

Development of Convergence Education Program of the 'Life and Electricity · Electron' Unit in Practical Arts Textbook to Enhance Computational Thinking

Myung-Jung Kim*, Tae-Wuk Lee**

Abstract

In this paper, we propose a analysis of electric and electronic's unit in paratical arts and convergence education program to enhance computational thinking. In the current practical arts curriculum of Korean elementary school 6th graders, the 'information' related chapter is Chapter 3. However, educational contents mainly consist of making activities according to the specified manual such as electrical and electronic products, learning about robots, etc. It is very insufficient to develop the computational thinking required by the software-centered society. Therefore, we are to study development of convergence education program of the 'Life and Electricity-Electron' unit in practical arts textbook to enhance computational thinking.

▶ Keyword : Convergence Education Program, Practical Arts, Computational Thinking

1. Introduction

우리는 지식정보화시대를 지나 창조경제사회로 넘어가고 있다. 넷스케이프의 창업자인 마크 안드레센(Marc Andreessen)은 '소프트웨어가 세상을 집어삼키고 있다.(Why Software is Eating The World)'라는 기고문에서 산업의 패러다임이 소프트웨어로 옮겨짐에 따라 코딩이 새로운 '라틴어'로 부상할 것이라고 말하며 소프트웨어 중요성을 강조했다[1].

영국 교육부는 새 국가수준 교육과정(2014 National Curriculum)을 발표해 소프트웨어 교육을 강화하고 있다. 컴퓨팅(Computing)과목을 기초필수 과목인 영어, 수학, 과학과 함께 전 학년(1-11학년)의 필수 과목으로 확대하고, 3D프린팅 교육을 위한 디자인과 기술(Design and technology) 역시 5세부터 필수 과목으로 지정했다.

아일랜드 정부 통계에 따르면 2012년까지 '컴퓨팅'교육을 받은 대학 졸업생의 경우 52%의 취업률을 기록했고, '컴퓨팅'교육을 받은 대학원 졸업자의 경우에는 취업률이 72%에 달했다. 이는 30%대에 머무는 청년 취업률과 비교하면 매우 높은 수치를 보여준다[2]. 아일랜드 고등교육청(HEA)은 컴퓨팅 교육 이수자의 취업률이 높은 이유는 각 기업에서 소프트웨어 능

력이 우수한 인재요구가 늘어났기 때문이라고 말한다[2]. 이러한 요구들은 교육과정에 계속 반영되고 있다.

우리나라도 최근 미래창조과학부에서 소프트웨어 혁신전략을 발표하고[3] 초등학교에서는 프로그래밍(코딩)기본 교육을 실과에서 17시간 이상 가르치며 2018년부터 정보교과가 중학교 필수과목, 고등학교 일반선택과목으로 전환되었다.

이처럼 프로그래밍 교육 중요성이 높아지고 있지만 초등학교 실과 교육과정에서는 이런 교육을 내실있게 진행할 수 있는 여건이 마련되어 있지 않다. 실과 교육과정에서 프로그래밍 관련 교육은 '생활과 정보', '생활과 전기·전자'단원에서 다루고 있다. 내용을 살펴보면 '생활과 전기·전자'단원은 전기·전자 원리를 이해하여 간단한 제품을 만들고, 일상생활에서 사용되는 로봇을 탐구하고 체험하는 활동으로 구성되어 있다.

프로그래밍 교육은 다양한 문제를 해결하기 위해 '컴퓨터'를 기반으로 자료를 수집, 분석하고 문제해결과정을 찾는 생각, 즉 컴퓨팅사고력(Computational Thinking)을 키워주는 교육이다. 현재 초등학교 실과교육과정은 이러한 능력을 키워주기에 거리가 멀다. 따라서, 교과 중심 교육에서 벗어나 로봇을 활용한 프로그래밍 교육 중심으로 여러 교과를 융합해 지도하면 이러한

• First Author: Myung-Jung Kim, Corresponding Author: Tae-Wuk Lee

*Myung-Jung Kim (dongnami@naver.com), Dept. of Computer Education at Korea National University of Education

**Tae-Wuk Lee (twlee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education at Korea National University of Education

• Received: 2015. 12. 31, Revised: 2016. 01. 12, Accepted: 2016. 01. 26.

문제점을 극복할 수 있다. 이를 위해 교육과정 분석을 토대로 실과 ‘생활과 전기·전자’단원 융합교육 프로그램을 개발해 초등 학생의 컴퓨팅사고력을 향상시키고자 한다.

