

로봇 활용 SW 교육이 초등학생의 몰입에 미치는 효과

노지예 · 이정민*

이화여자대학교 교육공학과

요 약

본 연구는 초등학교 SW 교육에서 로봇의 활용이 몰입에 미치는 효과를 살펴보고, 성별의 차이를 알아보고자 하였다. 이를 위해 경기도 A 초등학교 로봇 활용 SW 교육에 참여한 초등학생 155명을 대상으로 로봇 활용 SW 교육을 실시하고, 대응 표본 *t*검정, 공분산분석을 통해 평균의 차이를 분석하였다. 연구 결과, 로봇 활용 SW 교육을 실시한 후 몰입이 유의하게 향상되었으나, 성별에 따른 몰입의 차이는 유의하지 않았다. 본 연구는 초등학생의 로봇 활용 SW 교육의 효과를 검증하고, 성별의 차이를 규명하여 로봇 활용 SW 교육에 대한 이해를 확장시켰다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다.

키워드 : 로봇 활용 SW 교육, 몰입, 4C/ID 모델, 엔트리, 햄스터 로봇

The Effects of SW Education Using Robot on Flow

Jiyae Noh · Jeongmin Lee

Ewha Womans University, Dept. of Educational Technology

ABSTRACT

In this study, we examine the effects of SW education using robot on flow in elementary school. In order to achieve the purpose of this study, SW education using robot was conducted to 155 students. In addition, we examined mean difference using matched pair *t*-test and ANCOVA. Our results show that SW education using robot significantly improved flow. Further, flow was not associated with gender. This study was investigated effects of the SW education using robot and identify differences depending on gender, and expanded the understanding of the SW education using robot.

Keywords : SW education using robot, flow, 4C/ID model, Entry, Hamster robot

이 논문은 노지예(2017)의 박사학위논문 중 일부를 수정, 보완한 것임.

이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2016S1A5A2A03926873)

교신저자 : 이정민(이화여자대학교 교육공학과)

논문투고 : 2018-05-21

논문심사 : 2018-05-31

심사완료 : 2018-06-04

1. 연구의 필요성 및 목적

현대 사회는 SW가 사회의 변화를 유도하고, 다른 분야와 융합하여 복잡한 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 수행하는 SW 중심 사회로 변화하고 있다[9]. 따라서 미래 사회를 살아갈 학생들은 SW에 대한 기초적인 소양을 갖추고 자신의 생각을 SW로 표현하는 능력이 매우 중요하다. 미국, 영국, 이스라엘, 인도 등 주요 국가들은 SW 교육의 중요성을 인식하고, 학교 교육을 통해 학생들에게 SW 교육을 실시하고 있으며, 전문적인 지식과 기능 습득 위주의 SW 교육을 사고력 중심의 SW 교육으로 변화시키고 있는 추세이다[9]. 국내에서도 이와 같은 시대적 요구에 따라 초등 실과 교과에서 이루어졌던 ICT 활용 위주의 교육을 SW 기초 소양 교육으로 개편하였으며[21], 초등학교에서 SW를 필수적으로 학습하도록 하였다.

초등학교 현장에서 SW 교육이 양적으로 확대되면서, 컴퓨터 화면만으로 진행되는 SW 교육은 어린 학생들에게 한계가 있다는 점이 지적되고 있다[11]. SW 교육에 로봇을 활용하면, 학습 과정에서 즐거움과 만족감을 제공할 수 있으며, 내적 동기를 유발하는 것이 가능하다[31]. 로봇은 학습자의 흥미와 관심을 유발하는 적절한 소재로, 초등학생에게 훌륭한 장난감이자 교구가 될 수 있으므로[2], 학습자들이 수업에 몰입하게 하는 전제 조건이 될 수 있다[11]. 특히 초급 프로그래밍 과정에서 로봇을 활용하면, 로봇이 학습자와 상호작용할 수 있으므로[15], 학습자의 몰입을 유도하여 SW 교육의 효과를 극대화할 수 있다[31].

몰입은 활동 그 자체 이외에 모든 것을 잃어버릴 정도로 어떤 것에 완전히 몰두하는 상태로[25], 학습자가 학습활동에 적극적으로 참여하는 것을 촉진하여 학습 성과를 예측하는 중요한 변인이다[6]. 학습 성과에 대한 몰입의 중요성으로 인해 국내, 외에서 관련 연구가 증가하고 있는 추세이나, 로봇 활용 SW 교육의 효과성에 관한 연구는 대부분 인지적인 영역에 관해 이루어지는 경우가 대부분이며, 몰입에 관해 심층적으로 분석한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다[31].

