

TECHNOLOGY ROADMAP 로봇

(개인용 로봇 중심으로)

T E C H N O L O G Y R O A D M A P F O R R O B O T

MOCIE
[http : www.mocie.go.kr](http://www.mocie.go.kr)

ITEP
[http : www.itep.re.kr](http://www.itep.re.kr)

2001. 8

산업자원부
한국산업기술평가원

동 로봇 로드맵 보고서 작성작업에는 다음의 전문가들이 참석하였습니다.

로봇 위원명단

이호길 / 한국생산기술연구원 수석연구원, 위원장
김진오 / 한국로봇연구조합 기획위원장, 소위원장
정완균 / 포항공과대학 교수, 소위원장
김기호 / 한국원자력연구소 책임연구원, 소위원장
김문상 / KIST 휴먼로봇 센터장, 소위원장

김홍석 / 생산기술연구원 수석연구원
신경철 / 유진로보틱스 대표
최정연 / 삼성전자 수석연구원
강대희 / 라이펀 콘트롤 대표

국금환 / 경상대학교 교수
고경철 / 선문대학교 교수
김경환 / KIST 선임연구원
김동욱 / 순천향대학교 교수
김일환 / 강원대학교 교수
여인택 / 현대중공업 부장
오세훈 / 중앙대학교 교수
오재윤 / 전북대학교 교수
주상완 / 씨엔엠테크놀러지 대표
최병오 / 한국기계연구원 책임연구원
한용섭 / 대우조선 이사
홍영기 / 로보테크(주) 이사
백윤수 / 연세대학교 교수
이상룡 / 경북대학교 교수
서일홍 / 한양대학교

개요

본 로봇 분야 로드맵은 산학연 전문가들로 구성된 위원회에서 로봇 산업 비전을 도출하였으며, 선택과 집종의 전략적 목표에 의거하여 도출된 비전을 실현하기 위한 중요 기술항목을 선정하였다. 이후 총 12회의 전문가회의와 1회의 워크숍, 그리고 전문가간의 지속적 정보교환 등의 과정을 통하여, 기술항목별로 세부기술을 선정하고 그 실현가능성과 중요도를 시간축 상에 표현하였다. 도출된 이러한 결과는 공청회와 인터넷 공개를 통해 의견수렴 및 조정을 하였고, 최종적으로 보고서 형태로 정리하였다.

제2장에서는 로봇산업전반에 걸친 현황과 발전전망을 분석하여, 산업화의 가능성이 높은 개인용로봇을 중심으로 마크로 로드맵을 제시하고 있다. 로봇분야 로드맵은 4개의 로봇 이미지로 나누어 작업을 진행하였으며, 각 이미지별로 선정된 기술분야에 대해 시장동향, 발전추세, 기술수준, 개발스케줄 등을 제시하고 있다.

제3장에서는 4개의 로봇 이미지별 로드맵에 대해, 제품으로서의 비전을 시나리오 형식으로 설명하고 있다. 나아가 비전을 실현하기 위한 기술개발계획을 시계열로 제시하였다. 시계열은 2001년을 현재의 시점으로 시작해서 2002년부터 2011초까지의 향후 10년을 포괄한다.

본 로드맵은 기술개발계획에 대해 **순수연구(Research)**, **상용화 개발(Development)**, **표준화(Standard)**, **아웃소싱(Outsourcing)**으로 구분하여 제시한다. 특히 본 문서는 **순수연구(Research)**와 **상용화 개발(Development)**을 구분하여 연구개발계획을 구체화 시켰다. 표준화 문제는 로봇 분야에서 시스템 통합 작업의 일환으로 요구되는 표준화, 모듈화를 말한다. 또한 아웃소싱은 로봇 분야 이외의 분야에서 개발되어 있거나 개발되어질 기술을 접목함을 말한다.

차 례

제 1 장 서 론	1
1. 로드맵 작성의 대상	1
2. 로드맵 작성의 목표	2
3. 로드맵 작성의 프로세스	3
제 2 장 비전	6
1. 정의 및 개요	6
1.1 로봇산업의 발전경위	6
1.1.1 산업용 로봇의 역사.....	6
1.1.2 최근의 로봇산업 추세.....	7
1.2 개인용 로봇의 정의	8
1.2.1 산업용 로봇	9
1.2.2 개인용 로봇	10
1.3 기술적·경제적 위치	10
1.3.1 로봇산업의 기술적 위치.....	10
1.3.2 국가 경제적 위치.....	11
2. 국내외 시장 및 기술동향	14
2.1 국내 산업 현황	14
2.1.1 산업용 로봇	14
2.1.2 개인용 로봇	17
2.2 국내 기술개발 동향	19
2.2.1 국내 연구개발내용	19
2.2.2 국가지원 로봇관련 연구개발사업	20
2.3 선진국의 로봇산업 현황.....	23
2.3.1 일본	23
2.3.2 미국	28
2.4 선진국의 개인용 로봇기술 개발동향	30
2.4.1 가정용 로봇	30
2.4.2 휴머노이드 로봇	31
2.4.3 애완용 로봇	31
2.4.4 마스코트 로봇	32
2.4.5 기타	32
2.5 개인용 로봇 기술의 분석 및 전망	33
2.5.1 개인용 로봇 기술 분석	33
2.5.2 향후 전망	34
2.5.3 정책적 제언	35

3. 향후 시장의 방향성	37
3.1 산업환경과 인간생활패턴의 변화.....	37
3.2 개인용 로봇의 수요예측.....	39
4. 기술전망	42
4.1 가사용 로봇.....	42
4.1.1 정의	42
4.1.2 일반현황	42
4.1.3 국내외 개발동향	42
4.1.4 기술개발목표	43
4.1.5 장애요인	43
4.1.6 극복방안	44
4.2 생활지원 로봇	45
4.2.1 정의	45
4.2.2 일반현황	45
4.2.3 국내외 개발동향	45
4.2.4 기술개발목표	45
4.2.5 장애요인	46
4.2.6 극복방안	46
4.3 여가·교육용 로봇	47
4.3.1 정의	47
4.3.2 일반현황	47
4.3.3 국내외 개발동향	47
4.3.4 기술개발목표	48
4.3.5 장애요인	48
4.3.6 극복방안	49
4.4 공공복지용 로봇기술	49
4.4.1 정의	49
4.4.2 일반현황	49
4.4.3 국내외 개발동향	49
4.4.4 기술개발목표	50
4.4.5 장애요인	50
4.4.6 극복방안	51
5. 마크로 로드맵 이미지 시나리오	52
5.1 로봇 마크로 기술로드맵.....	54
5.2 로봇 마크로 기술로드맵 기술항목 설명	56
5.2.1 운동	56
5.2.2 감각	58
5.2.3 제어	62
5.2.4 기타 주요기술.....	63
5.3 기술항목별 장애요인	64
5.3.1 운동	64

5.3.2	감각	65
5.3.3	제어	67
5.3.4	기타 주요기술	68
제 3 장	세부 기술로드맵	70
1.	가사용 로봇 기술로드맵	70
1.1	바닥 청소 로봇	70
1.1.1	정의	70
1.1.2	시나리오	70
1.1.3	개발목표 및 사양.....	70
1.2	청소 로봇 II.....	71
1.2.1	정의	71
1.2.2	시나리오	71
1.2.3	개발목표 및 사양.....	71
1.3	집안 관리 로봇	71
1.3.1	정의	71
1.3.2	시나리오	71
1.3.3	개발목표 및 사양.....	72
1.4	안전 관리 및 경비 로봇.....	72
1.4.1	정의	72
1.4.2	시나리오	72
1.4.3	개발목표 및 사양.....	72
1.5	주방 작업 로봇	73
1.5.1	정의	73
1.5.2	시나리오	73
1.5.3	개발목표 및 사양.....	73
1.6	가사용 로봇의 로드맵.....	73
2.	생활지원 로봇.....	75
2.1	실내 이동 보조 로봇	75
2.1.1	정의	75
2.1.2	시나리오	75
2.1.3	개발목표 및 사양.....	75
2.2	보행훈련 보조 로봇	76
2.2.1	정의	76
2.2.2	시나리오	76
2.2.3	개발목표 및 사양.....	77
2.3	생활 보조 로봇	77
2.3.1	정의	77
2.3.2	시나리오	77
2.3.3	개발목표 및 사양.....	78
2.4	생활지원 로봇의 로드맵.....	78

3. 여가·교육용 로봇	80
3.1 완구로봇	80
3.1.1 정의	80
3.1.2 시나리오	80
3.1.3 개발목표 및 사양.....	80
3.2 게임로봇	81
3.2.1 정의	81
3.2.2 시나리오	81
3.2.3 개발목표 및 사양.....	81
3.3 가정교사로봇	82
3.3.1 정의	82
3.3.2 시나리오	82
3.3.3 개발목표 및 사양.....	82
3.4 육아로봇	82
3.4.1 정의	82
3.4.2 시나리오	83
3.4.3 개발목표 및 사양.....	83
3.5 친구로봇	84
3.5.1 정의	84
3.5.2 시나리오	84
3.5.3 개발목표 및 사양.....	84
3.6 여가·교육용 로봇의 로드맵	85
3.7 빌딩 청소 로봇	87
3.7.1 정의	87
3.7.2 시나리오	87
3.7.3 개발목표 및 사양.....	87
3.8 안내 로봇.....	87
3.8.1 정의	87
3.8.2 시나리오	87
3.8.3 개발목표 및 사양.....	88
3.9 경비로봇	88
3.9.1 정의	88
3.9.2 시나리오	88
3.9.3 개발목표 및 사양.....	89
3.10 빌딩 도우미 로봇.....	89
3.10.1 정의.....	89
3.10.2 시나리오	89
3.10.3 개발목표 및 사양	89
3.11 공공복지용 로봇의 로드맵	90
제 4 장 기술 포트폴리오	92

제 5 장 맺음말	96
References	99

그림 목차

그림 1-1. 위원회의 구성과 활동	4
그림 1-2. 로봇 기술로드맵 작성 프로세스	5
그림 2-1. 로봇산업의 발전추세	6
그림 2-2. 일본로봇공업회의 로봇분류	9
그림 2-3. 로봇 관련 기술의 산업연계도	34
그림 2-4. 사회환경 변화와 개인용 로봇의 수요	37
그림 2-5. 세계 시장규모 예측	40
그림 2-6. 개인용 로봇의 SWOT 분석	41
그림 2-7. 제품기술 마크로 로드맵	54
그림 3-1. 가사용 로봇 기술로드맵	74
그림 3-2. 생활지원 로봇 기술로드맵	79
그림 3-3. 여가교육용 로봇 기술로드맵	86
그림 3-4. 공공복지용 로봇 기술로드맵	91
그림 4-1. 로봇기술포트폴리오	94

표 목차

표 2-1. 산업용과 개인용 로봇의 분류	8
표 2-2. 로봇산업의 세계시장 현황	12
표 2-3. 메카트로닉스 산업의 세계시장규모	13
표 2-4. 메카트로닉스 산업의 국내시장 규모	13
표 2-5. 국내 산업용 로봇 생산 현황	14
표 2-6. 국내 산업용 로봇 용도별 생산출하 동향	16
표 2-7. 국내 산업용 로봇 수급전망	16
표 2-8. 산업용 로봇 관련 생산 업체	17
표 2-9. 개인용 로봇 관련 생산업체 및 특성	19
표 2-10. 국내 로봇관련 연구기관별 연구내용	20
표 2-11. 산업자원부 지원 로봇 연구과제 현황	21
표 2-12. 과학기술부 지원 로봇 연구과제 현황	22
표 2-13. 산업자원부·과학기술부 공동지원 로봇 연구과제 현황	22
표 2-14. 일본 로봇산업의 수요예측	23
표 2-15. 일본의 애완용 로봇 개발사례	25
표 2-16. 일본의 생활지원/보조 로봇 개발사례	25
표 2-17. 일본의 개인용 로봇 수요예측	26
표 2-18. 미국의 오락용 및 애완용 로봇 개발사례	29
표 2-19. 미국의 생활지원/보조 로봇 개발사례	29
표 2-20. 노령인구 증가추이	38
표 2-21. 산업용 로봇과 개인용 로봇의 특성 비교	39
표 2-22. 개인용 로봇 제품군에 대한 사회적 수요	41
표 2-23. 가사용 로봇의 기술개발 목표	43
표 2-24. 가사용 로봇 개발의 장애요인	44
표 2-25. 가사용 로봇 개발의 장애요인에 대한 극복방안	44
표 2-26. 생활지원 로봇의 기술개발 목표	46
표 2-27. 생활지원 로봇 개발의 장애요인	46
표 2-28. 생활지원 로봇개발의 장애요인에 대한 극복방안	47
표 2-29. 여가교육용 로봇의 기술개발 목표	48
표 2-30. 여가교육용 로봇의 기술개발 목표	48
표 2-31. 여가교육용 로봇개발의 장애요인에 대한 극복방안	49
표 2-32. 공공복지용 로봇의 기술개발목표	50
표 2-33. 공공복지용 로봇 개발의 장애요인	50
표 2-34. 공공복지용 로봇개발의 장애요인에 대한 극복방안	51

제 1 장 서 론

1. 로드맵 작성의 대상

○ 신산업의 출현과 인간생활의 변혁

- 최근, 사회구조와 생활패턴에 대변혁을 가져올 IT¹, BT² 등의 산업과 함께 RT³산업이 각광을 받고 있음.
- 이동 기능과 간단한 원격조작 등의 작업기능을 갖추고, 가정 내 청소, 정리정돈, 조리 등 인간작업을 대행하는 인간친화적 로봇이 등장하게 되어, 인간생활에 풍요와 여유를 제공하게 됨.
- 병자간호, 장애인 보조, 진료, 수술, 원격의료 등을 지원하는 인간공존형 로봇의 출현이 필연적임.
- 정보화 혁명에 따른 시간적인 여유와 풍요로운 생활과 더불어 부작용으로 예상되는 인간의 고립화는, 친밀감을 제공하고 감성을 소유한 애완용로봇, 대화상대용 로봇의 출현을 촉진하게 됨.
- 이러한 개인용 로봇의 수요는 막대할 것으로 예측되며, 이로 인하여 기존 로봇산업의 패턴이 바뀔 것으로 예상됨.

○ 시장의 수요에 따른 로봇산업의 변화

- RT시장은 IT, BT에 버금가는 거대한 시장으로 예측되고 있으며, 가장 높은 연평균 성장률을 나타내고 있음.
- RT는 IT, BT와 밀접한 개인용 로봇을 중심으로 발전할 것임.
- 개인용 로봇은 기존로봇산업의 구조와 달리, 저가격, 고신뢰성을 달성할 수 있는 다품종·대량생산체제를 요구함.
- 개인용 로봇은 국내 산업여건 상 매우 적합한 산업분야이며, 새로운 아이디어를 바탕으로 얼마든지 세계를 상대로 상품을 개발하고 사업을 전개할 수 있고 고부가가치의 창출이 가능한 분야임.

○ 새로운 기술로드맵 수립의 요구

- 새로운 기술분야에 대한 로드맵을 작성하기 위한 4가지 기본 방향은,
 - 다수가 필요로 할 것 (삶의 질 향상)
 - 저가이며 실용적일 것
 - 경쟁력 확보가 가능할 것
 - 집중적인 기술투자를 유도할 것 등임.

¹ Information Technology

² Bio Technology

³ Robot Technology, 로봇기술

- 이러한 기본 방향에 의거하여 로드맵 작성분야를 시장성 및 기술선도성이 뛰어난 개인용 로봇으로 국한하고, 이 분야를 중점 육성하기 위한 전략적 비전을 제시하고 단계적인 실행계획을 수립함.

2. 로드맵 작성의 목표

- **RT분야의 세계시장 공략:** 21세기 거대시장으로 주목되고 있는 개인용 로봇에 대해, 체계적인 기술개발로 국내로봇기술기반을 정비하고, 독창기술로 단계적으로 세계로봇시장의 10%이상을 선점함.
- **IT기반 로봇기술의 산업화:** 한국은 IT관련 벤처기업의 활력과 세계4위의 로봇제조 및 응용기술, 제조업의 대량생산기술경험을 바탕으로, IT 중심의 스피디한 로봇기술개발로 저가 다품종대량생산의 틈새공략이 가능하다고 판단됨.
 - 미국은 IT, BT의 강력한 산업 기반에서 그리고 로봇기초기술분야에서 우위를 차지하고 있으나, 제조업의 공동화에 따른 대량생산형 산업화가 약세임. 따라서, 고가의 로봇분야로 보여지는 의료, 극한환경 등 특수분야에서 두각을 나타내리라고 예상됨.
 - 일본은 제조업 중심의 요소부품기술, 가전기술, 산업용로봇기술, 오락산업의 강점을 살려 대량생산형 개인용 로봇분야의 선두주자가 되리라고 보여짐. 단 산업의 활력이 떨어져 있고, 특히 IT관련 일부분야에서는 오히려 한국이 비교우위를 차지하고 있다고 보여짐.
 - 중국 등 후발국은 산업발전단계로 볼 때, 로봇에 대한 Needs가 절실하지 않고, 로봇활용경험의 부족, 제조기술미비, IT산업낙후 등으로 상당기간 후발체계를 벗어나지 못 할 것으로 예상됨.
- **RT산업관련 벤처기업육성:** 시장성을 고려한 스피디한 상품화를 실현하기 위하여, 상품성을 고려한 단계별 제품기술목표를 설정하고, 다음 단계를 위한 기술기반확충을 병행함. 또한 과제를 통하여 국제경쟁력이 있는 창의적인 고유기술확립을 촉진하여, 다수의 관련 벤처기업을 지속적으로 육성함.
- **기술기반 조직화와 기술 리더쉽 확보:** Hub-Robot센터를 설립하고, 연구과제를 통해 전국 각지에 분산·고립되어 있는 산·학·연의 소규모 연구개발조직의 기술 네트워크화를 추진하고, 표준화, 모듈화 안전, 신뢰성 평가 등을 관장하여 개인용 로봇 기술의 리더쉽을 확보함.

3. 로드맵 작성의 프로세스

○ 개인용 로봇의 발전전망

- 개인용 로봇은 21세기 초 비교적 기술난이도가 낮은 제품군(완구로봇, 청소로봇 등)을 중심으로 시장이 형성되고, 10여년 정도의 로봇 개발 경쟁기를 거쳐, 2010년 경에는 다양한 기능이 복합된 제품군(가사용 로봇, 생활지원 로봇, 여가교육 로봇, 공공복지 로봇 등)의 복합통합화가 추진되어, 일반생활 현장에 급속히 보급될 것으로 전망됨.

○ 단계별 목표의 설정

- 이에 따라 기술경쟁력확보를 위한 기술개발기간을 향후 10년(2002년-2011년)으로 설정하고, 이 기간을 다시 3단계로 나누어 전략적 목표를 수립함.
- 제1단계는 기존로봇기술과 IT기술의 접목에 의한 시장창출, 제2단계는 인간과 공존하며 작업을 수행할 수 있는 작업기능구현, 제3단계는 로봇의 지능을 구현하는 단계로 하여, 각 단계별로 구체적인 개발대상 로봇제품군을 제시함.

○ 주요지표

- 시장성
- 기술난이도
- 기술연계성

○ 작성방법

- 개인용 로봇을 제품군별/기술별로 소위원회를 구성하고 관련 기술을 분석함.
- 21세기 Needs에 따라 각 제품군별 로봇 후보를 선정하고 관련 시나리오를 작성함.
- 제품 실현 시 고려해야 할 사양 및 기술항목 등을 도출함.
- 주요지표에 의거하여 분석하고 이를 시간축 상에 배치함.

○ 이를 위하여 총 24명의 산·학·연 전문가들로 구성된 ‘로봇 Technology Roadmap 위원회’가 2000년11월에 활동을 시작하여 현재에 이름.



그림 1-1. 위원회의 구성과 활동

본 로드맵 작업에서는 향후 로봇 산업의 비전을 크게 다음의 4가지로 설정하였음.

- 21세기 삶의 질적 향상
- 인간 고립화 사회 대응
- 인간 고령화 사회 대응
- 정보화 사회 대응

이러한 비전을 실현하기 위해 가사용, 여가교육용, 생활지원용 그리고 공공 복지용 로봇의 개발을 Performance Objectives으로 결정하였음. 이에 제어, 운동, 감각의 로봇 기술이 적용되어짐. 이는 그림 1-2에 정리되어있음.

Robot Technology Roadmap 작성 Process



그림 1-2. 로봇 기술로드맵 작성 프로세스

제 2 장 비전

1. 정의 및 개요

1.1 로봇산업의 발전경위

1.1.1 산업용 로봇의 역사

- 최초의 산업용 로봇(Industrial robot): 미국의 Unimation사와 AMF사가, 미국의 George C. Devol이 1954년 출원한 특허 playback 로봇의 개념을 이용하여, 1962년에 각각 playback 로봇(Unimate 및 바사토런) 실용 제1호기를 제작하였음.
- 유럽의 초기 로봇 제작
 - 1963년경, 스웨덴의 Kaufeldt사: 프로그래머블 매니플레이터 (Pogrammable manipulator) 제1호기 제작

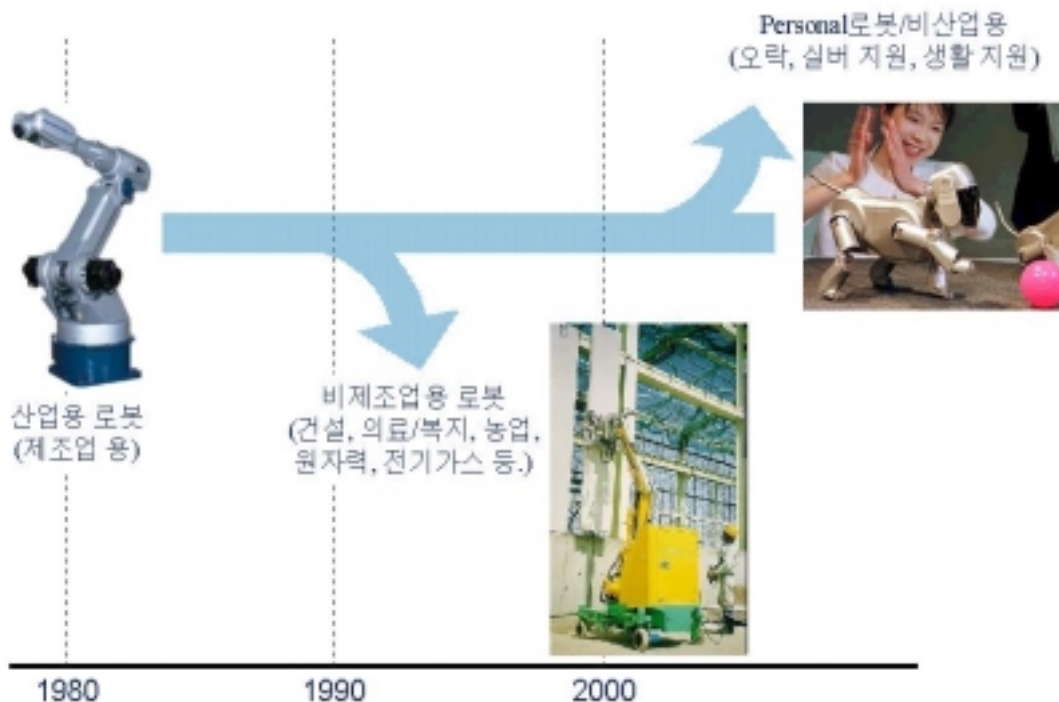


그림 2-1. 로봇산업의 발전추세

- 1966년, 노르웨이의 Tralfa사(1985년 ABB사에 합병됨): 세계 최초로 도장 전용 로봇 제작

- 1973년, ASEA 사(스웨덴, 현 ABB 사): 세계 최초로 서보모터 구동 수직다관절 로봇의 시작품 제1호기 제작
- 일본에서는, 1969년 Kawasaki 중공업이 Unimation사와 기술 제휴로 로봇생산을 개시하였음.
 - 일본은 현재, 자타가 공인하는 세계 수위의 로봇산업국이며, 그 보급률을 또한 세계 1위를 차지하고 있음.
- 한국에 로봇도입이 본격화된 것은 1980년대 초로서, 일본 업체와의 기술제휴로 로봇을 도입한 것이 시발점이 되었음.
 - 현재 국내의 로봇 관련업체는, 현대중공업, 삼성전자 등 20여개 업체로 제조업 분야에 적용되는 SCARA, 수직다관절 로봇 등을 생산하고 있고, 시장규모만을 보면 세계 4위임.

