

산업용 로봇

2002. 12



머 리 말

세계는 지금 지식과 정보가 국가경쟁력을 좌우하는 지식기반 산업사회로 향해가고 있으며, 세계 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 도래하였습니다. 이러한 시대적 변화 속에서 국가 지식정보의 기반을 구축하기 위해 한국과학기술정보연구원에서는 국내외 과학기술 개발 수준 및 동향을 파악하여 분석하고, 미래기술의 흐름을 전망함으로써 기업의 연구개발의 방향 및 정책수립에 활용하기 위한 과학기술 심층정보분석보고서를 발행하게 되었습니다.

이번에 출간된 과학기술 심층정보분석보고서 <산업용 로봇>은 현재 선진 각국에서 핵심 유망기술로 각광을 받고 있는 아이템입니다. 산업용 로봇은 고정밀도로 단순 반복작업을 하는 로봇으로, 대량 생산이 본격화되면서 지난 30년간 급격한 발전을 하여 왔습니다. 특히 자동차 산업과 반도체 산업의 비약적인 발전은 고정밀도의 산업용 로봇을 바탕으로 이루어졌으며, 이와 함께 산업용 로봇 산업도 더불어 많은 발전을 하였습니다.

또한, 산업용 로봇산업은 기술의 정도에 따라 고부가가치화가 가능한 기술집약적 산업으로서 기술의 기반이 물리학, 화학 등 기초과학 분야에서 기계공학, 전자공학, 소재공학 등의 응용학문까지 범위가 다양한 복합기술이기 때문에 산학연 및 정부가 체계적이고 전략적으로 육성해 나가야 할 산업이라 할 수 있습니다.

본 보고서는 핵심 유망기술로 부각되고 있는 산업용 로봇기술에 대한 연구개발 동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 통해 체계적이고 심도있는 분석정보를 제공하고자 하였으며, 본 연구의 결과가 국가 과학기술정보의 확산 및 국제경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 이창환 선임연구원, 권영일 선임연구원, 유재영 책임연구원이 집필한 것으로 노고에 깊이 감사드리며, 보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견으로서 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2002년 12월
한국과학기술정보연구원
원 장 조 영 화

목 차

제 1 장 서론

1. 연구의 배경 및 필요성
2. 연구의 목적
3. 연구의 방법

제 2 장 산업용 로봇 기술동향 분석

1. 개요
 - 가. 정의
 - 나. 산업용 로봇의 역사
 - 다. 산업용 로봇의 특징
 - 라. 산업용 로봇의 분류
2. 산업용 로봇의 구성
 - 가. 기구부
 - (1) 매니퓰레이터(Manipulator)
 - (2) 구동기술
 - 나. 제어부
 - (1) 로봇제어기 하드웨어
 - (2) 제어기술
 - 다. 감각 인식부
3. 산업용 로봇의 기술 개발 동향
 - 가. 산업용 로봇 국내 기술개발 동향
 - (1) 국내 산업용 로봇 기술 현황
 - (2) 국내 로봇산업 분야의 연구 기반 현황

- (3) 정부 지원 정책 현황
- 나. 산업용 로봇 해외 기술개발 동향
- 다. 지능형 로봇 기술 동향
 - (1) 지능형 로봇 기술의 개요
 - (2) 기술개발 동향
 - (3) 국내 지능형 로봇 기술 동향
- 라. 로봇 기술의 미래

제 3 장 산업용 로봇 기술 · 특허정보 분석

1. 문헌정보분석 및 기술개발동향
 - 가. 정보분석 대상 DB
 - 나. 분석범위 및 방법
 - 다. 산업용로봇 문헌정보분석
 - (1) 연도별 문헌정보 발표 동향
 - (2) 연도별 국가 문헌건수
 - (3) 발간형태별 문헌정보 동향
 - (4) 년도-저자 문헌정보 동향
 - (5) 포트폴리오 맵 분석
2. 산업용로봇 특허정보분석 및 기술개발 동향
 - 가. 정보분석 대상 DB
 - 나. 분석범위 및 방법
 - 다. 산업용 로봇 전체 특허동향
 - (1) 한국 특허출원 동향
 - (2) 미국 특허출원 동향
 - 라. 세부기술별 특허동향
 - (1) 산업용 로봇 특허출원 동향
 - (2) 반도체제조용 로봇 특허출원 동향
 - (3) 용접 로봇의 함 특허출원 동향
 - (4) 이동 로봇의 특허출원 동향
 - 마. 산업용로봇 한국특허등록 현황

제 4 장 시장동향 및 전망

1. 산업의 개요 및 특성

가. 산업의 개요

- (1) 로봇산업의 분류

나. 산업의 특성

- (1) 산업용 로봇산업의 특성
- (2) 개인용 로봇산업의 특성
- (3) 로봇산업의 성장 특성
- (4) 로봇의 활용분야

2. 산업환경 분석

가. 외부환경 분석

- (1) 산업환경과 인간생활 패턴의 변화
- (2) 미래기술의 발전방향과 로봇산업
- (3) 로봇 산업의 국가 경제적 위치

나. 시장 기회요인 및 위협요인 분석

- (1) 시장기회 요인
- (2) 시장위협 요인

3. 국내외 시장 동향 분석

가. 세계 시장 동향 분석

- (1) 세계 시장 동향
- (2) 국가별 시장 동향

나. 국내 시장 동향 분석

- (1) 국내 산업 현황

다. 생산업체 분석

- (1) 일본 업체 동향
- (2) 미국 및 유럽 업체 동향
- (3) 국내 업체 동향
- (4) 국내 업체의 시장 점유율

라. 수요예측

- (1) 세계 로봇시장 예측
- (2) 국내 로봇시장 예측

제 5 장 결론

참고문헌

표 목 차

- <표 2-1> 국내 로봇 기술 적용 현황
- <표 2-2> 산업용 로봇 주요 제조 업체
- <표 2-3> 국내 로봇관련 연구기관별 연구내용
- <표 2-4> 산업자원부 지원 로봇 연구과제 현황
- <표 2-5> 과학기술부 지원 로봇 연구과제 현황
- <표 2-6> 산자부 · 과기부 공동지원 로봇 연구과제 현황
- <표 3-1> COMPENDEX 수록분야
- <표 3-2> 검색 결과 내용
- <표 3-3> 특허분석범위 및 분류
- <표 3-4> IPC에 대한 산업용로봇기술분류
- <표 3-5> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/한국)
- <표 3-6> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/미국)
- <표 3-7> 출원인-기술별 특허동향(로봇/미국)
- <표 3-8> 출원인국적별 특허동향(로봇/미국)
- <표 3-9> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/한국)
- <표 3-10> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/미국)
- <표 3-11> 산업용 로봇 한국특허등록 현황(1991-2002.8)
- <표 4-1> 메카트로닉스 산업의 수요 및 매력도 전망
- <표 4-2> 메카트로닉스 산업의 시장경쟁 전망
- <표 4-3> 메카트로닉스관련 시장 전망
- <표 4-4> 산업용과 개인용 로봇의 분류
- <표 4-5> 로봇 산업의 특성
- <표 4-6> 로봇의 분야별 활용
- <표 4-7> 국내 노령인구 증가추이
- <표 4-8> 로봇 산업의 세계시장 현황(2000년)
- <표 4-9> 가사용 로봇 산업의 위협요인
- <표 4-10> 생활지원 로봇 산업의 위협요인
- <표 4-11> 여가교육용 로봇 산업의 위협요인
- <표 4-12> 공공복지용 로봇 산업의 위협요인
- <표 4-13> 국가별 산업용 로봇 성장율 추이
- <표 4-14> 국가별 산업용 로봇 출하대수

- <표 4-15> 국가별 산업용 로봇 가동대수
- <표 4-16> 국가별 산업용 로봇 용도별 보유현황(2000년)
- <표 4-17> 국가별 근로자 1만 명당 로봇대수(2000년)
- <표 4-18> 미국 산업용 로봇 수주/출하/현황
- <표 4-19> 일본 산업용 로봇의 업체별 점유율 추이 및 예측
- <표 4-20> 일본 산업용 로봇의 용도별 출하액
- <표 4-21> 일본 로봇시장 전망
- <표 4-22> 로봇의 GDP 예상 창출효과 및 예상 시장규모
- <표 4-23> 국내 로봇 생산 현황
- <표 4-24> 국내 로봇 수출 현황
- <표 4-25> 국내 로봇 수입 현황
- <표 4-26> 국내 로봇 내수 현황
- <표 4-27> 국내 산업용 로봇 업체 현황
- <표 4-28> 국내 개인용 로봇 업체 현황
- <표 4-29> 세계 로봇시장 전망
- <표 4-30> 세계 로봇시장 예측
- <표 4-31> 국내 로봇시장 예측

그 립 목 차

- <그림 3-1> 연도별 문헌수록 동향(산업용로봇/COMP)
- <그림 3-2> 년도별-국가별 문헌동향(산업용로봇/COMP)
- <그림 3-3> 년도별 문헌형태 동향(산업용로봇/COMP)
- <그림 3-4> 년도-저자 문헌정보 동향(산업용로봇/COMP)
- <그림 3-5> 포트폴리오 맵(산업용로봇/COMP)
- <그림 3-6> 출원년도별 특허동향(로봇/한국)
- <그림 3-7> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/한국)
- <그림 3-8> 출원인별 특허동향(로봇/한국)
- <그림 3-9> 출원인-기술별 특허동향(로봇/한국)
- <그림 3-10> 출원인국적별 특허동향(로봇/한국)
- <그림 3-11> 출원년도별 특허동향 (로봇/미국)
- <그림 3-12> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/미국)
- <그림 3-13> 출원인-기술별 특허동향(로봇/미국)
- <그림 3-14> 출원인국적별 특허동향(로봇/미국)
- <그림 3-15> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/한국)
- <그림 3-16> 출원인-기술별 특허동향(산업용로봇/한국)
- <그림 3-17> 출원인 국적별 특허동향(산업용로봇/한국)
- <그림 3-18> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/미국)
- <그림 3-19> 출원인별 특허동향(산업용로봇/미국)
- <그림 3-20> 출원인-기술별 특허동향(산업용로봇/미국)
- <그림 3-21> 출원인국적별 특허동향(산업용로봇/미국)
- <그림 3-22> 출원년도별 특허동향(반도체제조용로봇/한국)
- <그림 3-23> 출원년도-기술별 특허동향(반도체제조용로봇/한국)
- <그림 3-24> 출원인-기술별 특허출원동향(반도체제조용로봇/한국)
- <그림 3-25> 국적별 특허동향(반도체제조로봇/한국)
- <그림 3-26> 출원년도-기술별 특허동향(반도체제조용로봇/미국)
- <그림 3-27> 출원인-기술별 특허동향(반도체제조용로봇/미국)
- <그림 3-28> 출원인국적별 특허동향(반도체제조용로봇/미국)
- <그림 3-29> 출원년도별 특허동향(용접로봇/한국)
- <그림 3-30> 출원년도-기술별 특허동향(용접로봇/한국)
- <그림 3-31> 출원인-기술별 특허출원동향(용접로봇/한국)

<그림 3-32> 국적별 특허동향(용접로봇/한국)
 <그림 3-33> 출원년도-기술별 특허동향(용접로봇/미국)
 <그림 3-34> 출원인-기술별 특허동향(용접로봇/미국)
 <그림 3-35> 출원인국적별 특허동향(용접로봇/미국)
 <그림 3-36> 출원년도별 특허동향(이동로봇/한국)
 <그림 3-37> 출원년도-기술별 특허동향(이동로봇/한국)
 <그림 3-38> 출원인-기술별 특허동향(이동로봇/한국)
 <그림 3-39> 국적별 특허동향(이동로봇/한국)
 <그림 3-40> 출원년도-기술별 특허동향(이동로봇/미국)
 <그림 3-41> 출원인-기술별 특허동향(이동로봇/미국)
 <그림 3-42> 출원인국적별 특허동향(이동로봇/미국)
 <그림 4-1> 국가별 65세 이상 고령자 추이 전망
 <그림 4-2> 미래 기술의 발전 전망
 <그림 4-3> 로봇의 발전 추세
 <그림 4-4> 로봇 관련 기술의 산업연계도
 <그림 4-5> 로봇의 비전(Vision)
 <그림 4-6> 세계 산업용 로봇 출하대수 추이
 <그림 4-7> 세계 산업용 로봇 가동대수 추이
 <그림 4-8> 세계 산업용 로봇 용도별 보유현황(2000년)
 <그림 4-9> 미국 로봇 신규수주 · 출하대수
 <그림 4-10> 미국 로봇 신규수주 · 출하금액
 <그림 4-11> 일본 산업용 로봇의 시장 추이 및 예측
 <그림 4-12> 국내 로봇 내수 현황
 <그림 4-13> 세계 로봇시장 예측(대수기준)
 <그림 4-14> 세계 로봇시장 예측(금액기준)
 <그림 4-15> 국내 로봇시장 예측

제 1 장 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

최근 전자 및 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 따라 이들 기술과 기계기술을 결합한 로봇 산업이 눈부시게 발전하였다. 이에 따라 관련 산업의 규모도 급속히 증대되고 있으며 향후 21세기를 주도하는 산업의 하나로 발전할 것으로 예상되고 있다.

차세대를 이끌어 갈 산업으로 각광을 받고 있는 IT, BT, NT산업과 함께 RT(Robot Technology) 산업에 대한 선진국 정부의 정책적 지원이 활발하게 이루어지고 있다. 이에 따라 우리나라 정부에서도 21세기 유망지식기반산업의 하나로 로봇 산업을 선정하여 이를 중점 육성하고 있는 실정이다.

로봇 산업은 메카트로닉스 산업에 포함한다고 볼 수 있으며, 대표적인 메카트로닉스 산업들은 다음과 같다.

- ① NC/CNC 공작기계 산업,
- ② 생산자동화 관련 기기 산업,
- ③ 자동화 각종 제조장비산업(전자산업, 기계산업, IT, BT, NT 등),
- ④ CAD/CAM/CIM 산업,
- ⑤ Micro machine/Micro System/MEMS 산업,

⑥ 기타 부품, 기기 산업(제어기, Sensor, Actuator 등)

메카트로닉스 산업의 수요 및 매력도는 우리나라를 포함한 세계의 거의 모든 시장에서 매우 유망, 또는 유망으로 전망되었으며, 시장에서의 경쟁도 타 산업과 비슷하거나 경쟁이 덜한 정도를 보이고 있어 향후 우리나라의 기업들이 주력할 만한 가치가 있음을 알 수 있다.

따라서 로봇산업은 기술의 정도에 따라 고부가가치화가 가능한 기술집약적 산업으로서 다가올 지식기반 산업사회에 적합한 기술이라 할 수 있으며, 기술의 기반이 물리학, 화학 등 기초과학 분야에서 기계공학, 전자공학, 소재공학 등의 응용학문까지 범위가 다양한 복합기술이기 때문에 산학연 및 정부가 체계적이고 전략적으로 육성해 나가야 하는 산업이라 할 수 있다.

2. 연구의 목적

최근 산·학·연 등 각 분야에서 관심이 있는 주요산업에 대한 종합적이고 신뢰성이 있는 분석정보의 수요가 증대하고 있으나, 실제 연구·분석기관들을 통한 공급은 미미한 실정이다. 따라서 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 최근 시장성, 기술성 면에서 향후 주목할 만한 산업으로 각광받고 있는 산업용 로봇을 분석대상 기술로 선정하고, 산업용 로봇의 심도있는 기술동향분석, 연구개발동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 수행하였다. 이를 통해 국가정책수립자에게는 국가연구개발 자원의 효율적 활용과 R&D의 성공가능성을 높일 수 있는 기초분석자료를 제공하고, 정보획득 및 분석에 한계가 있는 기업 및 연구기관의 기획 및 전략수립자들에게는, 기업의 사업계획 또는 R&D계획 수립시 객관적이고, 충실한 정보를 제공하는데 연구의 목적을 두었다.

3. 연구의 방법

본 보고서에서 분석한 로봇기술의 범위는 산업용으로 사용되고 있는 산업용 로봇기술로 제한하였으며, 휴먼 로봇을 비롯한 청소로봇 등 특수 로봇은 본 분석 대상에서 제외하였다.

제2장 기술개요에서는 로봇에 대한 역사, 원리, 가공기술의 기본적인 내용에 대하여 살펴보았으며, 특히 최근 광범위한 산업분야에서 점점 그 활용이 확대되고 있는 산업용 로봇기술 가운데 국내외 기술수준 분석, 국내외 기술개발동향 등에 초점을 두어 서술하였다.

제3장 기술 · 특허정보분석에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 보유하고 있는 문헌과 해외발표 저널 등을 통해 산업용 로봇기술 전반에 대하여 종합적으로 정보분석을 수행하였고, 특허정보분석에서는 조사된 특허정보를 중심으로 특허맵핑(Patent Mapping)을 수행하여, 1980년 이후의 기술흐름의 추이, 국가별 기술의 우위현황 및 기술의 분포도 등을 연도, 국가 및 기술분야별로 세분화하여 다각적으로 특허의 동향을 분석하였다.

제4장 시장동향 및 전망에서는 산업용 로봇의 산업적 특성과 환경을 우선 분석하고, 국내외 시장 동향을 조사 · 분석하였다. 그리고 국내 전문기관의 발표자료, 외국의 분석보고서 등의 자료를 통해 향후 국내외 시장을 전망하였다.

제 2 장: 산업용 로봇 기술동향 분석

1. 개요

가. 정의

로봇이란 용어가 처음 등장한 것은 1920년 체코의 작가 차페크(Capek)의 희곡 <RUR : Rossum's Universal Robors>에서 처음 등장하였다. 이 작품은 기계문명이나 세속적 행복에 대한 통렬한 풍자와 인간 본질에 대한 통찰로 일관되어 있다. Robot이라는 단어는 체코어 Robota의 어원으로 "강제적인, 의무적인 노동"을 뜻한다. 차페크 이후 아시모프(Asimov)가 로봇에 관한 책 "I, Robot"이라는 책에서 로봇이란 단어를 사용하였는데 이 책에서 아시모프는 로봇 행동의 안전한 통합이 사회에 승인을 받을 수 있는 세 가지 법을 제안, 가정하였는데 이러한 그의 통찰력 있는 명언은 아직도 중요한 가치를 지니고 있다. 즉, 첫째, 로봇은 인간을 다치거나 위험에 빠지도록 해서는 안 된다. 둘째, 로봇은 규범에 저촉되지 않는 한 인간의 명령에 복종하여야 한다. 셋째, 로봇은 위의 두 규범에 저촉되지 않는 한 자신을 보호할 줄 알아야 한다는 것이다. 아시모프는 로봇공학을 발전시키는 많은 일들을 하였으며, 심지어 로봇의 잠재적인 행동이나, 이용을 예언할 만큼 그 시대의 생각을 앞서갔다.

그의 소설에서 로봇은 주인에게 돌아오기 위해서 최선을 다하고, 오늘날 화성 탐사처럼 화성 위에서 뛰놀기도 하고 또, 마음을 읽는 로봇까지 등장하는 등 아시모프의 예언은 실현가능성이 있는 것으로 판명된다.

산업용 로봇이란 자동 제어에 의한 매니플레이터의 조작 또는 이동 기능을 갖고, 각종 작업을 프로그램에 의하여 실행할 수 있고, 산업에 사용되는 기계를 말한다. 산업용 로봇을 도입함으로써 경제적, 사회적 및 기술적 효과를 얻을 수 있다. 즉, 산업용 로봇은 종래 자동화가 곤란하였던 다품종 소량 생산의 자동화를 가능하게 하였고 고임금화 및 기술노동력 부족에 대처함으로써 생산성 향상에 크게 기여할 수 있다.

나. 산업용 로봇의 역사

최초의 산업용 로봇은 미국의 Unimation사와 AMF사가 미국의 George C. Devol이 1954년 출원한 특허 playback 로봇의 개념을 이용하여 1962년 각각 playback 로봇 (Unimate 및 바사토런) 실용 1호기를 제작하였다. 유럽에서는 1963년경 스웨덴의 Kaufeldt사가 프로그래머블 매니플레이터 1호기를 제작하였으며 1966년 노르웨이 Tralfa사(1985년 ABB사에 합병됨)가 세계 최초로 도장전용 로봇을 제작하였고 1973년 ASEA사 (스웨덴 현 ABB사)는 세계 최초로 서보모터 구동 수직 다관절 로봇의 시작품 제 1호기를 제작하였다. 일본의 경우 1969 Kawasaki 중공업이 Unimation사와 기술제휴로 로봇 생산을 개시하였는데 일본은 세계 수위의 로봇산업국이며 그 보급률 또한 세계 1위를 차지하고 있다. 한국에 로봇이 본격적으로 도입된 것은 1980년대 초이며 일본업체와의 기술제휴로 로봇을 도입한 것이 시발점이 되었다.

현재 국내의 로봇 관련업체는 현대중공업, 삼성전자 등 20여개 업체로 제조업 분야에 적용되는 SCARA, 수직다관절 로봇 등을 생산하고 있고 시장 규모만을 보면 세계4위이다.

다. 산업용 로봇의 특징

첫째, 기계와 전자 기술이 유기적으로 연관을 맺는 시스템이 요구되는 시스템 산업이다. 여러 분야의 기술 즉, 제어, 통신, 반도체, 음성/영상, 센서, 매커니즘, 액츄에이터, 인공지능, SI등의 여러 분야의 복합기술 필요할 뿐만 아니라 여러 분야의 복합적인 기술을 로봇을 위한 기술로 전환시키는 노력도 필요하고 이를 체계적으로 조합하는 기술력 중요하다.

둘째, 산업용 로봇은 고부가가치 제품으로 자원이 부족한 국가에서도 육성이 가능한 지식 집약적이며 고부가가치 산업으로 엄청난 파급 효과를 갖는다. 즉, 산업용 로봇의 경우, 반도체, 자동차 산업 등에서 대량 자동 생산을 위한 필수 요소로 사용되어, 원가 절감이나 생산성 향상을 위해서 산업용 로봇 기술 개발은 필수적이다.

셋째, 산업용 로봇은 미래 산업으로 공급자 측에서 하드웨어 중심의 연구와 이용자 측에서 소프트웨어 중심의 연구가 공동으로 요구되는 기술개발형 산업이다. 즉, 로봇 생산을 위해서는 부품/소재 산업 등의 기반 환경 필요하고 제품화를 위한 가전산업/IT 산업 등의 응용/생산 기술도 필요하다.

넷째, 산업용 로봇의 개발은 자사활용 후 실용화하기 때문에 전반적으로 전문메이커 보다는 겸업메이커가 많은 산업이다.

라. 산업용 로봇의 분류

산업용 로봇의 분류는 동작형태, 입력정보 및 교시방법, 제어방식, 운반중량 등에 의해 구분할 수 있다.

① 동작형태에 따른 분류

로봇의 동작 형태는 몇 가지 단위조작에 의하여 결정하는데 여기서 단위동작이라 함은 회전, 선회, 신축 등 3가지가 대부분이다. 회전은 축의 방향을 변화하지 않고 축을 중심으로 하는 운동이며, 선회는 축 방향을 변화시키고자 하는 동작이다. 단위 동작을 조합하여 여러 동작형태가 이루어진다. 즉, 직교좌표로봇은 신축-신축-신축($x-y-z$ 좌표계) 동작을 조합한 것으로 정확하고 제어가 간단하다. 극좌표 로봇은 회전-선회-신축 동작을 조합한 것으로 점유면적이 작으며 아암을 광범위한 방향으로 사용가능하며 같은 높이의 본체로는 상하 동작영역이 가장 크다. 원통좌표 로봇은 회전-신축-신축 운동을 조합한 것으로 작동영역이 넓고 수평면에서는 원형, 수직면에서는 직교형임이고 방사 Layout에서의 핸들링이 용이하다. 다관절 로봇은 회전-선회-선회 운동의 조합에 따라 분류하는 것이다.

② 입력정보 및 교시방법에 의한 분류

로봇에게 작업의 순서와 위치 또는 경로 등의 정보를 설정하여 주는 일에 따라 분류하는 것을 의미한다. 이에 따르면 첫째, 수동 매니퓰레이터로 인간이 조작하는 매니퓰레이터이며, 둘째, 기 설정된 순서, 조건 및 위치 등에 의하여 각 단계에서 순차적으로 진행되는 시퀀스 매니퓰레이터로 이는 다시 설정 정보의 변경의 불, 가에 따라 고정 및 가변 시퀀스 매니퓰레이터로 구분한다.

셋째로 사전에 작업의 순서, 위치 등 기타의 정보를 기억시켜 그것을 필요한 때 읽어 내어 작업을 수행하는 플레이백 로봇이 있으며, 넷째로 순서, 위치 기타의 정보를 수치화하여 지령된 작업을 이행하는 수치제어(NC) 로봇이 있으며, 마지막으로 감각기능 및 인식 기능에 의하여 행동을 결정할 수 있는 지능로봇으로 나누어진다.

③ 제어방식에 의한 분류

로봇의 제어방식에 의한 분류는 서보기구에 의하여 제어되는 서보제어 로봇, 서보기구 이외의 수단에 의하여 제어되는 언서보 제어로봇, 경로 또는 체적에 따라 운동제어 가능한 CP 제어로봇, 경로상의 통과점을 생략한 점의 위치만을 제어하는 PTP제어로봇 등이 있다.

④ 자유도에 의한 분류

자유도는 매니퓰레이터 동작의 유연성을 표현하는 척도로 단위동작의 조합수를 나타낸다. 3차원 공간중의 한 점을 지정하기 위해서는 3개의 자유도가 필요하며 그 위치에서 다시 다른 한 점을 지정하기 위해서는 다시 3개의 자유도가 필요하다. 따라서 자유공간중의 임의의 물체를 다루기 위해서는 다시 3개의 자유도가 필요하다. 따라서 자유공간중의 임의의 물체를 다루기 위해서는 전부 6개의 자유도가 필요하며 이보다 적은 자유도의 로봇으로서 작업을 할 때는 대상기기나 주변장치로서 기능을 보완하여야 한다. 자유도가 높은 (10축이상) 로봇은 작업의 유연성과 고속성이 뛰어나 기능이 향상되지만 제어의 알고리즘을 결정하는 것이 복잡해지는 단점이 있다.

⑤ 운반중량(또는 가반중량)과 작동영역에 따른 분류

운반중량이란 지정된 성능을 유지하는 범위 내에서 로봇이 운송 가능한 중량을 지칭하는 것으로 로봇의 손목, 손가락부분의 중량을 포함하여 나타내고, 작동영역이란 로봇이 작업할 수 있는 공간을 말하는데 로봇 팔이 도달 가능한 공간을 의미한다. 0.1kg 미만 운반하중 또는 0.1m³ 미만의 작동영역을 갖는 로봇이면 초소형 로봇, 0.1kg~10kg 운반중량 또는 0.1~1m³ 작동영역을 갖는 로봇이면 소형 로봇, 10kg~100kg 운반중량 또는 1~10m³ 작동영역을 갖는 로봇이면 중형 로봇, 100kg~1ton 운반중량 또는 10m³ 이상 작동영역을 갖는 로봇이면 대형 로봇, 1ton 이상 운반중량을 갖는 로봇이면 초대형 로봇 등으로 분류한다. 일반적으로 큰 부하를 최대로 신장된 상태에서 고속 선회 동작을 시키면 로봇 팔에 변형이 생겨 정지해도 복귀하지 않는 상태가 발생할 염려가 있다.

2. 산업용 로봇의 구성

산업용 로봇은 풍부한 자유도의 움직임과 충분한 속도와 정밀도를 부여하고 사용자의 의지에 따라서 의미가 있는 움직임이 되어야 하는데 로봇의 구성은 기구부 혹은 구동부, 제어부 및 감각인식부로 대별된다.

기구부는 작업기능 즉 동작기능, 파지기능, 이동기능을 수행하는 부분으로 인간의 팔에 해당하는 매니퓰레이터와 본체를 이동시키기 위한 다리기능을 가진 구동부로 이루어진다. 제어부는 기구부에 조작신호를 보내주는 것으로 제어기능은 동작제어기능과 교시기능으로 나누어진다.

동작제어기능은 산업용 로봇의 움직임을 제어하는 동작순서 제어기능으로 이루어지며, 교시 기능은 산업용 로봇에 미리 작업내용을 정확하게 가르쳐주고 기억시켜 필요할 때 동작기능을 할 수 있게 하는 기능을 말한다.

로봇의 감각 인식부는 계측기능과 인식기능을 갖고 있으며, 계측기능은 로봇 자신의 팔, 다리, 손목 등의 위치, 속도, 또는 힘에 관한 상태를 알아내는 내계 계측기능과 외부대상물의 위치, 힘, 상대운동, 음향을 파악하는 외계 계측기능으로 구분된다. 이 경우 내계 계측용 장치를 제어센서, 외계 계측용은 감각센서라고 부른다. 그리고 인식기능으로는 단순인식, 형상인식 및 음성인식 기능이 있다. 산업용 로봇은 단독으로 작업하는 것이 이상적인 형태이겠지만 대부분 다른 기계나 장치와 같이 쓰이고 있다. 로봇을 도입할 때 필요로 하는 기기나 장치를 주변장치라 하며 여기에는 공급장치, 운송장치 및 이송장치가 있다.

가. 기구부

일반적인 산업용 로봇은 인간의 손의 기능에 해당하는 것이 대부분이다. 즉, 대상이 되는 물체를 파지하기 위한 손이 있고 이 손을 목표위치로 이동시키기 위한 다리 기능을 가진 것이 있는데 이 부분을 기구부라 하며 로봇의 본체에 해당한다.

(1) 매니퓰레이터(Manipulator)

매니퓰레이터는 격리된 별실에서 사람의 손이 직접 닿지 않고도 위험한 방사선 물질을 취급할 수 있도록 개발되었는데, 이것이 로봇 연구의 시초이다. 이 당시 매니퓰레이터는 일종의 사람의 손의 기능 증대라고 생각되며 작업자의 손에 의하여 매니퓰레이터를 제어하며, 매니퓰레이터에 가해진 힘은 피드백하여 작업자의 손에 전달된다. 따라서 작업자는 시각에 의하여 대상물을 보면서 촉각에 의하여 조작할 수 있었다. 매니퓰레이터는 팔부분, 구동부분, 몸체부분으로 구성되어 있다. 팔은 대상물을 조작하기 위하여 실제로 움직이는 부분이며 손을 포함한다. 구동부분은 팔을 움직이기 위한 구동장치 부분이며, 몸체부분은 팔을 고정시키고 구동부분과 동력원을 붙이기 위한 프레임 부분이다. 산업용 로봇의 기본이 되는 매니퓰레이터에서 팔과 몸체, 팔과 손 사이에는 인공적인 관절이 있어야 한다. 즉, 인간의 팔이 해부학적으로 뼈와 뼈 사이에 관절이 있어 이 관절을 중심으로 팔이 움직이는 것과 같다.

(2) 구동기술

로봇의 구동기술로는 로봇 액추에이터(Actuator)를 중심으로 한 것으로 액추에이터의 종류는 공압식, 유압식, 전기식, 및 기계식이 있는데 전기식은 출력은 작으나 제어성, 신뢰성이 좋고 값도 비교적 저렴하여 제일 많이 쓰이고 있다. 유압식은 출력이 크고 응답성도 좋으나, 가격이 고가이고, 공압식은 소형으로 비교적 출력이 높고 가격도 저렴하나 제어성, 응답성이 전기식이나 유압식에 비하여 떨어지는 편이다.

① 공압식 액추에이터

공압식 액추에이터는 작업속도도 빠르고 가격도 비교적 싸며 환경조건에 강하고 청결하기 때문에 산업용 로봇의 구동원으로 가장 많이 사용되고 있다.

공압식 액추에이터는 운반 중량이 10kg이하인 비교적 단순한 동작 및 반복이 요구되는 로봇에 적합하다. 또한 팔의 구동이 유압이나 전기로 구동되는 로봇에도 손은 거의 소형이며 경량인 공압 액추에이터가 사용되고 있다.

② 유압식 액추에이터

유압식 액추에이터는 유압자체로 부하를 이동시키는 실린더와 회전량으로 출력을 내는 유압 모터로 나눌 수 있다. 유압실린더에는 출력축 로드가 한쪽방향으로만 싱글로드형과 양쪽방향으로 있는 더블로드형이 있다. 더블로드형은 조작력, 속도가 어느 한 방향으로 구동하여도 같으므로 제어하기가 쉬운 반면에 반대편에 로드가 돌출하는 단점도 있다. 유압실린더의 성능은 기름유량(조작속도 \times 실린더 면적), 조작력(유압 \times 실린더면적)으로 나타낼 수 있다. 유압실린더의 Axial Plunger형 모터가 산업용 로봇용으로 가장 많이 사용되고 있다.

③ 전기식 액추에이터

전기식 액추에이터는 크게 직류 서보모터와 교류모터로 대별되는데 직류 서보모터는 제어가 간단하고 Torque Ripple이 작다는 장점으로 인하여 그 동안 많이 사용되어 왔지만, 정류자의 보수가 필요하여 그 수요는 감소 추세에 있다. 교류서보모터 중에는 동기형, 유도형, DD형(직접 구동형, Direct Drive) 등으로 구별할 수 있으며 특히 낮은 관성, 높은 토크, 고속의 경우 동기형 서보 모터가 많이 사용되며 DD형 서보모터도 증가추세에 있다. 동기형 서보 모터는 현재 가장 많이 사용되고 있으며 저렴한 고성능의 마이크로 프로세서를 이용하여 종래에 제어가 곤란하였던 교류서보문제를 상당히 해결함으로써 교류서보 드라이브 설계가 가능하게 되었다.

또 근래에는 고속 실시간 처리를 위하여 모터제어에 DSP(Digital Signal Processor Chip)을 사용하고 있다.

나. 제어부

산업용 로봇의 제어는 지금까지 기계가 자신의 동작에 중점을 두고 있는 것에 비하여 대상물과 관련성에 중점을 두고 있다는 점이 다르다 할 수 있다. 이 제어기는 모터를 구동하기 위한 모터 구동부와 이구동부를 조정하기 위한 부분으로 구성된 모터제어기, 로봇 몸체의 전체동작을 관절의 동작과 연관시켜 필요한 모터의 위치를 결정하여 주는 부분으로 구성되어 있다. 이 로봇제어기 기술은 기계, 전기, 전자, 제어 등의 복합기술이 요구되는 기술의 하나이다.

(1) 로봇제어기 하드웨어

로봇제어기의 일반적인 전체 하드웨어 구조는 주 시스템, 위치제어기, 모터제어기로 크게 분류할 수 있다. 주 시스템은 마이크로프로세서를 중심으로 디지털 하드웨어로 구성되며 로봇제어와 사용자간의 모든 대화와 로봇 몸체동작에 관한 사항을 관장한다. 즉, 주 시스템에서는 사용자의 명령을 받아들이고, 로봇 작업 프로그램을 작성하는 기능을 제공하고, 로봇 상태를 사용자에게 알려주며 사용자가 지정한 작업을 수행하기 위해 위치제어기로 적절한 명령을 보내는 작업을 담당한다.

주변기기로는 로봇동작을 교시할 수 있도록 하는 교시상자(Teach Box)와 몇 가지 주요 로봇 명령을 내릴 수 있는 제어기 앞면의 패널보드, 사용자가 제어기로 명령을 내리거나 프로그램을 작성할 수 있는 터미널, 그리고 제어기와 외부환경과의 필요한 제어신호의 교환을 위해 I/O 상자가 있다.

위치제어기는 전체 로봇제어기 하드웨어 중에서 주 시스템과 모터 제어기의 사이에 위치한다. 기능상으로는 주 시스템으로부터 로봇 몸체의 동작명령을 받아 로봇몸체의 실제위치 즉 모터의 실제 위치와의 차이에 대하여 PID (Proportional Integral Derivative) 기능을 하여 모터제어기에 입력하는 기능을 한다. 이 위치제어기 하드웨어는 주 시스템에서와 같이 마이크로프로세서를 중심으로 디지털 하드웨어로 구성된다.

모터 제어기는 위치 제어기로부터 속도명령, 또는 토크 명령을 받아 로봇 관절을 구동하는 모터의 속도를 제어하는 실제 모터를 구동하는 부분으로 직류서보모터와 교류서보모터로 대별되며, 현재 동기형이 가장 많이 사용되고 있으며 근래 DSP chip을 사용한 제품이 선을 보이고 있다. 모터제어기 하드웨어를 완전 디지털화 하면 모든 정수 값들이 소프트웨어 값으로 존재하므로 온도변화에 위한 드리프트 현상이 없어 외부 환경변화에 거의 영향을 받지 않아 신뢰성이 상당히 향상된다.

동기형 교류서보모터에 희토류 자석을 채용하면 기존의 페라이트 자석의 결점인 온도 특성이 개선되어 온도변화에 따른 출력 토크의 변화율을 최소화 하여 회전자의 관성을 줄일 수 있으며, 고정자에 알루미늄 입출재료에 의한 냉각핀을 사용하면 로봇 관절 가감속시 전류에 의한 고정자 코일의 급격한 발열에 따른 온도상승을 흡수할 수 있다. 최근 이러한 희토류 자석이나 냉각핀 사용에 의한 소형, 경량화 기술개발이 진행되고 있다.

DD형 서보 모터는 고토크의 저속제어가 가능하여 감속기가 필요하지 않는 부하직결 구동방식으로서 백래시를 줄일 수 있고 고속, 고가속 특성이 좋다. 또한 로봇 관절에 직접 접속되어 있기 때문에 미세한 동작을 직접 제어할 수 있고 로봇몸체의 역학적 모델을 이용한 동작 보상을 하기 쉽다.

(2) 제어기술

로봇 제어의 목적은 로봇을 원하는 경로를 따라 움직이도록 하는 것이다. 로봇의 각 관절에 서는 모터 제어를 필요로 하는데 다음의 4가지 과정이 필요하다.

- ㉠ 교시 : 로봇의 작업공정을 기억시키기 위하여 교시한다.
- ㉡ 기억 : 작업공정을 기억시킨다.
- ㉢ 재생 : 기억되어 있는 내용을 읽어 내어 액추에이터에 구체적으로 명령한다.
- ㉣ 조작 : 개개의 액추에이터에 주어진 신호에 실제의 동작을 행하게 한다.

산업용 로봇을 생각할 때 교시 및 기억을 위하여 산업용 로봇의 기능에 따라서 각축의 좌표, 그립의 자세와 같은 단위 작업 및 정지간의 시간이 설정된다. 실제의 작업은 이러한 단위 작업의 내용에 따라 액추에이터에 신호를 보낸다. 이에 따라 위의 4과정에 대하여 각종의 단위 작업을 조합하는 순서정보와 각축의 위치결정을 위한 위치정보 그리고 시간 정보가 필요하다.

① 동작제어 방식

산업용 로봇의 동작제어기능은 운동제어기능과 동작순서 제어기능으로 나눌 수 있다.

A. 운동제어방식

운동제어방식은 산업용 로봇을 한 점에서 다른 한 점까지 이동시키는 방식을 말한다. 즉 위치제어와 속도제어에 의하여 결정된다. 위치제어방식은 다시 출발이나 정지의 위치를 결정하는 위치결정방식과 움직이는 경로를 제어하는 경로제어방식이 있는데 다시 세분하면 위치결정 제어방식에는 Stopper 목표 정지방식, Limit Switch에 의한 위치 설정, 위치검출기를 이용한 위치결정의 방식이 있다.

㉠ Stopper 목표 정지 방식 : 단순왕복운동으로 구성이 가능한 산업용 로봇 즉, 자동 조립기에 사용되는 부품 공급용 로봇, 또는 사출성형기의 재료 취출용 로봇 등에는 양쪽 끝에 Stopper를 설치한 목표방식의 위치결정이 사용되고 있다. 이 방식에서 동작위치의 설정은 스톱퍼의 위치를 산업용 로봇의 동작위치에 설치하여야 하므로 손이 많이 가며 그 작업이 불완전할 때에는 동작 중에 생기는 충격으로 인하여 오차를 발생시킬 우려가 있다.

㉡ Limit Switch에 의한 위치설정 : 이 방식은 목표정지방식을 개선한 것으로 급작스런 정지로 인한 충격이 지나치게 클 경우 또는 위치결정의 포인트를 여러 개 두고자 할 때 이용되는 방식으로 정지해양 할 위치의 앞에 감속을 지시하는 리미트 스위치를 설치하여 저속주행으로 이동한 후에 정지하므로 정밀도가 좋다.

㉔ 위치검출기를 이용한 위치결정 : 리미트 스위치 방식으로는 불가능한 다점 위치결정을 요하는 경우에 사용되는데 이러한 경우에 로봇의 위치를 검출하는 위치검출기를 부착하여 위치피드백을 행하며, 검출기에 나온 신호를 서보기구를 이용 임의의 점의 위치를 결정할 수 있다.

또한 경로제어방식에는 PTP제어(Point to Point Control)와 CP(Continuous Path Control)가 있다.

