

성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입수준과 문제해결력에 미치는 효과

송정범[†] · 백성혜^{††} · 이태욱^{†††}

요 약

이 연구에서는 성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입수준과 문제해결력에 미치는 효과를 검증하였다. 프로그래밍 학습 내용과 주제는 동기유발과 몰입수준 향상을 위한 설계원리를 고려하여 구성하였으며, 교수학습은 문제해결력 증진을 위한 창의적 문제해결 수업모형(CPS)을 토대로 구성하였다. 설계된 학습 내용을 중학교 2학년 30명을 대상으로 적용한 결과, 성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습은 몰입수준과 문제해결력 향상에서 남, 여학생 모두에게 효과가 있는 것으로 나타났다. 특히, 이 연구에서 설계한 성별 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습은 프로그래밍 학습 몰입수준의 남·여학생의 차이를 해소하는데 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

주제어 : 여학생 프로그래밍 교육, 로봇, 로봇 프로그래밍 학습, 몰입, 문제해결력

The Effect of Robot Programming Learning Considered Gender Differences on Female Middle School Student's Flow Level and Problem Solving Ability

JeongBeom Song[†] · SeoungHey Paik^{††} · TaeWuk Lee^{†††}

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the possibility of development of flow level and problem-solving ability by Using robots in the programming classes. For this purpose, a course has been developed which consists of (1) strategies to motivate students and to improve flow level (2) Creative Problem Solving (CPS) teaching model to improve their problem solving abilities. We experimented the course with 30 second-grade middle school students and we could observe that the robot programming learning considered gender differences helps improving their problem solving abilities and flow level. Specially, the group of the female student was greater improvement than the group of the male student on flow level.

Keywords : Female Student Programming Education, Robot, Robot Programming Learning, Flow, Problem Solving Ability

* 정회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
** 정회원: 한국교원대학교 화학교육과 교수
*** 정회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
논문접수: 2009년 1월 7일, 심사완료: 2009년 1월 14일

* 이 논문은 한국학술진흥재단 2008년도 WISE 사업(KRF-2008-WISE 014)에 의해 지원을 받아 연구되었음

1. 서 론

컴퓨터 분야에서 성별의 차이는 IT산업이 발달함과 동시에 갈수록 격차가 커지고 있다. 이는 IT 분야에 여성 인력의 부족 등의 사회적인 문제로 대두되고 있다. 국내외 대부분의 연구결과에 따르면 성별의 차이는 능력차이에 의해 발생하는 것이 아니라 성향과 태도의 차이라는 의견이 공통적이다[1][2][3]. 즉, 여학생들의 참여도 부족과 컴퓨터 분야에 대한 호감도의 차이로 보아야 한다는 것이다[4][5][6]. 물론 사람의 기본적인 성향과 태도는 비교적 어린 시기에 결정되지만 컴퓨터 교육과 관련된 성향이나 태도의 차이는 학교교육의 영향을 무시할 수 없다는 점에서 시사하는 바가 크다.

결국 학교교육에서 여학생들의 성향과 태도를 고려한 교수학습의 설계로 프로그래밍 학습의 성향이나 태도를 변화시킬 수 있다면 궁극적인 프로그래밍 학습의 성취도를 높일 수 있다 는 것을 알려준다.

한편 컴퓨터분야에서 프로그래밍 영역은 코딩 과정에서 문제분석력과 이해력을, 코드 분석 과정에서 논리적 사고력을, 오류 수정과정에서 반성적 사고력 등의 고등인지기술을 향상시킬 수 있다[7]. 그러므로 정보 과목의 목표인 창의적인 문제해결력과 논리적 사고력의 향상을 위한 핵심적인 영역이라고 볼 수 있다. 하지만, 프로그래밍 학습은 프로그램의 문법을 익히는데 시간과 노력이 많이 투입되는 등의 알고리즘적 사고력을 향상시키는데 불필요한 요소를 학습해야 하는 부가적인 요인 때문에 학습 동기와 흥미를 유지시키기 힘들다는 지적을 받고 있다[7][8][9]. 또한, 기존 로봇 교육의 경쟁적인 형태는 여러 연구에서 여학생들에게 부정적인 인식을 심어줄 수 있으며 로봇의 조립에 어려움을 겪는 여학생들은 쉽게 포기하는 사례를 지적하고 있다.

이는 프로그래밍 학습에서 프로그래밍 언어의 선택과 이를 구체적으로 조작할 수 있는 교구 로봇의 선택이 얼마나 중요한지를 시사한다.

한편, 학습에서 몰입은 내재적 동기 구인이며 사람들의 수행에 긍정적인 영향을 미친다고 연구

결과 많다. 실제로 일부 연구들에서 학습에서의 몰입은 학습자의 내재적 동기를 높이고, 성취도를 높일 수 있다는 것을 보고하기도 했다[22][24]. 그러므로, 프로그래밍 학습 상황에서 몰입을 경험한다면 학생들에게 수업 시간은 대단히 흥미롭고 즐거울 것이며 학습에 좀 더 능동적으로 참여할 동기를 제공할 것으로 예상 할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 여학생들의 성향과 선호도를 고려한 로봇인 피코 크리켓을 활용한 프로그래밍 학습이 여중학생들의 몰입 정도와 문제해결력에 미치는 효과를 알아봄으로써 프로그래밍 관련 학습에서 여중학생들의 몰입 수준을 올려 문제해결력을 높일 수 있는지 가능성을 짚어보자 하였다.