이 논문의 구성은 2장에서는 관련연구로 융합교육과 로봇관련 연구동향과 재구성 융합교육 및 연구 필요성을 기술한다. 3장에서는 실과교육과정을 분석하고 융합교육프로그램을 설계 제안한다. 마지막으로 4장에서는 결론으로 구성한다.

II. Preliminaries

1. Practical Arts(실과)

실과(기술·가정)는 노작체험을 비롯한 다양한 실천적 경험을 바탕으로 자신의 당면한 문제를 주도적으로 해결하고 일과 직업에 대한 건전한 가치관을 형성하여 진로 설계를 포괄하는 생애를 설계하는 진로 개발 능력, 실천적 자기 관리 능력 등의 역할을 기르는 핵심 교과로서 그 역할을 담당한다[4].

2. STEAM(융합교육)

융합교육이란 다양한 학문을 융합해 교육하는 통합적 교육 방법으로 Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics 다섯 과목 중 두 가지 이상의 과목 내용과 과정을 합치는 것을 뜻한다.

우리나라는 융합교육(STEM)에 예술(Arts)을 포함한 융합교육(STEAM)을 진행함으로써 학생들에게 수업과 관련된 창의적인 문제해결력을 높이고 딱딱한 수학, 공학, 과학 등의 분야에서 학생들에게 보다 높은 만족도와 참여를 이끌어 내는 것을 목표로 하고 있다.

STEAM 교육은 한국교육과학기술부에서 2011년에 ‘융합인재교육’으로 명명하였으며, 교육과학기술부는 이를 ‘과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학 기술 기반의 융합적 사고(STEAM literacy)와 문제해결력을 배양하는 교육’ 이라고 정의하였다.

3. Pico Cricket(피코크리켓)

IT Media Lab에서 개발된 제품으로 LEGO를 이용하여 학생들이 쉽게 프로그래밍을 익히고 실제로 구현해 볼 수 있도록 제작되었다. 제작사에서는 이것이 마인드스톰과 유사하지만, 보다 놀이적 요소가 풍부하고 상상력과 창의력을 자극하는 교육용 로봇이라고 소개하고 있다[5].

피코크리켓은 CPU 역할을 하는 피코크리켓, 프로그래밍을 한 파일을 전송해주는 빔머, 그리고 각종 센서부 및 작동부들로 이루어져 있다. 센서부에는 눈 역할을 하는 빛센서, 귀 역할을 하는 소리센서, 감각을 느끼는 터치센서, 저항센서가 있다. 작동부에는 여러 가지 빛을 내는 라이트센서, 문자를 표시하는 디스플레이, 동작을 하는 모터, 소리를 내는 사운드박스들이 있다[6].

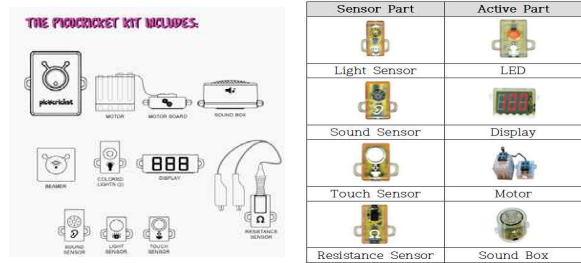


Fig. 1. Pico Cricket parts

피코크리켓은 초등학교생이 쉽게 프로그래밍 개념을 배울 수 있는 교육을 할 수 있으며, 다양한 상상력을 구현할 수 있는 레고블럭 형태로 구성되어 융합교육 프로그램을 지도할 수 있는 적절한 교구다.

Table 1. Pico Cricket programming related research

Researchers (p.y)	Research Contents
J.B.Song (2008)	The result of the research show that programming education using Pico-cricket had positive effect on the development of problem-solving ability.
J.Y.Lee (2009)	The result of the research show that programming education using Pico-cricket had positive effect on the development of problem-solving ability and enhance of interest.The Pico-Cricket is able to suggest life-centered and cooperative contents which girl student like.
S.B.Kwon (2011)	The result of the research show that STEAM learning program using Robot and suggestion real life problem situations.
Y.J.Jeon (2010)	The result of the research show that robot programming education had positive effect on elementary student creativity.
J.B.Song (2010)	The STEAM education using Pico-cricket is effective than textbook class. The result of the research show positive effect on achievement and attitude.
J.H.Hur (2010)	Convergence Study Program using Pico-Cricket is effective on 2009 curriculum creative activities.
J.B.Song (2009)	Develop a robot STEM education models and programs for convergence education.
J.H.Hur (2010)	A Study on convergence study program using Pico Cricket
J.H.Yoon (2010)	Analysis of Electric and Electronic's Unit in Practical Arts through International Comparison.

