교원대학교 컴퓨터교육과**

요 약

현대는 소프트웨어 융합의 시대이다. 4차 산업혁명이라고 불리는 이러한 변화가 우리 삶의 거의 모든 분야에 영향을 미침에 따라 초·중등 교육의 내용도 이러한 변화를 수용해야 한다는 요구를 반영하여 2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육이 강화되었다. 본 연구는 초등 소프트웨어 교육을 위하여 플립러닝을 위한 STEAM 기반 초등 알고리즘 학습용 모바일 웹 앱을 활용한 교육이 초등학생의 문제해결과정에 미치는 영향을 분석하여 그 효과성을 검증하는 데 목적이 있다. 이를 위해 본 연구에서는 새로운 소프트웨어 교육을 위하여 초등학생의 플립러닝에 기여할 수 있도록 모바일 기기를 교육에 응용하여 IT 융합시대에 적합한 STEAM 기반 모바일 콘텐츠를 개발하였다. 그리고 개발한 모바일 자료를 초등학교 5학년 대상으로 모바일 기기를 활용하여 플립러닝 수업을 진행한 실험집단에 적용하였고, 활동지를 활용하여 강의식 수업을 진행한 통제집단과 문제해결과정을 비교할 수 있는 통계적 t-검증을 실시하였다. 그 결과 실험집단과 통제집단 간의 문제해결과정에 통계적으로 유의미한 차이가 있음이 검증되었다. 따라서 본 연구결과를 토대로 STEAM 기반 모바일 학습자료 활용 교육이 초등학생의 문제해결력 향상에 효과적임을 확인하였다.

키워드 : 소프트웨어 교육, 플립러닝, STEAM, 모바일 웹 앱, 문제해결과정

The Effect of a STEAM-based Elementary Mobile Algorithm Class for Flipped Learning on Students' Problem Solving Ability

Kyungjeon Chae* · Taeyoung Kim**

Sewoon Elementary School* ·

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

ABSTRACT

Software integration becomes very important in these days. Since the 4th industrial revolution has begun and influences its heavy effects on our daily life, software education has been introduced in the 2015 national revised curriculum. The purpose of this study is to verify the effects of a mobile web application for the elementary algorithm class based on STEAM on the problem solving process of elementary school students. To do so, in this study we constructed an algorithm learning contents based on STEAM for new software education and developed a mobile web application for flipped learning to improve their problem solving ability. Further, an experimental group and a controlled group are selected respectively from the 5th grade elementary school students. Then, a

교신저자 : 김태영(한국교원대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2017-07-24

논문심사 : 2017-07-24

심사완료 : 2017-08-22

new flipped learning class using our mobile materials was applied to the experimental group while a traditional lecture class using the activity papers was applied to the controlled group. Finally the paired samples t-tests were carried out. As a result, we found that there was a statistically significant difference in problem solving process between the two groups. Based on our experimental research and the results of statistical analysis, the mobile web application class based on STEAM turned out to be effective in improving the problem solving ability of elementary school students.

Keywords : Software Education, Flipped Learning, STEAM, Mobile Web Application, Problem Solving Process

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

현대는 소프트웨어 융합의 시대이다. 소프트웨어 기술은 우리의 삶의 양식을 혁신적으로 바꾸어가고 있으며 정치, 경제, 학문, 예술 등의 거의 모든 분야에 영향을 미치고 있다. 4차 산업혁명이라고 불리는 이러한 변화가 우리 삶에 많은 영향을 미침에 따라 초·중등 교육의 내용도 이러한 변화를 수용해야 한다는 요구를 반영하여 2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육이 강화되었다[15][16].

또한 지금까지 우리는 늘어나는 지식을 효율적으로 학습하고 전달하기 위해 교과 분절적인 학문의 형태를 고수해 왔다. 그러나 정보통신 기술의 확산으로 정보의 양이 폭발적으로 늘어나고, 지식의 생성과 소멸의 속도가 빨라짐에 따라 교육에서도 자연과학과 인문사회과학의 경계를 허물고 여러 분야의 지식을 의미 있게 결합하는 교육의 필요성이 대두되고 있다[5][11]. 이에 초중등 교육에서도 융합교육의 강화를 위한 적극적인 노력이 필요하다고 강조되고 있다[1].

이에 발맞추어 창의적 융합 인재와 세계적인 과학 기술 인재를 체계적으로 육성하기 위해 교육과 과학기술의 융합 시너지를 활용하고자 STEM 교육에 인문·예술(Arts)을 포함시켜 융합교육의 새로운 패러다임인 STEAM교육이 추진되고 있다. 즉 국가적인 인재 양성을 위해 초중등 학교 수준에서부터 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, 융합적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 수 있도록 학습 내용 및 방법의 재구조화 필요성이 강조되고 있다[14].

한편 정보통신 기술의 혁신적 발전과 함께 교육에 대한 새로운 대안으로 제시되었던 e-러닝은 어느덧 모바일 기기와 무선 인터넷 기술이 접목된 모바일 러닝(m-러닝)이라는 새로운 형태의 학습으로 변화하면서 교육의 혁신을 주도하고 있다[25]. e-러닝의 뒤를 이어 등장한 모바일 러닝은 이동성(mobility)을 가장 큰 특징으로 하는 유비쿼터스 환경과 부합되면서 미래 교육의 주요 활용 모델로 자리를 잡고 있다.

