

로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력에 미치는 영향

이은경[†] · 이영준^{††}

요 약

본 연구에서는 프로그래밍 학습 과정에서 학습자가 겪는 인지적 어려움을 효과적으로 조력하기 위한 새로운 교육 방법으로 로봇 프로그래밍 학습의 가능성을 제시하고자 하였다. 로봇 프로그래밍 학습을 위한 교수 설계는 Merriënboer의 4CID 모형을 기반으로 한 하향식 접근법을 사용하여 프로그래밍 과정을 통한 학습자의 복잡한 인지 능력 향상을 효과적으로 조력할 수 있도록 구성하였다. 설계된 학습 내용을 토대로 대학교 프로그래밍 관련 강좌에 적용한 결과, 레고 마인드스톱 NXT와 NXT-G 소프트웨어를 활용한 프로그래밍 학습은 학습자의 문제해결력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 본 연구를 통해 설계된 교수 전략을 기반으로 한 로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력과 같은 인지적 영역에 있어서 긍정적인 영향을 주는 것을 의미한다.

키워드 : 로봇 프로그래밍, 문제해결력, 프로그래밍 교육

The Effect of a Robot Programming Learning on Problem Solving Ability

EunKyoung Lee[†] · YoungJun Lee^{††}

ABSTRACT

To help programming learning, we have designed a robot programming course that improves complex cognitive abilities. The developed course was implemented in college programming classes and educational effects were analysed. While students are learning through LEGO Mindstorms NXT and NXT-G software, the students' problem solving abilities have been enhanced. The developed robot programming course gives positive effects on learners' problem solving abilities. It means that the developed course helps a learner in a cognitive domain.

Keywords : Robot Programming, Problem Solving Ability, Programming Education

1. 서 론

프로그래밍 교육은 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리를 습득하고 실생활의 문제해결력 향상을 위한 핵심 영역이다. 그러나 프로그래밍 학습은 논

리적인 사고력과 추상적 추론 능력 수행을 요구하기 때문에 대부분의 학습자들은 프로그래밍 학습을 어려워하며, 교수자 또한 프로그래밍 언어를 가르치는데 많은 어려움을 느끼고 있다.

최근 이러한 문제점을 해결하기 위한 혁신적인 교육 방법으로 Squeak, Alice와 같은 교육용 프로그래밍 언어(EPL: Educational Programming Language)를 활용하거나 레고 마인드스톱과 같은 프로그래밍이 가능한 교육용 로봇 활용을 통

[†] 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
^{††} 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
 논문접수: 2007년 10월 4일, 심사완료: 2007년 11월 7일
 * 본 연구는 한국교원대학교 2007년도 기성회계 학술연구비 지원에 의해 수행되었음

한 교수 학습 방법에 관한 연구들이 진행되고 있다. 교육용 프로그래밍 언어의 경우, 객체 지향을 지원하고, 알고리즘 개발 및 프로그래밍 과정과 실행 결과를 시각적인 형태로 제공함으로써 학습자의 동기 유발과 인지적 부담을 감소시키려는 노력을 시도하고 있다. 더 나아가 레고 마인드스톰과 같은 교육용 로봇의 활용은 가상의 시뮬레이션 환경이 아닌 물리적 환경에서 직접 체험하는 학습 경험을 제공함으로써 추상적 개념 학습을 구체적이고 실험적인 학습으로 전환시킨다. 또한 실생활의 문제해결에 학습자를 더욱 몰입시킴으로써 학습자의 내적 동기 유발 및 문제해결력과 같은 복잡한 인지능력을 향상시킬 수 있다.

이는 프로그래밍 학습 과정에서 부가되는 학습자들의 인지적 부담을 감소시켜주고 보다 쉬운 접근을 지원하기 위한 것으로 프로그래밍 교육에 흥미를 유발하고 몰입하게 하기 위한 방법적 접근이라고 할 수 있다. 따라서 로봇의 활용은 이러한 목적에 가장 부합하는 교수 학습 방법이라고 볼 수 있다.

