

## 초등학교 정규교과에서 로봇활용수업 적용 사례 연구<sup>1)</sup>

박 정 호\*, 조 혜 경\*\*

### A Case Study on Instruction Using Robot in Elementary Regular Classes

Jung-Ho Park\*, Hye-Kyung Cho\*\*

#### 요 약

본 논문은 초등학교 정규교과에서 로봇활용수업의 효과 분석을 위해 교과별 목표 달성에 적합한 로봇 및 PC연동 어플리케이션을 개발하고 수업적용을 통해 학습자의 반응을 살펴보았다. 연구결과 사후 이미지 프로파일의 대부분의 항목에서 로봇에 대한 긍정적인 응답이 나타났으며 특히, '이론적-실천적', '비협동적-협동적' 두 항목에서 유의미한 차이가 발견되었다( $p < .05$ ). 또한 학습자가 그린 사후 이미지 분석 결과 사전에 비해 구체적인 학습상황과 연계된 로봇 이미지가 형성된 것으로 나타났다. 「로봇활용수업」에 대한 학습자 인식을 살펴보기 위한 면담결과 로봇의 직·간접 체험 모두 긍정적인 학습참여를 유도하고 실제적 학습경험을 제공하였다고 나타내었다. 또한 로봇활용수업을 통해 모둠 구성원과 자연스러운 협력활동이 관찰되었고 학생들도 동료와 협력활동에 대해 긍정적으로 인식하고 있었다. 이와 같은 결과는 로봇활용 교육이 새로운 학습 패러다임으로서의 가능성을 보여준다고 볼 수 있다.

▶ Keyword : 로봇활용교육, 실제학습, 이미지분석

#### Abstract

This study is to analyze the effects on using robots in elementary regular classes. The robots and PC-linked applications were developed considering the school subjects' academic goals and the learners' responses were carefully examined while applying the robots in the class. The image profile after the robot application shows positive feedbacks in most of the contents and some significant differences were found in contents such as

• 제1저자 : 박정호 • 교신저자 : 조혜경

• 투고일 : 2011. 04. 12, 심사일 : 2011. 05. 10, 게재확정일 : 2011. 05. 18.

\* 도이초등학교(Doi Elementary School)

\*\* 한성대학교 정보통신공학과(Department of Information & Communications Engineering, Hansung University)

※ 본 논문은 지식경제부의 지원(과제번호: 10033663)으로 수행되었습니다.

'theoretical-practical', 'uncooperative-cooperative'(p<.05). Moreover, the analysis on the learners' image drawings shows that more robot images are formed related to the concrete learning environment. The learners have answered in an interview to evaluate their understanding of 'Robot based instruction', that both direct and indirect robot experience induce positive participations and provide authentic learning experience. During the robot based instruction, the learners cooperate with their group members and recognize the cooperation as a positive activity. It proves that the robot based instruction can lead to a possibility of new education paradigm.

▶ Keyword : Robot Based Education, Authentic Learning, Image Analysis

## I. 서론

세계적인 미래학자나 혁신기업가들은 수년 이내에 로봇이 우리 생활의 중요한 비중을 차지하고 컴퓨터처럼 보편화될 것이라고 전망하고 있다. 실제 지난 몇 년 동안 로봇에 대한 대중적 관심은 뚜렷한 증가세를 보이고 있으며 교육부문에서도 로봇을 다양한 형태로 적용하려는 시도가 미국, 영국, 일본, 한국, 캐나다 등 여러 나라에서 이루어지고 있다.

로보틱스(Robotics)는 학습자와 로봇의 관계 측면에서 로봇에 관한 학습(learning about robots)과 로봇을 통한 학습(learning from robots) 그리고 로봇과 함께하는 학습(learning with robots)으로 구분될 수 있는데 일반적으로 '로봇교육'이라는 용어가 포괄적으로 사용되어진다[1].

국내외의 '로봇교육'의 연구동향을 살펴보면 초·중등학교에서의 과학, 기술, 공학, 수학(Science, Technology, Engineering, Math: STEM) 등 관련 교과목에서 실제 학습 환경 및 학습동기 제공을 위해 이용되거나 방과후 교육, 영재교육에서 창의적 발명 교구 및 문제해결력 신장을 위한 프로그래밍 도구로서 활용되어지고 있다.

이와 같은 '로봇교육'은 학습자에게 고차원의 사고와 창의적 표현 및 발견학습에 대한 기회를 제공하는 것으로 알려져 있으며[2][3][4] 구체적 조작 및 협력적 활동을 수반하는 로봇경험이 학습자의 능동적 참여를 유도한다고 알려져 있다. 또한 '로봇교육'은 학습자와 교사를 의미 있는 프로젝트에 능동적으로 참여시키고, 학습자간의 협력적 의사소통의 증진 및 교과간의 통합의 매개체로서 역할을 할 수 있다[5]. 예로 LEGO와 같은 로봇 구성 키트는 학습자가 새로운 개념과 사고방식을 탐구하고 즐기는데 조작적 학습 경험을 제공한다.

Lough & Fett(2004)가 '로봇교육'을 실시하고 있는 초·중등 교사를 대상으로 설문조사한 결과에서도 학교급별을 초월하여 구체물의 조작활동으로 학습자 참여를 유도하고 강한 학습동기, 협동 및 팀워크 활동의 기회를 제공하고 있는

것으로 나타났다[6]. 하지만 교사가 초등학교 교육과정에 로봇과목이 포함되어야 할 필요성은 느끼지만 효율적인 '로봇교육'을 위한 교육과정이나 내용 그리고 교구제가 개발되어 있지 않다는 지적과[7], '로봇교육'을 수행할 경험과 능력을 겸비한 교사자원이 한정되어 있다는 문제가 제기되었다[5]. 또한 40분단위로 이루어지는 초등학교 정규수업을 고려할 때 로봇의 조립 조작 활동에 많은 시간을 할애하기 보다는 실질적인 교과학습활동을 위한 '로봇교육' 방향설정이 요구된다. 이와 같은 문제는 교육과정 분석 후 교과의 목표를 효과적으로 도달할 수 있도록 실제적 학습환경을 제공하는 맞춤형 로봇 및 소프트웨어의 개발을 통해 해결될 수 있을 것이다. 즉 기존의 '로봇교육'이 하드웨어의 설계, 조립, 조작기반의 교육이 이루어졌다면 본 논문에서 추구하고자 하는 '로봇활용교육'은 기존의 '로봇교육'에 교과의 학습내용과 연계된 컴퓨터 기반 학습 환경 제공으로 실제 학습(authentic learning)경험을 제공하는 것이다.

