

# 학교 주5일제 수업에 대비한 로봇 활용 교육 모형에 관한 연구

배 영 권

(인디애나대학교 방문 연구원)

---

## 《 요약 》

---

학교 주5일제의 성공적인 정착을 위해서는 다양한 교육프로그램이 필요하다. 이에 본 논문에서는 다양한 교육프로그램의 일환으로 로봇 활용 교육을 제안하며 효과적인 교육이 진행되기 위한 교육 모형을 제시한다. 로봇 활용 교육은 학생들의 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있는 효과적인 교육프로그램이며, 기술적 선진국에서 활발히 실시되고 있다. 본 논문에서는 로봇 교육의 목표, 내용, 방법, 교육환경 전반에 걸친 로봇 활용 교육 모형을 문헌연구와 타당성 평가 연구를 통해 제시한다. 제안된 교육 모형은 창의적 문제해결력 신장을 목표로 하고 학교 주5일제의 특성에 맞추어 학생들의 자율적, 적극적 참여를 유도하기 위해 기초, 중급, 심화의 다양한 학습 단계와 교육 내용을 제안한다. 교육 방법으로 조립 및 체험활동을 개별, 팀별 학습의 형태로 온·오프라인 방식을 병행한 교육을 주장하며 학생 및 교수자 간 상호작용과 교육 장소 다양화의 교육 환경을 기반으로 하는 교육 모형을 제시한다. 본 논문을 통해 효과적인 학교 주5일제 정착을 위한 작은 밑거름이 되기를 기대한다.

주제어 : 로봇 활용 교육 모형, 학교 주5일제

---

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

21세기는 20세기 산업사회와는 매우 다른 지식과 그 활용능력을 요구하는 사회이다. 이러한 사회에서 주어지는 문제를 해결해 나가기 위해서는 자기 주도적 학습능력과 창의적 문제 해결능력이 필요하다(문원익 외, 2001, p. 34). 최근 교육개혁도 이러한 사회적 요구에 따라

학생의 자율성 함양과 창의적 문제해결능력을 신장하는 방향으로 나아가고 있다.

선진국의 주요 추세와 국제 정세에 따른 학교 주5일제(홍광식 외, 2002, p. 353)는 선진 국가에서 일반화된 것으로, 1999년 노사정 위원회의 노동시간 단축 합의가 이루어진 이래, 우리나라에서 급진적으로 논의되어(정광희, 2002, p. 57) 현재 단계적으로 시행되고 있다. 이러한 시점에서 학교 주5일제가 추구하는 궁극적인 교육목적을 달성하기 위한 필요 방안을 논의할 필요가 있다.

본 연구에서는 학교 주5일제의 교육목적 달성을 위해 필수사항인 토요일, 일요일에 실시될 수 있는 교육프로그램에 대해 논하고자 한다. 이는 학교 주5일제가 실시됨에 따라 토요일, 일요일에 학생들이 참여할 수 있는 교육프로그램이 필요하기 때문이다. 그렇다면 학교 주5일제가 지향하는 교육프로그램은 어떤 관점인가? 첫째, 학교 주5일제가 지향하는 교육프로그램은 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 교육프로그램이어야 한다. 이는 학생들의 자발적 교육프로그램 참여의 동기를 부여할 것이다. 이에 대해 정광희(2002, p. 61)는 휴업일의 모든 활동은 기본적으로 아이들에게 ‘즐거운 활동’이 되어야 함을 강조한 바 있다. 이런 측면에서 로봇 활용 교육은 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 교육프로그램이다. Kumar(2004, p. 1)에 의하면 로봇을 이용한 학습은 매우 흥미로우며 많은 교사들과 연구가들은 학습에 흥미를 부각시키기 위해 로봇을 이용한다고 보고한 바 있다. Matson, DeLoach, & Pauly(2004, p. 35)는 초등학교 학생들에게 로봇을 이용한 교육을 실시하였으며, 그 결과 로봇은 모든 나이의 학교 아이들에게 흥미 있는 주제임을 강조한 바 있다. 둘째, 토요일, 일요일에 실시되는 교육프로그램은 학교 주5일제가 교육적으로 추구하는 창의적 문제해결력 신장에 기여해야 한다. 이러한 관점에서도 로봇 활용 교육프로그램은 적절하다. 이는 선행연구에서 로봇 활용 교육이 학생들의 창의적 문제해결력을 신장시킨다고 보고된 바 있다(유인환, 2005; 유인환·김태완, 2006). 셋째, 주말에 실시되는 교육프로그램은 간학문적인 교육 내용(권영민, 2002, p. 78)으로 다른 교과와의 학습에 접목이 가능해야 한다. 일본의 경우, 학교 주5일제를 실시함에 있어 수리능력 저하와 자연과학적 소양의 문제점이 드러났다. 이러한 측면에서도 로봇 활용 교육은 학생들의 이공계 관련 분야의 소양을 길러줄 수 있으며, 간학문적 접근이 가능하여 다른 교과 학습에 접목이 가능하다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 로봇 활용 교육을 토요일, 일요일에 실시될 수 있는 효과적인 교육프로그램 중 하나임을 소개하며 원활히 교육이 진행될 수 있도록 하는 데 필요한 교육 모형을 제시하고자 한다. 궁극적으로 본 연구에서는 여러 선행연구에서 제시하는 효과적인 학교 주5일제 수업 정착을 위한 다양한 프로그램의 활성화(박순경 외 2005, pp. 182~184)의 일환으로 로봇 활용 교육을 제안하며, 이를 위해 구체적인 교육의 목표와 교육 내용 및 방법 등을 포함한 교육 모형을 제안하는 데 그 목적이 있다.

## 2. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 학교 주5일제가 실시됨에 있어 여러 가지 이유가 있지만, 학교 주5일제가 갖는 교육적 의미를 중점적으로 논하며, 더불어 학교 주5일제 수업을 시행함에 있어 요구되는 교육과정 개정(허경철 외, 2002)과 수업 시수 단축의 논의에 중점(정광희·이윤미·이명실, 2000, pp. 214~215)을 두지 않고 토요일, 일요일에 실시될 수 있는 다양한 프로그램 관련 내용에 초점을 두고자 한다. 이를 위해 로봇 활용 교육을 제안하며 제7차 교육과정에서 중요시하는 창의적 문제해결력 신장의 측면에서 효과적인 교육이 이루어 질 수 있도록 로봇 활용 교육과 관련하여 로봇 활용 교육의 목표, 내용, 방법과 교육환경 전반에 걸친 로봇 활용 교육 모형을 제시하고자 한다.

본 연구의 방법은 크게 문헌연구와 타당성평가연구로 수행되었다. 문헌연구는 학교 주5일제와 관련하여 학교 주5일제 수업의 교육적 의미와 수업의 필수사항, 선진국의 학교 주5일제 학습프로그램의 사례와 관련하여 국내외의 선행연구를 살펴보고, 로봇 활용 교육에 관련하여 로봇 활용 교육의 필요성, 로봇 활용 교육 모형에 대한 고찰을 통하여 시사점을 발견하였다. 또한 타당성 평가 연구는 본 논문에서 제시한 로봇 활용 교육 모형에 대하여 전문가에게 내용타당도를 검증받았다. 전문가는 로봇 활용 교육관련 연구를 실시하고 있는 컴퓨터 교육과 교수 1명, 박사 1명, 석사과정 교사 3명, 교육 모형 전문가로서 교육공학 박사과정 1명, 교육학 박사과정 1명, 학교 주5일제 관련 현장 활용 가능성을 검토하기 위해 교육개발원 박사급 연구원 1명, 1급 정교사 석사학위 교사 1명으로 전체 10명으로 구성하였다. 선정 방법은 해당 분야 전문가에게 직접 방문 또는 전화, E-mail을 통해 허락받았다.

## Ⅱ . 이론적 배경

### 1. 학교 주5일제 수업

#### 가. 학교 주5일제 수업의 교육적 의미

학교 주5일제 수업의 교육적 의미는 단순히 학교의 수업을 주6일에서 주5일로 줄인다는 의미보다는 학생들의 학습 형태가 변화하는 것으로 이해하여야 하며(권영민, 2002, p. 75), 학생들에게 주체적 학습능력(김영자, 2002, p. 81)과 창의적 문제해결능력을 길러주고, 더 나아가서는 가족과의 유대 증진과 지역에서의 사회 체험을 통해 바람직한 인간성을 형성(권영민, 2002, p. 80)하는 데 그 의미가 있다. 그러므로 단순히 ‘토요일은 학교에 가지 않는다’는 소극

적인 의미가 아니라 현재 처하고 있는 교육 환경을 개선하기 위한 하나의 적극적인 시도로서 포괄적인 교육효과의 성취를 위한 것이 되어야 할 것이다(김영자, 2002, p. 81). 이러한 학교 주5일제 수업에 관련하여 학생과 교사의 의식 분석에 관한 연구에서 학교 주5일제에 관해 학생과 교사 대부분이 긍정적으로 반응하였으며, 관련 이유는 가족과의 친교시간의 확대와 취미활동의 기회 증가 등을 들어 많은 학생과 교사가 학교 주5일제에 대해 긍정적인 반응을 보였다고 조사 분석된 바 있다(홍광식 외, 2002, p. 374). 이는 우리사회에서 학교 주5일제 수업의 도입이 필요한 시점에 도달했음을 간접적으로 알 수 있게 한다.