2. 연구 배경

2.1 기존 연구와의 비교

국내외 프로그래밍 교육 영역을 포함한 컴퓨터 과학 교육 영역에서 성별이 차이에 대한 연구를 살펴보면 주로 남학생들에 비해 여학생들의 프로그래밍을 포함한 컴퓨터과학 학습에서 동기와 성취도가 떨어진다는 보고가 많다[12][13]. 실제로 이좌택(2004)은 로봇 제어 프로그래밍 수업의 중 학생들의 논리적 사고의 발달에 효과를 검증하였다[14]. 이 연구에 의하면 로봇 제어 프로그래밍 학습은 중학생들의 논리적 사고 발달에 효과적임을 밝혀냈고, 남녀별로 논리적 사고의 발달에 미치는 영향이 차이가 있음을 보고했다. 이에 따르면 로봇 제어 프로그래밍 학습의 효과가 여학생들보다 남학생들이 비교적 높았음을 밝히고 있다. 이러한 문제점을 여학생들이 프로그래밍 학습과 관련 동기와 흥미, 태도에 있어서 남학생이 비해 낮기 때문이라고 보고 있다. 또한 이 연구에 의하면 로봇의 도입이 오히려 학습자의 인지적인 부담을 증가시킬 수 있다는 부분은 시사하는 바가 크다고 하겠다. 이은경 외(2007)의 연구에서도 성공적인 로봇 프로그래밍 학습을 위해서는 학습자의 인지 부담을 줄여줄 수 있는 교수·학습의 설계가 큰 비중을 차지한다고 한 점[15]도 역시 같은 맥락이다. 따라서 여학생들의 로봇 프로그래밍

학습에서는 인지적인 부담감을 줄일 수 있고 학습 동기를 신장시킬 수 있는 교수학습 설계의 필요성이 있다. 이러한 교수학습의 설계로 여학생들의 프로그래밍 관련 몰입 수준을 향상시킬 수 있다면 보다 효과적인 프로그래밍 학습이 될 수 있다. 한편 이은경 외(2008)은 로봇 프로그래밍 학습의 내재적 동기를 설명하는 몰입 수준에 대한 효과에 대한 연구에서 로봇 프로그래밍 학습은 프로그래밍 경험이 적은 초보 학습자의 몰입 수준을 올리는 데 긍정적인 효과가 있음을 보고했다[8]. 하지만 연구 대상이 대학생이며 남,녀 성별 차이를 비교한 연구가 아니기 때문에 여중학생들의 프로그래밍 몰입 수준을 설명하기 어렵다.

따라서, 이 연구에서는 IT분야 성별 격차 해소를 위해 필요한 여학생들의 프로그래밍 몰입 수준 향상 방안 관련 실험적인 연구를 수행하고자 하였다.

2.2 몰입

몰입의 개념은 Csikszentmihalyi가 플로우(flow) 개념을 주장하면서 시작되었다. 몰입(flow)이란 현재의 경험에 능동적으로 참여함으로써 스스로 즐거움을 느끼고 있는 상태를 의미한다[16]. Csikszentmihalyi는 몰입의 구성요소를 몰입이 촉진되는 조건과 몰입 상태에서 경험하는 현상으로 구분하여 설명하고 있다. 몰입상태가 촉진되는 조건은 ‘명확한 목표’, ‘구체적인 피드백’, ‘도전과 능력의 조화’의 3가지로 요소로 구성된다. 또한, 몰입상태에서 경험하는 현상으로 ‘행위와 의식의 통합’, ‘과제에 대한 집중’, ‘통제감’, ‘자의식의 상실’, ‘시간감각의 왜곡’, ‘자기목적적 경험’의 6가지 요소를 제시하였다[17].

이상으로 살펴본바와 같이 몰입은 여러 가지 하위 구성요소를 포함하여 어떠한 활동에 총체적으로 완전히 빠져있는 상태를 말한다. 따라서, 프로그래밍 활동에 학습자가 완전히 빠져든 몰입 상태로 학습 활동을 한다면, 학습에 집중한 만큼 학습 결과에도 영향을 미칠 것으로 보고 있다 [18][19]. 결국 프로그래밍 교육의 궁극적인 목적인 고차원적인 사고능력의 향상을 기대하기 위해서는 학습자들의 활동 관련 몰입수준을 극대화하

기 위한 전략이 필요하다.

2.3 로봇 프로그래밍 학습의 교육적 효과

로봇은 현실성, 흥미 유발성, 관련성, 발달 단계성, 활동성 면에서 우수한 교육 프로그램이며[20] 공학적으로 여러 가지 기술이 관련되므로 통합적인 기술교육이 가능하며 초등학교 단계에서 기술의 기초적 자각과 인식 측면에서 가치가 있다. 그 효과를 살펴보면 다음과 같다[21].

첫째, 로봇은 통합적인 기초 기술이 가능하게 할 것이다.

둘째, 문제해결 과정에서 로봇교육 프로그램은 창의력, 문제해결력, 의사결정능력, 의사소통능력, 비판적 사고력 등의 고등사고 능력을 기르는데 의미 있는 주제가 될 수 있다.

위와 같이 로봇의 교육적 활용은 지적, 정의적, 심동적 영역에서 기술과 세계를 인식하는 유의미하고 흥미 있는 교육활동으로 자리 잡을 것이다.