따라서 본 논문은 초등학교 교육과정 분석 후 교과별 목표달성에 적합하도록 맞춤형 로봇 및 PC연동 어플리케이션을 개발 후 현장에 적용함으로써 로봇활용교육에 대한 교육적 가능성에 대해 살펴보았다.

## II. 관련 연구

### 1. 로봇의 정의

로봇이란 단어는 체코(Czech)의 작가인 카렐 차펙(1923)의 'Rossum's Universall Robots'에서 처음 사용된 것으로 받아들여지고 있으며 로보틱스는 영상과학 작가인 Isaac Asimov(1942)의 작품에 의해 대중적으로 알려지게 되었다[8].

미리엄-웹스터사전(2011)은 로봇을 컴퓨터에 제어되거나 자동적으로 일을 수행하는 인간을 닮은 기계라고 정의하고 있으며[9] 다른 사전들도 이와 유사한 수준에서 일반화하고 있다.

로봇은 그 사용 목적에 따라 산업용, 가정용, 서비스용, 교

육용 등으로 나누어지는데 문외식(2007)은 교육용로봇을 창의적인 알고리즘 표현 및 기술 등의 체형적 학습을 통해 창의적이고 문제해결능력 향상을 위해 교육적 목적으로 개발된 로봇이라 하며 완구형, 게임형, 성장형, 조립형 등으로 분류하였다[10]. 이와 같은 분류기준에 비추어 볼 때 본 논문에서 적용한 로봇은 완구형, 게임형 특징을 갖는 교육용 로봇 유형에 근접해 있다고 볼 수 있으며 추가적으로 정규교과의 학습을 지원하기 위한 특수목적용 로봇이라 볼 수 있다.

## 2. 로봇활용 교육

학습자는 발명과 창상을 통하여 자신을 표현할 때 더 잘 이해할 수 있다는 Papert(1980)의 사상[11]에 비추어 볼 때 로봇은 학습향상과 사고의 개발에 기여할 수 있는 가치 있는 수단으로 고려될 수 있다. 그리고 「로봇교육」을 활용한 조작적 활동, 자기주도적 학습의 중요성을 주장한 그의 견해에 비추어 볼 때 교실에서의 로봇활용은 피아제의 구성주의 흐름과 함께한다고 볼 수 있다.

로봇은 학습을 운동감각적인 방법으로 촉진시키기 위한 컴퓨터와 같은 교육적 도구로서 교실에 통합되어질 수 있는데 [12] 로봇에 대한 관심이 높아가면서 교육적 활용에 대한 영역, 대상 및 활용 목적에 따른 다양한 연구결과가 발표되고 있다.

유치원 및 초등학교 저학년단계는 Bee-Bot, Roamer와 같은 교구형 로봇을 활용 직진, 멈춤, 회전 등의 기초적인 명령어를 사용하여 논리적 프로그램 및 문제해결 능력을 체험해볼 수 있는 기회를 제공하였으며[13] 고학년의 경우 LEGO NXT를 활용한 프로그래밍 교육이 영재교육 및 방과후 프로그램 등에서 창의적 문제해결능력의 효과를 나타내고 있다[14].

## 3. 로봇활용 교과교육

Bers 외(2002)는 초등학교 저학년 학생들에게 기술적 소양을 향상시키고 설계능력을 갖추게 하기 위해 LEGO Mindstorms를 활용하였는데 연구 결과 조립과 프로그래밍의 추상적 활동에는 능숙하진 못했지만 디자인 활동에서 능동적인 역할을 수행하는 것을 확인하였다. 또한 로봇을 이용한 회전체(spinner wheel)를 제작하고 곤충의 한 살이와 관련한 사진을 물체에 붙여 반복·연속적으로 회전시킴으로써 자연스럽게 생물의 한 살이에 대한 개념을 획득하였다고 하였다. 즉 로봇의 연속적인 동작이 관련 과학개념을 획득하는데 중요한 요인이었으며, 바퀴의 공학적 설계 및 프로그래밍 활동에 참여하지 않았던 저학년 학생들도 기어와 기계 작동에 관한 흥미를 갖고 적극적으로 참여하였다[5].

과학교과에서 주목할 만한 연구는 Wagner(1998)에 의해 실행되었는데 로봇활용, 배터리 전원 교구, 전통적인 방식으로 학습을 실시한 결과 로봇을 활용한 집단에서 프로그래밍, 논리적 사고 및 과학성취도에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다[15].

Roberto(2010)는 LEGO를 활용하여 스토리텔링 활동을 실시하였는데, 도입부분에 자유롭게 만들고 싶은 로봇을 물리적 제한 없이 상상해볼 수 있도록 하였으며 이후 로봇 선택, 로봇 조립 및 프로그래밍, 스토리 및 창작 및 환경 구성, 발표의 단계로 진행하였다. 학습자는 프로그래밍 활동 후 최종적으로 스토리텔링에 사용할 로봇을 선택하였다. 이후 여러 로봇을 이용한 스토리를 창작하도록 요청 받았으며 서로간의 상호작용이 발견되었다[16].

박정호(2010)는 초등학교 수학과 교육과정 및 로봇 프로그래밍 내용을 분석한 후 로봇통합 수학프로그램을 적용한 결과 전통적인 방식의 수업보다 로봇을 활용한 실험집단에서 높은 학습태도 및 문제해결력을 확인하였다[17].

Niels(2009)는 낮은 음악적 재능이 학습자가 음악 창작의 즐거움을 경험하는 데 곤란을 줄 수 있다는 데 착안하여 로봇을 활용하여 음악적 지식 또는 능력 없이도 다양한 음악 장르에 대한 경험을 제공하였다[18].