그러나 단지 새로운 매체의 활용을 통한 흥미 유발은 일시적일 수 있으며 프로그래밍 학습과 같은 복잡한 인지 기술과 고차원적인 사고력을 요하는 학습에서 학습 동기의 지속을 보장할 수는 없다. 기존 연구의 로봇 활용 학습에 있어서 학습자의 논리적 사고력이나 문제 해결력 향상에 대한 긍정적 효과를 보고한 연구는 드문 실정이다. 이는 기존 연구에서의 로봇의 활용이 단지 프로그래밍 교육을 위한 보조 도구로 활용되거나 학습자의 다양한 특성을 고려하지 못한 교수 설계에 기인한다고 볼 수 있다.

따라서 프로그래밍 교육을 위한 로봇의 활용은 의미 있는 선택이지만, 학습자의 동기 유발 및 질적으로 높은 수준의 프로그래밍 학습 기회를 제공하고 이를 지원하기 위한 교수 학습 설계에 대한 노력이 요구된다. 본 연구에서는 기존 프로그래밍 학습 내용 및 교수 학습 방법의 문제점을 극복하기 위한 로봇 프로그래밍 학습 내용을 설계하고 이를 실제 프로그래밍 수업에 적용함으로써 학습자의 문제해결력에 미치는 효과를 검증하고자 하였다.

2. 연구 배경

2.1 교육용 로봇

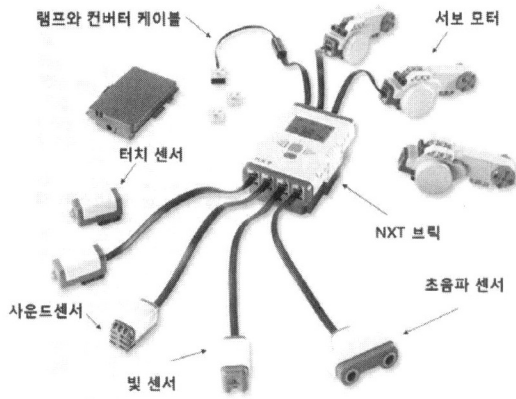
2.1.1 레고 마인드스톰 NXT

대표적인 교육용 로봇인 레고 마인드스톰은 1990년대에 출시된 것으로, Papert의 구성주의적(Constructionism) 교육 철학을 기반으로 하고 있으며 MIT 미디어랩의 연구팀과 레고사가 공동으로 개발하였다. Papert의 구성주의적 학습이론에 의하면, 학습자들의 최상의 경험은 그들이 단지 제시된 학습 매체와의 간단한 상호작용에 참여하는 것이 아니라, 학습 매체를 설계, 생성, 개발하는 과정을 통해 얻을 수 있으며, 학습자 스스로 자신의 결과물을 만들고, 설계하는 과정을 통해 최상의 학습 효과를 얻을 수 있다[7][13].

레고 마인드스톰은 프로그래밍 가능한 브릭(Programmable Bricks)을 포함하고 있어 학습자들은 직접 로봇을 구성하고, 구성된 로봇의 움직임, 지각(sensing), 상호작용 및 의사소통을 위한 다양한 프로그램 작성이 가능하다.

최근 출시된 레고 마인드스톰의 모델은 NXT로 이전 모델인 RCX에 비해 향상된 프로세서(32-bit ARM7 main microprocessor)와 메모리(256KB flash memory, 64KB RAM)로 구성되어 있으며, USB 케이블과 블루투스를 통한 통신 기능을 제공한다. 블루투스를 통한 통신 기능을 활용할 경우, 모바일 폰이나 PDA와 같은 휴대용 기기를 통한 로봇 제어가 가능하다.

또한, 사물의 거리와 움직임을 감지할 수 있는 초음파 센서(Ultrasonic Sensor)가 새롭게 추가되었으며, 모터에 회전 센서(Rotation Sensor)를 내장함에 따라 정교한 모터 움직임 제어가 가능하다. 다음 <그림 1>은 NXT의 구성 요소를 나타낸다[14].

