

로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 지원 시스템 설계

김효종, 유인환
대구교육대학교 컴퓨터교육과
talcid@chol.com, bluenull@dnue.ac.kr

Design of Simulation Supporting System for Robot Programming Education

Hyo-jong Kim, In-Hwan Yoo
Dept. of Computer Education, Daegu University of Education

요 약

초등학교 정보통신기술 교육에서 새롭게 실시되는 프로그래밍 교육을 위해 로봇 프로그래밍에 대한 관심이 어느 때보다 고조되고 있다. 교육용 로봇을 이용한 프로그래밍 교육은 학습자가 로봇을 직접 제작하고 프로그램을 작성하여 실행시키는 과정을 통하여 프로그래밍의 원리뿐만 아니라 학습자의 창의력과 문제해결력 신장에도 많은 도움을 준다. 이러한 로봇 프로그래밍 교육을 활성화시키기 위하여 본 연구에서는 초등학교 아동의 발달 수준에 맞게 게임, 가상체험, 시뮬레이션 기법 등을 적용한 학습 지원 시스템을 설계하고자 한다. 이를 통하여 학습자는 고가의 비용을 들이지 않고도 기존의 인터넷 환경에서 접근하여 가상의 로봇을 통하여 재미있고 흥미롭게 프로그래밍 기법 및 알고리즘에 대해 쉽게 원리를 배울 수 있는 기회를 제공하고자 한다.

1. 서론

1.1 연구의 필요성과 목적

새로운 정보통신기술교육에서는 컴퓨터과학교육의 강화를 기본 방향으로 제시하고 초, 중등학교 학생들이 다양한 정보의 종류를 인식하고 효율적인 문제 해결 방법을 찾아내는 능력을 키우도록 '정보처리의 이해' 영역을 신설하고 5단계로 구분하여 지도하도록 하고 있다[1]. '정보 처리의 이해' 영역의 목표는 다양한 정보의 종류를 인식하고 효율적인 문제 해결 방법을 찾아내는 능력을 키우는데 중점을 두고 정보통신기술의 적용이 가능한 알고리즘적 사고와 프로그램 작성 능력 신장에 있다[1]. 이에 따라 초등학교에서도 문제 해결 능력 향상을 위한 논리적 사고력 증진을 위하여 고학년 과정에서 프로그래밍의 개념 및 프로그래밍 언어의 기본 사용법, 간단한 프로그램을 작성하여 실행해 보는 등 다양한 활동을 통하여 '프로그래밍의 이해와 기초'교육을 실시하도록 하고 있다[1]. '프로그래밍의 이해와 기초'에서는 프로그램이란 무엇이며 이를 구현하는 방법에는 어떠한 방법들이 있는지를 탐구하기

위해 다양한 교육용 프로그래밍 도구 등을 활용하여 실습해 봄으로써 사람과 컴퓨터 통신 수단인 프로그래밍 언어의 개념을 이해하는데 중점을 두도록 하고 있다[1].

프로그래밍은 그 자체가 문제 해결의 과정이며 창의력과 문제해결력 신장과 밀접한 연관을 가진다. 초등학생들이 컴퓨터의 기본동작 이해와 특히, 프로그래밍을 통해 자연스럽게 논리적 사고력을 키울 수 있는 가장 적합한 알고리즘 학습도구가 로봇이다[2]. 감수성과 인지능력이 가장 민감한 초등학생들이 직접 로봇을 만들고 조작하는 자율적 교육활동을 통하여 놀이의 즐거움과 성취감을 가질 수 있으며 프로그래밍을 로봇에 입력하고 동작시킴으로써 반성적 사고력과 의사결정력 등의 고등사고 능력을 키울 수 있어 알고리즘 교육이 극대화 될 수 있다[2]. 최근 이러한 로봇을 이용한 프로그래밍 교육 방안에 대한 다양한 방법에 대한 연구가 활발하게 추진 중이며 많은 효과가 입증되고 있다. 그러나 로봇프로그래밍의 학습에 도입함에 있어 가장 큰 문제점은 막대한 장비구입을 위한 경제적 비용이라고

할 수 있다[3]. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 지원 시스템을 설계하고자 한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 학습은 학습자에게 문제 해결력에 많은 도움을 준다[4]. 기존의 인터넷 접속을 통하여 가상의 로봇을 예시로 작성된 코드를 통해 직접 움직여 봄으로써 경제적 비용을 줄이고 로봇 프로그램의 작동 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 하고자 한다.