한편, SW 교육에서는 성별의 차이가 중요한 이슈가 되고 있으며[4], 경쟁적인 성격의 로봇 교육은 남학생들에게 더 적합하다는 인식이 지배적이다[3]. 하지만 여학

생의 컴퓨터에 대한 부정적인 태도는 학교 교육을 통해 개선할 수 있다는 주장이 제기되고 있으므로[20], 로봇 활용 SW 교육 환경에서 성별의 차이에 대해 검증하는 것은 의미 있다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 SW 교육에서 로봇의 활용이 몰입에 미치는 효과를 살펴보고, 성별에 따른 차이를 검증하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 로봇 활용 SW 교육을 실시한 후 학생의 몰입이 유의하게 향상되었는가?

둘째, 로봇 활용 SW 교육에 참여한 학생의 몰입에 성별의 차이가 있는가?

2. 이론적 배경

2.1 SW 교육과 몰입

몰입(flow)은 어떤 활동에 집중할 때 일어나는 최적의 심리현상으로, 자신의 과제에 완전히 몰두하여 최적의 기능을 수행하는 상태이다[7]. 학습에서의 몰입은 학습에 완전히 몰두하여 정신 과정과 활동이 오로지 학습 활동 하나에만 집중되어 있는 상태를 의미한다[12][22][25].

몰입의 9가지 하위 요인은 다음과 같다[8][26]. 첫째는 도전과 능력의 조화(challenge-skill balance)로, 도전과 개인의 능력 사이의 균형을 지각하는 것을 말한다. 둘째는 명확한 목표(clear goal)로, 사전에 목표를 분명하게 설정함으로써 정확히 무엇을 해야 할지 아는 것을 의미한다. 셋째는 구체적인 피드백(unambiguous feedback)으로, 활동에 대한 정확하고 신속한 피드백을 의미한다. 넷째는 행위와 의식의 통합(acton-awareness merge)으로, 몰입 상태에서 자신의 활동이 거의 자동적으로 이루어지는 것을 의미한다. 다섯째는 과제에 대한 집중(concentration on task at hand)으로, 현재 하고 있는 일에 집중하여 관련 없는 정보는 처리할 여유가 없는 상태이다. 여섯째는 통제감(sense of control)으로, 몰입하는 동안 통제하려고 노력하지 않아도 통제감을 가지는 것이며, 통제할 수 있다는 가능성을 가지는 것을 의미한다. 일곱째는 자의식의 상실(loss of self-con-

sciousness)로, 자아에 대한 인식이 없어진다는 의미이다. 여덟째는 시간 감각의 왜곡(transformation of time)으로, 시간이 평상시와 같이 인식되지 않거나 시간에 대한 인식이 사라지는 것이다. 아홉째는 자기 목적적 경험(autotelic experience)으로, 외부적인 보상이나 목표에 대한 기대가 없이 행동 그 자체가 보상이 되는 것을 의미한다[8][26].

SW 교육에 로봇을 활용하면, 명확한 목표가 제시되어 무엇을 할 것인지 사전에 정확히 학습자에게 인지시키는 것이 가능하여 몰입을 유도할 수 있다[31]. 또한 프로그래밍의 결과가 로봇의 동작으로 구현되어 눈으로 직접 확인할 수 있으므로, 즉각적인 피드백 제공이 가능하여 학습자가 수업에 몰입하게 하는 것이 가능하다[31]. 따라서 로봇 활용 SW 교육은 학습자의 몰입을 촉진하기 위한 좋은 방법이 될 수 있으며, 특히 초등학생과 같은 초급 단계의 학습자에게 긍정적인 영향을 줄 수 있다[28].

2.2 관련 선행 연구

2.2.1 효과성 검증

프로그래밍 교육에 로봇을 사용하면 몰입에 긍정적인 영향을 줄 수 있으며[16], 궁극적으로 학습 성과를 신장시킬 수 있다[10]. 송정범, 백성혜와 이태욱(2009)[27]의 연구에서는 중학교 2학년 학생 30명을 대상으로 창의적 문제 해결 모형을 기반으로 8차시의 피코크리켓 활용 로봇 수업을 실시하였다. 연구 결과, 수업에 참여한 학생들의 몰입 수준이 통계적으로 유의하게 상승하였으며, 하위요인 중 구체적인 피드백, 행위와 의식의 통합, 통제감, 자의식의 상실에서 유의한 향상을 보였다.

초등학생을 대상으로 한 연구에서도 유사한 연구 결과가 보고되었다. 이화선, 한정혜와 조미현(2013)[19]의 연구에서는 초등학교 6학년 학생 221명을 실험집단과 통제집단으로 나누어 실험집단에만 로봇 수업을 적용하였으며, 수업은 과학, 수학, 실과, 미술, 국어, 도덕, 사회과에 적용되어 통합 교육의 형태로 진행되었다. 연구 결과, 실험집단과 통제집단의 몰입에 유의한 차이가 있었으며, 몰입의 하위요인 중 과제에 대한 집중, 자기 목적적 요인이 집단 간 유의한 차이가 있었다. 이는 실생활

과 밀접한 주제로 교육 과정을 구성하고, 로봇을 통해 학습한 기본 개념을 실생활에 활용할 수 있는 기회가 있어, 학생들의 흥미와 몰입이 촉진되었기 때문이라고 하였다.

