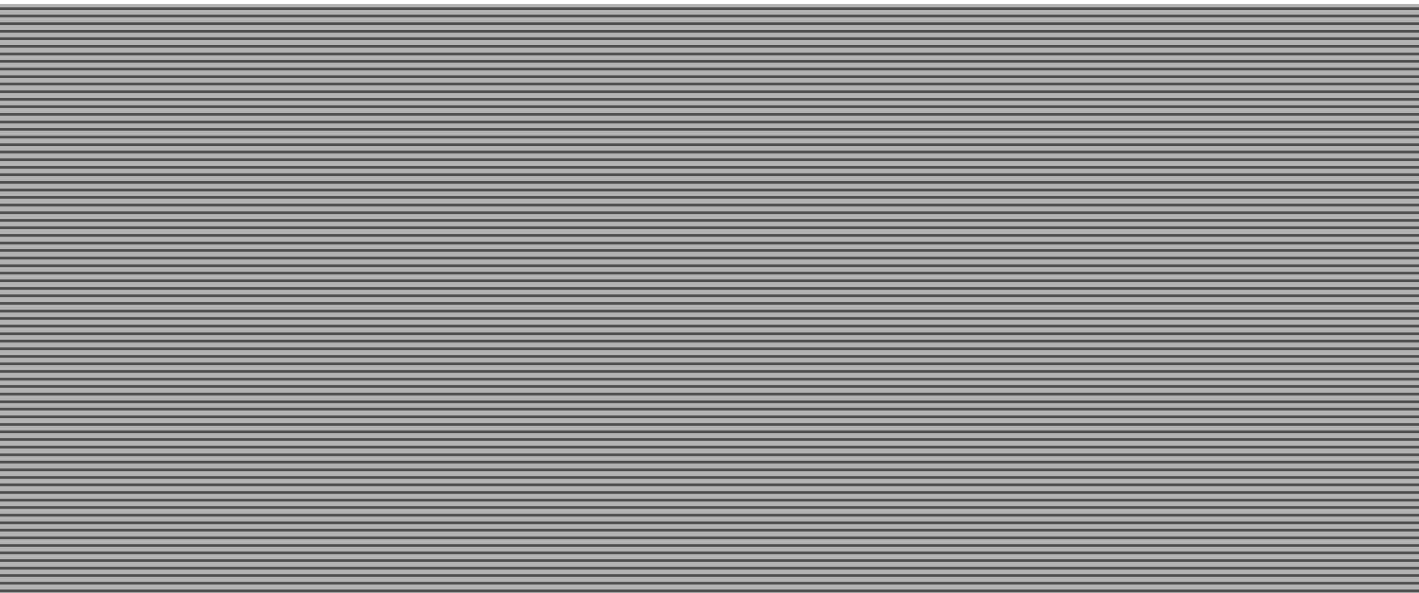


로봇 기초



고등학교



로봇 기초

정기철 · 김경채 · 성종국

서울교과서

머리말

‘로봇’이란 용어가 1920년대 체코의 작가 카렐 차페크의 희곡 “Rossum’s universal eobot”에서 처음 소개된 이래 현재까지 로봇 산업은 눈부신 발전을 거듭하여 왔다. 특히 과거 공장 생산 라인에서만 국한되었던 로봇(산업용 로봇)이 현재에는 일반 개개인에게도 서비스를 제공하는 로봇(지능형 로봇, 퍼스널 로봇)으로 진화해 나감에 따라 로봇 산업의 중요성은 더더욱 커지게 되었다.

현재 로봇 산업은 가정용 로봇, 의료용 로봇, 산업용 로봇 등 각 사회에 무궁무진하게 적용되고 있으며, 로봇 시장 규모가 매년 10%씩의 고도성장을 거듭하는 차세대 고부가가치 산업으로서 로봇 기초 인력 양성이 필요한 실정이다.

따라서 본 교과서는 로봇 기초 인력 양성을 위해 로봇의 기초부터 로봇 응용까지 폭넓게 이해함으로써 학생들이 로봇 분야로의 입문을 도와줄 수 있도록 구성하였다.

- 1단원에서는 로봇의 어원, 역사, 분류 방식에 따른 다양한 로봇의 종류와 형태, 로봇의 발전 현황 및 로봇을 이루는 과학 기술들에 대해 기술되어 있다.
- 2단원에서는 기계 기구 요소 및 액추에이터, 센서와 부속장치 등을 설명함으로써 로봇이 어떻게 구성되는가를 기술하고 있다.



Contents

제1장 로봇 개요

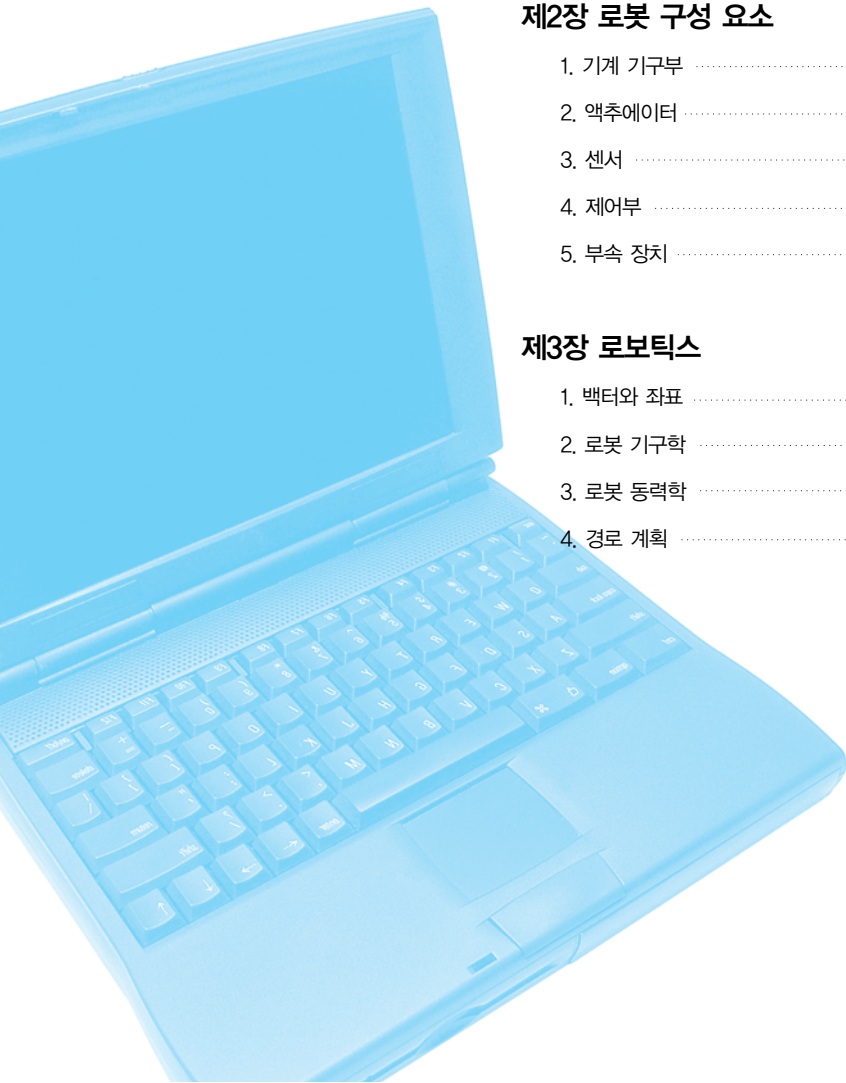
1. 로봇과 인간	6
2. 로봇의 기술 발달	9
3. 로봇의 종류	14

제2장 로봇 구성 요소

1. 기계 기구부	22
2. 액추에이터	27
3. 센서	32
4. 제어부	45
5. 부속 장치	63

제3장 로보틱스

1. 백터와 좌표	102
2. 로봇 기구학	111
3. 로봇 동역학	118
4. 경로 계획	121





제4장 로봇 응용

1. 산업용 로봇	134
2. 퍼스널 로봇	139
3. 특수 목적용 로봇	153
4. 생산 자동화	161

부록

1. 마이크로프로세서 89T51	173
2. 용어해설	214

제1장 로봇개요



학습목표

- ① 로봇의 개념과 역사 및 인간과의 관계를 학습을 할 수 있다.
- ② 로봇의 기술발달에 대해서 학습을 할 수 있다.
- ③ 로봇의 종류 및 분류에 대해 학습을 할 수 있다.

DOMAIN

data

TRANSFER



1. 로봇의 어원 및 역사

로봇(Robot)이란 사람(Human)과 유사한 구조를 가지고 사람의 명령에 따라 스스로 동작하는 자동화된 기계를 말한다.

로봇이라는 말은 원래 ‘일한다. 또는 노예’ 라는 뜻을 가진 체코어 ‘로보타(robota)’에서 유래되었는데, 이는 1921년에 체코의 희곡 작가 카렐 차פק이 쓴 “로섬의 만능 로봇 : Rossum’s Universal Robots”이라는 희곡에서 처음 사용된 말로, 현대에 와서는 인조인간이라는 의미로 사용되고 있다.

1) 고대의 로봇

- ① 기원전 1세기경 알렉산드리아의 기계학자 헤론이 증기, 동물 또는 사람의 힘을 이용해 문을 열거나 파이프 오르간을 연주하는 기계를 설계 하였다.
- ② 1세기경 안티사이테라로 알려진 그리스 컴퓨터는 두 개의 회전하는 바퀴 축을 이용하여 행성, 태양, 달의 위치를 예측하는데 도움을 주었다.
- ③ 4세기경 이슬람권에서는 별의 위치, 시각, 경위도를 관측하는 천문기계 아스트롤라

베가 있었다.

- ④ 13세기경 페르시아의 알 자자리는 물을 끌어올리거나 음식을 제공할 수 있는 기계를 설계하였다.
- ⑤ 14세기경 스트라스부르 성당의 첨탑에 매일 정오에 날개를 퍼덕거리며 부리를 벌리고 혀를 내밀어 소리를 내는 수평아리 기계가 설치되었다.

2) 산업혁명기의 로봇

- ① 18세기~19세기, 프랑스 기술자 보캉송이 ‘플룻 연주자’, 걷고 먹고 배설할 수 있는 ‘자동으로 움직이는 오리’ 등을 개발했는데, 이것이 훗날 외부 기계 장치에 의해 움직이는 자동화 기구의 표준이 되었으며, 이를 기점으로 자동화 장치가 더욱 발전하게 되었다.
- ② 1900년 루이스 페류가 마차를 끄는 자동 인형인 ‘자동 인간’을 발표하였다.
- ③ 아동문학가 프랭크 봄이 ‘양철인간’, ‘턱톡’과 같은 오늘날의 로봇과 유사한 캐릭터를 만들면서 상상력이 더해져 다양한 로봇이 등장하기 시작 했다.

3) 현대의 로봇

과학 기술의 급속한 발달과 함께 1940년대 후반 이후부터, 단순하지만 지능을 가지고 자율적인 행위를 할 수 있는 로봇들이 만들어지기 시작하였다.

- ① 1946년, 조지 데볼이 마그네틱 테이프에 명령을 기록하여 기계를 제어하는 방법을 제시
- ② 1948년, 그레이 월터가 미리 입력된 명령에 의해 빛에 반응하고 빛을 따라다니는 ‘거북 로봇’을 통해 최초의 자율 지능형 로봇을 발표
- ③ 1954년, 조지 데볼이 산업용 로봇을 통해 반복적인 작업을 수행하는 산업용 로봇 고안
- ④ 1963년 일본에서는 데츠카 오사무라는 작가에 의해 ‘철완아톰’이 탄생
- ⑤ 1968년 스탠포드연구소에서 최초로 컴퓨터에 의해 제어되는 자율 이동식 로봇인 샤키(Sharky)를 개발



- ⑥ 1970년 소련에서 자동 달관측 로봇 ‘루노호트 1호’를 제작
- ⑦ 1973년 일본에서 두 다리로 걷는 ‘와보트1’ 로봇을 제작.
- ⑧ 1986년 일본의 혼다사에서 인간형 직립 보행 로봇을 개발하기 시작하여 1997년 최초의 인간형 직립 보행 로봇인 ‘P2’를 발표하였으며, 2001년 인간형 로봇의 결정체라 할 수 있는 ‘아시모’ 발표
- ⑨ 우리나라에서도 2001년 KAIST의 오준호 박사가 한국형 휴머노이드 로봇 개발에 착수, 2003년 KHR-2를 만들었으며, 2004년 한국형 휴머노이드 ‘휴보’를 완성

2. 로봇의 3원칙

산업혁명을 통한 과학 기술의 눈부신 발전으로 그동안 인간이 하던 많은 일들을 기계가 대신 할 수 있게 됨으로써 인간의 소외감, 기계에 대한 두려움 등이 많은 문학 작품의 주제로 등장하게 되었다.

러시아 출생의 미국 공상과학 작가인 ‘아이작 아시모프’는 “I, Robot”이라는 책에서 이러한 인간과 로봇의 관계를 정립하기 위한 로봇의 3대 원칙을 발표함으로써 인간과 로봇의 조화를 꾀하고자 했다.

○ 제1법칙

로봇은 인간에게 어떠한 위해를 끼쳐서는 안 되며, 위험에 처해 있는 인간을 방관해서는 안된다.

○ 제2법칙

로봇은 인간의 명령에 반드시 복종하여야 한다. 단, 제1원칙에 위배되는 경우에는 예외이다.

○ 제3법칙

로봇은 자기 자신을 보호해야만 한다. 단, 제1원칙과 제2원칙에 위반되는 경우는 예외이다.

이 로봇의 3원칙은 오늘날 개발되어 나오고 있는 모든 로봇에 적용되고 있으며, 미래의 모든 로봇에도 적용될 예정이다. 따라서 로봇을 공부하고, 로봇을 만들고자 하는 모든 사람들은 로봇의 3원칙에 충실하여 로봇을 제작하여야 한다.





2

로봇의 기술 발달

앞에서 살펴본 것과 같이 로봇이라는 어원이 태동하기 이전에도 발명가들은 성당의 첨탑에 매일 정오에 새처럼 날개를 퍼덕거리도록 하거나, 물을 끌어올리거나, 음식을 제공하는 역할을 수행하는 기계를 설계하는 등 끊임없이 인간을 대신할 수 있는 장치를 개발하고자 하였다. 이러한 욕망은 로봇 기술의 발전에 많은 기여를 해 왔으며, 지난날 우리가 공상과학에서나 보았던 로봇들이 현재 현실화되어 가고 있다.

1946년 조지 데블에 의해 마그네틱 테이프에 명령을 기록하여 기계를 제어하는 방법을 고안한 이후, 1954년 반복적인 작업을 수행하는 산업용 로봇을 고안하여 GM의 자동차 공장의 조립 라인에 적용되었고, 산업용 로봇을 시작으로 로봇의 기술은 발전하기 시작하였다. 로봇을 연구하는 과학자들은 로봇 기술 발전의 과정을 다음의 세단계로 구분하고 있다.

1. 제 1 세대 : 산업용 로봇

로봇의 1세대로 분류되는 로봇은 1961년 GM 자동차 회사의 자동차 공장 조립 라인에 설치되어 사용된 산업용 로봇이라고 할 수 있다. 이때의 로봇은 컴퓨터에 연결되어 프로

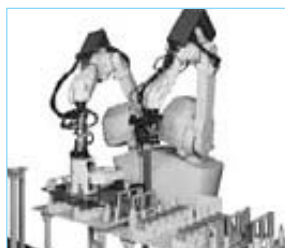
그럼된 순서에 따라 사람의 손이나 발의 역할을 대신하여 물건을 옮기는 등의 단순한 작업만을 수행하는 정도의 로봇이었다.



용접 로봇



물품 이송 로봇



조립 로봇

〈그림1-1〉 제1 세대 산업용 로봇

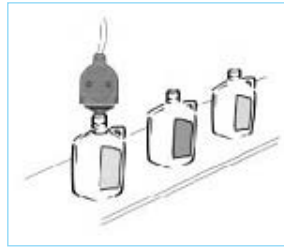
〈그림 1-1〉과 같이 용접로봇, 물품 이송 로봇, 조립 로봇 등이 여기에 해당한다고 할 수 있다. 컴퓨터에 미리 프로그래밍된 순서에 따라 작업을 수행하게 함으로써 그 정확도나 작업 수행 속도는 사람의 능력보다 훨씬 앞지르게 되어 공장의 노동자 인력을 대체하는 수단으로 사용되었다.

2. 제2 세대 : 지능형 로봇

1세대의 산업용 로봇은 정해진 시간에 정해진 위치에 정해진 명령을 수행하는 단순한 작업 로봇이었다. 그러나 2세대에 와서는 빛의 정도를 측정하거나, 색을 구분하거나, 초음파를 이용하여 물체의 유무를 감지하는 등의 다양한 센서를 통해 주변 상황을 인지하여, 1세대에서의 단순한 작업 수행에 따라 발생할 수 있는 여러 가지 오류나 불필요한 작업 시간을 줄임으로써 조금 더 효율적인 기능의 로봇이 되었다. 즉, 물품을 적재하는 기능을 수행하는 로봇의 경우, 1세대의 기술에서는 정해진 시간에 움직여 물품의 종류에 상관없이 정해진 장소에 물품을 적재하였다면, 2세대의 기술에서는 색을 구분하는 센서를 이용하여 물품의 겉면에 표시된 색을 인지하여 물품에 따라 다른 장소에 적재할 수 있게 된 것이다.



마이크로마우스



색 구분 컨베이어



라인트레이서 로봇

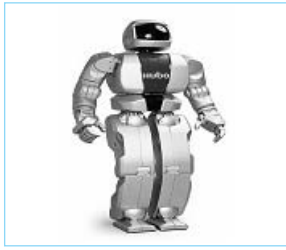
〈그림1-2 제2 세대 지능형 로봇〉

지능형 로봇은 적외선 센서를 이용해 라인을 구분하여 움직이는 라인트레이서 로봇, 초음파 센서, 적외선 센서 등을 이용해 벽을 감지하여 미로를 탐지하는 마이크로마우스, 카메라를 통해 입력되는 영상의 각 색상을 비교하여 로봇의 위치를 탐색하고 이를 이용해 축구를 하는 축구 로봇 등 학습용 로봇으로도 많이 이용되고 있다.



3. 제3 세대 : 휴머노이드

제한된 환경에서 주변 정보를 취득하여 움직이는 로봇이 2세대의 기술이라면, 1970년대에 초반부터 연구되는 직립 보행 로봇을 3세대 기술이라 할 수 있다. 다양한 센서 기술의 발전과 센서를 통해 얻어진 다양한 주변 정보를 고속으로 처리할 수 있는 컴퓨터 기술의 발전으로 2001년에는 드디어 인간과 같이 직립 보행을 하는 아시모가 탄생하게 되었다. 2004년 국내에서도 아시모와 같은 '휴보' 라고 하는 직립 보행을 하는 로봇을 개발하게 되었으며, 다섯 개의 손가락을 구부리며 사용할 수 있는 기능을 구현함으로써 아시모에 앞선 기술 보유하게 되었다. 또한 2006년에는 노래하는 가수 로봇인 에버투(Ever 2)를 국내에서 개발 선을 보이기도 하였다. 휴머노이드 이외에도 원격지에서 수술을 할 수 있는 로봇이나, 사고로 인해 팔, 다리를 잃은 장애인을 위해 의족으로 사용할 수 있는 로봇등이 상용화되어 사람들의 일상에 많은 도움을 주고 있다.



휴머노이드 로봇



의료용 로봇



청소 로봇



강아지 로봇



복지 로봇



행성 탐사 로봇

〈그림1-3 휴머노이드로봇과 휴머노이드에 속하는 로봇〉

4. 미래의 로봇 기술

로봇에 대한 기술은 컴퓨터와 각종 센서, 액추에이터 등의 기술 발전을 통해 이루어지고 있다. 국가 신성장 동력 산업으로 선정된 나노기술을 비롯한 IT, 로봇 등의 기술 발전은 국가의 미래를 약속하는 최첨단 미래 산업이다. 많은 과학자들은 멀지 않은 미래에 인간처럼 스스로 생각하고 판단하는 로봇이 사람과 함께 생활하게 될 것이라고 예측하고 있다.

나노 기술을 통해 초소형화 되어가는 각종 센서와 액추에이터를 비롯해 사람의 피부와 같은 재질의 물질을 통해 현재와 같이 복잡한 전선들이 얽혀있는 로봇이 아닌 영화에서와 같이 매끈한 피부를 가진 로봇이 태어날 것이다. 또한, 이미 경험했던 정보통신 분야의 기술은 로봇이 스스로 지능을 발전시켜 갈 수 있도록 도울 것이며, 화학기술의 발전은 현재와 같이 무거운 전지를 등에 짊어지지 않아도 충분히 공급될 수 있는 에너지를 개발하게 될 것이다.

어느 영화에서처럼 인간과 기계가 서로 반목하며 전쟁을 치루게 될지도 모르는 미래의



상황이 도래할지도 모른다.

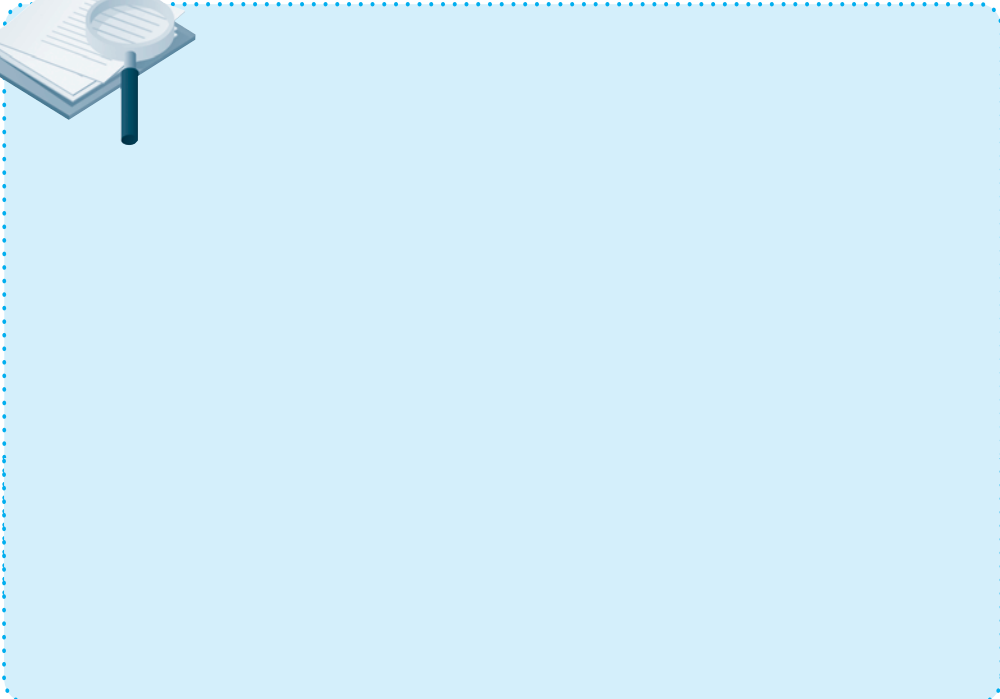


바이센테니얼 맨



터미네이터 - T1

〈그림1-3 미래의 로봇〉





3 로봇의 종류

로봇을 용도별로 분류할 때 크게 산업용 로봇과 비산업용 로봇으로 나누어 볼 수 있다. 산업용 로봇은 말 그대로 산업 생산 현장에 적용되어 제품 생산, 관리 등의 업무를 수행하는 로봇들이며, 비산업용 로봇은 산업 현장에서 사용되는 로봇을 제외한 나머지의 로봇을 통칭한다고 할 수 있다. 산업용 로봇과 비산업용 로봇을 어떻게 분류할 수 있는지 알아보기로 하자.

1. 로봇의 분류

로봇을 분류하는 데 있어 일반적인 사용 방법, 사용 용도에 따라 분류를 하면, 크게 산업용 로봇과 비산업용 로봇으로 분류하는 것과 로봇의 형태에 따라 분류해 볼 수 있다. 국제로봇연맹(IFR)은 다음과 같이 산업용 로봇과 비산업용 로봇을 분류하고 있다.

산업용 로봇은 농업, 산림, 수산업 분야, 광업 및 건설업, 전기, 가스, 상수도, 도?소매업교통, 통신, 기타 서비스 로봇 등이며, 비산업용 로봇은 가정 자동화 분야, 노인과 장애인을 위한 일상 지원, 여가활동 및 엔터테인먼트 분야 로봇 등이다.

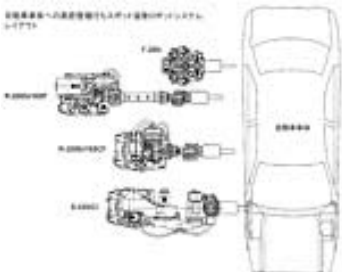


일반적으로 비산업용 로봇은 서비스 로봇으로 불리며, 인간과 장비에 유용한 서비스를



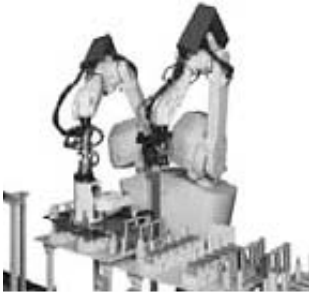



제공하는 반자동 또는 완전 자동으로 작동하는 로봇을 일컫는다.

산업혁명 이후, 많은 분야에서 생산 자동화 장치가 발전되어 왔으며, 그동안 산업용 로봇을 중심으로 발전하여 왔던 것이 최근에는 서비스 로봇을 중심으로 각 나라마다 경쟁적으로 로봇 기술 개발에 힘을 쏟고 있다.

1) 산업용 로봇

로봇 형태	설명
 <p data-bbox="449 942 535 971">용접로봇</p>	<p data-bbox="699 772 1299 840">용접로봇자동차 외장의 용접, 철골주대 조립 용접, 교량 용접 등 용접을 위해 사용되는 로봇</p>
 <p data-bbox="449 1381 535 1410">도장로봇</p>	<p data-bbox="699 1178 1299 1246">자동차 외장의 색칠, 휴대폰 외장의 색칠 등 외부의 색을 칠하는 작업을 수행하는 로봇</p>
 <p data-bbox="449 1700 535 1729">연마로봇</p>	<p data-bbox="699 1574 1256 1603">물체의 외관을 부드럽게 다듬는 연마 작업을 수행하는 로봇</p>

로봇 형태	설 명
 <p data-bbox="229 544 375 573">물품 이송 로봇</p>	<p data-bbox="511 396 1110 459">제품 생산의 마지막 단계인 물품 적재, 이송 등의 작업을 수행하는 로봇</p>
 <p data-bbox="229 940 375 969">작업 지원 로봇</p>	<p data-bbox="511 743 1110 840">작업 지원 로봇사람이 직접하기 힘든 작업이지만, 자동화할 수 없는 상태의 공간 등에서 사용할 수 있는 작업 지원 로봇 - 원격 조정 로봇 형태라 생각할 수 있다.</p>
 <p data-bbox="258 1323 347 1352">조립로봇</p>	<p data-bbox="511 1130 1110 1226">제품 조립 라인에서 반복적인 작업을 대신 수행하는 조립 로봇 - 로봇을 이용해 로봇을 제작하는 조립 라인에 설치되어 사용되기도 한다.</p>
 <p data-bbox="222 1644 381 1673">6축 임업용 로봇</p>	<p data-bbox="511 1512 926 1541">산림 채취 작업에 사용되는 6축 임업용 로봇</p>



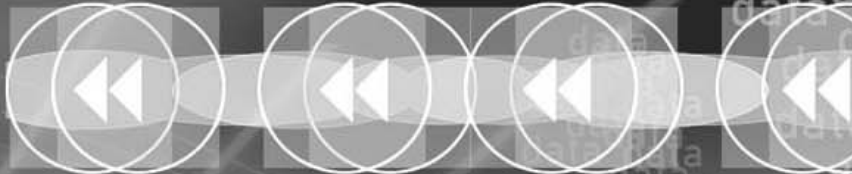
2) 비산업용 로봇 (서비스 로봇)

로봇 형태	설명
 <p data-bbox="421 600 564 625">물품 이송 로봇</p>	<p data-bbox="702 419 1300 548">뛰고 공을 차고 물건을 물고 다니며 갖가지 재롱을 피우는 강아지 로봇은 사람이 가지고 있는 6가지의 감정(기쁨, 슬픔, 성냄, 놀람, 두려움, 싫어함)을 나타내며, 4가지의 본능(사랑, 탐색, 운동, 배고픔)을 지니고 있다.</p>
 <p data-bbox="435 877 549 902">스포츠 로봇</p>	<p data-bbox="702 728 1300 823">영상 처리, 인공 지능, 센서, 통신, 전자 정밀 제어, 구동 장치 등 소프트웨어와 하드웨어의 첨단기술을 학습하고 적용할 수 있는 종합 실험장이라고 할 수 있다.</p>
 <p data-bbox="445 1166 539 1192">청소 로봇</p>	<p data-bbox="702 1031 1300 1091">방바닥 청소 등의 작업을 수행하는 청소 로봇으로 최근 청소 로봇을 통해 로봇이 생활 속에 좀 더 가까이 접근되었다.</p>
 <p data-bbox="449 1445 535 1470">안내로봇</p>	<p data-bbox="702 1315 1300 1375">무인 경비, 안내 등을 수행하는 로봇으로 건물의 누수, 화재, 건물 안내 등의 기능을 가지고 있다.</p>
 <p data-bbox="435 1727 549 1752">의료용 로봇</p>	<p data-bbox="702 1580 1300 1675">화상 정보, 정밀 제어를 통해 수술 작업을 대신할 수 있는 의료용 로봇으로 최근에는 멀리 떨어져 있는 환자를 수술하기도 한다.</p>

로봇 형태	설 명
 <p data-bbox="261 529 347 556">복지로봇</p>	<p data-bbox="511 363 1110 459">환자의 기분을 안정시키거나, 장애인의 의수, 의족용, 밥을 먹여 주는 기능 등 다양한 형태로 환자나 장애인이 하기 어려운 일을 대신 하여 주는 로봇</p>
 <p data-bbox="247 757 361 784">군사용 로봇</p>	<p data-bbox="511 645 1110 710">지뢰 제거, 전투, 위험물 탐지 등 테러나 군사 목적을 위해 사용되는 로봇</p>
 <p data-bbox="261 1020 347 1047">우주로봇</p>	<p data-bbox="511 896 1110 962">미국에서 화성 탐사를 위해 사용된 소너저와 같이 우주에서 작업을 수행하는 로봇</p>
 <p data-bbox="215 1317 389 1344">엔터테인먼트 로봇</p>	<p data-bbox="511 1174 1110 1240">조정기를 이용한 놀이용, 자율 이동 놀이용 로봇, 교육용으로 사용될 수 있는 엔터테인먼트 로봇</p>
 <p data-bbox="225 1665 382 1692">휴보노이드 로봇</p>	<p data-bbox="511 1503 1110 1568">팔, 다리, 손가락 등 사람의 형상과 유사하게 제작되어 직립 보행을 하게 되는 인간형 로봇</p>

※ 자료출처 : 일본 산업 경제성

- 01** 사람과 유사한 구조를 가지고 사람의 명령에 따라 스스로 동작하는 자동화된 기계의 일반적인 명칭은?
- 02** 로봇과 인간과의 관계에 있어 로봇이 반드시 지켜야 할 원칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 로봇은 인간에게 해를 끼쳐서는 안 된다
 - ② 위험에 처해있는 인간을 방관해서도 안 된다
 - ③ 로봇은 일반적으로 자기 자신을 보호해야 한다
 - ④ 로봇은 어떠한 경우에도 인간의 명령에 반드시 복종해야 한다
- 03** 일상생활에서 발견한 응용 로봇에서 로봇의 3원칙은 어떻게 적용되고 있는지 설명해 보자.
- 04** 최초의 산업용 로봇인 것은?
- ① 센토
 - ② 아이보
 - ③ 유니메이트
 - ④ 스탠퍼드암
- 05** 최초의 인간형 직립 보행 로봇은?
- ① P2
 - ② 루노호트 1호
 - ③ 와보트1
 - ④ 샤키
- 06** 다음 중 산업용 로봇의 활용 분야인 것은?
- ① 이송
 - ② 청소
 - ③ 간병
 - ④ 안내



제2장 로봇 구성 요소

informatics



- ① 센서에 대해 이해한다.
- ② 카메라에 대해 설명할 수 있다.
- ③ 센서에 대해 이해한다.
- ④ 제어부에 대해 설명할 수 있다.
- ⑤ 부속장치에 대해 설명할 수 있다.

DOMAIN

data

TRANSFER





1. 기계와 기구의 개념

기계는 외부의 힘에 대한 저항력 있는 물체들의 조합체로 이 물체들의 각 부분은 한정된 관계 운동을 하며, 외부로부터 에너지를 받아서 요구하는 유용한 일로 변환시키는 장치이다.

기구에는 2개 이상의 부품을 서로 접촉시켜 조합하고, 그중에서 한 물체를 고정하고 다른 한 물체에 운동을 주었을 때, 서로 한정된 상대 운동을 하는 운동계이다.

또한 기계를 이루고 있는 부품들이 접촉하여 상대운동을 할 때 각각의 부품을 요소라 하며, 인접하여 관계 운동을 하는 조합된 2개의 요소를 짝이라 한다.

2. 기계의 운동의 종류

1) 절대운동과 상대운동

절대운동은 어떤 정지해 있는 물체에 대한 다른 물체의 운동이고, 상대운동은 절대적으로 정지해 있는 물체에 대하여 운동하고 있는 두 물체 사이에 절대 운동의 차를 말한다.

2) 평면운동, 구면운동, 나선운동

평면운동은 물체 위의 모든 점들이 기준 평면에 평행한 평면 위에서 운동을 하는 경우이며, 구면운동은 물체 위의 모든 점이 각각 공간 속에서 한 점으로부터 일정한 거리를 이동하는 운동이다.

나선운동은 나선과 같이 물체 위의 모든 점이 어떤 축선 주위에서 회전하면서, 축선 방향으로 일정한 비율에 따라 이동하는 운동을 뜻한다.

3. 운동의 전달 방법

1) 직접접촉에 의한 운동 전달

직접접촉에 의한 운동 전달 방법 중에서 구름 접촉에 의한 운동 전달은 원동절과 종동절이 서로 접촉하면서 회전할 때, 접촉면에서 전혀 미끄러짐이 생기지 않고 굴러서 접촉하는 것을 뜻하며, 미끄러짐 접촉에 의한 운동 전달은 직접 접촉 기구의 접촉점에서 두 물체가 상대 운동을 할 때 항상 존재하며, 이들 접촉들은 운동 전달에 의하여 함께 일어날 수도 있다.

2) 매개절에 의한 운동 전달

매개절에 의한 운동 전달 종류에서 강성 매개절에 의한 운동 전달은 링크 기구에서 종동절의 운동을 구속하기 위하여 사용하는 커넥팅 로드와 같이, 전달되는 힘에 의해 변형되지 않는 강성 매개절을 이용하여 운동을 전달하는 방식을 뜻하며, 감아걸기 매개절에 의한 운동 전달은 원동축의 회전을 종동축으로 전달함에 있어 두 축 간 거리가 가까우면 직접 접촉에 의하여 운동 전달이 가능하나, 두 축 사이의 거리가 멀어 직접 접촉이 어려울 경우에 벨트, 체인, 로프 등을 이용하는 전달 방식을 뜻하며, 유체를 매개절로 한 운동 전달은 공압이나 유압을 이용한 운동의 전달 방식을 말한다.

4. 운동의 성질

운동의 성질에서 운동을 하고 있는 모든 물체는 임의의 순간에서는 어느 한 점을 중심



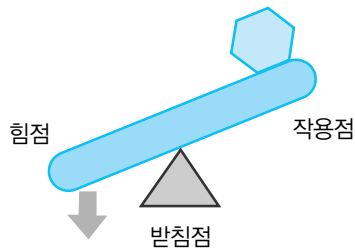
으로 운동을 한다면, 이러한 각 순간의 회전중심을 그 물체의 순간 중심이라고 하며, 물체를 특별한 위치로 움직이기 위하여 필요로 하는 최소한의 독립적인 입력 인자(변수)의 수를 자유도라 한다.

5. 기계 요소

앞에서 살펴본 다양한 액추에이터와 같이 구동장치로 사용되는 것 이외에도 구동장치에서 전달되는 힘이 최대한 잘 전달되고, 전달되는 힘의 방향을 전환하는 등의 역할을 할 수 있도록 하는 다양한 기계 요소가 응용된다. 그 응용 부분의 원리에 대해 살펴보자.

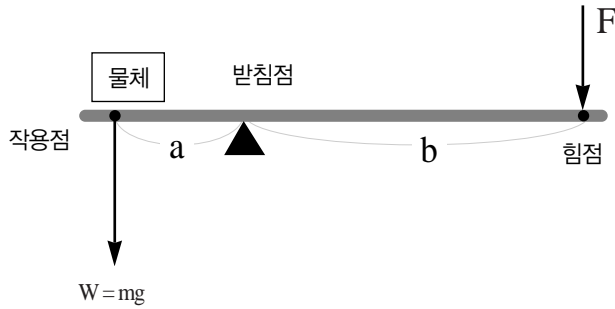
1) 지레

무거운 돌덩어리를 들어 올릴 때 어떤 점에 막대를 받쳐서 힘을 가하면 쉽게 들어 올려지는 것을 보았을 것이다. 이처럼 지레는 받침과 막대를 이용하여 작은 힘으로 물체를 쉽게 움직이게 하는 도구를 말하는 것으로 BC220년경 아르키메데스에 의해 발견되었다. 지레는 막대를 받치고 있는 받침점, 힘이 가해지는 힘점, 물체에 힘이 작용하는 작용점으로 나뉜다.



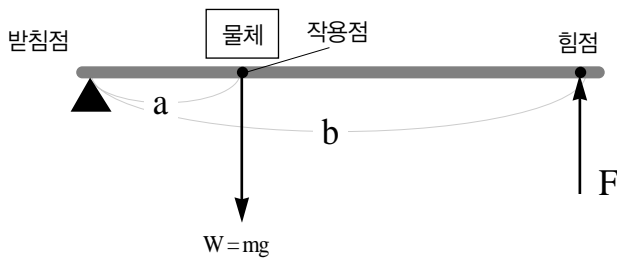
〈그림 2-1〉 지레의 원리

지레는 받침점, 힘점, 작용점의 위치가 어디인가에 따라 3가지 종류로 나뉘며, 1종 지레, 2종 지레, 3종 지레라고 부른다. 각종의 지레에 대해 살펴보자.



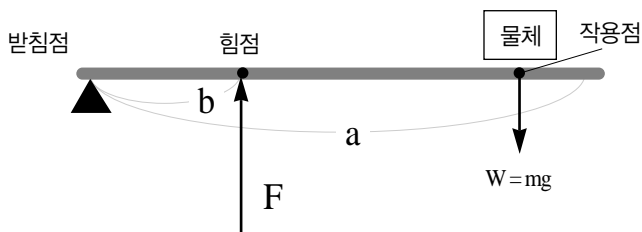
〈그림 2-2〉 1종 지레의 원리

〈그림2-2〉와 같이 1종지레는 받침점이 작용점과 힘점 사이에 있는 것으로 시소, 가위, 장도리가 있으며,



〈그림 2-3〉 2종 지레의 원리

또한, 2종 지레는 〈그림2-3〉과 같이 작용점이 받침점과 힘점 사이에 있는 것으로 병뚜개, 작두가 있고,



〈그림2-4〉 3종 지레의 원리

마지막으로 3종 지레는 〈그림 2-4〉의 예와 같이 힘점이 받침점과 작용점 사이에 있는 지레이며 핀셋, 낚시대, 족집게 등이 있다.

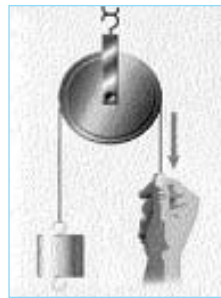


2) 도르래

지레의 원리를 이용한 것이라 할 수 있는 도르래는 풀리라고도 하며, 바퀴의 일종으로 벨트나 끈을 바퀴의 홈에 끼어 무거운 짐을 아래에서 위로 끌어올릴 때 사용되는 도구로, 힘의 방향을 바꿔주거나 힘의 크기를 변화하게 하는 작용을 하게 되며, 고정도르래, 움직 도르래, 복합도르래로 나뉜다.

① 고정도르래

우물의 두레박, 엘리베이터가 대표적인 예로, 힘의 방향만 바꿀 수 있으며, 힘의 변화에 는 영향이 없다.



〈그림 2-5〉 고정도르래

② 움직도르래

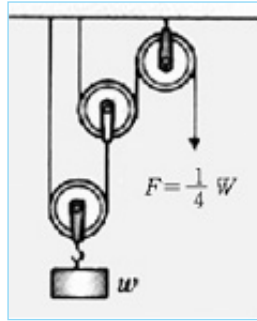
힘의 방향은 변화가 없고 물체의 무게와 도르래의 무게를 합한 것의 반만큼의 힘으로도 작용할 수 있다.



〈그림2-6〉 움직도르래

③ 복합도르래

고정도르래의 힘의 변화에 대한 영향이 없는 것과 움직도르래의 힘의 방향에 대한 변화가 없는 단점을 보완하기 위해 고정 도르래와 움직도르래 함께 사용한다.



〈그림2-7〉 복합 도르래

6. 전동 요소

기계가 일을 하기 위해서는 외부로부터 에너지를 받아 이를 전달 또는 변환하는 부분이 필요하며, 이러한 곳에 사용되는 기구를 전동 기구라 한다. 전동 기구는 어떤 기계요소를 사용하는가에 따라 기구의 운동 특성, 전동 효율 등이 다르게 나타난다.

1) 나사

나사는 환봉의 바깥쪽 또는 둥근 구멍의 안쪽을 따라 나선 모양의 산과 홈을 만든 것이다. 핸드 탭과 다이스를 이용하거나 선반, 밀링 머신, 드릴링 머신 등으로 절삭 가공하여 만들 수 있고, 건조하여 만드는 방법도 있는데, 필요에 따라 열처리하여 사용하며, 부품의 체결, 고정, 거리 조정, 동력의 전달 등에 주로 사용한다.

2) 기어

기어는 톱니가 달린 바퀴의 일종으로 2개 또는 그 이상의 축 사이에 힘을 전달하거나 힘의 방향, 속도를 변경할 수 있다. 기어는 톱니의 물림에 따라 평형기어, 교차기어, 엇갈



림기어로 나뉘는데, 이것은 다시 톱니의 형태에 따라 평기어, 베벨기어, 랙기어, 워기어, 피니언 기어 등이 있다.

기어형태	기어종류	설 명
평형기어	스퍼기어	가장 흔히 사용되는 기어이며 평기어라고도 한다. 두 축이 평행으로 기어의 이가 맞물려 회전하게 되어 회전 방향은 역방향이 된다. 시계, 내연기관 등에 주로 사용된다.
평형기어	헬리컬기어	이가 축과 경사지며, 물림이 원활하여 스퍼기어 보다 회전이 용이하고, 소음이 적은 특징을 가진다. 단, 축 방향으로 하중이 작용하므로 힘을 받는 스러스트 베어링(thrust bearing)이 필요하다. 공작기계, 크랭크 축기어 등에 사용한다.
	레크기어	평면상에 이가 만들어져 있으며, 회전 운동을 직선 왕복 운동으로 바꾸거나 직선 왕복 운동을 회전운동으로 바꿀 때 사용된다. 사진기 삼각대, 자동차 조향장치 등에 응용된다.
교차기어	베벨기어	원뿔의 표면에 톱니를 만들었으며, 운동의 방향을 직각 방향으로 바꿀 때 사용하게 된다. 자동차 구동장치, 핸드드릴 등에 사용된다.
엇갈림기어	워기어	웜은 나사 모양으로 되어 회전 속도를 크게 낮출 때 사용한다. 감속장치에 사용된다.



스퍼기어



헬리컬기어



레크기어



베벨기어



워기어

〈표2-1〉 기어의 종류

기어는 마찰차의 원주 접촉면에 이를 만들어 운동을 전달하는 기계요소로, 이가 서로 맞물려 직접 접촉하여 전동을 한다. 동력 전달, 변속, 회전 방향의 변환 등을 위하여 널리 사용되고 있다. 기어의 종류에는 스퍼기어, 헬리컬기어, 랙과 피니언, 베벨기어, 워기어, 하이포이드기어 등이 있다.

3) 캠

종동절에 원하는 운동을 시키기 위해 만들어진 특수한 모양을 한 직선 또는 회전 운동을 하는 원동절을 캠이라 하며, 운동 전달은 미끄럼 접촉, 구름 접촉 등으로 이다. 전동을 위해서는 캠, 종동절, 틀의 세 개의 링크가 조합되어 관계 운동을 하는데, 이것을 캠기구라 한다. 캠의 종류에는 접점이 그리는 곡선의 형태에 따라 평면 캠과 입체 캠으로 나뉘는데, 접점이 그리는 선이 평면인 캠을 평면 캠, 접점이 그리는 선이 공간 곡선인 캠을 입체 캠이라 한다.

4) 벨트

동력을 전달하는 두 축의 사이가 비교적 멀리 떨어져 있는 경우, 동력을 전달하거나 변속시키려면 각 축에 벨트 풀리(belt pulley)를 고정하고, 여기에 벨트를 걸어 회전력을 전달한다. 벨트와 풀리면과의 마찰력에 의하여 동력이 전달되므로 정확한 회전수를 얻기 어려우나, 무리한 힘이 걸릴 때에는 안전하다는 이점이 있다. 벨트의 종류에는 평 벨트, V벨트, 타이밍 벨트 등이 있다. 벨트와 같은 기구에는 체인과 로프 등이 있다.

5) 링크 기구

여러 개의 기계요소가 서로 짝을 이루고 차례로 연결되어 있는 것을 연쇄라 하며, 연쇄를 이루는 각각의 기계 소를 링크 또는 절이라 한다. 또, 몇 개의 링크가 핀으로 결합된 것을 링크 기구라 하는데, 링크 기구에는 4개의 링크로 짝을 이루는 한정 연쇄가 대부분을 이루고 있다.

- ① 4절 회전 기구는 4개의 링크가 4개의 회전축으로 연결된 기구를 말하는데, 레버 크랭크 기구, 이중 크랭크 기구, 이중 레버 기구 등이 있다.
- ② 슬라이더 크랭크 기구는 4절 회전 기구를 병형 시킨 것이다. 즉 4개의 짝 중에서 3개가 회전축이고, 1개가 미끄럼축으로 이루어진 링크이다.



7. 기계와 기구의 응용

1) 왕복운동 장치

왕복운동 장치는 제한된 거리를 반복하여 이동하는 운동을 말한다. 자동화 장치에서 직접 왕복운동은 공압 및 유압 실린더나 선형 전동기, 솔레노이드 등과 같이 액추에이터를 직접 이용하거나, 회전 운동을 하는 전동기와 진동기구와의 조합에 의하여 얻을 수 있다.

- ① 볼나사를 이용한 이송장치 : 회전 전동기와 결합된 볼나사는 공작 기계나 산업용 기계, 여러 가지 자동화 장치 등에서 이송 장치로 가장 널리 사용되고 있다.
- ② 캠에 의한 왕복 운동 기구 : 캠을 이용하여 종동절을 직선으로 왕복 운동 시키는 장치이다.
- ③ 래크와 피니언을 이용한 양 끝 감속 운동 기구 : 래크와 피니언은 볼 나사, 기어 등과 같이 등속(균등)변환 기구로, 원동절의 속도 특성이 종동절에 그대로 전달 되는 장치이다.
- ④ 유체를 이용한 고정 장치 : 고정 장치는 가공, 조립 등의 작업 공정에서 일감이 움직이지 않도록 잡아 주는 장치이다. 일감을 쉽고 빠르게 고정할 수 있어야 하며, 작업 중에 일감이 움직이지 않도록 충분한 힘으로 고정해 주어야 한다.

