

스케치 기반 로봇 시뮬레이션 도구 개발

아오키히로유키[†] · 심재권^{††} · 김자미^{†††} · 이원규^{††††}

요 약

로봇 프로그래밍은 학습자에게 흥미를 부여할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 오류가 발생했을 때, 로봇의 하드웨어의 문제인지, 프로그램의 논리적 문제인지를 발견하기 쉽지 않다는 단점이 있다. 따라서 본 연구는 학습자가 로봇 프로그래밍에서 조립의 문제를 제외하여 프로그램의 문제해결에 집중할 수 있도록 지원하는 시뮬레이션 도구를 개발하고자 하였다. 또한 학습자의 수준을 고려하여 스케치한 로봇의 작동모습을 로봇에 직접 다운로드 하기 이전에 결과를 확인할 수 있도록 개발하고자 하였다. 본 연구는 초보학습자가 자신의 아이디어를 스케치하여 표현하고 시뮬레이션을 통해 결과를 확인할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 프로그램을 조립된 로봇에 다운로드하여 실제 수행할 수 있는 Etoys기반 로봇 프로그래밍 도구를 개발하였다. 자동문과 같이 학습자가 일상에서 접하기 쉬운 환경에서 정보과학 원리가 어떻게 활용되고 있는지 스케치 기반 시뮬레이션을 통해 로봇으로 확인할 수 있는 도구라는 점에서 의미가 있다.

주제어 : 교육용 로봇, 로봇 시뮬레이션, 스케치 기반 모델링

Development of A Sketch-Based Robot Simulation Tool

Hiroyuki Aoki[†] · JaeKwoun Shim^{††} · JaMee Kim^{†††} · WonGyu Lee^{††††}

ABSTRACT

It is the advantage of robot programming to improve the learners' interest. However, the drawback is existed in the fact that it is not easy to determine whether the problem lies in the hardware factor or programmed logic when an error takes place. This study is an attempt to develop a simulation tool which assists learners to concentrate on the problems not relating to robot assembling but to robot program. It aims to enable beginners make a sketch of their ideas and examine their logic through simulation. Therefore, an Etoys-based robot programming tool is developed to allows user to download and execute the simulated program into an assembled robot. The significance of this study is that easy activity of sketch-based simulation can support learners to understand how the principles of computer science are applied in daily life such as an automatic door system.

Keywords : Educational Robotics, Robot Simulation, Sketch-Based Modeling

† 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사수료
 †† 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
 ††† 정 회 원: 고려대학교 정보창의교육연구소 연구교수
 †††† 중신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
 논문접수: 2012년 01월 10일, 심사완료: 2012년 01월 17일, 게재확정: 2012년 02월 16일

1. 서론

시뮬레이션은 복잡한 현상을 해석하거나 해결하기 위하여 실제와 비슷한 모형을 만들어 모의 실험을 통해 특성을 파악하는 것을 의미한다. 학교에서는 학생이 직접 실험하기 위험하거나 실험 기구가 부족한 실험을 체험할 수 있도록 하기 위하여 시뮬레이션이 활용되었다. 예를 들면 눈에 보이지 않는 원자, 분자 등의 미세한 부분의 구조적인 모습이나 지구 속, 우주와 같이 거대한 모습을 시각적으로 보여주어 학습에 도움을 주고 있다[1]. 컴퓨터 시뮬레이션을 활용한 교육은 학습자에게 복잡한 실체를 단순화시켜 제시할 수 있고, 단순화된 시스템 내에서 학습자가 직접 조작하면서 학습할 수 있다는 특징이 있다. 시뮬레이션은 학생들이 문제 해결방안을 탐구하고 적극적으로 개입할 수 있도록 하기 때문에 지속적인 학습동기를 유발하는 데 기여한다[2].