이와 같이 로봇활용교육은 과학, 수학, 음악, 국어 등 다양한 교과에서 긍정적 학습경험 및 로봇과 관련한 기술의 습득을 가져다주는 것으로 나타났다. 하지만 초등학교 교과 단원의 본래의 교과목표 달성을 위해서는 영역/단원/목표/학습내용에 따른 맞춤형 로봇이 요구되고 학습자에게 로봇을 조작한 활동내용 및 결과를 시각적으로 제공하는 지원체제의 개발이 효과적일 것이다.

## 4. 실제 학습

교과학습의 목표달성을 위해서는 유의미(meaningful), 실제(authentic)학습이 구성되어야 하는데 교실현장에서는 위험성, 고비용 등의 이유로 어떤 실험은 제공되기 어렵다. 그러나 통신, 시각화, 시뮬레이션 그리고 ICT와 같은 혁신적인 기술의 도움으로 학습자들은 실제적 학습경험 기회를 얻게 되었다. Herod(2002)는 학습교구와 활동이 실생활의 맥락에 융합된 실제학습이 학습자에게 의미 있고 동기유발의 기회를 제공한다고 하였다[19].

최근 과학, 기계, 공학 그리고 의학 영역에서 실제 학습을 지원하는 교구로서 MR(mixed reality)기술이 사용되어지고 있다. 이러한 기술이 사용되는 목적은 실제와 같은 학습 환경의 제공으로 학습자는 가상의 공간에서 실제적 경험을 제공받

게 된다. 로봇을 통한 실제 학습경험 제공을 위한 로봇과 MR을 결합한 연구는 Chih-Wei 외(2010)에 의해 수행되었는데 연구결과 실제성을 향상시켰으며 긍정적 학습동기에 영향을 주는 것으로 알려져 있다[20].

### III. 로봇 개발

#### 1. 개발방향

첫째, 로봇은 학습도구로서 교과와 학습목표 및 내용을 우선적으로 달성할 수 있도록 고려하였다.

둘째, 실제학습 환경을 제공하기 위해 로봇과 연동할 수 있는 PC 어플리케이션을 개발하였다.

셋째, 실제적 로봇교육활동의 설계 및 조사를 통해 학습자의 적극적 참여를 유도한다.

넷째, 교실에서 짝, 모둠끼리의 협력적 상호작용이 이루어질 수 있도록 한다.

#### 2. 교과 관련성

초등학교 교육과정을 교과별/영역별/주제별로 로봇활용 가능 활동을 탐색한 결과 스토리텔링, 자료의 표현(표와 그래프), 태양의 고도 세 주제를 선정하였다.

국어교과의 스토리텔링은 「듣기·말하기」, 「읽기」, 「쓰기」의 세 영역을 고루 신장시킬 수 있는 활동으로 전통적인 수업에서는 이야기에 맞는 무대를 꾸미고 인형과 같은 소품을 이용하였는데 로봇활용 스토리텔링은 학습자가 선택할 수 있는 다양한 배경, 서보모터, 센서를 이용한 캐릭터 제어, 이벤트 및 사운드로 실제적인 학습을 지원할 수 있다.

수학교과의 「자료의 표현」은 자료를 수집 후 표와 그래프로 변환하는 활동인데 교과서에 기재된 데이터를 그대로 활용하는 것보다 게임을 통해 학습자가 직접 생산해 낸 데이터를 정리하고 표와 그래프로 변환하는 것은 긍정적인 학습경험을 줄 것이다.

과학교과는 「태양의 고도」에 따른 그림자의 변화를 관찰함에 있어, 하루 종일 그림자의 길이를 측정하는데 소요되는 시간적 비용, 측정 당일의 기상환경에 의존해야하는 문제, 수업하는 계절이나 관측자 위도에 따라 한 가지 경우만 관찰할 수 있었던 기존 수업을 보완하기 위한 것으로 인공태양을 직접 조작해봄으로써 정확하고 구체적인 과학개념을 형성할 수 있을 것이다.

### 3. 로봇 개발 기술

스토리텔링을 위한 캐릭터 조종용 로봇은 서보모터 4개를 연결하였으며 다음 <그림 1>과 같다.

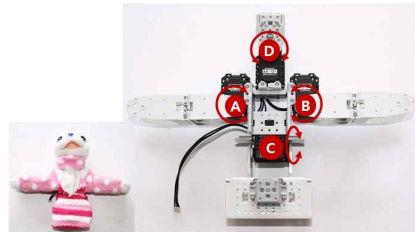


그림 1. 로봇 조종기  
Fig. 1. Robot Controller

조정을 위해 A, B, C로 표기된 3개의 서보모터의 브레이크를 풀고 사용자가 손으로 잡아 움직일 수 있게 한다. 학생들이 인형로봇의 팔을 잡고 움직일 때, 모터 A 및 B의 각도를 읽어 어느 날개가 위쪽에 있는지 결정한다. 이 정보를 PC로 전송하여 화면 상 캐릭터의 위치가 왼쪽 또는 오른쪽으로 이동하도록 프로그램하였다. 또한 모터 C의 각도를 읽어 화면 상 캐릭터의 상하 위치를 조종할 수 있게 하였다.

조종되는 사이버 캐릭터가 화면 안에서 특정 아이템을 만나면 실제 로봇이 움직여서 반응할 수 있도록 감정표현을 프로그램 하였다. 이 모드에서는 모든 모터가 제어기에 의해 제어되며, 모터 A, B 및 C를 움직여 날개짓하는 모습, 모터 D를 움직여 고개를 가우똥하는 모습 등을 표현할 수 있고 소리도 반응하게 하였다

태양의 고도 학습을 위한 인공태양은 다음 <그림 2>와 같으며 서보모터 3개, 웹캠(webcam), 전구로 구성되어 있다.