2) 간헐 운동 장치

간헐 운동은 움직임과 정지를 교대로 반복하는 운동을 말한다. 간헐운동 장치는 연속 운동을 하는 원동절에 의하여 종동절이 운동과 정지를 반복하는 장치를 말하며, 종동절의 속도나 가속도의 변화가 심하여 고속 운동을 필요로 하는 장치에 사용하기에는 어려움이 있다.

- ① 래크와 피니언을 이용한 간헐 운동 장치 : 래크와 피니언은 직선운동을 회전운동으로, 회전운동을 직선 운동으로 변환하는 기구이다. 래크와 피니언을 연결 기구로 하고, 한 방향 클러치로 연결하여 간헐 운동을 얻을 수 있다.
- ② 제너바 기구를 이용한 간헐 운동 장치: 제너바 기구는 원동절인 핀 바퀴가 등속 운동할 때 종동절인 제너바 바퀴가 운동 시작과 끝점에서 속도를 감소시키는 기구로, 연속 회전을 간헐 회전으로 바꾸는 장치이다.



로봇의 팔이나 다리 등에 부착되어 있는 모터들을 움직이도록 하기 위해서는 전기적인 에너지 또는 공기의 힘을 이용하는 공압 에너지 등의 어떤 에너지를 이용하여 기계적인 요소인 모터를 움직여 로봇의 팔 또는 다리를 구동되도록 한다. 이렇듯 기계적인 요소를 전기 또는 유압, 공압 등의 에너지원을 통해 움직이게 하는 장치를 액추에이터라고 하며, 에너지 요소에 따라 공압식, 유압식, 전기식 액추에이터라고 불리게 된다. 그 종류를 살펴 보면,

구동방식	액추에이터 종류
공압식	실린더, 공압 모터, 진공발생기 등
유압식	실린더, 유압 모터 등
전기식	DC서보, AC서보, 유도전동기, 솔레노이드 등

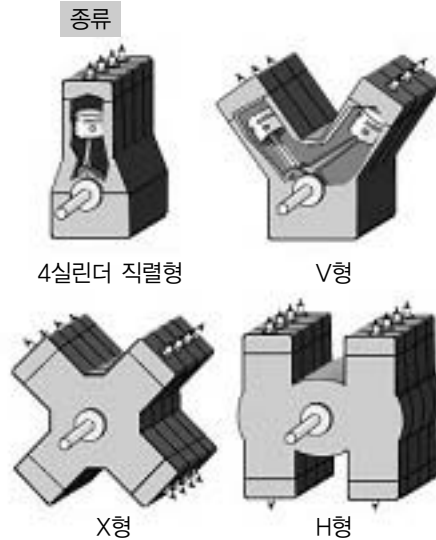
〈표 2-2〉 액추에이터의 종류

1. 실린더

일반적으로 디젤기관이나 가솔린 기관에서 실린더 안에 연료를 공기와 함께 뿜어넣고



점화, 폭발시켜 그 폭발력을 이용해 실린더 내부의 피스톤을 움직이게 하여 구동되는 액추에이터로, 피스톤의 왕복운동으로 생기는 진동을 방지하기 위해 여러 가지 모양으로 배치하게 된다.



〈그림 2-8〉 실린더의 형태

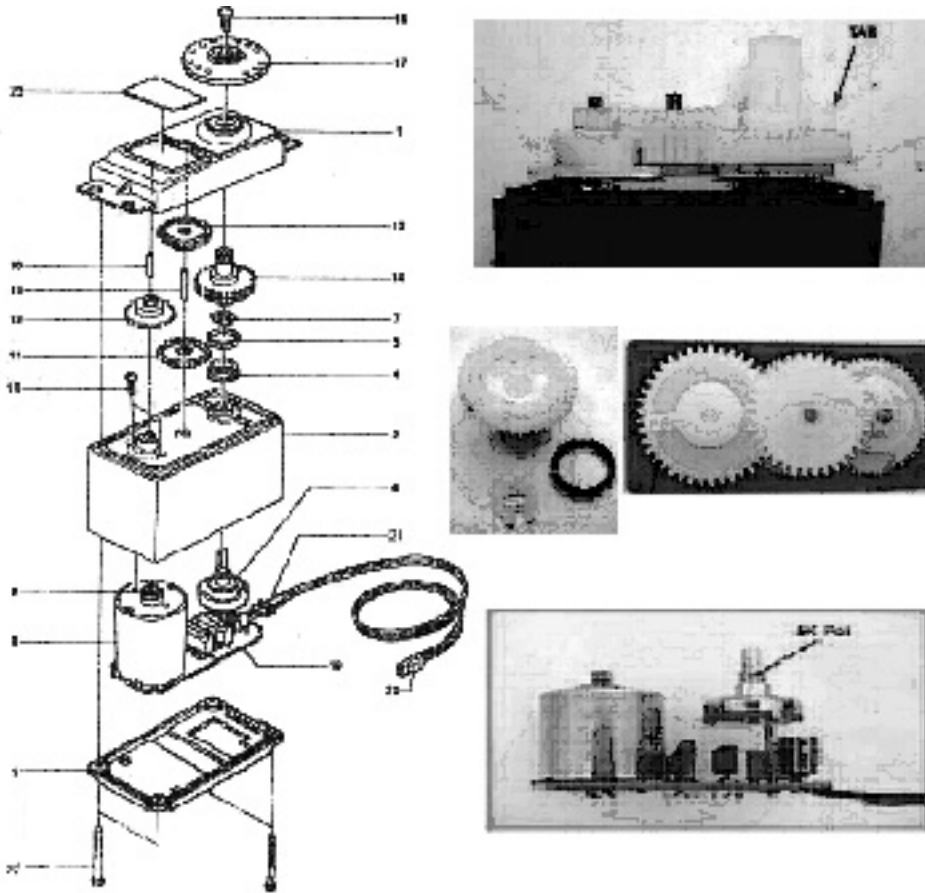
앞에서와 같이 공기의 압력을 이용하여 구동되는 공압식과 압력을 가한 기름에 의해 발생되는 힘을 이용하여 피스톤을 움직이도록 하는 유압식 실린더가 있다.

2. 서보모터

서보 모터는 동력원에 따라 전기식, 공압식, 유압식이 있으며, 빠른 응답과 넓은 속도 제어의 범위를 가진 모터로, 전기식의 경우 전원에 따라 D.C 서보 모터와 A.C 서보 모터로 분류된다.

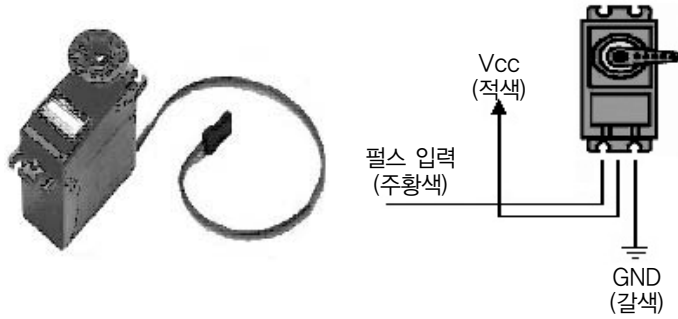
서보(servo)라는 것은 ‘추종한다’, ‘따른다’ 는 의미로, 일반적인 환풍기, 선풍기, D.C 모터와 같이 전원을 공급하면 구동되는 모터와 달리 입력되는 신호 명령에 의해 움직이는 각도를 조정할 수 있으며, D.C 모터에 연결되는 감속기어를 지나 마지막 회전축에 가변 저항을 연결하여, 회전축이 움직인 각도 만큼에 따라서 저항값을 내장된 전자회로에 피드백하여, 입력된 펄스폭에 비례하는 각도를 출력하는 형태를 가지고 있다. 여기서는 로봇

에 주로 사용되는 D.C 서보 모터에 대해 알아보자.

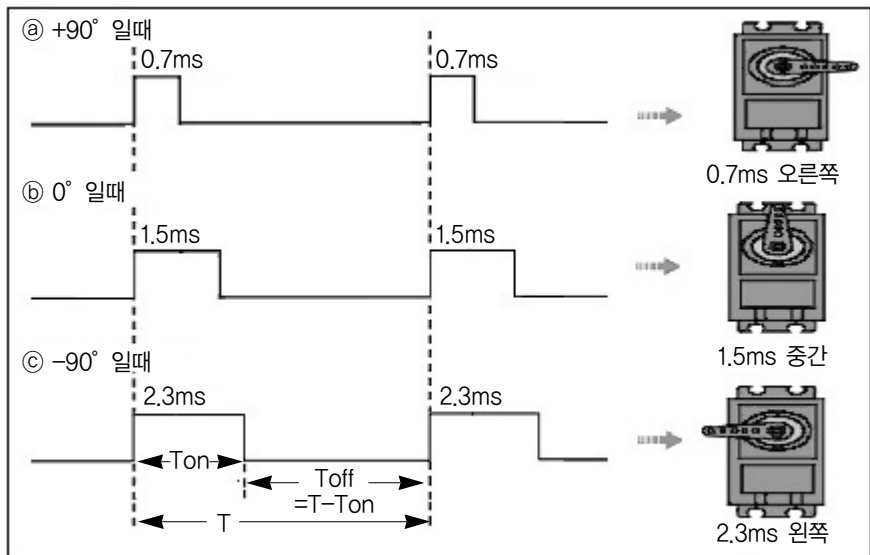


〈그림2-9〉 DC 서보 모터

〈그림 2-9〉에서와 같이 모터의 축에 연결되는 감속 기어 중 바퀴 축과 연결되는 기어에 회전 각도를 180도 이내로 제한하는 돌기를 두고 있으며, 입력되는 펄스의 폭에 의해 구동되는 각도를 조절하고, 특정 각도를 유지할 수 있도록 하는 구조로 되어 있어 주로 무선 조정 비행기, 2축 보행 로봇, 뱀 로봇, 얼굴 표정 로봇 등에 많이 사용되고 있다.



〈그림2-10〉 하비HES288 D.C 서보모터



〈그림2-11〉 펄스의 폭

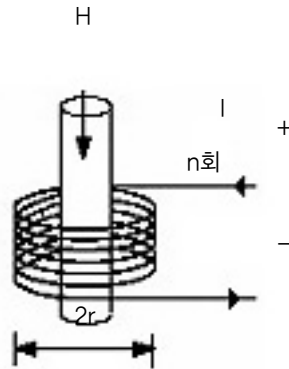
〈그림2-11〉과 같이 입력되는 펄스의 폭에 따라서 특정 각도로 유지가 된다.

3. 솔레노이드

솔레노이드란 원통형으로 코일을 감고 원통 내부에 철심을 넣고 코일에 전류를 흘리게 되면 코일에서 발생하는 자력에 의해 원통형 내부의 철심이 일정 방향으로 직선운동을 하

는 것을 이용하는 구동장치이다. 주변에서 쉽게 볼 수 있는 솔레노이드 장치는 가정집에서 대문에 달린 초인종을 누르면 거실에서 버튼을 눌러 대문을 열어주는데 이때 '탁' 하는 소리를 내면서 열리는 개폐장치 등이 있다.

1) 동작 원리



〈그림2-12〉 솔레노이드

〈그림 2-12〉와 같이 지름이 $2r$ 인 원통에 n 회 도선을 감고 전류를 흘려 주면 원통 내부에 발생하는 자기장에 의해 자기장의 세기 H 를 구할 수 있다. 이때 원통의 원주를 L 이라고 하면 자기장의 세기 $H = ((n \times I \times L) / 4r) + (L/4)$ 이 된다.

이 자기장의 세기에 따라서 전류를 흘려주었을 때 철심이 원통의 중심으로 흡입되는 흡입력을 조정하여 동작 속도를 결정할 수 있게 된다.

2) 사용 예

- ① 거실에서 멀리 떨어진 대문을 여닫을 수 있는 도어 개폐장치
- ② 원격지에서 자동차의 문을 여닫을 수 있는 개폐장치
- ③ 컨베이어에서 물건의 양/불량을 추출하여 특정 위치로 떨어뜨리는 장치
- ④ 세탁기의 세탁조 개폐장치



1. 센서의 종류와 쓰임새

로봇이 이동하는 중에 막다른 골목에 이르렀을 때 되돌아 나오기 위해서는 벽을 감지할 수 있는 센서로 벽이 있는지 없는지를 감지하여 벽을 피해 움직이도록 하여야 한다. 이처럼 로봇이 온도, 빛, 벽의 유무, 무게, 휘어짐의 정도 등을 감지하도록 다양한 센서를 통해 주변 환경에 대한 정보를 얻어 전기적 신호로 바꿔 로봇이 판단할 수 있도록 하고 있다. 여기서는 여러 가지 종류의 센서에 대해 알아보고 각 센서의 쓰임새에 대해 살펴보기로 한다.

1) 센서의 정의

온도, 압력, 습도 등 여러 가지의 물리량을 검출하거나 판별, 측정하는 기능을 갖춘 소자라는 의미를 가지고 있으며, 일반적으로 물리적으로 측정된 양을 전기적으로 바꾸어 시스템에서 필요로 하는 외부의 환경에 대한 정보를 전달하는 소자라고 할 수 있다. 사람은 주변 환경에 대한 정보를 청각, 시각, 후각, 미각, 촉각에 의해 주위의 온도, 주변 사물의 형태, 맛, 냄새 등의 정보를 알 수 있듯이 로봇도 주변 환경의 온도, 사물의 형태, 주변의

소리 등을 알기 위해서는 각각의 정보를 취득해서 전달해 줄 수 있는 전기/전자 부품을 사용하여야 한다. 특별한 기능을 통해 물리적 정보를 취득할 수 있는 것만이 센서가 아니라, 마이크론과 같이 일반적으로 사용되는 전기/전자부품이더라도 물리적 정보를 전달해 줄 수 있다면 센서라고 불릴 수 있다. <표 2-3>은 여러 가지 센서들 중에서 사람의 오감에 해당하는 대표적인 센서들을 나타낸 것이다.

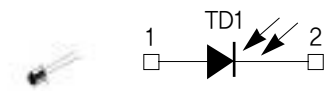
감각	기관	액추에이터 종류
시각	눈	포토다이오드, 컬러센서, 카메라
청각	귀	정전 용량형 마이크론
후각	코	가스센서
미각	혀	바이오센서, 이온센서
촉각	피부	피부 온도센서, 터치센서, 압력센서 등

<표 2-3> 센서의 분류

1) 빛감지센서(광센서, 적외선 센서)

빛감지센서는 사람의 눈에 해당하는 시각 정보를 얻을 수 있는 센서들을 말하는 것으로서 빛의 파장에 따라 분류되는 적외선, 자외선, 가시광선 중에서 적외선이나 자외선을 비추어 반사되는 정도에 따라 로봇이 진행되는 방향에 벽이 있는지 어떠한 물체가 있는지를 감지하거나, 포토다이오드와 같이 가시광선이 닿으면 동작하는 방법에 따라 빛을 활용하여 사물을 인식하거나 주변의 환경을 인식할 수 있는 센서류를 빛감지센서라 부르기도 하며, 여기에는 포토다이오드, 포토트랜지스터, 포토 인터럽트, CdS 광도전 센서, 광전센서, 적외선 센서, 컬러센서가 있다.

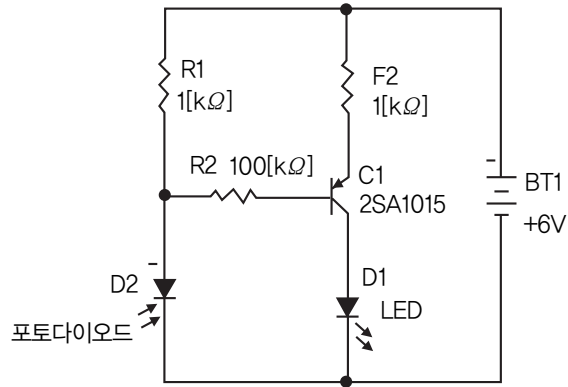
① 포토다이오드



<그림 2-13> 포토다이오드의 기호와 실제 모양



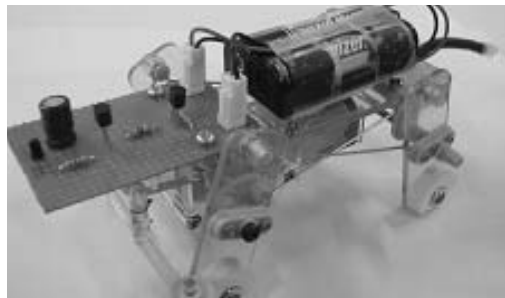
포토다이오드는 빛감지센서 중에서 가장 간단한 센서로 위 그림에서처럼 빛이 감지되면 전류가 흐르게 된다. 자외선에서부터 적외선까지 넓은 범위를 감지할 수 있는 특징을 가지고 있으며, 작은 빛에서도 감지할 수 있다. 주로 조도계, 카메라의 노출감지, 연기감지에 응용되어 사용된다.



〈그림2-14〉 포토다이오드를 사용한 회로의 예

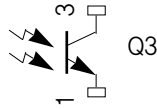
〈그림 2-14〉는 포토다이오드를 이용해 LED를 ON/OFF하는 간단한 회로를 예를 들었다. 회로에서와 같이 D2 포토다이오드에 빛이 비추지면 다이오드와 같은 역할로 전류가 흐르게 되고, 이에 따라 Q1 T.R 베이스에는 거의 전류가 흐르지 않아 이미터와 컬렉터 사이가 도통되어, D1 LED에 전류가 공급되어 LED가 ON된다.

이때 LED를 대신하여 로봇의 모터를 구동하게 되면 아래 그림과 같이 기계식으로 전원 공급만으로 동작하는 로봇을 포토다이오드를 이용해 빛에 따라 이동하는 로봇으로 변형할 수 있다.



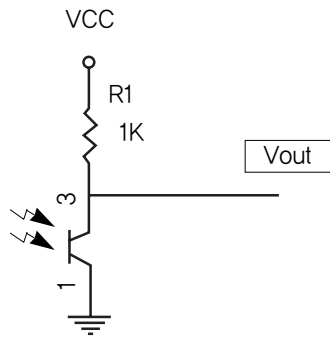
〈그림2-15〉 개조된 빛 감지 로봇

② 포토트랜지스터



〈그림2-16〉 포토트랜지스터의 기호

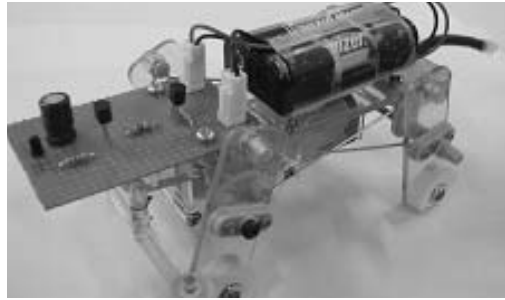
포토트랜지스터는 일반적인 트랜지스터의 베이스단자를 빛 감지 단자로 변형하여 만들어진 것으로 포토다이오드와 유사하게 사용되며, 저주파의 빛을 감지하는 데 주로 이용되고 있다.



〈그림2-17〉 포토트랜지스터의 기본 회로

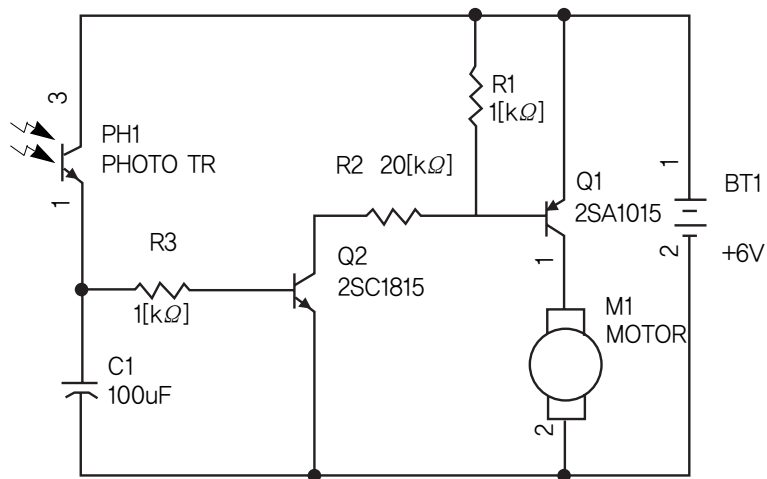
〈그림 2-17〉에서와 같이 포토트랜지스터가 빛을 감지하면, 컬렉터에서 이미터로 전류가 흐르게 되어 컬렉터 단자 또는 이미터 단자에서 신호를 검출하여 사용할 수 있다. 컬렉터 단자에서 신호를 검출하여 사용할 경우 빛이 감지되면 '0'의 신호가 출력되고, 빛이 감지되지 않으면 '1'의 신호를 출력하고 있어 빛의 감지 여부에 대해 반전된 출력을 얻을 수 있고, 이미터 단자에서 신호를 검출한 경우 빛의 감지 여부에 대해 동일한 출력을 얻을 수 있다. 앞에서 설명한 포토다이오드보다는 반응 속도가 약간 늦지만, 출력되는 전류가 크다는 특징이 있다.

〈그림 2-18〉은 앞에서 설명된 포토다이오드를 이용한 개조된 빛 감지 로봇을 포토트랜지스터를 이용하여 개조할 수 있도록 한 예를 나타내었다.



〈그림 2-18〉 개조된 빛 감지 로봇

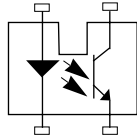
〈그림 2-19〉 회로를 살펴보면, PH1 포토트랜지스터에 빛이 비추지면 R3 저항을 통해 Q2 T.R 베이스 단자에 전류가 공급되고, 컬렉터와 이미터 사이가 도통되어 전류가 흐르게 되어 Q1 T.R 베이스 단자의 전류가 차단되게 된다. Q1 T.R 베이스 단자에 전류가 차단되어 이미터와 컬렉터 사이가 도통되어 모터에 전류가 공급됨으로써 모터를 회전하여 로봇이 이동하게 된다. 일정 시간 후에 PH1 포토트랜지스터에 비추지는 빛을 차단하면 Q2 베이스 단자에는 C1 콘덴서에 충전된 전압이 계속 공급되어 빛이 차단되어도 일정 시간 로봇의 구동이 유지되도록 하고 있다. C1 콘덴서의 전하가 모두 방전되면 Q2 베이스 단자에 전류가 차단되어, Q1 베이스 단자에 전류가 공급되어 Q1 T.R의 이미터와 컬렉터가 차단되어 모터에 전류가 공급되지 않아 로봇이 정지하게 된다.



〈그림 2-19〉 빛 감지 로봇에 응용된 포토트랜지스터 회로

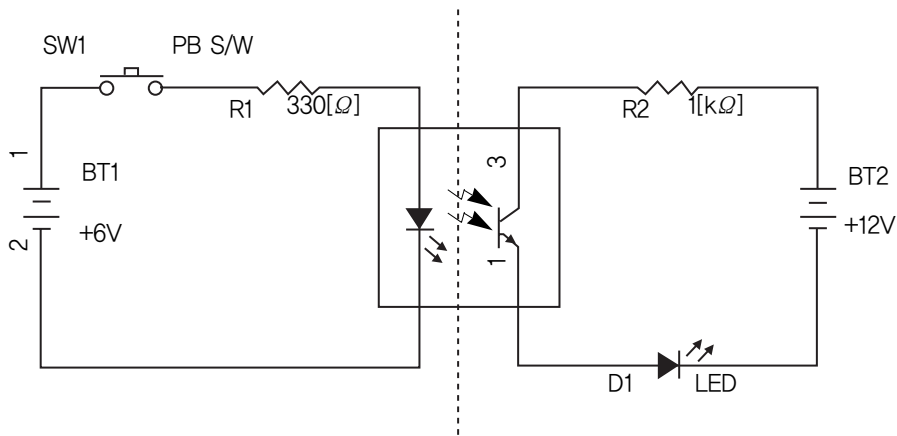
③ 포토인터럽터

포토인터럽터는 발광부와 수광부를 한 개의 모듈로 만든 것으로 포토커플러라고 할 수 있다. 아래 그림은 포토인터럽터의 기호를 나타내었다.



〈그림 2-20〉 포토인터럽터의 기호

내부에 장착되어 있는 발광다이오드에 전류를 흘려 빛을 발생시키고 포토트랜지스터에 전달되어 물체를 감지하게 된다. 발광부의 경우 주로 적외선을 발생시키는 적외선 발광다이오드를 사용하고 있으며, 자동 출입문, 소변기 자동세척장치, 로봇 모터의 회전각 측정 등에 응용되고 있다.



〈그림 2-21〉 포토인터럽터의 기본 응용회로

포토인터럽터는 〈그림 2-21〉의 회로에서와 같이 두 개의 각기 다른 전원을 사용하는 회로에서 각각의 회로에 공급되는 전원을 서로 분리하는 데 사용되기도 한다.

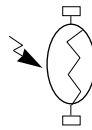
왼쪽의 D.C 6V 전원을 사용하는 회로와 오른쪽의 D.C 12V를 사용하는 회로가 있을 때, 왼쪽의 SW1 푸시버튼 스위치를 누르면 포토인터럽트의 발광다이오드 쪽에 전류가 공급되어 내부에서 ON되면, 포토 트랜지스터에서는 빛을 통해 신호를 전달 받아 동작하



여 오른쪽에 위치한 D1 LED를 ON하게 된다. 이때 D1은 D.C 12V에 의해 동작하게 된다. 이처럼 두 개의 각기 다른 전원 사용하여 회로를 구성하여도 빛을 통해 제어 신호를 전달하게 됨으로 전원간의 영향을 미치지 않아 안정적인 회로를 구성할 수 있게 된다.

④ CdS 광도전 셀

CdS는 빛을 비추면 빛의 강도에 따라 전기적 저항이 변화하여 빛을 감지하게 되는 원리이며, 포토다이오드나 포토트랜지스터 이전부터 빛 감지를 위해 많이 사용되던 센서이다.

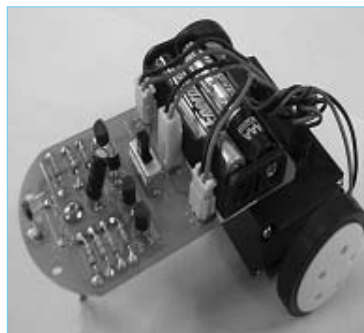


〈그림2-22〉 CdS 광도전 셀의 기호

CdS의 특징은 포토트랜지스터보다 반응 속도가 늦고, 극성이 없어 교류를 사용하는 회로에서도 사용할 수 있으며, 빛이 감지되면 저항값이 변화하는 원리로 빛이 밝아지면 저항값이 작아져 많은 전류를 흘려주게 된다.

예전부터 많은 분야에 응용되고 있어 아침이 되면 자동으로 자명종이 울리게 하거나, 가로등이 밤이 되면 자동으로 켜지게 하는 회로들을 통해 일상 생활에서 쉽게 응용하여 사용할 수가 있다.

아래 그림은 CdS 광도전 셀을 부착하여 레이저 포인트로 CdS 광도전 셀에 레이저 빛이 비추지면 로봇이 이동하는 예를 들었다.



〈그림2-23〉 CdS를 이용한 로봇 예

⑤ 적외선센서

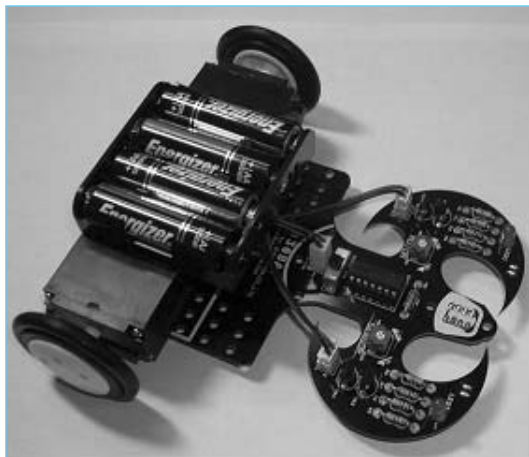
적외선(Infrared)은 스펙트럼으로 봤을 때 나타나는 가시광선의 빨간색의 바깥쪽에 해당하는 빛의 범위를 나타내는 것으로 0.75um~1mm의 범위를 가지는 전자기파로 빛의 파장에 따라 근적외선, 중적외선, 원적외선으로 나뉘게 된다. 적외선 센서는 이 적외선을 이용하여 적외선 발광 다이오드와 수광 다이오드를 이용하여 물체를 감지하게 된다.



〈그림2-25〉 적외선센서의 실제모양

적외선센서는 우리 일상에서 자주 볼 수 있는 가정의 현관문에 사람이 감지되면 밤에 불이 자동으로 켜지게 하는 것이나 텔레비전의 리모컨이나 식당 등 공공장소에서 출입문을 자동으로 여닫게 하는 기능을 통해 많이 사용되고 있다.

적외선 센서를 이용한 로봇은 이 책의 뒷 부분에서 만들게 될 라인을 감지하여 움직이는 라인트레이서 로봇이나 벽을 감지하여 이동하는 마이크로마우스 등에 많이 사용되고 있으며, 손쉽게 응용할 수 있어 로봇이 이동 중에 물체의 유무를 판단하는데 많이 사용된다.

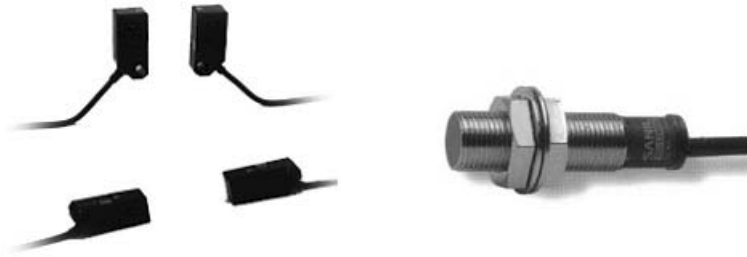


〈그림 2-24〉 적외선 센서를 이용한 라인트레이서 로봇



⑥ 광전센서, 근접센서

앞에서 설명한 포토다이오드나 포토트랜지스터 등은 큰 전류를 사용하고 먼지 등 주변 환경이 악조건인 상태에서는 센서로서의 충분한 역할을 수행하지 못할 수 있으며, 빛에 대한 감지 속도가 아주 빨라야 하는 경우도 많으므로 실제 산업 현장에서는 반응 속도가 빠르고 물체의 판별력이 뛰어나야 되며, 주변의 영향을 적게 받을 수 있도록 하기 위해 광전센서나 근접센서라는 것을 사용하고 있다. 다음 그림은 산업 현장에서 실제 사용되는 광전센서와 근접센서의 실제 모양을 나타내었다.



〈그림 2-25〉 광전센서와 근접센서 실제 모양

3) 터치센서와 소리센서

여기서는 사람의 촉각에 해당하는 기능을 가지는 것중 하나인 터치센서와 청각에 해당하는 기능을 가지는 소리센서에 대해 간략하게 설명하기로 하겠다.

① 터치센서

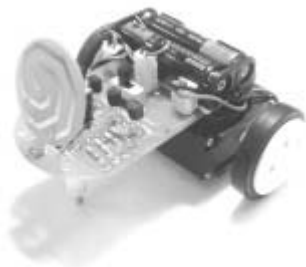
사람의 촉각에 해당하는 기능을 가지는 센서로는 터치센서를 예를 들 수 있다.



〈그림2-26〉 터치센서의 실제 모양

터치센서는 두 개의 전극판을 지그재그로 배치하여 손으로 만지거나 물을 뿌리거나 할 경우, 두 개의 전극판이 붙게 되어 전류가 통하게 한다. 일반 가정집에 있는 초인종 스위치를 응용한 것으로 사람의 손이나, 물이 전기를 잘 흘려주는 도체 역할의 성질을 이용하여 두 개의 전극판을 이용, ON/OFF의 센서로 사용하였다.

아래 그림은 터치센서를 이용하여 만들어진 로봇을 예를 들었다. 이 로봇은 물총을 이용하여 센서판에 물이 묻히면 일정 시간동안 전진하는 기능을 가지고 있다.

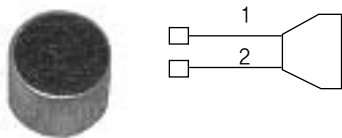


〈그림2-27〉 터치센서를 이용한 로봇 예

이외에도 손으로 만지면 소리를 내거나, 불을 밝히면서 피하거나 하는 등의 기능을 가지도록 응용하여 볼 수 있다.

② 소리센서

사람의 청각에 해당하는 기능을 가지는 센서로는 정전 용량형 마이크로폰을 사용하게 된다. 마이크로폰은 음성 신호를 전기적 신호로 변환시켜주는 물질로 구성되어 있으며, 오디오와 같은 기기를 이용하여 소리를 증폭하여 녹음할 때 입력장치로 사용되고 있다.



〈그림2-28〉 마이크로폰의 기호와 실제 모양

다음 그림은 소리센서를 이용하여 기계식 로봇을 개조한 예를 들어보았다. 마이크로폰



을 통해 입력되는 소리에 대한 전기 신호를 이용하여, 일정 시간 동안 모터를 움직이도록 하는 제어회로를 통해 소리감지 로봇으로 개조한 예이다.



〈그림 2-29〉 기계식 로봇을 소리감지센서로 개조한 모습

4) 그 외의 센서

앞에서 설명한 센서들 이외에도 온도 감지를 위한 온도센서, 습도 감지를 할 수 있는 습도센서, 빛의 반사 정도를 감지하여 그림의 색깔을 감지하는 컬러센서, 자석의 자기를 이용하는 자기센서, 초음파센서, 무게를 측정할 수 있는 압력센서, 기울기를 측정하는 각도센서 등 그밖에 다양한 센서들이 있다.

① 온도센서

외부의 온도나 열을 감지하는 센서로 접촉식과 비접촉식이 있다.

- **측온저항체** : 금속이나 반도체의 저항이 온도에 따라 변화하는 것을 이용해 온도를 측정하는 방식이다.
- **서미스터** : 열에 따라 저항이 변화하는 것을 이용하는 온도 센서이다. 재료에 따라 NTC, PTC, CTR로 분류된다.
- **열전대** : 2가지 서로 다른 금속의 양단에 온도차를 주면 열 기전력이 발생하는 원리인 지벡효과를 이용하는 온도 센서이다.
- **I.C온도센서** : I.C 형태로 만들어진 센서로 'LM35' 와 같이 트랜지스터 형태 또는 다

이오드 형태를 가지며, 온도를 측정하여 전류로 출력하는 방법과 전압으로 출력하는 방법을 쓰고 있다.

- 백금측온체 : 일반적으로 백금, 동, 니켈과 같은 금속은 온도 변화에 따라 전기저항이 변화하는 성질을 이용한 온도센서이다.

② 습도센서

전해질과 같은 물질에 수분이 묻으면 전기저항이나 유전율, 열전도율과 발진주파수 등의 변화에 따라 습도를 측정할 수 있으며, 저항 또는 용량 변화형, 전자파 흡수형 등이 있고, 병원, 클린룸, 에어컨, 가습기, 제습기, 건조기 등에 응용된다.

③ 가스센서

가스의 화학적 성질을 이용하여 공기 중의 특정한 화학적 성분을 감지하여 전기적 신호로 변환하는 센서이다. LPG 가스 등의 가스 누출 경보기, 불완전 연소 검출, 환기용 팬 자동구동 등에 응용된다.

④ 초음파센서

사람이 들을 수 있는 주파수 대역은 16~20KHz 정도로, 이 이하이거나 이상인 경우 사람의 귀로는 들을 수가 없다. 초음파센서는 사람이 들을 수 있는 가청 주파수보다 큰 주파수를 이용하여 거리측정, 물체의 두께 측정 등에 이용되고, 세척기로도 사용된다. 우리가 알고 있는 초음파를 이용하는 동물은 박쥐와 돌고래를 들 수 있다.

⑤ 압력센서

기름과 같은 것을 원통에 넣고 기름의 높이가 변화하는 것을 측정하여 압력을 측정하는 방식과 늘리는 압력에 따라 전기 저항을 측정하는 방식이 있다. 대표적인 압력센서로는 부르동관, 벨로즈, 로드셀 등이 있으며, 압력, 무게, 힘 등을 측정할 수 있다. 압력센서는 변화하는 양에 따라 변화되는 전류값을 측정하게 되는데, 이때 출력되는 전류값이 아주 적으므로 증폭기를 사용하거나 AD변환기를 이용하여 마이크로프로세서에 전달한다.



1. 마이크로프로세서

마이크로프로세서는 컴퓨터 내부에 있는 CPU와 같이 입력되는 정보를 처리하고 외부에 연결되는 장치들을 제어하는 데 필수적인 I.C이다. 마이크로프로세서는 중앙처리장치(CPU)만을 집적회로화 한 것이고, 마이크로컴퓨터는 마이크로프로세서에 기억장치, 입출력 제어장치를 조합하여 형성한 시스템으로 일반적인 컴퓨터를 말하기도 한다. 또한, I.C의 집적기술이 발전되면 마이크로컴퓨터 주변에 있는 기억장치, 입출력장치들을 하나의 I.C로 만들어놓은 것을 원칩마이컴이라 한다.

기술적 명칭에 있어서는 앞서서와 같이 마이크로프로세서와 원칩마이컴의 의미가 다르지만, 일반적으로는 원칩마이컴을 마이크로프로세서라 부르게 되고, 일반 컴퓨터에서 사용되는 마이크로프로세서는 CPU로만 통칭하여 사용하므로, 여기서는 원칩 마이컴을 마이크로프로세서로 부르기로 한다.

마이크로프로세서는 가정에서 사용되는 TV, 세탁기, 휴대전화기, 복사기등 주로 소형 전자제어장치에 주로 사용되며 로봇에서는 빼놓을 수 없는 사람의 두뇌 역할을 수행하게 된다.

우리가 사용하고 있는 원칩마이크의 경우에는 내부에 입출력장치를 비롯하여 타이머, 통신장치, 데이터 메모리, 프로그램 메모리, 레지스터, A/D변환기, 아날로그비교기 등 다양한 기능들이 선택적으로 포함되어 각각의 모델로 나와 있다.

하나의 마이크로프로세서에 서로 다른 기능을 지닌 경우를 패밀리(Family)라고 부르며, 마이크로프로세서 내부의 메모리 크기나 입·출력 포트의 개수등에 따라 여러 회사에서 마이크로프로세서를 제조하고 있기 때문에 각 회사에 따라서 고유명칭을 붙여 어느 회사에서 제조한 것인지 어느 정도의 기능을 가지고 있는지 구분할 수 있도록 하고 있다.

- 인텔사의 경우 8086, 80196, 8051, 80486, 9259, 8254등과 같이 제조하고 있는 마이크로프로세서 및 주변 장치의 이름을 '8'로 시작하도록 하였으나, 최근에는 펜티엄-I, 펜티엄-II등과 같은 이름도 사용하고 있다.
- 모토로라의 경우 6502, 68000, 68010, 68040과 같이 제조하고 있는 마이크로프로세서 및 주변 장치의 이름을 '6'으로 시작하도록 하였다.
- 텍사스 인스트루먼트(TI)사의 경우 이 회사에서 제조되는 마이크로프로세서는 DSP(Digital Signal Processor)라고 불려지는데, TMS320Cxxx와 같이 내부 기능에 따라 번호가 매겨지도록 하고 있다.
- ATMEL사의 경우 AT90S8515, AT90S8535, ATMega8, ATMega128과 같이 8비트 마이크로프로세서에서는 AT90Sxxxx 또는 ATMeagxxx로 매겨지도록 하였다.

컴퓨터를 구성하는 3요소에는 중앙처리장치(CPU), 기억장치(Memory), 입출력장치가 있는데, 이 중에서 중앙처리장치에는 비교와 판단 등을 처리하는 연산장치, 명령어의 해석과 실행을 처리하는 제어장치, 연산 결과를 임시로 저장하는 기억장소인 레지스터인 누산기(ALU)로 구성된다.

마이크로프로세서의 능력에 대한 차이는 내부, 외부와의 데이터를 주고 받을 수 있는 통로 역할을 하는 버스(Bus)를 통해 한꺼번에 주고받을 수 있는 데이터의 크기가 얼마 만 큼인지에 따라 결정된다. 8비트, 16비트, 32비트, 64비트로 구분되며, 한번에 처리할 수 있는 데이터의 크기가 클수록 처리 속도나 능력이 높아진다.



대부분의 초기 단계 로봇에서 사용되는 마이크로프로세서는 대개가 8비트 마이크로프로세서를 많이 사용하고, PDA, 컴퓨터 등 고속 처리와 다양한 기능을 가지는 경우는 32비트나 64비트 마이크로프로세서를 사용한다.

2. 메모리

로봇의 기억장치로 사용되는 메모리는 주제어장치에서 요구하는 데이터를 내보내거나 기록하여 저장하고 있는 역할을 수행한다. 메모리는 한번 저장할 때의 크기를 지정하여 사용하기 때문에 특정 위치의 데이터를 꺼내고 기록하기 위해서는 그 위치를 지정해주는 주소(Address)가 필요하게 된다. 저장용량이 4비트인 메모리의 데이터 저장 내용을 표로 보면 다음과 같다.

어드레스	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	데이터값
000(0번지)	0	1	1	1	0	0	1	1	0x73
001(1번지)	1	1	0	1	0	1	1	1	0xD7
010(2번지)	0	1	1	1	1	0	1	1	0x7B
011(3번지)	0	1	1	1	0	1	1	1	0x77
100(4번지)	0	1	1	1	1	0	0	1	0x7A
101(5번지)	0	1	0	1	0	1	0	1	0x55
110(6번지)	0	0	1	1	0	0	1	1	0x33
111(7번지)	0	1	0	1	1	1	1	1	0x5F

〈표2-4〉 메모리 저장내용

위 표와 같이 메모리에는 번지가 지정되어 각 위치에 2진수로 데이터가 저장된다. 메모리는 CPU내의 누산기(ALU) 및 범용레지스터, 내부 데이터 메모리와 같이 CPU 내부에 포함되는 경우와 CPU 밖의 별도의 소자로 구성되는 외부 메모리가 있다. 내부 메모리의 경우 저용량이며, 명령을 고속 처리할 수 있는 반면, 외부 메모리는 대용량이나 명령 처리 속도가 CPU내부의 레지스터보다는 떨어진다.

CPU 내부의 메모리는 RAM으로 구성되는 명령을 처리하며 연산 결과를 임시로 저장해 놓는 캐시 메모리와 프로그램 실행 위치 등을 저장하는 스택 메모리가 있다. 외부 메모

리는 저장하는 방식과 저장된 데이터를 보존하는 방법에 따라 RAM, ROM, FLASH ROM, EEPROM등으로 나뉘게 되며, CPU 내부에 가지고 있는 누산기, 범용레지스터와 같은 연산 처리용 메모리보다는 메모리는 한정된 저장 능력을 가지고 있어 프로그램 길이나 데이터의 양에 제한을 두어야 한다.

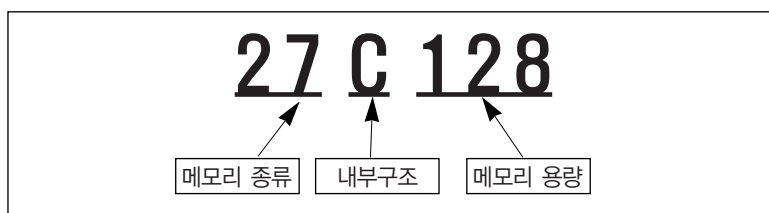
최근에는 외부에 연결되던 프로그램 메모리를 원칩 마이컴 내부에 프로그램이 들어갈 수 있도록 플래시 메모리를 내장되는 경우가 많다. 메모리의 외형에는 메모리의 크기, 메모리의 종류 등을 알아볼 수 있도록 숫자로 표기되어 있어 숫자를 통해서 메모리의 특성을 알아 볼 수 있다.

1) 롬(ROM : Read Only Memory)

롬은 저장된 데이터를 마이크로프로세서에서 읽어보기만 할 수 있는 읽기 전용 메모리를 말하는 것으로 로봇을 움직이는 제어 프로그램이 들어가 있게 된다.

롬(ROM)에 로봇을 작동하는 프로그램을 넣기 위해서는 롬라이터라는 특수한 장비를 이용해야만 하며, 전기를 공급하지 않아도 데이터를 계속 유지하는 특성을 가지고 있다. 롬에 한번 기록된 데이터는 지워지지 않으며, 재활용을 위해 지우고자 할 때는 롬이레이저라는 특수한 장비를 활용해야만 한다.

롬의 명칭은 27C64, 27C128과 같이 어떤 회사의 제품이든지 앞에 '27'이라는 숫자를 붙이도록 되어 있다. 따라서 소자의 명칭이 '27'로 시작되는 것은 롬(ROM)이라 것을 쉽게 알아볼 수 있다. 중간에 'C'는 롬의 내부 회로 구성이 CMOS로 되어 있다는 것이며, 마지막 숫자들은 메모리의 용량을 나타내고 있다. 외형에 표기된 메모리의 용량에 대한 단위는 Kbit이다.



〈그림 2-30〉 ROM의 구분



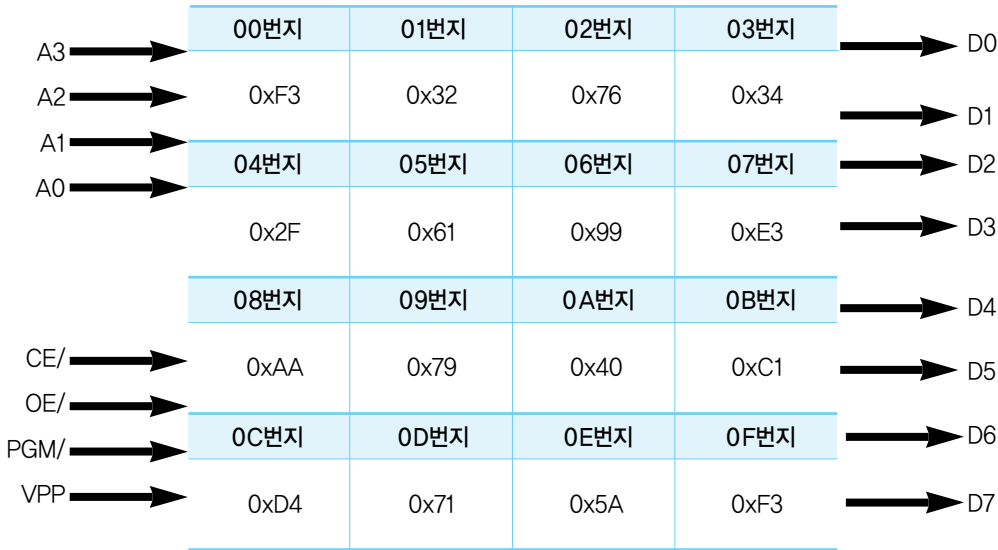
어드레스	크기		부품종류
	비트	바이트	
27C32	32K	4K	ROM
27C64	64K	8K	
27C128	128K	16K	
27C256	256K	32K	
27C512	512K	64K	
27C010	1024K	128K	
27C020	2048	K256K	

① 롬(ROM)의 동작

예를 들어 16바이트의 메모리 용량을 가지고 있는 ROM 있다고 할 때, 16바이트의 데이터를 읽기 위해서는 각 데이터마다 주소가 지정되어야 하므로 4개의 어드레스(A0, A1, A2, A3)가 필요할 것이다.

A3	A2	A1	A0	지정된 위치
0	0	0	0	0번지 지정
0	0	0	1	1번지 지정
0	0	1	0	2번지 지정
				●
				●
				●
1	1	1	0	14번지 지정
1	1	1	1	15번지 지정

8비트 데이터 메모리라고 하는 것은 데이터가 저장될 때 8비트 단위로 저장이 된다는 뜻이므로 8개의 데이터 버스와, 16바이트의 메모리 용량을 가지므로 4개의 어드레스 버스가 있어야 한다.



〈그림2-31〉 ROM 동작과 신호 연결

〈그림2-31〉과 같이 4개의 어드레스와 8개의 데이터 비트를 가지고 롬(ROM)을 제어하기 위해 몇 개의 신호선이 연결되고 내부에는 초기값이 있다고 가정하여 롬(ROM)의 동작을 살펴보면, /PGM과 VPP는 롬라이터를 이용하여 롬(ROM)에 프로그램 데이터를 써 넣을 때 사용하는 단자로 일반적인 회로에서는 사용하지 않는다. 따라서 이 부분은 회로 설계시 +5V에 연결시켜 놓기만 하면 되며, /CE단자는 Chip-Enable의 약자로 롬(ROM)에서 데이터를 읽어가기 위해 롬(ROM)의 대문을 여는 열쇠라고 생각하면 된다.

