

# 지능형 서비스 로봇

## 1. 개요

### 1.1. 추진경과 및 중점 추진방향

#### • 추진경과

- 지능형로봇 분야는 2003년(Ver.2004)부터 표준화가 추진되었음. Ver.2004의 경우는 정보통신부가 주체가 될 수 있는 소프트웨어 및 정보통신 기술과 관련된 지능형로봇의 중점기술, 즉 통신인터페이스 방법 및 프로토콜, API 인터페이스 방법 및 프로토콜, 로봇 OS 및 미들웨어, Human-Robot Interaction, 로봇 지능지수의 표준화 등을 표준화 항목으로 선정하여 추진함
- 2004년(Ver.2005)에는 정보통신 분야의 관점에서 볼 수 있는 지능형서비스로봇의 제 분야를 보다 구체화하고 범위를 넓혀 중점 항목을 선정함. 중점 표준화 항목으로 성능확보 및 안전성, 서비스 및 보안 인증 기술, 로봇 소프트웨어 플랫폼 기술, 인간-로봇 커뮤니케이션 기술, 네트워크 시스템 기술, 유비쿼터스 로봇 에이전트 기술 등을 표준화 대상 항목으로 선정함
- 2005년(Ver.2006)에는 산업자원부의 표준화 작업을 포함한 프레임 워크라는 원칙하에 추진하였으며 이에 따라 전반적인 중점항목 및 세부요소가 결정됨. 전체적인 내용의 변화와 범위도 정보통신에 국한되지 않고 하드웨어에 대한 표준 및 성능, 안전성 및 그 평가기술에 대한 부분까지 포괄적으로 포함시켰음
- 2006년(Ver.2007)에는 중점표준화 항목을 지능형로봇의 구성 scope에 따라 분류해 보았다. 즉, 로봇 자체를 구성하는데 필요한 지능형로봇 시스템기술, 로봇과 주변과의 관계를 규정하는 로봇-인간-환경 상호작용, 그리고 로봇의 적용과 관련된 서비스 및 활용기술로 3분류하여 그에 따른 세부기술을 분석하고 로드맵을 작성하였음

〈표 1〉중점 표준화항목의 비교표

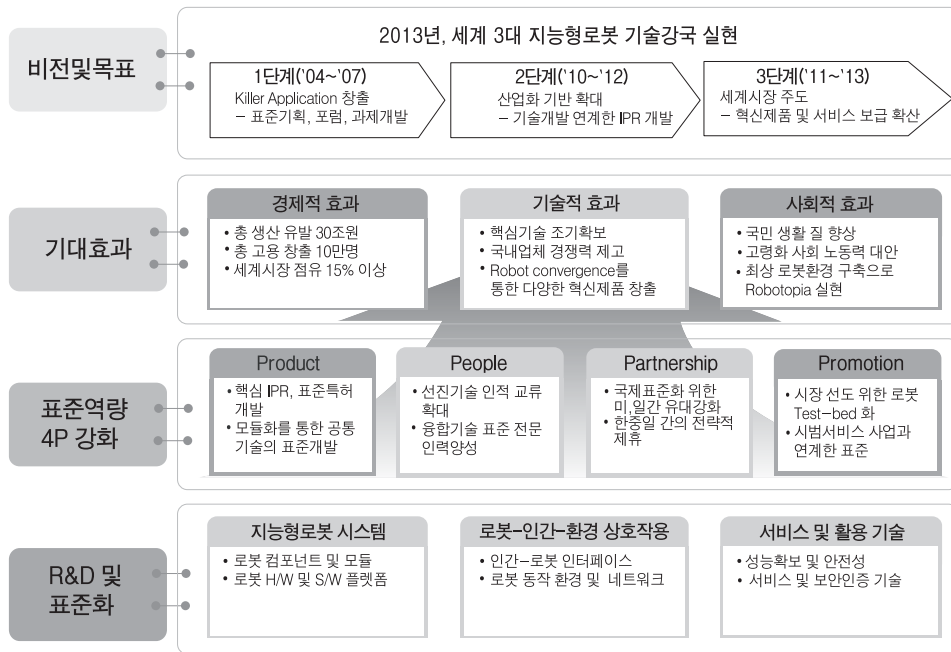
2004년(Ver.2005)	2005년(Ver.2006)	2006년(Ver.2007)
로봇 소프트웨어 플랫폼 기술	지능로봇 하드웨어 컴포넌트 및 모듈	지능형로봇 시스템기술
유비쿼터스 로봇 에이전트 기술	지능로봇 플랫폼	
인간-로봇 커뮤니케이션 기술	인간-로봇 인터페이스	로봇-인간-환경 상호작용
네트워크 시스템 기술	로봇 동작 환경 및 네트워크	
성능확보 및 안전성	성능확보 및 안전성	서비스 및 활용기술
서비스 및 보안 인증 기술	서비스 및 보안인증 기술	



• 중점 추진방향

- 2007년(Ver.2008)에는 그동안 수행해온 국내표준을 기반으로 실질적인 제품적용을 통한 산업 확산과 국제 표준 추진을 위한 기반 구축을 기본 방향으로 설정함. 또한 안전성 및 평가/측정 방법 등의 표준을 강화하고 인증을 위한 산업화 기반 확대에 집중함
- 지능형로봇표준포럼과 지능형 서비스로봇 프로젝트 그룹 PG413의 실제 표준작업 및 RUPI 기본안을 반영하는 실질적인 중점표준 추진 계획 수립을 수립함

## 1.2. 표준화의 Vision 및 기대효과



〈그림 1〉 지능형 서비스로봇 기술 및 표준화 비전

### 1.2.1. 표준화의 필요성

기술과 환경을 공유할 수 있게 하여 개발 및 산업 기반을 확충하고, 이머징 마켓으로서 시장을 창출하며 세계적 경쟁력을 확보하기 지능형로봇의 핵심기술에 대한 모듈화와 표준 개발이 시급함

#### • 기술적 측면

##### - 지능형 로봇은 핵심 제품기술

- 국내 제조업의 공동화 방지를 위해 경쟁력 있는 표준화된 로봇/자동화기술의 확보가 필수
- 지능형 로봇 기술표준화 및 인터페이스의 기준과 방법을 제공함으로써 개발효율을 극대화
- 지능 기반과 표준화의 구축으로 지능형 로봇 산업의 확산과 기술을 선도
- 로봇산업은, 전자, 통신, 반도체, 전지, 디스플레이 기술의 Convergence 산업이 되므로, 이들 기술과 관련해서 표준화가 필수