4. 선행연구 분석 및 연구 필요성

선행연구에서 로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력이나 흥미, 창의성에 의미있는 향상을 가져온다고 밝혔다[7]. 하지만 주로 교육과정을 분석하지 않고 주제 중심으로 프로젝트 학습을 하는 경우가 많았다. 예를 들어, 5학년 동서양의 수레바퀴 역사를 알아보자, 6학년 지진에도 무너지지 않은 구조물을 만들어 보자 같은 주제를 정해 학문융합 프로그램을 설계했다. 또한 [표-2]처럼 관련 과목만 제시하는 경우가 많았다[8].

또한, 실과교육과정을 전기·전자 영역에서 국제 비교 분석한 연구는 있다[9]. 하지만, 정보교과 중심으로 실과교육과정을 분석한 연구는 부족하다. 현 교육과정이 컴퓨팅 사고력을 길러주

기에 부족한 내용으로 편성되어 있으며 이를 극복하는 방향을 제시하는 연구도 부족한 실정이다. 따라서, 실과 교육과정에서 정보관련 교육과정을 분석하고 본 연구를 통해 새로운 대안을 세우고자 한다.

Table 2. Subject of Convergence Study Program

	Topic	Related Subjects
1	Make power transmission system	science, society, engineering, math, computer
2	Make touch stand	science, engineering, environment, math, computer

III. The Proposed Scheme

1. 2009 실과 교육과정 분석

초등학교는 정보교과가 따로 있지 않고 정보관련 내용이 실과교육과정 안에 들어가 있다. 6학년 실과 교육과정 중 정보관련 단원인 '생활과 전기·전자' 내용을 살펴보면 [표-3]와 같다.

주로 전기·전자 작동원리, 전자제품 만들기, 로봇 소개, 로봇 체험하기로 구성되어 있다. 컴퓨팅 사고력을 길러줄 수 있는 프로그래밍 교육은 다루고 있지 않다.

Table 3. 6th Grade Practical Arts the 'Life and Electricity-Electron' Unit Curriculum.

Section / Contents	
1. Use of Electricity & Electronics	
1	Learning electrical and electronic product types and principles
	*Learning use pattern of electrical and electronic products <Activity> Classifying electrical and electronic products
2	Learning electrical and electronic product's working principle
	*Learning working principle of electrical and electronic products
3 ~ 4	Learning electronic component shape and role
	*Learning electronic component shape and role <Activity> Learning role of LED, resistance, melody IC and transistor
5 ~ 6	Making and practicing simple electrical and electronic products
	<Select activity1> Make lightning electrical and electronic products <Select activity2> Make Electricity through electrical and electronic products
2. Understanding of robots	
7	Learning utilized robots in life
	*Research utilized robots in life <Activity> Planning new robot idea
8	Understanding working principle of robots
	*Learning robot's working principle and sensor <Activity> Research sensor in robot
9 ~ 12	Experience equipped robot with sensor
	<Select activity1> Experience car robot <Select activity1> Observe clean robot's moving
Organizing	

2. 융합교육 프로그램 설계

6학년 교육과정 분석을 바탕으로 주제와 관련된 교과를 통합해 프로그래밍 교육을 담은 '나는 미래 발명가' 융합교육 프로그램을 짰다.

가. 프로그램 설계 기본 방향

첫째, 6학년 교육과정 안에서 프로그램을 개발한다.

둘째, 프로그래밍 소양능력을 키우기 위한 프로그래밍 교육을 가운데 두고 프로그램을 개발한다.

셋째, 일상생활과 연계된 문제 상황을 주어 창의적 설계 및 문제해결능력을 키워주도록 학습 내용을 설계한다.

나. 융합교육 프로그램 설계 단계

현재 실과교육과정에서는 컴퓨팅사고력을 길러줄 수 있는 프로그래밍 교육이 교육과정 안에 충실히 반영되어 있지 않다. 또한 초등학생 특성상 통합교육이 주로 이루어지기 때문에 따로 과목을 만들어 지도하기도 쉽지 않다. 이러한 문제를 극복할 수 있는 대안으로 교육과정을 재구성해 프로그래밍 교육을 중심으로 융합교육 프로그램을 설계할 수 있다. 설계 단계는 다음 [표-4]과 같다.