‘/CE’는 앞장에서 설명한 로우액티브(Low Active)동작을 나타내는 것을 ‘0’의 신호가 입력되어야 동작을 한다는 뜻이다. 즉, ‘0’의 신호를 ‘/CE’ 단자에 연결하면 롬(ROM)의 데이터를 읽어갈 수 있도록 대문이 열린다는 뜻이다.

‘/OE’는 Out Enable의 약자로 롬(ROM)의 데이터를 읽어가기 위해 대문을 열고 들어와, 롬의 데이터를 읽어가도록 허가를 받아야하는데, 이것이 ‘/OE’ 단자이다. 이 단자도 ‘/CE’ 단자와 마찬가지로 ‘0’의 신호가 들어와야 롬의 데이터를 읽어가도록 허가해 주는 로우액티브(Low Active) 동작을 하게 된다.

정리해 보면, 롬에서 데이터를 읽어가기 위해서는 ‘/CE’ 단자와 ‘/OE’ 단자에 ‘0’의 신호를 인가해 주어야 원하는 메모리 위치의 데이터를 읽어갈 수 있다.



- 그림<3-31> 에서 0x0A번지의 데이터를 얻어가기 위해서는
 - ☞ ‘/CE’ 단자와 ‘/OE’ 단자에 ‘0’의 신호를 인가하고,
 - ☞ 어드레스 A0~A3까지를 0x0A이 되도록 A3=1, A2=0, A1=0, A0=0의 신호를 주면,
 - ☞ 롬(ROM)에서는 0x0A번지의 데이터 0x4D를 데이터버스 D0~D7에 실어서 내보내준다.

앞에서 설명한 것과 같이 16바이트 메모리 용량을 가진 롬(ROM)의 모든 영역을 읽어 오기 위해서는 A0~A3번까지 4개의 어드레스가 필요하다. $16 = 2^4$ 이므로 4개의 어드레스를 가지게 된다는 것을 알 수 있듯이, 27C64는 8Kbyte 용량을 가지므로 A0~A12까지의 어드레스 라인이 존재한다는 것을 알 수 있다.

2) 램(RAM : Random Access Memory)

램(RAM)은 마이크로프로세서 회로 상에서 데이터를 읽고 쓰기를 모두 할 수 있으나, 전원이 끊어지면 저장하고 있던 데이터를 모두 잃어버리게 된다. 프로그램이 실행되면 연산과정에서의 임시저장 등의 역할을 하고 있어 데이터 메모리라 부르기도 하며, 전원을 차단하면 데이터를 잃어버려서 휘발성 메모리라 부르기도 한다.

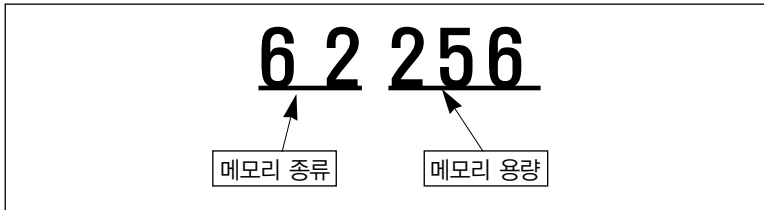
램(RAM)은 SRAM(Static RAM)과 DRAM(Dynamic RAM) 두 가지 종류가 있다.

종류	D-RAM	S-RAM
가격	가격이 싸다	가격이 비싸다
접적도	접적도가 높다	접적도가 낮다
주용도	PC 혹은 영상메모리	산업용 메모리

산업용이나 일반 자동화 장치 혹은 로봇등에서는 주로 S-RAM을 사용하고 있어 여기서는 S-RAM에 대해서만 다루도록 하겠다.

램(RAM)의 명칭은 롬(ROM)에서와 마찬가지로 6264, 62128과 같이 어떤 회사의 제품 이든지 앞에 ‘62’라는 숫자를 붙이도록 되어있다. 따라서 소자의 명칭이 ‘62’로 시작되

는 것은 램(RAM)이라 것을 쉽게 알아볼 수 있다. 마지막 숫자들은 메모리의 용량을 나타내고 있다. 외형에 표기된 메모리의 용량에 대한 단위는 Kbit이다.



〈그림2-32〉 RAM의 구분

부품명	크기		부품종류
	비트	바이트	
6264	64K	8K	RAM
62128	128K	16K	
62256	256K	32K	
6281128	1024K	128K	

① 램(RAM)의 동작

램(RAM)의 동작도 롬(ROM)의 동작과 거의 비슷하다고 말할 수 있다. 예를 들어 16바이트의 메모리 용량을 지니고 있는 램(RAM)이 있다고 하면, 롬(ROM)과 마찬가지로 어드레스는 4개(A0, A1, A2, A3)가 필요할 것이다.

A3	A2	A1	A0	지정된 위치
0	0	0	0	0번지 지정
0	0	0	1	1번지 지정
0	0	1	0	2번지 지정
●				
●				
●				
1	1	1	0	14번지 지정
1	1	1	1	15번지 지정



어드레스를 4개 사용하면 위와 같이 0~15번지까지 지정할 수 있어 총 16개의 데이터를 저장할 수 있다. 또한 롬(ROM)과 같이 램(RAM)에서도 데이터 비트는 D0~D7까지로 8비트를 사용하게 되어 한 개의 데이터 영역은 0~255까지 표현할 수 있게 된다. 램(RAM)의 외형도와 초기에 입력되어 있는 데이터들이 다음과 같다고 가정하여 램(RAM)의 동작을 살펴보면,

<그림2-33>에서와 같이 /CS1, CS2, /WE, /OE 신호를 이용하여 램(RAM)에 데이터를 읽고, 쓰기 위해 각 신호선에 입력되어야 하는 신호에 대해 살펴보면,

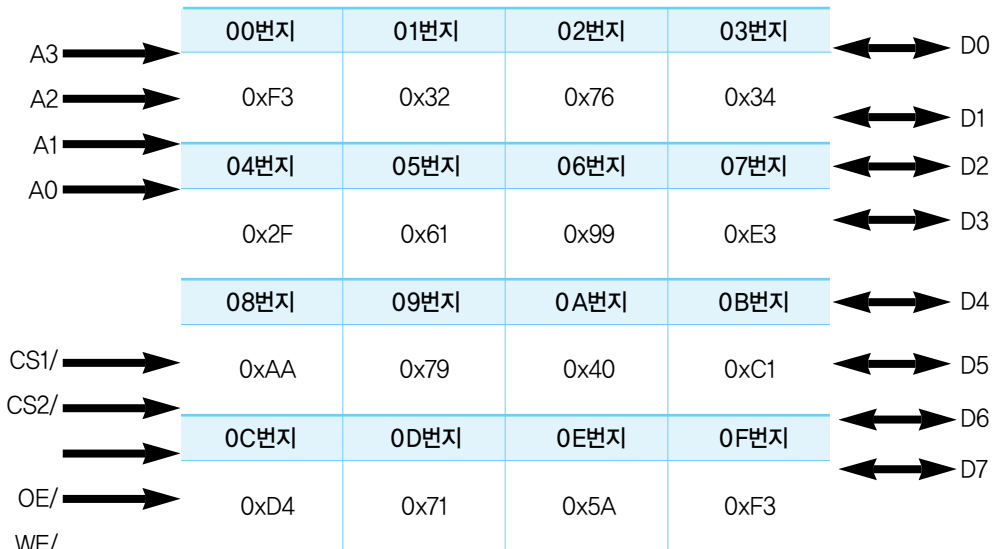
종류	/CS1	CS2	/WE	/OE
램(RAM)에 데이터 쓰기	0	1	0	1
램(RAM)에 데이터 읽기	0	1	1	0

<그림2-33> RAM 동작과 신호 연결

롬(ROM)에서와 같이 'CS1' 과 같이 '/' 가 붙은 경우는 로우액티브(Low Active) 동작을 하게 되므로, '0' 의 신호를 인가해주어야 동작하게 된다.

'WE' 는 Write Enable의 약어로 데이터를 쓰기 위해서는 이 단자에 '0' 의 신호가 인가되어야 하고, 'OE' 는 Open Enable의 약어로 데이터를 읽기 위해서는 이 단자에 '0' 의 신호가 인가되어야 한다.

■ 0x0B번지의 데이터 읽기



CS1	CS2	/WE	/OE	A3	A2	A1	A0
0	1	1	0	1	0	1	1
램에서 데이터를 읽어오기 위해 '/CS1'에 '0'을 입력해 대문을 열고, '/OE'에 '0'을 입력해 데이터를 읽어가는 것을 허락받도록 한다.				0x0B번지의 데이터를 읽기 위해 번지값을 A0~A3어드레스에 2진수로 지정한다.			

특정 주소에 있는 데이터를 읽기 위해서는 위와 같은 신호를 램(RAM)에 주면 램(RAM) 내부의 0x0B번지에 있는 데이터 '0x1C'가 D0~D7 데이터 버스에 실려 출력된다. 아래는 데이터 버스를 통해 출력되는 데이터의 비트값이다.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	1	1	1	0	0

■ 0x0C번지에 데이터 0xFB를 쓰기

/CS1	CS2	/WE	/OE	A3	A2	A1	A0
0	1	0	1	1	1	0	0
램에서 데이터를 쓰기 위해 '/CS1'에 '0'을 입력해 대문을 열고, '/WE'에 '0'을 입력해 데이터를 기록하게 허락을 요청한다.				0x0C번지에 데이터 버스로 입력된 값을 기록하도록 주소를 지정한다.			

특정 주소에 있는 데이터를 쓰기 위해서는 위와 같은 신호를 램(RAM)에 주면 램(RAM)에 연결된 D0~D7 데이터 버스에 입력된 데이터를 램(RAM)의 0x0C번지에 저장하게 된다.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	1	1	1	0	1	1



이때 0x0C번지에 있던 기존의 데이터값 0xD4는 지워지고 마지막에 입력한 0xFB가 저장되어 있게 된다.

3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM)

EEPROM은 RAM과 ROM의 장점만을 취합하여 만든 메모리로 읽고 쓰기가 가능하고, 전원이 끊어져도 저장된 데이터가 계속 남아있는 특징을 가지고 있다.

부품 명칭 앞에 '28' 이 붙어 EEPROM인 것을 구분할 수 있다.

부품명	크기		부품종류
	비트	바이트	
28C64	64K	8K	ROM
28C128	128K	16K	
28C256	256K	32K	
28C512	512K	64K	

EEPROM의 동작은 RAM과 같이 읽고 쓰기를 위한 제어 신호 입력핀이 있어 RAM의 동작 설명을 참고하기 바란다.

4) 플래시 롬 (FLASH ROM)

EEPROM의 발달된 형태라고 할 수 있으며, 용량이 커지고 데이터가 전기적 충격에서도 쉽게 지워지지 않도록 하기 위해 읽고 쓰는 방식에 있어 약간의 차이가 있다.

최근 디지털 카메라, MP3 플레이어 등에 많이 사용되고 있다. 원칩 마이컴에서도 기존의 마이크로프로세서가 대부분이 프로그램 메모리를 외부에 두고 사용하게 하였는데, 개발 환경이나 전체 시스템의 크기 등이 줄어들 수 있도록 마이크로프로세서 내부에 프로그램 메모리로 활용할 수 있도록 플래시 메모리를 내장하는 경우가 많다.

AVR이라는 마이크로프로세서는 최대 128Kbyte까지의 플래시 메모리가 내장되어 외부에 메모리를 별도로 구성하지 않아도 회로를 구성할 수 있게 되었다.

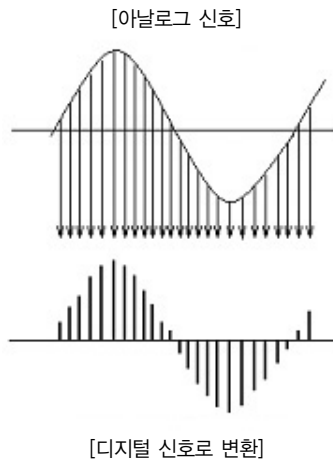
플래시 롬을 구별하는 명칭으로는 '29' 를 사용하게 된다.

부품명	크기		부품종류
	비트	바이트	
29C256	256K	32K	Flash ROM

플래시 롬도 EEPROM과 마찬가지로 읽고 쓰기가 가능하고, 전원을 공급하지 않아도 저장된 데이터가 남아있다는 특징과 함께 데이터를 기록할 때 일정 블록단위의 데이터 기록방식을 사용하고 있다. 자세한 동작 방법은 플래시 메모리의 제조사에서 제공하는 매뉴얼을 참고하기 바란다.

3. 외부 입/출력 장치

로봇이 사람과 유사한 행동과 판단을 위해 감각 장치로 사용하는 것이 센서이며, 이 센서는 외부의 물리적, 화학적 에너지를 전기에너지로 바꿔주는 역할을 하는 것이다. 센서에 의해 전기에너지로 바뀐 정보는 시간에 따라 변화하는 아날로그 신호로 되어 있어서, '1' 과 '0' 만으로 구성되는 디지털 신호를 사용하는 마이크로프로세서에서는 직접 사용할 수가 없으므로 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어야 한다. 예를 들어 마이크로프로세서에서 판단하여 어떤 정보를 사람이 말하는 것과 같이 내보내고 싶을 때 디지털 신호로 되어 있는 마이크로프로세서의 명령 데이터를 외부에서 알아볼 수 있도록 아날로그 신호로 바꿔주어야 한다.



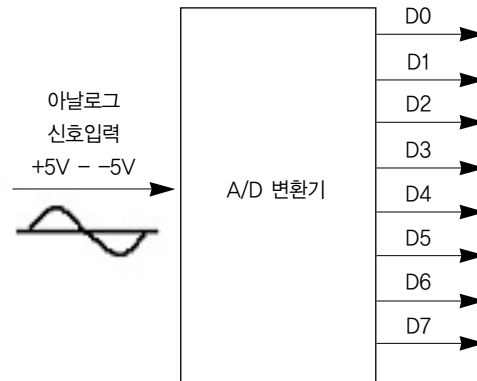
〈그림 2-34〉 아날로그 신호와 변환되는 신호



또한, 로봇에 입력되는 신호에는 ON/OFF와 같은 접점 신호가 입력되는 경우도 있어 '1' 인지 '0' 인지 바로 인식할 수 있는 경우도 있으며, ON/OFF 신호를 외부로 내보내 주어야 할 때도 있다. 아날로그 신호가 입력되는 경우는 A/D변환기를, 아날로그 신호를 출력하는 경우는 D/A변환기를 사용하고, 디지털 신호의 입·출력은 로봇의 회로에 외부의 잡음이 영향을 미치지 않도록 포토커플러를 사용하게 된다.

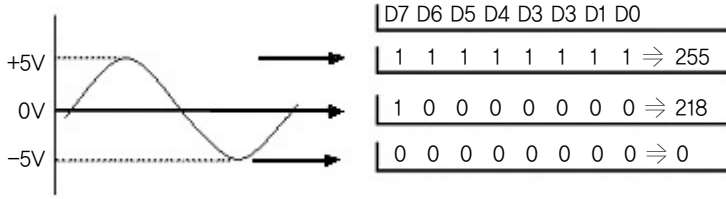
1) A/D변환기

A/D 변환기(A-D Converter)는 아날로그(Analog) 신호를 디지털(Digital) 신호로 변환시켜주는 역할을 하는 소자이다.



〈그림 2-35〉 A/D변환기

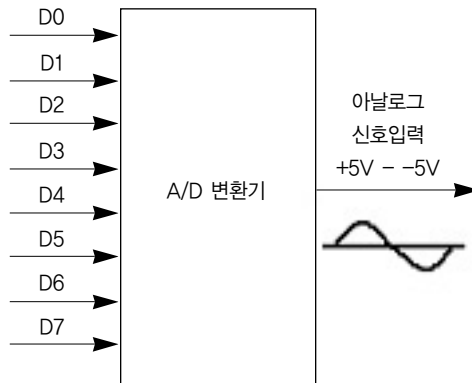
A/D변환기는 아날로그 신호를 일정 간격의 시간에 변화한 아날로그의 신호값을 디지털 값으로 변환하는 방식으로 시간에 따라 변화하는 아날로그 신호의 특정 위치를 디지털 값으로 변환하는 과정을 '샘플링' 이라 하고, 아날로그 신호의 전체 범위를 얼마나 자세하게 쪼개서 디지털 값으로 변환할 수 있는가를 나타내는 것을 '분해능(Resolution)' 이라 한다. 8비트 A/D변환기라고 하는 것은 입력되는 신호의 범위를 최대 256개로 쪼개서 표현할 수 있다는 말과 같은 의미로 분해능이 8비트인 A/D변환기를 말하는 것이다. 예를 들어 입력되는 아날로그 신호의 범위가 +5V ~ -5V인 경우에 8비트 A/D변환기를 사용하면, +5V가 입력되면 디지털 값은 255가 되고, -5V가 입력되면 디지털 값은 0이 된다. 또한, 0V가 입력되면 8비트의 중간값인 128 즉, 0x80이 디지털 값이 되고, 이것이 데이터 버스를 통하여 마이크로프로세서에 입력된다.



〈그림2-36〉 A/D변환기의 출력

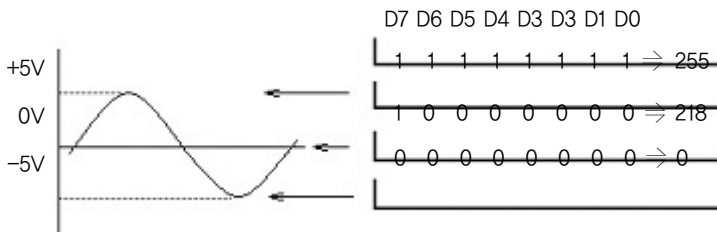
2) D/A변환기

D/A변환기는 A/D변환기와 반대의 개념으로 생각하면 될 것이다. 즉, 디지털값을 아날로그 신호값으로 변환시켜 주는 소자이다.



〈그림2-37〉 D/A변환기

예를 들어, 8비트 분해능의 능력을 지니고 출력 범위가 +5V~-5V인 D/A변환기를 사용할 때, 마이크로프로세서에서 0x80의 값을 출력하면, D/A변환기를 통해 출력되는 아날로그 신호는 0V가 출력된다.



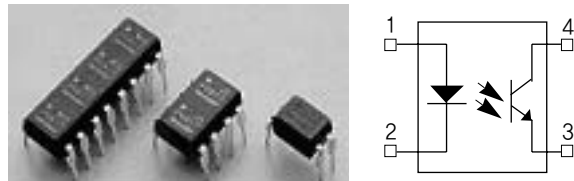
〈그림 2-38〉 D/A변환기의 출력



D/A변환기를 통해 출력되는 아날로그 신호가 음성 신호인 경우에는 외부의 증폭기들을 통해 스피커로 출력되게 한다.

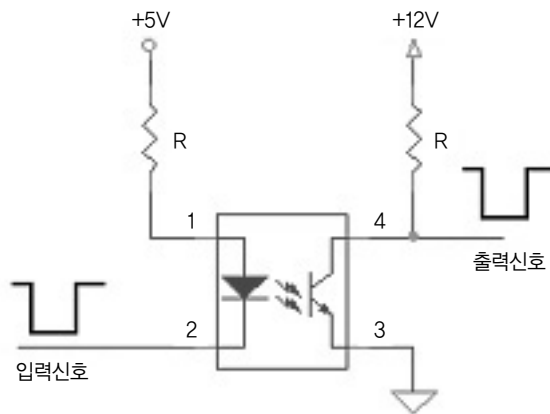
3) 포토커플러(Photo Coupler)

포토커플러는 광센서의 일종으로 내부에 발광다이오드와 포토트랜지스터를 내장하여 외부의 다른 기기와 신호를 주고받을 때, 회로에 잡음이나 전기적 충격이 가해지지 않도록 보호하기 위한 목적이나, 전원이 서로 다른 회로에서 신호를 주고 받을 때 사용된다.



〈그림 2-39〉 포토커플러 실제 모양과 기호

마이크로프로세서에서 '1' 또는 '0'의 신호를 외부에 내보내거나, 외부에서 '1' 또는 '0'의 신호를 입력받을 때 사용하게 된다.

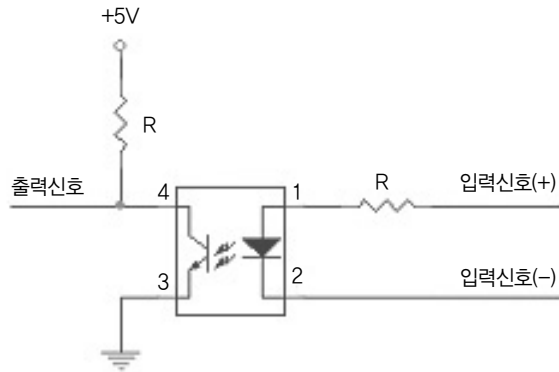


〈그림2-40〉 포토커플러 출력 회로 예

〈그림 2-40〉의 회로에서와 같이 마이크로프로세서에서 출력되는 5V의 신호를 가하면 내부의 발광다이오드가 빛을 내게 되고 이 빛을 받아 포토트랜지스터의 이미터와 컬렉터

사이에 전기가 흘러 컬렉터 단자에 연결된 외부 단자로 출력 신호가 전달된다.

이때, 전기 신호 레벨을 5V가 아닌 12V 또는 24V로 바꾸고자 할 때는 내부의 포토트랜지스터 컬렉터 단자에 바꾸고자 하는 전압을 연결시켜 신호의 전압 레벨을 바꿀 수 있다. 이것을 DO(Digital Output)이라고 한다.



〈그림2-41〉 포토커플러 입력 회로 예

〈그림 2-41〉 회로는 앞의 회로와는 반대로 외부로부터 신호를 입력받는 경우로, DI(Digital Input)이라고 한다. 입력되는 신호의 레벨이 12V인지 24V인지에 따라서 입력되는 단자의 저항을 결정하여 포토커플러 내부의 발광다이오드가 빛을 낼 수 있도록 하고, 부품이 손상되지 않도록 하여야 한다. 또한, 갑작스러운 번개나 잡음과 같은 신호가 들어오는 것을 예방하기 위해 입력 단자에 비리스터와 같은 부품을 사용하기도 한다.



1. 전기/전자 부품

로봇이 움직이려면 먼저 전원이 연결되어 있어야 한다. 전원 스위치를 켜면 전기가 공급이 되어 사물을 인식할 수 있는 센서에 전기가 전달되고 센서에 의해 전기에너지로 변환 주변 환경에 대한 정보가 사람의 머리와 같은 주제어장치에 전달된다. 주제어장치에서 명령대로 모터를 움직이도록 하는 과정이 모두 전기를 통해 이뤄진다. 이러한 전기 신호를 적절하게 전달해주고 신호를 발생시켜주는 것들에는 여러 가지 전기·전자부품들이 사용된다. 단순하게는 저항, 콘덴서, 코일과 같은 수동 부품과, LED, 다이오드, 트랜지스터와 같은 능동소자, ON/OFF스위치, 푸시버튼 스위치, 마그네틱 스위치 등 여러 가지 부품들이 사용되어 로봇을 움직이도록 하는 하나의 전자 제어회로가 구성된다. 여기에는 많은 부품들이 있지만 우선 필수적인 부품과 그 부품들의 역할 및 쓰임새를 알아보기로 하자.

1) 저항 (Ohm, [Ω])

빨대를 이용해 음료수를 마시고 있을 때, 빨대의 중간 부분을 살짝 누르면 음료수를 먹기 힘들어지거나, 굵기가 굵은 빨대를 이용해 음료수를 마시면 한 번에 먹을 수 있는 양이

많아지는 것을 알 수 있을 것이다. 이처럼 음료수가 입으로 들어가는 통로인 빨대의 굵기를 조절해 음료수를 먹는 속도를 조절할 수 있듯이 전류의 흐름을 조절할 수 있는 것이 저항의 역할이다.



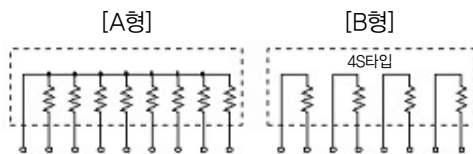
〈그림 2-42〉 저항 기호

① 저항의 종류

저항은 크게 그 값이 고정되어 있는 고정저항과 일정 범위만큼 조정할 수 있는 가변저항으로 나뉘고 사용되는 재료에 따라서도 구분된다.

가) 고정저항

구분	특징	실물사진
탄소피막저항	우리가 알고 있는 일반 저항을 말하는 것으로 카본저항이라고도 한다. 라디오, 앰프등 일반 전자회로에 많이 사용되고 있으며, 5%내외의 오차율과 1/4W정도의 정격전력을 많이 사용하고 있으며, 회로에 따라 1%내외의 오차, 1/2W, 1W, 2W등 정격전력을 선택할 수 있다.	
금속피막저항	탄소피막저항보다 오차율이 적고 잡음의 영향을 적게 받아 정밀도를 요구하는 측정기등에 사용된다. 비싼 가격으로 고가의 제품이나 극히 일부회로에서만 사용되고 있다.	
어레이저항	내부에 같은 값을 가진 여러개의 저항이 배열되어있다고 해서 어레이(Array)저항이라 한다. A형 그림처럼 한쪽다리가 공통으로 묶여있는 경우, 각각의 저항으로 분리되는 B형과 같은 두가지 타입이 있다.	

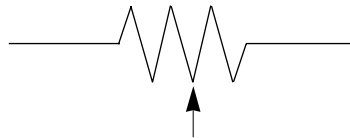




기타저항	대단히 큰전류나 열이 많이 발생하는 경우에는 시멘트 저항, 코일 저항 등을 사용하기도 한다.	
------	---	--

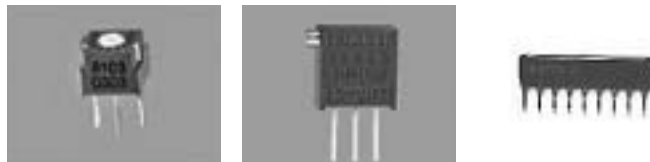
나) 가변저항

일반적으로 텔레비전이나 라디오의 소리를 조절하기 위해 사용되는 볼륨을 일컫기도 한다. 0[Ω]부터 일정값을 변화시킬 수 있어 저항값이 고정되지 않거나 불안정할 경우 저항값을 변화시켜 회로마다의 특성에 맞추도록 할 수 있다.



〈그림 2-43〉 가변저항의 회로기호

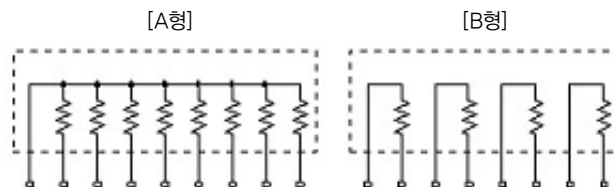
소리 조절, 주파수 조정 등 용도에 따라 다양한 모양으로 나오고 있으며, 최근에는 정밀 조정을 위해 10~25회전이 가능한 Potentiometer를 사용하기도 한다.



〈그림 2-44〉 가변저항과 어레이저항

다) 어레이저항

어레이저항은 앞서도 설명한 것과 같이 일반저항 여러 개를 한 개의 모듈로 붙여서 사용하는 것이다. 예를 들어 8개의 저항을 사용할 때, 한쪽 다리는 8개를 모두 붙여 공통으로 사용하고, 나머지 한 개의 다리를 각각의 기능을 가지게 한다.



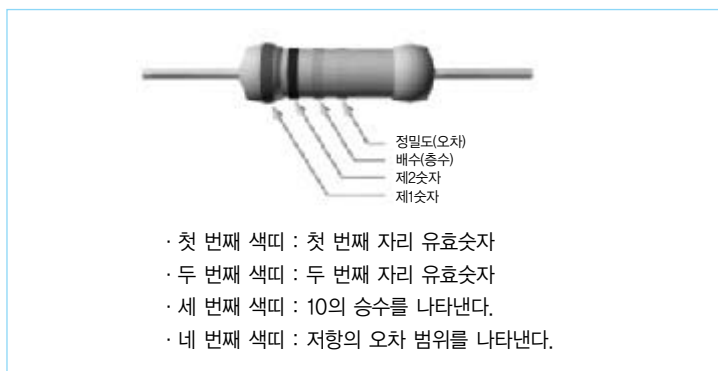
〈그림 2-45〉 어레이저항 내부 구성

〈그림 2-45〉에서 A형과 같은 어레이 저항은 같은 용량의 여러 개의 저항들을 모아 각각의 저항 다리 중 어느 한 쪽을 묶어 공통단자로 사용할 수 있는 형태이며, B형과 같은 어레이저항은 같은 용량의 저항을 단지 하나의 몸체로 묶어놓은 형태라 할 수 있다. A형과 같은 어레이 저항은 주로 CPU의 입·출력 포트에 풀업(Pull-up) 저항으로 많이 사용되며, B형과 같은 어레이 저항은 같은 용량의 저항을 여러 개 사용할 때 좁은 공간에서 효율적으로 사용할 수 있도록 하고 있다.

어레이 저항의 용량 표시는 가변저항과 같이 저항값이 숫자로 표기되어 있어 다음에 나오는 저항값 읽는 방식대로 읽어 사용하게 된다.

② 저항값 읽기

저항에는 색띠나 숫자 표시를 통해 저항값을 표기하고 있으며, 아래와 같이 각각의 색띠에는 숫자값이 주어져 있으며, 색띠 위치에 따라 그 의미를 달리한다. 저항값을 구분할 수 있는 것은 로봇을 만들기 위해 배워두어야 할 가장 기초적이고 필수 항목이라 할 수 있다.



〈그림 2-46〉 저항값 읽는 법

저항에 표시된 색깔마다의 값은 다음과 같이 구분되어진다.

색깔	검정	갈색	적색	등색	황색	녹색	청색	자색	회색	흰색	금색	은색
값	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-
승수	10 ⁰	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁻¹	10 ⁻²
오차	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±5%	±10%

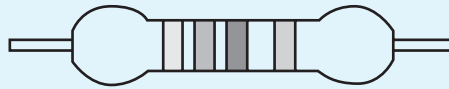
〈표 2-5〉 저항 색깔 코드표



앞에서와 같이 고정 저항의 경우 색띠를 통해 저항의 값을 표시하고 있지만, 가변저항이나 어레이저항의 경우에는 저항의 몸체에 숫자로 표시하고 있다.

이 경우에는 계산 하는 방법은 색띠로 표현된 숫자값이 그대로 표시되어 있다고 보면 간단하게 이해할 수 있다.

【 예 제 】 다음의 고정 저항값을 계산하십시오.



【 풀 이 】

- 첫 번째 색띠 : 노랑색 = 4 ○ 두 번째 색띠 : 보라색 = 7
 - 세 번째 색띠 : 갈색 = 1 ○ 네 번째 색띠 : 금색 = $\pm 5\%$
- ∴ 첫 번째 색띠, 두 번째 색띠는 그대로 십의 자리, 일의 자리로 활용
‘47’ 이 되고, 세 번째 색띠는 10의 승수로 101을 나타내므로
 47×101 이 되어, 저항의 값은 ‘470[Ω]’ 이고 오차율은 $\pm 5\%$ 가 된다.

【 예 제 】 다음의 가변 저항과 어레이저항을 계산하십시오.



【 풀 이 】

- 가변저항에 표기된 값이 ‘501’ 이므로 첫 번째와 두 번째 숫자는 그대로 사용이 되고, 세 번째 숫자는 101을 나타내므로 50×101 이 된다.
그러므로, 이 가변저항의 값은 500[Ω]이 된다.
- 어레이저항에 표기된 값이 ‘472’ 이므로 첫 번째와 두 번째 숫자는 그대로 사용이 되고, 세 번째 숫자는 102을 나타내므로 47×102 이 된다.
그러므로, 어레이 저항의 값은 4700[Ω] 또는 4.7[KΩ]이 된다.

【 예 제 】 다음의 고정 저항값을 계산하십시오.



【 풀 이 】

- 첫 번째 색띠 : 녹색 = 5 ○ 두 번째 색띠 : 검정색 = 0
 - 세 번째 색띠 : 주황색 = 3 ○ 네 번째 색띠 : 금색 = $\pm 5\%$
- ∴ 첫 번째 색띠, 두 번째 색띠는 그대로 십의 자리, 일의 자리로 활용
 '50' 이되고, 세 번째 색띠가 '3' 이므로 '103' 이 된다.
 그러므로 이 저항값은 50×10^3 이고, '50[KΩ]' 이 된다.
 오차율은 $\pm 5\%$ 가 된다.

승수의 이해

승이란 어떤 수를 몇 번 곱했는가를 표시하는 수단이다. 예를 들어 '10²'은 '10의 2승'이라고 읽으며, 10을 2번 곱한 값인 '100'과 같다.

$$10^2 = 10 \times 10 = 100$$

비슷하게 2³은 '2'를 3번 곱한 것과 같은 '8'이 된다.

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$$

여기서 주의할 점은 모든 수의 '0'승은 '0'이 아니라 무조건 '1'이 된다.

$$999^0 = 1 \text{ 또는 } 120323^0 = 1$$

또한, $10^{-1} = \frac{1}{10^1} = \frac{1}{10}$ 이 되고, $10^{-2} = \frac{1}{10^2} = \frac{1}{100}$ 이 된다.



예제) 10의 4승은 얼마일까요?

답) 10000

예제) 210°은 얼마입니까?

답) 1

예제) 2⁻³은 얼마입니까?

답) $\frac{1}{8}$

승수의 이해

몸무게를 나타내는 단위는 그램[g]으로 표시하고, 길이의 단위는 미터[m]입니다. 1000[g]을 1[kg]이라고 부르고, 1000[kg]은 1[Ton]이라고 표시하게 됩니다. 이것처럼 '1000' 단위로 표시하는 단위가 바뀌는데 이것을 미터법이라고 합니다. 각각의 실제 값과 단위를 알아보면,

미터법	기호	10의 승수
테라 (Tera)	T	10 ¹²
기가 (Giga)	G	10 ⁹
메가 (Mega)	M	10 ⁶
킬로 (Kilo)	k	10 ³
밀리 (milli)	m	10 ⁻³
마이크로 (micro)	μ	10 ⁻⁶
나노 (nano)	n	10 ⁻⁹
피코 (pico)	p	10 ⁻¹²

예제) 1000[Q]을 미터법을 참고하여 바꾸면 얼마가 되나요?

답) 1[kQ]

예제) 1000[kQ]을 미터법을 참고하여 바꾸면 얼마가 되나요?

답) 1[MQ]

예제) 4700[Q]을 미터법을 참고하여 바꾸세요.

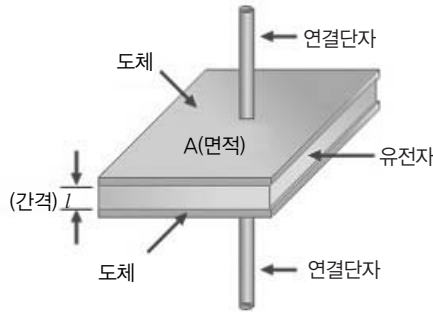
답) 4.7[kQ]

2) 콘덴서 (Capacitor, 단위 : [F])

콘덴서는 전기를 잠시 저장하는 역할을 수행하는 부품으로 플러스 극판과 마이너스 극

판으로 구성되어 플러스 극판에는 양전하가 축적되고, 마이너스 극판에는 음전하가 축적되어 두 개의 전극판에 단위 전압을 가했을 때 축적되는 전하의 양을 콘덴서의 용량으로 나타내고, 이것을 정전용량이라 부른다.

약어로는 'C'로 표기하고, 단위는 패럿 [F]이라고 한다.



<그림2-47> 콘덴서의 구조

① 콘덴서의 종류

콘덴서는 저항과 같이 고정된 용량을 가지는 고정용량 콘덴서와 일정 범위 안에서 값을 변화시킬 수 있는 가변용량 콘덴서가 있다. 고정용량 콘덴서는 극성이 있는 것과 없는 것으로 구분되어 각각의 용도에 따라 사용하게 된다.

구분	명칭	특징	실물	비고
고정형	전해콘덴서	알루미늄콘덴서라고도 하고, 일반적으로 많이 사용되고 있는 극성있는 콘덴서를 말한다. 큰 용량을 가지고 있다.		극성 있음
	탄탈콘덴서	전해콘덴서와 같이 극성을 가지고 있으며, 일반적인 전해콘덴서보다 누설 전류가 적고, 매우 약한 전류나 전압을 증폭하는 회로에 사용된다.		극성 있음

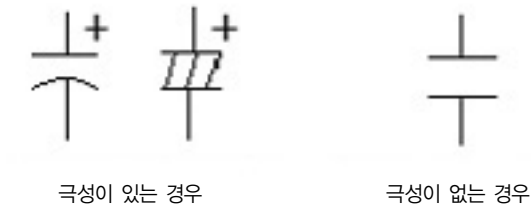


고정형	마일러콘덴서	마일러 시트를 유전체로 사용하고 주로 고주파, 고온도용으로 사용.		극성 없음
	세라믹콘덴서	세라믹을 유도체로 사용하고, 온도에 대한 안정성이 좋으며, 바이패스 콘덴서로 많이 사용된다.		
	마이카콘덴서	전해콘덴서와 같이 극성을 가지고 있으며, 일반적인 전해콘덴서보다 누설 전류가 적고, 매우 약한 전류나 전압을 증폭하는 회로에 사용된다.		

마이카콘덴서마이카와 알루미늄을 사용한 것으로 손실이 적어 고주파회로에 주로 사용된다.

② 콘덴서의 기호와 극성 구분

전자회로에서 콘덴서의 약어는 'C' 로 표시하고, 회로에서의 그림 기호는 극성이 있는 경우와 없는 경우로 구분되는데, 다음과 같다.



〈그림2-48〉 콘덴서의 회로 기호

③ 콘덴서의 용량 읽기

콘덴서의 용량은 전해 콘덴서와 같이 부품의 겉면에 글씨로 표기되어 있는 경우 또는

극성이 없는 콘덴서와 같이 숫자와 영문자 약어로 표기하는 방법이 있다.

극성이 있는 전해콘덴서와 탄탈콘덴서의 경우 기본단위가 [μF]을 사용하고, 극성이 없는 콘덴서의 경우에는 [pF]을 기본 단위로 사용하게 된다.

○ 극성이 있는 경우 (전해 콘덴서)



10uF/50V : 10uF의 정전용량과 50V까지 견딜수 있다.

○ 극성이 없는 경우와 탄탈 콘덴서

어레이 저항이나 가변저항값 읽는 법과 같지만, 단위가 [pF]로 단위를 [uF]으로 바꿔주어야 한다. 단, 탄탈 콘덴서는 기본 단위가 [uF]이므로 그대로 읽어주면 된다.



위 그림과 같이 세라믹 콘덴서에 '103K' 라고 표기되어있는 경우 앞의 두자리는 그대로 '10' 숫자로 읽고, 세 번째 자리수는 10의 승수를 나타내는 것으로 10^3 이 되고, $10 \times 10^3[\text{pF}]$ 이다.

이것을 [uF]을 바꾸면,

$10 \times 10^3 \times 10^{-12} = 10 \times 10^{-9} = 0.01[\text{uF}]$ 이 된다.

오차율은 'J' 인 경우 : $\pm 5\%$

'K' 인 경우 : $\pm 10\%$

'M' 인 경우 : $\pm 20\%$ 가 된다.



【 예 제 】 다음 그림의 콘덴서 용량은 얼마일까요?



【 풀 이 】

- 첫 번째, 두 번째 숫자는 그대로 '22' 가 되고,
 - 세 번째 숫자는 10의 승수로 10^3 이 되어, 22×10^3 이 된다.
- ∴ 22×10^3 [pF]이 되는 것을 [uF]을 바꾸면,
 $22 \times 10^3 \times 10^{-12} = 0.022$ [uF]이 된다.

④ 콘덴서의 용량 계산

콘덴서의 정전용량은 전극판의 면적과 두 개의 전극판의 간격, 절연체의 유전율에 따라 결정된다.

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} [F]$$

C : 정전용량, 캐패시터의 용량

A : 전극판의 면적 [m²]

d : 전극판의 거리 [m]

ε : 절연체의 유전율

ε(입시론)은 전극판 사이의 절연체가 가지고 있는 고유의 유전율을 나타낸다.

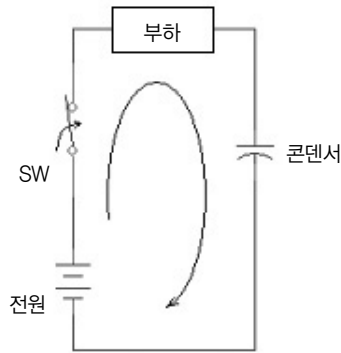
콘덴서의 정전용량은 전극판의 면적에 비례하고, 전극판 간의 간격에 반비례하게 된다.

【 예 제 】 4[F]의 정전 용량을 가진 콘덴서가 있다. 이 콘덴서의 단면적을 2배로 늘리고, 전극판의 거리를 2배로 줄였을 때 이 콘덴서의 용량은 얼마가 될까요?

【 풀 이 】

- 콘덴서의 용량은 단면적에 비례하고, 거리에 반비례하는 앞의 공식을 이용하면, 4[F]의 정전용량을 그대로 유지하게 된다.

⑤ 콘덴서의 동작



〈그림 2-49〉 콘덴서의 초기 동작

콘덴서는 위 그림에서처럼 처음 전원을 넣는 순간에는 마치 도선으로 연결되어 있는 것처럼 전기를 잘 통하게 하다가, 어느 정도 전기를 저장하고 나면 회로가 끊어진 것처럼 동작하게 된다. 또한, 콘덴서는 직류에서는 전류가 흐르지 않고, 교류에서는 전류가 흐른다. 직류에서는 처음 전원을 켜 순간에만 충전을 하기 위해 전류가 흐르지만, 충전이 끝난 뒤에는 전류가 흐르지 않게 된다.

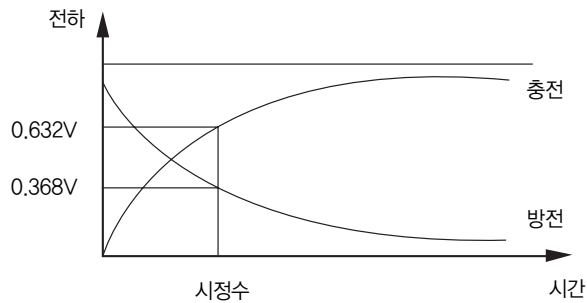
하지만, 교류는 충전을 한 뒤, 일정시간이 지나면 방전을 하게 되므로 계속 전류가 흐르게 된다. 콘덴서는 주파수가 높을수록 전류가 많이 흐르고, 주파수가 낮을수록 전류가 적게 흐른다. 또한, 전압의 변화가 클수록 전류가 많이 흐르고 정전용량이 클수록 전류가



많이 흐르게 되는 특징을 가지고 있다.

⑥ 충전과 방전 시간

콘덴서가 충전되는 시간과 방전되는 시간을 살펴보면, 인가하는 전압이 1[V]라고 할 때 충전 전압이 약 0.632[V]가 되는 시간, 방전하면서 충전된 전압이 0.368[V]가 되는 시간을 시정수라고 한다.



〈그림 2-50〉 콘덴서의 시정수

시정수는 τ (타우)로 표기하고, 단위는 [sec]로 나타낸다.

$$\tau = C [F] \times R [\Omega]$$

이 시정수 값을 통해 순간적으로 일정전압으로 올랐다가 떨어지는 펄스파형을 만들 수 있으며, 오실레이터와 같이 발진소자에 응용되기도 한다.

⑦ 콘덴서의 저항

모든 부품에는 전류를 잘 흐르지 못하게 하는 저항의 성질을 가지고 있다. 콘덴서에도 마찬가지로 저항의 성질이 있는데, 이것을 리액턴스라 부르고 표기는 'Xc', 단위는 [Ω]으로 나타낸다. 계산식으로 콘덴서의 리액턴스를 알아보면,

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} [\Omega]$$

X_c : 콘덴서의 리액턴스 [Ω]

π : 원주율 = 3.14

f : 주파수 [Hz]

c : 콘덴서 용량 [F]

【 예 제 】 주파수가 50[Hz]이고, 정전용량이 1[uF]인 콘덴서의 저항리액턴스는 얼마일까요?

【 풀 이 】

○ $X_c = \frac{1}{2\pi f c} [\Omega]$ 이므로,

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 1 \times 10^{-6}} [\Omega]$$

3) 코일 (헨리, [H])

코일을 이용하여 만들 수 있는 것들에는 전압의 크기를 바꿔주는 변압기, 로봇 구동에 가장 중요한 부품인 모터, 음악소리를 들리게 하는 스피커 등 많은 곳에서 활용되고 있지만, 여기서는 코일의 단위, 성질에 대하여만 간단히 알아보도록 한다.

① 코일의 기호와 극성 구분

전자회로에서 코일의 약어는 'L'로 표시하고, 단위는 헨리[H]로 읽으며, 회로에서의 그림 기호는 다음과 같다.

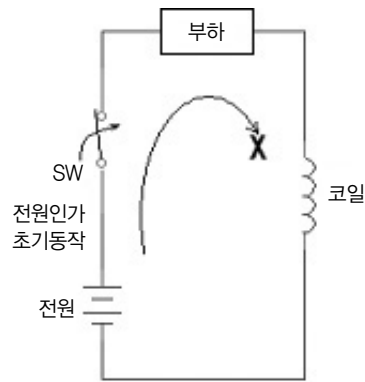


〈그림 2-51〉 코일의 회로 기호

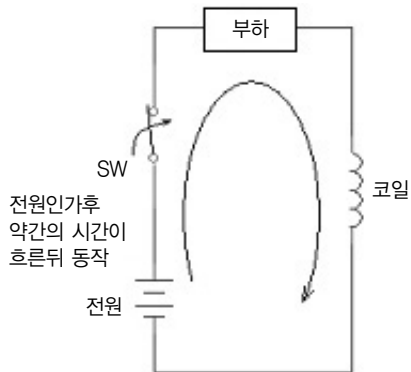


<그림2-52> 코일의 실제 모양

② 코일의 동작



<그림 2-53> 코일의 초기 동작



<그림 2-54> 전원 인가 후 일정 시간이 흐른 뒤 (전류가 잘 흐른다.)

코일은 콘덴서와는 정반대의 성질을 가지고 있다. 코일은 회로상에서 전기를 투입하면 처음에는 마치 회로가 끊어진 것과 같이 동작하다가, 시간이 어느 정도 지나면 도선으로 연결 되어있는 것처럼 전류가 잘 흐르게 된다. 또한, 코일은 콘덴서와는 반대로 직류에서는 전류가 잘 흐르고, 교류에서는 전류가 잘 흐르지 않는다. 코일은 주파수가 높을수록 전류가 적게 흐르고, 주파수가 낮을수록 전류가 많이 흐른다.

③ 코일의 저항

코일에서도 저항의 성질이 있는데, 이것을 유도리액턴스라 부르고 표기는 'XL'로 나타내고, 단위는 [Ω]을 사용한다. 계산식으로 유도리액턴스를 알아보면,

$$X_L = 2\pi fL[\Omega]$$

X_L : 유도리액턴스 [Ω]
 π : 원주율 = 3.14
 f : 주파수 [Hz]
 L : 인덕턴스 [H]

【 예 제 】 주파수가 50[Hz]이고, 크기가 1[H]인 코일의 저항 유도 리액턴스는 얼마 일까요?

【 풀 이 】

- $X_L = 2\pi fL[\Omega]$ 이므로,
 $X_L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 1 \doteq 314[\Omega]$

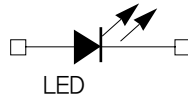
4) 발광다이오드

발광다이오드는 LED(Light Emitting Diode)라고도 불리며, 다이오드의 일종으로 이



화갈륨(GaAs) 또는 인화갈륨(GaP)으로 된 반도체 소자에 전류가 흐르면 빛을 내는 성질을 가지며, 반도체의 재료에 따라 빛의 색깔이 다르게 나타난다.