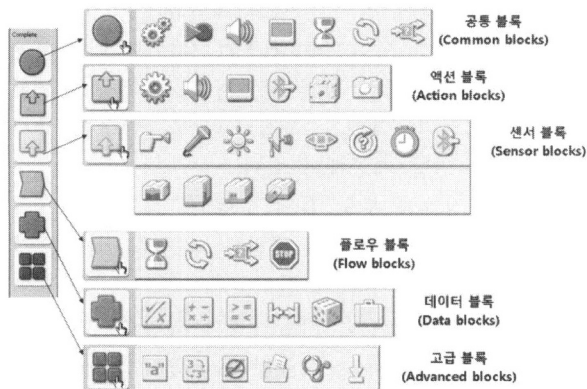


<그림 1> NXT 구성요소

2.1.2 NXT-G

NXT-G는 NXT를 제어하기 위한 프로그래밍 소프트웨어로 교육용 버전의 경우, 프로그래밍 실습을 위한 실습 로봇 조립도와 실연 동영상, 프로그램 작성 방법이 웹 기반 콘텐츠 형태로 함께 제공된다. NXT-G는 사용하기가 쉽고, 드래그 앤 드롭(Drag and Drop) 방식으로 블록들을 조합하는 과정을 통해 원하는 프로그램을 작성할 수 있으며, 흐름도 방식의 시각적인 그래픽 사용자 인터페이스를 제공한다.

다음 <그림 2>는 NXT-G에서 제공되는 프로그램 블록들을 나타낸다[14].



<그림 2> NXT-G의 프로그램 블록

2.2 프로그래밍 학습을 위한 로봇 활용의 가능성과 한계

프로그래밍 학습에 있어서 레고 마인드스톰과 같은 교육용 로봇의 활용은 학습자의 동기 유발 및 문제해결력 향상을 위한 다양한 잠재적 가치를 지닌다. Lawhead et al.(2002)은 프로그래밍 입문 과정에서의 로봇 활용은 다양한 학습자의 적극적인 학습 참여를 유발할 뿐 아니라, 컴퓨터 과학의 핵심 개념 및 객체 지향 개념을 쉽고 자연스럽게 습득 가능하며, 순차적 형태의 컴퓨터 사용에서 벗어나 상호작용 형태의 컴퓨터 사용 경험을 촉진할 수 있다고 주장하였다. 또한, 풍부한 실세계 환경과의 상호작용을 제공함으로써 가상의 환경에서 경험할 수 없는 예기치 못한 상황들을 고려한 프로그래밍 경험이 가능하고 이는 보다 견고한 프로그램 설계를 위한 태도와 능력을 길러줄 수 있다고 주장하였다[8]. 이외 프로그래밍 입문 과정에서 레고 마인드스톰을 활용한 연구 결과들은 로봇 활용의 효과성을 주로 흥미와 동기 유발 관점에서 긍정적인 평가를 내리고 있으며, 로봇이 흥미로운 이유는 물리적 환경과 상호작용하는 로봇이 학습자들에게 시각적이고 실제적인 피드백을 제공하기 때문이라고 주장하고 있다[4][6].

Java 프로그래밍 입문 과정에서 로봇을 활용한 Barnes(2002)는 로봇을 활용한 프로그래밍 학습이 시뮬레이션 형태의 도구를 활용한 학습에 비해 학습자들이 더 흥미롭고 교육적으로 의미 있게 받아들인다고 보고하였고, 로봇의 물리적 제약조건들로 인해 학습자가 고차원적인 사고 능력을 발휘하여 문제해결과정인 알고리즘을 설계하고 분석하게 하는 데 좋은 방법이 될 수 있다고 주장하였다[3].