1.1.2 최근의 로봇산업 추세

- 1990년대에, 로봇은 제조업에서 건설, 의료, 원자력, 가스, 전력 등 비제조업 분야로 투입되기 시작함.
 - 비제조업 현장 특성을 고려한 새로운 개념의 로봇과 관련 연구도 상당히 급진전되고 일부는 현장투입이 이루어지고 있어, 상용제품출시도 임박한 상황임.
 - 기술진보에 의해 단순히 인간 팔의 운동기능에 유사한 것 뿐 아니라, 하체의 운동기능에 유사한 것이거나, 뱀이나 게 같은 동물의 운동기능과 비슷한 것, 물고기 같은 유영하는 기능을 갖는 것, 새와 같이 공중 비행 기능을 갖는 것 등도 로봇으로서 출현하고 있음. 이러한 연구개발의 움직임은, 건설 자동화, 원자력 플랜트의 보수, 의료·복지·해양개발·우주개발 등 새로운 분야의 로봇도입에 현저히 공헌할 것으로 예상됨.
- 1999년, Sony가 애완용 강아지 로봇 AIBO를 출시하면서, 로봇산업의 새로운 지평을 열었음.
 - 5,000대 한정판매로 출시하자마자 당일 매진되는 등, 개인용 로봇에 대한 잠재수요를 확인시켜줌에 따라 많은 기업이 로봇 사업에 진출하는 계기가 됨.
 - 현재, 완구로봇, Network 인터페이스용 로봇 등 수많은 개발사례가 보고되고 있음.
 - 이러한 비산업용 로봇 즉, 개인용 로봇은 홈 오토메이션이나 고령자의 재택 간호, 오락 등 인간공생형 대인 지원로봇으로, 21세기 말까지는 현재의 자동차산업의 시장규모에 근접할 것으로 분석됨.

- 이러한 시장의 변화는 로봇에 대한 새로운 분류와 정의를 요구하고 있으나, 명확한 규정은 아직 없는 상태임.

1.2 개인용 로봇의 정의

- 신규 로봇을 포함하는 로봇에 대한 공식적인 분류법은 없지만, 본 연구에서는 각 단체의 로봇 분류와 그에 따른 정의를 참고하여 아래 표 2-1과 같이 정의함.
- 참고로 그림 2-2는 일본로봇공업회의 로봇분류와 미국의 서비스 로봇의 범위를 표시한 것임.

표 2-1. 산업용과 개인용 로봇의 분류

구 분	용 도	대표적인 작업
산업용 로봇	제조업 (공장 자동화)	용접, 조립, 반송, 도장 등
	비제조업 (현장자동화)	과일수확, 육모, 철골용접/ 조립, 벽체작업, 수중 작업, 의료 등
개인용 로봇	가사용	청소, 심부름, 경비, 조리, 제초 등
	생활지원용	간병, 장애인보조, 재활훈련 등
	여가지원용	음악연습, 게임, 스포츠 등
	공공복지용	경비, 안내, 의료, 빌딩도우미 등

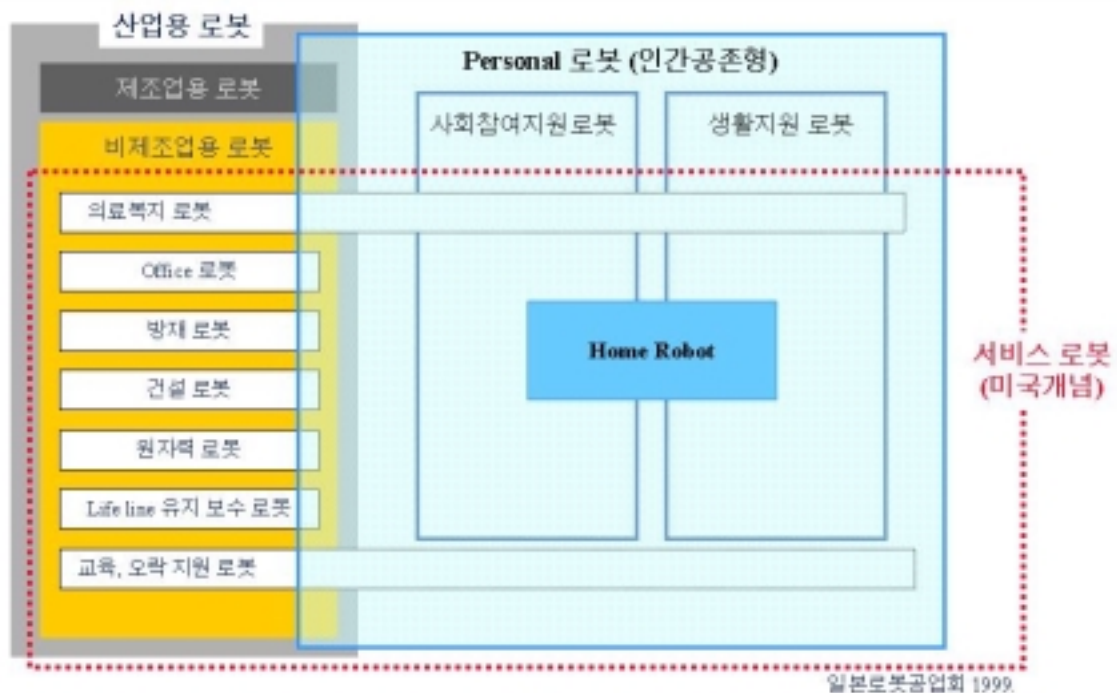


그림 2-2. 일본로봇공업회의 로봇분류

1.2.1 산업용 로봇

- 산업용 로봇이란, 자동제어에 의한 매니플레이터의 조작 또는 이동기능을 갖고 각종의 작업을 프로그램에 의하여 실행할 수 있고, 산업에 사용되는 기계라고 정의함.
 - 제조용 로봇 즉 산업용 매니플레이션 로봇이란, 3개 이상의 축이 있고, 자동제어에 의해서 동작하며 재 프로그램 가능하며 다목적 매니플레이션 기능을 갖는 기계로 조작기능(Manipulative function) 대신에 이동 기능이 있는 것은 포함되어 있지 않음.
 - 비제조용 로봇은 우주 공간, 탄광, 심해와 같은 작업 환경이 위험하거나 건설, 탄광과 같은 어려운 작업을 해야하는 경우, 인간을 대신하여 작업현장에 투입되는 로봇으로 이동기능을 보유함.

1.2.2 개인용 로봇

- 개인용 로봇은 개인 생활의 본질인 운동성을 보조하며, 지능을 갖는 인간공생형 대인 지원로봇임.
 - 개인용 로봇은, Home Automation을 지원하는 가정용, 고령자와 신체장애자 등에 대한 생활지원용, 오락(Amusement/Entertainment)용, 공공시설 등의 복지를 지원하는 공공복지용으로 분류함.
- 또한 개인용 로봇기술은, 기존의 로봇기술에 IT기술, BT기술을 접목하는 즉, 인간과 가상공간과의 정보 교량역할을 하고 가전기기의 원격제어 및 가사작업 기능 등을 실장하는 분야임.

1.3 기술적·경제적 위치

1.3.1 로봇산업의 기술적 위치

- 로봇산업은 서보모터, 감속기의 구동부, 인공지능제어, 센서기술 등 컴퓨터 H/W 및 S/W, 음성인식, 화상처리 등 혁신적인 정보통신 기술 등의 복합기술로써 이중산업간의 시너지효과를 창출할 수 있는 기술임.
 - 기계산업과 전자산업이 수평적 혹은 수직적으로 상호 연계되어 부가 가치를 창출함.
- 로봇은 인간 유해 작업장의 대체노동력 개념의 산업용에서 가정용 기기와 연계되어 인간의 보조지원 기능을 갖는 서비스 로봇으로 적용영역이 확대되는 추세임.
- 일본, 미국 등 선진국에서는 산업용 로봇뿐만 아니라 의료로봇, 애완용 로봇 등 서비스 로봇이 출시되고 있는 반면에 국내에는 생산라인의 조립, 용접 등 산업용 로봇 생산에 치중하고 있음.
- 국내 사정은, 로봇분야에 대한 생산기반 및 체계적인 연구 부족으로 연구기반이 취약함.
 - 지금까지 대부분의 로봇연구는 고립·분산적이어서 산업과 연계성이 낮음.
 - 산업용 로봇 연구 중심으로, 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 기초연구가 미미하고 감속기, 베어링 등과 같은 핵

심정밀부품에 대한 기술력 부족함.

- 로봇산업은 기술혁신을 활성화하고 새로운 발상의 투자가 이루어지는 신산업으로써 유망하며, 특히, 개인용 로봇 시장은 21세기 중반 자동차 산업규모로 급성장할 것으로 예상됨.
 - 정보통신혁명에 따른 인간과 친숙한 인터페이스 요구 증가와 21세기 실버사회에 대응하기 위한 노약자 생활보조/지원, 여가증가에 따른 오락, 스포츠, 애완 등 로봇수요가 급증할 것임.
- 로봇 시장에서는 향후 10년간은 오락용과 가사용이 주도하는 로봇시장이 형성될 것으로 보이며, 가사용에서는 현재의 디지털 미디어와 가전과의 결합된 형태로 추진되리라고 예측함.

1.3.2 국가 경제적 위치

- 산업용 로봇의 생산 규모는 일본이 세계 1위이며, 한국은 세계 4위 수준이나 생산 규모 및 로봇 밀도면에서 일본에 비해 열세임.
 - 국내 시장규모는 연간 약 2000억 원의 로봇시장이 조성되어 있음.
 - 생산 규모면에서 일본은 한국의 7.7배임.
- 반면에 산업용 로봇만으로는 시장규모가 작고, 선진국 대비 가격경쟁력이 낮음.
 - 대기업 중심, 계열사 중심의 시장형성으로 채산성 낮음.
 - 로봇 핵심 부품(모터, 감속기)의 대외 의존도가 높고, 국산품 적용에 보수적임.
 - 개인용 로봇의 신규 잠재시장에 대한 대비가 전혀 없음.

표 2-2. 로봇산업의 세계시장 현황

(단위: 백만달러)

구분	생산 규모	사용 대수	로봇밀도 (산업인구만명당)
1위	일본(2,251)	일본(412,961)	일본(279)
2위	미국(934)	미국(77,108)	한국(109)
3위	독일(741)	독일(66,817)	독일(100)
4위	한국(292)	한국(30,199)	이탈리아(70)
5위	이탈리아(292)	이탈리아(30,199)	스웨덴(70)

(자료 : "World Robotics 1999", IFR and UN)

- 현재 산업용 로봇이 차지하는 시장규모는 작지만, 전기기계, 즉 메카트로닉스분야 중에서도 정보통신기술의 접목이 손쉬운 로봇의 발전전망이 가장 밝음.
 - 1990년대에 산업용 로봇의 경우 연평균 7% 증가율을 보임.
- 개인용 로봇은 기존 가전산업과 융합되어 고부가가치를 창조할 수 있으며 기계산업과 정보통신 산업의 상호작용에 의해 시너지 효과를 발휘할 수 있는 복합 첨단 기술임.
 - 구동 메카니즘, 구조설계, 정밀가공 기술 등 기계산업
 - 음성 및 화상인식, 주변기기와 네트워킹 기술 등 정보통신산업

표 2-3. 메카트로닉스 산업의 세계시장규모

(단위: 억달러, %)

기 종	1990	1995	1997	연평균 증가율 (1991~1997)
NC공작기계	129	166	181	5.0
산업용로봇	73	38	53	6.9
CAD/CAM	178	224	283	6.8
PLC	37	52	58	6.6
Sensor류(FA용)	58	86	103	8.6
계	475	566	678	5.2

(자료: 산업연구원, “메카트로닉스산업의 발전전략”, 1999.)

표 2-4. 메카트로닉스 산업의 국내시장 규모

(단위: 억달러, %)

구 분	1990	1995	1996	1997	연평균증가율
NC공작기계	3,244	5,898	6,510	5,276	7.2
산업용 로봇	248	2,212	2,297	1,874	33.5
CAD/CAM	637	1,532	1,797	1,888	16.8
P L C	312	1,000	1,100	950	17.2
자 동 창 고	755	-	1,850	1,730	12.6
기 타	1,610	2,354	2,763	2,930	8.9
계	6,806	16,094	16,317	14,648	11.6

(자료: 산업연구원, 전계서)

2. 국내외 시장 및 기술동향

2.1 국내 산업 현황

- 한국의 로봇산업은, 크게 대기업을 중심으로 하는 제조업용(산업용) 로봇, 중소기업을 중심으로 하는 개인용 로봇, 그리고 연구기관(출연 연구소, 대학, 조합, 협회 등)을 중심으로 하는 Humanoid와 극한작업용 로봇 등으로 나뉘어 개발됨.

2.1.1 산업용 로봇

- 국내 제조업용 로봇 산업규모는 연간 약 2,000억원으로 비교적 큰 시장이 조성되어 있으며 성장률은 세계 1위임.
 - 일본과 비슷하게 제조업 중심으로 산업발전이 이루어져 왔기 때문에 일본 다음으로 로봇수요가 많음.
 - 국내 메카트로닉스산업 중 로봇시장은 33.5%로 성장률이 매우 높음.

표 2-5. 국내 산업용 로봇 생산 현황

(단위: 대, 백만원)

구 분	1995		1996		1997	
	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액
수평다관절 로봇	295	7,320	341	10,109	438	9,593
수직다관절 로봇	1,616	108,662	2,234	120,491	1,457	99,496
직교좌표형 로봇	981	23,066	896	11,043	1,322	5,440
기 타	427	4,354	300	6,017	53	3,282
계	3,319	143,402	3,771	147,660	3,270	117,811

(자료: 한국공작기계공업협회, "생산, 출하, 재고동향")

- 산업용 로봇의 시장 규모 면에서 1997년도에는 IMF의 영향으로 타산업과 마찬가지로 축소되었음.
- 산업용 로봇 수요는 세계적인 수준임.
 - 국내 로봇 생산 현황은 국내 산업에서 큰 비중을 차지하는 자동차산

- 업(수직다관절 로봇)과 반도체산업(수평다관절 로봇)에 대한 의존도가 매우 높음.
- 용도별로 볼 때에도 용접용 로봇의 수요(자동차산업)가 가장 많으며, 전자부품조립 반송용(반도체산업)이 다음을 차지함.
- 서보모터, 감속기 등 핵심 부품의 자립화가 이루어지지 않아 수입 의존도가 높고 가격경쟁력이 없어 수출은 부진함.
- 로봇의 핵심 구동부품 들을 수입하여 사용하므로 원가부담이 높아 대외경쟁력이 약함.
- 로봇 기술 및 정보뿐만 아니라 로봇 생산 및 수요도 대기업중심으로 시장이 형성되어있어, 로봇사업이 중소기업적 특성을 갖고 있지만 관련 중소기업이 현실적인 어려움으로 역량을 발휘하고 있지 못한 실정임.
- 로보테크, 로보스타 등 로봇전문 중소기업체가 시장개척중임.
- IMF 이전에 주요 7대 산업용 로봇 생산 및 조립 업체(삼성전자, 삼성항공, 현대중공업, LG산전, 두산기계, 기아중공업, 대우중공업)들이 구조조정을 통하여 많이 위축되었음.
- 이중에 현대중공업과 삼성전자가 지속적인 개발과 투자를 하고 있지만 그 외 업체들은 위축되거나 사업을 포기함.
 - 삼성전자에서는 반도체/LCD산업에 필요한 Clean room용 로봇을 집중 개발하였으며 현재는 이들이 주요 상품임.
- 그럼에도 불구하고 국내의 로봇산업은 급격히 성장하고 있으며 산업용 로봇만의 수급전망을 보더라도 수요가 급증하리라고 예상됨.
- 대기업이 로봇 산업을 주도하지만 자체시장으로는 너무 작은 시장이기 때문에 로봇을 개발하여 사용하기보다는 로봇을 구매해서 활용하거나 로봇응용시스템을 판매하는 경향이 많으며 국내 시장은 외국 로봇의 경연장이 되고 있음.
- Kawasaki 등이 국내 생산기지를 구축하고 생산·판매하는 전략으로 전환하였으며, 일부는 기존의 한국 업체와 통하지 않고 직접 영업하는 방식을 택하기도 함.

표 2-6. 국내 산업용 로봇 용도별 생산출하 동향

구 분	1994				1995				1996. 1. ~ 5.				95년 1~5월 대비 증감률(%)	
	생 산		출 하		생 산		출 하		생 산		출 하		생산	출하
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액		
조립형	1,326	10,106	1,394	11,213	1,620	26,671	1,620	28,535	709	7,555	685	7,211	55.6	62.6
도장형	4	1,299	8	1,614	28	5,844	34	5,589	31	4,107	21	3,797	149.4	100.2
ARC 용접용	256	8,148	257	8,911	346	13,294	321	12,430	137	5,315	143	5,477	3.2	21.6
SPOT 용접용	826	48,725	832	50,399	904	70,491	890	70,289	476	29,170	416	26,158	93.5	61.4
핸들링용	174	9,699	194	10,982	273	19,072	257	18,171	219	11,367	157	8,405	99.3	50.6
기 타	128	10,843	157	13,280	148	8,030	146	7,993	107	4,044	56	2,822	35.7	3.4
합 계	2,714	88,820	2,842	96,399	3,319	143,402	3,268	143,007	670	61,558	1,478	53,870	28.5	6.9

※주: 이 통계는 기아중공업, 대우중공업, 두산기계, 삼성전자, 삼성항공, LG산전, 현대중공업 합계임.

표 2-7. 국내 산업용 로봇 수급전망

(단위: 백만원, %)

년도	수 요				공 급			
	내수	증가율	수출	증가율	생산	증가율	수입	증가율
1994	136,777	69.0	950	1.423.3	88,820	88.6	48,807	44.6
1995	219,513	60.6	5,077	434.4	143,402	61.5	81,188	66.3
1996	229,795	40	9,646	90.0	147,660	30	91,791	13.1
2000	465,000	-	60,000	-	340,000	-	186,000	-
2005	1,040,000	-	80,000	-	845,000	-	375,000	-

(자료: 1994-1996: 한국공작기계협회, 관세청, 무역통계월보

2000-2005: 산업연구원)

표 2-8. 산업용 로봇 관련 생산 업체

업 체 명	주력 로봇	주요 시장	현황 / 특성
현대중공업	스팟용접 핸들링로봇	자동차관련 제조업체	소형 수직다관절 로봇 개발 중
삼성전자	수직 수평 직교 로봇, 이동로봇, 청소 로봇	전자산업, 반도체/ LCD 산업 관련 제조업체	가정용 로봇 연구 중
로보테크	직교로봇 수직다관절 로봇	자동차관련 제조업체	자동차산업 관련 로봇 생산 예정
두산기계	아크용접로봇	자동차관련 제조업체	소형 수직다관절 로봇 집중
로보스타	직교, 수평형 다관절 로봇	전자산업 소형 조립관련 업체	LG산전의 로봇 사업을 1999년에 인수함
IRAM Tech	반도체형 로봇	반도체산업 관련 자동화 업체	삼성전자의 영업도 하고 있음
ABB Flexible automatio	수직다관절	자동차산업 위주	로봇응용기술도 매우 뛰어남
Kawasaki	수직다관절	자동차산업 위주	1998년부터 한국에 로봇회사 설립
FANUC	수직다관절	자동차산업 위주	오래 전부터 한국에서 공장을 운영함

2.1.2 개인용 로봇

- 개인용 로봇은 선진국과 같이 아직 시장이 형성되어 있지 않으나, 21세기 산업과 생활패턴의 변화에 부응하여 신규 유망산업분야로 부각되고 있음.
- 21세기의 국가적인 주력산업, 즉 신산업 개발이 요구되어 수출전략 품목으로 주목될 수 있음.
 - 이에 대비하는 시장정비, 국가적인 새로운 산업체계육성 및 정책이 요구됨.

- 많은 중소기업들이 로봇산업의 세계적인 추세에 따라 가정용, 오락용에 기대를 가지고 회사를 창업하거나 개발을 시작함.
 - 최근, 애완용로봇, 완구로봇 등의 개발에 관심이 높아지고 있고, 한울로보틱스, 다진시스템 등 관련 벤처기업의 창업이 증가하고 있음.
 - 로봇은 그 종류가 많고, 주로 수익률이 적고 영세하지만 큰 투자 없이 기술중심으로 생산할 수 있으며, 대량생산되기 어렵기 때문에 중소기업에 적합함.
- 국내에서 개인용 로봇에 적용될 수 있는 기술은 부분적으로 개발되어 왔으나 이의 개념에 부합하는 로봇은 아직까지 개발되지 않음.
 - 최근에 Sony사의 AIBO나 Honda사의 Humanoid P3와 같은 로봇의 등장과 함께 다수의 국내 업체가 관심을 보이고 있으며 실제로 청소로봇과 같이 제한된 용도의 가정용 로봇의 개발을 시작하고 있음.
- 한국과학기술원에서는 로봇 팔을 이용하여 제한된 공간에서 탁자나 바닥에 떨어져 있는 물체를 영상 인식하여 집거나 이동 기능을 보유한 KARES를 개발중임.
- 국내 다진시스템에서 개발된 인간형 로봇으로 저가의 RC 서보 모터를 이용하여 구동되며 16개의 관절을 가진 2족 보행 로봇임.
 - 제어기, 센서 및 보행동작 등 많은 부분이 기술적으로 진보된 형태를 보이고 있으나 현재까지는 보행동작 구현에 치중되어 있음.
- 한울로보틱스가 개발한 제품으로 이동로봇 보다도 USB⁴통신을 적용한 로봇의 제어에 강점을 갖고 있는 로봇임.
- 기타 다수의 중소기업 들이 축구로봇, 완구 로봇을 비롯한 개인용 로봇과 관련된 로봇기술의 개발에 관심을 갖고 있는 것으로 알려져 있으나 현재까지 기술적 성과가 공식적으로 발표된 경우는 없음.

⁴ Universal Serial Bus: 1996년에 USB 1.0으로 정식사양이 공개되었으며 키보드, 마우스, 스피커, 모뎀 등의 주변기기와 PC간의 접속을 모두 같은 커넥터와 케이블로 통일시키기 위한 인터페이스 규격

표 2-9. 개인용 로봇 관련 생산업체 및 특성

업 체 명	주력 로봇	주요 시장	현황 / 특성
유진로보틱스	- 자율이동 축구로봇 - 로봇응용시스템	교육	축구로봇은 KAIST의 기술을 상업화함
한울로보틱스	- 마이크로로봇 - 가정용 로봇	교육, 연구	가정용로봇을 연구중임 통신기술이 우수함
다진시스템	- Legged Robot - 로봇응용시스템	전시, 교육, 오락	다양한 응용의 경험을 가짐
로커	- 원격조정 축구로봇	교육, 오락	KAIST교수들이 참여
마이크로로봇	- 마이크로마우스	교육, 오락	마이크로로봇관련 부품을 수입 판매
Robots and Design	- Humanoid - 정밀/Clean 로봇 - 로봇응용시스템	특수 로봇 위주	연구, 개발 중심임
완구업체	- 어린이들을 위한 장난감	손오공, 영실업, 과학아카데미 등	주로 수입판매 위주임

2.2 국내 기술개발 동향

2.2.1 국내 연구개발내용

- 로봇의 연구는 로보틱스연구조합 등과 같은 기업주도의 연구단체 및 출연연구소 등에서 추진되고 있으며, 업체 자체연구 투자가 축소됨에 따라서 국가과제에 의존도가 심화되고 있음.
- KIST 고유사업으로 휴먼로봇 시스템 개발연구는 창조적 원천 기술개발차원에서 4족 보행하는 인간형 휴먼로봇 『센토』를 개발
 - 지능과 기동력을 가진 다기능 휴먼로이드 로봇개발 추구
 - 두 팔, 두 손, 네 다리로 구성되어 인간과 유사한 운동 구조

표 2-10. 국내 로봇관련 연구기관별 연구내용

단 체 명	주력 로봇	내 용	비 고
KIST	- 휴먼 로봇 - 서비스 로봇	Task 응용기술 leg, arm, hand 고도기술	연구개발에 주력
원자력 연구소	- 원격 로봇	원격조작기술	국책/자체연구
생산기술 연구원	- 건설용 로봇 - 산업용로봇응용	Field용 로봇기술개발	국책/자체연구
대학	- 기초기술	다양한 고도기술연구	연구개발능력
로보틱스 연구조합	- 로봇 - 응용시스템	산업체의 공통애로기술을 공동으로 개발하고자 하며 로봇협회로 발전할 예정임	국책/기업과제
한국로봇 촉구협회	- 마이크로 로봇	축구로봇을 중심 로봇의 저변확대에 큰 기여 를 하고 있으며 교육 중심	POSCO를 비롯 한 여러 기업이 후원

- 기업 자체연구로서는 삼성전자의 Clean Robot, 현대중공업의 용접용 로봇 개발연구가 있고 한울로보틱스 등 일부 벤처기업에서 오락용 로봇 개발을 시도하고 있으나 추진중인 연구내용은 기업의 비공개로 현황파악이 어려움.