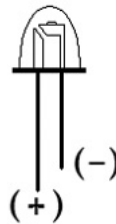
④ 발광다이오드의 기호



〈그림 2-55〉 LED 기호

〈그림 2-55〉에서와 같이 삼각형 밑변쪽이 (+)극성으로 애노드(Anode)라고 부르고, 삼각형 꼭지점쪽의 직선이 (-)극성으로 캐소드(Cathode)라고 부른다.

⑤ 발광다이오드의 극성 구분

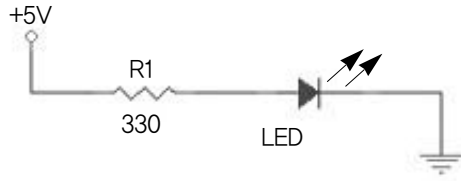


〈그림 2-56〉 LED 극성 구분

〈그림 2-56〉에서와 LED 다리 중에서 긴쪽이 (+)극성을 나타내고, 짧은 쪽이 (-)극성을 나타낸다. 만약 다리가 같은 경우나 재활용되면서 다리의 길이가 바뀌는 경우도 있으므로 원통형으로 되어있는 LED의 내부를 들여다보고 그림과 같이 가로막대가 연결되어 있는 다리를 (-)극성으로 판단하는 것이 정확하다.

⑥ 발광다이오드의 동작

발광다이오드는 (+)극성에 전원의 (+)를 연결하고, (-)극성에 전원의 (-)를 연결하면 켜지게 된다. 단, 발광다이오드가 견딜 수 있는 전압 이상을 연결하면 파손이 될 수 있어 보호저항을 달아주는 것이 보통이다.



〈그림 2-57〉 발광다이오드 회로 연결

발광다이오드는 약 150mA의 전류가 흐르도록 저항값을 계산하여 보호저항으로 활용하도록 한다. 저항값이 너무 적으면 많은 전류가 흘러 불의 밝기는 밝지만, 수명이 짧아질 수 있으며, 저항값이 너무 크면 적은 전류가 흘러 불의 밝기가 어둡게 된다.

5) 오실레이터, 크리스털

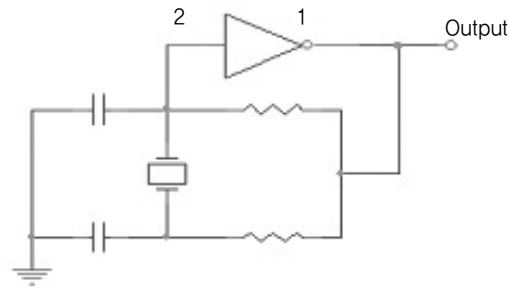
로봇의 주제어장치에 사용되는 마이크로프로세서부를 설계하는 데 있어서 가장 중요한 것이 오실레이터 혹은 크리스털이라는 부품을 이용하고 있다. 이것은 사람의 심장과 같이 마이크로프로세서의 모든 동작에 관한 기준이 된다고 말할 수 있다. 사람이나 동물들의 경우 살아있는 동안 심장이 계속 뛰면서, 피를 공급하게 된다. 마이크로프로세서도 마찬가지로 오실레이터 혹은 크리스털이 공급하는 펄스를 기준으로 동작하게 된다.



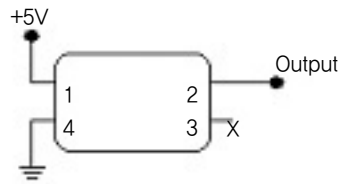
〈그림 2-58〉 오실레이터와 크리스털

① 오실레이터와 크리스털의 차이

마이크로프로세서에 펄스를 공급해주기 위해 펄스를 만들어 주는 소자에는 수정진동자를 사용하게 되는데, 이것을 크리스털이라 부르고 있으며, 진동을 일으키는 역할을 할 수 있는 소자이므로 실제 펄스를 만들어 내기 위해서는 주변에 발진 회로를 구성하여야 한다. 이와는 반대로 오실레이터는 크리스털과 다르게 내부에 발진할 수 있는 회로를 포함하고 있어서 전원만 연결해주면 해당 펄스가 발생된다.



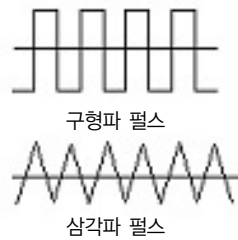
〈그림 2-59〉 크리스털의 펄스 발생 회로



〈그림 2-60〉 오실레이터의 회로 구성

② 펄스

펄스란 극히 짧은 시간에 5V가 되었다가 0V로 복귀하는 진동 현상을 말하는 것으로 펄스 파형에는 삼각파, 구형파 등이 있다.

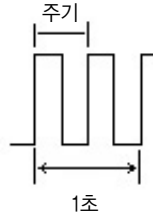


〈그림 2-61〉 펄스

③ 주파수와 주기

오실레이터나 크리스털에서 출력되는 펄스의 수를 나타내는 말로 주파수[Hz(헤르쯔)]라 부르고 있으며, 1초에 몇 개의 펄스가 발생되는가를 나타내는 말이다.

예를 들어 1초에 펄스가 1번 발생한다면, 이것의 주파수는 1[Hz]이고, 1초에 펄스가 2번 발생된다면, 이것의 주파수는 2[Hz]가 된다.



〈그림 2-62〉 주파수

앞에서 1초에 몇 개의 펄스가 발생되는지를 나타내는 것을 주파수라고 부르듯이 반대로, 1개의 펄스 발생하는 데 걸리는 시간을 나타내는 말로 주기[T]를 사용한다. 예를 들어 주파수가 2[Hz]라고 한다면 1초에 펄스가 2번 발생하는 것이고, 1개의 펄스가 발생하는데 걸리는 시간은 0.5초가 된다.

주파수와 주기의 관계를 수식으로 표현해 보면,

$$Xc = \frac{1}{T} [Hz]$$

F : 주파수 [Hz], T : 주기 [sec]

주파수와 주기는 꼭 펄스에서만 사용하는 것이 아니라 우리 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 예를 들어 TV에서 방영하는 만화 영화는 1초에 26개 정도의 그림을 연속해서 보여주는데, 이것을 주파수로 표현하면 26[Hz]의 주파수로 그림을 돌리는 만화영화라고 할 수 있다. 가정용 AC220V의 경우 60[Hz]의 주파수를 가지고 있다.

【 예 제 】 1초에 120번을 깜박이는 램프가 있다. 이 램프가 깜박이는 주파수는 얼마일까요?

【 풀 이 】 120[Hz]



【 예 제 】 50[Hz]로 여닫히는 출입문이 있다. 이 출입문이 한번 열리고 닫힐 때 걸리는 시간은 얼마일까요?

【 풀 이 】 1/50[초]

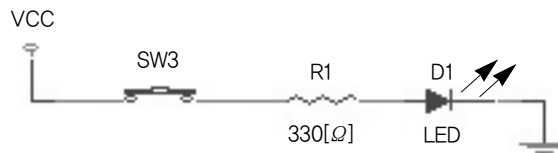
6) 스위치, 커넥터, 릴레이, 소켓

로봇을 제어하기 위해 만들어진 전자회로 기판에 전원을 넣어주거나, 여러개의 회로기판을 서로 연결해주거나, 외부에 있는 다른 로봇이나 전자기기들을 동작시키기 위해 명령을 내리거나, 전자회로 기판에 사용되는 부품을 보호하기 위해 다양한 부품들이 사용되고 있다.

① 스위치

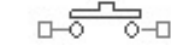



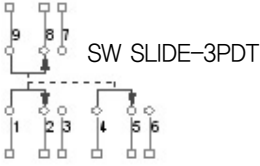

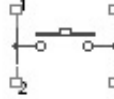



전기를 사용하여 불을 켜거나 물을 데우거나 하는 많은 전기기기들에는 사용하지 않을 때는 전기를 차단시키는 스위치를 사용하고 있다. 예를 들어 선풍기, TV의 전원을 ON/OFF시키는 것과 같이 전기적 신호를 연결 혹은 차단하는 역할을 하거나, 전화기의 번호 버튼이나 컴퓨터 키보드의 자판 버튼과 같이 한번 누를 때만 동작하는 누름 버튼 스위치 등 다양한 동작 형태를 가지고 있다. 로봇에서도 전원을 연결하고 차단하기 위한 스위치와 동작 시작을 지시하기 위한 누름 버튼 스위치를 사용하게 된다.

다음은 스위치를 이용한 간단한 ON/OFF 회로를 예를 들었다.



〈그림 2-63〉 스위치의 동작

다음은 다양한 형태에 따른 동작하는 여러 가지 스위치를 실물 그림과 기호에 따라 분류하여 보았다.

명칭	기호	그림
푸쉬버튼스위치	 SW PUSHBUTTON	
토글스위치	 SW _ T _SPDT	
슬라이드스위치	 SW SLIDE-3PDT	
택트스위치	 SW _ T _SPDT	
딥스위치	 SW DIP-4	

② 커넥터/소켓

커넥터는 서로 다른 전자회로 기판을 연결하여 전기적 신호를 전달하도록 하거나 컴퓨터와의 통신을 위한 케이블을 연결할 수 있도록 하는 역할을 한다.

보통은 암, 수 쌍으로 이루어져 있으며, 기판에 삽입할 수 있는 형태와 케이블을 연결하여 사용할 수 있도록 하는 형태로 나뉜다. 소켓은 주로 I.C를 사용할 때 기판에서 자주 탈착하여야 하는 경우나 제작할 때 가해지는 인두기의 열에서 보호하기 위해 소켓을 사용하기도 한다. 쓰임새에 따라 다양한 형태를 가지고 있으며, 각각의 실물을 보면 다음과 같다.

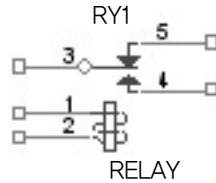


〈그림2-64〉 커넥터



③ 릴레이

릴레이는 접점 스위치라고 할 수도 있으며, 내부에 코일과 자석으로 구성되어 코일에 전기를 가해주면 코일과 자석이 서로 각각의 특성에 따라 잠시 전자석의 역할을 하게 되고 전자석 부근의 철판을 끌어당겨 접점을 떨어뜨리거나 붙여주는 스위치 역할을 한다.

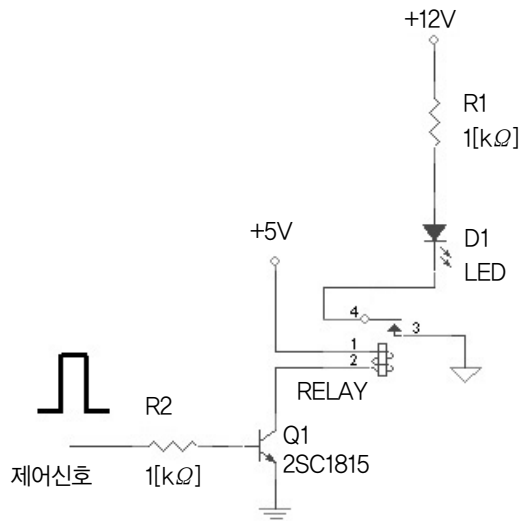


〈그림 2-65〉 릴레이 회로 기호

릴레이의 구동은 주로 트랜지스터와 다이오드를 함께 사용해서 코일에 전기를 가해주어 내부에 있는 두개의 접점이 붙으면, 연결된 외부기에 전원을 인가해주게 되거나, 신호를 전달하여 외부의 로봇에게 명령을 내리게 된다.



〈그림 2-66〉 릴레이



〈그림 2-67〉 릴레이 구동 회로예

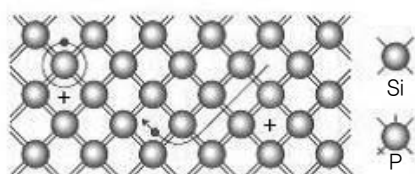
위 회로에서와 같이 Q1 T.R의 베이스 단자에 'High' 제어 신호를 인가하면 Q1 T.R의 컬렉터와 이미터가 도통되어 전류가 흐르게 되므로, 릴레이의 구동 코일동작으로 K1 릴레이의 3번과 4번 단자가 내부에서 붙게 된다. 따라서 D1 LED 캐소드 단자에 GND가 연결되어 LED가 ON된다. 이와 같이 각기 다른 전원을 공급받는 회로에서 하나의 제어 신호를 이용해 제어하고자 할 때, 또는 각기 다른 전원을 사용하는 회로를 분리하게 되는 경우에 응용되기도 한다.

7) 반도체 부품 (트랜지스터, 다이오드, OP-AMP, I.C)

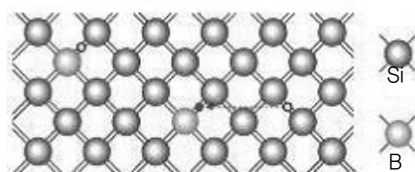
모든 물질에는 전기의 흐름을 방해하는 성질인 저항을 가지고 있다고 배웠다. 금속과 같은 전기의 흐름을 방해하는 저항이 아주 적은 것을 도체라고 하여 전기가 잘 통해주는 것으로 이야기하고, 고무, 나무와 같이 전기의 흐름을 방해하는 저항이 아주 많은 것을 부도체라고 하여 전기가 잘 통하지 않는 것이라고 이야기한다.

반도체는 앞에서 이야기한 도체와 부도체의 중간 성질을 가진 것으로 임의적으로 전기적 충격을 가하거나 전기가 흐를 수 있도록 외부에서 신호를 가하면 전기가 잘 통하게 되는 특징을 가지는 물질이다.

반도체에는 반도체 속에 불순물을 전혀 가지고 있지 않은 실리콘(Si), 게르마늄(Ge)과 같은 진성반도체와 특정한 불순물을 첨가한 불순물 반도체로 분류하게 되는데, 불순물 반도체는 다시 N형 반도체와 P형 반도체로 나뉘게 된다.



P형 반도체



Si : 실리콘 원자 P : 인 원자 B : 붕소 원자

〈그림2-68〉 반도체의 분류

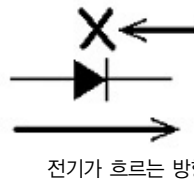


N형 반도체는 진성반도체에 비소(AS), 인(P), Sb(안티몬)과 같은 자유전자를 많이 생기게 하는 불순물을 첨가한 것을 말하며, 자유전자가 정공보다 많은 특징을 가지고 있다.

P형 반도체는 진성반도체에 붕소(B), 알루미늄(Al), 인듐(In)과 같은 정공을 많이 생기게 하는 불순물을 첨가한 것을 말하며, 정공이 자유전자보다 많은 특징을 가지고 있다. 우리가 알고 있는 일반적인 반도체(I.C)들은 N형 반도체와 P형 반도체가 응용되어 다이오드, 트랜지스터, OP-AMP, CPU 등이 만들어진다.

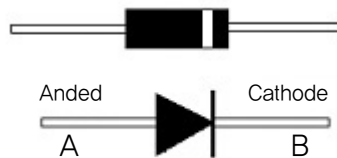
① 다이오우드 (Diode : D)

역방향으로는 전류가 흐르지 않는다.



〈그림 2-69〉 다이오드의 동작

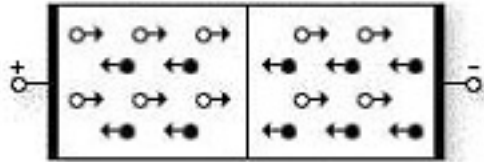
다이오드는 반도체 소자의 일종으로 〈그림 2-69〉와 같이 전류를 한쪽 방향으로만 흘려주는 특징을 가지고 있다. 아래의 그림은 다이오드의 기호와 실제 사진을 나타내고 있으며, 회로에서는 'D'로 표기하여 사용한다.



〈그림 2-70〉 다이오드의 기호와 실제 사진

다이오드의 기호에서 삼각형 밑변에 해당하는 곳이 (+)극성으로 애노드(Anode)라고 하고, 반대편 세로 줄이 그어져 있는 곳이 (-)극성으로 캐소드(Cathode)라고 한다. 실제 모양에서는 검정색 원통 모양의 다이오드에서 한쪽에 흰색 줄이 그어져 있는 쪽이 (-)극성을 표시한다.

다이오드는 앞에서 이야기한 N형 반도체와 P형 반도체를 붙여 만든 단일 접합반도체라고 이야기할 수 있다.



〈그림 2-71〉 단일접합 다이오드

P형 반도체에 (+)전원을 연결하고, N형 반도체에 (-)전원을 연결하면, 자유전자가 N형에서 P형으로 흐르게 되고, 전류가 P형쪽에서 N형쪽으로 흐르게 된다.

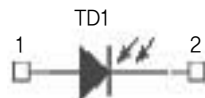
이와 같이 P형에서 N형으로 흐르는 전류를 순방향 전류라 하고 반대로 되는 것을 역방향 전류라고 한다.

이와 같은 성질을 이용하여 AC전원을 DC전원으로 바꿔주는 정류 작용에 응용되기도 하고, 제너다이오우드처럼 규격의 이상의 전압에서는 흐르지 않게하는 정전압 다이오우드로도 사용이 된다.



〈그림 2-72〉 제너다이오드의 기호

포토다이오드는 일정 전압을 순방향으로 연결한 상태에서 PN 접합면에 빛이 닿으면 전류가 흐르게 되는 특징을 가지고 있으며, 적외선 수광센서와 같이 빛에너지를 감지하여 동작하는 곳에 응용되어진다.

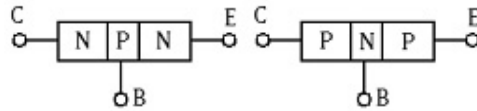


〈그림 2-73〉 포토다이오드의 기호



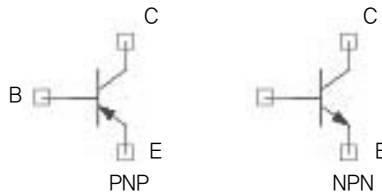
② 트랜지스터 (Transistor : TR)

다이오드와 같이 P형 반도체와 N형 반도체를 접합하여 만들어지는 것으로 다이오드와 차이가 있는 점은 P형 반도체 또는 N형 반도체를 한 개씩 더 붙여 만든 것으로 2중 접합 다이오드라고도 한다. N형이 더 붙은 경우를 NPN형, P형이 더 붙은 경우를 PNP형 트랜지스터라고 부른다.



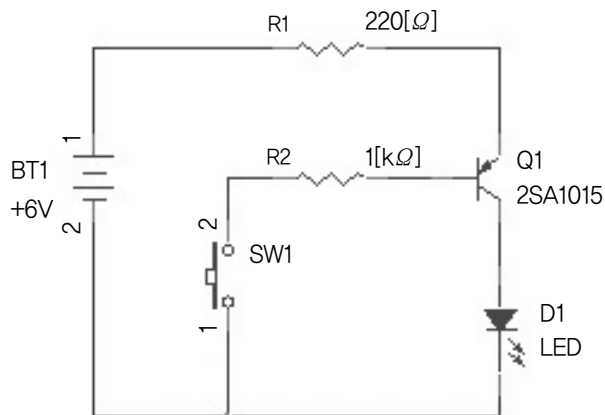
〈그림 2-74〉 트랜지스터 구조

트랜지스터의 각 핀은 베이스(Base), 컬렉터(Collector), 이미터(Emitter)라고 부르고 NPN형 트랜지스터일 때는 이미터의 화살표가 바깥쪽으로 향하고, PNP형 트랜지스터일 때는 이미터의 화살표가 안쪽으로 향하게 그려진다.



〈그림 2-75〉 트랜지스터 기호와 명칭

트랜지스터는 스위치의 역할과 전기 신호를 크게 만드는 증폭 역할을 하게 되는데, 스위치 역할에 대해서만 살펴보면,



〈그림2-76〉 트랜지스터의 스위치 동작



마이크로프로세서에서 인식할 수 있도록 증폭을 해주거나, 특정 신호와 비교를 할 수 있도록 하는 등의 기능을 가지고 있다. 오디오와 같이 소리를 원래 음에 가깝게 만들어 스피커로 출력해주는 전자회로에도 OP앰프를 사용하기도 한다.

모양과 내부 구조, 내부에 포함되어 있는 회로의 수, 회로 구성 방법 등에 따라 각각 구분되는 것을 표로 정리해 보면 다음과 같다.

분류	형태
모양	트랜지스터형 (TO-99형)
	DIP 타입 (I.C 타입)
	기타 (하이브리드 I.C등)
내부 구조	하이브리드 IC (정밀급 OP앰프)
	모놀리틱 IC (대부분의 I.C)
수용 회로 수	싱글형
	듀얼, 쿼드형
회로 구성	바이폴라형
	Bi-FET형
	Bi-MOS형

〈표 2-6〉 회로의 수, 회로 구성 방법 등에 따른 분류

④ I.C (Integrated Curcuit)

집적회로라고 부르기도 하며, 일반적인 반도체를 이용하여 만들어진 TTL IC, OP 앰프, 마이크로프로세서 IC, ROM, RAM, FLASH Memory등 모든 부품들을 통칭하는 말로 사용되고, 로봇을 제어하기 위해 사용되는 전자 제어회로부는 대부분 이러한 I.C를 이용하여 설계되고 제작하고 있다. 〈그림 2-77〉은 일반적으로 사용하고 있는 I.C를 나타내고 있다.



〈그림2-77〉 여러 가지 형태의 I.C

〈그림2-77〉에서 ①, ②모양과 같은 I.C가 일반적으로 많이 사용되는 I.C를 나타내고 있으며, DIP타입의 I.C라고 한다. ③, ④모양과 같은 I.C는 CPU와 같은 고성능 I.C에 주로 사용되는 형태로 PLCC 타입, TQFP 타입 I.C라고 부른다.

I.C의 핀과 핀 사이의 간격을 나타내는 단위를 밀[mil]이라고 하고, 1000분의 1인치를 나타내는 단위이며, 미터 단위계로 환산하는 방법은 다음과 같다.

◇1인치[inch] = 2.54[cm] = 25.4[mm]
 ◇1인치[inch] = 1000밀[mil]
 그러므로 계산해 보면,
 ◇100[mil] = 2.54[mm]
 ◇300[mil] = 7.62[mm]
 ◇600[mil] = 15.24[mm]

【 예 제 】 1미터는 몇인치일까요 ?

【 풀 이 】 1m = 100cm 1inch = 2.54cm

$$1 : 2.54 = x : 100$$

$$\therefore x = \frac{100}{2.54} = 39.37 \text{ [inch]}$$

【 예 제 】 350 [mil]은 몇 [mm] 일까요 ?

【 풀 이 】 1[inch]는 1000[mil]이고 100[mil]은 2.54[mm] 이므로

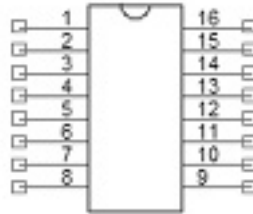
$$100 : 2.54 = 350 : x$$

$$x = \frac{(350 \times 2.54)}{100} = 8.89 \text{ [mm]}$$

일반적인 I.C의 핀과 핀사이의 간격은 100[mil]이고, 우리가 흔히 전자회로를 만들기 위해 사용하는 만능기판의 홀과 홀의 간격도 같은 100[mil]이다. 여러 개의 핀으로 이루어진 I.C의 각 핀에는 번호가 붙여져 구분하게 되어 있다.



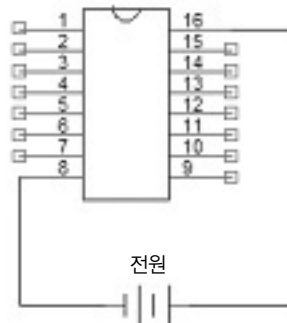
아래 그림과 같이 I.C에 표시된 점이 있는 핀이 '1' 번으로 시계 반대 방향으로 진행이 된다. 점이 표시되지 않은 경우에는 반달 모양의 표시가 왼쪽으로 향하도록 한 상태에서 아랫줄 첫 번째 핀이 '1' 번이 되고 시계 반대 방향으로 진행을 하게 된다.



〈그림 2-78〉 DIP 타입 I.C의 핀 번호 구분

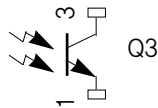
TTL 논리 게이트 I.C의 경우 전체 핀 수의 1/2에 해당하는 핀에 (-)전원을 연결해주어야 하고, 마지막 번호에 (+)전원을 연결하여 I.C에 전원을 공급해 주어야 한다. 예를 들어 I.C의 전체 핀수가 14핀인 경우 7번핀에 전원의 (-)극성을 연결하고, 14번 핀에 전원의 (+)극성을 연결하여 전원이 공급되도록 하여야 한다. 가끔 직접 로봇 제어회로를 제작하는 과정에서 I.C에 전원을 공급해주지 않고 동작이 안 되어 고생하는 경우가 종종 있으므로 주의하여야 한다.

I.C에 따라서 다소 다를 수도 있으므로 정확한 것은 I.C의 동작 방법 등이 나와 있는 데이터시트를 참고하여야 한다.



〈그림 2-79〉 TTL I.C의 전원 연결

06 다음과 같은 그림의 기호를 사용하는 부품의 명칭은 무엇인가?



- ① Diode
- ② LED
- ③ Photo Transistor
- ④ Photo Diode

07 빛 감지를 위해 사용되는 센서가 아닌 것은 ?

- ① Photo T.R
- ② CdS
- ③ Photo Diode
- ④ Diode

08 어떤 물체를 만지거나 수분이 묻으면 신호를 발생 시키는 센서로 쓰이는 소자는?

- ① 근접센서
- ② 광센서
- ③ 자기센서
- ④ 터치센서

09 외부의 온도를 측정하기 위해서 사용되는 센서가 아닌 것은?

- ① 측온저항체
- ② 습도센서
- ③ 열전대
- ④ 백금측온체

10 박쥐와 같이 민감한 소리를 이용해 물체를 감지하는 센서는?

- ① 초음파센서
- ② 압력센서
- ③ 마이크
- ④ 광전센서

20 여러 개의 저항을 묶어 사용하는 저항의 명칭은 무엇인가?

- ① Resistance
- ② 어레이 저항기(Array Resistance)
- ③ Inductor
- ④ 가변저항

21 4색의 색띠를 가진 저항의 4번째 색띠가 의미하는 것은 ?

- ① 오차
- ② 승수
- ③ 10단위 자리 값
- ④ 1단위 값

22 다음과 같은 색띠를 가진 저항의 값은 얼마인가?

노랑색	보라색	검정색	은색
-----	-----	-----	----

- ① $470[\Omega] \pm 5\%$
- ② $470[\Omega] \pm 10\%$
- ③ $47[\Omega] \pm 5\%$
- ④ $47[\Omega] \pm 10\%$

23 '502' 라고 기록되어 있는 가변저항이 있다. 이 가변저항의 값은 얼마인가?

- ① $502[\Omega]$
- ② $500[\Omega]$
- ③ $5000[\Omega]$
- ④ $5.2[\text{K}\Omega]$

24 $10 \times 10 \times 10$ 을 지수법으로 적절하게 표현한 것은?

- ① 102
- ② 103
- ③ 104
- ④ 105

단 원 총 합 문 제

25 2[F]의 콘덴서의 전극판 단면적을 4배로 하고 전극판의 간격을 2배로 하였을 때 이 콘덴서의 용량은 처음보다 몇 배가 되는가?

- ① 1배
- ② 2배
- ③ 3배
- ④ 4배

26 주파수가 60[Hz], 코일의 용량이 2[H]일 때 유도리액턴스는 얼마인가?

- ① 425[Ω]
- ② 526[Ω]
- ③ 654[Ω]
- ④ 754[Ω]

27 한번 반복하는데 0.1초가 걸리는 파형이 있다. 이 파형의 주파수는?

- ① 5[Hz]
- ② 10[Hz]
- ③ 15[Hz]
- ④ 20[Hz]

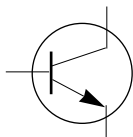
28 트랜지스터를 구성하는 극성의 명칭이 아닌 것은?

- ① Base
- ② Collector
- ③ Emitter
- ④ Gate

29 트랜지스터의 역할이라 할 수 없는 것은?

- ① 스위칭
- ② 발광
- ③ 증폭
- ④ 신호제어

30 트랜지스터의 종류 중 다음과 같은 기호의 트랜지스터를 무엇이라 하는가?



- ① NPN형
- ② PNP형
- ③ FET형
- ④ PPN형

31 CPU만을 집적 회로로 소형화하여 만든 I.C를 무엇이라 하는가?

- ① 마이크로프로세서
- ② 마이크로컴퓨터
- ③ 원칩마이크
- ④ 펜티엄

32 읽기만 가능한 메모리 소자를 무엇이라 하는가?

- ① Flash
- ② EEPROM
- ③ ROM
- ④ SD

33 메모리 소자에 '27C64' 라고 되어있다. 메모리 종류와 용량은 얼마인가?

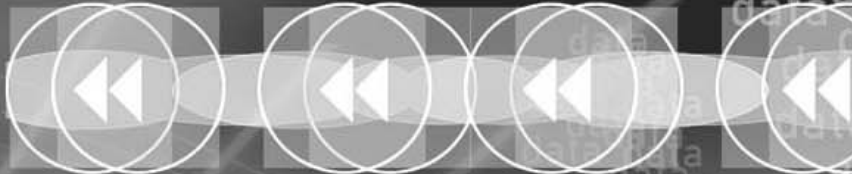
- ① ROM-64Kbyte
- ② RAM-64Kbit
- ③ RAM-8Kbyte
- ④ ROM-64Kbit

34 A-D변환기의 변환 능력을 나타내는 의미를 가진 단어는 무엇인가 ?

- ① 샘플링
- ② 변환시간
- ③ 분해능
- ④ 샘플간격

35 0~5V까지를 측정할 수 있는 8비트 A-D변환기에서 입력된 전압이 5V인 경우 변환된 디지털 값은 얼마인가 ?

- ① 128
- ② 0
- ③ 200
- ④ 255



제3장 로보틱스

informatics



- ① ...
- ② ...
- ③ 로봇동력학에 대해서 설명할 수 있다.
- ④ 경로 계획에 대해서 설명할 수 있다.

DOMAIN

data

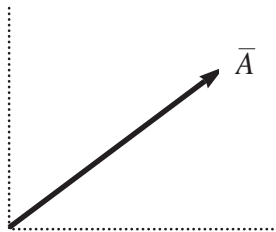
TRANSFER



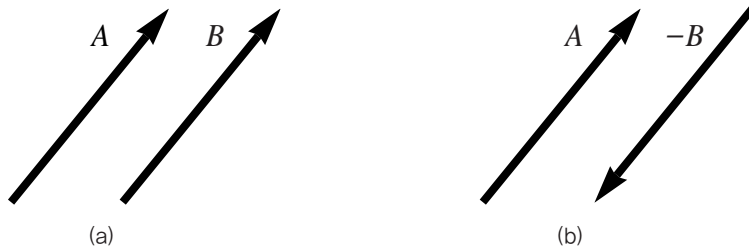


벡터란 속도, 변위, 힘, 가속도와 같이 크기와 방향을 함께 가지고 있는 물리량을 의미한다. 이 절에서는 벡터의 해석과 스칼라로의 변환, 좌표계에 대해 알아보기로 하자.

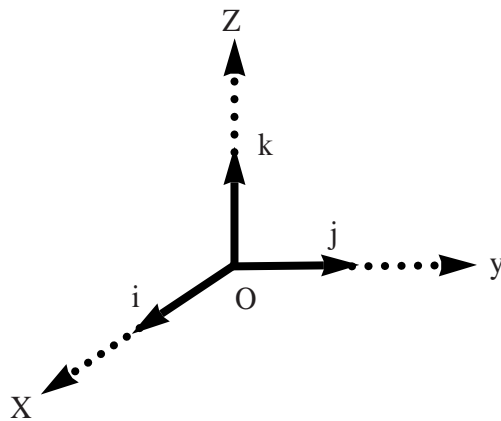
1. 벡터



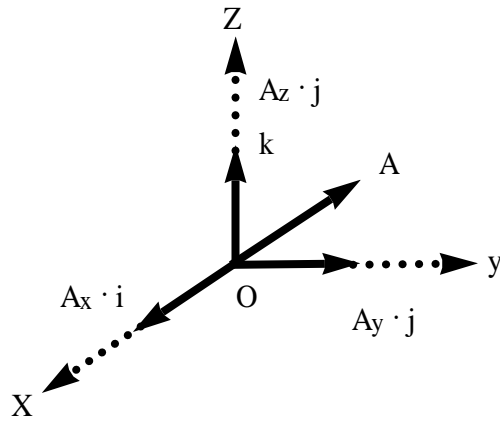
- 벡터의 정의 : 속도, 변위, 힘, 가속도와 같이 크기와 방향을 함께 나타내는 물리량을 나타내며, 벡터를 그림으로 표시할 때는 화살표를 사용하여 나타낸다.
- 벡터의 표시 : 기호로 표시는 \vec{A} 또는 \mathbf{A} , 벡터의 크기는 $|\mathbf{A}|$ 로 나타낸다. 이 벡터의 크기를 벡터의 절댓값이라 하며, 스칼라량이다.



- 벡터 A, B가 서로 같으면 $A = B$ 로 나타내며, 절대값으로 표기하면 $|A| = |B|$ 이 되고, 두 벡터의 방향이 평행한 $A // B$ 가 된다.
- 벡터 A, B가 서로 방향이 반대이면 $A = -B$ 로 나타내며, 절대값으로 보면 $|A| = |B|$ 이며, $A // -B$ 가 된다.
- 음벡터(Negative Vector) : 앞에서와 같이 크기는 같고 방향이 반대인 벡터
- 영벡터(Zero Vector) : 크기가 0인 벡터
- 단위벡터(Unit Vector) : 크기가 1이고 방향이 있는 벡터

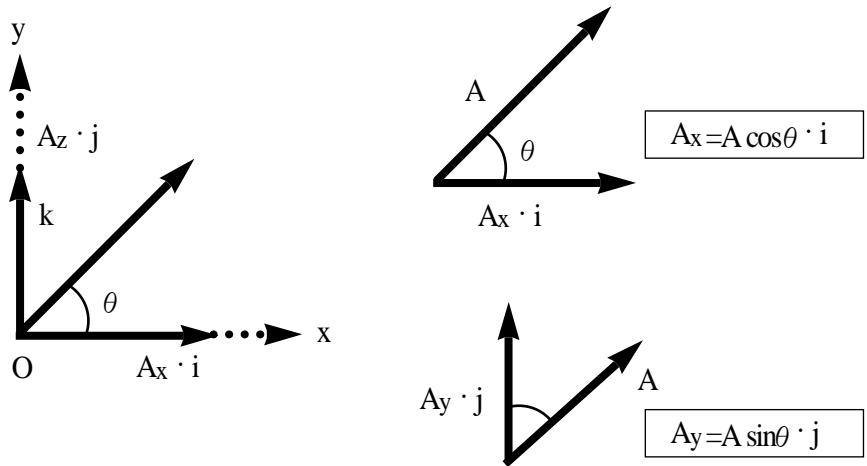


- 기본단위벡터(Fundamental Unit Vector) : x, y, z축의 공간 직각 좌표에서 각 방향의 단위 벡터를 말하는 것으로 i, j, k 로 나타내며, 각각의 크기는 1이고 방향은 x, y, z축으로 향한다.
 - x축 방향의 크기 A_x 인 벡터 A_x 는 $A_x = A_x \cdot i$ 로 나타내며
 - y축 방향의 크기 A_y 인 벡터 A_y 는 $A_y = A_y \cdot j$ 로 나타내며
 - z축 방향의 크기 A_z 인 벡터 A_z 는 $A_z = A_z \cdot k$ 로 나타낸다.



- 벡터 $A = A_x + A_y + A_z = A_x \cdot i + A_y \cdot j + A_z \cdot k$

❖ 직각좌표 표시



- x축 방향의 벡터 A_x 는 $A \cdot \cos\theta \cdot i$ 로 나타낼 수 있으며,
- y축 방향의 벡터 A_y 는 $A \cdot \sin\theta \cdot j$ 로 나타낼 수 있다.
- 직각좌표에서의 스칼라곱 $A \cdot B$ 를 구하면,

$$\begin{aligned}
 A \cdot B &= (A_x i + A_y j + A_z k) \cdot (B_x i + B_y j + B_z k) \\
 &= A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z
 \end{aligned}$$

- 직각좌표에서의 벡터곱 $A \times B$ 를 구하면,

$$\begin{aligned} A \times B &= (A_x i + A_y j + A_z k) \cdot (B_x i + B_y j + B_z k) \\ &= (A_y B_z - A_x B_y) i + (A_z B_x - A_x B_z) j + (A_x B_y - A_y B_x) k \end{aligned}$$

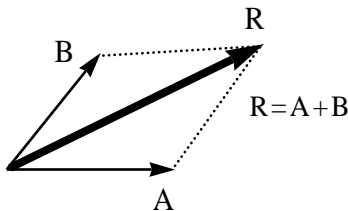
❖ 극좌표 표시

- 직각좌표를 이용해 벡터의 값을 스칼라 양과 각으로 표현하게 된다.
- x축 방향의 벡터 절대값과 y축 방향의 벡터 절대값을 이용해 벡터 A의 크기를 구하고,
- x축 방향의 벡터 크기와 y축 방향의 벡터 크기를 이용해 벡터 A의 방향을 구한다.

$$A = |A| = \sqrt{(Ax)^2 + (Ay)^2} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{Ay}{Ax}$$

2. 벡터의 합과 차

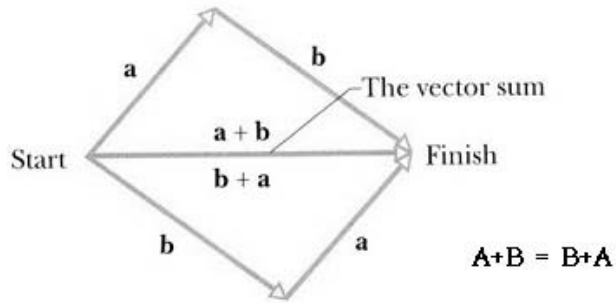
1) 벡터의 합



- 평행사변형법(Parallelogram Method) 에 의한 벡터의 합
벡터 A와 벡터 B의 합은 위 그림과 같이 평행되는 변에 같은 크기의 벡터를 가상으로 하여 평행사변형을 만들어 대각선으로 표시되는 크기와 같다.



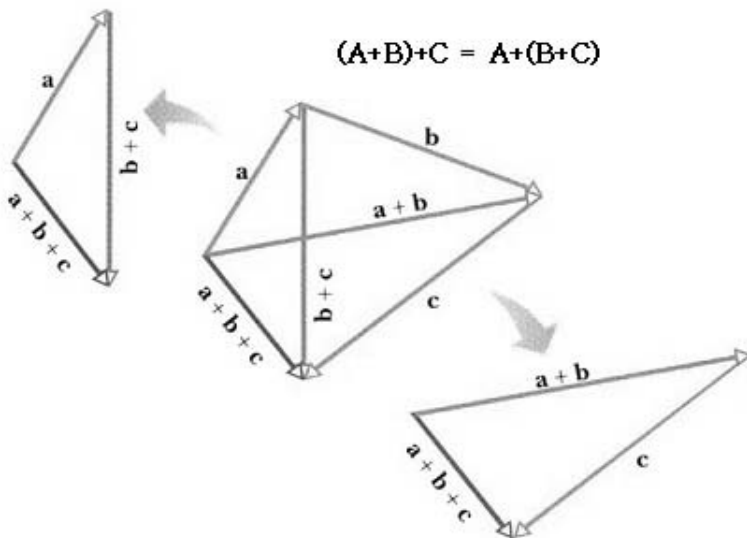
① 교환법칙 (Commutative Law)



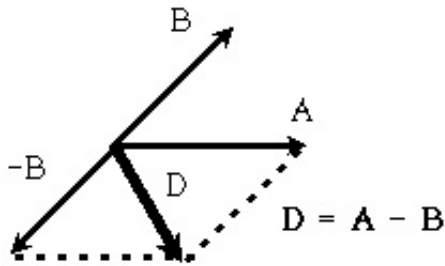
벡터를 더하는 경우 더하는 순서가 바뀌어도 그 결과는 같다.

② 결합법칙 (Associative Law)

벡터의 크기를 더하는 경우 그 순서를 바꾸어도 그 결과는 같다.



2) 벡터의 차



벡터 A와 벡터 B의 차는 위 그림과 같이 먼저 벡터 B와 크기는 같고 방향은 반대인 $-B$ 벡터를 그리고, 평행되는 변에 같은 크기의 벡터를 가상으로 하여 평행사변형을 만들어 대각선으로 표시되는 크기와 같다.

3. 벡터의 곱

벡터 곱을 연산하는 방법에는 다음과 같이 세가지가 있다.

- ▶ 스칼라와 벡터의 곱 : 벡터 = 스칼라 \times 벡터
- ▶ 두 벡터의 스칼라 곱 : 스칼라 = 벡터 \cdot 벡터
- ▶ 두 벡터의 벡터 곱 : 벡터 = 벡터 \times 벡터

1) 스칼라와 벡터의 곱

벡터 A와 스칼라 s의 곱의 결과를 얻게 되는 것으로,

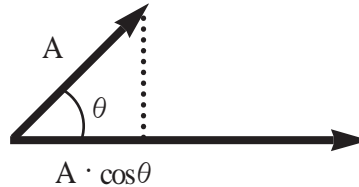
$$s \cdot A = A'$$

- 벡터 A'의 크기 : 벡터 A의 크기와 s를 곱한 값
- 벡터 A'의 방향 : s가 0보다 크면 벡터 A와 같은 방향이고,
s가 0보다 작으면 벡터 A와 반대 방향이다.



2) 스칼라 곱 (도트곱 또는 내적)

A, B 두 벡터의 작용점을 한 점에 맞추고 두 벡터 사이의 각을 θ 라 하면, 두 벡터의 스칼라곱은 $A \cdot B$ 로 표시하고 A 벡터 도트 B 벡터라고 읽는다.

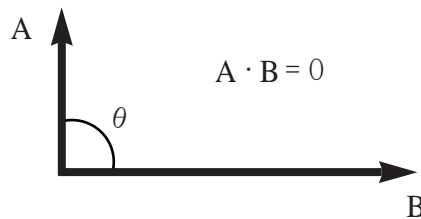


$$A \cdot B = AB \cos \theta$$

- A, B : 벡터 A, B의 크기

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B}{AB} \right)$$

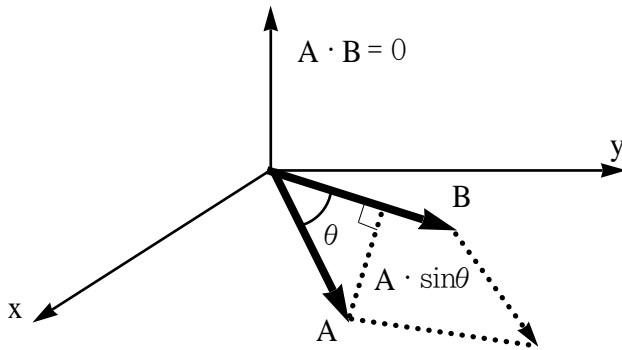
- 교환법칙 : $A \cdot B = B \cdot A$
- 분배법칙 : $A \cdot (B+C) = A \cdot B + A \cdot C$
- 두 벡터가 서로 수직일 때의 스칼라 곱은 '0' 이다.



- 벡터 자신과의 스칼라곱 $A \cdot A = A^2$ 이다.
- 역학적 일, 중력의 위치에너지, 전력 등을 구할 때 사용하게 된다.

3) 벡터 곱 (크로스곱 또는 외적)

A, B 두 벡터를 곱했을 때 벡터량이 되는 것을 말하며 $A \times B$ 로 표시하고, A 벡터 크로스 B 벡터라고 읽게 된다.



오른손을 쥐고 엄지 손가락을 제외한 나머지 손가락 벡터 A의 위치에서 각 θ 만큼 B의 방향으로 향하게 하며 주먹을 쥐도록 하고, 이때의 엄지 손가락의 방향이 $A \times B$ 의 방향이다.

$A \times B = AB\sin\theta$

- $A \times B$ 의 크기 : $AB\sin\theta$

두 벡터가 이루는 평행사변형의 면적이 된다.

- $A \times B$ 의 방향 : 오른손 법칙에 따른다.

- 교환법칙 : $A \times B = -B \times A$ (성립되지 않는다.)
- 분배법칙 : $A \times (B+C) = A \times B + A \times C$
- 기본단위벡터에서의 벡터곱은 크기는 '1' 이고, 방향은 직각이다.
 - 벡터 i와 j의 벡터곱 : k 방향으로 직각
 - 벡터 j와 k의 벡터곱 : i 방향으로 직각
 - 벡터 k와 i의 벡터곱 : j 방향으로 직각
 - 벡터 j와 i의 벡터곱 : -k 방향으로 직각
 - 벡터 k와 j의 벡터곱 : -i 방향으로 직각
 - 벡터 i와 k의 벡터곱 : -j 방향으로 직각
- 기본단위벡터 자기 자신과의 벡터 곱은 크기는 '1' 이고 방향은 0도이다.

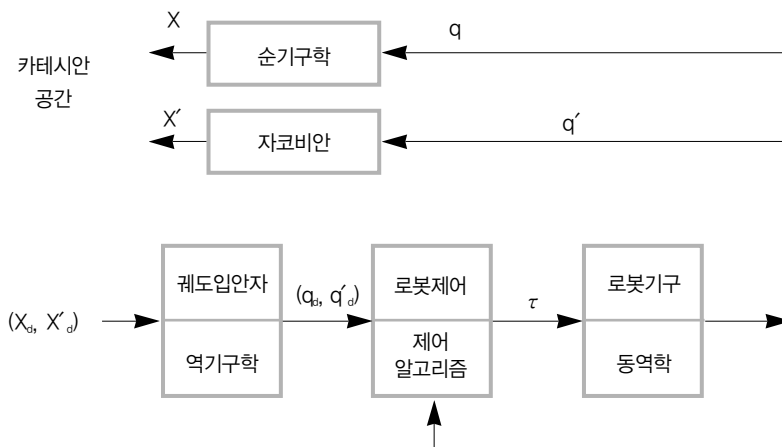


- 두개의 벡터가 서로 나란할 때 벡터곱은 언제나 '0' 이다.
($A \times B = 0$ 단, A//B일 때)
- 벡터 자기 자신과의 벡터 곱은 언제나 '0' 이다.
($A \times A = 0$)
- 벡터 곱의 법칙
 - $A \cdot (B \times C) = B \cdot (C \times A) = C \cdot (A \times B)$
 - $A \times (B \times C) = B(A \cdot C) - C(A \cdot B)$
 - $A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$



1. 로봇 기구학의 개요

학문적으로 로봇틱스를 배울 때 가장 기본적인 로봇으로는 산업용 로봇과 이동로봇으로 구분하고 있다.



〈그림 3-1〉 로봇의 전제 블록도



〈그림 3-1〉은 산업용 로봇을 제어하는 간단한 블록 다이어그램으로 전체적인 내용을 함축하고 있다.

로봇이 움직이면 로봇의 팔 끝이 어디에 있는가를 알아야 한다. 로봇의 팔 끝을 나타내려면 원점에서 얼마나 떨어져 있는가를 나타내는 위치와 얼마만큼 회전되어 있는가를 나타내는 자세로 정의해야 한다. 이때 이를 정의하는 것이 기구학이다.

일반적으로 로봇의 작업 공간은 카테시안 공간에서 이루어지므로 로봇이 작업하는 경로가 카테시안 공간에서 설정된다. 하지만 로봇의 구동은 조인트 공간에서 이루어지므로 카테시안 공간에서 설정된 경로는 조인트 공간으로 변환이 필요하다. 이때 필요한 것이 로봇의 역기구학이다.



2. 로봇의 구조 분류

일반적으로 로봇은 구조에 따라 직렬형과 병렬형으로 크게 둘로 나누어진다. 직렬형 로봇은 링크가 서로 순차적으로 직렬로 연결되어 있는 반면, 병렬형 로봇은 링크가 서로 직접 연결되어 있지 않고 병렬로 연결되어 있다. 대부분의 산업 로봇은 직렬형 로봇이며, 병렬형 로봇의 대표적인 것으로는 스투어트 플랫폼이 있다.