정광희(2002, p. 58)는 학교 주5일제 수업을 통해 학생들의 과다한 수업량과 스트레스 부분을 해소할 수 있으며, 학교 주5일제를 통해 학습의 장을 제한된 학습 공간에서 벗어나 다양한 체험활동을 할 수 있는 기회를 제공(권석광, 2002, p. 5)함으로써 평생학습사회의 기틀을 마련할 수 있고, 학교 주5일제를 통해 교육공동체적 사회 구축의 계기를 마련할 수 있게 된다고 보았다.

이처럼 학교 주5일제는 제7차 교육과정에서 추구하는 자기주도적 학습력과 창의적 문제해결력 신장에 크게 기여할 것이다. 이에 우리는 좀 더 치밀한 계획 속에서 학교 주5일제가 추구하는 포괄적인 의미의 교육효과를 성취하여야 할 것이다.

## 나. 학교 주5일제 수업의 성공적 정착을 위한 기본 여건

학교 주5일제 수업이 성공적으로 도입·운영되기 위해서 사회적, 국가적 차원에서 보다 세밀한 준비과정이 필요하다. 특히 교육적인 관점에서도 이에 상응하는 다양한 기본 여건들이 마련될 필요가 있다. 중요사항 몇 가지를 제시해 보면 다음과 같다. 첫째, 평생학습의 근간이 되는 자율성이 요구된다. 학교 주5일제 수업의 성패는 토요일과 일요일의 시간을 자기주도적으로 시간을 계획하고 활용할 수 있어야 한다(김영자, 2002, p. 82). 그러므로 학교와 가정, 지역사회가 학생들의 다양한 교육시설과 프로그램을 활용할 수 있도록 외부 환경을 잘 조성해 주어야 하며, 각종 교육프로그램과 시설을 학생들이 이용할 시 학생들의 흥미와 호기심을 불러일으킬 수 있도록 하고 자기성취감을 맞볼 수 있도록 하여야 할 것이다. 둘째, 다양하고 충실한 휴업일 활동 프로그램이 필요하다(정광희, 2002, p. 64). 학교의 제반 시설인 운동장, 도서실, 컴퓨터실 등은 기본적으로 사용할 수 있어야 하겠으며, 다양한 특별활동 프로그램을 개발하여 운영하여야 한다. 김영자(2002, p. 84)는 학교 주5일제 연구학교 운영 사례와 관련된 연구에서 창의성 신장을 위한 교과서 외의 활동이 필요함을 주장한 바 있다. 셋째, 교사들은 학교 주5일제에 따라 휴업일에 대한 홍보, 휴업일의 가정학습 지도, 그리고 토요일의 자율·취미활동에 대한 준비가 필요하다(권영민, 2002, p. 79). 그러므로 새롭게 제시되는 로봇 활용 교육을 정착시키기 위해서는 교사들을 위한 교육 안내정보와 교육 모형이 제공되어야 한다.

또한 위에서 제시된 필요사항과 병행해서 사회교육 시설 확충(홍광식 외, 2002, p. 376)과 휴업일수 또는 수업준수 지정 등을 통한 출석일수 조절과 교육과정 문제(권영민, 2002, p. 77)가 있으며 이는 선진국의 주요동향과 교육과정 실태 분석 등을 통해 충분히 논의 끝에 이루어져야 할 것이다.

### 다. 학교 주5일제와 로봇 활용 교육과의 연계성

학교 주5일제와 로봇 활용 교육과의 관련성은 학교 주5일제가 교육적으로 필요로 하는 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있는 효과적인 교육프로그램과 학생들이 보다 자율적으로 흥미 있게 참여할 수 있는 교육프로그램의 필요에 있어서 연계성을 가진다. 학교 주5일제가 요구하는 효과적인 교육프로그램은 여러 여건상 정규교과 수업을 통해서는 다루기 어려운 ‘간학문적’ 내용으로서 기존의 교육과정 속에서 심도 있는 학습을 할 수 있는 기회가 제공되지 않는 분야 중에서 학교 주5일제 도입의 궁극적인 목적이 자기주도적 학습력과 창의적 문제해결력을 신장시켜 주는 프로그램이 효과적인 프로그램이라고 할 수 있다. 이러한 측면에서 로봇 활용 교육은 기존의 학교 주5일제 대비해 필요한 교육프로그램 중 효과적인 프로그램에 해당한다. 이는 ‘로봇’이라는 주제가 학생들의 흥미를 자극하며 로봇 활용 교육은 기술적인 선진 국가들에서 이미 실시되고 있으며, 여러 논문에서 로봇 활용 교육은 간학문적 접근이 가능하며, 단위 교과의 학습에 접목이 가능하다. 또한 로봇 활용 교육은 학생들이 자율적으로 즐겁게 참여하고 있으며, 로봇 활용 교육을 통해 학생들의 창의적 문제해결력을 신장시킨다는 연구가 선행된 바 있다. 이에 본 논문에서는 로봇 활용 교육을 보다 효과적으로 교육하기 위해 필요한 교육 모형을 제시함으로써 학교 주5일제 정착에 작은 밑거름이 되기를 기대한다.

## 2. 외국의 사례

선진국에서 시행하고 있는 학교 주5일제의 사례 중 미국과 일본의 다양한 교육활동과 관련하여 특징적인 부분들에 대해 알아보고자 한다.

### 가. 미국

미국은 학교가 창설될 때부터 토요일을 휴업일로 지정하여 학교 주5일제 수업을 운영하고 있으며 토요일에 학생들은 지역 시설을 활용하여 스포츠, 문화활동 등 다양한 활동을 한다(정광희 외, 2001, p. 1294). 미국은 오랜 세월동안 학교 주5일제를 실시하여 왔기 때문에 사회 전반에 다양한 교육활동프로그램을 손쉽게 살펴볼 수 있다. 미국 인디애나주의 경우, Mad Science robot camp를 통해 초등학생의 참여를 유도하고 로봇 활용 교육 프로그램을 통

해 학생들의 창의적 문제해결력을 교육하고 있다. Cole and O'Connor(2003, pp. 19~20)는 로봇 활용 교육과 교육 방법을 제시하면서 그룹 교육을 강조하였으며, 로봇 활용 교육은 초등 학생들에게 매우 효과적이라고 주장하였다.

Portz(2002, pp. 17~20) 또한 ER1, Rogue Blue ERS, Tomy Techno Blocks, R2D2와 같은 다양한 교육용 로봇들을 소개하며 오늘날 교육에 교육용 로봇을 사용할 필요가 있음을 주장하였다(Van Horn, 2005, pp. 408~409).

### 1) 로봇을 이용한 프로젝트 학습

로봇을 이용한 프로젝트 학습은 [그림 1]에서 볼 수 있듯이 7명에서 10명의 학생으로 팀을 구성하여 주어진 문제를 해결할 수 있도록 로봇을 디자인하고 제작, 로봇프로그래밍을 하여 과제를 달성한다(Portz, 2002, pp. 17~18).



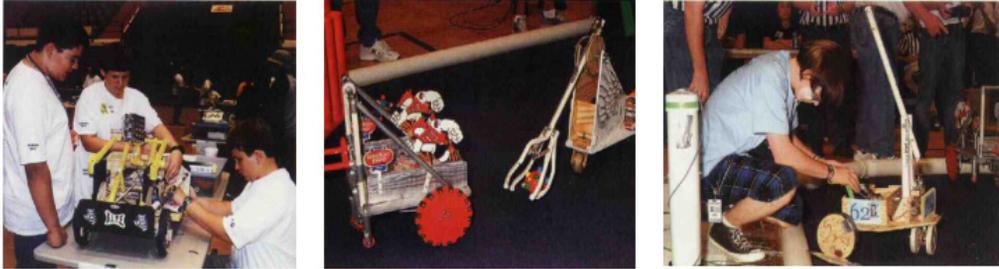
(그림 1) 로봇을 이용한 프로젝트 학습(출처: Portz, 2002, pp. 17~18)

Portz(2002, pp. 17~20)는 로봇을 이용한 프로젝트 학습은 실제적이고 재미있으며, 직업 기술을 개발할 수 있으며, 많은 지원 수단과 온라인 서비스를 통해 교사들과 로봇 활용 교육 팀을 이끄는 교수자들을 지원하고 있으며, 교수는 학생들이 로봇을 디자인하고 프로그래밍 하는 것뿐만 아니라 그룹 내에서 개인과 개인 간의 대립을 해결할 수 있도록 조정자 역할을 해주어야 됨을 강조하고 있다.