##### - 지능형 로봇 산업 방향을 선도하는 기술로서 선행표준 필요

- 표준화에 의한 효율적 개발체계 확립으로 로봇 관련 부품 및 기술의 기준을 제시하여 표준화 및 국산화 유도, 중소, 벤처기업의 연구개발 및 기초 핵심기술 개발 활성화
- 표준모듈을 이용한 지원 체계의 구축으로 한국 기술의 신뢰성 제고
- 컴퓨터, 자동차를 거쳐 지능형 로봇으로 이르는 Robot convergence를 통하여 혁신을 이룰 수 있고 유비쿼터스 네트워크의 결합으로 정보공간 확장 및 서비스를 제공하는 측면에서 정보공간과 실세계 연동의 인터페이스를 실현하는 첨단 융합기술이므로 내부적 또는 외부적 기술의 융합을 위해서는 표준화가 절실

#### • 산업구조 측면

##### - 새로운 지능형 로봇과 서비스의 출현에 따른 다양한 신산업의 출현

- 다양한 로봇 지원 산업(부품, 소재 등)과 로봇 응용 산업(서비스)의 탄생에 따른 산업적 표준이 필요
- 2차 산업인 제조업 기반 위에 3차 응용 산업기술의 결합체로서 표준의 선점은 매우 중요

##### - 대부분의 국가주력 산업에서 로봇은 생산경쟁력의 핵심

- 표준화에 의한 타 제조업의 생산경쟁력 강화로 국내 제조업 공동화 방지, 타 성장동력산업의 생산경쟁력도 로봇에 의존
- 표준화에 따라 자동화, 기계, 전자, IT 분야 등에 미치는 경제적 파급효과 막대, 부품소재산업 육성, 에너지 절약형 경제구조, 중소기업 활성화 등에 적극 기여, 기반기술 확산과 적극적인 기업지원으로 체계적 지능로봇 산업육성과 서비스 구조 구축 가능

##### - Robot Convergence 산업의 지속적인 발전을 위해 로봇 표준화는 매우 중요

- 정밀전자, 디스플레이, 반도체, 전지, 통신의 주요시장이 컴퓨터에서 자동차를 거쳐 로봇으로 이동



◦ 다양한 형태로 발전 가능하고 시장도 다변화되는 표준화 필요성 높은 분야로 표준화에 따라 새로운 산업 및 서비스가 창출되고 창출된 서비스에 의해 새로운 형태의 로봇의 수요가 촉진되는 상승효과를 가짐

#### • 국민경제 측면

- 최근 지능형 로봇은 자국 기술력의 과시로 활용되며 21세기 유망산업으로 분류, 선진국도 국가전략산업으로 육성
- 전세계적으로 거대 규모 시장의 초기 진입 단계로 선진국들과 동시에 지능로봇 기술의 표준화 기반 확보 가능
- 단기 5년 중장기 10년 후에 세계시장 주도권을 형성가능하며 동 분야 국제 경쟁력 확보가능. 표준화는 산업의 활성화 토대 마련과 글로벌마켓에 대한 경쟁 우위를 가져다 줌
- 출산을 감소 및 고령화 사회 진입에 따른 노동력대체 및 노인복지, 생활·재활지원 로봇 등, 미래 생산과 국민복지 차원의 유일한 수요대응책
- 우리나라는 초기노령화사회 진입(2000년, 65세 이상 7.5%) 및 5~10년 후 제조업 취업자의 노령화 예상 (산업기술평가원, 2005.3) 등에 따라 표준화 작업이 필수
- 노령화 등 사회적 변화로 인해 표준화된 사용과 동작이 보다 요구됨. 따라서 지능형서비스에 대한 표준이 중요함. 인간과의 협업 등 일자리 창출 및 지속적 경제성장 면에서도 지능형 로봇의 표준이 지대한 역할을 할 것임

#### 1.2.2. 표준화의 목표

표준화된 구성요소 및 시스템 통합 기술로서 산업기반을 구축하고 이용환경 및 사용자 관련 표준 확립을 통해 시장을 창출하여 세계 표준의 선도할 수 있는 지능형 로봇 표준기술의 연구개발, 교육 및 보급 촉진

- 신성장 동력산업으로 추진되고 있는 범부처별 지능형로봇 기술 개발 사업의 연구 성과물 및 지능형로봇표준포럼의 산업체 실태 및 수요 등을 반영한 기술표준 개발을 추진함
- 지능형로봇 산업기술로드맵과 기술수준조사보고서를 기반으로 실제 산업을 활성화하고 경쟁력을 확보할 수 있는 기술표준 개발을 추진함
- 가장 시장이 먼저 열린 청소로봇과 관련된 성능평가 및 안전성 등 시장 활성화를 도모할 수 있는 실질적인 표준안 개발을 우선으로 하며 용도에 따른 로봇 시스템의 표준화를 수행함
- 2007년까지 지능형 서비스로봇 프로젝트그룹(PG413) 및 지능로봇표준포럼을 통하여 국민로봇의 인증관련 표준 제정(RUPI ver1.0)과 URC 지능형로봇 통합 S/W 플랫폼 및 표준규격(안)을 개발하여 시범사업을 위한 표준 기반 구축
- 범부처적으로 공유할 수 있는 기술 부분에 대한 검토와 이를 위한 표준화 안을 2006년까지 확정하고 별도로 플랫폼 표준화를 위한 단체표준화를 진행함
- 2012년까지 ISO TC184/SC2 및 OMG를 통하여 “지능형로봇 성능확보 및 안전성”과 “로봇 동작 환경 및 네트워

크”에 대한 국제표준(안) 개발을 적극적으로 주도하여 관련 표준특허 10%-30% 획득

### 1.2.3. Vision 및 기대효과

표준화된 소프트웨어 모듈을 기반으로 구축되는 지능형 로봇을 외부접속을 통해 창출되는 표준화 서비스를 통하여 지능형 로봇산업 육성과 수출 촉진

축적된 표준기술을 바탕으로 국제 경쟁력 확보와 국제표준을 선도

#### • 비전

- 2013년, 세계 3대 지능형 로봇 기술 강국을 위한 기반
  - 다양한 로봇 제품 신속화/효율적 창출을 위한 기초로서의 표준화
  - 최상의 로봇 산업 환경을 위한 도구로서의 표준화
  - 세계시장을 선도하기 위한 표준화를 통한 국가적 Robot Test-bed화