모바일 러닝은 기존 e-러닝의 장점은 통합하고 한계는 극복할 수 있는 새로운 교육 패러다임으로서의 가능성과 차세대 학습 환경으로서의 가능성을 열어주고 있다. 특히 현재 교육현장에서 추진되고 있는 새로운 자기주도적인 학습 형태인 플립러닝(flipped learning)을 지원하는 유용한 도구로서의 가능성을 열어주고 있으므로 새로운 분야로서 모바일 러닝에 대한 많은 연구가 시행되어야 한다.

이렇게 변화하며 발전하고 있는 사회적, 교육적 요구와 필요성에 근거하여 학생들이 현재와 미래의 정보화 사회에 능동적으로 적응할 수 있도록 정보 교육은 고등사고력 및 문제 해결력 향상을 위한 융합 교육에 기반을 두어야 한다. 특히 정보 교육의 여러 영역 중 알고리즘 분야는 지식기반 사회에서 부딪히게 되는 다양한 문제 상황을 해결하는데 유용하며 이러한 사고의 훈련은 기초·기본 교육을 담당하고 있는 초등 교육에서 반드시 이루어져야한다. 이를 뒷받침하기 위해 2015 개정 초중등 교육과정의 5·6학년 실과 과목의 기술시스템 영역에서 ‘절차적 문제해결’의 내용 요소를 포함하고 있다 [15].

이에 본 연구에서는 채경전(2013)의 연구를 기초로 하여[4] 창의적인 융합인재를 육성하기 위한 융합교육의

로서 STEAM 기반 초등 알고리즘 학습을 위한 모바일 웹 앱 교수학습 자료를 개발하고, 개발된 교수학습 자료를 초등학교 수업에 적용하여 문제 해결과정과 같은 고차원적 사고력에 미치는 영향을 밝히고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 절차

본 연구에서는 플립러닝을 지원하기 위하여 초등 알고리즘 학습을 위한 STEAM 기반 모바일 웹 앱 교수학습 자료를 개발하고 이를 초등학생에게 적용한 후, 문제 해결력에 미치는 효과를 알아보하고자 한다. 이를 위한 세부 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 초등 알고리즘 교육과 수업 모형에 관련된 기존 연구를 통해 학습 내용 선정 및 웹 앱 설계, 개발을 위한 지표로 삼는다.

둘째, 선정된 학습 내용을 바탕으로 STEAM 기반으로 통합하여 활동할 수 있는 소재를 추출하여 학습의 주제를 구체화한다.

셋째, 구체화된 학습 주제를 바탕으로 스토리보드를 작성하고 웹 앱 개발 절차에 따라 각각 콘텐츠를 제작하여 웹 앱을 개발한다.

넷째, 제작되어진 웹 앱을 활용하여 수업에 적용할 수 있도록 교수학습과정안을 작성하고 초등학생들을 대상으로 실제 수업에 적용한다.

다섯째, 기존의 교육방법과의 효과성 차이를 통계적으로 비교 및 검증해본다.

2. 이론적 배경

2.1 2015 개정 초등 교육과정과 알고리즘 교육

2015 개정 초등 교육과정 중 알고리즘 교육과 관련이 있는 부분을 살펴보면 5·6학년 실과 과목의 기술시스템 영역에서 ‘절차적 문제해결’의 내용 요소를 포함하고 있다[15]. (<Table 1> 참조)

<Table 1> Algorithm Education in the 2015 Revised National Curriculum

Items	Contents	Elements
Technology system	Communication technology makes people share information by producing and processing data through various methods and communication devices	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of software • <i>Procedural problem solving</i> • Elements and structure of programming

위에서 제시된 내용요소의 성취기준을 살펴보면 “[6실04-08] 절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다.”로 제시되어 있다[15]. 따라서 초등 소프트웨어 교육에 있어서 기초적인 프로그래밍 교육을 하기 전에 먼저 문제를 해결하는 과정을 절차적으로 사고할 수 있는 알고리즘 교육이 필요하게 된다.

2.2 융합 교육과 STEAM

알고리즘 교육이 학생들의 문제해결 능력을 증진시키기 위해서는 실생활 문제 혹은 융합 교육과 연관되어야 한다. 융합 교육을 위한 STEM이란 용어는 Yakman의 학위 논문에 처음으로 사용되었으며[24], 그 의미는 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 머리글자를 조합한 것으로서 STEAM은 기존의 STEM교육에 Arts 즉, 예술 분야를 추가한 것이다. 그러나 Arts 분야가 꼭 미술, 체육, 음악만을 의미하는 것은 아니다. 이미 다양한 학문적 분야에서 창조적인 측면에 예술분야가 중요한 역할을 하고 있으며 그 의미는 보다 큰 범위로서 언어학, 미술, 신체 예술, 조각 예술, 인문학 등을 포함한다. 따라서 과학, 기술, 공학, 수학교육에 예술 분야를 접목시킴으로써 학생들에게 이해, 흥미, 창의력 향상에 도움을 주는 융합 교육 방안이 STEAM교육이다.