2.2.2 국가지원 로봇관련 연구개발사업

- 정부지원 로봇 연구개발의 현황을 보면, 지난 10여년간 산업자원부(산자부)는 제조업용 로봇, 과학기술부(과기부)는 기초기술 확보 관련 로봇 연구과제 수행
 - 산자부는 산업기술개발사업(구 공업기반기술개발사업)으로 열악한 산업현장의 인간대체용 로봇관련 핵심기술개발을 지원하고 있음.
 - 과학기술부는 특정연구사업으로 로봇의 기초기술 개발, 프론티어 사업, 중장기적인 사업으로 지능형 로봇 개발을 지원
 - 산자부 및 과기부 공동으로 중기연구사업을 통한 첨단생산시스템개발 연구사업 지원

- 과기부의 중점사업으로 추진 중인 서비스 로봇사업은 5개년도 사업으로 의료용 및 용접용 로봇 개발을 추진하고 있음 (병원 내 도우미 로봇, Wheel Chair, 현장 용접용 로봇).
- 지금까지의 개발 현황을 종합하면, 용접 및 도장작업을 하는 산업용 로봇과 의료용 서비스를 제공하는 비제조업용 로봇개발을 중심으로 산학연이 연계되어 개발하였거나 진행중임.
- 로봇분야 중 잠재 시장규모가 큰 개인용 로봇 분야에 대한 기술개발 사례나 지원실적은 없는 실정임.

표 2-11. 산업자원부 지원 로봇 연구과제 현황

과 제 명	주 관 기 관
PC응용의 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 용접로봇 개발	고등기술연구원
Modular Manipulator System 개발	영진로보틱스(주)
Robot용 AC Servo Motor 개발	삼성전기(주)
다중로봇 협조제어시스템 개발	한양대학교
도장용 로봇 개발	(주)두산기계
로봇용 Ball 감속기 개발	한국기계연구원
범용로봇 Simulator개발	한국과학기술원
자동차부품 자동조립을 위한 로봇비전 시스템 개발	포항공과대학교

표 2-12. 과학기술부 지원 로봇 연구과제 현황

과 제 명	비 고
지능형마이크로시스템	21세기 프론티어 연구개발사업 캡슐형 내시경 개발, 마이크로 PDA 개발로 장기 연구사업
서비스로봇개발(중점사업)	중점연구 사업으로 진행중
공업 구동식 dexterous 로봇 손 개발	-
CNC 선반용 소형 로딩, 연로딩 로봇트	-
로봇트 리스트용 베벨기어 설계 및 제어 기술개발	-
로봇트용 Motion Control 기술개발	-
우주작업 로봇 기술개발	-
위험한 작업환경용 원격조정 로봇의 기 반기술 개발	-
핵심 로봇트응용 기술개발	-

표 2-13. 산업자원부·과학기술부 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 기술	부산대학교

※ 주) 첨단 생산시스템 개발사업 중 관련기술 과제 현황

2.3 선진국의 로봇산업 현황

2.3.1 일본

- 일본은 산업용 로봇 육성 및 발전을 위해서, 정부 및 민간의 협력으로 세계 1위의 로봇산업 국가로 발전하였음.
- 전 세계 로봇 보유대수 점유율에서 일본은 약 60%, 미국은 10%, 독일·이탈리아·프랑스·영국은 15%을 차지함.
- 극한작업용 로봇프로젝트, 인간형 로봇의 실용화를 위한 기술개발 등 신규시장창출을 위한 선도적인 로봇기술개발에 정부의 적극적인 투자가 이루어지고 있음.
- 산업용 로봇 분야의 세계시장규모는 약 60억불이며 연간 성장을 10%대로 유망산업임.
- Fanac, 야스카와, ABB 3대 로봇제작사가 총 시장의 30%이상을 점유하고 있고, 가동중인 산업용 로봇 수는 65만대로 추정되고 있음.
- 비제조업용 로봇은 특정 로봇공급업체보다는 해당 분야의 기존 산업체들을 중심으로 로봇사업을 전개함.
- 건설용 로봇의 경우, 건설시공업체인 가시마 건설, 다케나카 공무점 등이, 통신선 보수로봇의 경우, NTT가 로봇사업을 전개하고 있으나 시장형성 단계로 경쟁체제가 구축되어 있지 않음.

표 2-14. 일본 로봇산업의 수요예측

(단위: 억엔)

구 분		1995년 (실적)	2000년 (예측)	2005년 (예측)	2010년 (예측)
산업용	제조업	2,412	4,900	5,400	6,980
	비제조업	62	2,300	5,400	-
	합계	2,474	7,200	10,800	-
개인용		0	253	1,746	11,628
수출(개인용 제외)		2,320	2,370	2,610	3,380
총 계		4,794	9,570	13,410	-

(자료: 일본로봇공업회, 1997년)

- Sony, Honda, NEC, Matsushita, 미쓰비시, Omron 등 일본의 대기업을 비롯한 수많은 기업들이 거대시장을 예상하고 개인용 로봇 시장에

대한 공략을 개시하고 있음.

- Honda 2족 로봇이 월드컵 시구 예정이며, 반다이, 타카라, 토미 등의 완구회사에서는 디지털 완구 로봇 출시할 예정임.
- 일본로봇공업회는 2010년경 개인용 로봇의 수요가 급증하여 향후 로봇시장을 주도할 것으로 예측하고 있음.
 - 개인용 로봇 중 가정용 로봇수요가 가장 많을 것으로 예측함.
- 2000년 현재 일본에서 시판 중이거나 개발중인 개인용 로봇 개발 사례는 표 2-15, 표 2-16과 같음.

표 2-15. 일본의 애완용 로봇 개발사례

(단위: 엔)

모 델 명	업 체	특 징	가 격	'99판매액
AIBO	Sony	강아지 로봇, 130패턴 움직임	25만	12.5억
다마	Omron	고양이 로봇, 감정모델 탑재	미판매	-
Matsushita	Matsushita 전산	고양이 로봇, Network용	미판매	-
터치오지상	Fujitsu	PC주변형 로봇, E-mail	3,700	1.9억
Furbey인형	토미	육성형 Pet, 언어발성	3,980	31.9억
도라에콘	메폭크	원격리모콘, 언어발성	6,980	8.5억

표 2-16. 일본의 생활지원/보조 로봇 개발사례

모 델 명	업 체	특 징	가 격	1999판매액
환자이송보조	Sanyo전기	Bed 이송, 이재	시작품	-
천장주행식 Lift	메이텐시	병원내 반송	시작품	-
리하메이드/마이오렛	Kawasaki	재활지원	시작품	-
Helfmaid	Yaskawa	병원내 자동반송	시작품	-
청소	Sanyo전기 등	스스로 먼지 수집	시작품	-
맛사지체어	Matsushita전공	신체조건파악 맛사지	시작품	-
경비	종합경비보장	가정, 사무실	시작품	-
청소	Sanyo전기	가정, 사무실	시작품	-

표 2-17. 일본의 개인용 로봇 수요예측

번호	과제명	완성시기	연도별 소요금액 [억엔]		
			2000	2005	2010
Home Robot					
1	요리(조리)	1995경	9.2	64.3	423.5
2	식사후 정리	2000경	15.6	108.8	716.9
3	정리정돈	1995경	13.5	41.1	271.1
4	바닥청소	1995경	10.0	94.6	623.8
5	벽, 천장청소	1995경	33.1	69.8	460.3
6	창문청소	1995경	7.2	231.1	1,523.3
7	욕실청소	1995경	6.5	50.0	329.3
8	화장실청소	1995경	7.7	45.0	296.9
9	세탁	1995경	7.7	53.4	352.1
10	빨래날기/걸기	2000경	5.4	53.5	352.7
11	다림질, 빨래접기	2000경	5.0	37.7	248.3
12	이불정돈	2000경	6.8	34.9	230.2
13	Bed making	2000경	21.1	47.6	313.7
14	경비	1995경	7.5	147.1	969.5
15	쓰레기처리	1995경	14.8	52.1	343.6
16	흙, 틈 청소	1995경	8.9	103.0	679.0
17	잔디깎기,정원손질	2000경	17.4	62.3	410.3
18	세차	1995경	8.9	121.7	802.0
19	지붕위 눈치우기	2000경	2.6	18.3	120.9
소합계			208.9	1,436.3	9,467.4
My Robot					
20	대화상대	2000경	1.3	9.5	62.3
21	Game상대	1995경	0.6	4.0	26.1
22	Dance상대	2000경	0.4	2.7	17.9
23	스포츠상대	1995경	1.5	10.7	70.6
24	스포츠심판	1995경	2.1	14.6	96.4
25	스포츠훈련	1995경	2.4	16.6	109.6
26	Hobby(완구)	1995경	0.3	2.4	15.7
소합계			8.6	60.5	398.6
Life Service Robot					
27	육아보조	2005경	1.3	9.1	60.2
28	간호원보조	1995경	3.4	23.8	156.6
29	입욕보조	1995경	3.6	25.3	166.4
30	식사보조	2000경	1.2	8.5	56.0
31	맹인유도	1995경	0.5	3.1	20.3
32	독서보조	1995경	2.0	13.8	90.6
33	Massage	1995경	2.3	15.6	103.0
34	Home Doctor	1995경	1.9	13.0	86.0
35	배설보조	1995경	1.8	12.9	84.9
36	이동보조(휠체어)	1995경	3.3	23.3	153.5

(계속)

번호	과제명	완성시기	연도별 소요금액 [억엔]		
			2000	2005	2010
37	기능회복	1995경	2.9	20.3	133.8
38	반송 Service	1995경	2.4	16.7	109.9
소합계			26.6	185.4	1,221.2
취로지원 Robot					
39	능동의수	1995경	1.5	10.8	71.1
40	능동의족	2000경	1.8	12.3	81.0
41	교육, 훈련	1995경	1.1	7.9	52.2
42	수화교육	1995경	2.8	19.6	129.1
소합계			7.2	50.6	333.4
Human Communication Robot					
43	통신, 번역	1995경	3.4	23.8	156.6
44	음악연주	1995경	0.3	2.5	16.2
45	Performance	1995경	0.8	5.3	34.9
소합계			4.5	31.6	207.7
합계			255.8	1,764.4	11,628.3

2.3.2 미국

- 미국은 1997년 이후, 일본주도의 로봇산업에 대응하기 위해 상·하원에서 로봇 및 지능기계발전조치의 입법화를 추진 중임.
 - 로봇 및 지능기계협력위원회⁵에서 지능기계협력 컨소시움(IMCC)을 조직하여 산업계 및 연방정부가 향후 5년간 1억불의 기술개발자금을 지원할 계획임.
 - RIMCC는 연구소와 대학이 네트워크화하여, 로봇이 사회에 제공할 이익에 대한 비전 등을 연구하여 500개 업체, 대학과 연구소가 유기적으로 네트워크로 구축되어 있음.
 - 건설, 농업, 광산, 건강보조 등의 기존 시장과 가사, 방법, 교통 등 신규시장에서 로봇관련 연구를 증진시킴.
- 로봇산업에서 미국은 인간대역뿐만 아니라 영화촬영용 동물로봇, 가사보조용 로봇에서 우주탐사용 로봇에 이르기까지 다양하게 산·학·연이 특성화된 영역에서 기술개발을 추진하고 있음.
 - 연구소 및 대학을 중심으로 특수용도의 핵심기술을 개발하고 개발된 핵심기술 중 시장 수요가 있는 기술은 기업체로 이전하여 상품화.
 - 기업체는 핵심기술을 이어받아 노약자, 간호보조용, 청소용 혹은 보안용 로봇 등 생활에 도움을 줄 수 있는 로봇을 상품화하여 판매하고 있음
- Carnegie Mellon, MIT 등 대학을 중심으로 산업용 로봇뿐만 아니라 노인복지 박물관 안내 및 오락용 로봇이 개발되고 있음.
 - Carnegie Mellon 국립박물관 Dinosaur 홀에서 방문객들에게 영상 및 음악을 제공하는 이동형 로봇 Sage
 - MIT의 애완용 로봇 Yoppy

미국의 로봇관련 업체들이 생산중인 개인용 로봇의 개발사례는 표 2-18과 표 2-19와 같음

⁵ The Robotics and Intelligent Machines Cooperative Council (RIMCC): 1996년 10월, 미국의 과학재단(National Science Foundation), 에너지부(Department of Energy), IEEE의 로봇 및 자동화 분과위원회(IEEE Robotics and Automation Society), 로봇학회(The Robotic Industries Association) 등의 후원으로 결성된 위원회로서, 미래의 로봇과 지능기계의 전망, 공동연구 등을 통해 로봇기술을 촉진시키는 역할을 담당함.

표 2-18. 미국의 오락용 및 애완용 로봇 개발사례

모델명	업 체	특 성	비 고
Hairy	Robotfactory Inc.	3인조 밴드로 레스토랑에서 생일, 기념 일등에 음악을 선사. 생일노래, 개인취향에 따라 50곡 수록가능. 기동성 보유.	판 매
Electric Robot	Sarcos	공룡, 나비, 앵무새 등 무선제어가능. 오락영화 등에 사용	판 매

표 2-19. 미국의 생활지원/보조 로봇 개발사례

모 델 명	업 체	특 성	비 고
HelpMate	Pyxis Co.	병원에서 약, 음식 등을 수송하는 무궤도 간호보조 로봇	판매용
CyberGuard	Cybermotion Co.	좁은 복도나 입구에서 감시기능, 6바퀴구동 로봇	판매용
CareBot	Geckosystems Inc.	어린이 및 노약자 보호, 모니터링 및 감시 로봇	판매용
Orange Cye-SR	Probotcs Inc.	청소, 커피 및 편지 전달등 가정용 서비스 로봇	판매용

2.4 선진국의 개인용 로봇기술 개발동향

- 국내의 개발활동에 비하여 선진국은 매우 활발한 연구를 수행하고 있음.
 - 미국이나 일본을 중심으로 개인용 로봇이 출시되고 있으며 관련된 기술에서도 비약적인 발전을 지속하고 있음.
 - 무엇보다도 중요한 것은 일상생활과 매우 근접한 용도의 로봇이 개발되고 있으며 새롭게 부가가치를 창출 가능한 산업으로서 자리잡고 있음.

2.4.1 가정용 로봇

- 미국 iRobot사에서 개발한 iRobot-LE 로봇은 경비, 애완 동물 돌보기, 보모 감시, 노인간호 등의 용도로 쓰임.
 - 데스크탑 컴퓨터에 맞먹는 기능을 보유하고 있어서 경우에 따라서 가정에서 컴퓨터로 사용될 수 있음.
 - 이동기구를 이용하여 계단이나 문턱과 같은 장애물을 회피할 수 있는 능력이 탁월하며, 외형자체가 인간 친화적이지 못하며 로봇자체의 지능적인 면이 초기단계로 주로 웹을 기반으로 원격조작 할 수 있는 로봇으로 개발됨.
 - 네트워크와 브라우저를 통하여 원격지에서도 로봇을 조작할 수 있으며 로봇이 위치하는 장소의 화상을 전송 가능함.
 - 가정용으로 사용하기에는 아직까지 동작시간이 짧으며 반면에 충전시간이 긴 단점이 있음.
- 일본 NEC사에서 개발한 R-100은 사용자의 요구에 따라 TV, 전등 등 가정 내 기반시설 제어 및 감시 기능 수행.
 - 내장된 인터넷을 이용하여 E-mail 전송, 장착된 카메라와 마이크로 폰으로 비디오 메시지를 녹화하고 TV로 재생가능.
 - 영상 및 음성인식, 메카트로닉스 및 인터넷을 사용하여 로봇은 개인의 얼굴 인식, 음성명령 이해, 테이블과 의자와 같은 장애물을 피하면서 집안 순회가능.
 - 인간 친화적인 외형을 갖고 있으며 지능적인 면이 가장 우수하게 탑재된 로봇임.
- 미국에서 개발된 Cye-SR은 실용적인 면을 바탕으로 청소, 우편배달, 커피배달 등 가정이나 사무실에서 사용할 것을 목적으로 개발된 로봇

임.

- 이미 \$900 정도에 판매를 하고 있는 것으로 되어 있으나 용도가 제한되어 있는 단점이 있음.

2.4.2 휴머노이드 로봇

- Honda사에서 개발한 인간형 로봇 P3는 완벽하게 인간을 흉내낸 2족 보행 로봇임.
 - P3가 아직까지 인간처럼 달리지는 못하고 있으나 통상적인 인간의 보행기능을 수행하고 있으며 많은 연구자들이 인간 보행기능을 갖는 로봇이라고 평가하고 있음.
 - 이와 같은 역사적인 의미 뿐만 아니라 인간과 같은 로봇이 인간의 생활에 공존할 수 있는 가능성을 보여줌.
 - 이미 일본에서는 P3의 하드웨어 및 소프트웨어를 개방하여 인간기능을 보조, 지원, 대행, 혹은 인간의 능력을 초월해서 인간대신으로 작업을 수행할 수 있는 로봇 개발 중임.
 - Honda사에서는 P3의 진보된 형태인 P4는 개발 중에 있으며 이 로봇의 성능은 아직 밝혀진 바 없으나 P3보다 지능적인 면이 강화된 로봇으로 추정하고 있음.

2.4.3 애완용 로봇

- Sony사의 소형화 기술이 집약된 AIBO는 감정이나 본능을 표현할 수 있고, 성장경험과 주변환경을 통해 학습 가능한 오락용 로봇임.
 - 종래의 산업용 로봇에는 거의 채택이 되지 않았던 개방형 구조의 모듈화된 하드웨어를 갖도록 설계함으로써 제 3의 기업들이 이 제품을 이용하여 자사의 응용분야를 확장할 수 있는 가능성을 열어 줌.
 - 산업용 로봇이 인간의 고용을 위태롭게 하는 존재인 반면에 AIBO는 인간을 즐겁게 해 줄 수 있는 로봇, 즉 엔터테인먼트 로봇 시장의 가능성을 보여준 제품이라고 할 수 있음.
- Sony사에서는 이를 이용한 개인용 로봇, 축구로봇, 애완용 로봇 등 다양하게 응용분야를 확장하고 있음.
- 지금까지는 산업용 로봇을 제조하는 회사를 중심으로 로봇의 제작과 판매가 이루어져 왔으나, 앞으로 개인용 로봇시장에서는 산업용 로봇

회사뿐만 아니라 기타 가전회사나 반도체 등을 전문으로 하는 업체를 중심으로 시장이 형성될 가능성이 높음.

- Sony의 AIBO의 발표에 이어서, 일본의 Omron사가 선보인 로봇으로 다양한 감정표현이 가능한 애완용 로봇
 - 아직까지는 상품화되지 않은 로봇이나 감정의 표현에 관해서 탁월한 기능을 보유한 것으로 알려져 있음.
 - Omron사에서 일본기계연구소와의 협동연구로 개발하였으나 향후 상품화 계획은 아직 미정인 로봇임.

2.4.4 마스코트 로봇

- 각각 Fujitsu사의 Touch오지상, NEC사의 SNOOPY로봇으로, 컴퓨터와 연결하여 키보드 치는 것을 도와주거나, 스크린 세이버, 메일 및 시간 알람 및 기타 간단한 움직임을 통하여 사용자에게 생동감이 있는 상호 작용을 제공할 수 있는 mascot 로봇임.
 - 마스코트(mascot) 로봇은 이미 상품화하고 있으며 비교적 저렴한 가격(3,000~5,000엔)으로 판매되고 있으며, 현재 10만대 이상 판매 실적이 있음.
 - Fujitsu사의 경우 Touch 오지상의 API를 공개하여 제 3의 응용프로그램 개발이 가능함.

2.4.5 기타

- 기타 Matsushita전공, Kawasaki, Anritsu전기, Mitsubishi중공업 등에서 관련된 기술을 개발하고 있는 것으로 알려져 있으며 아직까지 상세하게 발표되지는 않았지만 일본의 Hiroaki Kitano박사가 책임자로 있는 Kitano Symbiotic Systems Research 연구 프로젝트에서는 국가지원 5년간의 연구과제로 생물체를 모사한 지능적인 로봇에 관한 연구를 수행하고 있음.

2.5 개인용 로봇 기술의 분석 및 전망

2.5.1 개인용 로봇 기술 분석

- 개인용 로봇기술은 그 뿌리가 기계, 전자, 반도체 등 메카트로닉스의 요소기술을 기반으로 메커니즘, 제어, 시각인식, 음성인식, 환경인식 등 지능화에 필수적인 요소기술이 연계되어 있음.
 - 로봇기술은 시스템화 기술, 엔지니어링 등 종합적인 기술을 포함하는 기술로써, 그 활용분야도 1차 산업에서 2, 3차 산업 전반에 걸쳐므로 파급효과가 대단히 큼.
 - 앞으로 환경, 실버산업, 의료, 바이오 등 응용분야가 넓음.
 - 그림 2-3은 관련 산업으로의 파급효과를 보여줌.
- 개인용 로봇은 애완용, 오락용 및 인터넷기능 등 가정 내에서 실현 가능한 작업기능만으로 구성할 수 있기 때문에, 현재 실용화된 관련 핵심기술 등을 적용하여 상품화될 가능성이 높을 것으로 전망됨.
- 애완용, 가정용 및 생활지원 로봇개발 시 주요핵심기술 구분에 따른 기술 난이도 평가결과는 다음과 같음.
 - 가정용로봇은 작업의 다양성으로 초기단계에서는 부분적인 기능실현이 예상됨.
 - 애완용 로봇은 비교적 난이도가 높지 않기 때문에 상품화가 가장 용이하며, 이러한 이유로 현재 애완용 로봇이 가장 먼저 시판되고 있음.
 - 생활지원/보조로봇, 노약자지원 로봇 등은 안전 및 신뢰성확보 기술의 난이도로 인해 상품화에는 상당한 시간을 요할 것으로 예상됨.

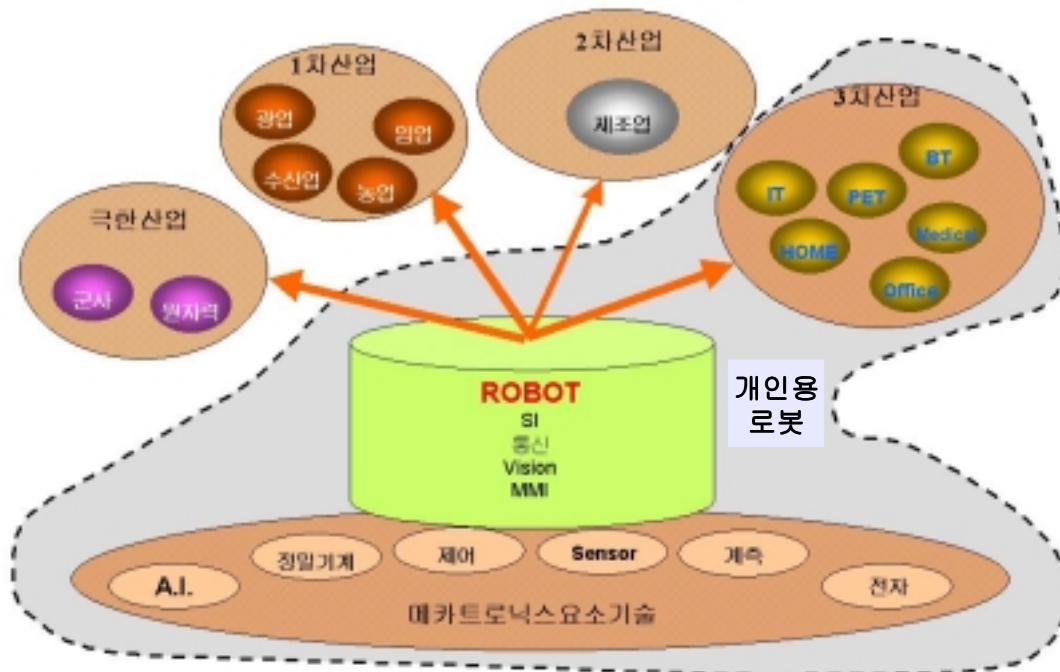


그림 2-3. 로봇 관련 기술의 산업연계도

2.5.2 향후 전망

- 개인용 로봇은 노약자 보조의 생활지원, 가정의 가사지원 및 오락용으로 사용될 수 있는 로봇이며, 가정 내의 디지털 가전과의 네트워킹 및 조작이 가능하게 되어 가사업무도 수행할 수 있음.
 - 1997년 일본 로봇공업협회의 전망에 의하면 21세기 중반에는 개인용 로봇 시장이 현재의 자동차 산업규모로 성장할 것으로 예측하고 있어 21세기의 유망산업으로 예상됨.
 - 2010년경에 일본시장만 2조엔 규모로 추정하고 있음.
- 현재, 선진국에서는 다양한 기업군이나 연구기관에서 개인용 로봇 시장을 개척하기 위해 기술개발을 추진하고 있으나, 국내는 연구기관을 중심으로 제한적인 영역에서 기술개발을 수행하고 있음.
 - 일본의 Sony, Honda, 미찌이, Omron 등의 애완용, 의료용 및 경비로봇뿐만 아니라 음성인식과 발성 등 감정모듈이 탑재된 제품도 출시되고 있음.
 - 미국의 경우 로봇 및 지능기계협력위원회를 중심으로 연구소나 대학에서 개발된 기술 중 시장수요 창출이 가능한 기술은 기업으로 연계

- 시커 Sacros사와 같은 업체에서 오락용 로봇을 출시
- 국내에서는 KIST의 휴먼 및 서비스 로봇, 생기원의 건설용 로봇 개발이 연구소 주도의 국책사업으로 진행 중이고, 다진시스템 등 일부 기업에서 오락용 로봇을 출시하고 있으나 선진국과는 상당한 기술의 차이가 있는 것으로 평가되고 있음.
- 로봇산업은 메카트로닉스 기술로 기계와 정보통신기술의 결합으로 최대의 효과를 창출할 수 있으며, 최근의 인터넷 사업과 접목으로 산업 전반에 파급성이 큰 산업임.
- 가정용 가전기기의 디지털화와 산업용 로봇기술의 결합으로 개인용 로봇 관련 신산업의 출현이 가능함.
- 미국, 일본 등 산업용 로봇 생산업체를 중심으로 애완 및 가사 보조용 로봇 개발품이 출시되고 있으며, Sony와 같은 가전제품 생산업체도 기 확보된 기반기술을 적용, 신제품 개발에 투자하고 있음.