### 2) BEST 프로그램

Cobb(2004, pp. 15~17)는 [그림 2]에서 볼 수 있는 BEST(the Boosting Engineering, Science, and Technology)라 불리는 로봇 활용 교육 프로그램을 소개하면서 이를 교육 분야에서 이루어진 교육프로그램 중에서 최고의 교육효과를 나타내고 있다고 주장하였다. 이는 로봇 활용 교육프로그램을 통해 학생들 간의 자율적인 참여와 건전한 경쟁을 유발할 수 있고 학생들은

제한된 자원, 시간에 의한 과제 완성, 정확한 계산 등을 통해 실세계의 엔지니어링 생산 프로젝트를 간접 경험하고 자기성취감을 맛보기 때문이다.



(그림 2) BEST 프로그램(출처: Cobb, 2004, pp. 15~17)

## 나. 일본

일본의 경우, 학교 주5일제 수업을 1992년 도입, 2002년부터 완전 실시(정광희·이윤미·이명실, 2000, p. 99)하였으며, 주요 특징적인 프로그램으로 과학에 관한 학습을 촉진하고 아이들에게 자연에의 외경, 미래에 대한 꿈을 길러주기 위해 전국의 공민관, 과학박물관, 국립 올림픽기념청소년종합센터에서 실험 시나리오, 매뉴얼, 텍스트 실험장치, 모델 등을 작성하여 어린이 과학·만들기 교실을 과학기술청과의 연휴 사업(정광희, 2002, p. 63)을 들 수 있다.

## 다. 시사점

미국의 경우를 살펴보면 장기간의 학교 주5일제 수업의 실시를 통해 사회전반에 각종 교육시설과 프로그램이 잘 정착되어 있는 점을 볼 수 있고, 창의적 사고력 신장의 관점에서 각종 교육프로그램을 운영하고 있음을 알 수 있다. 일본의 경우, 국가경쟁력 신장의 관점에서 과학에 관한 관심을 촉진시키고 체계적인 교육이 이루어질 수 있도록 각종 정보를 수집하고 교류하고 있으며, 학교, 가정, 중앙 및 지방의 행정 관계자들과의 연계를 잘 형성하여 효과적인 학습이 이루어질 수 있는 제반사항을 잘 관리하고 있음을 알 수 있다.

위의 시사점을 바탕으로 우리나라의 경우, 우수한 IT기반의 하드웨어적인 인프라와 사용자층을 가지고 있는 점을 착안하여 국가경쟁력의 신장측면에서도 보다 발전적인 프로그램을 개발하여 널리 확대, 발전시킬 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 로봇 활용 교육을 학교 주5일제에 대비한 특정프로그램의 하나로 제시하고자 한다.

### 3. 로봇 활용 교육의 필요성

#### 가. 창의적 문제해결력 신장

로봇 활용 교육은 유인환과 김태완(2006, pp. 1~11)이 로봇을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과에 관한 연구에서 논한 바와 같이 창의력 신장에 이바지 한다. 학생들은 로봇 활용 교육 시 실생활 중심의 문제를 제시받게 되고, 학생들은 주어진 문제를 해결하기 위해 적합한 로봇을 설계, 제작, 프로그래밍 활동을 하게 된다. 이러한 과정에서 브레인스토밍의 과정을 통해 동료 간 아이디어를 주고받으며, 자기의 생각을 표현하고 서로의 의견을 존중하면서 유창성이 길러지고, 오류를 수정하는 과정에서 융통성이 길러지며, 자기만의 로봇을 설계·제작해 감으로써 독창성을 길러 준다. 또한 로봇을 직접 작동함으로써 발상을 구체화·상세화하게 되고, 이를 통해 정교성이 길러지고, 자기의 생각대로 로봇이 작동되는 것을 통해 자기의 생각이 타당한지를 검토하는 과정을 통해 적절성이 길러진다(배영권, 2006, p. 16).

#### 나. 자율성 함양

학교 주5일제 수업의 성패는 토요일과 일요일의 시간을 자기주도적으로 시간을 계획하고 활용할 수 있어야 한다. 이러한 자율성 함양에 미치는 조건으로는 흥미·동기와 자신감, 습관화의 심리적 조건과 외부 환경 조건(김영자, 2002, p. 82)을 들 수 있다. 홍광식 외(2002, p. 374)의 학생들의 학교생활에서 즐거움에 관한 의식조사에 의하면 오늘날 학교교육의 비대화 현상에도 불구하고 정작 아동의 기초학력이 약화되고 학력부진아 문제가 제기되는 기저에는 공부하는 즐거움을 모르는 데 있다고 보았다. 본 논문에서 제시하는 로봇 활용 교육은 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 프로그램(Kumar, 2004, p. 1)이며, 주어진 문제를 해결하기 위해 자기만의 로봇을 설계·제작하여 주어진 문제를 해결하는 과정 속에서 성취감을 맛볼 수 있는 프로그램이다.

#### 다. 간학문적 접근 가능

권영민(2002, p. 78)은 학교 주5일제 수업을 위해서는 여러 여건상 정규교과 수업을 통해서는 다루기 어려운 ‘간학문적’ 교과 내용을 학생들에게 제시하고, 간학문적인 다양한 프로젝트 중심의 교육이 필요함을 제안한 바 있으며, Matson, DeLoach and Pauly(2004, p. 36)는 로봇 활용 교육을 통해 수학과 과학에 대한 관심을 유도하고자 하였으며, 일반적인 과학과 수학 교육과정의 확장 개념으로 교육하고자 시도하였다. 로봇은 앞으로 우리의 일상생활 속에서 접할 수 있는 것이며, 이것에 대한 생각과 경험을 넓혀 줄 필요가 있다. 또한 로봇 활용

교육을 통해 로봇을 직접 움직여 봄으로써 좀 더 실질적이고, 실세계를 경험할 수 있게 한다(Moore, 1999, pp. 17~19).

학교 주5일제 수업은 통합 교육과정을 요구하는데 이는 평일의 교육활동뿐만 아니라 휴업일의 교육활동에서도 통합 교육과정적 교육이 요구된다(권영민, 2002, p. 78). 이러한 관점에서 로봇 활용 교육과 관련된 초등학교 교육과정의 내용을 살펴보면 다음 <표 1>과 같으며, 초등학교의 여러 교과에서 로봇을 소재로 단위 교과의 학습에 접목하고 있음을 알 수 있다.

<표 1> 교육과정상의 로봇 관련 내용 분석

| 학년      | 과목      | 단원                                     | 내용   |
|---------|---------|--|--|
| 2-1     | 슬기로운 생활 | 5. 내가 만든 장난감<br>장난감 만들기                | • 장난감 만들 계획 세우기 - 슬기 로봇 만들기  |
| 2-1     | 국어 (쓰기) | 1. 친하게 지내요 -한 걸음 더                     | • 체험 학습을 가서 보고 들은 내용 중 공장에서 로봇을 만드는 것에 대한 설명을 듣고 있는 모습 - 말 떠올리기의 예시 그림   |
| 4       | 미술      | 6. 재미있는 표현                             | • 여러 가지 방법으로 표현하기 - 건전지, 일회용품을 이용 로봇을 입체적으로 표현한 작품   |
| 4-1     | 과학      | 3. 전구에 불 켜기                            | • 여러 가지 방법으로 전지 2개 연결하기 - 전지를 사용하는 장난감 중 로봇  |
| 5       | 미술      | 4. 이야기 세상                              | • 이야기 표현하기 - 움직이는 로봇을 요구르트 병, 끈, 재활용품 등으로 만들 수 있는 전개도  |
| 5-2     | 사회      | 1. 우리나라의 경제 성장                         | • 우리 경제의 발자취 - 첨단 산업의 한 유형인 로봇산업을 설명하기 위한 자료로서 다양한 로봇의 모습을 나타냄.  |
|         |         | 2. 정보화 시대의 생활과 산업<br>(2) 첨단 기술과 산업의 발달 | • 제조업에서 첨단 기술을 활용 사례 - 로봇을 이용한 제품 만들기  |
|         |         |  | • 첨단 기술을 활용하는 산업 - 첨단 기술이 물건의 생산, 유통, 판매에 이르기 분야에 로봇 이용<br>• 첨단 기술과 생활의 변화 - 가정용 로봇을 이용한 미래 생활, 안내 로봇, 요리 로봇, 지뢰 제거 로봇 등 |
| 5       | 실과      | 7. 우리 생활과 전기·전자                        | • 전자 제품 만들기 - 그림그림, 미로탈출, 학습도움, 소방관 로봇 - 의료용, 화성탐사 로봇, 산업 현장에서 이용하는 로봇   |
| 6       | 실과      | 2. 아름다운 환경 가꾸기                         | • 재활용 로봇 - 컵라면 용기, 종이 상자, 요구르트 병 등 재활용품을 이용하여 로봇을 만들고 락카를 이용하여 색칠하기  |
| 특별재량 활동 |         | 창의적 재량활동 프로젝트 학습                       | • 로봇은 내 친구 - 로봇과 친구되기 - 로봇 만나러 가요 - 로봇 그리기 - 내가 만든 로봇-내가 로봇이 된다면? - 로봇에게 할 말이 있어요  |