정보교육에서 시뮬레이션은 로봇 프로그래밍 교육에서 활용할 수 있다. 로봇을 활용한 프로그래밍 학습은 사고를 체계화할 수 있고, 인지적인 평형(equilibration)을 이루는 데 도움을 줄 수 있다[3][4][5]. 로봇 프로그래밍은 학생이 작성한 알고리즘을 물리적인 환경에서 확인할 수 있어 효과적인 학습이 가능하며, 학생의 흥미, 동기 그리고 긍정적인 태도를 기르는 데 기여한다[6][7]. 그리고 학생이 직접 알고리즘을 작성하고 확인하는 과정을 통해 문제해결력과 논리적 사고력을 향상시키는 긍정적인 효과가 있다. 로봇 시뮬레이션은 알고리즘이 구현되는 프로그래밍의 과정이 내부에서 조립되는 모습과 움직임을 시각화 할 수 있다. 따라서 로봇을 활용한 교육에서 시뮬레이션의 적용은 로봇 내부의 움직임과 작동원리를 학생들이 확인할 수 있기 때문에 프로그래밍 전반을 쉽게 이해할 수 있게 한다[8]. 또한 로봇 시뮬레이션 도구는 프로그램 내용을 로봇에 전송하기 이전에 시뮬레이션을 통해 즉각적으로 디버깅할 수 있기 때문에 로봇 제작과정에서 오류를 감소시키는 데 기여한다. 예를 들면 로봇을 제어하면서 문제가 발생할 경우, 학생이 조립하거나 제작한 로봇의 구조에 대한 물리적인 문제점과 로봇의 움직임을 제어하는 알고리즘, 프로그램에 대

한 내부적인 문제점으로 구분하여 해결할 수 있도록 도움을 줄 수 있다[9]. 로봇 시뮬레이션 도구의 긍정적 효과에도 불구하고, 대부분의 시뮬레이션 도구가 전문적 목적을 위해 사용되고 있으며, 초중등 학생을 위한 범용적 도구 개발은 활발하지 않은 실정이다.

초중등 학생의 경우, 프로그래밍의 과정에서 자신의 아이디어를 타인과 쉽게 의사소통할 수 있어야 하며, 상호 보완적 피드백이 용이해야 한다[10]. 로봇 시뮬레이션을 위한 도구도 학생의 아이디어를 스케치하듯이 표현하여 그 결과를 즉각적으로 확인할 수 있다면, 프로그래밍 학습 효과를 높이는 데 기여할 수 있을 것이다. 왜냐하면 아이디어 표현이 어려울 경우, 아이디어에 집중하기 보다는 도구 사용에 집중하여 순간적인 아이디어를 놓칠 수 있기 때문이다.

본 연구는 초중등 학생들이 자신의 아이디어를 스케치하듯 표현하고, 스케치한 로봇의 알고리즘을 미리 작성하여 작동모습을 확인할 수 있도록 할 필요가 있음에 착안하였다. 특히 학생들이 알고리즘의 작동모습을 확인하고 조립할 로봇의 움직임을 사전에 예측가능하게 하여 로봇 프로그래밍에서 외형적 문제와 내부적 문제를 나누어 해결할 수 있도록 하기 위한 도구 개발의 목적을 갖는다. 그리고 본 연구는 초보학습자가 자신의 아이디어를 스케치하여 표현하고 시뮬레이션을 통해 결과를 확인하고 프로그램을 조립된 로봇에 다운로드 할 수 있는 Etoys기반의 스케치 방식 로봇 시뮬레이션 도구를 개발하였다.

2. 관련연구

2.1 로봇 시뮬레이션 도구

로봇 시뮬레이션 도구는 산업현장에서는 비용 절감의 측면에서 시뮬레이션 도구를 사용했으며, 최근에는 공학교육 분야에서 로봇 디자인, 로봇 제어, 로봇 프로그래밍 등을 다양하게 사용하고 있다[11].

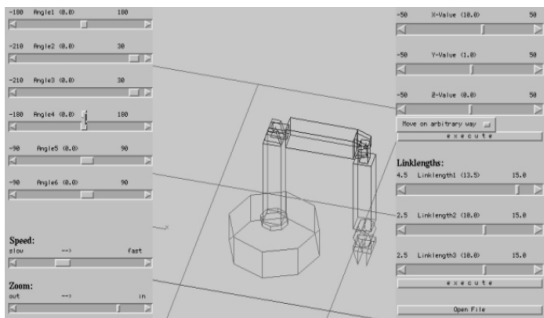
시뮬레이션 환경과 도구를 분리하기는 어려우며, 시뮬레이션 환경에서 시뮬레이션할 수 있는 도구를 제공하는 형태가 대부분이다. 로봇공학에

서 시뮬레이션 환경이나 도구는 알고리즘을 설계하고 프로그래밍하여 성능을 확인할 수 있는 등의 교육적인 목적으로 활용되고 있다.



<그림 1> USARSim에서의 이동로봇 시뮬레이션

첫째, USARSim(Urban Search and Rescue Simulation: USARSim)은 사고에 대비할 수 있는 시뮬레이션 환경이다. 즉, 도심지에서 사고가 발생할 경우, 로봇을 사용하여 인명을 구조하거나 탐색하는 활동에 대한 시뮬레이션이 가능한 환경이다[12].