2.5.3 정책적 제언

- 개인용 로봇의 중장기 발전계획 수립을 통한 전략적 비전제시와 단계적 실행계획(Technology Roadmap)의 수립과 이에 대한 적극적인 시행이 필요함.
- 발전전망 및 세계시장동향을 객관적으로 분석하여 비전을 제시함으로써 민간부문의 투자를 적극 유도해야 함.
- 정부는 로봇산업 발전 기반을 조성하여 벤처 창업 및 고용창출의 거점 산업으로 육성할 필요가 있음.
- Hub-R&D센터 설립을 통해 전국 각지에 분산·고립되어 있는 산·학·연의 소규모 연구개발조직을 네트워크화하여 로봇산업의 기술인프라를 확충해야 함.
- 취약기술을 중심으로 일본 등 로봇산업 선진국과의 국제공동연구를 통한 선진기술 및 정보의 국내 유입을 위한 전략적 기술개발 추진체계 구축이 필요함.
- 로봇용 컨트롤러, 감속기, 서보 모터 등 주요 핵심 부품에 대해 중소기업 중심의 공동개발을 추진하고, 아울러 선진국에 의존적인 부품에 대해 점진적 국산화를 위한 대응책이 필요함.
- 개인용 로봇 제품군은 사용자의 다양한 요구에 대응해야 하므로, 개방

형 모듈화 개념으로 제품개발을 위한 기본적인 플랫폼을 공동 개발하는 것이 바람직함.

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

3. 향후 시장의 방향성

3.1 산업환경과 인간생활패턴의 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 상에서의 제어가 가능하게 됨.
- 이러한 시점에서 출현한 개인용 로봇은 디지털 가전기기의 하나로 인식될 것임.



그림 2-4. 사회환경 변화와 개인용 로봇의 수요

- 사회의 선진화 및 BT의 발전은 인간수명을 연장시켜, 고령화시대를 예고하고 있음.
 - 가정중심의 생활패턴은 인간의 운동부족을 초래할 수 있으며, 이에 대한 극복수단으로서 건강유지와 스포츠 상대를 위한 로봇의 수요를 창출하게 될 것임.
 - 또한, 병자간호, 장애인 보조, 진료, 수술, 원격진료 등을 지원하는 인간공존형 로봇의 출현이 필연적임.
- 21세기에는 여유와 풍요 속에 개인주의로 더욱 심화될 수 있는 인간 고립화에 대응하여, 오락용, 애완용 로봇 등은 이미 출시되고 있음.
- 이러한 개인용 로봇의 수요는 막대할 것으로 예상되며, IT, BT와 함께 RT의 발전이 기대되고 있음.
 - 기존 로봇산업은 거의 산업용 로봇에 한정되어 있었지만, 앞으로는 개인용 로봇의 시장 규모가 폭발적으로 증가하리라는 것을 인지하고, 로봇 연구개발의 방향을 개인용 로봇으로 전환하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

표 2-20. 노령인구 증가추이

	2000년	2010년	2020년
65세 이상 인구	337만명	503만명	690만명
노년부양비	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 (60세 이상, 관심도 64.1%)
- 사망원인: 사고, 순환기, 호흡기, 소화기 순

자료 : "생활시간조사에 나타난 국민의 생활모습", 통계청, 2000.12

표 2-21. 산업용 로봇과 개인용 로봇의 특성 비교

	산업용 로봇	개인용 로봇
기반기술	전기, 전자, 기계	IT, Mechatronics, 가전
핵심성공요인	신뢰성, 경험과 분석	저가형, 창의와 종합
생산방식	소품종, 수주생산	다품종, 대량생산
시장형태	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.

3.2 개인용 로봇의 수요예측

- RT시장은 IT, BT에 버금가는 거대한 시장으로 예측되고 있음.
 - 2020년, IT는 5조4,500억 달러, BT는 1조 달러, RT는 1조4,000억 달러로, RT의 2000~2020년 사이의 연평균 성장율은 약 18%를 상회할 것으로 예측하고 있음.(그림 2-5 참조, Mitsubishi 연구소, 21세기의 기술과 산업, 1999년)
 - 21세기 중, 로봇시장의 규모는 자동차산업 규모를 상회할 것으로 예측하고 있음. (일본로봇공업회, 로봇산업예측자료, 1997년)
- 로봇 산업은 IT, BT와 밀접한 개인용 로봇을 중심으로 발전할 것임.
 - 2010년경, 일본의 개인용 로봇 시장은 1조엔 규모로 성장할 것으로 예측하고 있으며, 이는 산업용로봇과는 비교할 수 없는 거대한 규모임. (일본로봇공업회, 로봇산업예측자료, 1997년)
- 개인용 로봇 수요의 근거를 제품군 별로 살펴보면 다음과 같음.
 - 시장규모로 볼 때, 가정용 로봇의 수요가 가장 크며(3,504.7억엔), 청소, 경비, 설거지, 세차, 요리 순의 수요가 예상됨.
 - 주부의 가사노동 투입시간순위는 음식준비정리, 가족 보살피기, 청소정리, 세탁의류관리, 집 관리 순이며, 고통스러운 가사로는 환자간병(특히 배변처리, 목욕), 청소정리, 음식준비정리 순이며, 30-49세 주부들의 관심분야는 경제, 건강, 자녀양육이 차지하고 있음. (통계청, 생활시간조사, 2000년12월)
 - 국내 주부가사 노동가치는 여성근로자의 평균임금을 기준으로 연간 107조원으로 추정됨. (1999년 GDP: 484조원)

- Sony의 AIBO 출시를 계기로, 이미 완구 및 오락용 로봇의 시장이 형성되기 시작하였음.
 - 노령화의 진전으로, 2020년경에는 노인부양비율이 약20%에 달하게 되어 실버사회에 대한 대책마련이 시급함 (표2-20참조).
- 로봇산업 세계 4위, 최근 수 년간의 IT 분야 벤처기업 활성화 등의 국내 산업여건을 고려할 때, 개인용 로봇은 국내에서 매우 유망한 산업 분야이며, 인접 산업분야를 선도할 수 있고 고부가가치 창출이 가능한 분야임. (그림 2-6 참조)
- 기술 로드맵 작성을 위하여, 개인용 로봇을 다음과 같이 4개의 제품군으로 분류함. (표 2-22 참조)
- 가사용 로봇
 - 생활지원 로봇
 - 여가·교육용 로봇
 - 공공복지용 로봇

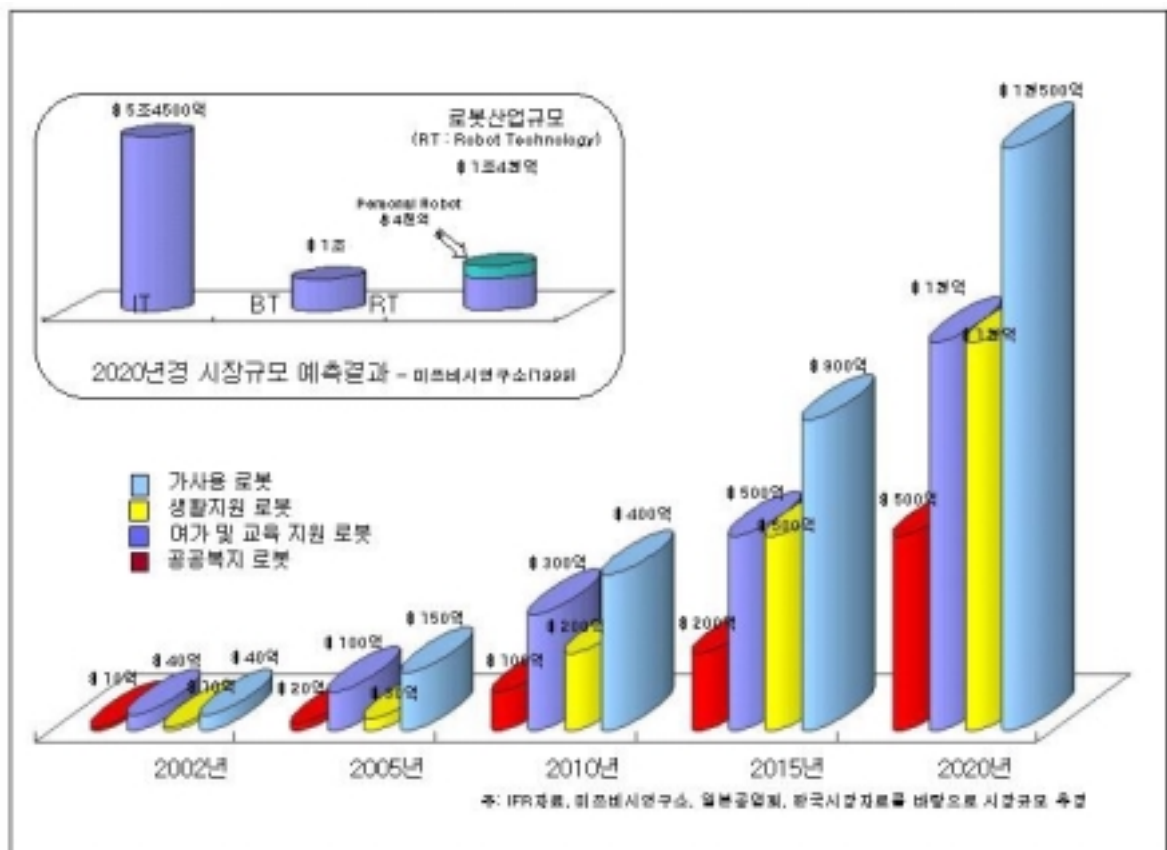


그림 2-5. 세계 시장규모 예측

표 2-22. 개인용 로봇 제품군에 대한 사회적 수요

로봇 분류	세분류	내 용
가사용 로봇	주방	재료준비, 조리, 운반, 식탁정리, 설거지
	청소정리	바닥, 벽, 천장, 유리창, 화장실, 구석 틈, 실내정리
	의류관리	운반, 세탁, 빨래 널기/건기, 다림질, 옷 정리
	주택관리	경비, 소방, 안전, 쓰레기처리, 정원관리, 세차
	심부름	가전 원격제어, 운반, 심부름, 파워보조
생활지원로봇	간호간병	배변, 목욕, 의료정보전달, 식사보조, 독서보조
	재활지원	휠체어, 기능회복
	정보지원	통신, Messaging, 인터넷 검색, 교육보조
여가활용로봇	오락	애완, 음악, 게임, 댄스, 퍼포먼스, 대화상대
	스포츠	상대, 심판, 훈련
공공복지로봇	도우미	안내, 사무보조, 건물 경비 및 관리
	Medical, Bio	병원 내 배송, 간호 보조

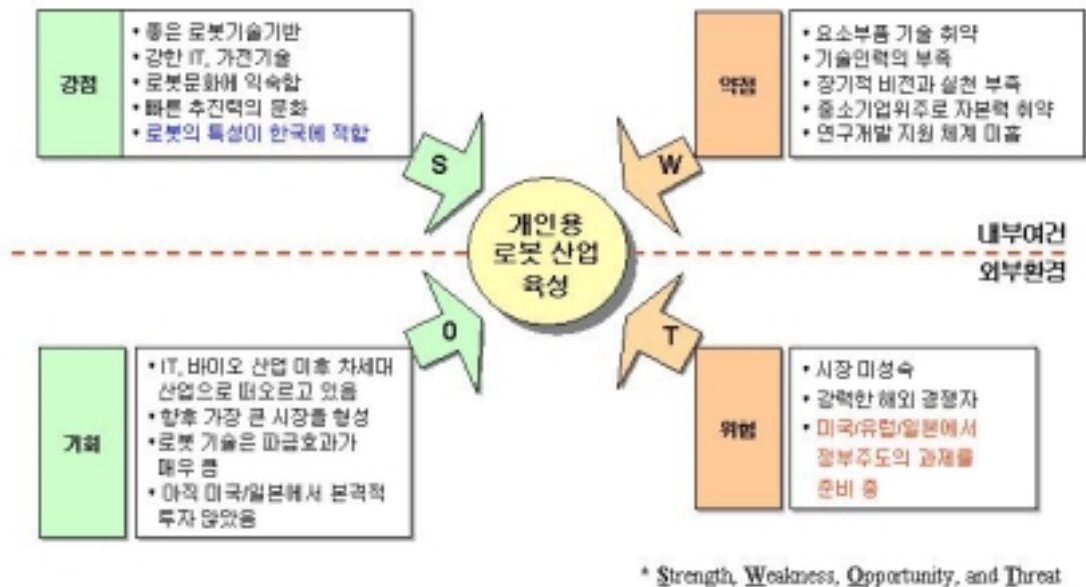


그림 2-6. 개인용 로봇의 SWOT 분석

4. 기술전망

4.1 가사용 로봇

4.1.1 정의

- 일반 가정에서 발생하는 단순 반복적인 작업을 인간을 대신하여 수행할 수 있는 인간의 오감과 동작능력을 가진 지능형 로봇

4.1.2 일반현황

- 가정은 정보기지의 최소단위로 사회적 네트워크와 유기적으로 결합되는 가상공간을 형성하고, 업무 및 개인용무도 이 가운데에서 이루어지게 됨. 최초의 가능한 시장은 가정 내 청소 및 잔디 깎기 등이 될 것으로 예상됨.
 - 가정 내의 정보, 가전기기의 중앙 인터페이스로 인간과 동거하며, 심부름도 해주는 인간친화적인 가정용 로봇이 급격히 요구될 것임.
 - 가정 내 청소, 정리정돈, 조리 등 인간작업을 대행할 수 있는 기능을 탑재하는 가사용 로봇이 구현될 것임.
 - 궁극적으로는 위의 기능이 통합된 형태의 복합 다기능 로봇이 요구될 것이며 인간형 로봇으로 발전해 갈 것으로 예상됨.

4.1.3 국내외 개발동향

- 국내: 2000년 이후 가정용 로봇에 대한 중소기업 및 대기업의 투자가 활성화 되고 있음. 삼성전자, 한울로보틱스, 유진로보틱스, 우리기술 등은 가정용 로봇 개발을 시작하였고 대부분 청소 및 정보서비스 등을 일차 목표로 삼고 있음. 산자부, 과기부 등의 국가 과제도 최근 형성되기 시작함.
- 국외: 일본 및 미국을 중심으로 가정용 로봇 시장이 형성되고 있음.
 - 일본: NEC의 R100, Sony의 AIBO 등과 같이 정보 service를 목표로 하는 Digital Home robot 형태와 Minolta나 Sanyo 등과 같은 대기업에서의 청소용 로봇 등의 시제품이 나오고 있음. Sony 와 Honda에서의 인간형 2족 보행 로봇 시작품 등이 향후 가정용 로봇 시장의 흐름이 될 것으로 보임.
 - 미국의 iRobot 사의 iRobot-LE 로봇은 경비, 애완 동물 돌보기, 보모 감시, 노인 간호 등의 용도로 쓰임,

- Probotics사의 Cye-SR 로봇은 실용적인 면을 바탕으로 하여 청소, 우편배달, 커피 배달 등 가정이나 사무실에서 사용할 것을 목적으로 개발된 로봇임,
- 가정용 로봇으로 잔디깎기 로봇 등은 실용화 되었음.
- 유럽에서는 스웨덴의 Electrolux 사의 청소 로봇 등의 실용화가 예고 되고 있음.

4.1.4 기술개발목표

가사용 로봇의 기술개발은 단기적으로는 IT 접목으로 중기적으로는 작업기능의 구현으로 그리고 장기적으로는 지능화를 구현할 것임. 이는 아래의 표2-23에 정리되어 있음.

표 2-23. 가사용 로봇의 기술개발 목표

중분류기술	IT접목단계 (2002-2005)	작업기능구현단계 (2004-2008)	지능화단계 (2007-2011)	비고
가사용 로봇	- DHR-11(바닥청소) - DHR-12(경비) 바퀴이동 인터넷/정보 가전원격제어	- DHR-21(심부름) - DHR-22(안전관리) 작업팔 구석청소 정리정돈	- DHR-31(주방작업) 청소정리 의류관리 주택관리	

4.1.5 장애요인

가사용 로봇의 기술개발에 대한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 장애요인을 살펴보면 표2-24와 같음.

표 2-24. 가사용 로봇 개발의 장애요인

기술과제 (세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
표준 모듈화	다양한 모델에 대한 사후 서비스		표준 부품 생산 업체의 사업성 여부	세계적 경쟁력 확보 가능성이 작다	표준 부품 산업에 대한 정책적 지원 여부
환경 적응성	각 가정의 다양한 환 경에의 손쉬운 적응 을 위한 기능성		다양한 환경 적응을 위 한 지원에 따른 운영비 증가	학습에 의한 적 응 기법 확보 가능성	
User Interface	편리한 인간-로봇 간 의 교류기술		sensor 분야 국내 기반 취약	기반기술 취약	

4.1.6 극복방안

위에서 기술한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 기술개발 장애요인에 대한 극복방안은 아래의 표2-25에 제시하였음.

표 2-25. 가사용 로봇 개발의 장애요인에 대한 극복방안

기술과제 (중분류/세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
표준 모듈화	통신, Operating system, Motion 제어기, battery 등 의 표준화에 따른 사용의 간편화		국내시장보다 세계시 장을 보고 개발을 한다. 개발 단가를 줄인다.	경쟁력있는 핵심 부품의 국산화	정부 주도 표준화 작업
환경 적응성	자동 Map작성 기술 확보			sensing & detection 기술 확보	Map 작성 기술등의 표준화 유도
User Interface	음성 인식기반 등 보다 사용이 쉬운 제품개발 필요		세계적 경쟁력있는 기 반 기술개발	고기능/성능구현 에 연구개발집중	기반 기술 분야에의 연구비 집중 지원

4.2 생활지원 로봇

4.2.1 정의

- 장애자 및 노약자의 부족한 기능을 보조하거나 기능 향상을 위한 용도별 특수 로봇의 개발

4.2.2 일반현황

- 인간의 삶의 질이 향상되고 사회의 노령화가 가속화함으로써, 장애자와 노인들의 사회 참여 유도가 요구되고 있음.
 - 2020년 경, 노인부양비율이 약 20%에 도달하게 되어 silver사회에 대한 대책 마련이 시급함.
- 가정 내에서는 고령자와 환자를 보조하고 지원하며 원격진료를 가능하게 하는 silver 로봇 기술이 성숙할 것으로 예상됨.
- 병자와 장애자를 보조하는 간호로봇, 진료와 수술을 위한 의료용 로봇이 급속히 보급될 것임.

4.2.3 국내외 개발동향

- 국내: KAIST 장애자 로봇, 보행 훈련사 로봇 (KAIST) 등
- 국외
 - 일본의 경우, Hitachi사의 silver용 로봇이 개발되어 있음.
 - 미국의 경우, Carnegie Mellon 대, MIT 등 대학을 중심으로 산업용 로봇뿐만 아니라 노인복지 박물관 안내 및 오락용 로봇이 개발되고 있음.
 - 유럽의 경우 wheel chair 로봇 등 복지로봇 연구가 진행 중임.

4.2.4 기술개발목표

생활지원 로봇의 기술개발은 단기적으로는 IT 접목으로 중기적으로는 작업기능의 구현으로 그리고 장기적으로는 지능화를 구현할 것임. 이는 아래의 표2-26에 정리되어있음.

표 2-26. 생활지원 로봇의 기술개발 목표

중분류기술	IT접목단계 (2002-2005)	작업기능구현단계 (2004-2008)	지능화단계 (2007-2011)	비고
생활지원 로봇	-실버로봇1 배변,목욕보조 원격진단/투약정보 맞사지/운동관리 긴급호출/통신 -휠체어로봇 계단 올라가기	-실버로봇2 의료정보관리 기능회복 식사보조 독서보조 파워보조 -장애자 보조로봇2 보행보조 재활훈련	-실버로봇3 옥외이동 장애보조 노인관리 대화상대 -장애자 보조로봇2 보행보조 식사보조	

4.2.5 장애요인

생활지원 로봇의 기술개발에 대한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 장애요인을 살펴보면 아래의 표2-27와 같음.

표 2-27. 생활지원 로봇 개발의 장애요인

기술과제 (중분류/세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
실버로봇	노인들의 조작능력 상실		사업성 불투명	인공감성 기술의 미성숙	정부 주도 보급 지원
재활로봇	장애인의 경제적 능력 상실		사업성 불투명	의공학적인 기술취약	
간호로봇	로봇에 대한 거부감			Compliant동작 제어 기술 필요	

4.2.6 극복방안

위에서 기술한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 기술개발 장애요인에 대한 극복방안은 아래의 표2-28에 제시하였음.

표 2-28. 생활지원 로봇개발의 장애요인에 대한 극복방안

기술과제 (중분류/세분류)	소비자측면	사회/환경적측 면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
실버로봇	음성인식 기능으로 간편 조작기능 부여		실버타운 건설단 계에서 사업적 연계	인공감성 기술의 연구	복지차원에서 정부 주도 경비 지원
재활로봇		의료보험등 제도적 연계		의공학적 연계 공동연구	장애인 복지차원에서 경비 지원
간호로봇	친밀성 고려한 설계			Compliant동작 제어 기술 개발	

4.3 여가·교육용 로봇

4.3.1 정의

- 인간과의 감성 교류를 통한 흥미 및 취미생활을 위한 로봇 기술

4.3.2 일반현황

- 가장 먼저 시장이 형성될 것으로 예상
- 정보화사회의 익명성, 고령화사회 진전에 따른 고립화는 감성의 표현을 실현하는 애완용로봇, 대화상대용 로봇출현을 촉진하게 되며, 이미 오락, 애완용로봇은 보급이 임박하였음.
- 가정중심의 생활패턴은 인간의 운동부족을 초래하게되어, 건강유지를 위한 스포츠기구, 스포츠상대로봇의 수요를 창출하게될 것임.

4.3.3 국내외 개발동향

- Sony의 AIBO출시를 계기로, 완구오락로봇 시장이 이미 형성되기 시작하였으며, 최근에는 춤추는 인간형 로봇인 SDR-3X를 개발하여 세계를 놀라게 하였음.

4.3.4 기술개발목표

여가교육 로봇의 기술개발은 단기적으로는 IT 접목으로 중기적으로는 작업기능의 구현으로 그리고 장기적으로는 지능화를 구현할 것임. 이는 아래의 표 2-29에 정리되어있음.

표 2-29. 여가교육용 로봇의 기술개발 목표

중분류기술	IT접목단계 (2002-2005)	작업기능구현단계 (2004-2008)	지능화단계 (2007-2011)	비고
여가·교육용 로봇	-완구로봇 -교육로봇 Multimedia	-스포츠로봇 스포츠상대 스킬훈련 -유아상대로봇	-친구로봇 감성구현 대화상대 놀이상대	

4.3.5 장애요인

여가교육용 로봇의 기술개발에 대한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 장애요인을 살펴보면 표2-30와 같음.

표 2-30. 여가교육용 로봇의 기술개발 목표

기술과제 (세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
애완용	쉽게 싫증을 냄	성인용 제품이 경우 법적규제 예 상됨	많은 기업이 참여하여, 사업적 경쟁이 치열할 것으로 예상됨.	인공지능 및 감성기 술의 미성숙	
오락용	컴퓨터 게임과의 오 락적인 면에서 격차 가 큼		고객의 취향이 빠르게 변함.	비전, 음성인식 기술의 미성숙	
스포츠용	비용 부담이 큼.	안전문제	시장미성숙	기반기술 취약	

4.3.6 극복방안

위에서 기술한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 기술개발 장애요인에 대한 극복방안은 아래의 표2-31에 제시하였음.

