

로봇 교육과정 단계별 학습내용에 관한 연구

김철

광주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 연구는 초·중학교에 체계적인 로봇교육을 정착시키기 위해 로봇교육과정을 개발하였다. 문헌연구로 영국, 미국 그리고 우리나라의 로봇교육과정 관련 사례를 조사한 후 로봇교육내용 선정 및 조직에 고려하였다. 개발된 로봇 교육과정은 로봇기초, 센서, 구조/운동, 제어, 문제해결의 5가지 영역으로 구성되었으며 로봇체험, 로봇창작, 로봇탐구, 로봇제어의 4단계로 이루어졌다. 단계별 학습내용은 난이도와 계열성을 고려하여 심화반복 활동을 경험할 수 있도록 하였다. 본 연구는 초·중학생들에게 체계적으로 로봇교육을 실시할 수 있는 기반을 마련할 것이다. 향후 개발된 로봇교육과정을 기초로 현장 적용이 가능한 다양한 프로그램의 개발 및 적용에 대한 후속 연구가 기대된다.

키워드 : 초등학교, 컴퓨터과학교육, 로봇 교육

A Study on Contents of Robot Education Curriculum

Chul Kim

Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education

ABSTRACT

In this study, robot curriculum was developed to fulfill systematic robot education in elementary and middle schools. For literature research, robot curriculum cases in the UK, the US, and Korea were surveyed to choose and organize robot education contents. The robot curriculum developed is categorized into five areas-robot basic course, sensor, structure/motion, control, and problem-solving-and consist of four step-robot experience, robot creation, robot exploration, and robot control. Stepwise learning contents reflected difficulty and sequence to let students experience intensive repetitive activity. This study will lay the foundation for applying systematic robot education to elementary and middle school students. In the future, it is expected to study the development and application of various programs on the basis of the developed robot curriculum.

Keywords : Elementary School, Computer Science Education, Robot Education

이 논문은 2014년도 광주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

논문투고 : 2014-09-01

논문심사 : 2014-09-02

심사완료 : 2014-09-24

1. 서론

21세기 지식정보화사회는 단순한 지식의 소비자가 아닌 창조적 생산자 즉, 치열한 국제 경쟁 속에서 창의적인 아이디어를 생산해 낼 수 있는 인재를 요구하고 있다. 이러한 시대적 요구를 반영하여 정보교육도 기존의 정보소양 및 활용교육 중심에서 정보사고(computational thinking)를 강조하는 정보과학의 패러다임으로 전환되고 있다.

한 예로 영국 교육부는 2013년 9월 교육과정 개정을 통하여 기존의 ICT 활용 중심의 교육에서 ‘computational thinking’ 중심 교육으로 전환하고자 교과목을 컴퓨팅으로 변경하였으며[4], 알고리즘 이해, 간단한 프로그램 작성 및 디버깅, 프로그램 결과 예상을 위한 논리적 사고 활동, 일반적 정보기술의 활용, 기술의 안전한 활용에 관한 내용의 단순한 기술의 활용보다는 창의적인 생산활동, 문제해결활동으로 교육내용을 개정하였다.

Wing(2006)에 따르면 21세기 모든 사람이 갖추어야 할 필수적 사고 능력으로 정보사고를 제안하였다[19]. 그는 정보사고를 학생들이 컴퓨터 과학자처럼 생각하는 것이 아니라 일상의 생활에서 부딪치는 문제를 해결하기 위한 필수적인 사고능력으로 인지하였다. CSTA(2011)에 따르면 정보사고의 일반적 특징은 컴퓨터와 같은 도구를 사용할 수 있도록 문제를 공식화하기, 데이터를 논리적으로 조직하고 분석하기, 시뮬레이션/모델링의 추상화 작업으로 데이터 표현하기, 알고리즘 사고를 통해 자동화된 솔루션 개발하기, 최적화된 목표를 달성하기 위한 가능한 솔루션을 인지, 분석, 구현하기, 다양한 분야의 문제해결과정을 일반화하기로 정의하고 있다[3].

이러한 정보사고를 신장시키기 위한 효과적인 방법은 다양한 도구를 활용하여 프로그래밍/코딩으로 불리는 소프트웨어교육을 실시하는 것이다. 그리고 구체적 조작도구를 활용하여 실생활의 문제해결을 꾀하는 엔지니어링 교육은 정보사고를 실제적으로 응용하고 발전시킬 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 이러한 도구적 활용은 구성주의(constructionism) 이론을 배경으로 하는데 Seymour Papert는 학습자가 지식을 구성하는 데 있어 구체적 조작도구와 같은 다양한 구성자(constructions)의 역할에 의미를 부여하였다. 즉, 구성주의는 로봇과 같은 물체의 물리적 구성에 주안을 두고 있으며[13], 학생들이 즐거운 분위기 속에서 자신만의 오브젝트를 만들고, 창작하고,

프로그래밍, 발견 그리고 디자인하는 학습에 참여하게 될 때 최상의 학습이 발생한다고 하였다.