## 라. 이공계 기피 현상 해결책 제공

최근 문제시 되고 있는 이공계 기피 현상은 우리나라의 국가경쟁력 약화라는 심각한 문제의 원인이다. 이러한 이공계 기피 현상은 우리 사회의 여러 원인들과 관계되겠지만, 교육적인 관점에서 이공계 기피 현상의 원인을 살펴보면 학생들이 교육과정 속에서 이공계 학습에 대한 즐거움과 성취감을 맛보지 못했기 때문으로 해석될 수 있다. 이에 로봇 활용 교육을 통하여 이공계 기피 현상을 줄이는 데 기여할 것이다. Matson, DeLoach and Pauly(2004, p. 36)는 긴 기간 동안의 로봇 활용 교육을 통해 이공계 분야에 대한 관심과 이해를 도모하였고, 엔지니어나 과학자가 되고자 하는 마인드를 조성하였다고 보고하였다. 또한 Kumar(2004, p. 14)은 어려운 인공지능의 개념이나 알고리즘을 이해하는 데 있어 로봇을 이용하여 교육함으로써 학생들이 즐겁게 참여할 뿐만 아니라 좀 더 효율적으로 개념을 이해하고 알고리즘을 활용하였다고 보고한 바와 같이 어렵고 흥미 없이 느껴지는 이공계 분야의 학습에 대해 학생들로 하여금 참여를 유도하고 좀 더 이해의 폭을 넓힐 수 있을 것이다. 이는 학습에 관심과 태도를 형성하는 초등학교 학생들에게 더더욱 중요한 과정이 될 것이다.

## 4. 로봇 활용 교육 모형 고찰

### 가. 선행 로봇 활용 교육 모형

로봇 활용 교육 모형과 관련하여 본 논문에서는 최유현(2003, pp. 75-90)이 제시한 모형과 배영권(2006)이 제시한 모형을 비교 분석하여 시사점을 발견하고, 학교 주5일제 수업을 고려하여 재구성하고자 한다. 최유현의 로봇 활용 교육 프로그램 모형의 경우, 교육 내용으로서의 문제 중심의 내용 모형과 교육 방법으로서의 문제해결 전략의 두 모형으로 나누어 모형을 개발하였으며(최유현, 2003, p. 82), 배영권(2006)의 경우, 유비쿼터스 환경을 고려하여 로봇 프로그래밍 교육 모형을 제시하였다. 전체적인 특징을 구조화해서 살펴보면 <표 2>와 같다.

<표 2> 기존 로봇 활용 교육 모형 비교 분석

|       | 최유현(2003)의 로봇 활용 교육 모형  | 배영권(2006)의 로봇 활용 교육 모형   |
|-------|---|--|
| 교육목표  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• '이해, 조작, 문제해결, 평가'의 관점</li> <li>• 창의력, 문제해결력 등 고등사고 능력 중시</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 문제해결력의 하위요소와의 관련성 중시</li> </ul>   |
| 교육 내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇 이해, 조립 활동, 다루기, 프로그래밍, 게임 활동</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 단계별, 심화 학습프로그램 제시</li> <li>• 로봇 프로그래밍 교육 중심의 교육</li> </ul>                          |
| 교육 방법 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제확인-계획-실행-반성 및 평가의 과정으로 수업 설계</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제분석-설계-실험과 수정-정리 및 평가의 과정으로 수업 설계</li> </ul>                                       |
| 학습 형태 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 선택 학습</li> <li>• 개인 및 모듈학습 형태</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 개인 및 모듈학습 형태</li> <li>• 협동과 경쟁 유도</li> </ul>  |
| 학습 환경 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학교 수업 위주</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학교, 집, 기타 장소에서의 학습 병행</li> </ul>  |
| 기타    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존의 교육과정과의 접목 시도</li> <li>• 교육 내용 모형과 방법 모형으로 구분 제시</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 컴퓨터 및 PDA 적극적 활용 교육</li> <li>• 멀티미디어 활용, 인터넷 게시판 활용을 통한 자료의 공유와 협동 과제 수행</li> </ul> |

## 나. 시사점

앞에서 살펴본 선행연구의 로봇 활용 교육 모형을 통해서 알 수 있는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 교육목표적인 측면에서 교육을 실시함에 있어 창의적 문제해결력과 같은 고등사고 능력을 증시하였다. 이는 로봇이라는 주제가 학생들로 하여금 창의력, 상상력을 유발할 수 있는 좋은 주제가 됨을 알 수 있다. 또한 학교 주5일제의 경우, 무엇보다 중요한 것은 학생들이 자율적으로 재미있게 참여하는 것이 중요하므로 교육목표의 설정은 학생들의 관심도에 따라 달리 적용되어야 할 것이다.

둘째, 교육 내용적인 측면에서는 학교 주5일제의 경우, 학생들의 흥미와 적성에서 정도의 차이가 존재하기 때문에 교육 내용을 로봇 프로그래밍 위주로 제한하기 보다는 폭넓은 의미의 교육을 제시하는 것이 바람직할 것으로 여겨진다. 그러므로 로봇을 주제로 한 다양한 교육 내용을 제시할 필요가 있다.

셋째, 교육 방법적인 측면을 살펴보면, 창의적 문제해결력과 같은 고등사고 능력의 신장을 중점적으로 다룰 때는 문제분석-설계-실험과 수정-정리 및 평가의 과정으로 교육이 이루어지는 것이 바람직할 것이며, 학생들의 로봇과 관련한 경험과 흥미를 유도할 경우, 절차적인 교육 방식보다는 경험, 체험위주의 교육이 바람직할 것이다.

넷째, 학습 형태적인 경우, 학교 주5일제는 다양한 그룹이 형성될 수 있기 때문에 그룹별 학습과 개인별 학습이 병행되어야 할 것이며, 선택 학습이 가능하도록 제시되어야 할 것이다. 또한 학습의 성과를 올리기 위해서는 그룹 및 개인 간 경쟁을 유도하는 것도 효과적일 것이다.

다섯째, 학습 환경적인 부분의 경우, 학교 주5일제는 비단 학교에서만 교육이 이루어지는 것이 아니라 집, 사회 시설 등 다양한 장소에서 학습이 이루어질 수 있으므로 학습 환경적인 측면에서 다양한 장소를 고려한 교육 모형이 제시되어야 할 것이다.

여섯째, 기타적인 측면에서 학교 주5일제는 다양한 장소에서 여러 교수자에 의해 학습이 이루어지므로 학생들에게 다양한 정보의 제공과 활용이 무엇보다도 중요할 것이다. 그러므로 적극적으로 인터넷과 같은 자료 공유의 수단을 활용하는 교육 모형이 제시되어야 함을 알 수 있다.

### Ⅲ. 로봇 활용 교육 모형

#### 1. 로봇 활용 교육의 학습 단계와 목표

##### 가. 학습 단계

학교 주5일제의 경우, 무엇보다 중요한 것은 학생들이 자율적으로 재미있게 참여하는 것이며, 이는 정광희(2002, p. 61)가 논한 바와 같이 학생의 요구를 충분히 반영하여 스스로 참여할 수 있도록 하여야 한다는 것이다. 이에 본 연구에서는 수준별 3단계의 학습을 제안하며 학습의 단계는 학생들의 연령에 따른 단계가 아니라 학생들의 관심과 태도에 따라 참여할 수 있도록 하고 학습의 난이도를 고려하여 단계를 설정하였다. 이는 좀 더 빠른 시기에 로봇 활용 교육을 경험하고 교육을 받은 학생은 나이와 학년에 상관없이 다음 단계의 학습에 참여할 수 있도록 한다. 이는 학생들의 자율성과 학습 태도에 근거하여 각 학습 단계 이상의 수준이 되면 다음 학습을 할 수 있도록 한다. 수준별 3단계 학습의 단계는 기초-중급-심화 단계이며 기초 단계에서는 로봇 이해, 중급 단계에서는 로봇 제작과 기초 제어, 심화 단계에서는 로봇 프로그래밍 학습을 하도록 한다.

##### 나. 교육목표

본 교육 모형에서 제시하는 각 단계의 교육 목표는 다음과 같다.

첫째, 기초 단계의 경우, 로봇에 대한 인식과 이해를 갖도록 하는 것이 중요하다. 학습 초기 단계의 학생들에게 무엇보다 중요한 것은 학습에 대한 흥미와 관심이다. 이는 로봇 활용 교육의 중요한 포인트 중 하나이며, 선행 연구에서 로봇 활용 교육에 있어 흥미롭게 자율적으로 참여하는 것을 중요시했다. 또한 이러한 인식과 이해를 기반으로 로봇을 활용할 분야에 대해서 의논하고 앞으로의 학습 동기를 부여하게 된다. 이는 로봇이라는 주제가 학생들로 하여금 창의력, 상상력을 유발할 수 있는 좋은 주제가 되며 이와 같은 주제를 가지고 좀 더 생각하고 토론하는 탐구력을 기르며 로봇 활용 교육을 배워야 되는 목표의식을 갖게 할 것이다.

