

정보과학영재를 위한 로봇 프로그래밍 교육 프로그램의 설계

강성현[○], 이재호
경인교육대학교 컴퓨터교육과
sky17303@hanmail.net, jhlee@ginue.ac.kr

Design of Robot Programming Education Program for the Gifted of Information Science

Seong-hyun Kang[○], Jaeho Lee
Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education

요 약

로봇교육은 여러 전자부품, 회로 등의 기계, 공학적인 교육뿐만 아니라 컴퓨터 프로그래밍, 디지털 기초 등의 컴퓨터 관련 교육까지 경험할 수 있다는 점에서 교육적 가능성과 활용가치가 매우 높다. 지금까지 단순한 기술 습득에 치중한 컴퓨터교육에 있어서, 알고리즘 및 프로그래밍 등의 창의력과 논리적인 문제해결력 향상을 중심으로 한 로봇교육은 정보과학영재교육에서 매우 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 정보과학영재교육의 특징을 분석하고 정보과학영재의 창의성을 키우기 위한 로봇교육과정을 개발하였다.

1. 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

21세기의 다변화된 지식 정보화 사회는 무한 경쟁 시대를 이끌어 갈 자율적이고 창의적이며 잠재 능력을 최대한 발휘 할 수 있는 유능한 인재를 요구하고 있다. 영재교육은 개인의 자아실현과 국가·사회적으로 인재를 양성하여 발전의 토대가 되게 한다는 면에서 그 중요성이 점점 높아지고 있다.

영재교육을 실시하는 목적은 국가발전, 그리고 학생들의 능력과 잠재력을 개발하기 위한 것 두 가지로 설명할 수 있다. 첫 번째 목적인 ‘국가발전’ 측면이 강조되고 있는데, 이는 소수정예 고급인력을 양성해야 할 필요성에 관한 인식에서 강조되고 있다. 그러나 이와 함께 ‘개인의 역량에 맞는 교육기회 제공’이라는 측면에서 영재교육이 실시되고 있다는 측면을 간과해서는 안 된다. 이 경우 형평성을 근간으로 하는 공교육 틀을 유지하면서 그 보완으로

잠재력이 뛰어난 학생들을 대상으로 수월성을 가미하는 교육을 실시해야 한다는 인식에서 시작하고 있다[1].

로봇프로그래밍 교육이 바로 이러한 창의적 문제 해결력을 시장시킬 수 있는 좋은 대안이 될 수 있다. 왜냐하면 본질적인 과학으로써의 컴퓨터교육에서 프로그래밍 교육은 컴퓨터의 가장 중요한 원리인 알고리즘을 이해하는 도구로서 매우 적절하다[2]. 또한 로봇공학 관점에서 볼 때 여러 기술 공학이 집목된 통합적인 학문 배경을 가지고 있다. 즉 기계공학, 전자공학, 전기공학, 컴퓨터디지털공학, 인간공학, 산업공학 등의 거의 모든 분야의 공학기술과 매우 밀접한 관련을 맺고 있다. 이러한 측면은 초등학생들의 기술적 교양을 위한 좋은 학습 대상이 될 수 있는 가능성이 있는 것이다. 즉 로봇의 매커니즘을 기초로 한 기계, 전원과 전기적 회로와 관련된 전기, 센서 및 여러 가지 전자 부품, 전자회로의 전자, 그리고 컴퓨터 프로그래밍, 디지털 기초 등의 컴퓨터 기초적인 이해와 활동을 경험할 수 있다는 점

에서 교육적 가능성과 활용 가치는 매우 높다고 판단된다.

1.2 로봇교육의 필요성

미국, 유럽, 일본 등 선진 각국들은 지능형 로봇을 IT, BT와 함께 21세기를 선도할 유망 산업으로 인식, 시장 선점을 위해 집중적으로 연구개발하고 있다. 세계 미래학회는 21세기 인류의 생활을 획기적으로 변화시킬 10대 기술 중의 하나로 지능형 로봇을 선전했다. 이와 같이 로봇 교육은 우리나라 정보통신 교육의 새로운 패러다임을 설정할 수 있다. 교육용 로봇의 특징을 다음과 같이 제시하고 있다[3].