국내 컴퓨터교육에서 컴퓨터과학의 측면이 강화가 되면서 알고리즘과 프로그래밍교육 차원에서 로봇의 활용이 점차 증가하고 있는 실정이다. 로봇은 학생들의 알고리즘과 프로그래밍교육을 구체화할 수 있는 도구로서 인정을 받고 있다. 따라서 국내외 연구에서도 로봇을 활용한 프로그래밍 학습에 관련된 연구가 많이 이루어져 있으며 제시하고 있는 교육 효과를 살펴보면 다음과 같다[22][20][8][14].

첫째, 로봇의 활용은 문제해결과정에서 학습자의 몰입을 증진시키며 더 나아가 인지능력의 발달에 도움이 된다.

둘째, 추상적이라고 인식되는 프로그래밍 학습을 보다 구체적이며 실험적으로 확인할 수 있는 학습으로 바뀔 수 있다.

셋째, 프로그래밍 경험이 없는 학생들에게도 설계-코딩-실행-재설계의 과정이 매우 빠르게 진행될 수 있다.

넷째, 통합적인 사고를 바탕으로 한 현실세계의 맥락을 중요함을 생각하게 된다.

다섯째, 새로운 첨단 과학 기술의 개념과 원리를 이해하고, 관심을 촉진시킬 수 있다.

여섯째, 로봇을 제어하는 과정에서 부딪히게 되

는 문제들에 대한 해결의지를 고취시키고, 해결에 대한 만족감을 높일 수 있다.

3. 연구설계

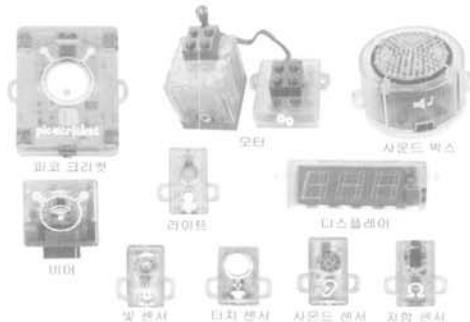
3.1 교수·학습 교구의 선택

국내에서 개발되어 교육에 활용되는 로봇의 종류에는 KAIST와 산학협동으로 개발한 '카이로봇', 지능교육로봇연구회에서 만든 '로보로보', 주니어로봇교육연구소의 지원을 받아 벤처기업에서 만든 'MI로봇', 하늘아이에서 만든 교육용 로봇키트인 '아이로보(I-ROBO)' 등이 있다.

국외에서 개발되어 교육에 활용되는 로봇의 종류에는 레고사에서 만든 '마인드스톰', 캐나다 토론토에 기반을 둔 벤처 기업인 Playful Invention Company에서 만든 '피코크리켓' 등이 있다.

다양한 로봇 중에서 교구로서 활용될 로봇 선택의 기준은 블록 조립형이고, 프로그램으로 동작을 제어할 수 있어야 하며, 비교적 가격이 싸야 한다[23]. 국내에서 개발된 로봇은 가격이 비교적 싸고 프로그램으로 동작을 제어할 수 있지만 블록 조립형이라 제한된 교수학습 시간 내에 완성하기가 쉽지 않아 교수학습 교구로서 선택하지 않았다. 레고사에서 만든 마인드스톰은 블록조립형이어서 조립이 간단하고 프로그램으로 동작을 제어할 수 있지만 가격이 너무 비싸 제외하였다.

이 연구에서 선택한 로봇은 토론토에 기반을 둔 벤처 기업인 Playful Invention Company에서 만든 '피코 크리켓'이다. 피코 크리켓(Pico Cricket: 이하 피코)은 블록 조립형이어서 조립이 간단하고 프로그램으로 동작을 가능하며 가격이 비교적 적당하다.



<그림 1> 피코 크리켓 구성요소

3.2 교수·학습설계의 원리

학생들의 로봇 프로그래밍 학습의 몰입수준과 문제해결력 증진을 위한 교육 프로그램 개발에 사용되는 구체적인 교수 학습 설계의 원리는 다음과 같다.

첫째, 전체적인 학습의 흐름은 상상, 설계, 제작, 놀이, 공유, 개선을 통해 새로운 상상으로 환류 [24][25]될 수 있도록 학습 설계를 한다.



<그림 2> 이 연구의 로봇 프로그래밍 학습 흐름
둘째, 성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습을 전개하기 위해 교수 학습 설계의 원리는 협력을 통한 학습(learning through collaboration), 놀이를 통한 학습(learning through play), 설계를 통한 학습(learning through design) 환경 구성을 원칙으로 한다.

셋째, 내적 동기 유발을 위한 교수 학습 전략으로 Csikszentmihalyi(2000)가 제시한 몰입의 9가지 구성요소[26]와 Bos(2001)의 오가닉 피드백(Organic Feedback)과 오가닉 스캐폴딩(Organic

Scaffolding)[27] 구현을 위한 교수 학습 전략을 구성한다.

또한, 교수학습 모형의 선택은 기존 교수·학습 모형을 검토하여 문제해결력 신장에 효과적인 창의적 문제해결 수업모형을 선정하였다. 창의적 문제해결 수업모형은 확산적 사고와 수렴적 사고를 균형 있게 사용되는 것을 강조하는 수업모형으로 창의성과 문제해결력을 증진시키기 위해 여러 교과에서 활용되고 있다[28].

다음 <표 1>은 Isaksen과 Treffinger가 제시한 창의적 문제해결 교수·학습 모형 6단계를 정리한 것이다.