㉕ PTP제어 : 이는 목표점의 도달만을 목적으로 하고 도중의 경로에는 하등의 문제가 되지 않는 방식이다. PTP제어는 CP제어에 비하여 비용이 적게 드는 장점이 있으나 이 방식은 목표점의 도달만을 목적으로 하기 때문에 경로 도중에 장애물이 있어 간섭을 일으키지 않는가 주의하여야 한다. 보통 1축만을 동작시키므로 직선적으로 운동하나 원통형, 극좌표 및 관절형 로봇에 있어서는 곡선경로를 갖는다.

㉖ CP제어 : 아크용접, 도장, 연마, 자동조립작업 등의 용도에 사용하는 산업용 로봇은 동작의 궤적, 속도, 가속 특성 등과 관련이 깊다. 즉, 전체 경로가 지정되어 있는 위치결정을 CP제어라 한다. 이 방식은 다음 두 가지 방법으로 나뉘어진다.

a. Teaching Playback : 이 방법은 산업용 로봇을 실제로 움직이면서 통과하여야 할 점의 좌표를 차례로 기억시켜 이점을 통과하도록 연속적으로 위치결정을 행함으로써 동작을 재현시키는 방법인데 각 점에서 정지 및 통과, 동작속도 등의 조건도 교시가 가능하다.

b. Program Input : 산업용 로봇의 동작경로를 수치화하고 수치로서 지령을 하는 방법으로 고정밀 작업에 이용된다.

한편 운동제어방식의 다른 한 방식인 속도제어방식은 속도제어, 가속도제어 및 역제어방식으로 나누어진다. 일반적으로 용접 로봇같이 목표점에 도달한 주된 작업을 하는 것과 도장 로봇과 같이 이동하면서 작업을 하는 것으로 대별된다. 전자의 로봇은 운동의 고속성이 바람직스럽고, 후자의 로봇은 경로뿐만 아니라 이동중의 속도도 중요하다. 이 때문에 각종 목적에 따라 속도제어방식을 이용하고 있다.

B. 동작순서 제어방식

앞에서 말한 제어방식에 의한 기본운동을 사용목적에 맞게 조합시키는 것이 동작순서 제어방식이다. 이는 다시 내부동기 즉 단지 교시순서에 따라 진행되는 순서 프로그램 방식과 외부동기 즉 시간에 의하여 진행되는 시한 프로그램방식으로 대별된다.

㉠ 순서 프로그램 방식 : 지정된 위치로 순차적으로 작동시키는 방식으로 고정 프로그램방식과 가변 프로그램방식이 있다.

㉡ 시한 프로그램 방식 : 시간에 의하여 제어하는 방식으로 정시각제어와 정시간제어로 구분할 수 있다.

② 교시방법식

산업용 로봇이 소정의 목적에 따른 기능을 행하기 위해서는 미리 작업내용을 로봇에 가르칠 필요가 있는데 이러한 작업을 교시라 하고, 이 교시 내용을 기억하고 다시 기억된 내용에 따라 동작을 하는 것을 재생이라고 한다.

교시방식은 크게 교시방식, 교시조작방식 및 기억방식으로 나뉜다.

A. 교시방식

교시방식은 집중교시방식과 분리교시방식이 있다. 집중교시방식은 위치, 속도, 실행순서 등을 동시에 교시하는 방법이다. 분리교시방식은 먼저 위치를 가르치고, 다시 동작을 가르치고, 다음에 속도를 가르치는 식으로 각 인자를 개별적으로 교시하는 방법이다.

B. 교시조작방법

교시조작 방법은 직접형과 간접형이 있다. 직접교시방식은 산업용 로봇을 사람이 실제 동작시켜 교시하는 방식이다. 간접교시방식은 이와 달리 수치, 도형 등에 의하여 표시되는 지령 정보를 자기테이프, 키보드 등에 입력매체를 통하여 산업용 로봇에 교시하는 방식이다.

다. 감각 인식부

산업용 로봇이 복잡한 작업을 수행하기 위해서는 사람과 같이 인식기기가 필요하다. 이 중에서 시각과 촉각은 매우 중요한데, 인간이 주위에서 얻는 정보의 90% 정도는 시각에 의존하고 있다. 이에 따라 1960년대부터 미국에서 인공지능의 하나로 연구되어왔다.

① 시각

시각에 대한 연구는 초기 대상물의 유무, 그 대강의 위치를 측정하는 간단한 기능에서 패턴 인식기능을 포함한 고도의 시각까지 여러 종류의 장치들이 연구되고 실용화되고 있다.

시각을 통한 물체인식은 단순히 3차원 공간에서의 기하학적인 양을 계측하는 정도가 아니라 대상물의 의미와 기능까지도 이해하여야 할 필요가 있다. 따라서 대상물을 시각으로 인식하는 데에는 다음의 다섯 가지 과정을 거치게 된다.

첫째는 대상물에 대한 정보를 입력하는 것이다. 입력정보로서는 명도정보, 색정보 및 거리정보로 나뉜다. 이 입력된 화소는 잡음을 포함하고 있으므로 하나 하나가 유용한 의미를 갖고 있지 않다. 따라서 잡음을 제거하고 전체의 화소를 선분이나 영역 등의 유효한 화소의 집합으로 재구성하여 불필요한 화소는 대상에서 타락시키는 전처리과정이 필요하게 된다. 두 과정을 통하여 대상물의 형상이 결정되면 거리정보에 의한 대상물과의 거리를 측정하게 된다. 이들 방법으로서의 광투사법, 입체시법(立體視法) 등이 있는데 거의 3각 측량의 원리를 이용한 것이다. 광투사법은 대상물에 광선을 투사하고 그 반사광을 검출하여 거리를 얻는 방법이며, 입체시법은 두 대의 시각장치를 이용하여 양쪽의 거리정보로서 거리를 계산하는 방법이다. 위의 세 가지 과정으로 얻는 화상을 이해하는 방법으로는 얻은 화상을 해석하는 방법에 따라 구별된다. 마지막으로 대상물을 인식하는 과정을 제어하는 제어구조물을 필요로 하게 된다.

시각을 이용하여 전자부품을 검사하는 경우의 예를 들면, 지금까지 사람의 육안으로 검사하였던 부분들이 시각장치를 이용하여 보다 정확하게 검사할 수 있게 되었다. 전자부품에서 흠을 검출하는 방식은 여러 가지가 있으나 대별하여 만일 흠이 없다면 이와 같이 될 것이라고 하는 준정상 패턴을 만들어 대상패턴과 비교하는 방법과 대상패턴에서 직접 흠부분을 검출하는 방법이 있다.

② 촉각

산업용 로봇에서는 외계와의 기계적인 자극에 대한 감각을 촉각, 압각, 미끄럼각 및 역각(力覺)으로 나누며 다음과 같이 정의한다. 촉각은 로봇과 대상물 사이의 접촉에 관한 감각, 압각은 로봇과 대상물 사이의 접촉면에서 로봇의 접촉면에 수직방향으로 감각되어지는 힘에 관한 감각이며, 또한 미끄럼각은 로봇과 대상물 사이의 접촉면에서 로봇의 접촉면에 평행으로 감각되어지는 힘에 관한 감각이다. 力覺은 로봇의 동작에 있어서 대상물과의 상대적으로 작용하는 힘의 감각이다.

산업용 로봇의 촉각장치로는 어느 장소에 미치는 힘의 양을 검출할 수 있어야 하며 힘의 방향을 검출할 수 있어야 한다. 이러한 촉각은 산업용 로봇의 매니플레이터의 제어나 로봇 주변의 안전장치로 사용되고 있다.

A. 압각(壓覺)에 의한 제어

매니플레이터가 대상물을 파지하였을 경우, 이를 촉각에 의하여 검출 제어할 때에는 압각에 의하여 제어를 하게 된다. 대상물을 쥐는 동작을 접촉모드, 파악모드로 나누어 각 모드를 3종류로 분류한다. 즉, 접촉모드는 강접촉(Hard touch), 연접촉(Soft touch) 및 반사접촉(Reflex touch)으로 나뉜다. 강접촉이란 대상물과 매니플레이터 사이의 충돌이 문제가 되지 않을 때 사용한다. 연접촉은 대상물과 매니플레이터의 충격이 적은 접촉방식이며 대상물이 변형, 파괴되지 않도록 또 위치가 어긋나지 않도록 고려해야 할 때에 선택한다. 반사접촉은 예상외의 접촉 혹은 이상감각이 있을 때 힘을 반사적으로 0으로 하는 접촉방식이며, 보호를 위하여 사용한다. 한편 파악모드의 零파악이란 힘을 가하여 대상물을 잡는 상태에서 대상물의 소재나 형을 인식할 때 사용한다.

B. 미끄럼 감각에 의한 제어

어떤 대상을 잡는 경우 대상물과의 미끄러짐이 발생할 때의 보다 정확한 파지를 위해서는 미끄럼 발생량을 검출할 필요가 있다. 이 미끄럼을 검출하는 방법으로는 첫째, 미끄럼이 발생할 때의 진동을 검출하는 방법과 둘째로 상대 변위를 검출하는 방법이 있다. 촉각을 이용한 매니퓰레이터의 제어를 살펴보면 압각 및 力覺 등을 종합하여 처리하는데 이 같은 자치를 말단효과기(Effector), 여기에 사용되는 센서를 효과기 센서(Effector Sensor)라 한다.

③ 청각

산업용 로봇에 사람과 같이 청각을 갖게 하려는 생각은 수치제어 기계들이 출현한 다음부터 복잡한 프로그램을 작성하지 않고 사람이 언어로서 직접 제어하려고 하는데서 부터 시작됐다. 아직 관련기술의 미약으로 시각이나 촉각만큼 활용되지 않고 있으나 실용상의 문제점과 신뢰성을 향상시키기 위하여 노력하고 있다.

음성인식은 세 가지로 분류할 수 있는데 첫째, 화자가 정해지지 않은 불특정화자의 경우가 있으며 둘째, 발성은 연속해서 말하는 것과 끊어서 말하는 방법이 있으며 마지막으로 내용이 문장을 인식하는 것과 단어를 인식하는 방법이 있다.

3. 산업용 로봇의 기술 개발 동향

로봇의 궁극적인 목표는 인간과 닮은 인공적인 존재를 만들어, 힘들고 어려운 노동으로부터 인간을 해방시키고, 인간 생활을 보다 더 행복하고 편리하게 하고자 하는 것에 있다. 이와 같은 관점에서 과학 기술의 발전이 점차 가속화됨에 따라 로봇은 인간의 생활 속으로 점차 파고 들어올 것으로 판단된다. 특히, 경제 성장에 따른 복지 사회에 대한 관심 고조는 로봇 산업을 주변 산업이 아닌 핵심 산업으로 부각시키고 있다. 로봇 산업은 여러 분야의 첨단 기술이 복합적으로 필요한 산업으로, 그 파급 효과가 대단히 크기 때문에 각종 연구 기관에서 새로운 21세기의 첨단 기술과 핵심 산업으로 로봇 산업을 꼽고 있어 핵심 산업으로 부상될 것으로 예측된다.

1999년 25회 21C 경제 포럼에서는 로봇 기술을 21C 선도 기술의 하나로 선정하였고 1999년 Newsweek지가 선정한 20C 10대 전자상품 중에 3개 상품이 로봇 제품이었다. 2000년 6월 미래학회 보고서에 따르면 인간의 삶을 바꾸어 놓을 중요 기술 중의 하나를 로봇 기술로 선정하였으며 독일 지멘스의 로크매너 연구소 보고서에서는 21C는 로봇 공학 시대라고 규정하였고 삼성 경제 연구소에서는 21C 10대 유망 기술 중의 하나로 로봇 기술을 선정하였다. 이와 같은 로봇 기술의 지속적인 발전은 결국 인간을 능가하는 새로운 종으로의 로봇이 출현할 것이라고 CNN에서는 예측하고 있다. 우리나라에서도 국가과학기술위원회에서 21세기에는 인공지능 로봇의 출현에 의하여 삶의 질이 향상될 것으로 예측하고 있다.

가. 산업용 로봇 국내 기술개발 동향

(1) 국내 산업용 로봇 기술 현황

국내 산업용 로봇 시장 규모는 세계 4위의 수준으로, 그 잠재력은 매우 큰 편이다. 또한 로봇관련 기술력은 몇몇의 분야에서 선진국과 대등하거나 우월한 상태이나 산업용 로봇 시장은 향후 수년내 포화상태에 도달할 것으로 예측되므로 능동적인 대비가 필요하다.

산업용 로봇의 국내 시장 규모는 세계 산업용 로봇 시장 중 큰 시장을 형성하고 있는데 주로 반도체 산업과 자동차 산업 위주의 로봇을 생산하고 있다. 국내의 산업용 로봇의 용도별 생산출하 동향을 보면 전자제품 생산 및 조립에 투입되는 양이 절대적으로 많고 상대적으로 3D 업종에 가까운 용접분야의 로봇은 조립용에 비하여 상대적으로 고부가가치의 작업이고 로봇도 고가의 제품이 많아 금액 기준으로는 용접용의 수요가 가장 크게 나타나고 있다.

산업용 로봇산업은 메카트로닉스 산업 중에서 타 분야의 2배 이상의 성장률을 기록하고 있으며 실제 정량적인 시장 규모는 자동차나 반도체 등의 기타 산업에 비해 작지만, 그 파급효과는 매우 크다. 자동차나 반도체 생산 설비의 핵심 부분은 산업용 로봇이 담당하고 있기 때문에, 이들 분야의 성장은 곧 산업용 로봇 시장의 성장과 직결되며, 원가 절감이나 생산성 향상 등을 위해서 산업용 로봇은 필수 불가피한 상황이다. 2003년의 신규 공급되는 산업용 로봇의 시장은 약8500대 정도로 금액기준 5000억원을 상회할 것으로 예상되고 특히 자동차, 조선, 반도체 시장의 가격 경쟁력 강화를 위한 로봇의 도입사례가 증가하여, 2003년까지는 전체적인 로봇 증가추세는 점진적 상승을 유지할 것으로 판단되나, 이후는 점차 둔화될 것으로 추정된다.

또한, IT, BT, ET등 첨단기술산업 활황으로 국내 제조업의 비중이 1990년대를 밑돌 경우 로봇 보급율의 성장은 약간 둔화될 것으로 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

산업용 로봇의 국내외 기술 수준은 생산 기술로의 전략에 따른 연구 투자가 미비하고 부품 소재 산업 등의 기반 기술 부족으로 하드웨어 기술도 미비할 뿐 아니라 핵심 기술 부재로 인하여 경쟁력이 약화되고 있다. 다만 소프트웨어 분야와 Customized manufacturing 등의 몇몇 분야에서 대등하거나 우월한 기술을 보유하고 있다. 향후 전망을 살펴보면 제조업 산업에서 지속적인 가격 경쟁력 강화에 따른 지속적 수요가 예상되나 첨단 기술 산업의 부상 에 따른 제조업 산업의 불황시에는 수요가 감소될 것이며 시장이 포화되고 있어, 향후 5년 이내 성장 둔화가 예상된다. 또한, 중국이나 동남아 등의 개발 도상국도 향후 10년 이내에 시장이 포화될 것으로 예상된다.

① 국내 산업용 로봇 산업의 위상

국내 산업용 로봇만의 시장 규모는 비교적 작기 때문에, 대기업 위주의 국내 산업용 로봇 생산 업계에서는 투자를 기피하는 성향이 있어 생산 보조 수단과 생산 기술로 전략하는 추세에 있다. 산업용 로봇의 경쟁력 확보를 위해서는 국내의 열악한 기반 기술 현황과 하드웨어 기술력 부재 등에서 엄청난 규모의 투자비가 예상되나, 이 투자 기간동안의 채산성 문제와 추후 가격 경쟁력 확보 가능성에 대한 의문 등으로 단순한 생산 보조 수단으로 산업용 로봇 산업은 추진되어 왔다.

국내 산업용 로봇 시장은 외국 기업의 각축장으로 전락하여 가고 있는데 일본의 가와사키, 야쓰가와, 미쯔비시, 화낙 등의 많은 선진국의 로봇 생산업체에서 국내의 여러 기업과 제휴 관계를 2번 이상 교체하면서 국내기업의 투자중복, 기술체계의 혼란, Know-How 확보 지연 등의 부정적 효과를 가져왔다.

자동차, 조선, 반도체 등 대규모의 로봇적용 자체 수요를 보유한 대기업군에서도 로봇관련 기반기술의 확보보다는 당장의 투자이익을 보장하는 응용기술 일변도로 로봇사업을 전개하여 초기부터 외국의 기술 및 제품도입에 지나치게 의존하는 개발체계를 유지한 결과 자체기술 부족으로 로봇개발을 포기한 사례도 있다.

대기업 위주의 제조업 산업에서 필요한 산업용 로봇에만 집중한 결과, 이를 단순한 생산 기술로 인식하여 사업을 추진하고 있는 실정이고 기반 기술과 요소 기술의 부재로 인하여 어느 수준 이상의 발전에는 한계성을 내포하고 있다.

<표 2-1> 국내 로봇 기술 적용 현황

산업	대수	작업	로봇	금액비율
자동차	16,000	Spot Welding Arc Welding Painting	대형수직다관절 소형수직다관절 중대형수직다관절	40%
반도체	8,000	Wafer LCD Vacuum	Cylindrical coordinate 소형 Cylindrical coordinate 대형 진공환경	20%
핸들링 물류	30,000	Palletizing 전자조립 사출기용 운송 교육용	수평 다관절, 수직 다관절 SCARA, Cartesian 대형직교, Gantry AGV, 대형직교 소형다관절, 직교좌표	40%

(자료 : 산업자원부, "차세대 로봇 기반 기술 개발", 2001)

② 대기업 중심 연구 개발의 약점

산업용 로봇의 연구 개발 현황은 대기업을 중심으로 단기의 투자 이익을 위한 짧은 안목의 기술 투자를 했기 때문에 로봇분야에 대한 연구비 지원은 부족하여 기초 연구수준에 머물고 있는 실정이다. 대기업 중 그나마 현대중공업과 삼성전자가 비교적 우수한 자체기술력을 보유하고 있으나 기업간의 타사제품 배척 및 생산 현장 기술의 노출을 꺼리는 풍토 때문에 시장 점유율을 높이지 못하고 있는 형편이다. 몇 개의 분야에서 세계적으로 우수한 기술력을 보이고 있지만, 이러한 연구들은 대부분의 고립·분산적이어서 산업과 연계성이 적어 급격히 변화하는 첨단 기술에 대한 유연한 대응이 불가능한 실정이다. 표 2.2에서는 국내 산업용 로봇의 주요 업체와 이들의 주력 로봇 기술 현황 및 기술제휴선을 나타냈다.

③ 요소 기술 및 기반 기술 현황

국내에 가장 취약한 문제점은 핵심정밀부품(감속기, 베어링 등)에 대한 기술이 부족하다는 것이다. 이 부분은 단기간의 연구 개발로 이루어질 수 없는 부분이기 때문에, 장기간에 걸친 지속적인 투자가 필요한 형편이다.

〈표 2-2〉 산업용 로봇 주요 제조 업체

업체명	주력로봇	주요시장	현황/특성	기술제휴
현대중공업	- 스폿용접 - 핸들링로봇	자동차산업과 관련된 제조업체	수직다관절을 개발중임	Nachi, Yaskawa
삼성전자	- 소형 수직, 수평, 직교 로봇 - 이동로봇(AGV등) - 클린룸 로봇	전자산업, 반도체/LCD 산업과 관련된 제조산업	가정용로봇을 연구중임	독자기술

업체명	주력로봇	주요시장	현황/특성	기술제휴
로보테크	- 직교로봇 - 수직다관절로봇	자동차관련 제조업체(조립중심)	자동차산업 관련된 로봇을 생산 예정	제어기는 외부업체
두산기계	- 아크용접로봇	자동차관련 제조업체(아크용접)	소형 수직다관절 로봇에 집중	독자기술
로보스타	- 직교, 수평형 다관절로봇	전자산업을 중심으로 하는 소형 조립로봇	LG산전의 로봇 사업을 인수함	독자기술
IRAM Tech	- Clean room 로봇	반도체산업관련 자동화업체	삼성전자의 영업도 하고 있음	삼성전자
ABB	- 수직다관절	자동차산업 위주 (스폿, 아크, 도장, 핸들링)	로봇응용기술도 매우 뛰어남	스웨덴
Kawasaki	- 수직다관절	자동차산업 위주 (스폿, 아크, 도장, 핸들링)	1998년부터 한국에 로봇회사 설립	일본
FANUC	- 수직다관절	자동차산업 위주 (스폿, 아크, 도장, 핸들링)	오래전부터 한국에서 공장을 운영함	일본

(자료 : 산업자원부, “Technology Roadmap 로봇”, 2001)

1995년 이후 독자기술을 확보한 벤처기업 또는 중소기업 형태의 로봇 전문회사들이 나름대로의 기술력을 보유하고 그나마 선전하고 있으나 아직은 국내시장의 인상적인 시장확보를 못하고 있다.

④ 지원 체계 현황

로봇 산업에 대한 범국가적 지원 체제가 전무한 실정이다. 일본의 경우 1980년 로봇 원년 선언을 시작으로 세계 로봇 산업을 일본이 주도하게 되었고 일본로봇학회설립 및 통산성의 적극적인 지원책에 힘입어 완전한 기술주도권을 확보하였다.

1995년 이후의 제3세대 로봇기에서도 일본은 그 동안 쌓아왔던 인간형 로봇기술을 바탕으로 미래로봇기술의 발전상을 제시하고 새로운 시장형성을 견인해 가는 시장주도의 공격적인 기술개발을 계속하고 있으며, 향후 차세대 로봇 분야에서도 우위를 지속시키기 위한 노력을 하고 있다. 국내의 정부 관련부처는 현재까지 일본의 로봇관련 대형 프로젝트에 필적할 만한 장기개발 대책이 사실상 없었고 중점 국가연구개발사업이나 뉴프런티어 사업에 부분적으로 과제를 포함시켜 추진하고 있는 실정이다.

국내 주력 산업은 반도체 산업, 자동차 산업으로 이들 산업에 있어서 산업용 로봇 기술은 반드시 필요한 기술이기 때문에, 대기업들의 기술투자는 끊임없이 시도되고 있다. 반도체, 자동차 산업에서의 산업용 로봇은 정밀 생산 및 대량생산의 핵심적인 역할을 하고 있으며 이에 따라 생산성 향상과 원가 절감에 필수적이다. 그러나 기업별 블록화된 경영 체제로 인하여 경쟁력이 상실되어 가고 있으며 판매망 미확보로 경쟁력 있는 제품 개발이 점점 어려워지고 있다.

⑤ 연구 개발 현황

로봇분야에 대한 연구 개발은 고립 · 분산적이고 산업과의 연계성이 낮은 형태로 추진되고 있어 생산기반 및 체계적인 연구부족으로 연구기반이 취약한 실정이다. 산발적인 투자로 도입 기술조차 제대로 흡수되지 못하고 있는데 산업용 로봇개발 및 연구를 중심으로 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 기초연구가 미미하고 부품 국산화율이 저조하고 로봇 핵심부품에 대한 기술자립도가 이루어지지 않아 수입 의존도가 높고 가격 경쟁력이 없어 수출이 부진한 형편이며 핵심구동부품들을 수입하여 사용하므로 원가부담이 높고 대외 경쟁력이 매우 취약한 실정이다.

(2) 국내 로봇산업 분야의 연구 기반 현황

대부분의 로봇연구는 고립 · 분산적이고 산업과의 연계성이 낮으며 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 기초연구가 미미할뿐더러 부품 국산화율도 저조하는 등 연구 기반이 전반적으로 취약하다.

한국과학기술연구원, 한국기계연구원, 생산기술연구원, 원자력연구소등 정부 출연연구소를 중심으로 주로 국책과제나 연구개발을 주로 수행하고 있는 실정이나, 기업체에 실질적인 도움을 주지 못하고 있다.

삼성전자, 현대중공업, 대우중공업, 두산기계 등과 같은 대기업은 산하의 부설연구소나 사업부를 두고 자사에서 필요한 로봇을 연구 개발하고 있는데 주로 제조업에 필요한 산업용 로봇 생산하고 있으나 대부분 외국 기술을 도입하고 있으며 용접용 로봇 등의 일부 로봇에 대하여 자체 개발 사례가 있다.

<표 2-3> 국내 로봇관련 연구기관별 연구내용

단 체 명	주력 로봇	내 용	비 고
KIST	- 휴먼 로봇 - 서비스 로봇	Task 응용기술 leg, arm, hand 고도기술	연구개발
원자력 연구소	- 원격 로봇	원격조작기술	국책/자체 연구
생산기술 연구원	- 건설용 로봇 - 산업용로봇응용	Field용 로봇기술개발	국책/자체 연구
대학	- 기초기술	다양한 고도기술연구	연구개발능력
로보틱스 연구조합	- 로봇 - 응용시스템	산업체의 공통 예로 기술을 공동으로 개발하고자 하며 로봇협회로 발 전할 예정임	국책/기업 과제

단 체 명	주력 로봇	내 용	비 고
한국로봇 축구협회	- 마이크로 로봇	축구로봇을 중심 로봇의 저변확대에 큰 기여를 하고 있 으며 교육중심	POSCO를 비 롯한 여러 기 업이 후원
한국기계 연구원	- 수중로봇 - 반도체 장비용 로봇	극한 복지 분야 등 특수용도의 로봇개 발	연구개발

(자료 : 산업자원부, “Technology Roadmap 로봇”, 2001)

(3) 정부 지원 정책 현황

① 관련법령 및 규제 현황

로봇연구개발, 보급 관련 법령은 특별히 제정하고 있지 않고, 정부의 각 부처가 추진하고 있는 연구개발사업의 일부로서, 산발적인 로봇개발이 이루어져 왔다. 산업자원부에서는 로봇산업을 21세기 신산업의 주요 분야로 보고, “산업기술기획 및 조사분석사업”의 8대 이슈 기술의 하나로서 로봇기획 사업을 추진하여 로봇개발의 시급성을 분석하였으며(2000.3~2000.9), 차세대 로봇 분야의 “Technology Roadmap 사업”의 6대 중점사업의 하나로 로봇 분야의 기술개발 이정표를 중간보고형 식으로 보고하였다.(2000.12~2001.8) 과학기술부에서도 로봇 기술을 차세대 핵심 기술로 간주하여, 관련 사업을 추진하고 있다. 향후 보다 더 본격적인 추진을 위해서는 적극적으로 사업을 주도할 수 있는 관계 부처와 이들을 지원할 수 있는 법령이 시급하다.

<표 2-4> 산업자원부 지원 로봇 연구과제 현황

과 제 명	주 관 기 관
PC 응용의 개방구조형 로봇제어기술 개발	현대중공업(주)
로봇을 이용한 미생물 스크리닝 무인자동화 시스템 개발	인터페이스 엔지니어링(주)
산업용 로봇 및 주변기기 표준화 기술	서울대학교
지하 매설물 검사 및 보수용 이동로봇 시스템 개발	이레테크
지하매설 파이프의 검사 보수용 다기능 이동로봇 개발	한국원자력 기술시험연구소
소형 Pump 디버링 작업용 로봇 기술개발	한국공장자동화 시스템연구조합
지능형 Arc 용접 로봇 개발	고등기술연구원
Modular Manipulator System 개발	영진로보틱스
Robot용 AC Servo Motor 개발	삼성전기(주)
다중 로봇 협조제어시스템 개발	한양대학교
도장용 로봇 개발	(주)두산기계
로봇용 Ball 감속기 개발	한국기계연구원
범용 로봇 Simulator 개발	한국과학기술원
자동차부품 자동조립을 위한 로봇비전 시스템 개발	포항공과대학교

(자료 : 산업자원부, "Technology Roadmap 로봇", 2001)

② 정부지원 정책 사업 종류와 현황

과거 단기간 지원 사업의 형태에서 일본 등의 발달에서 고무 받아 중장기 지원 체계를 확립하고자 하는 시도가 되고 있는데 정부지원 로봇 연구개발은 지난 10여 년간 산업자원부와 과학기술부를 중심으로 하여 이루어져 왔다.

〈표 2-5〉 과학기술부 지원 로봇 연구과제 현황

과 제 명	비 고
지능형 마이크로시스템	21세기 프론티어 연구개발사업 캡슐형 내시경 개발, 마이크로 PDA 개발로 장기 연구사업
서비스 로봇개발 (중점사업)	중점연구 사업으로 진행중
공압 구동식 dexterous 로봇 손 개발	-
CNC 선반용 소형 로딩, 언로딩 로봇트	-
로봇 리스트용 베벨기어 설계 및 제어 기술개발	-
로봇용 Motion Control 기술개발	-
우주작업 로봇 기술개발	-
위험한 작업환경용 원격조정 로봇의 기반기술 개발	-
핵심 로봇 응용 기술개발	-

(자료 : 산업자원부, "Technology Roadmap 로봇", 2001)

〈표 2-6〉 산자부 · 과기부 공동지원 로봇 연구과제 현황

과 제 명	주 관 기 관
Omni-directional AGV	한국생산기술연구원
고정정 로봇기술	삼성전자
Task level language	한양대학교
Master Slave robot system	한국생산기술연구원
Off-line programming 로봇 기술	부산대학교

(자료 : 산업자원부, "Technology Roadmap 로봇", 2001)

산업자원부는 제조업용 로봇, 과학기술부는 기초기술 확보 관련하여 로봇 연구과제 수행하였는데 과학기술부의 중점사업으로 추진 중인 서비스 로봇사업은 5개년도 사업으로 병원내도우미 로봇, Wheel Chair, 현장 용접용 로봇 개발을 추진하고 있다.

그러나 차세대 로봇분야 중 Personal 로봇 분야, 특히 잠재 시장규모가 큰 가정용 서비스로봇에 대한 기술개발 사례나 대규모 지원실적은 거의 없는 실정이다.

나. 산업용 로봇 해외 기술개발 동향

산업용 로봇은 고정밀도로 단순 반복작업을 하는 로봇으로, 대량 생산이 본격화되면서 지난 30년간 급격한 발전을 하였다. 특히 자동차 산업과 반도체 산업의 비약적인 발전은 고정밀도의 산업용 로봇을 바탕으로 이루어졌으며, 산업용 로봇 산업도 더불어 많은 발전을 하였다. 1999년 현재, 전체 동작 65만대, 연평균 8만대 규모로 증가하고 있으며 50억불 규모의 시장이 형성되고 있는데 평균 성장률 5%이고 세계 시장의 50% 이상을 일본이 차지하고 있다.

1990년대에 들어, 세계 경제 성장의 둔화와 제조업 사업부분의 침체로 산업용 로봇 산업의 성장이 둔화되고 있으며, 일부 국가에서는 마이너스의 성장률도 보이고 있다. 일본의 경우, 세계 제1위의 산업용 로봇 생산/사용국으로, 거품 경제의 붕괴와 함께 지난 1997년을 기점으로 점차 가동율이 감소하고 있는 실정이고 미국이나 유럽의 선진국에서도 감소 추세에 있으며 개도국 중심의 저급형 모델과 선진국의 고급형 모델로 양분이 예상된다. 전 세계적으로 살펴보면 향후 10년간은 연평균 6%의 꾸준한 성장을 보일 것으로 기대되지만, 선진국 시장을 중심으로 점차 포화될 것으로 예측되고 있으며, 이에 따라 새로운 분야로의 확장을 모색중인데 주로 개인용 로봇, 서비스 로봇, 지능형 로봇 분야가 될 것이다.

산업용 로봇 시장 중, 일본이 전 세계 로봇 보유대수의 약60%, 미국이 10%, 독일 · 이탈리아 · 프랑스 · 영국이 15%을 점유한 상태이고 일본의 화낙과 야스카와 그리고 미국의 ABB가 전 세계 시장의 30%이상을 석권하고 있으며 전체 가동 로봇 수는 65만대로 추산된다.

① 일본

일본은 1970년대부터 기술개발, 보급, 산업기반육성 등을 전략적으로 추진하였으며 강력한 기반 기술과 요소 기술 지원함으로써 전세계 산업용 로봇의 60% 보유하는 로봇 강국이다. 화낙, 야스가와, ABB 3대 로봇 제작사가 총시장의 30% 이상을 점유하고 있고 가동중인 산업용 로봇수는 65만대로 추정하고 있다.

건설용 로봇의 경우, 건설시공업체인 가시마 건설, 다케나카 등이, 통신선 보수로봇의 경우, NTT가 로봇사업을 전개하고 있으나 시장형성 단계에 있어 경쟁체제가 구축되어 있지 않다.

기존의 산업용 로봇 시장 이외에도 신규시장창출을 위한 선도적인 로봇기술개발에 적극적인 투자가 이루어지고 있는데 통산성주도의 "극한작업로봇" 프로젝트, "인간형로봇" 실용화를 위한 기술개발 등이 진행중이고 애완용 로봇과 축구 로봇을 통한 로봇 마인드 확산되어 소니, 혼다, NEC 등의 대기업을 비롯한 수많은 기업들이 거대시장을 예상하고 Personal 로봇 시장 공략을 개시하였다. 이들이 개발하는 로봇 분야는 완구용 로봇부터 인간형 로봇까지 매우 다양하고 신문 방송 등의 대중 매체에서도 거의 매일 로봇 관련 소식을 보도하고 있는 상태이다.

② 미국

미국은 1997년 이후, 일본주도의 로봇산업에 대응하기 위해 상, 하원에서 로봇 및 지능기계 발전조치의 입법화를 추진 중에 있다.

로봇 및 지능기계협력위원회 (RIMCC)에서 지능기계 컨소시엄을 조직하여 산업계 및 연방 정부가 5년간 1억불의 기술개발자금을 지원할 계획이다. RIMCC는 연구소와 대학이 네트워크화 하여 로봇이 사회에 제공할 이익에 대한 비전 등을 연구하여 500개 업체, 대학과 연구소가 유기적으로 네트워크로 구축되어 있다. 건설, 농업, 광산, 건강보조 등의 기존시장과 가사, 방법, 교통 등 신규시장에서 로봇 관련 연구를 증진시키고 있다.

로봇산업에서 미국은 인간대역 뿐만 아니라 영화촬영용 동물로봇, 가사보조용 로봇에서 우주탐사용 로봇에 이르기까지 다양하게 산학연이 특성화된 영역에서 기술개발을 추진하고 있다. 연구소 및 대학을 중심으로 특수용도의 핵심기술을 개발하고 개발된 핵심기술 중 시장 수요가 있는 기술은 기업체로 이전하여 상품화하고 있다. 기업체는 핵심기술을 이어 받아 노약자, 간호보조용, 청소용 혹은 보안용 로봇 등 생활에 도움을 줄 수 있는 로봇을 상품화하여 판매하고 있다.

Carnegie Mellon, MIT 등 대학을 중심으로 산업용 로봇뿐 아니라 노인복지 박물관 안내 및 오락용 로봇이 개발되고 있다.

다. 지능형 로봇 기술 동향

로봇 기술은 복합적으로 여러 분야의 기술이 요구되며, 특히 부품, 소재산업 등의 기반 기술이 절실히 요구된다. 차세대 로봇은 산업용 로봇보다 소프트웨어 분야의 기술이 더욱 중요하게 부각되는 분야로, 하드웨어 기술이 절대적인 분야를 차지하는 산업용 로봇 분야에 비해 기술적 우위를 점할 수 있는 분야이다.

차세대 로봇의 핵심 기술은 운동기술, 감각기술, 제어기술, 응용기술, 정밀 메커니즘 부분으로 나누어 생각할 수 있다.

운동기술 분야에 있어서 바퀴형 이동 기술은 조기에 실용화될 것으로 여겨지나 인간형 움직임은 기술적 난이도가 매우 높고, 하드웨어 관련된 의존성이 크기 때문에, 개발 시기가 늦어질 것으로 판단된다. 감각기술 분야에 있어서 거리 인식 분야의 실용시기는 상대적으로 빠르게 발전할 것으로 예상되는데 이는 세계적으로 연구 기반조성이 잘 되어 있으며, 여러 연구 분야가 컴퓨터 및 소프트웨어 기술의 의존도가 높아 기술의 공유성이 용이하기 때문이다. 촉각, 기타센서, 감각통합 및 융합기술 등은 하드웨어 분야와의 관련성 때문에 개발 난이도가 매우 높은 점이 장애가 되고 있다. 제어기술 분야에 있어서는 실용화가 비교적 조기에 달성될 것으로 예측되고 있는데 이는 산업용 로봇 기술을 바탕으로 꾸준히 기술이 축적되었기 때문이다. 응용기술의 발전은 매우 빠를 것으로 예상되는데 로봇 플랫폼 자체의 개발 유무와 상관없이, 응용하고자 하는 분야의 필요성에 의해, 기술 개발이 이루어질 것으로 판단된다. 정밀 메커니즘 분야는 타 분야보다 상대적으로 늦어질 것으로 예상하고 있는데 이는 기술적인 난이도가 상대적으로 높기 때문으로 분석하고 있다. 감각 및 인식분야나 제어 및 응용 분야에 비하여 부품 및 소재기술 등의 영향을 많이 받고 신소재, 신구조, 신동력원 등 기반기술의 발전속도에 의존하는 경향이 크기 때문이다.

IMF이후 산업용 로봇 업계에서는 산업환경 변화에 따른 수요량 저하에 대응하기 위하여 기능과 성능을 개선하려는 노력을 하는 중이나 기반 기술의 부재와 핵심 요소 기술의 부재로 그 한계성을 보이고 있는 형편이다. 정밀 메커니즘과 감각 기술에서는 비교적 열세를 보이고 있다. 몇몇의 대학과 연구소 등을 중심으로 차세대 로봇 관련 제어기술과 응용 기술면에서는 강점을 지니고 있으나 전체적으로 상품화 기술에 대한 보다 더 큰 노력이 필요하다.

선진국 등을 비롯하여 시작단계에 있으므로 뛰어난 첨단 기술력이 필요한 Field 로봇 분야보다 현재 개발되어 있는 기술만으로도 개발이 가능한 Personal 로봇 분야의 시장이 먼저 형성될 것이다. 우리나라는 IT 관련 기업들이 활발한 활동을 하고 있으므로 활성화된 벤처 붐으로 요소 기술을 빠르게 개발할 수 있는 다수의 벤처기업을 보유한다면 제조업의 대량 생산 기술력 바탕으로 스피디한 로봇 기술 개발이 가능할 것이다.

(1) 지능형 로봇 기술의 개요

로봇은 전기, 전자, 기계, 자동화, 전산 등의 복합기술이 총 망라된 첨단기술의 산물이지만 특히 지능형 로봇은 인공지능과 신경회로망, 퍼지이론, 음성과 화상인식기술, 마이크로프로세서와 모터의 제어, 센서 사용 등 다양한 기술이 접목되는 첨단 기술체이며 인간이 로봇에게 명령을 내리거나 로봇으로부터 인간이 정보를 전달받기 위하여 명령을 전달하기 위한 각종 입력기구와 로봇을 연결하고, 로봇이 작업하는 환경의 여러 가지 정보(시각, 촉각, 역각, 위치감, 청각 등)를 인간에게 전달시키게 된다.

로봇에 명령을 전달하는 방법은 인간이 직접적으로 햅틱(haptic) 도구를 구동하는 방법이 현재 가장 많이 사용되고 있는데 master arm, hand master, hand controller 등이 있다. 향후에는 보다 진보된 방법으로 로봇이 인간의 의도, 이를테면 자세, 표정, 감정 대화 등을 스스로 인식하여 이 정보에 따라 인간의 의도대로 명령을 수행할 수 있는 감성 명령 기술이 개발 될 것이다.

로봇이 작업하는 외부환경의 정보를 인간에게 전달하는 방법으로 현재 가장 널리 사용되고 있는 방법은 각종 센서(시각, 역각, 촉각, 위치감, 청각 등)를 이용한 feedback 방법이 있으며 이중 시각의 전시기술 즉, 3차원 입체 영상, 3차원 그래픽 시뮬레이션 시스템, 가상현실 시스템 등이 가장 중요한 기능이다. 향후에는 보다 지능화된 방법으로 인간이 보다 쉽게 정보를 습득할 수 있는 로봇의 감성재현(인간모사, 표현) 기술이 등장할 것으로 예상된다.

(2) 기술개발 동향

① Man-Machine (MMS) 분야

전반적으로 현재의 휴먼-로봇 인터페이스 기술은 15~20년 전의 PC-주변기기 기술 수준 정도이며 최근에 VR 및 Haptic 기술이 급속히 발전하고 있으며 이의 응용 분야도 모든 로봇 응용 분야로 확대되고 있어, 창의적인 휴먼-로봇 인터페이스 기술의 초석으로 활용되고 있다. 따라서 로봇 비전문가가 복잡한 로봇을 쉽게 사용할 수 있게 하는 기술이 개발되어야 하며, 이를 위해서는 보다 진보된 인터페이스 기술 및 VR기술 개발이 필요하다. 현재까지 MMS 분야의 국내기술 수준은 시장 수요 부족으로 일본, 미국 등에 비하여 현저히 낙후되어 있었으나, 최근 들어와 서비스 로봇에의 관심이 확대되어, 국내의 많은 연구기관들이 착수하고 있다.