병렬형 로봇은 자동차나 비행기 시뮬레이터 등 가상현실을 더욱 실감나게 나타내기 위해 구동하는 기구로서 많이 사용되고 있다. 스투어트 플랫폼은 두 개의 평판과 두 판을 연결하는 6개의 구동축으로 구성되어 X, Y, Z와 3개의 오리엔테이션을 나타내도록 설계되었다. 병렬형 로봇은 6개의 선형 구동축의 행정 거리에 의해 작업 공간이 결정되므로 그 구조적인 특징 때문에 직렬형 로봇에 비해 작업공간이 작다. 병렬적인 특징을 이용하여 크기가 작은 6 자유도 조이스틱을 구성하기도 하고 크기가 큰 가상현실 시뮬레이터에 사용되기도 한다.

직렬형 로봇은 베이스에서 팔 끝까지 링크가 직렬로 연결되어 있는 로봇을 말한다. D-H 변환을 적용하면 직렬형 로봇의 기구학은 쉽게 구할 수 있다. 하지만 병렬형 로봇은 다른 방식으로 기구학을 구해야 한다. 이때 베이스로부터 팔 끝까지의 위치, 방향, 속도 그리고 가속도를 알아야 하는데, 이때에 필요한 것이 기구학이다. 기구학이란 로봇의 링크들의 위치, 속도, 가속도의 관계를 다루는 것을 말한다. 특히, 로봇의 움직임에서 우리가

관심이 있는 것은 직교공간에서의 로봇 팔의 위치와 오리엔테이션이다.

로봇 팔 끝의 위치는 로봇 각 관절이 이루는 각과 각 링크의 길이에 의해 결정된다. 로봇의 기구학은 공간에서의 로봇의 움직임을 시간의 함수로서 나타낸다. 특히, 로봇 조인트 공간에서의 변수들과 직교 공간에서의 변수들 사이의 분석적인 관계를 나타낸다. 로봇의 모든 링크의 움직임을 결정하는 독립변수의 수로 나타내는 것을 '자유도' (DOF)라고 하며 식(1.1)과 같다.

$$DOF = \lambda(L-A-1) - \sum f_i \quad \dots\dots (1.1)$$

여기서 $\lambda=6$ (공간상의 움직임의 경우), $\lambda=3$ (평면상의 움직임의 경우), L 은 링크의 수, A 는 조인트의 수 그리고 n 은 조인트의 경우 f_i 는 i 번째 조인트의 자유도로 핀조인트는 1, 유니버설 조인트는 2 그리고 볼과 소켓 조인트는 3이다.

일반적으로 산업로봇은 직교공간에서 위치를 나타내는 변위 x, y, z 그리고 오리엔테이션을 나타내는 각 α, β, γ 의 6자유도를 갖는다. 다시 간단히 말하면, 6개의 구동기가 각각의 변수를 나타내므로 6자유도를 갖는다고 할 수 있다.

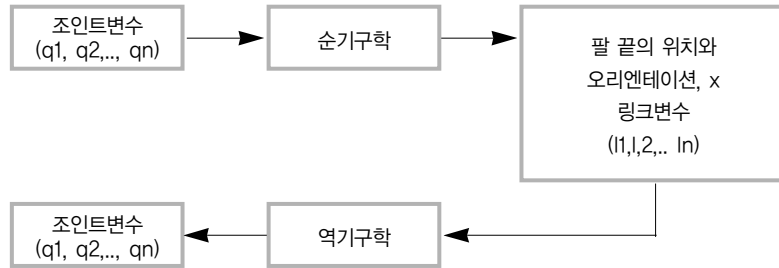
하지만 항상 구동기의 수가 자유도의 수와 같은 것은 아니므로 주의를 요한다. 예를 들어 우리의 손가락을 보자. 우리의 손가락의 마디는 셋이지만 손가락이 붙어있는 손도 링크로 간주하므로 링크의 수는 넷이다($L=4$).

각 마디들이 따로 독립적으로 움직일 수 있는 조인트의 수는 셋이고 $n=3$ 일 때에 2자유도를 갖는 조인트는 0이고 모두 핀조인트를 형성함으로 $\sum f(i)=3$ 이다. 위의 식에 대입하면 평면상의 움직임이라 $\lambda=3, L=4, A=3, \sum f(i)=3$ 이므로 $DOF=3(4-3-1)+3=3$ 임을 알 수 있다.

손가락의 마디는 셋이라 3자유도가 있지만 손가락 끝은 평면에서만 움직일 수 있으므로 손가락 끝의 위치는 공간상에서 2자유도를 갖는다. 따라서 손가락의 경우 3자유도를 가지고 나타낼 수 있는 평면의 변수는 둘이라 하나의 자유도가 여분으로 있으므로 이를 '여유 자유도'라 하며, 이러한 로봇을 '여유 자유도 로봇'이라 한다.

로봇의 기구학에는 구하고자 하는 변수가 무엇인가에 따라 순기구학과 역기구학이 있

다. 순기구학은 로봇의 각 조인트 공간에서 각이 주어졌을 경우에 직교공간에서 로봇 팔 끝의 위치를 나타내는 것이고, 역기구학은 직교공간에서 로봇 팔 끝의 위치가 주어졌을 때 조인트 공간에서 각의 값을 구하는 것이다. 아래의 그림은 이러한 관계를 도식적으로 잘 보여주고 있다.



〈그림 3-2〉 순기구학과 역기구학의 관계

3. 순기구학

1) 단순한 로봇의 순기구학

순기구학의 목적은 직교 공간에서 로봇 팔 끝의 위치와 오리엔테이션을 각 조인트 개수와 링크의 길이로 나타내는 것이다.

로봇의 각 조인트가 어떤 특정한 각(q)을 이루고 있다면 팔 끝의 위치(X_p)는 각 각의 크기와 링크 길이의 함수로 식(I.2)와 같이 나타난다.

$$X_p = F(q, l) \quad \dots\dots (I.2)$$

순기구학은 로봇 각 조인트와 링크의 길이 등의 함수로 되어 있다. 일반적으로 로봇의 순기구학은 D-H 변수들을 구함으로써 쉽게 구할 수 있다. 각 조인트에서의 D-H 변수들은 인접한 조인트 사이의 관계를 나타내는 변환행렬을 형성하므로 베이스에서 팔 끝까지의 변환행렬을 연결하게 되면 로봇 팔 끝의 위치와 방향은 베이스 좌표를 기본으로 나타낼 수 있다.

4. 역기구학

1) 역기구학의 개념

역기구학은 순기구학과 반대로 카테시안 변수로부터 조인트 변수를 구하는 것을 말한다. 순기구학에서는 각 조인트의 각이 주어지면 로봇 팔 끝의 위치가 정해졌다. 하지만 로봇 팔 끝의 위치가 주어지고 각 조인트의 각을 구하는 데는 여러 개의 각이 존재하게 된다.

직교좌표 로봇의 예를 살펴보자. 직교좌표에서 같은 한 점을 나타내는 로봇의 자세는 모두 4가지 경우의 각이 생기게 된다. 이처럼 역기구학의 해는 유일해가 아닌 여러 가지 해가 존재한다.

이러한 역기구학을 통해 각 조인트의 각을 구하는 방법에는 두 가지가 있다. 하나는 기하학을 이용하는 방법인데, 이는 링크의 수가 몇 되지 않는 간단한 로봇일 경우에 편리하다. 다른 한 방법은 분석적인 방법으로 순기구학의 변환행렬의 특성을 사용하여 계산하므로 구하는 방법이다.

2) 기하학 방법

말 그대로 기하학을 이용해서 조인트 각을 구한다. 링크가 몇 개 되지 않는 간단한 구조의 로봇은 기하학이 간단하므로 각 조인트의 각을 쉽게 구할 수 있다. 아래의 링크가 하나인 로봇의 예를 들어보자.

카테시안 위치 P_x, P_y 가 주어지고 θ 를 구하는 것이다.

$$\tan\theta = \frac{P_y}{P_x} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{P_y}{P_x} \quad \dots\dots (I.3)$$

조인트 값의 각은 식(I.3)과 같이 나타낼 수 있다.

3) 수식적인 방법

간단한 로봇의 각을 기하학으로 구하면 쉽게 구할 수 있지만 링크가 여럿인 로봇의 조인트 각을 기하학을 사용하여 구하기란 쉽지 않다. 이 경우에는 전체적인 변환행렬의 결



과로부터 계산을 통해서 얻게 된다. 아래의 이축 로봇의 순기구학 식으로부터 각 조인트의 각을 구할 수 없다.

5. 동기구학

1) 동기구학의 개념

순기구학이나 역기구학은 로봇의 팔 끝의 위치 및 오리엔테이션을 나타내는 직교좌표 변수들과 각 조인트의 각을 나타내는 조인트 변수들과의 정적인 관계를 나타낸다. 로봇이 직교좌표에서의 한 점 P1에서 다른 한 점 P2로 움직이는 경우를 생각해 보자.

로봇이 P1에서 P2로 움직일 경우 거리는 좌표를 이용해서 계산할 수 있지만 목표점에 도달하는 데 걸리는 시간은 결국 로봇이 움직이는 속도에 의해 좌우된다.

따라서, 직교 공간에서 움직임의 속도를 잘 조절해야 정해진 시간에 로봇이 안전하게 주어진 일을 수행할 수 있게 된다. 직교 공간에서 로봇 팔 끝의 움직임을 정확하게 제어하려면 기준위치 정보뿐만 아니라 로봇 팔 끝의 속도 정보가 필요하다. 로봇 움직임의 가감속을 제어하지 못하면 로봇의 움직임이 매우 거칠어져 로봇과 물체에 무리를 줄뿐만 아니라 모터에도 무리를 줄 수 있다.

한 예로 로봇이 물건을 옮기는 경우를 생각해 보자. 로봇이 물건을 집어들 때는 힘이 많이 들므로 가속을 하고 물건을 움직여 옮길 때는 일정한 속도로 움직이고 물건을 내려놓을 때는 안정하게 감속을 해야 한다. 이처럼 로봇의 팔 끝을 원하는 속도로 움직이게 하려면 속도를 제어하여야 한다. 그렇다면 어떻게 로봇 팔 끝의 속도를 제어할 수 있을까? 이때 필요한 것이 '동기구학'이다.

직교좌표에서 등속을 나타내기 위해 실제적으로 제어되는 것은 각 조인트의 각속도 q' 이다. 이와 같이 직교좌표의 속도 X' 를 조인트 공간의 속도로 표현하는 것을 동기구학이라 한다.

이는 직교공간에서의 로봇의 움직임을 조인트 공간에서의 움직임으로 나타낼 수 있기 때문이다.

2) 동기구학의 사용

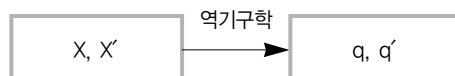
① 로봇 위치 제어 문제

일반적으로 로봇이나 인간이 작업하는 환경은 직교좌표 공간이기 때문에 직교좌표 공간에서 로봇을 제어하면 편리하다. 직교좌표 공간에서 로봇의 움직임을 제어하기 위해서는 로봇의 작업 경로, 즉 위치, 속도, 가속도 정보가 직교좌표 공간에서 주어져야 한다. 로봇의 위치는 로봇이 움직여야 할 경로이고, 속도는 경로 구간별로 로봇이 움직이는 속도를 말한다. 실제적으로 로봇의 원하는 움직임을 얻기 위한 제어는 조인트 공간에서 모터로 구동되어 실행되기 때문에 직교 공간 변수들과 조인트 변수의 상관관계의 움직임을 알아야 한다. 하지만 실제 시스템에 있어서 직교 공간에서 로봇의 위치 및 속도를 측정하는 것은 매우 어렵다. 최근에는 레이저센서를 사용하여 직교좌표 공간의 위치를 측정할 수 있지만 값이 고가이다.

이처럼 반복적인 움직임을 통하여 조인트 공간의 좌표와 직교공간의 좌표 사이의 오차를 보정하는 과정을 ‘캘리브레이션’이라 한다. 직교좌표 공간에서 측정하는 장치들이 매우 고가이므로 대부분의 경우 조인트 공간에서의 위치 오차를 줄여 결과적인 직교좌표 공간에서의 오차를 줄이게 되는 효과를 사용한다.

② 역기구학의 문제점

역기구학에서는 직교좌표에서 로봇의 위치가 주어질 경우에 조인트 각을 수치적으로 구하였으나 시간과 관련된 속도나 가속도는 구하질 못했다. 이러한 경우에 동기구학을 사용하면 직교 공간에서의 위치, 속도, 가속도와 상관되는 값을 조인트 변수들의 시간에 대한 값으로 수치적으로 구할 수 있다.



이러한 역기구학은 좌표 변환에도 사용되지만 로봇의 움직임을 정확하게 제어하는데 매우 필요하다.



1. 로봇 동력학의 개요

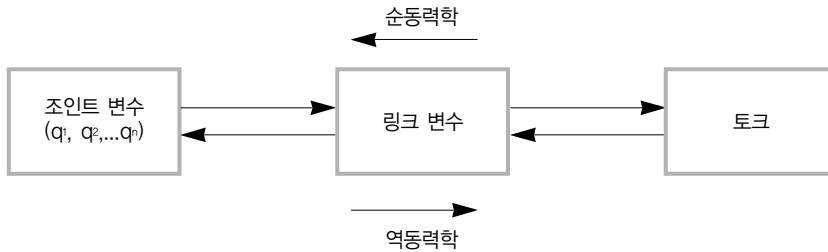
로봇을 설계하거나 이미 설계된 로봇의 움직임을 조사하려면 실제 로봇을 대상으로 다양한 변수 값들을 직접 측정하여야 한다. 하지만 로봇의 크기나 가격 등의 문제로 실제 로봇에의 적용이 어려울 경우가 있다. 이러한 경우에 실제 로봇이 움직이는 행동을 조사하려면 로봇을 모델링하면 된다.

먼저 기구학을 통하여 로봇 조인트의 움직임을 직교좌표 공간에서 나타낼 수 있다. 하지만 이러한 로봇의 움직임은 실제 로봇의 움직임을 고려한 것이 아니라, 기구학의 수식적인 관계를 나타낸 것이다.

실제 로봇의 움직임을 나타내기 위해서는 각 조인트에 적용되는 힘이나 토크 값을 구해야 한다. 각 조인트의 토크 값은 다양한 힘으로 구성되어 있는데 이 값을 구하면 토크 값에 의한 로봇의 움직임을 동적으로 나타낼 수 있게 된다.

동력학이 주어지면 입력으로 힘이나 토크 값이 주어지고 로봇의 동력학 식으로부터 로봇의 상태 변수를 구할 수 있는데, 이 상태변수 값으로부터 기구학을 통하여 로봇의 움직임을 가상적으로 나타내는 각과 위치를 계산할 수 있다.

역으로 입력으로 각 조인트의 각의 값이 주어지면 토크 값을 구하게 되는데 이를 ‘역동력학’ 이라 하며, 이는 실제로 로봇 모델을 사용하여 로봇을 제어하는 데 유용하다.



〈그림 3-3〉 순동력학과 역동력학과의 관계

따라서 로봇의 동력학을 구하는 목적은

- ① 새로운 로봇을 설계할 경우에 그 로봇의 움직임을 미리 알아보기 위함이다.
- ② 로봇이 없을 경우에 가상적으로 움직임을 연구하기 위함이다.
- ③ 새로운 로봇 제어 이론을 실제 로봇에 적용하기에 앞서 가상적으로 로봇이 움직이는 것을 시뮬레이션하기 위함이다.
- ④ 가상현실과 같은 컴퓨터 그래픽에서 로봇의 현실감이 요구될 경우에 동력학을 사용한 움직임을 구성하기 위함이다.

이처럼 가상적으로 로봇의 움직임을 미리 점검하므로 실제 응용에서 접하게 되는 문제점들을 보완할 수 있다. 하지만 아무리 로봇의 동력학식을 정확하게 구한다 할지라도 실제 로봇과는 일치하지 않으므로 시뮬레이션의 한계가 있기 마련이다. 또한 로봇의 모델의 근거로 제어할 때에 실제 로봇과 모델과의 불일치에서 생기는 동력학의 오차의 보정은 많이 연구되고 있는 분야의 하나이다.

로봇 동력학을 구한다 함은 일반화된 좌표에서의 벡터 q 와 그에 상관되는 일반 힘 τ 와의 관계식을 구하는 것을 말한다. 로봇의 동력학식을 유도하는 데는 두 가지 방법이 있다.

하나는 뉴턴 오일러 방식이고 다른 하나는 Euler-Lagrangian 방식이다.



1) 뉴턴 오일러 방식

이 방식은 동적시스템을 뉴턴의 두 번째 법칙을 직접적으로 적용하여 각 링크의 좌표에서 링크의 힘과 모멘트로 나타내는 것이다. 따라서 이 방식은 힘의 균형을 기반으로 한 접근 방식으로 동역학 방정식의 유도에 효율적이다. 따라서 시뮬레이션과 컴퓨터 계산에 있어서 효율적이다.

2) Euler-Lagrangian 방식

시스템의 동적 특성을 일과 에너지의 개념으로 나타낸 것으로 뉴턴 오일러 방식보다 간단하다. 에너지를 기반으로 한 동역학적 모델접근 방법으로 비교적 간단한 운동에서 로봇의 운동에 작용하는 여러 가지 변수에 의한 효과를 이해하는 데 유용하다. 일반좌표에 근거한다.

로봇의 동력학식을 구성하는 성분으로는 관성, 원심력, 코리올스힘, 중력 등과 같이 모델이 가능한 성분이 있는 반면에 마찰력, 백래시 등과 같은 모델이 어려운 성분들도 있다.





로봇이 라인을 검색하여 움직이는 동안 갈림길이 발생하였을 때, 갈림길에 따라 어느 방향으로 이동할 것인지 경로를 결정하여 이동하게 하는 과정을 알아본다.

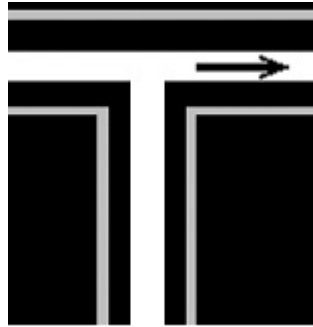
1. 미로에서 갈림길 인식

로봇이 라인을 따라 이동하는 실험을 위해 아래와 같이 간단한 미로를 만들어 본다. 이때 미로의 검정색 밑판은 무광택이어야 하며, 하얀색 선은 광택이어야 한다. 여기서 배우는 로봇은 빛의 반사하는 성질을 이용하여 빛이 반사되는 하얀색과 반사되지 않는 검정색을 비교하여 길을 찾아가도록 되어있으므로, 미로를 제작할 때 꼭 지켜야할 사항이다.

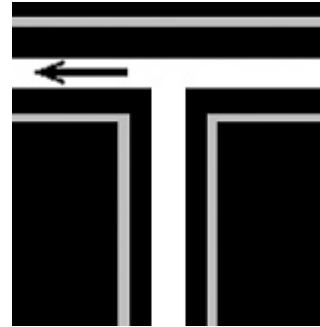




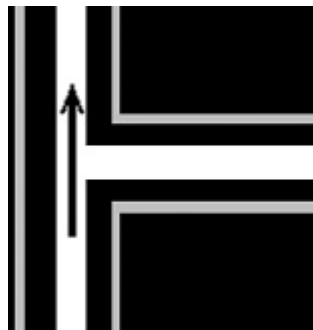
위 미로에서 로봇이 길을 찾아가다 보면, 전진 중 오른쪽으로 회전할 경우가 있고, 세 갈래의 길에서 왼쪽으로 회전할 경우, 네 갈래 길에서 왼쪽으로 회전하는 경우 등 여러 가지 경우의 수가 나올 수 있다.



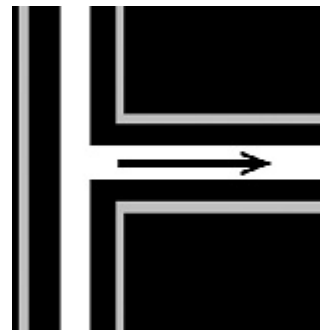
ㄱ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



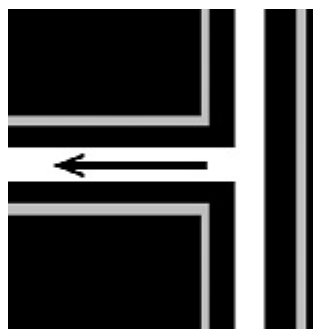
ㄴ 갈래길에서 왼쪽으로 회전



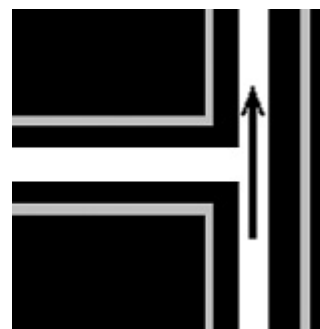
ㄷ 갈래길에서 직진



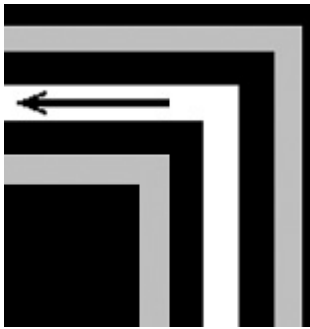
ㄹ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



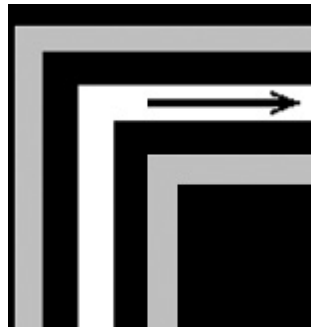
ㅁ 갈래길에서 왼쪽으로 회전



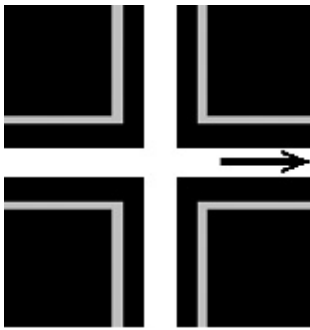
ㅂ 갈래길에서 직진



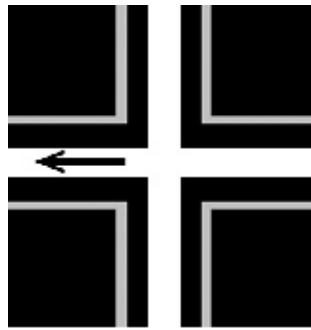
ㄱ 갈래길에서 왼쪽으로 회전



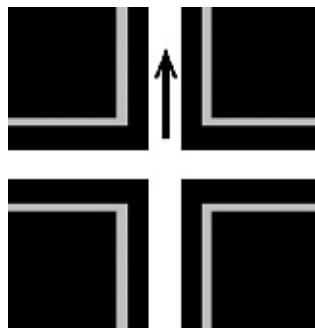
ㄴ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



ㄷ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



ㄹ 갈래길에서 왼쪽으로 회전



ㅁ 갈래길에서 직진

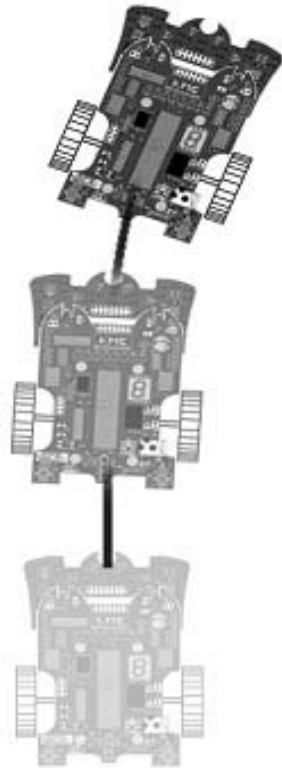
갈림길에서 U턴을 하는 경우를 제외하고 약 13가지의 경우가 나오게 되며, 각 경우의



수에 따른 프로그램이 가능하다.

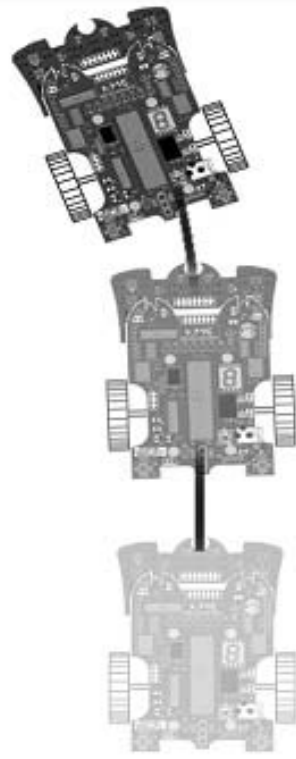
본격적으로 로봇이 구동하는 방법에 대해서 알아보도록 한다. 지금까지 프로그램 한 방법을 조합하는 것도 무리가 되진 않지만, 기본적인 구동형태를 파악하기 위한 것이므로 로봇이 전체적으로 구동할 때는 적당하지 않다.

양쪽 모터의 특성 차이를 프로그램 상으로 보정하기 위한 것으로 위의 프로그램으로 로봇을 구동 시켰을 때 양쪽 모터의 특성 차이에 의해서 로봇은 분명 어느 한쪽으로 기울게 되면서 이동할 것이다.



< 로봇이 오른쪽으로 이동하는 경우 >

```
left_motor_margin = 값 ;
right_motor_margin = 0 ;
```



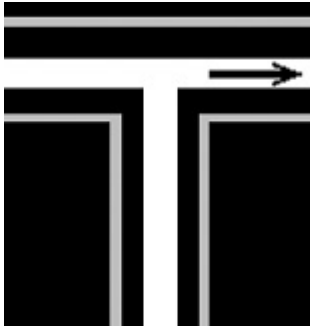
< 로봇이 왼쪽으로 이동하는 경우 >

```
left_motor_margin = 0 ;
right_motor_margin = 값 ;
```

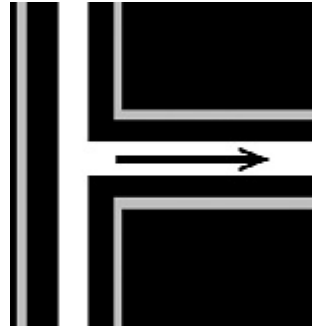
따라서 위의 그림과 같이 margin을 정해 줌으로써 각기 다른 모터의 특성 때문에 발생 되는 로봇의 불안정한 동작을 소프트웨어적으로 해소시켜 줄 수가 있는 것이다.

2. 로봇의 회전 - 갈림길에서의 오른쪽으로 회전

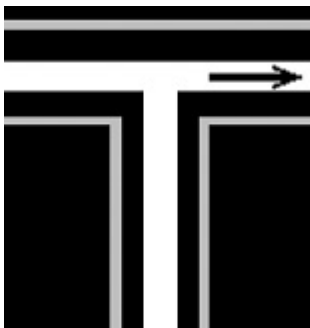
로봇이 오른쪽으로 회전하는 경우는 아래 그림과 같은 4가지 경우이다.



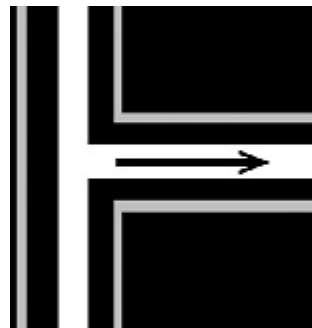
ㄱ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



ㄴ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



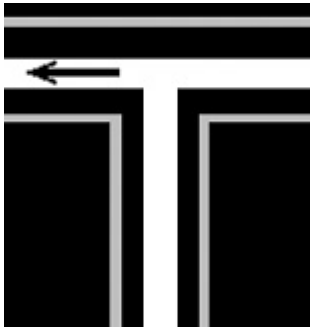
ㄷ 갈래길에서 오른쪽으로 회전



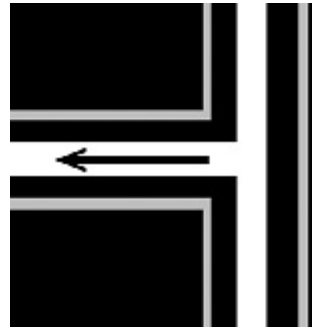
ㄹ 갈래길에서 오른쪽으로 회전

각각의 회전하는 경우가 발생할 때 로봇의 동작을 보면, 가운데 다섯 개의 센서는 라인을 따라가는 센서로 활용하게 되고 양쪽의 두 개의 센서로 좌, 우측 회전 명령을 인식하면 된다. 동작 패턴을 확인해 보면 다음의 그림과 같이 먼저 라인을 따라가다가 우측라인이 발견되면 우측으로 회전을 한다. 그리고 회전이 완료가 되면 다시 라인을 따라가는 함수를 사용하면 된다. 이때 모터의 배터리의 양과 모터의 상태에 따라서 모터의 속도를 적절하게 조정하면 된다.

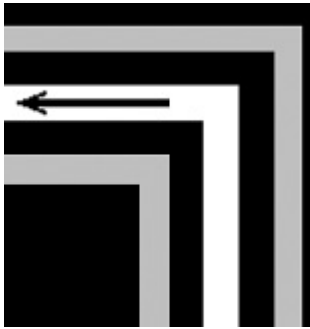
만 진행을 하도록 프로그램을 하면 된다.



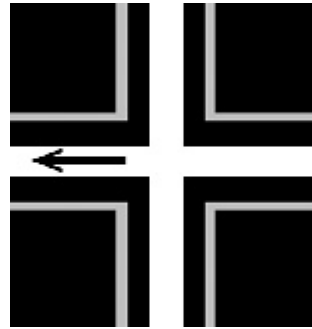
ㄱ 갈래길에서 왼쪽으로 회전



ㅋ 갈래길에서 왼쪽으로 회전

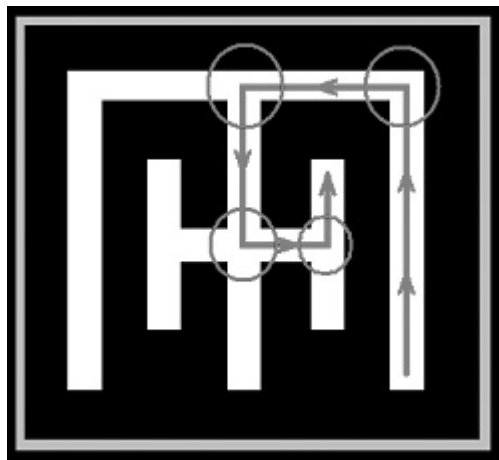


기 갈래길에서 왼쪽으로 회전



키 갈래길에서 왼쪽으로 회전

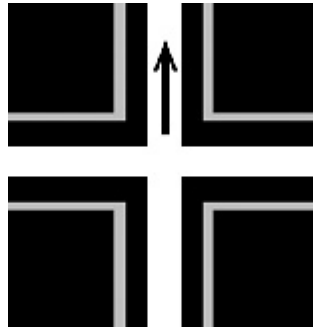
각각의 회전하는 경우가 발생 할 때 로봇의 동작을 보면 그림과 같다.



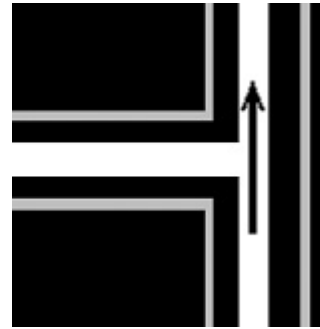


4. 로봇의 회전 - 갈림길에서의 직진 이동

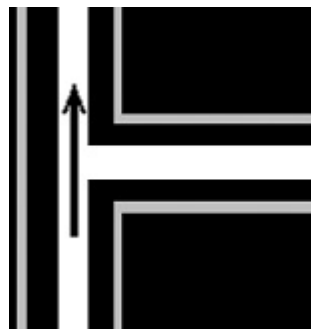
갈림길에서 로봇을 오른쪽 또는 왼쪽으로 회전하는 방법에 대해 배웠다. 이제 갈림길에서 로봇이 직진을 하는 경우에 대해 알아보겠다. 갈림길에서 직진하는 경우는 아래 그림과 같이 3가지의 경우가 발생하게 된다. 세 가지의 갈림길에서 로봇의 동작 상태를 보면 그림과 같다.



ㄷ 갈래길에서 직진



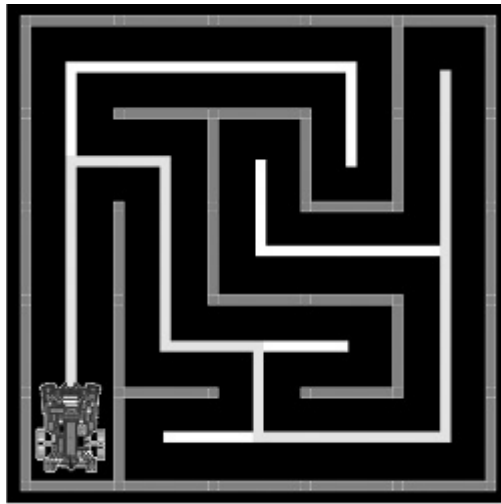
ㄱ 갈래길에서 직진



ㄴ 갈래길에서 직진

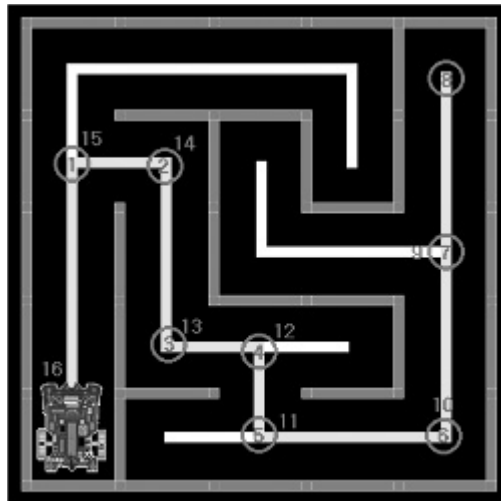
5. 로봇의 미로 찾기

앞에서 배운 각 갈림길에서의 센서 상태를 판단하여 미로에서 주어지는 길을 로봇이 수행하도록 방법에 대해 알아보도록 한다.



Starting Point

위의 그림과 같이 주어지는 5x5 미로판에 흰색 라인을 그어놓은 상태에서 파란색으로 표시된 길을 따라 로봇이 이동하게 하는 프로그램을 작성하기 위해서는 출발점에서 도착점까지 15번의 갈림길을 만나게 된다.



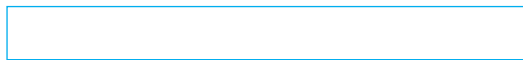
Starting Point

이때마다, 로봇이 어느 방향으로 움직이게 할 것인지는 프로그램에서 이동 방향에 대해 지정을 해주고, 로봇은 센서의 상태에 따라 갈림길을 판단하여 갈림길이 나온 횟수에 따라 지정된 이동 방향에 따라 이동하도록 하는 방식의 프로그램이 가능하다.

관 원 총 합 문 제

01 프로그램을 실행시키면 결과 화면에서와 같이 출력하는 프로그램을 작성하시오. 단, 레이블 컨트롤의 Font 속성에서 글꼴은 '궁서', 글꼴 스타일은 '굵은 기울임꼴', 크기는 '18'로 설정하는 것으로 한다.

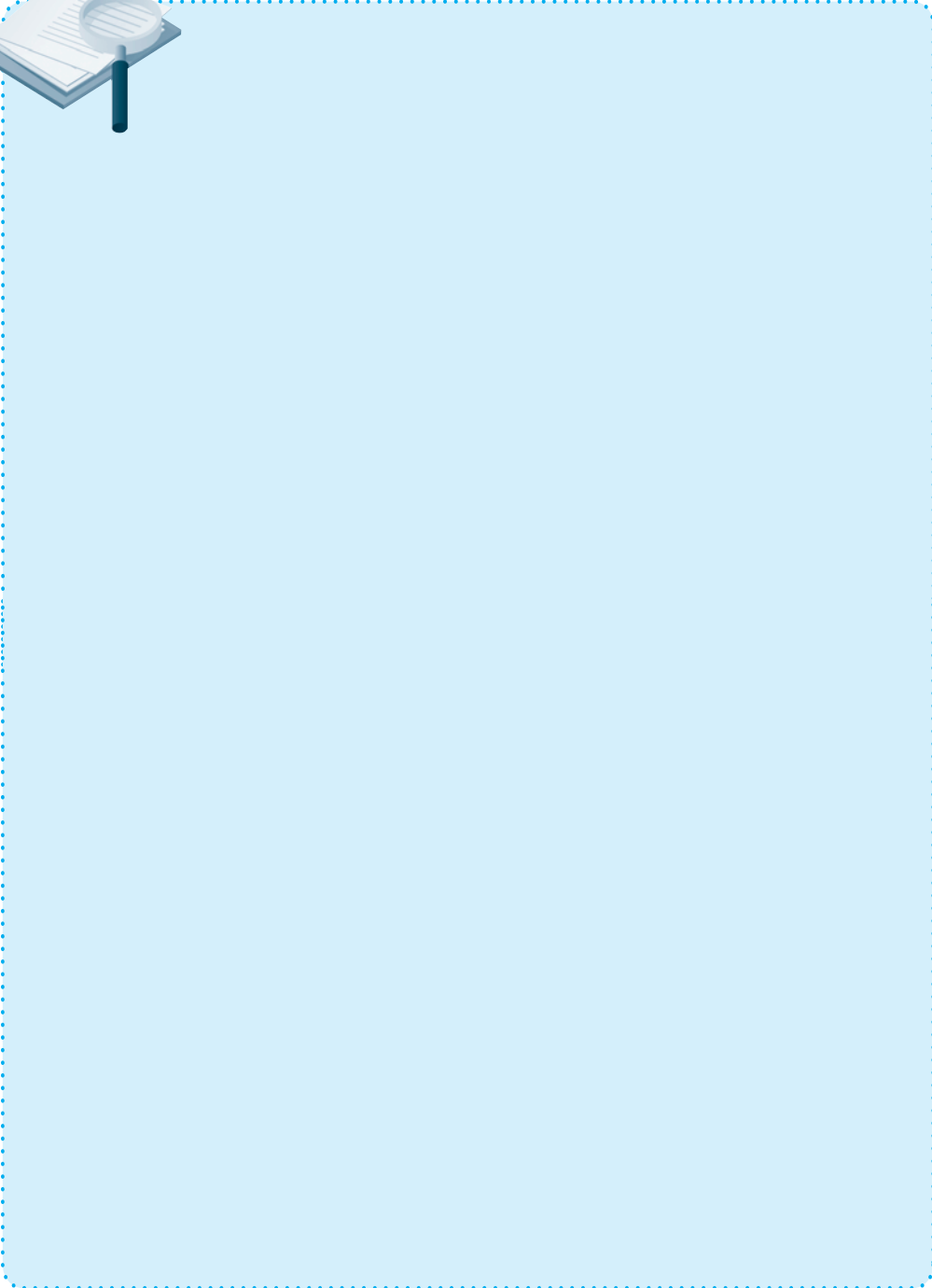
02 프로그램을 실행시키면 결과 화면에서와 같이 출력하는 프로그램을 작성하시오. 단, 레이블 컨트롤의 Font 속성에서 Backcolor은 '노랑'으로 설정하고, Alignment는 '2-가운데 맞춤'으로 설정하는 것으로 한다.

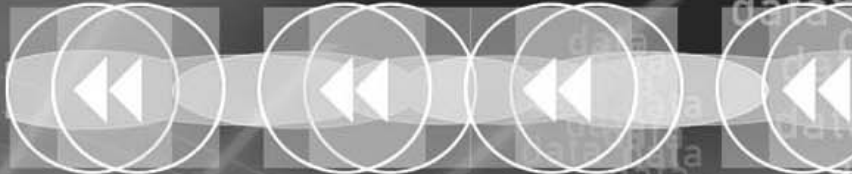




관 원 증 합 문 제







제4장 로봇 응용

informatics



- ① ...
- ② ...
- ③ 특수 목적용 로봇에 대해서 설명할 수 있다.
- ④ 생산자동화에 대해서 설명할 수 있다.

DOMAIN

u a t a

T R A N S F E R





주로 산업현장에서 제품 생산 공정의 일부를 사람이 하지 않고 로봇을 사용하여 생산성을 높이고자 사용하거나, 사람이 직접 하지 못하는 작업을 수행하도록 하기 위해 많이 적용되었다. 또한, 로봇이라는 개념이 생겨난 이후 처음 도입된 것이 자동차 생산 공정에 투입된 용접용 로봇이었다.

1. 산업용 로봇의 정의와 구조

1) 산업용 로봇의 정의

산업용 로봇은 전기적·기계적 메커니즘에 의해서 팔이나 손의 운동에 가깝게 운동할 수 있도록 만들어지는 머니플레이터(Manipulator)와 제어장치(Controller), 전원부(Power)로 구성되어 고정된 장소에서 물체를 옮기거나 특정한 작업을 수행하는 것을 특징으로 하는 로봇을 뜻하게 된다. 대표적으로는 자동차 공장의 용접용 로봇, 도장 로봇, 납땜 로봇, 검사 로봇, 하역 로봇 등이 있다.

2) 산업용 로봇의 구조

산업용 로봇은 특정 장소에 고정되어 작동하는 형태의 직렬형, 병렬형의 머니플레이터로 구성되는 경우와 바퀴를 부착하여 이동할 수 있는 형태의 이동형 로봇이 있으나, 산업용 로봇의 대부분은 직렬형 머니플레이터로 구성되어 있다.

직렬형 머니플레이터는 로봇을 구성하는 조인트 또는 관절이 로봇베이스(Robot base)에서 엔드이펙터까지 직렬로 연결되어 있어 엔드이펙터에서 아래쪽 베이스로 이동함에 따라 운동이 증폭되는 특성을 가지고 있다. 직렬형 머니플레이터를 구성하는 조인트는 크게 직선운동을 하는 프리즈메틱 조인트(Prismatic Joint, 직선축)와 회전운동을 하는 로테이셔널 조인트(Rotational Joint, 회전축)으로 구분되며, 이 두 가지의 조인트의 사용 개수와 연결 방법에 따라 로봇의 타입이 정해지고, 구조적 운동 특성이 결정된다.

2. 산업용 로봇의 특징

1) 직각좌표 로봇(Cartesian Coordinate Robot)

직선운동을 하는 직선축의 조합으로 이루어진 로봇으로 <그림 4-1>과 같이 각각의 직선축을 X, Y, Z축으로 조립한 것이다. Z축에 회전축을 붙여 4축으로 사용하는 경우도 있으며, 인간과 가장 익숙한 직각좌표계이므로 사용자가 쉽게 티칭할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다.



<그림 4-1> X, Y, Z축의 직각 좌표

① 특징

- 직선운동을 기본으로 함에 따라 각 운동방향으로 완전히 독립되어 있다.



- 작업 영역의 모든 위치에서 기구학과 동력학이 변하지 않는다.
- 균일한 제어 특성을 가지며, 제어가 간단하다.
- 위치에 따른 반복 정밀도가 우수하다.

② 사용 분야

- 전자부품의 조립, 용접, 납땀, 기계 내부의 물체 반송 등에 이용된다.

2) 수평다관절 로봇(Horizontal Articulated Robot)

일반적으로 SCARA로봇(Selectively Compliant Arm for Robotic Assembly)이라 불리는 로봇을 말하는 것으로, 1, 2축이 중력의 방향으로 평행하고 3축이 Z방향으로만 구동되며, 두 회전축에 직각인 수평면에서의 운동은 매우 빠른 특징이 있다.



〈그림 4-2〉 수평 다관절 로봇

직교좌표 로봇보다는 처음 두 회전축의 직각인 평면에서의 운동이 더 빠르므로 사이클링 타임이 짧아 더 높은 생산성을 가지며, 가반중량을 크게 가져갈 수 있어 상대적으로 무거운 물건의 반송도 가능하게 된다.

주로 자동차공장의 라인과 라인사이에 부품반송, 유리공장의 유리 반송 등에 사용되고 있다.

3) 수직다관절 로봇(Vertical Articulated Robot)

모든 축이 회전축으로 구성되어 있어서 비교적 빠른 속도를 가지며, 용접과 도장등의 작업에 가장 많이 쓰이는 이 로봇은 3자유도를 갖는 오리엔테이팅부와 더불어 전체 6자

유도를 갖는 것이 대부분인데, 이는 물체가 공간상에서 최대 6개의 자유도를 가지기 때문이다. 따라서 어떠한 위치 또는 방향으로의 자세가 가능하다.



〈그림 4-3〉 수직 다관절 로봇

회전축으로만 구성되어 있는 특징 때문에 제어와 티칭에 어려움이 있으며, 설치면적과 몸체의 부피가 작고 속도가 빠르다는 장점을 가지고 있다.

3. 산업용 로봇의 종류

1) 용접 로봇

자동차 외장의 용접, 철골주대 조립 용접, 교량 용접 등을 위해 사용되는 로봇

2) 도장 로봇

자동차 외장의 색칠, 휴대폰 외장의 색칠 등 외부의 색을 칠하는 작업을 수행하는 로봇

3) 연마 로봇

물체의 외관을 부드럽게 다듬는 연마 작업을 수행하는 로봇

4) 물품 이송 로봇

제품 생산의 마지막 단계인 물품 적재, 이송 등의 작업을 수행하는 로봇

5) 작업 지원 로봇

사람이 직접하기 힘든 작업이지만, 자동화할 수 없는 상태의 공간 등에서 사용할 수 있



는 작업 지원 로봇 - 원격 조정 로봇 형태라 생각할 수 있다.

6) 조립 로봇

제품 조립 라인에서 반복적인 작업을 대신 수행하는 조립 로봇 - 로봇을 이용해 로봇을 제작하는 조립 라인에 설치되어 사용되기도 한다.

4. 비산업용 로봇

7) 스포츠 로봇

뛰고 공을 차고 물건을 물고 다니며 갖가지 재롱을 피우는 강아지 로봇은 사람이 가지고 있는 6가지의 감정(기쁨, 슬픔, 성냄, 놀람, 두려움, 싫어함)을 나타내며, 4가지의 본능(사랑, 탐색, 운동, 배고픔)을 지니고 있다. 영상 처리, 인공 지능, 센서, 통신, 전자 정밀 제어, 구동 장치 등 소프트웨어와 하드웨어의 첨단기술을 학습하고 적용할 수 있는 종합 실험장이라고 할 수 있다.

8) 청소 로봇

방바닥 청소 등의 작업을 수행하는 청소 로봇으로 최근 청소 로봇을 통해 로봇이 생활 속에 좀 더 가까이 접근되었다.

9) 안내 로봇

무인 경비, 안내 등을 수행하는 로봇으로 건물의 누수, 화재, 건물 안내 등의 기능을 가지고 있다.

10) 의료용 로봇

화상 정보, 정밀 제어를 통해 수술 작업을 대신할 수 있는 의료용 로봇으로 최근에는 멀리 떨어져 있는 환자를 수술하기도 한다.



1. 퍼스널 로봇 개요

최근 정보화 사회로 진전함에 따라 IT, BT, NT와 더불어 다양한 기술이 복합적으로 융합된 RT(Robot Technology) 산업이 빠르게 부각되고 있다.

이는 사회가 점차 고도화/정보화되고 지식 기반 사회로 진화되어감에 따라, 시간적인 여유와 풍요로운 생활이 이루어지고 이에 따른 사회적 문제로 대두되고 있는 인간의 고립화 등, 인간이 느끼고 있는 애로점들을 해결해 줄 수 있는 기술로서의 RT(Robot Technology) 산업에 대한 사회적 요구가 급격히 증대되고 있기 때문이다.

특히 이러한 RT 산업은 감성을 소유한 애완용 로봇, 대화 상대용 로봇 등의 출현을 시작으로 인공지능(AI)을 탑재한 지능형 로봇(Intelligent Robot)으로 점차 발전해 나감에 따라 향후 다양한 형태의 개인용 로봇이 등장할 것으로 전망되고 있다.

최근 로봇산업의 성장환경을 보면, 1990년대 들어서면서 종래 제조 위주의 산업용 로봇에서 건설, 의료, 원자력, 가스, 전력 등 점차 비제조업 분야로 확대되고 있다.