#### • 기대효과

- 세계적으로 거대 규모 시장의 초기 단계로 최첨단의 하이테크가 될 지능형 로봇 분야에서 일본을 필두로 한 미국, 유럽 선진국과 거의 동시에 지능형 로봇 기술의 표준화 기반 확보 가능
- 단기 5년 중장기 10년 후에 세계시장 주도권을 형성할 수 있는 지능형 로봇 기술표준화 지원으로 동 분야 국제 경쟁력 확보가능. 또한 인간사회에 공존하게 될 지능형 로봇의 표준화작업에 의해 제조 및 활용 기반을 구축하여 산업의 활성화 토대를 마련. 국제표준에 부합하는 국가표준을 조기에 확립함으로써 우리기업이 글로벌마켓에 진출함에 있어 표준화에 따른 경쟁 우위를 확보할 수 있음
- 지능형 로봇은 표준기반 확보를 통한 목표지향적 연구개발로 세계적 경쟁력을 확보할 수 있는 분야로 지금까지의 기술적 성과 (전자, 반도체, 정보 등)을 토대로 연계 추진이 가능하고 우리 전략산업의 기술 수준을 한 단계 끌어올릴 수 있는 핵심고리
- 지능형 로봇에 따른 사회적 활용 및 문제에 대한 기준, 표준을 마련함으로써 자동화 분야, 기계, 전자, IT 분야 등에 미치는 경제적 파급효과 막대, 부품소재산업 육성, 에너지 절약형 경제구조, 중소기업 활성화 등에 적극 기여, 기반 기술 확산과 적극적인 기업지원으로 체계적 지능형 로봇 산업육성과 서비스 구조 구축 가능
- 표준화에 따른 효율적인 개발체계가 확립됨에 따라 로봇 관련 부품 및 기술의 기준을 제시하여 표준화 및 국산화 유도. 또한 중소, 벤처기업의 연구개발 활성화 및 기초 핵심기술 개발 활성화
- 인간공존형 지능형 로봇 산업은 다양한 형태로 발전 가능하며 그에 따라 시장도 가장 다변화되며 주어진 표준의 방향에 따라 새로운 산업 및 서비스가 창출되기도 하고 창출된 서비스에 의해 새로운 형태의 로봇의 수요가 촉진되는 상승 효과를 가짐



## 국가 로봇산업 비전

2013년, 세계 3대 지능형로봇 기술강국 실현

- Robot Convergence를 통한 다양한 혁신제품 창출
- 최상의 로봇산업환경 구축으로 Robotopia 실현
- 로봇시장을 선도하는 Robot Teast-bed Country

### 지능형 로봇 기술 표준체계



〈그림 2〉 지능형 서비스로봇 기술 표준의비전

## 2. 국내외 현황분석

### 2.1. 중점기술개요

#### 2.1.1. 중점기술 및 표준화항목의 정의

- 중점기술의 정의

복합적인 하드웨어 기술로 구성된 로봇에 지능을 부여하여 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령 및 감정을 이해하고, 반응하며 정보통신 기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공하는 지능형 로봇을 위한 기술로서 기능실현과 지능 구현을 위한 컴포넌트/모듈 및 플랫폼 실현, 인간을 포함한 환경 및 네트워크, 그리고 성능 평가, 안전성, 서비스, 보안/인증 등과 같은 제반 필요 기술

- 지능형 로봇은 고유한 기능을 수행하는 여러 컴포넌트 및 모듈로 구성되어 있고 그 로봇 기능은 구성된 컴포넌트 또는 모듈간의 통합으로 이루어진다. 따라서 각 컴포넌트와 모듈 기술에 대한 표준이 확립되어야 모듈 간의 기능이 정의되고 그에 따라 지능형 로봇이 구성되고 확산될 수 있음
- 지능적인 기능을 구현해야 하고 다양한 동작을 수행하는 지능형 로봇은 하드웨어 및 소프트웨어 집약적인 특성을 가진다. 특성화된 지능형 로봇 플랫폼 기술과 그에 따른 표준 확립에 의해 동작과 기능이 입력되며 서비스 또한 정의될 수 있음. 표준화된 플랫폼과 그에 대한 인터페이스에 의해서 저변인력이 구축되고 산업이 활성화 됨
- 지능형 로봇은 인간과 현실공간을 공유하고 상호작용하면서 인간과 서로 커뮤니케이션(대화, 접촉, 조작 등)을 하고 인간의 명령과 감정을 이해하고, 이에 따라 반응하고 자신의 감성을 표현할 수 있는 인간 지향적 로봇이며 따라서 인간공존에 대한 표준과 지능형 로봇에 대한 인간과의 인터페이스 기준 및 그 확보 기술이 요구됨
- 환경의 인식, 정보의 획득, 지능적 판단, 자율적인 행동 등의 인공지능 기술을 사용하고 정보통신기술을 바탕으로 인간에게 다양한 형태의 서비스를 제공하는 로봇으로서 다수의 지능형 로봇 간의 정보전달 및 정보통신기술을 바탕으로 한 네트워크 기능이 필요하며 그에 따라 서비스 및 정보전달이 이루어지므로 로봇 동작 환경과 네트워크에 대한 표준이 요구됨
- 정보통신 기능 및 시스템을 성능을 위한 표준 및 그 지능수준 정도에 대한 표준화가 요구되며 신뢰성을 포함한 평가 및 안전성 확보 기술이 필요함
- 인간과 밀접한 상호작용을 가지며, 사용자 인증에 의하여 다양한 계층적 서비스를 제공하므로 서비스에 대한 표준과 이에 따른 보안인증이 필요함

- 표준화항목의 정의

- 지능형로봇은 복합적인 하드웨어 기술로 구성된 로봇요소에 소프트웨어인 지능을 부여하여 서비스를 제공하는



기계, 전자, 정보, 생체공학의 복합체로 정의할 수 있음. 따라서 지능형 로봇자체 구현에 필요한 표준(로봇 내부의 표준)으로서 지능형로봇 시스템 기술을 표준화 대상 항목으로 선정함

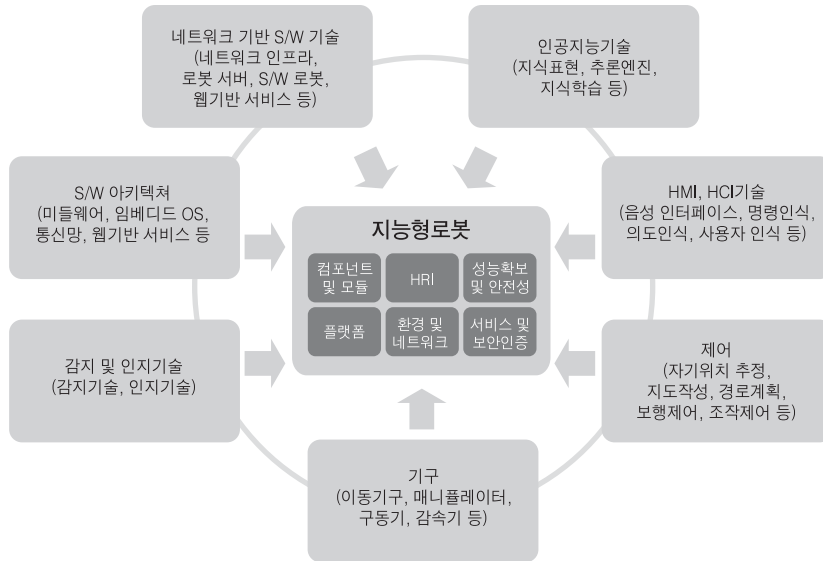
- 지능형로봇이 서비스를 제공하기 위해서는 로봇 사이의, 또는 로봇과 인간, 네트워크를 포함한 환경 간의 다양한 인터랙션이 요구된다. 이처럼 기능 및 서비스를 제공하기 위한 대상 또는 환경에 관련된 표준(로봇 외부의 표준)으로서 로봇-인간-환경 상호작용 기술에 대한 표준이 필요함
- 지능형로봇의 기능 및 사용과 관련하여 성능평가와 안전성 등이 우선되어야 하며 로봇에 의해 주어지는 부가적인 서비스 또는 파생되는 제반사항에 대한 표준(기반적 측면의 표준)으로서 서비스 및 활용기술의 표준이 포함됨