A. 햅틱(Haptic) 장치

햅틱장치는 핸드 마스터, 핸드 컨트롤러 형태의 햅틱장치와 마스터암으로 구분되며, 세계적으로 많은 연구가 수행되고 있으나 주로 힘반영 기능 구현에 관한 연구이며 국내에서는 연구 개발 초기 단계이다.

힘반영 마스터암은 원격조작기의 주 조작기용으로 개발되었으나, 최근 그 적용범위가 확대되어 군용, 자동차용, 항공산업용 등에서의 모의시험 장치를 조종하는 훈련기구로도 사용되고 있다. 상용화된 장치로는 미국 JPL의 핸드 컨트롤러, 미국 Cybernet 시스템의 PER-Forcer 핸드 컨트롤러와 일본 Mitsui사의 FF Joyarm 등이 있다.

핸드마스터는 손에 착용하여 손가락의 위치정보를 컴퓨터에 입력하고, 형상감과 부피감을 출력할 수 있는 햅틱장치로서 힘 피드백이 가능하다. 일본 동경대학에서는 각 손가락마다 4개의 자유도를 표현하여 총 20개 자유도를 구현할 수 있도록 설계된 Sensor Glove II 라는 핸드 마스터를 개발하였다.

핸드 컨트롤러는 손과 팔을 통해 역감을 유발하는 장치로서, 이는 현재 보급된 PC 마우스를 대체할 탁상형 입력장치로 부각되고 있다. 링크 끝에 달린 골무 형태의 말단부를 손가락에 끼우고 움직임으로써, 3자유도의 공간상의 위치 및 힘 정보를 제공하는 컨트롤러, DD모터를 사용하여 힘 반영 기능을 수행하는 컨트롤러도 개발되었다. 이 외에 독창적인 아이디어로 다양한 형태의 기구부를 설계하고, 폴리머, 압전소자, 형상기억합금 등의 다양한 액추에이터를 적용한 다양한 핸드 컨트롤러 형태의 햅틱 장치들이 개발되고 있다.

로봇은 힘뿐만 아니라 촉각, 탄력, 온도, 소리 등의 다양한 작업정보를 작업자에게 전달하여야 하는데 이와 같은 정보를 감지하는 개별소자는 상당부분 개발되어 왔으나 이를 조작자에게 반영시켜줄 수 있는 입력기구에 관한 연구는 드물다.

B. 외부환경전시

인간이 작업하는데 필요한 정보의 90%이상이 시각에 의존하고 있는데 지능형 로봇에서는 주로 CCTV에 의한 2,3차원 시각 기술이 개발되어 있으나, 보다 생생한 환경의 3차원 전시를 위하여 Holograph, VR 등의 연구가 활발히 진행되고 있다.

C. 감성(생체) 인식/재현

현재의 산업용 로봇은 명령어에 따라 구동되는 방식이나 차세대 지능형 로봇은 인간과 쉽게 통합되기 위해서 인간의 지령을 스스로 이해하고 또한 작업상황을 인간과 같은 얼굴 표정, 대화 등으로 작업자에게 전달하여야 한다. 이 기술은 최근 개발되기 시작한 애완용 로봇에 적용되기 시작하였으나 아직 미흡하여 많은 연구가 필요하다. 생체인식은 생리학적 또는 행동상의 특징을 기반으로 신원을 자동으로 인식하는 것으로 현재 지문, 홍채, 망막 스캐닝, 음성, 얼굴 모양 및 손 모양 등 다양한 형태의 생체 측정 시스템이 실시간 인식에 이용되고 있다.

② 프로그래밍 분야

최근 마이크로프로세서와 센서기술의 발달로 휴먼-로봇 인터페이스가 용이해지고 있으며 이를 위한 소프트웨어 표준화가 수행되고 있다. 또한 로봇용 운영체제, 유틸리티 프로그램, 로봇언어 그리고 다양한 응용 프로그램이 개발되고 있어 점차 Man-Machine 인터페이스가 용이해져서 로봇의 지능화, 고성능화에 일조하고 있다. 상용화된 로봇 구동 소프트웨어는 다양한 입력장치를 프로그램 할 수 있도록 고안되어 왔고 프로그램을 즉시 모사실험을 하거나 출력장치를 통해 재현시킬 수 있는 단계까지 도달하였으나, 보다 쉽고 인간 친화적인 언어에 의한 소프트웨어의 개발이 요구된다.

로봇과 외부환경과의 인터페이스를 역학적으로 모델링 할 수 있는 기초적인 VR기술이 개발되고 있으나 아직까지는 환경 전시의 부정확성, 사용의 불편함 등 많은 문제점을 갖고 있어, 인간 친화적인 감성인식 및 감성 재현 분야에서의 VR기술이 개발되어야 할 것이다. 특히, 최근 IT의 급속한 발달에 힘입어 인터넷 기반의 가상 인터페이스 기술이 급속도로 발전하고 있으며 이 기술은 무선통신 기반의 원격 제어 즉, 웹기반 제어, 블루투스, 무선인터넷 등 분야에서 많이 사용된다.

이와 같이 다양한 분야에서의 지능형 로봇용 소프트웨어가 개발되고 있으나, OS 표준화 체계의 미흡, 폐쇄적인 제어 구조 등으로 이의 활용 정도가 높지 않고 기술간 공유도 이루어지고 있지 않는 실정이다.

따라서, 미래 로봇의 기본적인 소프트웨어는 모듈화된 개방형 구조로 개발되어 용도 및 필요성에 따라 사용자가 응용 프로그램을 만들 수 있도록 하며, PC와 같이 여러 사람이 동시에 응용 프로그램을 만들 수 있도록 통일된 OS와 개방형 통신 구조를 가져야 한다.

③ 세부 기술 개발 동향

미국은 감성 인터페이스, 지능화 소프트웨어 등과 같은 프로그램 분야에서 앞서고 일본은 MMS의 하드웨어적 측면에서 앞서고 있다. 일본 미국등 선진국에서는 의료 및 애완 로봇과 같은 서비스 로봇을 위한 인터페이스 기술이 상용화 단계에 이르렀다.

A. Personal 로봇

개인 및 가정을 대상으로 하기 때문에, 로봇 분야 중 가장 큰 시장을 갖고 있으며 타 분야의 로봇에 비해 비교적 기술적 난이도가 높지 않아 가장 먼저 시장이 형성될 분야이다.

하드웨어 기술보다는 소프트웨어 기술이 이 분야에서 중요한 위치를 차지할 것이며, 특히 어떤 application에 적용할 것인가 하는 idea와 contents가 핵심 요인이 될 것인데 판매 대상이 개인과 가정이기 때문에, 다양한 형태의 제품이 필요한 다품종 소량 생산 체제가 될 것이다. 이런 측면에서, 대기업보다는 유연하고 빨리 대응할 수 있는 중소기업 및 벤처기업에 적합하고, 가정을 대상으로 하며 다품종 형태를 갖는 가정용 전자 제품 산업 성격과 많은 부품과 요소 기술을 필요로 하는 자동차 산업 성격의 양면을 다 갖는 산업 형태가 될 것으로 판단된다.

B. Service 로봇

생활에 꼭 필요하지만, 개인이 직접 구입하기에는 비싼 형태의 로봇으로 복지 사회 측면에서 국가나 지자체 등에서 반드시 구입해야 되는 로봇으로, 그 시장은 Personal 로봇 시장에 비해 작을 것으로 판단된다. 의료용 로봇이나 건강 보조 로봇, 환자 보호 로봇 등이 이 분야 로봇의 주종으로, 고령화 사회로 감에 따라, 이 분야 로봇의 중요도는 계속 증가할 것이며, 그 수요 또한 지속적일 것으로 판단된다. 일본, 미국, 유럽 등의 선진국에서는 이 분야 로봇의 필요성이 가장 많기 때문에, Service 로봇 시장이 가장 먼저 형성될 것으로 예상했으나 기술적 난이도가 비교적 높고, 특히 신뢰성 기술이 매우 크게 요구되기 때문에, 아직 필요에 부합할만한 로봇 제품이 개발되지 못하고 있어, 시장형성이 안되고 있다.

이 분야 로봇의 판매 대상은 개인이 아니고 단체이기 때문에, 소품종 대량 생산 형태의 산업이 될 것이고 소프트웨어 기술은 물론, 이를 뒷받침하는 하드웨어 기술력이 Personal 로봇 분야에 비해 크게 요구되므로 대기업에 적합한 분야이다, 그런데 시장매력도가 크지 않고, 필요한 기술력은 매우 크기 때문에, 기업들로부터 인기가 없는 분야이지만, 이 분야로부터 얻어지는 기술은 곧 Personal 로봇 분야로 이전될 수 있기 때문에, 향후 Personal 로봇 분야에서 경쟁력을 얻기 위해서는 Service 로봇 분야의 기술 개발에 소홀히 하면 안될 것이다.

C. Field 로봇

항공 우주, 건설, 농업 등의 특수 분야에서 사용되는 로봇으로, 그 특성상 특수한 분야의 제한적인 시장을 갖는다. 타 분야에 비해 가장 첨단 기술력이 필요하며 강한 하드웨어 기술력이 필요한 분야이며, 타 산업에 대한 파급 효과가 가장 크게 나타날 수 있는 분야일 것으로 판단된다. 시장의 크기가 Personal/Service 로봇에 비해 매우 작고, 그에 비해 매우 높은 기술력이 필요하기 때문에, 기업의 참여가 거의 없을 것으로 예상되므로 이 분야의 경쟁력 확보를 위해서는 정부의 지원이 필요하다.

(3) 국내 지능형 로봇 기술 동향

① Man-Machine System 분야

MMS 분야 즉 master arm, 입력기구, 외부환경 전시, 감성명령 및 감성재현 기술분야에서 선진국에서는 응용단계나 상용화 단계에 있는 반면 국내에서는 연구 개발 초기단계에 있다.

주로 햅틱 장치가 주종을 이루며 최근에 감성 인식 및 재현 연구가 소규모로 착수되었으며 특히 소니의 AIBO 출시 후 산학연에서 관심을 가지고 있는데 한국 원자력연구소의 범용형 6자유도 힘반영 마스터, KAIST의 힘반영 5각 관절 병렬 구조의 6자유도 힘반영 마스터 및 고려대학교의 6자유도 힘 반영 마스터(KU-MA2 모델) 등이 개발되어 있으며, KIST에서도 힘반영 기능을 가진 인간 장착형 로봇 마스터 팔의 연구를 수행 중이다.

② 프로그래밍 분야

산업용 로봇에 상용되는 기초적인 인터페이스 및 프로그램 기술은 상용화되어 상당한 수준에 올라 있으나 지능형 인터페이스나 감성 인터페이스를 처리하는 기술은 선진국에 비하여 뒤쳐지는 편이다. 그러나 국내의 고급 IT 인력을 활용하고 인터넷, 무선통신 등의 정보통신 기술을 접목한 원격제어 기술에 연구 역량을 지붕하고 있으며 로봇 언어 분야에서도 human-like 언어의 개발에 연구 역량을 집중하고 있다.

주로 국책 연구소를 중심으로 프로그래밍 분야가 연구되고 있는데 KIST에서 task 응용 알고리즘 및 조정기구 구동 알고리즘을 개발하고 있으며 원자력연구소에서는 원격조작 프로그래밍을, 생산기술연구소에서는 건설분야용 필드 인터페이스 분야를 연구 중이다. 민간 기업으로는 다진 시스템에서 16개 관절의 2족 보행 로봇 보행 알고리즘을 개발 중이고 한울로보틱스에서는 USB 통신을 이용한 제어프로그램을 개발 중이다.

라. 로봇 기술의 미래

새로운 로봇의 시장은 20년 내에 자동차시장규모와 맞먹는 규모로 발전할 것이라는 예측이 있다. 이만큼 로봇의 시장은 발전할 수 있다는 긍정적인 예측이다. 매우 희망적 예측이지만 자동차의 반이 되더라도 그것은 매우 큰 시장이고 또 로봇의 역할 (생산기술)을 고려한다면 국가적으로 준비하지 않으면 21C에 희망이 없다는 결론이 내려진다. 그래서 선진국은 로봇에 대한 준비를 매우 열심히 하고 있다.

향후 로봇 산업의 중요성과 그 시장 성장 요인을 살펴보기 위해서, 21세기 생활에서의 로봇의 역할을 조명할 필요가 있다. 로봇 기술은 여러 분야의 기술이 복합적으로 요구되는 학제적 분야이며, 로봇 산업은 여러 분야의 산업에 파급 효과가 큰 업제적 분야이다. 따라서, 과거 산업용 로봇 중심으로 성장해 온 틈새 시장에서 벗어나, 앞으로는 제품 기술로 다양한 현장에서 그 모습을 나타낼 것이다.

로봇이 수행하게 될 가장 핵심적인 역할중의 하나는 로봇에 의하여 가사 노동의 대체될 수 있다는 것이다. 즉, 설거지, 청소, 빨래 등의 기본적인 가사 노동은 물론 가전기기의 제어 및 인터넷, 전화기 접속 등의 홈 네트워킹의 중심의 역할을 수행함으로써 인간은 가사 노동으로부터 해방되고 이에 따른 여가 시간의 확대는 새로운 문화적 변화를 수반할 것이다. 3D 업종 등과 같은 힘든 노동으로부터의 해방되어 노동 시간이 감축되고 여가 시간이 확대되어 삶의 질이 향상될 것이다.

로봇이 각종 정보 전달의 단말기 역할을 수행함으로써, 핸드폰이나 인터넷 단말기 등은 급속히 로봇으로 대체되고 IT기술과 연계된 로봇이 정보의 전달을 하게됨은 물론, 물리적 작용까지 전달함으로써, 로봇은 정보 서비스의 핵심 중재자 역할을 하게 되고 인간은 공간적인 제한을 극복하게 될 것이다.

BT 기술의 발전에 따른 인간 수명의 연장에 따라 점차 고령화 사회로 발전하면서 간호 로봇에 의하여 노약자 및 환자를 보호하고 간호할 뿐 아니라 건강 보조 역할까지 하게 될 것이다.

여가 시간의 확대와 경제적 풍요함 속에 인간 고립화가 심화되면, 이에 따른 새로운 형태의 여가 문화 필요하다. 이에 따라 로봇은 오락 등의 엔터테인먼트 기능을 갖게 되는데 친밀감을 주고, 감정을 갖는 애완동물 로봇이나 게임 로봇 등의 출현이 예상된다.

차세대 로봇의 궁극적인 목표로 비서 및 동반자 역할을 할 것으로 예상된다. 인간이 생활하는 어느 곳에서나 같이 공존하며, 인간과 대등한 수준의 감정과 지능을 가지고 인간의 역할을 보조할 수 있는 로봇의 출현이 예상된다.

제 3 장: 산업용로봇 기술 · 특허정보 분석

본 장에서는 산업용로봇 기술에 관련된 기술문헌 및 특허정보 분석을 통해 연구개발 현황 및 기술의 발전 추이를 분석하고자 한다.

1. 문헌정보분석 및 기술개발 동향

가. 정보분석 대상 DB

① COMP

공학 · 기술분야의 대표적인 데이터베이스인 COMPENDEX는 공학 분야의 국제적인 출판사인 Engineering Information, Inc의 The Engineering Index Monthly(Ei)지를 컴퓨터 가독형으로 만들어 데이터베이스화한 것이다.

COMPENDEX의 가장 큰 특징은 현재 세계 각국에서 만들고 있는 4,000여종의 온라인 데이터베이스 중에서 공학전반에 관하여 수록한 몇 종 안되는 DB중의 가장 대표적인 DB라 할 수 있는데, 특히 건설공학, 기계공학, 재료, 플랜트 등에 관련된 정보는 타 DB보다 광범위하고 많은 양의 데이터를 수록하고 있으며 특정주제와 관련하여 폭넓게 각 분야에 대해 정보를 검색할 수 있는 장점이다.

<수록분야>

COMPENDEX는 전세계에서 발표되는 공학분야의 자료중 기술적으로 중요한 자료를 수록하며 주요분야는 <표 3-1>과 같다.

<정보원>

- 세계 약 40여개국에서 수집된 자료이고 26개의 언어로 기록되고 있다. COMPENDEX DB 수록정보의 70%는 영어로 구성되어 있고, 정보원의 50%는 미국 이외의 국가에서 출판된 자료이다.

<표 3-1> COMPENDEX 수록분야

토목공학	환경공학	지질공학	생물공학
광산 · 금속공학	석유공학	화학공학	전기 · 전자공학
농업공학	기계공학	제어공학	산업공학
핵기술	우주공학	열역학	컴퓨터 · 데이터처리
해양학	음향기술	철도	광학
통신공학	응용수학	응용물리	법과 규제조치
건설경영	식품기술	소비자행동	

<문헌형태>

- 잡지(Journal) : 53%
- 학회출판물 및 보고서(Conference Proceeding or Article) : 35%
- 단행본(Monograph Chapters, Book) : 6%
- 보고서(Report) : 5%
- 기 타 : 1%

<정보 규모>

- 수록기간 : 1970~현재
- 갱신주기 및 건수 : 약 8,000건 /월
- DB제작기관 : 미국 Engineering Information Inc.

② BIST

과학기술문헌데이터베이스(BIST)는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 국내외에서 발간되는 과학기술분야 정기간행물에 수록된 기사를 정보가치와 시사성을 기준으로 기사를 엄선하고 이들을 한글로 번역한 다음, 분류와 색인 등의 가공과정을 거쳐 데이터베이스를 제작하고 있다. 이것은 KISTI가 30여년간 발간해 오던 책자형태의 과학기술문헌속보를 발전시킨 것으로, 1992년 5월부터 DB화하여 KISTI를 통해 서비스하고 있다.

<수록분야>

- 건설, 환경
- 생물학, 약학, 식품
- 화학, 화학공업
- 전기, 전자
- 기계공업
- 금속, 자원, 에너지

<정보원>

국내외에서 발행되는 산업과학기술분야의 정기간행물에 수록된 기사

<정보 규모>

- 수록기간 : 1991 ~ 현재
- 수록건수 : 100만건
- 갱신주기 : 월 1회
- DB제작기관 : 한국과학기술정보연구원

나. 분석범위 및 방법

본 문헌분석에서는 BIST DB의 산업용 로봇기술에 대한 정보량이 얼마되지 않아 분석대상 DB의 검색의 범위를 COMP DB로 한정하고, COMP DB 검색은 1972년부터 2002.3월까지로 하였다.

산업용 로봇기술관련 정보는 1960년대부터 나오고 있기 때문에 워낙 연도범위 대상이 넓고 광범위하여 1970년대부터 분석을 하되, 저자, 저널, 국가별 분석은 1980년대 이후를 대상으로 하였다.

다. 산업용로봇 문헌정보 분석

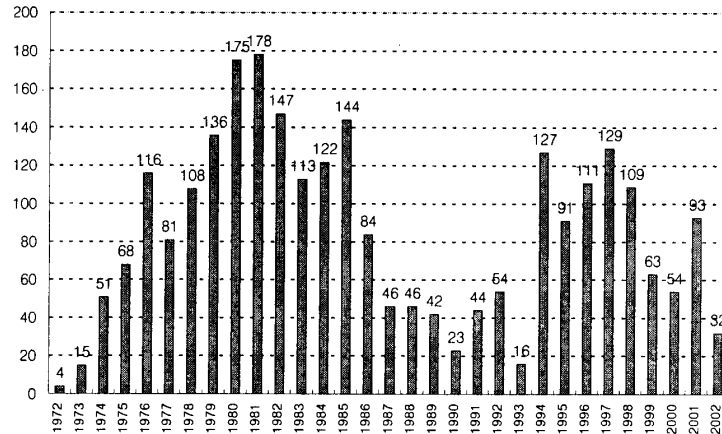
(1) 연도별 문헌정보 발표 동향

<그림 3-1>에 COMP DB에서 검색된 관련 문헌의 연도별 수록건수를 나타낸 것이다. 여기에서 2001년 이후의 데이터는 아직 등록되지 않는 자료들이 많이 있기 때문에 큰 영향이 없음을 미리 밝혀둔다.

등록 자료 건수별로 살펴보면 1972년 4건에 불과하던 관련 자료는 이후 급속히 증가하기 시작하여, 1976년 116건으로 증가하였다. 꾸준한 증가추세를 나타내던 등록자료는 1980년 175건, 1981년 178건으로 정점에 도달한 뒤, 서서히 감소하여 1993년 16건까지 감소하였다.

1993년 이후 감소하던 산업용로봇 관련 자료들은 다시 증가세로 돌아서 1997년 129건으로 다시 부흥기를 맞이하였다. 이는 1990년 초에 발생하였던 한계 기술이 대체기술 기술로 해결된 것에 기인한 것으로 판단된다.

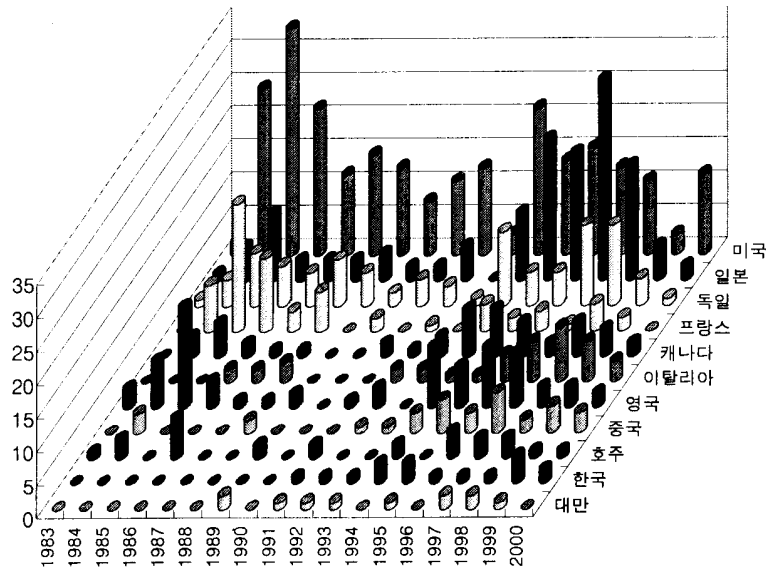
<그림 3-1> 연도별 문헌수 추이 동향(산업용로봇/COMP)



(2) 연도별 국가 문헌건수

<그림 3-2>는 저널에 등재된 년도-국가별 문헌정보 동향을 나타낸 그림이다. 산업용로봇 기술 분야에서 연구가 가장 활발하게 일어나고 있는 나라는 미국이다. 미국은 이 분야에서 조사된 2,600여건의 정보 중에서 약 10%정도의 연구논문을 발표하고 있다.

<그림 3-2> 년도별-국가별 문헌동향(산업용로봇/COMP)



미국에 이어 이 분야에서 연구가 활발하게 진행되고 있는 나라는 일본으로서 이들 두 나라가 산업용로봇 분야에서 세계를 선도하고 있음을 확인할 수 있다. 세 번째로는 독일이며, 프랑스, 캐나다, 이탈리아, 영국 등이 그 뒤를 차지하고 있다. 우리나라는 영국, 중국, 호주에 이은 10번째 나라로 논문 수록 건수에 있어서는 미국, 일본과 1/10에 지나지 않고 있다.

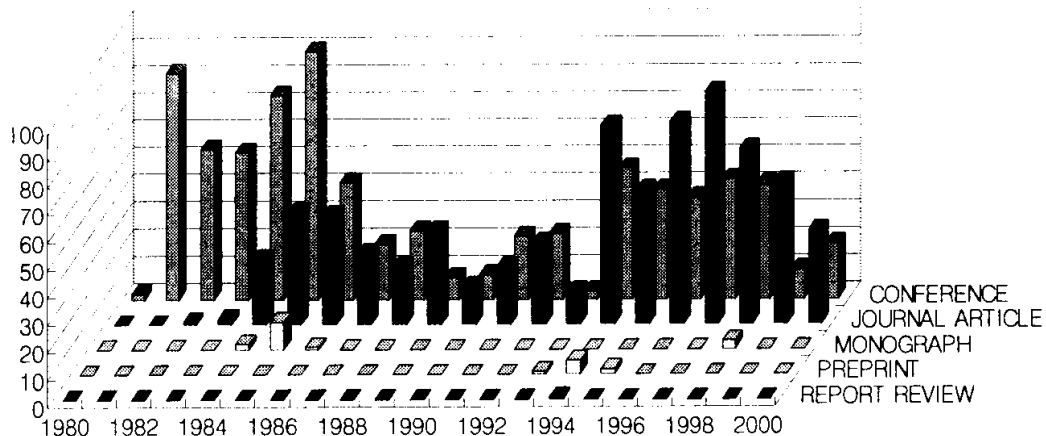
(3) 발간형태별 문헌정보 동향

<그림 3-3>은 년도별 문헌형태 비율을 나타낸 것이다. 이 분석은 연구과제의 성숙도 등을 나타내는 그림으로 문헌형태에 따라 해당기술의 현 수준을 판단해 볼 수 있다. 그림에서도 알 수 있듯이 대부분의 자료들이 저널형태 혹은 conference 형태로 발표되고 있다.

순수논문의 성격을 갖고 있는 conference 자료가 많은 경우, 해당기술의 수준은 연구실 단계로 볼 수 있으며, 리뷰기사의 저널 자료가 많은 경우는 기술수준이 보편화되고 있다는 것을 짐작할 수 있다.

산업용로봇기술에 대한 문헌형태 비율은 초기 conference 자료가 월등히 많이 발표되다가 1990년 중반이후부터 저널 자료들이 conference 자료보다 많아졌음을 알 수 있다. 이는 산업용 로봇기술이 이미 보편화되었음을 나타나 주는 부분이다.

<그림 3-3> 년도별 문헌형태 동향(산업용로봇/COMP)

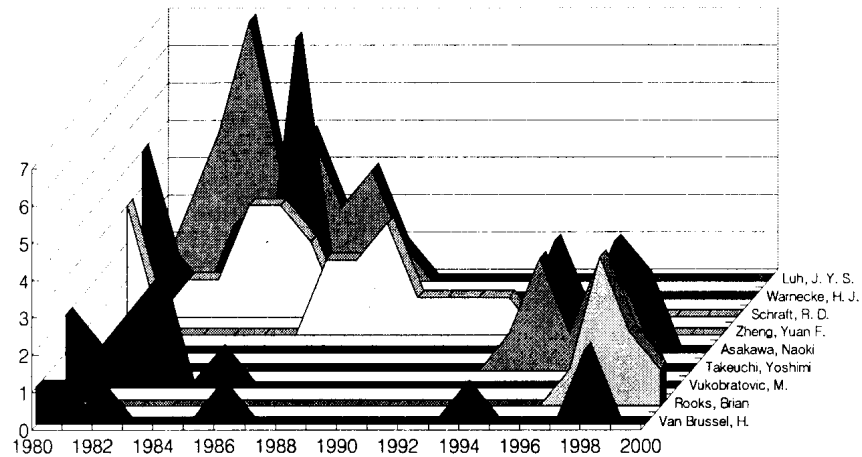


(4) 년도-저자 문헌정보 동향

<그림 3-4>은 년도-저자별 문헌정보 동향을 나타낸 것이다. 미국 Clemson 대학의 Luh,J.Y.은 산업용 로봇의 운동제어와 관련한 논문을 비롯하여 로봇제어 분야에 26편의 논문을 발표하였다. Luh는 주로 1982년부터 1988년까지 논문을 발표하였다. 독일 Fraunhofer 연구소에 소속된 Warnecke,H.J. 역시 1980년대 초반에서 중후반까지 산업용 로봇분야를 연구한 사람으로 주로 로봇을 생산공학에 입각하여 유연제조시스템(FMS) 등을 연구하였다.

최근 이 분야에 대한 연구를 활발하게 하고 있는 도쿄대의 Asakawa, Naoki는 산업용 로봇을 이용, 자동채퍼링(automatic chamfering)에 대한 연구를 수행하였다. Rootks Brian은 로봇을 이용한 자동화 연구를 최근에 수행하고 있는 연구자이다.

<그림 3-4> 년도-저자 문헌정보 동향(산업용로봇/COMP)

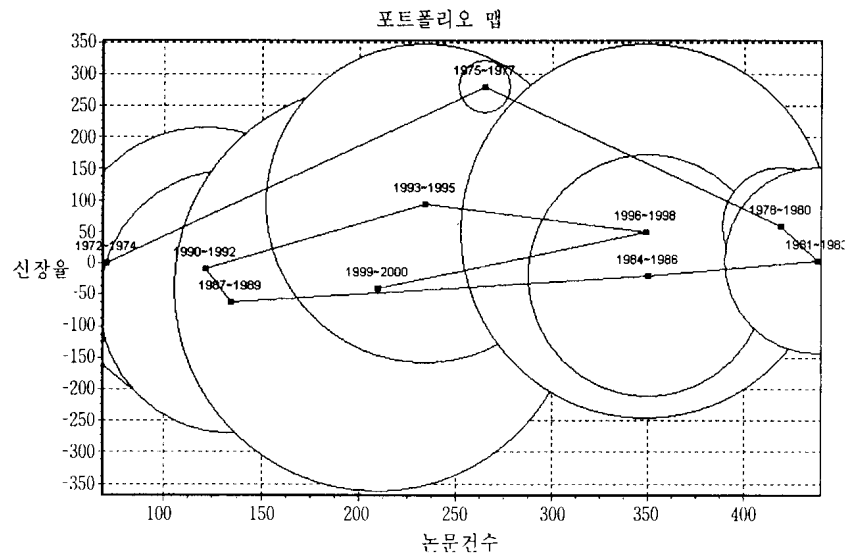


(5) 포트폴리오 맵 분석

<그림 3-5>은 산업용 로봇에 대한 포트폴리오 맵을 나타낸 것이다. 이 분석은 연구과제의 성숙도 등을 나타내는 그림으로 문헌형태에 따라 해당기술의 현 수준을 판단해 볼 수 있다. 본래 포트폴리오맵은 일정투자에 따른 최대 수익을 얻기 위한 수익성분석의 경제용어나 여기서는 이것을 정보분석에 활용하였다. 횡축인 x축은 수년간(3개년)의 논문건수를 나타내고, 종축인 y축은 논문을 신장율을 나타낸다.

즉, $(\text{당해년도 논문건수} - \text{전년도 논문건수}) / \text{전년도 논문건수} * 100$ 을 나타내고, 누적논문건수를 원의 형태로 크기에 따라 표시하였다.

<그림 3-5> 포트폴리오 맵(산업용로봇/COMP)



이렇게 하면 좌우측 변수에 따라 해당기술의 라이프사이클에 대하여 어떠한지와 현재 그 기술의 발전형태는 어떤 상태인지가 가능하게 된다. 이것을 어떤 기술에 대해 한 사이클로 표현하면, 탐색기 → 성장기 → 발전기 → 성숙기 → 쇠퇴기 등으로 나타낼 수 있다. 이 사이클을 특징별로 설명하면, 탐색기(신기술의 탄생)에서 논문의 발생건수가 적고 신장율이 낮으며, 성장기(신기술성장기)는 논문의 발생건수와 신장율 또한 증가하고, 발전기는 논문의 발생건수는 많지만 신장율은 둔화되고, 성숙기는 논문발생건수는 많지만 신장율은 저하되고, 쇠퇴기에서는 논문의 발생건수와 신장율이 감소한다.

산업용로봇에 대한 포트폴리오맵에 대한 분석 결과는 그림에서도 알 수 있듯이 2사이클이 진행되었으며, 현재상태는 2사이클의 마지막 단계, 즉 기술의 쇠퇴단계가 진행중에 있다.

2. 산업용로봇 특허정보분석 및 기술개발 동향

본 절에서는 산업용로봇에 관해 조사된 특허정보를 중심으로 특허 맵핑(Patent Mapping)을 통해 과거의 기술흐름 추이와 최근 기술동향, 출원인 분석을 통한 기술 우위현황, 기술 주요 분포 등을 국가 및 기술분야별로 세분화, 체계화하여 다각적으로 분석함으로써 도식화된 그래프를 이용하여 특허의 동향을 분석하고 이를 통해 산업용 로봇기술의 기술개발 동향을 파악하는데 주안점을 두었다.

가. 정보분석 대상 DB

특허자료의 정보분석을 위한 DB로는 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 제공하고 있는 USPA, KUPA를 선택하였다. KISTI에서 제공하고 있는 특허정보의 일반 사항은 다음과 같다.

① KUPA

한국과학기술정보연구원(KISTI)는 특허청과 긴밀한 협조하에 산업재산권정보 전량을 데이터베이스화하여 일반이용자에게 서비스하고 있다. 산업재산권 데이터베이스 제작은 1986년부터 시작되었으며, 그 당시에는 한국공고특허 (이후에 한국등록특허라고 함) 데이터베이스가 처음으로 제작되었다.

대외적으로 서비스를 개시한 이후로 자료의 축적량과 범위를 연차적으로 확대하고 있으며, 한국공개특허 KUPA(Korean Unexamined Patent)는 현재 3회/월 단위로 갱신되어 서비스하고 있다.

② JEPA

일본 특허청으로부터 데이터를 제공받아 1976년부터 공개된 특허를 중심으로 서지사항, 초록을 수록하고 있다. 특히 각 국가의 특허번호와 출원번호를 표준화 및 통일화시켜 국가코드와 번호만 입력하면 손쉽게 검색할 수 있도록 하였다. 한국과학기술정보연구원(KISTI)는 현재 JEPA 특허를 WEB으로 서비스하고 있다.

<수록기간>

1976 ~ 현재

<정보원>

일본 특허청 (www.jpo-miti.go.jp)

<정보 수록량 및 갱신주기>

500만건(1976-현재)이상의 자료가 수록되어 있으며, 매월 신규특허가 갱신된다.

③ USPA

미국 특허청으로부터 데이터를 제공받아 1976년부터 공고된 특허를 중심으로 서지사항, 초록, 청구범위를 수록하고 있다. 특히 각 국가의 특허번호와 출원번호를 표준화, 통일화시켜 국가코드와 번호만 입력하면 손쉽게 검색할 수 있도록 구성되었다.

<수록기간>

1976 ~ 현재

<정보원>

미국 특허청 (www.uspto.gov)

<정보 규모>

222만건(1976-현재)이상의 자료가 수록되어 있으며, 매주 신규특허가 갱신된다.

④ EUPA

유럽 특허청과 국제특허청으로부터 들어오는 데이터를 가공 구축한 데이터베이스로 1976년부터 공개된 특허를 중심으로 서지사항, 초록을 수록하고 있다. 특히 각 국가의 특허번호와 출원번호를 표준화 및 통일화시켜 국가코드와 번호만 입력하면 손쉽게 검색할 수 있도록 하였다. EUPA는 현재 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 정보서비스를 하고 있다.

<수록기간>

1976 ~ 현재

<정보원>

유럽 특허청 (www.epo.co.at)

<정보 수록량 및 갱신주기>

136만건(1976-현재)이상의 자료가 수록되어 있으며, 매월 신규특허가 갱신된다.

나. 분석범위 및 방법

산업용 로봇기술에 관한 특허정보분석을 위하여 선정 DB(KUPA, USPA)를 활용하여 검색하였으며, 특허검색 범위는 출원연도를 기준으로 하여 1980년부터 2002. 2까지로 하였다. 분석대상국가는 한국, 미국으로 하였고, 산업용 로봇기술에 대한 분류는 산업용 로봇, 용접 로봇, 이동로봇, 반도체제조용 로봇, 청소로봇, 토이로봇 등과 워킹로봇, 마이크로로봇, 의료용 로봇 등으로 분류되는 특수로봇으로 검색된 데이터를 재분류하였다.

상기의 방법으로 조사된 산업용로봇기술의 관련 특허정보는 한국공개특허(KUPA)가 1674건이었고, 미국특허(USPA)가 2618건이었다.

특히 분석대상으로 한 특허 데이터중에서 미국특허(USPA)의 경우는 특허등록된 데이터이고, 한국특허(KUPA)의 경우는 조기공개신청을 요구하지 않는 한 통상적으로 출원일로부터 18개월이 경과해야만 일반에게 공개하게 되어있기 때문에 2000년 이후 특허출원분은 당해 연도의 전체적인 정보를 반영하지 못하므로 분석에 큰 영향의 변수역할을 하지 못함을 밝혀둔다.

〈표 3-2〉 검색 결과 내용

DB명	수록내용	검색건수
USPA	1980년부터 공고된 미국특허 DB	2,618건
KUPA	1980년부터 공개된 한국특허 DB	1,674건
JEPA	1980년부터 공개된 일본특허 DB	7,871건

〈표 3-3〉 특허분석범위 및 분류

대분류	중분류	소분류
로봇	산업용 로봇	로봇장치
		제어기술
		부품 및 주변기술
	용접로봇	로봇장치
		제어기술
		부품 및 주변기술
	반도체제조용로봇	로봇장치
		제어기술
		부품 및 주변기술
	이동로봇 (이송로봇포함)	로봇장치
		제어기술
		부품 및 주변기술
	기타(청소로봇, 토이로봇, 특수로봇 등)	

〈표 3-4〉 IPC에 대한 산업용로봇기술분류

기 술	IPC	7내 용
로봇 (B25J)	B25J 01/00	손에 의하여 적아한 장소는 놓여질 수 있는 매니플레이터
	B25J 01/02	분절 또는 가요 가능한 것
	B25J 01/04	고정되어 있는 것, 예, 셀프-리치어
	B25J 01/06	집게형의 것
	B25J 01/08	벽면에 가동적으로 설치한 것
	B25J 01/10	슬리브와 피봇을 설치한 것
	B25J 01/12	지지부에 부착하기 위한 수단을 가지고 있는 것
	B25J 03/00	주종형 매니플레이터, 즉 장치를 제어하는 것
	B25J 03/02	주부와 종부를 평행사변형으로 접속하는 것을 포함
	B25J 03/04	서브기구를 포함하는 것
	B25J 05/00	차 또는 왕복대에 설치되어 있는 매니플레이터
	B25J 05/02	가이드 웨이에 따라 보행하는 것

기 술	IPC	내 용
로봇 (B25J)	B25J 05/04	가이드 역시 움직이는 것, 예. 보행크리인형
	B25J 05/06	조작자를 위한 제어실에 결합되어 있는 매니플레이터
	B25J 07/00	마이크로 매니플레이터
	B25J 09/00	프로그램 제어 매니플레이터
	B25J 09/02	암의 운동에 의해 특징지어진 것
	B25J 09/04	헤드의 운동자체를 제어는 것을 제외하고 적어도 하나의 암의 선회에 의한 것
	B25J 09/06	다관절의 암에 특징이 있는 것
	B25J 09/08	모듈 구조에 의해 특징지어진 것
	B25J 09/10	매니플레이터 요소의 위치결정수단에 특징이 있는 것
	B25J 09/12	전기적인 것
	B25J 09/14	유체에 의한 것
	B25J 09/16	프로그램제어
	B25J 09/18	전기적인 것
	B25J 09/20	유체적인 것
	B25J 09/22	기록 또는 재생시스템
	B25J 11/00	기타류에 속하지 않는 매니플레이터
	B25J 13/00	매니플레이터제어
	B25J 13/02	손으로 잡는 제어장치를 갖는 것
	B25J 13/04	발로 조작하는 제어장치를 갖는 것
	B25J 13/06	제어대, 예. 콘솔
	B25J 13/08	센서장치의 수단에 의한 것
	B25J 15/00	손잡이부, 서보작동에 의한 것
	B25J 15/04	헤드 또는 다른 부분을 원격분리 또는 원격교환 하기 위한 장치
	B25J 15/06	진공 또는 자력흡착판을 가지는 것
	B25J 15/08	핑거요소를 가지는 것
	B25J 15/10	3개이상의 핑거요소를 가진 것
	B25J 15/12	가소성 핑거요소재를 가진 것

기 술	IPC	내 용
로봇 (B25J)	B25J 17/00	접속부, 손목 조인트
	B25J 18/00	아암, 신축가능한 것
	B25J 18/04	신축과 동시에 회전가능한 것
	B25J 18/06	가소성의 것
	B25J 19/00	매니플레이터 적합한 부속장치
	B25J 19/02	센서장치, 시각장치, 안전장치
	B25J 21/00	매니플레이터장치를 가지는 실
	B25J 21/02	글러브 박스, 작동되는 매니플레이터 : 그것을 위한 장갑

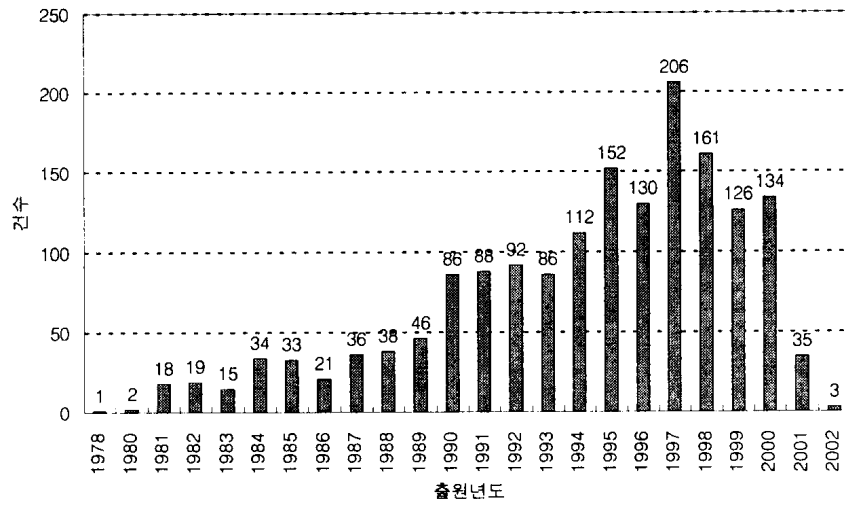
다. 산업용 로봇 전체 특허동향

(1) 한국 특허출원 동향

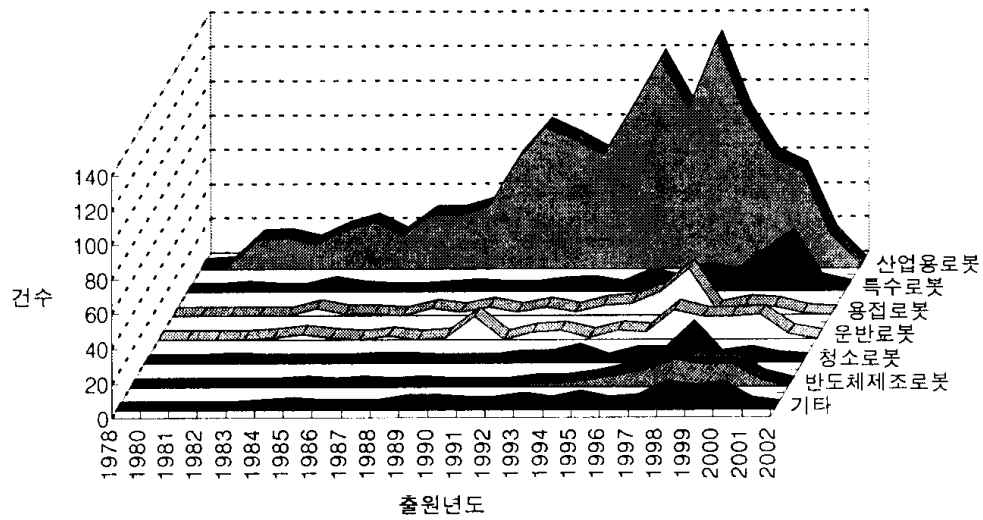
산업용 로봇기술에 대한 국가별 특허출원 동향을 보면, 한국 1,674건, 미국 2,618건, 일본 7,871건이 출원되었다. 여기서 일본 특허와 한국특허의 경우, 특허공개자료이므로 미국특허 등록 자료와 산술적 비교는 의미가 없겠지만, 이러한 점을 감안하더라도 단연 일본이 다른 나라에 비해 월등히 높은 특허출원을 보이며 이 분야의 기술을 선도적으로 이끌어가고 있음을 짐작케 하고 있다.