프로그래밍교육에서 로봇은 고차원의 사고력, 의사소통능력 그리고 협동능력에 도움을 주는 도구로 알려져 있다. 한 예로 창의성 신장과 관련하여 Resnick(2007)은 로봇 창작활동에서 학습자 스스로 원하는 것을 상상, 설계, 창작, 공유 및 반성하는 활동을 통해 새로운 아이디어가 발생한다고 하였다[17]. 또한 로봇을 활용하여 엔지니어링을 배우는 프로젝트 활동을 통해 설계 능력과 창의성이 향상된다는 긍정적인 결과가 보고되었다[18]. 또한 로봇 프로그래밍은 어린이들에게 도전적이고 인지적 호기심을 자극하는 문제 상황을 제시하고 그들이 사고한 바를 컴퓨터에게 끊임없이 가르치고 교정하는 기회를 제공할 수 있으며 오류를 처치하는 활동을 통하여 자연스럽게 문제해결활동을 경험하게 한다[5][7]. 팀워크와 관련하여 Miller et al.(2008)은 학생들이 팀기반/프로젝트기반의 로봇학습에 참여했을 때 기술 역량, 팀워크 능력, 의사소통능력에서 주목할 만한(measurable) 향상이 나타났다고 보고하였다[10]. 그룹으로 일할 때 학생들은 자신의 아이디어를 더 잘 공유하고 협력적 의사결정에 참여하는 경향을 보였다.

하지만 이와 같은 장점에도 불구하고 체계적인 로봇 교육을 위한 제도적, 경제적 상황은 미약한 실정이다. 그리고 교사가 초등학교 교육과정에 로봇과목이 포함되어야 할 필요성은 느끼지만 효율적인 「로봇교육」을 위한 교육과정이나 내용 그리고 교구재가 개발되어 있지 않다는 지적과[6], 「로봇교육」을 수행할 경험과 능력을 겸비한 교사자원이 한정되어 있다는 문제가 제기되었다[1].

이와 같은 측면에서 본 연구는 초·중학교에서 체계적인 로봇교육의 기초자료 제공을 위해 로봇 교육과정 내용체계를 개발하고자 한다.

2. 로봇교육

2.1 로봇교육의 분류

로봇의 교육적 활용에는 학습목표로서의 로봇, 학습지원으로서의 로봇, 그리고 학습도구로서의 로봇 세 가지 유형이 있다[2]. 첫째 학습목표로서의 로봇은 고등교육과정의 과학, 엔지니어링, 그리고 컴퓨터과학 코스에

해당되는 것으로 컴퓨터과학, 공학, 인공지능, 그리고 로보틱스 분야에 필요한 지식과 기능을 배우는 것이다 [11]. 둘째, 학습지원으로서 로보틱스에서 초점은 로봇을 보조 학습 장치로 사용한다는 것이다. 예를 들어 교실에서 교사를 지원하기 위해 개발된 교사보조로봇이 그 예라 할 수 있다. 끝으로 학습도구로 로봇을 보는 관점은 로봇이 물리, biology, 지리, 수학, 과학, electronics 그리고 기계공학, critical academic skill such as 읽기, 쓰기, 협동, 의사결정, 문제해결, 커뮤니케이션의 학습에 효과적인 도구로 보는 관점이다.

2.2 여러 나라의 로봇교육

2.2.1 영국의 컴퓨터교육에서 로봇교육

영국의 컴퓨팅 교과목의 목표는 컴퓨터과학의 기초적인 원리와 개념을 이해하고 응용하기, 컴퓨팅 용어로 문제를 분석하고 그러한 문제들을 해결하기 위하여 컴퓨터 프로그램을 작성하기, 문제를 해결하기 위하여 새롭거나 친숙하지 않은 기술들을 포함하여 분석적으로 정보기술을 평가하고 응용하기 그리고 정보통신기술에 대하여 책임 있고 숙련되며 확신을 갖기로 되어 있다 [4]. 이러한 목표설정의 의의는 이전의 ICT 교과목에서의 도구를 활용한 문제해결보다 컴퓨팅을 통한 문제해결로 목표를 분명하게 설정한 것이라 할 수 있다.