1.2 연구의 제안

본 연구는 로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 지원 시스템을 개발하기 위한 것으로 내용 구성에 있어서 텍스트, 그래픽, 애니메이션, 음향 등 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 학습자의 자발적인 참여를 유도하고 로봇 프로그래밍의 흐름과 알고리즘을 쉽게 이해할 수 있도록 시뮬레이션 학습을 제공한다. 연구 내용과 방법은 다음과 같다.

첫째, 개정된 교육정보통신기술교육의 단계별 지도내용 중 '정보처리이해' 과정에 관한 내용을 분석하고 초등학교생들에게 교육해야 하는 프로그래밍 학습 내용을 추출한다.

둘째, 프로그래밍 교육을 위한 로봇 프로그래밍 교육의 필요성 및 문제점을 알아본다.

셋째, 선행연구를 통해 초등학교 학생들에게 적용 가능한 로봇 프로그래밍 교육 내용을 살펴보고 본 연구에 맞게 로봇 프로그래밍 학습 내용을 선정한다.

넷째, 로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 지원 시스템을 설계한다.

2. 이론적 배경

2.1 초등학교 교육과정에서 프로그래밍 교육

기존의 정보통신기술교육 교육과정으로는 정보통신기술의 원리, 개념, 알고리즘 등 컴퓨터 과학에 대한 내용 부족으로 정보산업기술 발전에 이바지할 인재 육성의 기저가 부족하다고 지적하고 있다[1]. 이를 위해 개정된 정보통신기술교육 교육과정에서는 '정보처리의 이해' 과정을 도입하여 정보통신기술에 대한 과

학적인 원리와 개념 등의 컴퓨터 과학교육을 강화한다고 그 개정 방향을 밝히고 있다[1]. '정보처리의 이해' 과정을 살펴보면 초등학교 학생들에게 다양한 정보의 종류를 인식하고 효율적인 문제 해결 방법을 찾아내는 능력을 기르고 정보통신기술의 적용이 가능한 알고리즘적 사고와 프로그램 작성 능력이 신장되도록 프로그래밍 교육을 도입을 목적으로 하고 있다. 초등학교 단계별 '정보처리의 이해'의 내용체계 및 교육내용을 살펴보면 다음과 같다.

<표 1> 초등학교 프로그래밍 관련 내용체계

단계	목표	영역	학습내용
제 3 단계	정보 표현 방법을 인식하고 문제 해결 전략을 세워 간단한 프로그램을 작성하기	프로그래밍의 이해와 기초	<ul style="list-style-type: none"> 프로그래밍의 개념을 인지할 수 있다. 프로그래밍 언어의 기본 사용법을 인지할 수 있다. 간단한 프로그램을 작성하여 실행할 수 있다.

<표 2> 초등학교 프로그래밍 관련 세부 내용

단계	영역	제목 및 주제
제 3 단계	프로그래밍의 이해와 기초	<ul style="list-style-type: none"> 프로그래밍의 개념 및 구현 방법 탐구 다양한 교육용 프로그래밍 도구를 활용한 실습 초등학교 수준에 맞는 교육용 프로그래밍 도구 선정 후 실습 (제한된 명령어를 포함하는 의사 코드를 사용하여 컴퓨터나 프로그래밍 도구 없이 실습 가능)

'정보 처리의 이해' 심화 수준에서는 프로그래밍 언어를 이용하여 문제를 직접 해결해 보도록 하고 있다. 이는 초등학교부터 효율적인 문제 해결 방법을 찾아내는 능력의 신장 및 알고리즘적 사고와 프로그램 작성 능력이 신장되도록 프로그래밍 교육의 도입을 목적으로 하고 있다.

3단계에서 배우는 '프로그래밍의 이해와 기초'에서는 프로그래밍이란 무엇이며 이를 구현하는 방법에는 어떠한 방법들이 있는지 탐구해 보며 다양한 교육용 프로그래밍 도구 등을 활용하여 실습해 봄으로써 사람과 컴퓨터의 통신 수단인 프로그래밍 언어의 개념을 이해하는데 중점을 두도록 하고 있다. 또한 상용 프로그래밍 언어보다는 초등학교 수준에 맞는 교육용 프로그래밍 도구를 선정하여 실습해 보도록 하되 제한된 명령어를 포함하는 의사

코드를 사용하여 프로그래밍 함으로써 컴퓨터나 프로그래밍도구 없이 실습할 수도 있도록 하고 있다[1].