김정아 외(2011)의 연구에서는 IT기반 STEAM 교육 프로그램을 개발하였다. 이를 통해 학생들이 공학적 문제해결에 실생활경험과 지식을 적용하여 과학과 수학에 흥미를 높이고, 문제해결력, 창의성, 협동학습능력, 과제 집중력 등의 신장을 기대하였다[7]. 권순범 외(2011)는 초등학생 대상 STEAM 기반 교육용 로봇활용 학습 프

로그램의 개발 연구에서 STEAM교육을 기반으로 한 융합학습 프로그램을 고안하였다. 개발된 자료는 학생들의 창의·인성을 자극하여 구체적 조작기에 있는 초등학생들에게 적절한 방안이 될 것이라고 기대하였다 [9]. 또한, 고영해 외(2013)의 연구에서는 차세대 전력망인 스마트 그리드와 STEAM교육의 연구 사례를 살펴보고 이를 토대로 초등학교 3-4학년을 위한 스마트 그리드 기반 IT주제의 STEAM 교육프로그램과 수업방안을 제시하였다[8]. 이처럼 STEAM과 IT를 융합한 교육에 관련된 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

2.3 알고리즘 교육과 문제해결 능력

정보과학은 STEAM과 같은 여러 영역에서 처리 대상이 되는 자료에 대해 알고리즘을 적용하여 유용한 정보를 생성하는 데 관련된 내용을 취급하는 학문이기 때문에 알고리즘은 정보 교육의 핵심적인 역할을 한다 [21]. 또한 Bell (2002) 역시 같은 맥락으로 알고리즘을 컴퓨터과학의 핵심이라고 하면서 알고리즘은 컴퓨터가 문제를 어떻게 해결하는가에 관한 것이라고 하였다[2].

이와 같은 학자들의 의견을 토대로 알고리즘을 일반화하여 정의해보면 알고리즘은 ‘문제를 해결하기 위한 일련의 과정, 방법, 전략, 절차’라고 할 수 있다. 즉, 어떤 문제를 해결하기 위해 프로그램 작성 시 사람이 하는 일을 컴퓨터에게 시키려고 하는 것은 단순한 일이 아니며, 복잡한 단계의 알고리즘을 미리 작성해 놓아야 원하는 결과를 얻을 수 있는 프로그램을 작성할 수 있다. 또한 알고리즘의 순서는 한 단계라도 생략되거나 순서가 바뀌면 결과는 원하는 대로 이루어질 수 없다. 이렇게 완성된 알고리즘을 프로그램으로 작성하는 것이 프로그래밍이며 따라서 프로그래밍 이전에 알고리즘이 정확하고 효율적으로 작성되어 있어야 한다.

오승아 (2000)는 알고리즘적 사고는 학생들에게 문제 해결을 위한 자신의 단계를 밝혀 보이게 함으로써 학생들로 하여금 자신의 사고를 조직하는 것과 조직의 중요성을 경험하게 도와주며 문제를 해결하는 데 있어 가장 기본적이며 핵심적인 내용과 절차에 집중하게 해준다고 설명하며 알고리즘 교육의 유용성을 주장하고 있다[18]. 또한, 박민규 외(2014)는 정보 교육 과정에 컴퓨팅 사고 (computational thinking)가 도입됨에 따라 초등학생의

컴퓨팅 사고능력 향상을 위하여 RME(Realistic Mathematical Education) 방법에 기반한 알고리즘 학습을 고안하였고, 이 수업이 초등학생의 문제해결력에 미치는 효과를 연구하였다. 이영호 외(2017)는 초중등 학생 대상 알고리즘 교육을 위해 알고리즘 분류 체계를 제안하였다 [12].

21세기 급변하는 사회에서 학습자는 일상 생활과 다양한 학문 분야에서 해결해야 할 많은 문제들에 부딪치게 된다. 그러므로 이를 일련의 사고 과정을 통해 적절히 해결하는 능력을 기르기 위해서는 문제를 해결하는데 가장 기본적이고 핵심적인 내용과 절차에 집중하게 해주는 알고리즘적 사고 향상이 필요하다.

2.4 플립러닝과 모바일 러닝

2.4.1 플립러닝(flipped learning)

플립러닝은 정보통신 기술의 발전과 관련이 깊은 자기주도적인 수업 방법이다. 정보통신 기술을 교육에 적용함으로써 학습자들은 수업 주제와 관련있는 풍부한 교육자료들을 ‘언제 어디서나’(anytime anywhere) 접근할 수 있게 되었다. 이제 플립러닝 방식의 교육은 수업 안과 수업 밖의 활동을 재배치하고, 지식전달 수업을 토론과 활동과 사고 중심 수업으로 바꾸며, 교사와 학생의 역할을 새롭게 규정하고 있다[20].

미국 콜로라도주 우드랜드파크 고교 교사들이었던 버그만과 샘스는 자신들의 수업을 동영상 강의로 촬영하고, 학생들로 하여금 이를 시청하고 오도록 한 후에 수업 중에는 이들 기초 개념을 활용하여 보다 심화된 활동을 하도록 하였다 이것이 최근 유행하는 플립러닝의 시초라고 보고된 사례다[3].

4차 산업 혁명의 물결이 다가오고 있는 지금의 현실에서는 초·중등 교육에서 일방적인(one-way) 지식전달식 강의도 중요하긴 하지만, 학습자들의 문제해결 능력을 증진시키기 위해서는 기본적인 지식 습득은 정보통신 기술의 도움을 받도록 하고, 수업 시간에는 습득한 지식을 바탕으로 하는 ‘활동과 토론과 사고 중심의 양방향(two-way) 교육’이 활발해질 필요가 있다.