둘째, 중급 단계의 경우, 로봇을 제작하고 기초적인 제어를 하는 것을 목표로 한다. 이는 로봇을 제작하고 만드는 과정을 통해 참여도를 좀 더 높일 수 있고 자기만의 로봇을 만들어 봄으로써 성취감 또한 느낄 수 있을 것이다.

셋째, 심화 단계의 경우, 로봇을 제작하고 기초적인 제어 과정을 넘어서 좀 더 정밀한 로봇의 제어와 복잡한 환경에서 문제를 해결할 수 있도록 로봇을 제어하는 로봇 프로그래밍을

학습하게 된다. 이는 로봇 활용 교육에서 추구하는 창의적 문제해결력과 같은 고등사고 능력 향상과 좀더 연관이 있다. 이와 같은 심화 단계의 학습을 통해 우수한 학생은 영재 교육 프로그램과의 연계 또한 고려할 수 있을 것이다.

## 2. 로봇 활용 교육의 내용

본 연구에서 제시하는 로봇 활용 교육 내용은 다음과 같다.

첫째, 기초 단계의 경우, 학생들이 이해하고 있는 로봇에 대해서 얘기하고 로봇이 어떻게 설계되어 활용되는지에 대해 토론함으로써 학생들의 흥미와 동기를 유발하는 단계이다 (Matson, DeLoach & Pauly, 2004, p. 36). 이와 같은 단계는 로봇에 대한 이해를 도모하는 데 그 목적이 있다. 또한 질문하고 답하는 형식으로 인간과 로봇의 지능과 기능적인 부분의 차이점을 알아본다. 이는 특정 문제상황에서 인간이 로봇과 비교했을 때 기능적인 우위보다 지적인 우위에 의해 인간이 우월함을 알 수 있게 한다. 이러한 과정은 로봇의 의미와 활용에 대한 의미를 부여하고, 어떻게 로봇을 활용해야 할지를 상상하게 한다(Matson, DeLoach & Pauly, 2004, p. 38). 이는 인간의 감각과 로봇의 감각의 차이점을 비교하기 위해 특정 상황을 제시하여 토론하고 원리를 발견하고자 하는 의도이다. 다음으로 로봇을 이용한 우주탐사 동영상 교육을 통해 화성을 탐사하는 로봇의 모습을 보여주고 미래의 가능성을 떠올리게 한다. 이는 장래에 과학적인 영역에 대한 관심과 로봇에 대한 이해를 도모할 수 있으며, 로봇의 특성을 알 수 있다. 위의 교육을 통해 Technology에 대한 관심을 불러일으키며 무엇이 가능한지를 간접체험하게 한다.

둘째, 중급 단계의 경우, 로봇 제작의 과정을 통해서는 학생들이 모터와 기어, 바퀴를 이용하여 위치를 자유롭게 변경할 수 있으며, 로봇의 입·출력 단자에 각종 센서와 모터를 연결하여 입·출력을 제어할 수 있다. 또한 로봇 제작에 있어 토의와 협동 과정을 통해서 타인의 의견을 존중하고, 자신의 아이디어를 얘기함으로써 브레인스토밍의 과정을 경험할 수 있다. 그리고 창의적인 형태와 해결책을 격려하는 분위기를 조성함으로써 학생들의 창의력을 신장시킬 수 있다.

셋째, 심화 단계의 경우, 로봇 프로그래밍 교육은 먼저 학생들에게 적절한 문제 상황을 제시하고, 학생들은 이에 따라 로봇을 만들고 프로그래밍을 하는 과정을 통해서 이루어진다. 이때 잘 설계된 문제 상황의 제시가 무엇보다도 중요하다. 로봇 프로그래밍의 교육 과정에서는 논리적인 순서에 따라 프로그램을 설계하고 작성할 수 있도록 하며, 로봇 프로그래밍의 기본적인 원리와 센서, 모터와 관련된 프로그래밍, 반복문 등의 함수의 활용을 통한 효과적인 프로그래밍 작성을 교육받도록 함으로써 컴퓨터 프로그래밍에 대한 기초 개념을 형성시키며 흥미를 유발할 수 있고, 변수와 상수의 개념을 이해하는 과정에서 수학과 과학적인

소양을 신장시킬 수 있다. 또한 프로그래밍 오류 수정의 과정에서 과제해결에 대한 집착력과 집중력, 인내력을 신장시킬 것이다.

### 3. 로봇 활용 교육의 방법 및 환경

#### 가. 교육 방법

본 연구에서 제안하는 로봇 활용 교육의 방법은 다음과 같다. 로봇 활용 교육의 학습과정은 배영권(2006, p. 63)이 제시한 바와 같이 전체적으로 학습 내용의 단계적 심화 학습을 원칙으로 하며, 설정된 문제는 기초적이고 폐쇄형 문제에서 점진적으로 복잡하고 개방형 문제로 구성하도록 한다.

세부적인 학습 단계의 교육 방법은 다음과 같다. 기초 단계의 경우, 로봇을 주제로 자신의 생각을 충분히 얘기할 수 있으며 로봇에 대한 이해도를 묻는 질문과 응답의 방식, 로봇을 주제로 한 프로젝트 학습을 통해 로봇에 대한 이해도를 학습하게 된다. 중급 단계의 경우, 기본적인 로봇을 조립하여 자기만의 로봇을 직접 만들어 볼 수 있는 조작과 체험활동위주의 학습을 전개하고, 창의적 문제해결력 신장의 관점에서 특정 문제를 제시하고, 학생들은 조를 이루어 문제를 분석하고 설계하며, 실험 및 수정과 정리 및 평가의 과정을 통해서 로봇을 완성하고 제어하는 학습의 방법을 취한다. 심화 단계의 경우, 로봇 프로그래밍을 학습하는 것으로써 이를 위해서는 먼저 좀 더 심도 있는 문제 상황이 제시되면 문제를 충분히 분석하고, 분석된 상황에 맞게 로봇을 설계하며, 설계된 사항에 맞게 로봇을 제작한다. 또한, 로봇이 동작할 수 있도록 각종 센서와 모터를 움직일 수 있도록 로봇 프로그래밍을 작성하여 로봇을 제어하며 로봇의 움직임을 살펴보고 프로그래밍의 오류를 수정하고, 필요에 따라서 다시 로봇을 설계, 제작, 프로그래밍의 과정을 거치도록 한다. 로봇 활용 교육의 학습형태는 개별학습 및 그룹학습이 가능하도록 제공되어야 하며, 원격학습이 병행되어야 한다. 이는 Suomala & Alajaaski(2002, p. 158)가 주장한 바와 같이 문제해결력은 사회적 문제해결력, 동기 효과, 정보 처리와 관계가 있으며, 학생들의 개별적 문제해결력 신장을 위해서는 가정에서도 학습이 이루어 질 수 있도록 적절한 개별 과제를 부여하여야 한다. 이는 로봇 활용 교육원격시스템을 제공하고 웹사이트의 게시판, 자료실을 활용하여 질문과 피드백을 제공함으로써 학생들의 지속적인 학습 동기 부여와 정보의 처리와 활용이 이루어 질 수 있도록 하기 위함이다. 또한 이와 같은 학습에서 그룹학습을 통해 협동을 통한 합리적인 의사소통의 과정 학습과 동료학습의 효과를 기대할 수 있다.

## 나. 교육 환경

로봇 활용 교육의 환경으로 다음과 같은 점을 고려하여야 한다. 첫째, 교육을 위해 필요한 학습도구로써 로봇 제작을 위한 로봇 완구와 로봇 프로그래밍이 가능한 하드웨어와 소프트웨어가 필요하고, 그룹별 컴퓨터가 필요하다. 이때 주의할 점은 사용되는 부품들이 초등학교 학생들의 발달수준과 안전 및 친밀도를 고려하여 제공하여야 한다. 둘째, 학습의 장소는 학교의 컴퓨터실이나 일반교실에 노트북을 활용하며, 재택학습도 가능하다. 셋째, Suomala and Alajaaski(2002, pp. 157~158)는 교수자의 역할은 학생들이 개별적인 학습과 그룹 내에서의 학습을 통해 문제해결능력의 신장을 적극 지원해 주어야 하며, 학생들의 문제해결 능력은 인지적인 과정뿐만 아니라 사회적이고 문화적인 요소에 기반을 두고 있다는 부분을 주장하였다. 그러므로 로봇 활용 교육을 실시함에 있어 교수자는 학생들이 로봇을 디자인하고 프로그래밍 하는 것뿐만 아니라 그룹 내에서 개인과 개인 간의 대립을 해결할 수 있도록 조정자 역할을 해주어야 한다. 넷째, 로봇 활용 교육 자료집을 만들어 축적된 정보를 교류하고 활용할 필요가 있다. 이는 학교 주5일제 수업의 적용이 광범위하고 전국적으로 이루어지기 때문에 다양한 정보의 교류 및 활용은 필수적이라고 할 수 있다. Portz(2002, p. 18)는 로봇 활용 교육의 목표와 교사들을 도울 수 있는 지원수단으로서 온라인 서비스의 필요성을 제기하였으며, 각종 교육 로봇을 소개하였다. 이는 로봇 활용 교육의 정착을 위해서는 각종 정보의 교류와 활용이 절실함을 시사해 주며 계속적으로 교육적인 수단으로 로봇의 활용을 발전시켜 나가고 있음을 보여 준다.