〈표 1〉 지능형 서비스로봇의 표준화 항목 및 내용

구분	정의	대상 표준화항목	표준화 내용
지능형로봇 시스템 기술	지능형로봇 구현에 필요한 모듈화된 요소들과 이를 통합하는데 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 기술.	지능로봇 H/W component 및 모듈	- 지능형 로봇 어휘 표준 - 로봇 하드웨어 모듈간 인터페이스, - 지능로봇의 하드웨어 및 하드웨어 모듈 아키텍처
		지능로봇 플랫폼 기술	- 지능 로봇 S/W 아키텍처 - 지능 로봇 S/W 라이브러리 API - 지능 로봇 미들웨어
로봇 - 인간 - 환경 상호작용	로봇과 로봇, 로봇과 인간, 로봇과 환경 간의 상호작용을 위한 인터페이스 기술 및 이를 접속시켜주는 네트워크 기술	인간-로봇 인터페이스	- 지능로봇용 사용자인식 및 표현모델링 - 인간-로봇 인터페이스 모델링 - 지능로봇용 영상 및 음성처리 API - 지능로봇용 화자, 음원 제스처인식 API - 지능로봇용 영상데이터 파일 포맷 및 교환 기술
		로봇 동작 환경 및 네트워크	- 통합 개발환경 인터페이스 표준 - 지능로봇용 네트워크 프로토콜 - 지능로봇용 통합 동작 환경 기준 - 서버-지능로봇간 네트워크 통신 QoS - 지능로봇 보안 및 QoS 지원 - 지능로봇 서비스간 네트워크 정합 연계 기술 - 유비쿼터스 상황/행동 인식 - 유비쿼터스 센싱 및 자율주행
서비스 및 활용기술	로봇의 사용에 선행되어야 할 성능평가와 안전성 또는 로봇이 제공하는 부가적인 서비스의 정의 및 기타 파생되는 제반사항과 관련된 기술	서비스 및 보안인증 기술	- 지능로봇 콘텐츠 및 서비스 관련 표준 (서비스 서술, 모델링, 변환 등) - 지능로봇 서비스 서술 - 지능로봇 네트워크 및 시스템 보안 기술 - 지능로봇 사용자 인증 기술 - 지능로봇 인증 및 과금 기술 - 지능로봇 생체기반 사용자 인증 기술
		성능 확보 및 안정성	- 지능로봇 센서(마이크, 카메라, 초음파 등) 성능평가 척도 - 요소 기술 모듈(음성 캡처 처리, 음성 인식, 영상 인식 등) 성능평가 기준 - 청소로봇 기능 및 성능 평가 - 지능로봇용 기능 및 성능 시험 및 평가 기술 - 지능로봇용 신뢰성/안전성 기준 및 평가기술 - 자율 및 지능 평가

## 2.1.2. 연관기술 분석

## • 연관기술 관계도



〈그림 3〉 지능형 서비스로봇의 연관기술 관계도

## • 연관기술 분석표

연관기술	내용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
네트워크 기반 소프트웨어 기술	네트워크 인프라 기술, 로봇 서버 기술, 소프트웨어 로봇 기술, 웹기반 로봇 서비스 기술	없음	ITU, RIA	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	프로토타입	구현
인공지능	지식 표현, 추론 엔진, 지식 학습	없음	IEEE	기획	기획	설계	프로토타입
소프트웨어 아키텍처	자율 행위선택 메커니즘, 미들웨어, 임베디드 운영체제, 로봇 통신망, 웹기반 로봇 서비스 기술	없음	OMG, ITU, IEEE	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	설계	프로토타입
인간-기계/컴퓨터 인터페이스	사용자 인식, 명령 인식, 의도 인식, 음성 인터페이스	없음	IEEE	기획	기획	설계	프로토타입
감지 및 인지기술	시각, 청각, 촉각, 후각, 미각, 공간감각, 복합 감각(환경), 생체인식 등	기술표준원	ISO/IEC JTC1 SC31, IEEE	표준안 개발/검토	표준안 제정	상용	상용
제어	자기위치 추정, 지도 작성, 경로 계획, 보행 제어, Manipulator 제어	없음	ISO	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	프로토타입	구현
기구	이동기구, manipulator, 구동기, 감속기	기술표준원	ISO	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	프로토타입	구현



〈표 3〉 연관기술 분류에 따른 지능형로봇 세부기술 분야

감지 및 인지기술	감지 기술	감지 기술, 시각센서 제작 기술, 청각센서 제작 기술, 거리(적외선, 초음파 레이저) 센서 제작 기술, 기타 센서(후각, 미각등) 센서 제작 기술
	인지기술	시각 인식 기술, 청각 인식 기술, 촉각 인식 기술, 후각 인식 기술
인간로봇 상호작용	사용자 인식	얼굴검출 및 인식 기술, 화자 인식 기술, 신체 특징 인식 기술, 사용자 추적 및 관리 기술
	명령 인식	주의집중 기술, 음원추적 기술, 제스처 인식 기술, 목표물 추적 및 추종 기술
	의도 인식	표정인식 기술, 학습추론 기반 상호작용 기술
	음성 인터페이스	음성인식 기술, 음향인식 기술, 음성합성 기술
제어	자기위치 추정	Dead Reckoning 기술, 인공 표식 인식 기술, 자연 표식 인식 기술, 위치 정보 융합 기술
	지도 작성	환경 정보 등록 기술, 지도 관리 및 수정 기술
	경로 계획	전역 경로 계획 기술, 지역 경로 계획 기술, 장애물 회피 기술
	보행 제어	이족/사족/육족 보행 기술
	Manipulator 제어	Soft Manipulation 기술, 여유 자유도 제어 기술, 파지 제어 기술
로봇 지능	지식 표현	논리 기반 지식 표현 기술, 인지 기반 지식 표현 기술, 의도 파악 기술
	추론 엔진	추론엔진 기술, 내장형 추론엔진 기술, 시공간지식 추론 기술, 로봇 행위 제어 기술
	지식 학습	기호기반 학습기술, 부기호기반 학습기술, 개성 표출 기술, 대화기반 학습 기술
로봇 소프트웨어 아키텍처	자율 행위선택 메커니즘	기변우선순위 결정기술, 행위선택 학습기술
	미들웨어	로봇응용 배포 기술, 실시간 분산제어 미들웨어 기술
	임베디드 운영체제	커널 경량화 기술, 실시간 스케줄링 기술
	로봇 통신망	실시간 제어통신 프로토콜 기술, 네트워크 디바이스 드라이버 기술, 네트워크 프로토콜 스택 기술
	로봇 개발 환경	개발 방법론 제작 기술, 개발 도구 제작 기술
네트워크 기반 로봇 소프트웨어 기술	네트워크 인프라 기술	유무선 실시간 네트워크 기술, 로봇 통신 프로토콜 기술, 원격 로봇 보안 프로토콜 기술, 센서 네트워크 활용 기술
	로봇 서버 기술	고가용성 서버 기술, 분산 처리 미들웨어 기술, 로봇 서비스 운용 기술
	소프트웨어 로봇 기술	상황인지 기술, 동적 적응 기술, 이동 에이전트 기술, 소프트웨어 인터페이스 기술
	웹기반 로봇 서비스 기술	시멘틱 서비스 탐색 기술, 로봇 서비스 프로세스 제어 기술
기구	이동기구	limbed vehicle 제작 기술, wheeled mobile robot 제작 기술
	manipulator	팔 및 링크 제작 기술, 손목 제작 기술, 손 제작 기술, 눈,목 기구 제작 기술
	구동기	스마트 액츄에이터 제작 기술, 서보 모터 제작 기술, 신개념 구동기 제작 기술
	감속기	harmonic drive, rv 감속기, planetary gear 제작 기술