이러한 비제조업의 특성을 고려한 새로운 개념의 로봇에 대한 연구가 상당히 급진전되어 현재는 개인용 로봇시장의 기반이 조성되고 점차 확대되어 가고 있는 실정이다.



특히 개인용 로봇은 초기 완구로봇, 청소로봇 등 단순한 기능을 갖는 로봇에서부터 시작되어 최근에는 다기능 로봇으로 진화하면서 향후에는 점차 인간과 닮은 휴머노이드(Humanoid) 형태의 개인용 로봇의 등장도 기대되고 있다.

이러한 개인용 로봇이 상용화된 시점은 1998년 6월에 발매된 일본 소니(Sony)사의 엔터테인먼트용 강아지 로봇인 'AIBO' 로, 이후에 비로소 개인용 로봇의 사회적인지도가 높아졌으며, 이때부터 개인용 로봇의 산업화 가능성이 높게 평가되고, 가정이나 사무실, 병원, 오락시설 등 일반 사회의 무대에까지 광범위하게 적용되기 시작하였다.

이러한 개인용 로봇은 일반적으로 개인 생활에 있어서 본질인 운동성을 보조하면서 지능을 갖는 인간공생형 대인지원로봇으로 주로 개발이 되고 있어 홈 오토메이션(Home Automation)을 지원하는 「가사용」, 고령자와 신체장애자 등에 대한 「생활지원용」, 「오락용」, 공공시설 등의 복지를 지원하는 「공공복지용」으로 분류된다. 또한 개인용 로봇은 기존의 로봇 기술에 IT 기술, BT 기술을 접목하는 즉, 인간과 가상공간과의 정보 교량역할을 하고 가전기기의 원격제어 및 가사작업 기능 등을 실장하는 분야로서 주목받고 있다.

구분	산업용 로봇	개인용 로봇
기반기술	전기, 전자, 기계	IT, Mechatronics, 가전
성공요인	신뢰성, 경험과 분석	저가형, 창의와 종합
생산방식	소품종, 수주생산	다품종, 대량생산
시장형태	자동차, 반도체 공장 등	가정, 병원 등 일반 소비자 시장
비고	제조업	서비스, 필드 분야로 파급되어 전산업으로 확대

〈표 4-1〉 산업용 로봇과 개인용 로봇의 비교

구분	분야	주요기능
가사용	주방	재료준비, 조리, 운반, 식탁정리, 설거지 등
	청소정리	바닥, 벽, 천장, 유리창, 화장실, 실내정리 등
	의류관리	운반, 세탁, 빨래 널기/건기, 다림질, 옷정리 등
	주택관리	경비, 소방/안전, 쓰레기 처리, 정원관리, 세차 등
	심부름	가전 원격제어, 운반, 심부름, 파워보조 등

생활지원	간호간병	배변, 목욕, 의료정보전달, 식사/독서보조 등
	재활지원	휠체어, 기능회복 등
	정보지원	통신, 메세징, 인터넷 검색, 교육보조 등
여가활용	오락	애완, 음악, 게임, 댄스, 퍼포먼스, 대화상대 등
	스포츠	상대, 심판, 훈련 등
공공복지	도우미	안내, 사무보조, 건물 경비 및 관리 등
	Medical, Bio	병원 내 배송, 간호 보조 등

〈표 4-2〉 개인용 로봇의 주요 활용 분야

2. 생활 서비스 로봇

생활 서비스 로봇은 사람이 하기 어렵거나 반복적으로 수행해야 하는 작업을 일정 부분 대신해주는 로봇으로 가사용을 비롯하여 다양한 로봇이 개발되고 있다. 인공 지능의 수준은 로봇의 용도에 따라서 어느 정도 차이가 있으며, 청소용, 경비용, 공공복지용, 교육용 등의 로봇이 개발 및 상품화되고 있다.

1) 청소기 로봇

최근 몇 년 사이에 국내에 많은 청소기 로봇이 소개되어 점차 대중화되어 가고 있다. 국내에 소개되었던 대표적인 청소기 로봇을 소개하면 다음과 같다.

■ Roomba

자동충전기능을 갖고 거리 감지센서가 내장된 일반적인 랜덤 주행 방식의 청소로봇 시장을 공략하기 위하여 단순 감지센서만 장착하였고 거리 감지센서와 자동충전기능을 채용하지 않았다. 또한 청소 측면에서는 주 기능을 브러시에 의해 쓸어 담는 방식을 택하고 보조수단으로 저성능의 청소용 흡입 모터가 사용되었다. 일반적인 랜덤방식의 청소로봇에 속하나 나선형모드나 벽면을 청소할 수 있는 사이드 브러쉬를 갖추고 있다. 물체의 감지는 주로 충돌에 의해 해결하고 있으며 적외선에 의한 가상 벽을 활용하여 로봇이 구역을 벗어나는 것을 방지하였다. 최근 기존 제품에 스팟청소와 최대청소기능, 리모콘 조종



이 가능한 모델이 출시되었다.



〈그림 4-4〉 청소기 로봇, Roomba

■ ROBOKING

로보킹은 랜덤 방식의 로봇에서 편리성을 위한 리모콘이 추가되었으며 적외선 유도 방식에 의한 자동충전과 리모콘 제어 기능이 있다.



〈그림 4-5〉 청소기 로봇, ROBOKING

2) 경비용 로봇

가정집의 침입 방지 등을 위한 경비용 로봇을 통해 실생활에 적용되거나 대중화 단계에는 이르지 못했으나, 대형 건물의 경비를 대행할 수 있는 로봇은 점차 제품화되어 출시되고 있다. 현재 출시되어 있는 경비용 로봇을 살펴보기로 하자.

■ iRobot

- 4개의 바퀴쌍이 장착된 다기능 이동로봇
- 장착된 카메라를 통해 사용자가 외부에서 집안 감시, 어린이 및 노약자 돌보기
- 마이크, 스피커를 이용한 원격화상통신 가능, 원격 존재감 구현



〈그림 4-6〉 다기능 이동 로봇, iRobot

■ XFCR-01

- 2003년에 개발
- 연료 전지를 탑재한 경비용 로봇
 - 이전 모델인 “가드로봇 C4”의 주행부에 연료전지 탑재
 - 고농도의 메탄올을 희석 순환시키는 것으로 24시간 연속 가동 가능
 - 발전 후에는 물과 인간이 내뿜는 정도의 이산화탄소만을 배출
 - 장기적으로는 일주일간의 연속 가동을 목표로 하고 있음



〈그림 4-7〉 경비용 로봇 XFCR



■ Banryu(番龍, T73S)

- 番龍 : “집보는 용”을 의미하는 경비로봇
- 가정 화재 탐지, 침입자 감시 목적



〈그림 4-8〉 경비용 로봇, Banryu

3) 공공복지용 로봇

■ 휠체어형 장애자 지원 로봇

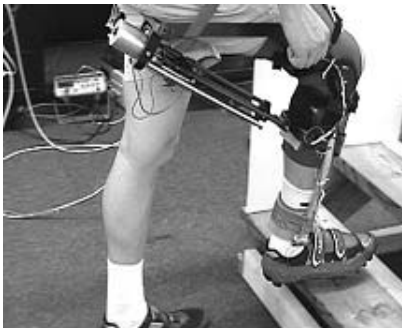
- 지능형 인간-로봇 상호 작용 기술 개발의 일환으로 1998년에서 2002년에 걸쳐 KAIST에서 개발
- 서비스로봇에 핵심이 되는 각종 인간-로봇 상호작용기술 개발
- 인간 친밀형 한국인 표준 체형을 고려한 소프트 로봇 팔 개발
- 환자 및 장애인을 위한 휠체어 로봇 시스템 개발



〈그림4-9〉 휠체어 로봇

■ RoboWalker

- 하체를 사용하지 못하는 장애인의 이동성 확보를 위해 개발 중인 입는 형태의 로봇
- 걷기 동작 보조를 목적으로 하는 동력공급 보조기구 (powered orthotic device)
- 로보니(RoboKnee) 개발
 - 로보워커(RoboWalker)의 실현가능성 검증 목적
 - 무릎의 힘을 증가시켜주는 보조기구
 - 계단 오르기, 무릎 굽혔다 펴기 등의 실험을 통해 로보니(RoboKnee) 착용시 걷기 능력 향상 확인



〈그림 4-10〉 걷기 동작 보조 로봇 RoboWalker

4) 교육용 로봇

■ Hanuri-RD

Hanuri-RD는 로봇에 대한 연구나 교육을 목적으로 제작된 로봇 플랫폼을 기본적으로 제공하며, 저 전력 고성능 프로세서인 Intel PXA270 Processor의 임베디드 컴퓨팅과 네트워크 및 멀티미디어 장치들이 모두 포함된 교육/연구용 지능 로봇

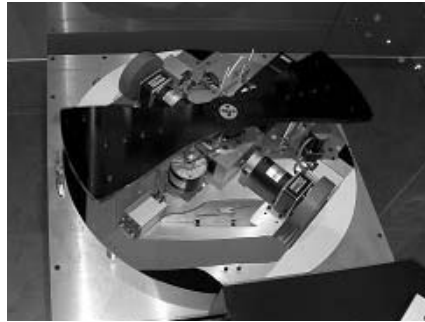


〈그림 4-11〉 교육 연구용 로봇, Hanuri-RD



■ 펼쳐진 배틀 로봇

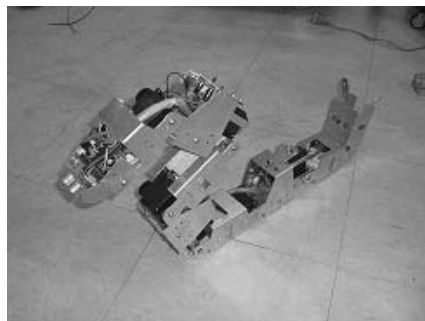
KMC-BPR1은 액추에이터 및 제어기, 전원배선 등의 내부 장치들의 연결 상태를 한눈에 확인 할 수 있는 개방형 배틀 로봇으로 배틀 로봇 학습자들로 하여금 배틀 로봇의 전기/전자적 신호 흐름과 기계적 구동 메커니즘을 쉽게 이해 할 수 있도록 구성된 배틀 로봇 교육 시스템이다.



〈그림 4-12〉 교육연구용 배틀 로봇

■ 뱀 로봇

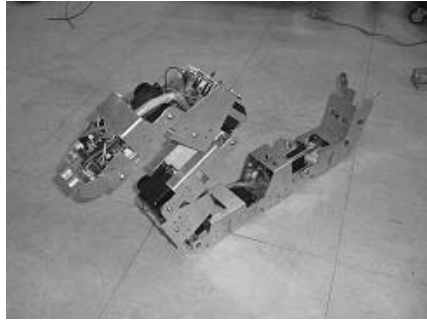
KMC-KOBI는 총 10개의 RC 서보 모터를 동시 제어하여 뱀의 움직임을 표현할 수 있는 교육용 로봇 시스템으로, 뱀 로봇을 구현하기 위한 이동 알고리즘 및 프로그램 구현에 대한 실습이 가능하기 때문에 마이크로프로세서 교육에 많은 도움이 된다. 또한 ISP(In-System Programming) 기능이 포함된 AVR 8535 마이크로컨트롤러를 사용하였기 때문에 학습자의 손쉬운 프로그램 다운로드 및 제어 실습이 이루어질 수 있다. 뱀 로봇의 외형은 알루미늄 프레임을 사용하여 튼튼하고, 사용자가 직접 가공할 수 있도록 간단한 구조로 설계하였다.



〈그림 4-13〉 뱀 로봇

■ 6족 로봇 - LRP6-A

LRP-6는 특수 도금 처리된 금속 구조물에 사출 성형된 플라스틱 Frame의 장착으로 기구물을 감춰 고급스럽고 인간친화적인 디자인으로 설계된 육족 로봇으로 영상처리 및 실시간 로봇 모션 제어 등의 다양한 교육 콘텐츠를 포함하고 있다.



〈그림 4-14〉 6족 로봇, LRP6-A

2. 개인 서비스 로봇

개인 서비스 로봇은 사람의 일상생활에서 항상 주인 근처에서 각종 정보 전달, 대화, 레크레이션 등의 서비스를 담당하는 로봇으로 정보서비스로봇을 비롯하여 다양한 로봇이 개발되고 있다. 국내에서 출시되거나 연구되는 로봇을 중심으로 개인 서비스 로봇에 대해 살펴보자.

1) 개인용 로봇

■ D2E-1

D2E-1은 PC 기반의 휴머노이드 로봇 시스템으로 영상 및 음성 인식 모듈, 모션 제어 시스템 등을 로봇 몸체에 탑재하여, 인간과의 상호작용에 기반한 각종 정보 서비스 및 오락 서비스를 제공하는 지능형 로봇 시스템이다.



〈그림 4-15〉 PC 기반의 휴머노이드 로봇, D2E-1

■ 안내로봇 - IGURO

IGURO는 영상 및 음성처리 모듈이 탑재된 윈도(Windows) 운영체제 기반의 지능형 휴머노이드 로봇 시스템으로 휴먼 영상 및 음성 정보에 대응한 공공건물 안내 서비스와 인터넷을 통한 각종 정보 서비스를 건물 방문객에게 제공하는 안내로봇 시스템이다.



〈그림 4-16〉 안내 로봇, IGURO

2) 오락용 로봇

■ 코난

4족 탑승형 보행 로봇으로서 로봇을 직접 체험할 수 있도록 설계한 엔터테인먼트형 로봇이다. PLC를 이용해 각 관절의 DC 모터를 PWM 방식으로 제어하며 인간이 탑승하기 때문에 무엇보다 안정성을 최우선으로 고려하여 설계한 것이 특징이다.



〈그림 4-17〉 4족 탑승형 보행 로봇, 코난

■ 배틀 로봇 - Tibone

Tibone는 30kg급 배틀 로봇으로 수직 회전날 무기를 통해 상대방을 가격하도록 설계되었으며, 기동성이 매우 뛰어난 로봇이다. 기구부의 외형 프레임은 5T 60계열의 두랄루민을 사용하여 외부의 공격으로부터 피해를 최소화할 수 있도록 설계 하였다. 공격 무기의 모터 출력은 200W급으로 빠른 수직 회전력을 이용하여 상대 배틀 로봇의 기구물을 파손시켜 전투 불능을 유도하도록 하였다.



〈그림 4-18〉 4족 배틀 로봇, Tibone



3) 휴머노이드

■ SDR, Qrio



〈그림4-19〉 휴머노이드, SDR

■ ASIMO

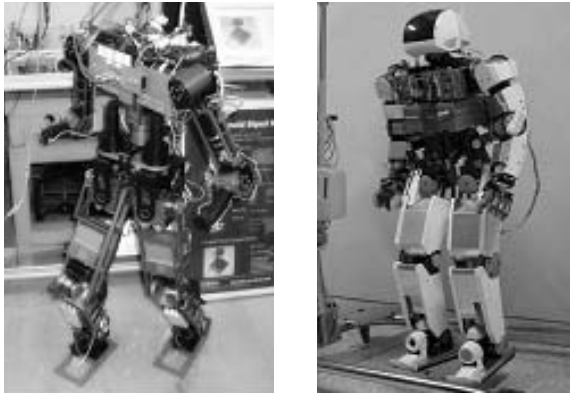


〈그림 4-20〉 휴머노이드, ASMO

■ KHR-1 & 2

- 어린아이 크기의 휴머노이드 로봇
- 2002년 KHR-1(KAIST Humanoid Robot platform-1) 연구 시작
- 현재 KHR-2에 대한 연구 진행 중

- 한쪽 발로 균형 잡으며 앉기, 서기 가능
- 외란(외력) 작용시 능동적인 제어를 실시하여 균형 유지
- 전진, 후진, 옆으로 걷기, 방향전환
- 5개의 손가락이 있는 손을 이용하여 물체 조작
- 비전 추적 시스템 장착



〈그림 4-21〉 휴머노이드, KHR



1. 특수 목적용 로봇 개요

로봇틱스와 제어 분야는 단순 반복적인 작업이나 사람이 작업하기 힘든 위험한 작업 등에 사람을 대신하는 지능과 기능을 갖게 하는 로봇틱스의 연구와 일반기계, 자동차 또는 점차 소형화, 정밀화되고 있는 정밀 이송기기 로봇 등을 대상으로 최신 제어 이론을 개발 또는 접목하는 제어 이론의 연구를 수행한다.

특수 목적용 로봇은 로봇의 설계 기술과 제어, 사람처럼 많은 여유 자유도를 갖는 로봇의 최적제어 문제, 사람의 손의 기능을 하는 로봇 손 등을 비롯해 영상 및 음성 처리, 인공 지능과 같은 최첨단 로봇 기술을 특정 목적에 부합하도록 최적화시킨 로봇을 일컫는 것으로 그 응용 분야는 인간 복지 차원의 의료용 로봇, 인간이 직접 투입되어 작업하기 어려운 환경의 극한작업용 로봇, 초정밀 기계제어, 무인 자동차, 무인 비행체, 군사용 로봇, 건설, 농업 등 매우 광범위하다.

사실 로봇 기술을 산업 현장에 적극적으로 적용한 최초의 시도는 특수 목적용 로봇으로 원자력 분야이다. 미국의 알곤 국립 연구소(ANL : Argonne National Laboratory)는 핵 물질을 취급하기 위하여 원격 제어 로봇 팔을 1947년에 개발하여 사용하였다. 그 후 다른

분야에도 파급되어 1959년에 일본 동경대학의 로봇 손가락, 1969년 외세다 대학의 두발 로봇, 1970년 전자기술종합연구소의 시각장치 등이 간헐적으로 개발되어 우리의 일상생활에 활용되었다. 이렇듯 로봇의 최초 시도는 현재의 제조 위주의 산업용 로봇이 아닌 비제조 산업 분야에 적용한 특수 목적용 로봇이었으며, 이때부터 점차 로봇 기술이 발전해 나감에 따라 지금의 생산 현장에서 활용되는 제조용 로봇으로 일반화되어 적용된 것이다.

또한 특수 목적용 로봇 중에서도 가장 빠르게 성장한 분야는 극한작업용 로봇이었는데, 이러한 극한작업 분야에서의 로봇 개발의 선도적인 연구개발은 1983년부터 1991년에 걸쳐 일본에서 국가 프로젝트로 수행한 원자력 발전소의 극한작업용 반인반수 로봇이었다. 특히 원자력 발전소는 안전성의 확보가 우선적으로 강조되기 때문에 이러한 로봇은 원자력 발전소 내 고방사선 구역에서 원자력 발전소의 안전성과 직결되어 있는 기기의 이상 상태를 조기에 발견하고 신속한 조치를 취하기 위하여 인간 근접이 어려운 극한환경에서의 작업을 위해 개발이 이루어졌다. 또한 지금은 꿈의 에너지원으로 기대되는 고속 중수로 핵융합 발전의 실현을 위해서도 특수 목적용 로봇의 활용이 절실히 요망되고 있다.

그리고 현재는 기술적 발전과 더불어 사회적 분위기와도 맞물려 원자력 발전소 뿐만 아니라 우주, 심해와 같은 고전적인 극한환경과 건설 작업, 재해 대응, 지뢰제거 등의 분야로 특수 목적용 로봇의 응용 분야가 확대되어 가고 있는 추세이다. 이와 같은 특수 목적용 로봇을 간략히 요약하면 다음과 같다.

1) 극한 환경용 로봇

특수 목적용 로봇 중에서도 가장 먼저 산업 현장에 적용된 로봇으로 인간이 직접 투입되어 특정 작업을 수행하기 어려운 혹은 불가능한 극한 환경에 인간 대신에 투입되어 특정 작업을 수행하도록 설계된 로봇이다. 이러한 극한 환경용 로봇은 최초 원자력 발전소에서부터 적용되어 현재는 심해, 재난현장 등에 활용되고 있으며, 더 나아가 미래 우주 산업에까지의 적용이 고려되고 있다.

2) 농업/건설용 로봇

생물 산업, 건설시공에서 사용되는 특수 목적용 로봇을 위한 연구개발 목표는 작업생산



성, 작업패적성, 안전성, 환경 보존성 향상을 목표로 한 인간, 컴퓨터, 기계의 복합시스템 (로봇시스템), 비구조적 Field 작업과 가변적 작업 공정의 생력화와 환경변화에 대한 적응, 유해, 위험 작업 대처 시스템 및 기술 개발이다.

3) 군사용 로봇

미국 대통령 산하 의회 정보통신 분과 위원회에서는 지능로봇 기술을 국가 안보에 중요한 영향을 끼치는 분야로 분류하여 집중 육성을 하고 있다. 이에 따라 미군은 향후 전쟁은 전투 로봇으로 치루어질 것으로 예상하고 이에 대한 연구를 대대적으로 지원하고 있다. 따라서, 우리도 특화된 형태의 군사용 로봇 분야 육성 및 21 세기형 디지털 최강 국군을 위하여 여러 첨단 기술을 종합하여 개발할 수 있는 군사 로봇의 연구가 절실히 요구된다.

4) 의료/복지 로봇

국민에게 선진화된 의료 복지를 제공하기 위하여 기존의 로봇 기술을 활용하여 일상생활에서 국민의 건강을 실시간 관리하고 건강에 문제가 있을 때 보다 정확한 진단을 내릴 수 있도록 도와주고 환자를 보살피는 범주의 특수 목적용 로봇 시스템을 말한다. 의료/복지 로봇 시스템의 개발은 국민의 삶의 질을 향상시키고 일반인들이 건강한 삶을 영유하고 21 세기를 더 살기 좋은 사회로 만드는 해결책이 될 것이다.



2. 군사용 로봇의 예

1) 팩봇 (PackBot) - iRobot사

팩봇 프로그램은 미국방과학연구소(DARPA)의 도움을 받아 튼튼하고 들고 다닐 수 있는 로봇을 만들고자 하는 목적에서 시작되었다. 팩봇은 펜티엄 마이크로프로세서를 사용하여 사람이 가지고 다니는 로봇 중에서 가장 빠른 연산능력을 지녔다.

또한 이 로봇의 특징은 로봇의 견고함을 들 수 있는데, 2미터의 높이에서 콘크리트 바닥에 떨어져도 아무런 문제가 발생하지 않으며 All-Digital Architecture와 단단하고 크기가 작은 하중을 가진다.

iRobot사의 팩봇은 그 용도에 따라 PackBot Scout, PackBot Explorer, PackBot EOD로 분류할 수 있으며 PackBot Scout은 정찰용 로봇으로 군인을 보내기 전에 이 PackBot을 보내 전장이 어떤지를 확인하는 것이다.

팩봇은 battle-tested unmanned ground vehicle(UGV)의 대표적인 로봇이다. 이 로봇의 효용성은 이미 아프가니스탄과 이라크 전쟁에서 입증되었다. 또한 PackBot Explorer는 조종하는 사람이 장애물을 발견하거나 시야를 확보하기 위해 기존의 PackBot Scout에 유연하고 연속적으로 회전할 수 있는 Head를 추가한 것으로 기존의 PackBot Scout보다 더 시야를 확보할 수 있어, 탐지에 더욱 유리하고, 또한 위험한 지역의 전장 피해 측정에 필요하다. PackBot EOD는 무게가 24Kg 미만으로, 보통 2분 안에 배치가 가능하고, 시속 5.5Km로 움직인다.

붕괴된 건물이나 웅덩이, 터널, 비행기 안의 통로와 같이 사람이 들어가기 힘들거나 위험한 지역을 빠르게 이동하면서 폭발물을 제거할 수 있으며, 인공지능 전력제어를 통해 계속해서 잔류 축전지 용량을 모니터링 하기 때문에 오랜 기간 사용할 수 있다.



〈그림 4-22〉 군사용 로봇들

- 정찰용 로봇 팩봇의 개념도와 로봇을 운반하는 군인. 18Kg~24Kg으로 운반이 용이하다.



2) 롱해즈(ROBHAZ)-DT3 - KIST

한국과학기술 연구원(KIST)이 개발한 위험작업 로봇(ROBHAZ-DT3)으로 이라크에 파견된 한국군의 정찰, 사제 폭발물 처리 등 군 작전에 투입되었다. 이 로봇은 가파른 경사면이나 험한 지형을 자유롭게 오르내릴 수 있다. 또한 원격제어를 통해 고성능 위험작업을 수행할 수 있는 형태로 개발, 상용화에 성공하여 현재 생산 중인 것으로 알려지고 있다. 롱해즈는 이미 2006년 4월, 미국에서 열린 ‘세계로봇경진대회(RoboCup-Us Open)’에 참가해 그 실력을 인정받았다. 당시 대회 과제는 모의 지진현장에 투입된 로봇이 20분간 현장 상황을 파악하고 모의 희생자를 탐색하는 것이었는데, 롱해즈는 이 대회의 역대 최고점수인 123점을 획득하며 우승했다. 롱해즈는 DT3 모델 외에도 고기능형, 지뢰제거형, 6휠형 등이 계속 개발되고 있다.



〈그림 4-23〉 롱해즈 ROBHAZ-DT3

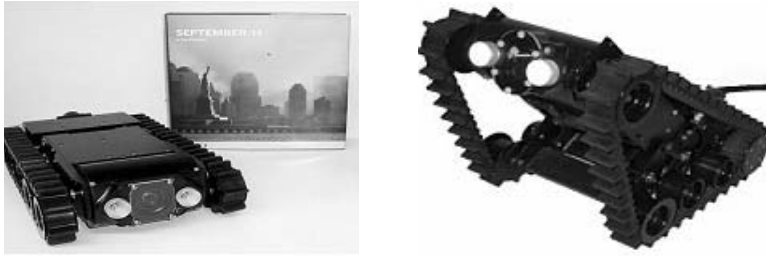


〈그림 4-24〉 물대포를 장착하고 있는 롱해즈

3) MICRO VGTV

마이크로 VGTV는 원격조정(유선)을 통한 여러 가지 정찰, 탐지, 검사 등의 임무를 수행하기 위해 캐나다의 Inuktun Services 에서 개발한 시스템이다. 마이크로 VGTV는 개인이 직접 조작 관리가 가능하며 휴대가 간편해 운송이 쉽다. 또한 이 로봇은 세계 무역센터의 붕괴 현장에서 직접 투입되어 정찰 및 복구 작업을 수행한 적이 있을 정도로 그 활용도가 뛰어나다. 이 로봇은 정확한 통제와 운용을 위한 장비 조작 학습이 쉬워 간단한 교육만으로도 그 활용에 문제를 일으키지 않는다는 장점을 가지고 있다. 조이스틱과 통합된 핸드 조절 유닛으로 속도와 방향뿐만 아니라 카메라의 초점 및 움직임과 경사를 조절할 수 있도록 설계되어있으며 필요에 따라 센서나 다양한 옵션을 추가하여 특별한 어플리

케이션을 형성할 수 있도록 하는 것이 가능하게 되어 있다.



〈그림 4-24〉 정찰, 탐지, 검사 로봇

5) Global Hawk

미국, Northrop Grumman이 개발한 고도 장기 체공 무인 항공기로 정찰용이며, 아프가니스탄에 실전 배치했다.

주요 기능

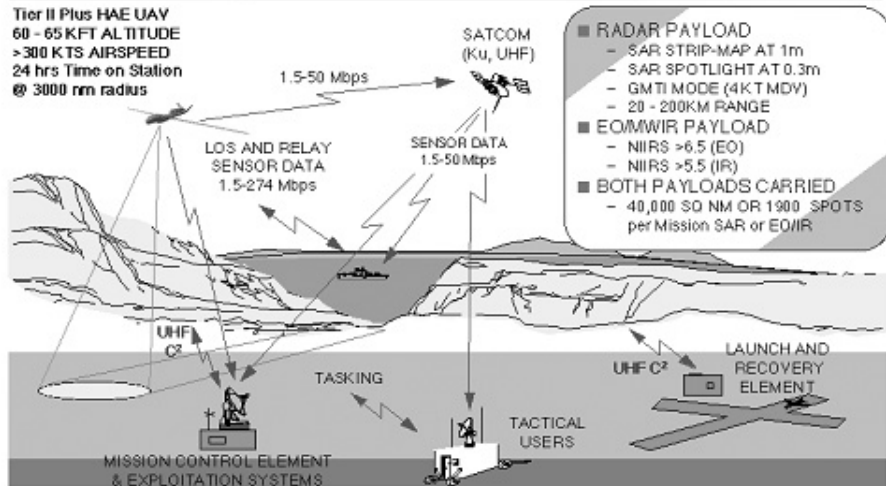
- 광역 장시간 감시 가능(137,200 km² / 24 Hrs)
- 주야간 전천후 정찰 능력 보유 : 전자광학 감지기, 이동 목표 지시 장치 (Moving Target Indicator, MTI) 기능의 합성 개구 레이더 탑재
- 센서 데이터를 X-Band(8.125 GHz) 또는 Ku-Band(12.5 ~ 18 GHz) 신호로 변환하여 인공 위성과 연결
- 정찰 외 수행 가능한 임무
 - 미사일 요격을 위한 공중 레이저 계획 지원
 - AWACS의 공중 조기 경보 임무 대체
 - 공중 화력 탐지 레이더, 전역 탄도 미사일 요격
 - 숲 속에 은폐되거나 위장된 표적 탐지를 위한 앞 투사 레이더
 - 지상 지뢰 탐지와 위장 간파를 위한 영상 분광계
 - 적이 사용하는 표준 GPS 신호 방해
 - 암호화된 GPS 신호 제공을 위한 저위도 위성
 - 기타 비밀 신호 정보 수집



〈그림 4-25〉 무인 비행기, Global Hawk

· 시스템 구성 : 기존의 지상 관제 센터와 UAV간의 정보 송수신과 더불어 인공위성을 이용한 정보 송수신 가능

Conventional HAE UAV (Tier II Plus) Concept



6) Unmanned Combat Air Vehicle (X-45)

미국의 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)와 미 공군의 공동 지원으로 개발하여 2002년 5월 22일 시험 비행 성공, 2008년 실전에 배치할 계획이다. 본격적인 전투 무인 비행기로서 적의 대공 방어력 제압이 주 임무이다.

- 프로그래밍된 대상과 목표물 정보를 사전 탑재 후, 자율적으로 작전 수행
- 지상에서 작전 수행 중 대상과 목표물 수정 가능

- 무기 재 장착 및 재 이륙까지 60~90 분 정도 소요



〈그림 4-26〉 무인 비행기 Unmanned Combat Air Vehicle (X-45)





1. 생산 자동화의 개요

‘생산 자동화’는 1980년대부터 사용되기 시작한 용어로서 좁은 의미에서는 제품을 만드는 실제에 있어서 생산 공정 또는 계측, 제어의 자동화 혹은 설계 자동화 등의 국부적인 자동화를 뜻하고, 넓은 의미로는 제품의 수주에서 출하까지 일체의 생산 활동을 효율적, 유기적으로 결합시키는 시스템 기술을 말한다.

이는 제품의 자동설계, 생산 공정의 자동제어, 생산설비의 관리, 장애의 발견과 복구, 품질검사 등 각종 생산과 관련되어 인력으로 행하던 모든 일을 자동으로 처리할 수 있도록 하는 것으로서, 생산성을 향상시키고, 사람의 개입을 최소화시키면서 짧은 시간 안에 일정한 품질의 제품을 대량으로 생산할 수 있는 장점을 가진다.

※ 생산 자동화의 정의

- 생산 자동화란 기계적, 전기적 그리고 컴퓨터형 system을 응용하여 생산을 운영하고 관리하는 기술로서 다음과 같은 것들을 포함한다고 할 수 있다.

- 부품을 가공하기 위한 자동 기계 공구
- 자동 조립 기계
- 산업용 로봇
- 자동 물류 처리와 보관 시스템
- 품질 관리를 위한 자동 검사 시스템
- 피드백 제어와 컴퓨터 프로세스 제어
- 생산 활동을 지원하기 위해 계획, 데이터 수집 및 결정하기 위한 컴퓨터 시스템

이러한 생산 자동화 시스템은 1913년 포드자동차에서 처음 적용한 컨베이어 라인(Conveyer Line) 시스템이 최초이며, 처음에는 공급중심, 분업중심, 소품종 대량생산 위주였으나 점차 수요중심, 자기완결(노동자 혼자서 완제품을 생산), 다품종 소량생산 체제에 맞는 워크셀(Work Cell)방식으로 확장되었다.

생산 자동화의 발전 단계는 단위 기계의 부분 자동화, 단위 기계의 완전 자동화, 생산 라인의 자동화, 모든 공정의 자동화의 4단계를 드는데, 최근에는 생산관리를 중심으로 기업업무를 통합하는 단계로 발전하고 있다.

따라서 통상의 생산 자동화 시스템은 자동 창고, 산업용 로봇, 수치 제어 공작 기계, 컨베이어 시스템, 무인 운송차, 품질검사 장치 등과 이를 감시하고 제어하는 시스템으로 구성되며, 제품의 수주, 설계, 품질검사, 자재관리, 창고관리 등도 자동화한 무인공장도 등장하고 있는 실정이다.

또한 현재의 생산 자동화 시스템은 기술의 발달에 따라 일관된 완전 자동화보다 경제적 여건 변화에 따라 부분 자동화 방식으로 소수 인원에 의한 완제품 생산으로 품질 향상을 꾀하는 것과, 다품종 소량생산에 따른 빈번한 공정 변경에도 적절히 대처할 수 있는 유연성이 부각되고 있으며, 컴퓨터를 이용한 생산 자동화 기술로서 컴퓨터 이용 설계(CAD), 컴퓨터 이용 제조(CAM), 컴퓨터 통합 제조(CIM) 등에서 현재는 큰 발전이 이루어지고 있다.

이러한 생산 자동화는 기업 측면에서 보면 생산과정의 효율화를 추구하기 위한 기술혁신의 한 부분이며 동시에 자동화 과정에서 새로운 기술을 도입하고 소화하는 능력을 축적함으로써 기술혁신을 촉진하는 수단이 되기도 한다.

전자 및 정보기술의 급속한 발전에 의해 자동화는 매우 빠른 속도로 진전되고 있으며



전 산업에 걸쳐 새로운 생산기술체제를 형성해 나가고 있다. 특히 사회가 다원화되고 개인의 개성이 강조되며 소비욕구가 다양화됨에 따라 산업 전반적으로 다품종 소량생산체제의 필요성이 높아지고 있어 신속한 대응능력을 갖춘 중소기업의 기회요인으로 작용하고 있다. 이러한 새로운 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서는 생산성과 유연성을 갖춘 생산능력이 필요하며 이를 해결할 수 있는 수단이 바로 생산 자동화인 것이다.

그러나 생산자동화를 위해 단순히 자동화 설비만을 도입했다고 해서 그 기업의 생산효율성이 높아지고 제품의 품질이 향상되는 것은 아니다. 또 새로운 생산설비가 기술적으로 아무런 문제없이 운영된다고 해서 이 성과가 반드시 기업의 경쟁력 제고로 연결되는 것도 아니다.

오히려 많은 자본 투자를 필요로 하는 생산자동화 기술의 도입이 기업의 현실과 전략에 부적합하여 실패하는 경우에는 기업의 존립마저 위태롭게 할 수도 있다. 따라서 생산자동화의 성공을 위해서는 새로운 생산기술이 기업의 현실에 적합하고 기업전략, 자원, 제품 및 시장 환경 등에 적합한지를 충분히 검토하여야 한다.



2. 생산자동화의 목적과 효과

기업에서 생산자동화를 추진하는 목적은 기업이 처한 경제·사회적 환경과 기술 및 제품특성에 따라 서로 다르며 특히 기업전략 및 생산전략에 따라 기업별로 차이를 보이게 된다. 여기서 한 가지 중요한 사실은 자동화의 도입 목적과 실제성과 사이에는 상당한 차이가 존재한다는 사실이다. 이것은 똑같은 자동화 기술이라 하더라도 기업의 도입목적이나 추진과정에 따라 그 효과는 다르게 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 다시 말하면, 기업의 목표나 전략에 따라 도입되는 생산자동화의 형태도 달라져야 한다는 것이다.

한편 우리나라 기업들의 자동화 추진동기를 보면 작업능력개선이 가장 높은 순위를 보이고 있으며 다음으로 인원감소, 생산능력 확대 등의 순서로 나타난다. 외국과 달리 우리나라의 경우는 인원감소가 중요한 자동화 도입목적으로 나타났는데, 이는 최근 인건비의 상승과 노사분규 등으로 인해 생산인력을 줄이기 위해서 자동화를 실시하는 업체들이 많음을 의미한다.

그러나 단순히 인력감소를 통한 원가절감의 수단으로만 생각하는 잘못된 인식에서 생

산자동화를 추진하는 경우에는 실패할 가능성이 높다. 자동화는 바로 인간을 존중하는 정신에서 출발하여야 하며 종업원을 힘들고 위험한 작업으로부터 편하고 효율적으로 작업할 수 있게 하여 부가가치를 높이는 방향으로 추진되어야 한다. 즉 생산자동화가 전략적이고 인간중심이 될 때 기업의 생산 공장은 비로소 원가절감의 장소에서 벗어나 혁신의 원천이 될 수 있는 것이다.

3. 생산 자동화 시스템에서의 PLC

과학 기술의 발달은 18세기에 이르러 “인간에 의한 동력 공급을 기계의 힘으로 대체한다.”는 제 1차 산업혁명 성공이후 금세기에 와서는 “인간의 감각 및 판단과 조작을 결합시킨 자동화”라는 제 2차 산업혁명을 완수시켜 가고 있는 것이다. 자동화에 있어서도 제어 기술이 급속히 발달 및 성장하게 되는데 그 중심에 PLC(Programmable Logic Controller)가 있었으며, 산업 자동화, 유·공압 제어 등의 자동제어의 두뇌가 되어 활약하여 놀랄만한 발달과 보급을 하게 되었다. 생산 자동화를 위한 제어 기기의 발전은 복잡한 공정의 반복 작업을 위하여 개발된 순차제어를 위한 PLC를 모체로 출발하여 아날로그 입출력 제어기능을 보강하여 빌딩의 냉난방 설비의 자동온도제어에 사용되던 DDC(Direct Digital Controller), 대형 플랜트 공정제어(발전, 화학) 등의 프로세스 제어에 사용되던 DCS(Distributed Control System)로 나뉘어 발전하게 된다.

그러나 21세기 정보화 시대에 접어들면서 특수 목적의 전용 제어기인 DDC나 DCS는 설비 설치비용의 고가 및 하드웨어, 소프트웨어의 폐쇄성으로 발전이 둔화되어 가는 반면 고속화, 개방화, 고기능화로 인한 복잡한 응용연산 기능의 첨부로 인하여 산업제어 전반에 PLC가 활용되고 있으며, 하위 기기와의 네트워크 및 상위 컴퓨터 시스템과의 네트워크 구축으로 인하여 PC 기반 통합정보 시스템으로 발전되고 있다.

※ PLC(Programmable Logic Controller)의 정의

- 릴레이, 타이머, 카운터 등의 유 접점으로 구성된 하드웨어 로직을 반도체를 이용한 소프트웨어 로직으로 대체하여 프로그램이 유 접점의 배선을 대체한 장치라 할



수 있다. 미국의 전기 공업 협회(National Electrical Manufacturers Association)에서는 다음과 같이 정의 하고 있다.

“각종 기계나 프로세서 등의 제어를 위하여 Logic, Sequence, Timer, Counting 및 연산기능 등을 내장하고 있으며, 프로그램을 작성할 수 있는 메모리를 내장한 제어장치이다.”

즉 PLC는 생산 자동화에는 천재적인 컴퓨터이다.

1) PLC의 장점 및 특징

① 용이한 소프트웨어

- 유 접점, 무 접점 릴레이를 사용하던 사용자가 특별한 전문적인 교육을 받지 않아도 쉽게 이해될 수 있는 소프트웨어다.
- 계산기와는 달리 제어기능의 효과적 수행이 목적이지 그것을 실현하는 장치를 목적으로 하지 않는다.
- PLC를 사용한 시스템을 현장에서 보수하고 보전하는 과정에서 PLC의 특별한 지식 없이 쉽게 이해된다.
- PLC에서는 외부동작(제어시방)이 내부동작(프로그램)으로의 변환이 쉽게 되었을 뿐만 아니라 내부의 직렬동작 프로그램이 외부의 병렬동작으로 대응되는 형태의 소프트웨어로 되었고, 이역 변환성이 계산기와 크게 다른 것이다.

② 보수의 용이성

- 생산 현장에서의 조작 및 취급성이 고려된 프로그래머에 의해 쉽게 내부 동작 프로그램을 변경할 수 있고, 그 실행상태를 종래의 시퀀스 제어기술로 쉽게 파악할 수 있는 것이다.
- 프로그래머는 하드웨어나 소프트웨어의 보수 및 감시를 용이하게 할 수 있는 디버그(Debug) 기능을 구비하고 있다.

③ 프로세스 직결성

- 프로세서와 직결하여 제어를 실행하는 PLC는 프로세서와 직결할 수 있는 입출력을 가지고 있다. 이 입출력은 외부 기기와 CPU의 중간에 위치하고 외부 기기로부터 신호를 논리레벨로 변환하는 기능과 CPU로부터 논리레벨로 받는 출력 값을 외부 기기가 구동될 수 있는 레벨까지 변환하는 기능을 갖는다.

④ 배선 및 설치의 용이

- 릴레이 제어반 제작시 납땜이나 결선 작업 등 많은 공임이 소요되나 PLC에서는 이것들이 프로그램으로 간단히 처리되며 동일한 사양일 경우 프로그램을 테이프나 디스켓, ROM 등에 저장하여 두었다가 복사가 가능하다.

⑤ 적게 차지하는 설치 면적

- 반도체를 사용하였으므로 종래의 제어반보다 설치면적을 작게 할 수 있다.

⑥ 반 영구적인 수명

- 무 접점 회로를 택함으로써 유 접점 방식에 비해 신뢰성이 높고 수명이 길다.

2) PLC의 단점

① 호환성 결여

- 표준화가 되어 있지 않고 생산 회사마다 다른 프로그램 언어를 사용함으로써 호환성이 떨어진다.

② 고가의 가격

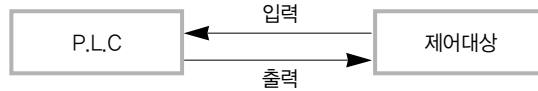
- 소규모 제어 회로에서는 릴레이 제어 방식보다 가격이 비싸다.

3) PLC 기반의 생산 자동화 시스템 구성



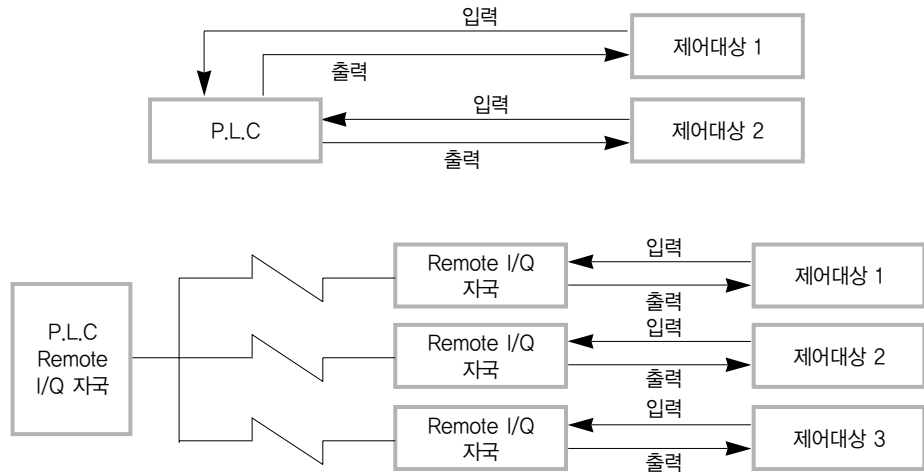
① 단독 시스템

PLC가 1:1의 관계인 시스템이며 종래의 시퀀스 제어장치에 릴레이 대신 PLC를 적용하는 기본적이고 기존에 많이 사용했던 시스템이다.



② 집중 시스템

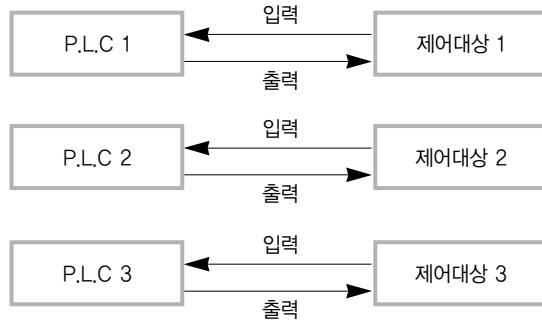
복수의 제어대상물을 PLC 1대가 제어하는 시스템이며 하나의 시스템이 정지할 때 자동으로 다른 시스템들도 정지하므로 시스템 구성시 생산성이 감소하게 된다는 점에 주의해야 한다. 기계가 각 다른 장소에 분산되어 있는 경우는 전선의 절약 측면에서 Remote I/O 기능을 가진 PLC를 사용하는 것이 바람직하며, 시스템 설계 시 고려해야할 점은 PLC 처리속도, 입/출력부의 응답시간 등의 검토가 필요하다.



[집중시스템]-Remote I/O 사용

③ 분산 시스템

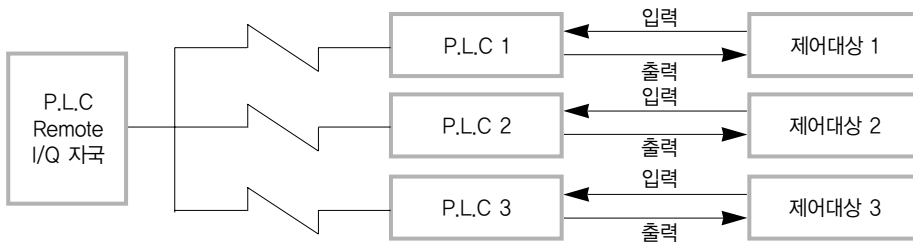
분산화된 개개의 제어시스템에 대해 각각 PLC가 제어를 담당하고 상호 연계동작에 필요한 제어신호에 대해서는 PLC간 신호를 송수신하는 시스템이다. 이 시스템은 각각의 제어대상에 대응하는 PLC가 있으므로 1대가 정지하여도 다른 제어대상은 단독 운전이 가능해서 집중 시스템보다 신뢰성이 높다.



- 집중시스템 -

④ 계층 시스템

컴퓨터와 PLC간을 결합하여 정보의 종합관리, 운용을 하는 종합 제어 시스템이다. 최근 개인용 컴퓨터의 급속한 기능 성장과 신뢰도의 증대에 따라 계층시스템의 구축이 활발하게 이루어지고 있다. 상호 데이터 송수신은 PLC의 메모리 맵과 컴퓨터의 메모리 맵이 소프트웨어의 설정에 의해 1:1로 대응되어 있다.



- 계층시스템 -

근래의 생산 자동화의 추이를 보면 종래의 대규모 분산제어 시스템인 DCS(Distributed Control System)에서만 가능했던 고급제어 기능(실시간 데이터 감시제어, 고 정밀 루프 제어, 시스템의 이중화, 통신을 이용한 다중 운전자 시스템)을 DCS 보다 저 가격, 소규모 시스템에 구축하고자 고기능 PLC개발과 다양한 응용시스템이 개발되고 있다. 이러한 고기능 외에도 PID루프제어, 아날로그 제어, 모션제어(위치결정제어),고속 카운터 등의 발전도 가속화되고 있다.

01 다음 중 산업용 로봇을 설명하는 것이 아닌 것은?

- ① 머니플레이터(Manipulator)와 제어장치(Controller), 전원부(Power)로 구성되어 있다.
- ② 고정된 장소에서 물체를 옮기거나 특정한 작업을 수행하는 것을 특징으로 하는 로봇이다.
- ③ 대표적으로는 자동차 공장의 용접용 로봇, 도장 로봇, 납땜 로봇, 검사 로봇, 하역 로봇 등이 있다.
- ④ 강아지 로봇과 같은 주로 개인서비스를 위한 로봇이다.

02 산업용 로봇의 대부분 어떻게 구성되어 있는가?