<그림 2> RoboSim의 3차원 표현

둘째, RoboSim은 3차원의 화면에서 산업용 로봇팔의 시뮬레이션을 제공한다. 로봇의 회전, 각도, 길이 등을 시뮬레이션 할 수 있고 로봇의 움직임에 따른 변화, 속도, 시간 등을 확인할 수 있다[13].

이상에서 살펴본 바와 같이 시뮬레이션에서 제공하는 환경과 도구는 가상의 공간에서 이루어지고 있고 알고리즘을 실행하여 성능을 평가할 수 있는 등의 프로그래밍의 오류를 보다 쉽게 시각적으로 확인할 수 있다는 특징이 있다.

이러한 장점에도 불구하고 초중등 학생들이 로봇 시뮬레이션 도구를 사용하기에는 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 대부분 시뮬레이션 도구들은 현실감을 고려하여 화면구성이 3차원으로 구성되어 있다. 전문가나 성인학습자에게는 공간을 3차원으로 인식하고 조작하는 것이 편리할 수 있으나, 초중등학습자가 3차원으로 로봇의 움직임을 이해하기에는 인지적 어려움이 있다[8]. 둘째, 인지적 어려움과 유사하게 3차원의 영상은 학생들의 흥미와 재미에 대한 요구를 반영하지 못하고 있다. 학생의 수준을 고려하면 로봇학습이 고난도의 정교한 움직임을 요구하기 보다는 학생이 원하는 움직임과 시나리오 실현을 가능하게 하는 시뮬레이션 도구가 더 적합할 것이다.

2.2 초중등학생용 시뮬레이션 도구

초중등학생이 활용할 수 있는 시뮬레이션 도구는 학생들의 인지수준을 고려하여 크게 두 가지로 구분할 수 있다.

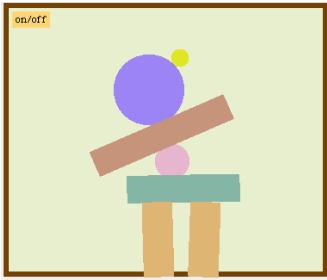
첫째, 학생이 스케치한 것을 시뮬레이션 할 수 있는 도구이다. 스케치 방식의 시뮬레이션 도구는 시뮬레이션하려는 그림을 그리면 그려진 그림이 시뮬레이션하는 환경이다. 스케치 방식은 어린학생들이 그림으로 그린 것을 직접 시뮬레이션하여 다양한 과학 원리는 물론 개념을 이해하는 데도 기여한다[14][15].



<그림 3> Phun의 물리 시뮬레이션

예를 들면, <그림 3, 4>에서 보는 바와 같이 Phun, ODECo와 같은 도구는 그림을 그리면 컴퓨터 화면에서 질량과 부피를 가진 물리적인 물체

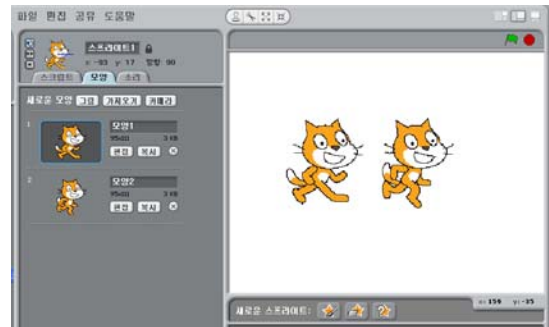
가 만들어지고, 실제로 물리법칙에 영향을 받는 것처럼 시물레이션하는 환경이다[15][16]. 따라서 학생은 현실에서 도구를 조작하는 것과 같은 체험을 통해 자신의 아이디어를 구체화할 수 있다.