한국의 산업용 로봇기술에 대한 전체 특허출원동향을 보면 일본 화낙(주)의 “산업용 로봇”(출원번호1980-002565)등 1980년 2건을 필두로 점차 증가하였다.

<그림 3-6> 출원년도별 특허동향(로봇/한국)



<그림 3-7> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/한국)



<표 3-5> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/한국)

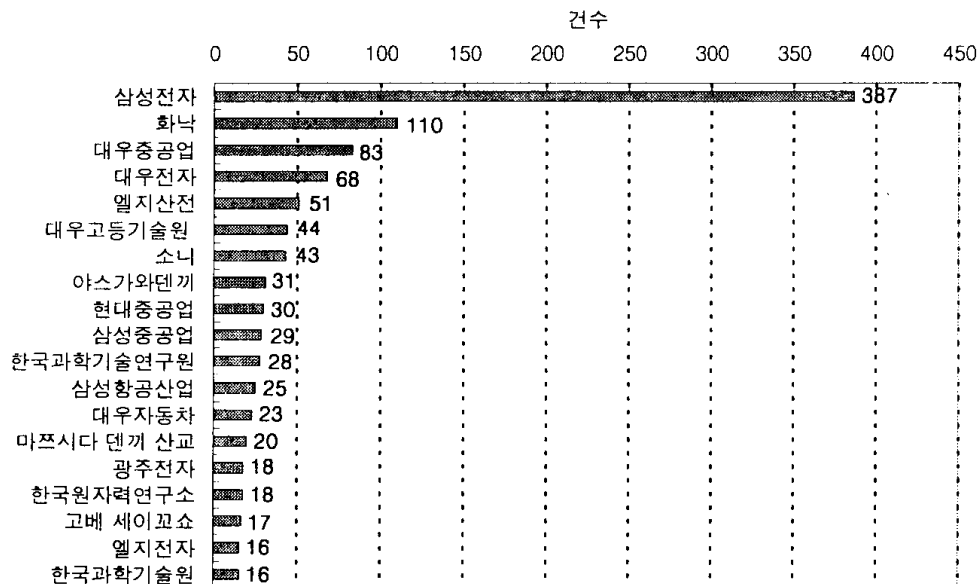
구분	산업용로봇	특수로봇	운반로봇	용접로봇	반도체제조	용접로봇	기타
1978	1						
1980	2						
1981	17	1					
1982	18					1	
1983	14		1				
1984	22	4	3	4			1
1985	27	1	1	1	1		2
1986	19			1			1
1987	31		2		1	1	1
1988	31	1		4		1	1
1989	36	2	1	2	1		4
1990	63	1	13	5			4
1991	82	1		2			3
1992	75	3	4	5		2	3
1993	66	4	5	2	2	2	5
1994	93	1	1	6	2	6	3
1995	122	8	5	7	4		6
1996	93	5	4	14	7	4	3
1997	133	11	17	27	10	4	4
1998	90	8	13	3	16	19	12
1999	64	19	13	6	13	2	9
2000	56	31	14	5	13	4	11
2001	19	5	3	1	4	1	2
2002	2	1					
총 합계	1176	107	100	95	74	47	75

1980년대 초기에 출원된 산업용 로봇에 관한 특허는 거의 일본 화낙(주)를 비롯한 일본의 출원인이 대부분을 차지하였으나, 1980년대 중반으로 접어들면서 엘지전자를 비롯하여 대우중공업, 삼성전자, 삼성항공 등 국내 기업들이 산업용 로봇에 대한 특허출원 대열에 동참하였다.

1990년대에 접어들면서 산업용 로봇에 대한 특허출원이 획기적으로 증가하여 1997년에 206건으로 조사된 년도중에서 가장 많이 출원되었으며, 이후 점차로 감소하여 2001년에는 35건의 특허가 출원되는데 그치고 있다. 그림에서도 보는 바와 같이 국내 산업로봇은 1990년 초기부터 급속히 성장하여 1994년에서 2000년까지가 호황기였으며, 이후 성숙기로 접어들어 갔음을 알 수 있다.

<그림 3-7>은 한국공개특허출원특허 로봇기술에 대해 년도별 출원건수를 나타내고 있다. 분류별로 보면 공장자동화 제조분야에 사용되는 산업용 로봇분야가 1,176건으로 수위를 나타내고 있으며, 워킹로봇, 마이크로로봇, 의료용 로봇 등으로 분류되는 특수로봇이 107건, 운반로봇과 용접로봇이 각각 100건, 95건, 그리고 반도체제조용 로봇이 74건이 출원되었다. 또, 청소로봇은 47건, 기타 분야로 75건이 출원되고 있다.

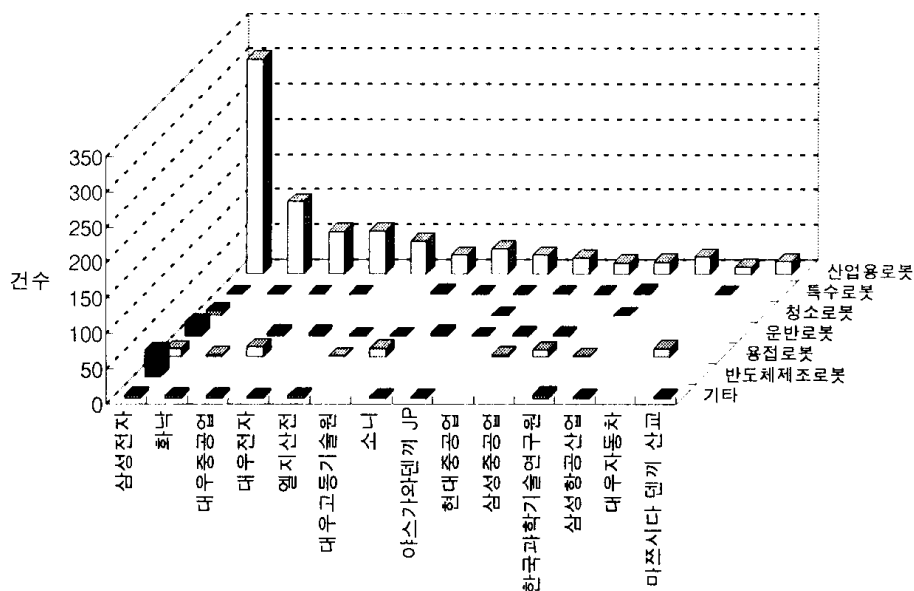
<그림 3-8> 출원인별 특허동향(로봇/한국)



산업용 로봇은 1990년대에 접어들면서 출원 건수가 급격히 증가하여 1997년에는 133건으로 조사기간중 가장 많은 출원건수를 나타내었으나, 2001년엔 19건으로 이 분야에 대한 특허 출원이 크게 줄어들고 있다. 특수로봇과 운반로봇, 그리고 반도체제조용 로봇 분야에서는 1990년대 후반부터 특허출원이 증가하는 경향을 보이고 있으며, 용접로봇 분야는 1990년대 중반에 많은 특허가 출원되었음을 알 수 있다.

<그림 3-8>은 주요 업체별 특허출원 동향을 나타내고 있다. 한국공개특허출원에서는 삼성전자(주)가 386건으로 수위를 달리고 있으며, 그 뒤를 일본 로봇제조 메이커인 화낙(주)이 110건으로 그 뒤를 잇고 있다. 삼성전자(주)의 경우, 이 분야에서 1984년 4건의 특허를 출원하였고 이후 특허출원이 꾸준히 증가하여 1991년 36건, 1995년과 1997년에는 각각 55건을 출원하였다. 화낙(주)은 1981년 14건, 1987년 14건 등 주로 1980년대에 출원을 보이고 있으며, 1996년이후에는 산업용 로봇분야에서 거의 특허출원을 하지 않고 있다.

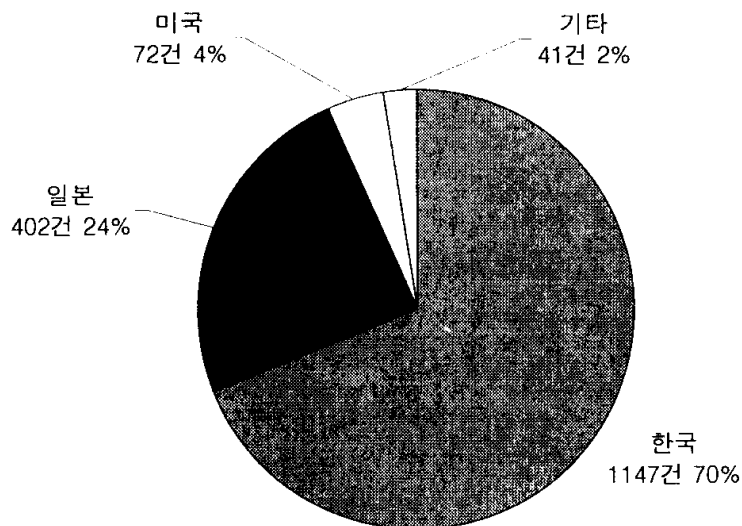
<그림 3-9> 출원인-기술별 특허동향(로봇/한국)



대우중공업을 비롯한 대우전자(주), 그리고 대우고등기술원, 대우자동차 등 대우그룹사들도 이 분야에서 적지 않은 특허출원을 보이고 있으나 IMF이후부터는 역시 거의 특허출원을 하지 않고 있는 실정이다. 일본 출원인으로 화낙(주)에 이어 소니, 야스가와덴끼, 마쯔시다덴끼 등 외국출원인들은 일본 기업들이 대다수를 차지하고 있다.

<그림 3-9>은 출원인-기술별 특허출원동향을 나타낸 그림이다. 출원건수에서 수위를 나타내고 있는 삼성전자(주)는 산업용로봇기술 분야에 305건의 특허를 출원하였고, 반도체제조용 로봇기술분야에 38건과 용접로봇과 운반로봇 기술분야에 각각 11건과 20건의 특허를 출원하였다. 일본 출원인 화낙(주)는 산업용 로봇 분야에 102건, 용접 로봇분야에 3건의 특허를 출원하였다. 대우중공업과 대우고등기술원 연구조합도 각각 83건과 44건의 특허를 출원하였는데, 이들 출원인들은 특히 용접로봇기술 분야에서 강세를 나타내고 있으며, 용접로봇 기술분야에서는 삼성중공업도 많은 특허를 출원하고 있다.

<그림 3-10> 출원인국적별 특허동향(로봇/한국)



<그림 3-10>은 한국에 특허출원된 산업용 로봇기술 관련 출원인을 국적별로 분류하여 살펴본 것으로 내국인과 외국인의 출원비율이 70%와 30%로 내국인 출원이 외국인 출원을 앞지른 것으로 나타나고 있다. 외국인 출원인 가운데는 일본이 24%로 가장 높고, 다음으로 미국이 4% 등의 점유율을 보이고 있다.

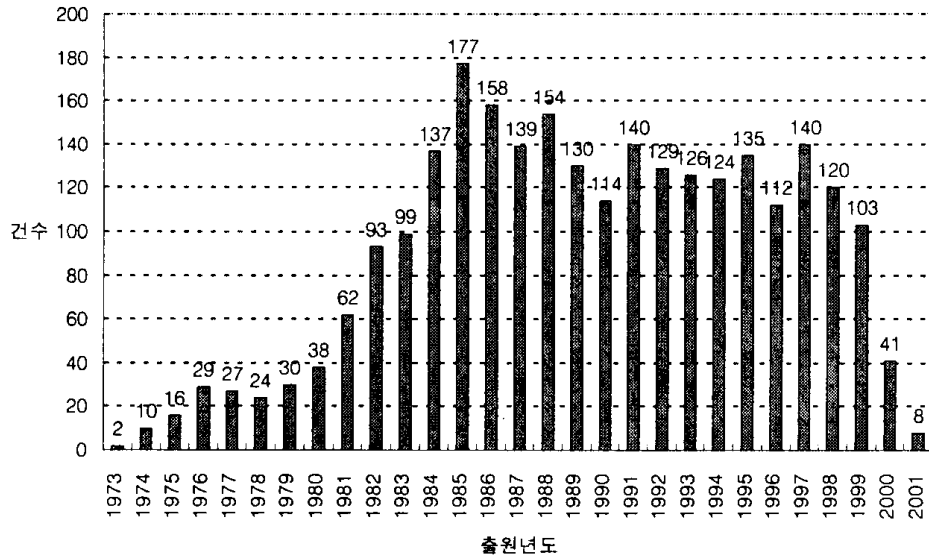
내국인과 외국인의 출원연도별 동향을 살펴보면 내국인은 1990년대 초반부터 로봇기술분야에 대한 특허출원이 증가하기 시작하여 1990년 후반까지 활발한 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 외국인은 1980년 초반부터 지속적으로 특허출원을 해 온 것으로 조사되었다. 기타 출원국들의 동향을 보면 이탈리아가 11건, 독일과 스웨덴이 각각 9건씩 특허출원하였으며, 프랑스, 영국 등이 그 뒤를 잇고 있다.

(2) 미국 특허출원 동향

산업용 로봇기술에 대한 미국의 특허출원 동향을 보면, 1973년부터 현재까지 2618건의 특허가 출원되어 등록을 받았다. 1970년대에 10건에서 30여건의 특허만이 특허 등록되었으나 1980년에 접어들면서 급격히 특허출원이 증가하여 1985년엔 177건으로 조사된 출원년도에서 가장 많은 특허가 출원 등록되었다.

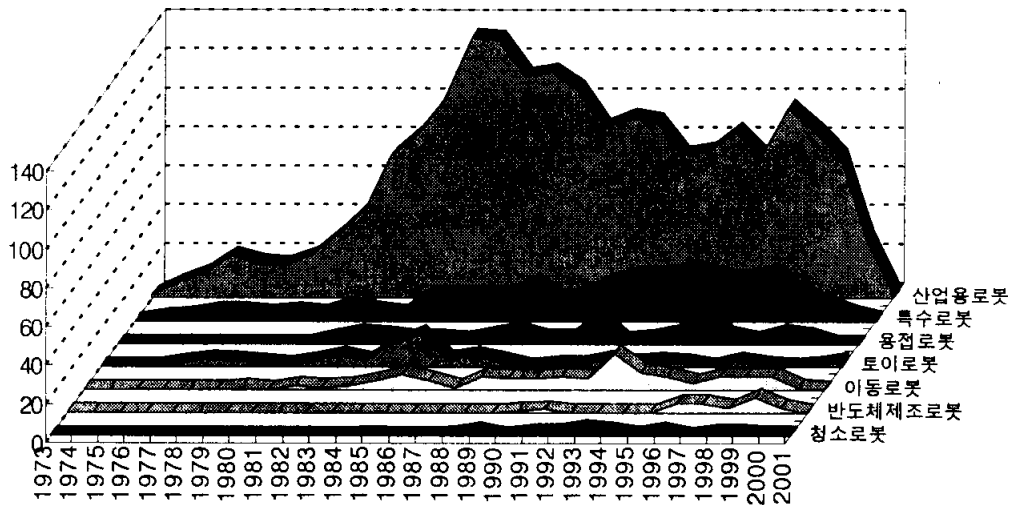
이후 특허출원등록 건수가 평균 130여건정도로 꾸준한 출원건수를 보이다가 최근들어 출원건수 크게 둔화되고 있는 실정이다. 이는 제조업에 대한 세계적 불황에도 영향이 있겠지만, 산업용 로봇기술 분야에서의 기술의 성숙도도 어느 정도까지 와 있다는 것도 내포하고 있다 하겠다.

<그림 3-11> 출원년도별 특허동향 (로봇/미국)



미국에 출원등록된 로봇기술과 관련된 특허를 산업용 로봇, 특수로봇, 용접로봇, 토이로봇, 이동로봇, 반도체제조로봇, 청소로봇 등으로 분류하여 보면 <그림 3-12>과 같다.

<그림 3-12> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/미국)



미국에 출원등록된 로봇기술에 대한 분야별 특허동향을 보면, 산업용로봇기술 분야가 2618건 중 1906건으로 가장 많은 특허가 출원되었다.

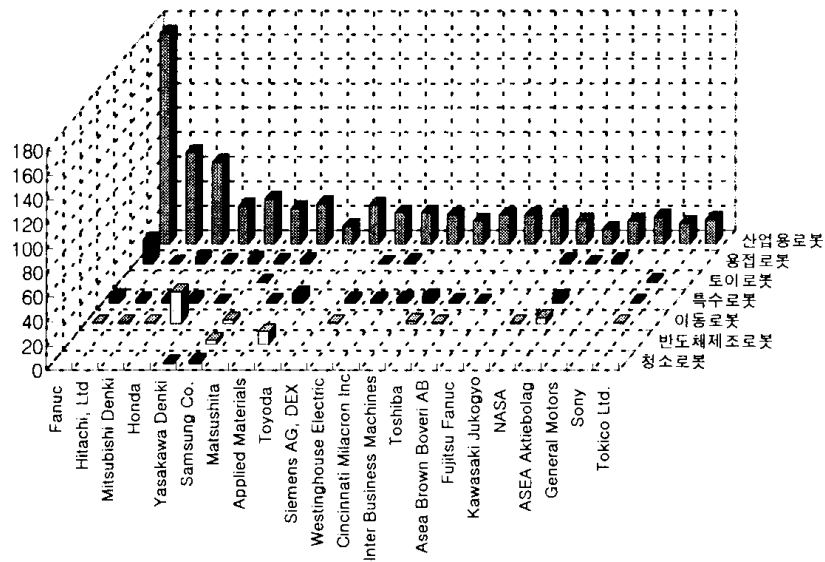
1980년대 중후반에 많은 특허들이 출원등록되었으며, 로봇기술에 대한 전체 경향과 같이 1998년 이후부터 특허출원 등록 건수가 줄어들고 있는 형편이다. 반면에 토이로봇과 특수로봇분야에서는 산업용 로봇분야와 달리, 1990년 중후반에 특허출원 등록건수가 증가하는 경향을 보이고 있다. 이들분야는 지능형 로봇분야의 기술들과 융합되어 점차 이 분야 출원건수가 증가하고 있다. 특수로봇과 토이로봇에 대한 미국특허 출원등록 건수는 각각 118건과 343건으로 다른 로봇기술 분야에 비해 비규적 많은 특허가 출원되고 있다.

<그림 3-6> 출원년도-기술별 특허동향(로봇/미국)

구분	산업용 로봇	청소로봇	반도체제 조로봇	이동로봇	특수로봇	토이로봇	융접로봇
1973	2						
1974	8				2		
1975	13				3		
1976	22				5	2	
1977	18				5	4	
1978	17				4	3	
1979	22			1	5	2	
1980	33				4	1	
1981	46			2	8	3	3
1982	74			1	6	6	6
1983	85			2	4	3	5
1984	103			5	14	12	3
1985	134	1		8	14	17	3
1986	133			5	14	4	2

구분	산업용 로봇	청소로봇	반도체제 조로봇	이동로봇	특수로봇	토이로봇	용접로봇
1987	114			1	13	6	5
1988	116	1		7	20	3	7
1989	107	3		6	11		3
1990	88		1	6	15	1	3
1991	93	2	2	7	21	1	14
1992	91	2		6	24	4	2
1993	74	4		19	24	2	3
1994	76	3		9	27	3	6
1995	86	1		7	23	2	16
1996	73	3	5	4	22		5
1997	98		5	7	25	3	2
1998	86	2	3	7	15	1	6
1999	73	2	8	7	9		4
2000	31	1	3	1	4	1	
2001	3	1			1	3	
총 합계	1906	26	27	118	343	87	98

<그림 3-13> 출원인-기술별특허동향(로봇/미국)



<표 3-7> 출원인-기술별 특허동향(로봇/미국)

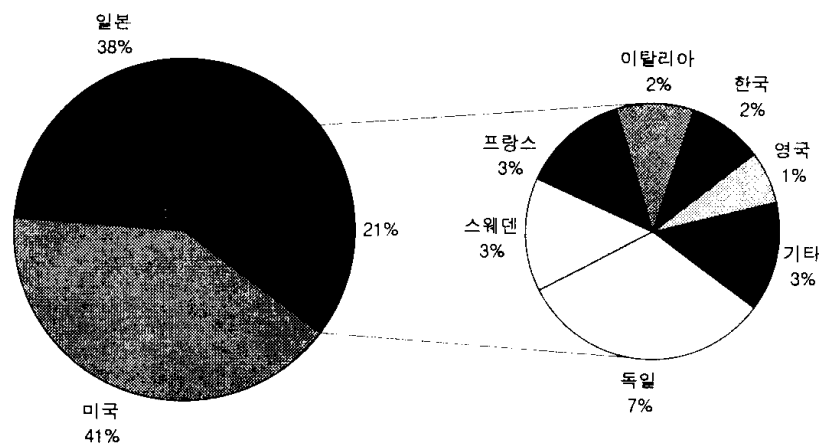
구 분	산업용 로봇	청소 로봇	반도체 제조용 로봇	이동 로봇	특수 로봇	도이 로봇	용접 로봇	합계
Fanuc	173			1	6		20	200
Hitachi, Ltd	75			1	3		1	80
Mitsubishi Denki	67			1	3		5	76
Honda	31			26	4		2	63
Yasakawa Denki	37	1			1		4	43
Samsung Co.	29	3	3	3		1	2	41
Matsushita	33				2		3	38
Applied Materials	15		10		8			33
Toyoda	32							32
Siemens AG, DEX	26			1	3		1	31
Westinghouse Electric	26				3		2	31
Cincinnati Milacron Inc.	24				4			28
Inter Business Machines	19			2	6			27
Toshiba	24			1	2			27
Asea Brown Boveri AB	24				1			25
Fujitsu Fanuc	23							23
Kawasaki Jukogyo	19			1			3	23
NASA	12			5	5		1	23
ASEA Aktiebolag	19						3	22
General Motors	22							22
Sony	17			1	1	2		21
Tokico Ltd.	20							20

<그림 3-13>은 미국특허출원 동향 기술-출원인 동향을 나타내고 있다. 로봇분야에 세계 1위를 달리고 있는 일본 출원인 화낙(주)이 200건의 특허를 출원 등록하고 있다. 화낙(주)은 산업용로봇기술분야에 173건, 용접로봇 20건, 특수로봇 6건, 이동로봇 1건 등을 특허출원 등록 하였다.

로봇기술분야에서 특허출원건수 2위 역시 일본 출원인으로 히타치(주)가 차지하고 있다. 히타치(주)는 산업용 로봇 75건, 이동로봇과 용접로봇에 각각 1건씩, 그리고 특수 로봇분야에 3건의 특허를 출원등록하였다.

미국에 출원된 로봇분야에 대한 특허출원 순위 1위에서 10위까지의 출원인들중에서 일본 출원인이 무려 7개회사가 등극해 있으며, 미국 1개, 그리고 한국과 독일이 각각 하나의 출원인을 포함시키고 있다. 한국 출원인인 삼성전자(주)는 41건의 특허를 출원등록하여 6위에 올라있으며, 산업용로봇 29건, 청소로봇 3건, 반도체제조로봇 3건, 이동로봇 3건, 용접로봇 2건 토이로봇 1건 등 로봇 전분야에 고른 특허출원을 보이고 있다.

<그림 3-14> 출원인국적별 특허동향(로봇/미국)



특허출원 건수에서 4위에 랭크된 혼다(주)의 경우 특히 이동로봇분야에서 26건으로 다른 출원인에 비해 많은 특허를 출원등록하고 있다. 반도체제조용 로봇분야에서 미국 출원인 어플라이드머티리얼스사가 10건의 특허를 출원하여 이 분야 수위를 달리고 있다.

독일 출원인이 지멘스사의 경우, 산업용 로봇 분야에 26건의 특허를, 또 특수로봇 3건, 이동로봇과 용접로봇분야에 각각 1건씩의 특허를 출원하고 있다.

이외에도 10위권안에 있는 출원인으로는 미쓰비씨덴키, 야사카와덴키, 마쓰시타, 토요다 등이 있다. 각 세부기술별 특허출원 내용은 다음절에서 설명하기로 하겠다.

〈표 3-8〉 출원인국적별 특허동향(로봇/미국)

출원인	합계
미 국	1069
일 본	1005
독 일	174
스 웨 덴	79
프 랑 스	73
이탈리아	55
한 국	51
영 국	37
기 타	75

<그림 3-14>은 미국에 출원된 로봇분야에 대한 특허중에서 내국인과 외국인 출원인 비율을 나타내고 있다. 그림에서 전체 2618건의 특허에서 미국 출원인은 1069건으로 41%를 차지하고 있으며, 일본 출원인비율은 1005건으로 38%를 차지하고 있다. 독일 출원인의 출원비율은 174건으로 7%를 나타내고 있으며, 스웨덴과 프랑스가 각각 74건과 73건으로 3%를, 그리고 이탈리아와 한국의 경우는 각각 55건과 51건의 특허출원으로 2%를 나타내고 있다. 그 외 영국이 37건으로 1%를 차지하고 있다.

라. 세부기술별 특허동향

여기서는 앞서 설명한 로봇기술분야에 대한 전체 특허동향을 산업용 로봇, 이동로봇, 특수로봇, 용접로봇, 반도체제조로봇, 청소로봇, 토이로봇으로 좀 더 세분화하고 산업용로봇, 이동로봇, 용접로봇, 반도체 체제조용 로봇 등 4개분야에 대하여 다시 세부분야 즉, 로봇장치, 제어기술, 부품 및 주변기술 등 각 기술별로 구분하여 특허기술 동향을 분석하였다.

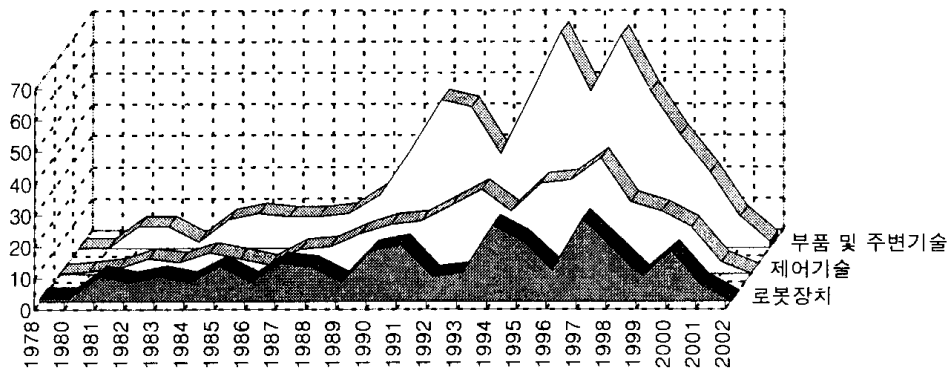
(1) 산업용 로봇 특허출원 동향

① 한국

여기서 산업용 로봇기술을 다시 로봇장치, 제어기술, 부품 및 주변기술 등으로 세분류하여 특허분석을 수행하였다.

<그림 3-15>은 한국의 산업용 로봇의 출원년도별 특허동향을 나타낸 것이다. 산업용 로봇에 대한 한국 특허출원 경향을 보면 1980년 2건에 지나지 않던 특허출원이 이후 급속히 증가하여 1985년 27건, 1989년 30건, 1991년에는 82건의 특허가 출원되었다. 이후 이 분야에 대한 특허출원은 계속 증가하여 1997년에는 131건의 특허가 출원되어 조사·분석된 년도들중에 수위를 차지하였으며, 그 이후 이 분야에 대한 특허출원은 1980년대 중후반과 같은 수준인 50여건으로 줄어드는 경향을 보이고 있다.

<그림 3-15> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/한국)



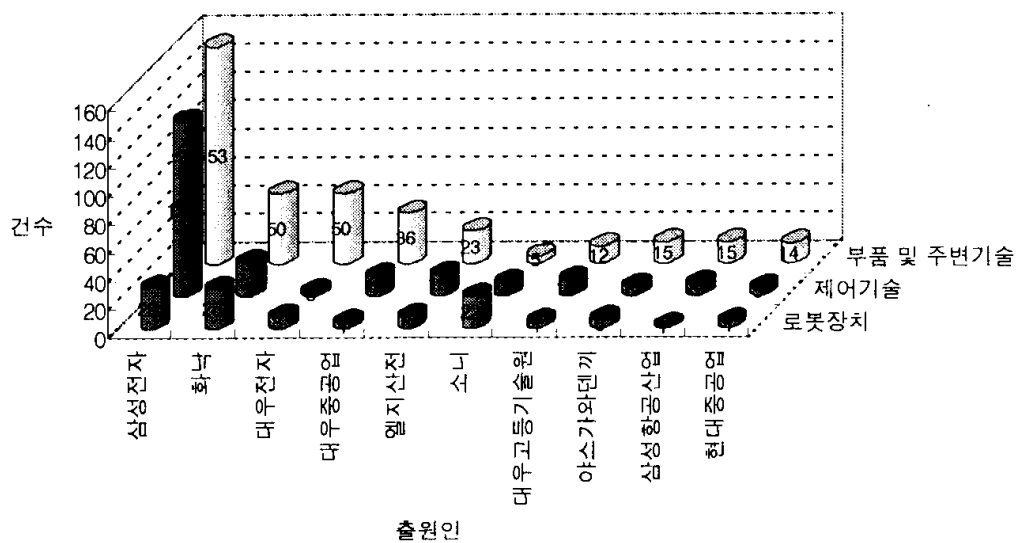
<표 3-9> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/한국)

구 분	로봇장치	제어기술	부품 및 주변기술	소 계
1978	1			1
1980	1	1		2
1981	8	2	7	17
1982	6	5	7	18
1983	8	4	2	14
1984	6	7	9	22
1985	11	5	11	27
1986	6	3	10	19
1987	12	8	10	30
1988	11	9	11	31
1989	6	13	17	36
1990	16	16	31	63
1991	18	17	47	82
1992	8	22	45	75
1993	9	27	30	66
1994	24	20	49	93
1995	19	29	69	117
1996	10	30	50	90
1997	26	37	68	131

구 분	로봇장치	제어기술	부품 및 주변기술	소 계
1998	17	23	50	90
1999	8	20	36	64
2000	16	15	24	55
2001	5	4	10	19
2002			2	2
총 합계	252	317	595	1164

년도-기술별로 출원동향을 살펴보면 한국에 출원된 산업용 로봇기술 분야의 1164건의 특허 중에서 로봇장치 분야가 252건, 제어기술 분야가 317건, 부품 및 주변기술 분야가 595건을 보이고 있다. 로봇장치분야는 1985년 11건, 1994년 24건, 1997년 26건 등 평균적으로 년 평균 20여건 특허가 출원되고 있으며, 제어기술 분야의 경우도 로봇장치와 같은 경향으로 1997년 37건의 특허가 출원되었다. 부품 및 주변기술 분야는 년평균 30여건의 특허가 출원되고 있으며, 3개 분야중에서 가장 많은 특허가 출원되었다.

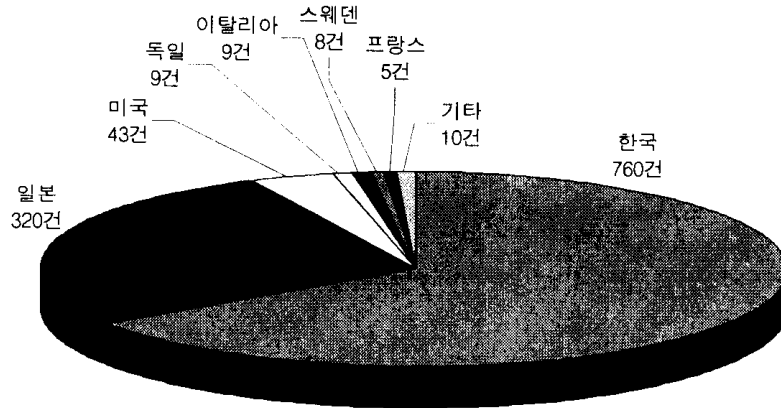
<그림 3-16> 출원인-기술별 특허동향(산업용로봇/한국)



<그림 3-16>은 한국에 출원공개된 산업용로봇에 대한 출원인-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 한국에 출원된 산업용로봇에 대한 최대 출원인은 삼성전자이다. 삼성전자는 1984년 산업용로봇 제어기술 분야에서 “로봇의 위치 제어 회로”(출원번호1984-005004)를 출원하였다. 이 특허는 중앙연산처리장치에서 속도제어신호와 모우터구동조건신호가 서보계로 송출하게 하는 서보구동회로부(5)를 각각 연결하며 엇다운 카운터부에는 비교기(CP), 디프스위치 완충기 및 디코더로 구성되어 엇다운카운트부에 랫치되어 있는 신호를 중앙연산처리장치로 송출하게 하는 랫치회로 선택회로부와 엇다운카운트부로 서로 다르게 샘플링된 2종류의 펄스를 만들어 송출하는 샘플링회로부를 각각 연결시켜서 모우터의 회전방향을 감지할 수 있도록 구성된 로봇의 위치 제어회로이다. 삼성전자의 경우, 산업용로봇 제어기술분야에서 이 특허를 포함하여 모두 123건의 특허를 출원하였으며, 로봇장치 분야에 29건, 그리고 부품 및 주변기술 분야에 153건 등 모두 305건의 특허를 출원하고 있다. 이처럼 삼성전자는 주로 로봇의 주변기술이나 부품, 제어기술 분야에 많은 특허들이 출원되고 있다. 일본 기업인 화낙(주)은 로봇장치 28건, 제어기술 24건, 부품 및 주변기술 50건 등 모두 102건의 특허를 출원하였다. 삼성전자에 비해 특허출원 건수에 비해 원등히 적으나, 상대적으로 “산업용로봇”(출원번호1981-003638) 등 로봇장치 분야에 다수의 특허를 출원하고 있다.

또, 일본 기업인 소니는 국내 특허출원건수에 있어서는 36건으로 6위에 랭크되어 있지만, 로봇장치 분야에 22건의 특허를 출원, 삼성전자, 화낙에 이어 3위를 기록하고 있다.

<그림 3-17> 출원인 국적별 특허동향(산업용로봇/한국)



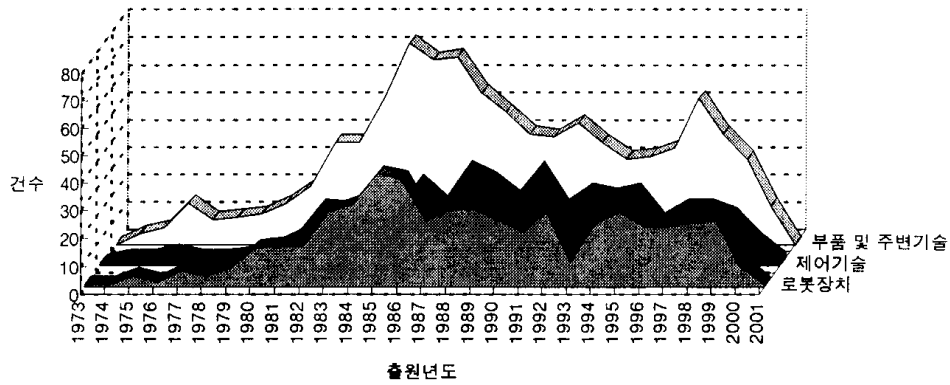
<그림 3-17>은 산업용로봇 분야에 대해 한국에 출원공개된 출원인 국적별 특허동향이다. 출원인 국적별로 살펴보면, 전체 산업용로봇 1164건의 특허출원중에서 한국 760건, 일본 320건, 미국 43건을 차지하고 있다. 그 외 독일, 이탈리아, 스웨덴, 프랑스 등이 그 뒤를 잇고 있다.

② 미국

<그림 3-18>은 미국의 산업용 로봇의 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 산업용 로봇에 대한 미국 특허출원 경향을 보면 1980년 35건, 1983년엔 84건으로 점차 증가하여 1985년 133건, 1986년 136건의 특허가 출원등록되어 조사년도중 상위에 랭크되었고, 이후 이 분야에 대한 특허출원은 점차로 감소하여 1990년대 이후부터는 년평균 80여건의 특허가 출원 등록되고 있다.

기술분야별 특허출원동향을 살펴보면, 한국의 로봇에 대한 특허출원경향과 같이 로봇의 부품 및 주변기술의 특허출원이 911건으로 가장 많으며, 로봇장치 498건, 로봇에 대한 제어 기술 특허가 479건이 출원 등록되었다.