## 2.2. 시장 현황 및 전망

- 국내 로봇산업의 시장규모는 3,000억원으로 경제적으로 소규모 산업이나 세계시장 점유율 1%로 타산업에 미치는 파급성 높은 산업임
- 자동차 이상의 전후방효과를 가진 산업으로 2020년경에는 자동차시장의 규모를 능가하는 거대 산업
- 로봇산업의 세계시장 규모는 약 200억불로 '10년에는 1,500억불 규모로 추정되며, 생산규모는 일본이 1위이고 한국은 5위 수준

〈표 4〉 세계 및 국내의 로봇시장 규모

구 분		현재 시장규모	예상 시장규모	
			2010년	2020년
세계 시장규모(억불)		200	1,500	5,000
한국시장 규모 (억원)	산업용 로봇	2,700	40,000	400,000
	비제조용 서비스 로봇	300	60,000	600,000
	계	3,000	100,000	1,000,000

※ 산출근거 : IFR World Robotics 2002, 21C FA Vision, 2002, 국내정보산업편람, 2003

### 2.2.1. 국내 시장 현황 및 전망

- 현재 국내 로봇산업은 산업용로봇 위주로 약 2,000억원 규모의 시장을 형성하였으나 2020년 로봇산업의 시장규모는 약 100조원에 이를 것으로 추정됨

〈표 5〉 국내 로봇산업 규모

구 분	2005년	2010년	2020년
제조업용 로봇	5,000억원	3조원	25조원
필드 로봇	100억원	1조원	15조원
서비스 로봇	500억원	6조원	60조원
계	5,600억원	10조원	100조원

자료 : 전자부품연구원, 가정용서비스로봇, KETI 전자정보센터, 2004, 12, p.8.

- 국내 서비스 로봇 시장규모는 2008년을 기점으로 하여 폭발적으로 성장할 것으로 추정되고 있으며, 한국의 시장규모가 일본의 1/25에 불과할 것으로 보임. 그러나 2020년경 한국의 로봇시장규모가 세계 시장규모의 10%에 달할 것으로 추정하고 있음
- 실제로 국내 로봇시장 성장률은 세계에서 유래를 찾아볼 수 없을 정도로 빠른 성장을 보이고 있으며 2020년이면 1가구당 로봇 1대를 보유하는 수준에 이를 것으로 보임



- 현재 국내 로봇 산업은 세계 4위의 수준으로 IT분야 벤처기업의 활성화 등의 산업여건을 고려해 볼 때, 서비스 로봇은 매우 중요한 산업으로서 인접 산업분야를 선도할 수 있고, 고부가가치를 창출할 수 있는 분야임
- 국내 로봇산업은 시장규모 세계 6위, 사용대수 5위, 로봇밀도(생산자 1만명당 로봇대수) 3위(World Robotics, 2004)이며, 제조업 중심의 산업기반으로 국내 로봇 수요는 세계적 수준
  - 산업비중이 큰 자동차, IT산업의 로봇적용을 상승: 58,357대(2003)→81,132대(2004) [한국공작기계협회, 2005.2]
  - 세계 3대 로봇 기업 한국진출: Fanuc, ABB, Yaskawa

(표 6) 세계로봇 시장 현황

순위	시장규모 [M\$]	산업용 로봇 설치대수 [대]	로봇 사용대수 [대]	로봇밀도[대/10,000명]
1	일본: 1,134	일본: 31,588	일본: 348,734	일본: 322
2	미국: 889	독일: 13,381	독일: 112,693	독일: 148
3	독일: 754	미국: 12,693	미국: 112,390	한국: 138
4	이탈리아: 444	이탈리아: 5,198	이탈리아: 50,043	이탈리아: 116
5	프랑스: 176	한국: 4,660	한국: 47,845	스웨덴: 99
6	한국: 123	프랑스: 3,117	프랑스: 26,137	핀란드: 78

자료: IFR World Robotics 2004

- 제조업의 퇴조와 함께 IT, BT, NT 등 미래 첨단산업의 부상과 취미, 오락, 복지 등 비 산업 분야의 기술수요가 급증하면서 로봇의 수요도 산업현장을 벗어나 사람과 동일한 공간에서 사용될 수 있는 지능형 로봇 분야로 확산되고 있는 추세임
- 경쟁력 있는 2차 산업인 제조기술 기반 위에 세계적으로 우세한 3차 산업인 정보서비스기술(IT)의 결합체인 2.5차 산업으로서의 지능형 로봇은 세계적인 경쟁력 확보가 가능한 차세대 기간산업임. 지금까지의 기술적 성과 (전자, 반도체, 정보 등)을 토대로 연계 추진이 가능하고 우리 전략산업의 기술 수준을 한 단계 끌어올릴 수 있는 핵심고리
- 로봇시장은 IT, BT에 버금가는 거대한 시장형성이 예측되고 특히, 지능형 서비스 로봇은 시장 파급효과 막대할 것으로 전망. 현재 시장도입기로 2007년경부터 본격적인 시장형성 예상, 2010년까지 87%이상 고속성장 전망
- 국내 시장규모는 3,000억원으로 세계시장의 1.25%이며, 산업용 로봇이 전체 시장의 87%로 구성
  - 국내 산업용 로봇은 47,845대(2003)에서 53,000대(2007)로 증가할 것으로 예측 (UNECE, 2004)
- 산업용 로봇은 대기업 중심, 서비스 로봇은 중소기업 중심의 양극화 구조
  - 대기업 9개사, 중소기업 약 120개사이며, 중소기업은 대부분 자본금 100억 미만의 영세기업 (로봇실태조사보고, 로봇산업협회, 2004.11)
- 자동차 산업의 용접용과 전자부품 핸들링용 등 일반 산업용 로봇중심이며, IT 제조용 로봇(반도체, 디스플레이 등)은 대부분 수입에 의존 (산업용 로봇시장의 65% 수입품, 무역위원회.05.3)
  - 산업용 로봇의 65%를 수입하고 있으며[무역위원회, 2005.3], 수입물량이 생산을 초과 (생산: 69,163대, 수입:

