

로봇 활용 STEAM 교육에 참가한 초등학생들의 학습지속 요인분석

신승용[†]

요 약

본 연구는 로봇을 활용한 STEAM 수업에서 ‘도전과 기술의 조화’와 같은 플로우 요인이 학습자의 학습 지속 태도에 영향을 주는 과정을 TAM 모델을 적용해서 분석하고자 했다. 연구는 초등학교 6학년 2학기 과학교과의 ‘에너지와 도구’ 단원을 재구성했으며 모두 189명에게 적용하여 유효한 174명에 대한 설문만을 분석에 활용했다. 분석결과 학생들의 학습 몰입요인(도전과 기술의 조화 요인)은 학습의 유용성 보다는 학습의 용이성 요인에 영향을 더 주었고 이는 다시 학습의 가치성 요인을 통해서 최종적으로 학습의 지속의도에 영향을 준 것으로 파악되었다. 연구의 결과 파악된 시사점으로는 로봇을 STEAM 수업에서의 학습 지속의도는 학습자의 학습에 대한 적절한 적극적인 태도와 로봇에 대한 기본적인 소양이 기본적으로 필요하며, 이를 바탕으로 STEAM 수업에 로봇이 도움을 주며 학습의 결과에 영향을 줄 수 있다는 가치적 측면이 고려되어야 함을 알 수 있었다. 반면, 학습의 용이성 및 도전과 기술의 조화 요인은 각각 학습지속의도 및 학습의 가치성 요인에 직접적인 (+)의 영향을 주지 못했다. 다만 두 요인은 유효한 범위 안에서 각각의 종속변수에게 간접적인 영향을 주고 있는 것으로 나타나 이것에 대한 분석결과도 포함시켰다.

주제어 : STEAM, TAM, 로봇, 학습만족, 프로그래밍 교육, 과학교육

Factor Analysis of Elementary School Student's Learning Satisfaction after the Robot utilized STEAM Education

Seung-Young Shin[†]

ABSTRACT

This study aimed to analyze applying TAM model the process that flow factors such as 'harmony of challenge and technology' exert effects on learners' attitudes of keeping learning in STEAM class employing robots. For the study, the 'Energy and Tools' chapter of the science textbook for the 6th grade's second semester was re-arranged, and applied for 189 students, and among them, only the 174 usable data were used for the analysis. As a result of analysis, students' learning immersion factor(factor of harmony of challenge and technology) had deeper effects on the factor of ease of learning than usefulness of learning and this in turn, had an effect on their intention to keep learning ultimately through the factor of value of learning as the study found. As a result of research, it was found that for indications identified, in order to use robots in STEAM class, for the students' intention to keep learning, it's essential for learners to have proper and active attitudes towards learning and basic knowledge of robots, and aspects of values should be considered that based on this, robot can assist in learning and affect results of learning in STEAM class. On the other hand, the factors of ease of learning and the combination of the challenge and technology do not gives direct (+) effect on the intention to continue learning and the value for learning, respectively. However, each of the two factor has indirect influence on each of the dependent variable within the significant range, which is the reason the author includes the result of the analysis.

Keywords : STEAM, TAM, ROBOT, Learning Satisfaction, Science of Education

[†] 정 회 원: 마장초등학교 교사
논문접수: 2012년 05월 02일, 심사완료: 2012년 08월 16일, 게재확정: 2012년 08월 28일

1. 서 론

지난 2007년에 이루어진 국제교육성취도평가협회(IEA)가 주관하는 수학, 과학 성취도 추이변화 국제비교연구인 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study:TIMSS 2007)에 의하면, 수학과 학습에 대한 우리나라 학생들의 자신감은 참가한 50개 국 중에 43위, 과학과 학습에 대한 자신감은 27위, 한편 즐거움 항목에 관한 응답에서는 수학과는 43위, 과학과는 29위로 나타났다[1].

앞으로의 사회는 창의성과 기술혁신에 기반 한 과학기술 경쟁력이 바로 국가 경쟁력이라고 여겨지고 있으며, 국가 간에 무한경쟁시대에 돌입해 있는 현재 창의성과 과학기술 경쟁력의 확보는 매우 중요한 사안이라고 할 수 있다.

따라서 우리나라 학생들의 수학과나 과학과의 자신감이나 즐거움과 같은 정서적 측면에서의 태도가 이렇게 낮게 평가 된 것은 창의성과 더불어 높은 수준의 과학 기술력을 확보하고자 하는 우리에게는 극복해야 할 과제로 떠오르게 되었다.

이와 같은 흐름과 더불어 교육과학기술부에서도 STEAM 교육 정책 추진을 통해서 학생들의 과학기술에 대한 이해와 수학, 과학에 대한 흥미를 향상시키기 위해서 2011년부터 2015년까지 제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획을 수립하여 추진하고 있다[2].

특히, 교육과학기술부에서 발표된 2011년도 업무 보고 중 STEAM 교육 계획에 따르면 STEAM 교육의 활성화를 위해 창의적 융합인재 양성을 위한 초·중등 『STEAM』 교육 계획이 포함되어 있어서 앞으로 초·중등 교육과정에서 과학기술에 대한 흥미를 키워주는 STEAM 교육을 더욱 강화될 것으로 예상 된다[2].

STEAM(Science, Technology, Engineering, Art's & Mathematics)은 본래 STEM(Science, Technology, Engineering & Mathematics)에서

시작한 것인데, 여기에 예술(Art's)영역까지 통합의 필요성을 강조하면서 전인교육의 성격을 갖고 있는 STEAM 교육이 제시된 것이다[3].

한편, 최근에는 로봇이 갖는 학문적 통합구조가 STEAM 교육이 추구하는 통합교육의 측면과 일맥상통한다는 측면에서 로봇 교육이 수학과나 과학과의 학습에서 STEAM 교육을 실현하기 위한 우수한 학습의 장과 도구를 제공할 수 있다는 측면의 연구도 제기되고 있다[4].

로봇 교육에 대한 이러한 관점은 그간의 로봇 교육이 프로그램을 교육한다거나, 로봇 자체를 교육하는 것을 주된 목적으로 했다면, 목적 자체를 정규 교육과정 내 교과목 지도로 영역을 넓혔다고 볼 수 있을 것이다. 그러나 이마저도 관련연구가 부족한 실정이라고 할 수 있다.