첫째, 로봇은 공학적으로 여러 가지 기술이 관련되므로 통합적인 기초 교육을 가능하게 할 것이다. 즉 로봇은 전기, 전자, 기계, 컴퓨터, 통신 등의 다양한 공학 기술의 복합적인 기술과 밀접하게 관련시켜 학습 활동을 구성할 수 있을 것이다. 이는 초등학교 단계에서 기술의 기초적 자각과 인식에서 좋은 교육 프로그램으로 가치가 있다고 보여 진다.

둘째, 문제해결 과정에 로봇 교육 프로그램은 창의력, 문제해결력, 의사 결정능력, 의사소통능력, 비판적 사고력 등의 고등사고 능력을 기르는데 의미 있는 주제가 될 수 있다. 즉 기술적 문제해결 과정에서 알 수 있듯이, 계획단계에서 아이디어를 생산하는 확산적 사고와 그 아이디어 중에서 최적의 아이디어를 선정하는 수렴적 사고가 핵심을 이루게 된다. 또한 평가 단계에서는 문제해결 과정 및 결과의 평가 과정에서 자기 평가에 기초한 비평 사고를 기대할 수 있을 것이다. 한편 지적 능력 측면에서는 문제 확인 단계에서 사물의 인식 능력, 계획 단계에서 정보수집과정에서의 정보수집 분석 능력, 수렴적 사고에 기초한 의사결정 능력이 기대되며, 실행단계에서는 실천적 능력을 평가단계에서는 평가력, 비판능력 등을 기대할 수 있는 지적 능력으로 분석될 수 있다.

셋째, 컴퓨터 교육의 새로운 패러다임을 설정할 수 있을 것이다. 지금까지 컴퓨터 자체의

도구 및 활용 중심의 교육에서 다른 기술적인 활동과 접하여 기초적인 컴퓨터 프로그래밍을 통하여 실제로 기구에 바탕을 둔 로봇 몸체가 움직이는 활동을 실제로 관찰할 수 있을 것이다. 이는 로봇과 컴퓨터의 만남에서 오는 흥미 뿐만 아니라 컴퓨터 프로그래밍으로 인한 논리적 사고력까지 기대할 수 있을 것이다.

2. 창의적 로봇 제어 프로그래밍

2.1 창의적 문제해결력

창의적 문제해결력이란 “문제 해결과정에서 다양한 요인이 복합적이며 역동적으로 상호작용 하여 문제 해결에 유용하며 독창적인 산출물 또는 해결책을 만들어내는 것”으로 정의한다[4]. 현재 정보과학영재교육은 컴퓨터의 원리가 가장 중요한 학습 내용인데도 불구하고 활용방법교육에 많이 기울어 있다. 정보과학영재교육은 컴퓨터의 원리교육과 함께 창의적 문제해결력 교육신장에도 중점을 두어야 한다.

<표 II-1> 정보과학영재의 창의적 영역의 특성 및 조건

컴퓨터 문제 해결력	컴퓨터 관련 분야의 문제에 대한 우수한 해결력
무한의 상상력	컴퓨터 관련 분야에 대한 무한한 상상력
컴퓨터 분야에 대한 사고의 독창성	컴퓨터 관련 분야의 문제를 해결하는 데 있어서 독창적인 사고력
컴퓨터 이론의 일반화 능력	컴퓨터 이론의 일반적 사실이나 요소 사이의 상관관계를 민첩하고 정확하게 파악하고 일반화 할 수 있는 능력
컴퓨터 분야의 직관력	컴퓨터 관련 분야의 문제 해결하는데 있어 논의의 중간 단계를 생략하거나 독창적인 관계를 짓는 능력
확산적 사고	컴퓨터 관련 이론을 더 넓은 범위로 확산시킬 수 있는 사고력