2.2 로봇 프로그래밍 교육의 필요성

초등학생들이 컴퓨터의 기본동작 이해와 특히, 프로그래밍을 통해 자연스럽게 논리적 사고력을 키울 수 있는 가장 적합한 알고리즘 학습도구가 로봇이라 판단된다[5]. 또한 프로그래밍 입문 과정에서 로보틱스의 도입은 긍정적인 효과가 있으며, 프로그래밍 기법 자체와 더불어 문제해결력 신장에 도움을 주고 있다[3]. 외국의 경우 로봇을 교육적으로 활용하고자 하는 탐색이 다양하게 시도되고 있으며 로봇의 교육적 활용 연구 사례에서 많이 사용되고 있는 도구가 MINDSTORMS이다[6]. 이러한 MINDSTORMS 프로그래밍 학습을 통하여 학습자는 창의력 신장이라는 일차적인 목표 달성 외에도 협동학습을 통하여 능동적으로 학습에 참여할 수 있으며 실제적이고 구체적인 경험을 통해 학습내용을 창의적이고 논리적으로 적용 발전해 나갈 수 있는 능력을 키워줄 수 있다[6].

이상의 연구들에서 보는 바와 같이 로봇 프로그래밍은 그 교육적 가치가 매우 크며 특히, 프로그래밍 입문 단계의 학생들에게 보다 쉽고 재미있는 프로그래밍 학습 기회를 제공할 수 있음을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 로봇 프로그래밍 교육이 활성화되기 어려운 이유는 로봇 교구의 준비의 어려움, 교수자의 전문적인 지식의 부족 등 현실인 문제가 많기 때문이다[3]. 그러므로 본 연구에서는 이러한 문제를 극복할 수 있는 방안으로 가상공간에서 자유로운 실습을 충분히 보장하는 웹 기반의 로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 지원 시스템을 설계하고자 한다. 또한 로봇 프로그래밍 학습의 효과를 높이기 위해 로봇 프로그래밍의 작동 원리 및 기초 기능을 익힐 수 있는 시뮬레이션을 기법을 아동들에게 투입함으로써 로봇 프로그래밍의 기초 개념 및 원리를 쉽고 효과적으로 학습시킬 수 있는 기

회를 제공하고자 한다.

2.3 선행연구를 통한 시뮬레이션형 로봇 프로그래밍 교육 선정

프로그래밍 학습의 목적이 단순히 언어의 습득이 아니라 학습자의 창의력과 문제해결력을 증진시키는데 있다고 본다면 MINDSTORMS의 경험이 다른 생활에도 전이되기 쉽도록 가르쳐야 한다[6]. 이를 위해 유인환(2005)은 학생들 스스로가 의식적으로 주어진 문제상황에 관심을 갖도록 유도하기 위해 발견식 수업을 통한 MINDSTORMS와 ROBOLAB을 이용한 프로그래밍 학습내용을 추출하였으며 그리고 문외식(2007)은 교육용 로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형 연구를 통해 모두 4단계의 대 영역(이해단계, 제작단계, 프로그래밍단계, 평가단계)으로 나누고 각 단계별 세부주제와 학습할 내용을 기술하고 있다. 이러한 로봇 프로그래밍 교육 내용 중에 인터넷 기반의 시뮬레이션형 지원 시스템에서 구현 가능한 학습 내용은 다음과 같다.

<표 3> 학습내용 추출

영역	내용
이해	MINDSTORMS NXT의 개요
	NXC 프로그램의 이해
프로그래밍 과정	NXT 전동기 기본 동작
	NXT 전동기 응용 동작
	터치 센서를 작동 원리
	빛 센서 작동 원리
	사운드 센서 작동 원리
	울트라 소닉 센서의 작동법
라인트레이서의 작동원리	

선행연구에서 제시된 로봇 프로그래밍의 교육 내용 중에서 기존의 실습 위주의 교육과 이러한 전동기나 센서의 작동원리에 대한 시뮬레이션형 지원 시스템을 통한 학습을 병행한다면 학습자의 로봇 프로그래밍에 대한 이해와 알고리즘을 이해하는데 많은 도움을 줄 것이라 기대된다.