## 4. 로봇 활용 교육 모형의 타당성 평가 결과

### 가. 타당성 평가의 내용 범주와 과정

본 논문에서 제시한 로봇 활용 교육 모형에 대하여 전문가에게 내용타당도를 검증받았다. 전문가는 로봇 활용 교육관련 연구를 실시하고 있는 컴퓨터 교육과 교수 1명, 박사 1명, 석사과정 교사 3명, 교육 모형 전문가로서 교육공학 박사과정 1명, 교육학 박사과정 1명, 학교 주5일제 관련 현장 활용 가능성을 검토하기 위해 교육개발원 박사급 연구원 1명, 1급 정교사 석사학위 교사 1명으로 전체 10명으로 구성하였다. 선정 방법은 해당분야 전문가에게 직접 방문 또는 전화, E-mail을 통해 허락받았다. 전문가 10명은 본 연구에서 제시하는 학교 주5일제 수업에 대비한 로봇 활용 교육 모형의 학습 단계, 교육목표, 교육 내용, 교육 방법, 교육 환경 각각의 문항에 대한 내용타당도를 매우 그렇다 5, 그렇다 4, 보통임 3, 그렇지 않다 2, 전혀 그렇지 않다 1로 하는 Likert 5단계 척도로 평가하였으며, 평가 결과 평균이 3.0미만, 전문가 10명의 의견 중 3명 이상이 그렇지 않다, 또는 전혀 그렇지 않다는 의견이 있는 경

우에는 관련 문항을 전면 수정하도록 하였다. 또한 그 이유를 개방형 형식으로 자유롭게 작성하도록 하여 모형을 수정·보완하는 데 활용하였다. 추가적으로 로봇 활용 교육 모형을 현장에 적용 시 예상되는 문제점에 대해 전문가의 의견을 검토해 보았다.

### 나. 타당성 평가 결과

본 논문에서 제시하고자 하는 로봇 활용 교육 모형에 대한 전문가 검정을 통해 나타난 타당성 평가 결과는 <표 3>과 같으며 타당성에 대한 관련 이유에 대해 전문가들이 자유롭게 작성된 내용은 중복을 회피하고 긍정적·보완적 측면으로 내용을 분류하여 제시하였다.

<표 3> 타당성 평가 결과

| 설문 내용 | 타당성 정도 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 평균  | 주요 이유  |  |
|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|--|--|
|       | 2      | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 |     |  |  |
| 학습 단계 | 2      | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4.1 | 긍정<br>- 단순 학생의 학년에 따른 단계가 아닌 점<br>- 학생 능력과 관심도에 따라 목표 설정의 등급을 나눈 점<br>- 학습 내용의 난이도에 따른 단계 설정<br>- 초급에서 중급, 심화로의 단계 설정 적절함  |  |
|       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     | 보완<br>- 로봇 프로그래밍에 좀 더 비중을 둘 필요성이 있음.<br>- 로봇 설계를 좀 더 강조할 필요가 있음.   |  |
| 교육 목표 | 2      | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3.9 | 긍정<br>- 학습 단계에 따른 교육목표 적절<br>- 기초 단계와 중급 단계, 심화 단계 간의 단계별 교육목표 연계성 적절<br>- 창의적 문제해결력 신장의 목표 달성이 기대됨  |  |
|       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     | 보완<br>- 좀 더 포괄적이고 추상적인 목표 설정 필요<br>- 기초 단계의 로봇 활용을 활용분야 알기로 수정할 필요<br>- 중급 단계의 교육목표인 로봇 다루기와 로봇 설계의 순서 변경 고려   |  |
| 교육 내용 | 2      | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4.0 | 긍정<br>- 단계에 따른 로봇 활용 교육 내용이 학습자 수준에 적절<br>- 단계별 심화 학습을 통한 흥미와 동기 유발에 중점을 둔 점<br>- 로봇의 활용가능성 교육 후 논리적인 순서에 따라 과제해결능력 및 집중력, 인내력, 창의적 문제해결력을 신장시키는 프로그램 적용 한 점             |  |
|       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     | 보완<br>- 로봇 다루기와 로봇 디자인 부분에 모터·기어 사용, 로봇 제어·실행, 로봇 프로그래밍과 부분적 병행 필요<br>- 기초 단계에서 로봇 제작 활동이 필요하며, 중급 단계에서 일부 프로그래밍 교육이 필요  |  |
| 교육 방법 | 2      | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4.2 | 긍정<br>- 교육 내용에 따른 적절한 교육 방법 적용<br>- 개인과 모둠 간의 적절한 안배를 통한 교육 방법의 적용<br>- 손으로의 조작과 프로그래밍 활동의 적절한 조화와 활용<br>- 온·오프라인 학습 병행 적절, 학습 능률 극대화<br>- 협동 및 프로젝트 학습 통한 의사소통 능력 신장 유도 |  |
|       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     | 보완<br>- 프로그래밍 과정에 대한 구조적 제시가 요구  |  |

|             |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |    |  |
|-------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|--|
| 교육 환경       | 2  | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3.7 | 긍정 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오프라인 교육과 웹사이트 운영 등의 온라인 교육 병행</li> <li>- 학생들 스스로의 다양한 자료 공유, 학생과 교수자 사이의 상호작용 체제 구축</li> <li>- 학생들의 지속적인 학습 동기 부여, 창의성 신장에 기여</li> <li>- 원격시스템을 이용하여 교육 소외 학생 학습 지원 가능</li> </ul> |
|             |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     | 보완 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교수자와 학생 사이 상호작용 구조화하여 제시 필요</li> </ul>  |
| 적용 시 예상 문제점 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇 디자인과 로봇 프로그래밍을 적절히 나눌 필요</li> <li>- 조작 및 체험활동을 위한 로봇 완구세트의 구입 예산 문제</li> <li>- 로봇 활용 교육에 대한 학생, 학부모의 높은 기대치에 따른 자세한 안내가 필수적</li> <li>- 가정, 학교에서 로봇 활용 교육 기대치에 부응하기 위한 지속적·체계적 교육 필요</li> <li>- 일부 부유층의 전유물이 되지 않도록 관련기관 적극적인 투자 필요</li> <li>- 추가적인 로봇 완구세트를 구입하기 전 웹기반 교육으로 간접 교육 필요</li> <li>- 다양한 시뮬레이션 지원 위해 JAVA 기반 웹 시뮬레이션 운영 필요</li> <li>- 중급 단계 이상 실험실습 위주 교육 시 교수자와 교수 보조자의 역할 중요</li> <li>- 도시와 농어촌 간의 현실적인 교육 환경 차이점 인정</li> <li>- 농어촌 소규모 학교 간 협동 교육과정 개발 필요</li> </ul> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |    |  |

## 5. 로봇 활용 교육 모형

전문가 검증을 통한 타당성 평가에서는 전반적으로 적절하다는 의견을 보였지만, 전문가에 의해 지적된 보완 사항들 중 일부를 최종적으로 제시하는 로봇 활용 교육 모형에 반영하였다. 먼저 학습단계 및 교육목표와 관련하여 로봇 설계를 좀더 강조하여, 중급 단계의 교육 목표를 기존의 로봇 제작과 제어를 목적으로 하던 것을 로봇 설계 및 제작의 과정 속에서 창의적 문제해결력 신장으로 수정하였다. 교육 내용과 관련하여서는 기초단계에서 로봇 제작 활동과 중급단계에서 프로그래밍 교육이 필요하다는 부분을 반영하였다. 교육 방법에 있어서는 프로그래밍 과정에 대한 구조적 제시와 교육 환경의 교수자와 학생 사이 상호작용을 구조화 하는 부분을 반영하여 그림으로 구조화하였다.