학습자의 몰입을 촉진할 수 있도록 수업을 설계하여 실험집단과 통제집단의 몰입의 차이를 관찰한 연구도 있다. 이은경과 이영준(2008b)[18]의 연구에서는 프로그래밍 입문 과정의 대학생 72명을 실험집단과 통제집단으로 나누어 5주간 20차시의 교육을 실시하였다. 실험집단에서는 학습자의 인지적 부담을 고려하여 4C/ID 모형을 사용하여 수업을 설계한 후 로봇 교육을 실시하였으며, 통제집단은 C 프로그래밍 학습을 실시한 후, 두 집단의 차이를 검증하였다. 연구 결과, 실험집단이 통제집단보다 몰입 평균 점수가 높았으며 그 차이가 통계적으로 유의하였다. 또한 몰입의 하위 요인 중 명확한 목표, 구체적인 피드백, 행위와 의식의 통합, 통제감, 자기 목적적 경험에서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 하였다. 이는 로봇을 활용한 SW 교육이 학습자에게 직접적인 피드백을 제공할 뿐 아니라, 명확한 목표를 제공하여, 통제감과 자기 목적적 경험이 향상되어 내적 동기가 유발되었기 때문이라고 하였다.

2.2.2 성별의 차이

여학생은 정적, 시각적 성향의 과제를 선호하며, 남학생은 활동적, 경쟁적인 주제를 선호하므로[2], 경쟁적인 로봇 교육은 일반적으로 남학생들의 참여가 높게 나타난다[24]. 하지만 SW 교육 환경에서, 남학생의 몰입이 향상되지 않았거나[27], 성별의 차이가 유의하지 않았다는 연구 결과[13]가 보고되고 있으므로, 추가적인 검증이 필요하다.

송정범, 백성혜와 이태욱(2009)[27]의 연구에서는 중학교 2학년 남학생 15명, 여학생 15명을 대상으로, 8차시의 피코크리켓 활용 로봇 프로그래밍 수업을 실시하였다. 연구 결과, 여학생의 몰입 점수는 유의하게 향상되었으나, 남학생의 몰입 점수는 유의하게 향상되지 않았다. 하지만 남학생과 여학생의 사후 몰입 평균의 차이를 검증한 결과, 통계적으로 유의하지 않았다.

초등학생들을 대상으로 한 연구에서도 유사한 연구 결과가 보고되었다. 김경현(2011)[13]의 연구에서는 초

등학교 4-6학년 학생 472명을 대상으로 국어, 수학, 사회, 과학과 관련된 2-3가지 주제를 선정하여 로봇 수업을 실시하였다. 연구 결과, 수업에 참여한 남학생과 여학생 모두 몰입이 유의하게 향상되었으며, 남학생과 여학생의 사후 몰입 평균의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상 및 연구 절차

본 연구에서는 2016년도 2학기에 경기도 A 초등학교 5, 6학년 학생 176명을 대상으로 엔트리와 햄스터 로봇을 활용하여 11주간 로봇 활용 SW 교육을 진행하고 설문을 실시하였다. 사전·사후 검사 중 하나라도 참여하지 않거나, 불성실한 응답이 있는 설문은 제외하였으며, 155명(남학생 71명, 여학생 84명)을 최종 연구 대상으로 선정하였다.

3.2 로봇 활용 SW 교육

본 연구에서는 연구 대상이 초급 수준의 학습자임을 고려하여 다양한 교수, 학습 모형 중에서 4C/ID 모델을 적용하였다. 4C/ID(Four Component Instructional Design) 모델은 복잡한 문제의 해결과 관련된 교수, 설계 방안으로[29], 학습자의 인지적 특성을 고려하여 학습 과제의 제시 방식을 조절하는 것이 가능하므로, SW 교육에 적합한 모형이다[18].

본 연구에서는 각 차시의 과제 집합 내의 미션들을 계열화하여 제시하였다. 수업 전반부에는 단순한 과제를 개별 학습 형태로 제시하였으며, 수업 후반부에는 복잡한 과제를 협력 학습 형태로 제시하였다. 몰입은 지루함과 불안의 경계 사이에서 도전과 능력의 균형이 이루어질 때 나타나므로[8], 학생의 능력과 조화를 이루는 과제가 제공되어야 한다[8][26]. 간단한 과제에서 복잡한 과제의 순서로 학습 과제를 제시하는 것은 과제와 학습자 능력 간의 균형이 이루어지게 되어 몰입을 촉진할 수 있다[18]. 4C/ID 모형에 따른 학습 과제별 활동 내용은 <Table 1> 과 같으며, 학습 과제 예시는 <Table 2>와 같다.