이와 같이 STEAM 교육은 시도된 지 많은 기간이 지나지 않았기에 그 효과성과 관련한 연구가 부족하다고 볼 수 있으며, 특히 STEAM 교육의 틀에서 과학 및 수학과와의 수업을 한다는 측면에서 학생들의 학습 호기심이나, 흥미를 유발해서 학생들을 지속적으로 학습의 장면으로 이끌어 낼 수 있는가? 하는 관점에서는 보다 세밀한 연구가 필요하다고 하겠다.

본 연구는 우리나라의 교육현장에서 로봇을 적용한 STEAM 교육의 장면에서 학생들의 과목 호기심이나 흥미뿐만 아니라 지속적인 학습으로 이끌어 낼 수 있는가? 하는 점에 연구목적을 두고 이에 대한 답을 찾아보기로 한다.

2. 관련 연구 및 시사점

2.1 STEAM 교육

현재 전 세계는 미래사회에서의 국가 간 무한 경쟁시대의 주도권을 과학기술 영역과 창의적 문제 해결력을 지닌 인재 육성에 두고 있다고 생각 된다. 미국의 경우 국가 경쟁력 강화를 위해 수학, 과학, 기술 교육 강화를 목표로 STEM 교사 10만 육성, STEM 중점학교 1,000개 조성 및

NASA 중심으로 과학교육 표준이나 우주공학 교육과정을 제시하고 있으며, 영국에서도 과학과 혁신에 대한 틀을 마련하기 위해 2004-2014 계획을 수립하여 운영하면서 3억 5천만 파운드나 되는 예산을 투입하고 있다. 특히 STEMnet을 형성하여 기업과 기관 그리고 학교를 연계해 통합된 지원이 가능하도록 하고 있으며, 이로 인해서 학생들의 STEM 교과 선택 학생 수가 서서히 증가세도 돌아섰음을 보고하고 있다. 핀란드의 경우에도 수학, 과학 교육 강화를 위한 LUMA 프로젝트를 추진 중인데, 여기에 3천 4백만 유로를 투입했으며, 초등학교, 대학교, 산업체를 연계한 LUMA 센터를 설립해서 수학, 과학교육을 지원하기 위한 체계적이고 대대적인 지원을 하고 있다[5].

그렇다면 STEM이란 무엇인가? STEM은 미국 과학재단(National Science Foundation)에서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)을 통합하는 개념으로 지칭하는 용어이며, 이는 국가 경쟁력의 줄기 세포(STEAM Cell)의 의미를 담고 있기도 하다[6].

우리나라의 경우 바로 이 STEM 교육에 Art's를 포함한 STEAM 교육을 시행중이다. 이는 교육과학기술부에 의해서 계획된 2011년 업무보고로부터 시작하며, 학생들의 과학기술에 대한 이해와 수학, 과학에 대한 흥미를 향상시키기 위해서 2011년부터 2015년까지 제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획을 수립하여 추진하고 있다[2].

한편 최유현 등(2008)은 Renzulli의 심화학습 모형과 STEM 교육모형을 통합해서 초, 중등학교 발명영재교육 프로그램을 개발 적용한 결과 학생들은 STEM 교육에 대한 흥미는 나타냈지만, 교육내용에 대해서는 어려워했다고 발표한 바 있으며, 송정범(2010)의 경우 로봇교육을 위해 STEM 교육프로그램을 개발하여 적용한 결과 학생들의 흥미와 호기심과 같은 교과 태도 영역에서 유의미한 향상이 있었다는 결과를 제시한 바 있었다.

이들의 연구에서 나타나는 공통점은 발명 교육이나, 로봇을 교육하기 위해서 STEAM 교육을 적용했다는 측면이 있음을 알 수 있었다. 또한 학생들의 학습 흥미도 역시 유의미하게 상승했다는 결과를 제시하고 있기도 하다. 그러나 아직 이들의 연구 이외에는 과학이나 수학 교과와 같이 정

규 학교 교육과정 중 STEAM 교육을 적용해서 그 효과를 입증한 연구는 찾아보기 어려운 상태이며, 또한 학생들의 학습 흥미도가 단순히 상승했다는 데에서부터 좀 더 구체적으로 교육 내, 외적 혹은 학습자 개인적인 측면에서기인해서 상승한 것인가에 대한 구체적인 논의가 추가적으로 있어야 할 것으로 생각된다.

지금까지 STEAM 교육과 관련한 국·내외의 동향과 더불어서 STEAM 교육을 적용한 사례연구를 살펴본 결과 본 연구는 수학이나 과학과 같은 정규 교과에서 STEAM 교육을 적용한 사례를 중심으로 학습자의 학습 흥미도 혹은 더 나아가 학습 지속의도에 영향을 주는 요인들을 가정하고 검증해야 할 필요성을 얻을 수 있었다.

2.2 로봇 교육과 STEAM 교육의 관계

그동안 로봇 교육은 주로 프로그래밍 능력 향상과 같이 컴퓨터 과학교육을 목적으로 지도해왔거나[9, 10], 문제해결력 및 논리적 사고력[11, 12], 뿐만 아니라 학습 몰입이나 흥미향상과 같은 영역에 주로 관심을 갖고 이루어져 왔다고 볼 수 있다[13].

그러나 로봇을 STEM과 연관 지어 수행한 연구는 상대적으로 부족한 편인데, 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육을 실시하여 학생들의 학습 흥미와 호기심과 같은 교과 태도영역에서 의미 있는 향상이 있었다고 보고된 연구가 대표적이라고 할 수 있다[8].

한편, 2011년 한국교육학술정보연구원에서 제시한 로봇소양교육과정에서는 로봇이 학교에서 정규 교육 과정 내에서 교육을 목적으로 사용된다면, 그것은 도구의 형태로 다루어져야 한다는 측면에서 로봇이 STEAM 교육을 위한 좋은 도구가 될 수 있다고 로봇의 교육적 활용 가능성을 제시하기도 했다[4].

다음 <표 1>은 정규교육과정에서 STEAM 교육을 위해 로봇의 도구적 사용의 가능성을 염두에 두고 제시한 기본적인 로봇 소양을 초, 중학교 별로 제시한 내용이다. 본 연구에서는 STEAM 교육에서 사용하려는 도구로써 로봇 교육의 내용 요소는 다음<표 1>을 참고하기로 한다.