3. 학습지원시스템의 설계

3.1 시스템 개발의 기본 방향

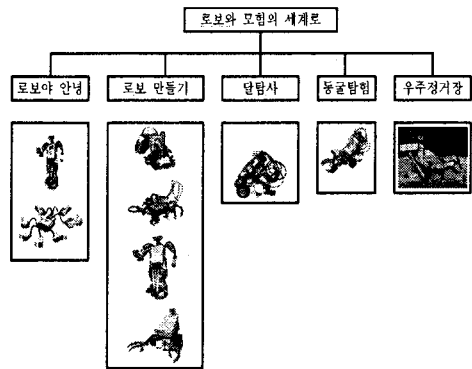
NXC 프로그램을 이용한 MINDSTORMS NXT의 작동원리에 대한 알고리즘을 이해하기 위해서는 상호 작용이 가능한 시뮬레이션 기법이 반드시 필요하다. 컴퓨터 시뮬레이션이란 컴퓨터를 활용하여 가상장면 속에 실제의 상황을 부여함으로써 학생들이 실제 상황에 참여하여 반응 연습을 할 수 있는 기회를 제공해 주는 것이다[4]. 이러한 컴퓨터 시뮬레이션은 컴퓨터를 통하여 실제와 유사한 가상적 상황을 단순화하여 학생들에게 제시함으로써 실제 상황에 관련된 요소나 개념, 원리, 조작 절차, 변화 과정 등을 이해하도록 하는 학습용 소프트웨어의 형태이다. 시뮬레이션 학습 상황에서는 학습자가 실제와 유사한 환경에서 학습 활동을 수행함으로써 학습자의 능동적인 학습 참여를 유도하고, 실생활에 관련된 개념, 요소, 원리뿐만 아니라 상황 진단 및 문제 해결과 의사결정 과정 등의 학습의 효과를 증대시키는 프로그램을 말한다[4]. 또한 로봇프로그래밍 교육 모형의 학습 도구는 학습자 스스로 학습과 관련된 활동을 하면서 계속적으로 아이디어를 발전시켜 나갈 수 있도록 처음부터 명확한 학습 목표나 목적없이 학습자는 재미있는 놀이를 하면서 하나씩 새로운 것을 발견해 나가도록 하는 마이크로월드와 마인드틀의 관점을 중시한다[7]. 이러한 놀이위주의 상호작용이 가능하도록 다양한 프로그램을 활용하여 학습자가 재미있게 직접 조작해 볼 수 있도록 해야 하며 예시된 프로그램이 어떻게 작동하는지를 직관적으로 알 수 있도록 쉽고 명확하게 구성해야 한다.

3.2 시스템의 구조

본 연구에서 설계하는 시스템의 전체적인 구조는 먼저 웹 서버 상에서 통합 DB를 구축하고 DB를 중심으로 인터넷 학습 사이트를 구성하였다.

또한 학습자 위주의 최근 학습 프로그램의 흐름에 맞게 로봇 프로그래밍 학습 지원 시스

템도 아동의 흥미를 끌 수 있는 놀이중심의 학습 사이트가 되도록 하였다. 이러한 목적에 따라 구상한 전체 학습의 구조를 살펴보면 다음과 같다.



<그림 1> 시스템의 구조

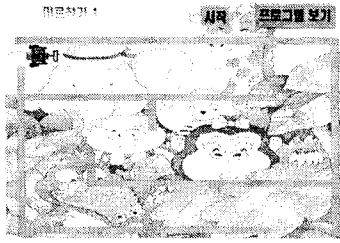
위 시스템의 전체 구조를 살펴보면 놀이위주의 로봇 프로그래밍 학습이 이루어지도록 '로보'라는 캐릭터를 정하여 학습하는 아동들에게 친근감을 주고 다양한 상황을 구성하여 모험을 떠나는 형식으로 로봇 프로그래밍의 원리와 알고리즘을 이해하도록 하였다.

3.3 주 학습 메뉴의 화면 구성

주 학습 메뉴와 관련된 세부 학습내용은 다음과 같다.

<표 4> 시스템의 세부학습

주제명	학습내용
로보야 안녕	NXT란 무엇인가 - NXT의 유래 알기 - NXT의 각 부분의 명칭과 하는 일 알기 - NXC 언어 이해하기
로보 만들기	NXT의 형태하기 - 휴먼형, 기계형, 동물형 NXT의 조립과정 이해하기 - 가상체협의 공간 마련
달탐사	달표면에서 이동하기 - motor의 작동원리 알기(전진, 후진, 회전) 장애물 피하기 - touch sensor의 작동원리 알기(충돌) 심화학습(미로 찾기)
동굴 탐사	동굴 속의 생물 찾아보기 - sound sensor의 작동원리 알기(소리) 동굴 탈출하기 - light sensor의 작동원리 알기(빛, 색깔) 심화학습(소리와 빛에 반응하는 로봇)
우주 정거장	커뮤니티 및 로봇 관련 자료 탑재