<그림 3-18> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/미국)

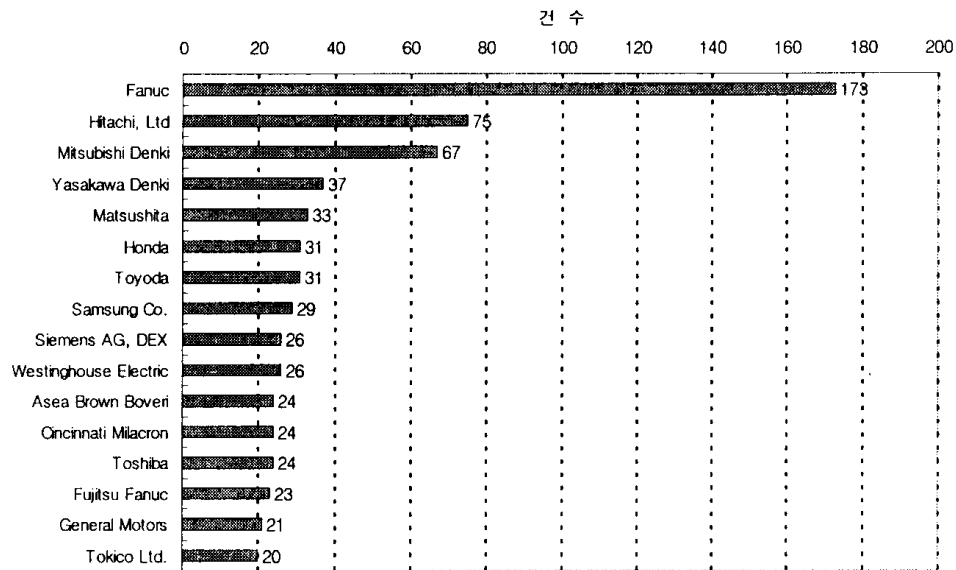


<표 3-10> 출원년도-기술별 특허동향(산업용로봇/미국)

구 분	로봇장치	제어기술	부품 및 주변기술	소 계
1974	1	3	4	8
1975	4	3	6	13
1976	2	5	15	22
1977	6	3	9	18
1978	4	3	10	17
1979	7	4	11	22
1980	14	6	15	35
1981	15	10	21	46
1982	15	21	37	73
1983	27	20	37	84
1984	30	20	53	103
1985	41	19	73	133
1986	39	30	67	136
1987	24	22	68	114
1988	28	35	55	118
1989	28	31	48	107
1990	24	24	40	88
1991	20	35	39	94

구 분	로봇장치	제어기술	부품 및 주변기술	소 계
1992	27	21	44	92
1993	9	27	37	73
1994	23	25	31	79
1995	27	27	32	86
1996	22	16	35	73
1997	22	21	53	96
1998	23	21	40	84
1999	24	18	31	73
2000	8	9	14	31
2001	1	2		3
총 합계	498	479	911	1923

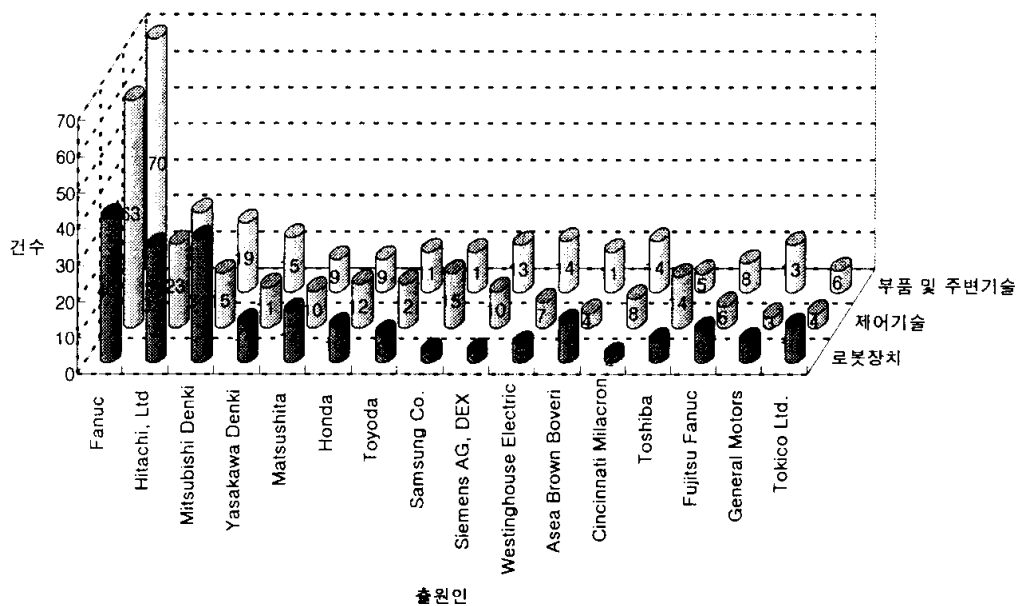
<그림 3-19> 출원인별 특허동향(산업용로봇/미국)



<그림 3-19>은 산업용로봇 분야에서 미국에 출원등록된 출원인별 특허동향을 나타내는 그림이다. 미국에 출원된 출원인별 특허동향의 특징은 특허출원 순위가 1위에서 10까지 몇 개의 기업을 제외하고는 모두 외국 국적을 가진 출원인이라 점이다. 이중에서 일본 국적 출원인상위 1위에서 6위까지를 독점하고 있으며, 7위는 한국 국적의 삼성전자, 8위는 독일 국적을 가진 지멘스가 차지하고 있다.

일본 국적의 화낙(주)은 173건의 특허를 이 분야에서 출원하고 있으며, 히타치(주)가 75건의 특허를 출원하여 등록을 받았다. 6위 랭크된 삼성전자는 29의 특허를 출원하여 등록되었고, 9위는 미국의 웨스팅하우스 일렉트릭이 독일 국적의 지멘스와 같은 26건의 특허를 출원, 등록을 받았다.

<그림 3-20> 출원인-기술별 특허동향(산업용로봇/미국)



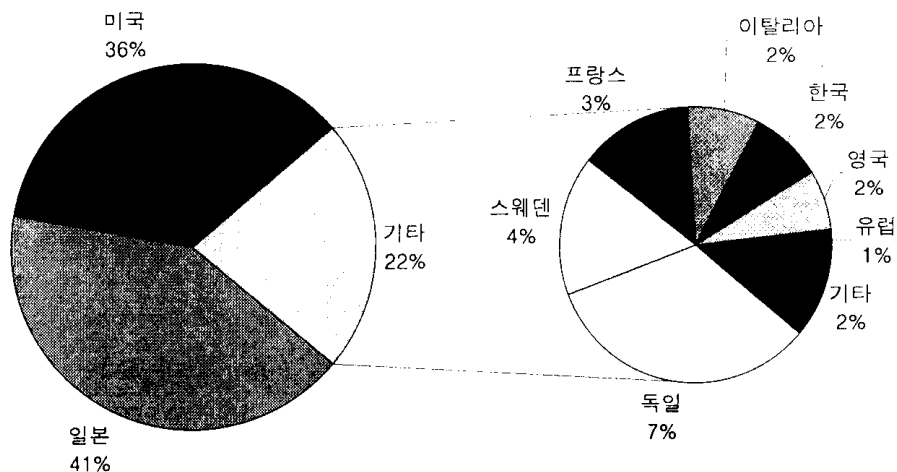
<그림 3-20>은 미국에 출원등록된 산업용로봇에 대한 출원인-기술별 특허동향을 나타낸 것이다.

미국에 출원된 산업용로봇에 대한 최다 출원인은 앞서 설명한 일본 국적을 가진 화낙이다. 최다 출원인 화낙이 출원한 특허를 세부기술별로 살펴보면, 로봇장치 분야에 40건, 제어기술분야에 63건, 부품 및 주변기술 분야에 70건의 특허가 등록되어있다.

한국 기업인 삼성전자는 로봇장치 분야에 3건, 제어기술 분야 15건, 부품 및 주변기술 분야에 11건 특허를 출원하여 등록을 받았다. 출원건수에서 3위를 기록한 미쯔비시덴키는 로봇장치 34건, 제어기술 15건, 부품 및 주변기술 19건으로 로봇의 주요기술인 로봇장치 분야에 많은 특허를 가지고 있다.

<그림 3-21>은 산업용로봇 분야에 대해 미국에 출원등록된 출원인국적별 특허동향이다. 출원인 국적별로 살펴보면, 전체 산업용로봇 1923건의 출원등록된 특허중에서 미국은 688건으로 36%, 일본은 795건, 41%으로 이 분야에서 수위를 달리고 있으며, 독일이 140건, 7%를 차지하고 있다. 한국은 이 분야에서 36건의 특허를 등록, 스웨덴 69건, 프랑스 57건, 이탈리아 37건에 이어 8위를 기록하고 있다.

<그림 3-21> 출원인국적별 특허동향(산업용로봇/미국)



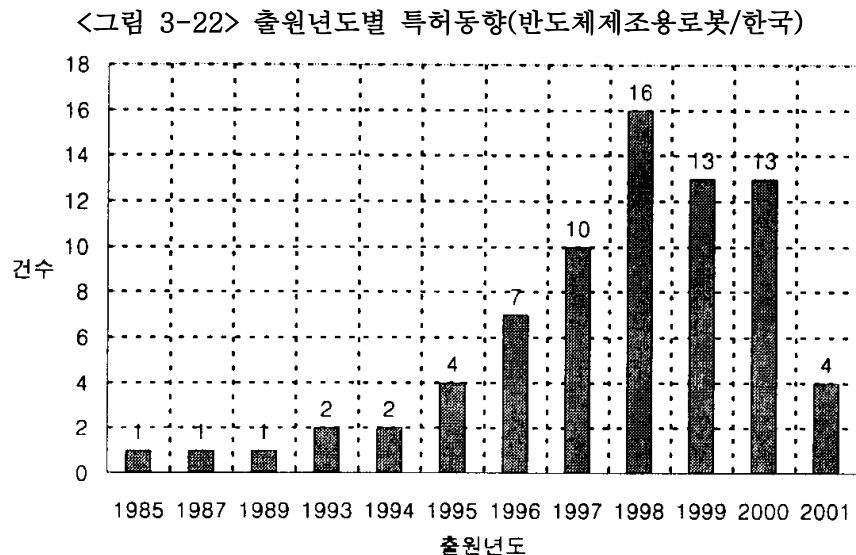
(2) 반도체제조용 로봇 특허출원 동향

① 한국

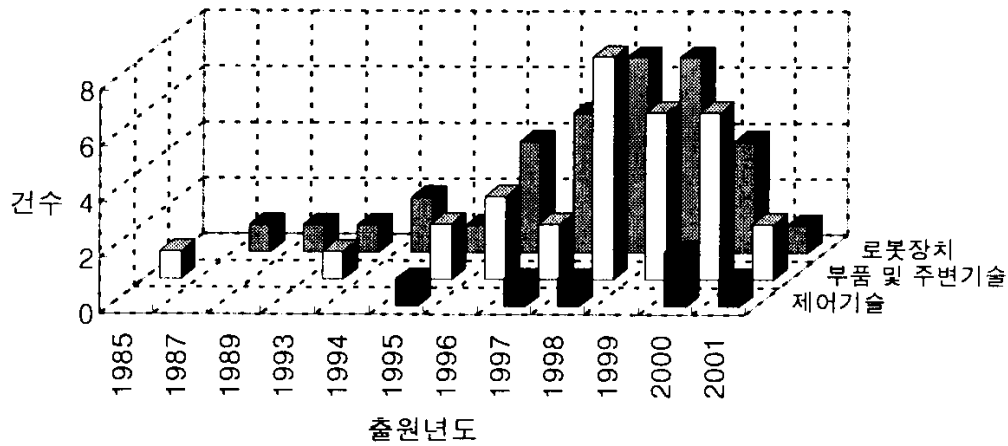
여기서 반도체 제조용 로봇기술을 다시 로봇장치, 제어기술, 부품 및 주변기술 등으로 세분류하여 특허분석을 수행하였다.

<그림 3-22>은 한국의 반도체제조용 로봇의 출원년도별 특허동향을 나타낸 것이다. 반도체 제조용 로봇에 대한 한국 특허출원 경향을 보면 1985년 미국 국적의 모스테크사가 발명명칭 ‘집적 회로 리이드 프레임용 로봇트 그리퍼’(한국공개1986-700014)를 출원하였고, 이후 년평균 2건에서 3건에 지나지 않았던 특허출원은 1996년엔 7건, 1997년엔 10건, 그리고 1998년엔 16건으로 특허출원건수가 증가하였다.

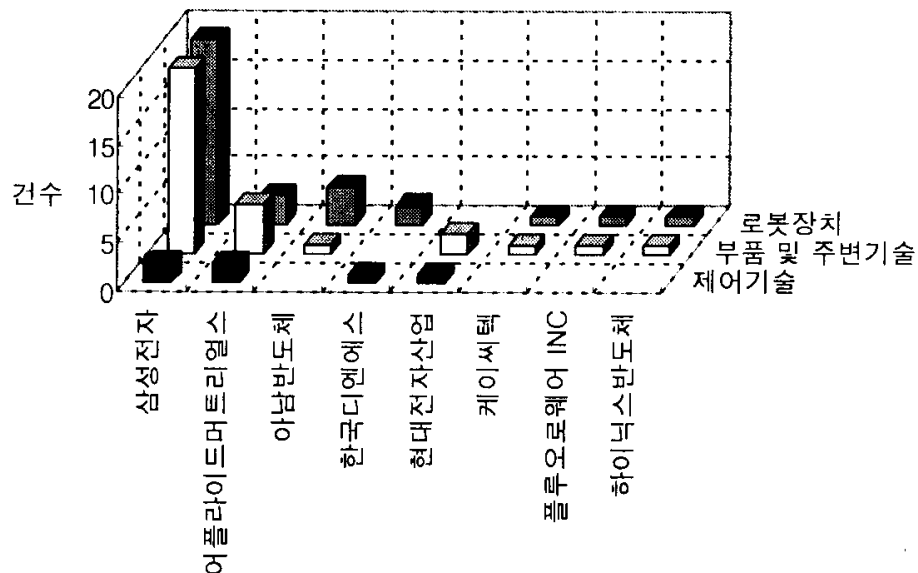
년도별로 출원동향을 살펴보면 한국에 출원된 반도체제조용 로봇기술 분야 74건의 특허중에서 특허출원건수가 상위를 차지하고 있는 삼성전자가 1995년부터 이 분야에 특허를 출원하면서부터 특허출원건수 크게 늘어난 것으로 조사되었다.



<그림 3-23> 출원년도-기술별 특허동향(반도체제조용로봇/한국)



<그림 3-24> 출원인-기술별 특허출원동향(반도체제조용로봇/한국)



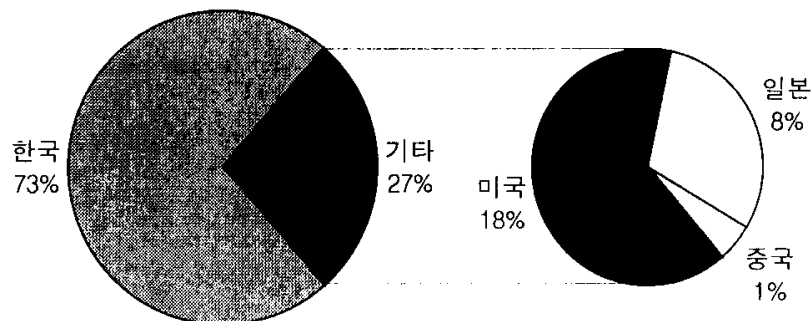
<그림 3-23>은 한국에 출원공개된 반도체제조용로봇에 대한 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 특허출원기술 동향을 살펴보면, 제어기술이 로봇장치 혹은 부품 및 주변기술에 비해 상대적으로 적게 출원되고 있는 것을 알 수 있다.

<그림 3-24>은 반도체제조용 로봇기술에 대한 출원인-기술별 특허출원동향을 나타내고 있다.

삼성전자는 이 분야에서도 출원건수에 있어 로봇장치 19건, 부품 및 주변기술 19건, 제어기술에 2건 등 모두 38건의 특허를 출원하였다. 다음으로 미국국적의 어플라이드머티리얼스사가 로봇장치 3건, 부품 및 주변기술 5건, 제어기술 2건 등으로 10건의 특허를 출원하고 있다. 아남반도체의 경우, 로봇장치 4건, 부품 및 주변기술분야에 1건의 특허를 출원, 모두 5건의 특허를 출원하였다. 이외에도 한국디엔에스사와 현대전자가 각각 3건의 특허를 반도체제조용 로봇분야에서 출원하였다.

<그림 3-25>은 반도체제조용 로봇기술분야에 대한 국적별 특허동향을 나타낸 것이다. 한국이 전체 74건의 특허중에서 54건의 특허를 출원하였으며, 외국국적의 출원동향을 보면 미국 13건을 출원하였으며, 일본은 6건의 특허출원으로 타분야에 비해 반도체제조용 로봇분야에서는 저조한 특허출원을 나타내고 있다.

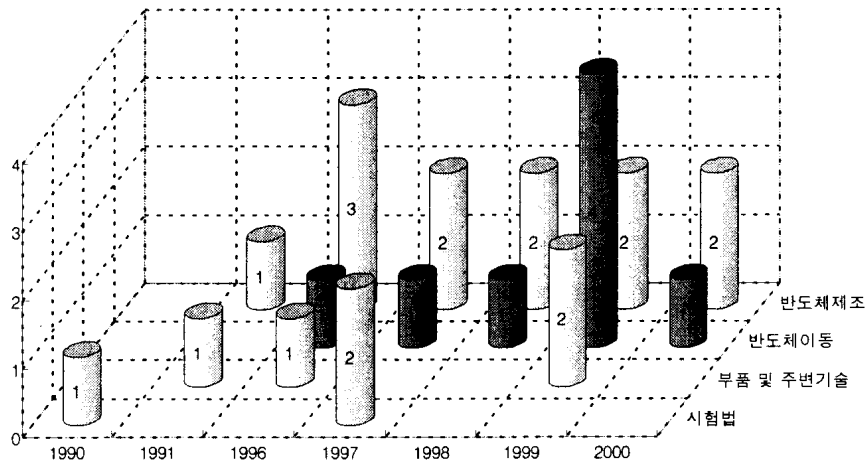
<그림 3-25> 국적별 특허동향(반도체제조로봇/한국)



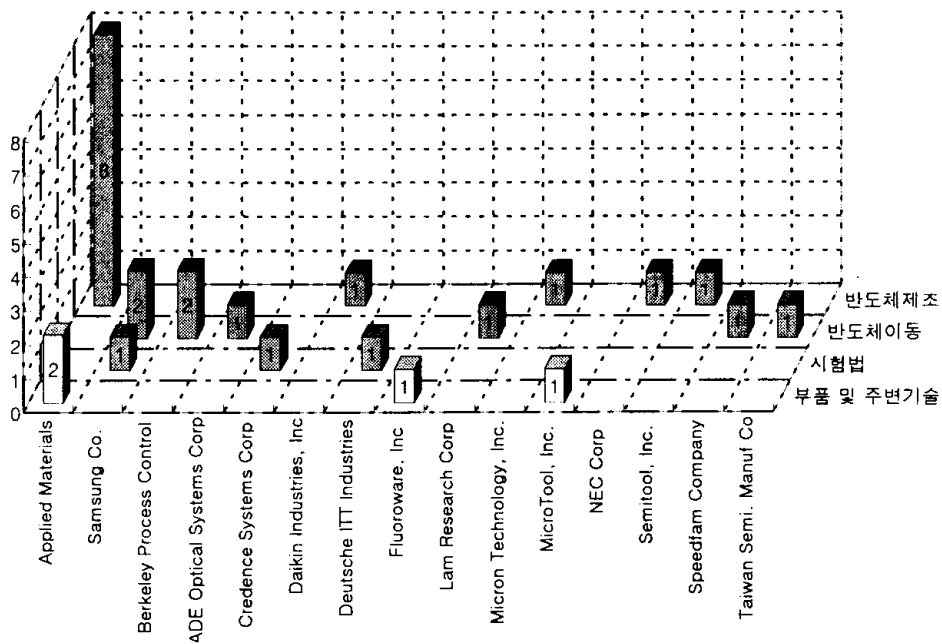
② 미국

<그림 3-26>은 미국의 반도체제조용 로봇의 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 반도체제조용 로봇에 대한 미국 특허출원 경향을 보면 1990년 1건, 1991년엔 2건으로 점차 증가하여 1996년, 1997년에는 각각 5건, 1999년에는 8건의 특허가 출원 등록되었다.

<그림 3-26> 출원년도-기술별 특허동향(반도체제조용로봇/미국)



<그림 3-27> 출원인-기술별 특허동향(반도체제조용로봇/미국)

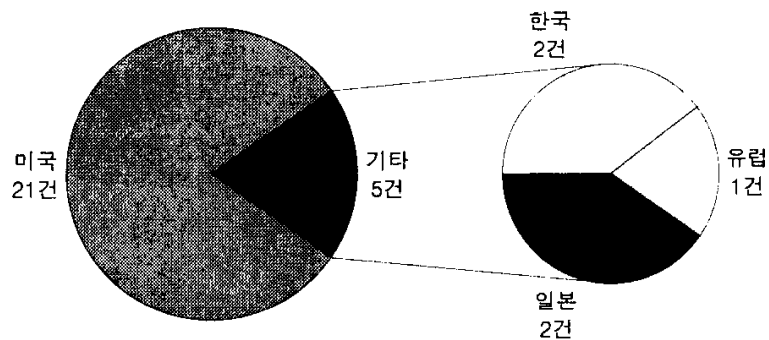


세부기술분야별 특허출원동향을 살펴보면, 반도체 이동로봇분야 8건, 반도체 제조로봇분야 12건, 로봇 부품 및 주변기술 분야에 2건, 로봇 시험법 분야에 3건의 특허가 출원등록되었다.

<그림 3-27>은 반도체제조용로봇 분야에서 미국에 출원등록된 출원인-기술별 특허동향을 나타내는 그림이다. 미국에 출원된 출원인별 특허동향의 특징은 한국에서 10건의 특허를 출원한 어플라이드머티리얼스사가 자국내에서도 10건의 특허를 출원, 등록을 받았고, 2위는 한국기업 삼성전자로 반도체 이동 로봇분야에 2건, 반도체제조 시험법 분야에 1건의 특허를 출원, 등록을 받았다.

<그림 3-28>은 미국에 특허출원등록된 국적별 출원동향을 나타낸 것이다. 미국은 이 분야에서 21건의 특허를, 한국 2건, 일본 2건 등이다. 유럽은 1건의 특허를 반도체제조용 로봇 기술분야에서 출원등록되어 있다.

<그림 3-28> 출원인국적별 특허동향(반도체제조용로봇/미국)



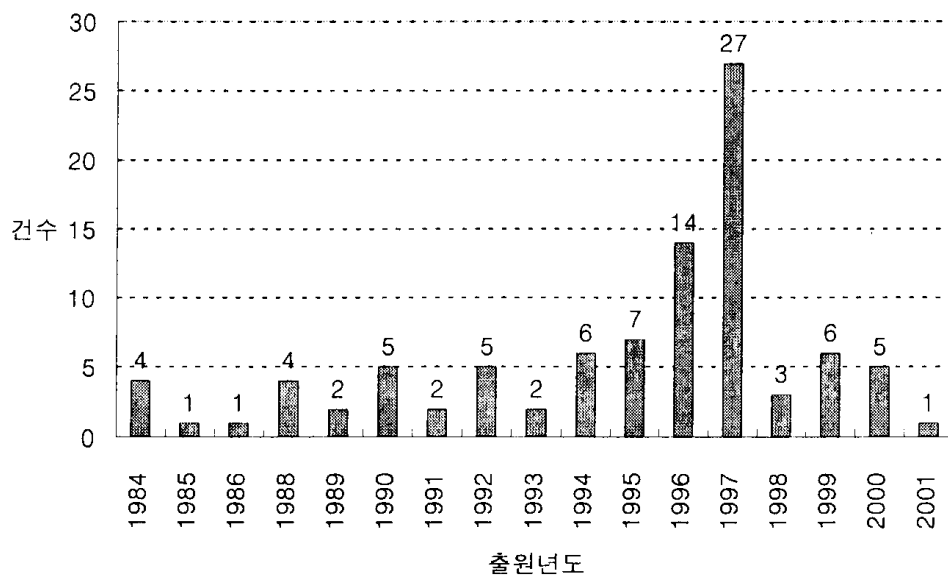
(3) 용접 로봇의 특허출원 동향

① 한국

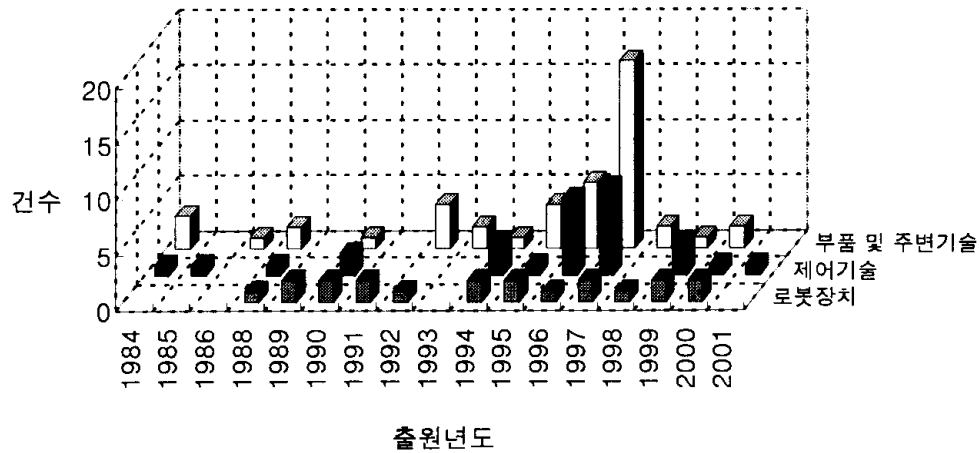
여기서 용접로봇 기술을 다시 로봇장치, 제어기술, 부품 및 주변기술 등으로 세분류하여 특허분석을 수행하였다.

<그림 3-29>은 한국에 출원된 용접 로봇의 출원년도별 특허동향을 나타낸 것이다. 용접 로봇에 대한 한국 특허출원 경향을 보면 1984년 일본의 국적의 미쓰비찌자동차사가 ‘용접용 로봇의 아크 센서 시스템에 있어서 와이어 센싱 유니트부’(한국특허공개1986-002330)를 출원하였으며, 국내기업으로는 1984년 기아자동차가 ‘아크 용접 로봇의 초기점 검출 장치’(한국특허공개1986-002331)를 출원하였다. 1984년이후 4-5건에 지나지 않았던 특허출원이 1996년이 되면서 14건의 특허가 출원되었고, 1997년에 27건의 특허가 출원되어 이 분야에서 최고 특허출원을 나타내었다. 이것은 외환위기 직전 우리나라의 로봇시장이 절정에 와 있었음을 나타내주고 있는 부분이다. 1997전 이후 용접로봇에 대한 특허는 평균 5-6건으로 평년 수준에 머무르고 있다.

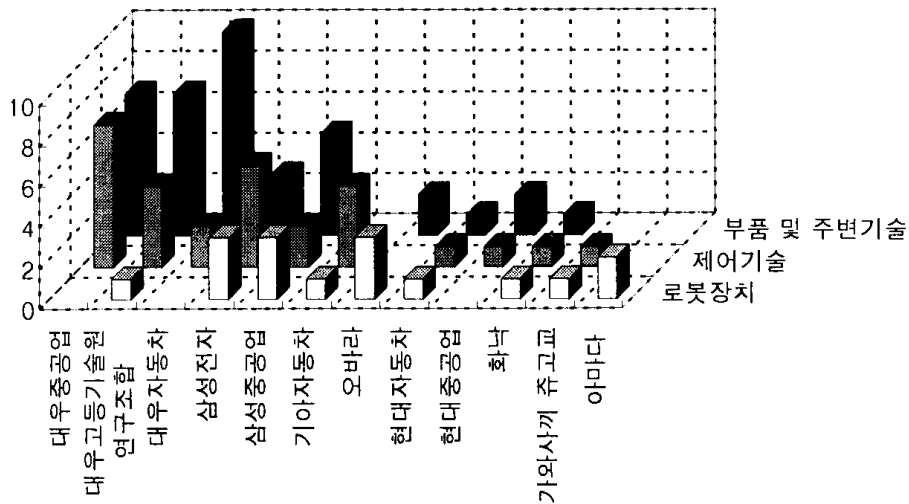
<그림 3-29> 출원년도별 특허동향(용접로봇/한국)



<그림 3-30> 출원년도-기술별 특허동향(용접로봇/한국)



<그림 3-31> 출원인-기술별 특허출원동향(용접로봇/한국)

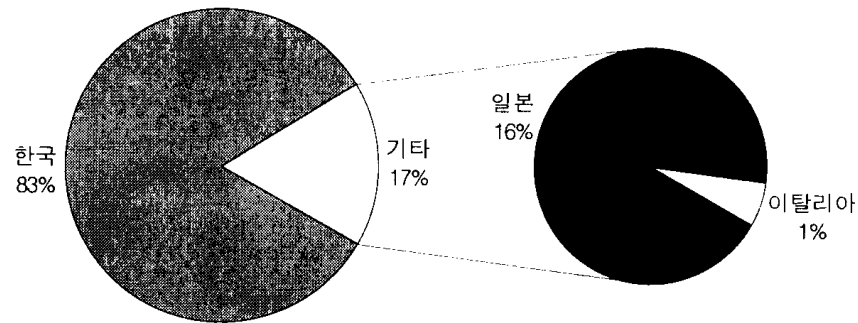


<그림 3-30>은 한국에 출원공개된 용접로봇에 대한 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 특허출원기술 동향을 살펴보면, 로봇장치기술이 제어기술 혹은 부품 및 주변기술에 비해 상대적으로 적게 출원되고 있는 것을 알 수 있다. 1997년에는 용접로봇기술 분야에서 부품 및 주변기술에 대한 특허출원이 17건으로 년평균 특허출원 4-6건보다 월등히 많은 특허가 출원되었음을 알 수 있다.

<그림 3-31>은 용접 로봇기술에 대한 출원인-기술별 특허출원동향을 나타내고 있다. 대우중공업은 이 분야에서 부품 및 주변기술 7건, 제어기술에 7건 등 모두 14건의 특허를 출원하였다. 다음으로 대우고등기술원연구조합이 로봇장치 1건, 부품 및 주변기술 7건, 제어기술 4건 등으로 12건의 특허를 출원하고 있다. 대우자동차는 부품 및 주변기술 분야에 10건, 제어기술 분야에 2건의 특허를 출원, 모두 12건의 특허를 출원하였다. 용접로봇분야에서는 대우그룹의 특허출원이 모두 상위에 랭크됨을 알 수 있다. 다음으로 삼성전자가 로봇장치 3건, 제어기술 5건, 부품 및 주변기술 3건 등 모두 11건의 특허를 출원하였으며, 삼성중공업은 10건, 기아자동차는 5건의 특허를 출원하였다. 외국 출원인으로는 일본 국적의 화낙사가 3건, 가와사키중공업과 아마다사가 각각 2건의 특허를 출원하였다.

<그림 3-32>은 용접 로봇기술 분야에 대한 국적별 특허동향을 나타낸 것이다. 한국이 전체 95건의 특허중에서 79건의 특허를 출원하였으며, 외국국적의 출원동향을 보면 일본이 15건의 16%를 차지하고 있으며, 이탈리아는 1건의 특허를 출원하였다.

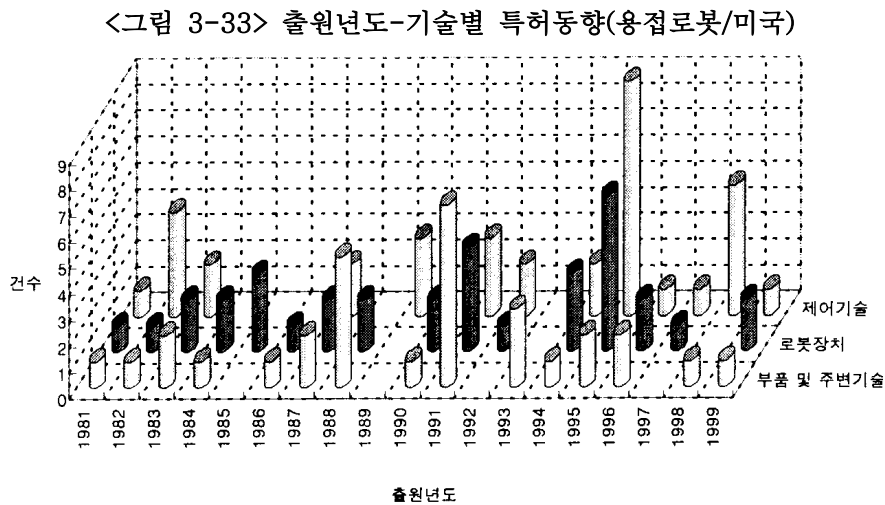
<그림 3-32> 국적별 특허동향(용접로봇/한국)



② 미국

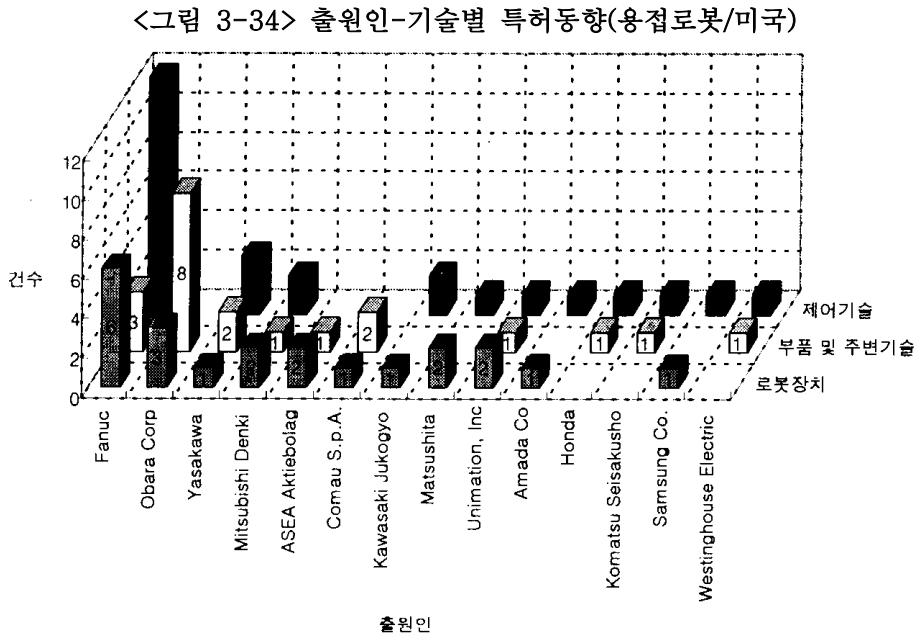
<그림 3-33>은 미국의 용접 로봇기술의 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 용접 로봇에 대한 미국 특허출원 경향을 보면 1981년 로봇장치, 제어기술, 부품 및 주변기술 각각 1건씩 출원 등록되었으며, 이후 년평균 3-6건의 특허가 출원등록되었다. 1991년엔 로봇장치 4건, 제어기술 3건, 부품 및 주변기술 7건으로 총 14건의 특허가 출원되었으며, 1995년에는 조사기간중 가장 많은 16건의 특허가 출원 등록되었다.

세부기술분야별 특허출원동향을 살펴보면, 용접로봇에서 로봇장치분야에 31건, 제어기술분야에 32건, 부품 및 주변기술에 31건의 특허 출원등록되었다.



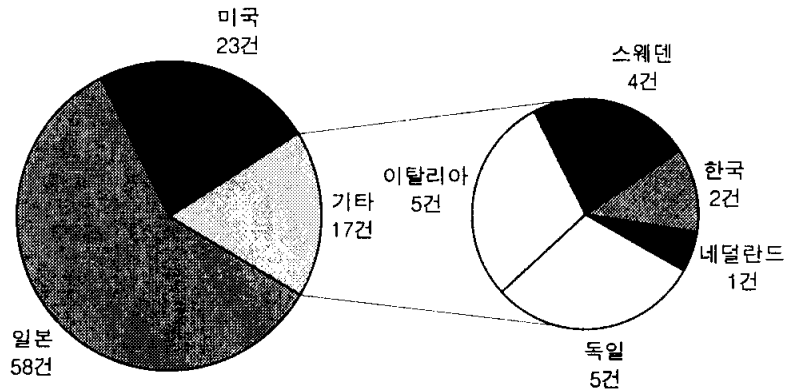
<그림 3-34>은 용접로봇 분야에서 미국에 출원등록된 출원인-기술별 특허동향을 나타내는 그림이다. 이 분야에 대해 미국에 출원등록된 출원인-기술별 특허동향의 특징은 특허출원 순위 1위에서 10위까지 대부분의 출원인이 일본 국적을 가지고 있다는 것이다.

출원순위 1위는 일본국적의 세계적 로봇제조 메이커 화낙사로 용접로봇 기술분야에서 로봇 장치 6건, 제어기술 12건, 부품 및 주변기술 3건등 모두 20건의 특허를 출원하여 등록을 받았다.



이외에도 오바라사가 11건의 특허를, 야사카와 6건, 미쯔비시사 5건, 카와사키사와 마쯔시타사 각 3건, 아마다와 혼다 각2건 등 일본국적사 일색이다. 한국국적의 기업은 삼성전자로 로봇장치 1건, 제어기술 분야 1건 등 모두 2건의 특허를 출원, 공동 10위에 랭크되어 있다. <그림 3-35>은 미국에 특허출원 등록된 국적별 출원동향을 나타낸 것이다. 미국은 이 분야에서 23건의 특허를, 한국은 2건의 특허를 출원하여 등록을 받았다. 일본 전체 98건의 특허중 58건의 특허를 출원하였으며, 이탈리아와 독일이 각 5건, 네덜란드는 로봇장치분야에 1건의 특허를 출원, 등록을 받았다.

<그림 3-35> 출원인국적별 특허동향(용접로봇/미국)



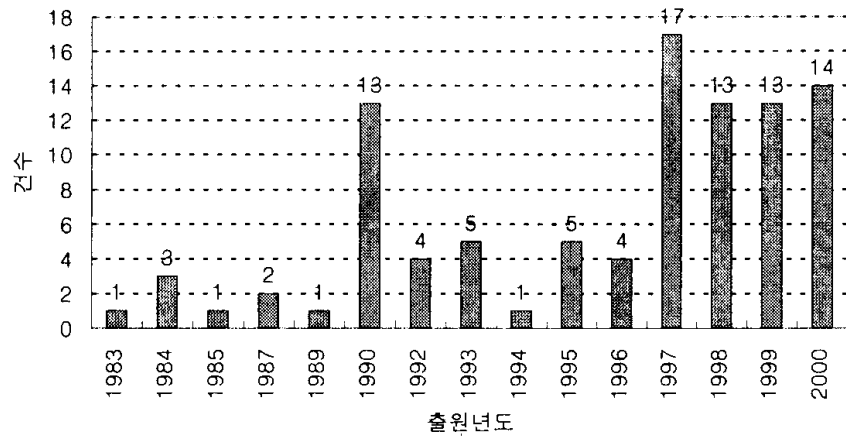
(4) 이동 로봇의 특허출원 동향

① 한국

이번 절에서는 이동로봇 기술을 다시 로봇장치, 제어기술, 부품 및 주변기술 등으로 세분류하여 특허분석을 수행하였다. 여기서 분석된 분야는 이동로봇 분야에서는 하역로봇을 비롯하여 이송로봇분야를 포함시켜 분석이 이루어 졌다.

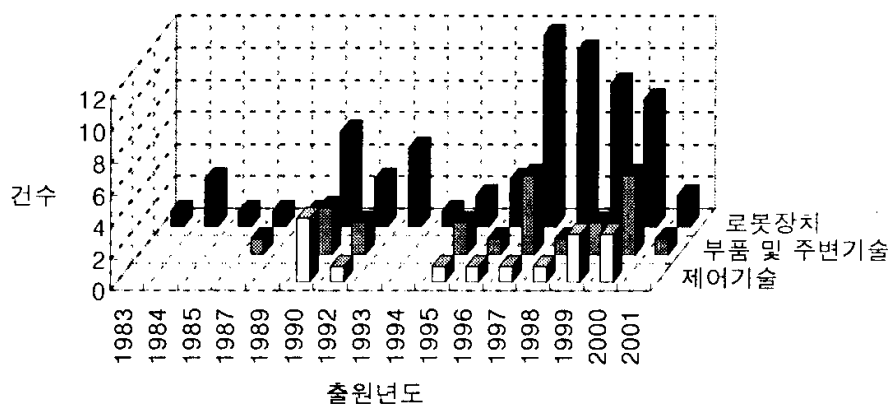
<그림 3-36>은 한국의 산업용 로봇에서 이동로봇의 출원년도별 특허동향을 나타낸 것이다. 이동 로봇에 대한 한국 특허출원 동향을 보면 1983년 엘지전자는 이송용 순차로봇(한국공개1985-004210)을 특허출원하였다.

<그림 3-36> 출원년도별 특허동향(이동로봇/한국)



1983년 이후 특허출원건수가 년평균 2,3건에서 지나지 않던 특허출원이 1990년에 들어와 13건으로 급신장하였으며, 1997년에는 17건의 특허가 출원되었다. 1997년 이후 이동로봇에 대한 특허출원 동향은 년평균 13, 14건의 특허가 출원되어 활발한 특허출원을 보이고 있다.

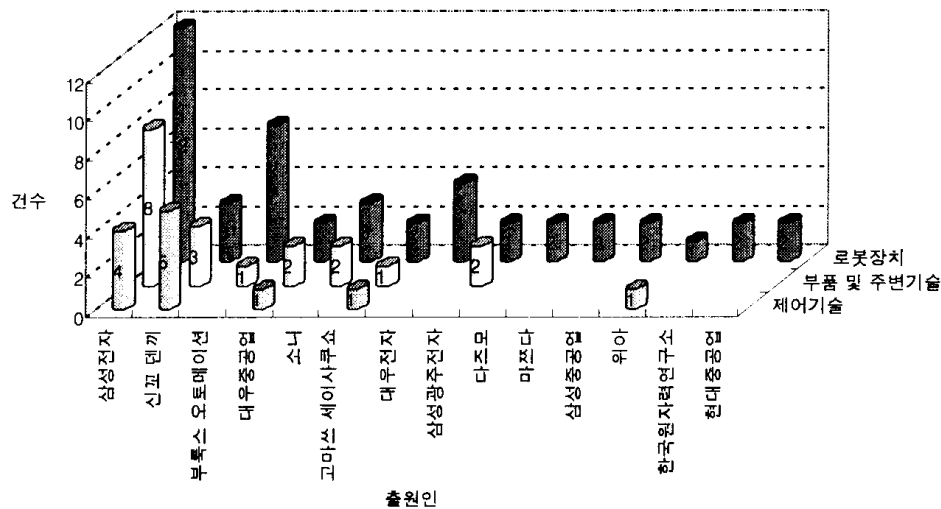
<그림 3-37> 출원년도-기술별 특허동향(이동로봇/한국)



<그림 3-37>은 한국에 출원공개된 이동로봇에 대한 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 특허출원동향을 살펴보면, 제어기술이 로봇장치 혹은 부품 및 주변기술에 비해 상대적으로 적게 출원되고 있는 것을 알 수 있다.