<표 1> 로봇 소양 교육과정 내용체계

	1단계 (초등1~2 학년)	2단계 (초등3~4 학년)	3단계 (초등5~6 학년)	4단계 (중등)
로봇의 기초	·로봇교구를 사용하는 바른 태도 ·로봇교구 관리방법	·로봇과 우리 몸의 비교 ·생활 속 로봇기술	·로봇과 컴퓨터 ·로봇과 미래 생활	·로봇의 역사와 분류 ·로봇기술과 윤리
로봇과 함께 하는 측정과 관찰	·부품을 이용한 측정활동	·센서를 이용한 조건 판단 ·조건에 대한 단순출력반응을 이용한 관찰활동	·센서를 이용한 측정 ·센서 값을 이용한 관찰활동	·센서 값의 처리 ·센서의 물리적 특성 탐구
로봇으로 만드는 운동과 표현	·기초적인 부품 다루기 ·조립도의 이해 ·회전운동	·출력장치 조작 ·회전운동의 변환	·두 개의 모터를 결합한 운동 ·각도를 지정하는 회전운동 ·힘의 크기와 방향 변환 원리 탐구	·세 개 이상의 모터를 결합한 운동 ·이동로봇의 운동 법칙 탐구
나만의 로봇 설계	·로봇의 형태 스케치	·로봇의 입출력 블록도 ·예제 프로그램의 이용	·로봇의 기능과 부품의 구성도 ·로봇 프로그래밍 첫걸음	·로봇 구조와 부품이 표시된 상세 설계도 ·순서도를 활용한 프로그래밍
종합활동	·회전운동을 이용한 창작	·조건에 대한 단순출력반응을 응용한 창작	·다양한 운동을 이용한 창작	·순서가 있는 복합운동을 이용한 창작
	·주제를 생각하며 로봇 만들어 공유하기	·로봇을 이용한 생활 속 문제해결	·문제 정의와 다양한 해결방법 탐색 ·미래 사회문제에 대처하는 로봇	·문제해결의 체계적 절차 및 적용 ·인류에 도움을 주는 로봇 기술의 가치탐구와 체험

출처: 조혜경 외(2011). 로봇 소양 교육과정 개발연구. 한국교육학술정보연구원 연구보고 KR 2011-5. pp 206.

위 <표 1>에서 제시된 소양교육과정의 내용들은 그 연구의 목적대로 해당학년의 학생들에게 요구되는 기본적인 소양에 해당되는 능력이 제시

된 것이라 본다면, 여기에서 제시된 능력을 기본으로 한 로봇 사용능력을 바탕으로 STEAM 학습을 수행해 볼 수 있을 것이다.

<표 1>의 초등학교 5~6학년 단계인 3단계에서는 ‘로봇의 기초’, ‘로봇과 함께하는 측정과 관찰’, ‘로봇으로 만드는 운동과 표현’ 등의 항목에서 각각 ‘센서’와 ‘모터(엑츄에이터)’ 그리고 프로그래밍에 대한 기본적인 내용이 제시되고 있다.

본 연구에서는 초등학교 6학년 2학기 과학과 3단원 ‘에너지와 도구’의 학습을 로봇을 활용한 STEAM 교육의 형태로 운영하기로 했다. 이는 해당단원이 운동과 에너지(물리) 영역을 다루고 있기 때문인데 운동과 에너지 영역은 Technology 혹은 Engineering 적 요소를 다루는데 있어서 우주와 지구, 물질, 생명 영역 보다는 상대적으로 쉽기 때문이다.

아래 <표 2>는 ‘에너지와 도구’ 단원의 내용 중 ‘경사면’을 주제로 한 학습 내용을 다시 세부 학습 목표로 나누어 각각의 내용을 STEAM의 요소와 관련지어 놓은 것이다.

<표 2> STEAM 교육요소의 교육과정 적용

차시 주제	세부 학습 목표	STEAM 요소
경사면을 활용해서 생활에 쓸모 있는 장치들 만들어 봅시다.	- 경사면의 원리를 이해하고 생활 속 적용 사례를 찾아낼 수 있다.	Science
	- 경사면을 사용하고자 하는 용도에 알맞게 구성해서 사용할 수 있다.	Technology
	- 서보모터의 회전 각도와 방향 전환을 지정해서 경사면을 이용할 수 있다.	Engineering
	- 무거운 짐이나, 휠체어를 사용할 때 경사면이 하는 역할을 알고 이로운 점을 UCC로 표현할 수 있다.	Art's
	- 서보모터의 움직임 각도의 변화에 따른 회전 운동의 차이를 이해한다.	Mathematics

위 <표 2>에서 나타나 있듯이, 본 연구에서는 초등학교 6학년 2학기 과학과 3단원 ‘에너지와 도구’ 7차시 경사면의 이로운 점 알기 차시를 STEAM의 교육요소와 연관 지어서 수업에 적용해 보았다. 이 차시에서는 학생들이 바퀴와 축을 활용한 로봇을 활용해서 짐을 옮기는 과정에서 로봇의 이동로에 높낮이 차이를 두어 경사면을 활용해서 이를 극복해 보도록 하는 프로젝트 수

업으로 진행했다.

아래 <표 3>은 현행 초등학교 6학년 2학기 과학과 교육과정 중 ‘에너지와 도구’ 단원의 각 차시 주제들 중에서 로봇을 활용한 STEAM 수업을 적용한 수업 주제를 선별한 것이다.

<표 3> 프로그래밍 교육 요소

차시	초등학교 6학년 2학기 과학과 3단원 에너지와 도구 주제 요소	로봇을 활용한 STEAM 교육 주제
1	도미노 놀이	○
2	에너지란/에너지의 종류	-
3	에너지의 종류가 바뀌는 예	-
4	에너지 절약법	-
5	지레의 이용	○
6	도르래의 이용	○
7	경사면의 이용	○
8	에너지와 도구	-
9	태양의 열에너지 이용	-

이들 각각의 주제는 다시 프로그래밍 교육요소와 관련지은 후에 차시별로 재구성하여 다음 <표 4>와 같이 적용했다.

