

초등학교 창의성 개발을 위한 마이크로 로봇 제작 교육에 관한 연구

이태옥⁰ · 김종진[†] · 김종훈

제주교육대학교 컴퓨터교육과, † 서울정보기능대학 컴퓨터게임과
oktai@hanmail.net, jjkim70@kopo.ac.kr, jkim@jejue.ac.kr

A Study on Education of Making Micro Robot for Developing Creativity in a Primary School

Tae-Oak Lee⁰, Jong-Jin Kim[†], Jong-Hoon Kim
Jeju National University of Education, † Seoul IT Polytechnic College

요 약

세계는 국가의 발전과 문명의 발전이 첨단 기술 개발에 달려 있다는 것을 알고 남들 보다 좀 더 새롭고 강력한 기술을 개발하기 위하여 박차를 가하고 있다. 또한 이러한 첨단 기술을 확보하기 위하여 많은 국가와 기업은 막대한 자본을 투자하고 있으며 교육에서도 예외는 아닐 것이다. 이러한 환경에 변화에 맞추어 첨단 과학의 미래를 이끌어 나갈 인재 육성이 더욱 필요하다고 할 수 있을 것이다. 단순히 공작 활동에서 벗어나 스스로 창의적인 생각하고 조작할 수 있는 공학적인 마인드를 갖는 인재 육성이 필요 되어지고 있다. 이러한 시대적인 요구에 부응하는 마이크로 로봇 제작은 창의력 개발과 동시에 전자와 기계를 동시에 익히며 배울 수 있는 적절한 대안이 될 것이다. 따라서 본 연구는 초등학교에서 마이크로 로봇을 제작 방법과 그 교육적 활용 방안에 대하여 연구하여 보았다.

1. 서 론

지금 많은 국가들은 첨단 기술을 확보하기 위해 가장 필요한 인재 육성에 많은 관심과 투자를 하고 있다. 앞으로 미래는 창의성을 갖는 공학도를 얼마큼 양성할 것인가에 달려 있다. 따라서 초등학교에서도 이와 관련하여 창의적인 공학도를 준비하는 학생들에게 창의적으로 생각하는 공학적인 마인드를 길러 줄 필요가 있다. 이러한 교육을 위하여 마이크로 로봇 제작은 스스로 만들면서 전자와 기계적 원리를 이해하며 또한 C 언어를 통하여 로봇을 동작 시켜봄으로써 창의적인 생각과 공학적인 마인드를 동시에 키울 수 있는 적절한 교육적 프로그램이 될 것이다. 본 연구에서는 이러한 마이크로 로봇 제작 교육에 필요한 사전 지식과 제작 방법 그리고 교육적인 활용 방법과 효과에 대해서 연구하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. '로봇'이란 무엇인가?

로봇이라는 말은 1921년 체코슬로바키아의 카렐 차פק이라는 사람이 처음으로 사용하였으며, 로봇이라는 말은 체코말로 원래 노동 또는 노예를 의미하는 말이었다. 그러나 1942년에 미국의 과학자이며 소설가인 아이작 아시모프라는 사람이 로봇을 인조인간으로 정의하였다. 아이작 아시모프는 "아이 로봇"이라는 책에서 로봇이 지켜야 할 3원칙을 다음과 정했다.

제 1 원칙 : 로봇은 인간에게 해를 끼쳐서는 안 되며, 위험에 처해 있는 인간을 방관해서도 안 된다.

제 2 원칙 : 로봇은 인간의 명령에 반드시 복종해야 한다. 단, 제 1원칙을 위반하는 경우는 예외다.

제 3 원칙 : 로봇은 자기 자신을 보호해야만 한다. 단, 제 1원칙과 제 2 원칙을 위반하는 경우는 예외다[1].

2.2. 교육용 로봇

산업체에서 생산을 목적으로 하는 산업용 로봇과 달리 교육용 로봇은 학생들의 문제 해결력, 협동하는 능력, 논리적 사고, 컴퓨터 프로그래밍 등의 능력을 길러주기 위한 교육용 목적을 가진 로봇을 의미한다.