그림 2. 인공 태양 로봇  
Fig. 2. Artificial Sun Robot

③에 위치한 지상 관측자의 관점에서 바라 본 태양의 궤적을 관측자의 위도 및 계절 입력에 따라 그대로 모사할 수 있도록, 전구로 대체된 인공태양(①)을 이동시키는 역할을 한다. 관측자의 위도 및 계절 입력에 따라 관측자를 기준으로

한 시간대 별 태양의 위치를 계산하고, 이를 로봇 기준 좌표로 변환한 후 역기구학(inverse kinematics)를 풀어 모터 ①, ②, ③를 제어, 인공태양을 해당 위치로 이동시킨다. 웹캠 ④은 그림자 궤적을 녹화한다.

대포로봇은 PC 화면 상 대포에 연동되어 포신의 발사각도 및 발사 강도를 조정하는 역할을 수행하며 <그림 3>과 같이 서보모터 5개로 이루어져 있다.

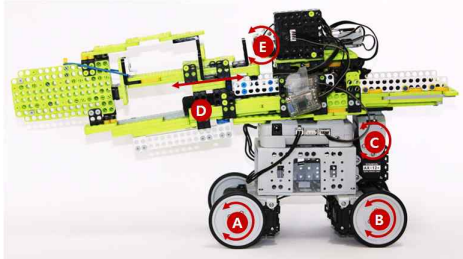


그림 3 대포 로봇  
Fig. 3. Cannon Robot

모터 ①, ②는 실제 로봇을 전후 이동하게 한다. 리모콘으로 모터 ③를 움직이면 실제 로봇의 포신이 들어 올려지거나 내려가게 프로그램 하였으며, 이 정보를 PC로 전달하여 사이버 공간 상에 있는 대포의 포신도 함께 조종한다. 모터 ④를 회전시키면 'L'자 모양의 꺾쇠형 경첩이 좌우로 움직이는 구조를 설계하고 리모콘으로 조종하도록 프로그램하였다. 경첩을 우측으로 밀어 모터 ⑤에 연결된 결쇠를 걸고 다시 왼쪽으로 당기면 이 거리에 따라 고무줄 탄성이 조정되며 발사 강도가 달라진다. 이 정보 역시 PC로 전송되어 사이버 대포의 발사궤적 시뮬레이션에 활용된다.

#### 4. 세부 개발 내용

국어, 수학, 과학교과 수업적용을 위해 총 4종의 로봇 및 PC연동 어플리케이션을 개발하였다. 국어는 스토리텔링을 통한 '역할극', 수학은 대포로봇을 활용한 '자료의 표현', 과학은 로봇태양 세트를 이용한 「태양의 고도」의 단원으로 다음 <표 1>과 같다.

표 1. 교과별 개발 내용  
Table 1. Subject Development Contents

국어	목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇을 화면상의 캐릭터와 연동시킴으로써 자신만의 애니메이션을 만들 수 있는 새로운 형태의 스토리텔링 환경을 제공</li> </ul>
역할극 ▼ 스토리텔링	개발 및 구현 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇과 캐릭터 연동을 위해 적외선 센서로 종이학의 날개 위치(인형은 모터의 위치를 측정하여, 위치 정보에 따라 종이학과 연결된 피란 병아리 캐릭터의 화면 속 위치를 이동시킴</li> <li>캐릭터가 특정한 위치에 오거나 특정한 물체와 만나면, 화면 상 캐릭터들에 대하여 지정된 반응(형태변경, 캐릭터 스피크작용, 소리 출력 등)을 구현 ex)병아리 캐릭터가 바다에 들어가면 튜브를 착용, 파라스 밑에서는 선글라스를 착용, 산에 올라가면 땀을 흘리는 등의 이벤트 제공</li> </ul>
	관련 사진	
수학	목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>그래프의 학습을 위한 데이터를 모으는 과정을 게임 형태의 심미적 활동과 결합함으로써, 학습자의 흥미를 유발하고 학생들이 그래프의 구체적 활용 사례를 직접 경험</li> </ul>
자료의 표현	개발 및 구현 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>탱크 로봇을 화면으로 향하게 하고, 대포의 상하 및 좌우를 조종하여 원하는 목표 위치를 조준발사</li> <li>화기로봇은 색상을 선택하고 발사버튼을 누름으로써, 조준된 위치에 단위 그림을 그려 넣는 기능</li> <li>화면 위에 그려진 단위 그림들의 색상별, 모양별 비율에 따라 띠그래프, 원그래프를 그리는 기능</li> <li>리모콘으로 팬(pan:좌우 회전), 틸트(tilt:상하 회전)를 조종할 수 있는 대포로봇에서 팬 및 틸트 모터의 위치정보를 읽어, 이에 따라 그림이 그려질 위치를 화면 위에 표시</li> </ul>
	관련 사진	
과학	목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 태양을 이용하여 다양한 절기, 다양한 위도에서 바라보는 태양의 궤적을 제공하여, 계절에 따른 태양 고도의 변화나 관측자의 위도에 따른 변화까지 비교 관찰할 수 있는 다양한 탐구활동을 제공</li> </ul>
태양의 고도	개발 및 구현 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 팔에 달린 전구 형태의 인공 태양, 인공태양이 만드는 그림자를 관측할 모형, 그림자 변화를 촬영할 카메라로 이루어진 실험 세트</li> <li>화면에서 사용자가 그림자를 관찰할 계절 및 도시를 선택하면, 이에 따라 계산된 실제 태양과 똑같은 궤적으로 인공 태양이 움직이도록 로봇 팔을 제어함</li> <li>해가 떠서 질 때까지 인공 태양이 움직이는 동안, 일정 시간 간격으로 카메라를 통해 관찰되는 막대와 그림자를 촬영함</li> </ul>
	관련 사진	

## IV. 검증방법

### 1. 연구대상

연구의 대상은 로봇에 대한 접근성이 낮은 경기도 소재 농어촌지역의 D초등학교 5학년 2학급 53명을 대상으로 실시하였다. 연구에 참여한 학생은 남학생이 27명, 여학생이 26명으로 총 53명이었다. 학생의 대부분은 로봇에 대한 사전 경험이 없었으며 과학상자 4명, 방과 후 로봇교실 1명 총 5명만이 로봇 경험을 갖고 있었다.