<그림 4> ODECo의 물리적 동작 환경

교육용 프로그래밍 도구는 프로그래밍 교육에서 학생의 학습 동기를 유발하고, 논리적 사고력과 문제해결력을 향상시키는 데 기여하고 있다[17]. 특히 Etoys는 스케치 방식의 시물레이션을 지원하며, 비주얼 환경의 객체지향 프로그래밍이 가능한 교육용 도구이다. Etoys는 사용자가 이해하기 쉽고 언어 습득의 시간이 짧아 프로그래밍 언어 자체에 대한 학습보다 알고리즘을 설계하고 표현하기에 적합한 것으로 알려져 있다[18]. Etoys는 사용자에게 알고리즘의 시각화(visualization)과정을 제공하기 때문에 문제해결과정에서 사용자의 어려움을 해결하는데 도움을 준다[19]. 따라서 Etoys를 활용한 프로그래밍 교육은 학생들의 상상력을 높이는 데 기여할 뿐 아니라 쉬운 프로그래밍을 가능하게 할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, 화면을 전환하면서 시물레이션하는 도구이다. 이 도구는 <그림 5>와 같이 애니메이션으로 미리 정해놓은 화면을 전환하는 형태이다. 화면전환 시물레이션의 예로는 Scratch가 있다[20]. Scratch는 초중등학습자의 프로그래밍 교육에 효과적이라고 알려진 도구로 프로그래밍 한 결과를 즉시 확인할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 화면을 전환해서 시물레이션하는 방법은 움직임에 대해 순차적인 변화를 표현하는 것이 아니라 두 장 이상의 그림을 단순히 시간에 의해 바꾸어 표현하기 때문에 로봇의 상태를 확인할 수 없다는 단점이 있다.



<그림 5> Scratch의 애니메이션

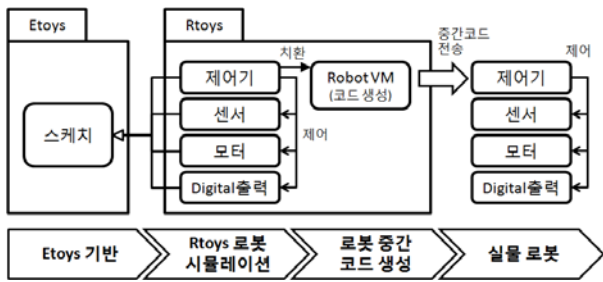
본 연구는 초중등학습자들이 보다 쉽게 직관적으로 프로그래밍 할 수 있도록 하는 스케치 방식의 로봇 시물레이션 도구를 개발하고자 한다. 초보학습자는 자신이 구상한 아이디어를 낙서 하듯이 쉽게 스케치로 표현할 수 있어야 하며, 시물레이션 결과를 실제의 로봇에 다운로드하여 로봇의 움직임과 시물레이션의 결과가 동일하게 나타난다면, 보다 많은 흥미를 가질 수 있다[14][19][20].

따라서 본 연구에서 개발하고자 하는 시물레이션 도구는 학습자의 흥미를 고려하고, 쉽게 배울 수 있도록 하기 위해 다음과 같은 요구사항을 고려하였다.

- 첫째, 그림그리기 수준의 간단한 표현이 가능해야 한다.
- 둘째, 그려진 그림은 학생이 제어할 수 있도록 프로그래밍이 가능해야 한다.
- 셋째, 프로그래밍 결과가 학생이 그린 그림으로 시물레이션이 가능해야 한다.
- 넷째, 프로그래밍 결과가 실제의 로봇에 전송되어 동작이 가능해야 한다.

3. Rtoys 설계 및 구현

개발하는 프로그래밍 환경은 Rtoys라고 하였다. 학습자가 자신의 아이디어를 스케치하듯이 그림으로 그려 표현하고 그 결과를 시물레이션 할 수 있도록 설계하였다. 이를 위해 Etoys 기반의 비주얼 프로그래밍 환경과 객체지향 방식을 이용하였다[21]. 시물레이션 결과를 실제로 제작한 로봇이 물리적인 환경에서 동작할 수 있도록 하기 위해 <그림 6>과 같이 로봇을 제어할 수 있도록 설계하였다.



<그림 6> Rtoys 설계 모습

3.1 스케치 방식의 로봇 시뮬레이션 도구의 설계

본 연구는 다음과 같이 스케치 방식의 로봇 시뮬레이션 도구를 설계하였다.

첫째, 로봇의 움직임을 위한 모터, 서보모터와 로봇과 상호작용을 위한 적외선센서, 접촉센서 등을 사용하여 학생이 직접 로봇을 조립하기 이전에 자신의 아이디어를 간단한 그림을 그려 확인할 수 있도록 하였다. 둘째, 초중등학습자 수준에서 간단하게 아이디어를 그림으로 표현할 수 있도록 하기 위해서 Etoys의 그림객체 표현과 기존의 morph를 상속하도록 하였다. 기존의 Etoys에서 제공하는 그림판 기능을 사용할 수 있고 움직임을 표현할 수 있도록 하였다. 셋째, 그려진 그림을 초보학습자가 직접 제어할 수 있도록 기존의 Etoys의 프로그래밍 방식인 타일스크립팅 방식으로 설계하였다. 초보학습자가 그린 그림(객체)은 타일스크립팅 방식으로 프로그래밍하여 그

림(객체)을 움직일 수 있어 결과를 쉽게 확인할 수 있도록 하였다. 넷째, 타일스크립팅 방식으로 프로그래밍 한 결과를 로봇에 다운로드하고 실행할 수 있도록 하였다.