이러한 연구 결과들을 종합해볼 때, 프로그래밍 학습에서의 로봇 활용의 잠재적 가치는 상호작용성, 실제적 표상, 현실 경험적 측면을 들 수 있다. 로봇의 활용은 학습자와 로봇, 학습자와 학습자간의 상호작용을 증진시키고, 자신의 아이디어나 생각을 구체물의 조작 및 제어를 통해 실제적으로 표현할 수 있으며, 직접 로봇을 조작하는

과정을 통해 실제적인 경험을 제공할 수 있다. 이러한 경험은 학습자의 몰입을 증진시킴으로서 학습에 적극적으로 참여하고 성취감을 통해 긍정적인 정서 상태를 경험하게 됨으로써 지속적인 내적 동기 유발이 가능하다. 또한 스스로 자신의 아이디어를 설계하고 실현하고 반성하는 단계를 통해 고차원적인 인지능력 습득과 문제해결력 습득이 가능하다.

그러나 기존 연구에서 제시된 로봇 활용 학습 내용은 다음과 같은 한계점을 지니고 있다.

첫째, 많은 연구에서 제시된 학습 내용은 대부분 경쟁 형태로 구성되어 있으며[1][5], 이는 다양한 학습자의 요구와 흥미를 유발하지 못하고 있다. 경쟁은 대부분의 학습자들에게 동기를 부여하지만 경쟁을 기피하는 학습자들에게는 오히려 학습 동기를 저해하는 요소로 작용할 수 있다. 배영권(2007)의 연구 결과, 로봇 프로그래밍을 위한 학습 내용 조직에 있어 남학생은 공격적이며 투쟁적인 학습내용을 선호하고, 여학생은 생활 중심적이고 협력적인 학습 내용을 선호하는 것으로 나타났다. 또한 공격적이고 경쟁적인 교육내용은 여학생들의 학습의욕을 저하시킬 수 있음을 지적하였다[1]. Resnick(2006) 또한 이러한 경쟁 형태의 활동 구조의 문제점을 지적하고 있다[13].

둘째, 로봇 활용 학습을 위해 설계된 피드백의 제공 형태로 인한 동기유발의 문제이다. 즉각적이고 적절한 피드백은 학습자의 몰입 경험 증진과 학습 향상에 중요한 영향을 끼치지만, 강화물로서의 피드백을 로봇 프로그래밍 학습에 활용하는 것은 적절하지 못하다. 특정 행동의 유발을 증가시키기 위한 정적 또는 부적 강화물의 반복적 제시는 강화의 효력을 감소시킨다. 즉 강화물로서의 피드백은 외적 동기만을 지속시킬 뿐이며, 학습 자체로의 몰입을 유도하는 내적 동기 유발에는 적합하지 않다. 그러나 기존연구에서 제시되고 있는 피드백의 형태는 이러한 외재적 피드백의 형태이다. 예로, Onishi 외(2006)의 연구에서 사용된 교수 설계의 경우, 주어진 도전 과제 수행여부에 따라 점수가 부여되거나 감점된다[12]. 이러한 점수의 획득 및 감점은 자칫 도전 과제 수행을 통해 얻게 되는 학습 효과보다 점수 획득에만 집중함에 따라 학습이 이루어진다고 보

기 어렵다. 외재적인 피드백은 보상, 칭찬, 점수, 포인트 시스템과 같이 과제의 외부에 존재하며, 이러한 외재적인 피드백은 내적 동기를 말살할 수 있다[9].

3. 로봇프로그래밍 학습을 위한 교수 설계

3.1 학습 내용 설계 원리

로봇 프로그래밍 학습을 통한 문제해결력 향상을 위한 내용 설계는 Merriënboer의 4CID(Four Component Instructional Design) 모형을 기반으로 한 하향식 접근(Top-Down Approach) 방법을 사용하였다. 4CID 모형은 복잡한 문제해결과정 지원을 위한 새로운 교수 전략으로 4C는 학습 과제(Learning Tasks), 지원 정보(Supportive Information), 과정 정보(Procedural Information), 부분 과제 연습(Part-Task Practice)을 의미한다[10].

이는 인지주의와 구성주의적 전략을 동시에 지닌 모형으로 과제제시 방식과 유형, 지원정보 제시방식과 유형, 시기의 조절을 통해 학습자들이 과제를 진행하는 동안 복잡한 인지기능 및 메타인지 기능을 습득할 수 있게 한다. 하향식 접근 방법은 학습 과제 제시 방식에 있어서 전체 과제를 먼저 제시하고, 전체 과제 수행을 위한 부분적 과제 수행을 통합해 나감으로써 전체 과제 수행을 완료하는 방식을 의미한다.