<표 1> 창의적 문제해결 교수·학습 모형

혼란 발견	확산 : 문제 해결의 기회 찾기 수렴 : 문제 해결을 위한 광범위하고 일반적인 목표 설정하기
자료 발견	확산 : 다양한 관점으로 문제를 보고, 상세한 세부 사항 검토하기 수렴 : 문제 해결을 위한 가장 중요한 자료 결정하기
문제 발견	확산 : 여러 방법으로 문제를 진술해 보기 수렴 : 진술한 것들 중 특정한 것을 고르기(도전해야 할 것을 진술)
아이디어 발견	확산 : 다채롭고 특이한 생각하기 수렴 : 가장 그렇듯하고 흥미 있는 생각 찾기
해결안 발견	확산 : 가장 가능성 있는 아이디어에 대한 평가 준거를 만들고, 대안을 정교화하기 수렴 : 가능성 있는 아이디어를 준거에 따라 선택, 촉진, 지원하기
수용안 발견	확산 : 아이디어 실행에 있어 지지/저항을 할 만한 것을 찾아보고, 실천을 위한 계획 짜기 수렴 : 구체적인 실천 계획 짜기

3.3 교수학습 내용의 설계

2005년 12월에 개정된 초·중등학교 정보통신 기술교육운영지침안[29]의 내용과 2007년 개정된 중학교 교육과정의 정보 과목의 "문제해결방법과 절차" 영역 부분[30]에서 프로그래밍 관련 내용을 기초로 8차시의 학습 내용을 선정하여 다음 <표 2>와 같이 나타내었다. 또한, 여학생들이 선호하는 '춤추는 인형' 주제와 남학생들이 선호하는 주제인 '소리 감지 자동차'를 혼합하여 내용을 구성하였다. 또한 되도록 실생활과 관련된 로봇을 제작함으로써 좀 더 현실감 있는 학습이 될 수 있도록 구성하였다.

<표 2> 내용 선정

차시	주제
1차시	피코 크리켓 부품 설명과 피코 블록 인터페이스 소개
2차시	빛 센서, 사운드 센서, 터치 센서, 자항 센서 활용
3차시	라이트, 모터, 디스플레이, 사운드 백스 활용 전자제품 만들기
4-5차시	-변수의 사용, 반복문(repeat문, forever문), 조건문(waituntil문, if-then문, if-then-else문)
6-9차시	모터 활용한 춤추는 인형 만들기(여학생) 박수 소리를 듣고 움직이는 자동차 만들기(남학생)

다음 <표 3>은 본 연구에서 전개한 4-5차시에서 해당되는 수업 지도안으로 실생활 문제에 해당되는 전자제품의 모형을 제작하면서 조건문과 반복문을 학습하는 내용을 창의적 문제해결 수업 모형에 적용하였다.

<표 3> 프로그래밍 교수학습 과정안

단계	교수·학습
혼란 발견	<ul style="list-style-type: none"> ○빛과 관련된 전자제품에는 무엇이 있을까요?[확산] - 어디위지면 켜지는 가로등, 전등 등이 있습니다. ○발표된 내용을 크게 분류하면 어떻게 나누어 봅시다.[수렴] - 빛을 발생하는 것과 빛에 반응하는 것으로 나눌 수 있습니다.
문제 발견	<ul style="list-style-type: none"> ○어두워지면 켜지는 가로등에는 무슨 원리로 켜질까요?[확산] - 빛 센서가 들어있어 빛의 양에 따라 켜지거나 끄집니다. ○그런 전자 제품은 어떤 기능을 가져야 할까요?[확산] - 빛에 잘 반응하여 작동되도록 합니다. ○전자제품을 만들 때 고려해야 할 사항을 생각해 봅시다.[수렴] - 기능에 맞게 디자인 하여 제품을 만들어야 합니다.
자료 발견	<ul style="list-style-type: none"> ○빛과 관련하여 만들고 싶은 전자제품은 무엇입니다.[확산] - 밖의 밤기에 따라 전구의 밝기가 변하는 전등, 해가 뜨면 울리는 알람시계를 만들고 싶습니다. ○빛을 감지하면 소리가 나는 알고리즘을 생각해 봅시다.[확산] - 원하는 횟수만큼 소리가 나는 알고리즘을 생각하여 봅시다.[확산] ○계속해서 소리가 나는 알고리즘을 생각하여 봅시다.[확산] ○발표한 내용을 바탕으로 효율적인 알고리즘을 선택하여 코딩하여 봅시다.[수렴]
해결안 발견	<ul style="list-style-type: none"> ○코딩하면서 발생한 문제점을 발표해볼까요?[확산] - 자신이 원하는 빛의 양이 있을 때 작동되지 않습니다. ○자신이 원하는 빛의 양이 있을 때 작동되는 친구의 제품을 찾아 발생된 문제점을 해결해 봅시다.[수렴]
수용안 발견	<ul style="list-style-type: none"> ○전자제품을 제작할 때 발생된 문제점은 무엇입니다.[확산] - 디자인만 고려해 작동이 잘 되지 않거나 기능만을 고려하여 예쁘지가 않았습니다. ○전자제품을 만들 때 고려할 사항을 발표해 봅시다.[수렴] - 디자인과 기능을 고려하여 만들어야 합니다.