기본 목표달성을 위한 컴퓨팅 교과목의 주요 내용으로 알고리즘, 프로그램, 프로그래밍, 디버깅, 논리적 추론, 디지털 콘텐츠의 생성, 정보기술의 이해, 설계-코딩-수정, 컴퓨터 네트워크, 소프트웨어의 선택, 추상화, Computational Thinking, 불대수, 하드웨어, 소프트웨어, 온라인 프라이버시, 보안 등이 선정되었다.

영국의 컴퓨팅 교과목에 로봇교육은 직접적으로 언급되어 있지는 않다. 하지만 SW의 동작 원리를 이해하고 직접 프로그램을 개발하는 내용이 중요하게 고려된 것은 로봇 교구의 활용 기회를 높이는 것으로 볼 수 있다.

한편 영국의 로봇교육은 Roamer, Beebot, Probot 등의 교구로봇교육 중심으로 대중화되어 있다[15].

첫째, Roamer는 Logo의 명령체계를 로봇으로 구현한 교구로 학습자 연령, 교과, 교사 수준, 학습활동단위, 학습시간 등에 따른 교육프로그램을 웹커뮤니티를 통해

제공하고 있다.

둘째, Bee-Bot은 기초적인 명령어를 활용하여 다양한 과제를 해결할 수 있는 로봇으로 논리적 프로그램 절차와 문제해결 능력을 체험해 볼 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

셋째, 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 수학 교육에 효과적으로 활용되고 있으며 소리, 접촉센서를 응용한 과학교육에도 적용되고 있다.

2.2.2 미국의 컴퓨터교육에서 로봇교육

CSTA(2011)가 제안한 미국의 정보과학 교육과정은 초등학교 대상인 컴퓨터과학과 나, 중학생 대상인 컴퓨터과학과 커뮤니티 그리고 고등학교 대상인 개념적용 및 실세계 솔루션 개발의 3단계로 되어 있다[3]. 교육과정의 내용은 정보사고(Computational Thinking: CT), 협력(Collaboration: CL), 컴퓨팅 실체와 프로그래밍(Computing Practice and Programming: CPP), 컴퓨터와 통신 장치(Computers and Communications Devices: CD), 그리고 커뮤니티, 글로벌 및 윤리적 영향(Community, Global, and Ethical Impacts: CI)의 5개 영역으로 구성되었다.

초·중학교 단계의 교육과정 영역에서 로봇관련 교육내용을 추출하면 다음 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Contents of Robot Curriculum in U.S.

단계	영역	교육과정
K-3	CPP	-단순한 동작을 수행하는 데 필요한 일련의 명령어를 구성(거북 명령)
		-행동으로 나타낼 수 있는 단계적 명령들을 프로그래밍으로 만들기(땅콩버터와 젤리 샌드위치 만들기)
3-6	CD	-블록으로 된 프로그래밍 언어를 이용하여 문제 해결하기
		-컴퓨터가 지능적 행동을 모사할 수 있음을 인식하기(로보틱스, 음성인식 및 말하기, 컴퓨터 애니메이션)
6-8	CPP	-한 프로그래밍 언어를 사용하여 문제 해결책을 구현하기: 반복문, 조건문, 논리식, 변수,

	함수 등
	-문제해결 및 다양한 업무의 성취를 얻기 위해 서 적절한 도구와 기자재를 선택하기
	-알고리즘의 이해 및 실제적 응용을 실현
CL	-작 프로그래밍, 프로젝트 팀에서의 일, 조별활동에 참여하는 것과 같은 협력적 경험을 활용하여 동료 전문가 및 다른 사람들과 협력하기

한편 미국 Tufts 대학교의 CEEO(The Center for Engineering Education and Outreach)는 레고 로봇(LEGO)을 활용한 로봇 교육과정을 개발하여 제공해 오고 있다[8]. 여기서 소개하는 주제는 ‘악기 디자인하기’, ‘모델 하우스 꾸미기’, ‘동물 꾸미기’, ‘이동수단 만들기’ 등으로 구성되어 있다.

각각의 교육과정은 모듈 단위로 이루어져 있으며, 각각의 모듈은 이전 시간에 학습한 내용들을 중심으로 서로 밀접한 세션들로 나누어 제시되어 있다. 주요 특징은 수학, 과학, 엔지니어링 교과활동과 밀접하게 관련된 교육과정을 제안하고 있다는 점이다. 예를 들어 특히 ‘소리’를 에너지와 연관시키거나 ‘비율’과 같은 수학개념을 로봇탐구활동 과정에서 자연스럽게 경험할 수 있도록 구성되었다.