지원 정보는 풀이된 예제(Worked Example)와 같은 전문가 모델링을 제공하거나, 단계별 과제 수행 지원을 위한 과정 활동지 등을 제공하는 것을 의미하며, 과제가 복잡하면 복잡할수록 교사가 많은 양을 제공해야 한다.

과정 정보는 부분 과제 수행 시 즉각적으로 필요한 정보와 내용을 제공하는 것으로 적시에 정확한 내용을 전달해야 한다.

부분 과제 연습은 학습자들이 과제를 진행하는 동안 부족한 기술을 능숙한 단계까지 향상시키기 위해 지속적으로 연습시키기 위한 과제들을 제공하는 것이다.

3.2 학습 내용 설계

로봇 프로그래밍 학습을 위한 학습 내용은 프로그래밍 교육과정에서 일반적으로 가르치는 기본 개념과 알고리즘 효율성과 정확성에 대한 개념 습득을 위한 내용으로 구성하였으며, 교수 학습 도구로 레고 마인드스톰 NXT와 NXT-G를 사용하였다.

NXT-G는 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 제어하기 위해 개발된 객체 지향 언어로 흐름도 방식의 시각적인 블록의 조합을 통해 프로그래밍이 가능하다. 기존 프로그래밍 언어와 달리 프로그래밍 언어 자체의 문법이나 복잡한 명령어들을 학습하는데 많은 시간을 투자할 필요가 없으므로 기본 프로그래밍 개념을 습득하고 알고리즘을 설계하고 분석하는 과정을 중점적으로 학습할 수 있다. 또한 문제해결과정을 시각적인 형태로 관찰할 수 있으므로 프로그래밍 입문 과정의 학습자나 초·중등학교 단위의 어린 학습자들도 쉽게 사용할 수 있다. 학습 내용 설계 원리에 따라 전체 10주(주당 4차시) 분량의 학습 내용을 구성하였으며, 구성된 세부 학습 내용 및 활동 예시는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1>로봇 프로그래밍을 위한 학습 내용 및 활동 예시

학습 과제 (Learning Tasks)	Move and Turn	Line Tracing
학습 개념 (Learning Concepts)	<ul style="list-style-type: none"> 자료의입출력 순차 처리 	<ul style="list-style-type: none"> 변수 조건 처리 반복 처리
지원 정보 (Supportive Information)	<ul style="list-style-type: none"> 목표상태 미리보기 (동영상 정보) 단계별 활동지 (탐구 안내) 	<ul style="list-style-type: none"> 목표상태 미리보기 (동영상 정보) 풀이된 예제 (따라하기 정보) 단계별 활동지 (탐구 안내)
과정 정보 (Procedural Information)	<ul style="list-style-type: none"> 모터블록 사용법 동작블록 사용법 회전센서블록 사용법 	<ul style="list-style-type: none"> 빛센서블록 사용법 스위치블록 사용법 부프블록 사용법 변수블록 사용법
부분 과제 연습 (Part-Task Practice)	<ul style="list-style-type: none"> Movement <ul style="list-style-type: none"> - Forward - Backward - Swing Turn - Point Turn 	<ul style="list-style-type: none"> Sensing <ul style="list-style-type: none"> - Wait for Light - Wait for Dark Variable <ul style="list-style-type: none"> - Define variable - Read and Write
활동 형태	<ul style="list-style-type: none"> 모둠내 협력 	<ul style="list-style-type: none"> 모둠내 협력

학습 과제는 동일 학습 목표에 대한 다양한 활동 과제를 학습자가 선택할 수 있도록 2개 이상의 다른 형태의 활동 과제로 구성하였다. 또한 동일한 문제해결을 위한 다양한 문제해결 전략을 비교·분석할 수 있는 활동을 제공함으로써 알고리즘의 효율성과 정확성을 판단을 위한 개념을 학습할 수 있도록 하였다.