Table 4. Convergence Education Program Design Phase

Ready	Will you use some teaching aids?
	-Select teaching aids for student -Consideration of school and classroom environment -Secure teaching aids for Convergence Education Program
↓	
Topic Selection	Will you design a program in any subject?
	-Select utilized topic in life -Easy and close topic -Collaboration topic
↓	
Curriculum Analysis	Where is course and contents related to the topic?
	-Extraction course and contents related to the topic -Integration and connect
↓	
Design	-Design convergence education program -Control class times and scheduling

다. 융합교육 프로그램 설계

교육과정을 분석해 프로그래밍 교육을 중심으로 융합교육 프로그램을 설계한 내용은 [표-5]와 같다.

Table 5. Convergence Education Program Design

Topic	I am a future Inventor!			
Objectives	1. Make learning environment to explore problems in everyday life. 2. Develop computational thinking to handle future society.			
Evidence	It is very insufficient to develop the computational thinking required by the software-centered society.			
Design	Korean	Course	Lesson	H
		◎ Lesson2. Presentation using reference		
		How to find presentation method using reference		2
		Make a plan presentation using reference		2
		Present using reference appropriate to contents and situation		2
		Make reference of topic and Present		2
		Total		8
		※ Project presentation is lesson's topic		
	Science	◎ Lesson2. Working of electricity		
		Learning electricity phenomenon		1
		Light up condition		1
		Brightness changes according to the connection method of battery		1
		Brightness changes according to the connection method of lightbulb		1
		Learning direction of electric current		1
		Total		5
		※ Convergence Education		
	Art	◎ Lesson2. Communication & Design		
		Learning design condition		1
		Design to improve the life		2
		Better design of consideration		2
		Appreciate design products		1
		Total		6
		※ Convergence Education		
		Practical Arts	*Future Society - Introduction of IOT - Past, present, future of Robot * Software importance and utilization scope in electrical and electronic products	
	*Introduction of Pico-Cricket - Learning of parts, how to connect etc		2	
	*Programming education(1) - Control statement (IF THEN, IF THEN ELSE) - Repeat statement (REPEAT) - Control sensor (Light, Sound) - Training		2	

		*Programming education(2) - Learning example - Mission: Make car moving light or sound	2
		*Programming education(3) - Presentation situation (You live in future society in 2030. After moving to a new home, you have to develop invention to help the living. You have to plan, making, coding, realization, and presentation to develop invention to help the living.)	2
		*Presentation project products -Working products. Presentation project products -Share merit -Select excellent work	4
		Total	14
Total times			33

라. 교수학습지도안

융합교육 프로그램 교수학습지도안 예시는 [표-6]와 같다.

Table 6. Convergence Education Program Lesson Plan

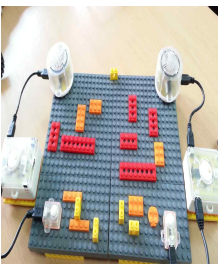
Grade	6 th grade(25)	Date	2015.O.O
Place	computer class	Time	1,2/12
Subject	Learning future lifestyle		
Object	1. You have to know future lifestyle. 2. You have to know type of robots.		
	Process	Activity	Material(-) Attention point(※)
Introduction	Motivation (5')	·Show the picture -What is this? ·Ask electronic products -Do you know electronic products in your house? ·Presentation learning object	·Picture ※Ask to stimulate the imagination.
		·Show the video - IOT - Future image? - What is the IOT? - Learning merits of IOT.	·Video ·PPT
development	Activity (20')	·Robot's world comes! -Is there any robots in our	·PPT

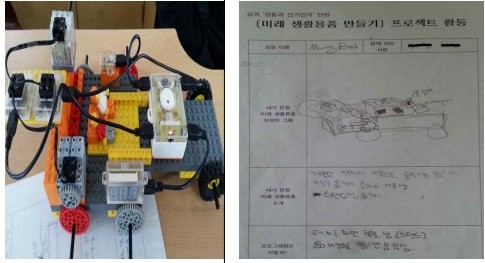
	(20')	house? ·Learning type of robots. -Intelligent Robots, Industrial robot -Clean, Act, Water, Culture, Medical, Rescue, Military Robots. -Learning concept of robot.	
Activity 3 (20')		·The software-centered society -What is the software-centered society? -Software and industry ·Programming education -Show coding education video. -Learning ·Introduce Pico cricket.	·PPT ·EBS Video ·picocricket
organization (5')		·Organize and tell contents of next class.	