이러한 로봇은 과학·기술 분야에 대한 관심을 제고시키고 수학이나 과학 분야의 개념을 직접 실험해 보고 경험하게 한다는 측면에서 활용 가치가 크다[2].

2.3. 교육용 로봇 시스템의 특징

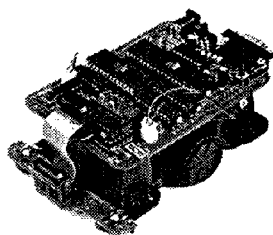
첫째, 이동형 로봇 형태이며 센서를 부착하여 장애물을 피할 수 있도록 한다.

둘째, 프로그램을 통한 로봇을 이동을 제어할 수 있다. 이는 로봇의 행동을 변경 가능하게 함으로써 학습자로 하여금 다양한 사고를 열어준다.

셋째, 프로그램 학습이 실제로 어떻게 활용할 수 있는지를 알게 하여 준다[2].

3. 교육용 마이크로 로봇 설계

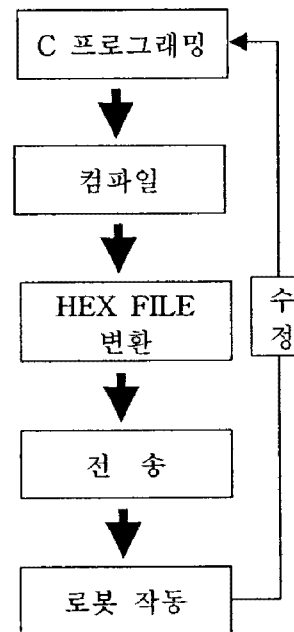
본 연구의 목적으로 사용하는 교육용 로봇은 제작이 쉽고 C 언어를 통한 동작 제어가 가능한 로봇으로써 창의성 개발과 전기, 기계의 원리를 이해할 수 있는 (주)마이크로로보트에서 생산한 로비(ROBI) 제품 <그림 1>을 사용하였다.



<그림 1> 교육용 로봇 로비(ROBI)

3.1. 교육용 마이크로 로봇 시스템

교육용 마이크로 로봇 시스템<그림 2>을 동작시키기 위하여 C 언어를 통한 제어 프로그램을 작성하고 이 작성된 소스를 컴파일 하여 로봇이 인식할 수 있는 HEX 파일로 변환한다. 변환된 HEX 파일을 ROM-Emulator 소프트웨어 프로그램을 이용하여 시리얼 통신 포트 통해 로봇에 전송한다. 전송된 파일은 메모리에 저장되며 프로그램된 순서에 따라 동작을 하게 된다.



<그림 2> 교육용 마이크로 로봇 시스템

3.2. 교육용 마이크로 로봇의 구조

본 연구에 사용하는 교육용 로봇의 제원은 <표 1>과 같으며 이 교육용 마이크로 로봇은 미리 작성되어 입력된 프로그램에 따라 동작을 하며 검정판 위에 흰 선을 빛을 비추어 이 빛이 반사를 광센서로 감지하여 미로를 찾는 라인트래서 로봇이다.

<표 1> 교육용 로봇의 제원

항 목	제 원
CPU	AT89C51 마이크로프로세서

내부 메모리	4KByte
사용자 메모리	8KByte
적외선 광센서	5조
디스플레이	8bit LED
통신포트	RS232C
구동부	감속기 부착형 DC전동기
ROM-Emulator Software	ROBI-STATION Software

3.3. 교육용 마이크로 로봇의 CPU

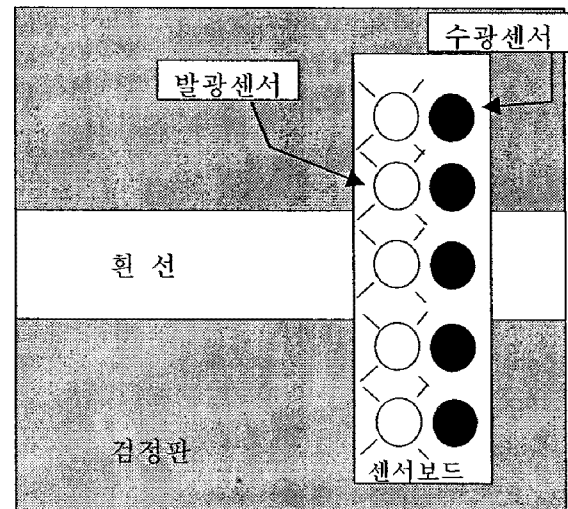
이 교육용 마이크로 로봇에 사용되는 CPU는 인텔사의 AT89C51로써 가장 기본적인 프로세서이며 또한 현재 자동화 기기의 핵심 부품으로 널리 사용되는 프로세서이다. 이 프로세서의 특성은 <표 2>와 같다.