4. 연구방법

4.1 연구대상

이 연구는 한국교원대학교 WISE 충북지역 센터에서 운영하는 프로젝트에 참여하여 충북 청주시 상당구에 위치한 ○○중학교 2학년의 남자 15명, 여자 15명, 총 30명을 대상으로 구성되었다. 기간은 2008년 9월 27일, 10월 11일, 10월 25일, 11월 8일 등 4일간에 걸쳐 하루 2차시 수업을 진행하여 총 8차시의 분량의 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 수업을 진행하였다.

4.2 연구설계

이 연구의 목적은 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습이 학습 몰입과 문제해결력에 어떠한 영향이 있는지를 알아보는 것이다. 또한 남녀 성별간 차이가 유의미한지 확인하기 위해 단일집단 사전, 사후 검사 설계 방법을 적용하였다.

G1	O1	X1	O2
----	----	----	----

G1 : 실험집단(남자-15명, 여자-15명)

O1 : 사전 검사(문제해결력, 몰입수준 검사)

X1 : 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습

O2 : 사후 검사(문제해결력, 몰입수준 검사)

4.3 연구 도구

4.3.1 몰입수준 검사 도구

본 연구에서는 Csikszentmihalyi 몰입의 9가지 요소를 기반으로 석임복, 강이철이 국내 실정에 맞게 개발한 검사지[17]를 사용하였다. 이 검사도구는 예비검사와 본검사를 통하여 타당성을 검증하였다. 본 연구의 검사지의 확인적 요인분석 결과, GFI, AGFI, CFI, RMSEA 등의 적합도 지수가 권장수용수준보다 높게 산출되어 측정모델의 적합성이 확인되었으며, 신뢰도는 .94로 나타났다. 문항 수는 총 35문항으로 5점 평정 척도로 측정하였다.

<표 4> 몰입수준 검사지 문항 구성

하위 요인	문항수
도전과 능력의 조화	4
행동과 의식의 통합	5
명확한 목표	2
구체적인 피드백	5
과제에 대한 집중	3
통제감	2
자의식의 상실	5
시간감각의 왜곡	3
자기목적적 경험	6
계	35

4.3.2 문제해결력 검사도구

프로그래밍 학습의 성취도를 평가하는 검사에는 창의성 검사, 논리적 사고력 검사, 문제해결력 검사 등이 있는데, 이 연구에서는 학생들의 문제 해결력의 향상 정도를 측정하고자 2003년 OECD가 실시한 학업성취도 국제비교조사(PISA)의 문제해결(Problem Solving)영역의 공개문항[31] 중 문제 해결의 유형, 문제 상황, 학문 영역, 문제해결과정, 추론 기술에 따른 비율을 고려하고 연구의 목적에 맞게 수정·보완하여 12문항을 선정하였다. 선정된 문항은 컴퓨터 전공 중등 교사(전문가 집단)의 타당도를 검증받았고, Pilot Test를 통해 신뢰도를 분석한 결과 Cronbach $\alpha=.734$ 이었다. 문항별 채점은 정답의 경우 10점, 오답의 경우 0점을 부여하였으며, PISA에서 제시한 채점기준에 따라 부분점수 5점을 부여하였으며, 구체적인 문항의 특성은 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 문제해결력 측정 문항

번호	주제	문제 유형	문제 상황	형태
1	영화 보러 가기	의사결정	일과 여가	선택형
2	영화 보러 가기	의사결정	일과 여가	선택형
3	휴가	의사결정	일과 여가	폐쇄형 서술형
4	휴가	의사결정	일과 여가	폐쇄형 서술형
5	환승 체계	의사결정	개인 생활	개방형 서술형
6	도서관 관리체계	시스템 분석과 설계	학교 생활	폐쇄형 서술형
7	도서관 관리체계	시스템 분석과 설계	학교 생활	개방형 서술형
8	수에 의한 디자인	시스템 분석과 설계	개인 생활	선택형
9	수에 의한 디자인	시스템 분석과 설계	개인 생활	선택형

10	관개	문제점해결	지역사회	개방형 서술형
11	관개	문제점해결	지역사회	선택형
12	냉동고	문제점해결	개인생활	선택형

5. 연구 결과

이 연구는 성별 차이를 고려한 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습이 몰입 수준에 미치는 효과에 대한 검증을 알아보고자 하였다. 또한 남녀의 사전검사와 사후검사의 차이 검증을 통해 성별에 따른 차이가 있는지를 확인하였다.

5.1 몰입수준 사전-사후 차이 검증

실험집단에 몰입 수준의 사전 검사를 실시한 결과 전체 평균이 114.33점, 사후검사를 실시한 결과 전체 평균이 124.7점으로 많은 향상이 있었음을 확인할 수 있고 이것은 통계적으로 유의미한 차이임을 알 수 있었다.($p<.05$) 또한, 성별에 따라 남학생의 몰입 수준의 사전검사를 실시한 결과 평균이 121.87점, 사후검사를 실시한 결과 평균이 127.13점으로 점수가 향상되었으나, 이것은 통계적으로 유의미한 차이는 아니었다.($p<.05$) 여학생의 경우 사전검사를 실시한 결과 평균이 108.8점, 사후검사를 실시한 결과 평균이 122.27점으로 점수가 향상되었으며 이것도 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다.($p<.05$)

몰입 수준을 실험집단에 사전검사와 사후검사를 실시한 결과 평균 점수의 향상은 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 또한, 남학생과 여학생을 구분하여 분석한 사전검사와 사후검사의 평균 점수의 향상에 있어서 두 집단 공통적으로 향상되었으며 여학생은 통계적으로 유의미하게 나타났다. 따라서 피코 크리켓을 활용한 로봇 프로그래밍 학습이 몰입 수준 향상에 도움이 된 것으로 해석할 수 있다.