110,305대 [공작기계협회, 2003])

- 서비스로봇은 초기시장 단계 (유진로보틱스 등이 청소용 로봇 출시)

〈표 7〉 국내 로봇산업의 현황

로봇 분야	산업용	가정용	필드서비스용	기타
기업구조	대기업 9개 (삼성전자, 현대중공업, 두산중공업, 삼성테크윈, 대우조선해양), 중소기업 40여개사 (다사테크, 로보스타, 로보테크 등)	대기업 3개사 (LG전자, 삼성전자, 광주전자), 중소기업 30여개사 (청소용: 유진로보틱스, 한울로보틱스; 경비용: 다사테크, S-1; 오락용: 로보티즈, 이지로보틱스 등)	대기업 2개사 (위아, 로템), 중소기업 20여개사 (재난극복용: 위아, 동일파텍; 유지보수: 로봇앤디자인; 군사: 유진로보틱스 등)	교육, 이벤트 전문 기업 20여개사
총 연매출액	3,500억원	200억원	200억원	300억원
특성	주력 제조업(자동차, 반도체, 부품, 디스플레이 산업 등) 생산경쟁력의 핵심	가전 융합 등으로 Killer Application으로의 발전가능성	농수산업, 군사, 재난극복 및 방위, 사회안전유지 등의 공익분야에 기여	
생산형태	다품종소량, Order-Based System and Solution	대량생산, Off-the-Shelf Commodity	다품종소량, Customization-Based System	

- 산업용 로봇을 바탕으로 발전한 제조업용 로봇 기술이 가정용·필드서비스용 로봇 기술로 확산
  - 일부 대기업의 기술력은 세계 수준급이며, IMF 위기는 이들 기술이 한국 전체에 확산 보급되는 계기가 됨
  - 가정용 로봇의 경우, Robot Convergence 산업과 결합하여 빠르게 발전하고 있으며, 일본·미국 다음으로 활발한 제품 개발을 하고 있음
  - 필드서비스용 로봇의 경우는, 미국, EU, 일본의 뒤를 따르고 있으며 우리나라가 가장 늦게 출발한 분야
- 대기업 중심이었던 국내 로봇산업은, IMF 이후 중소 전문기업 위주로 개편되고 있으며 민첩성을 장점으로 빠르게 발전하고 있으나, 자본력과 인프라의 한계를 가지고 있음
  - 자본력이 취약한 것은 국내 산업구조와 벤처자금의 영세성에 기인

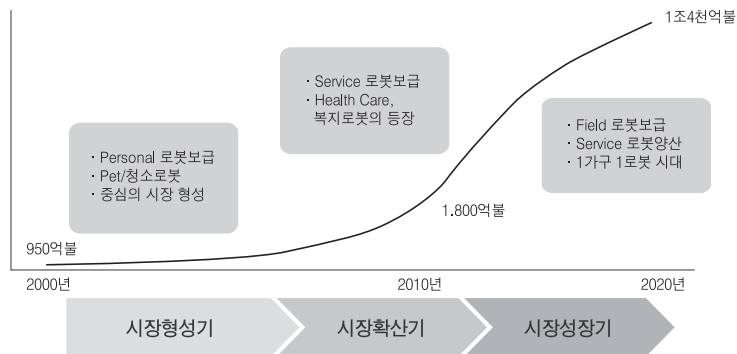
## 2.2.2. 국외 시장 현황 및 전망

- 전세계 산업용 로봇의 60%를 보유하고 있는 일본은 1970년대부터 강력한 기반 기술과 요소 기술을 토대로 지능형 로봇 시장 개발을 선도하고 있음
- 산업용 로봇 분야의 세계시장 규모는 약 60억불이며 연간 성장률이 10%대로 유망한 산업이다. Fanuc, 야스카와, ABB 3대 로봇 제작사가 총 시장의 30% 이상을 점유하고 있고, 가동중인 산업용 로봇의 수는 65만대로 추정되고 있음
- 1998년 시작한 미국 완구로봇 시장이 2000년에는 10억 달러에 이르는 등 전세계적으로 거대 규모 시장의 초기 진입 단계임
- 2020년경 지능형 로봇 자체 시장은 자동차산업 규모보다 클 것으로 예상(일본, 도쿄대) 단기 5년 중장기 10년 후에



세계시장의 주요 부분이 될 것으로 예상

- 2010년 180조원 규모(2000, 일본 산업기술 종합연구소 보고서)이고 2000~2020년 사이의 년 평균 성장률은 18%를 상회할 것으로 예측됨. (Mitsubishi연구소, 21세기의 기술과 산업, 1999년)
- 건설용 로봇의 경우는 시장 형성단계로 아직 경쟁체계가 구축되어 있지 않았고 다른 지능형 로봇은 애완용 로봇과 축구 로봇을 통하여 로봇의 마인드를 확산시키고 있음. 일본의 경우 소니, 혼다, NEC, Matsushita, 미쓰비시, Omron 등의 대기업을 비롯한 수많은 기업들이 거대시장을 예상하고 개인용 로봇 시장 공략을 개시
- 일본 로봇 공업회는 2010년경 개인용 로봇의 수요가 급증하여 향후 로봇 시장을 주도할 것으로 예측하고 있으며 개인용 로봇 중 가정용 로봇 수요가 가장 많을 것을 예측. 정부 주도하의 집중적인 연구 개발과 투자로 로봇 기술의 효시인 미국을 앞지르며 과거 20여년 동안 산업용 로봇에서 세계 제 1위의 로봇 강대국으로 자리 잡으면서 로봇 분야의 많은 요소 기술과 기반 산업을 육성 보유하고 있음
- 지난 2002년 형성되기 시작한 지능형 로봇시장으로 2010년 시장 확산기를 거쳐 가파른 성장성을 보일 것으로 전망됨
- 지능형 로봇의 상업화는 완구시장에서 시작되었는데, 1999년 소니가 애완용 로봇 'AIBO'를 세계에 공급함으로써 지능형 로봇의 새로운 가능성을 제시함. 지금까지 로봇이 인간의 노동력을 대체하는 분야에서 개발, 이용된다는 기존의 개념 자체를 탈피하는 계기가 됨



자료 : 한국산업기술평가원, 산업기술혁신 5개년 계획 산업별 보고서 : 지능형 로봇, 산업자원부, 2003, 12, p.7.