<표 2> AT89C51 CPU 내부 특성

8bit CPU / 클럭 발진기
4바이트(32비트의 입출력 포트)
4개의 모드로 사용 가능한 16비트 타이머/카운터
1개의 시리얼 통신 포트
우선순위 설정이 프로그램으로 가능한 5개의 인터럽트
4K바이트의 내부 프로그램 메모리
64K바이트의 외부 프로그램 메모리 확장 영역
불(Boolean)명령 가능한 프로세서

3.4. 교육용 마이크로 로봇의 센서

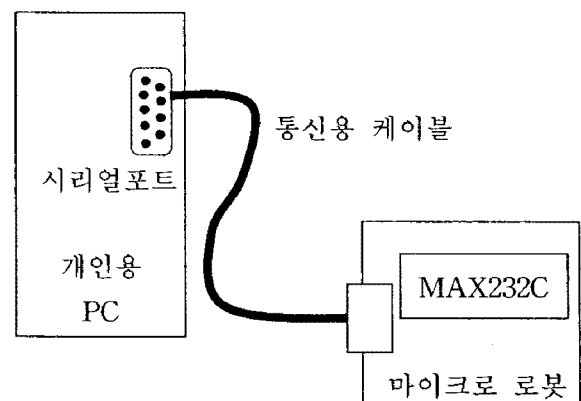
마이크로 로봇의 센서<그림 3>는 검정색 바탕위에 흰 선을 감지하는 센서로써 빛을 발사하는 5개의 발광 센서와 이 빛이 반사되어 돌아오는 빛을 감지하는 수광 센서로 이루어져 있다.



<그림 3> 로봇의 센서

3.5. 교육용 마이크로 로봇의 통신

마이크로 로봇의 통신은 개인용 PC의 시리얼 포트와 로봇의 통신 포트를 전용 통신 케이블로 연결하여 통신을 하게 되며 통신을 위하여 마이크로 로봇에는 RS-232C 전용 칩인 MAX232를 사용한다.



<그림 4> PC와 로봇의 통신

4. 로봇 제어를 위한 C 언어

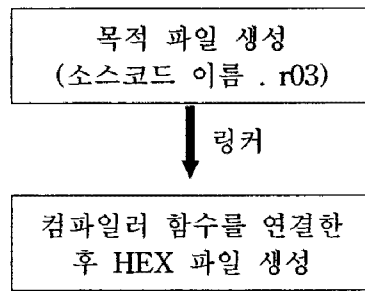
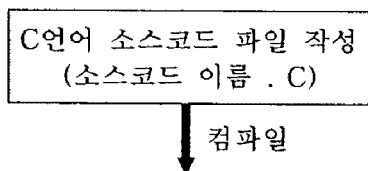
로봇을 제어하기 위하여 프로그램ald 언어로 C 언어가 사용되어졌는데 이는 <표 3>에서 보여 지듯이 로봇을 제어하는데 적합한 특성을 가지고 있다.

<표 3> C 언어의 특성

다양한 운영체제에서 C 언어 프로그램이 실행이 가능하다.
여러 가지 다양한 데이터의 형태를 지원하고 연산자를 제공하여 폭넓은 응용 프로그램을 구현할 수 있다[1].
다른 언어보다 소스 파일 작성에 있어 효율적이고 생성된 실행파일의 수행 속도가 비교적 빠르다[1].
저급언어와 고급언어의 특징 두루 갖춘 중성적 언어이다.
프로그램 작성시 에러에 대한 수정이 편리하다.