<표 6> 몰입수준 사전-사후 차이 검증 결과

구분	검사	N	M	SD	t	df	p
전체	사전	30	114.33	16.85	-2.718	58	.009
	사후	30	124.7	12.35			
남	사전	15	121.87	15.05	-.95	28	.35
	사후	15	127.13	15.32			
여	사전	15	106.8	15.50	-3.41	21.372	.003
	사후	15	122.27	8.27			

5.2 몰입수준 성별 차이 검증

몰입수준의 성별 차이를 검증하고자 시하였으며 사전검사 결과 남학생과 여학생의 몰입수준 점수가 121.87점과 106.8점으로 두 집단의 평균은 유의미한 차이를 나타냈다.($p<.05$) 즉, 남학생과 여학생 두 집단은 프로그래밍 학습 몰입 수준에 있어 많은 차이가 있음이 알 수 있었다. 사후검사를 실시한 결과 남학생 127.13점과 여학생 122.27점으로 남학생이 약간 높기는 하지만 통계적으로는 유의미한 차이를 나타내지 않았다.($p<.05$)

따라서 프로그래밍 수업을 하기 전에는 성별에 따른 몰입수준의 차이가 있었으나 처치 후 남학생과 여학생의 몰입수준에 차이가 없어진 것으로 해석할 수 있다. 특히 남학생의 사전-사후 평균 점수 차이 보다 여학생의 사전-사후 평균 점수 차이의 폭이 훨씬 크게 나타났다.

<표 7> 몰입수준 성별 차이 검증 결과

사전검사						
구분	N	M	SD	t	df	p
남	15	121.87	15.05	2.701	28	.012
여	15	106.8	15.50			
사후검사						
구분	N	M	SD	t	df	p
남	15	127.13	15.32	1.083	21.517	.291
여	15	122.27	8.27			

5.3 몰입의 하위 요인별 차이 검증

몰입은 9가지 하위요인으로 구성되어 있어 이 연구에서 설계한 피코 크리켓을 활용한 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입의 하위요인 중 어떤 요인에 많은 영향을 주었는지 검증하고자 분산분석을 실시하였다. 이는 향후 로봇 프로그래밍 관련 연구를 위해 중요한 의미가 있다고 사료되어 검증하였다.

<표 8>에서와 같이, 여학생들의 몰입수준의 하위 요인별 사전, 사후의 차이를 알아보기 위해 분산분석을 실시한 결과, 학습자의 외재적 동기를 설명하는 구체적인 피드백과 내재적 동기를 설명하는 행위와 의식의 통합, 통제감, 자의식의 상실 요인에서 유의미한 결과가 나왔다.

5.4 문제해결력 사전-사후 차이 검증

문제해결력의 사전검사를 실시한 결과 전체 평균이 10.01점, 사후검사를 실시한 결과 전체 평균이 11.43점으로 점수가 향상되었음을 확인할 수 있고 이것은 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다.($p<.05$) 또한, 성별에 따라 남학생의 문제해결

력의 사전검사를 실시한 결과 평균이 10.13점, 사후검사를 실시한 결과 평균이 11.47점으로 점수가 향상되었고, 이것은 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다.($p<.05$) 여학생의 경우 사전검사를 실시한 결과 평균이 10.07점, 사후검사를 실시한 결과 평균이 11.40점으로 점수가 향상되었으며 이것도 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다.($p<.05$)

문제해결력을 실험집단에 사전검사와 사후검사를 실시한 결과 평균 점수의 향상은 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 또한, 남학생과 여학생을 구분하여 실시한 사전검사와 사후검사의 평균 점수의 향상도 통계적으로 유의미하게 나타났다. 따라서 피코 크리켓을 활용한 로봇 프로그래밍 수업이 문제해결력에 도움이 된 것으로 해석할 수 있다.

<표 9> 문제해결력 사전-사후 차이 검증

구분	검사	N	M	SD	t	df	p
전체	사전	30	10.10	1.97	-3.58	29	.001
	사후	30	11.43	1.01			
남	사전	15	10.13	2.23	-2.56	14	.023
	사후	15	11.47	1.13			
여	사전	15	10.07	1.75	-2.42	14	.029
	사후	15	11.40	0.91			

<표 8> 여학생들의 몰입수준의 하위 요인별 사전-사후 분산분석 결과

분산원		평균	표준편차	단변량 F	p
명확한 목표	사전(n=15)	11.40	3.180	3.381	.077
	사후(n=15)	13.07	1.486		
구체적인 피드백	사전(n=15)	12.23	2.582	11.545**	.002
	사후(n=15)	15.93	3.240		
도전과 능력의 조화	사전(n=15)	19.33	2.127	3.841	.060
	사후(n=15)	17.63	3.200		
행위와 의식의 통합	사전(n=15)	6.67	1.718	7.573*	.010
	사후(n=15)	7.67	.976		
과제에 대한 집중	사전(n=15)	7.17	1.464	1.823	.188
	사후(n=15)	16.87	3.420		
통제감	사전(n=15)	19.47	1.302	5.828*	.023
	사후(n=15)	18.17	2.866		
자의식의 상실	사전(n=15)	9.73	2.404	4.405*	.045
	사후(n=15)	10.60	.632		
시간감각의 왜곡	사전(n=15)	10.17	1.783	3.473	.073
	사후(n=15)	5.67	1.113		
자기목적적 경험	사전(n=15)	6.53	.834	3.476	.073
	사후(n=15)	6.10	1.062		
전체	사전(n=15)	106.8	15.32	8.27	
	사후(n=15)	122.27			