2.4.2 모바일 러닝과 웹 앱

모바일(mobile) 러닝은 스마트폰 등 모바일 기기를 통해 언제 어디서나 자유롭게 인터넷에 접속해서 교육 받을 수 있게 하는 시스템이다. 모바일 인터넷 속도가 빨라지고 단말기 성능이 좋아지면서 다양한 분야에 대한 교육이 가능해졌으며, 특히 스마트폰의 확산으로 현재와 앞으로도 교육의 많은 분야에 커다란 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다[17].

모바일 웹 앱은 ‘웹(web)’과 ‘앱(app)’이 결합한 것으로 모바일 웹의 특징을 가지고 있으면서 동시에 네이티브(native) 앱의 특징도 갖고 있다는 뜻에서 만들어진 신조어이다. 모바일 웹 앱 역시 HTML, CSS, JavaScript, JSP, PHP, ASP, AST.NET 등 일반적인 웹 기술로 개발되고 모바일 브라우저에 의해 실행되지만 첫 페이지는 웹으로부터 폴 브라우징 받고, 그 이후부터는 AJAX통신으로 모든 것을 처리하는데, 화면 전환 시 애니메이션 효과, 사용자 터치 이벤트 처리, AJAX 통신, HTML5 로컬 저장소를 이용하여 네이티브 앱과 유사한 실행 환경과 사용자 경험을 제공한다[22].

3. 모바일 교수-학습 자료 개발 및 수업 설계

3.1 알고리즘 교육내용의 선정

임미경(2006)은 알고리즘이 프로그램을 개발할 때 가장 중요하고 것은 초등학생들에게 구체적인 알고리즘의 방법과 성능을 학습시키는 것이 아니라, 원하는 결과가 나오기까지의 과정을 사고해 볼 수 있는 기회를 주는 것이 중요하다고 하였다[13]. 또한 국내의 연구들은 알고리즘의 표현 도구로써 순서도에 대한 학습을 강조하고 있으며 학습자로 하여금 생활 속 알고리즘의 사례를 찾아 분석하고 개발할 수 있도록 하는 교육내용을 제안하고 있다[6][19].

이를 바탕으로 볼 때 초등학교 고학년 수준에서 적용 가능한 알고리즘 학습 내용은 알고리즘 전반에 대한 개념 이해 활동은 물론, 생활 속 사례를 통한 순서도에 대한 개념 학습, 의사코드를 활용한 간단한 생활 속 알고리즘의 개발 활동을 포함하여 구성하는 것이 바람직 할

것이다.

융합 가능한 알고리즘 학습주제로 ‘자동 청소로봇 설계하기’를 고안하였고 세부 학습 내용을 <Table 2>와 같이 선정하였다.

<Table 2> Schedule of the Robot Design Class

Hour	Topic	Contents
1	Understand-	Basic principles of the robot
2		ing
3	Algorithm design	Robot movement
4		Awareness of obstacles
5		Avoiding obstacles
6		Basic cleaning
7		Advanced cleaning
8	Presentation	Cleaning robots in the future

세분화한 알고리즘 학습내용과 관련된 STEAM 연계 교육과정을 제시하면 <Table 3>와 같다.

<Table 3> STEAM-Related Topics of the Robot Design Class

STEAM	Related topic in each subject	Robot class
Language	5 th year (6) Think deeply Expressing his/her idea and thought in self-assertive writing	Presentat-ion
Tech.	5 th year (3) Information devices and cyber space Taking pictures and videos by learning the functions of digital camera and using it with PC	Presentat-ion
Tech.	5 th year (6) Pleasant house Solving cleaning problems in our surrounding	Algorith-m design
Math	5 th year (7) Ratio and proportion Expressing ratio and proportion on fraction and decimal	Understa-n-ding
Arts	5 th year (10) Design and life Looking for beautiful and convenient designs in our surrounding and finding their effects to our life	Algorith-m design
Math	5 th year (8) Devising a solution Finding principles and implementing a solution to solve a problem	Algorith-m design
Science	5 th year (3) Velocity Understanding various movements and representing them on language	Algorith-m design
Tech.	6 th year (6) Electrics and Electronics Understanding various electrics and electronics in our surrounding	Algorith-m design

3.2 문제중심학습 수업 설계

한 가지 주제의 활동을 8차시의 분량으로 구성하면서 각 차시마다 알고리즘적 사고과정을 강조하고자 활동 구성 체계에 탐구과정을 반영하여 학습자의 탐구활동이 용이하도록 내용을 조직하였다.

본 연구에서는 문제해결형 학습(Problem-Based Learning) 모형을 토대로 알고리즘적 사고 과정을 강조하도록 수업 설계를 구체화하여 반영하였다. 모바일 웹 앱 교수·학습자료의 구성 체계를 STEAM 알고리즘 학습을 고려하여 <Table 4>와 같이 PBL 수업단계별 학습목표 및 학습내용으로 구체화하고 이를 토대로 모바일 자료를 개발하였다.