특히 컴퓨터 프로그래밍은 오류 수정 활동을 통해 논리적 사고력을 향상시킬 수 있다. 오류 수정은 여러 가지 어려움을 하나하나 처리함으로써 상대적으로 개선된 프로그램을 만들어 감을 의미한다. 앞에서 언급한 것과 같이 이러한 과정을 통하여 오류를 스스로 진단하고 하나하나의 알고리즘을 분석하여 수정함으로써 논리적 사고력 향상에 도움을 주게 된다는 것이다. 이 때 중요한 점은 일방적인 지적이 아닌 자신의 입장에서 프로그래밍 오류를 수정해 감으로써 논리적 사고력 향상에 도움을 준다[5]. 하지만 프로그래밍 교육은 정보과 학영재교육에서 “일반적으로 프로그래밍은 컴퓨터를 상용하는 학생들에게 인지적 사고력과 문제해결력을 향상시켜 줄 수 있는 효과적인 학습 환경을 제공해 준다. 문제해결력을 기르며 논리적 사고력과 창의력을 개발 할 수 있다.”고 하면서 프로그래밍이 창의적 문제해결 신장 도구로서의 가치를 인정하였으나 “프로그래밍 교육 자체가 초등학생이 접근하기에는 어려운 언어와 문법으로 구성되어 있어 학교 현장에서 학생들에게 가르치는데 어려움을 느끼고 있으며, 문법에 대한 암기 형태로 학습자에게 큰 부담을 안겨주고 있는 실정이다.”라고 하면서 교육대상의 발달 단계에 맞는 좀 더 흥미로운 교육내용이 필요함을 언급하고 있다 [6].

2.2. 창의적 로봇 제어 프로그래밍

로봇을 이용한 프로그래밍 교육은 문제해결 능력, 컴퓨터 프로그래밍 개념 학습에 긍정적인 효과를 나타낸다. 로봇 제어 프로그래밍 교육을 통해 얻을 수 있는 교육효과는 다음과 같다. 첫째, 문제해결력의 향상이다. 로봇 제어 프로그래밍 학습은 문제 해결을 위한 체계적이고 논리적인 접근을 요구하게 된다. 둘째, 소그룹활동을 통한 사회적 상호작용을 들 수 있다. 로봇 제어프로그래밍은 학생과 학생 간, 교사와 학생간의 상호작용을 활발하게 해준다. 셋째, 로봇 제어 프로그래밍 학습은 인지갈등

을 극대화시킨다. 학습자는 프로그래밍을 통하여 로봇을 제어하고, 그 결과를 직접 확인할 수 있다. 학습자는 원하는 대로 로봇이 제어되지 않으면, 프로그래밍 단계를 재분석해 보고, 오류를 검토해 보고 수정하는 등 끊임없이 인지체계를 재조정해 나간다. 넷째, 로봇 제어 프로그래밍은 현실세계와 유리된 교육이 아닌 통합적인 사고를 바탕으로 한 현실세계의 맥락을 중요시한다. 다섯째, 새로운 첨단 과학기술의 개념과 원리를 이해하고, 관심을 촉진시킬 수 있다. 여섯째, 로봇 제어 프로그래밍 과정 중 부딪히게 되는 문제들에 대한 해결의지와 해결에 대한 만족감을 얻을 수 있다[7]. 이와 같이 로봇 제어 프로그래밍 교육은 정보과 학영재들에게 창의력만 키워주는 것이 아니라 컴퓨터 원리 및 로봇원리까지 교육이 가능한 것이다. 다음은 창의적 문제해결력 로봇프로그램 학습내용은 <표 II-2>와 같다[2].