3.2 Rtoys 화면구성

Rtoys의 로봇 시뮬레이션 화면의 구성은 <그림 7>과 같이 Etoys를 기반으로 하고 있다. 상단의 부품박스에 모터, 센서 등의 로봇부품이 있어 사용하고자 하는 부품을 드래그해서 작업창에 꺼내어 사용할 수 있다. 부품들은 Etoys와 동일하게 타일을 사용하여 스크립트를 만들어 프로그래밍할 수 있도록 하였다.

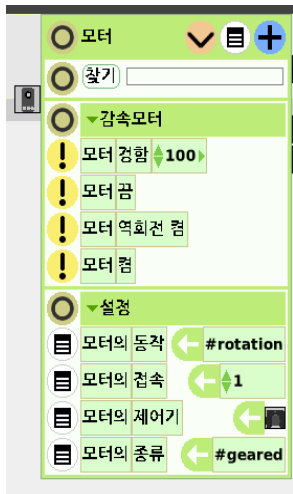
3.3 Rtoys 명령어

Rtoys 화면에서 모터, 센서 등의 부품을 꺼내어 클릭하면 우측에 사용할 수 있는 명령어를 보여준다. <그림 8>은 모터 명령어의 예이다.

모터 명령어는 회전시키는 "킴"/"역회전 킴"의 기능과 멈추는 "끔", 함께 회전시의 힘을 나타내는 "강함"으로 구성되어 있다. "접속"은 컨트롤러에 몇 번째 포트에 물리적으로 연결되어 있는지는 나타내는 ID이다. 명령어 왼쪽의 "!"(느낌표) 버튼을 클릭하면, 해당 명령어로 객체를 시뮬레이션할 수 있다. 부품에 따른 명령어와 시뮬레이션을 정리한 모습은 <표 1>과 같다.



<그림 7> Rtoys 화면



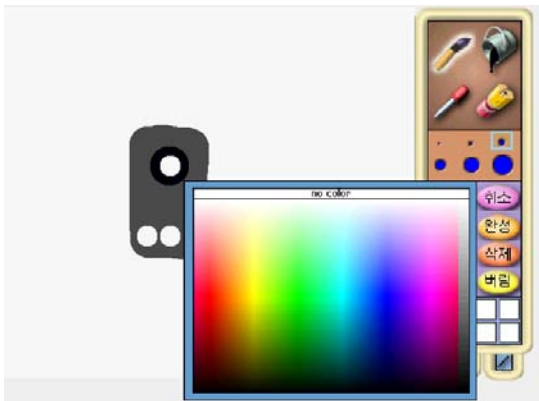
<그림 8> 모터 명령어 예

<표 1> 시뮬레이션 모습과 명령어

부품	명령어 예	시뮬레이터에서의 동작
감속모터	강함: 100	모터의 그림이 100%의 힘으로 회전함
서보모터	위치: 90	서보모터의 그림이 90도 위치까지 회전함
LED모듈	왼쪽켄	왼쪽 LED를 켜
접촉센서	접촉	접촉 센서 그림이 마우스로 클릭되고 있거나 다른 그림과 충돌되고 있다면
제어기	멜로디: 1	소리종류 1번의 소리가 나옴
	경과시간 > 5	현재 스크립트에 들어와서 경과된 시간이 0.5초 보다 길면,

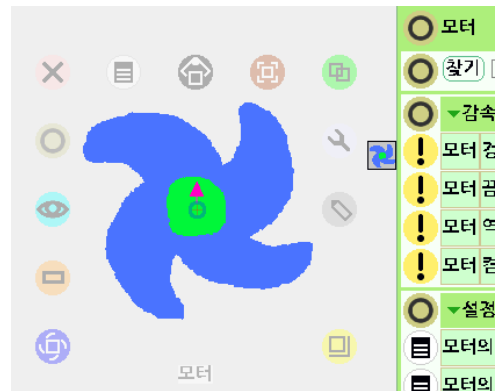
3.4 로봇 시뮬레이션

로봇 시뮬레이션은 Etoys의 그림판 기능을 그대로 사용하되, Rtoys에서 부품으로 제공하는 모터, 센서 등 중에서 선택하여 사용하도록 하였다.