이외에 대학 수준의 로봇교육과정의 예는 다음 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Programs of Robot Education

단체	대상	교육과정
카네기 멜론 대학	중학교 ~ 대학교	-http://www.education.rec.ri.cmu.edu -LEGO 마인드스톰과 VEX를 대상으로 프로젝트 중심의 STEM내용체계 제시 -각 단계에서 학습한 내용을 이용하여 실험하거나 관측할 수 있는 수학 및 과학 관련 활동을 동시에 제공
NASA	초등학교 ~ 고등학교	-http://robotics.nasa.gov -K-12의 연령별/단계별 교육과정을 제공하고 있음
USC	초등학교 ~ 중학교	-K-12학년까지의 학생을 대상으로 로봇을 활용하여 STEM영역에 해당하는 주제를 학습하기 위한 교육과정을 연구

2.2.3 우리나라 컴퓨터교육에서 로봇교육

문외식(2007)은 창의성 교육의 도구로서 로봇프로그

래밍 교육과정을 개발하였다. 이해(4차시), 준비(8차시), 제작 및 평가(18차시) 프로그램을 개발하였으며 제작 및 평가 프로그램은 4개 주제(라인트레이서, 장애물 피하기, 창의 로봇 만들기, 빛 감지하는 로봇 제작)로 구성되었는데 각 주제별로 문제 분석, 로봇 설계, 로봇 제작, 프로그래밍 실행, 수정 및 보완의 5단계에 따라 구성하였다[12].

박용식, 문성환(2009)은 연간지도를 위한 35차시의 세부 로봇교육 프로그램을 개발하였는데, 사전준비활동을 통해 로봇 교구안의 부품(결합부품, 출력장치, 입력장치)에 대한 학습을 하고, 기초활동에서는 단계별로 출력장치 한 개를 제어하는 활동에서 확장하여 출력장치 개수를 늘려 가면서 조립하고 로봇 제어 프로그램의 알고리즘을 파악하여 프로그래밍 능력을 향상시키도록 프로그램을 진행하였다[14]. 또한 심화활동(12차시)을 위해 로봇 교육 프로그램 중 23차시의 이해활동, 사전준비활동, 기초활동을 지속적으로 실시하였다.

이와 같은 프로그래밍 교육에서의 로봇활용 목적은 창의적 문제해결 능력 향상을 위한 알고리즘 학습도구이며 일련의 학습흐름을 따르고 있다. 로봇에 대한 기초적인 개념의 이해 후 로봇 설계 및 조립, 프로그래밍을 통한 문제해결활동을 체험하고, 프로그래밍 평가 및 반성적 사고 단계를 통해 인지적 사고 작용이 촉진된다. 또한 전체적인 학습과정에서 고차원적인 사고가 발현될 수 있다는 것이다.

3. 로봇교육과정의 개발

3.1 교육활동 선정 및 조직

미리엄-웹스터사전(2011)은 로봇을 컴퓨터에 제어되거나 자동적으로 일을 수행하는 인간을 닮은 기계라고 정의하고 있으며[9] 로봇의 일반적인 기능은 구조(설계) - 센싱 - 판단 - 동작의 네 가지로 분류된다. 센싱은 입력, 판단은 제어 및 처리, 동작은 출력활동과 각각 관련된다. 선행연구에서 찾은 로봇교육과정도 공통적으로 물리적 구조물 설계와 센서를 활용한 입력처리, 프로그래밍을 통한 제어활동, 모터, LED, 스피커 등의 액츄레이터를 활용한 출력활동으로 구성된 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서 로봇교육 내용 영역을 로봇의 기초적인 지식, 센서, 구조와 운동, 제어, 문제해결활동의 다섯 가지로 구분하였다.

첫째, 기초영역은 로봇의 구성장치, 로봇부품 정리정돈, 생활 속의 다양한 로봇활용사례 등 로봇의 3요소에 해당되지 않는 일반적인 내용에 대해 다룬다.

둘째, 센서영역에서는 다양한 센서(접촉, 거리, 소리, 빛, 색깔, 온도, 기울기, 각도 등)를 활용하여 자연 현상을 측정할 수 있다. 그리고 측정결과를 모터, LED, 사운드의 출력장치에 연계한 STEM활동 설계가 가능하다.

셋째, 구조와 운동에선 모터(DC모터, 서보모터)의 운동 속도를 제어하고 LED, 소리, 문자의 출력이 해당된다. 또한 구조물 설계에 기어(gear), 벨트의 활용은 동력의 전달과 변환을 용이하게 할 수 있다.