〈그림 4〉로봇산업의 역사와 미래전망

- 이 가운데 개인용 애완 로봇은 비교적 높은 가격에도 불구하고 판매액이 기하 급수적으로 늘고 있으며, 미래의 로봇 산업은 지능형 로봇으로 귀착될 것으로 전망하고 있음
- 시장초기 주된 응용분야는 Entertainment 및 사람의 동반자 역할이 큰 부분을 차지할 것으로 보이며, 한국산업 기술평가원이 예측한 지능형 서비스 로봇의 세계시장 규모 전망은 다음과 같음

〈표 8〉 지능형 서비스로봇의 세계시장 규모전망

구 분	2002년	2005년	2010년	2015년	2020년
가사용	40	150	400	800	1,500
생활지원	10	30	200	500	1,000
여가 및 교육지원	40	100	300	500	1,000
공공복지	10	20	100	200	500
계	100	300	1,000	2,000	4,000

자료 : 한국산업기술평가원, 로봇 Technology Roadmap 사업, 2001, 7.



## 2.3. 기술개발 현황 및 전망

### 2.3.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

- 산업자원부
  - 로봇산업의 주무부처로 기술개발뿐만 아니라 부품·소재개발, 기반조성 등, 산업화에 필요한 제사업을 다각적으로 지원
  - 산자부는 첨단제조용 로봇 개발 등 R&D 과제와 인력양성, 표준화 등 산업인프라 과제에 209억원을 지원(2004년) [붙임, 산자부 지능형 로봇사업 지원현황 참조]

〈표 9〉 산업자원부 지원프로그램 지원현황

구 분		주요 추진내용	비고
R&D 사업	성장동력기술개발	첨단제조용 로봇, 가정용 로봇, 재난극복 로봇	2004.10
	차세대신기술개발	지능형 가정용 로봇 기반 기술개발	2001.10
	부품·소재기술개발	정밀감속기, 소형고출력모터, 영상처리칩, 웨이퍼 이송모듈 등 핵심부품	2003
	민군겸용기술개발	지능형 감시·경계용 로봇	2003
	21C프런티어개발	인간기능 생활지원 지능로봇	2003.10
산업 인프라	산업기술인력양성사업	로봇전문인력 양성기반 구축 및 인력교육	2004.10
	공동연구기반구축사업	로봇종합지원센터 구축	2004.10
지역 진흥	경남거점로봇센터	산업용 로봇의 생산 기반 구축	2004~2008
	대전지능로봇산업화센터	가정용, 군사용 로봇 기업의 집적화	2003~2007

\* 이외에 인프라 조성을 위해 자율로봇 표준화 사업을 병행 추진

- 세계 3위 지능형 로봇 강국을 목표로, 국내 로봇산업의 구심체 역할을 할 지능형 로봇사업단의 구성·운영 중 (2004.4) → 생산기술원에서 전자부품연구소로 사업단 이관 (2007. 4)
  - 개별기술들을 체계적 통합·시너지 효과를 기할 수 있도록 기술개발, 기반조성, 국제협력 등 사업간 유기적 연결
  - 사업단 운영위원회, 실무위원회, ITEP 전문위원회에 의한 평가관리 등을 통해 사업단 기술개발 전략의 타당성 제고 및 운영의 효율성 도모
- 로봇분야 각종 사업의 목표지향적 수행을 위하여, 2005년 2월부터 로봇산업 기술지도(Technology Roadmap)를 지능형 로봇사업단의 주도로 작성하였음.
- 우리나라의 산업화를 이끌어온 시스템과 know-how가 강점
- 정보통신부
  - 2003년, 로봇을 신성장동력산업으로 선정하고, IT기반 지능형 서비스로봇 개발을 목표로, 정보 콘텐츠 로봇, 네트워크 기반 휴머노이드 기술개발 등에 총 255억원을 지원 (2004년)

- 기반조성을 위해 URC(Ubiquitous Robot Companion) 인프라 사업을 수행 중
- 로봇산업을 위한 신속한 움직임이 강점 (신성장동력사업 조기착수 [2003], 지능로봇기업투자설명회 [2005.3.16] 등)

〈표 10〉 정보통신부 지원프로그램 지원현황

구분		주요 추진내용	비고
R&D 사업	네트워크 기반 정보/컨텐츠 로봇 개발	시험 사업용 환경 내에서 다양한 정보 서비스를 제공하는 시험 사업용 로봇 개발	2004. 1. ~ 2007. 12
	네트워크 기반 공공 도우미 로봇 개발	우체국 내의 정보 서비스 제공을 위한 공공도우미 로봇 플랫폼 개발	2004. 1 ~ 2007. 12
	URC를 위한 내장형 컴포넌트 기술 개발 및 표준화	URC를 구성하는 제반 모듈 및 통합에 필요한 기술 개발 및 표준화	2004. 1 ~ 2007. 12
	지능형 서비스 로봇 핵심센서 기술 개발	URC에 사용될 저가형 핵심 센서 기술을 개발	2004. 1 ~ 2007. 12
	네트워크 기반 지능형 휴머노이드 개발	네트워크를 기반으로 인간에게 서비스를 제공할 수 있는 인간형 로봇 기술	2004. 1 ~ 2005. 12
산업 인프라	URC 시험사업을 위한 인프라 시스템 개발	URC 시험사업을 위해 가입자 망, 무선 홈 네트워크를 구축하고 URC 시험 서비스가 가능하도록 인프라 시스템을 개발	2004. 1 ~ 2005. 12

#### • 과학기술부

- 지능형 로봇의 감성, 음성인식 등 기초·원천기술 개발을 21C 프론티어사업으로 지원 (2004.12 산자부로 사업 이관)

〈표 11〉 지능형 로봇 관련 부처별 지원 현황 (2004년)

구분	산자부		정통부	
	과제수	금액(억원)	과제수	금액(억원)
기술개발	9	146	5	200
산업인프라	6	63	1	55
계	15	209	6	255

\* 민간점용, 부품소재 등 기타 사업을 모두 포함

- KIST의 네트워크 기반 휴머노이드 기술 개발, 실버 메이트 로봇 플랫폼 기술 개발, Tangible Space를 위한 Tangible Agent 및 Tangible Interface 기술 개발 과제 등에서 이와 같이 지능화된 로봇기술의 일부가 개발 중에 있음. 또한, KAIST를 비롯한 많은 대학에서 이 분야의 기초 연구가 산발적으로 이루어지고 있음
- 체계적인 생산 기반 및 연구 기반 부족
  - 지금까지 로봇연구는 고립, 분산적이고 산업과의 연계성이 낮음
  - 전체 시스템을 구성할 수 있는 몇몇 부분적 연구 (뇌연구, 인공시각, 이동제어시스템 등)와 소규모 로봇 프로젝트