- ① 직렬형 머니플레이터로 구성되어 있다.
- ② 제어장치와 센서로 구성되어 있다.
- ③ 전원부와 모터로 구성되어 있다. 처해있는 인간을 방관해서도 안 된다
- ④ 마이크로프로세서와 제어장치로 구성되어 있다.

03 직교좌표 로봇의 특징이 아닌 것은?

- ① 왕복운동을 기본으로 함에 따라 각 운동방향으로 완전히 독립되어 있다.
- ② 작업 영역의 모든 위치에서 기구학과 동역학이 변하지 않는다.
- ③ 균일한 제어 특성을 가지며, 제어가 간단하다.
- ④ 위치에 따른 반복 정밀도가 우수하다.

04 직교좌표의 사용 분야는?

- ① 전자부품의 조립 ② 용접 ③ 기계내부의 물체 반송 ④ 탐지

05 수평다관절 로봇의 설명이 아닌 것은?

- ① 일반적으로 SCARA로봇(Selectively Compliant Arm for Robotic Assembly)이라 불리는 로봇을 말한다.
 ② 1, 2축이 중력의 방향으로 평행하고 3축이 Z방향으로만 구동된다.
 ③ 두 회전축에 직각인 수평면에서의 운동은 매우 느린 특징이 있다.
 ④ 자동차공장의 라인과 라인사이에 부품반송, 유리공장의 유리 반송 등에 사용되고 있다.

06 수직다관절 로봇의 설명이 아닌 것은?

- ① 모든 축이 회전축으로 구성되어 있어서 비교적 빠른 속도를 가진다.
 ② 용접과 도장 등의 작업에 가장 많이 쓰인다.
 ③ 어떠한 위치 또는 방향으로의 자세가 가능하다.
 ④ 탐지 등의 특수목적용으로 많이 쓰인다.

07 다음 중 군사용 로봇이 아닌 것은?

- ① 룩해즈 ② 도장로봇 ③ 팩봇 ④ MICRO VGTV

08 다음 중 생활 서비스 로봇인 것은?

- ① 청소 로봇 ② 군사용 로봇 ③ 탐사 로봇 ④ 무인 비행기

부 록

informatics



DOMAIN

data

TRANSFER



로봇을 구성하고 있는 다양한 요소 중에서 제일 중요하다고 할 수 있는 것이 마이크로 프로세서 장치이다. 센서를 통해 입력되는 주변 환경 상황을 판단하여 로봇을 구동하도록 하는 사용자 프로그램을 통해 로봇이 궁극적인 목적을 수행할 수 있도록 하는 것이 마이크로프로세서라고 할 수 있다. 다양한 마이크로프로세서가 있지만, 여기서는 MCS-51 계열인 89T51을 이용하여 로봇 제어부를 설계하는 과정과 프로그래밍을 위해 필요로 하는 컴파일러 사용법, 89T51을 이용한 로봇 응용 장치를 직접 제어하여 봄으로써 로봇 제어부에 대한 이해를 높이도록 하여보자.

1. 산업용 로봇의 정의와 구조

로봇에 이용되는 마이크로프로세서는 다양한 CPU를 사용하게 된다. 여기서는 8비트 마이크로프로세서로 그동안 산업 현장이나, 간단한 제어장치에 많이 사용되어 쉽게 접할 수 있는 MCS-51 계열의 마이크로프로세서 중에서 89T51에 대해 알아보자.

MCS-51 계열인 89T51은 인텔사에서 나오는 8051 계열의 CPU코어를 사용함으로써 8051과 동일한 기능을 수행할 수 있으면서도, 주변의 부속적인 기능을 개발자가 개발 환

경을 구축하는 편리하도록 구성하는 것을 말하는 것이다. 즉, 기존의 8051계열의 CPU(80C51, 80C31, 89C51 등)들은 프로그래밍을 이식하기 위해서는 롬 라이터를 이용해 롬에 프로그램을 이식하게 되지만, 89T51은 CORE RIVER사에서 제작하여 ISP (In-System Programmable) 방식으로 PC에서 프린터 포트를 이용하여 직접 프로그래밍 할 수 있도록 되어 있다.

따라서 이미 8051을 공부했던 사람이라면 8051과 모든 사용 방법이 같고, 프로그램 방식도 롬 라이터를 사용하지 않고 프린터 포트에서 직접 하기 때문에 아주 편리하게 사용할 수 있다. 인텔에서 출시하고 있는 8비트 One-Chip 마이크로프로세서 MCS-51 Family는 아래의 표와 같이 여러 종류가 있다.

마스킹 ROM TYPE	ROM 없는 TYPE	EPROM TYPE	ROM	RAM	16비트 타이머	타입
8051	8031	87514	KBYTE	128 BYTE	2	HMOS
8051AH	8051AH	8751H	4 KBYTE	128 BYTE	2	HMOS
8052AH	8052AH	8752BH	8 KBYTE	256 BYTE	3	HMOS
80C51BH	80C51BH	87C51	4KBYTE	128 BYTE	2	CHMOS
83C51FA	83C51FA	87C51FA	8 KBYTE	256 BYTE	3	CHMOS
83C152	83C152	87C512	8 KBYTE	256 BYTE	2	CHMOS

[MCS-51 Family Members]

89T51의 정식 명칭은 GC89T51로 내부에는 30KB 플래시 롬이 있어 편리하게 사용할 수 있다. MCS-51 계열로 출시되고 있는 마이크로프로세서에는 8031, 8051, 8052, 87C51 등, 여러 가지가 있다. 이러한 마이크로프로세서들의 차이는 아주 작다.

예를 들어 8031은 롬이 없고, 8051은 롬이 있는 대신 한 번만 프로그램 할 수 있는 칩이고, 87C51은 롬 라이터를 이용하여 직접 프로그래밍 할 수 있는 EPROM을 내장하고 있고, 8052는 다른 MCS-51계열의 칩보다 카운터가 하나 더 있을 뿐 별다른 차이가 없다.

GC89T51의 경우 MCS-51계열 중에서 가장 최신의 Chip으로서 명령어 수행속도가 가장 빠르는데 ISP 방식을 채택하고 있으며, 디버깅 기능을 사용할 수 있고, A/D 변환 모듈과 펄스 폭 변조기 등 다양한 기능의 주변 장치들을 포함하고 있기 때문에, 학교나 산업체

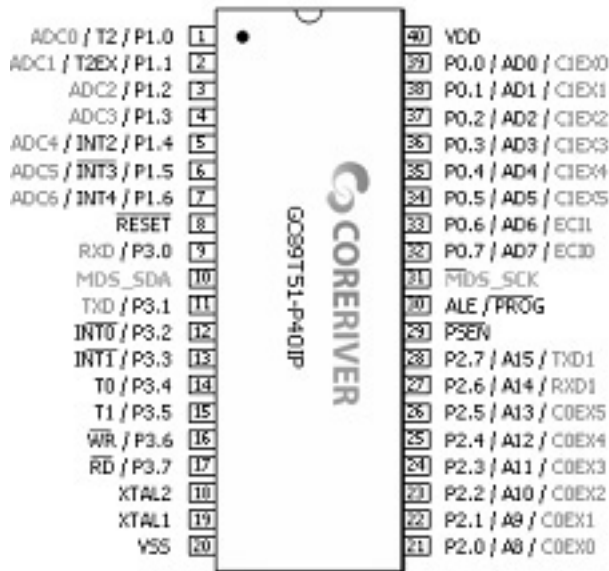


에서 사용하기가 편리하면서도 유용하게 설계되어 있다.

1) 89T51의 특성

- MCS-51 계열의 마이크로프로세서이다
- In-System Programmable(ISP)가 가능한 14K Byte Flash 메모리
- On-chip 하드웨어 디버깅 엔진
- 동작전압의 범위 : 3.0~5.5[V]
- 6가지 레벨의 프로그램 메모리 Lock
- 512 Byte의 내부 RAM
- 2K Byte의 EEPROM 데이터 메모리
- 31 Bit의 I/O 핀
- 6개의 외부 인터럽트를 포함한 16개의 인터럽트
- 16 비트 타이머/카운터 3개
- 양방향 통신이 가능한 직렬통신포트 2개
- 파워 절약모드, 파워 아이들 모드
- 8 채널의 A/D 변환 모듈
- 12 채널의 8비트 PWM(Pulse Width Modulation)
- 파워 다운모드 탈출 요건으로 인터럽트 활용 가능
- On-chip POR(Power On Reset), LVD(Low Voltage Detector)
- Watchdog 타이머
- 고속의 명령어 수행

2) 89T51의 내부 구조



[40-PDIP]

89T51의 핀 배치도는 앞의 그림과 같이 마이크로프로세서를 설계할 때 가장 중요한 것이 타이밍과 핀의 기능이다. 여기에서는 마이크로프로세서 또는 컴퓨터 등의 구조를 잘 알지 못하는 사람을 중심으로 설명해 나가기 때문에 자세히 기술되고 있지만, 데이터 북을 보면서 마이크로프로세서를 실제로 설계할 때 데이터 북에서 가장 먼저 찾아보아야 될 부분이 타이밍도와 핀 배치도 그리고 응용 하드웨어 부분이다. 이 책은 데이터 북을 기초로 설명되어 있지만, 어느 정도 자신이 있는 사람은 데이터 북을 직접 보면서 공부하기 바란다. 왜냐하면 세상에는 수없이 많은 마이크로프로세서가 나왔다가 사라지고 있는데, 그 때마다 번역판을 보고 마이크로프로세서를 공부한다는 것은 벌써 남에게 몇 년 뒤지기 때문이다. 89T51의 각 핀의 기능은 다음과 같다.

(1) VDD(5V)

- 전원 단자 : 5V 전원에 연결한다.



(2) VSS

- 접지 단자 : GND에 연결한다.

초보자의 경우, 납땜을 하다보면 흔히 이 접지 단자와 전원 단자 부분을 빠뜨리고 납땜하는데 그럴 경우 IC는 확실하게, 완전히 동작하지 않는다는 점에 주의해야 된다.

(3) 포트 0 : P0.0~P0.7

- 오픈드레인 출력 방식으로 양방향 입출력 단자이다.
- 출력 포트로서 사용할 때 각 핀은 8개의 TTL 입력과 병렬로 사용할 수 있을 정도의 출력을 갖는다.
- 포트 0를 범용 I/O 포트로서 사용할 때는 오픈 드레인 방식이기 때문에 반드시 풀업 저항을 달아 주어야 한다.
- 포트 0의 각 핀은 내부 구조도에 나타나 있는 것처럼 외부에 메모리를 확장할 때 어드레스/데이터 라인으로도 사용할 수 있다.
- 포트 0의 핀 중에서 사용자가 특정 핀을 입력 핀으로 사용하고자 한다면 프로그램 초기에 사용하고자 하는 핀에 '1'을 write 해주어 입력포트 설정을 해준다. (이 말은 포트 0의 특정 비트를 입력으로 사용하기 위해서는 그 비트를 입력으로 사용하기 전에 '1'을 출력으로 write 해주어야 그 비트가 입력으로 초기화된다는 뜻이다.)

(4) 포트 1(P1.0~P1.6)

- 내부 풀업을 on/off 스위칭할 수 있는 7비트 양방향 입출력 단자이고 출력으로 사용하면 4개의 TTL을 구동할 수 있다.
- 포트 1의 핀 중에서 사용자가 특정핀을 입력핀으로 사용하고자 한다면 프로그램 초기에 사용하고자 하는 핀에 '1'을 write 해주어 입력포트 설정을 해준다. (이 말은 포트 1의 특정 비트를 입력으로 사용하기 위해서는 그 비트를 입력으로 사용하기 전에 '1'을 출력으로 write 해주어야 그 비트가 입력으로 초기화된다는 뜻이다.)

(5) 포트 2(P2.0~P2.7)

- 내부에 풀업을 on/off 스위칭할 수 있는 8비트 양방향 입출력 단자로서 4개 TTL을 구동할 수 있다.
- 포트 2의 핀 중에서 사용자가 특정 핀을 입력 핀으로 사용하고자 한다면 프로그램 초기에 사용하고자 하는 핀에 '1'을 write 해주어 입력 포트 설정을 해준다.
- 외부에 메모리 또는 I/O를 확장할때 A8~A15까지로도 사용할 수 있다.

(6) 포트 3(P3.0~P3.7)

- 내부 풀업을 스위칭하여 on/off할 수 있는 8비트 양방향 입출력 단자이며 출력으로 사용하면 4개의 TTL을 구동할 수 있다.
- 포트 3의 핀 중에서 사용자가 특정 핀을 입력 핀으로 사용하고자 한다면 프로그램 초기에 사용하고자 하는 핀에 '1'을 write 해주어 입력포트 설정을 해준다.
- 이 포트는 입출력 단자 외에 다음 표와 같은 매우 중요한 또 다른 기능을 가지고 있다.

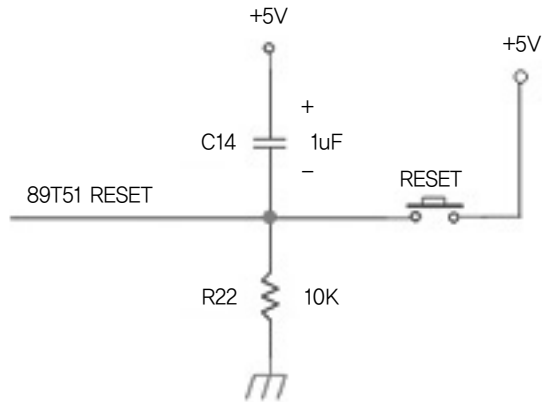
P3 포트	기능
P3.0	RXD : serial input port
P3.1	TXD : serial output port
P3.2	INT0/ : external interrupt 0
P3.3	INT1/ : external interrupt 1
P3.4	T0 : Timer/Counter 0 external input
P3.5	T1 : Timer/Counter 1 external input
P3.6	WR/ : external Data memory write strobe
P3.7	RD/ : external Data memory read strobe

(7) RESET

입력으로 액티브 HIGH 즉, 리셋 입력단에 HIGH가 입력되면 마이크로프로세서는 리셋된다. 89T51에서 리셋이 되기 위해서는 24 클럭 이상 HIGH 상태를 유지해 주어야 한다. 또한 뒤에서 언급하겠지만 감시 타이머의 타임이 종료된 후 입력 오실레이터의 클럭이 512개 지나는 정도의 시간이 지나면 리셋된다. 코아리버사에서 추천하는 리셋 회로는



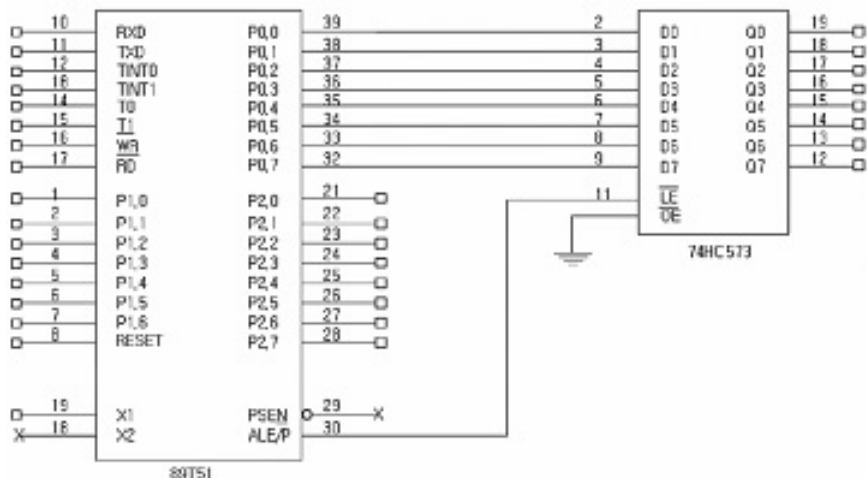
다음과 같다.



(8) ALE/PROG(Address Latch Enable output/Program pulse input)

(ALE)는 이름 그대로 어드레스를 래치하기 위해 발생하는 신호이다. 즉, 74HC573의 11번 핀 ENABLE C단자로 입력되어 AD라인 즉, 어드레스와 데이터가 같이 나오는 P0 포트의 신호선들을 어드레스와 데이터로 구분해주는 것이다. 인텔계통의 일반적인 마이크로프로세서(8086, 8088, 8051, 8081등)는 이런 ALE 신호를 이용하여 데이터와 어드레스 신호를 분리해 내고 있다. 아래 그림은 ALE 신호로 어떻게 데이터와 어드레스를 분리하는가를 보여주고 있다.

(PROG)로 사용될 때는 내부 Flash를 프로그램 할 때이다. 즉, 내부에 있는Flash Rom 프로그램을 입력시키는 동안 프로그램 펄스 입력이 된다.



(9) PSEN(Program strobe enable)

외부 프로그램 메모리를 읽어들이는 때 액티브 LOW 신호. 각 머신 사이클에서 두 번 출력되며 ALE 하강 모서리에서 포트 0(AD0~AD7)로부터 나오는 값은 어드레스로 사용된다. 이 핀은 프로그램을 다운로드하기 위해서 ISP 신호 핀으로도 사용된다.

(10) XTAL1

입력 단자이며 발진기 신호가 반전되어 입력된다.

(11) XTAL2

출력 단자이며 발진기 신호가 반전되고 증폭되어 출력된다.

(12) ISP

ISP 프로그램을 할 때 MDS_SDA, MDS_SCK, PSEN는 다음과 같은 용도로 사용된다.

Symbol, Pin Number	ISP 프로그램에서 용도
MDS_SDA, 10	MOSI (used for In-System Programming)
MDS_SCK, 31	MISO (used for In-System Programming)
PSEN, 29	SCK (used for In-System Programming)

F8H	EIP 00000000								FFH
F0H	B 00000000							FAEN xxxxxxx 0	F7H
E8H	ELE 00000000		CLC 00000000	CIH 00000000	ASCHEM 00000000	ADCSEL 00000000	ADCR 00000000	ADCON 00000000	EFH
E0H	ACC 00000000		C1CAPM0 01000000	C1CAPM1 01000000	C1CAPM2 01000000	C1CAPM3 01000000	C1CAPM4 01000000	C1CAPM5 01000000	E7H
D8H	WDCON x1010000		C1CAP0H 00000000	C1CAP1H 00000000	C1CAP2H 00000000	C1CAP3H 00000000	C1CAP4H 00000000	C1CAP5H 00000000	DFH
D0H	PSW 00000000		C1CAP0L 00000000	C1CAP1L 00000000	C1CAP2L 00000000	C1CAP3L 00000000	C1CAP4L 00000000	C1CAP5L 00000000	D7H
C8H	T2CON 00000000	T2MON xxxxxx00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000	C1CON 00000000	C1MOD 00x00000	D7H



C0H					PMR xxxx00x x	STATUS xxx1xxx x	OSCOCN xxxxx100	IOCFG xxxx0xx 0	C7H
B8H	IP 10000000	SADEN 00000000						AUXAD 00000000	BFH
B0H	P3 11111111	SCON1 00000000						IPH 10000000	B7H
A8H	IE 0x000000	SADDR 00000000	SADDR1 00000000	SADEN1 00000000	COCON 00000000	COMOD 00x00000	COL 00000000	C0H 00000000	AFH
A0H	P2 11111111	SBUF1 00000000	C0CAPM0 01000000	C0CAPM1 01000000	C0CAPM2 01000000	C0CAPM3 01000000	C0CAPM4 01000000	C0CAPM5 01000000	A7H
98H	SCON 00000000	SBUF 00000000	C0CAP0H 00000000	C0CAP1H 00000000	C0CAP2H 00000000	C0CAP3H 00000000	C0CAP4H 00000000	C0CAP5H 00000000	9FH
90H	P1 11111111	EXIF 00001001	C0CAP0L 00000000	C0CAP1L 00000000	C0CAP2L 00000000	C0CAP3L 00000000	C0CAP4L 00000000	C0CAP5L 00000000	97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	CKCON 1100x00		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0xxx0000	87H

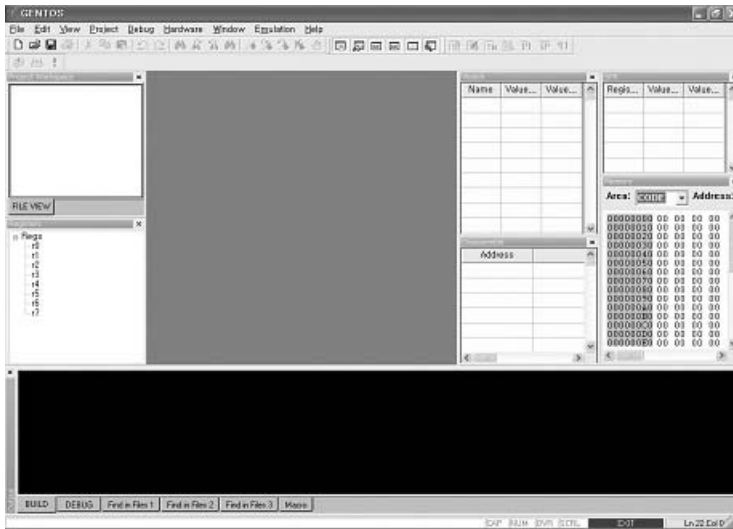
2. GENTOS C 컴파일러 사용법

GENTOS Compiler는 MCS-51 계통의 코아리버 마이크로프로세서(MiDAS1.0, MiDAS1.1, MiDAS2.0, MiDAS2.1)를 프로그래밍할 수 있도록 코아리버에서 개발한 Cross Compiler이다. 어셈블리의 경우 마이크로프로세서마다 각기 다르고 또한 기계어와 비슷한 수준이라 사용하기 어렵고 프로그램 작성 시간이 많이 걸리는 단점이 있어, 'C'를 사용하는 것이 어셈블리를 사용하는 것보다 훨씬 프로그램 작성 속도와 디버깅 속도가 빠르기 때문에 'C'언어를 사용하여 각종 예제를 작성하였다. 마이크로프로세서를 이용한 하드웨어를 설계하기 위해 가장 먼저 고려해야 될 점은 언어의 선택과 그 언어에 대한 연구이다.

1) 프로그램의 시작

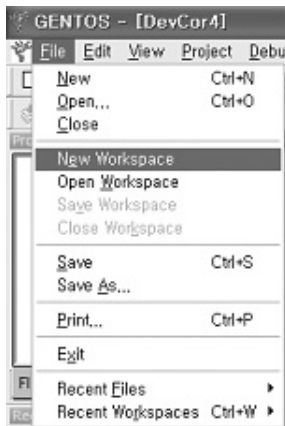
원도상에 설치되어 있는 곳에 가서 예를 들면, 시작 → 모든 프로그램 → Coreriver →

Gentos을 선택하면 다음과 같은 프로그램 초기 화면이 윈도우에 나타나게 된다.

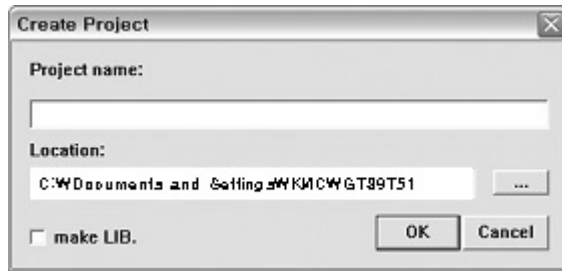


2) 새 Workspace 만들기

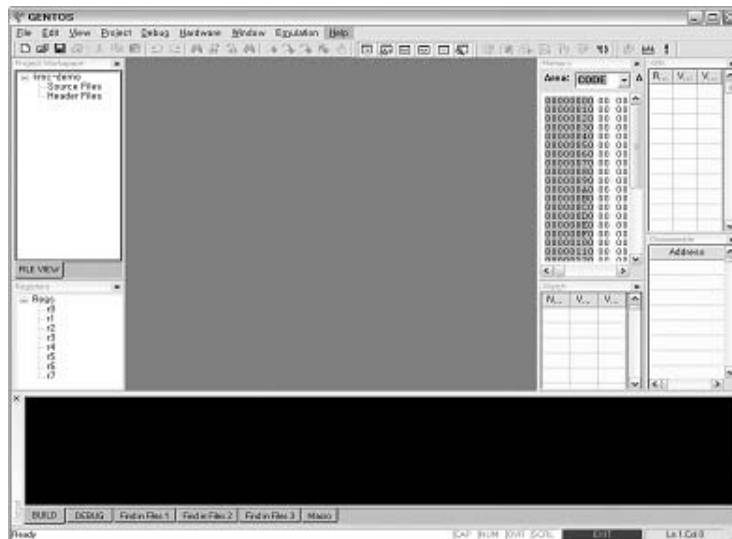
① 다음과 같이 화면 상단의 주 메뉴에서 'File - New Workspace'를 클릭한다.




② 아래 그림과 같이 프로젝트 생성창이 나타난다.

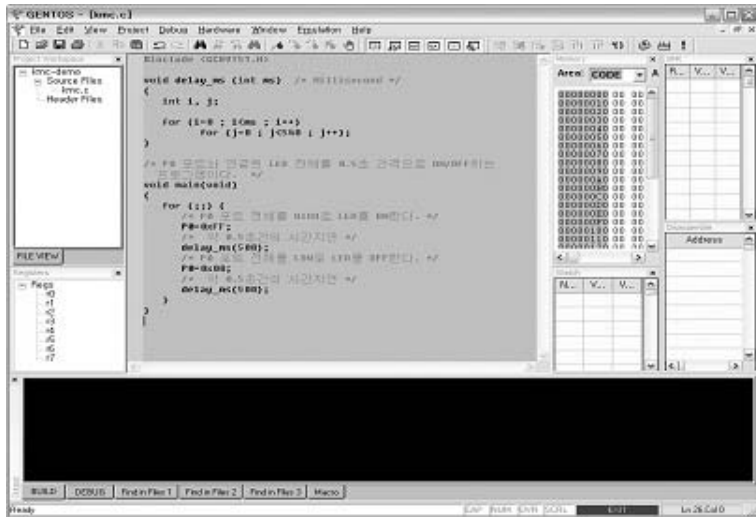


- ③ Project File을 저장할 위치를 지정한 후(여기서는 'C:\Documents and Settings \KMC\GT89T51를 지정하였다.) Project name 입력창에 'kmc-demo' 라고 입력을 한다. 작업을 모두 마치고 'OK' 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같이 Project Workspace 창에 프로젝트 file의 계층이 나타난다.



3) 새 소스 파일 작성

- ① Project Workspace 창의 우측에 있는 편집 창을 이용하여 소스 프로그램을 작성한다. 주 메뉴의 『File - New』를 선택하거나 툴바의  아이콘을 클릭하면 편집 창이 옅은 회색으로 변하면서 새 소스 파일을 편집할 수 있다.



- ② 소스 프로그램 작성을 마쳤으면 주메뉴의 'File-Save' 또는 저장 아이콘을 이용하여 소스 프로그램을 'kmc-demo.c' 라는 파일명으로 프로젝트 파일을 저장한 디렉토리 또는 사용자가 임의로 정한 디렉토리에 저장을 한다.



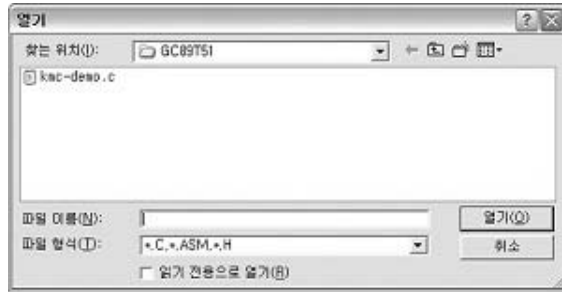
4) 소스 파일 컴파일하기

- ① 위에서 작성하였던 소스파일을 프로젝트에 포함시키기 위하여 주 메뉴의 Project 에서 Add to Project - Files를 선택한다.

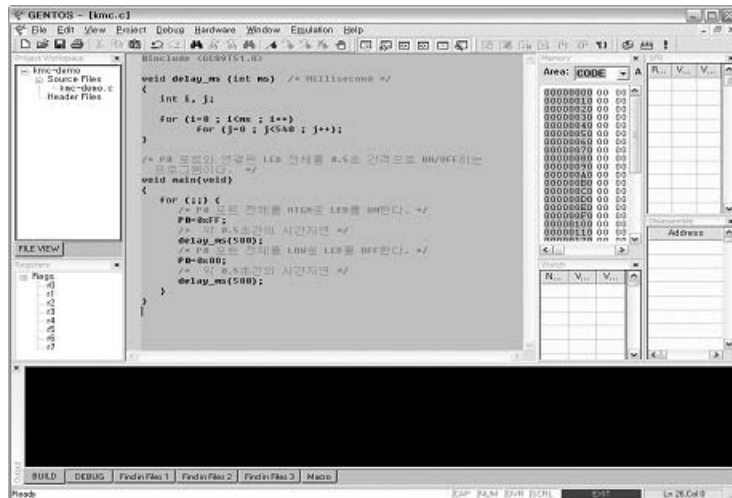




- ② 위와 같이 프로젝트에서 소스 파일을 저장한 디렉토리를 위치시키고 파일 선택창에서 'kmc-demo.c' 라고 저장한 소스 프로그램 파일을 선택하고 우측 하단의 열기 버튼을 클릭한다.



- ③ 앞에서 프로젝트 그룹에 파일을 첨부한 결과는 Project Workspace 창을 보면 알 수 있다. 다음 그림과 같이 Project Workspace 창에 'kmc-demo -> Source Files -> 소스파일명('kmc-demo.c')' 의 형식으로 가지를 구성한다.



- ④ 위와 같이 되지 않았거나 소스 파일이 잘못된 경우에는 Project Workspace 창에서 잘못된 파일을 마우스의 좌측 버튼을 이용하여 선택하고 마우스의 좌측 버튼을 클릭하고 Remove 버튼을 이용하여 제거하고 다시 정상적인 소스 파일을 첨부한다.

5) 소스 파일 컴파일하기 - GENTOS 옵션 지정

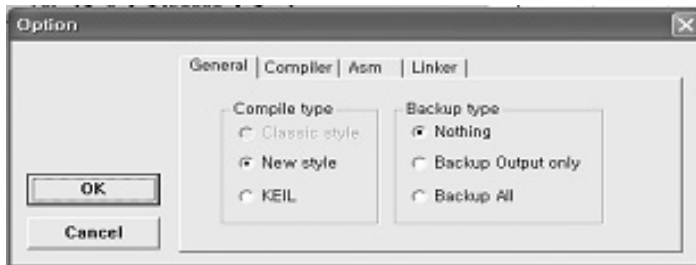
① 주메뉴에서 'Hardware - Device' 을 클릭하면 다음 창이 뜬다.



② 'MiDAS2.0 Family - A type' 을 선택하고 OK 버튼을 누른다.



③ 주 메뉴에서 'Project - Options' 를 누르면 다음의 창이 뜬다.



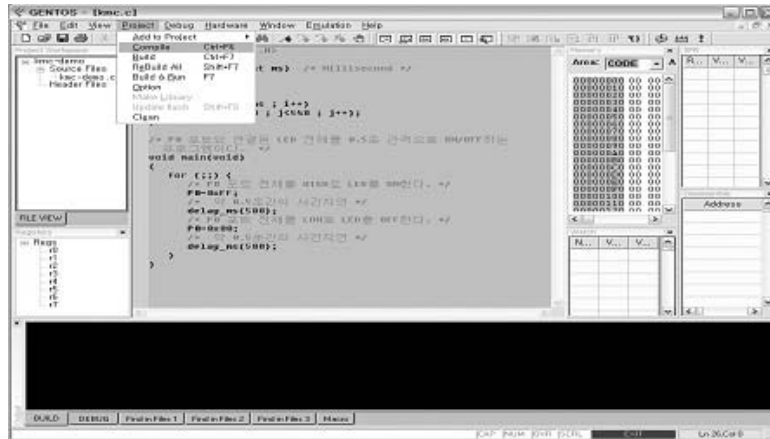
④ Compiler type에서 'New style' 를 Backup type에서 'Nothing' 을 선택하고 OK 버튼을 누른다.

6) 소스 파일 컴파일하기 - 소스 파일 컴파일

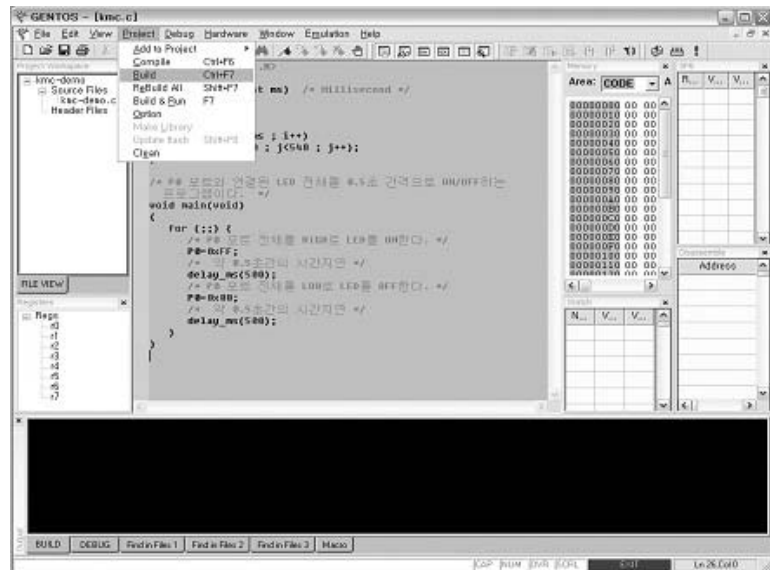
① 소스 파일을 Project Workspace의 Source Files에 포함시키고 주 메뉴에서 'Project - Compile' 메뉴를 실행한다. 실행한 결과는 출력 창을 통해 나타난다. 출력



창의 결과에 에러가 발생하였을 경우 에러 문장을 보고 에러를 수정하고, 다시 컴파일한다.



② 소스 파일을 Project Workspace의 Source Files에 포함시키고 주 메뉴에서 'Project - Build' 메뉴를 실행한다





③ 실행 결과는 출력 창을 통해 나타나며, 에러가 발생하지 않은 경우에는 Project Workspace 디렉토리에 hex file이 생성된다. 이 Hex file을 Rom Writer 또는 Rom Emulator를 이용하여 프로그램을 시스템에 적용시킨다. 아래에 출력된 kmc-demo.hex 파일을 나타 내고 있다.

```
:100000002005075C70112003780FEAA82AB837CC4
:1001000007D00C3EC9AED64808BF063F08095F076
:1000200050147E1C7F021EBEFF011FEE4F70F70CA6
:10003000BC00E00D80DD227580FF9001F412000B02
:100040007580009001F412000B80EC227582002272
:1000500075810712004CE58260030200037900E914
:100060004400601B7A009000AC780075A000E49317
:10007000F2A308B8000205A0D9F4DAF275A0FFE4F3
:1000800078FFF6D8FD7800E84400600A790075A092
:1000900000E4F309D8FC7800E84400600C79009093
:1000A0000000E4F0A3D8FCD9FA020003FFFFFFFFF31
:00000001FF
```



3. MICOM-PROGRAMMER 사용법

앞에서 Gentos C 컴파일러를 이용해 작성된 소스 프로그램과 헥사 파일을 89T51에 이식하기 위해서 사용되는 유틸리티로 Micom-Programmer가 있다. 컴퓨터의 프린터 포트에 연결하여 헥사 파일을 프로세서의 플래쉬 메모리에 기록하고, 실행되도록 도와주는 역할을 하게 된다.

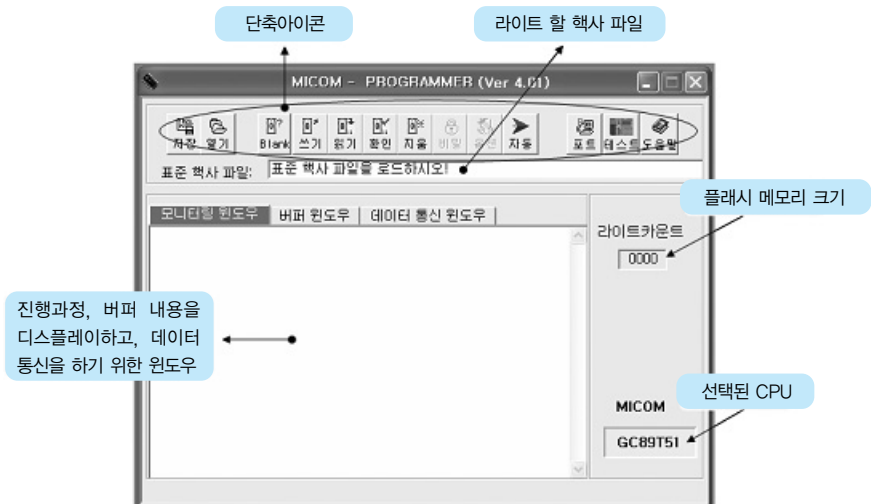
1) PC와 연결

PC의 프린터 포트와 병렬 케이블을 이용하여 그림 1-1의 89T51 MICOM-보드와 연결한다.

2) 전원 연결

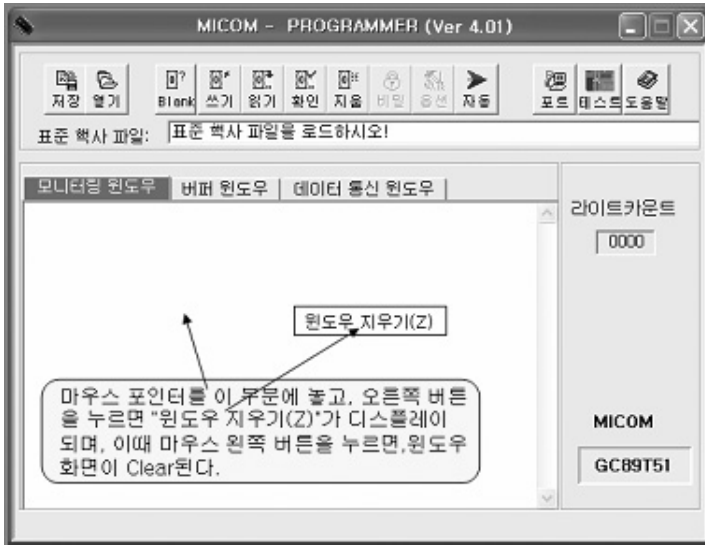
전원을 89T51 실험용 보드에 연결하고, 스위치를 이용해 전원을 인가한다.

- ▶ MICOM-PROGRAMMER 실행하기
시작메뉴에서 “MICOM-PROGRAM-
-MER” 단축아이콘을 실행시킨다.

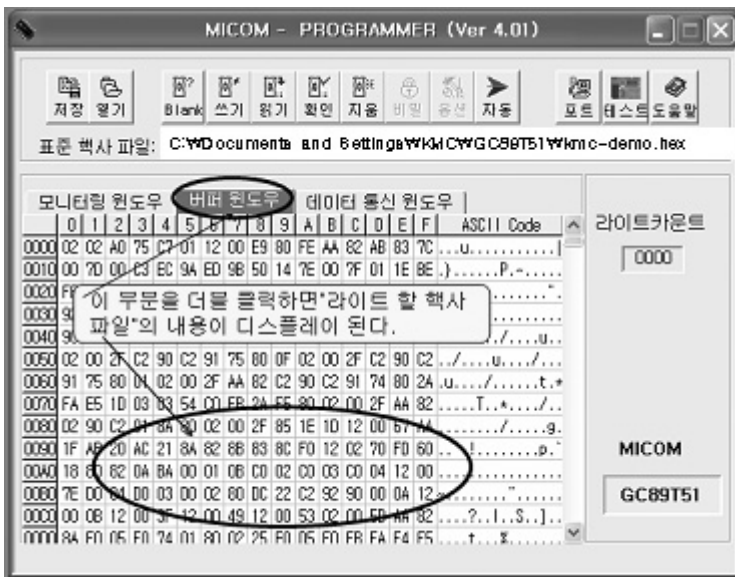


3) MICOM-PROGRAMMER 모니터링 윈도 사용하기

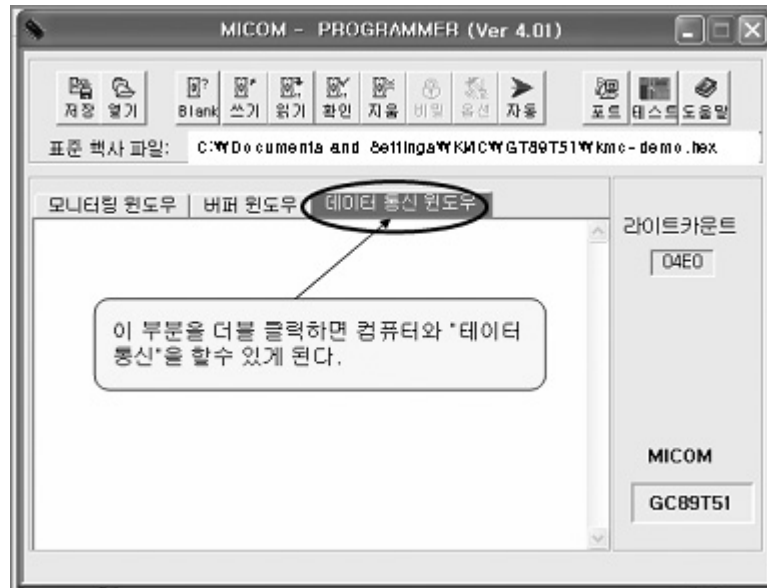
“MICOM-PROGRAMMER 모니터링 윈도”는 3가지의 기능이 있다.



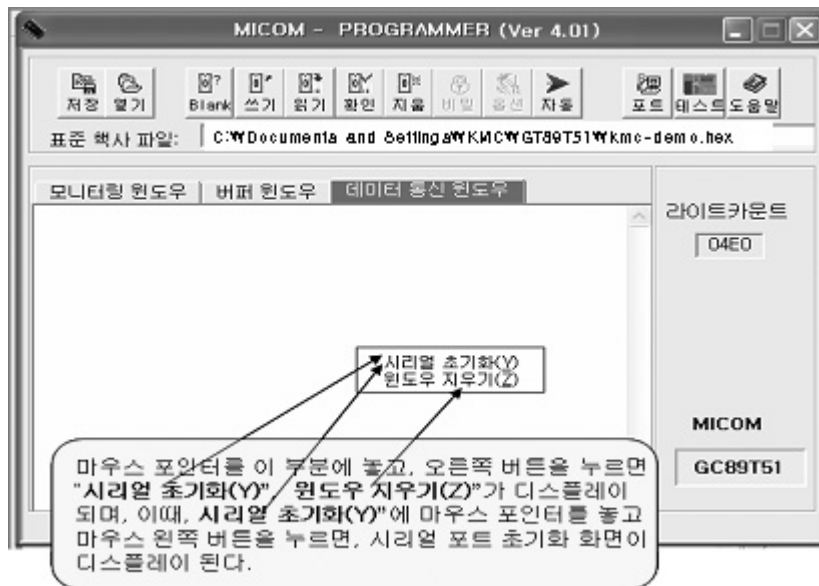
〈MICOM-PROGRAMMER 모니터링 윈도 클리어하기〉



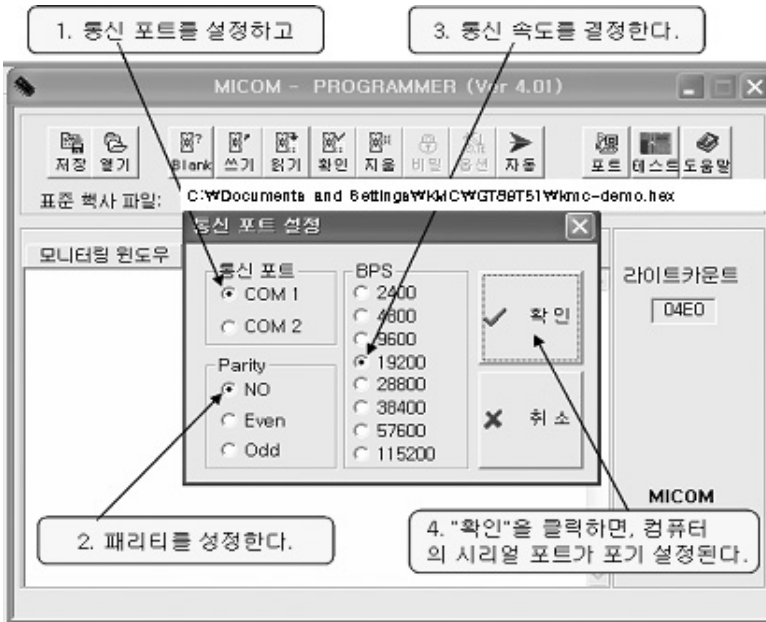
〈라이트할 hex 파일을 보기 위한 화면〉



<컴퓨터와 데이터 통신을 하기 위한 화면>



<시리얼 포트 초기화와 데이터 통신 화면을 지우기 위한 화면>



〈컴퓨터 시리얼 포트를 초기 설정하기 위한 화면〉


4) 컴퓨터와 통신하기


컴퓨터의 시리얼 포트 초기 설정이 끝난 후, 컴퓨터와 89T51 MICOM-보드와 RS-232C 1:1 케이블을 연결한 후의 컴퓨터와 데이터 통신을 할 수 있게 된다. (컴퓨터와 데이터 통신을 하기 위해서는 GC89T51에 데이터 통신 프로그램이 써넣어져 있어야 한다).

5) 단축 아이콘의 기능













단축 아이콘에 마우스를 갖다 놓으면 구름 바 모양으로 단축 아이콘의 기능을 디스플레이 해준다. 각 단축 아이콘의 기능을 설명하면 다음과 같다.



 버퍼에 있는 내용을 저장

 라이트 할 검사 파일 불러오기.

 CPU가 지워졌는지 검사




-  버퍼에 있는 내용을 설정된 CPU로 써넣기
-  CPU에 있는 내용을 버퍼로 읽기
-  CPU에 있는 내용과 버퍼에 있는 내용을 비교(검증)
-  CPU를 모두 지운다(모두 "FF"가 된다.)
-  CPU 내용 읽기 방지
-  GC89T51에서는 사용하지 않는다.
-  은  →  →  →  의 순서로 자동으로 동작한다.
-  PC의 프린터 포트를 설정

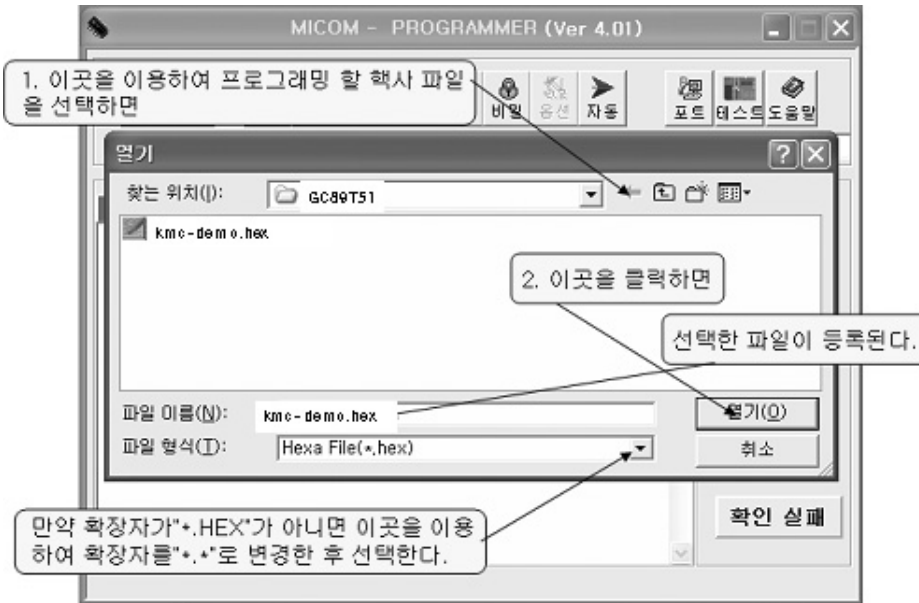
-  GC89T51 MICOM- 보드 테스트
-  GC89T51 MICOM-PROGRAMMER의 사용 방법을 설명한다.

