

# 초등학교 교과통합 로봇활용교육 프로그램 개발에 관한 연구

박정호\*, 김철\*\*

화성장안초등학교\*, 광주교육대학교 컴퓨터교육학과\*\*

## 요약

로봇은 지식정보화시대에 요구되는 창의성, 문제해결능력 등의 고차원적인 사고능력 신장의 효과적인 도구로 인식되어 있다. 하지만 해외의 로봇교육이 교과 학습에 통합되어 다양하게 활용되고 있는 것에 비해 국내의 경우는 조립, 주행, 프로그래밍 등 로봇 자체에 관한 교육 수준에 머물러 있다. 로봇은 본질적으로 설계 및 조립, 조작, 문제해결 등이 결합된 교구로서 실제적인 학습경험을 제공하기 때문에 교과학습과 접목이 된다면 학습동기 및 학업성취도 측면에 긍정적인 영향을 줄 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 국내외 로봇교육 사례 비교, 로봇 메카니즘, 제7차 교육과정 및 재량활동 분석을 기초로 교과통합 로봇활용교육 프레임워크를 설계하고 이를 기초로 학년별, 교과별 로봇활용교육 프로그램을 개발하였다. 또한 프로그램의 타당성 확보를 위해 적절성, 현실성, 유용성 세 측면의 전문가 검토를 실시하고 그 결과를 바탕으로 프로그램을 수정 및 보완하였다.

키워드 : 로봇활용교육, 초등학교 교육과정

## A Study in Program Development of Course Incorporated Education by Utilizing Robots in Elementary Schools

Jung Ho Park\*, Chul Kim\*\*

Hwaseong Jangan Elementary School\*

Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education\*\*

## ABSTRACT

Robots have been recognized as effective tools to promote high level thinking such as creativeness and problem solving that are crucial in Intelligence & Information era. However, robot education in Korea is more concerned with assembling, traveling and programing, while robot education in foreign countries are incorporated with educational courses, being utilized in various ways. Essentially, robot is a multifunctioning device of planning, assembling, operation and problem solving. As it is able to provide practical educational experience, it will positively influence in motivation and accomplishment if being incorporated with educational courses. Therefore, this study compared domestic and foreign robot education cases, while establishing the framework of course incorporated robot education based on analysis of robot mechanism, the 7th curriculum and its activities. We developed robot utilizing educational program by each grade and subject. In addition, this program is reviewed by experts to verify its adequateness, reality and usefulness based on which it was revised and supplemented.

Keywords : Robot Education, Elementary Curriculum

논문투고 : 2009-11-10

논문심사 : 2009-11-25

심사완료 : 2009-12-01

### 1. 서론

최신 정보통신기기의 발달에 따른 사회적 변화 즉, 지식기반사회의 도래는 특정 지식의 양적 습득을 넘어 새로운 문제 상황에 직면했을 때 적절한 아이디어를 창안하고 이를 적용하여 주어진 과제를 효과적으로 해결하는 창의적 문제해결능력을 지닌 인간상을 요구하고 있다. 학교를 벗어나 넓은 세상에 발을 내딛을 때 학습자는 지식과 기능을 종합하고 적용하여 문제를 해결해야할 상황에 직면하게 될 것이고 「21세기 능력을 위한 파트너십」은 비판적사고와 문제해결능력, 창의성, 상호작용 그리고 협력적 요인을 수업에 포함시켜야 한다고 명시하고 있다[17]. 그리고 이러한 고차원적 사고능력 및 협력활동은 로봇활용교육을 통해 신장될 수 있다는 연구결과가 발표되고 있다[6][7][14].

로보틱스는 수학, 과학, 역사처럼 엄격히 구분되는 학문이 아니기 때문에 교과 간 연결고리로서 적절한 기능을 수행하며 이와 같은 유연성은 학습자 및 교사로 하여금 다양한 지식, 기능을 탐구토록 하고 상호간의 관련성을 찾게 한다[12]. 또한 전통적인 교수·학습 방법과 달리 학습자는 로봇을 통하여 배우는 것을 넘어 스스로 지식을 생성하는 구성주의적 접근이 가능하다. 인지적 측면에서 학습자는 로봇키트를 실제로 조립해보는 실습, 조작활동 활동과 프로그래밍 문제해결 활동을 통해 논리적 사고력과 창의적 문제해결능력을 배양하고, 정의적 영역에서는 로봇교육이 프로젝트 중심의 팀별 활동이 많아 팀 구성원이 특정 주제에 심층적으로 몰입하게 함으로써 문제해결을 위한 적극적인 의사소통 및 상호협력 활동을 통해 협동심 및 사회성이 동시에 길러 질 수 있다.

최근 우리나라도 지식경제부 주관의 방과후 로봇교육 시범협력학교 운영, 영재교육 기관, 방과 후 로봇 특기적성, 각종 로봇 대회 등 다양한 경로를 통해 로봇활용 교육이 확대되어 가고 있다. 하지만 해외의 로봇교육이 로봇자체에 관한 교육을 넘어 STEM(Science, Technology, Engineering, Math) 등의 교과와 연계되어 실제적 학습경험을 제공하는 교구적 측면이 활성화 되어 있는 것에 비해