<Table 1> Learning activity

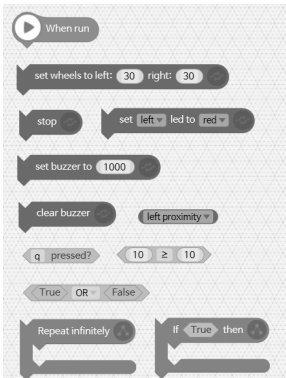
Learning task (4C/ID)	Learning activity	
1. Worked out example	Supportive information	• Rehearsal • Video resource • Cognitive feedback
	Procedural information	• Usable blocks
	Part-task practice	• Practice using blocks
2. Completion tasks (Collaborative learning)	Supportive information	• Cognitive feedback
	Procedural information	• Usable blocks • Run and modify problems with friends
	Part-task practice	• Practice using blocks
3. Conventional tasks (Collaborative learning)	Supportive information	• Cognitive feedback
	Procedural information	• Usable blocks • Run and modify problems with friends
	Part-task practice	• using blocks

<Table 2> Examples of learning tasks (Hamster bumper car)

Learning task	Classroom activity
1. Worked out example	• Move forward and backward • Rotate hamster
2. Completion tasks	• Building a hamster bumper car
3. Conventional tasks	• Building a smart hamster bumper car

또한 본 연구에서는 학습 과제의 수행을 도와주고 몰입을 촉진하기 위해 절차 정보와 지원 정보를 제시하였다. 절차 정보는 학습자가 필요로 할 때 제시되어야 하므로[30], 새로운 과제를 제시할 때는 소거하였다. 지원 정보는 과제 집합 안의 모든 학습 과제를 수행할 때 사용되므로[30], 새로운 과제가 시작되기 전에 제공하여 항상 이용할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 사용된 절차 정보, 지원 정보 예시는 <Table 3>, <Table 4>와 같다.

<Table 3> Examples of procedural information (Hamster bumper car)

Procedural information	Classroom activity
Corrective feedback	<ul style="list-style-type: none"> • Run and modify problems with friends while building a Hamster bumper car • Limit blocks during the class
Usable blocks	

<Table 4> Examples of supportive information (Hamster bumper car)

Supportive information	Classroom activity
Video resource	• Video resource (Hamster car)
Rehearsal	<ul style="list-style-type: none"> • Move forward • Enter speed
Explanation of blocks and hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Set wheels to left 30 right 30 • Proximity sensor
Cognitive feedback	<ul style="list-style-type: none"> • Compared with friends the speed of the left and right wheels when rotating the hamster robot • Compared with friends the value of the proximity sensor when meet an obstacle

3.3 측정도구

몰입의 측정은 석임복과 강이철(2007)[26]의 도구를 본 연구 맥락에 맞게 수정하여 사용하였으며, 교육공학과 교수 1인, 초등학교 교사 1인에게 내용 타당도를 검증받았다. 이 도구는 초등학교 고학년에게 적합한 도구

이며[26], 초등학생들을 대상으로 한 SW 교육 연구에서도 사용되었다[1][23][27]. 문항은 Likert 5점 척도의 35 문항이며, 측정도구의 신뢰도는 .94, 본 연구에서의 신뢰도는 .94이다.

석임복과 강이철(2007)[26]의 도구는 도전과 능력의 조화 4문항(예: 선생님께서 문제를 내어 주시면 나는 그 문제를 쉽게 해결한다), 명확한 목표 2문항(예: 나는 수업 시간에 지금 무엇을 해야 하고 다음에는 무엇을 해야 할지 분명히 알고 있다), 구체적인 피드백 5문항(예: 나는 내가 주어진 과제를 정확하게 처리했는지를 알 수 있다), 행위와 의식의 통합 5문항(예: 나에게 공부하는 것은 자연스러운 일이라고 생각한다), 과제에 대한 집중 3문항(예: 나는 수업 시간에는 수업 내용에 관심을 둔다), 통제감 2문항(예: 나는 선생님이나 부모님이 시키기 전에 스스로 알아서 공부한다), 자의식의 상실 5문항(예: 주어진 문제를 해결할 때 다른 주변의 소리가 들리지 않을 때가 있다), 시간 감각의 왜곡 3문항(예: 나는 공부에 열중하면 시간가는 줄 모를 때가 있다), 자기 목적적 경험 6문항(예: 나는 배우는 것 자체가 즐겁다)의 9개 하위요인으로 구성되어 있다.