<표 4> 프로그래밍 교육 요소

차시	교과 주제	프로그래밍 교육 내용
1~4	도미노 놀이	조건문, 반복문 서보모터, 적외선센서, 사운드 센서
5~6	지레의 이용	
7~8	도르래의 이용	
9~10	경사면의 이용	

2.3 학습 지속의도에 영향을 주는 요인 연구

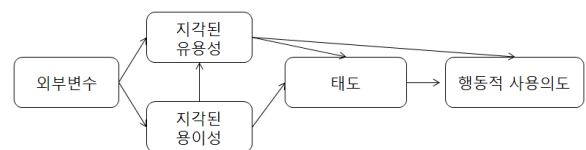
본 연구에서 최종적으로 검증하고자 하는 바는 학습지속의도와 그에 영향을 주는 요인들이다. 이러한 요인들은 기술수용모델(Technology Acceptance Model: 이하 TAM)에 근거해서 찾아보려고 한다[14].

TAM은 과거 1975년 Ajzen과 Fishbein이 제안한 합리적 행동이론(Theory of Reasoned Action: TRA)을 1989년 Davis가 발전시켜서 제안한 것이다[15]. TAM에서는 신기술이나 새로운 시스템을 사용하려는 사용자의 태도를 예측할 수 있는 변

수로 지각된 유용성, 지각된 용이성 이렇게 두 가지를 대표적으로 제시하고 있으며, 이후 많은 연구들이 TAM을 근거로 신기술이나 새로운 시스템 사용자의 사용의도를 예측하는데 이론적인 뒷받침을 해오고 있다. 특히 TAM을 근거로 교육활동에 참여한 학생들의 학습 참여의도에 대해서도 설명된 사례들이 꾸준히 제시되고 있다. 대표적으로 과정관리 시스템[16], 웹기반 협동학습시스템에서의 주관적 규범과 사회적 상호작용요인이 지속적 참여의도 연구[15], 성인학습자의 학습 참여지속의도[17]. 학습 지속의향에 대한 예측력 검증[18]. 등을 예로 들 수 있다.

한편, 이들 연구에서 사용된 학생들의 ‘학습 지속의도’ 라고 하면, 어떠한 특정한 요인에 의해 영향을 받아서 해당 학습을 선택하고 지속적으로 학습 하겠다는 개인의 태도를 의미한다. 연구결과마다 약간의 차이가 보이고 있기는 하지만, 일반적으로 학습자의 학습 지속의도에 영향을 주고 있다고 강력하게 지지되는 요인들은 유용성과, 용이성이라고 할 수 있다[14].

로봇을 학습하는 학생들의 참여 의사를 연구한 연구들을 살펴보면, 교사들을 대상으로 교수-학습 활동에 로봇활용 교육의 지속적 참여의사를 조사한 연구에서는 지각된 용이성, 유용성, 주관적 규범 및 교사의 혁신성과 같은 요인이 교사들의 로봇활용 교육의 지속적 참여 의도에 영향을 준다는 연구결과를 제시하였다[19]. 한편 컴퓨터와 같은 기술적인 조건도 지속적으로 사용하는 데에는 어떤 필요성 혹은 요인들이 작용하는지 알아본 연구에서는 인지된 유용성 및 용이성이 예비교사의 컴퓨터 사용 태도 결정에 영향을 준다는 연구결과를 제시한 바 있다[20]. 또한 로봇 프로그래밍 수업 참여자의 학습 지속의도에 영향을 주는 요인으로 지각된 유용성과 용이성 요인을 가장 대표적으로 제시한 연구도 있다[21].



<그림 2> 기술수용모델(Technology Acceptance Model : TAM, Davis et al. 1989)

2.4 지각된 용이성과 지각된 유용성의 관계

한편, 일반적으로 용이성은 유용성에 영향을 주게 된다고 받아들여지고 있는데[14], 이는 어떤 기술이 사용하기 쉬울수록 어떤 행동이나 태도를 취하는데 유용하다고 생각하기 때문이다. 특히 이러닝 환경을 학습자에게 최적화 하여 제공하기 위한 개념화 및 측정 지표 연구를 통해서 지각된 용이성에 의해 지각된 유용성 및 사용자의 사용의도가 영향 받는다고 주장한 연구[22], 교사들이 이러닝 관련 기술을 습득하는 과정을 밝혀내는 연구를 통해서 지각된 용이성이 지각된 유용성에 영향을 준다는 연구결과를 내놓음으로써 지각된 용이성이 지각된 유용성에 영향을 줄 수 있다는 TAM의 이론을 확인 할 수 있었다[23].

2.5 플로우와 지각된 용이성, 유용성과의 관계

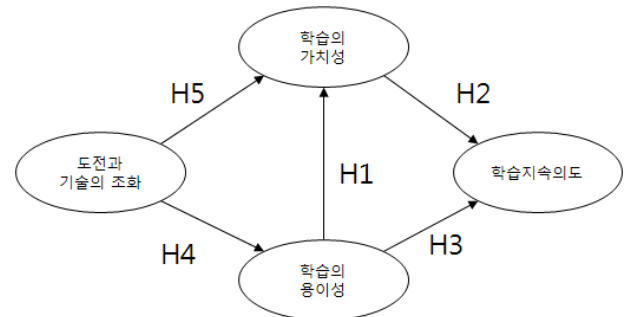
한편 플로우가 유용성 요인과 용이성 요인에 영향을 줄 수 있다는 연구결과는 이미 다양하게 제시되어왔다[14]. 특히 무선인터넷 사용자 들 중 플로우 경험을 느낄수록 기기의 사용이 용이했음을 밝혀낸 연구[24]와 사용자 편이성이나 용이성 등이 최적화된 인터넷서비스 사용자의 플로우 경험에 영향을 주었다는 연구[22] 등을 통해서 플로우가 지각된 용이성에 영향을 줄 수 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 플로우의 구성 요소들 중에서 ‘도전과 기술의 조화’ 요인만을 연구에 적용하기로 한다. 이는 일반적으로 플로우의 구성요소가 9가지[25]나 되는 것으로 알려져 있기 때문에 이들 모두를 연구에 사용할 수 없다고 판단했으며, 더우기 플로우의 연구들 가운데서도 사용자의 플로우 경험 요인들 중 ‘도전과 기술의 조화’ 요인이 가장 잘 측정되어 사용되고 있었다[26, 27, 28, 29].