표 2-31. 여가교육용 로봇개발의 장애요인에 대한 극복방안

기술과제 (세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
애완용	스스로 학습하고 성장하는 능력부여 미디어, 경비기능 등 복합기능 부여.	법적규제 완화	차별화 된 아이디어로 제품전략 수립	인공지능 및 감성 기술 연구	장기적 연구지원
오락용	지능형 완구로서의 이미지 구축		아이디어 제품기획	비전, 음성인식 기술 연구	
스포츠용	저가의 제품개발	안전 법규제정	시장창출	기반기술 확보	

4.4 공공복지용 로봇기술

4.4.1 정의

- 공공의 장소에서 다수의 복지 향상을 위한 기능을 수행하는 로봇 기술

4.4.2 일반현황

- 경비 및 안내, 청소, 서류 전달 등 공공장소에서의 단순 작업의 로봇에 의한 대처 요구
- 수술용 로봇의 기능적 향상에 따른 효용성

4.4.3 국내외 개발동향

- 국내: KIST의 “서비스 로봇 사업단”
- 해외

- 1996년, 미국 Cybermotion사는 상용 경비로봇을 개발, 판매 중
- 1997년, 캐나다 ISE사는 자동 주유 로봇을 개발, 판매 중
- 1998년, 미국 Computer Motion사는 수술용 로봇을 개발, 판매 중
- 1999년, 미국 Helpmate사는 병원용 AGV를 개발, 판매 중

4.4.4 기술개발목표

공공복지용 로봇의 기술개발은 단기적으로는 IT 접목으로 중기적으로는 작업 기능의 구현으로 그리고 장기적으로는 지능화를 구현할 것임. 이는 아래의 표2-32에 정리되어있음.

표 2-32. 공공복지용 로봇의 기술개발목표

중분류기술	IT접목단계 (2002-2005)	작업기능구현단계 (2004-2008)	지능화단계 (2007-2011)	비고
공공복지용 로봇	-복지시설용로봇 -경비로봇	-안내로봇 -의료용로봇	-빌딩도우미로봇	

4.4.5 장애요인

공공복지용 로봇의 기술개발에 대한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 장애요인을 살펴보면 표2-33와 같음.

표 2-33. 공공복지용 로봇 개발의 장애요인

기술과제 (세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
의료용로봇	기계에 대한 거부감	WHO등의 규제	의료업계의 폐쇄성 및 사업화에 오래걸림.	BT기술과의 연계 성 부족	학제적 연구에 대 한 정책적 지원 여부
경비용 로봇	다양한 환경에서의 신뢰성 부족	안전사고 문제	사업성 불투명	Navigation기술의 불안정	

4.4.6 극복방안

위에서 기술한 소비자 측면, 사회적 측면, 사업적 측면, 기술적 측면 그리고 정책적 측면에서의 기술개발 장애요인에 대한 극복방안은 아래의 표2-34에 제시하였음.

표 2-34. 공공복지용 로봇개발의 장애요인에 대한 극복방안

기술과제 (세분류)	소비자측면	사회/환경적측면 (법적, 윤리적)	사업적측면	기술적측면	정책적측면
의료용로봇	친근감있는 의료로봇 개발	지나친 안전규격의 완화.	의공학적인 공동연구	BT기술과의 연계 필요	학제적 연구에 대한 정책적 지원
경비용 로봇	신뢰성 구축	안전에 대한 보험등 사회적 대책수립	빌딩자동화 시스템과의 연계	Navigation기술의 안정화	

5. 마크로 로드맵 이미지 시나리오

- 개인용로봇은 21세기 초 비교적 기술난이도가 낮은 완구로봇, 청소로봇 등을 주축으로 시장이 형성되며, 10여년경의 로봇개발 경쟁기를 거쳐, 2010년경에는 다양한 기능이 복합된 가사용 로봇, 생활지원로봇, 여가교육로봇, 공공복지로봇의 복합통합화가 추진되어, 가정과 일반생활 현장 속에 로봇이 보급되리라고 예측됨.
- 이에 따라 기술경쟁력 확보를 위한 기술개발기간을 향후10년(2002년-2011년)으로 설정하고, 이 기간을 다시 3단계로 나누어 전략적 목표를 설정하였음. 1단계는 기존로봇기술과 IT기술접목에 의한 시장창출, 제2단계는 인간과 공존하며 작업을 수행할 수 있는 작업기능구현, 제3단계는 로봇의 지능을 구현하는 단계로 삼아, 각 단계별로 구체적인 개발대상 로봇제품을 나타내었음.
- 가사용 분야에서는 청소로봇, 경비로봇부터 개발해가는 것이 현실성이 있으며, 이러한 기술을 난이도가 높은 심부름, 주방작업로봇으로 전개해가고, 생활지원분야에서는 맹인을 위한 옥외이동보조, 노약자용 보행훈련을 주축으로 실버로봇으로, 여가교육분야는 가장 빨리 시장형성이 가능한 완구·게임로봇, 그리고 거대시장이 예상되는 교육, 즉 가정교사로봇, 난이도가 높은 친구·육아로봇으로, 공공복지분야는 안내, 도우미로봇을 중심으로 기술개발을 추진하여, 각 로봇간의 기술개발 경쟁을 유도하면서 관련기술이 접목, 연계되도록 **제품기술 마크로 로드맵**(그림2-7)에 배치하였음.
- 로봇시장의 추세는 제조업용 로봇, 비제조업용 로봇의 줄기와 개인용 로봇의 흐름으로 나타내었음. 개인용로봇은 작업기능 위주의 로봇시장과 교육/오락기능 위주의 로봇시장으로 대별하였으나, 시간이 흐름에 따라 상호간의 경계가 모호해질 것으로 판단됨. 시장진입을 나타내는 시기는 기술개발이 원만히 이루어졌을 경우의 시기를 의미함(그림2-7 참조).
- 각 로봇에 대한 사각박스는 왼쪽이 개발개시시점을, 오른쪽은 개발완료시점을 의미하며, 개발완료 후에도 관련된 로봇은 계속 시장 속에서 개선되어 간다는 것을 의미함.
- **기술 마크로 로드맵**(그림 2-8)은 각 로봇에 필요한 기술을 운동,감각, 제어 등 기술분야로 종합하여 개발필요 시점에 따라 정리한 것임.

- 로드맵 상의 각 로봇은 시장성과 기술의 연계성, 난이도를 고려하여 전문위원회에서 많은 논의를 거쳐 작성하였지만, 기술혁신의 진전과 시장동향에 따라 다소의 변화가 예견되므로 개발목표에 대한 신축적인 운용이 중요하다고 판단하고 있음.

5.1 로봇 마크로 기술로드맵

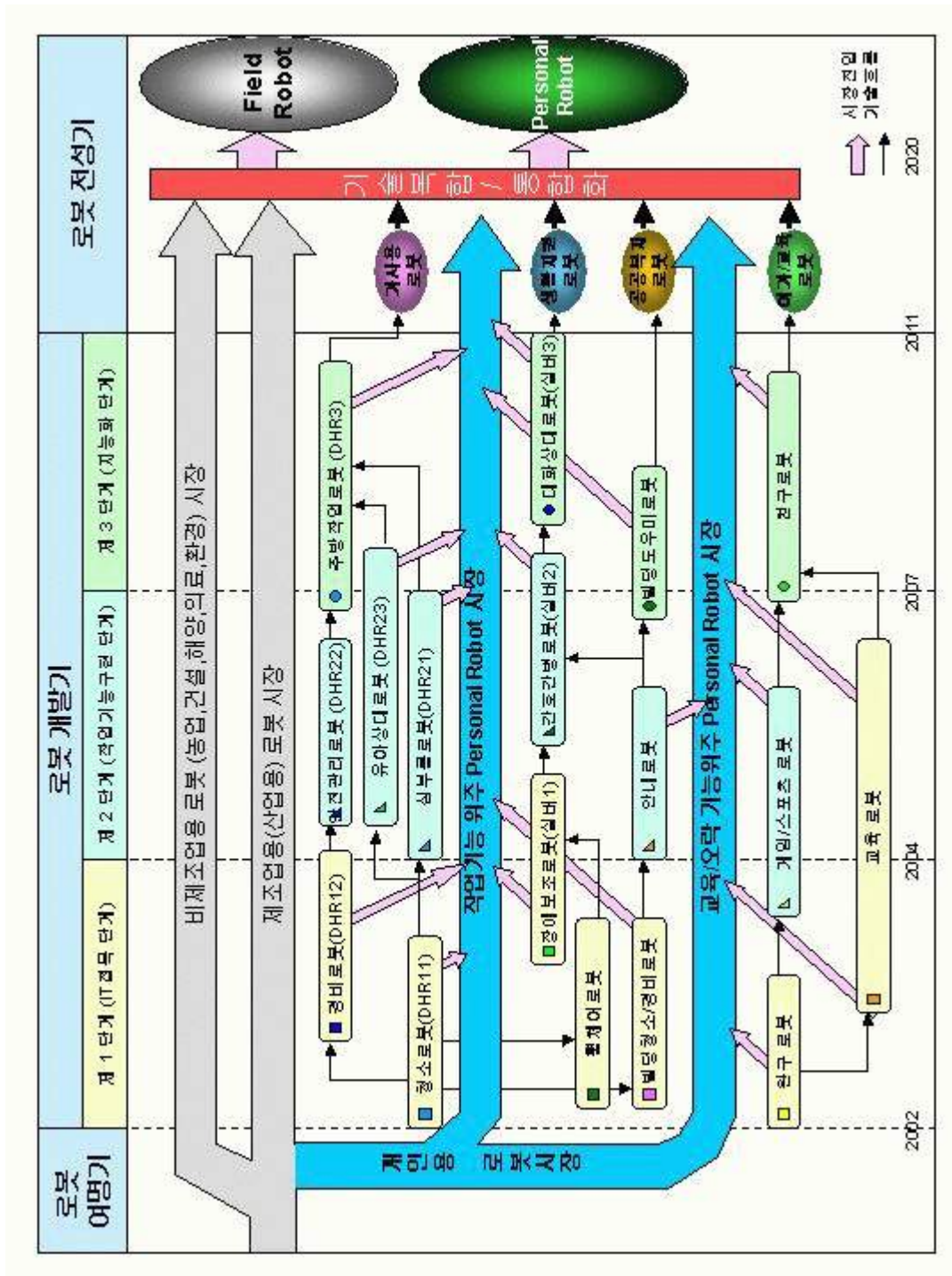


그림 2-7. 제품기술 마크로 로드맵

		현재	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
운동	Mobility	전방향 구동 Wheel: ㉠㉡㉢		Wheel+Leg복합: ㉠		2족보행(소형): ㉠		2족보행(인간형): ㉠㉡				
		계단이용: ㉠㉡										
		모듈형 Arm: ㉠㉡㉢				Smart Arm: ㉠㉡㉢						
	Manipulation	경량화Arm: ㉠㉡㉢				3/5Finger Hand: ㉠㉡		Smart Hand: ㉠				
Haptic Device		Desktop Maser Arm: ㉠㉡				Wearable Haptic Device: ㉠						
감각	촉감	인공피부센서시스템: ㉠㉡㉢		소형Force/Torque Sensing시스템: ㉠㉡㉢		Smart Force/Torque Sensing시스템: ㉠㉡㉢						
	시각	실시간Stereo 시각 시스템: ㉠㉡㉢		Smart Stereo 시각시스템: ㉠㉡㉢		Range Finder 시스템: ㉠㉡㉢		열화상 인식 시스템: ㉠				
	음성			Sound Localization 기술: ㉠㉡		음성음향언어 인식 기술: ㉠㉡㉢		감정대화인식기술: ㉠㉡				
	후각	가스 및 이산화탄소 감지 기술: ㉠㉡										
제어	학습 및 인지	교시에 의한 학습: ㉠㉡㉢		자율적 학습을 통한 대상체 인식: ㉠㉡㉢		얼굴/Gesture인식: ㉠㉡㉢		외부환경인식 및 구성(Sensor Fusion)기술: ㉠㉡㉢		표정인식/표현기술: ㉠㉡㉢		
		자기위치인식기술: ㉠㉡㉢		Manipulation을 위한 task planner기술: ㉠		Motion제어기: ㉠㉡㉢		선서기반 영상/음성 주형 알고리즘: ㉠㉡㉢				
		제어알고리즘의 모듈화설계: ㉠㉡		자기고장 진단기술: ㉠㉡		가정환경에서의 강인한 주행제어기술: ㉠㉡		다개체군 제어기술: ㉠㉡				
		Mobile Manipulation기술: ㉠		힘 반영 원격제어기술: ㉠㉡		인터넷기반 원격제어기술: ㉠㉡						
	자율제어											
기타	동력/전원	Virtual R/L: ㉠㉡		Object Level R/L: ㉠㉡		Task Level R/L: ㉠㉡		Natural R/L: ㉠㉡				
		Web based R/L: ㉠㉡㉢		Home Automation 연계 기술: ㉠㉡㉢		RTOS: ㉠㉡		멀티미디어 RTOS: ㉠㉡				
		소형 고효율 모터 및 감속기: ㉠㉡		Battery 및 충전기: ㉠㉡㉢								

Research
Standard
Outsourcing
 ㉠:가사용 로봇 ㉡:공공복지 로봇 ㉢:생활지원 로봇 ㉣:여가교육용 로봇

CT: 공통기술(Common Technology) TA: 실내이동보조로봇 WA: 보행훈련보조로봇
 LA: 생물보조로봇 TO: 완구로봇 GA: 게임로봇 HT: 가정교사
 BA: 육이로봇 BC: 빌딩청소 GU: 안내 SE: 경비 FR: 친구로봇 BH: 빌딩도우미

그림 2-8 로봇기술 마크로 로드맵

5.2 로봇 마크로 기술로드맵 기술항목 설명

5.2.1 운동

○ Mobility

- 전방향 구동 Wheel: 로봇이 가정이나 실내에 적용되어 다양한 서비스 작업을 수행하기 위해서는 우수한 주행 성능이 요구됨. 특히 가정은 구조적으로 복잡하고 장애물이 산재해 있으며 장애물이 이동하는 환경으로, 이러한 지역에서 이동로봇이 자율주행을 하기 위해서는 전방향 주행이 가능한 이동 메카니즘 개발이 필수적임. 전방향 기능의 이동방식으로는 완전 전방향의 경우 CMU에서 적용한 Swedish Wheel, ORNL의 Omni-wheel, MIT Wheel 등이 있고, 준 전방향 기능의 경우 동기식, 캐스터형 능동차륜 등이 사용되고 있음. 또한 가정에 존재하는 문턱이나 계단 승월을 위해서는 크로라식, 특수차륜식, 보행식 등의 방식이 요구되는데 평지 주행성이 우수하면서 상기 기능이 가능한 이동 메카니즘 개발이 필요함.
- 계단이동: 로봇이 자신의 작업공간을 확대하기 위해서 그리고 건물 같이 계단이 많은 환경을 극복하기 위해서 계단의 한계를 극복하는 기능을 갖는 것이 필요함. 개발현황으로는 탱크형태의 크로라식이 가장 일반적으로 사용되고 있고, 평지주행성이 우수한 특수차륜식에 대한 개발이 활발하게 추진되고 있는 상황임.
- Wheel Leg 복합기능: 현재 기술적으로 어려운 Leg형태의 이동수단의 단점을 보완하고 Wheel의 주행 장점을 최대로 하는 Wheel Leg의 복합기능이 고려되고 있음. 계단이 있는 가정, 높은 문턱이 있는 가정에서 사용할 수 있도록 만들어 진다면 이 기능의 효용가치가 매우 커질 수 있을 것임.
- 2족 보행: 인간 걸음을 100% 흉내낼 수 있는 2족 보행은 평면, 계단 모두에서 사용이 가능함. 더 좋은 것이 인간이 사는 환경의 대부분에서 적응이 가능해 질 것임. 하지만 어려운 기술적인 문제가 많이 있음. 사용할 수 있는 고출력 모터가 없으니, 고 배율 소형 감속기가 없으니, 또는 동작제어가 어렵다느니 하는 수많은 어려운 문제를 가지고 있으며 앞으로 많은 기술개발을 필요로 함. 처음에는 기술적으로 덜 어려운 소형(저속, 저하중)의 이족보행부터 시작해서 점차 인간형으로 발전하여 나아가는 전략을 택할 수 있음.

○ Manipulation

- Module화: 로봇의 Module은 Arm을 Link와 Joint Module로 나누어 주어진 작업에 적합형태로 쉽게 조립될 수 있는 시스템을 의미함. 제조하는 입장에서 Module만 제조하면 되므로 쉬워지고, 작업에 따른 변신이 가능하고 또 하나의 축이 잘못되면 그것만 바꾸어 주면 되는 장점을 가지는 반면 아직 가격적인 면에서 불리하다는 단점을 가짐. 따라서 경제적으로 성공할 수 있는 Module화 개념을 찾지 않으면 안됨. Orientating부를 하나의 Module로 만든다던지 또 Positioning부에 1축과 2/3축의 2 Modules로 만든다던지 하는 Idea를 가지고 Cost와 효과를 검토하고 나서 개발을 하도록 하여야 함. 만들어져 나오는 로봇은 범용시장을 대상으로 하지만 Module화 되어 조립되는 로봇은 매우 전문화된 특수시장에서 먼저 확대될 것임.
- 경량화: 현재 산업용 로봇의 하중/자중은 약 1/10이다. 사람의 팔에 비하면 너무나 비효율적임. 감속기, Actuator, 그리고 신재료의 기술 발달로 10년 후에 이 비율이 1/2로 향상될 것으로 기대됨. 경량화는 인간환경에서의 적응력을 높이는 데 매우 중요한 기술임. 팔이 경량화되고 또 Slim화 되면 이들을 이동시키는 이동로봇에게는 부하가 작아지므로 에너지 문제, 하중문제 등을 해결해주는 매우 중요한 기여를 하는 것이 됨.
- Smart Arm: 로봇의 Arm에 다양한 Sensor들이 결합되어 있어 보다 지능적으로 작업을 할 수 있도록 만들어진 Arm을 총칭하여 Smart arm이라고 함. Force/Torque 센서는 당연히 들어 갈 것이지만 기존의 산업용로봇과 같은 형태가 아닌 보다 소형화되어 Arm속에 스며든 느낌이 될 것임. 그리고 피부 센서들이 있어 로봇의 외부와의 접촉여부를 알 수 있으며 또 더 나아가 얼마나 장애물과 떨어져 있나도 알 수 있게 될 것임. 그리고 Actuation에서의 개선도 많이 이루어져 거의 인간의 동작과 유사한 모습을 보이고 크기도 사람 팔과 비슷하게 될 것임.
- 3/5 Finger Hand: 현재 3개 내지 5개의 손가락을 갖는 핸드가 시판되고 있지만 가격대비 효용면에서 많은 발전이 필요하다. 따라서 영가화가 가장 큰 Issue가 될 것임. 또 Actuation에서의 개선으로 소형화와 고출력화를 필요로 함.
- Smart Hand: Smart arm과 마찬가지로 각종 Sensor와 결합되어 매우 지능적으로 작업을 할 수 있도록 만들어진 Dextrous Hand를 총칭하는 말임. 촉각센서, 힘센서, 열센서 등을 가지고 있으며 운동 또

한 사람의 손과 유사하고 크기와 무게도 Arm에 부담을 주지않는 정도임.

○ Haptic Device

- Desktop Master Arm: 책상 위에 고정 설치되어 있어 떨어져 있는 로봇을 직접 제어하는 Master arm은 양방성의 위치/힘제어를 할 수 있음. VR등의 도움을 받으면 더 현실감이 높아질 것임. 다양한 형태의 Slave를 제어하기 위한 Master가 될 것이므로 소형의 Universal Master가 될 것임. 현재 시판중인 것들이 있지만 가격이 매우 비싸서 어려운 점이 있음.
- Wearable Haptic Device: 사람이 입을 수 있는 Haptic device는 로봇을 원거리 제어하는 데도 사용할 수 있지만 Motion capture 등에서도 사용이 가능함. 입을 수 있는 옷 같은 Device에 Actuation을 넣는 것은 어려우므로 단방향성의 제품부터 개발될 것임. 매우 가벼운 특수한 Sensor의 개발이 필수적임. 광학을 이용한 Sensing기술 등이 핵심이며 마찬가지로 저가격의 제품을 개발하는 것이 매우 중요한 Issue임.

5.2.2 감각

○ 촉감

- 소형 Force/Torque Sensing시스템
 - 로봇의 팔과 관절에서 상호 작용하는 힘과 관련한 것으로 로봇이 접촉하는 대상 물체에 대해서 사람이 가지고 있는 근감각과 같은 감으로 인식하게 하고, 이 같이 인식된 감을 이용하여 사람의 근감각과 같은 감으로 적절하게 반응을 할 수 있게 하는 기술로서 핵심 기반기술과 하드웨어를 포함함.
 - 로봇이 주변환경 및 대상물체와 접촉할 때 로봇에게 인간과 유사하게 인식하고 동작하게 하는 기능을 부여하여 로봇을 이용하거나 상대하는 사람들에게 좀 더 친근감을 느끼게 할 수 있는 보다 더 인간에 가까운 힘 감지 기능을 제공함.
 - 구현을 위한 세부기술
 - * 힘/토크 센싱 및 재생기술
 - * 대상물을 잡고 있는 악력 감지기술
 - * 대상물의 미끄럼 정도를 느끼게 해주는 전단력 감지기술

* Human dynamics 관련기술

- Smart Force/Torque Sensing시스템

- 로봇의 말단효과장치 및 로봇의 손/손가락/손바닥에서 일어나는 미세한 힘의 감지와 관련한 기술로서 핵심 기반기술과 하드웨어를 포함함.
- 로봇이 다루고 있는 물체가 가지고 있는 강성과 같은 물성을 적절하게 감지하여 물체의 강도를 인지하여 로봇에게 대상 물체를 인간의 손/손가락/손바닥과 같은 감을 가지고 다룰 수 있는 고 기능의 감지기능을 제공 함.
- 구현을 위한 세부기술
 - * 미세한 힘 및 토크 감지기술
 - * 대상물체의 물성 감지기술
 - * 대상물체의 표면 특성 감지기술
 - * 실시간 고정도 신호처리기술

- 인공피부센서시스템

- 로봇의 매니퓰레이터 또는 몸체와 주변환경과의 접촉에 의한 상호작용을 전방향으로 감지하기 위한기술로서 핵심 기반기술과 하드웨어를 포함함.
- 로봇이 상호작용을 하고 있는 물체 또는 주변환경과의 접촉 유무 뿐만 아니라 접촉력, 접촉 부위에서의 미끄러지는 정도, 접촉 부위의 표면 조도, 접촉 부위의 물성 등의 복합적인 힘의 성분을 분해 또는 합성할 수 있는 기능을 부여하여 로봇의 안전성 향상과 보다 인간 친화적인 수단을 제공함.
- 구현을 위한 세부기술
 - * Micro-array형 고분자 힘 센서기술
 - * Wearable 고분자 감압 sheet 기술
 - * 전방향 힘 고성능 감지 및 실시간 신호처리기술

○ 시각

- 실시간 Stereo 시각시스템

- 로봇이 물체 또는 주변환경에 대한 영상정보를 실시간으로 획득하여 작업환경에 대한 정보를 보다 정확하게 판단할 수 있는 수단을 제공하는 기술로서 핵심 기반기술과 하드웨어를 포함함.
- 로봇이 인간과 같이 주변환경을 실시간으로 인식할 수 있게 하여 능동적으로 상황을 처리 할 수 있는 수단을 제공함.
- 구현을 위한 세부기술

- * 소형 양안식 또는 다안식 입체카메라시스템
- * 입체카메라의 줌, 초점 주시각 및 Auto tracking 기술
- * 실시간 고화질 입체영상 처리기술
- * 입체영상신호 무선화를 위한 부호화/복원기술
- Smart Stereo 시각시스템
 - 인간의 시각과 유사한 기능을 로봇에게 부여하기 위한 것으로 로봇이 주변 환경 및 대상 물체 사이의 삼차원 정보를 측정하여 측정된 정보를 이용하여 주변환경 및 대상 물체를 검출·인식·재생·추적하는 기술로서 핵심 기반기술과 하드웨어를 포함함.
 - 로봇이 주변환경 및 대상 물체의 삼차원 형상을 사람과 같이 실시간으로 인식할 수 있게 하여, 로봇이 스스로 판단하여 주어진 임무를 수행할 수 있는 수단을 제공함.
 - 구현을 위한 세부기술
 - * 물체간 삼차원 형상정보 실시간 획득기술
 - * 입체영상정보를 이용한 형상인식 및 추적기술
 - * 삼차원 형상 복원 및 학습기술
 - * 인공지능 기술
- Range Finder 시스템
 - 인간이 도구를 사용하여 주변환경을 인식하는 것처럼 로봇이 비접촉식 센서 정보를 활용하여 주변환경 및 대상 물체와의 상대 위치 및 거리 등을 인식하는 기술로서 핵심 기반기술과 하드웨어를 포함함.
 - 시야 확보가 어려운 작업환경에서 로봇이 주변환경 및 대상 물체와의 상대위치를 실시간으로 인식할 수 있게 하여, 로봇의 작업영역을 확장 시킬 수 있는 수단을 제공함.
 - 구현을 위한 세부기술
 - * 비접촉식 센서를 이용한 실시간 거리정보 획득기술
 - * 물체의 고속 scanning 및 형상 인식기술
 - * 측정모듈의 소형화 기술
- 열화상 인식시스템
 - 로봇이 실시간으로 주변환경 또는 물체에 대한 정보를 획득하기 어려운 상황에 적용하기 위한 기술로서 Outsourcing을 통하여 개인용 로봇에 적용함.
 - 화재현장 또는 심야에 주변의 열 분포를 인식하여 열 함유 물체를 인식하고 위치를 추적함.
 - 구현을 위한 세부기술
 - * 소형/경량/고분해능의 적외선 카메라 시스템