3.4 자료 분석 방법

본 연구를 위해 수집된 자료는 SPSS를 사용하여 신뢰도 분석을 실시하였으며, 로봇 활용 SW 교육이 몰입에 미치는 효과를 알아보기 위해 대응 표본 t 검정을 실시하였다. 또한 성별의 차이를 알아보기 위해 기술 통계 분석, 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

4. 연구 결과

4.1 효과성 검증

로봇 활용 SW 교육을 실시한 후 학생들의 몰입 점수는 .19점 상승한 것으로 나타났으며, 사전, 사후 몰입의 차이는 통계적으로 유의하였다($t = -4.05, p = .00$, <Table 5> 참조)

<Table 5> Matched pair *t*-test (Flow)
(*n* = 155)

Pre/post	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Pre	3.39	.61			
Post	3.58	.71	-4.05*	154	.00
Pre-post	-.19	.59			

* *p* < .05

몰입의 하위요인에 대한 대응 표본 *t* 검정을 실시한 결과, 도전과 능력의 조화($t = -4.44, p = .00$), 구체적인 피드백($t = -2.74, p = .01$), 과제에 대한 집중($t = -4.00, p = .00$), 통제감($t = -3.70, p = .00$), 자의식의 상실($t = -4.16, p = .00$), 자기 목적적 경험($t = -2.11, p = .04$) 점수는 통계적으로 유의하게 향상되었다. 명확한 목표($t = -1.54, p = .12$), 행위와 의식의 통합($t = -1.04, p = .30$), 시간 감각의 왜곡($t = -1.89, p = .06$)은 점수가 향상되었으나, 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다(<Table 6> 참조).

<Table 6> Matched pair *t*-test (Sub factor)
(*n* = 155)

Sub-factor	Pre-post (ΔM)	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Challenge-skill balance	-.24	-4.44*	154	.00
Clear goal	-.11	-1.54	154	.12
Unambiguous feedback	-.17	-2.74*	154	.01
Acton-awareness merge	-.06	-1.04	154	.30
Concentration on task at hand	-.26	-4.00*	154	.00
Sense of control	-.33	-3.70*	154	.00
Loss of self-consciousness	-.24	-4.16*	154	.00
Transformation of time	-.16	-1.89	154	.06
Autotelic experience	-.14	-2.11*	154	.04

* *p* < .05

4.2 성별의 차이

로봇 활용 SW 교육을 실시한 이후 남학생($t = -2.72, p = .01$)과 여학생($t = -2.98, p = .00$) 모두 사전, 사후 몰입의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(<Table 7> 참조).

<Table 7> Matched pair *t*-test (Gender)
(*n* = 155)

Group	Pre/post	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Boys (<i>n</i> = 71)	Pre	3.38	.58			
	Post	3.58	.74	-2.72*	154	.01
	Pre-post	-.20	.61			
Girls (<i>n</i> = 84)	Pre	3.39	.63			
	Post	3.58	.68	-2.98*	154	.00
	Pre-post	-.19	.57			

* *p* < .05

하위요인별로 대응 표본 *t* 검정을 실시한 결과, 대부분의 하위요인에서 남학생과 여학생 간에 큰 차이가 없었다. 하지만 구체적인 피드백은 남학생($t = -2.44, p = .02$)만 유의하게 향상되었으며, 여학생($t = -1.51, p = .13$)은 평균이 상승하였으나 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 자기 목적적 경험은 여학생($t = -2.39, p = .02$)만 유의하게 향상되었으며, 남학생($t = -.56, p = .58$)은 평균이 상승하였으나 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다(<Table 8> 참조).

<Table 8> Matched pair *t*-test (Gender)
(*n* = 155)

Group	Sub factor	Pre-post	<i>t</i>	<i>p</i>
Boys (<i>n</i> = 71)	Challenge-skill balance	-2.68	-3.02*	.00
	Clear goal	-.14	-1.24	.22
	Unambiguous feedback	-.21	-2.44*	.02
	Acton-awareness merge	-.039	-.39	.70
	Concentration on task at hand	-.35	-3.47*	.00
	Sense of control	-.33	-3.10*	.00
	Loss of self-consciousness	-.25	-3.18*	.00
	Transformation of time	-.12	-1.08	.28
	Autotelic experience	-.06	-.56	.58
	Girls (<i>n</i> = 84)	Challenge-skill balance	-.22	-3.26*
Clear goal		-.08	-.92	.35
Unambiguous feedback		-.13	-1.51	.13
Acton-awareness merge		-.08	-1.11	.26
Concentration on task at hand		-.19	-2.18*	.03
Sense of control		-.32	-3.52*	.00
Loss of self-consciousness		-.23	-2.78*	.00
Transformation of time		-.20	-1.54	.13
Autotelic experience		-.21	-2.39*	.02

* *p* < .05

로봇 활용 SW 교육을 실시하기 전의 남학생의 몰입 점수는 3.38, 여학생의 몰입 점수는 3.39로 여학생의 평균이 더 높았다. 로봇 활용 SW 교육을 실시한 이후 남학생의 점수는 3.58, 여학생의 점수는 3.58로 남학생과 여학생의 점수가 같았으며, 점수 상승 폭은 남학생이 -.20점, 여학생이 -.19점으로 남학생의 점수 상승 폭이 .01점 더 컸다(<Table 9> 참조).