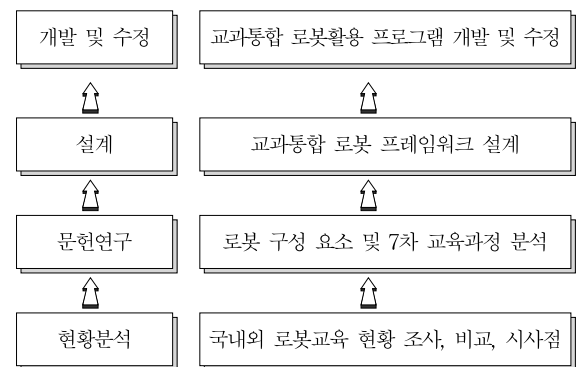
[11][13][15], 국내의 로봇교육은 교과통합적인 접근보다는 기능, 기술 중심의 로봇자체에 교육과 프로그래밍 학습도구로 교과학습과 독립적으로 실시되고 있다. 이로 인해 국내에서는 라인트레이서와 같은 로봇경진대회와 몇 가지 로봇 유형에 대한 기술 교육이 마치 로봇 교육의 전부인 것처럼 과소평가되고 있으며[8], 공교육보다는 회사, 학원이 주도하는 로봇교육이 강하고 일부 학습자에게로 제한되어 있는 것이 현실이다.

로봇은 본질적으로 구체적인 학습경험을 제공하기 때문에 교과내용의 목표 및 학습내용에 적절하게 통합되어 활용된다면 교구 자체가 가져다주는 긍정적인 학습경험과 조작활동을 통한 구체적인 사고의 표현 그리고 논리적 사고의 표현이 이루어질 것이고 새로운 연구의 장을 제시하게 될 것으로 보인다.

이에 착안하여, 본 연구는 국내외 로봇교구의 활용 사례 조사 및 비교를 통한 시사점을 찾고, 로봇교육에 대한 문헌조사 및 제7차 교육과정 분석을 기초로 정규교육 현장에 로봇을 활용하기 위한 교육프로그램 설계의 기초자료를 제시하는데 목적이 있다.

### 2. 연구의 내용 및 방법

기능중심의 로봇교육을 넘어 정규교과와 연계한 로봇활용교육프로그램 개발을 위한 연구의 내용 및 방법은 아래 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 내용 및 방법

첫째, 국내외의 로봇활용 사례를 조사하고 비교 분석을 통한 로봇교육 방향 설정 및 교구적 활용방안에 대한 시사점을 도출한다.

둘째, 문헌조사를 통해 로봇의 기초적인 특징 및 기능에 대해 규정하고 제7차 교육과정 및 정보통신 기술지침을 분석하여 로봇과 연계할 수 있는 단원, 교육목표, 교육내용을 추출한다.

셋째, 로봇을 교과에 활용하기 위한 프레임워크를 개발한다.

끝으로 로봇중심의 교과통합 프로그램을 개발하고 전문가 검토를 통한 수정 및 보완 후 교과통합 로봇활용교육 프로그램을 제시한다.

### 3. 국내외 로봇교육 현황

#### 3.1 국내 로봇교육 현황

학교 수준에서는 로봇자체에 대한 관심과 흥미를 유발하기 위한 내용이거나 실과 교과와 연계되어 낱뿔을 통한 부품 조립이나 프로그램이 내장된 자동차를 조립하고, 라인트레이서 훈련을 하는 내용이 주를 이루고 있다. 이에 비해 민간 주도의 로봇교육 프로그램은 기존의 로봇의 조립활동을 탈피하여 소리, 빛, 적외선, 접촉센서와 모터, 앰프 등의 하드웨어와 소프트웨어 프로그래밍이 결합되어 로봇을 제어 및 표현하는 질적 양적 측면에서 많은 변화를 일으키고 있다. 하지만 로봇의 확산과 로봇을 교육적도구로 활용한다는 측면보다는 라인트레이서를 위주로 하는 로봇경진대회 도구로 활용되고 있는 것이 현실이며 또한 값비싼 교구 및 높은 수강료로 인해 극소수의 인원에 제한되어 있다. 최근 김미량 외 6인(2008)은 로봇교육의 방향을 주제중심의 교과통합적 측면에 두고 로봇교육의 긍정적인 가능성을 확인하였는데, 성공적인 정착을 위해서는 체계적 교육 및 연수프로그램의 개발의 필요성을 제시하였다[3].

초등학교 수준에서 활용되고 있는 로봇 교육프로그램의 특징을 제시하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 국내 로봇 교육프로그램 분석 특징

항목 종류	기능/센서	프로그램 레이팅	특징
KAI	빛 적외선 접촉 소리	KAI lab	이러곤 프로그래밍 쉬운 프로그램 많은 수의 입출력, 과학상자 프레임 채택하여 구조물, 센서, 모터의 조립으로 과학 학습 관련 주제가 많음. 고가의 로봇 및 수강료로 일부 학습자에게 제한됨
LEGO NXT	터치 소리 광 초음파	랩뷰, NXC	영재교육기관에서 주로 프로그래밍 학습을 위한 도구로 활용되고 있음. 과학, 수학, 정보과학 학습에 활용가능, 고가의 장비
로봇 티즈	접촉, 빛 적외선 소리	Robo Hus	로봇 구조물 조립 설계 로봇동작 원리 이해 로봇 블록을 활용한 표현 기능, 텍스트 프로그래밍
로봇 트론	적외선 광 접촉	타미 스튜디오	구조물 조립 가능이하기 프로그래밍 실습(카드, 아이러기판), 라인트레이서 학습 도구로 활용
ER-6	접촉, 빛 소리센서	IZILab	초중고생을 위한 모듈형 로봇, 라인트레이서 게임(축구, 스노), 엔터테인먼트, 로봇제어에 대한 개념 이해 학습에 활용

#### 3.2 해외 로봇교육 현황

해외의 로봇 교육프로그램의 특징은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 해외 로봇교구의 특징