이에 본 논문에서 제시하는 학교 주5일제 수업에 대비한 로봇 활용 교육 모형은 창의적 문제해결력 신장을 교육목표로 하고, 기초-중급-심화의 학습단계에 따라 기초단계에서는 로봇 인식과 이해, 중급단계에서는 로봇 설계 및 제작의 과정 속에서 창의적 문제해결력 신장, 심화단계에서는 로봇 프로그래밍 교육을 통한 창의력 문제해결력 신장을 각 단계별 교육 목표로 제안한다. 교육 내용에 있어서는 기초-중급-심화의 학습 내용은 기초적이고 폐쇄형 문제에서 점진적으로 복잡하고 개방형 문제의 내용을 해결하도록 구성하였으며, 단계 간 연계학습이 가능하도록 한다. 교육 방법에 있어서는 문제 분석-설계-실험 및 수정-정리 및 평가의 학습 단계를 온라인, 오프라인 방식으로 교수자 간 상호작용과 교육장소의 다양한 교육 환경을 기반으로 하는 교육 모형을 제안한다. 최종적으로 본 논문에서 제시하는 로봇 활용 교육 모형의 전체적인 설계는 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 로봇 활용 교육 모형

| 학습 단계 |              | 교육목표                            | 교육 내용   | 교육 방법   |
|-------|--------------|---------------------------------|---|---|
| 기초    | 로봇 이해        | 로봇 인식과 이해                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇의 정의 알기</li> <li>• 주변의 로봇 알아보기</li> <li>• 사람과 로봇의 차이점 알기</li> <li>• 미래의 로봇 활용 분야 알기</li> <li>• 간단한 로봇 만들어 보기</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 발표 및 토론</li> <li>- 멀티미디어 활용</li> <li>- 조립·체험 활동</li> <li>- 개별 학습</li> <li>- 그룹 협동 학습</li> <li>- 프로젝트 학습</li> </ul> |
| 중급    | 로봇 제작과 기초 제어 | 로봇 설계 및 제작의 과정 속에서 창의적 문제해결력 신장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기초적인 로봇 움직임 제어하기</li> <li>• 로봇 센서와 주요 구조 알기</li> <li>• 주어진 문제 상황에 맞는 독창적 로봇 만들어 보기</li> <li>• 기초 로봇 프로그래밍 알기</li> </ul>                                      |   |
| 심화    | 로봇 프로그래밍 학습  | 로봇 프로그래밍 교육을 통한 창의적 문제해결력 신장    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 복잡한 로봇 설계 및 제작</li> <li>• 단순 반응 로봇 프로그래밍</li> <li>• 역할 수행 로봇 프로그래밍</li> <li>• 다양한 센서 이용 로봇 프로그래밍</li> <li>• 미로 탈출 로봇 프로그래밍</li> <li>• 축구 로봇 프로그래밍</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조립·체험 활동</li> <li>- 개별 학습</li> <li>- 그룹 협동 학습</li> <li>- 프로젝트 학습</li> <li>- 온·오프라인 학습</li> </ul>                   |

교육 환경

| 학생, 교수자 간 상호작용 | 교육 장소의 다양화  | 교육 시간의 다양화   |
|----------------|---|--|
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학교</li> <li>• 집</li> <li>• 사회 복지시설</li> <li>• 기타 장소</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 온라인 : 웹사이트 운영                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시판 활용</li> <li>- 자료 공유 및 활용</li> <li>- 웹 시뮬레이션</li> </ul> </li> <li>• 오프라인 : 로봇완구 세트                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조작 및 체험 활동</li> </ul> </li> </ul> |

또한, 제시된 로봇 활용 교육 모형을 학교 현장에 적용함에 있어서는 다음과 같은 면들이 고려되어야 한다. 첫째, 본 연구에서 제시한 로봇 교육 모형은 토요일, 일요일에 실시되는 교육프로그램으로써 요구되는 학습기간은 기초, 중급, 심화 과정 전체 136시간(배영권, 2005, p. 118)정도가 소요된다. 그러나 각 단계의 세부시간은 개인차가 있기 때문에 학습목표 도달 여부에 따라 교수자에 의해 유동적으로 운영할 필요가 있다. 둘째, 로봇 활용 교육의 평가에 있어서는 학교 주5일제 학습의 특성상 자율적 참여의 형태로 이루어지므로 평가의 부담을 최소화하고 선면 평가보다는 교수자의 관찰 평가와 학습결과물 평가 위주로 각 학습 단계의

교육목표 도달 여부를 평가하도록 한다. 그리고 로봇 활용 교육은 궁극적으로 학생들의 창의적 문제해결력 신장을 교육목표로 하고 있으므로 제시된 과제에 대한 학생들의 학습 결과물의 창의적 문제해결 정도를 평가하는 것이 바람직하다. 또한 주기적으로 창의적 문제해결력 검사지를 통해 학생들의 창의적 문제해결력 신장 정도를 측정함으로써 보다 객관적인 자료를 얻을 수 있으며, 이를 학생들의 지도에 참고할 필요가 있다.

셋째, 조작 및 체험 활동 위주의 학습을 전개하기 위해서는 학생 15명 기준 2명의 교수자가 적절하며, 물적 자원으로는 로봇 완구와 로봇 프로그래밍 소프트웨어, 컴퓨터가 필요하다. 이에 교육현장에서 로봇 완구세트의 구입 예산 문제와 교수 인력 부족 현상이 예상되므로 추가적인 로봇 완구세트를 구입하기 전 웹 시뮬레이션을 이용한 온라인 교육으로 간접 교육을 할 필요가 있다.

넷째, 로봇 활용 교육은 프로젝트 학습의 형태로서 단기간의 학습을 통해 교육의 성과를 확인할 수 없으며, 장기간의 학습을 통해 학습의 성과를 확인할 수 있다. 이는 로봇 활용 교육이 궁극적으로 단편적인 문제해결을 위한 것이 아니라 창의적 문제해결력 신장을 지향하기 때문이다. 또한 여러 명이 그룹을 이루어 진행되는 프로젝트 학습처럼 로봇 활용 교육은 단순 로봇 제작에서 복잡한 로봇 제작과 로봇 프로그래밍 작성으로의 심화 확대된 학습능력을 요구하기 때문에 개별 학습뿐만 아니라 그룹 학습을 통해 서로 협동하여 문제를 해결해 나가고, 정보를 교환하며, 의사소통하는 능력을 필요로 한다.

다섯째, 로봇 활용 교육에 대한 학생, 학부모의 높은 기대치에 따른 자세한 안내가 필요하고 가정, 학교에서 지속적·체계적 교육이 되도록 해야 한다.

여섯째, 일부 부유층과 도시 위주의 교육이 되지 않도록 관련기관의 적극적인 투자가 필요하고, 도시와 농어촌 학교 간 협동 교육과정 개발도 필요하다.

## IV. 결론

학교 주5일제의 효과적인 정착을 위해서는 다양한 학습프로그램의 제공이 필요하다. 이에 본 연구에서는 다양한 학습프로그램의 일환으로 로봇 활용 교육을 제안하였다. 이는 기술적 선진국의 사례에서 로봇 활용 교육이 학생들이 자율적으로 즐겁게 참여하는 교육프로그램임을 소개하고 있으며, 학생들의 창의적 문제해결력 신장에 기여하고 있기 때문이다. 일본의 경우, 국가경쟁력 신장의 측면에서 과학 교육프로그램을 다양하게 준비하여 제시하고 있다. 이에 우리나라에서는 잘 구축된 IT기반의 하드웨어를 효과적으로 활용할 필요가 있으며, 최근 각광 받고 있는 로봇 관련 학습프로그램을 제공하여 학생들의 관심과 흥미를 유도하고