<표 II-2>창의적 문제해결력 로봇프로그래밍 학습

과 제	교육 내용
단순반응 로봇프로그 래밍	로봇의 간단한 움직임을 통해 규칙을 발견하고 제한된 환경에서 로봇의 움직임을 구상하고 효과적인 행동을 얻을 수 있도록 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.
그림그리기 로봇프로그 래밍	로봇을 이용하여 지면이나 바닥에 그림을 그릴 수 있도록 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.
다양한센서 이용 로봇프로그 래밍	학생들에게 다양한 센서를 활용하여 어떻게 센서가 작동되는지를 학습할 수 있도록 하며 상황에 맞게 학생들은 로봇을 조립하고 프로그래밍 한다.
모둠 경쟁 로봇프로그 래밍	학생들에게 동일한 조건상황하에서 모둠별로 경쟁 할 수 있는 학습 상황을 제시하고 경쟁에서 이기기 위해 로봇을 정교하게 제작하고 프로그래밍 한다.

기초알고리즘 로봇프로그래밍	알고리즘을 통해 문제를 해결할 수 있는 학습 상황을 제시하고 거기에 맞는 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.
응용알고리즘 로봇프로그래밍	문제 해결을 통해 알고리즘의 해결 방법을 고민하고 문제에 상황을 해결할 수 있는 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.
전체협동 로봇프로그래밍	전체적인 조화를 중요시 여기며 구성원 전체의 협동으로 주어진 과제를 해결할 수 있는 학습 상황을 제시하고 과제를 해결하기 위한 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.
개인별경쟁 로봇프로그래밍	모듬이 아닌 개인의 아이디어를 최대한 반영하여 주어진 학습 상황을 스스로 해결해 보고 거기에 맞추어 새로운 방식으로 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.

특히 로봇에 다양한 센서를 활용하여 로봇 프로그래밍 학습을 하면 상황에 따라 프로그래밍이 변하게 된다. 이것은 로봇 프로그래밍이 정형화 된 것으로 끝나는 것이 아니라, 정보과학영재들의 창의력에 따라서 얼마든지 열린 프로그래밍을 할 수 있다는 것이다. 이와 같이 로봇 제어 프로그래밍교육은 정보과학영재들의 창의적 문제해결력 신장에 도움을 준다.

3. 로봇을 활용한 초등정보과학영재 교육과정의 개발

3.1 초등정보과학영재 로봇교육과정의 내용 체계

로봇 프로그래밍 과정은 센서의 종류, 센서의 수에 따라 프로그래밍이 복잡도가 결정이 된다. 본 논문에서는 로봇 프로그래밍 과정을 기초적이고 폐쇄적인 문제에서 점진적으로 복잡하고 개방형 문제로 구성하도록 한다. 초등정보과학영재 로봇교육과정 단계별 교육내용을 다음 <표 III-1>과 같이 설정하였다.

<표 III-1> 초등정보과학영재 단계별 교육내용

	로봇 프로그래밍 교육		
	로봇소양교육과정	로봇기본교육과정	로봇심화교육과정
알고리즘	<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘의 의미 순서도의 개념 순서도의 작성 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 순서도를 이용한 문제 해결 절차 	<ul style="list-style-type: none"> 순서도를 이용한 유비쿼터스 로봇 문제 해결 절차
프로그래밍 언어	<ul style="list-style-type: none"> 프로그래밍 개론 및 기초 학습 	<ul style="list-style-type: none"> 기본 프로그래밍 학습 	<ul style="list-style-type: none"> 심화 프로그래밍 학습
로봇 이해	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 개념 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 원리 교육 	<ul style="list-style-type: none"> 유비쿼터스 시대 로봇
창의적 로봇교육	<ul style="list-style-type: none"> 단순 반응 로봇 프로그래밍 (암 로봇) 	<ul style="list-style-type: none"> 센서 이용 로봇 프로그래밍 (라인 트레이서) 	<ul style="list-style-type: none"> 지능형 로봇 프로그래밍 (축구 로봇)

1단계 로봇소양교육과정은 초등정보과학영재들에게 로봇제작을 위한 기본적인 도구 사용법을 익히고 로봇의 개념을 이해시키며, 로봇의 흥미를 가지도록 하며 로봇의 간단한 움직임들 통해 규칙을 발견하고 제한된 환경에서 로봇의 움직임을 구상하고 효과적인 행동을 얻을 수 있도록 로봇을 제작하고 프로그래밍 하며, 6족 보행 로봇, 암 로봇 등을 단순반응로봇 만들기를 통해 로봇의 동작원리, 작동방법 등을 학습할 수 있다.