- * 적외선을 이용한 물체 감지기술
- * 열화상 획득 및 처리기술
- * 영상재생기술

○ 음성

- 음성명령언어 인식기술

- 로봇이 음성 명령을 인식하여 주어진 임무를 수행하게 하는 기술로서 Outsourcing을 통하여 개인용 로봇에 적용함.
- 로봇이 명령어(keyword)만을 인식하거나, 명령어 전후에 임의의 음성이 발생되어도 명령어만을 추출하여 인식하거나, 또는 정형화된 문장 형태로 발음된 음성을 인식하여 명령을 수행하는 수단을 제공함.
- 구현을 위한 세부기술
 - * 고립음성 인식기술
 - * 음성명령 keyword spotting
 - * 연속음성 인식기술

- 감정대화 인식기술

- 사람들이 서로 대화하는 것처럼 사람과 로봇, 로봇과 로봇 간의 대화에 감정이 가미되고 간투사, 반복, 생략 등을 포함하는 자연스러운 대화 음성을 구현하는 기술로서 Outsourcing을 통하여 개인용 로봇에 적용함.
- 로봇시스템에 효과적으로 적용하기 위하여 로봇에 응용되는 영역을 제한하여 기술을 개발하고, 이를 토대로 응용 영역을 확대하고 영역을 전환하는 기술을 포함함.
- 구현을 위한 세부기술
 - * 응용영역 제한 감정이해 대화인식기술
 - * 응용영역 제한 감정구현 대화합성기술
 - * 감정이해 대화인식기술
 - * 감정구현 대화합성기술

- Sound Localization 기술

- 로봇에 음성인식 원천기술을 적용할 때 발생하는 로봇주변 작업환경에 대처하기 위한 기술로서 Outsourcing을 통하여 개인용 로봇에 적용함.
- 음성엔진기술과 밀접하게 결합하여 로봇을 이용하는 사용자들에게 편리하고 높은 성능을 제공하는 수단임.
- 구현을 위한 세부기술
 - * 음원위치 추정기술

- * 신호분리기술
- * 원거리 음성명령 인식기술

○ 후각

- 가스 및 이상상태 감지기술
 - * 로봇이 활용되는 곳에서 유해가스 누출 등과 같은 생화학적 이상상태를 감지하고 위험상황을 인식하기 위한 기술로서 Outsourcing을 통하여 개인용 로봇에 적용함.
 - * 구현을 위한 세부기술
 - * 가스 센서의 소형화기술
 - * 다중 복합가스 인식용 센서기술
 - * 생화학적 이상상태 감지기술

5.2.3 제어

○ 학습 및 인지

- 교시에 의한 학습: 로봇에게 여러 번의 교육을 통해 물체나 행동을 학습시키는 기술
- 자율적 학습을 통한 대상체 인식: 교시학습보다 진보되어 스스로 대상체를 인식하고 학습과정을 강화해 나가는 기술
- 얼굴/Gesture 인식: 사람의 얼굴이나 표정, 사람 손의 동작 등의 의미를 파악, 인식하는 기술
- 외부환경 인식 및 구성 (Sensor Fusion) 기술: 다양한 센서(vision, sonar, encoder..)로부터의 정보를 종합하여 집안 등의 외부환경을 3차원으로 인식, 표현하는 기술
- 표정 인식/표현 기술: 사람의 표정 등을 인식하고 그에 대한 로봇의 반응을 표현하는 기술

○ 자율제어

- 자기위치 인식기술: 둔턱 등 집안장애물에 의한 미끄러짐 등이 있어도 자기의 절대위치를 인식할 수 있는 기술
- Manipulation을 위한 Task Planner 기술: 로봇이 작업을 지시 받고 작업계획을 세우는 기술
- Motion제어기: 하위 서보제어기로 servo algorithm, power control,

motor amp개발 등의 기술

- 센서기반 영상/음성 주행 알고리즘: 영상정보나 음성명령을 받아 외부환경의 지도로부터 이동계획을 세우고 장애물회피와 실시간 제어를 포함한 주행기술
- 제어알고리즘의 모듈화설계: 게임, 교육 등의 software module 화 뿐 아니라 개발시 module 화 된 제어기 설계기술
- 자기 고장/진단 기술: 스스로 자기상태를 파악하고 고장부위를 알려줘 쉬운 maintenance 가 가능하도록 하는 기술
- 가정환경에서의 강인한 주행제어기술: 둔턱이나 동적장애물이 있어도 자기위치를 잃지않고 작업을 수행할 수 있는 주행제어기술
- 다 개체군 제어기술: 여러 개의 로봇이 있는 경우, 로봇끼리의 상호 정보교환, 동작계획 등의 제어를 하는 기술
- Mobile Manipulation 기술: 이동로봇이 팔과 손을 가지고 작업을 하기위해 여러 자유도중 어느것을 이용할지 최적화 계획을 세우는 기술
- 힘반영 원격제어기술: 원격제어 시 성공적인 원격제어를 위해 로봇이 느끼는 힘을 조작자에게 전달해 주는 기술
- 인터넷기반 원격제어기술: 인터넷 통신을 이용하여 집안의 상황을 영상으로 전달 받고 원격으로 명령을 줄 수 있게 하는 기술

○ 기반기술

- R/L (로봇언어)의 개발
- 무선통신
- RTOS: Real Time Operating System (실시간 로봇 O/S)

5.2.4 기타 주요기술

○ Battery 및 충전기

- 고효율 battery 기술이 필요: Outsourcing
- 자동 충전 기능: 비 접촉 충전 또는 효율적인 충전 관리 기능의 개발

○ Home automation 연계 기술

- Home automation 의 주제어기 또는 연계기능 : 표준화 작업 필요
- 다양한 contents의 개발 : 외부 접속 및 교육 등과의 연계

○ 다개체 로봇 중앙제어 기술

- 두개 이상의 로봇 협조제어 및 중앙통제 기술
- 통신 기술

5.3 기술항목별 장애요인

5.3.1 운동

○ Mobility

- 염가화: Mobility가 공장용으로 쓰일 경우는 가격이 크게 문제가 되지 않지만 가정용이 된다면 가격면에서 초염가화가 이루어져야함. Motor, Drive 등에서 가격을 줄이는 노력이 필요함. 염가형 DC Motor을 사용하고 Encoder를 붙이는 경우에 Encoder의 염가화가 필요함.
- 전방향 구동: Energy의 비효율적인 낭비를 제거하면서 또 주행방향의 기구의 신뢰성이 보장되면서 동시에 간단한 Localization 등의 기술을 개발하여야 함.
- 계단 이동: Wheel Leg 복합기능을 이용하거나 탱크와 같은 이동 Mechanism을 이용하는 방법이 있을 수 있음. 안전이 제일 큰 기술적 Issue임. 미끄러지거나 넘어지지 않도록 하는 장치가 필요함.
- 2족 보행: 몸통을 지지하면서 사람의 속도로 보행 가능한 이족 보행 로봇이 HONDA에 의해 소개되었고 또 개발 중이지만 아직 가격면에서 팔 수 있는 제품이 되지 못하고 있으며 기능/성능에서도 만족스러운 수준이 되려면 많은 연구가 필요함. 소형의 고출력 모터에서 자세 및 동작제어 기술이 아직도 해결되어야 하는 어려움임.

○ Manipulation

- Module화: Module화를 하는데 가장 큰 어려움은 신호와 Power(전기)의 전달 문제임. 케이블이 모두 몸통 안에 있으면서 기구적으로 강인한 Module별 Interface를 개발하여야 하며 또 이 Interface는 쉽게 조립 가능한 것이어야 함.
- 경량화: 소형고출력 모터와 감속기가 중요함. 또는 새로운 Actuator의 등장이 여기에 큰 역할을 할 수 있음. 몸체의 무게를 줄일 수 있는 가벼운 소재의 적용이 필요함. 사람의 팔과 같이 Slim하면서 높은 Power를 낼 수 있는 Arm은 여전히 어려운 기술임.
- Actuation: 소형 고출력 모터와 소형 감속기, encoder를 하나로 묶는 Smart actuator의 개발이 진행되고 있는데 가격경쟁력과 충분한

소형화를 위해서는 더 많은 연구를 필요로 함. 그리고 새로운 Actuator (Polymer 등)에 대한 연구가 많이 진행되고 있는데 이는 현재의 모터가 갖는 한계에 도전하는 것으로 가격과 크기 그리고 출력에서 크게 향상된 Actuation이 나올 것으로 기대됨.

○ Haptic device

- Master arm 구조: 가벼우면서 가능한 큰 작업영역을 제공하고 자체적으로 전체 작업영역에서 중력 Balancing이 되어야 함. 소형이어야 하고 가격면에서 많은 염가화가 필요함.
- Force Reflection: 힘을 느끼는 감각이 아직은 직접 만지는 것보다 너무나 차이가 나서 현실감이 부족함. 직접 만지는 것과 같이 느낄 수 있는 제어가 필요함.
- Wearable Haptic Device: 초소형 Sensor가 공간적으로 분포되어 있어 사람이 입을 수 있는 Device가 되어야 하는데 아직 적당한 신뢰성 있는 Sensor의 개발이 더 필요함. 그리고 정확도 면에서도 많은 개선이 요구됨.

5.3.2 감각

○ 촉감

- 소형 힘/토크 감지시스템
 - 양방향으로 전달되는 신호를 실시간으로 처리하는 기술이 취약하며 고정밀 힘/토크 재생기술의 부재
 - 물체가 로봇으로부터 미끄러지는 정도를 느끼게 해주는 정확한 전단력 감지에 대한 통합 하드웨어 및 소프트웨어 부재
 - 소형 센서 설계 및 제조기술의 부재
- Smart 힘/토크 감지시스템
 - 로봇이 능동적으로 물체를 다루기 위해 필요한 물체의 표면 질감 및 물성 감지에 대한 통합 하드웨어 및 소프트웨어 부재
 - 획득된 정보를 이용하여 대상 물체를 인식하고 현재의 상황을 정확하게 인식 가능케 하는 인공지능 기술의 부재
 - 소형 센서-액츄에이터의 일체형 소자 설계 및 제조기술의 부재

- 인공피부센서 시스템
 - Flexible micro force sensor의 부재
 - Wearable 고분자 감압 Sheet의 센서 밀도가 낮음
 - 인공피부에 관련된 핵심기술 및 인력 부재

○ 시각

- 실시간 Stereo 시각 시스템
 - 로봇에 탑재하기 용이한 소형·저가의 삼차원 영상 획득장치의 부재
 - 주변환경을 왜곡시키지 않고 실제와 꼭 같이 삼차원 영상을 실시간으로 처리 할 수 있는 통합 하드웨어 및 소프트웨어 부재
- Smart Stereo 시각시스템
 - 정확하게 3D 거리를 측정할 수 있는 소형·저가의 센서 및 하드웨어의 부재
 - 획득된 영상정보를 이용하여 실시간으로 삼차원 형상을 재생하기 위한 통합 하드웨어 및 소프트웨어 부재
 - 재생된 영상정보를 이용하여 능동적으로 임무를 수행할 수 있게 하는 인공지능 기술의 부재
- Range Finder 시스템
 - 소음 및 변형에 강인한 신호처리기술의 부재
 - 실시간으로 신뢰성 있는 거리 정보를 제공할 수 있는 비접촉식 센싱 기술의 부재
- 열화상 인식시스템
 - 실시간으로 열화상을 처리하여 필요한 정보를 획득하는 기술의 부재
 - 감지된 열화상을 이용하여 영상을 재생·인식하는 기술의 부재
 - 열화상에 관련된 기초 기반기술이 열악함

○ 음성

- 음성명령언어 인식기술: 음성인식 및 합성 원천 엔진기술은 이 분야에서 단계별로 발전하고 있어 outsourcing이 가능하나, 개인용 로봇에 적용하기 위해서는 인식모델 적응, 소음제거, 응용 시나리오 연계 등 adaptation 및 tuning과 같은 기술의 개발 시간이 요구됨.
- 감정대화 인식기술: 로봇이 감정을 가지고 인간이 주고 받는 대화수준의 기술을 구현하기 위해서는 언어의 이해, 자연어 처리, 대화 모델링, 인지과학, 심리학, 언어학 등 관련 기술들이 복합적으로 동반

발전해야 하나 모든 분야가 경쟁력 있게 발전하기 어려움.

- Sound Localization기술: 신호처리기술이 기반을 이루고 음성엔진 기술과 밀접한 협력관계를 유지하며 개발되어야 함

○ 후각

- 가스 및 이상상태 감지기술
 - 여러 종류의 가스를 인식할 수 있는 센서의 부재
 - 가스 또는 화학센서의 단수명

5.3.3 제어

○ 학습 및 인지

- 학습을 통한 대상체, 얼굴/Gesture 인식: 아직까지 인간의 학습능력에 대한 기초적인 연구가 미비하다는 것이 문제임. 기본적인 얼굴의 인식 등은 가능하나 다양한 형태의 인식은 외부조명등에 민감하고 몇 개의 특징점 들의 인식에 기초하므로 많은 연구가 필요함.
- 외부환경 인식 및 구성 (Sensor Fusion) 기술: 외부환경의 인식은 센서의 부족이 가장 큰 장애임. 3차원 환경을 구성해주는 센서의 개발이 중요함. 조명조건의 변화에 강인한 알고리즘이 아직 부족하고 기본적으로 자기위치인식능력이 떨어지므로 외부환경의 구성은 자기위치인식능력에 크게 좌우됨. 특히 3차원 외부환경의 표현방법과 정확도 문제가 해결 되어야 함.
- 표정 인식/표현 기술: 표정인식문제는 위에서 언급하였고 그의 표현은 사람의 경우 다양한 근육의 사용으로 표현이 가능하나 로봇의 경우 제한된 구동기로 어떻게 표현하느냐에 대해서는 많은 연구가 필요함. 특히 단가와 성능의 타협이 필요함.

○ 자율제어

- 자기위치 인식기술: 자기위치 인식기술의 큰 문제는 센서의 문제임. 특히 내부센서로 자기위치를 파악하여야 하는 로봇의 경우 가정의 둔턱을 지날 때의 slip이나 충격에 의한 dead reckoning 문제의 해결이 시급함. Gyro의 경우 고가의 장비는 정밀도는 좋지만 가격이 문제가 되며 vision정보와의 fusion기술이 중요함.

- 센서기반 영상/음성 주행 알고리즘: 센서를 이용하여 주행하는 경우의 기술적 어려움은 동적장애물의 처리능력과 외부조명에의 강인성임. 음성명령의 인식기술도 아직 완전 자연어의 인식수준에는 미흡함. 특히 감정이 들어있는 음성의 이해는 많은 연구가 필요함.
- 가정환경에서의 강인한 주행제어기술: 집안의 지도는 여러 가지 방법으로 입력이 가능하나 가정환경은 문의 둔턱이 있으며 이동되는 장애물과 복잡한 가구 등의 물체를 인식, 회피해야 함. 자기위치 인식기술과 관련하여 미끄러짐, 둔턱 등의 외란에 강인한 주행제어기는 motion제어기와 같이 많은 연구가 필요함.
- Mobile Manipulation 기술: 로봇에 팔이 달린 경우 기술적으로 기구학문제는 여유자유도 문제가 되며 이동로봇의 주행자유도를 생각하면 물체를 잡는 등의 작업 시 많은 자유도중 어느것을 사용할지 동작계획을 잘 세워야 함. 또한 팔의 움직임은 이동로봇전체의 이동안정성에도 영향을 주며 또 손이 있는 경우 많은 자유도의 cooperation을 고려해야 함.
- 인터넷기반 원격제어기술: 인터넷 기반제어는 원격제어수준을 어느 정도로 보느냐에 따라 기술적 어려움이 달라짐. 집안의 상황을 어느 정도의 속도로 전송할 수 있는냐의 무선통신기술의 발전에 따라 좌우되며 시간지연의 문제를 해결하여야 함. 특히 로봇을 이용한 접촉이 필요한 경우, 성공적인 작업을 위한 다양한 감각의 feedback을 어느 수준으로 하느냐가 연구되어야 함.

○ 기반기술

- R/L: Robot language는 인간과 같은 환경에서 존재하는 로봇의 경우 많이 연구되어있지 않음. 음성만으로는 충분하지 못하며 산업용 로봇의 언어는 어울리지 않음. 보다 인간에 가까운 형태의 언어가 개발되어야 함.
- 무선통신: 무선통신기술은 타 분야에서 연구된 결과를 이용할 수 있음.
- RTOS: Real Time Operating System 은 국내에서 아직 개발된 적이 없어 연구가 필요한 분야임.

5.3.4 기타 주요기술

- Battery 및 자동 충전 기능 : 고효율 battery의 개발: 기존의 Battery의 낮은 효율로 인한 무게의 증가, 자동 충전을 하기 위하여서는 충전위치의 정확한 sensing 문제 등이 존재, 비 접촉식 충전 기술의 부족
- Home automation 연계기술 : 다양한 가전기기와의 interface를 위한 표준화문제, 기존 set-top box와의 효율적인 연계문제

- 다개체 로봇 중앙제어기술 : 건물 내의 다양한 로봇들의 효율적인 job assign 을 위한 중앙통제 program 의 필요, 통신 protocol의 표준화 문제

제 3 장 세부 기술로드맵

1. 가사용 로봇 기술로드맵

1.1 바닥 청소 로봇

1.1.1 정의

집안 내의 바닥청소가 가능한 이동 로봇 시스템

1.1.2 시나리오

청소 schedule을 PC를 이용하여 작성함. 가구로 점유되어 있지 않은 부분만의 청소가 가능함. 청소를 위한 Map building 기능과 기본 task planner를 가지고 있음. 집안 내의 바닥 청소를 위하여 집안 내 가구 등의 sensing 기능을 가지고 있음. 기존 Task를 기반으로 하여 가구 등의 위치가 변화했을 경우 Map update 기능이 필요함. 청소를 위한 속도는 Max 2Km/h 정도로 안전에 치중함. Battery 자동 충전 장치 및 자동 Back Home 기능이 필요함.

1.1.3 개발목표 및 사양

- 2 km/h, battery capability for 3 hours constant work
- 자동 충전 장치
- Map building 기능
- 자동 Localization 기능
- 집안 내 인간 및 가구 collision detection 기능
- 청소 path 자동 생성 기능
- 문턱 극복 기능

1.2 청소 로봇 II

1.2.1 정의

집안 내의 바닥청소 뿐만 아니라 가구 및 구석 청소 등 현재의 청소기가 수행하는 수준의 청소를 수행하는 이동형 로봇

1.2.2 시나리오

바닥 청소 로봇의 기능을 기본적으로 가지며 다양하고 세분화된 청소가 가능하도록 여러 기능을 추가함. 간단한 Manipulator 형태의 흡입구를 가짐으로서 구석 및 가구등의 sensing이 가능하여짐. 경비 로봇의 기능을 추가하여 단순 청소 외의 기능이 가능하여짐.

1.2.3 개발목표 및 사양

- sensor fusion technology를 이용한 자동 Map building 기능
- 자연 landmark를 이용한 Localization 기술
- 집안 내 인간 및 가구 collision detection 기능
- Stereo vision을 이용한 Human feature extraction & Identification
- Internet을 이용한 외부 communication 및 control 기능

1.3 집안 관리 로봇

1.3.1 정의

청소 로봇 II 및 심부름 로봇의 기능을 가짐. 집안 내의 청소, 경비, 교육, 심부름 등이 가능한 복합 기능의 로봇

1.3.2 시나리오

디지털 환경이 구축된 집안 내의 main 제어 장치로 사용됨. 청소, 경비, 간

단한 심부름 등이 가능한 로봇. 인간과 교감하며 학습이 가능한 지능을 가짐. 집안 내의 구성원을 인식하며 외부와의 통신이 자유로움.

1.3.3 개발목표 및 사양

- 인간 동작, 표정, 움직임 인식 기능
- 감정 표현 기능
- 자연어 인식 기능에 의한 학습 기능 장착
- 집안 가전 기구 제어 기능

1.4 안전 관리 및 경비 로봇

1.4.1 정의

집안 내의 안전 및 외부 침입 등을 관리하는 로봇

1.4.2 시나리오

집안 내의 화재 발생 등을 감지함. 이를 위해 특수 후각 sensor 및 화재 감지 sensor 등을 장착함. 외부 침입을 감시하는 기능을 가짐. 인간 동작을 감지하고 인식하는 기능을 가짐. 야간 감지를 위한 특수 sensor를 가지고 있음. Internet등을 이용한 원격제어 기법을 이용하여 집안의 상황을 외부에서 감시할 수 있음.

1.4.3 개발목표 및 사양

- 인간 움직임 포착 및 인식 기술
- 통신을 이용한 원격 제어 기술
- 다양한 후각 sensor 운용 기술

1.5 주방 작업 로봇

1.5.1 정의

주방과 같이 제한된 환경에서 설거지, 물품 정리, 간단한 조리 등을 수행하는 주방 로봇

1.5.2 시나리오

주방에서 설거지 및 정리 등의 일을 수행함. 두 팔을 장착하고 고기능 Hand를 가짐. 한정된 공간에서 미리 학습된 일을 수행함. 고난도 Manipulation 을 가능하게 하기위한 경량의 Manipulator 및 dexterous Hand 제작 기술이 중요하고 이를 이용한 실제 운영 기술이 핵심임. Stereo vision system을 이용한 물체 인식 기술 및 인공 피부 및 다양한 sensor fusion을 통한 높은 난이도의 작업 기술 개발이 요구됨.

1.5.3 개발목표 및 사양

- 경량의 Manipulator 제작 기술
- 두 팔 운영 기술
- 3/5 Hand mechanism 제작 기술
- Stereo vision 을 이용한 3차원 인식 기술
- Teaching by showing에 의한 작업 program 학습 기능
- touch sensing 및 온도 감지 등이 가능한 인공 피부 기술

1.6 가사용 로봇의 로드맵

이상의 내용을 로드맵 그림으로 나타내면 다음과 같음.

2. 생활지원 로봇

2.1 실내 이동 보조 로봇

2.1.1 정의

빌딩, 공공시설물 등 구조화된 환경의 실내에서 시각장애우의 눈을 대신하여 사무실간 이동, 복도이동(경사진 복도포함), 엘리베이터 이용, 화장실 이용 등 시각장애우를 목적지까지 안내하고 출발점으로 다시 이동할 수 있는 로봇시스템

2.1.2 시나리오

- 주위환경을 인식하고 고정형 및 이동형 장애물을 피할 수 있고, 또한 바닥에 놓여있는 전기선, 작은 장애물, 턱 등을 승월할 수 있어야 함.
- 시각장애우를 편안하게 안내할 수 있는 구조를 갖고, 시각장애우와의 접촉유무를 인식하고, 음성으로 로봇시스템을 제어할 수 있어야 함.
- 이동시 항상 로봇 자신의 절대위치를 인식하고, 시각장애우의 보폭에 따라 능동적으로 이동속도를 조절할 수 있어야 함.
- 시각장애우를 안내하기 전에 혹은 중간에 업무 처리를 위해 잠시 시각장애우와 접촉이 떨어진 후에 로봇시스템을 시각장애우가 찾아서 이용할 수 있게 로봇 자신의 현 위치에 대한 정보를 제공할 수 있거나 사용하고자 하는 시각장애우에게 다가갈 수 있어야 함.
- 모든 통신은 무선에 의해 이루어지며, 파워 시스템은 재충전할 수 있고, 필요시 현 상황에 대한 정보를 음성으로 제공할 수 있어야 함.
- 비상사태 발생시 음성 또는 시각장애우의 돌발적인 움직임에 반응하여 로봇시스템을 순간적으로 정지시키고 다시 복원할 수 있어야 함.
- 사용 중 장애우와 상시 접촉하고 있으므로 안전성이 극히 중요시 됨.