특허출을 기술로 분류해 보면, 로봇장치 분야에 46건, 제어기술분야에 10건, 부품 및 주변 기술분야에 19건의 특허가 출원되었다.

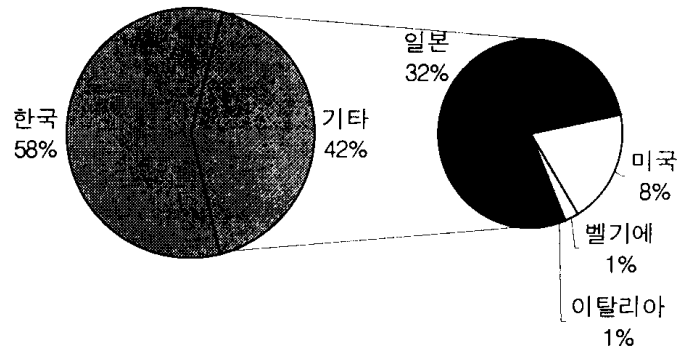
<그림 3-38> 출원인-기술별 특허동향(이동로봇/한국)



<그림 3-38>은 이동 로봇기술에 대한 출원인-기술별 특허출원동향을 나타내고 있다. 삼성전자는 이 분야에서 로봇장치 12건, 부품 및 주변기술 8건, 제어기술에 4건 등 모두 20건의 특허를 출원하였다. 다음으로는 일본국적의 신코덴끼사로서 로봇장치 3건, 제어기술 5건, 부품 및 주변기술 3건 등 모두 11건의 특허를 출원하고 있다.

미국국적을 가진 부록스오토메이션사는 로봇장치 7건, 부품 및 주변기술 1건 등 8건의 특허를 이 분야에서 출원하고 있다. 이 밖에도 대우중공업과 소니사가 각각 5건의 특허를 출원하였으며, 삼성광주전자, 고마쓰, 대우전자 등이 각각 4건의 특허를 출원하고 있다.

<그림 3-39> 국적별 특허동향(이동로봇/한국)



<그림 3-39>은 이동 로봇기술분야에 대한 국적별 특허동향을 나타낸 것이다. 한국은 이동 로봇분야 전체 100건의 특허중에서 58건의 특허를 출원하였으며, 외국국적의 출원동향을 보면 일본이 32건의 32%를 차지하고 있으며, 미국이 8%로 8건, 이탈리아와 벨기에가 각각 1건씩 특허를 출원하였다.

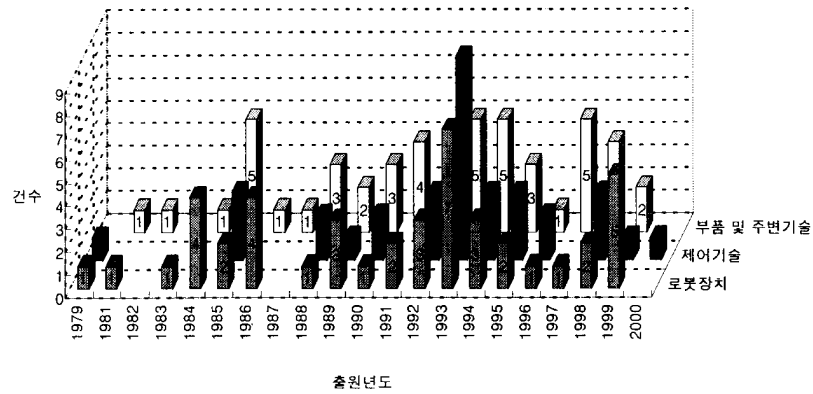
② 미국

이동로봇에 대한 한국특허분석과 마찬가지로 이번 분석에서도 이동 로봇분야에, 이송로봇, 하역로봇 등의 내용을 포함시켜 특허분석을 수행하였다.

<그림 3-40>은 미국의 이동 로봇기술의 출원년도-기술별 특허동향을 나타낸 것이다. 이동 로봇에 대한 미국 특허출원 동향을 보면 로봇장치분야는 1984년 이후 년평균 2건에서 4건 정도의 특허가 꾸준히 출원되다가 1993년 7건의 특허가 출원되어 조사년도중에서 가장 많은 특허가 출원되었으며, 제어기술 역시 년평균 2-3건의 특허가 출원되어 등록되었다. 제어 기술분야에서 가장 많이 출원된 년도는 1993년도로 9건의 특허가 출원되었다.

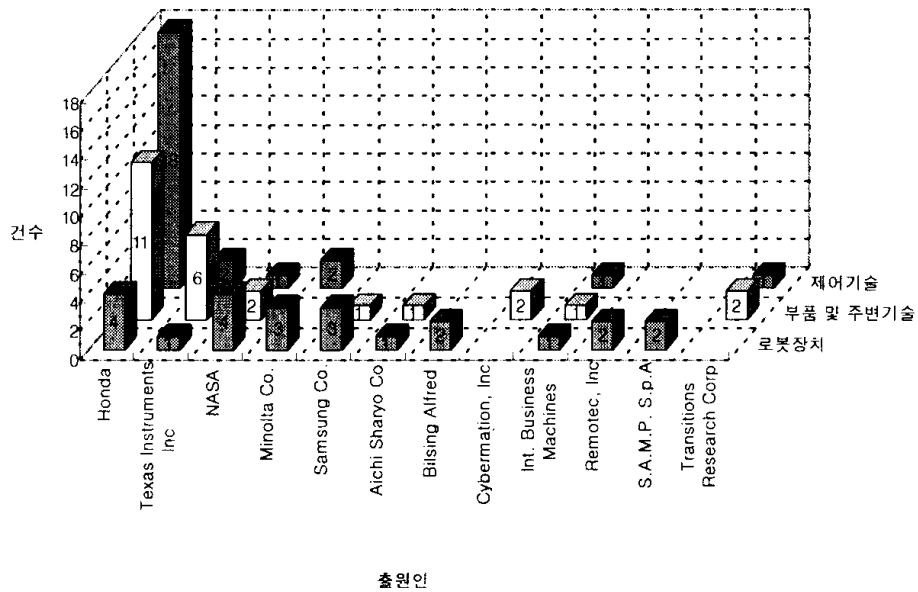
이동로봇의 주변기술 및 부품에 관한 특허출원은 년평균 3건에서 5건정도의 특허 출원되었으며, 세부기술분야별 특허출원동향을 전체적으로 보면, 로봇장치분야 44건, 제어기술분야 34건, 부품 및 주변기술분야 40건 등 118건의 특허가 출원되어 등록을 받았다.

<그림 3-40> 출원년도-기술별 특허동향(이동로봇/미국)



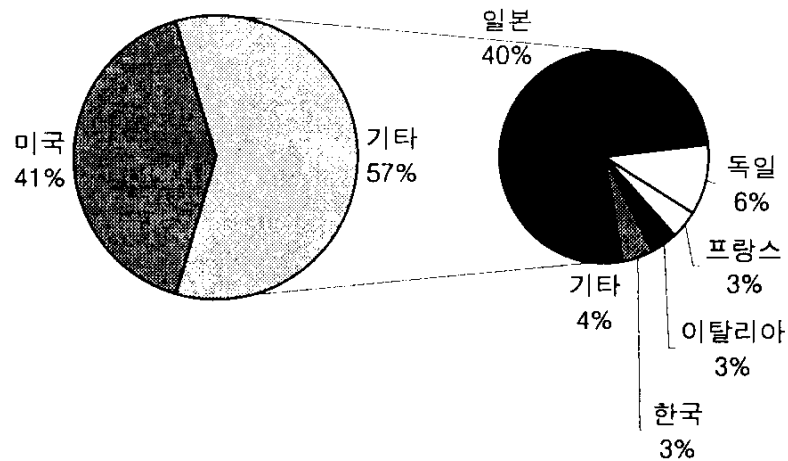
<그림 3-41>은 이동로봇 분야에서 미국에 출원등록된 출원인-기술별 특허동향을 나타내는 그림이다. 이 분야에 대해 미국에 출원등록된 출원인-기술별 특허동향은 일본국적을 가진 혼다사가 로봇장치 4건, 제어기술 18건, 부품 및 주변기술 11건 등 모두 26건의 특허를 출원하여, 이동로봇분야에서 특허출원 순위 1위로 랭크되었다. 특허출원 순위 2위는 텍사스인스트루먼트사로 로봇장치 1건, 제어기술 2건, 부품 및 주변기술 6건 등 모두 8건으로 혼다사와 큰 차이를 보이고 있다. 한국국적의 삼성전자는 로봇장치 3건, 부품 및 주변기술 1건 등 모두 4건의 특허를 출원하여 등록을 받았다.

<그림 3-41> 출원인-기술별 특허동향(이동로봇/미국)



<그림 3-42>은 미국에 특허출원등록된 국적별 출원동향을 나타낸 것이다. 미국은 이 분야에서 49건의 특허를, 한국은 3건의 특허를 출원하여 등록을 받았다. 일본 전체 118건의 특허중 48건의 특허를 출원하였으며, 독일이 각 7건, 프랑스와 이탈리아가 각각 3건을 출원, 등록을 받았다.

<그림 3-42> 출원인국적별 특허동향(이동로봇/미국)



마. 산업용로봇 최근 한국특허등록 현황

<표 3-11> 산업용 로봇 한국특허등록 현황(1991-2002.8)

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
1	KR0188256	1999-01-11	삼성전자	로봇의 용접용 토오치
2	KR0188257	1999-01-11	삼성전자	로봇 절대위치 오차보정방법
3	KR0188258	1999-01-11	삼성전자	로봇 이동 제어장치
4	KR0188259	1999-01-11	삼성전자	로봇의 주행 제어장치 및 그 방법
5	KR0188782	1999-01-13	대우자동차	로봇 콘트롤박스의 쿨링튜브
6	KR0188859	1999-01-13	한국전력공사	힘 제어가 용이한 로봇 손
7	KR0190131	1999-01-19	삼성전자	로봇제어방법 및 장치
8	KR0190132	1999-01-19	삼성전자	로봇 회전관절의 스톱퍼장치
9	KR0190238	1999-01-19	대우중공업	도장로봇 페도료절감을 위한 방법과 장치
10	KR0190326	1999-01-19	대우중공업	산업용 로봇의 교시반 인터페이스장치
11	KR0190503	1999-01-20	현대중공업	수평다관절 로봇의 관절구조
12	KR0190505	1999-01-20	현대중공업	산업용 로봇의 동력전달 장치
13	KR0190708	1999-01-21	대우전자	압력센서를 이용한 부품자동조립로봇
14	KR0190751	1999-01-21	차상근외	공조기 닥트 청소용 전동청소 로봇
15	KR0191238	1999-01-23	야스카와 덴끼	로봇용 공구 교환장치
16	KR0191751	1999-01-26	삼성전자	로봇의 헤드 자동 교체장치
17	KR0191752	1999-01-26	삼성전자	로봇의 곡선보간방법
18	KR0193518	1999-02-04	대우자동차	로봇 용접건의 접지구조
19	KR0194216	1999-02-08	삼성전자	비전 시스템을 이용한 이동형 로봇의 위치보정장치 및 그 방법
20	KR0196035	1999-02-18	기아중공업	로봇의 구동 제어기 점검 장치
21	KR0196136	1999-02-19	대우자동차	자동차의 로봇 실링건 노즐 구조
22	KR0198122	1999-02-26	기아자동차	산업용 로봇의 수직관절 장치
23	KR0198148	1999-02-26	대우중공업	다축수직 다관절 로봇의 관성 제어 방법
24	KR0199979	1999-03-08	삼성전자	용접로봇 용접제어 방법 및 용접제어 장치
25	KR0202369	1999-03-19	대우자동차	산업용 로봇의 케이블 현가 장치
26	KR0202708	1999-03-20	엘지산전	로봇의 추적 제어 방법
27	KR0203501	1999-03-24	대우중공업	다수 로봇에서 작업 동기 방법
28	KR0203502	1999-03-24	대우중공업	산업용 로봇의 구동부 백래쉬 방지 장치

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
29	KR0204161	1999-03-26	Applied Materials	자기 결합된 2축 로봇
30	KR0206539	1999-04-08	세이코	로봇의 손목 기구
31	KR0207131	1999-04-12	히다찌	다관절물체의 동작표현방법, 동작표현 장치, 컴퓨터그래픽 및 로봇제어장치
32	KR0209492	1999-04-21	기아자동차	산업용 로봇의 브레이크 해제 장치
33	KR0210059	1999-04-23	삼성전자	로봇의 구동 제어 장치 및 그 제어 방법
34	KR0210061	1999-04-23	삼성전자	로봇의 위치인식 장치 및 그 제어 방법
35	KR0210371	1999-04-26	대우고등기술원	로봇의 마스터링 방법
36	KR0210618	1999-04-27	기아중공업	산업로봇용 티칭펜던트의 방폭제어 장치 및 그 방법
37	KR0212158	1999-05-07	삼성전자	로봇과 주변장치충돌시 대응방법 및 장치
38	KR0212161	1999-05-07	삼성전자	관절 로봇의 전동식 핸드 구조
39	KR0213096	1999-05-13	삼성전자	로봇의 캘리브레이션 방법
40	KR0213614	1999-05-14	삼성전자	로봇제어장치 및 로봇제어방법
41	KR0213615	1999-05-14	삼성전자	스토퍼를 갖는 다관절로봇
42	KR0213713	1999-05-15	삼성전자	듀얼 로봇 시스템 및 그 제어방법
43	KR0213911	1999-05-17	삼성전자	로봇엔드-이펙터의 근접아치동작제어방법
44	KR0213918	1999-05-17	삼성전자	로봇의 기구학적 파라미터의 측정 방법
45	KR0214282	1999-05-19	윤경기 KR	로봇 보트의 무선 컨트롤 시스템
46	KR2014675	1999-05-20	엘지산전	산업용로봇의 기준자세, 위치교정장치, 방법
47	KR0214676	1999-05-20	엘지산전	산업용로봇 수평기준위치결정장치, 방법
48	KR0214677	1999-05-20	엘지산전	산업용의 기준위치 교 장치 및 그 방법
49	KR0214678	1999-05-20	엘지산전	산업 로봇 기준자세 교정장치 및 그 방법
50	KR0215423	1999-05-24	삼성중공업	겐츨리 로봇용접장치의 수평 회동구조
51	KR0216342	1999-05-28	한국전력공사	로봇 기구에 있어서 손목부위 작동 시스템
52	KR0217555	1999-06-05	고베 세이코쇼	산업용 로봇의 손목장치
53	KR0218104	1999-06-08	삼성전자	로봇의 캘리브레이션 방법
54	KR0218379	1999-06-10	엘지산전	로봇팔 제어방법
55	KR0220559	1999-06-22	야스가와 텐끼	산업용 로봇의 손목기구
56	KR0220858	1999-06-23	현대중공업	차륜 가공 핸들링용 로봇 핸드
57	KR0221487	1999-06-28	삼성전자	산업용로봇제어기의 프로그램 입력 방법
58	KR0221488	1999-06-28	삼성전자	안내용 로봇 아암구조

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
59	KR0221489	1999-06-28	삼성전자	로봇의 헤드자동 교체장치
60	KR0221490	1999-06-28	삼성전자	로봇의가,감속제어방법
61	KR0221491	1999-06-28	삼성전자	다수의 로봇 제어방법
62	KR0222763	1999-07-07	삼성전기	로봇위치제어용 선형출력제어장치 및 방법
63	KR0222939	1999-07-07	삼성전자	트레이피더의 트레이 지정방법과 이에 의하여 생성되는 데이터를 사용하는 실장기의 로봇이동방법 및 트레이공급 방법
64	KR0223563	1999-07-10	대우자동차	점용접용 로봇의 케이블문치 배선
65	KR0224439	1999-07-13	현대자동차	더블 토치형 가스브레이징 로봇시스템
66	KR0224819	1999-07-15	삼성전자	로봇의 부품이동방법
67	KR0224856	1999-07-15	삼성전자	이동 로봇의 제어방법
68	KR0224862	1999-07-15	삼성전자	로봇 암의 캘리브레이션 장치 및 방법
69	KR0224865	1999-07-15	삼성전자	로봇 제어방법
70	KR0224866	1999-07-15	삼성전자	작업 대상 핸들링용 로봇
71	KR0224919	1999-07-15	삼성전자	로봇의 원점 설정방법
72	KR0225484	1999-07-20	현대중공업	협소한 작업공간용 로봇 핸드
73	KR0225870	1999-07-22	대우고등기술 원	균형 설계된 수직 다관절 로봇
74	KR0225871	1999-07-22	대우고등기술 원	로봇컨트롤러의 서어보 구동기 및 브레이크 온/오프 제어신호 발생회로
75	KR0225872	1999-07-22	대우고등기술 원	동력전달 효율이 향상된 다관절 로봇
76	KR0225882	1999-07-22	KIST	산업용 로봇에 부착된 센서의 위치 및 자세 보정방법 및 이에 사용되는 측정 지그
77	KR0225883	1999-07-22	KIST	산업용 로봇에 부착된 센서의 위치 및 자세 보정방법 및 이에 사용되는 측정 지그
78	KR0225884	1999-07-22	KIST	독립 프로그래밍 가능한 2 자유도 추가운동 모듈 및 그를 장착한 가공 로봇 시스템
79	KR0225887	1999-07-22	한기택 강태학	하수구촬영 로봇 이송차의 이송바퀴
80	KR0225975	1999-07-23	대우중공업	수직 다관절 로봇의 아암 연결 구조
81	KR0226988	1999-07-29	대우중공업	로봇 상하이동 장치
82	KR0227030	1999-07-29	삼성중공업	로봇제조 및 조립오차에 따른 오차보상방법
83	KR0228851	1999-08-12	대우전자	취출 로봇의 Z축 이동장치
84	KR0230604	1999-08-23	김종국 KR	스카라 로봇 시스템
85	KR0231817	1999-09-01	삼성항공산업	다중 로봇 제어용 티치 박스
86	KR0232252	1999-09-03	대우중공업	로봇 대차의 고정 장치

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
87	KR0232253	1999-09-03	대우중공업	로봇 대차의 셋팅 장치
88	KR0233578	1999-09-13	현대자동차	로봇 용접기의 가스 방지 커버
89	KR0234331	1999-09-16	삼성전자	모터타입 인식하여 제어하는 로봇제어방법
90	KR0234663	1999-09-18	대우중공업	산업용로봇의 선회관절작업 영역 규제장치
91	KR0234957	1999-09-20	무라타 기카이	직교 3축 로봇의 구동 장치
92	KR0235190	1999-09-21	삼성전자	로봇 제어기의 감시 프로그램별과 PLC간의 인터페이스 방법
93	KR0235191	1999-09-21	삼성전자	산업용 로봇의 최단 시간 속도 제어 방법
94	KR0235193	1999-09-21	삼성전자	비대칭반원동작을 이용한 로봇의 위치제어장치 및 그 제어 방법
95	KR0236561	1999-10-01	차상근 KR	덕트의 오염 측정용 로봇
96	KR0236592	1999-10-01	야스가와텐끼	로봇 제어 방법 및 장치
97	KR0236736	1999-10-04	한국전력공사	고하중용 로봇 입/퇴실 장치
98	KR0236739	1999-10-04	한국전력공사	연속 회전이 가능한 로봇 그리퍼
99	KR0237299	1999-10-07	삼성전자	원통 좌표 로봇
100	KR0237302	1999-10-07	삼성전자	로봇의 초기 용접위치 검출 방법
101	KR0238123	1999-10-12	대우중공업	실링로봇건의 홀드 제어 회로
102	KR0238124	1999-10-12	대우중공업	로봇 적용간이시스템의 DRY-RUN 방법
103	KR0238659	1999-10-14	삼성전자	위치보정가능한운반로봇, 이를 제어하는 방법
104	KR0238663	1999-10-14	삼성전자	이형 로봇 시스템의 자기 진단 방법
105	KR0238983	1999-10-18	삼성전자	로봇의 위치 제어 방법 및 위치 제어 장치
106	KR0239148	1999-10-19	엘지산전	산업용로봇의 회전관절부 배선처리장치
107	KR0239370	1999-10-20	광주전자	초음파 모터를 이용한 로봇 암의 관절
108	KR0239587	1999-10-21	대우중공업	산업용 로봇의 손목부 구조
109	KR0240466	1999-10-27	현대자동차	로봇 톨 캘리브레이션 방법
110	KR0241140	1999-11-01	한국원자력연구소	다족형 로봇의 이동 시스템
111	KR0241141	1999-11-01	한국원자력연구소	3관절 가진 로봇이용 가상 촉감 인지방법
112	KR0241143	1999-11-01	한국원자력연구소	협소 공간 정밀 탐사용 이동 로봇
113	KR0241381	1999-11-03	기아자동차	로봇 프로그램별 자동 보정 방법

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
114	KR0241847	1999-11-05	삼성중공업	레이저 비전 센서를 이용한 용접 로봇의 제어 방법 및 장치
115	KR0242238	1999-11-09	삼성전자	트윈 암 로봇 캘리브레이션 기구
116	KR0242239	1999-11-09	삼성전자	로봇 수직 충돌 검출 장치
117	KR0242447	1999-11-10	삼성전자	로봇 제어를 위한 경로 계획 장치 및 경로계획 방법
118	KR0242952	1999-11-15	삼성전자	로봇의 운송물 운송 방법
119	KR0243079	1999-11-15	삼성전자	로봇의 제어 장치 및 그 제어 방법
120	KR0243081	1999-11-15	삼성전자	이송 로봇
121	KR0243084	1999-11-15	삼성전자	용접로봇제어 방법 및 그 제어 장치
122	KR0243340	1999-11-16	삼성전자	이동로봇 퍼지룰에 의한 주행제어 방법
123	KR0243993	1999-11-19	다바이에스팩	로봇 핸드
124	KR0244443	1999-11-22	대우고등기술원	로봇의 연속 동작 CONTINUOUS PATH MOTION을 위한 구동 모터의 제어 장치 및 그 방법
125	KR0244678	1999-11-23	대우고등기술원	용접용 로봇의 모터 브레이크 장치
126	KR0244679	1999-11-23	대우고등기술원	용접용 로봇의 모터 엔코더 클리어 장치
127	KR0244680	1999-11-23	대우고등기술원	로봇의 구동 모터 가,감속 제어 장치 및 그 방법
128	KR0244681	1999-11-23	대우고등기술원	로봇의 다중 모터 제어 시스템 및 그 시스템의 통신 방법
129	KR0244682	1999-11-23	대우고등기술원	로봇다중 모터 제어 시스템의 동기화 장치
130	KR0244757	1999-11-24	대우고등기술원	철구조물 용접작업시 오프라인프로그래밍별 구성방법,로봇과 용접대상물위치고정장치
131	KR0244758	1999-11-24	대우고등기술원	수직다관절용접로봇캘리브레이션 방법장치
132	KR0246219	1999-12-04	기아중공업	로봇 프로그램별 선택 오류 방지 시스템
133	KR0246523	1999-12-06	대우중공업	안전 유리의 필름 트리밍용 로봇 핸드와 커터 자동 교환 장치
134	KR0246672	1999-12-07	현대자동차	로봇 레이아웃 캘리브레이션 방법
135	KR0247140	1999-12-09	KIST	그라인딩 로봇의 용접 비드 제거 방법
136	KR0247502	1999-12-13	현대중공업	차륜 핸들링용 로봇 핸드
137	KR0247869	1999-12-15	대우중공업	산업용 로봇의 브레이크 제어 장치

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
138	KR0247870	1999-12-15	대우중공업	산업용 로봇 교시 조작기
139	KR0248487	1999-12-17	현대중공업	5 방향 작업 자세 가능한 로봇 핸드
140	KR0249083	1999-12-22	에이비비 컴버스천	로봇의 다이내믹 위치 추적 및 제어
141	KR0250798	2000-01-07	김창국 KR	산업용 로봇의 암에 사용되는 팀의 구조
142	KR0251038	2000-01-10	삼성전자	원통 좌표계 로봇
143	KR0251039	2000-01-10	삼성전자	로봇의 캘리브레이션 장치
144	KR0251040	2000-01-10	삼성전자	로봇의 캘리브레이션 장치
145	KR0253848	2000-01-27	대우고등기술원	걸어다니는 초소형 마이크로로봇, 구동방법
146	KR0253898	2000-01-27	미쯔비시 덴끼	한평면내 다자 유도 스카라형 로봇의 궤적 제어 장치 및 궤적 제어 방법 및 한평면내 다자 유도 스카라형 로봇의 궤적 제어 프로그램별을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체
147	KR0254370	2000-02-01	스미도모	로봇 암
148	KR0254394	2000-02-01	대우고등기술원	초소형 마이크로 로봇 및 그 구동 방법
149	KR0256757	2000-02-24	현대자동차	타이어자동장착로봇그리퍼, 제어방법
150	KR0257097	2000-02-28	테스콘	멀티 로봇 시스템
151	KR0257695	2000-03-04	구보다	로봇 핸드
152	KR0257916	2000-03-07	도요 고한	산업용 로봇에 있어서의 간섭회피 방법
153	KR0258417	2000-03-10	대우고등기술원	벽면 작업용 로봇 장치
154	KR0258555	2000-03-13	현대중공업	분할 적재 가변형 로봇 핸드
155	KR0258556	2000-03-13	현대중공업	횡거 교체용 로봇 핸드
156	KR0259744	2000-03-28	대우고등기술원	아크 용접용 로봇의 토치 어댑터
157	KR0259880	2000-03-29	대우고등기술원	로봇 용접용 용접건 제어 방법 및 장치
158	KR0259884	2000-03-29	대우고등기술원	시뮬레이션 이용한 용접로봇간이캘리브레이션 방법
159	KR0261493	2000-04-18	삼성테크윈	헤드가 개선된 로봇
160	KR0261504	2000-04-18	삼성테크윈	로봇 핸드
161	KR0262382	2000-05-01	미쯔비시 덴끼	로봇 속도연산장치 로봇의 속도 연산 방법
162	KR0263442	2000-05-17	경상대학교	공작물치수정보이용한 로봇셀자제 보정 방법
163	KR0263534	2000-05-17	대우중공업	용접 로봇을 위한 용접 전원 제어 방법

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
164	KR0263974	2000-05-23	엠티 시스템	덕트 청소용 로봇 시스템
165	KR0264321	2000-05-29	한창수 KR	평형식 로봇 매니플레이터
166	KR0270966	2000-08-09	삼성전자	산업용 로봇의 오리엔테이션 측정 시스템
167	KR0272234	2000-08-23	삼성전자	로봇 관절의 원점 복귀 방법
168	KR0274910	2000-09-18	대우중공업	로봇 위치 고정 장치
169	KR0275704	2000-09-23	삼성전자	로봇의 손의 위치 보정 장치
170	KR0278454	2000-10-19	삼성전자	로봇을 이용한 용접 방법
171	KR0281239	2000-11-16	Applied Materials	로봇 조립체
172	KR0283727	2000-12-12	한국원자력연구소	하수관검사/보수용 로봇감시카메라 위치절환장치
173	KR0284695	2000-12-22	삼성전자	로봇의 캘리브레이션 방법
174	KR0288085	2001-02-02	로오체	기관 운송용 스칼라형 로봇
175	KR0288590	2001-02-08	삼성전자	로봇의 원점 복귀 제어 방법
176	KR0289812	2001-02-23	최혁렬 류성무	배관의 내부 검사용 이동 로봇
177	KR0292539	2001-03-23	야스가와덴끼	다관절 로봇
178	KR0297675	2001-05-24	프로텍 KR	로봇 핸드
179	KR0304452	2001-07-23	삼성전자	정밀 로봇의 직동 및 회전 운동 장치
180	KR0317911	2001-12-05	선문학원	이동로봇구동장치 및 이를 이용한 이동로봇제어방법
181	KR0318437	2001-12-10	하이닉스반도체	자동 운송로봇의 병렬제어 시스템 및 방법
182	KR0321497	2002-01-09	최명환	로봇의 운동지시 방법
183	KR0325642	2002-02-08	KIST	축구 로봇 장치
184	KR0331987	2002-03-27	대우고등기술원	로봇의 공구 중심점 설정방법
185	KR0332296	2002-03-29	금호산업	병렬 로봇의 제어방법 및 장치
186	KR0335178	2002-04-19	기아자동차	로봇용접 건의 개방상태제어장치
187	KR0335241	2002-04-20	아남반도체	웨이퍼 운반 로봇의 이송 아암
188	KR0336459	2002-04-30	대우고등기술원	로봇의 오프-라인 제어 방법
189	KR0337427	2002-05-08	오재윤 권혁조	로봇 운격조종기구 및 이를 이용한 원격조종시스템
190	KR0338493	2002-05-16	KIST	IR적외선모듈을 이용한 축구로봇 통신시스템
191	KR0338495	2002-05-16	KIST	로봇축구 게임을 위한 로봇제어 방법

No	등록번호	등록일	출원인	발명의 명칭
192	KR0338497	2002-05-16	KIST	조립작업을 위한 진동발생장치 및 로봇경로수정방법
193	KR0342254	2002-06-17	삼성전자	중량편재 보상용 밸런상부를 갖 는 하물적재용 로봇
194	KR0342255	2002-06-17	삼성전자	로봇 구동용 모터의 속도제어방 법
195	KR0342256	2002-06-17	삼성전자	로봇제어시스템 및 그 제어방법
196	KR0343017	2002-06-21	삼성중공업	과형부재 용접장치의 용접로봇 구동방법
197	KR0344869	2002-07-03	한국원자력연구소	2개의 공구를 장착한 관로 보수 로봇
198	KR0345150	2002-07-05	현대자동차	레이저측정기를 이용한 로봇위치 보정방법
199	KR0345199	2002-07-05	현대자동차	로봇 속도 제어에 의한 레이저 용접 방법
200	KR0349869	2002-08-09	삼성중공업	리프팅 러그 용접 로봇 시스템
201	KR0350037	2002-08-12	최용택	데스크탑 로봇

제 4 장: 시장동향 및 전망

1. 산업의 개요 및 특성

가. 산업의 개요

최근 전자 및 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 따라 이들 기술과 기계기술을 결합한 로봇 산업이 눈부시게 발전하고 있다. 이에 따라 관련 산업의 규모도 급속히 증대되고 있으며 향후 21세기를 주도하는 산업의 하나로 발전할 것으로 예상되고 있다.

차세대를 이끌어 갈 산업으로 각광을 받고 있는 IT, BT, NT산업과 함께 RT(Robot Technology) 산업에 대한 선진국 정부의 정책적 지원이 활발하게 이루어지고 있다. 이에 따라 우리나라 정부에서도 21세기 유망지식기반산업의 하나로 로봇 산업을 선정하여 이를 중점·육성하고 있는 실정이다.

로봇 산업은 메카트로닉스 산업에 포함한다고 볼 수 있으며, 대표적인 메카트로닉스 산업들은 다음과 같다. ① NC/CNC 공작기계 산업, ② 생산자동화 관련 기기 산업, ③ 자동화된 각종 제조장비 산업(전자산업, 기계산업, IT산업, BT산업, NT산업 등), ④ CAD/CAM/CIM 산업, ⑤ Micro machine/Micro System/MEMS 산업, ⑥ 기타 부품, 기기 산업(제어기, Sensor, Actuator 등)

메카트로닉스 산업의 수요 및 매력도는 우리나라를 포함한 세계의 거의 모든 시장에서 매우 유망, 또는 유망으로 전망되었으며, 시장에서의 경쟁도 타 산업과 비슷하거나 경쟁이 덜한 정도를 보이고 있어 향후 우리나라의 기업들이 주력할 만한 가치가 있음을 알 수 있다.

<표 4-1> 메카트로닉스 산업의 수요 및 매력도 전망

구분	수요 및 매력도 전망					
	일반기계/전 동기/엔진	선박/ 해양구조	중장비/ 상용차	전력산업	산업설비	메카트로닉 스/자동화
북미	△	△	△	○	×	○
EU	△	×	×	○	×	◎
일본	×	△	△	△	×	○
중국	◎	○	◎	◎	○	△
아시아 NIEs	△	×	△	△	×	○
아시아 ENIEs/ 남아시아	○	○	○	○	○	△
중동	△	△	△	△	○	△
중앙아시아	△	×	○	○	△	×
오세아니아	△	△	△	△	△	◎
중남미	△	○	○	○	×	△
러시아·동구	○	△	○	△	○	△
아프리카	△	△	○	◎	×	△
한국	△	△	△	○	×	◎

자료 : 한국공작기계공업협회, 공작기계 2002.6

*주 1) 업종/지역에서의 순위는 시장의 절대 규모는 물론, 시장의 성장률, 시장에서의 평균적인 수익성, 사용되는 핵심기술의 변화, 가능성 등을 종합해서 평가한 결과임.

2) 평가 결과의 표현

◎ : 향후 매우 유망한 업종/지역 ○ : 유망한 업종/지역

△ : 업종/지역의 매력도가 보통 × : 업종/지역의 매력도가 떨어짐

<표 4-2> 메카트로닉스 산업의 시장경쟁 전망

구분	수요 및 매력도 전망					
	일반기계/전 동기/엔진	선박/ 해양구조	중장비/ 상용차	전력산업	산업설비	메카트로닉 스/자동화
북미	○	×	◎	◎	×	◎
EU	◎	×	◎	◎	◎	◎
일본	◎	○	◎	◎	◎	◎
중국	○	◎	○	○	○	△
아시아 NIEs	×	△	○	△	○	△
아시아 ENIEs/남아 시아	○	△	○	△	○	△
중동	×	×	×	×	×	×
중앙아시아	×	×	×	×	×	×
오세아니아	×	×	×	×	×	○
중남미		×	○	×	×	×
러시아·동구	○	×	×	○	○	○
아프리카	×	×	×	×	×	×
한국	○	◎	○	○	◎	○

자료 : 한국공작기계공업협회. 공작기계 2002.6

*주 1) 업종/지역에서의 순위는 현재 및 향후 5년간 해당 업종/지역에서 주요 생산 거점이 있는지의 여부, 생산 거점이 없는 경우 해당 업종/지역에서 시장지배적 위치의 기업이 존재하는지의 여부를 기준으로 판별

2) 평가 결과의 표현

◎ : 주요 생산 거점 또는 시장지배적 기업이 존재함

○ : 생산 거점 또는 주요 공급 기업이 존재하나 독점적 위치는 아님

△ : 다소 완전 경쟁적인 시장 상황임

× : 생산 거점과 시장지배적 기업이 전혀 존재하지 않음

국내의 메카트로닉스 시장은 2005년까지 연평균 24.8%, 세계 시장은 연평균 11.3% 증가할 것으로 전망된다.

〈표 4-3〉 메카트로닉스관련 시장 전망

구 분	1995	2000	2005	비고
세계시장	55.6조원(505억\$)	102.4억원(931억\$)	180조원(1,636억\$)	연평균11.3%증가
한국생산	1조원(9.1억\$)	3조원(27.3억\$)	9.2조원(83.6억\$)	연평균24.8%증가
한국/세계	1.8%	2.9%	5.1%	-

자료 : 한국공작기계공업협회, 공작기계 2002.6

(1) 로봇산업의 분류

〈표 4-4〉 산업용과 개인용 로봇의 분류

구 분	용 도	대표적인 작업
산업용 로봇	제조업(공장 자동화)	용접, 조립, 운송, 도장 등
	비제조업(현장 자동화)	과일수확, 육모, 철골용접/조립, 벽제작업, 수중 작업, 의료 등
개인용 로봇	가사용	청소, 심부름, 경비, 조리, 제초 등
	생활지원용	간병, 장애인 보조, 재활훈련 등
	여가지원용	음악연습, 게임, 스포츠 등
	공공복지용	경비, 안내, 의료, 빌딩 도우미 등

① 산업용 로봇

산업용 로봇이란 자동제어에 의한 매니플레이터의 조작 또는 이동기능을 가지고 각종의 작업을 프로그램에 의하여 실행할 수 있으며, 산업에 사용되는 기계이다. 제조용 로봇 즉, 산업용 매니플레이션 로봇이란 3개 이상의 축이 있고, 자동제어에 의해서 동작하는 것을 말한다. 비제조용 로봇은 우주 공간, 탄광, 심해와 같은 작업 환경이 위험하거나 어려운 작업을 해야하는 경우에 인간을 대신하여 작업현장에 투입되는 로봇으로 이동기능을 보유한다.

② 개인용 로봇

개인용 로봇은 개인 생활의 본질인 운동성을 보조하며, 지능을 갖는 인간공생형 대인 지원 로봇이다. 개인용 로봇은 Home Automation을 지원하는 가정용, 고령자와 신체장애자 등에 대한 생활 지원용, 오락(Amusement/ Entertainment)용, 공공시설 등의 복지를 지원하는 공공복지용으로 분류한다.

개인용 로봇기술은 기존의 로봇기술에 IT기술, BT기술을 접목하여 이루어진다.

나. 산업의 특성

로봇 산업은 고부가 가치 산업으로서 다음의 특징을 갖고 있다.

■ 지속적인 고성장 산업

■ 높은 부가가치 창출 산업

(1) 산업용 로봇산업의 특성

‘80년대 로봇산업은 소규모 업체들이 주류를 이룬 것이 특징이라면, ’90, 2000년대의 로봇 산업은 대기업화/대형화 추세를 보이고 있는 것으로 나타났다. 세계 대부분의 기업이 M&A, 파산 등 구조조정의 시기를 거치면서 현재 소규모 업체수는 현저하게 감소세를 보이고 있는 것으로 나타났다. Fanuc, ABB 등 세계 주요 산업용 로봇 생산업체 「빅5」 는 2000년 세계 로봇시장(5축 또는 이상의 로봇)에서 70% 이상의 점유율을 나타냈다.

(2) 개인용 로봇산업의 특성

개인용 로봇산업은 대기업 보다 창의성 있는 중소기업 및 벤처기업의 참여가 많이 이루어지고 있는 특성이 있다. 개인용 로봇산업은 사용되고 있는 분야가 다양하고 수요자의 요구가 다양한 특성이 있다.

〈표 4-5〉 로봇 산업의 특성

	산업용 로봇	개인용 로봇
기반 기술	전기, 전자, 기계	IT, Mechatronics, 가전
핵심성공 요인	신뢰성, 경험과 분석	저가형, 창의와 종합
생산 방식	소품종, 수주생산	다품종, 대량생산
시장 형태	자동차, 반도체 공장 등 한정적 시장	가정, 빌딩, 병원 등 인간이 생활하는 모든 장소
혜택을 보는 분야	제조업	서비스, 필드 분야로 파급되어 전산업에 영향을 줌

(3) 로봇산업의 성장 특성

산업용 로봇의 수요는 기타 산업의 투자 사이클과 일맥상통하지만, 경제활동 변화에 민감한 공작기계와 비교할 때 점차 증가세를 보이는 것으로 나타났다.

세계 산업용 로봇의 출하 성장률은 공작기계와 비교할 때 훨씬 높은 것으로 나타났으며 '90년~2000년 기간동안 공작기계 소비는 매년평균 4% 증가한 반면, 산업용 로봇은 매년 평균 7.7% 증가한 것으로 나타났다.

산업용 로봇과 공작기계 산업은 경기 침체기 동안에는 他산업보다 훨씬 큰 감소폭을 보인 반면, 회복기에는 최고의 증가폭을 기록하는 등 기타 산업의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

(4) 로봇의 활용 분야

로봇은 자동차, 반도체 장비, 건설, 원자력 등의 산업에 폭 넓게 활용되고 있다.

<표 4-6> 로봇의 분야별 활용

분야	로봇의 활용
자동차	<ul style="list-style-type: none"> ● 프레스 용 로봇 : 자동차 바디를 위한 압연 공정에 사용 ● 로딩/언로딩 로봇 : 압연공정에서 중간물을 다음 공정의 프레스로 옮기거나 조립 작업시 등 대상물을 옮기는 공정에서 사용 ● 용접용 로봇 : 바디 용접에 사용 ● 조립용 로봇 : 엔진, 축, 트랜스미션 또는 유리, 타이어 등의 조립 ● 도장용 로봇 : 바디에 도장을 하거나 코팅하는 과정에 사용
반도체 장비	<ul style="list-style-type: none"> ● 진공 clean room용 웨이퍼 및 대용량 LCD 핸들링 로봇 ● 고속, 고정밀도 반도체 조립용 로봇 ● 다목적 정밀 로봇 핸드 ● 웨이퍼 검사 및 분류 로봇 ● 웨이퍼 얼라이너 (wafer aligner) ● 웨이퍼 엘리베이터 (wafer elevator)
건설	<ul style="list-style-type: none"> ● 고층 건축에 있어서의 용접 도장 작업 로봇 ● 외장제 부착 작업 로봇 ● 철근 조립 및 콘크리트 타설 로봇 ● 교량도장 로봇 ● 터널 내벽면의 보수 점검 로봇 등
원자력	<ul style="list-style-type: none"> ● 방사성 폐기물 처리 로봇 ● 원자력 발전소 정기검사 로봇 ● 발전소 해체 로봇

분야	로봇의 활용
기타	● 극한작업 로봇 (해양, 우주 등)
	● 서비스 로봇 (개인용, 공공용)
	● 의료 · 재활 로봇
	● 마이크로나노 로봇
	● 바이오(자동화) 로봇

2. 산업환경 분석

가. 외부환경 분석

(1) 산업환경과 인간생활 패턴의 변화

최근 IT의 일반화로 정보화의 최소 단위인 가정에서도 가상공간을 통하여 업무를 처리하고 제반 서비스를 받을 수 있는 정보 인프라가 구축되었으며, 디지털 가전의 등장으로 가전기기들도 가상공간 상에서 제어가 가능하게 되었다. 이러한 시점에서 출현한 개인용 로봇은 디지털 가전기기의 하나로 인식되고 있다.