### 2. 연구절차

연구기간은 2010년 12월 9부터 12월 22일까지로 '스토리텔링', '자료의 변환', '태양의 고도' 세 단원에서 로봇을 이용한 16차시의 수업을 실시하였다. 실험 전·후 학습자들을 대상으로 로봇에 대한 사전·사후 이미지 비교 및 카이제곱-검증( $\chi^2$ )을 실시하였으며 로봇활용교육에 대한 인식조사를 위해 심층면접을 수행하였다. 또한 캠코더를 이용하여 수업과정 관찰 및 학습자 면담에 활용하였다.

### 3. 검사도구

#### 3.1 로봇 이미지 조사

로봇에 대한 학습자의 이미지 변화를 조사하기 위하여 김용익(2003)의 '전기·전자에 대한 이미지 조사지'를 활용하였다[21]. 기존 조사지는 '지루함-재미', '딱딱함-부드러움', '싫어함-좋아함' 등 총 20개의 대비되는 항목들로 구성되어 있었으나 본 논문의 저자 2인과 로봇수업을 실시한 현장교사 1인이 각 문항별로 '로봇활용수업의 이미지 변화' 측정에 타당한지를 평가한 후 협의를 거쳐 위험성, 생산성과 같이 로봇과 관련성이 낮은 항목을 삭제하고 최종 14개의 문항으로 재구성하였다. 문항의 신뢰도 확인을 위해 이들 측정 항목들에 대해 Cronbach'  $\alpha$ 값을 이용하여 신뢰성분석을 실시한 결과 Cronbach'  $\alpha$ 값이 0.769로 나타났다. 또한 로봇에 대한 이미지 변화를 확인하기 위해서 수업 전과 후에 각각 로봇에 대해 떠오르는 이미지를 그림으로 그려보도록 한 후 비교 분석하였다.

#### 3.2 로봇활용수업 인식 조사

국어의 '역할극', '수학의 자료변환', '과학의 태양고도'에 대한 내용으로 로봇활용수업을 실시한 후 학생들 중 상이

한 반응을 보인 6(남 3, 여 3)명의 학생을 대상으로 반구조화 면담을 실시하였으며 면담 전 과정은 녹음 후 의미 있는 학습자 반응을 추출 및 종합하여 로봇활용수업에 대한 인식 분석에 활용하였다.

## V. 검증결과

로봇활용교육에 대한 학습자의 반응을 살펴보기 위하여 이미지 프로파일 분석 및 이미지 검증을 실시하였으며 학습자 인식을 알아보기 위해 학습자 면담을 병행하였다.

### 1. 로봇에 대한 이미지 프로파일

로봇활용수업이 학습자가 지니고 있는 로봇에 대한 이미지에 어떤 영향을 주었는지를 알아보기 위해 각 항목의 평균값을 기초로 다음 <그림 4>와 같이 프로파일로 작성하였다.

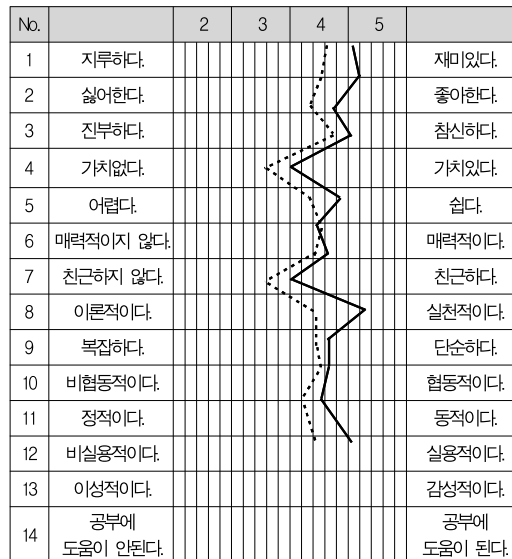


그림 4. 이미지 프로파일  
Fig. 4. Image Profile

14개 항목 중 '친근하지 않다-친근하다'의 한 가지 항목에서 사전 검사에 비해 사후 검사 결과가 부정적으로 나타났다. 이것은 기존에 만화 주인공, 장난감과 같은 친숙한 도구였던 로봇이 수업시간에 학습도구로 활용되면서 적외선 센서, 모터 등으로 조정하면서 익숙지 않은 경험을 제공하였기 때문인 것으로 추측된다. 한편 다른 13개 항목에서는 모두 긍정적인 결과가 발견되었다. 이것은 로봇에 대한 긍정적인 이미지 형성으로 적극적인 학습자의 참여를 유도하고 로봇활용 교육이 새로운 학습패러다임으로서의 가능성을 보여준다고 볼 수 있다.

### 2. 로봇에 대한 이미지 변화 검증

로봇활용수업 후 사전·사후 이미지 변화 검증은 측정문항이 서열적으로 구성되어 있어 카이제곱-검증( $\chi^2$ )을 실시하였으며 결과는 다음 <표 2>와 같다. 이미지 프로파일의 대부분의 항목에서 사후 이미지의 평균이 향상된 것으로 나타났는데, 검증결과 ‘이론적-실천적’, ‘비협동적-협동적’ 두 항목에서 유의미한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 이는 ‘사전 사후 이미지 변화의 차이가 없다’는 귀무가설을 기각하는 것으로 로봇활용으로 학습자에게 로봇이 실천적 및 협동적인 이미지가 형성되었음을 의미 한다.

기존의 국어 교과역의 역할극 표현을 위해 서로 협력해 이야기를 꾸미고 로봇으로 표현하는 활동, 모둠을 나누어 실시한 과녁 맞추기 게임 및 동일 무늬를 찾고 그래프로 표현해보는 실천적인 수업이 이미지 변화에 영향을 미친 것으로 보인다. 또한 동료들과 참여를 유도하는 협력적 활동이 전통적 수업보다 많았고 새로운 학습도구의 체험으로 인한 긍정적 반응이 나타난 것으로 보인다.