<그림 9> 모터 부품과 그림판

예를 들면 다음과 같다. 첫째, 로봇으로 선풍기를 만들기 위한 계획을 세운다. 둘째, 선풍기의 회전을 위해서 필요한 모터를 부품박스에서 꺼내어 수정버튼을 누르고 선풍기모습으로 그림을 그린다. 셋째, 모터의 명령어의 “!”(느낌표)를 누른다. 넷째, 화면상에서 회전하는 시뮬레이션을 확인할 수 있다.



<그림 10> 모터를 선풍기로 바꾸어 스케치한 예

추가하여 “접촉센서가 입력되면 회전 한다”라는 조건을 만들기 위해서는 먼저, 입력을 위한 접촉센서와 입력된 정보를 처리하기 위한 컨트롤러를 부품박스에서 꺼낸다. 컨트롤러의 스크립트에 접촉센서 입력의 유무에 따라 모터의 회전여부를 스크립트로 작성하고 화면에서 접촉센서를 누르면, 선풍기가 회전하는 모습을 확인할 수 있다.

3.5 Rtoys 로봇제어

본 연구에서 개발한 Rtoys는 로보티즈사의 OLLO로봇[22]을 대상으로 개발하였다. 그리고 확장성을 고려하여 중간코드를 작성하는 모듈을 별도로 두어 다른 종류의 로봇과 통신이 가능하도록 구현하였다.

4. Rtoys를 이용한 로봇 시뮬레이션 활동의 예

Rtoys를 이용해서 개발한 로봇 시뮬레이션 도구를 활용해 두 개의 바퀴로 물건을 움직이는 로봇 시뮬레이션 활동과 문을 자동으로 개폐하는 로봇 시뮬레이션 활동을 개발하였다.

4.1 이동형 로봇 게임활동

두 개의 바퀴를 이용해서 물건을 움직이게 하는 이동형 로봇은 초보학습자 수준에서 움직임을 직관적으로 예측할 수 있다. 이를 활용하여 두 팀으로 나누어 상대방 진영에 공을 가장 많이 보내는 미션과 같이 목적과 조건을 제시하는 게임활동이 가능하다. 사방이 막힌 공간에서 가운데 검정색 테이프를 붙여 공간을 반으로 나눈 후 나누어진 공간에 탁구공을 넣고, 주어진 시간 내에 상대의 진영에 탁구공을 넣는 게임활동을 할 수 있다. 본 연구에서 개발한 Rtoys를 이용하여 위의 로봇게임 활동의 구체적인 내용은 다음과 같다.

첫째, <그림 11>과 같이, 학습자가 만들고자 하는 목적과 조건에 적합하도록 로봇을 스케치한다. 둘째, 스케치한 내용을 로봇 시뮬레이션으로 표현하기 위해 <표 2>와 같이 순서를 설정한다. 셋째, <그림 12>와 같이 프로그래밍을 한다.

넷째, <그림 13>은 본 연구에서 제시한 탁구공 넣기 게임에 사용될 이동형 로봇을 조립한 모습이다.



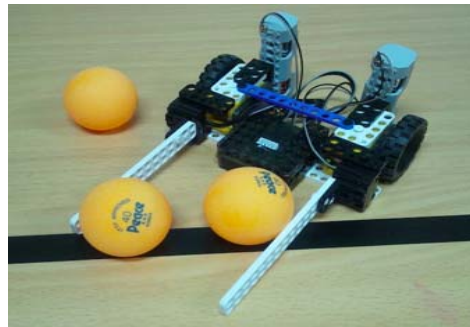
<그림 11> 공을 옮기는 이동형 로봇을 스케치한 모습

<표 2> 공을 옮기는 이동형 로봇 프로그램의 순서

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 경기장의 벽에 따라 나아감("공수집"상태) - 전진하면서 오른쪽 벽에 닿으면 왼쪽에 방향을 바꾼다. 2. 왼쪽 팔이 벽에 닿으면 경기장 모서리 상대 때문에 90도(0.2초) 회전("직각회전" 상태) 후 다시 "공수집"하는 상태에 돌아간다. |
|---|



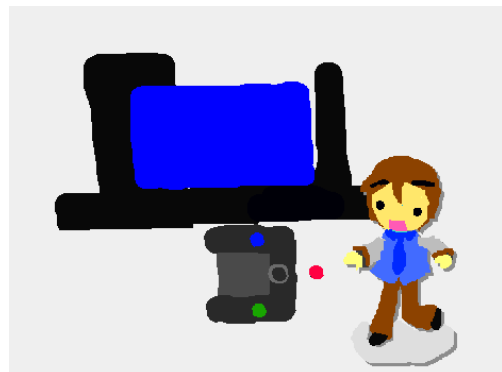
<그림 12> 공을 옮기는 이동형 로봇 프로그램 예



<그림 13> 공을 옮기는 이동형 로봇의 예

4.2 문을 자동으로 개폐하는 로봇 시뮬레이션 활동

자동문은 우리의 일상에서 쉽게 경험할 수 있는 로봇이다. 움직임이 간단하여 초보학습자의 수준에서 쉽게 프로그래밍 할 수 있다. 자동문이 오작동할 경우, 발생 가능한 위험을 방지하기 위해 안전한 작동방법을 고안하는 활동을 할 수 있다.