2단계 로봇기본교육과정은 학생들에게 다양한 센서를 활용하여 어떻게 센서가 작동되는지를 학습할 수 있도록 하며 상황에 맞게 학생들은 로봇을 조립하고 프로그래밍을 하며, 적외선 센서를 이용한 라인트레이서를 이용하여 로봇 프로그래밍 학습, 창의적 문제해결력 신장교육, 알고리즘 교육을 실시하는 단계이다.

3단계 로봇심화교육과정은 지능형 로봇에 대해서 배우고 유비쿼터스 사회와 통합된 문제를 제시함으로써 학생들이 로봇 프로그래밍에 흥

미를 느낄 수 있도록 하며, 외부환경에 대해서 응답을 가질 수 있는 시스템을 구성하여 별도의 조작 없이도 스스로 판단하고 행하며, 외부 환경에 적용할 수 있도록 지능이라는 요소를 추가함으로써 초등정보과학영재의 창의력 및 문제해결력, 프로그래밍, 알고리즘 능력을 키우는 단계이다.

<표 III-2> 초등정보과학영재 3단계 로봇교육 학습내용

구분	학습내용
로봇소양교육과정	로봇의 개념 - 로봇의 개념 및 종류 파악 - 로봇의 용도 - 로봇의 종류 - 사람과 로봇 - 미래의 로봇
	로봇제작 방법 익히기 - 로봇을 만들기 위한 기본기구 사용법 익히기 - 인두기 사용 방법 - 납땜방법 - 회로보드 조립 방법
	기초 프로그래밍 - C언어 사용환경 - C언어 구성요소 - 컴파일러 사용법
	기초 로봇 만들기 - 단순반응로봇 만들기(6족 로봇) - 단순프로그래밍 로봇(암 로봇)
	알고리즘 - 알고리즘 의미 - 순서도 작성 방법 - 순서도를 이용한 문제해결 절차
	로봇기본교육과정
로봇 원리 교육 - 로봇의 구조 및 원리 - 로봇의 구분 - 로봇의 이용되는 원리 - 구조의 원리 - 전자의 원리 - 센서의 원리	
프로그래밍 - C언어 - 데이터의 표현과 연산 - 제어문	
알고리즘 - 순서도를 이용한 문제해결 절차	
창의적 문제해결력 - 적외선 센서 로봇 알고리즘 알아보기 - 적외선 센서 로봇 창의적 문제 해결하기	

로봇심화교육과정	심화로봇 만들기 - 심화로봇 만들기 - 지능형 로봇이란 - 지능형 로봇의 종류 - 지능형 로봇 만들기(로봇축구)
	알고리즘 - 유비쿼터스 사회 로봇 알고리즘 알아보기 - 로봇축구 알고리즘 찾아보기
	프로그래밍 - C언어 - 함수
	창의적 문제해결 - 지능형 로봇 알고리즘 알아보기 - 로봇축구 창의적 문제 해결하기

3.2. 단계별 학습내용 선정 원칙

각 영역별 학습주제 및 학습 목표는 3단계로 나누어 구분하였다. 단계가 높아질수록 보다 고급 사고기능이 필요한 학습활동을 제공하며 3 단계에서는 실제적인 로봇 제어 프로그래밍을 통하여 창의적 문제해결력을 기른다.

3.2.1 로봇 제작 관련 주제의 탐색

1단계는 로봇 산출물과 관련된 학습 주제를 탐색해 보고 정보과학영재들의 흥미와 관심을 가지게 하는 데 목적이 있다. 이에 해당하는 로봇 제작 교육 활동으로는 다음과 같은 것들이 포함 될 수 있다.

첫째, 로봇 도구로 제작된 다양한 작품이나 산출물을 제공 할 수 있다. 활동 주제와 관련되고 실생활에서 쉽게 볼 수 있는 것을 제시하되 정보과학영재들에게 자유롭게 탐색할 수 있는 기회가 주어져야 한다.