넷째, 제어 프로그래밍에선 수준에 따라 로봇활용이 달라질 수 있는데 초반에는 미리 프로그램된 입출력 패턴을 응용 및 활용하다가 점차 필요한 부분을 수정하여 활용하게 된다. 궁극적으로는 최적의 알고리즘을 구현하기 위해 다양한 구성자를 바탕으로 정제화를 학습하게 된다.

다섯째, 문제해결활동에선 로봇을 활용한 엔지니어링 절차를 경험하는 것으로 문제의 발견, 다양한 해결방법의 고안, 해결방법의 평가와 가장 좋은 해결방법의 선정, 해결방법의 개선, 최종 해결 방법의 제작을 수준별로 배우게 된다.

3.2 성취목표

로봇교육과정은 센서, 구조와 운동, 프로그래밍이 융합된 교육활동으로 기초적인 로봇소양능력을 익히고 난 후 실제적인 문제해결을 적용하는 능력을 함양하는 것에 목표를 둔다. 단계별 주제는 로봇체험, 로봇창작, 로봇제어, 로봇탐구의 4개이며 학년이 올라갈수록 단순한 조작활동에서 고차원적인 문제해결활동을 반복적으로 경험할 수 있도록 하였다.

3.3 로봇교육의 단계별 성취기준

로봇은 하드웨어의 조립과 소프트웨어의 제어를 통한 융합 창작활동인데 소프트웨어 영역의 프로그래밍,

문제해결, 알고리즘 내용을 기초로 응용 발전하는 내용이다. 초등학교에서 중학교까지 4단계로 나누고 4개의 세부 내용으로 구성한다. 1단계인 초등학교 1학년과 2학년은 로봇체험, 2단계인 초등학교 3학년과 4학년은 로봇창작, 3단계인 초등학교 5학년과 6학년은 로봇제어를 학습한다. 그리고 4단계인 중학교 과정에서는 고차원적인 로봇을 탐구하는 내용을 배우게 된다[16].

<Table 3> Achievement goals of Grades

학년	성취기준
1 ~ 2	-로봇을 켜고 끌 수 있다. -로봇 교구를 안전하게 사용하는 태도를 익히고 부품들을 기준에 따라 분류하고 정리할 수 있다. -로봇을 동작시키기 위해 필요한 절차를 이야기할 수 있다. -모터와 부품을 이용하여 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다. -프로그램이 입력된 로봇을 동작시켜 문제해결을 경험할 수 있다.
	-우리 생활 속의 로봇을 활용한 다양한 장치를 찾고 이야기할 수 있다. -센서의 종류와 특징을 알고 센서를 활용하여 상황을 판단할 수 있다. -예제 프로그램의 일부 값을 변경하여 로봇을 다양하게 동작시킬 수 있다. -모터, 부품, 센서를 이용하여 생활에 필요한 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다. -생활 속의 문제를 개선하기 위해 로봇을 활용할 수 있다.
3 ~ 4	-로봇 구성 장치의 종류와 특징을 컴퓨터와 비교하여 이야기할 수 있다. -모터, 부품, 센서, 기어, 벨트를 이용하여 생활에 필요한 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다.
	-간단한 입출력 프로그램을 작성하여 로봇을 동작시킬 수 있다. -센서와 모터를 활용한 과학실험 장치를 고안하고 다양한 과학 실험을 할 수 있다. -로봇이 동작하지 않을 경우 문제의 원인을 찾아 해결할 수 있다. -주어진 조건 상황에서 문제를 해결하기 위해 로봇을 설계하고 개발할 수 있다.
5 ~ 6	-로봇을 설계, 조립 후 알고리즘에 따라 프로그래밍하여 동작시킬 수 있다. -다양한 센서, 모터, 기어를 활용한 실험을 통해 과학 법칙을 탐구할 수 있다. -제작한 로봇의 성능을 향상시키기 위해 구조 및 프로그래밍을 개선할 수 있다. -타인이 제작한 여러 로봇을 실행시켜보고 로봇의 동작 원리를 분석할 수 있다. -다양한 문제해결 결과를 비교하기 위해 체계적 방법을 사용하여 일반화 모델을 개발할 수 있다.
	중 학 교

3.4 각 단계별 학습 내용

3.4.1 1~2학년 단계

이 단계에서 요구되어지는 학생들의 학업 성취 목표는 단순조작 및 체험활동을 통해 로봇에 대한 기초적인 이해를 갖는 것이다. 따라서 로봇을 켜고 끄기, 부품의 분류 및 정리, 동작을 위한 순서 알기, 모터와 부품을 이용한 창작품 만들기로 구성되어 있다. 그리고 로봇 프로그래밍을 학습자가 직접 코딩하는 것이 아니라 입력된 장치를 활용하여 다양한 문제해결을 경험할 수 있도록 구성되었다.