<Table 4> Steps of the Robot Design Class

Hour	Step	Objective	Contents
1	Understanding	Understand the concepts of robots and find the examples of robots in our surrounding	<ul style="list-style-type: none"> • Find the examples of robots in our surrounding • Express collected materials into organized means
2	Introduction	Introduce the concepts and features of algorithms	<ul style="list-style-type: none"> • Predict the effects of IT technology on our daily and future life • Find the meaning, needs, and examples of algorithm • Introduce the design problem of the cleaning robot
3	Basic Principles	Move a robot into desired direction by using basic commands	<ul style="list-style-type: none"> • Find the examples of the conversion of electrical energy into movement • Understand the relationship between movement and velocity • Use basic commands by using pseudocodes • Understand basic pseudocodes through activities

4		Avoid obstacles by using sensor signals and conditional (' I F ') statement	<ul style="list-style-type: none"> • Find various sensors around us and their functions • Understand the usage of conditional (IF) statement
5		Avoid obstacles by using sensor signals and iterational('W H I L E ') statement	<ul style="list-style-type: none"> • Find the needs of iteration around us • Understand the usage of iterational (WHILE) statement
6	Design a basic cleaning algorithm		<ul style="list-style-type: none"> • Find the way of room cleaning • Search for the cleaning method of corners • Design a basic cleaning algorithm
7	Design a advanced cleaning algorithm for an unknown room		<ul style="list-style-type: none"> • Design a robot based on a basic cleaning algorithm • Design an advanced cleaning algorithm in a complicated situation • Design an complex cleaning algorithm avoiding obstacles
8	Presentation	Design a future cleaning robot	<ul style="list-style-type: none"> • Present a future cleaning robot employing thinking algorithms such as A.I. • Write a statement explaining the 4th industrial revolution and the software-oriented society

3.3 모바일 웹 앱 콘텐츠 제작

3.3.1 초기화면 구성

모바일 웹 앱의 초기 화면의 구성은 제목과 로고, 학습안내, 학습순서 등으로 이루어진다. 제목은 학습의 가장 큰 주제를 명확하게 나타낼 수 있도록 핵심 어구인 '자동청소로봇 설계'로 명명하였다. STEAM 기반 학습 내용을 강조하기 위하여 STEAM 이미지를 로고로 삽

입하여 직관적으로 STEAM의 의미를 이해하고 융합적 사고를 하도록 유도하였다. 그리고 간략한 STEAM교육의 목적을 안내하여 STEAM의 중요성을 학습자들이 스스로 알 수 있도록 하였다.

본 웹 앱은 모바일 기기의 이점인 터치 방식과 드래그 방식을 이용하여 조작하도록 제작하였다. 모바일 기기에 적합한 폰트 크기와 모바일 기기의 일반적 화면 테마를 사용하여 익숙한 사용자 환경을 제시하였다. 한 화면의 크기가 작은 모바일 기기의 특성상 많은 내용을 한 페이지에 담을 수 없으므로 핵심적인 내용을 간략화하여 여러 페이지에 담도록 하였고, 각 페이지 이동시 역동적인 화면 전환 효과를 주어 모바일 기기 활용의 흥미를 높이도록 하였다. 초기화면 구성은 (Fig. 1)과 같다.



(Fig. 1) Starting Learning Materials

3.3.2 학습내용 화면 구성

학습 내용 화면은 매 차시 학습의 도입으로 페이지의 첫 부분에 학습 안내를 제시하고 차시별로 학습할 학습 목표를 제시한다. 해당 차시에서 탐구해야 할 항목들을 목록으로 제시하였다. 탐구항목 밑 부분에 STEAM과 관련된 학습할 수 있는 추가 자료를 제시하여 융합학습에 도움이 되도록 하였다. 자세한 학습 활동 내용은 하부 항목 명을 터치하면 페이지 전환 효과와 함께 해당 페이지로 이동하도록 설계하였다. 학습내용 화면의 구현된 모습은 (Fig. 2)와 같다.



(Fig. 2) Learning Contents

3.3.3 학습활동 화면 구성

학습 활동 화면에는 학습에 필요한 이해활동과 탐구 활동으로 분류하여 제시하였다. 매 학습 시 학습 한 내용을 기록할 수 있도록 제시하였고, 기록된 내용은 로컬 스토리지 기능을 이용하여 모바일 기기에 저장된다. 또 동시에 서버 데이터베이스에 전송하여 이를 통해 교사가 학습자의 학습활동 내용을 확인할 수 있고 즉각적인 피드백이 가능하도록 설계하였다.

의사코드를 이용한 알고리즘 학습 시 알고리즘을 해석하고 적용하는 그래픽 효과를 주기 위해 HTML5의 canvas를 이용하였다. canvas는 웹 그래픽 기술로 그동안 웹 언어만으로 할 수 없었던 다양한 그래픽 기능을 웹상에서 구현할 수 있도록 개발되었다. 플래시와 같이 외부 플러그인 기술에 의존해야 했던 그래픽 작업은 플래시 플러그인 지원 여부에 따라 그래픽 결과물의 확인 가능 여부가 결정된다. 이런 단점을 해결하기 위해 플러그인 없이 브라우저 안에서 그래픽 작업을 해결할 수 있도록 하는 기술이 canvas이다.