항목 종류	기능/센서	프로그래밍	특징(교과 활용)
Roamer (영국)	소리효과 액션이동, 정지 회전	버튼조작 프로그래밍	Logo를 계승한 로봇으로 정규교과 교육과정의 교구로 활용되고 있음
Bee-Bot (영국)	액션이동, 정지 회전	버튼조작 프로그래밍	매트위의 정해진 위치로 로봇을 배치시키는 프로그래밍을 활용하여 K-5의 다양한 교과 학습에 활용됨
Pro-Bot (영국)	접촉, 소리 액션이동, 정지 회전 작동	수치 입력 버튼 입력 프로그래밍	선분, 도형 길 찾기 등에 활용할 수 있는 자동차 형태의 로봇으로 수학, 과학교육활동에 활용됨
LEGO NXT (미국)	터치 소리, 광 초음파	랩뷰, NXC	STEM교육의 개념과 로봇교육, 주제 중심 교과통합 방과후 교육 프로그램으로 활용됨
Pro- Cricket (미국)	터치 소리, 광 초음파	Scratch	PIE 프로젝트, 쉬운 프로그래밍 학습도구로 과학, 수학, 예술 관련 학습을 지원함

Roamer는 Logo의 특징을 그대로 계승한 교육용 로봇으로 유아 및 초등학생의 문제해결능력을 신장 시키는데 효과적인 로봇으로 평가받고 있으며 수학, 국어를 비롯한 정규교과 및 영재프로그램에 활용되고 있다. 특히, Roamer는 로봇을 초등학교 정규교과에 활용한 대표적인 사례로서 학습자 연령, 교과, 교사수준, 학습활동단위, 학습시간 등 다양한 조건 검색에 따른 교과통합 교육프로그램이 웹커뮤니티를 통해 제공되고 있다[20]. 예로 수학교과에 활용되고 있는 주제는 Dancing Turtles, Flying with Roamer, Roamer pentathlon, Roaming on Mars, Compass Direction이 있고 기술교과에는 Make a Windmill, Homes, Journeys, Creating a TV star, Earth in Space 등이 있다.

Bee-Bot은 주로 유치원 및 초등학교 저학년을 대상으로 활용되며 직진, 멈춤, 회전(좌, 우, 상, 하), 정지 등의 기초적인 명령어를 사용하여 카드, 지도, 장애물 과제를 해결할 수 있는 로봇으로 로봇의 조립, 조작 보다는 논리적 프로그램 절차와 문제해결 능력을 체험해볼 수 있는 기회를 제공하는데 초점을 두고 있다[10].

Pro-Bot은 Bee-Bot이 지니고 있던 기능이 발전된 형태의 로봇으로 기존의 Logo 프로그래밍에서 가능했던 도형작도를 로봇에 부착된 프로그래밍 입력틀, LCD 및 펜 출력을 통해 자유롭게 표현할 수 있어 수학교육에 효과적으로 활용되고 있으며 소리, 접촉센서를 응용한 과학교육에도 적용되고 있다. 특히 Pro-Bot은 완성형 로봇으로 쉽게 조작방법을 익힐 수 있으며 기본적인 도형그리기 학습 이외에도 매트를 응용하면 다양한 위치 탐색 게임도 구로 활용될 수 있다[19].

LEGO NXT 로봇은 주로 중등학교의 STEM 교과의 개념을 가르치는데 활용되거나 Patterson Lakes Primary School의 방과후 교육프로그램 처럼 국어, 음악, 미술 교과와 연계하여 활용되어지고 있다. 상황에 맞는 로봇 제어, 조건 명시(3×4m이내에서 로봇이 동작함), 추가 구성을 통한 세련된 장면을 표현하는 「춤추는 로봇」이 대표적인 예이다[16].

즉, 연령이 어릴수록 로봇 자체에 대한 교육보다는 놀이 위주의 활동으로 언어, 예술 및 과학, 수학

활동에 몰입할 수 있는 교육환경을 제공하였으며 흥미를 고려한 맥락적 학습 환경은 학업성취도 증진에 기여하고 있다.

### 3.3 국내의 비교 분석 및 시사점

지금까지 국내외의 로봇 교구 및 활용 사례를 비교하여 보았는데, 정리하면 다음과 같다.

첫째, 로봇의 활용측면에서 국내의 경우 로봇 구조물의 조립, 기능 익히기, 프로그래밍 학습에 주로 활용되고 있었으나, 해외의 경우는 초등학교의 경우 교과통합적 접근을 지향하고 있다. 따라서 로봇 교육의 목표가 국내의 경우 프로그래밍 학습 또는 로봇관련 대회 준비를 지향하는 반면 해외의 경우는 다양한 교과학습을 지원하기 위한 다양한 로봇 활용을 시도하고 있다.

둘째, 해외의 경우 초등학교의 정규교과에 통합되어 활용되는 Roamer, Bee-Bot, Pro-Bot 등의 사설교육프로그램(교수학습지도안, 워크시트 등)이 공개되어 교육이 이루어지고 있는 것에 비해, 국내의 경우는 민간기관 또는 영재교육기관의 로봇자체에 관한 교육이 실시되고 있다.

셋째, 국내의 경우 로봇이 초등학교 고학년에 주로 접근하는데 비해 외국의 경우 유치원, 초등학교, 중등학생의 수준에 따른 다양한 교육용로봇이 활용되고 있었으며, 저학년의 경우에도 교육용 로봇을 활용한 명령어를 작성하고 문제를 해결하는 프로그래밍 관련 내용이 포함되어 있었다.