표 2. 사전·사후 이미지 변화  $\chi^2$  검증  
Table 2. Image Change  $\chi^2$  Test

No.	구분	값	자유도	점근 유의확률 (양측검증)
1	지루하다 - 재미있다	3.154a	4	.369
2	싫어한다 - 좋아한다	4.410a	4	.353
3	진부하다 - 참신하다	4.226a	4	.376
4	가치없다 - 가치있다	3.231a	4	.520
5	어렵다 - 쉽다	6.111a	4	.191
6	매력적이지 않다 - 매력적이다	4.581a	4	.333
7	친근하지 않다 - 친근하다	1.117a	4	.892
8	이론적이다 - 실천적이다	8.964a	4	.043
9	복잡하다 - 단순하다	7.949a	4	.892
10	비협동적이다 - 협동적이다	10.887a	4	.027
11	정적이다 - 동적이다	2.333a	4	.675
12	비실용적이다 - 실용적이다	4.933a	4	.294
13	이성적이다 - 감성적이다	6.067a	4	.194
14	공부에 도움이 안 된다 - 공부에 도움이 된다	2.615a	4	.624

### 3. 로봇에 대한 이미지 변화

로봇활용수업 전 학습자들이 그린 로봇에 대한 이미지는 다음 <그림 5>와 같으며 축구로봇(a), 놀이형태의 장난감 로봇(b, d), 게임로봇(c) 등과 일반적인 로봇 이미지로 형상화 되어 있었다.

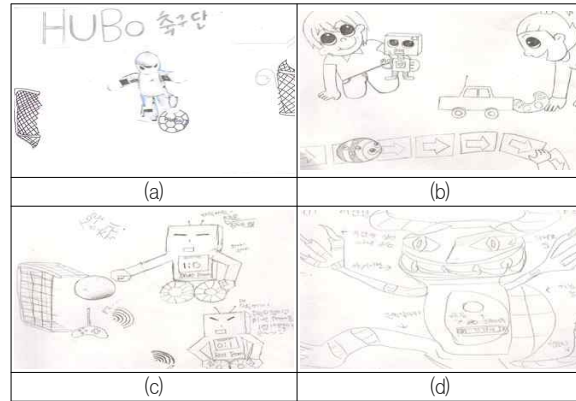


그림 5. 수업전 이미지  
Fig. 5. Image Before Class

이에 비해 수업 후에는 모둠별 협동(a), 게임 학습(b, c), 로봇표현(d)과 같은 학습과 관련한 이미지가 새롭게 형성되었음을 알 수 있다. 즉 학교 교육환경에서의 로봇활용에 대해 자연스럽게 수용하고 로봇활동에 대한 구체적인 이미지가 발견되었다.

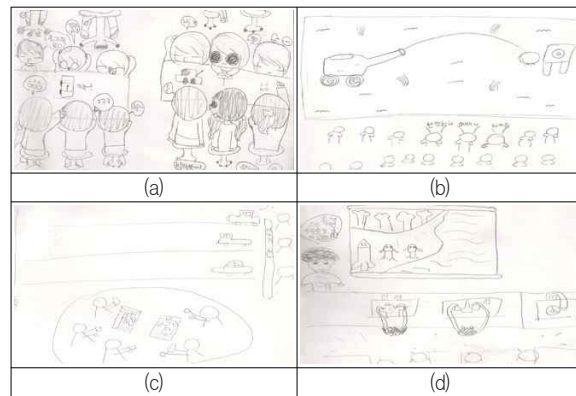


그림 6. 수업후 이미지  
Fig. 6. Image After Class

### 4. 로봇활용수업에 대한 학습자 인식

「로봇활용수업」에 대한 학습자 인식을 알아보기 위해 학생 6명과 실시한 면담 결과는 다음과 같다(No.1 - No.11).

일반 수업은 짧은 시간에 많은 내용을 배워 학습 부담을

주는데 로봇활용수업은 학습자가 설계한 내용을 실제 실행(체험)하게 함으로써 능동적인 참여를 유도한 것으로 보인다. 즉, 기존의 교실수업에서는 수동적 학습자 역할이었던 것에 비해 로봇활용수업에서는 로봇의 조작과 동적인 학습활동이 긍정적인 반응을 가져오고 자연스럽게 학습이 이루어지고 있음을 인식하고 있었다.

No.	학습자 반응 결과
1	"그냥 앉아서 보는 게 아니고 직접 민지고 조정해볼 수 있어서 신기했어요"
2	"친구와 스토리를 만들고 로봇으로 표현한 점이 신기했어요 팔을 움직이면 왼쪽 오른쪽으로 움직였어요"
3	"화가 로봇으로 무늬도 만들어보고 또 직접 세고 그래프로 나타내니 자연스럽게 수학공부가 되는 것 같아요"

로봇을 체험하는 학생만이 즐겁게 수업에 참여하는 것은 아니었다. 로봇을 직접 만져 보지 못한 학생들도 모둠의 대표 학생이 체험하는 내용을 간접적 경험함으로써 학습에 즐겁게 참여하였다.

No.	학습자 반응 결과
4	"배악이를 직접 조정해보진 못했지만 모뎀원이 만든 이야기를 직접 표현해 볼 수 있어 재미있었어요"

하지만 체험위주의 로봇활용수업에 재미를 느끼면서도 로봇 조작에 대해서는 어렵다고 인식하고 있었다. 이러한 부분은 차후 로봇의 하드웨어 개발시 초등학교생이 쉽게 조작할 수 있도록 개선해야 될 부분이다. 또한 콘텐츠 또한 다양하게 구비되어 학습자의 선택권을 늘려주어야 될 것으로 보인다.

No.	학습자 반응 결과
5	"로봇이 느리게 움직였어요 빨리 움직였으면 좋겠고 지금보다 종류가 더 다양했으면 좋겠어요"
6	"다른 수업은 직접 체험해 볼 수 없지만 로봇으로 역할극을 체험해봐서 재미를 느낄 수 있었어요 근데요 배악이를 조정하는 게 힘들었어요"

수업차시가 늘어갈 수록 차츰 하드웨어 기기에 익숙해지면서 로봇에 친근함을 느끼고 로봇을 통해 학습이 이루어질 수 있다는 인상을 깊게 받아들이고 있었다.