이러한 canvas의 그래픽 기술을 활용하여 학습자가 청소로봇의 다양한 알고리즘을 적용시켜보고 입력한 결과를 확인할 수 있도록 설계하였다. 예를 들어 학생들은 제시된 알고리즘을 해석하고 방향키 버튼을 이용하여 청소로봇을 이동한다. 바르게 청소로봇을 이동하면 바르게 이동했음을 나타내는 안내 메시지가 출력된다. 의사코드 해석을 잘 못하여 잘못 이동하였을 경우, 다시하기 버튼을 터치하여 로봇의 위치를 초기화 할 수 있도록 하였다.

STEAM학습의 내용은 탐구활동 밑 부분에 제시하였다. 각 차시별 관련된 STEAM관련 요소의 교과 내용을

제시하여 학습에 도움을 주고자 하였다. 학습활동 화면의 구현된 모습은 (Fig. 3)과 같다.



(Fig. 3) Learning Activities

4. 적용 연구

4.1 연구 대상 및 설계

본 연구에서는 인천에 소재한 M초등학교 5학년 A학급 51명과 B학급 48명의 두 개의 집단을 선정하였으며 A학급 51명은 모바일 웹 앱 교수·학습 자료를 활용한 플립러닝 수업을 하는 ‘실험집단’으로 B학급 48명은 활동지를 사용한 전통적인 강의식 수업을 하는 ‘통제집단’으로 선정하였다.

연구의 실험 설계에 관한 도식은 <Table 5>와 같으며 먼저 사전 검사(문제해결과정검사)를 통해 두 집단이 동질 집단임을 검사하고, 실험집단에는 모바일 자료를 활용한 플립러닝 알고리즘 수업을 처치하고 통제집단에는 활동지를 사용한 전통적 강의식 알고리즘 수업을 처치한 후, 사후 검사(문제해결과정검사)를 실시하여 두 집단 간의 차이를 알아보았다.

<Table 5> Design of the Experiment

Group	Prior Test	Treatment	Post Test
Experimental group	O ₁	X ₁	O ₃
Controlled group	O ₂	X ₂	O ₄

O₁, O₂ : Prior test (Problem solving process test)
 X₁ : Flipped learning class using our mobile materials
 X₂ : Traditional lecture class using activity materials
 O₃, O₄ : Post test (Problem solving process test)

4.2 문제해결과정 검사 도구

본 연구에 사용한 문제해결 과정 검사 도구는 우옥희 [23] 문제해결과정 검사지를 참고하여 사용하였다. 이 문제해결 과정 검사 도구는 Lee[10]가 개발한 Process Behavior Survey를 변안하여 활용한 우옥희의 “문제해결 과정 검사지”를 초등학교 5학년에 맞게 수정한 것이다. 이 검사지는 비구조화된 문제 3문항을 해결한 후 문제해결 과정 검사지의 문항에 표시하도록 되어있다. 문제해결 과정은 5단계(문제의 발견, 문제의 정의, 문제의 해결책 고안, 문제의 해결책 실행, 문제해결의 검토)로 분류되어 단계별로 5문항씩 전체 25문항으로 구성되었으며 각 문항은 Likert식 5점 척도로 측정하게 되어있다.

Lee의 연구에서 밝혀진 문제해결 과정 검사지의 신뢰도 계수(Cronbach’s α)는 .69이고 우옥희의 연구에서도 신뢰도 계수(Cronbach’s α)는 .89로 높게 나타났다. 본 연구의 문제해결과정 검사는 실험집단과 통제집단 전체를 대상으로 문제해결과정 사전검사를 실시한 결과 Cronbach’s α =.936으로 문제해결과정 검사의 신뢰도가 검증되었다.

4.3 연구 결과 및 논의

4.3.1 사전 검사

사전 검사는 실험 처치 이전에 연구대상을 실험집단과 통제집단으로 나누고 두 집단이 동질 집단인지를 확인하기 위해 실시하였다. 두 집단의 사전 문제해결과정 검사결과는 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Results of the Prior Test (p<.05)

Subarea	Group	Mean	Standard Deviation	t	p
Find a problem	Experimental group	17.16	2.774	.770	.443
	Controlled group	16.67	3.533		
Define a problem	Experimental group	17.14	3.286	1.514	.133
	Controlled group	16.10	3.502		
Design a solution	Experimental group	17.37	3.322	1.951	.054
	Controlled group	15.98	3.778		

Implement a solution	Experimental group	15.80	2.764	.604	.547
	Controlled group	15.44	3.261		
Evaluate a solution	Experimental group	16.75	3.352	1.155	.251
	Controlled group	15.92	3.780		
Total	Experimental group	84.22	12.700	1.505	.136
	Controlled group	80.10	14.464		

문제해결과정검사를 통해 두 집단 간의 차이를 살펴 보기 위해 독립표본 t-검정한 결과, 두 집단은 유의수준 .136 (p>.05)로 동질 집단임을 확인할 수 있었고, 두 집단은 문제해결과정 하위 다섯 요소와 전체 문제해결과정 모두에서 동질 집단임을 확인하였다.