이와 같은 비교를 통한 국내 로봇활용교육에 대한 시사점은 다음과 같다

첫째, 기존의 조립, 원리, 기능 중심의 로봇 자체에 관한 교육, 독립적 프로그래밍 교육을 넘어 정규교과, 프로그래밍, 로봇이 상보적 역할을 할 수 있도록 교과통합적 접근이 요구된다. 즉 교과 학습에 최신 기술의 융합체인 로봇을 학습교구로 활용 학습자의 동기 신장시키고, 로봇제어를 위해 프로그래밍은 자연스럽게 도입될 수 있다.

둘째, 정규교육과정에 교구적 활용을 위해 제7차 교육과정, 정보통신기술교육 및 로봇 메카니즘에 대한 분석이 필요하다.

셋째, 초등학교의 저, 중, 고 학습자의 발달단계 및 수준을 고려한 로봇교구 및 프로그래밍, 문제해결요소가 결합될 필요가 있다.

넷째, 로봇활용을 위해 교과통합적 접근 이외에 방과후, 특기적성, 재량활동과 연계할 수 있는 즉, 로봇원리를 독립적으로 배우고 교과에 응용하는 병렬적 교육 방안에 대한 연구도 요구된다.

끝으로, 로봇의 학습교구 측면과 더불어 로봇의 창의적, 감성적, 미적 표현의 도구로 활용하여 창의성 신장과 긍정적 로봇마인드 형성에도 노력하여야 한다.

#### 4. 로봇 내용 추출 및 교육과정 분석

##### 4.1 로봇 내용 추출

최유현(2002)은 ‘로봇의 교육적 활용을 위한 교육 프로그램 모형 개발’에 관한 연구에서 로봇교육의 개념을 구조화하였는데, 로봇교육은 로봇의 이해, 조작, 문제해결, 평가의 능력을 갖추기 위하여 각 학교 수준에 따라 로봇의 조립 활동, 다루기 활동, 프로그래밍 활동, 게임 활동을 특별 활동, 재량 활동, 관련 교과, 통합교육과정, 캠프 활동 프로그램 등을 통하여 이루어지는 계획된 교육 활동이라고 주장하였다[9].

강중표(2003)는 로봇을 이해하는데 있어 기본적으로 전기, 전자, 기계 및 기구의 운동 메카니즘에 대한 배경지식과 로봇을 제어하기 위한 논리적인 프로그래밍 능력이 요구된다고 하였다[1].

이와 같은 측면을 고려할 때 로봇교육 내용은 로봇 구성요소의 이해 및 조작의 하드웨어적 측면과 로봇제어의 소프트웨어적 측면으로 구분하여 볼 수 있는데 구성요소로는 전기, 전자 등의 기계적인 측면, 조작을 위해서는 기술적인 측면 그리고 제어를 위한 논리적 측면이 교육내용으로 고려되어야 할 것으로 보인다.

##### 4.2 초등학교 교육과정 분석

초등학교에 로봇활용 가능 프로그램 설계를 위해 제7차 교육과정의 교육내용을 참고하였다. 다음 <표

3>은 교육과정 영역별 로봇활용 가능성을 제시한 것이다.

<표 3> 교육과정 영역별 로봇활용 가능성

교과	교육과정 영역	로봇활용 가능성
수학	수와 연산 도형 측정 확률과 통계 규칙성과 문제해결	수연산 도형작도하기, 규칙성 찾기와 문제해결과제 수행, 자료 정리 및 통계
과학	운동과 에너지, 물질 생명 지구와 우주	로봇 운동과 에너지, 우리 몸과 로봇의 비교, 로봇과 전기회로, 로봇 전시회
실과	가정생활 기술의 세계	생활 속 로봇활용사례, 전기전자 실습, 로봇 관련 진로지도
미술	미작체험 표현 감상	로봇활용 다양한 주제 표현활동
음악	활동 이해 생활화	음악을 로봇 움직임으로 표현
국어	듣기 말하기	로봇 주제로 글쓰기 및 토론
영어	읽기 쓰기	이야기 듣고 로봇 창작표현활동 의사소통 놀이 및 게임 활용
정보통신기술	정보사회 생활 정보기기 이해 정보처리 이해 정보가공과 공유	프로그래밍 학습도구 문제해결전략 과제 협력적 상호작용 과제 주행 결과를 ICT도구로 분석

로봇을 활용하는 실험, 조작중심의 교육은 추상적 지식에 실제적인 의미를 제공함으로써 강한 학습동기를 제공하며, 로봇자체의 활동뿐만 아니라 과학, 기술, 엔지니어링 그리고 수학(STEM)의 일반적인 주제의 조작활동에 효과적인 도구로서 입증되어 왔다[18]. 따라서 로봇과 연관성이 큰 수학, 과학, 실과, 정보통신기술 등의 교과를 중심으로 로봇을 교구로서 활용하여 학습효과를 신장시킬 수 있는 단원을 추출하고 교육내용을 제시하였으며 교육과정 분석은 로봇의 하드웨어 및 소프트웨어 측면의 로봇 과학 내용을 중심으로 실시하였다. 또한 해외의 사례처럼 창의적 사고와 문제해결력 신장을 위해 주제 중심의 다학문적 접근도 고려하였다.