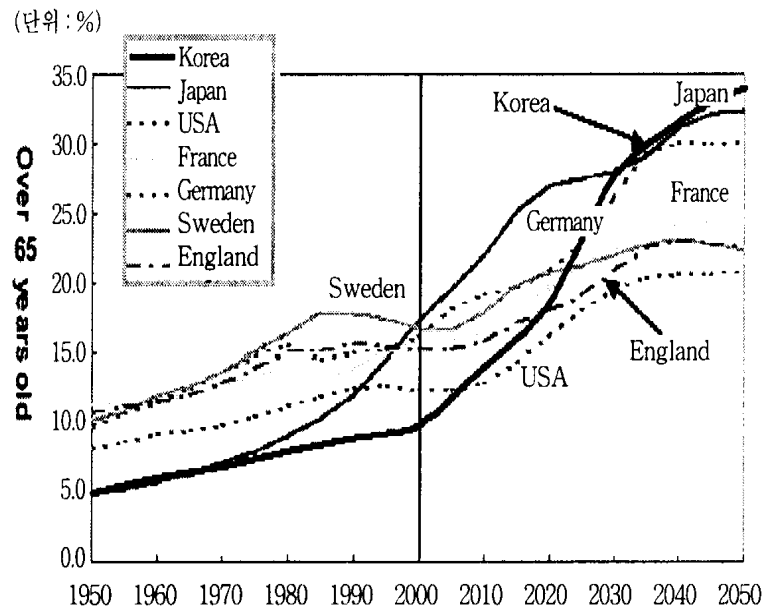
사회의 선진화 및 BT의 발전은 인간수명을 연장시켜, 고령화 시대를 예고하고 있다. 가정 중심의 생활패턴은 인간의 운동부족을 초래할 수 있으며, 이에 대한 극복수단으로서 건강유지와 스포츠 상대를 위한로봇의 수요를 창출하게 될 것이다. 또한, 병자간호, 장애인 보조, 진료, 수술, 원격진료 등을 지원하는 인간공존형 로봇의 출현이 필연적이다.

21세기에는 여유와 풍요 속에 개인주의로 더욱 심화될 수 있는 인간고립화에 대응하여, 오락용, 애완용 로봇 등이 이미 출시되고 있다.

이러한 개인용 로봇의 수요는 증대될 것으로 예상되며, IT, BT와 함께 RT의 발전이 기대되고 있다.

기존 로봇산업은 거의 산업용 로봇에 한정되어 있었지만, 앞으로는 개인용 로봇의 시장규모가 폭발적으로 증가하리라는 것을 인지하고, 로봇 연구개발의 방향을 개인용 로봇으로 전환하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

<그림 4-1> 국가별 65세이상 고령자 추이 전망



자료 : “생활시간조사에 나타난 국민의 생활 모습” 통계청, 2000.12

산업화 사회의 도래로 가족에 대한 전통적인 개념이 약화되면서 고령화 사회로 변모함에 따라 부족한 노동력 지원과 노약자를 위한 복지관련 서비스 수요를 해결할 대안으로 로봇이 부각되고 있다. 21세기에는 노령화사회, 생활의 편의성 추구 추세에 따라 인간과 로봇이 공존하는 시대가 도래할 것이다.

65세이상의 인구가 증가함에 따라 개인용 로봇의 수요가 증가할 것으로 예측된다.

<표 4-7> 국내 노령인구 증가추이

구 분	2000년	2010년	2020년
65세 이상 인구	337만명	503만 명	690만명
노년 부양비율	10.0%	14.2%	18.9%

주 : 노년부양비율 = (65세 이상 인구)/(15-64세 인구)*100

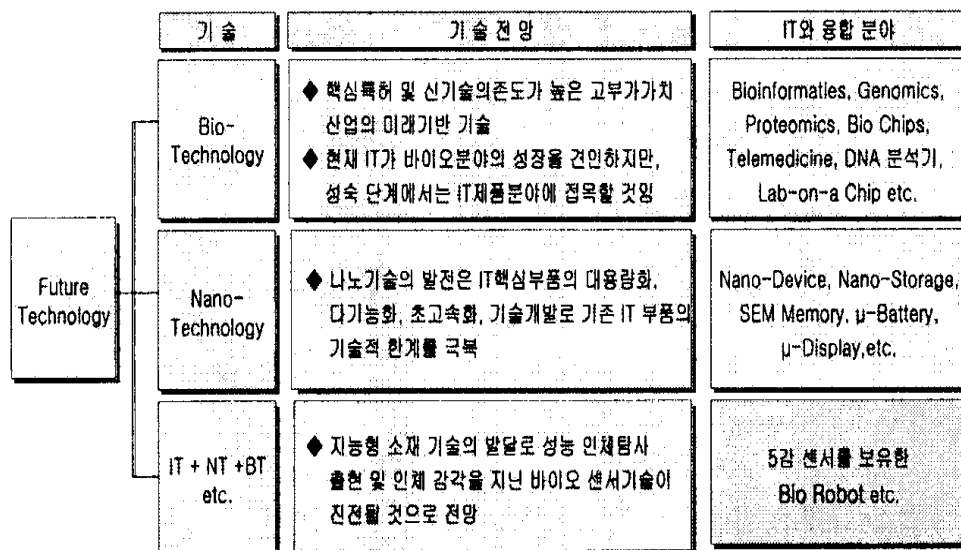
- 노인 독립가구 거주비율이 30%를 상회(1995년)

- 노령화될수록 건강에 대한 관심 증대

자료 : “생활시간조사에 나타난 국민의 생활모습”, 통계청, 2000.12

(2) 미래기술의 발전방향과 로봇산업

<그림 4-2> 미래 기술의 발전 전망

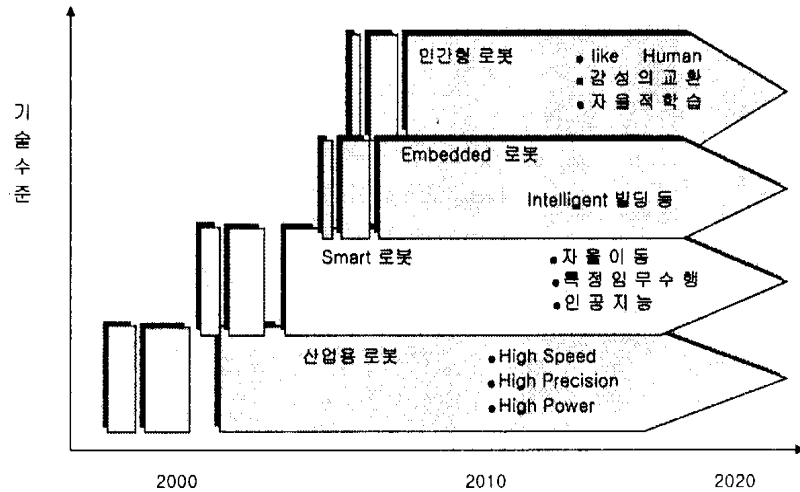


자료 : 전자부품연구원, 2001.10

미래 사회는 여러 복합기술의 파급효과 증대에 의해 혁신될 것으로 전망된다. IT, BT, NT 등 서로 다른 기술의 융합을 통한 융합형 혁신(fusion innovation)이 가속화될 것으로 전망된다.

지능형 로봇 개발은 초기단계에 있으나 일본 및 미국을 비롯한 여러 국가들의 기업 및 연구소 등에서 지속적인 연구개발을 진행하고 있다.

<그림 4-3> 로봇의 발전 추세



자료 : 과학기술부, 2001.3

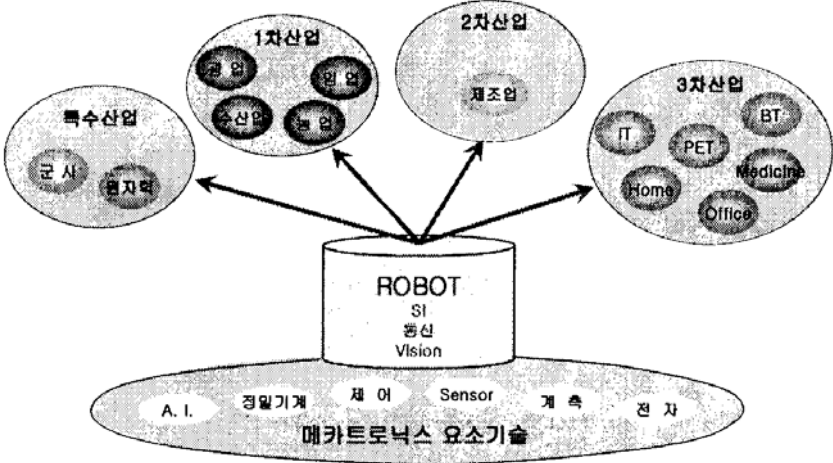
로봇은 메카트로닉스 요소기술들의 결합에 의해 만들어지며, 여러산업분야에 폭넓게 응용되고 있다.

로봇기술은 서보모터, 감속기의 구동부, 인공지능(AI)제어, 센서기술 등 컴퓨터 H/W 및 S/W, 음성 인식, 화상처리 등 혁신적인 정보통신 기술의 복합기술로서 이중산업간의 시너지 효과를 창출할 수 있는 기술이다. 즉, 기계기술과 전자기술이 수평적 혹은 수직적으로 상호 연계되어 부가가치를 창출한다.

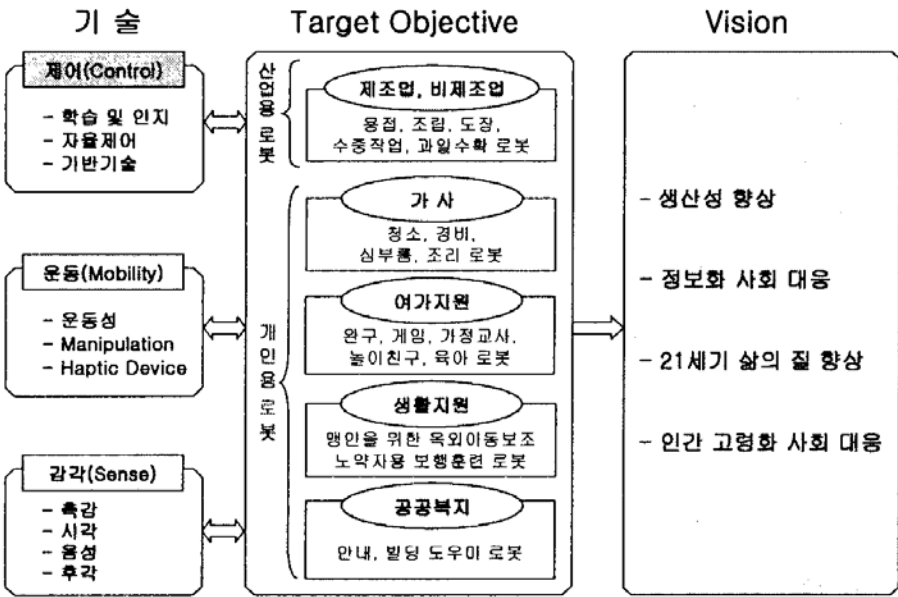
로봇은 인간 유해 작업장의 대체노동력 개념의 산업용에서 가정용 기기와 연계되어 인간의 보조지원 기능을 갖는 서비스 로봇으로 적용영역이 확대되는 추세이다.

일본, 미국 등 선진국에서는 산업용 로봇뿐만 아니라 의료용 로봇, 애완용 로봇 등 로봇이 출시되고 있는 반면에 국내에서는 생산라인의 조립, 용접 등 산업용 로봇 생산에 치중하고 있다.

<그림 4-4> 로봇 관련 기술의 산업연계도



<그림 4-5> 로봇의 비전(Vision)



산업용 로봇과 개인용 로봇은 생산성 향상과 삶의 질 향상을 위해 폭 넓게 사용될 것으로 예상된다.

로봇산업은 기술혁신을 활성화하고 새로운 발상에 의해 이루어지는 신산업으로서 유망하며, 특히, 개인용 로봇 시장은 21세기 중반 자동차 산업규모로 급성장 할 것으로 예상된다. 정보통신 혁명에 따른 인간과 친숙한 인터페이스 요구 증가와 21세기 실버사회에 대응하기 위한 노약자 생활보조/지원, 여가증가에 따른 오락, 스포츠, 애완 등 로봇수요가 급증할 전망이다.

(3) 로봇 산업의 국가 경제적 위치

2000년 산업용 로봇의 시장 규모는 일본이 세계 1위이며, 한국은 세계 5위 수준이나 생산 규모 및 로봇 밀도면에서 일본에 비해 열세이다. 국내 시장규모는 2001년 120억원의 로봇 시장이 형성되었으며, 2000년 로봇생산 규모면에서 일본은 한국의 9.9배 규모이었다.

〈표 4-8〉 로봇 산업의 세계시장 현황(2000년)

(단위 : 대)

구 분	출하 대수	가동 대수	로봇 밀도 (근로자 만명당)
1위	일 본(46,989)	일 본(389,442)	일 본(293)
2위	미 국(12,986)	독 일(91,184)	싱 가 폴(157)
3위	독 일(12,781)	미 국(89,880)	독 일(120)
4위	이탈리아(5,897)	이탈리아(39,238)	한 국(115)
5위	한 국(4,731)	한 국(37,987)	이탈리아(95)

자료 : “World Robotics 2001“ 자료를 근거로 KIST 재구성

나. 시장 기회요인 및 위협요인 분석

(1) 시장기회 요인

① 국내의 정부 지원 현황

정부는 로봇산업을 차세대 국가주력산업으로 육성하기로 하고 2002년부터 10년간 총 3조 6,080억원을 투자하여 환경을 인지해 인간처럼 지능적으로 판단하고 행동하는 지능형 로봇을 개발하기로 했다. 이를 위해 지능형 로봇기술 개발과 중심적 역할을 수행할 지능로봇 전문연구소를 설립하고 전문인력을 양성기로 했다.

2002년부터 2011년까지 정부 2조2,400억원, 민간 1조3,680억원 등 총3조6,080억원을 투자하여 지능형 로봇 원천기술 · 응용 및 실용화기술과 지능로봇전문연구소, 지능로봇연구단지 등 인프라를 구축하고 세계 3위권의 지능로봇관련 지적재산권과 표준화의 국가경쟁력을 확보한다는 계획이다.

정부는 로봇산업을 전후방산업에 대한 파급효과가 막대한 점을 감안, 이러한 지원을 바탕으로 10년 후에는 지능형 로봇산업을 반도체와 자동차에 이은 차세대 국가주력산업으로 육성할 방침이다.

세계적 기술우위를 선점할 생산지원 로봇, 인간지원 로봇, 국가 전략적 특수 로봇, 지능로봇 공통핵심기술 등 5개 분야를 선정, 집중 육성을 통해 지능로봇 독자개발 능력을 확보해 2011년 약 1,800억달러로 예상되는 세계 지능형 로봇시장의 10%를 점유한다는 계획이다.

② 선진국의 정부 지원 현황

일본 경제산업성은 로봇산업이 미래 제조업 가운데 큰 부분을 차지한다고 전망하고, 일본 로봇산업의 육성 및 발전을 위한 ‘21 세기 로봇 챌린지(Robot Challenge in the 21st Century)’ 프로젝트를 시작한다고 발표하였다.

이 프로젝트를 통해 로봇 개발기업에게 정부 보조금을 지급하고 간호로봇, 엔터테인먼트 로봇, 3D업종 관련 로봇의 개발 및 제작을 지원하는 등 비제조업 로봇산업 개발에 힘쓰고 있다.

미국 정부도 로봇산업 육성에 힘을 실어 1997년 이후 로봇 및 지능기계발전조치의 입법화를 추진하고 있으며, RIMMC에서는 지능기계협력 콘소시움을 조직하여 5년간 1억달러의 기술자금을 지원할 계획이다. 국방성의 ARPA를 중심으로 공공 로봇, 엔터테인먼트 로봇 등을 개발중이다.

MIT, SRI, 미쓰비시 종합연구소, Nikkei Communication 등 주요 리서치 기관은 21세기를 대표하는 미래 유망산업으로 지능형 로봇산업을 제시하였다.

③ 시장의 수요에 따른 로봇산업의 변화

로봇산업은 IT, BT산업에 버금가는 거대한 시장으로 성장할 것으로 예측된다. 개인용 로봇은 기존 로봇산업의 구조와 달리, 저가격, 고신뢰성을 달성할 수 있는 다품종 · 대량생산 체제를 요구할 것으로 예측된다. 개인용 로봇산업은 국내 산업여건 상 매우 적합한 산업분야이며, 새로운 아이디어를 바탕으로 얼마든지 세계를 상대로 상품을 개발하고 사업을 전개할 수 있고 고부가 가치의 창출이 가능한 분야이다.

④ 지능형 로봇산업의 기대효과

지능형 로봇산업은 노동대체에 따른 가사 노동해방과 노동시간 단축에 따른 여가시간의 증가로 새로운 문화와 이와 관계된 새로운 산업창출이 예상된다.

교육용 로봇의 등장으로 교육문제(사교육비 문제)를 해결할 수 있는 방안으로 부각되고 있으며, 산업발전으로 인한 환경오염 등 사회문제를 해결 할 수 있는 수단으로 부각되고 있다.

(2) 시장위협 요인

① 산업용 로봇산업의 위협요인

국내는 로봇분야에 대한 생산기반 및 체계적인 연구 부족으로 연구기반이 취약하다. 지금까지 대부분의 로봇연구는 고립·분산적이어서 산업과 연계성이 낮았다. 산업용 로봇 연구 중심으로 개발이 진행되어서 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단기반기술에 대한 기초연구가 미미하고 감속기, 베어링 등과 같은 핵심정밀부품에 대한 기술력이 부족하다.

산업용 로봇만으로는 시장규모가 작고, 선진국 대비 가격경쟁력이 낮다. 대기업 중심, 계열사중심의 시장형성으로 채산성 낮다. 로봇핵심 부품(모터, 감속기)의 대외 의존도가 높고, 국산품 적용에 보수적이다.

② 개인용 로봇산업의 위협요인

개인용 로봇산업의 위협요인을 각 분야별로 다음과 같이 정리하였다.

<표 4-9> 가사용 로봇 산업의 위협요인

구 분	소비자측면	사업적측면	기술적측면	정책적측면
표준모듈화	다양한 모델에 대한 사후 서비스	표준 부품 생산업체의 사업성 여부	세계적 경쟁력 확보 가능성이 작다	표준 부품 산업에 대한 정책적 지원 여부

구 분	소비자측면	사업적측면	기술적측면	정책적측면
환경 적응성	다양한 환경에 손쉽게 적응하기 위한 기능성	다양한 환경 적 응을 위한 지원 에 따른 운영비 증가	학습에 의한 적 응 기법 확보 가 능성	-
User Interface	편리한 인간- 로봇 간의 교류 기술	sensor 분야 국 내 기반 취약	기반기술 취약	-

〈표 4-10〉 생활지원 로봇 산업의 위협요인

구 분	소비자측면	사업적측면	기술적측면	정책적측면
실버로봇	노인들의 조작 능력 상실	사업성 불투명	인공감성 기술의 미성숙	정부 주도 보급 지원 여부
재활로봇	장애인의 경제적 능력 상실	사업성 불투명	의공학적인 기술 취약	-
간호로봇	로봇에 대한 거 부감	-	Compliant동작 제어 기술 필요	-

〈표 4-11〉 여가교육용 로봇 산업의 위협요인

구 분	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면
애완용	쉽게 싫증을 냄	성인용 제품의 경우 법적규제 예상됨	많은 기업이 참 여하여, 사업적 경쟁이 치열할 것으로 예상됨	인공지능 및 감 성기술의 미성숙
오락용	컴퓨터 게임과의 오락적인 면에서 격차가 큼	-	고객의 취향이 빠르게 변함	비전, 음성인식 기술의 미성숙
스포츠형	비용 부담이 큼	안전문제	시장 미성숙	기반기술 취약

<표 4-12> 공공복지용 로봇 산업의 위협요인

구 분	소비자측면	사회/환경적 측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
의료용 로봇	기계에 대한 거부감	WHO 등의 규제	의료 업계의 폐쇄성 및 사업화에 오래 걸림	BT기술과의 연계성 부족	학제적 연구에 대한 정책적 지원 여부
경비용 로봇	다양한 환경에서의 성 부족	안전사고 문제	사업성 불투명	Navigation 기술의 불안정	

3. 국내외 시장 동향 분석

가. 세계 시장 동향 분석

(1) 세계 시장 동향

일본 및 미국의 2001년 및 2002년 전년대비 산업용 로봇 성장률은 10%, 프랑스의 2002년 전년대비 산업용 로봇 성장률은 10.4%를 기록하였다.

<표 4-13> 국가별 산업용 로봇 성장률 추이

(단위: %)

국 가 \ 년 도	1997	1998	1999	2000	2001	2002
일 본	9.7	-20.8	0.0	5.0	10.0	10.0
미 국	28.3	-12.9	7.8	10.0	10.0	10.0
독 일	-13.5	10.2	5.7	4.8	9.1	8.3
이탈리아	10.8	18.7	13.0	13.1	10.7	8.9
프 랑 스	1.4	-4.0	18.0	7.7	14.3	10.4

자료 : World Robotics 2001

세계 산업용 로봇의 판매는 1990년 8만대를 기록하였으며, 1991년부터 1993년까지는 경기침체로 인하여 산업용 로봇의 판매는 감소하기 시작하였는데 1993년의 경우 총 판매대수는 5만 3,000대에 그쳤다. 그러나 이후점차 회복세를 보이면서 '97년에는 8만 2,000대를 기록하였다.

<표 4-14> 국가별 산업용 로봇 출하대수

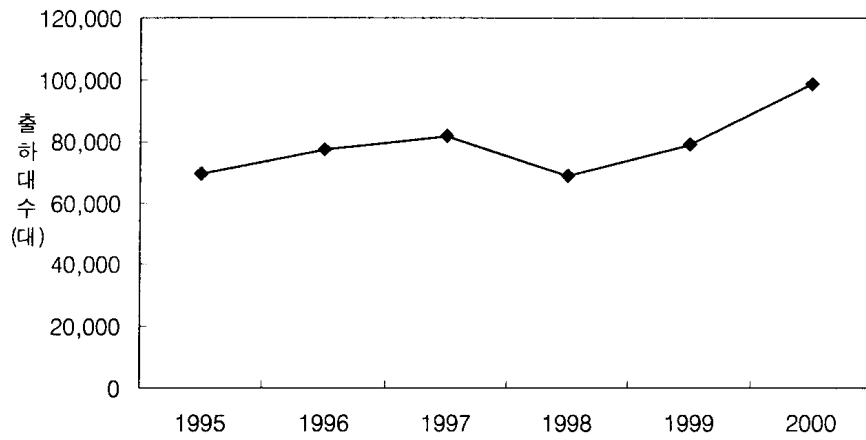
(단위:대)

국가	1995년	1996년	1997년	1998년	1999년	2000년	前年比(%) 2000/1999
일본	36,553	38,914	42,696	33,796	35,609	46,986	31.9%
미국	8,815	8,385	10,723	9,365	12,836	12,986	1.2%
유럽연합(EU)	15,230	19,613	19,356	21,441	24,711	29,582	19.7%
독일	7,335	10,425	9,017	9,938	10,548	12,781	21.2%
이탈리아	3,120	3,331	3,692	4,381	5,224	5,897	12.9%
프랑스	1,384	1,697	1,721	1,653	3,092	3,793	22.7%
영국	792	1,116	1,792	1,282	1,392	1,538	10.5%
오스트리아* ¹	242	277	232	145	273	320	17.2%
베네룩스* ¹	790	857	732	948	760	540	-28.9%
덴마크	64	110	130	215	253	307	21.3%
핀란드	212	163	220	378	435	492	13.1%
스페인	830	1,133	1,203	1,810	2,112	2,941	39.3%
스웨덴	461	504	617	691	622	973	56.4%
기타유럽	667	747	930	947	825	944	14.4%
아시아/호주	7,465	8,624	7,538	3,037	4,056	6,381	57.3%
호주	214	250	526	347	383	400	4.4%
한국	5,526	6,591	5,759	1,431	2,426	4,731	95.0%
싱가폴* ¹	1,095	1,095	500	500	500	500	0.0%
대만	630	688	753	759	747	750	0.4%
기타 국가	770	989	701	297	770	1,820	136.4%
합 계	69,500	77,300	81,900	68,900	78,800	98,700	25.3%

자료 : ECE, IFR, 각국 로봇공업회 자료를 이용하여 KISTI 재구성

*1 = ECE(유럽경제위원회)와 IFR(국제로봇연맹)에 의해 추정

<그림 4-6> 세계 산업용 로봇 출하대수 추이



<표 4-15> 국가별 산업용 로봇 가동대수

(단위:대)

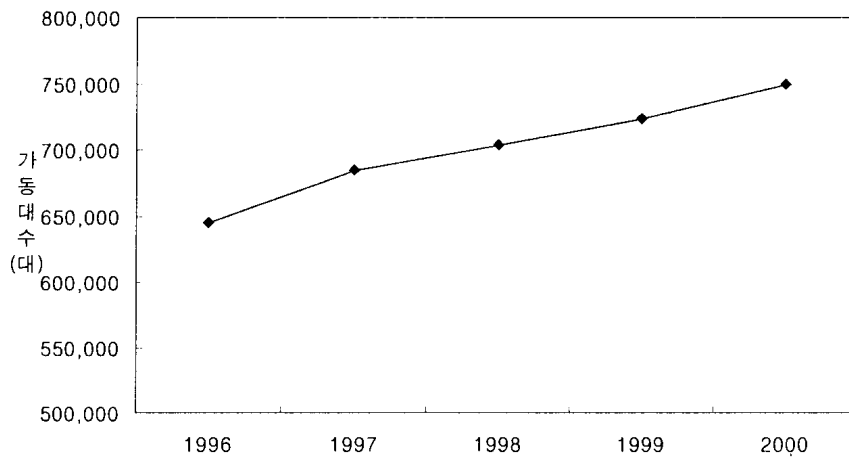
국 가	1996년	1997년	1998년	1999년	2000년	前年比(%) 2000/1999
일본	399,629	412,961	411,812	402,212	389,442	-3.2%
미국	60,965	66,395	70,466	79,959	89,880	12.4%
유럽연합(EU)	130,234	144,293	158,350	175,820	197,777	12.5%
독일	60,000	66,817	73,155	81,203	91,184	12.3%
이탈리아	25,494	28,386	31,517	34,991	39,238	12.1%
프랑스	14,784	15,632	16,211	18,163	20,674	13.8%
영국	8,751	9,958	10,765	11,537	12,344	7.0%
오스트리아 ^{*1}	2,551	2,710	2,740	2,909	3,046	4.7%
베네룩스 ^{*1}	5,793	6,353	7,073	7,504	7,791	3.8%
덴마크	744	824	993	1,169	1,414	21.0%
핀란드	1,493	1,633	1,923	2,276	2,647	16.3%
스페인	5,954	6,994	8,633	10,473	13,163	25.7%
스웨덴	4,670	4,986	5,340	5,595	6,276	12.2%
기타유럽	14,143	13,472	12,751	11,179	11,318	1.2%

국 가	1996년	1997년	1998년	1999년	2000년	前年比(%) 2000/1999
아시아/호주	35,389	42,376	44,848	48,219	53,495	10.9%
호주	2,012	2,416	2,613	2,871	2,996	4.4%
한국	24,640	30,199	31,430	33,656	37,987	12.9%
싱가폴*1	4,270	4,620	4,970	5,270	5,570	5.7%
대만	4,467	5,141	5,835	6,422	6,942	8.1%
기타 국가	4,789	5,415	5,637	6,252	7,867	25.8%
합 계	645,100	684,900	703,900	723,600	749,800	3.6%

자료 : ECE, IFR. 각국 로봇공업회 자료를 이용하여 KISTI 재구성

*1 = ECE(유럽경제위원회)와 IFR(국제로봇연맹)에 의해 추정

<그림 4-7> 세계 산업용 로봇 가동대수 추이



2000년 기준 산업용 로봇 세계시장의 규모는 약 930억 달러이며 2005년에는 약 1,640억 달러의 규모로 연 평균 11% 정도 성장할 것으로 전망된다. 한편 국내시장은 이 보다 성장 속도가 빨라 연평균 25%정도 성장하여 2000년 3조원에서 2005년에는 약 9.2조원 정도의 규모가 될 것으로 전망된다.

2000년 국가별 로봇 내수 규모(달러 기준)는 한국이 전년대비 39.3%라는 큰 폭의 증가를 보였고 일본 역시 29.1% 성장을 보였으나 미국은 4.1% 감소하였다. 한편 영국과 프랑스는 각각 0.2%, 1.8% 성장으로 거의 전년동기수준에 머무르고 있는 반면, 독일과 이탈리아는 약 22%대의 증가를 보였다.

‘95년과 2000년 사이에 미국 로봇산업은 매 2년마다 호황을 누렸으며 크게 호황을 누리지 않은 해에도 큰 변동없이 전년수준 유지 및 약간의 감소를 보였다. ‘95, ‘97, ‘99년도에는 28%~37%의 성장을 기록하였으며, ‘96, ‘98년에는 5%, 13% 각각 감소하였다. 2000년의 경우에는 1.2%의 성장에 머물렀지만 최고의 판매를 기록한 해로 로봇 판매대수가 12,986대에 육박하였다. ‘90년대 초반 EU지역과 미국에서의 산업용 로봇 판매대수 규모는 일본의 20%, 7% 수준이었으나, 2000년에 와서는 각각 63%, 27.6%로 점유율면에서 증가하였다. 산업용 로봇의 보유현황 역시 위 내용과 유사한 것으로 나타났다. EU지역의 가동로봇은 ‘90년에는 일본의 23%였으나 2000년도에는 50.8%로 증가하였고 미국 역시 ‘90년 12%에서 2000년 23.1%로 각각 증가하였다.

UNECE/IFR에서의 조사, 보고에 따르면 2001년 상반기 세계 산업용 로봇 생산주문은 전년대비 약 7% 감소하였으나 지역별로는 큰 차이를 보였다. 유럽에서는 2001년 상반기 로봇수주가 전년대비 약 11%의 성장을 보여준 반면, 북미 지역에서는 28%의 감소세를 나타내었다. 이는 전기/전자, 정보통신설비산업의 수요감소가 주된 원인으로 나타났으며, 아시아지역 역시 2001년 상반기 로봇수주가 10%의 감소를 보였다. 유럽, 아시아, 북미를 제외한 기타 지역에서는 전년대비 2% 정도의 성장으로 전년도와 비슷한 수준을 유지하였다.

① 세계 산업용 로봇 보유 현황

1960년대에 산업용 로봇이 보급되기 시작한 이후 지금까지 세계 총판매대수는 2000년말 기준(일본의 전용로봇 포함)으로 약 120만대로 추정된다. 그러나 현장에서 가동중인 로봇대수는 판매대수의 약75%~80% 정도로 판매대수보다 낮은 것으로 나타났다. ECE와 IFR의 추정에 의하면 2000년말 세계 총 로봇 가동대수는 최소 75만대에서 최대 97만 5,000대로 전망하고 있다. 여기에서 최소치는 로봇의 수명이 12년이라는 가정에서 나왔으며, 최대치는 수명이 15년 이상이라는 가정에서 나왔다.

2000년말 기준 최소 75만대는 '99년의 72만 4,000대보다 약 4% 증가한 것이며, 모든 종류의 산업용 로봇 가동대수는 수명이 12년이라 가정할 경우 약 100만대로 전망된다.

일본이 세계 로봇시장에서 차지하는 비율은 가동로봇의 경우 절반이상을 차지하였다. 그러나 이러한 일본의 수치는 모든 종류의 로봇을 포함한 경우이며 현재 일본의 세계 시장 점유율은 점차 감소세를 보이고 있다. 일본 로봇 가동대수의 순수 증가율은 '92~'94년 기간동안 급격한 감소세를 보였다. '94년 일본의 가동 로봇대수는 9,000대로 '90년 5만 5,000대에 비하면 많은 차이를 나타냈다. '94년 일본의 가동 로봇대수 순수증가는 '90년의 1/5 이하 수준으로 일본의 심각한 침체기를 단적으로 보여주었다.

2000년 산업용 로봇 출하대수 기준으로 전체 로봇에서 차지하는 비중이 일본 47.6%, 미국 13.2%, 독일 12.9%, 이탈리아 5.9%로 나타났고 한국은 4.8%를 차지하였다.

② 용도별 세계 산업용 로봇 보유현황(2000년)

2000년 용도별 세계 산업용 로봇 공급현황을 살펴보면, 대부분의 국가에서 용접분야에서 가장 높은 공급율을 보였으며, 이같은 현상은 주요 자동차 생산국에서 뚜렷한 것으로 나타났다. 2000년 생산된 세계 로봇대수 중 용접부문이 조사대상 15개국 중 7개국에서 가장 높은 점유율을 보인 것으로 조사되었는데 특히 프랑스의 경우 39.5%를 차지한 것으로 나타났다. 미국, 독일의 경우도 42%, 32.4%의 점유율을 보인 것으로 조사되었다. 한국을 비롯하여 이탈리아, 일본에서의 용접부문 점유율은 2000년 총 판매의 18%~15%로 나타났다. 조사대상 15개국 용접부문의 평균 점유율은 24%, 조립은 22%, 재료가공(Material Handling)은 12%로 나타났다. 일본에서 가장 큰 로봇적용 분야인 조립부문은 2000년 제작/설치된 총 로봇대수의 40.4%를 차지하였으며 한국에서는 17.9%를 차지하였다.

<표 4-16> 국가별 산업용 로봇 용도별 보유현황(2000년)

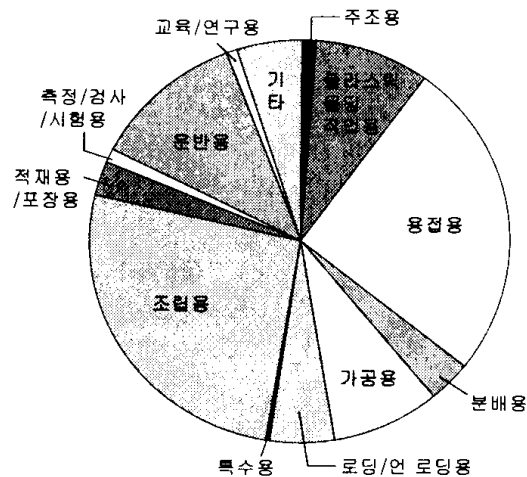
(단위:대)

용도별	프랑스	독일	이탈리아	일본	미국	한국	합계
주조용	421	300	-	5,548	-	-	7,131
플라스틱 몰딩 작업용	2,798	9,940	-	47,504	-	-	65,032
용접용(Welding)	8,171	29,509	8,296	67,244	37,750	15,852	187,659
분배용(Dispensing)	664	4,753	1,763	8,138	6,292	820	24,799
가공용(Machining)	2,494	9,824	8,938	30,281	3,595	-	60,555
로딩/언로딩	1,955	6,598	-	23,845	-	-	35,939
특수용 (Special processing)	179	-	-	1,251	-	-	1,919
조립용	1,371	9,932	2,397	157,178	8,988	6,782	189,817

용도별	프랑스	독일	이탈리아	일본	미국	한국	합계
적재용/포장용	1,016	6,253	-	10,404	-	-	20,172
측정/검사/시험용	225	2,046	-	6,129	-	-	8,711
운반용	2,935	11,481	-	31,943	32,357	2,751	85,932
교육/연구용	147	2,914	-	1,966			6,221
기타	253	1,948	-	19,758	899	11,963	35,986
합 계	20,674	91,184	39,238	389,442	89,880	37,987	749,800

※자료 : IFR(국제로봇연맹), UNECE(유엔유럽경제위원회)

<그림 4-8> 세계 산업용 로봇 용도별 보유현황(2000년)



③ 적용산업별 세계 산업용 로봇(2000년)

수송설비산업 중에서 자동차산업은 로봇의 주 수요산업이다. 프랑스, 독일, 일본, 노르웨이, 폴란드, 스페인, 스웨덴 그리고 영국에서 2000년 새롭게 제작·설치된 로봇 중 자동차산업에서의 점유율은 21%(일본)~76%(스페인)로 대부분 높은 것으로 나타났다.

덴마크에서는 금속제품산업에서의 로봇공급 점유율이 52%를 기록하여 산업부문 중에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 핀란드와 이탈리아에서는 화학산업이 39%, 44%로 각각 가장 큰 수요시장인 것으로 조사되었다.

대만과 중국에서는 전기/전자 기계산업이 '99년 기준 40%의 점유율을 기록하여 로봇산업의 가장 큰 수요시장인 것으로 나타났다.

라디오, TV, 통신설비/기구용 산업을 포함한 전기/전자 기계산업의 총 공급 점유율은 일본을 제외한 대부분의 국가에서 10% 미만으로 나타났으며 핀란드, 대만, 중국은 각각 27%, 24%, 40%의 비중을 보인 것으로 조사되었다.

④ 제조업근로자 1만명당 로봇대수

2000년 한국의 산업용 로봇 판매량은 4,731대로 일본(46,986대), 미국(12,986대), 독일(12,781대), 이탈리아(5,897대)에 이어 세계 5위 수준으로 조사되었다. 이와 함께 제조업분야에서 고용인력 1만명당 로봇대수는 115대로 일본(293대), 독일(120대), 싱가포르(157대)에 이어 4위를 차지하였다.

<표 4-17> 국가별 근로자 1만명당 로봇대수(2000년)

(단위 : 대)

국 가	가동대수	로봇대수/1만명
일 본	389,442	293
싱 가 폴	5,570	157
독 일	91,184	120
한 국	37,987	115
이 탈 리 아	39,238	95
스 웨 덴	6,276	78
핀 란 드	2,647	62
프 랑 스	20,674	59

국 가	가동대수	로봇대수/1만명
스 페 인	13,163	51
미 국	89,880	49
스 위 스	3,831	49
베 네 룩 스	7,791	49
오 스트 리 아	3,046	44
덴 마 크	1,414	32
영 국	12,344	31
호 주	2,996	27
노 르 웨 이	540	18
기 타 국 가	21,777	
합 계	749,800	

자료 : ECE, IFR, 각국 로봇공업회

(2) 국가별 시장 동향

① 미국 시장 동향

<표 4-18> 미국 산업용 로봇 수주/출하/현황

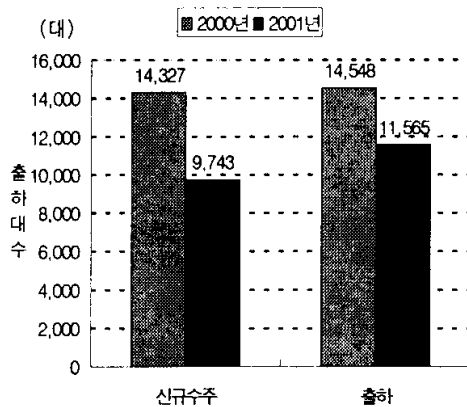
(단위:대, 백만달러, %)

구 분	1996	1997	1998	1999	2000
수주(수량기준)	10,248	10,481	9,506	15,145	12,744
증가율	21.3	2.3	-9.3	59.3	-15.9
출하(수량기준)	8,385	10,723	9,365	12,836	12,986
증가율	-4.9	27.9	-12.7	37.1	1.2
수주(금액기준)	934	969	919	1,274	1,044
증가율	19.5	3.8	-5.2	38.6	-18.0
출하(금액기준)	818	924	902	1,066	1,020
증가율	3.4	12.9	-2.4	17.2	-4.4
대당가격(출하/\$)	98,000	86,000	96,000	83,000	79,000

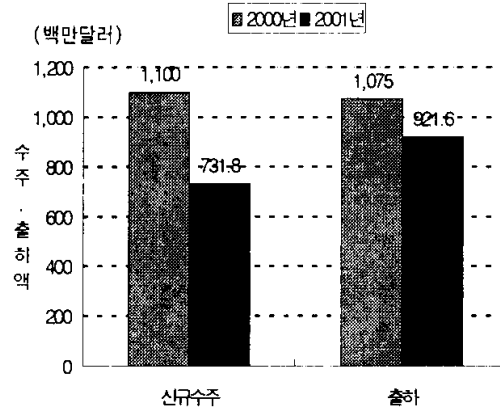
자료 : IFR(국제로봇연맹), 미국 로봇공업회

2000년 미국의 로봇출하 대수는 12,986대로 '99년 대비 1.2% 증가했지만, 금액기준으로는 10억불이상으로 4% 정도 감소한 것으로 나타났다. 이 중에서 가장 점유율이 큰 부문은 42%에 해당하는 용접 부문이며, 재료처리 부문이 36%를 점유한 것으로 나타났다. 또한 2000년 가동 로봇 대수는 89,880대로 '99년 대비 12.4% 증가하였다.