4.3.2 사후 검사

실험 처치 후 모바일 웹 앱 활용 수업의 효과를 밝히기 위해 사후 검사로서 사전 검사와 동일한 문제해결과정검사지를 사용하였고, 독립표본 t-검정한 사후 검사 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Results of the Post Test (p<.05)

Subarea	Group	Mean	Standard Deviation	t	p
Find a problem	Experimental group	18.67	3.445	2.270	.025
	Controlled group	17.02	3.767		
Define a problem	Experimental group	17.49	3.728	1.425	.158
	Controlled group	16.52	3.025		
Design a solution	Experimental group	18.25	3.654	1.825	.071
	Controlled group	16.90	3.754		
Implement a solution	Experimental group	16.37	3.020	1.452	.150
	Controlled group	15.42	3.524		
Evaluate a solution	Experimental group	17.78	2.989	2.160	.033
	Controlled group	16.27	3.945		
Total	Experimental group	88.57	14.802	2.232	.028
	Controlled group	82.13	13.864		

문제해결과정검사 결과 전체적으로는 유의수준 .028 (p<.05) 로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 문제해결과정의 하위 영역에 대한 두 집단의 사후 검사 결과를 독립표본 t-검정한 결과 ‘문제발견’의 유의수준 .025 (p<.05), ‘문제 해결책 검토’의 유의수준 .033 (p<.05) 두 영역에서 유의미한 차이를 보이고 있으며, ‘문제 정의 영역’, ‘해결책 고안’, ‘해결책 실행’ 영역에서는 통계적으로 차이가 나타나지 않은 것을 볼 수 있으나 (p>.05), 실험집단의 평균 점수가 다소 높게 나타났음을 볼 수 있다.

4.3.3 실험집단의 사전·사후 검사

실험집단의 웹 앱 활용 수업 효과를 검증하기 위해 사전검사와 사후검사에 대한 대응표본 t-검정한 사전·사후 검사 결과는 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Results of the Prior-Post Test (p<.05)

Subarea	Group	Mean	Standard Deviation	t	p
Find a problem	Prior Test	17.16	2.774	-3.91	.000
	Post Test	18.67	3.445		
Define a problem	Prior Test	17.14	3.286	-.769	.446
	Post Test	17.49	3.728		
Design a solution	Prior Test	17.37	3.322	-1.78	.081
	Post Test	18.25	3.654		
Implement a solution	Prior Test	15.80	2.764	-1.22	.226
	Post Test	16.37	3.020		
Evaluate a solution	Prior Test	16.75	3.352	-2.17	.034
	Post Test	17.78	2.989		
Total	Prior Test	84.22	12.700	-2.48	.017
	Post Test	88.57	14.802		

검사 결과 전체적으로는 유의수준 .017 (p<.05) 로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 하위 영역에 결과로는 ‘문제발견’의 유의수준 .000 (p<.05), ‘문제 해결책 검토’의 유의수준 .034 (p<.05) 두 영역에서 유의미한 차이를 보이고 있으며, ‘문제 정의 영역’, ‘해결책 고안’, ‘해결책 실행’ 영역에서는 통계적으로 차이가 나타나지 않은

것을 볼 수 있으나 ($p > .05$), 실험집단의 사후 평균 점수가 높게 나타남을 관찰할 수 있었다.

5. 결론 및 제언

21세기는 IT융합 시대이다. 즉 급격히 발전하는 정보통신 기술의 보편화로 인하여 우리의 삶과 직업은 커다란 변화를 겪고 있으며 앞으로도 변화의 물결이 계속될 전망이다. 따라서 정보교육, 특히 소프트웨어 교육이 보편적으로 실행되어야만 하며 이는 2015년도에 개정된 초·중등 교육과정에도 반영되었다. 따라서 초등교육에서부터 체계적인 소프트웨어 교육이 이루어져야 한다. 또한 빠르게 변화하는 지식 정보화 사회에서 전통적인 강의식 교육은 학습자들에게 더 이상 흥미와 만족감을 제공하기 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 플립러닝 수업 모형을 토대로 STEAM 기반 알고리즘 학습을 모바일 기기로 제시하여 학습하도록 하는 수업을 진행함으로써 학습자의 문제해결과정의 차이를 알아보기 위한 목적으로 실시된 실험연구이다. 본 연구는 가설을 검증하기 위해 실험집단과 통제집단에 주 1회 총 8차시의 수업을 실시하였다. 그리고 문제해결과정 사전·사후 검사를 실시한 후 실험집단과 통제집단 간의 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t-검증을 실시하였으며, 실험집단의 수업효과를 검증하기 위해 사전·사후 검사에 대한 대응표본 t-검증을 실시하였다.

그 결과 모바일 기기를 활용한 실험집단이 전통적인 학습지를 활용한 통제집단에 비해 사후 검사 점수가 통계적으로 높은 점수를 보임으로써 실험집단 학생의 문제해결과정이 통제집단보다 향상된 것으로 나타났으며, 실험집단의 수업효과도 통계적으로 유의미하게 향상되었음을 알 수 있었다. 이는 학습 제재에 적합한 모바일 기기를 활용한 수업이 전통적인 수업에 비해 효과적인 교육방법이라는 것을 의미한다. 따라서 초등학교 학생들에게 문제해결 과정의 긍정적인 변화를 주기 위해서는 적극적으로 모바일 기기를 학습에 활용할 수 있도록 수업에 도입할 필요가 있다고 본다.