6) 프로그래밍 할 hex 파일 읽기

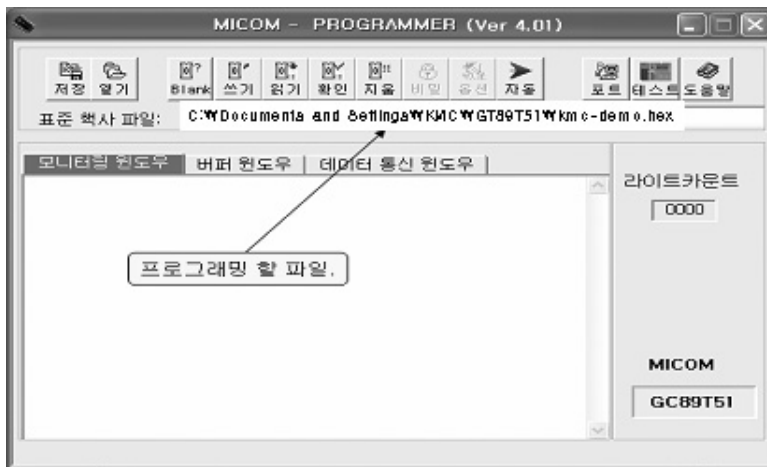
① 프로그래밍 할 hex 파일 읽기(I)

메인 화면 상단의 단축 아이콘  을 실행시키면 아래 그림과 같이 파일 열기 창이 나타난다.

프로그램을 다시 컴파일 했을 때는 매 번 열기를 해 주어야 한다.




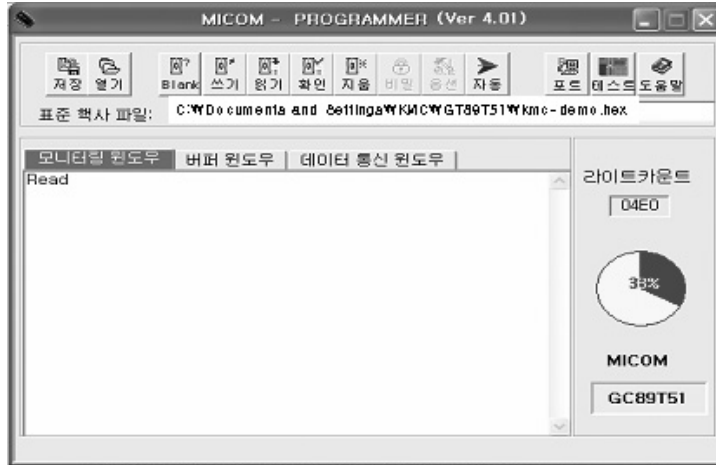
〈프로그래밍 할 hex 파일을 선택하는 화면〉



〈프로그래밍 할 파일이 선택된 화면〉

② 프로그래밍 할 hex 파일 읽기(II)

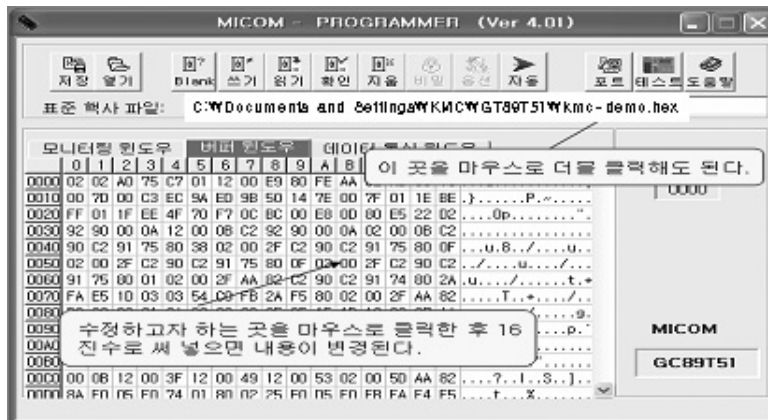
앞에서와 같이 단축 아이콘  을 실행시켜서 불러오는 불편함을 없애기 위하여 아래 그림에서와 같이 모니터링 윈도우에 'READ' 라는 명령을 입력하여 사용할 수도 있다.



〈프로그래밍 할 파일을 로드하는 화면〉





③ hexa 파일 편집하기

앞에서 hexa 파일을 읽어들이는 결과가 맞는지 확인하거나, hexa 파일의 내용 중 일부를 버퍼윈도에서 직접 편집할 수 있다.



〈파일 내용을 확인 혹은 직접 편집하기 위한 화면〉

7) 선택한 hexa 파일을 89T51에 써 넣기

단축 아이콘  을 실행시키면  →  →  의 순서로 자동으로 동작하고,

올바르게 프로그래밍이 되면 오른쪽에 진행 표시창과 모니터링 윈도우에 실행 결과와 실행 과정이 텍스트로 표시된다.



8) 프로그램 실행

써넣기가 끝나면 자동으로 GC89T51에 연결된 회로는 동작하게 된다. 그러나 다시 실행하고자 할 경우는 “RESET” 스위치를 눌러서 동작시키도록 하자.

9) 프로그램 예제

앞에서 설명된 컴파일러 사용법과 마이컴 프로그래머를 다음 예제를 이용해 다시 한 번 익혀 보기 바란다. 예제 소스 프로그램의 작동은 오실로스코프로 P0포트의 파형을 측정해 보았을 때 P0의 각 총 8개의 비트가 일정 간격으로 High/Low를 반복하게 된다. 만일, 이와 같은 결과가 나타나지 않을 경우에는 지금까지의 과정을 다시 한 번 살펴보거나, 소스 프로그램에서 에러 요인이 있는지 다시 한 번 검사하고, 같은 결과가 반복된다면(정상적인 동작을 하지 않을 경우) 보드에 대한 디버깅 작업을 하여야 한다. kmc-demo.c 프로그램을 보면 다음과 같이 되어 있다.



```
/* P0 포트 전체를 ON/OFF 하는 예제 프로그램 */
/* 89T51의 각 레지스터가 선언된 Header file 첨부 */
#include <GC89T51.H>

/* msec 단위의 지연시간 함수 */
void delay_ms (int ms)
{
    int i, j;

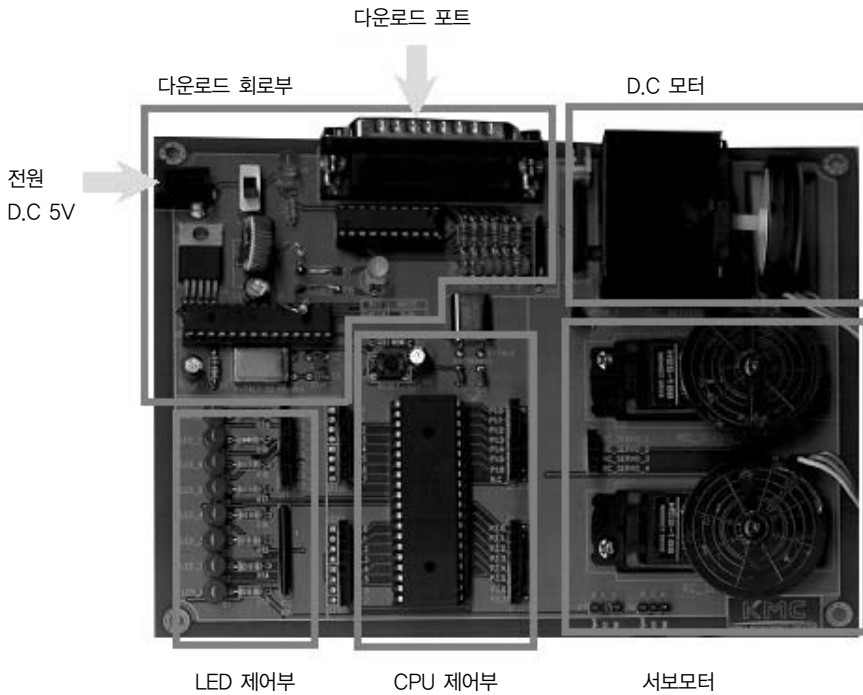
    for (i=0 ; i<ms ; i++)
        for (j=0 ; j<540 ; j++);
}

void main(void)
{
    for (;;) {
        P0=0xFF;    // P0포트 전체 비트에 '1' 을 출력한다.
        delay_ms(500); // 500msec 시간 지연
        P0=0x00;    // P0포트 전체 비트에 '0' 을 출력한다.
        delay_ms(500); // 500msec 시간 지연
    }
}
```

4. 89T51을 이용한 로봇 제어

89T51을 이용한 로봇 제어 프로그래밍 학습용 보드를 이용하여 LED와 D.C 모터, 서보 모터 인터페이스를 위한 하드웨어 설계와 제어 프로그래밍 방법에 대해 실습하여 89T51을 이용한 로봇 제어를 목적으로 하는 경우 주변 회로 설계 방법과 프로그래밍 방법에 대해 학습하도록 하여보자.

1) 로봇 제어 실습용 보드



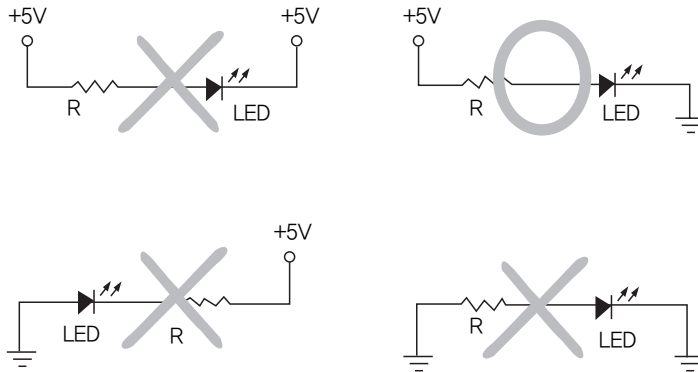
제공되는 로봇 제어 실습용 보드를 조립하여 완성한 그림을 나타내었다. 89T51 CPU 제어부와 각각의 LED, D.C 모터, 서보모터 제어를 위한 연결은 점퍼선을 이용하여 각각의 제어부에 연결하여 사용하였으며, 다운로드 회로를 내장하여 실습에 편리하도록 구성하였다.

2) LED 인터페이스

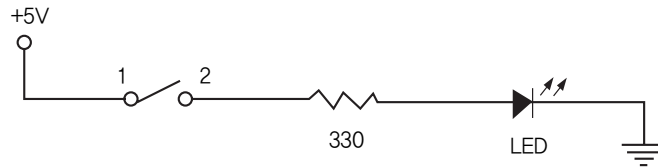
마이크로프로세서를 이용한 제어 프로그램에서 CPU의 동작 상태와 프로그램 정상 동작을 알아보기 위해 LED를 ON/OFF하여 간편하게 모니터링 하게 된다.

① LED ON/OFF를 기본 회로

- LED의 (+)극성에 전원의 (+) 극성을 연결하고,
- LED의 (-)극성에 전원의 (-) 극성을 연결한다.
- LED의 파손을 방지하기 위해 약 330~1K오옴의 저항을 연결한다.



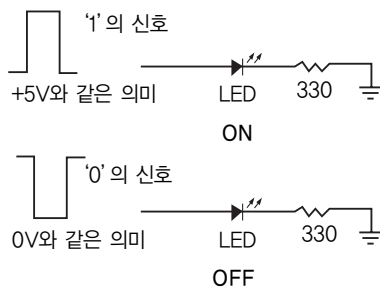
· LED에 스위치를 연결하여 ON/OFF 하는 방법



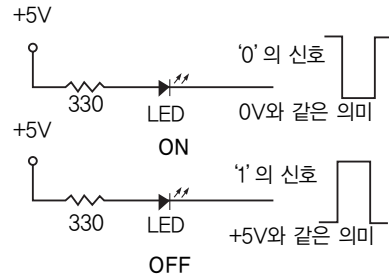
- (+)극성과 저항의 사이에 스위치를 연결하여 스위치를 ON/OFF 시킴에 따라 LED가 ON/OFF 되도록 한다.

② 프로그램에서 LED를 ON/OFF 하는 방법

- 로봇에서 사용되는 신호는 '0' 과 '1' 로 표현되는 디지털 신호이다.
- '0' 은 'LOW' 또는 '0V' 의 의미를 가지게 된다.
- '1' 은 'HIGH' 또는 '+5V' 의 의미를 가지게 된다.

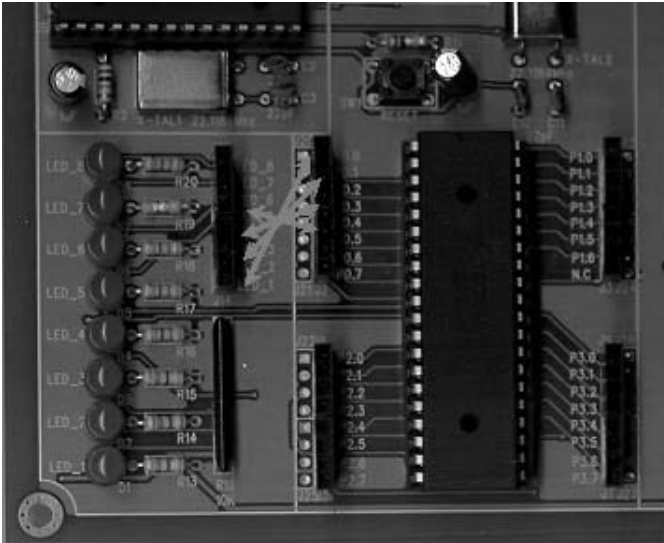


[High Active 인 경우]

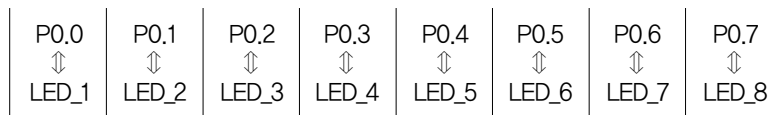


[Low Active 인 경우]

③ 실험 보드에서의 LED 회로 연결



- 위 그림에서와 같이 점퍼선을 이용하여 CPU의 P0 포트와 LED 제어 신호 입력 커넥터를 연결한다.



실 험 4-1

8개의 전체 LED를 0.5초 간격으로 ON/OFF 하는 프로그램을 작성하시오.

```
#include <GC89T51.H>

void delay_ms (int ms) /* Millisecond */
{
    int i, j;

    for (i=0 ; i<ms ; i++)
        for (j=0 ; j<540 ; j++);
}
```



```

}

/* P0 포트와 연결된 LED 전체를 0.5초 간격으로 ON/OFF하는
프로그램이다. */
void main(void)
{
  for (;;) {
    /* P0 포트 전체를 HIGH로 LED를 ON한다. */
    P0=0xFF;
    /* 약 0.5초간의 시간지연 */
    delay_ms(500);
    /* P0 포트 전체를 LOW로 LED를 OFF한다. */
    P0=0x00;
    /* 약 0.5초간의 시간지연 */
    delay_ms(500);
  }
}

```

실행 결과

- LED 전체가 ON된 경우

LED7	LED6	LED5	LED4	LED3	LED2	LED1	LED0
●	●	●	●	●	●	●	●

- LED 전체가 OFF 된 경우

LED7	LED6	LED5	LED4	LED3	LED2	LED1	LED0
○	○	○	○	○	○	○	○

실험 4-2

하위 4비트와 상위 4비트를 0.5초 간격으로 ON/OFF 하도록 프로그램 하시오.

실행 결과

- 상위 4비트만 ON 된 경우

LED7	LED6	LED5	LED4	LED3	LED2	LED1	LED0
●	●	●	●	○	○	○	○

○ 하위 4비트만 ON 된 경우

LED7	LED6	LED5	LED4	LED3	LED2	LED1	LED0
○	○	○	○	●	●	●	●

```
#include <GC89T51.H>

void delay_ms (int ms) /* Millisecond */
{
    int i, j;

    for (i=0 ; i<ms ; i++)
        for (j=0 ; j<540 ; j++);
}

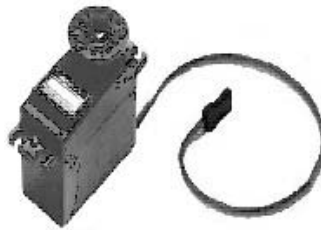
/* P0 포트의 상위 니블에 HIGH가 출력되게 하고,0.5초 후
P0 포트의 하위 니블에 HIGH가 출력되는 프로그램이다. */
void main(void)
{
    for (;;) {
        /* P0 포트 상위 4비트를 HIGH로 하고,
        P0 포트 하위 4비트는 LOW로 한다. */
        P0=0xF0;
        /* 약 0.5초간의 시간지연 */
        delay_ms(500);
        /* P0 포트 상위 4비트를 LOW로 하고,
        P0 포트 하위 4비트는 HIGH로 한다. */
        P0=0x0F;
        /* 약 0.5초간의 시간지연 */
        delay_ms(500);
    }
}
```



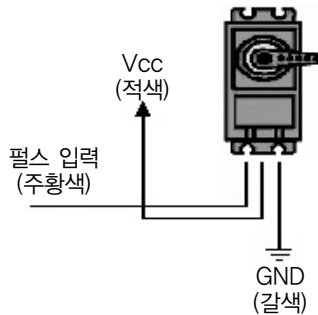
3) 서보모터 인터페이스

일반적인 DC 서보모터의 구동 방법은 구동에 맞는 입력펄스의 주기(T)를 조절하여 보내면 모터 축이 특정각도를 유지하게 되는 원리로 동작, 따라서, 스텝 모터나 DC 모터, 일반용도의 모터와는 달리, 회전각에 있어서 제한이 있기 때문에(보통180도 미만), 보통 무선조정 비행기, 자동차 및 장난감 로봇 등에 널리 사용된다.

① 서보모터 구동 방법



[RC서보모터 실제모양]



[RC서보모터 핀 기능]

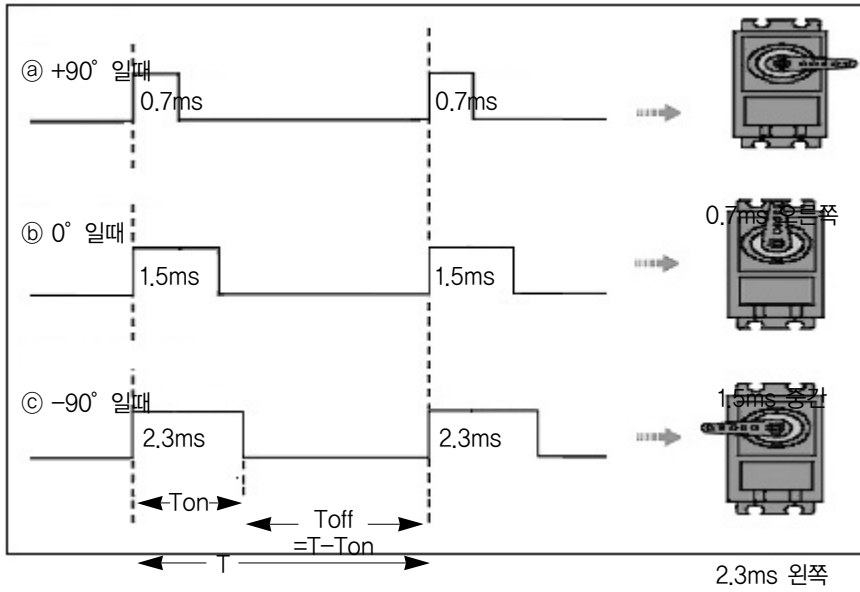
- RC 서보모터(KMC-HES288)는 외부로 3개의 선이 있으며, 이것을 통해 전원과 구동 신호를 입력해주게 된다. 색깔적색갈색주황색기능Vcc 전원GND 전원펄스입력

색깔	적색	갈색	주황색
기능	Vcc 전원	GND 전원	펄스입력

- 보통 전원은 DC 4~ 6V 사이에서 동작
- 서보모터 동작은 펄스 입력선으로 일정주기의 펄스 신호를 인가하면 모터가 0~180도 사이에서 움직인다.

② 서보모터 펄스 타이밍 차트

서보모터 구동을 위해서는 앞에서 설명한 것과 같이 펄스 입력 신호선에 특정 주기의 신호를 일정하게 입력하여 모터가 특정한 각도로 회전한 뒤, 해당 각도를 유지하게 된다. 모터의 구동 각도에 따른 펄스 타이밍을 보면,

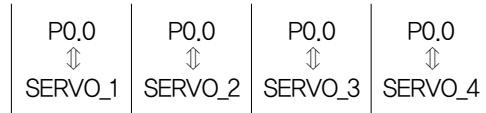


- 입력되는 펄스의 Ton 주기가 1.5msec일 때 중심각도(0°)에 위치
- 입력되는 펄스의 Ton 주기가 0.7msec일 때는 오른쪽(+90°)에 위치
- 입력되는 펄스의 Ton 주기가 2.3msec일 때는 왼쪽(-90°)에 위치
- 서보모터가 현재의 위치를 유지하고자 할 때는 해당 각도의 Ton 주기로 계속 펄스를 입력해주어야 한다. 만약 입력되는 펄스가 없으면 서보 모터는 정지하게 된다.

③ 서보 모터 회로 연결



오른쪽 그림과 같이 점퍼선을 이용하여 CPU의 P1 포트와 서보 모터 제어 신호 입력 커넥터를 연결한다.



④ 서보모터 제어 프로그램

실 험
4-3

서보모터가 -90 → 0 → 90 → 0 → -90도를 반복하는 프로그램을 작성하되, 이때 -90도, 0도, 90도에서 1초동안 정지한 후 다시 이동하도록 한다.

```
#include <GC89T51.H>

void delay_us (int us) /* microsecond */
{
    int i, j;

    for (i=0 ; i<us ; i++);
}

void delay_ms (int ms) /* Millisecond */
{
    int i, j;

    for (i=0 ; i<ms ; i++)
        for (j=0 ; j<540 ; j++);
}

void ServoON(char angle, char msel){
    char m_signal;

    /* 오른쪽 모터, 왼쪽 모터를 구분하여 출력신호를 지정한다.*/
    if(msel == 0) m_signal = 0x01; /* 오른쪽모터 */
    else        m_signal = 0x02; /* 왼쪽모터 */

    /* 전달되는 각도 인자값에 따라 P1 포트에 신호를 출력하고
    구동 각도에 따른 Ton 시간만큼 지연시킨 후 P1포트를
    OFF한다.
    */
}
```

```

P1 = m_signal;
switch(angle){
    case 90 : delay_us(700);      break;
    case 0  : delay_us(1500);     break;
    case -90 : delay_us(2300);    break;
}
P1 = 0x00;
delay_ms(100);
}

/* P1 포트에 연결된 서보모터를 90도->0도->-90도->0도
->90도 순서로 반복하여 구동하도록 하는 프로그램이다. */
void main(void)
{
    for (;;) {
        /* ServoON 함수의 첫 번째 전달인자에는 구동할 각도를 지정하고, 두 번째 전달인자
에는 구동할 서보모터를 지정하여 함수를 호출한다. */
        ServoON(90,0);
        ServoON(0,0);
        ServoON(-90,0);
        ServoON(0,0);
    }
}

```

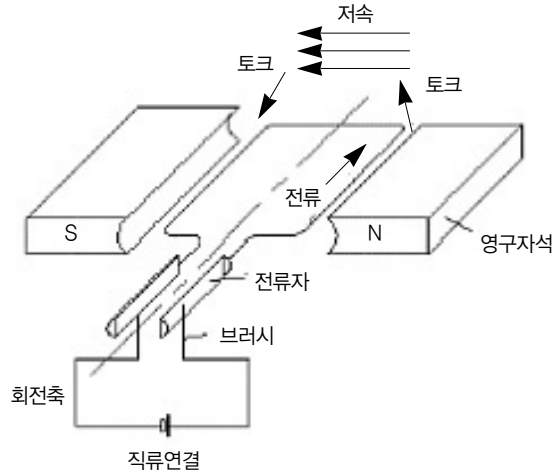
실 행 결 과

서보모터의 구동 각도에 대한 Ton 시간은 모터에 따라서 또는 전체 한주기의 시간에 따라서 변동이 있을 수 있으니, 각자의 모터에 맞게 구동 펄스의 Ton 시간 주기를 수정하여 구동하도록 한다.



4) D.C 모터 인터페이스

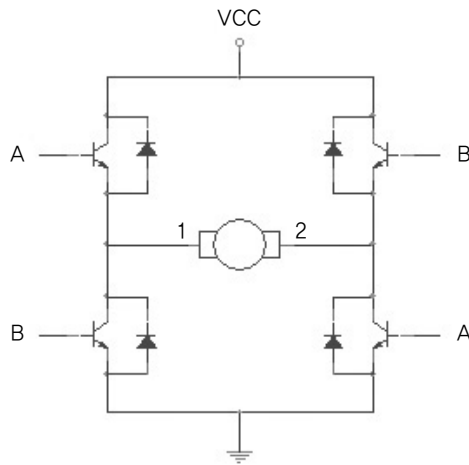
① D.C 모터의 기본 구조



영구자석 N, S에 의해 자계가 형성되고, 브러시와 정류자를 통한 전류가 도체 내를 흐르면, 플레밍의 왼손 법칙에 따라, 그림에서처럼 화살표 방향으로 토크가 발생한다. 회전자가 회전하여 약 90° 회전하면 정류자에 의해 전류방향이 뒤바뀌어 회전을 계속할 수 있다. 이 일련의 동작을 잘 생각해 보자. 그림의 상태에서 통전하여 회전을 시작하면 토크는 점점 감소하고, 90° 의 위치에서 0이 된다. 본래 여기에서 정지하는 것인데, 실제로는 회전자의 관성때문에 조금 더 회전하여 90° 를 약간 넘은 곳에서 전류의 흐름이 뒤바뀌게 되고, 토크는 점점 증가하기 시작한다. 위 그림의 모터는 특히 토크 변동이 큰 모터다. 그러나 실제의 모터는 정류자가 수십개 있어, 회전자가 약간 돌면, 전류의 방향이 뒤바뀌게 되어, 항상 최대 토크인 곳에서 사용되는 형태로 설계되어 있다.

이와 같이 DC 모터의 구조는 자력선과 전류의 방향이 항상 직각으로 교차하는 모양으로 되어 있어, 항상 전류에 비례한 안정된 토크를 얻을 수 있다. 그렇지만 이를 위해서는 정류장치(브러시, 정류자)가 반드시 필요하다.

② 모터의 일반적인 제어회로



- NPN 트랜지스터를 이용해 DC모터를 정역회전 하는 일반적인 회로를 예를 들었다.
- A 단자에 '1'의 신호를 인가하고, B 단자에 '0'의 신호를 인가하면, A 단자측에 연결된 트랜지스터는 ON되고, B 단자측의 트랜지스터는 OFF되어 전류의 흐름이 A 단자측의 트랜지스터를 통해 모터에 전류가 공급되어 정회전을 하게 된다.
- 반대로 A 단자측에 '0'의 신호를, B 단자측은 '1'의 신호를 인가하면 A 단자측의 트랜지스터는 OFF 되고, B 단자측의 트랜지스터는 ON 되어 모터는 역회전을 하게 된다.
- 각 트랜지스터의 컬렉터와 이미터 사이에 연결되는 다이오드는 모터가 정지 할 때 발생하는 역전압을 방지하여 각 트랜지스터의 파손을 방지하기 위해 사용된다.
- 근래는 모터의 기동력과 회전력을 최대한 효율적으로 사용하기 위해 전류 증폭, 역전압 방지 회로 등을 내장한 I.C형태의 모터 제어 드라이버를 사용하고 있으며, 여기서 사용되는 BA6208이라는 모터 드라이버도 그 중 하나이다.

③ BA6208 제어방법

- 특징
 - 입력 전압 : 4.5 ~ 15V
 - 저전력 입력 신호
 - 역전압 방지 회로 내장
 - 모터 정지 기능 신호 사용

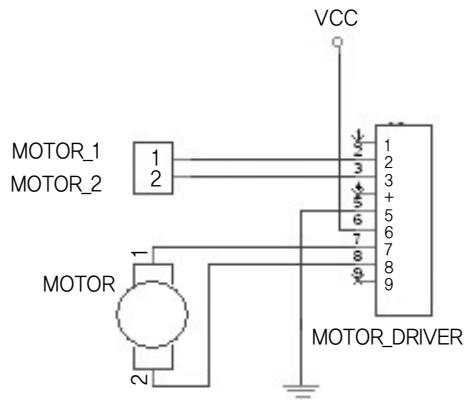


- 신호 테이블

입력신호		출력신호		동작상태
3번핀(A)	2번핀(B)	8번핀(A)	7번핀(B)	
0	0	open	open	관성운전
0	1	0	1	역회전
1	0	1	0	정회전
1	1	0	0	정지

④ 프로그램에서 BA6208 제어 신호 출력

- 로봇에서 사용되는 신호는 '0' 과 '1' 로 표현되는 디지털 신호이다.
- '0' 은 'LOW' 또는 '0V' , '1' 은 'HIGH' 또는 '+5V' 를 나타낸다.



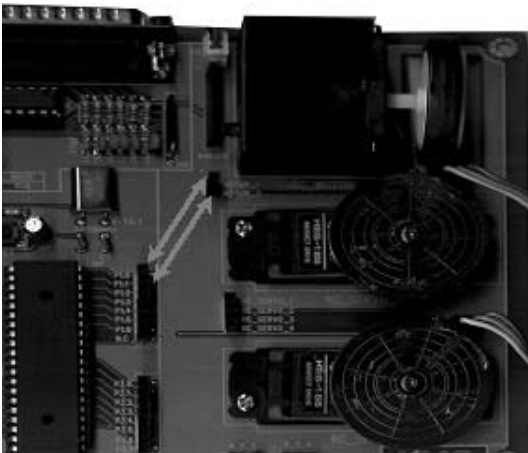
- 모터_1과 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '1' 의 신호를 출력하고,
- 모터_2와 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '0' 의 신호를 출력하면,
- BA6208 입력핀에 전달되어 출력되는 신호를 이용해 모터가 정회전 한다.

- 모터_1과 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '0' 의 신호를 출력하고,
- 모터_2와 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '1' 의 신호를 출력하면,
- BA6208 입력핀에 전달되어 출력되는 신호를 이용해 모터가 역회전 한다.
- 모터_1과 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '1' 의 신호를 출력하고,

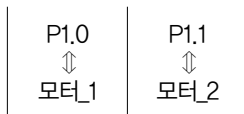
- 모터_2와 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '1'의 신호를 출력하면,
- BA6208 입력핀에 전달되어 출력되는 신호를 이용해 모터가 정지 한다.

- 모터_1과 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '0'의 신호를 출력하고,
- 모터_2와 연결되는 CPU의 출력 포트에서 '0'의 신호를 출력하면,
- BA6208 입력핀에 전달되어 출력되는 신호를 이용해 모터가 관성운전 한다.

⑤ D.C 모터 회로 연결



왼쪽 그림과 같이 점퍼선을 이용하여 CPU의 P1 포트와 D.C 모터 제어 신호 입력 커넥터를 연결한다.



⑥ D.C 모터 제어 프로그램

실 험 4-4

D.C 모터를 일정 시간 간격으로 정회전->관성운전->정지->역회전->관성운전->정지를 반복하는 프로그램을 작성하시오.

```
#include <GC89T51.H>
```



```
void delay_ms (int ms) /* Millisecond */
{
    int i, j;

    for (i=0 ; i<ms ; i++)
        for (j=0 ; j<540 ; j++);
}

/* P1 포트에 연결된 D.C모터를 정회전->관성운전->정지->역회전->관성운전->정지를
반복하여 구동하는 프로그램이다. */
void main(void)
{
    for (;;) {
        P1 = 0x01;  delay_ms(800); // 정회전
        P1 = 0x00;  delay_ms(800); // 관성운전
        P1 = 0xFF;  delay_ms(800); // 정지

        P1 = 0x02;  delay_ms(800); // 역회전
        P1 = 0x00;  delay_ms(800); // 관성운전
        P1 = 0xFF;  delay_ms(800); // 정지
    }
}
```

학
습
문
제

- 01 LED를 P2 포트에 연결하고 홀수 비트와 짝수 비트로 나누어 500msec 간격으로 ON/OFF 하는 프로그램을 작성하시오.

- 02 LED를 P0 포트에 연결하고 0번 비트에서 7번 비트까지 1비트씩만 ON하며 LED ON 순서를 이동하도록 프로그램을 작성하시오.

- 03 서보 모터를 P3포트의 6번, 7번비트에 연결하고, 90도→ 0도 → -90도 → 0도 → 90도 순서로 회전을 반복하도록 프로그램을 작성하시오.

- 04 D.C 모터를 정회전 시킬 경우에는 LED 1비트씩만 ON하며 LED의 ON 순서를 오른쪽 쉬프트하며 진행하도록 하고, D.C 모터를 역회전 시킬 경우에는 LED의 ON순서를 왼쪽 쉬프트하며 진행하도록 하고, D.C 모터가 정지된 상태에서는 모든 LED를 OFF하도록 프로그램을 작성하시오.



✦ 가상현실(VR : Virtual Reality)

어떤 특정한 환경·상황을 컴퓨터를 이용하여 모의실험(Simulate)함으로써 그것을 사용하는 사람이 마치 실제 주변 상황·환경과 상호 작용을 하고 있는 것처럼 만들어 주는 인간과 컴퓨터 사이의 인터페이스(Interface).

✦ 시뮬레이션(Simulation)

복잡한 문제를 해석하기 위하여 모델에 의한 실험, 또는 사회현상 등을 해결하는 데서 실제와 비슷한 상태를 수식 등으로 만들어 모의적으로 연산을 되풀이하여 그 특성(Characteristic:특성)을 파악하는 일.

✦ 인터페이스(Interface)

서로 다른 두 시스템(System)이나, 장치(Unit, Equipment) 또는 소프트웨어 따위를 서로 이어 주는 접속 장치.

✦ 메카트로닉스(Mechatronics)

기계(Machine)와 전자(Electronics)를 복합한 학문을 말하는 것.

✦ 액추에이터(Actuator)

기계를 움직이게 하는 구동장치로 전기(Electric), 공압(Air Pressure)등의 동력원(Power Source)을 이용하여 움직이도록 하는 것. 모터(Motor), 서보모터(Servo Motor), 솔레노이드(Solenoid), 유압장치(Pressure Unit)등이 해당된다.

✦ 아키텍처 (Architecture)

하드웨어(Hardware)와 소프트웨어(Software)를 포함한 컴퓨터 시스템 전체의 설계 구조를 일컫는다.

✦ 임베디드 시스템(Embedded System)

마이크로프로세서를 이용한 소형 컴퓨터에서 하드웨어와 주변 기기를 사용자가 사용하기 편리하도록 하는 임베디드 O/S를 ROM에 탑재하고, 하드웨어와 주변기기를 사용자 편의에 의해 다양한 응용 프로그램을 탑재할 수 있도록 구성된 시스템이라 할 수 있다. 예를 들어 PDA, 휴대전화기, 네비게이션, DMB장치, MP3, 디지털 TV등이 있다.

✦ 솔루션(Solution)

소프트웨어 패키지(Package)나 응용프로그램(Application Program)과 연계된 문제들을 처리해 주는 하드웨어나 소프트웨어

✦ 하드웨어(Hardware)

특정한 기능(Function:技能)을 수행하기 위해 필요로 하는 전자, 기계 등의 물리적 장치(Physical Unit)

✦ 소프트웨어(Software)

어떤 제품의 하드웨어를 통해 임의적인 기능들을 수행할 수 있도록 하는 컴퓨터 프로그램



✦ 펌웨어(Firmware)

소프트웨어의 일종이라 할 수 있으며, 일반적으로 마이크로프로세서장치와 같이 롬(ROM)에 기록되어 하드웨어를 제어하는 프로그램으로 하드웨어와 밀접한 관계를 가지고 있다는 점에서 일반 응용소프트웨어와 구분되어 사용되기도 한다.

✦ 컴파일러(Compiler)

고급언어로 쓰여진 프로그램을 그와 의미적으로 동등하며 컴퓨터에서 즉시 실행될 수 있는 형태의 목적 프로그램(Object Program)으로 바꾸어 주는 번역 프로그램.

✦ 디버깅(Debugging)

프로그램의 오류(Bug:誤謬)를 발견하고 그 원인을 밝히는 작업

✦ 알고리즘(Algorithm)

소프트웨어에서 구현하고자 하는 특정의 기능을 구현해내기 위한 방법

✦ 플랫폼(Platform)

컴퓨터 시스템의 기반이 되는 하드웨어나 소프트웨어. 컴퓨터는 맨 아래층인 집적 회로(Integrated Circuit:IC) 칩(Chip) 수준의 하드웨어층, 그 다음 층인 펌웨어와 운영 체제(OS)층, 맨 위층인 응용 프로그램층으로 구성되는 계층화된 장치인데, 이 장치의 맨 아래 층만을 흔히 플랫폼이라고 한다.

✦ 마이크로프로세서(Microprocessor)

컴퓨터의 연산장치와 제어장치를 1개의 작은 실리콘 칩에 집적시킨 처리장치웨어와 하드웨어의 특성을 모두 가지고 있다고 할 수 있다.

✦ 마이크로컴퓨터(Microcomputer)

컴퓨터의 연산 처리부(Arithmetic Unit)를 1개 또는 수 개의 대규모집적회로(LSI)로 구

성한 마이크로프로세서에 기억장치 및 주변장치와의 인터페이스 회로 등을 붙인 보드에 탑재한 극소형 컴퓨터를 말하는 것으로 로봇 제어를 위해 사용되는 AVR, 8051, 80196, DSP 등이 해당된다.

✦ 감속기어(Reduction Gear)

모터를 사용하여 회전체를 회전하고자 할 때 모터의 속도를 줄여 토크(Torque)를 크게 하게 위해 사용되는 기어(Gear) 장치

✦ 토크(Torque)

모터 등의 구동원이 발생하는 회전력. 단위 kgf·m

✦ 링크(Link)

몇 개의 링크(가늘고 긴 막대)를 핀 이음으로 연결하고, 일정한 한정운동을 하게 한 장치.

✦ 머니플레이터(Manipulator)

전기적·기계적 메커니즘에 의해서 팔이나 손의 운동에 가깝게 운동할 수 있도록 만들어져 물체를 옮기는 작업 수행하는 장치를 가리키는 말로 각종 로봇에 공통되는 기본 개념.

✦ 그리퍼(Gripper)

물체를 잡기 위한 메커니즘에 의해 구동되는 기계적 손가락(Mechanical finger) 을 이용한 말단장치

✦ 사이보그(Cyborg)

Cybernetic organism 의 줄임말로 생물(Organic)과 기계(Mechanical) 를 결합한 창조물을 의미하는 것으로, 부분적으로 생물체이며, 부분적으로 기계인 물체

✦ 안드로이드(Android)

안드로이드(Android) 는 인간을 닮은 인공적으로 만들어진 존재를 말하는 것으로 어원



은 그리스어에서 나왔으며 Andr- 는 ‘인간 (man, human)’, 접미사 -eides 는 ‘닮은 (of the species, kind, alike)’ 를 의미한다. 즉 ‘인간을 닮은 것’ 이라는 뜻이다. 거의 인간과 유사한 행위를 하는 기계 장치를 말한다고 할 수 있다.

✦ 자유도(Degree of freedom)

로봇에서 관절의 운동 가능한 방향을 카운트 한 것으로 예를 들어 인간의 손목의 경우 앞, 뒤로 크게 움직일 수 있으며 회전 시킬 수도 있다. 이 경우 자유도는 ‘2’ 가 된다.

✦ 인공지능(Artificial Intelligence)

인간의 학습능력과 추론능력, 지각능력, 자연언어의 이해능력 등을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술. 인간의 지능으로 할 수 있는 사고, 학습, 자기계발 등을 컴퓨터가 할 수 있게 하는 방법을 연구하는 컴퓨터 공학 및 정보기술의 한 분야로, 컴퓨터가 인간의 지능적인 행동을 모방할 수 있도록 하는 것을 인공지능이라고 말한다. 또한, 인공지능은 그 자체로만 존재하는 것이 아니라, 컴퓨터 과학의 다른 분야와 직·간접적으로 많은 관련을 맺고 있으며, 특히 정보기술의 여러 분야에서 인공 지능적 요소를 도입해 그 분야의 문제 풀이에 활용하려는 시도가 활발하게 이루어지고 있다.

✦ 신경망(Neural Network)

신경망은 생물학 모델을 바탕으로 한 컴퓨팅의 한 형태로서, layer 로 조직된 많은수의 처리 요소로 구성된 수학 모델, 외부입력에 반응하여 동적으로 정보를 처리하는 많은 간단하지만 고도로 상호 연결된 처리요소로 구성된 컴퓨터 시스템 등으로 정의된다.

✦ 계층제어(Hierarchical Control)

로봇의 전반적인 제어는 작업의 흐름의 관리에서부터 경로 계획 각종 센서 정보의 통합 처리, 위치제어 지령 및 구동 신호들의 제어를 망라하는 복합적인 문제를 포함한다. 이 문제를 간단히 하고, 프로그래밍 시간을 단축하기 위한 한가지 방법은 제어의 요소들을 단계별로 구분하여 계층적인 체계로 구성하는 것이다.

✦ 블루투스(Blue Tooth)

미국의 IBM사와 인텔사, 핀란드의 노키아사, 스웨덴의 에릭슨사, 일본의 도시바사가 1998년에 5월에 미국, 일본에서 결성한 그룹. 일본에서는 NTT 도코모사 등 200개사 이상의 기업이 참가하며 재택 근무(SOHO) 지향의 저렴한 데이터와 음성용 단거리 무선 통신의 업계 표준을 작성하는 것을 목적으로, 2.4GHz를 이용하며 IEEE 802.11 표준을 기본으로 한다.

✦ 엔드 이펙터(End Effector)

작업 대상물을 잡는 그리퍼, 대상물을 도장하는데 사용하는 스프레이 건, 스폿 용접의 전극 접점, 용접의 용접 토치, 드릴, 그라인더, 절단용 워터제트 등 기기나 용구의 총칭으로서, 로봇 암 선단에 달아 사용하는 것을 말한다. ‘효과기’ 라고도 불리지만 로봇 관계 서적에서는 ‘엔드 이펙터’ 라고 표기되는 경우가 많으며 사람의 손에 해당된다.

✦ 하모닉 구동(Hamonic Drive)

스카라 로봇에서 쓰이는 기어체계를 말하며 톱니의 수가 약간씩 다른 두 개의 기어로 구성되고, 하나의 기어가 다른 기어 내부에서 회전한다.

✦ 사이버네틱스(Cybernetics)

자동조절 피드백 (regulatory feedback) 의 통신과 제어 (Control) 에 관한 이론으로, 그 어원은 그리스어 *Κυβερνητική* 에서 온 것으로 “증기기관 조속기 (governor), 조종사 (pilot), 배의 키 (rudder), 키잡이 (steersman)” 라는 뜻을 가진다. Cybernetics 는 생물과 인간이 만든 기계에서의 통신과 제어 (communication and control) 을 연구하는 과목이다.

✦ 도모틱스(Domotics)

가정을 의미하는 라틴어 ‘도모(Domo)’ 와 ‘인포매틱스(informatics)’ 의 합성어로 가정 내에서 활용 가능한 각종 가전용품이나 자동화기술 등을 개발하는 정보과학이나 로봇기



술 분야를 뜻한다. 전기, 가스, 수도, 난방 등의 제어와 관리는 물론 가정 내에서 원격 진료, 오락생활 등을 할 수 있도록 가정의 정보화를 실현하는 것이 도모틱스의 대표적인 목표이며, 청소로봇, 세탁로봇 등 가사일을 돕는 로봇 개발도 이 분야에 포함된다.

✦ 휴머노이드(Humanoid)

사람(Human)과 ‘~와 같은 것’의 뜻을 가진 접미어 ‘~오이드(oid)’의 결합으로 생겨난 단어로 인간의 형상을 본뜬 모든 종류의 생명체, 물체를 통칭한다 할 수 있다. 따라서 인간의 모습을 한 로봇 뿐 아니라 외계인이나 기타 정체 불명의 어떤 것이라도 겉모습이 사람처럼 머리, 몸통, 팔 등으로 구성되어 있으면 휴머노이드라고 부를 수 있다.

✦ 동적자유도(Degrees of freedom)

로봇 관절의 개수는 일반적으로 자유도를 지칭한다. 대부분의 관절이 하나의 운동성분을 발생시킬 수 있기 때문이다. 한 관절에서 여러 개의 운동성분을 발생시키는 경우는 자유도는 증가하게 될 것이다. 로봇이 발생시킬 수 있는 운동성분의 개수를 의미하는 것으로 6보다 클 수도 있다는 것에 주목해야 한다.

✦ Redundant 로봇(Redundant Robot)

로봇이 3차원 공간에서 작업하기 위해서는 최소 6자유도를 가져야 한다. 6자유도 보다 큰 자유도를 갖는 로봇을redundant 로봇이라 칭한다.

✦ 체모방 로봇(Biomimicry Robot)

생체모방(biomimicry)이라 불리우는 이 아이디어는 일본에서는 ‘지능 구조,’ 영국에서는 ‘바이오미메틱스(biomimetics),’ 미국에서는 ‘스마트 물질’ 등 다양한 이름으로 불리면서 오늘날 과학과 공학의 한 흐름을 형성하고 있다. 그 중에도 생체모방 로봇은 인간, 곤충, 물고기, 그리고 기타 여러 동물들을 연구해 생명체의 우수한 특성을 창조적으로 모방해 기계설계와 로봇 제작에 응용함으로써 인류 복지에 활용하고자 하는 로봇들이다.

✦ 퍼지이론(Fuzzy Theory)

퍼지이론은 정확한 값을 갖는 일반 엔지니어링 이론과는 달리 애매모호함(Fuzziness)을 근간으로 하는 이론으로서 인간의 경험적 지식을 수학적으로 묘사하여 엔지니어링에 포함시키는 이론이다.

✦ PID 제어(PID Control)

PID 제어는 P(비례::Proportion)제어와 I(적분::Integral)제어 그리고 D(미분::Differential)제어를 합친 것으로 P 제어는 제어하기 위한 목표와 현재의 차이를 산출해서 그 편차 값에 비례한 제어량을 주고, I 제어는 편차 값의 적분량에 비례하는 제어량을 주며, D 제어는 편차 값의 변화속도(미분)량에 비례하는 제어량을 주는 방식이다.

✦ 작업공간(WorkSpace)

로봇의 Workspace는 로봇 팔의 손가락 끝단이 닿을 수 있는 3차원의 공간을 일컫는다. 즉, 로봇의 작업 도구인 손가락 끝단이 미치는 모든 공간을 Workspace라 한다.

✦ Kinematics

로봇에 작용하는 힘은 고려하지 않고 로봇의 움직임(Motion)을 표현하는 것으로 예를 들어 로봇 팔 끝에 위치한 손가락의 위치와 속도 그리고 가속도의 변화 등을 각 관절의 각도와 링크간의 길이 정보를 이용하여 정확히 묘사한다.

✦ Inverse Kinematics

Inverse Kinematics는 로봇 팔을 고려할 때, 로봇 팔의 끝단인 손가락 끝의 이동 목표점이 주어졌을 때, 이 목표점에 이르기 위한 로봇 팔 각 관절의 각도를 링크간의 길이 정보를 이용하여 정확히 묘사한다.

✦ Dynamics

물체간에 작용하는 힘과 운동의 관계를 표현하는 것으로, 운동학과는 달리 힘(Force)을 포함해 한 시스템의 시간에 대한 물리적 변화를 수학적으로 묘사한다.

집필위원

정기철(대전 대덕대학 교수)

김경채(서울 광운전자고등학교 기술교육부장)

성종국(경기도 양녕디지털고등학교 로봇부장)

로봇기초

인 쇄 : 2008년 2월

펴 낸 이 : 안 혜 준

발 행 처 : 서울교과서

출판등록 : 2004년 5월 4일 (신고번호 제311-2004-00016호)

주 소 : 서울시 마포구 서교동 448-38 한일빌딩 2층

대표전화 : 02) 322-6912 Fax : 02) 322-6913

영 업 : 02) 322-1350

홈페이지 : www.seoulbooks.co.kr

Copyright © 2005. 서울교과서

서울교과서는 이 책에 대한 독점권을 가지고 있습니다. 따라서 서울교과서의 서면 동의 없이는 책의 전체 또는 일부를 어떤 형태로도 사용할 수 없습니다.