##### 4.3 정보통신기술지침 분석

개정된 정보통신기술교육에 초등학교 수준의 프로그래밍교육을 언급하고 있는데, 내용체계의 3단계에 해당하는 초등학교 고학년(5~6학년)에게 정

보처리의 이해 영역에서 프로그래밍의 이해와 기초 단원을 포함하고 있다[2]. 로봇은 프로그래밍의 학습의 효과적 도구이며[4][5], 정보통신기술교육이 재량활동의 독립된 시간 내에 지도되고 있다는 것이 고려된다면 교과내의 로봇의 활용과는 다른 로봇과 프로그래밍 학습이 상보적인 위치에서 보다 체계적인 교육이 가능할 것이다.

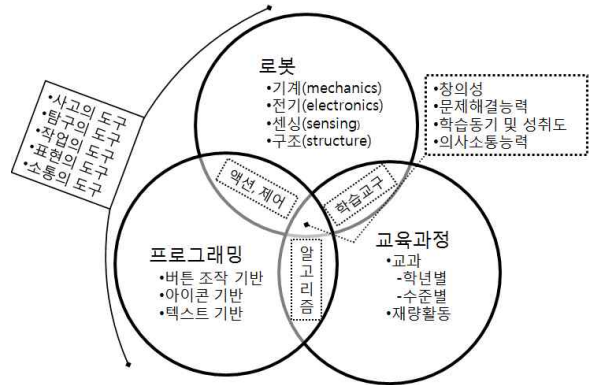
## 5. 로봇활용교육 프로그램 개발

### 5.1 로봇활용교육 프레임워크(framework)

로봇활용교육 프레임워크는 기계, 전기, 센싱의 하드웨어 개념과 로봇을 구동시키는 제어 프로그래밍의 정보과학 그리고 교육과정 내용을 기저에 두고, 창의성, 문제해결능력, 상호작용 및 의사소통능력의 신장을 목표로 구성하였다.

로봇과 프로그래밍을 구분하였는데, 로봇은 기계, 전기, 구조물 설계 및 조립의 측면으로 제한되어 교육과정 내 활용되고 있는 학습교구를 의미한다. 프로그래밍은 로봇을 통하여 구체적인 행위로서 표현될 수 있는 논리적인 절차로서, 로봇외의 컴퓨터나 워크시트를 통해 교육과정에 활용될 수 있다. 즉, 교과통합 로봇활용교육은 물리적 키트의 로봇을 제작 및 조립하고 프로그래밍을 통한 제어를 통해 교육과정의 학습에 활용하는 것을 의미한다.

정규교육과정 내에 로봇을 교구로서 활용하기 위해 로봇과 프로그래밍의 역할은 김미량 외 6인(2008)가 제안한 사고, 탐구, 작업, 표현, 소통의 5가지 교구용 로봇의 역할을 기초로 하였다[3]. 사고의 도구 관점은 생활 속의 문제를 발견하고 해결하는 과정에서 고차원적 사고능력 함양을 목표로 하고, 탐구의 도구 관점은 실생활 속에서 수학 및 과학의 적용, 표현의 도구 관점은 로봇을 활용한 심미적인 표현, 작업의 도구 관점은 생활 속에서 도구가 필요한 곳을 찾고 직접 제작할 수 있는 역량강화, 그리고 소통의 도구 관점은 학습 과정에서 표현 및 협력 활동을 통한 동료와 상호작용을 강화하는 것을 목표로 한다. 이들의 관계를 도식화 하면 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 교과통합 로봇활용교육 프레임워크

### 5.2 로봇활용교육 프로그램 개발 방향

첫째 교과학습의 교구적 측면으로 학년별 단계에 따라 저학년은 로봇을 접할 수 있는 경험을 제공하고 단순한 조작 및 응용을, 중학년은 로봇활용을 통한 교과학습의 이해 및 조작경험을 제공할 수 있도록 하였고 고학년은 실제 로봇을 설계하고 제작 및 구동하는 과정에서 문제해결 활동을 경험할 수 있는 방향으로 하였다.

둘째, 독립적인 측면으로 재량활동은 교육내용 선정 및 조직에 자율성이 보장되어 로봇의 개념, 원리, 제어 등의 로봇 자체에 대한 교육이 가능한데 정보통신기술지침과 연계하여 3단계로 제안하였다. 특히 추상적인 프로그래밍 활동을 구체적이고 조작적인 활동을 경험할 제공할 수 있어 효과적이라 할 수 있다. 로봇교육은 독립적인 재량활동과 보조학습 도구인 교과학습의 교구로서의 병렬적인 형태의 교육이 가능하며 상호보완적 역할을 할 수 있다.

셋째, 창의적 활동 도구로서의 로봇활용이다. 해외의 경우처럼 초등학교 단계의 로봇활용교육은 다학문적 접근 즉, 주제중심의 교과통합적 활용이 가능하다. 창의성 신장 및 문제해결능력 신장을 위한 주제를 중심으로 각 교과에 해당되는 내용을 로봇을 통해 표현하는데 효과적으로 활용할 수 있다.

넷째, 제 7차 교육과정 내 교과별, 학년별 체계적인 프로그램으로 개발하였으며 일부 김미량 외 6인(2008)이 구상한 선행 프로그램을 심화 발전시켰다.

### 5.3 로봇활용교육 프로그램 개발 및 수정

로봇활용교육 프로그램은 프레임워크에 의거 제 7차 교육과정 및 정보통신기술을 분석한 후 로봇 및 프로그래밍 관련성을 고려하여 학년별, 교과별로 활동을 제시하였다. 학습활동은 기본개념, 학습자의 지적, 정의적, 신체적 발달과 연계하여 배열하고, 단순조작에서 복잡한 것으로, 구체적인 것에서 추상적인 것으로 내용 배열 원리를 적용하였다. 또한 로봇의 이해를 통해 교과학습을 촉진하고 문제 해결을 경험할 수 있는 교과별 사례를 제시하였다.