4.1. C 언어 컴파일

프로그램된 C 언어의 소스를 로봇이 이해할 수 있도록 HEX 파일로 컴파일 해야 한다. 본 연구에서 컴파일 하는데 사용되는 소프트웨어는 IAR-C 프로그램으로 C언어 소스를 읽어서 로봇의 8051계열의 CPU에 맞도록 컴파일 한다. 컴파일 순서는 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 컴파일 과정

4.2. 로봇 제어를 위한 C 언어 소스 작성

로봇을 제어하기 위하여 먼저 로봇의 CPU의 정보를 갖는 제어 함수를 불러와야 하는데 본 연구에서는 <그림 6>과 같이 설정한다. 로봇의 센서나 모터 등이 지정된 입출력 포트 이름에 의하여 제어가 가능하다.

```
#include < io51.h >
```

<그림 6> 제어 함수

4.2.1. 모터 구동 C 프로그램

모터를 움직이기 위해서는 먼저 방향을 정해야 하는데 앞으로 갈 경우 양쪽 바퀴가 회전을 해야 하고 오른쪽으로 가고자 할 경우 왼쪽 바퀴는 회전하고 오른쪽 바퀴는 역회전해야 한다. 그리고 뒤로 가야 하는 경우에는 양쪽 바퀴가 역회전을 해야 한다.

<표 4>와 <표 5>는 방향에 따른 명령과 소스를 보여준다.

<표 4> 방향에 따른 이진 신호

신호 방향	왼쪽 바퀴		오른쪽 바퀴	
	Left_1	Left_2	Right_1	Right_2
전진	1	0	1	0
좌회전	1	0	0	1
우회전	0	1	1	0
후진	0	1	0	1
정지	1	1	1	1
관성운전	0	0	0	0

<표 5> 방향 제어 C 프로그램

```

/* CPU 제어 함수 */
#include<io51.h>
/*모터에 신호를 주기 위한 출력 포트를
매크로 상수로 지정*/
#define Left_1 T0
#define Left_2 T1
#define Right_1 INT1
#define Right_2 INT2
void main(void)
{
for(;;) {
long i;
/* 전진 */
Left_1 = 1;
Left_2 = 0;
Right_1 = 1;
Right_2 = 0;
/* 1.5초간 대기 */
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 관성 운동 */
Left_1 = 0;
Left_2 = 0;
Right_1 = 0;
Right_2 = 0;
/* 1.5초간 대기 */
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 정지 */
Left_1 = 1;
Left_2 = 1;
Right_1 = 1;
Right_2 = 1;
/* 1.5초간 대기 */
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 좌회전 */
Left_1 = 1;
Left_2 = 0;
Right_1 = 0;

```

```

Right_2 = 1;
/* 1.5초간 대기 */
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 관성운동 */
Left_1 = 0;
Left_2 = 0;
Right_1 = 0;
Right_2 = 0;
/* 1.5초간 대기 */
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 정지 */
Left_1 = 1;
Left_2 = 1;
Right_1 = 1;
Right_2 = 1;
}
}

```

4.2.2 센서 신호 처리 C 프로그램

수광센서가 흰 선을 만나 신호를 출력하면 적절하게 신호를 처리하여야 한다. 그 신호 처리는 <표 6>의 프로그램 입력으로 지정된 입력 센서의 번지에 따라 정의되어 각 센서에서 발생된 신호는 그에 해당하는 변수에 값이 저장된다. 여기서 하얀선 위에 센서가 위치해 있으면 신호는 0을 출력한다.

<표 6> 센서 신호 입력 변수 정의

```

/*센서 구동 신호*/
bit Out = 0x90;

/*센서 위치에 따른 번지 지정*/
bit LeftSen = 0x90;
bit LeftCSen = 0x91;
bit CSen = 0x92;
bit RightSen = 0x93;
bit RightCSen = 0x94;

```

입력된 센서의 신호는 제어문을 통하여 상황에 맞게 프로그래밍 하여 명령을 줄 수 있다. <표 7>은 가운데 센서 신호를 입력을 받아 직진 명령을 내리는 C 프로그램이며 <표 8>은 입력된 신호를 8 비트 문자형 변수에 신호를 입력을 하는 내용이다. 문자 변수에는 2진수(11011000)이 입력이 된다.