(가) 로봇을 켜고 끌 수 있다.

- *로봇의 전원과 배터리를 조작하기
- *로봇을 구성하는 요소를 서로 연결하여 동작시키기

(나) 로봇 교구를 안전하게 사용하는 태도를 익히고 부품들을 기준에 따라 분류하고 정리할 수 있다.

- *로봇 부품을 색깔, 모양, 길이, 쓰임새의 기준에 따라 분류하기
- *로봇 교구를 안전하게 사용하는 습관 형성하기

(다) 로봇을 동작시키기 위해 필요한 절차를 이야기할 수 있다.

- *로봇을 동작시키기 위해 일정한 순서가 있음 알기
- *동작 스위치나 제어 버튼의 쓰임새를 알고 조작

(라) 모터와 부품을 이용하여 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다.

- *모터를 전원과 케이블에 연결하여 물체를 회전시켜 보기
- *모터 1개와 부품을 이용하여 다양한 작품 만들어보기(예: 풍차 만들기)

(마) 프로그램이 입력된 로봇을 동작시켜 문제 해결을 경험할 수 있다.

- *일정 거리를 움직이도록 프로그램이 입력된 로봇을 조작해보기
- *로봇을 조작하여 다양한 이동 경로를 탐색하기

3.4.2 3~4학년 단계

이 단계에서 요구되어지는 학생들의 학업 성취 목표는 단순조작을 넘어 로봇의 구성요소를 이해하고 창작에 활용하는 것이다. 따라서 생활 속의 로봇 사례, 센서의 종류와 특징, 프로그래밍 수정, 센서를 추가한 로봇 창작, 문제해결을 위한 로봇 활용으로 구성되었다. 1단계와의 차이는 프로그래밍의 값, 변수를 변경하여 다양하게 로봇을 동작시키고 센서(빛, 소리, 거리, 기울기 등)를 이해하고 문제해결활동에 응용해 보는 것이라 할 수 있다.

(가) 우리 생활 속의 로봇을 활용한 다양한 장치를 찾고 이야기할 수 있다.

- *가정과 학교 주변에서 로봇 기술이 적용된 장치 말하기(예: 소변기, 세면대, 자동문 등)
- *로봇 기술의 적용 유무에 따른 생활의 편의성을 이야기해 보기

(나) 센서의 종류와 특징을 알고 센서를 활용하여 상황을 판단할 수 있다.

- *우리 몸과 센서를 비교해보고 공통점과 차이점을 말해보기
- *센서를 활용하여 두 가지 조건 상황(밝음/어두움, up/down)을 구분해보기
- *센서가 적용된 상황을 보고 센서의 동작원리를 이해하기(예: 어두우면 불 켜짐-빛)

(다) 예제 프로그램의 일부 값을 변경하여 로봇을 다양하게 동작시킬 수 있다.

- *센서와 모터가 연동된 프로그램에서 변수(값)를 수정하여 로봇 동작시키기
- *센서와 모터가 연동된 프로그램에서 센서의 종류를 바꾸어 로봇 동작시키기

(라) 모터, 부품, 센서를 이용하여 생활에 필요한 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다.

- *가정 또는 학교생활에서 쓸모가 있는 로봇을 구상해보기
- *미리 입력된 프로그램에 모터, 부품, 센서를 연결하

여 로봇을 창작하여 보기

(마) 생활 속의 문제를 개선하기 위해 로봇을 활용할 수 있다.

*주어진 생활 속의 문제를 개선하기 위해 요구되는 기능을 토의하기

*문제해결을 위해 로봇을 제작하고 발표해보기

3.4.3 5~6학년 단계

이 단계에서 요구되어지는 학생들의 학업 성취 목표는 센서, 구조와 운동, 프로그래밍의 발전된 내용을 바탕으로 로봇을 문제해결활동과 교과학습에 응용하는 것이다. 따라서 로봇과 컴퓨터의 비교, 기어와 벨트를 활용한 로봇창작, 프로그램 작성, 과학 실험장치 고안 후 실험하기, 문제해결을 위한 로봇제작으로 구성되었다. 2단계와 차이는 로봇 창작에 기어와 벨트 같은 추가 부품을 활용하여 물리적, 기계적 응용하기, 센서와 모터를 활용한 과학수업, 직접 프로그래밍을 작성해보기, 환경적 제약이 있는 문제해결을 위한 로봇제작 활동이 추가된 것이다.