#### 5.3.1 검증위원

로봇활용 프로그램의 평가는 교과학습에 적합하게 운영되고 그 결과에 대한 정보를 수집하기 위한 것으로 적절성(교과학습), 현실성(적용가능성), 유용성(교육적 가치)의 타당성한 준거에 따라 검토되고 프로그램이 갖는 취약점을 개선하여 질적 수준의 향상이 모색되어야 한다. 이를 위해 컴퓨터교육과 교수 1인, 관련분야 박사학위소지자 2인 그리고 로봇시범학교를 운영하고 있는 교사 5명을 전문가집단으로 선정하여 각 주제별 적절성, 현실성, 유용성의 3가지 준거에 따라 내용타당도를 검증받았다.

검증은 2009년 10월 8일부터 17일까지 10일 동안 진행되었으며 유선으로 구두 설명 후 E-mail을 통하여 설문문을 요청하고 수합하였다

#### 5.3.2 연구도구

전문가집단의 다양한 의견을 수렴하기 위해 배부된 설문지는 연구의 취지 및 로봇활용의 사례에 대한 소개를 포함하여, 학년별 프로그램 주제의 교육 목표 및 교육내용에 대한 총 42개 문항으로 구성되었다. 각 문항에 대해 현실성, 유용성, 적절성의 Likert 5점 척도에 대한 의견을 받았으며 전체 평균이 3점, 개별 2점 이하의 주제에 대해서는 추가 피드백을 받아 정리한 후 수정 작업에 반영 하였다.

#### 5.3.3 수정 및 보완

전문가집단의 검증결과를 통하여 조정된 내용은 다음과 같다.

학습목표 측면에서 과학교과의 본연의 학습목표 뿐만 아니라 관찰, 분류, 측정, 분석, 종합 등의 탐구능력 신장을 위한 프로그램이 필요하다는 의견에 따라 과학교과의 경우 주제별 조사, 관찰, 분류, 실험설계, 예상 등의 탐구기능을 결합시켰다. 예로는 경주용 로봇 제작의 물체의 속력단원에서 모터, 기어, 벨트의 관찰 후 경주용 로봇을 제작하고 실험에 대한 예상 및 결과 분석하는 활동으로 수정하였다. 또한 로봇을 활용한 실험활동을 ICT도구와 연계하여 결과를 분석할 수 있도록 수정하였다.

교육내용 부문에서 지나친 로봇중심활동으로 학습 부담을 가중시킬 수 있는 프로그램으로 현실성 및 적절성 분야에서 낮은 평가를 받은 프로그램은 삭제하였다. 삭제된 것들은 과학교과의 행성탐사로봇 만들기(5-2-7 태양의가족), 동물로봇 분류하기(6-1-5 주변의 생물), 간이 로봇지진계 만들기(6-1-2 지진), 수학교과의 규칙성 찾고 로봇으로 표현해보기(4 규칙성) 등이다. 또한 발달단계 측면에서 통합교과를 배우는 저학년(1~2학년)의 경우 센서, 모터, 기어 등의 메카니즘과 프로그래밍 관련 내용을 배제하고 로봇 조립 및 조작 중심으로 수정하였다.

국어 및 예능 교과에서는 로봇과의 직접적인 연관성을 찾기 어렵고, 교과학습과의 적절성에 대한 의견을 반영하여 로봇의 원리 및 작동에 대한 이해와 관련되는 활동보다는 주제에 따라 창의적으로 로봇을 표현할 수 있도록 수정하였는데, 예를 들어, 국어의 이야기를 읽고 미술, 음악, 과학 활동과 연계하여 해결되어야할 문제가 포함된 장면을 로봇을 통해 꾸며보는 것으로 변경하였다.

정보통신기술에서는 인지발달 수준 및 교과내용과의 연계성을 1단계에서는 간단한 조작을 통한 로봇이해, 2단계에서는 실생활에서의 로봇기기 찾기, 기계, 센서, 전기 등의 로봇 메카니즘에 대한 이해 후 로봇을 제작하는 활동 그리고 3단계에서는 문제 해결 요소가 결합한 프로그래밍 중심의 로봇 내용으로 학습내용을 재조정하였다. 수정 및 보완된 프로그램의 주제는 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 제 7차 교육과정과 연계한 로봇활용교육 프로그램