<표 7> 직진 센서 신호 처리

```
#include < io51.h >
#define Left_1  T0
#define Left_2  T1
#define Right_1 INT1
#define Right_2 INT2

bit LeftSen = 0x90;
bit LeftCSen = 0x91;
bit CSen = 0x92;
bit RightSen = 0x93;
bit RightCSen = 0x94;
void main(void)
{
/*중앙 센서가 하안선 위치에 있으면 직진하고 벗어나면 정지*/
if( CSen == 0 ){
/* 전진 */
Left_1 = 1;
Left_2 = 0;
Right_1 = 1;
Right_2 = 0;
/* 1.5초간 대기 */
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 관성 운동 */
Left_1 = 0;
Left_2 = 0;
Right_1 = 0;
Right_2 = 0;
/*회 선을 벗어나는 경우 정지*/
} else {
/* 1.5초간 대기 */
```

```
for(i=0; i<30000; i++)
;
/* 정지 */
Left_1 = 1;
Left_2 = 1;
Right_1 = 1;
Right_2 = 1;
}
}
```

<표 8> 문자형 변수에 신호입력 형태

센서	Left Sen	Left CSen	CSen	Right Sen	Right CSen	없음	없음	없음
변수 (8bit)	1	1	0	1	1	0	0	0

5. 교육용 마이크로 로봇 제작 실습

초등학생이 마이크로 로봇 제작을 하는데 있어서 어려운 전자, 기계적 이론적인 이해보다는 전자, 기계에 대한 흥미와 스스로 만들어 보면서 완성의 기쁨과 프로그램 통한 창의성 개발에 초점을 맞추어 마이크로 로봇 제작 실습 프로그램을 7가지 영역으로 나누어 <표 9>와 같이 학습 프로그램을 개발하였다.

<표 9> 마이크로 로봇 제작 학습 프로그램

영역	교육내용	차수	자료
로봇의 이해	로봇에 대한 역사	1	시청각 자료
	종이공작	2	종이공작 키트
전자 기초	전자 부품 이해	2	전자부품
	납땜 연습	2	만능기판
	센서 이해	1	센서
	전자 키트 조립 실습	2	전자키트

기계 기초	기구의 설치 및 안정성	1	과학상자
	링크의 이해	1	과학상자
	운동 기구 제작	1	과학상자
로봇 제작	마이크로 로봇에 작동 원리	1	시청각 자료
	마이크로 로봇 제작 방법 안내	1	교재
	마이크로 로봇 제작	4	로봇 키트
프로그램 명	C 언어의 이해	4	교재
	컴파일과 전송 방법 이해	2	전송프로그램
	로봇 제어 방법 이해	2	컴파일러 프로그램
	프로그램 작성 실습	2	교재
미로 찾기	직선 따라가기	1	미로 보드판
	직각인 선에서 방향 회전하기	1	
	간단한 미로 찾기	2	
	창의성이 필요한 미로 찾기 문제 해결하기	2	
응용	기존의 로봇의 문제점 및 해결방안 토론하기	1	교재, 시청각 기자재
	새로운 로봇에 대한 토론 및 연구하기	1	
	미로 찾기 경진 대회 개최	4	

5.1. 로봇의 이해 학습

로봇에 대하여 전체적인 의미를 파악함으로써 앞으로 전개될 로봇 제작이 흥미를 이끌어 내며 또한 과학에 대한 올바른 이해를 하는 활동이다.

<표 10> 로봇의 이해 학습 과정안

주제	로봇은 어떻게 발전하여 왔을까?
학습목표	로봇이 발전 과정을 이해하고 미래의 로봇이 역할과 기능을 예상할 수 있다.
도입	<동기유발> 로봇에 관련된 만화 영화 보고 각자가 생각하는 로봇에 대하여 말하여 본다.
전개	-로봇의 어원적 의미 설명 -주변에서 편리한 전자 제품을 생각하여 발표하기 -생활에서 로봇이 사용되고 있는 곳이 있는지 조사하여 보기 -로봇이 산업체나 생활에 쓰이고 있는 내용을 그림으로 보여 주며 설명하기
정리	-로봇이 우리에게 가져다주는 편리함과 그것으로 인하여 발생하는 문제점을 생각하여 보기 -로봇의 특징을 정리 발표하기

5.2. 전자기초 학습

마이크로 로봇은 전자 부품으로 이루어져 있기 때문에 전자에 대한 기초적인 이해와 전자 부품에 대한 기능과 사용법을 잘 알고 있어야 할 것이다. 따라서 전자 기초의 학습에서는 기본적인 부품의 기능과 특징을 이해하고 올바르게 정확하게 납땜을 하는 방법에 대해 배우는 과정이다.