마. 융합교육 프로그램 지도결과

융합교육 프로그램을 투입해 산출한 결과물 및 소감은 [표-7]과 같다.

Table 7. Project Outputs

Group	-A-	Name	Kim**, Kim**
Product's picture & Plan			
Explanation of product	<p>Sound Book for Visually Impaired : This is invention for visually impaired. Red and orange blocks are braille. If you pressed the button, you easily could read books through sound. ※ Coding - touch sensor, sound</p>		
Group	Moving bed	Name	Jung**, Ju**

Product's picture & Plan	
Explanation of product	<p>Moving bed : During the day, the bed moves by it self to livingroom. During the night, the bed moves by it self to bedroom. The bed have light touch stand. ※ Coding - Control statement (IF THEN), Touch sensor, LED, Control Motor</p>

바. 융합교육 프로그램 후 소감 및 만족도 조사

융합교육 프로그램을 투입한 후 소감 및 만족도 조사를 한 결과는 다음과 같다.

1) 학생들 소감

- 이**: 시작하는 날에는 설명하는 것 때문에 조금은 지루했지만 그래도 조금은 흥미로웠던 것 같고 미래에 나타날 일들에 대해 봤을때 정말 멋지고 재밌었어요!! 그리고 점점 기계(?)를 다루는 듯이 진화해가게 재미있었고 애들이 상상력도 볼 수 있어서 정말 재밌는 시간이었고 애들과 같이 한 작품을 만들면서 좋은 시간을 보냈습니다. 그리고 컴퓨터로 퍼즐 맞추는 것처럼 하는게 무지무지 재밌었고 그거 누르면 나는 소리가 제가 좋아하는 소리여서 만족했고 정말 정말 정말로 재밌었어요. 다음에는 좀 웅장한 걸 만들고 싶고 오늘은 마지막 1분 남았을때 망가진게 조금은 아쉬웠어도 다음에 할 기회가 생기면 꼭 더 멋지게 만들고 싶습니다.

- 정**: 피코크리켓 일단 선생님께 감사드리구요. 처음에는 어려웠고 그 다음에도 어려웠어요. 프로그램 짜는게 어려웠지만 쉽게 알려주셔서 잘 따라갈 수 있었어요. 또 자동차 만들기 할 때 비록 힘들었지만 그래도 옆에서 도와주는 애들이 있어서 재미있었어요. 나중에 이런 경험이 있을지는 모르겠지만 그때는 잘할 수 있을 것 같아요. 감사합니다.

2) 만족도 조사

가)조사기간: 2015.12

나)조사대상: 홍성H초등학교 6학년 25명

다)조사방법: 구글온라인설문

라)설문내용

①이번 프로젝트 활동이 재미있었습니까?

②이번 프로젝트 활동에 만족합니까?

③이번 프로젝트 활동이 앞으로 학습활동에 도움을 줄 것으로 생각합니까?

마)설문결과

-매우만족(A), 만족(B), 보통(C), 불만(D), 매우불만(F)

- ① 매우만족(12명,48%), 만족(7명,28%), 보통(5명,20%), 불만(1명,4%), 매우불만(0명,0%)

② 매우만족(14명,56%), 만족(9명,36%), 보통(2명,8%), 불만(0명,4%), 매우불만(0명,0%)

③ 매우만족(10명,40%), 만족(6명,24%), 보통(7명,28%), 불만(2명,8%), 매우불만(0명,0%)

-만족이상이 77%로 프로그램 투입후 만족한 결과를 얻었다.

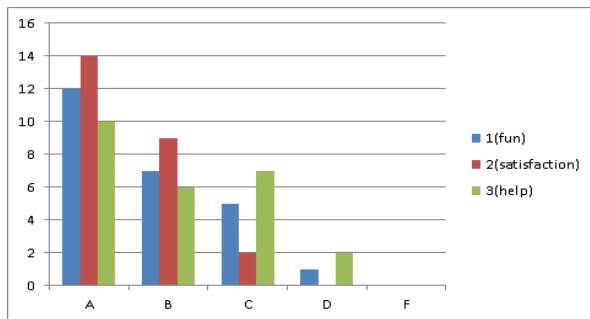


Fig. 2. Satisfaction Survey

IV. Conclusions

정보교과는 미래사회 필요한 컴퓨팅사고력을 길러주는데 그 목적을 두고 있다. 기초기본교육이 이루어지는 초등학교에서부터 내실있는 교육이 이루어져야 한다. 하지만, 현재 프로그래밍교육이 독립교과로 편성되어 있지 않고, 정보교육내용을 다루고 있는 실과교육과정에서도 프로그래밍교육을 잘 다루고 있지 못하다.