교과 년	수학	과학	실과, 국어, 사회, 영어, 예체능	정보기술교육(ICT)
1학년	[수]수와 연산, [도]도형, [측]측정, [화]화물과 통계, [규]규칙성과 문제해결	[운]운동과 에너지, [물]물질, [생]생명, [지]지구와 우주		
1학년	[수]수의 덧셈과 뺄셈 -매트에서 로봇 이동 및 배치로 수 연산 게임하기 -로봇 매트 활용한 수 연산 응용하기	[습]기로운 생활]계절 표현 -봄, 여름, 가을, 겨울 테마별 로봇활용 환경 꾸미기 -나, 친구, 가족 구성원 소개하는 로봇 조립하고 발표하기		[정보 기기의 이해] -로봇 구성요소의 이해 -간단한 로봇 조립 및 조작하기
2학년	[도] 기본적인 평면도형 -교구로봇 활용 평면 도형그리기 [측]측정값 나타내기 -4×4 숫자 매트에서 로봇 이동을 분수로 표현해보기	[습]기로운 생활(●) -우리 집, 우리 마을 꾸미기(로봇 강아지, 풍차 등등) [즐]거운 생활(●) -재미있는 이야기를 듣고 배경 꾸미기		[정보 처리의 이해] -Go, Turn, Stop, Pause 등의 간단한 로봇 명령 활동을 통한 재미있는 문제해결방법 익히기(로봇 배치)
3학년	[화]막대그래프 자료정리 -로봇의 이동을 표와 그래프로 나타내기(예상 및 확인 활동) [도]각과 평면도형 -로봇으로 길이와 각을 활용 평면도형 그려보기 -로봇 키트 활용 다양한 평면 도형 만들기(삼각형, 사각형)	[운] 자석의 성질 -로봇 움직임을 관찰 후 같은 극 찾기 -자석 로봇 써플 경기하기 [운] 빛의 직진(○) -빛 센서의 활용 관찰, 예상 [생]동물의 세계 -센서 및 모터 활용 동물 만들기	[사회]고장의 생활문화(●) -옛날의 생활도구 재현해보기 -로봇 키트 조립으로 도구 만들기 -도구에 센서 활용 기능 표현하기	[정보 기기의 이해] -로봇 구동 소프트웨어 활용하기 -실생활에서 활용되는 로봇 찾고 분류하기 -기계, 전자, 센서 이해하고 활용하기
4학년	[도]각과 여러 가지 삼각형 -간단 명령 조작으로 삼각형 그려보기 [측]평면도형의 둘레 [규]로봇의 센서를 활용하여 다양한 규칙 표현하고 동료의 문제 해결하기(○) [화]그래프로 나타내기 -로봇 이동거리 및 속도 측정결과를 관찰하고 그래프로 나타내어 보기	[생]식물의 세계 -접촉, 소리센서를 활용한 식물 만들어 보기 [운]무게 -거리와 무게의 관계(로봇을 활용한 마찰력 이해) -로봇의 무게중심(로봇 활용한 관성 이해)	[미술]창의적 주제 표현 -자유로운 발상을 통해 주제(이야기) 표현하기(●) -로봇활용 작품의 특징을 분석하고 감상하기 -로봇 표현물에 대한 흥미 [음악]로봇 움직임을 음악으로 표현해 보기	[정보 처리의 이해](○) -문제해결 절차에 따른 로봇 조립 및 구동하기
5학년	[수]로봇이동 속도를 분수로 계산하여 보기 [도] 조건에 따른 합동, 대칭 도형을 로봇을 활용하여 그리기 [도]상황에 필요한 직육면체의 겨냥도를 예상하고 로봇을 활용한 전개도 그리기 [화]로봇 주행거리 평균구하기 [규]하나의 문제를 여러 가지 방법으로 해결하기(목적지 도착을 위한 여러 가지 경로 찾아보기, 로봇 프로그래밍으로 미로 해결하기) [규]비와 비율(●) -로봇 기어의 비율 찾기 -비와 비율을 활용한 로봇 만들기(도르레)	[운]물체의 속력 -기어, 모터, 벨트 조사 -로봇 설계 제작 후 로봇 경주 예상 및 실험결과 분석하기 [운]전기 회로(○) -직병렬에 따른 불 켜기 -로봇키트 활용 다양한 전기회로도 설계 및 실습(전구, LED, 저항, 전류) [생]환경과 생물(○) -온도 변화 감지하는 로봇 만들기 -온도 측정 누계 결과를 ICT도구를 활용하여 분석하기 [생]우리의 몸 -신체기관과 로봇 센서 비교 -로봇과 인간의 구조와 기능 공통점과 차이점 찾기	[실]쾌적한 주거 환경 -로봇 청소기 탐색하기 [미술]주제표현(○) -자유로운 발상을 통해 주제(이야기) 표현하기 -로봇활용 작품의 특징을 분석하고 감상하기 [국어]듣고 장면 꾸미기(●) -이야기를 듣고 문제를 갖고 있는 장면(scene)을 협력하여 풀고 표현하기 [영어] 도로, 건물의 위치 학습 -매트 위 로봇 방향 제어(turn right, left, forward, back)를 활용한 게임 학습	[정보 처리의 이해] -로봇 제작 계획수립 -알고리즘 설계하기 -로봇 프로그래밍 하기 -로봇 주행 및 수정하기 [정보 가공과 공유](○) -로봇 주행 결과를 수치 자료로 정리 및 발표하기 [종합 활동]
6학년	[측]원주율 -주어진 시간에 의한 로봇 종류별 주행 거리 예상하고 비교하기 -문제의 조건을 바꾸어 새로운 문제 만들기 [규]비례식(●) -로봇 기어의 비를 통한 주행 거리, 속도 예상하기	[운]빛 -적외선 센서, 빛 센서 실험으로 빛의 성질 이해하기 [운]에너지 -전기에너지를 빛, 소리, 접촉센서 활용 다른 에너지로 변환해 보기 [운]자기장 -자석 로봇으로 자기장 그림 그리기 -전자석 활용 움직이는 로봇 만들기	[실]생활 속의 전기전자 -올바른 로봇사용과 관리 -전자 회로 꾸미기 [실]동물과 함께하는 생활(●) -로봇 애완동물 기르기 -창의적 애완동물 제작 [실]일과 진로 -로봇분야의 진로 탐색	※라인트레이서 실습 ※로봇활용 창의활동 ※미로 통과하기



## 6. 결론

세계적인 미래학자나 혁신기업가들은 수년 이내에 우리의 생활에서 로봇이 중요한 비중을 차지하며, 컴퓨터처럼 로봇의 사용이 보편화될 것으로 예상하고 있다. 실제 세계 선진기업들은 새로운 대규모 산업의 성장의 주체인 로봇에 대한 수요가 급격히 팽창할 것을 예상하고 엄청난 투자를 하고 있으며 우리나라의 경우도 로봇산업이 반도체에 이은 '차세대 성장 동력'이 될 것으로 예측되고 있다.