(가) 로봇 구성 장치의 종류와 특징을 컴퓨터와 비교하여 이야기할 수 있다.

*로봇의 입출력 장치와 제어장치를 찾아 이야기해보기

*로봇과 컴퓨터의 입출력 장치와 제어장치의 공통점과 차이점을 비교하여 이야기해 보기

(나) 모터, 부품, 센서, 기어, 벨트를 이용하여 생활에 필요한 창의적인 로봇 작품은 만들 수 있다.

*사용목적에 맞는 창의적인 로봇 동작을 구상하고 로봇을 제작해보기

*구조물 설계에 기어와 벨트를 활용하여 동력의 전달과 변환에 이용해보기

(다) 간단한 입출력 프로그램을 작성하여 로봇을 동작시킬 수 있다.

*로봇을 제어할 수 있는 다양한 소프트웨어의 종류를 알고 간단한 프로그램을 작성해보기

*창작한 로봇이 자동적으로 동작하도록 적절한 센서를 연결하고 프로그래밍 실행하기

(라) 센서와 모터를 활용한 과학실험 장치를 고안하고 다양한 과학 실험을 할 수 있다.

*센서와 모터를 활용한 다양한 과학실험 장치를 고안해보기(예: 데이터로깅, 용액 녹이기 등)

*모터를 활용한 이동 장치를 제작하여 운동에너지를 측정해보기

*다양한 동식물의 특징을 알고 로봇으로 표현해보기

(마) 로봇이 동작하지 않을 경우 문제의 원인을 찾아 해결할 수 있다.

*로봇이 동작하지 않은 원인을 구조적 측면에서 원인을 찾아보기

*프로그래밍의 오류를 찾아서 해결하여 보기

(바) 주어진 조건 상황에서 문제를 해결하기 위해 로봇을 설계하고 개발할 수 있다.

*시간과 자원의 제약이 있는 문제를 정의하고 해결 방안을 탐색해보기

*최적의 해결방안을 찾기 위해 지속적으로 로봇을 개선하기

3.4.4. 중학교 단계

이 단계에서 요구되어지는 학생들의 학업 성취 목표는 다양한 로봇탐구 활동을 통해 과학 법칙의 발견, 동작의 개선, 일반화 모델을 개발하는 것이다. 따라서 알고리즘 기반의 로봇동작, 실험을 통한 과학법칙의 발견, 로봇 성능 향상, 로봇동작 분석, 일반화 모델의 개발에 관한 내용으로 구성되었다. 3단계와 주요 차이는 제작한 로봇을 향상시키기 위해 알고리즘의 정제화(refinement), 기어와 벨트를 활용한 구조적 개선을 다루고, 실험, 로봇 동작의 다양한 탐구활동을 경험하게 된다. 또한 체계적인 방법으로 문제해결책을 비교 평가한 후 일반화 모델을 개발하는 것이다.

(가) 로봇을 설계, 조립 후 알고리즘에 따라 프로그래밍하여 동작시킬 수 있다.

*로봇의 구조도와 동작원리를 설계하고 조립해보기
 *순서도를 프로그래밍으로 표현하고 로봇을 동작시켜보기

(나) 다양한 센서, 모터, 기어를 활용한 실험을 통해 과학법칙을 탐구할 수 있다.

*다양한 센서와 모터, 기어, 벨트를 활용한 과학 실험 장치를 구안하기

*실험 결과를 표와 그래프로 정리하고 결과를 해석하여 과학법칙을 탐구하기

*기어, 벨트를 활용하여 동력을 전달하고 변환하는 원리를 알기(속도, 가속도, 마찰, 관성 등)

*2개 이상의 센서를 활용하여 에너지 자료의 흐름 및 상호관계 유추해보기

(다) 제작한 로봇의 성능을 향상시키기 위해 구조 및 프로그래밍을 개선할 수 있다.

*기어, 벨트를 활용한 구조변경으로 로봇의 동작을 향상시키기

*다양한 프로그래밍 구성자를 활용하여 로봇 동작 알고리즘을 최적화하기

(라) 타인이 제작한 여러 로봇을 실행시켜보고 로봇의 동작원리를 분석할 수 있다.

*로봇의 동작을 보고 구조적 및 제어적 측면의 장점을 말할 수 있다.

(마) 다양한 문제해결 결과를 비교하기 위해 체계적 방법을 사용하여 일반화 모델을 개발할 수 있다.