사전검사를 통제된 상태에서 남학생과 여학생의 몰입 평균 점수의 차이가 유의한지 알아보기 위해 공분산분석을 실시한 결과, 남학생의 사후 몰입 교정 평균은 3.58, 여학생은 3.57로 나타났으며, 두 집단의 사후 몰입의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다($F = .01, p = .92$, <Table 9>, <Table 10> 참조).

<Table 9> Descriptive statistics

($n = 155$)

Group	n	Pre		Post			
		M	SD	M	SD	Adj.M	SE
Boys	65	3.38	.58	3.58	.74	3.58	.07
Girls	78	3.39	.63	3.58	.68	3.57	.06
Total	143	3.39	.61	3.58	.71	3.58	.05

<Table 10> ANCOVA (Gender)

($n = 155$)

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Covariance (Pre test)	28.23	1	28.23		
Gender	.003	1	.003	.01	.92
Error	48.33	152	.32		
Total	2060.29	155			

* $p < .05$

5. 결론

본 연구는 초등학교 SW 교육에서 로봇의 활용이 몰입에 미치는 효과를 알아보고, 성별에 따른 차이를 검증하고자 하였다. 본 연구의 결과를 요약하여 제시하면 다음과 같다.

첫째, 로봇 활용 SW 교육은 학생들의 몰입을 유의하게 향상시켰으며, 이는 선행연구[18][19]와 맥락을 같이 한다. 프로그래밍 수업에 로봇을 활용하면 학습자가 자신의 프로그래밍 결과를 로봇의 움직임을 통해 확인할 수 있어, 문제 해결에 더욱 몰입할 수 있다[14][16][17].

본 연구에서는 몰입의 하위요인 중 도전과 능력의 조화, 구체적인 피드백, 과제에 대한 집중, 통제감, 자의식의 상실, 자기 목적적 경험에서 유의한 향상을 보였으며, 로봇 활용 SW 교육이 몰입의 하위요인을 고르게 향상시키는 데 기여하고 있음을 짐작할 수 있다. 특히, 본 연구에서는 도전과 능력의 조화에서 큰 향상을 보였는데, 이는 수업 중 실시했던 활동의 특징에서 비롯된 것으로 보인다. 본 수업에서는 스캐폴딩을 줄여나가면서 단계별로 도전적인 활동을 제공하였으므로, 학생들의 도전과 능력의 균형이 이루어져 몰입이 유의하게 향상된 것으로 보인다.

또한 정확하고 신속한 피드백은 지속적인 행동을 유발하며[8], 적절한 피드백은 몰입을 증진시킬 수 있다[26]. 프로그래밍 교육에 로봇을 활용하면 디버깅 과정에서 자신의 프로그래밍 결과를 로봇의 움직임을 통해 바로 확인할 수 있으므로 구체적인 피드백이 향상된 것으로 보인다[18].

한편, 도전과 능력의 조화, 구체적인 피드백은 몰입의 선행 요소(antecedents)로, 몰입이 촉진되는 전제 조건이다[5]. 이러한 몰입의 선행 요소가 충족되어, 학습자는 오직 자신이 수행하고 있는 과제에만 집중하게 되고, 학습 과제를 자발적으로 해결하게 되며, 활동에 몰두하여 자신에 대한 생각을 잊게 되므로, 과제에 대한 집중, 통제감, 자의식의 상실을 경험하게 되었다고 생각된다.

더불어, 자기 목적적 경험은 몰입의 최종 결과이며, 자신의 행동 자체가 보상이 되는 단계이다[8]. 과제에 대한 집중, 통제감, 자의식의 상실의 향상은 학습자의 내적 동기를 유발하게 되므로[8], 궁극적으로 자기 목적적 경험이 향상된 것으로 생각된다. 또한 자기 목적적 경험이 유의하게 향상된 것은, 설계한 수업이 학습자들의 내적 동기 유발에 효과적이었음을 의미하는 것으로 해석할 수 있다[18].

한편, 본 연구에서는 명확한 목표, 행위와 의식의 통합, 시간 감각의 왜곡의 평균은 향상되었으나, 평균의 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 본 수업은 초급 수

준의 학습자를 대상으로 설계되어, 활동 내용이 프로그래밍의 기본 개념 습득을 위주로 구성되었다. 따라서 일상생활에 적용할 수 있는 내용이 많지 않았으므로, 명확한 목표의 향상이 적게 이루어진 것으로 보인다. 행위와 의식의 통합은 몰입 상태에서 활동이 거의 자동적으로 이루어지는 것을 의미하는데[8], 본 수업은 문제 해결 위주로 설계되었으므로, 학생들이 하드웨어의 기초적인 기능을 완전히 자동화하는 능력이 상대적으로 부족하여, 행위와 의식의 통합이 적게 향상된 것으로 보인다. 또한 시간 감각의 왜곡은 몰입의 효과요소(effects)로서 몰입 상태에 진입한 후의 결과를 의미하므로[5], 몰입의 선행요소인 명확한 목표와 경험요소(experiences)인 행위와 의식의 통합[5]의 영향을 받아 효과요소인 시간감각의 왜곡이 적게 향상된 것으로 보인다.