교육부에서도 로봇은 논리적 사고력, 창의성, 문제해결능력 등의 고차원적인 사고능력 신장의 효과적인 도구로 인식되어 있다. 하지만 해외의 로봇 활용 교육이 로봇에 관한 교육, 로봇을 활용한 교육 등 STEM 교과를 비롯한 다양한 교과에 적용되고 있는 것에 비해 국내의 경우는 프로그래밍 학습 도구 또는 로봇조립 및 주행 등 로봇 자체에 관한 교육 수준에 머물러 있는 것이 현실이다.

로봇은 본질적으로 설계 및 조립, 조작, 문제해결 등이 가능한 학습교구로서 구체적이고 실제적인 학습경험을 제공하기 때문에 무엇보다도 교과학습과 접목이 된다면 학습동기 및 학업성취도 측면에 긍정적인 영향을 줄 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 국내외 로봇교육 사례 비교분석, 로봇 메카니즘, 제 7차 교육과정 및 재량활동 분석을 기초로 교과통합 로봇활용교육 프레임워크를 설계하고 이를 기초로 학년별, 교과 영역별 로봇활용교육 프로그램을 개발하였다. 또한 프로그램의 타당성 확보를 위해 적절성, 현실성, 유용성 세 측면의 전문가 검토를 실시하고 그 결과를 바탕으로 프로그램을 수정 및 보완하였다.

본 연구에서 제안된 로봇활용 교육프로그램은 교과별, 학년별 교과학습 적용을 위한 체계적인 프로그램을 개발한 것으로서 관련 연구의 기초자료로 활용될 수 있으며, 향후 교과통합적 로봇설계를 위한 아이디어로서 고려될 수 있다. 하지만 물질, 지구와 우주 등의 과학교과와 로봇관련성이 적은 교과 또는 영역에 대해서는 교과에 대해서는 지속적인 후속연구를 통하여 관련 주제가 개발되어야 할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- [1] 강종표(2003), 초등학교에서의 로봇 교육에 관한 연구, 한국실과교육학회지, 16-4, 97-113.
- [2] 교육인적자원부(2006), 초·중등학교 정보통신 기술교육운영지침 해설서, 교육과정자료 355.
- [3] 김미량 외 6인(2008), 창의성 증진을 위한 로봇 활용 교육 방안 연구, KERIS 연구보고 KR 2008-14.
- [4] 문외식(2007), 교육용 로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형, 한국정보교육학회, 11-2, 231-241.
- [5] 배영권(2006), 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형, 한국교원대학교 박사학위논문.
- [6] 유승환, 문외식(2007), 수월성 교육을 위한 로봇프로그래밍 교육과정 개발과 적용, 한국정보교육학회 11-1, 59-66.
- [7] 유인환(2005), 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색, 교육과학 연구, 36-2, 109-128.
- [8] 조혜경, 한정혜(2007), 교육용 로봇의 현황 및 전망, 소프트웨어공학회지, 20-3, 19-26.
- [9] 최유현(2002), 로봇의 교육적 활용을 위한 교육 프로그램 모형 개발, 실과교육학회지, 16-3, 75-90.
- [10] Demo, G. B.(2008). Programming Robots in Primary Schools Deserves a Renewed Attention, In: Proc. First World Summit Knowledge Society, Athens, 24-28.
- [11] Druin, A. & Hendler, J.(2000). Robots for kids: Exploring new technologies for learning experiences. San Francisco: Morgan Kaufman/Academic Press.
- [12] Gura, M., Kathleen, P. K.(2007). Classroom Robotics. Charlotte : Information Age Publishing, Inc.
- [13] Hudson, K. (1998). Using Roamer with the Under 5's. New York : Valiant Technology Ltd.
- [14] Janka, P.(2008). Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How?. Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS. 112~121.
- [15] Martin, F. (1996). Kids Learning Engineering Science Using LEGO and the Programmable Brick. Presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, April 8-12, 1996, New York, NY.

- [16] M. Mataric, N. Koenig, and D. Feil-Seifer (2007), Materials for enabling handson robotics and STEM education, in AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues: Resources for AI Education, AAAI Press.
- [17] P21(2009). <http://www.21stcenturyskills.org>.
- [18] Crowe (2009). <http://www.crowesweb.com/robotics/homepage.htm>.
- [19] Valiant(2009). <http://www.terrapinlogo.com/pro-bot.php>
- [20] Valiant(2009). [http://www.valiant-technology.com/us/pages/classic\\_roamer\\_activity\\_search.php?cat=lidl](http://www.valiant-technology.com/us/pages/classic_roamer_activity_search.php?cat=lidl)

### 저자소개

#### 박 정 호



1997 서울교육대학교  
과학교육학과(교육학학사)  
2004 아주대학교  
컴퓨터교육과(교육학 석사)  
2008 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학박사)  
2008-현재 화성장안초 교사

관심분야: 컴퓨터교육, 로봇활용교육  
e-mail : park0154@naver.com

#### 김 철



1982 전남대학교 계산통계학과  
(이학사)  
1985 전남대학교 계산통계학과  
(이학석사)  
1997 전남대학교 전산통계학과  
(이학박사)  
1998 University of Washington  
(객원교수)

1992-현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수  
관심분야: WBI, 인터넷자원관리, 멀티미디어  
e-mail : chkim@gnue.ac.kr