<표 11> 전자 부품 학습 과정안

주제	전자부품은 어떤 일을 할까요?
학습목표	로봇에 쓰이는 전자 부품의 기능과 특징을 이해할 수 있다.
도입	고장난 전자 제품을 열어보고

	전자 부품이 무엇인지 확인한다.
전 개	-전자 부품에 대한 기호 알기 -저항의 기능과 저항 값 읽기 -콘덴서의 종류와 기능 알기 -다이오드의 기능과 극성 알기 -반도체의 종류와 기능 알기
정 리	전자 부품의 명칭과 기능, 기호를 정리하기

5.3. 기계 기초 학습

아무리 전자를 잘 알고 있다고 하더라도 실제로 움직이는 데에는 기계적 이해가 필요하다. 본 학습에서는 기계에 대한 힘의 균형 재료의 연결 등을 학습하게 된다.

<표 12> 운동 기구 제작 학습 과정안

주제	모터로 움직이는 운동 기구를 만들어 봅시다.
학습목표	자신이 원하는 방향으로 운동기구를 제작하여 동작할 수 있다.
도 입	건설 기계, 운동 기구, 생활용품 등을 보면서 어떤 기계적 원리가 있는지 확인한다.
전 개	-자신의 생각하는 작품을 여러 가지 그림을 보면서 구상하기 -간단히 설계도 그리기 -작품을 제작하기 -작품이 제대로 동작하는지 확인하고 잘 움직이지 않는 이유가 무엇인지 서로 의견을 나누며 해결하기
정 리	자신이 만든 작품을 서로 비교하며 발표하기

5.4. 마이크로 로봇 제작 학습

마이크로 로봇을 제작하기 위해서는 사전에 주의사항과 그리고 부품이 명칭과 기호를 정확히 알고 있어야 한다. 따라서 사전 학습이 충분히 이루어졌는지 평가한 후에 로봇 제작

학습 과정이 들어가야 할 것이다.

<표 13> 로봇 제작 방법 학습 과정안

주제	마이크로 로봇을 제작하여 봅시다.
학습목표	마이크로 로봇 제작 방법을 알 수 있다.
도 입	완성된 작품을 보여주면서 제작에 대한 동기와 흥미를 갖게 한다.
전 개	-로봇 부품을 확인하기 -주제어 기판의 회로 기호와 부품의 방향 알기 -저항 조립(저항값에 주의) -콘덴서 조립(극성 주의) -어레이 저항 조립(방향 주의) -가변 저항 조립 -발광 다이오드 조립(극성 주의) -크리스탈 조립 -통신, 전원, 모터, 세서 기판 커넥터 조립(방향 주의) -IC 소켓 조립(방향 주의) -센서 기판 조립(발광, 수광 센서를 극성에 주의하며 조립) -로봇 몸체 조립 -각종 연결선과 IC 조립
정 리	납땀이 잘 되지 않았거나 부품이 빠져있는지 확인하기

5.5. 로봇 제어를 위한 C 프로그래밍 학습

마이크로 로봇이 완성이 되었으면 제어 프로그램을 로봇에 전송하여 제대로 동작하는 확인하여야 한다.

초등학생이 로봇을 제어 프로그램을 작성하기에는 어려운 점이 많기 때문에 기본적인 함수나 입출력 프로그램 코드는 교재 내용을 보면서 입력하고 변수의 값만을 변환시켜서 로

봇의 동작을 확인하도록 한다. 점차 C 프로그램 작성에 익숙해졌을 때 창의적으로 자신만의 C 프로그램 소스를 작성하도록 한다.