<그림 2> 학습장면 예시

위에서 살펴볼 수 있듯이 실제 로봇 부품을 조립해 보는 가상체험의 공간 및 예시된 로봇 프로그래밍이 어떻게 작동하는지 알 수 있는 시뮬레이션 기법의 적용을 통하여 학습자가 로봇 프로그래밍의 원리를 쉽고 재미있게 배울 수 있도록 설계하였다. 또한 기존의 로봇 프로그래밍 실습교육과 병행하여 이루어진다면 더 큰 학습의 효과가 기대된다.

4. 결론 및 제언

컴퓨터교육의 추구하는 최종적이 목적은 창의적 문제해결력이 신장되어야 하며 이를 위한 도구로 정보통신의 개념과 기술을 가르쳐야 한다. 그러나 기존 프로그래밍 교육은 내용과 방법, 대상에 대한 고려가 부족하였다. 특히 초등학생의 발달 단계를 고려하지 않은 프로그래밍 교육은 자칫 아동들에게 이해하기 힘든 내용으로만 치부될 수 있다. 이러한 면에서 초등학교 고학년을 위한 프로그래밍 교육은 아동들에게 직접적인 경험과 즉각적인 피드백을 제공함으로써 흥미와 이해도를 증진시킬 수 있어야 한다.

프로그래밍 교육의 출발점에서 있는 초등학생들에게 학년성에 맞는 쉽고 재미있는 콘텐츠의 제공은 무엇보다 중요하다. 그리고 경제적인 비용으로 인해 로봇을 실제로 구입하기 어려운 학습자에게도 이러한 로봇 프로그래밍 교육의 기회는 항상 열려 있어야 한다.

이러한 맥락에서 본 연구에서 이루어진 로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 학습 지원시스템 설계는 학습자의 흥미 유발이나 성취도 면에서 큰 도움이 될 것으로 기대한다. 본 연구 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 교육과정에서 프로그래밍 교육 내용을 추출하였다. 개정된 정보통신기술 교육과정에서 초등학교 프로그래밍 관련 내용 체계를 추출하고 프로그래밍과 관련된 세부 내용을 알아보았다.

둘째, 로봇 프로그래밍 교육의 필요성을 알아보았다. 초등학교 프로그래밍 교육의 입문과정에서 로봇 프로그래밍의 유용성을 알아보고 학습자의 창의성 신장 및 논리적인 사고력 신장에 미치는 영향을 선행연구를 통해 고찰해보았다.

셋째, 선행연구를 통하여 시뮬레이션형 로봇 프로그래밍 교육의 학습내용을 선정하였다. 여러 선행연구자들의 학습모형과 로봇 프로그래밍의 학습요소에 대해 고찰해 보고 본 연구에 맞게 학습 내용을 재구성하였다.

넷째, 로봇 프로그래밍 교육을 위한 시뮬레이션형 지원 시스템을 설계해 보았다. 이를 통하여 경제적인 비용, 장소의 제한 없이 학습자가 흥미롭게 참여할 수 있도록 하였다.

끝으로 본 연구에서 설계된 학습지원시스템 설계를 다양한 방법으로 구현해 보려는 노력이 필요하다. 이를 통해 프로그래밍 교육의 입문기에 있는 초등학교 아동들이 쉽게 프로그래밍 교육에 접할 수 있도록 다양하고 효과적인 학습 내용 및 학습 방법을 적극적으로 개발하여 학생의 프로그래밍 학습에 많은 도움을 줄 수 있길 기대한다.

5. 참고문헌

- [1]교육인적자원부, “초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침 해설서(안)”, 2006
- [2]유인환, “창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색”
- [3]유인환, “웹 기반의 로봇 프로그래밍 교육 지원 시스템 개발”, 2007
- [4]이영민, “컴퓨터 시뮬레이션 활용 수업이 학습자의 문제 해결력과 동기에 미치는 영향”, 2005
- [5]문외식, “교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형”

- [6]유인환, “MINDSTORMS를 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과”, 2005
- [7]배영권, “창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형”, 2006
- [8]Onishi, Y. Tominaga, H. Hayashi, T. Yamasaki, T. “Exercise Analysis and Lesson Plan with Robot Behavior in LEGO Programming Contest for Problem Solving Learning”, 2006
- [9]<http://mindstorms.lego.com>