2.1.3 개발목표 및 사양

- 3차원 장애물 인식 및 자율 주행 기능
- 미확인 소형 장애물 승월 기능
- Sensor based autonomous map generation 기능
- 접촉력 감지 및 반응 기술

- Wireless communication and control 기술
- Emergency response 기능

2.2 보행훈련 보조 로봇

2.2.1 정의

일시적으로 신체의 다리 기능이 훼손되거나 약화된 장애우의 보행 회복 훈련을 보조하기 로봇시스템으로, 자신의 의지에 따라 보행이 어려운 장애우를 보행 훈련에 익숙해 지도록 적응시키기 위한 적응용과 어느 정도 위탁 보행이 가능한 장애우의 가이드 역할을 하면서 장애우와 서로 협업하여 보행 능력을 강화하는 회복용으로 구분함.

2.2.2 시나리오

- 장애우를 안전하게 잡고 보행 훈련시 상체의 구부러짐을 방지할 수 있고, 장애우가 손을 이용하여 스스로 평형감각을 익히고 유지할 수 있어야 함.
- 체중이 서로 다른 장애우를 lifting, positioning, guiding할 수 있는 구조와 충분한 payload를 가져야 함.
- 장애우의 하체 조절 기능이 아주 약하므로 장애우의 체중 혹은 보행 능력의 정도에 따라 로봇이 장애우의 발바닥과 지면 사이에 작용하는 힘을 조정하여 장애우가 보행 훈련에 두려움과 통증을 느끼지 않도록 하고 단계적으로 보행능력을 향상 시킬 수 있게 하여야 함.
- 장애우가 자신의 보행능력에 따라 훈련 난이도(로봇의 이동속도)를 조절하거나, 또는 장애우의 보행속도에 따라 로봇이 능동적으로 자신의 이동속도를 조절 할 수 있어야 함.
- 보행훈련에 따른 장애우의 피로도를 인식하고 이에 반응할 수 있어야 함.
- 주위 훈련환경을 인식하고 이동형과 고정형의 장애물을 피하면서 장애우를 가이드 할 수 있어야 함.
- 비상사태 발생시 음성, 비상스위치 또는 장애우의 돌발적인 움직임에 반응하여 로봇시스템을 순간적으로 정지시키고 다시 복원할 수 있어야 함.
- 사용 중 장애우와 상시 접촉하고 있으므로 안전성이 극히 중요시 됨.

2.2.3 개발목표 및 사양

- Safe, comfortable harness 기능
- 체중 변화에 능동적인 힘 감지 및 조절 기능
- 접촉력 감지 및 제어기술
- 3차원 장애물 인식 및 자율 주행 기능
- Soft, sturdy manipulator기술
- 실시간 감시 및 Emergency response 기능

2.3 생활 보조 로봇

2.3.1 정의

노약자 또는 장애우의 생리욕구 및 복지활동(식사, 배소변, 목욕, 책장넘기기 등) 등 기본 생활을 보조하기 위한 로봇시스템으로, 비정형 환경에서 사용자가 입력장치를 통하여 로봇을 제어할 수 있는 원격조종형, 정형적인 환경에서 프레임에 설치되어 스스로 주어진 보조 임무를 수행하는 Workstation형, 그리고 원격조종형과 Workstation형의 협업으로 복잡한 보조 임무를 수행하는 Hybrid형으로 구분함.

2.3.2 시나리오

- 자신의 절대 위치와 주변환경을 인식하고 자율 주행이 가능하여야 하며, 또한 바닥에 놓여 있는 케이블, 작은 장애물, 턱 등을 승월할 수 있어야 함.
- 물체의 외형, 강도 및 질감을 인식하고 정교히 취급할 수 있는 수단이 요구됨.
- 로봇을 원격 조종할 수 있는 입력장치가 요구되며, 이는 사용자가 마치 자신이 원격지에서 직접 어떤 작업을 수행하는 것과 같은 느낌을 반향할 수 있어야 함.
- 사용자와 물리적 접촉에 의해 발생하는 접촉력을 정확히 감지하고 이에 즉시 반응하여 사용자에게 손상을 끼치지 않아야 함.
- 3차원 공간에서 물체의 정확한 위치 및 방향을 positioning하고, 학습을 통해 계획된 작업을 정확히 수행 할 수 있어야 함.
- 사용자를 lifting, positioning, holding할 수 있는 충분한 payload를 갖고, 사용자의 상태를 실시간으로 감시할 수 있어야 함.

- 비상사태 발생시 음성, 비상스위치 또는 사용자의 돌발적인 움직임에 반응하여 로봇시스템을 순간적으로 정지시키고 다시 복원할 수 있어야 함.
- 사용자와 빈번한 접촉이 일어나므로 안전성이 극히 중요시 됨.

2.3.3 개발목표 및 사양

- Tactile force sensing and robust control 기술
- Haptic device 기술
- 3D object recognition 기능
- 자율 주행 기능
- Teleoperation 기술
- 실시간 감시 및 Emergency response 기술

2.4 생활지원 로봇의 로드맵

- 이상의 내용을 로드맵 그림으로 나타내면 다음과 같음.

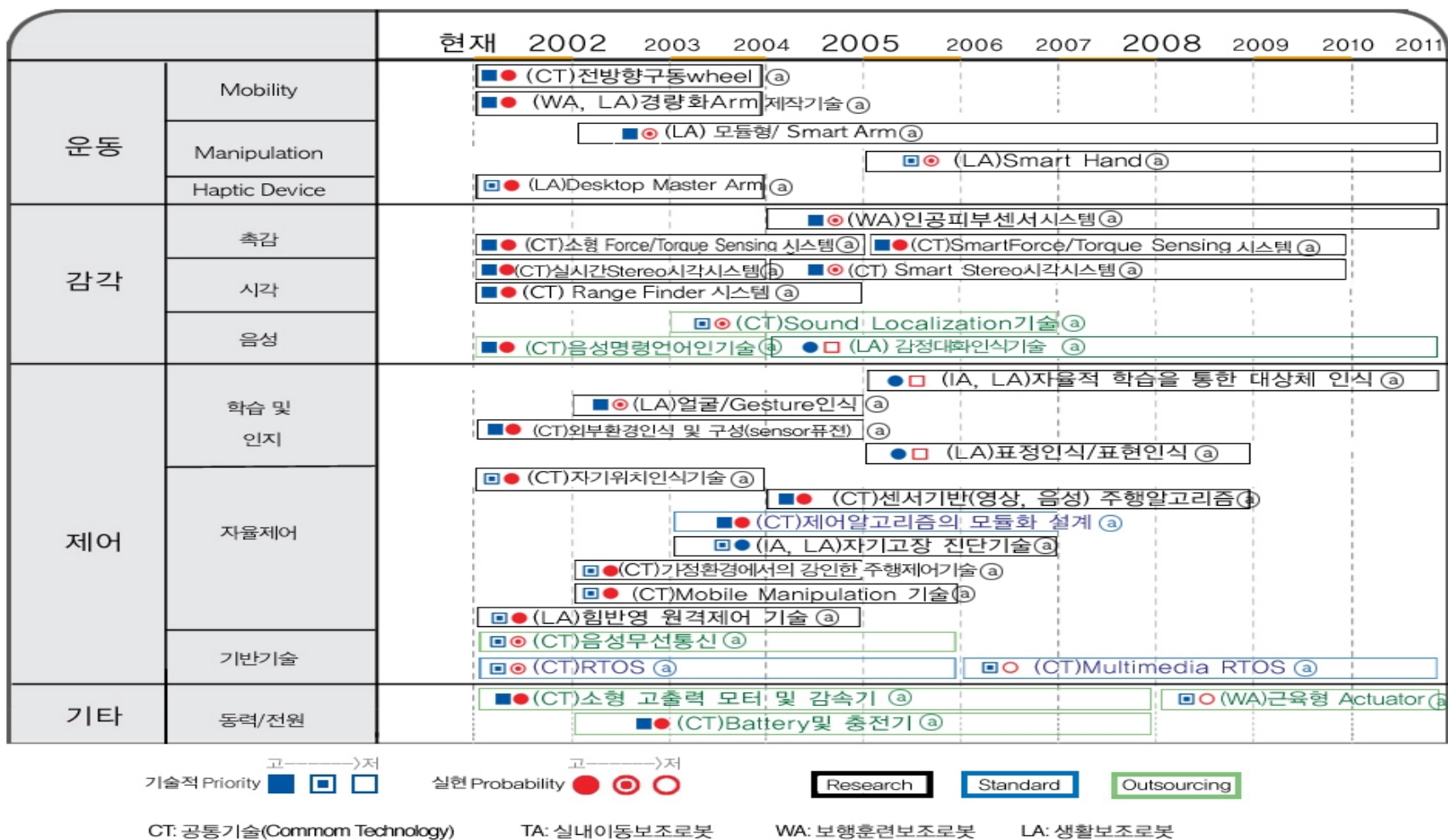


그림 3-2. 생활지원 로봇 기술로드맵

3. 여가·교육용 로봇

3.1 완구로봇

3.1.1 정의

완구로봇은 사람과의 interaction을 통해 여가를 즐길 수 있도록 하는 로봇임.

3.1.2 시나리오

(전방향) 구동 휠 또는 소형 이족보행기구를 가짐. 교시에 의한 학습능력 또는 자율적인 학습기능이 있어 주인과 반응을 하고 실시간 stereo vision으로 주인 및 물체를 인식함. 음성명령을 받아들여 주어진 task를 수행할 수 있고 음악에 맞춰 춤도 출수 있음. 모듈형 팔로 다양한 모양이 가능함.

3.1.3 개발목표 및 사양

- Wheel + leg 복합
- 전방향 구동 휠 메커니즘
- 모듈형 경량화 Arm
- 소형 이족보행기구
- 자기위치 인식기술
- 외부환경인식 및 구성기술
- 교시에 의한 학습능력
- 자율적인 학습기능
- 실시간 stereo vision
- 3D 인식 및 추정기술
- 얼굴/gesture인식
- 표정인식, 표현기술
- 음성명령언어 인식기술
- 감정대화 인식기술
- 자기고장 진단기술
- 제어알고리즘의 모듈화 설계
- 문턱 극복 기능을 갖는 강인한 주행제어기술

3.2 게임로봇

3.2.1 정의

게임로봇은 사람과 하나 또는 여러 로봇이 통신을 이용하여 게임을 하는 로봇임.

3.2.2 시나리오

전방향 구동휠 또는 이족보행기구를 가지고 internet을 통한 game을 할수 있음. 힘반영 joystick으로 현실감 있는 game을 즐김. 교시 또는 자율적인 학습능력을 가짐. 예를 들어 2족 보행로봇이 축구경기를 함.

3.2.3 개발목표 및 사양

- 전방향 구동 휠 메커니즘
- 모듈형 경량화 Arm
- (소형) 이족보행기구
- Desktop master arm
- 3D 인식 및 추정기술
- 교시에 의한 학습능력
- 자율적인 학습기능
- 실시간 stereo vision
- 음성명령언어 인식기술
- 자기고장 진단기술
- 제어알고리즘의 모듈화 설계
- 자기위치 인식기술
- 센서기반 주행알고리즘
- 힘반영 원격제어기술
- 인터넷 기반 원격제어기술
- Task level robot language
- Text 및 정지 영상, 음성 무선 통신
- 음성 및 저속 동영상 멀티미디어 무선통신
- 소형 고출력 모터 및 감속기(도입)

3.3 가정교사로봇

3.3.1 정의

가정교사로봇은 인터넷 또는 프로그램에 의해 교육을 하는 로봇임.

3.3.2 시나리오

구동휠을 갖고 internet 또는 교육 프로그램을 통한 가정교사기능을 함. 학습태도를 표정, 음성인식등을 통하여 파악하며 감정표현을 할수있음.

3.3.3 개발목표 및 사양

- 구동 휠 메커니즘 (도입)
- 자율적인 학습을 통한 대상체 인식
- 얼굴/gesture인식
- 표정인식/표현기술
- 실시간 stereo vision
- 음성명령언어 인식기술
- 감정대화 인식기술
- 원격제어기술 (도입)
- 자기고장 진단기술
- Text 및 정지 영상, 음성 무선 통신
- 음성 및 저속 동영상 멀티미디어 무선통신
- 고속 동영상(vod), 화상 통신, 고품질 multimedia 무선통신

3.4 육아로봇

3.4.1 정의

육아로봇은 어린아이를 돌보는 로봇임.

3.4.2 시나리오

전방향 구동휠을 갖고 stereo vision으로 아기의 상태를 파악하며 internet을 통해 현 상태의 전송이 가능하고 체온, 표정등을 보고 상태를 판단하며 간단한 육아기능을 수행함.

3.4.3 개발목표 및 사양

- 전방향 구동 휠 메커니즘
- 경량화 Arm
- 인공피부센서기술
- 3D 인식 및 추정기술
- 표정인식/표현기술
- 외부환경인식 및 구성기술
- 교시에 의한 학습능력
- 자율적인 학습기능
- 자율적인 학습을 통한 대상체 인식
- 얼굴/gesture인식
- 감정대화 인식기술
- 실시간 stereo vision
- 음성명령언어 인식기술
- 자기고장 진단기술
- 자기위치 인식기술
- 센서기반 주행알고리즘
- 문턱 극복 기능을 갖는 강인한 주행제어기술
- 인터넷 기반 원격제어기술
- Natural robot language
- Text 및 정지 영상, 음성 무선 통신
- 음성 및 저속 동영상 멀티미디어 무선통신
- 고속 동영상(vod), 화상 통신, 고품질 multimedia 무선통신
- 소형 고출력 모터 및 감속기(도입)
- 근육형 ACTUATOR
- 자동 충전 장치

3.5 친구로봇

3.5.1 정의

친구로봇은 정보를 제공하거나 친구의 역할을 수행하는 로봇임.

3.5.2 시나리오

이족보행기구나 전방향 구동휠을 갖고 사람의 감정을 파악할 수 있음. 간단한 심부름을 할 수 있는 양팔이 있음. 학습능력도 있으며 음성명령을 이해하고 stereo vision으로 환경도 인식함. internet을 통한 정보를 제공하며 오락등의 여가기능도 수행할 수 있음. 자기위치 인식기능이 있어 간단한 작업을 수행할 수 있음.

3.5.3 개발목표 및 사양

- 전방향 구동 휠 메커니즘
- 이족보행
- 모듈형 경량화 Arm
- 인공피부센서기술
- 실시간 stereo vision
- 3D 인식 및 추정기술
- 외부환경인식 및 구성기술
- sound localization 기술
- 음성명령언어 인식기술
- 감정대화 인식기술
- 교시에 의한 학습능력
- 자율적인 학습기능
- 자율적인 학습을 통한 대상체 인식
- 얼굴/gesture인식
- 표정인식/표현기술
- 자기고장 진단기술
- 자기위치 인식기술
- 센서기반 주행알고리즘
- 가정환경하에서의 문턱 극복 기능을 갖는 강인한 주행제어기술
- Natural robot language

- RTOS
- Multi media RTOS
- Text 및 정지 영상, 음성 무선 통신
- 음성 및 저속 동영상 멀티미디어 무선통신
- 고속 동영상(vod), 화상 통신, 고품질 multimedia 무선통신
- 소형 고회전력 모터 및 감속기(도입)
- 근육형 ACTUATOR
- 자동 충전 장치

3.6 여가·교육용 로봇의 로드맵

이상의 내용을 로드맵 그림으로 나타내면 다음과 같음.

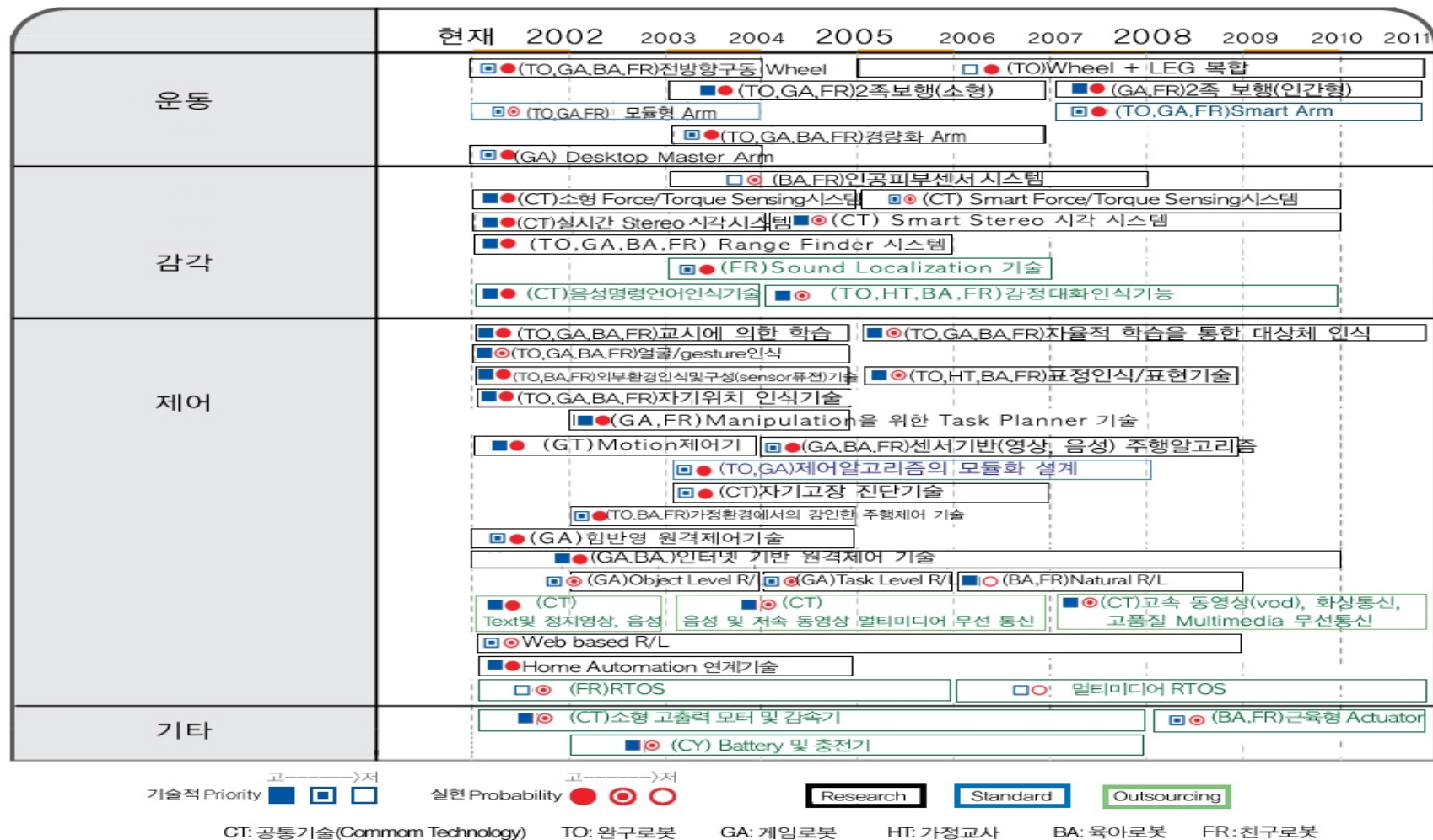


그림 3-3. 여가교육용 로봇 기술로드맵 공공복지용 로봇

3.7 빌딩 청소 로봇

3.7.1 정의

인간이 쉬는 시간을 이용해서 즉 주로 야간에 빌딩의 청소를 담당하는 로봇.

3.7.2 시나리오

지하철, Convention Center 등과 같이 넓은 장소를 야간에 청소를 하는 것부터 시작해서 복잡한 병원, 빌딩의 내부를 청소할 수 있는 로봇으로 발전함. 가정용 청소에 비해서 대형이고 각층을 엘리베이터를 통해서 오르내릴 수 있는 능력을 가져야 함. 주간에 근무하는 인간(청소담당)과는 보완적인 역할을 수행할 수 있어야 하므로 인간은 로봇이 하기 어려운 일들(벽 청소, 계단 청소, 쓰레기 수거)을 주로 담당함. 간단한 바닥의 청소를 담당하는 로봇은 인간이 청소할 때보다 더 높은 질의 청소작업을 수행하여야 함.

3.7.3 개발목표 및 사양

- 속도 : 인간의 청소 속도보다 2배 이상
- Cover 영역 : 잘 정돈되어 있는 공간 (병원, 호텔, 지하철, 복도)
- Battery 기능 : 한번 충전으로 1시간 이상의 일을 할 수 있을 것
- Localization/Navigation 기능
- 장애물 탐지 및 회피 기능
- 청소 Path Planning 기능
- 이상 발생시 인간에게 즉시 보고 기능
- 호텔 등에서 청소하는 로봇은 저소음일 것
- 청소의 질 : 다양한 종류의 바닥에 맞는 청소기능을 보유할 것

3.8 안내 로봇

3.8.1 정의

공공의 실내 장소에서 전시물이나 시설 또는 Contents를 설명하면서 인간을 인도하는 로봇

3.8.2 시나리오

로봇이라는 자체가 인간의 흥미를 유발시키므로 방문객을 안내하는데 사용된다면 매우 인상적인 안내가 될 것임. 안내의 내용이 정형화될 수 있다면 그것의 반복적인 일은 로봇이 잘 수행할 것임 가능한 인간의 모습에 가까운 안내자이면 좋겠지만 로봇다운 모습도 괜찮을 것임. 여기서 중요한 기능은 로봇이 방문자들의 질문을 듣고 대답을 할 수 있어야 한다는 것임. 그리고 (특히 호기심 많은 어린이도 있음)사이에서 움직이므로 매우 높은 안전성을 가져야 함. 크기는 방문자가 성인이면 성인의 눈높이보다 약간 작게 하고 어린이이면 어린이 눈높이보다 약간 작은 것이 좋음.

3.8.3 개발목표 및 사양

- 속도 : 인간의 속도와 비슷
- Cover 영역 : 잘 정돈되어 있는 공간 (전시관 등)
- Battery 기능 : 한번 충전으로 1시간 이상의 일을 할 수 있을 것
- Localization/Navigation 기능
- 장애물 탐지 및 회피 기능
- 인간의 질문을 이해하고 답을 할 수 있는 기능
- 움직이는 인간들 사이에서 인간을 리드할 수 있는 기능
- Manipulation 기능

3.9 경비로봇

3.9.1 정의

빌딩을 포함하는 실내에서 외부의 침입자에 대해 자신을 포함하여 빌딩을 지키는 것을 목적으로 만들어진 로봇

3.9.2 시나리오

빌딩 내를 주기적으로 순찰하면서 이상유무를 파악하고 침입자를 찾아내어 경찰과 주인에 알리고 침입자에 대한 정보를 수집하여 보고할 수 있어야 함. 직접 침입자에 대항하여 싸우는 것은 아직 로봇에게는 매우 어려운 작업이며 침입자가 아닌 인간에의 안전에도 영향을 줄 수 있으므로 여기서는 고려하지 않는 것이 좋겠음. 자신의 모습을 가능한 한 숨기면서 침입자를 추적하고 신고하는 기능이면 충분할 것임. 따라서 매우 소형으로 설계될 필요도 있으며 부가되는 기능의 종류에 따라 크기는 성인 만큼 큰 로봇도 있을 것임. 크기가 작아지면 운동성에서 불리한 점이 많은 만큼 대상 작업공간의

크기와 종류에 따라서 매우 다양한 크기의 경비로봇이 존재할 수 있음.

3.9.3 개발목표 및 사양

- 속도 : 인간의 속도와 비슷
- Cover 영역 : 잘 정돈되어 있는 빌딩 내
- Battery 기능 : 한번 충전으로 1시간 이상의 일을 할 수 있을 것
- Localization/Navigation 기능
- 장애물 탐지 및 회피 기능
- 이상(Gas, 화재, 침입자, 작은 소음) 유무 감지 기능
- 경우에 따라서 자신의 모습을 숨길 수 있는 기능
- 경찰과 주인에게 빠른 보고 기능
- 침입자에 대한 정보의 확보 기능

3.10 빌딩 도우미 로봇

3.10.1 정의

빌딩 내에서 인간에 필요한 청소, 경비, 안내, Escort 등을 하면서 문서/소포 배달을 포함하고 빌딩 관리와 관련된 모든 정보를 수집, 정리하여 보고할 수 있으며 인간과 대화하면서 빌딩의 제어도 할 수 로봇

3.10.2 시나리오

Intelligent Building에서 돌아 다니면서 인간의 다양한 주문(심부름, 청소, 안내, Escort)에 대응함. 그리고 인간의 지시에 따라서 빌딩의 제어도 담당할 수 있을 것임. 모두 퇴근한 건물을 인간을 대신해서 안전하게 보호하는 일도 담당할 것임.

3.10.3 개발목표 및 사양

- 속도 : 인간의 속도와 비슷
- Cover 영역 : 빌딩 내
- Battery 기능 : 한번 충전으로 2시간 이상의 일을 할 수 있을 것

- Localization/Navigation 기능
- 장애물 탐지 및 회피 기능
- 이상(Gas, 화재, 침입자, 작은 소음) 유무 감지 기능
- 경우에 따라서 자신의 모습을 숨길 수 있는 기능
- 경찰과 주인에게 빠른 보고 기능
- 침입자에 대한 정보의 확보 기능
- 문서/소포 배달
- 빌딩 제어 컴퓨터 관리 기능
- 인간과 대화할 수 있는 기능
- Manipulation 기능

3.11 공공복지용 로봇의 로드맵

- 이상의 내용을 로드맵 그림으로 나타내면 다음과 같음.