<그림 4-9> 미국 로봇 신규수주 · 출하대수



<그림 4-10> 미국 로봇 신규수주 · 출하금액



자료: 미국 로봇공업회

② 일본 시장 동향

2000년 일본의 로봇 판매대수는 46,986대로 '99년에 비해 31.9% 증가하였고, 이중 절반정도는 일반용 로봇(General Purpose Robots)으로 조사되었다. 이 중 조립이 37%, 플라스틱 몰딩 부문에 17%, 용접이 15%를 점유한 것으로 나타났으며, 자동차산업에 21%, 전기/전자 기계부문 19%, 화학산업에 44%의 판매율을 기록했다.

2000년 가동 로봇대수는 389,442대로 '99년 대비 3.2% 감소하였으며, 이 중 조립부문이 40%, 용접부문은 17%를 차지했다. 또한 자동차산업이 24%, 전기/전자산업 18%, 화학산업이 14%의 가동률을 보였으며, 라디오, TV 그리고 통신설비가 11%를 점유하였다.

<표 4-19> 일본 산업용 로봇의 업체별 점유율 추이 및 예측

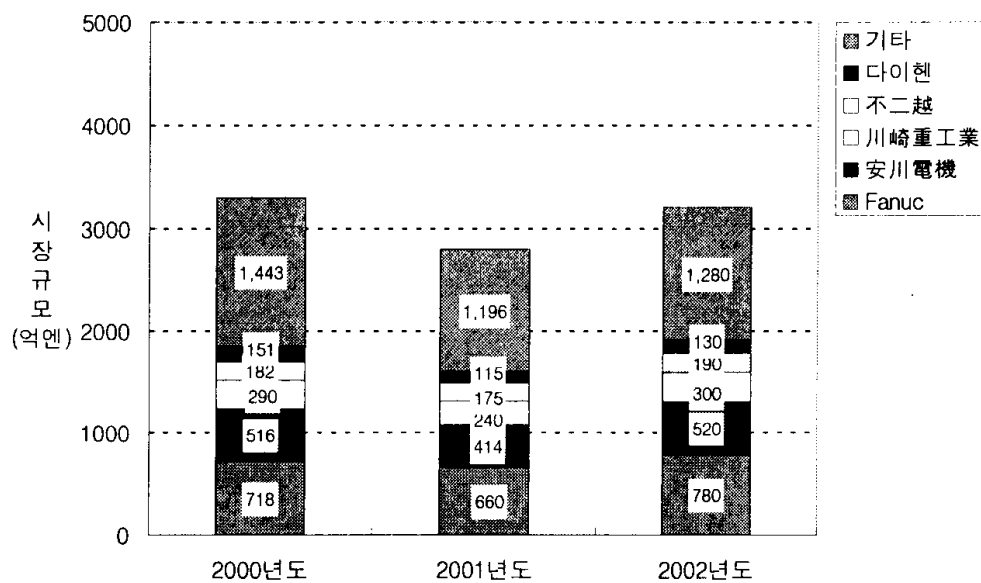
(단위: 억엔)

기업명	2000년도		2001년도			2002년도(예측)		
	금액	점유율	금액	신장율	점유율	금액	신장율	점유율
Fanuc	718	21.8%	660	-8.1%	23.6%	780	18.2%	24.4%
安川電機	516	15.6%	414	-19.8%	14.8%	520	25.6%	16.3%
川崎重工業	290	8.8%	240	-17.2%	8.6%	300	25.0%	9.4%
不二越	182	5.5%	175	-3.8%	6.3%	190	8.6%	5.9%
다이헨	151	4.6%	115	-23.8%	4.1%	130	13.0%	4.1%
기 타	1,443	43.7%	1,196	-17.1%	42.7%	1,280	7.0%	40.0%
합 계	3,300	100.0%	2,800	-15.2%	100.0%	3,200	14.3%	100.0%

자료 : 矢野經濟研究所

주 : 전자부품실장기를 제외한 통계

<그림 4-11> 일본 산업용로봇의 시장 추이 및 예측



자료 : 矢野經濟研究所

<표 4-20> 일본 산업용 로봇의 용도별 출하액

(단위:백만엔)

분 류		2000년	2001년	신장율 ($\frac{2001}{2000} \times 100$)
수지성형		33,188	24,563	74.0%
용접	아크용접	30,700	29,244	95.3%
	Spot용접	38,702	42,334	109.4%
	가스용접	0	244	-
	레이저용접	591	377	63.8%
	기타 용접	296	188	63.6%
	소 계	70,289	72,387	103.0%
기계가공	Load · Unload	16,294	17,857	109.6%
	기계적절단	264	86	32.6%
	연마 · 버(burr)제거	1,566	1,001	63.9%
	기타 기계가공	522	2,874	550.5%
	소 계	18,646	21,817	117.0%
조립	일반조립	26,764	24,239	90.6%
	전자부품실장	309,898	121,400	39.2%
	기타 조립	68,721	27,225	39.6%
	소 계	405,383	172,863	42.6%
머티리얼 · 핸들링		25,527	19,987	78.3%
도장		4,073	3,108	76.3%
클린룸내 작업		40,248	36,170	89.9%
기타 용도		42,928	51,601	120.2%
합 계		640,281	402,496	62.9%

자료 : 일본로봇공업회

<표 4-21> 일본 로봇시장 전망

<산업용 로봇>

(단위:억엔, %)

구 분 \ 연 도	2000	2005	2010	년평균 성장율 ('00~'10)
제조업(내수)	4,900	5,400	6,980	7.3
비제조업(내수)	2,300	5,400	12,678	18.6
수 출	2,370	2,610	3,380	3.6
총 계	9,570	13,410	23,038	9.2

〈개인용 로봇〉

(단위: 억엔, %)

구 분 \ 연 도	2000	2005	2010	CAGR (‘00~‘10)
내 수	253	1,764	11,628	46.6

자료 : 일본 로봇공업회, KISTI 제작성

CAGR : 년평균 성장률(Compound Annual Growth Rate)

일본의 제조업 분야 산업용 로봇의 2010년까지의 년평균 성장률(CAGR)은 7.3%, 비제조업 분야 산업용 로봇의 성장률은 CAGR 18.6%로 전망되며, 전체 산업용 로봇의 성장률은 CAGR 9.2%일 것으로 전망된다. <표 4-21>을 살펴보면 현재 제조업 분야의 산업용 로봇의 시장이 가장 크지만, 비제조업 분야의 산업용 로봇이 급속히 발전하여 2005년에는 제조업용 로봇과 동등한 시장규모를 이룰 것으로 전망된다. 그리고 비제조업 산업용 로봇의 경우는 더욱 비약적으로 발전하여 2010년도에는 제조업 산업용 로봇보다 더 큰 시장을 형성할 것으로 예상된다. 따라서 향후 로봇 산업은 제조업보다 비제조업 분야의 산업용 로봇 및 개인용 로봇이 비약적인 증가를 나타낼 것으로 전망된다.

일본의 경우 2010년경에는 제조업 외에도 바이오산업분야, 공공분야, 의료 · 복지분야, 생활분야 등에서는 로봇 시스템이 구현될 것으로 전망하고 있다. 일본기계공업연합회와 일본로봇공업회(JARA)가 작성한 ‘21 세기에 있어서의 로봇사회 창출을 위한 기술전략 조사보고서’에서 예측한 각 분야별 예상 시장규모, 로봇의 GDP 창출효과 등은 다음과 같다.

<표 4-22> 로봇의 GDP 예상 창출효과 및 예상 시장규모

(단위:엔)

연도 분야	2000		2010		2010/ 2000	2025		2025/ 2010
	GDP 창출효과	시장규모	GDP 창출효과	시장규모		GDP 창출효과	시장규모	
제조업	5조	0.5조	8.5조	0.85조	70%	14조	1.4조	65%
바이오	-	-	0.9조	900억	-	3.6조	0.36조	300%
공 공	-	-	2.9조	0.29조	-	9.9조	0.99조	241%
의 료	-	-	2.6조	0.26조	-	11.2조	1.12조	331%
생 활	-	-	15조	1.5조	-	41조	4.1조	173%
합 계	5조	0.5조	30조	3조	500%	80조	8조	167%

자료 : 일본 시스템 개발 연구소

<표 4-22>를 살펴보면 일본의 경우 2010 년경에는 생활분야 관련 로봇시장의 규모가 제조업 로봇시장 규모를 추월하고, 점차 생활분야, 제조업분야, 공공분야, 의료복지분야, 바이오분야 순으로 시장이 형성될 것으로 예상된다. 생활분야의 경우 2025 년경에는 제조업의 3배 규모의 로봇시장이 형성될 것으로 전망된다. 또한 2025 년경에는 로봇이 일본 가사노동력의 40%정도를 대체할 것으로 예상된다.

나. 국내 시장 동향 분석

(1) 국내 산업 현황

국내의 로봇산업은 크게 대기업을 중심으로 하는 산업용 로봇, 중소기업을 중심으로 하는 개인용 로봇, 그리고 연구기관(출연연구소, 대학, 조합, 협회 등)을 중심으로 하는 Humanoid와 극한용 로봇 등으로 나뉘어 개발되었다.

로봇 기술 및 정보뿐만 아니라 로봇 생산 및 수요도 대기업 중심으로 시장이 형성되어 있으므로, 로봇사업이 중소기업적 특성을 갖고 있지만 관련 중소기업이 현실적인 어려움으로 역량을 발휘하고 있지 못한 실정이다. 로봇테크, 로보스타 등 로봇전문 중소기업체가 시장개척 중이다.

2001년 산업용 로봇의 용도별 생산은 스폿 용접용 로봇이 30,853백만원으로 가장 많은 양을 생산하였고, 그 다음으로 핸들링용 로봇이 22,604백만원으로 나타났다.

<표 4-23> 국내 로봇 생산 현황

(단위:대, 백만원)

종류 \ 년도	1997		1998		1999		2000		2001	
	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액
아크용접용	403	19,740	90	5,681	92	5,914	111	5,656	85	3,187
스폿용접용	496	39,399	242	18,165	308	33,481	446	41,343	416	30,853
기타용접용	-	-	-	-	-	-	1	51	5	219
도장용	6	2,979	11	1,299	4	223	8	834	0	0
조립용	894	8,043	384	3,665	655	12,752	1,507	28,462	747	13,284
핸들링용	410	27,605	217	16,896	181	18,249	405	27,991	272	22,604
기 타	167	18,034	92	9,932	160	11,839	65	7,065	47	432
합 계	2,376	115,800	1,036	55,638	1,400	82,458	2,543	111,402	1,572	70,579

자료 : 한국공작기계공업협회, KISTI 재구성

2001년 산업용 로봇의 수출은 기타 로봇이 4,348백만원으로 가장 많았고, 그 다음으로 스폿 용접용 로봇이 2,578백만원으로 나타났다.

<표 4-24> 국내 로봇 수출 현황

(단위:대, 백만원)

종류 \ 년도	1997		1998		1999		2000		2001	
	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액
아크용접용	46	1,764	10	148	32	359	91	915	22	660
스폿용접용	27	1,645	215	3,437	44	3,819	201	3,528	83	2,578
기타용접용	2	66	2	5	-	-	3	31	5	50
도장용	-	-	-	-	1	302	4	670	3	183
조립용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
핸들링용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
기 타	277	4,326	231	3,703	358	6,823	409	8,569	203	4,348
합 계	352	7,801	458	7,293	435	11,303	708	13,713	316	7,819

자료 : 한국공작기계공업협회, KISTI 재구성

* 기준금액은 2001년 연평균환율로 적용함(1\$ = 1,291원)

2001년 산업용 로봇의 수입은 기타 로봇이 38,654백만원으로 가장 많았고, 그 다음으로 도장용 로봇이 12,667백만원으로 나타났다.

<표 4-25> 국내 로봇 수입 현황

(단위:대, 백만원)

종류 \ 년도	1997		1998		1999		2000		2001	
	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액
아크용접용	946	13,688	67	3,829	279	4,431	349	4,922	235	3,199
스폿용접용	763	28,480	135	2,197	90	1,272	140	3,686	106	3,332
기타용접용	56	657	22	1,269	6	337	15	2,633	11	124
도장용	53	3,369	54	6,231	15	893	67	6,669	127	12,667
조립용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
핸들링용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
기 타	1,917	35,948	575	8,844	1,071	28,988	2,325	50,196	2,345	38,654
합 계	3,735	82,142	853	22,370	1,461	35,921	2,896	68,106	2,824	57,976

자료 : 한국공작기계공업협회, KISTI 재구성

* 기준금액은 2001년 연평균환율로 적용함(1\$ = 1,291원)

2001년 산업용 로봇의 내수는 기타 로봇이 34,738백만원으로 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 스폿 용접용 로봇이 31,609백만원으로 나타났다.

<표 4-26> 국내 로봇 내수 현황

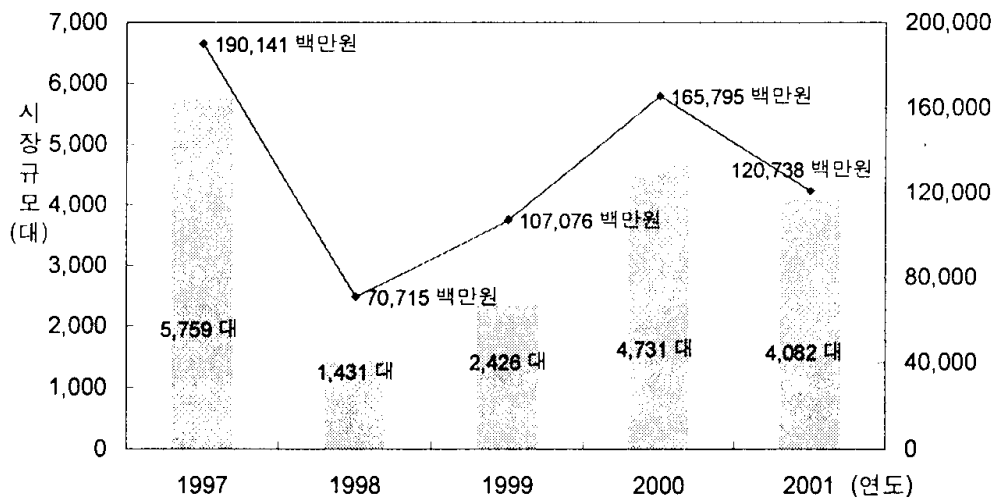
(단위:대, 백만원)

종류 \ 년도	1997		1998		1999		2000		2001	
	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액
아크용접용	1,303	31,664	147	9,362	339	9,986	369	9,663	298	5,726
스폿용접용	1,232	66,234	162	16,925	354	30,934	385	41,501	439	31,609
기타용접용	54	591	20	1,264	6	337	13	2,653	11	293
도장용	59	6,348	65	7,530	18	814	71	6,833	126	12,484
조립용	894	8,043	384	3,665	655	12,752	1,507	28,462	747	13,284
핸들링용	410	27,605	217	16,896	181	18,249	405	27,991	272	22,604
기 타	1,807	49,656	436	15,073	873	34,004	1,981	48,692	2,189	34,738
합 계	5,759	190,141	1,431	70,715	2,426	107,076	4,731	165,795	4,082	120,738

자료 : 한국공작기계공업협회, KISTI 재구성

<그림 4-12> 국내 로봇 내수 현황

(단위 : 백만원)



다. 생산업체 분석

(1) 일본 업체 동향

소니, 혼다, NEC, 松下, 三菱, Omron 등 일본내의 수많은 기업들이 개인용 로봇시장 확대를 도모하고 있는 가운데 소니와 혼다, NEC가 “Big3”에 위치하여, 소니는 AIBO, 혼다는 ASIMO, NEC는 R100 등 대표적인 로봇을 개발하였다.

Sony사의 AIBO는 엔터테인먼트 로봇으로서 감정이나 본능을 표현할 수 있고 성장경험과 주변환경을 통해 학습이 가능한 오락용 로봇으로 종래의 산업용 로봇에서는 채택된 바가 없는 개방형 구조의 모듈화된 하드웨어로 설계되어 있어서 제 3의 기업들이 이 제품을 이용하여 자사의 응용분야를 확장하도록 했다. 이를 바탕으로 Sony는 2001년 5월에 제2세대 아이보 'ERS210' 컬러 버전을 한정 발매하고 동시에 아이보의 애플리케이션 소프트웨어를 발매하였으며, 이와 더불어 개인용 로봇, 축구로봇, 애완용 로봇 등 다양한 제품을 개발하고 있다.

Sony에 이어 Ormon사도 다양한 감정표현이 가능한 애완용 로봇 "네코로"를 선보였는데, 이는 일본기계연구소와 협력하여 공동개발한 것으로 상품화는 2001년 10월에 가격은 185,000¥이었다.

그리고, 마스코트 로봇이 저렴한 가격으로 시판 중에 있는데 이 분야에는 Fujitsu, NEC 등이 참여하고 있다. Fujitsu는 Touch 오지상을, NEC는 Snoopy 로봇을 내놓고 있는데, 이 로봇은 컴퓨터와 연결하여 키보드 치는 것을 도와주거나, 스크린 세이버, 메일 및 시간 알람 및 기타 간단한 움직임을 통하여 사용자에게 생동감이 있는 상호작용을 제공하고 있다. 가격은 3,000~5,000¥ 수준이고 이미 10만대 이상의 판매실적을 보였다.

또한, 일본의 중공업 분야의 업체인 Kawasaki, Anritsu전기, 三菱중공업 등도 로봇개발을 활발히 진행하고 있는데 이에 대한 상세한 개발내역은 발표하고 있지 않다.

(2) 미국 및 유럽 업체 동향

미국은 로봇 개발을 국가 안보에 중대한 영향을 끼치는 분야로 분류하고 있어 로봇 및 지능 기기에 관한 법률 입법화도 추진 중이다. 특히 로봇 및 지능기계협력 위원회(RIMCC)에서 지능 기계 협력 컨소시엄(IMCC)을 조직하여 산업계 및 연방정부가 향후 5년간 1억\$의 기술개발 자금을 계획하고 있는데 여기서 극한 작업 로봇 등의 뛰어난 기술력을 바탕으로 차세대 로봇 연구가 진행 중이다.

미국에서는 일본의 애완용 로봇 시장보다 가정용 로봇 시장이 발달하고 있는데 이는 미국 가정의 홈 오토메이션과 연계하여 기술 개발이 진행되기 때문이며, 넓은 주거공간의 효율적인 관리 및 장애인, 의료지원 등과 연계한 니즈에 기인하고 있다.

IS로보틱스에서 개발한 iRobot-LE 로봇은 경비, 애완동물 돌보기, 보조 감시, 노인 간호 등을 수행한다. 또한 Probotics사는 Cye-SR을 시판 중에 있으며, Cye-SR은 청소, 우편배달, 커피배달 등 가정이나 사무실에서 사용되고 있으나 용도는 제한적으로 가격은 \$900 수준이다.

사르코스사가 개발한 "일렉트릭 로봇 (Electric Robot)"은 공룡, 나비, 앵무새 등의 모습으로 변환되는 로봇으로 오락영화 소품 등으로 각광받고 있다.

유럽에서는 EU 차원에서 범국가적인 대규모 산·관·학 협동 연구 컨소시움을 발족하여 로봇 개발에 주력하고 있는 실정에 있으며, 주요 컨소시움은 EURECA, ESPRIT, BRITE, TELEMAT 등이 있다. 유럽에서는 현재 다수의 Service 로봇 회사를 중심으로 활동 중이다.

(3) 국내 업체 동향

국내 산업용 로봇 생산업체별로 현황을 살펴보면, 현대중공업(주)은 현재 자동차의 수요를 배경으로 스폿용접용 로봇을 일본의 나찌사와 기술제휴하여 생산하는 것을 비롯, 철도 차량 지붕의 용접에 활용되는 스폿용접용 로봇, 공작기계용 활용 가능한 핸들링 로봇, 사출기에 사용되는 취출용 로봇을 자체기술로 국산화하여 생산하고 있으며, 아크용접용 로봇은 일본의 나찌사와 마쓰시다 산업전기의 제품을 수입 판매하고 있으며, 도장용 로봇은 제품을 수입판매하고 있다.

위아(주)의 스폿용접용 로봇의 경우 일본의 가와사키중공업과 기술제휴로, 아크용접용 로봇은 판매제휴로 국내에 시판하고 있다. 삼성전자는 연간 1,000대 이상의 조립용 로봇을 생산하고 있으며 자체라인 위주로 공급하고 있다.

두산메카텍(주)은 일본 다이헨사의 아크용접용 로봇을, 한국화낙(주)가 일본Funac의 다목적용 로봇을, 화천기계공업(주)가 Funac과 기술제휴로 공작기계용 로봇을 공급하고 있다.

국내는 대기업보다는 중소기업 위주의 연구개발 중심으로 한 창업이 증가하고 있는데, 특히 애완용, 완구로봇이 주류를 이루고 있는 가운데 청소용, 교육용 로봇 등 특화분야로 확대되고 있는 추세이다. 로봇은 종류가 많고 수익률 확보가 어려운 반면에 적은 투자로 기술중심의 생산이 가능하기 때문으로 보인다.

국내의 주요 업체로는 유진로보틱스를 포함하여 10여개에 이르고 있고, 축구로봇이나 완구로봇이 주류이며, 일부 업체는 수입판매로 수익모델을 확보하고 있다.

한울로보틱스는 이동로봇보다 USB통신을 적용한 로봇제어에 강점을 갖고 있으며, 다진시스템은 2족 보행로봇을 개발한 상태이다. 한국과학기술원은 로봇 팔을 이용한 KARES를 개발 중이다. 이와 같이 국내에서의 로봇산업은 제어기, 센서 및 보행동작 등 기술적 진보가 이뤄졌으나 보행동작 구현에 치중되어 있는 형편이다.

산업용 로봇은 대기업 중심으로 생산되고 있고, 일부 중소기업에서는 customized manufacturing 중심으로 산업용 로봇 산업을 추진하고 있다. 차세대 로봇의 경우, 대기업보다는 중소기업을 중심으로 활발히 개발되고 있다.

(4) 국내 업체의 시장 점유율

산업용 로봇의 2001년 생산기준 시장 점유율은 현대중공업(주) 54%, 삼성전자(주) 22%, 위아(주) 13%, 나머지는 중소기업이 차지하고 있는 것으로 추정된다.

<표 4-27> 국내 산업용 로봇 업체 현황

업체명	주력로봇	주요시장	현황/특성	기술제휴
현대중공업(주)	- 스폿용접 - 핸들링로봇	자동차 산업과 관련된 제조업 체	수직다관절을 개발 중임	Nachi, Yaskawa
삼성전자(주)	- 소형 수직, 수평, 직교로봇 - 이동로봇 - 클린룸로봇	전자산업, 반도체/ LCD 산업과 관련된 제조업 체	가정용 로봇을 연구 중임	독자기술

업체명	주력로봇	주요시장	현황/특성	기술제휴
(주)로보테크	- 직교로봇 - 수직다관절 로봇	자동차관련 제조업체(조립 중심)	자동차산업 관련된 로봇을 생산 예정	제어기는 외부업체
(주)두산기계	- 아크용접로봇	자동차관련 제조업체(아크용접)	소형 수직다관절 로봇에 집중	독자기술
(주)로보스타	- 직교, 수평형 다관절 로봇	전자산업을 중심으로 하는 소형 조립로봇	LG산전의 로봇 사업을 인수함	독자기술
아이랩테크(주)	- 클린 룸 로봇	반도체산업관련 자동화업체	삼성전자의 영업도 하고 있음	삼성전자
ABB	- 수직다관절	자동차산업 위주(스팟, 아크, 도장, 핸들링)	로봇응용기술도 매우 뛰어남	스웨덴
Kawasaki	- 수직다관절	자동차산업 위주(스팟, 아크, 도장, 핸들링)	1998년부터 한국에 로봇회사 설립	일본
한국화낙(주)	- 수직다관절	자동차산업 위주(스팟, 아크, 도장, 핸들링)	오래전부터 한국에서 공장을 운영함	일본
(주)다사테크	- 직교, 수평다관절	전자산업을 중심으로 하는 소형 조립로봇	LG산전에서 나옴	독자기술

<표 4-28> 국내 개인용 로봇 업체 현황

업체명	주력 로봇	주요 시장	현황/특성
(주)한울로보틱스	- 마이크로로봇 - 가정용 로봇	교육, 연구	가정용로봇을 연구중 통신기술이 우수함
유진로보틱스	- 자율이동 축구로봇 - 로봇응용시스템	오락, 교육	축구로봇은 KAIST의 기술을 상업화함
다진시스템	- Legged Robot - 로봇응용시스템	전시, 교육, 오락	다양한 응용의 경험을 가짐
제너시스정보통신	- 애완용 로봇	오락용	음성인식기술이 바탕으로 함
(주)미니로봇	- 완구 및 오락용 로봇 개발 - 교육용 로봇 개발	교육, 완구	응용제품 및 마이크로프로세서 응용시스템 개발

업체명	주력 로봇	주요 시장	현황/특성
로커	- 원격조정 축구로봇	교육, 오락	KAIST교수들이 참여
마이크로로봇	- 마이크로마우스	교육, 오락	마이크로 로봇관련 부품을 수입 판매
로봇앤디자인	- Humanoid - 정밀/Clean로봇 - 로봇응용시스템	특수 로봇 위주	연구, 개발 중심임
이지 로보틱스	- 어린이들을 위한 장난감(축구로봇)	게임, 오락	성균관대 로봇팀과 공동개발
한림메카트로닉스	- 덕트 청소용 로봇	특수 로봇	개발 및 판매
세종시스템기술	- 로봇 및 비전	산업체 및 가정용	
(주)조이메카	- 로봇 및 주변시스템	오락, 산업체	개발 및 판매
우리기술	- 가정용 로봇 진출	가사용	KIST 팀과 공동 개발

라. 수요예측

(1) 세계 로봇시장 예측

세계 산업용 로봇시장은 2000년 98,700대에서 2004년 127,797대로 증가할 전망이다. 일본에서의 로봇산업은 2000년~2004년 대체투자의 수요증가에 따라 변화할 것으로 전망되며, 로봇 판매는 46,986대에서 57,100대로 증가할 것으로 전망된다. EU지역에서의 로봇판매는 2000년 29,582대에서 2004년 44,400대로 증가할 것으로 전망되며, 미국에서의 로봇시장은 2000년에 12,986대에서 2004년에는 11,700대로 약간 감소할 전망이다.

<표 4-29> 세계 로봇시장 전망

(단위:대)

국 가	로봇 판매현황 및 전망			로봇 가동현황 및 전망		
	전 망			전 망		
	2000	2001	2004	2000	2001	2004
일 본	46,986	49,300	57,100	389,400	384,000	447,200
미 국	12,986	9,100	11,700	89,900	95,500	116,000
유럽연합(EU)	29,582	32,800	44,400	197,800	220,500	306,000
독 일	12,781	15,100	20,800	91,200	101,600	141,200
이탈리아	5,897	6,500	8,700	39,200	44,000	60,800
프랑스	3,793	3,400	4,500	20,700	22,700	31,200
영 국	1,538	1,700	2,300	12,300	13,200	17,600
기타유럽	944	1,038	1,297	11,318	12,449	16,059
아시아/호주	6,381	7,000	10,200	53,500	59,100	79,700
한 국	4,731	4,082	5,320	38,000	37,472	46,465
기 타	1,820	1,800	3,100	7,900	9,400	16,100
합 계	98,700	101,038	127,797	749,800	780,949	981,059

자료 : IFR(국제로봇연맹), UNECE(유엔유럽경제위원회), 한국공작기계공업협회

주 : 한국의 2004년 자료 및 기타유럽의 2001년 2004년 자료는 KISTI 예측

세계 산업용 로봇 가동대수는 2000년말 749,800대에서 2004년말 981,059대로 증가할 것으로 전망된다. 일본의 경우, 로봇시장의 전성기였던 '97년과 2000년 사이에 41만 3,000대에서 389,400대로 떨어지는 등 점차 감소세를 보였으며, 2001년에는 384,000대로 감소할 것으로 예상되고 있다. 일본을 제외한 세계 산업용 로봇의 가동대수는 2000년부터 2004년까지 360,400대에서 533,859대로 증가할 전망이다.

미국의 경우 다목적 산업용 로봇의 가동대수는 2004년에 116,000대에 이를 것으로 전망되며, EU지역에서는 독일 141,200대, 이탈리아 60,800대, 프랑스 31,200대, 영국 17,600대로 전체 306,000대로 증가할 것으로 전망된다.

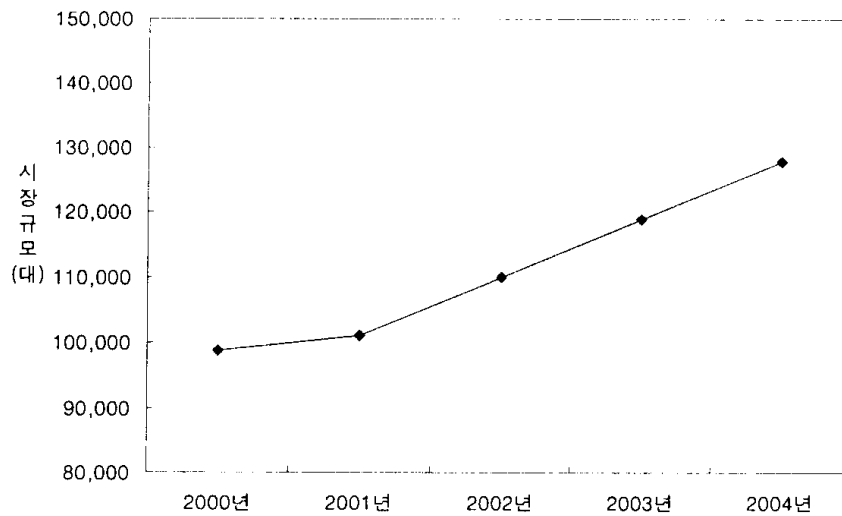
<표 4-30> 세계 로봇시장 예측

(단위 : 대, %)

구분 연도	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	CAGR ('00~'04)
세계시장	98.700	101.038	109.957	118.876	127.797	6.7

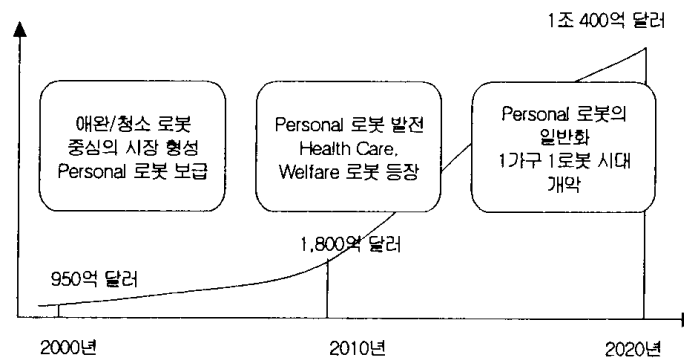
자료 : IFR(국제로봇연맹), UNECE(유엔유럽경제위원회) 자료를 이용하여 KISTI 예측

<그림 4-13> 세계 로봇시장 예측(대수기준)



자료 : KISTI 예측

<그림 4-14> 세계 로봇시장 예측(금액기준)



자료 : 일본 미쯔비시연구소 로봇산업예측, 1999

(2) 국내 로봇시장 예측

일본의 로봇시장 및 세계 로봇시장의 전망을 기준으로 국내의 로봇시장을 예측해보면 향후 5년간 CAGR 7% 정도 성장할 것으로 예측된다. 일본의 산업용 로봇 시장 전망의 CAGR 9.2%로 나타났으므로 보다 낙관적으로 전망한다면 CAGR 10% 성장할 것으로 예측된다. 개인용 로봇의 수요가 폭발적으로 증가한다면 CAGR 20%의 성장도 가능하리라고 예측할 수 있다.

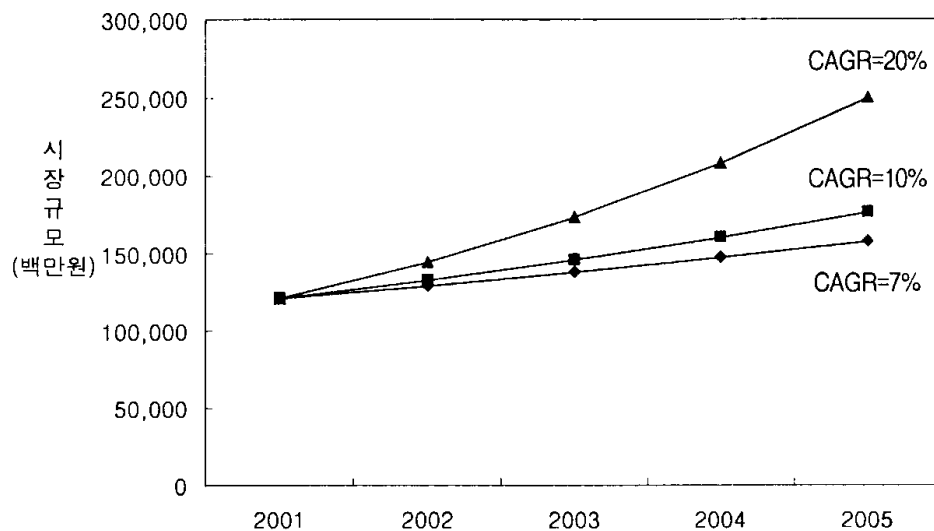
<표 4-31> 국내 로봇시장 예측

(단위:백만원)

구 분 \ 연 도	2001	2002	2003	2004	2005
CAGR=7%	120,738	129,189	138,232	147,908	158,261
CAGR=10%	120,738	132,812	146,093	160,702	176,772
CAGR=20%	120,738	144,885	173,862	208,634	250,360

자료 : 각종 자료를 바탕으로 KISTI 전망

<그림 4-15> 국내 로봇시장 예측



자료 : KISTI 예측

이상의 로봇 시장동향분석 결과를 정리하면 다음과 같다. 세계 산업용 로봇의 판매는 1998년에 6만 9,000대로 약 16%의 감소를 보이면서 급감한 세계로봇판매는 '99년에 들어 약 7만 9,000대의 판매를 기록하며 급속하게 회복하기 시작했고, 이러한 증가는 2000년에도 이어지면서 98,700대를 판매하여 25.3%의 높은 성장을 보였다. 세계 산업용 로봇시장은 2000년 98,700대에서 2004년 127,797대로 증가할 전망이다.

2001년 국내 산업용 로봇의 용도별 생산은 스폿 용접용 로봇이 30,853백만원으로 가장 많은 양을 생산하였고, 그 다음으로 핸들링용 로봇이 22,604백만원으로 나타났다. 2005년 국내 로봇시장 규모는 보수적 관점에서 158,261백만원, 난관적 관점에서 176,772백만원의 시장을 형성할 것으로 예측된다.

로봇은 인간 유해 작업장의 대체노동력 개념의 산업용에서 가정용기기와 연계되어 인간의 보조지원 기능을 갖는 서비스 로봇으로 적용영역이 확대될 것으로 전망된다.

제 5 장: 결 론

산업용 로봇은 고정밀도로 단순 반복작업을 하는 로봇으로, 대량 생산이 본격화되면서 지난 30년간 급격한 발전을 하였다. 특히 자동차 산업과 반도체 산업의 비약적인 발전은 고정밀도의 산업용 로봇을 바탕으로 이루어졌으며, 산업용 로봇 산업도 더불어 많은 발전을 하였다.

다양한 수요에 대응하기 위한 다양한 기능이 요구되는 반면, 저가격화, 안전성 확보, 사용 편의성 제고, 부품개발 등 상품화를 위한 요소들은 헤아릴 수 없으나, 미래의 기술경쟁력 및 상품기술을 선도하기 위해서는 관련 핵심 · 기반기술의 개발이 선행되어야 한다.

로봇 기술은 기계 + 전자 + 정보처리(Computer) 기술을 이용하여 제품을 구현하는 기술이라고 할 수 있으며, 이를 이용하여 전자적, Digital적, Software적 시스템을 구현할 수 있는 장점이 있다. 로봇 분야는 향후 기술적인 면에서 더욱 지능화, 고정밀화, 고속화, 소형화 될 것이 예상되며 관련 산업의 시장규모도 급속히 성장하여 향후의 제조업을 주도하는 산업의 하나로 발전할 것이 예상되므로 이에 대한 대비가 필요하다.

향후 사회구조가 변화됨에 따라 의료복지용 로봇, 서비스 Personal 로봇, 강의보조용 로봇, 구조용 로봇, 화재진압용 로봇, 공공업무보조용 Human 로봇, 위험작업용 로봇, 농업작업용 로봇, 노인보호용 로봇, 해저탐사 및 개발로봇, Hotel 로봇, 수술용 로봇이 21C 초에 급속한속도로 실용화되어 보급될 것으로 예상되므로 이러한 사업기회를 포착하여 사업을 진행시켜야 할 것이다.

국내 산업용로봇 기술수준은 산업용 로봇에 상용되는 기초적인 인터페이스 및 프로그램 기술이 상용화되어 상당한 수준에 올라 있으나 지능형 인터페이스나 감성 인터페이스를 처리하는 기술은 선진국에 비하여 뒤쳐지는 편이다. 이와 같은 분야에서도 세계적인 국내 고급 IT 인력을 활용하여 인터넷, 무선통신 등의 정보통신 기술을 접목한 원격제어 기술을 개발하고, 로봇 언어 분야에서도 human-like 언어의 개발에 연구 역량을 집중하면 머지않아 선진국 기술수준에 이를 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 국내 산업용 로봇만의 시장 규모는 비교적 작기 때문에, 대기업 위주의 국내 산업용 로봇 생산 업계에서는 투자를 기피하는 성향이 있어 산업용 로봇은 단순 생산보조수단 기술로 전락할 수도 있다. 이러한 국내 산업용 로봇의 국가경쟁력 확보를 위해서는 국내의 취약한 기반기술과 하드웨어 기술 등의 개발에 아낌없는 투자가 이루어져야 할 것으로 판단되며, 정부에서도 산업용 로봇분야에 과거와 같은 지원정책을 계속 유지해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 산업자원부, Technical Roadmap 로봇, 산업자원부 연구보고서 201-06-109, 2001.
2. 산업자원부, 차세대 로봇 기반 기술 개발, 2001.
3. 전자부품연구원, 지능형 로봇산업의 시장 및 기술전망, 주간전자정보 Vol.5 No.5, 2002.
4. 전자부품연구원, 지능형 로봇 산업의 개요, 주간전자정보, Vol.5 No.5, 2002.
5. 전자부품연구원, 로봇 산업의 국내외 산업 동향, 2001.
6. 과학기술부, 다개채 로봇 시스템 기술 개발 사업, 2000.
7. 과학기술부. 신경제 5개년 계획 위한 미래복합형 기술개발사업 위한 조사연구(1)(휴먼 로봇 기술 개발에 관한 조사), 1993.
8. 조성배, “인간과 로봇 상호작용”, 기계저널(JOURNAL OF THE KSME) 2002.03 v.42, n.3, pp.29-33
9. 김문상, “인간을 위한 서비스로봇”, 기계저널(JOURNAL OF THE KSME) 2002.03 v.42, n.3, pp.26-28
10. 여인택, “산업용 로봇기술 발전동향”, 제어자동화시스템공학회지 1995,07 v.1, n.1, pp.35-38
11. 이호길, 최혁렬, 김진오, 주상완, 성학경, “디지털 홈 로봇의 개발동향”, 제어자동화시스템공학지 2000,11 v.6, n.6, pp.9-14
12. 김일환, 이원섭, 남부희, “생산자동화와 로봇기술”, 제어자동화시스템공학회지 1997,01 v.3, n.1, pp.53-59
13. 박중오, “제조분야에서의 지능로봇 응용사례”, 전기학회지 THE PROCEEDINGS OF THE KOREAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS 1999,05 v.48, n.5, pp.10-14.

14. 김성권, “제조산업과 로봇기술”, 전자공학회지 1996,12 v.23, n.12, pp.58-67

산업용 로봇

2002년 12월 25일 인쇄
2002년 12월 28일 발행

발 행 처



서울특별시 동대문구 청량리동 206-9

☎ 130-742

전화 : 3299-6114

등록 : 1991년 2월 12일 제5-258호

발 행 인

조 영 화

인쇄처

승림문화인쇄