둘째, 로봇 활용 SW 교육 환경에서 남학생, 여학생의 몰입은 모두 유의하게 향상되었으며, 로봇 활용 SW 교육은 남학생, 여학생의 몰입에 모두 효과적이었음을 짐작할 수 있다. 하지만 이러한 연구 결과는 여학생의 몰입만 유의하게 향상되었다는 선행연구[27]와 일치하지 않는 결과이며, 이는 설계된 활동의 특징에서 비롯된 것으로 보인다. 구체적으로, 본 수업의 활동 중 햄스터 범퍼카 활동의 경우, 활동적인 학습 내용을 선호하는 남학생들[2]에게도 긍정적인 반응을 이끌어 낼 수 있었기 때문에, 남학생들의 몰입이 향상되었을 것으로 생각된다.

더불어 본 연구에서는 몰입 하위요인의 변화에 있어 남학생, 여학생 간에 큰 차이가 없었으나, 구체적인 피드백은 남학생만 유의하게 향상되었으며, 자기 목적적 경험은 여학생만 유의하게 향상되었다. 본 연구에서는 수업 시간에 자신과 동료의 문제 해결 방법을 비교해보는 과정을 거쳤는데, 협력적인 활동을 선호하는 남학생들[2]의 참여가 상대적으로 높았으므로, 남학생들의 구체적인 피드백이 여학생에 비해 높게 향상된 것으로 보인다. 또한 자기 목적적 경험은 활동 자체에서 느끼는 내적 동기와 관련이 있으므로[26], 남학생에 비해 여학생의 내적 동기가 더 많이 향상되었음을 의미하는 것으로 해석할 수 있다.

또한 본 연구에서는 남학생의 몰입 평균 점수가 더 많이 향상되었으나, 성별의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 이와 같은 연구 결과는 로봇 교육의 성별의 차이가 유의하지 않다는 기존의 연구[13]와 일치하는 결과

이다. 본 연구에서는 동영상, 교사의 시연, 사용할 수 있는 블록 등 절차 정보와 지원 정보를 제시하여 학생들이 문제 상황에 집중할 수 있도록 하였다. 적절한 지원 정보, 절차 정보의 제시는 SW 교육에서 학습자에게 도움을 줄 수 있으며[16], 이는 남학생, 여학생 모두에게 적합했을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점과 이를 바탕으로 한 후속연구에 대한 제언은 다음과 같다. 본 연구는 경기도 소재의 초등학교 155명만을 대상으로 진행되었으므로, 연구 결과를 일반화하는 데 어려움이 있다. 따라서 다양한 지역의 다수 인원을 대상으로 로봇 활용 SW 교육의 효과성을 검증해야 할 필요가 있다. 또한 본 연구는 몰입의 변화만을 측정하였으므로 다양한 변인을 포함한 후속 연구가 이루어져야 한다. 이와 같은 제한점에도 불구하고 본 연구는 초등학교 SW 교육에서 로봇의 활용이 몰입에 미치는 효과를 살펴보고, 성별에 따른 차이를 검증하여, 로봇 활용 SW 교육에 대한 이해를 확장시켰다는 데 의의가 있다.

참고문헌

- [1] Ahn, K. M. & Seon, W. S. (2009). The Effects of Scratch programming on Flow. *Proceeding of Korea Multimedia Society*, 12(2), 704-707.
- [2] Bae, S. A. (2014). Effect of Technology Contents-Based Robot Education Program on Attitude toward Technology of Elementary School Students. *The Journal of Education*, 34(1), 183-203.
- [3] Bae, Y. K. (2007). A Study of the Robot Programming Instructional Strategies Considered Gender Differences. *The Journal of Korean association of computer education*, 10(4), 27-37.
- [4] Carter, J., & Jenkins, T. (1999). Gender and programming. *SIGCSE Bull*, 31(3), 1-4. doi:10.1145/384267.305824
- [5] Chen, H., Wigand, R. T., Nilan, M (1997). Optimal Experience of Web Activities, *Computer in Human behavior*, 15(5), 586-608.
- [6] Coates, H. (2006). *Student engagement in cam-*