No.	학습자 반응 결과
7	"로봇이란 존재가 아직까지는 아니지만 약간 친근하게 느껴져요"
8	"로봇으로 공부할 수 있다는 게 정말 신기했어요 다른 수업은 듣다보면 지루했는데 흥미가 생기고 재미있었어요"

또한 로봇활용 수학수업의 게임 활동에서 다른 팀과의 경쟁 속에서 동기가 유발되었으며 자연스럽게 모뎀 구성원과의 협력활동을 통해 학생들도 동료와의 협력활동의 중요성을 인식하게 되었으며 평소에 친하지 않았던 친구와 상호작용을 갖게 되는 계기가 마련되었다.

No.	학습자 반응 결과
9	"과녁을 맞추기 위해 40도 정도로 탱크를 맞추었는데 우리 모뎀이 1점차로 이겨서 너무 좋았어요"
10	"스토리를 만들 때 열심히 참여했고 친하지 않던 친구와도 이야기를 나누었어요"
11	"역할극을 할 때 우리 모뎀원들이 빵야 빵야 효과음을 내주어서 더욱 재미있었어요"

### 5. 로봇 개선 사항 도출

본 논문은 초등학교 로봇활용수업 적용 및 사례에 관한 것으로 로봇 및 PC연동 어플리케이션을 개발 및 적용 후 다음과 같은 개선 사항을 발견할 수 있었다.

첫째, 학습자의 창의적인 학습 선택권을 제공할 필요가 있다. 스토리텔링 로봇의 경우 캐릭터(병아리), 환경(산, 바다, 우주), 이벤트가 고정되어 있어 2~3회의 활동 후 흥미와 동기가 떨어지는 모습이 관찰되었는데 테마별 분류 또는 다양한 캐릭터, 배경, 이벤트를 활동 전 선택할 수 있는 여건이 마련된다면 다양한 창의적 활동결과가 예상될 수 있을 것이다.

둘째, 화가로봇은 색깔, 모양에 따른 동일한 크기의 무늬를 발사하는데, 겹치거나 모양, 색상이 유사하여 구분하기에 어려움이 있었다. 따라서 학습자가 크기, 종류를 클릭하면 뚜렷이 구별될 수 있는 색상, 모양으로의 수정이 요구된다.

셋째, 대포로봇은 전부 발사 후에 표로 점수를 확인할 수 있는데, 각 발사 때마다 점수를 스크린에 표시하면 학습자가 스스로 표에 기록 후 PC화면의 결과와 비교하도록 할 수 있을 것이다.

## VI. 결론 및 제언

본 논문에서는 초등학교 교육과정 분석 후 교과별 목표 달성에 적합하도록 맞춤형 로봇 및 PC연동 어플리케이션을 개발 및 적용하고 교육적 효과를 살펴보았다. 구체적 조작활동을 수반하는 로봇활용이 초등학교생의 인지적 발달단계에도 부합하고 교과내용과 결합될 때 긍정적 경험을 제공할 것으로 기대되었기 때문이다. 즉, 교과에서 로봇활용을 활용한 Mauch(2001), Resnick(1990), Resnick & Eisenberg(2000),



Bers 외(2002), JeongBeom 외(2010) 등의 기존 연구가 일반화된 로봇을 설계, 조립, 조작, 프로그래밍하고 교과목표에 도달한 것과는 달리 초등학교 정규교육과정의 목표에 접합한 로봇을 개발하고 적용한 것에 차이가 있다. 또한 학습지원을 위해 로봇과 연동되어 학습 환경을 제공하는 ICT 콘텐츠를 개발 후 수업에 활용하였다. 이것은 로봇과 학습과의 연결고리로서 실제적 학습경험을 제공하기 위함이다.

본 논문에서 수행한 연구절차는 다음과 같다.

첫째, 초등학교 5학년 국어, 수학, 과학 교과에 교수·학습 매체로서 활용하기 위해 PC 어플리케이션 연동 교구형 로봇을 개발하였다.

둘째, 각 교과별 로봇활용수업 설계안을 개발하고 현장에 적용하였다.

셋째, 로봇활용 교육 사례분석을 위해 로봇에 대한 이미지 조사 및 카이제곱-검증( $\chi^2$ )을 실시하고 정규교과에서 로봇활용교육에 대한 학습자 인식을 알아보기 위해 학습자 면담을 병행하였다.

연구 결과 이미지 프로파일의 대부분 항목에서 긍정적인 이미지가 형성되었으며 카이제곱-검증( $\chi^2$ )결과 '이론적-실천적', '비협동적-협동적' 두 항목에서 유의미한 차이가 나타났는데( $p < .05$ ), 로봇활용수업이 실천적 및 협동적 활동을 제공한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 지식은 교사로부터 학습자에게 전달되기보다는 능동적인 학습을 통해 학습자 스스로 구성된다는[22] 구성주의 이론을 반영하는 것으로 로봇의 교육적 활용이 새로운 학습패러다임으로서의 가능성을 보여준다고 볼 수 있다.

'로봇활용수업'에 대한 학습자 인식을 살펴보기 위한 추가 면담결과 로봇의 직·간접 체험 모두 긍정적인 학습참여를 이끌어 낸 것으로 나타났다. 학습과정 중 자연스럽게 모듈 구성원과의 협력이 관찰되었고 동료와의 긍정적인 상호작용이 나타났다. 이는 학습자간의 협력적 의사소통의 증진 및 교과간의 통합의 매개체로서 역할을 할 수 있다는 Bers 외(2002)의 연구결과와도 동일한 것이다.

이러한 긍정적인 연구결과를 학습교구로서 로봇이 제공하는 본질적 속성에 기인한 것으로 볼 수도 있지만 다른 한편에서는 연구에 참여한 학습자의 대다수가 로봇활용수업에 대한 선 경험이 없어 새로운 학습교구에 대한 호기심이 영향을 미쳤을 가능성도 배제해서는 안 된다. 따라서 장기적인 관점에서 로봇을 투입 후 효과성을 검증하는 것도 고려되어야 할 것이다.