그렇다고 따로 시수를 확보해 프로그래밍 교육을 하기에는 다른 교과에 영향을 미쳐 쉽지 않다. 따라서, 이를 극복하기 위해서는 프로그래밍 교육을 중심으로 교육과정을 재구성해 융합교육 프로그램을 설계해 지도하는 것이 그 대안이 될 수 있다. 2009 개정교육과정에서도 국가 사회적 요구인 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학 교과 간 통합적 접근 교육을 실시해야 한다고 말한다.

따라서, '나는 미래 발명가'라는 주제를 중심으로 국어, 실과, 과학, 미술 교과를 재구성했다. 특히 미래 발명품을 구현하기 위해 초등학교생들도 쉽게 만들 수 있는 레고블럭 형태 피코크리켓을 활용하였고, 상상한 미래 생활용품을 직접 움직이게 할 수 있는 프로그래밍 교육을 융합교육 알맹이로 잡았다.

본 연구는 초등학교 교육과정을 재구성하고 그 결과를 토대로 융합교육 프로그램을 설계하는데 그 목표를 두고 있다. 이는 향후 초등학교 정보교육의 방향을 세우는데 도움을 줄 것이라 생

각한다. 더 나아가 본 연구를 통해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 융합교육 프로그램을 현장에 적용해 초등학교생들의 컴퓨팅사고력에 어떤 영향을 미치는지 검증해볼 필요가 있다.

둘째, 프로그래밍 교육을 중심으로 한 다양한 교과재구성사례가 개발되어야 한다. 이러한 사례를 바탕으로 여러 주제가 나와 의미있고 다양한 정보교육을 할 수 있게 될 것이다.

셋째, 본 연구에서 진행한 피코크리켓 이외에 다른 교구를 활용한 재구성 교육연구도 필요하다. 예를 들어 스크래치, 아두이노 등 다른 프로그래밍 도구를 사용한 융합교육 프로그램이 개발된다면 현장 정보교육에 큰 도움을 줄 것이다.

REFERENCE

- [1] J. H. Kim, "Job creation strategy through the software industry development", 2013.
- [2] 'University employment surge through computer education', scienctimes, 2014.
- [3] Ministry of Science, ICT and Future Planning, "Software Innovation Strategy", 2013.
- [4] Ministry of Education, Elementary School Practical Arts Teacher instructions 5-6, 2014.
- [5] JinYoung Lee, JeongBeom Song, KwangYeol Kim, SeungHey Paik, TaeWuk Lee, "The Effects of Robot Programming Learning using Pico Cricket on Problem Solving Ability and Interest", The Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol.14, No.2, pp.19, Feb. 2009.
- [6] JeongBeom Song, TaeWuk Lee, "The Effect of Programming Education Using Pico Cricket on Improving Problem Solving Ability", The Journal of Korean Practical Arts Education, Vol.14, No.4, pp.246, Dec. 2008.
- [7] YunJu Jeon, "Effects of Robot Programming Learning in Practical Arts Education on Elementary School Students' Creativity", Graduate School of Korea National University of Education, master's thesis, 2010.
- [8] Jungho Hur, Dongsoo Nam, Taewuk Lee, "A study of Convergence Study program Using Pico-Cricket", The Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol.18, No.2, pp.469, Jul. 2010.
- [9] Yunjee Hui, "Analysis of Electric and Electronic's Unit in Pratical Arts through International Comparison", Graduate School of Seoul National University of Education, master's thesis, 2010.

Authors



Myung jung Kim received the B.S. degree in science education from Gongju national university of education, Gongju, Korea in 2007. He joined the Graduate School of Computer Education

Department at Korea National University of Education in 2014. He is currently working towards his M.S. degree in Computer Education at Korea National University of Education. Her main research interests are Programming Learning and Robot education.



Tae Wuk Lee received the B.S. degree in Science Education from Seoul National University in 1978 and M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Computer Education from Florida

Institute of Technology, U.S.A. in 1982 and 1985, respectively. Dr. Lee is currently the Professor of the Department of Computer Education at Korea National University of Education, Korea since 1985. He is interested in Computer Science Education and Knowledge Engineerings.