이공계 분야에 대한 학생들의 자신감, 도전심을 길러 줄 필요가 있다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 로봇 활용 교육이 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 효과적인 프로그램임을 소개하고, 로봇 활용 교육을 실시함에 있어 필요한 로봇 활용 교육 모형을 제시하였다. 로봇 활용 교육의 확대는 과학 및 수학, 컴퓨터 분야의 영재를 육성하는 데 기반이 된다. 이는 최근 영재교육센터 교육에 로봇 교육이 실시되고 있음을 통해 알 수 있으며, 좀 더 많은 학생의 참여와 관심 속에 교육이 실시된다면 교육의 질적인 성장이 이루어질 것이다. 제언으로 이러한 교육이 실시되기 위해서는 첫째, 학교뿐만 아니라 가정 및 지역 사회에서의 교육적 역할 제고와 함께 다양한 사회 교육 인프라가 구축되어야 할 것이다. 둘째, 학교 주5일 수업의 확대 실시에 따라 우선적으로는 가정과 지역 사회의 교육 격차 문제가 존재하므로 지역 및 집단에 따른 교육 지원 차별화 전략이 모색될 필요가 있다. 셋째, IT분야의 잘 갖추어진 물적자원을 효율적으로 활용하기 위해서 체계적인 교육 프로그램과 교육과정을 설정하여 IT분야의 우수한 인재를 육성하여 국가경쟁력 신장에 이바지할 필요가 있다. 넷째, 학교 주5일제 수업의 다양한 프로그램 중 특정 목적의 프로그램 활동을 강화하기 위해서는 지도자의 능력과 역량이 향상될 수 있도록 연수프로그램을 다양하게 지원하여야 한다. 또한 교사나 전공 강사에게 풍부한 정보를 제공하여 활용할 수 있도록 교육부나 지역 교육청 단위의 공신력 있는 통합시스템을 통해 정보의 공유가 이루어져야 할 것이다. 끝으로 본 논문에서 제안한 교육 모형의 실효성을 검증하기 위해서는 교육현장의 실제 적용을 통한 효과성 검증과 폭넓은 전문가에 의한 신뢰도 검증이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 권석광(2002). **학교 주5일제 운영을 위한 선행조건에 관한 연구**. 석사학위논문, 한국교육대학교.
- 권영민(2002). 주5일제 수업 대비 교육과정 연구학교 운영사례 및 적용 방안. **인천교육**, 26, 74-80.
- 김영자(2002). 자율성 함양을 위한 주5일제 수업. **인천교육**, 26, 81-94.
- 문원익·문홍근·안병진·홍광식(2001). 학교 주5일제에 관한 초등 교사의 의식 분석(2). **원광대학교 교육연구**, 20, 31-52.
- 박순경·허경철·이미숙·이광우·정영근·정광희(2005). **주5일 수업제 전면 시행 대비 교육과정 편성·운영 방안 연구**. 한국교육과정평가원.
- 배영권(2006). **창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형**. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- 유인환(2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. **교육과학연구**, 36(2), 109-128.
- 유인환·김태완(2006). MINDSTORMS를 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과. **컴퓨터교육학회 논문지**, 9(1), 1-11.
- 정광희(2002). 학교 주5일제 대비: 휴업일 활동 프로그램을 중심으로. **인천교육**, 26, 57-65.
- 정광희·이윤미·이도인·김기수(2001). **학교 주5일제 대비 휴업일 활동 프로그램 개발 연구**. 한국교원대학교 교과교육공동연구소, 교육개혁 및 교육정책 추진 과제. 1249-1464.
- 정광희·이윤미·이명실(2000). **사회변화에 대응한 새로운 학교운영 방안 연구-학교 주5일제 도입과 실행방안**. 한국교육개발원.
- 최유현(2003). 로봇의 교육적 활용을 위한 교육 프로그램 모형 개발. **한국실과교육학회지**, 16(3), 75-90.
- 허경철·이미숙·이광우·정영근·정광희(2005). **주5일 수업제 전면 시행 대비 교육과정 편성·운영 방안 연구**. 한국교육과정평가원.
- 홍광식·최영자·이연화·정정임·장남덕(2002). 학교 주5일제에 관한 학생과 교사의 의식 분석. **초등교육연구**, 15(1), 353-373.
- Cobb, C. (2004). Education by robot! *Tech Directions*, 63, 15-17. Retrieved June 12, 2006 from EBSCOHost database (Academic Search Premier, AN: 12911265) on the World Wide Web: <http://www.epnet.com>
- Cole, L. & O'Connor, J. (2003). The nuts and bolts of robot building with kids. *Tech Directions*,

- 62, 19-22. Retrieved June 5, 2006 from EBSCOHost database (Academic Search Premier, AN: 9082248) on the World Wide Web: <http://www.epnet.com>
- Kumar, A. N. (2004). Three years of using robots in an artificial intelligence course: lessons learned. *Journal of Educational Resources in Computing*, 4(3), 1-15.
- Matson, E., DeLoach, S., & Pauly, R. (2004). Building Interest in Math and Science for Rural and Underserved Elementary School Children Using Robots. *Journal of STEM Education Innovations & Research*, 5(3), 35-46.
- Moore, V. S. (1999). Robotics. *Technology Teacher*, 59(3), 17-22. Retrieved October 7, 2006 from EBSCOHost database (Academic Search Premier, AN: 5959429) on the World Wide Web: <http://www.epnet.com>
- Portz, S. M. (2002). Lego League. *Tech Directions*, 61, 17-19. Retrieved June 12, 2006 from EBSCOHost database (Academic Search Premier, AN: 6691603) on the World Wide Web: <http://www.epnet.com>
- Suomala, J. & Alajaaski, J. (2002). Pupils' Problem-Solving Processes in a Complex Computerized Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 26(2), 155-176.
- Van Horn, R. (2005). Marvelous toys and educational robots. *Phi Delta Kappan*, 86, 408-409. Retrieved June 5, 2006 from EBSCOHost database (Academic Search Premier, AN: 15611507) on the World Wide Web: <http://www.epnet.com>

• 논문접수 : 2006년 10월 14일 / 수정본 접수 : 2006년 11월 15일 / 게재 승인 : 2006년 11월 27일

## 〈부록〉 전문가 의견 조사 설문지

학교 주5일제 수업에 대비한 로봇 활용 교육 모형 관련 설문 조사

안녕하십니까? 본 연구는 학교 주5일제의 성공적인 정착을 위해서 다양한 교육프로그램의 일환으로 로봇 활용 교육을 제안하며, 효과적인 교육이 진행되기 위한 교육 모형을 제시하고자 합니다. 이에 제시하고자 하는 학교 주5일제 수업에 대비한 로봇 활용 교육 모형의 타당성을 알아보기 위해 전문가 검정을 실시하고자 합니다. 아래의 문항에 대해 성실껏 답해 주시면 감사하겠습니다. 답해 주신 결과는 제안하는 교육 모형을 수정, 보완하는데 사용됩니다. 응답 결과는 연구 목적 이외에는 사용하지 않을 것임을 약속드립니다. 귀하의 도움에 감사드립니다.

2006년 9월

미국 인디애나대학교 교수체제공학과 배영권

연락처 : ☎ 1-812-857-9939, ynkw56@hanmail.net

(설문에 사용된 연구자가 제안하는 교육 모형에 대한 세부 설명 생략)

### ※ 전문가 평가

다음은 본 연구자가 제안한 교육 모형의 세부 항목에 대한 평가 문항을 제시한 것입니다. 그 중요도에 따라 5점에서 1점까지 √ 선택해 주십시오.

⑤ 매우 그렇다 ④ 그렇다 ③ 보통 ② 그렇지 않다 ① 전혀 그렇지 않다

| 평가 항목 | 내 용                                    | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
|-------|--|---|---|---|---|---|
| 학습 단계 | 수준별 3단계 학습의 단계                         |   |   |   |   |   |
|       | 학생들의 연령에 따른 단계가 아니라 학생들의 관심과 태도에 따른 단계 |   |   |   |   |   |
| 교육 목표 | 창의적 문제해결력 신장의 교육목표                     |   |   |   |   |   |
|       | 각 단계별 교육목표의 적절성                        |   |   |   |   |   |
| 교육 내용 | 학습 내용의 단계적 심화 학습                       |   |   |   |   |   |
|       | 각 단계별 교육 내용의 적절성                       |   |   |   |   |   |
| 교육 방법 | 각 단계별 교육 방법의 적절성                       |   |   |   |   |   |
|       | 원격 학습(로봇교육 원격시스템, 게시판, 자료실)            |   |   |   |   |   |
| 교육 환경 | 개별 및 그룹 학습                             |   |   |   |   |   |
|       | 온라인, 오프라인 학습 지원                        |   |   |   |   |   |
|       | 학생, 교수자 간 상호작용                         |   |   |   |   |   |
|       | 교육 장소의 다양화                             |   |   |   |   |   |

## ■ 개방형 의견 수렴

제안한 로봇 활용 교육 모형에 대한 귀하의 의견을 자유롭게 기술해 주십시오(장·단점, 예상되는 문제, 개선 사항 등).

| 항 목        | 의 견 |
|------------|-----|
| 학습 단계      |     |
| 교육 목표      |     |
| 교육 내용      |     |
| 교육 방법      |     |
| 교육 환경      |     |
| 적용시 예상 문제점 |     |

= 바쁘신 와중에 협조해 주셔서 감사합니다. =

## ABSTRACT

### A Study of the Robot-using Education Model for Supporting a School System with a Five-day School Week

Young-Kwon Bae  
(Visiting Scholar, Indiana University)

A variety of learning programs are essential for successful establishment of a school system with a five-day school week. Thus, this paper suggests a robot education program as one learning program and provides a model for its execution.

Education using robot is an effective program that can enhance creative problem-solving abilities and is actively executed in technologically advanced countries. This article suggests a robot-using education model including objectives, contents, methods, and environments of robot-using education, constructed by reviewing literature and verified by the evaluation of the program by several experts.

The purpose of the suggested education model is to enhance creative problem-solving abilities. Suitable for a school system with a five-day school week, the various learning levels and education contents are divided into three levels such as beginning, intermediate, and advanced in order to induce more autonomous and active participation from students. The article also suggests educational methods that integrate individual and group activities, as well as online and offline activities, that enhance the interaction between students and teachers, and that are based on diverse educational environments provided in various places. This research expects to be the basis for the successful establishment of a school system with a five-day school week.

Key Words : robot-using education model, school system with a five-day school week