3. 연구모형과 연구가설

3.1 연구모형의 설정

이상과 같은 논의를 바탕으로 본 연구는 플로우 경험이 기존의 TAM에 영향을 줄 수 있다고 보고 궁극적으로는 학습자의 ‘학습 지속의도’에 영향을 줄 수 있다고 가정하고 이를 실증적으로 분석해 보고자 한다. 이를 위해서 연구에서 적용하는 학습의 장면은 로봇을 적용한 STEAM교육 현장이며 학습자의 ‘학습 지속의도’에 영향을 주는 요인으로는 TAM에 근거해서 ‘학습의 가치성’ 요인과 ‘학습의 용이성’ 요인으로 설정했다. 여기서 ‘학습의 가치성’이란 TAM 모델의 ‘지각된 유용성’을 의미하며, 이는 일반적으로 유용성 자체가 가치성을 뜻하는 것으로 여기서는 STEAM 수업에 로봇을 활용하는 것이 가치가 있는가 하는 관점에서 로봇을 학습하는 것이 궁극적으로 가치가 있는가의 여부를 확인한다는 점에서 용어를 바꾸어 사용해 보았다.



<그림 3> 연구 모형

이상과 같은 관점을 바탕으로 위 <그림 3>과 같은 연구 모형을 제시하고 이를 바탕으로 검증해 보도록 하겠다.

3.2 연구가설의 설정

우선 앞의 연구모형에서 사용한 본 연구의 가설을 살펴보면 Davis(1986)가 제안한 TAM에 기초하여 STEAM 수업에서 로봇을 쉽게 사용할 수 있다면 로봇은 사용할 가치가 있다고 느끼게 되므로 ‘학습의 용이성’은 ‘학습의 가치성’에 영향을

준다고 볼 수 있으므로, 로봇이 수업에서 다루기 용이하고 또한 그만큼 가치가 있다는 것은 바로 학생들로 하여금 학습을 지속하도록 하는데 영향을 줄 수 있으므로 다음과 같은 가설을 세울 수 있다.

H1: 학습의 용이성은 학습의 가치성에(+)의 영향을 준다.

H2: 학습의 가치성은 학습지속의도에(+)의 영향을 준다.

H3: 학습의 용이성은 학습지속의도에(+)의 영향을 준다.

또한 플로우 경험은 일반적으로 학습 지속 의도에 영향을 줄 수 있다는 연구[22, 24]들을 근거로 플로우 경험 중에서도 가장 일반적으로 사용되며, 다양한 연구[26, 27, 28, 29]에서 측정된 ‘도전과 기술의 조화’ 요인을 사용해서 다음과 같은 가설을 세워 사용하기로 한다.

H4: 도전과 기술의 조화는 학습의 용이성에 (+)의 영향을 준다.

H5: 도전과 기술의 조화는 학습의 가치성에 (+)의 영향을 준다.

이상과 같이 선행 연구를 통한 요인별 인과관계와 이를 근거로 구성한 연구모형을 통해서 다음 <표 5>와 같은 연구 가설을 수립할 수 있었다.

<표 5> 연구 가설

가설	내용
H1	학습의 용이성은 학습의 가치성에 (+)의 영향을 준다.
H2	학습의 가치성은 학습지속의도에 (+)의 영향을 준다.
H3	학습의 용이성은 학습지속의도에 (+)의 영향을 준다.
H4	도전과 기술의 조화는 학습의 용이성에 (+)의 영향을 준다.
H5	도전과 기술의 조화는 학습의 가치성에 (+)의 영향을 준다.

4. 연구 방법 및 실증 분석

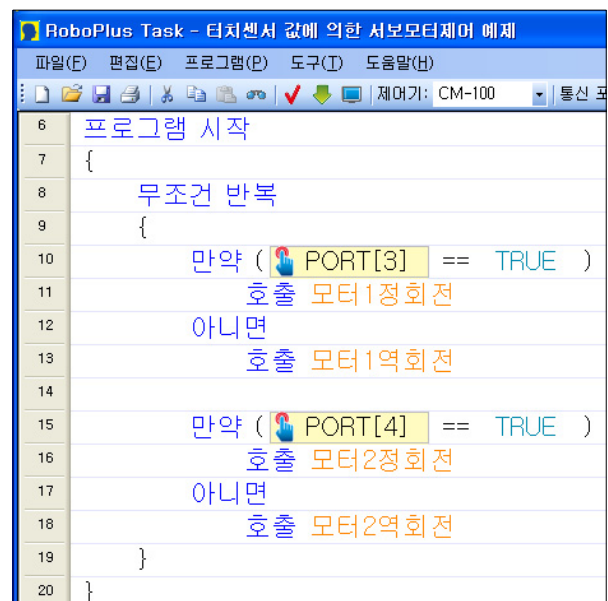
4.1 연구 방법

본 연구는 초등학교 6학년 189명 학생들을 대상으로 과학과 수업에서 로봇 교육을 포함한 STEAM 교육방식으로 수업 적용을 했다. 학습내용은 2학기 과학과 수업 중 에너지 단원을 로봇 교육을 포함한 STEAM 교육방법을 10차시 적용해서 재구성한 뒤, 이를 강의와 실습하는 방식으로 진행되었고, 교육과정이 모두 끝난 뒤 이들에 대한 5단계 리커드 척도로 구성된 설문을 제출받아 내용이 불성실하거나 결측값을 제거한 뒤 174명에 대한 설문을 AMOS 6.0 버전을 사용하여 구조방정식으로 분석하여 결과를 제시했다.

학생들이 사용한 프로그래밍 툴은 RoboPlus 버전 1.0으로 작성했으며 이 툴은 C 언어에서처럼 텍스트 기반으로 프로그래밍 하게 되어 있으나 주요한 명령어 및 함수가 한글화 되어 있어서 초등학교 학생들이 프로그래밍을 쉽게 이해할 수 있도록 돕고 있다.

아래 <그림 4>는 앞 2.2절을 중심으로 다루어지는 내용 중 기초적 프로그래밍 예제이다.

프로그래밍의 내용은 포트 3번과 4번에 연결되어 있는 터치센서 입력값이 ‘TRUE’면 서보모터 1, 2번을 각각 정회전 시키는 작업을 무한 반복시키는 내용을 표현하고 있다.



<그림 4> 로봇 프로그래밍 화면 캡처

4.2 실증 분석

이상과 같은 연구모형과 연구가설을 바탕으로 우선 연구모형의 적합성 평가를 시행했다.