둘째, 로봇 산출물들의 특징과 표현 방법 등을 탐색하도록 한다. 본 단계에서 제시된 로봇 제작들을 분석해보고 공통점을 찾아보는 활동을 통하여 효과적인 표현전략을 정보과학영재 스스로 파악해보도록 하는 것이다.

3.2.2 로봇 제작기능의 습득 및 훈련

2단계는 3단계에서 최종적인 로봇 산출물을 생산해 내기 위한 제작기능을 습득하는 단계이

다. 로봇 산출물을 생산해 내기 위한 제작기능을 습득하는 단계이다. 제작기능의 습득은 그 자체가 목적이 아니라 최종적인 문제해결을 위한 수단이다. 로봇 프로그래밍의 원리를 이해하게 하여 응용력과 일반화 하는 능력을 통하여 로봇 프로그래밍 능력을 익히도록 한다.

3.2.3 로봇 산출물 제작

3단계는 로봇 프로그래밍을 활용하여 최종 산출물을 만들어내는 단계이다. 이 때 정보과학 영재들은 주어진 조건과 주제에 맞게 표현 전략가 방법을 설계하고 1단계와 2단계 활동에서 습득한 지식과 기능을 최대한으로 활용하여 창의적이고 효과적인 로봇 산출물을 제작하게 된다. 첫째, 정보과학영재들의 창의적 문제해결력을 자극할 수 있는 도전할 만한 가치가 있는 과제를 제시하여 아동의 흥미를 자극하는 것이 좋다. 둘째, 최종산출물이라는 문제를 해결하기 위하여 이전 단계에서 사용된 학습 활동들을 활용하되 다양한 로봇 요소를 넣고 수정하고 기존방법을 변형하는 활동 등을 통하여 창의적 문제해결력이 신장되도록 한다. 다음은 단계별 학습주제 및 학습목표를 나타낸 것이다.

5. 결론

지금까지 컴퓨터교육에서 알고리즘교육과 프로그래밍교육을 실시하고 있지만, 초등학생들이 하기에는 너무나도 어려운 부분이 많이 있었다. 또한 지금까지는 로봇을 이용한 체계적인 교육과정이 거의 없었다고 할 수 있다. 로봇을 이용한 교육은 학생들에게 학습 동기를 부여하며 주의를 집중시키는 긍정적인 효과가 있으며, 보다 쉽게 학생들에게 알고리즘 교육과 프로그래밍교육을 접근할 수 있도록 도와준다. 또한 창의력, 문제해결 능력, 논리적 능력을 함께 키울 수도 있다. 본 논문은 로봇 교육에 새로운 방향을 제시함으로써 앞으로 로봇을 이용한 정보과학영재의 새로운 교육프로그램을 제시하였다는 것에 의의를 두었다.

6. 참고문헌

- [1] 오승현, "영재교육, 주요 정책 방향 및 향후 과제", 교육인적자원부. 정책해설, 2002.
- [2] 배영권, "창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형", 한국교원대 박사학위논문, 2006.
- [3] 정연성, "초등학교에서의 로봇교육 프로그램의 개발과 적용", 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문, 2004.
- [4] 한국교육개발원, "영재교육 백서", 한국교육개발원 연구자료, 2004.
- [5] 이경화, "초등학생을 위한 로고 프로그래밍 지도방안", 한국정보교육학회 2002년 하계학술논문집. 제 7권 2호, 2002.
- [6] 남승현, "초등정보영재의 멀티미디어 제작 교육에 관한 연구", 한국교원대 석사학위논문, 2005.
- [7] 이좌택, "문제기반학습에 터한 로봇 제어 프로그래밍 수업이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과", 한국교원대학교 박사학위논문, 2004.
- [8] 강성현, "라인트레이서를 이용한 초등정보과학영재 로봇교육 프로그램 개발" 정보영재학회 학술발표 논문집, 2006