지원 정보는 어렵거나 처음 접하는 내용이 많은 경우, 풀이된 예제와 단계별 활동지를 함께 제공하고, 상대적으로 쉬운 내용 또는 미리 학습한 내용을 활용가능한 과제의 경우, 탐구 안내를 위한 단계별 활동지만 제공하였다.

활동은 협력 학습 형태로 진행하며, 3명의 학습자로 구성된 1모듬은 1대의 NXT와 노트북을 사용하여 학습을 진행하였다.

4. 연구 방법

4.1 연구 대상

본 연구의 연구대상은 K 대학교 ‘프로그래밍’ 관련 강좌 수강학생들로 구성하였다. 강좌는 2개의 반으로 개설되었으며, 실험 집단(18명)과 통제 집단(23명)으로 구성하였다.

4.2 연구 설계

로봇 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력에 미치는 영향을 분석하기 위해, 이질 통제 집단 전후 검사 설계 방법을 적용하였으며 구체적인 연구의 실험 설계는 다음과 같다.

실험집단	O ₁	X ₁	O ₂
통제집단	O ₃	X ₂	O ₄

O₁, O₃ : 사전 검사 (문제해결력 검사)

X₁ : 로봇 프로그래밍 학습

X₂ : Java 프로그래밍 학습

O₂, O₄ : 사후 검사 (문제해결력 검사)

4.3 연구 도구 및 절차

4.3.1 연구 도구

문제해결력 검사를 위한 도구로 2003년 OECD가 실시한 학업성취도 국제비교조사(PISA)의 문제해결(Problem Solving) 영역의 공개문항을 본 연구의 연구대상에 맞게 수정·보완하여 사용하였다[2][11].

PISA의 문제해결 영역의 문항들은 문제 유형, 문제 상황, 학문영역, 문제해결 과정, 추론 기술의 5가지 요소들을 고려하여 제작되었으며, 문제 유형의 경우, 의사결정(decision making), 체제 분석 및 설계(system analysis and design), 문제점 해결(trouble shooting)의 3가지 문제 유형으로 제한하고 있다. 문제 상황의 경우, 가능한 학교실 상황이나 학교 교육과정과 무관한 실생활 상황을 선정하고, 한 교과영역에만 국한된 것이 아닌, 범교과적 차원에서의 문제해결력을 평가하기 위한 문항으로 제작되었다. 또한, 문제해결과정의 하위요소들로 문제 이해, 문제 특성화, 문제 표상화, 문제 해결, 문제 숙고, 문제 해결책 의사소통을 포함하고 있으며, 문제해결을 위한 추론 기술의 하위요소로 분석적 추론, 정량적 추론, 유추적 추론, 종합적 추론을 포함하고 있다[2].

그러나 PISA 문항은 만 15세 학생을 대상으로 개발된 것이므로, 본 연구의 연구대상인 대학생 수준에 맞는 문항 선정 및 난이도 수정을 위하여 전체 19개 공개문항을 컴퓨터 관련학과 전공 대학생들을 대상으로 예비검사를 실시하였다. 예비 검사 결과, 평균 정답률이 90% 이상인 문항을 제거하여, 최종 9문항을 선정하였다. 선정된 문항 특성은 다음 <표 2>와 같다. 검사 결과는 정답의 경우 10점, 오답의 경우 0점을 부여하였으며, OECD에서 공개된 문항 채점기준에 따라 부분점수로 인정될 경우 5점을 부여하였다.

<표 2> 문제해결력 측정 문항

번호	주제	문제 유형	형태
1	수에 의한 디자인	체제분석 및 설계	선택형
2	수에 의한 디자인	체제분석 및 설계	선택형
3	교육과정 설계	체제분석 및 설계	개방형 서술형
4	환승 체계	의사결정	개방형 서술형
5	어린이 캠프	체제분석 및 설계	개방형 서술형
6	냉동고	문제점 해결	선택형
7	냉동고	문제점 해결	선택형
8	에너지 요구량	의사결정	개방형 서술형
9	에너지 요구량	의사결정	개방형 서술형

4.3.2 연구 절차

실험 집단과 통제 집단을 대상으로 문제해결력 사전 검사를 실시하였고, 소요 시간은 10분이었다. 실험 처치는 3주에 걸쳐 40시간 동안 진행되었으며, 실험 집단은 로봇 프로그래밍 학습을, 통제 집단은 Java 프로그래밍 언어를 통한 프로그래밍 학습을 진행하였다. 사후 검사는 실험 처치 직후 실시하였다.