Chi-square 값은 127.540, 자유도가 71이었으며, p 값은 0.000으로 나타났다.

분석 결과값들을 살펴보면 최소 회귀계수 값이 $8.001 \geq \pm 1.96$ 로 경로계수는 유의했으며, 최소 표준화 적재값 역시 0.663으로 나타나서 문제없는 것으로 나타났다.

또한, 아래 <표 6>에서와 같이 표준화 적재값, 개념 신뢰도, 분산 추출 지수값 모두 기준치 이상을 상회하고 있다.

<표 6> 개념 신뢰도와 분산 추출지수 값

	표준적재값	오차	신뢰도	분산추출지수
y1	0.663	0.144	0.934	0.827
y2	0.778	0.090		
y3	0.748	0.102		
x1	0.799	0.226	0.953	0.859
x2	0.813	0.197		
x3	0.850	0.157		
x4	0.875	0.143		
x5	0.863	0.152		
x6	0.862	0.148	0.931	0.818
x7	0.896	0.122		
x8	0.807	0.218		
x9	0.848	0.150	0.913	0.778
x10	0.784	0.237		
x11	0.824	0.186		

아래 <표 7>에서는 두 요인사이에서 구한 분산 추출지수가 각 요인의 상관계수의 제곱보다 크기 때문에 각각의 요인 사이에는 판별타당성이 확보되었다고 볼 수 있다.

<표 7> 상관계수와 분산추출지수 관계

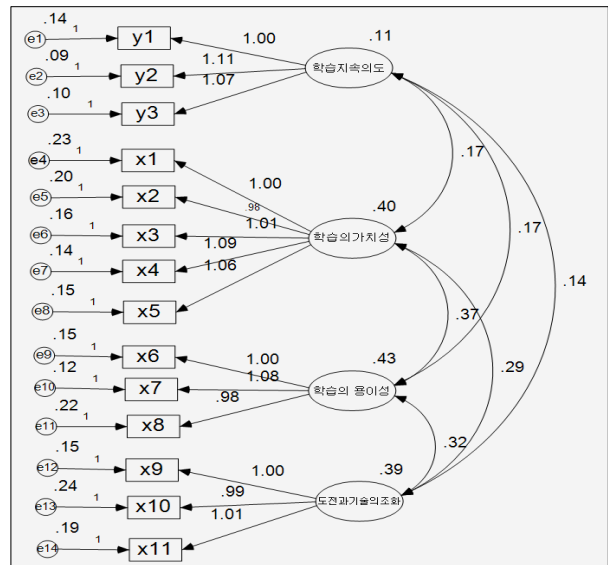
	학습 지속 의도	학습의 가치성	학습의 용이성	도전과 기술의 조화
학습지속의도	0.827*			
학습의 가치성	0.785	0.859*		
학습의 용이성	0.773	0.907	0.818*	
도전과 기술의 조화	0.681	0.736	0.784	0.778*

*' 는 분산추출지수

이 외에도 본 연구 모형의 적합도를 나타내 주는 CMIN /DF 값이 1.796, GFI는 0.903, AGFI 값은 0.857, RMR 은 0.021로 나타났으며, NFI 0.932로 나타났다. 여기서 AGFI 값의 경우에는 표준값에 약간 미치지 못하지만 분석된 지표들 대부분이 전반적으로 양호한 모델임을 보여주고 있었다.

전체적인 연구모형의 적합성 평가값은 다음 <그림 5>와 같다.

이상과 같은 연구모형 적합성 평가를 근거로 연구모형을 검증한 결과 Chi-square 값은 35.311, 자유도가 32이었으며, p 값은 0.231로 나타났다. 또한 GFI 0.963, RMR 0.016, AGFI 0.933, NFI 0.970 등으로 나타나 전체적으로 적합한 모형으로 분석되었다.



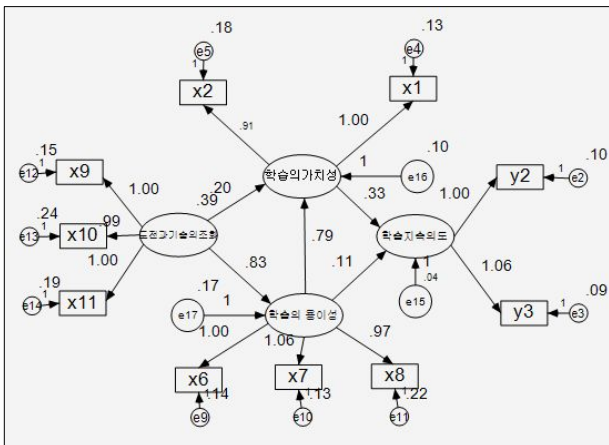
<그림 5> 연구모형의 적합성 평가 결과

다음 <표 8>은 연구모형의 회귀계수값을 정리한 내용이다. 표에서 알 수 있듯이 ‘도전과 기술의 조화’는 ‘학습의 가치성’ 요인에는 영향을 주지 못했고 ‘학습의 용이성’ 요인에 주는 영향력이 유의미한 정도로 있었음을 알 수 있었다. ‘학습의 용이성’ 요인이 ‘학습의 가치성’ 요인에 주는 영향 역시 유의미했다. 또한 ‘학습의 가치성’ 요인은 ‘학습 지속의도’에 유의미한 영향을 주고 있었지만, ‘학습의 용이성’ 요인이 ‘학습 지속의도’ 요인에게 주는 유의미한 영향을 주고 있지 못했음을 알 수 있었다.

<표 8> 회귀계수 값

	회귀 계수	표준 오차	임계값	P	비고
도전과 기술의 조화 -> 학습의가치성	0.197	0.118	1.664	0.096	기각
도전과 기술의 조화 -> 학습의 용이성	0.83	0.083	9.999	***	채택
학습의 용이성 -> 학습의가치성	0.789	0.118	6.708	***	채택
학습의가치성 -> 학습지속의도	0.328	0.113	2.907	0.004	채택
학습의 용이성 -> 학습지속의도	0.106	0.114	0.93	0.353	기각

이상과 같은 결과를 연구모형에 경로를 중심으로 나타내면 다음 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 연구모형의 분석 결과

이상과 같은 연구모형의 분석 결과 본 연구에서 설정한 가설의 채택 여부는 다음 <표 9>와 같다.