그리고 로봇 콘텐츠 부분에서 교과학습에 부속되어 제한적인 로봇활동이 학습자의 다양한 사고의 확장 기회를 막을 수

있으므로 다양한 학습 선택권을 제공할 수 있는 환경의 마련과 학습결과에 대해 확인해볼 수 있는 기록관리 그리고 교실수업에서 학습자의 활동에 맞추어가는 프로그램 설계가 지속적으로 강구되어야 한다.

요약적으로 교사가 주도하는 전통적인 수업에 비해 학습자 스스로 학습내용을 로봇을 조작하면서 해결하는 로봇활용수업이 긍정적인 학습활동을 제공하였음을 확인하였으며 다음과 같이 제언한다.

향후 초등학교 정규교과에서 로봇활용수업을 일반화하고 그 효과를 검증하려는 노력이 지속되어야 하며 효과적인 교과 학습지원을 위한 교과별/학습단원별 로봇 개발에 대한 후속연구가 지속적으로 실시되어야 할 것이다.

또한 개발된 로봇에 로봇활용수업 실시 후 학습동기, 학습성취도와 같은 인지적, 정의적 영역의 객관적 실험연구도 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] S. NaMin, and K. SangA, "What do robots have to do with student Learning?," Korean Association for Educational Information and Media, Vol. 13, No. 3, pp. 79-99, 2007.
- [2] E. Mauch, "Using technology innovations to improve the problem-solving skills of middle school students: Educators' experiences with the Lego Mindstorms robotic invention system," The Clearing House, Vol. 74, No. 4, pp. 211-13, 2001.
- [3] M. Resnick, "MultiLogo: A study of children and concurrent programming," Interactive Learning Environments, Vol. 1, No. 3, pp. 153-170, 1990.
- [4] M. Resnick, R. Berg, and M. Eisenberg, "Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation," Journal of the Learning Sciences, Vol. 9, No. 1, pp. 7-30, 2000.
- [5] U. Bers, I. Ponte, C. Juelich, A. Viera, and J. Schenker, "Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education," In: Information Technology in Childhood Education Annual, AACE, VA. pp. 123-145, 2002.
- [6] T. Lough, and C. Fett, "Trends in robotics education: How

- teacher observations of male and female robotics students are changing over time," *TIES Magazine*, pp. 22-33, 2004.
- [7] Etnews, "Enhance the Creativity with Educational Robots," [http://www.ebuzz.co.kr/content/buzz\\_view.html?uid=79467](http://www.ebuzz.co.kr/content/buzz_view.html?uid=79467).
- [8] G. Mark, and P. Kathleen, "Classroom Robotics," Information Age Publishing, p.6, 2007.
- [9] Merriam-Webster's Dictionary, Robot. Retrieved from : <http://www.learnersdictionary.com/search>
- [10] M. WaeShik, "A Programming Language Learning Model Using Educational Robot," *Korea Association of Information Education*, Vol. 11, No. 2, pp. 231-241, 2007.
- [11] S. Papert, "Mindsorms:Children, computers, And Powerful Ideas," Basis Books, New York, pp. 135-142, 1980.
- [12] S. Garrigan, "A comparison of intrinsic motivation elicited in children by computer-simulated robots versus physical robots," Dissertation. Leigh University, 1993.
- [13] G. Piger, "Early years roaming," *Micromath*, Vol. Vol. 172, No. 2, pp. 10-13, 2001.
- [14] Y. InHwan, and K. TaeWan, "The Effects of MIN DSTORMS Programming Instruction on the Creativity" *Korea Association of Computer Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 1-11. 2006.
- [15] S. Wagner, "Robotics and children: Science achievement and problem solving," *Journal of Computing in Childhood Education*, Vol. 9, No. 2, pp. 149-192 1998.
- [16] C. Roberto, "Storytelling and scenario building as an enforcement in LEGO introductory activities," *Robotics in Education eJournal*, Vol. 13, pp. 6-10, 2010.
- [17] P. JungHo, K. Chul, "The Effects of Robot Based Mathematics Learning on Learners' Attitude and Problem Solving Skills," *Korea Association of Computer Education*, Vol. 13, No. 5, pp. 71-80. 2010.
- [18] K. Niels, J. Carsten, and N. Jacob, "Music-Making and Musical Comprehension with Robotic Building Blocks," *Lecture Notes in Computer Science*, Volume 5670, pp. 399-409, (2009).
- [19] L. Herod, "Adult learning from theory to practice," <http://www.nald.ca/adultlearningcourse/glossary.htm>
- [20] C. Chih-Wei, L. Jih-Hsien, W. Chin-Yeh, C. Gwo -Dong, "Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment," *Computers & Education*, Vol. 55, pp. 1572-1578, 2010.
- [21] K. YongIk, "A Study on the Image of Practical Arts Subject Reflected to the Eyes of Trainee Teachers for Elementary School," *Korean Association of Practical Arts Education*, Vol. 16, No. 1, pp. 59-78, 2003.
- [22] I. Harel, and S. Papert "Constructionism," Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1991.
- [23] S. JeongBeom, S. SooBum Shin, L. TaeWuk, "A Study on Effectiveness of STEM Integration Education Using Educational Robot," *Korea Society of Computer Information*, Vol. 15, No. 6, pp. 81-89, 2010.

## 저 자 소개



### 박 정 호

1997 : 서울교육대학교 과학교육학과 학사  
 2002 : 이주대학교 컴퓨터교육학과 교육  
 학석사  
 2008 : 한국교원대학교 초등컴퓨터교육  
 학과 교육학박사  
 현 재 : 도이초등학교 교사  
 관심분야 : 로봇활용교육, 프로그래밍교육  
 Email : park0154@naver.com



### 조 혜 경

1987 : 서울대학교 제어계측공학과 공학사  
 1989 : 서울대학교 대학원 제어계측공학과  
 공학석사  
 1994 : 서울대학교 대학원 제어계측공학과  
 공학박사  
 현 재 : 한성대학교 정보통신공학과 교수  
 관심분야 : Robots in Education  
 Email : hkcho@hansung.ac.kr