5. 연구 결과 및 논의

5.1 사전 검사 결과

실험 집단과 통제 집단의 동질성 여부를 검증하기 위해 문제해결력 사전 검사를 실시하였으며, 그 결과는 <표 3>에서와 같이 동질 집단으로 나타났다.

<표 3> 사전 문제해결력 검사 결과

구분	학생수	평균	표준 편차	t	df	p
실험 집단	18	51.67	16.63	.221	39	.826
통제 집단	23	50.65	12.73			

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

5.2 사후 검사 결과

실험 처치 후, 사후 검사 결과는 <표 4>와 같이, 실험 집단의 문제해결력이 통제 집단에 비해 유의미한 향상($p < .05$)을 보이고 있으며, <표 5>와 같이 각 집단의 사전·사후 문제해결력 차이 검증 결과, 실험 집단의 문제해결력 향상이 통계적으로 유의미한 차이를 나타내고 있다($p < .001$). 이는 로봇을 활용한 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

<표 4> 사후 문제해결력 검사 결과

구분	학생수	평균	표준 편차	t	df	p
실험 집단	18	63.33	13.72	2.297*	39	.027
통제 집단	23	51.74	17.62			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 5> 문제해결력 사전·사후 차이 검증 결과

구분	학생수	사전 문제해결력 - 사후 문제해결력		t	df	p
		평균	표준 편차			
실험 집단	18	-11.67	8.40	-5.891***	17	.000
통제 집단	23	-1.09	11.48	-.454	22	.654

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

6. 결 론

본 연구에서는 로봇을 활용한 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력에 미치는 효과를 검증함으로써 프로그래밍 학습에 있어서 로봇 활용을 통한 복잡한 인지능력 발달의 가능성을 제시하고자 하였다. 또한 기존 로봇 프로그래밍 학습의 한계로 드러난 경쟁 위주의 교육내용으로 인한 학습동기의 저해 및 여학생들의 낮은 참여도를 극복하기 위해 학습 내용과 직접적인 관련이 없는 경쟁 및 점수 부여 방식의 교수 설계를 지양하고, 협력적 과제 수행 형태로 교육내용을 구성하였다. 또한 프로그래밍 과정에 있어서 과도한

인지적 부담 감소 및 실생활의 복잡한 문제해결력 향상을 위한 교수 학습 전략으로 Merriënboer의 4CID 모형을 적용하였다.

연구 결과, 레고 마인드스톰 NXT와 NXT-G를 활용한 프로그래밍 학습은 학습자의 문제해결력 향상에 기여했음을 확인하였으며, 이는 본 연구를 통해 제시된 교수 전략을 토대로 한 로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력과 같은 인지적 능력 향상에 효과적인 것으로 해석할 수 있다.

단, 본 연구의 실험 처치 기간이 단기간의 집중적 훈련 형태로 이루어지고 소수의 학습자들을 대상으로 이루어짐에 따라 연구결과를 일반화하는데는 다소 무리가 있으므로, 보다 다양한 학습 대상과 장기적 관점에서의 지속적인 연구가 필요할 것이다.

프로그래밍 교육의 근본적인 목적을 단지 프로그래밍 언어의 체계를 이해하는 것이 아니라, 컴퓨터 과학의 기본 개념인 알고리즘을 이해하고 이를 실생활의 문제해결과정에 적용할 수 있는 문제해결력의 신장이라고 본다면, 레고 마인드스톰과 같은 교육용 로봇의 활용은 가장 의미 있는 선택이며 기존 프로그래밍 교육의 문제점 해소를 위한 적절한 대안이 될 수 있을 것이다.