*최적의 로봇을 찾기 위해 지속적으로 문제해결책을 검증하고 개선하여 일반화 모델 개발하기

*문제해결방법 평가를 통해 최고의 해결책을 선정하고 이를 참고로 자신의 작품을 개선하기

4. 결론 및 제언

본 연구는 초·중학교에서 체계적인 로봇교육을 위한 기초연구로 로봇교육과정을 개발하였다. 국내의 로봇교육과정을 조사하였으며 로봇교육내용을 선정 및 조

직하였다. 개발된 교육과정은 성취목표, 성취수준 그리고 학교급별 단계별 학습내용으로 제시하였다.

초등학교 1~2단계는 체험중심활동을 통해 로봇에 대한 기초적인 이해를 갖는 내용으로 로봇을 켜고 끄기, 부품의 분류 및 정리, 동작을 위한 순서 알기, 모터와 부품을 이용한 창작품 만들기, 프로그램이 입력된 장치를 활용하여 다양한 문제해결을 경험할 수 있도록 구성되었다. 3~4단계는 로봇의 구성요소를 이해와 창작에 관한 내용으로 생활 속의 로봇 사례, 센서의 종류와 특징, 프로그래밍 수정, 센서를 추가한 로봇창작, 문제해결을 위한 로봇 활용으로 구성되었다. 5~6단계는 로봇을 문제해결활동과 교과학습에 응용하는 것으로 로봇과 컴퓨터의 비교, 기어와 벨트를 활용한 로봇창작, 프로그램 작성, 과학 실험장치 고안 후 실험하기, 문제해결을 위한 로봇제작으로 구성되었다. 끝으로 중학교 단계는 다양한 로봇탐구 활동을 통해 과학 법칙의 발견, 동작의 개선, 일반화 모델을 개발하는 것이다.

향후 개발된 로봇교육과정을 기초로 현장 적용이 가능한 다양한 프로그램의 개발 및 적용에 대한 연구가 후속될 것을 기대된다.

참고문헌

[1] Bers, U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., and Schenker, J., Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education. In: Information Technology in Childhood Education Annual, AACE, VA. 123-145, 2002.

[2] Bradley S. Baker, Gwen Nugent, Neal Gradgenett & Viacheslav I. Adamchuk(2012). Robotics in K-12 Education: a new technology for learning.

[3] CSTA(2011). CSTA Computer Science Standards Revised 2011, The CSTA Standards Task Force. <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>

[4] Department for Education(2014). The national curriculum in England. Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-primary-curriculum>

- [5] Disessa, A.(2000). *Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy*. MIT Press: Cambridge, MA.
- [6] Etnews. Enhance the Creativity with Educational Robots. http://www.ebuzz.co.kr/content/buzz_view.html?uid=79467.
- [7] Kay, A.(1991). Computers, Networks and Education. *issue of Scientific American Magazine, September*, 138-148.
- [8] LEGO(2014). Science through LEGO Engineering, <http://www.legoengineering.com/science-through-lego-engineering>
- [9] Merriam-Webster's Dictionary(2014). Robot. Retrieved from: <http://www.learnersdictionary.com/search>
- [10] Miller, D. P., Nourbakhsh, I. R., & Sigwart, R.(2008). Robots for education. In Siciliano, B., & Khatib, O.(Eds.), *Springer handbook of robotics*(pp. 1283-1301). New York, NY: Springer-Verlag.
- [11] Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A.(2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367-382.
- [12] Moon, W. S.(2007). A Programming Language Learning Model Using Educational Robot. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 11(2), 231-241.
- [13] Papert, S., Harel, I.(1991). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- [14] Park, E.S., Moon, S. H.(2009). Development and Application of a Robot Education Program for Logical Thinking Ability in Elementary Students, *Journal of Korean Practical Arts Education*, 22(1), 175-198.
- [15] Park, J. H., Kim, C(2010). The Effects of Robot Based Mathematics Learning on Learners' Attitude and Problem Solving Skills. *Korean Association of Computer Education*, 13(5), 71-80.
- [16] Park, J. H., Kim, C(2014). A Study on the Curriculum for Elementary and Middle School in Robot and Convergence Activity. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(2), 285-294.
- [17] Resnick, M.(2007). Sowing for a More Seeds the Creative Society. *Learning & Leading with Technology*, 18-22.
- [18] Ringwood, J. V., Monaghan, K., Maloco, J.(2005). Teaching engineering design through Lego Mindstorms. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 91-104.
- [19] Wing, J. M.(2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

저자소개



김철

1997 전남대학교 대학원 전산통계학과(이학박사)
 1998 University of Washington (객원교수)
 1992~현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야: 인터넷자원관리, 교육용콘텐츠, 로봇활용교육, e-Learning
 e-mail: chkim@gnue.ac.kr