<그림 14> 자동문의 스케치 예

Rtoys를 사용하여 자동문 아이디어를 <그림 14>와 같이 스케치한다. 스케치 하면서 <표 3>과 같은 내용을 고려한다.

<표 3> 자동문 프로그램의 순서

1. “처음”상태에서 사람이 오는 것을 기다린다.
2. 사람이 오면 "열림"상태에서 문을 0.5초 동안 열고 사람이 없어지는 것을 기다린다.
3. 사람이 없으면 "닫음"상태에서 문을 닫고 다시 사람이 오는 것을 기다린다.
(2.부터 반복)



<그림 15> Rtoys 자동문 프로그램 예시



<그림 16> 자동문 모형 로봇의 예

첫째, 모터를 부품박스에서 드래그해서 작업창에 꺼내어 문으로 바꾸어 그린다. 둘째, 사람을 그린다. 셋째, 사람을 마우스로 움직여 문에 닿으면 문을 왼쪽으로 이동하여 사람이 통과할 수 있

도록 한다. 넷째, 사람이 통과하면 문은 다시 원래의 상태로 움직이도록 <그림 15>와 같이 프로그래밍 한다. 다섯째, 로봇 시뮬레이션을 통해 확인하고 로봇을 제작하여 프로그램을 다운로드 한다. 이 과정에서 학습자는 로봇 시뮬레이션을 통해서 미리 확인한 결과를 <그림 16>과 같이 자동문 로봇을 통해 확인할 수 있다(인형 아래의 통로 부분에 적외선 센서가 있음).

5. 결 론

본 연구의 목적은 초중등학습자의 수준에 적합한 스케치 방식의 로봇 시뮬레이션 도구를 개발하고자 하였다. 개발한 스케치 방식의 로봇 시뮬레이션 도구는 학습자의 아이디어를 스케치하듯이 그림을 그리고, 그려진 그림을 시뮬레이션하여 결과를 확인할 수 있도록 개발하였다. 또한 개발한 도구는 Etoys 기반으로 비주얼 방식의 타일 스크립팅 프로그래밍하여 화면상에서 로봇의 움직임을 확인할 수 있으며, 시뮬레이션의 결과를 실제의 로봇에 다운로드하여 동작할 수 있도록 개발하였다.

본 연구에서 개발한 도구는 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 학습자는 자신의 아이디어를 사전에 시뮬레이션으로 결과를 확인할 수 있어 피드백을 제공받을 수 있다. 둘째, 시뮬레이션의 과정에서 다른 학생과 의견을 교류하는 등 협동을 할 수 있다. 셋째, 로봇 프로그래밍에서 나타나는 오류들이 물리적인 차원의 로봇 조립의 문제인지, 프로그램의 논리의 문제인지를 구분하여 피드백을 받을 수 있다. 넷째, 학습자가 일상 속에서 경험할 수 있는 환경을 시뮬레이션할 수 있어 정보과학의 원리를 주변에서 쉽게 접할 수 있다는 인식을 제공할 수 있다. 즉, 일상에서 접하는 많은 환경들은 프로그래밍을 통해 이루어진 산물들이며, 오류가 발생할 때 정보과학의 측면에서 접근하고 해결책을 찾기 위한 노력을 하게 될 것이다.