<표 14> 로봇 제어 C 프로그램 학습 과정안

주제	C 언어로 로봇을 조종하여 보자
학습목표	C 언어를 사용하여 로봇을 제어할 수 있다.
도입	프로그램이 입력된 완성된 로봇을 작동 시켜보면서 프로그램이 어떤 역할을 하는지 알아본다.
전개	-전진 위한 변수 값 변경하기 -회전을 위한 변수 값 변경하기 -센서를 입력하여 처리하는 함수 이해하기 -제어문을 바꾸어 로봇의 동작을 바꾸어 보기
정리	간단한 제어 명령을 작성하여 본다.

5.6. 창의성 개발을 위한 미로 찾기 학습

로봇이 다양한 미로를 찾아 나올 수 있도록 프로그램을 작성하는 학습으로써 학습자의 창의적 능력이 요구되며 아울러 창의성 개발에 효과적인 학습이다.

<표 15> 로봇 미로 찾기 학습 과정안

주제	미로를 빠져나가 보자
학습목표	C 언어를 사용하여 미로 보드판에서 로봇을 빠져나오게 할 수 있다.
도입	미로를 빠져나오는 로봇을 영상으로 보여준다.
전개	-미로의 형태에 따라 센서가 어떻게 작동 되어야 하는지를 알아본다.

	-직선인 라인을 따라가는 제어 프로그램을 작성한다. -'r','n','t'자 길에서 방향을 전환하는 제어 프로그램 작성하기 -교차로에서 방향을 전환하는 제어 프로그램 작성하기
정리	간단한 미로를 연결하여 제어 프로그램을 작성하여 본다.

6. 결론 및 기대효과

초등학교에서 창의성 개발을 위한 교육용 마이크로 로봇에 제작에 대한 원리와 그 활용 방법에 대하여 연구하여 본 결론은 다음과 같다.

첫째, 마이크로 로봇이 제작 학습은 기초적인 전자와 기계에 대한 이해와 흥미를 가지는 효과가 있다.

둘째, C 언어를 초등학교에서 수준에 맞게 설정하여 로봇 제어 프로그램을 작성할 수 있다. 셋째, 초등학교 로봇 제작 및 활용에 대한 교육 프로그램을 7가지 영역으로 제시하여 창의성 개발에 효과적인 교수 학습 활동이 이루어지도록 하였다.

본 연구를 통한 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 과학에 흥미를 갖게 하여 미래의 창의적인 과학자 육성에 이바지 할 수 있다.

둘째, 초등학교 특기적성 교육이나 과학영재학생을 위한 창의력 개발 프로그램으로 활용이 기대된다.

셋째, 프로그램 작성을 통하여 초등학생의 창의성 향상이 기대된다.

참고문헌

- [1] 정기철, 문장현, 마이크로 로봇, 북두출판사, 2005.
- [2] 송기상, 교육용 로봇기술 동향, 한국과학기술

- 술정보연구원, 기술뉴스브리프, 2003.
- [3] 김종환, 로봇 축구 시스템, 대영사, 2000.
- [4] 김종훈, 안유정, 염미령, 이면재, 김종진, 처음 시작하는 C 프로그래밍, 이비컴, 2005.
- [5] 남궁선혜, 유아교육을 위한 미디어로서 로봇의 교육적 활용에 대한 연구, 공주영상정보대학, 논문집 제9권, 2002.
- [6] 컴퓨터와 생활, 중앙교육진흥연구소, 2002.
- [7] 주병규, Linux 운영체제 기반 이동로봇 개발, 충남대학교 석사논문, 2002.
- [8] 정희태, 웹을 이용한 원격제어 모듈에 관한 연구, 부산외국어대학교, 외대논문집 제 27권, 2003.
- [9] Campbell, Rob, Comp. Introduction to Robotics for Industrial Technology Education. Curriculum Guide. Idaho State Dept. of Education, Boise. Div. of Vocational Education, 1992.
- [10] Hsiu, T., et, al., Designing a Low-cost, Expressive Educational Robot, The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 2002.
- [11] <http://www.microrobot.co.kr>
- [12] <http://www.itkmc.com>