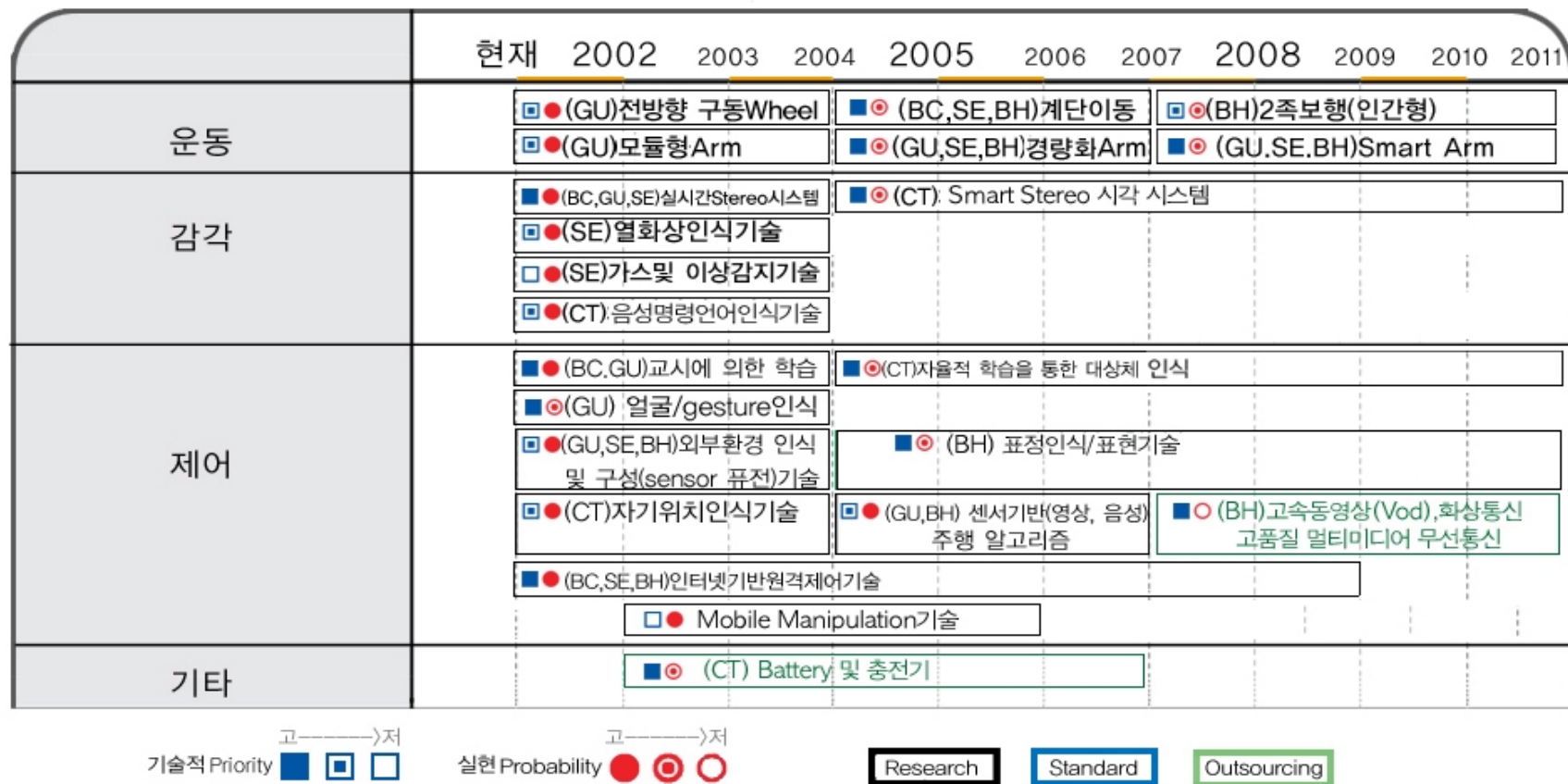


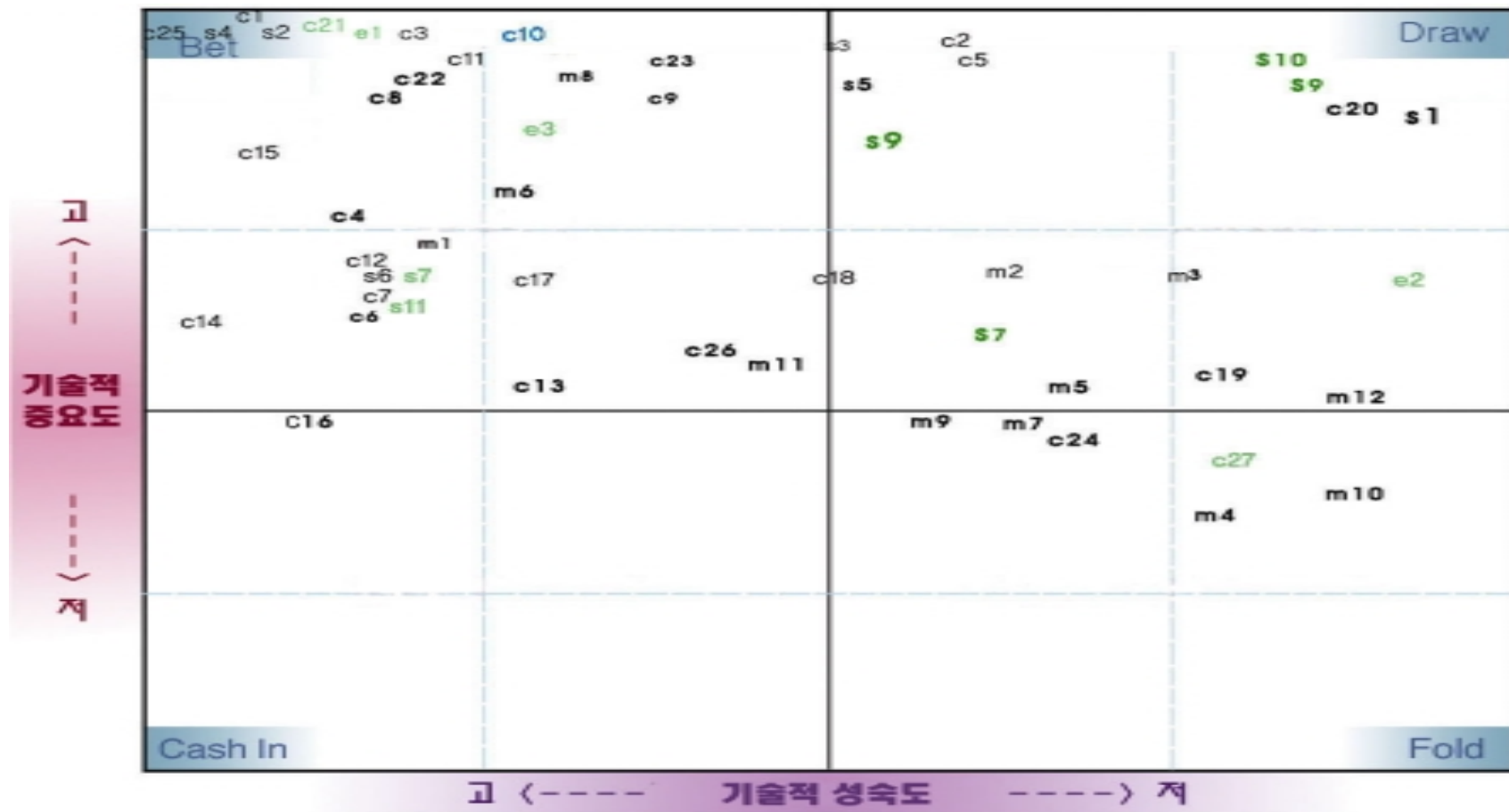
그림 3-4. 공공복지용 로봇 기술로드맵

제 4 장 기술 포트폴리오

- 기술로드맵에 이어 전략적 목표 설정 및 효율적인 자원배분에 도움을 주는 기술 포트폴리오를 작성하였음.
- 포트폴리오 관리기법은 다각화 산업구조를 분석하고 산업 단위간의 자원배분의 효율성을 도모하기 위해 사용하는 분석 기법이다. 포트폴리오 관리 기법은 다음과 같은 이점을 제공한다.
 - 투자우선순위와 자원배분의 효율성 도모
 - 목표 설정을 위한 합리적 기준제공
- 경쟁적인 우위를 보기 위해서는 기술적인 중요성을 고려하여야 하며, 경쟁자와 기업의 상대적인 위치를 고려하여 나타낼 수 있는 것이 기술적인 중요도(Technology importance)임. 또한, 시장에서의 성숙도는 특허, 노우하우, 기업의 비밀, 학습효과 등과 같은 상대방과의 관계도 표현되어야 함(Harris). 로봇 산업은 아직 활발한 시장형성이 미흡하기 때문에 시장에서의 성숙도 보다는 기술의 성숙도를 가지고 포트폴리오를 작성하였음.
- 본 포트폴리오는 시장에서의 먼저 운동, 제어, 감각 기술로드맵에서 제시한 각 기술항목에 대한 기술적 중요도와 실현 가능성을 이용하여 포트폴리오를 작성하였음.
 - 포트폴리오상에서 X축은 기술적 성숙도이며 현재시점에서의 기술적 위치를 제시함. 기술로드맵상의 실현가능성이 높고 현재시점에 가까울수록 포트폴리오상의 성숙도가 높은 기술이라고 가정하였음.
 - 기술적 중요도를 Y축으로 하여 기술의 위치를 정해 보았음. 본 기술 포트폴리오는 현재 시점상의 정보를 보여주기 때문에 미래에 개발될 기술(예를 들어 2010년에 개발해야 할 기술)의 성숙도는 현시점에서 볼 때 떨어지므로 상대적으로 낮게 평가하여 기술 포트폴리오에서 제시하였음.
- 제 1사분면은 기술적 중요도는 높은 반면 기술적 성숙도가 아직 떨어지는 부분으로 중기적 투자가 요구되어지는 기술들임. 제 2 사분면 상의 기술은 기술적 중요도가 높고 기술적 성숙도 역시 높아서 정부에서의 과감한 투자가 요구되어지는 기술들임. 제 3사분면은 기술적 중요도는 약간 떨어지나 기술적 성숙도가 높은 부분으로 현재 활발히 개발되어 상품화되어지는 기술들을 의미함. 마지막으로 제 4사분면은 기술

적 중요도와 성숙도가 낮아서 장기적으로 신중한 투자가 요구되어지는 기술들을 의미함. 하지만 시간이 지남에 따라서 중요도가 높아질 가능성이 있음.

- 이것은 기술개발 필요시점이 다른 기술들을 현재시점으로 환산하여 볼 때의 정부, 기업, 연구소가 기술개발 투자를 할 분야에 대한 정보를 제공하는 것임. 따라서 기술개발투자 결정시 기술 포트폴리오는 3장에서 제시된 기술로드맵의 참고자료로서 유용하게 사용될 수 있을 것임.



※ 기준시점 : 2001년

Research Standard Outsourcing

그림 4-15. 로봇기술 포트폴리오

〈운동〉		〈감각〉		〈제어〉	
m1	전방향 구동Wheel	s1	인공피부센서시스템	c1	교시에 의한 학습
m2	Wheel+Leg복합	s2	소형 Force/Torque Sensing 시스템	c2	자율적 학습을 통한 대상체 인식
m3	2족보행(소형)	s3	Smart Force/ Torque Sensing 시스템	c3	얼굴/Gesture 인식
m4	2족보행(인간형)	s4	실시간 Stereo 시각 시스템	c4	외부환경인식 및 구성 (Sensor Fusion)기술
m5	계단이동	s5	Smart Stereo 시각 시스템	c5	표정인식/표현기술
m6	Module형 Arm	s6	Range Finder 시스템	c6	자기위치인식기술
m7	Smart Arm	s7	열화상 인식 시스템	c7	Manipulation을 위한 Task Planner기술
m8	경량화 Arm	s8	Sound Localization 기술	c8	Motion 제어기
m9	3/5 Finger Hand	s9	음성명령언어 인식 기술	c9	센서기반 영상/음성 주행 알고리즘
m10	Smart Hand	s10	감정대화 인식 기술	c10	제어알고리즘의 모듈화 설계
m11	Desktop Master Arm	s11	가스 및 이상 삼지기술	c11	자기 고장/진단 기술
m12	Wearable Haptic Device			c12	가정환경에서의 강인한 주행제어기술
〈기타〉				c13	다개체군 제어기술
e1	소형 고회력 모터 및 감속기			c14	Mobile Manipulation기술
e2	근육형 Actuator			c15	밀반영 원격제어기술
e3	Battery 및 충전기			c16	인터넷 기반 원격제어기술
				c17	Textual R/L
				c18	Object Level R/L
				c19	Task Level R/L
				c20	Natural R/L
				c21	Text/정지영상/음성 무선통신
				c22	음성 및 저속 동영상 멀티미디어 무선통신
				c23	고속 동영상(VOD)/화상통신/고품질 멀티미디어 무선통신
				c24	Web based R/L
				c25	Home Automation 연계기술
				c26	RTOS
				c27	멀티미디어 RTOS

제 5 장 맺음말

현재까지 진행되어온 국가기술개발사업은 장기적인 안목에서의 체계적인 발전계획에 따른 연구개발이었다기 보다는 그때 그때의 수요와 전망에 따른 동시다발적인 사업이 대부분이었다. 선진국에서는 이미, 로드맵 작성을 통해 장기적인 발전계획을 수립하여, 연구개발을 추진하는 효율적인 방법을 실시하고 있다. 우리나라에서도 체계적인 방법으로 로드맵사업을 추진하기 시작하였다는 점은 대단히 큰 의미를 갖고 있다고 본다.

- 본 로봇 기술로드맵에 대한 이해를 돕기 위해 그 작성 범위와 내용, 한계(아쉬웠던 점) 및 향후 로드맵 작성시 보완사항 등을 정리하여 보았다.
- 본 로봇기술로드맵은 개인용 로봇으로 한정하여 전개하였다. 많은 로봇들이 있으나 앞으로 10년을 내다보면 퍼스널로봇이 시장을 주도할 것이라는 보고가 이미 IFR이나 JARA의 보고서에서 쉽게 찾을 수 있다. 서비스로봇과 필드로봇도 중요하지만 응용분야가 매우 다양하여 기술적으로 너무 많은 범위를 차지하므로 우리나라의 적은 인력으로 공략하기 쉽지않고 시장의 전개가 퍼스널로봇이 활성화된 이후에 올 것이라는 예측이 많다. 반면 퍼스널로봇은 그 중요한 기술이 가전제품과 IT를 포함하고 있어 상대적으로 우리나라에서 접근하기 쉬운 분야이다. 따라서 가장 경제적 효과가 크고 성공가능성이 많은 퍼스널로봇을 중심으로 로드맵을 작성하였다. 산업용로봇의 중요성은 매우 높지만 크게 이슈화되는 새로운 내용이 예측되지 않고 기술이 단순 심화또는 복잡화 되는 정도로 예측되므로 여기서는 별도로 다루지 않고 다음 기회로 미루었다.
- 퍼스널로봇이 성공하기 위해서는 많은 부품/재료산업을 바탕으로 로봇 중심 Core기술과 응용 및 주변기술을 필요로 한다. 본 보고서는 로봇의 로드맵을 만드는 것이지 로봇산업을 육성하기 위한 국가적 전략을 만드는 것이 아니므로 부품 및 재료의 중요성을 크게 다루지 않고 있다. 부품이나 재료가 없이는 로봇산업이 성공하기 어렵다는 지적이 많고 이에 찬성하는 의견도 많았지만 본 로드맵에서는 로봇에만 필요한 부품만 다루기로 한다. 즉 일반적으로 로봇이외에도 사용되는 부품은 여기서 다루지 않았다.
- 본 사업추진에 있어서의 기본철학은 한국의 로봇산업이 어떻게 21세기 국제사회 환경 속에서 Needs에 대응해 가며, 국제적인 리더쉽을 확보할 수 있을까? 또, 어떻게 거대잠재 수요가 예상되는 신산업으로

육성하기 위한 발판을 마련할 수 있을까? 하는 점이였다. 그러한 의미에서, 10여년 안에 거대시장이 형성될 수 있는 로봇으로서는 어떠한 형태가 유망한가를 분석하였고, 개인용로봇 중심의 산업 육성, 향후 10년간의 기술개발 로드맵, 정부주도 기반구축, 벤처중심 산업화, 그리고 로드맵을 기반으로 하는 기술개발과 지속적인 전략목표의 추진이 중요하다는 점을 강조하였다.

- 본사업에 있어서 로봇위원회는, 우선 국제적인 기술동향 및 시장동향의 자료를 수집·분석하여, 21세기에 주목되는 로봇으로서 개인용로봇을 주목, 시장을 조사·전망하였다. 그리고 로봇기술의 본질적 문제와 난이도를 분석하기 위하여 운동기술, 제어기술, 인지기술, 시스템기술을 분과로 나누어 활동하였다. 이러한 중간결과를 토대로 4개의 제품군, 즉, 가사용 로봇, 생활지원용 로봇, 여가교육용 로봇, 그리고 공공복지용로봇으로 위원회를 재편하여, 한국의 현 실정을 조사하고 10년간 한국이 추진해야 할 기본적인 전략과 로봇제품의 개발시기, 로봇의 이미지 시나리오, 세부기술에 대한 개발스케줄을 제시하였다.
- 본 로드맵 사업에서는 그리 상세히 다루지 못하였지만, 간과해서는 안 될 점으로는 모듈화, 표준화의 중요성이다. 국제시장의 선점과 대량생산, 그리고 기술역량결집을 위해서는 표준연구를 바탕으로 조직적인 로봇기술을 개발해야 한다. 대량생산을 염두에 두지않는 로봇산업은 자생력이 없다고 보여진다. 산업의 규모화는 자연적으로 현재 한국이 안고 있는 문제, 즉, 부품의 해외의존문제에서 해방을 유도하게 된다고 본다. 특히 개인용 로봇은 선진국도 초기단계이며, 이에 대한 핵심부품은 아직 주도업체가 출현하지 않은 단계이다. 한국의 장점인 개발의 신속성, 대담한 투자, 산업의 활력, 교육열을 적절히 유도하면, 로봇산업은 한국이 자랑할 수 있는 신산업으로 육성이 가능하다고 판단된다.
- 기술내용을 현재 시점에서 10년을 내다보고 구체화하는 것은 매우 어려운 일이다. 또 과제기획을 하는 것이 아닌 이상 구체화의 요구도는 높지도 않다. 많은 사람들이 과제기획으로 오해하는 경우가 있었다. 이 로드맵은 과제기획의 전단계에 해당하며 어떤 로봇이 어떤 시기에 활동한 것인가 하는 것을 합리적으로 예측하고 이에 필요한 핵심기술을 분석한 결과가 중요 내용이다. 이를 바탕으로 우리 사회가 준비를 하는 것이 필요한데 과제기획은 그 중에 하나에 해당한다고 본다. 수치화된 내용은 가능한 한 많이 있으면 좋겠지만 매우 주관적인 수치화는 배제하는 것을 원칙으로 로드맵을 만든다. 가장 중요한 것은 어떤 기능의 로봇이 인간사회에서 활동할 것인가를 예측하는 것이라고 본다. 그 로봇들의 성능은 인간사회에서 받아들여질 수 있는 높은 수준

정도로 이해하면 좋겠다.

- 본 로드맵에 나오는 많은 기술들이 산업용에서 이미 개발된 기술일 수도 있으며 또 이미 어느 정도 연구결과가 나온 것도 있지만 퍼스널로봇을 바탕으로 완전히 시장에서 받아들여질 수 있는 시기를 기준으로 현실적인 기술로드맵을 만든다. 그 결과 매우 혁신적인 내용의 기술이 소홀하게 다루어질 수 있는 아쉬움을 가진다.
- 본 로드맵은 항상 지속적인 Upgrade를 전제로 한다. 3년 뒤에는 오늘의 예측과는 매우 다른 모습을 가질 정도로 발전되어 있을 것이다. 그리고 퍼스널로봇 이외의 로봇이 중요하게 예측되는 시기도 곧 올지 모른다. 정부에서도 이를 잘 이해하고 있으며 지속적인 Upgrade를 기대하고 있다.
- 퍼스널로봇은 일반인이 사용자라는 점에서 주부나 학생들이 기획에 설문조사 형식으로 참여하거나 또는 사회예측이 가능한 연구원들이 참여하는 것도 고려되어야 하는 것이 좋겠지만 본 로드맵에서는 이르지 못한 것이 아쉬운 점이고 앞으로의 로드맵에서는 이러한 타분야의 사람들의 의견을 반영하는 노력을 하는 것이 중요하다고 본다.

본 로드맵 작업은 로봇분야에 대한 국내 첫번째의 시도로서, 여기에서의 제시내용은 시대적, 기술적, 환경적 요인으로 다소간의 변동이 있을 수도 있으며, 작업테크닉의 미숙으로 중요한 요인을 놓쳤을 지도 모른다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 로봇산업시장과 기술의 미래는 우리가 만들어가야 한다는 점이다. 그러한 의미에서도 시대적 상황변화에 적절히 대처해 가며 주기적으로 개술개발전략을 보완해가는 것이 중요하다고 판단된다.

마지막으로 여기서 도출된 결과가 로봇산업 발전과 연구개발사업의 주요 가이드라인으로 폭 넓게 이용되기를 기대하며, 이 사업에 많은 의견을 주신 로봇전문가, 업체, 그리고, 많은 시간을 할애하여 수고해주신 각 위원 여러분의 노고에 감사드립니다.

References

- [1] 차세대퍼스널 로봇시장, 야노 경제연구소, 1999.
- [2] 일본 로봇산업현황과 전망, 일본로봇공업회, 1997.
- [3] World Robotics, IFR 1999.
- [4] 아시아 robot 시장 동향조사 보고서, 일본로봇공업회, 1998.
- [5] 로봇핸드북, 일본로봇공업회, 1997.
- [6] 이호길외, Construction Robot 개발을 위한 기획사업, 통상산업부, 1997.
- [7] The Service Robot Market ISRA, 1995.
- [8] <http://www.incx.nec.co.jp/robot/english/index.html>
- [9] <http://www.geckosystems.com/>
- [10] <http://www.cybermotion.com/html/products.html>
- [11] <http://www.world.sony.com/Electronics/aibo/>
- [12] Won-Kyung Song, Heyoung Lee, Zeungham Bien, KARES:
Intelligent wheelchair-mounted robotic arm system using vision and
force sensor, Robotics and Autonomous System 28 (1999) 83-94
- [13] Hiroaki Kitano, Masahiro Fujita, Stephane Zrehen, Koji Kageyama,
Sony Legged Robot for RoboCup Challenge, Proceeding of the 1998
IEEE International Conference on Robotics & Automation Leuven,
Belgium May 1998.
- [14] R.D.Schraft, C. Schaeffer, T. May, Care-O-bot: The Concept of a
System for Assisting Elderly or Disabled Persons in Home
Environments, IEEE, 1998
- [15] Taketoshi Mori, Tomoasa Sato, Robotic Room: Its concept and
realization, Robotics and Autonomous Systems 28 (1999) 141-148.

- [16] <http://www.robotics.co.kr/yeangoo/mrbl.htm>
- [17] Wellman, P., Krovi, V., Kumar, V. and Harwin, W. "Wheelchair with Legs for People with Motor Disabilities," IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, Vol. 3, No. 4, 1995, pp. 1716–21
- [18] T. Trittin, A. Graser, "Visual feedback in Automation", Proc. EUFIT '96 Fourth European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, Aachen, Germany, September 2. –5., 1996, vol. 3 pp.1716–21.
- [19] L.V. Litvinscva, T.Tanaka, K.Yamafuji, V.S. Ulyanov, Intelligence Computing for Direct Human–Robot Communication Using Natural Language and Cognitive Graphics, 1997 IEEE
- [20] <http://www.cybermotion.com/html/products.html>
- [21] <http://www.dajin.com>
- [22] <http://www.minolta.com/>
- [23] <http://www.hfg-gmuend.de/>
- [24] <http://www.gadgetmad.com/reviews/cye-sr.htm>
- [25] <http://bluetooth.7layers.de/home>
- [26] <http://countersys.com/tech/bluetooth.html>
- [27] Andrew Seybold, Bluetooth Technology: The Convergence of Communications and Computing,
<http://www.gsmdata.com/artblue.htm>

[주의]

1. 이 보고서는 산업자원부에서 시행한 산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 연구내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 산업자원부에서 시행한 산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.