앞으로 본 연구를 통해 개발된 스케치 방식의 로봇 시뮬레이션 도구를 초보학습자에게 적용하여 도구의 효과성과 사용성에 대해 교육적인 측면의 분석이 시행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 최양림, 노학기, 이기훈, 고득용, 최홍수 (2003). 학교 과학 실험 교육 실천방안, **제 44차 한국과학교육학회 정기총회 및 하계 학술대회**, 89.
- [2] Les M. Lunce(2006). Simulations: Bringing the benefits of situated learning to the traditional classroom. *Journal of Applied Educational Technology*, 3(1), 37-45.
- [3] 유인환 (2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색, **교육과학연구**, 36(2), 109-128.
- [4] 문외식 (2007). 교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형-재량활동 및 특기적성 시간에 레고 마인드스톰의 Labview 언어 중심으로, **정보교육학회논문지**, 11(2), 231-241.
- [5] 권대용, 허경, 이원규 (2010). 초등 교육에서 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육 방법 개발, **컴퓨터교육학회논문지**, 13(3), 13-23.
- [6] 김소연, 설문규 (2010). 게임식 로봇교육을 통한 초등학생의 논리적 사고력 변화, **정보교육학회논문지**, 14(2), 111-121.
- [7] 송정범, 이태욱 (2011), 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과, **정보교육학회논문지**, 15(1), 11-22.
- [8] Michel, O. Cyberbotics Ltd. (2004). WebotsTM: Professional Mobile Robot Simulation, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1(1), 40-43.
- [9] Ishimura, T., Kato, T., Oda, K., & Ohashi, T. (2004). An open robot simulator environment, *Lecture Notes in Computer Science*, 3020/2004, 621-627.
- [10] 안경미, 손원성, 최윤철 (2011). 스크래치 프로그래밍 교육이 초등학생의 학습 몰입과 프로그래밍 능력에 미치는 효과, **정보교육학회 논문지**, 15(1), 1-10.
- [11] 조혜경, 한정혜 (2007). 교육용 로봇의 현황 및 전망. **소프트웨어공학회지**, 20(3) 19-26.
- [12] Carpin, S., Lewis, M., Wang, J. Balakirsky, S., & Scapper, C.(2007). USARSim: a robot simulator for research and education, *Robotics and Automation, 2007 IEEE International Conference on*, 1400-1405.
- [13] B, Thomas, The University of Western Australia Robotics & Automation Lab, <http://robotics.ee.uwa.edu.au/simulation.html>, (Retrieved at 2011. 10. 6.)
- [14] CrayonPhysics, <http://crayonphysics.com/> (Retrieved at 2011. 10. 6.)
- [15] VRlab Umea University, <http://www.vrlab.umu.se/research/phun/>(Retrieved at 2011. 10. 6.)
- [16] ODECo, <http://languagegame.org:8080/ggame/15> (Retrieved at 2011. 10. 6.)
- [17] 정유림, 허경 (2010). 스크 e-toys 프로그래밍 교육을 통한 메타인지 및 GALT 논리사고력 향상 효과 분석, **정보교육학회지**, 14(2), 199-208.
- [18] 정미연, 이은경, 이영준 (2008). Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 중학생의 문제 해결력에 미치는 영향, **대한공업교육학회지**, 33(2), 170-191.
- [19] Hundhausen, C. D. & Brown, J. L.(2006). Designing visualizing, and discussing algorithms within a CS 1 studio experience: An empirical study. *Computer & Education*, 50(1), 301-326.
- [20] Lifelong Kindergarten Group, <http://scratch.mit.edu/> (Retrieved at 2011. 10. 6.)
- [21] Guzdial, M & Rose, K. (2001). *Squeak: Open Personal Computing and Multimedia*, NJ: Prentice-Hall.
- [22] ROBOTIS, <http://www.robotis.com/x/>



青木浩幸

1997 東京學藝大學 教育學部 (학사)
1999 筑波大學 大學院 教育研究科 (교육학석사)

2007 東京學藝大學 教育研究科 (석사(교육학))
2007~현재 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사수료
관심분야: 프로그래밍언어, 교육콘텐츠, 정보윤리
E-Mail: hiroyuki.aoki@inc.korea.ac.kr



이 원 규

1985 고려대학교 문과대학 영어영문학과 (문학사)
1989 筑波大學 大學院 理工學研究科 (공학석사)

1993 筑波大學 大學院 工學研究科 (공학박사)
1993 한국문화예술진흥원 책임연구원
1996~현재 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터교육, 정보검색, 데이터베이스
E-Mail: lee@inc.korea.ac.kr



심재권

2007 경인교육대학교 컴퓨터교육과(교육학학사)
2012 고려대학교 컴퓨터교육학과(이학석사)

2012~현재 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍, 교육용 로봇
E-Mail: jaekwoun.shim@inc.korea.ac.kr



김자미

1992 이화여자대학교 교육학과 (문학사)
1995 이화여자대학교 교육학과 (문학석사)

2011 고려대학교 컴퓨터교육학과(이학박사)
2011~현재 고려대학교 정보창의교육연구소 연구교수
관심분야: 컴퓨터교육, 교육정보화 평가, 이러닝
E-Mail: jamee.kim@inc.korea.ac.kr