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

5.5 문제해결력 성별 차이 검증

실험집단에 문제해결력 사전검사를 실시한 결과 남학생과 여학생의 문제해결력의 점수가 10.13점과 10.07점으로 두 집단의 평균 차이는 유의미한 차이가 아니었다.($p>.05$) 또한, 문제해결력의 사후검사를 실시한 결과 남학생과 여학생의 문제해결력의 점수가 11.47점과 11.40점으로 두 집단의 평균은 유의미한 차이를 나타내지 않았다($p>.05$)

따라서 피코 크리켓을 활용한 로봇 프로그래밍 수업이 문제해결력의 향상은 가져왔으나 성별에 따른 차이가 없는 것으로 해석할 수 있다.

<표 10> 문제해결력 성별 차이 검증

사전검사						
구분	N	M	SD	t	df	p
남	15	10.13	2.23	.091	28	.928
여	15	10.07	1.75			

사후검사						
구분	N	M	SD	t	df	p
남	15	11.47	1.13	.178	28	.860
여	15	11.40	0.91			

6. 결론 및 제언

로봇은 놀이적 요소가 강하여 학습 동기와 흥미를 유지시킨다는 장점이 있어 프로그래밍 학습에서 유용한 도구로 활용될 수 있다. 하지만, 로봇의 도입이 학생들의 프로그래밍 학습의 성공적인 성취를 약속하지는 않는다. 또한 프로그래밍 학습에 흥미가 부족한 편인 여학생들에게 남학생과는 다른 교수학습 설계가 필요하다. 이 연구에서는 여학생들이 선호하는 관심 영역과 내용으로 구성할 수 있는 특징을 가진 교육용 로봇 중 피코 크리켓을 활용하여 프로그래밍 학습에 대한 몰입 수준의 정도를 알아보고자 하였다.

이 연구에서 밝혀진 결과를 근거로 한 결론은 다음과 같다.

첫째, 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습은 학생들의 프로그래밍 학습 몰입 수준에서 실

험전보다 향상되었다. 이는 피코 크리켓을 활용한 프로그래밍 학습이 몰입 수준에 향상에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 판단된다.

둘째, 프로그래밍 학습 몰입수준에서 남녀 간 차이가 분명히 존재했으나 피코 크리켓을 활용한 로봇 프로그래밍 학습을 한 결과 그 차이가 현저히 줄어든 것을 확인했다. 이는 여학생들을 고려한 프로그래밍 학습의 필요성이 있음을 확인할 수 있는 부분이다.

셋째, 여학생들의 몰입수준의 하위 요인별 사전-사후 분산분석 결과 학습자의 외재적 동기를 설명하는 구체적인 피드백과 내재적 동기를 설명하는 행위와 의식의 통합, 통제감, 자의식의 상실 요인에서 유의미한 결과가 나왔다. 이는 이 연구에서 설계한 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습이 여학생들의 내·외재적 동기 향상에 긍정적인 효과가 있음을 알려준다.

넷째, 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습은 학생들의 문제해결력에서 실험전보다 향상되었다. 이는 피코 크리켓을 활용한 프로그래밍 학습이 고차원적인 사고능력 중 하나인 문제해결력 향상에 긍정적인 효과가 있음을 알려주는 것이다.

다섯째, 문제해결력 남,녀별 차이 검증 결과 사전, 사후 모두 유의미한 차이가 없음을 발견했다. 따라서, 프로그래밍 포함 컴퓨터 관련 학습에서 남,녀별 차이는 문제해결력 등의 능력의 차이보다는 동기, 태도의 차이라는 기존 연구결과와 동일함을 보였다.

결국 이 연구에서 수행한 여학생들을 고려한 프로그래밍 학습은 1차적으로 여학생들의 내·외적 동기를 설명할 수 있는 몰입수준을 높이고 2차적인 문제해결력의 향상을 가져오는데 하나의 방안이 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