본 연구를 진행하면서 나온 결과 및 시사점들을 바탕으로 다음과 같은 후속 연구를 제언하고자 한다. 본 연

구에서는 모바일 기기를 플립러닝 학습에 도입하기 위해 HTML5의 기능을 이용하여 모바일 학습 콘텐츠를 개발하였고 개발된 학습콘텐츠의 내용은 소프트웨어 교육의 학습내용을 기반으로 하고 있다. 차후 연구에서는 다양한 다른 과목에서의 접근이 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] Ahn, H. (2009). The Meaning of Child-Participation in the Instruction: The Understanding as the Acquired Process of Integrated Knowledge. *The Journal of Korean Association of Learner-oriented Curriculum and Instruction*, 9(1), pp.93-110.
- [2] Bell, T., Witten L. H. & Fellows, M. (2002). Computer Science Unplugged. <http://csunplugged.org/>
- [3] Bergmann, J. & Sams, A. (2012). Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. *Teaching Theology & Religion*, 17(1), 82-83
- [4] Chae, K. (2013). The Development and Application of an Algorithm Teaching and Learning Material based on STEAM using the Mobile Web Application for Elementary School Students. Master's Thesis, Korea National Univ. of Education.
- [5] Choi, J. & Ju, I. (2007). Integration of Knowledge. Ium Publishing Co.
- [6] Choi, J. (2015). Puzzle-Based Algorithm Learning Model for Improving Computational Thinking for Informatics Gifted Students. Doctoral Dissertation, Korea National Univ. of Education.
- [7] Kim, J., Kim, B., Lee, J. & Kim, J. (2011). A Study of Teaching-Learning Methods for the IT-Based STEAM Education Model With Regards to Developing People of Interdisciplinary Abilities, *The Journal of Korea Society of Fisheries and Marine Sciences Education*, 23(3), 445-460.
- [8] Ko, Y. & Park, N. (2013). A Study of IT Centered Smart Grid's STEAM Curriculum and Class for 3rd and 4th Graders in Elementary School. *The*

- Journal of Korean Association of Information Education*, 17(2), 167-175.
- [9] Kwon, S., Nam, D. & Lee, T. (2011), Development of Educational Program for Elementary School Students using Educational Robot based on STEAM. The Proceedings of the Summer Korean Association of Information Education Conference, 221-224.
- [10] Lee, J. (1978). The Effects of Process Behaviors on Problem Solving Performance on Various Test. Doctoral Dissertation, University of Chicago.
- [11] Lee, Y. (2001), Integrated Curriculum, Hakji Publishing Co.
- [12] Lee, Y. & Koo, D. (2017) Classification System Model Design for Algorithm Education for Elementary and Secondary Students, *The Journal of Korean Association of Information Education*, 21(3), 297-307.
- [13] Lim, M. (2001). The Design and Implementation of a Web-Based Courseware for Learning the Linear Data Structure. Master's Thesis, Korea National Univ. of Education.
- [14] Ministry of Education (2010). The Report of Future Korea Opening Creative Human Resource and Advanced Science Technology.
- [15] Ministry of Education (2015). National Revised Curriculum (Elementary School).
- [16] Ministry of Education (2015). National Revised Curriculum (Middle School, Information Education).
- [17] Naver Knowledge Encyclopedia (2012), M Learning. <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=20864&mobile&cid=43659&categoryId=43659>
- [18] Oh, S. (2000). The Study of the Direction of Algorithm Instruction. Master's Thesis, Seoul National University.
- [19] Park, J., Lee, J. & Lee, T. (2006). A Study on Computer Education Curriculum in Middle School for Computer Science Education. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 9(2), 37-45
- [20] Park, Y. (2017). A Theoretical Exploration of Pedagogical Meaning of Flipped Learning from the Perspective of Dialogism. *The Journal of Korea Convergence Society*, 8(1), 173-179.
- [21] Rim, H. & Jun, S. (2006), Computer-Aided Education: An Instructional Method of Computer Algorithm Concept using Elementary Mathematics Problems. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 9(3), 109-119.
- [22] Shin, Y. (2012), Mobile Web App. Smart Media.
- [23] Woo, O. (2000). The Effects of a PBL (Problem-based Learning) on the Problem Solving Process of Students by Their Meta-Cognitive Levels. Master's Thesis, Korea National Univ. of Education.
- [24] Yakman, G. (2010). What is the Point of STEAM? - EA Brief Overview. http://www.steamedu.com/2006-2010_Short_WHAT_IS_STEAM.pdf.
- [25] Yang, Y., Park, B. & Lim, E. & Jeon, S. (2005). A Study on Factors Influencing the Intention to Use of m-Learning, *The Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 11(1), 147-165.

저자소개



채 경 전

2004 경인교육대학교(교육학학사)

2013 한국교원대학교 컴퓨터교육
과(교육학석사)

2017~ 현재 안성 서운초등학교 교사

관심분야: 소프트웨어 교육

E-Mail: chaekj@korea.kr



김 태 영

1985 한양대학교 산업공학과(이
학사)

1990 Texas A&M University 컴
퓨터과학과(석사)

1994 Texas A&M University 컴
퓨터과학과(박사)

1994~현재 한국교원대학교 컴퓨
터교육과 교수

관심분야: 컴퓨터교육, 데이터베
이스, 프로그래밍

E-Mail: tykim@knue.ac.kr