본 연구 결과를 바탕으로 향후 로봇 프로그래밍 학습을 위한 연구의 방향을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 로봇 프로그래밍 학습 과정에서의 몰입 경험을 촉진하는 몰입 요인을 면밀히 분석할 필요가 있다. 기존 선행 연구 결과를 통해 로봇 활용 학습이 학습자의 흥미와 동기 유발에 효과적이었음을 드러내고 있지만, 왜 학습자가 로봇 활용 학습에 몰입하는지, 어떤 요소가 몰입 경험을 촉진하는지에 대한 면밀한 분석 결과가 부족하다. 이러한 과정은 로봇 활용 학습의 효과성 극대화를 위해 필수적으로 진행되어야 하는 단계라고 판단된다.

둘째, 교육용 프로그래밍 언어를 통한 학습 효과와 교육용 로봇을 통한 학습 효과를 비교 분석할 필요가 있다. 본 연구의 경우, 로봇을 통한 프로그래밍 학습에 중점을 두고 연구를 진행하였지만, 학습의 효율성과 효과성 측면에서, 각 도구 활용의 장단점 분석을 통해, 적절한 학습 대상

및 학습 환경, 여건에 따른 교수 학습 방법 선택 및 교수 설계를 위한 지침을 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 배영권(2007). 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구. 한국컴퓨터교육학회 논문지, 10(4), pp.27-37.
- [2] 이미경 · 광영순 · 민경석 · 채선희 · 최성연 · 나귀수 · 박경미(2004). OECD/PISA 2003 평가틀 및 예시문항 - 수학, 과학, 문제해결력 소양 영역 -, 연구자료 ORM 2004-25-1, 한국교육과정평가원.
- [3] Barnes, D. J.(2002). Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models. ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on Computer science education, 34(1), pp. 147-151.
- [4] Fagin, B. S., & Merkle, L. S.(2003). Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science. ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 34rd SIGCSE technical symposium on Computer science education, 35(1), pp. 307-311.
- [5] FIRST LEGO League. online available: <http://www.firstlegoleague.org/>
- [6] Jennifer S. Kay.(2003). Teaching robotics from a computer science perspective. Proceedings of the 19th Annual Consortium for computing Sciences in Colleges: pp. 329-336.
- [7] Kafai, Y. B.(2006). Constructionism. In Sawyer, R.K.(eds.), The Cambridge handbook of the learning sciences. Cambridge University Press.
- [8] 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 Robot. ACM SIGCSE Bulletin, Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education, 35(2), pp.191-201.
- [9] Lepper, M. R., Greene, D. & Nisbett(1973). Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the "over-justification" hypothesis. Journal of Personality and Social Psychology. 28(1), pp.129-139.
- [10] Merriënboer, Jeroen J.G., Kirschner, P. A., & Kester, L.(2003). Taking the Load Off a Learner's Mind: Instructional Design for Complex Learning. Educational Psychologist, 38(1), pp.5-13.
- [11] OECD(2004). Problem Solving for Tomorrow's World - First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003.
- [12] Onishi, Y., Tominaga, H., Hayashi, T. & Yamasaki, T.(2006). Exercise Analysis and Lesson Plan with Robot Behavior in LEGO Programming Contest for Problem Solving Learning. In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2006 (pp.1943-1951). Chesapeake, VA:AACE.
- [13] Resnick, M.(2006). Computer as Paint Brush: Technology, Play, and Creative Society. In Singer, D., Golikoff, R., and Hirsh-Pasek, K.(eds.), Play=Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth. Oxford University Press.
- [14] The LEGO Group. online available: <http://www.lego.com/>



이 은 경

- 1998 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
- 2005 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2006~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과
박사과정

관심분야: u-러닝, 학습과학, 로봇 기반 학습

E-Mail: soph76@hitel.net



이 영 준

- 1988 고려대학교 전산과학과
(이학사)
- 1994 미국 미네소타대학교
(전산학 Ph.D.)

현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학

E-Mail: yjlee@knue.ac.kr