하지만 이 연구는 실험처치의 기간이 짧았고 단일 집단에 대한 연구 결과이므로 일반화하기는 다소 무리가 있을 것으로 사료된다. 따라서 향후 다양한 수업 내용을 포함한 피코 크리켓 활용 로봇 프로그래밍 학습에 관한 연구가 장기적으로 진행되어 그 효과성을 검증할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Busch, T. (1995). Gender differences in self-efficacy and attitudes toward computers. *Journal of Educational Computing Research*, 12(2), 147-158.
- [2] Carter, L. (2006). Why Students with an Apparent Aptitude for Computer Science Don't Choose to Major in Computer Science. *ACM SIGCSE Bulletin. Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer science education SIGCSE '06, Houston, Texas, USA, March 3-5, 27-31.*
- [3] Turkle, S. & Papert, S. (1990). Epistemological Pluralism: Styles and Voices within the Computer Culture. *Journal of Women in Culture and Society*, 16(1), 128-157.
- [4] 권오남 (2002). 공간시각화 능력에서의 웹기반 프로그램과 지필학습 프로그램의 효과: 성별을 중심으로. *교육학연구*, 40(4), 71-88.
- [5] 주영주 (1999). 교육정보화정책 수용자 의식에 관한 조사 연구. *교육과학연구*, 29, 251-272.
- [6] Schubert, J. G. (2001). Gender Equity in Computer Learning. *Theory Into Practice;Autumn86*, 25(4), 267-275. Retrieved September 19, 2006 from EBSCOHost database (Academic Search Premier, AN: 5199833) on the World Wide Web: <http://www.epnet.com>
- [7] 문외식 (2007). 교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형. *한국정보교육학회*, 11(2), 231-241.
- [8] 이은경 · 이영준 (2008). 4CID 모델 기반 로봇 활용 프로그래밍 학습의 몰입 효과 분석. *한국컴퓨터교육학회*, 11(4), 37-46.
- [9] 조성환 · 송정범 · 김성식 · 이경화 (2008). CPS에 기반한 스크래치 EPL이 문제해결력과 프로그래밍 태도에 미치는 효과. *한국정보교육학회*, 12(1), 77-88.
- [10] Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1984). *Being adolescent: Conflict and growth in teenage years*. New York: Basic Books.
- [11] Csikszentmihalyi, M., & Rathunde, K. (1993). The measurement of flow in everyday life toward a theory of emergent motivation. *Developmental Perspectives on Motivation*, 40, 57-97.
- [12] Schelhowe, H. (2005): Gender questions and computing science. In: Morrell, C.; Sanders, J. (Eds.): *Proceedings of the international symposium on Women and ICT. Creating global transformation*. New York: ACM Press.
- [13] Beyer, S., Rynes, K., and Haller, S. (2004) Deterrents to Women Taking Computer Science Courses. *IEEE Society and Technology*, 23(2004), 21-28.
- [14] 이좌택 (2004). 문제기반학습에 터한 로봇 제어 프로그래밍 수업이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- [15] 이은경 · 이영준 (2007). 로봇 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 영향. *한국컴퓨터교육학회*, 10(6), 19-27.
- [16] 석임복 (2008). 학습 몰입의 성격 분석 연구 -학습 동기, 학업성취도 및 Csikszentmihalyi의 몰입 모델 중심으로-. *교육공학연구*, 24(1), 187-212.
- [17] 석임복 · 강이철 (2007). Csikszentmihalyi의 몰입 요소에 근거한 학습 몰입 척도 개발 및 타당화 연구. *교육공학연구*, 23(1), 121-154.
- [18] Csikszentmihalyi, M., & Lefevre, (1989). Optimal experience in work and leisure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(5), 815-822.
- [19] Novak, T. P., Hoffman, D. L., & Yung, U. F. (1998). *Measuring the flow construct in online environment: a structural modeling approach*. working paper. Vanderbilt University.
- [20] 이상갑 (2001) 주제 중심 통합적 접근에 의한 기술교과 교육프로그램 개발. 박사학위 논문, 한국교원대학교.
- [21] 최유현 (2003). 로봇의 교육적 활용을 위한

- 교육 프로그램 모형 개발, 한국실과교육학회지 16(3), 75-90.
- [22] 유인환 · 김태완 (2006). MINDSTORMS 을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과, 한국컴퓨터교육학회지, 9(1), 1-11.
- [23] 강종표 (2003). 초등학교에서의 로봇교육에 관한 연구 한국실과교육학회지, 16(4), 97-113.
- [24] Rusk, N., & Resnick, M., & Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008) New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.
- [25] 조혜경 · 박강박 · 한정혜 · 민덕기 · 고국원 (2008). 교육+로봇: 비전과 액션 플랜. 정보과학회지, 26(4), 55-64.
- [26] Csikszentmihalyi, M. (2000). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [27] Bos, N. (2001). *What do game designers know about scaffolding? Borrowing SimCity design principles for education*. Technical Report for the CILT PlaySpace working group. online available : <http://wwwpersonal.si.umich.edu/~serp/work/SimCity.pdf>
- [28] 정미경 · 김지은 (2002). 초등 실과 창의적 문제 해결 수업이 아동의 사고력에 미치는 효과, 한국실과교육학회지, 15(1), 253-268.
- [29] 한국교육학술정보원 (2005). 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침 개정안 및 해설서. 연구보고서 RM2005-51.
- [30] 교육인적자원부 (2007). 중학교 교육과정 해설서. 교육인적자원부.
- [31] OECD (2004). *Problem Solving for Tomorrow's World - First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003*. OECD.



송정범

1998 공주교육대학교
(교육학학사)
2001 공주교육대학교
초등컴퓨터교육과(교육학석사)

2007~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과
박사과정

관심분야 : 컴퓨터교육, 로봇 프로그래밍 교육,
통합교육, 교육평가

E-Mail : qjatns@paran.com



백성혜

1987 서울대학교 화학교육과
(교육학학사)

1992 서울대학교 대학원
과학교육과(교육학박사)

1995~현재 한국교원대학교 화학교육과 교수

2006~현재 대한화학회지 화학교육편집위원장

2007~현재 대한화학회 홍보위원회 위원장

2007~현재 한국과학교육학회지 재무간사

2008~충북 WISE 센터장

2008~청주 KBS 방송총국 시청자위원회 위원

관심분야 : 화학교육, 과학과교육과정,
여학생과학교육

E-Mail : shpaik@knue.ac.kr



이태욱

1978 서울대학교 과학교육과
(이학사)

1982 미국 플로리다 공과대학
(전산학 이학석사)

1984 미국플로리다 공과대학(전산교육학 Ph. D.)

1985~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

2006~현재 정보교육국민연합 위원장

관심분야 : 컴퓨터교육, 저작도구, 지식공학

E-Mail : twlee@knue.ac.kr