<표 9> 연구 가설의 검증 결과

가설	내용	결과
H1	학습의 용이성은 학습의 가치성에 (+)의 영향을 준다.	채택
H2	학습의 가치성은 학습지속의도에 (+)의 영향을 준다.	채택
H3	학습의 용이성은 학습지속의도에 (+)의 영향을 준다.	기각
H4	도전과 기술의 조화는 학습의 용이성에 (+)의 영향을 준다.	채택
H5	도전과 기술의 조화는 학습의 가치성에 (+)의 영향을 준다.	기각

<표 10> 연구모형의 인과효과 분해표

가설경로	직접효과	간접효과	인과효과	P
도전과 기술의 조화 -> 학습의가치성	0.197	0.654	0.851	0.010
도전과 기술의 조화 -> 학습의 용이성	0.830	-	0.83	-
학습의 용이성 -> 학습의가치성	0.789	-	0.789	-
학습의가치성 -> 학습지속의도	0.328	-	0.328	-
학습의 용이성 -> 학습지속의도	0.106	0.258	0.364	0.014

p<0.05

한편 연구모형을 중심으로 분석한 가설검증 이외에도 제시된 요인과 요인별 경로를 중심으로 직접효과, 간접효과를 살펴보면 앞의 <표 10>과 같다. 제시된 <표 10>을 중심으로 살펴보면 ‘도전과 기술의 조화’ 요인은 ‘학습의 가치성 요인’을 직, 간접적으로 영향을 주고 있었으며, ‘학습의 용이성’ 요인은 가설 검증에서 기각되어, 직접효과는 유의미하지 않지만, ‘학습의 가치성 요인’을 통한 간접 효과는 유의미하다는 것을 알 수 있었다.

<표 11> 연구에서 사용된 설문

항목	문항	비고
학습지속의도	나는 로봇을 이용한 STEAM 수업에 계속 참여할 것이다.	y2
	앞으로 기회가 된다면 로봇을 이용한 STEAM 수업에 계속 참가하고 싶다.	y3
학습의 유용성	로봇을 이용할 경우 학습내용이 더 쉽게 이해된다.	x1
	에너지와 힘 단원 같은 과학수업에서 로봇을 사용하면 학습결과가 더 좋다.	x2
학습의 용이성	로봇을 이용한 STEAM 수업은 쉽다.	x6
	로봇을 이용한 STEAM 수업은 쉽게 배울 수 있다.	x7
	로봇을 이용한 STEAM 수업에 나는 익숙하다.	x8
도전/기술의 조화	수업내용이 어렵기는 하지만, 내 실력으로 충분히 이해할 수 있다.	x9
	수업내용이 수준이 있기는 하지만 충분히 이해할 수 있다.	x10
	수업내용은 너무 어렵지도 않고 너무 쉽지도 않았다.	x11

한편 본 연구를 위해 사용한 설문문의 구성은 ‘학습지속의도’, ‘학습의 유용성’, ‘학습의 용이성’ 등 Davis 외(1989)의 연구에 기초하여 장정무 등(2004), Teo(2010) 등이 사용한 설문을 본 연구에 맞게 변형해서 사용했으며, 플로우와 관련해서 사용된 ‘도전과 기술의 조화’ 관련 설문은 Ghani 외(1994), Hoffman 외(1996) 등이 사용한 설문을 본 연구에 맞게 변형해서 사용하였다. 위 <표 11>은 본 연구에서 사용한 설문 내용이다.

5. 결 론

본 연구는 최근 강조되고 있는 STEAM 교육을 통해서 학생들의 수학이나 과학과의 흥미와 관심을 제고하고 이를 통해서 미래 우리 사회의 창의적 인재육성을 시도하고 있는 현재, 로봇을 적용한 과학수업의 장면을 제시하고 이를 통해서 학생들의 수업의 지속적 참여 의도에 영향을 줄 수 있는 요인들을 찾아보고 이들 사이의 인과관계에 주목하여 학생들이 학습에 지속적으로 흥미를 갖게 해 줄 수 있는 요인들에 대해서 알아보고자 했다.

이를 위해서 본 연구는 초등학교 6학년 과학과 내용 중 일부를 로봇 교육을 적용한 STEAM 교육 형식의 수업을 시행한 결과

첫째, 학습의 용이성이 학습의 가치성에 영향을 줄 수 있다는 연구가설이 채택되었고 이를 통해서 학생들은 STEAM 수업에서 로봇을 다루는 것이 쉽다고 여기는 학생들이일 수록 그만큼 로봇이 STEAM 과학수업에 참여 하는데 있어서 필요하다고 느낄 수 있도록 긍정적인 영향을 줄 수 있었다는 사실을 알 수 있었다.

둘째, 학습의 가치성이 학습 지속의도에 긍정적인 영향을 줄 수 있었다는 연구가설이 채택되었고 이는 곧, 로봇을 학습에 사용하는데 충분한 가치가 있다고 생각하는 학생 일수록 로봇을 사용한 STEAM 수업에 지속적 참여 의도에 영향을 줄 수 있었음을 보여주었다.

셋째, 학습의 용이성이 학습 지속의도에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 본 연구가설은 기각되었다. 이는 곧 학생들이 로봇을 다루기 쉽다고 해서 STEAM을 적용한 과학수업에 지속적으로 참여하

고자 하는 의도와는 별개의 것으로 생각하고 있었음을 알 수 있었다. 다만, “학습의 용이성->학습의 가치성->학습지속의도”로 이어지는 간접효과가 있었음을 살펴볼 수 있어서 학생들의 ‘학습지속의도’에는 단순히 ‘학습의가치성’ 측면이외에도 학습의 용이성 요인이 간접적으로 영향을 주고 있었음을 알 수 있었다.

넷째, 도전과 기술의 조화는 학습의 용이성에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 본 연구의 가설은 채택되었다. 로봇을 다루고 싶어하는 도전적인 태도와 더불어서 로봇을 다룰 수 있는 적절한 기능적인 측면의 능력을 조화롭게 지니고 있는 학습자들은 본 연구에서 사용한 로봇이 STEAM 과학수업에서 다루기 쉬웠고 그로 인해 수업에 도움을 받았다는 점에서 ‘학습의용이성’ 요인을 자연스럽게 만족시켜 줄 수 있었던 것으로 생각된다.