- pus-based and online education*. New York: Routledge.
- [7] Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey Bass.
- [8] Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper Perennial.
- [9] Han, S. K., & Ryu, M. Y. (2016). *SW education for Computational Thinking*. Kyeonggi, Life and Power Press.
- [10] Kang, M. H., Park, J. H., Yoon, S. H., Kang, M. J., & Jang, J. E. (2016). The Mediating Effect of Learning Flow on Affective Outcomes in Software Education Using Games. *Journal of Korean Association of Information Education*, 20(5), 475-486.
- [11] KERIS (2017). *SW Education Using Robot Training by Level*.
- [12] Kim, J. A. (2014). Verification of a Structural Model of the Relationship between learning flow experience, Learning staying power, Academic achievement, and Academic self-efficacy. *Korean journal of youth studies*, 21(12), 127-152.
- [13] Kim, K. H. (2016). The Effects of the Robot Based Instruction on Improving Immersion Learning. *The Journal of Korean association of computer education*, 14(2), 1-12.
- [14] Kim, Y. M., & Kim, J. H. (2015). Development and Application of Software Education Program of App Inventor Utilization for Improvement of Elementary School Girls' Computational Thinking. *Journal of the Korean Association of information Education*, 19(4), 385-398.
- [15] Lawhead, P. B., Duncan, M. E., Bland, C. G., Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J., & Hollingsworth, R. G. (2002). A road map for teaching introductory programming using LEGO mindstorms robots. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(2), 191-201.
- [16] Lee, E. K., & Lee, Y. J. (2007). The Effect of a Robot Programming Learning on Problem Solving Ability. *The Journal of Korean association of computer education*, 10(6), 19-27.
- [17] Lee, E. K., & Lee, Y. J. (2008a). The Effects of Scratch Based Programming Education on Middle School Students' Flow Level and Programming Achievement. *The Journal of Secindary Education*, 56(2), 359-382.
- [18] Lee, E. K., & Lee, Y. J. (2008b). The Effects of 4CID Model based Robot Programming Learning on Learners' Flow Level. *The Journal of Korean association of computer education*. 11(4), 37-46.
- [19] Lee, H. S., Han, J. H., & Jo, M. H. (2013). Effect Analysis of Learning with a Robot for Improving Creativity in the Regular Curriculum of Elementary School. *Journal of Child Education*, 22(2), 19-35.
- [20] Lee, J. Y., Song, J. B., & Lee, T. W. (2009). An Effect of the Programming Learning using Robot on Attitude toward Computer Learning and Computer. *Journal of Korean Practical Arts Education*. 15(3), 89-108.
- [21] Ministry of education (2015). *SW Education Operation Guidelines*.
- [22] Park, S. I. & Kim, Y. K. (2006). An Inquiry on the Relationships among Learning-Flow Factors, Flow Level, Achievement under On-line Learning Environment. *The Journal of Open education*, 14(1), 93-115.
- [23] Park, Y. S. & Seo, H. J. (2012). The Effects Blended Robot Education Program on Learning Motivation and Immersion of Children. *The Journal of Korea elementary education*. 23(4), 1-20.
- [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, 59 - 69.
- [25] Seok, I. B. (2008). Analyzing Characters of the Learning Flow. *Journal of Educational Technology*, 24(1), 187-212.

- [26] Seok, I. B., & Kang, I. C. (2007). Development and Validation of the Learning Flow Scale. *Journal of Educational Technology*, 23(1), 121-154.
- [27] Song, J. B., Baek, S. H., & Lee, T. W. (2009). The Effect of Robot Programming Learning Considered Gender Differences on Female Middle School Student's Flow Level and Problem Solving Ability. *The Journal of Korean association of computer education*, 12(1). 45-55.
- [28] Tzafestas, C. S., Palaiologou, N., & Alifragis, M. (2006). Virtual and remote robotic laboratory: comparative experimental evaluation. *IEEE Transactions on education*, 49(3), 360-369.
- [29] Van Merriënboer, J. J., Clark, R. E., & De Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 39-61.
- [30] Van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 5-13.
- [31] Yoo, I. H. (2013). The Effects on Flow at Using Robots of Introductory Programming Course. *Journal of the Korean Association of information Education*, 17(3). 329-337.

저자소개



노 지 예

2004 성균관대학교 경영학과(학사)

2013 이화여자대학교 교육공학과(석사)

2017 이화여자대학교 교육공학과(박사)

2017~현재 광운대학교 박사후연구원

관심분야: 로봇 활용 SW 교육, 교수설계

E-Mail: gabelove@naver.com



이 정 민

2001 이화여자대학교 교육공학과(학사)

2003 이화여자대학교 일반대학원 교육공학과(석사)

2009 플로리다주립대학교 교육심리 및 교육공학(박사)

2010~현재 이화여자대학교 교육공학과 부교수

관심분야: 테크놀로지 기반 학습설계, SW교육, 학습정서

E-Mail: jeongmin@ewha.ac.kr