다섯째, 도전과 기술의 조화는 학습의 가치성에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 본 연구의 가설은 기각되었다. 그러나 ‘학습의 용이성’ 요인을 통한 간접효과는 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다.

이상과 같은 연구 결과를 전체적으로 살펴보면 학생들의 학습 몰입(도전과 기술의 조화 요인)은 학습의 유용성 보다는 학습의 용이성 요인에 영향을 더 주었고 이는 다시 학습의 가치성 요인을 통해서 최종적으로 학습의 지속의도에 영향을 준 것으로 파악되었다.

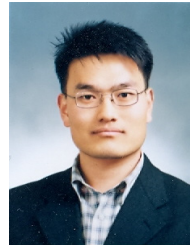
연구의 결과 파악된 시사점은 로봇을 STEAM 수업에서의 학습 지속의도는 학습자의 학습에 대한 적절한 적극적인 태도와 로봇에 대한 기본적인 소양이 기본적으로 필요하며, 이를 바탕으로 STEAM 수업에 로봇이 도움을 주며 학습의 결과에 영향을 줄 수 있다는 가치적 측면이 고려되어야 함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 한국교육과정평가원(2008), 수학, 과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구, TIMSS 2007 결과 보고서, KICE 연구리포트. 한국교육과정 평가원, 2008, 87-92.
- [2] 교육과학기술부(2010.12). 업무 보고 자료.

- [3] 김진수(2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색, **한국기술교육학회지**, 7(3), 1-29.
- [4] 조혜경 외(2011). 로봇 소양 교육과정 개발 연구. **한국교육학술정보연구원 연구보고 KR**, 2011-5, 206.
- [5] 한국과학창의재단(2012). STEAM 리더스쿨 및 교사연구회 발대식 자료집. **한국과학창의재단**, 8-9.
- [6] 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향, 11(4), 149-171, **학습자중심교과교육연구**.
- [7] 최유현, 문대영, 강경균, 이진우, 이주호(2008). STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용 효과. **한국기술교육학회지**, 8(2), 143-164,
- [8] 송정범, 이태욱(2011). 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과. **한국정보교육학회**, 15(1), 11-22.
- [9] 서형업(2007). 로봇 C 언어 교육프로그램이 창의력과 프로그래밍 능력향상에 미치는 효과. **대한공업교육학회지**, 34(1), 210-237.
- [10] William I. McWhorter, Brian c. O'Connor(2009). Do LEGO Mindstorms Motivate Students in CS1?.*SIGCSE'09*, March 3-7, Chattanooga, Tennessee, USA. ACM 438-442
- [11] 서영민, 이영준(2010). 초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과통합 로봇 프로그래밍 수업 모형. **컴퓨터교육학회논문지**, 13(1), 19-26.
- [12] Samuel Blanchard, Viktor Freiman, Nicole Lirrete-pitre(2010).Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: innovative *.Procedia Social and Behavioral Sciences* 2, 2851-2857.
- [13] 신승용, 유상미, 김미량(2009). 프로그램 교육 목적의 로봇게임 프로젝트 학습 구안에 관한 연구. **인터넷정보학회논문지**, 10(6), 159-171.
- [14] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical model. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- [15] 이동훈, 이상곤, 이지연(2008). 웹기반 협동학습 시스템에서의 주관적 규범과 사회적 상호작용이 지속적 사용의도에 미치는 영향. **한국IT서비스학회**, 7(4), 21-43.
- [16] Sivo. Stephen A., Cheng-Chang, Pan. (2005). Undergraduate Engineering and Psychology Student's Use of a Course Management System: A Factorial Invariance Study of User Characteristics and Attitudes. *Journal of Technology Studies*, 31(2), 94-103.
- [17] 현영섭(2011). 성인학습자의 e-learning 참여 결정요인이 학습지속의지의 초기값과 변화량에 미치는 영향: 모바일 영어 학습 프로그램을 대상으로. **한국교육**, 38(1), pp101~133.
- [18] 주영주, 정애경, 최혜리 (2012). 학습몰입, 학교몰입, 학교 지원의 만족도, 학습지속의향에 대한 예측력 검증. **전자공학회논문지**, 49(1), 30-38.
- [19] 김미량, 조혜경, 한정혜, 한광현(2009). 초등학교 교사의 로봇활용 교육프로그램 수용의도에 관한 영향요인 분석. **한국교원교육연구**, 26(1), 427-449.
- [20] Teo, Timothy(2010). A path analysis of pre-service teachers' attitudes to computer use: applying and extending the technology acceptance model in an educational context. *Interactive Learning Environments*, 18(1), 65-79.
- [21] 신승용, 김미량(2011). 로봇프로그래밍 학습 참여자의 학습의도 구조모형 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 14(2). 61-73.
- [22] Davis Robert., & Wong Don., (2007). Conceptualizing and Measuring the Optimal Experience of the e-Learning Environment. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 5(1), 97-126.
- [23] Yuen, Allan H. K., Ma, Will W. K. (2008). Exploring teacher acceptance of e-learning technology. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(3), 229-243.

- [24] 장정부, 김종욱, 김태웅 (2004). 무선인터넷서비스 수용의 영향요인 분석: 플로우 이론을 가미한 기술수용모델의 확장. **한국경영정보학회**, 14(3), pp, 93-120.
- [25] Csikszentmihaly, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- [26] Ghani, J. A., & Deshpande, S. P. (1994). Task characteristics and the experience of optimal flow in human-computer interaction. *The Journal of Psychology*, 128(4), 381-389.
- [27] Hoffman, D. L. & Novak, T. P.(1996). Marketing in hypermedia computer-mediated environments: conceptual foundations. *Journal of Marketing*. 60, 50-68.
- [28] Chen, H., Wigand, R. T., & Nilan, M. S., (1999). Optimal experience of Web activities. *Computers in Human Behavior*, 15, 585-608.
- [29] Shin Namin (2006). Online learner's 'flow' experience: an empirical study. *British Journal of Educational Technology*, 37(5), 750-720.



신 승 용

1995 인천교육대학교 초등교육 전공(학사)

2004 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)

2011 성균관대학교 교과교육학과 컴퓨터교육 전공 (교육학박사)

현재 마장초등학교 교사

관심분야: 로봇교육, 프로그래밍 교육

E-Mail: ssyer@hanmail.net