가 독립적으로 진행

- 산업용 로봇개발 및 연구를 중심으로 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 기초연구가 미미하고 부품 국산화율이 저조함 (약20%이하)

- 대기업 중심의 기술 독점 및 시장 형성

- 로봇산업이 중소기업적 특성을 갖고 있지만, 로봇기술 및 정보의 독점과 더불어 로봇 생산 및 수요가 대기업 중심으로 시장형성이 되어 있어, 관련 중소기업이 역량 발휘를 못하는 실정임

- 최근 20개 이상의 벤처기업 중심으로 엔터테인먼트 로봇, 퍼스널로봇, 홈로봇 등의 지능로봇 개발 및 제품 출시

- 기술 자립도가 낮고, 가격 경쟁력 약함

- 구동기, 감속기, 베어링 등과 같은 로봇 핵심부품에 대한 기술자립도가 이루어지지 않아 수입 의존도가 높고 가격 경쟁력이 없어 수출 부진함

- 산업용 로봇만으로는 시장규모가 작고, 선진국 대비 가격경쟁력이 낮음

- 대기업 중심 및 계열사 중심의 시장형성으로 인해 채산성이 낮음

- 국산품 사용에 대해 보수적임

- 개인용 로봇의 신규 잠재시장에 대한 대비가 전무한 상태임

- 선진국과의 기술 격차

- 선진국과는 3-5년의 기술격차를 보임

- 우수한 인적자원과 창의력, 정보/전자/반도체 분야의 성과 활용가능성, 남북 강점 분야간의 전략적 결합, 탄탄한 국내 로봇 수요 기반 (작업자 만명당 로봇 사용대수 세계 3위) 등을 고려할 경우 우리의 잠재력은 매우 큼.

- 로봇의 대중화/사회화 노력

- 로봇 산업의 여러 가지 열세 속에서도, 국민 인식 확산 및 대중화를 위한 노력으로 최근 FIRA 로봇축구 대회, IROC 로봇올림피아드, 지능로봇 경진대회, 마이크로마우스 대회 등 다양한 행사가 활발히 진행 중임.

- 로봇 산업체 인력 교육 및 기술 교류

- 로봇 산업의 기술적 특성에 따라 중소기업, 벤처기업형 산업형 시장이 형성됨에 따라, 급변하는 기술에 따른 즉각적인 대처를 위해, 산업체 인력 재교육 및 기술 교류의 필요성 증가

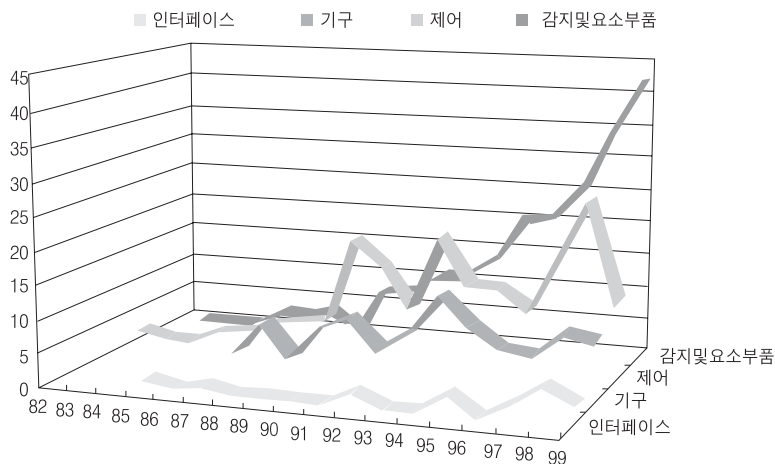
- 정보통신부, 산업자원부 및 과학기술부 지원 등의 국가 과제의 신규 추진이 늘어남

- 국내 특허출원 현황 및 전망

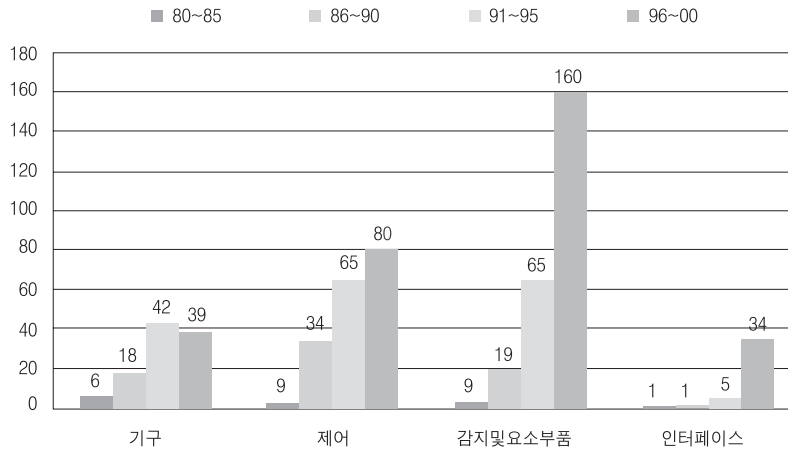
- '91년~2002년까지 특허 출원된 한국공개특허 동향을 보면 한국 특허출원은 '91년 이후 지속적인 증가추세를 보이고 '98년~'99년 다소 감소하였으나, 2000년부터 다시 증가하여 지속적인 증가함

- 청소 및 경비 로봇분야에서 1992년 이후 10건 정도 출원되다가, 1999년 이후 출원이 증가하였으며 개인서비스 분야 중 30.1%(203건)을 점유하고 있으며, 여가지원 로봇 분야는 1999년 이후 출원이 증가하여 28.8%(194건)의 출원, 여가지원용 분야는 23.9%(161건), 교육용 로봇 분야는 15%(101건) 점유를 보임. 한국은 청소 및 경비 용 분야와 가사지원용 분야가 1.6으로 특허 집중도가 높음

- 전문서비스 로봇기술 중 분야 중 재난극복 로봇분야는 1998년 단기적인 출원 감소가 있었으나, 지속적으로 출원이 증가하였으며, 전문서비스 로봇 분야 중 가장 높은 60.5%(577건)의 출원 점유율을 보였고, 활선작업용 로봇분야는 1999년까지는 출원건수가 10건 내외였으나, 이 후 출원증가가 두드러지며, 14.9%(142건)의 출원 점유율을 보임. 또한 의료용 로봇분야는 1999년까지는 출원건수가 미약하였으나, 이 후 출원증가가 두드러지며, 5.2%(50건)의 출원 점유율을 보였으며, 건설작업용 로봇분야는 6.5%(62건), 원전용 로봇분야 6.0%(57건), 농림축산업용 로봇분야는 3.3%(31건), 해양수중용 로봇분야 2.2%(21건), 군사용/사회안전 로봇분야 1.4%(13건)의 출원 점유율을 보임
- 제조용 로봇은 한국은 출원인수(소유권자수)와 특허출원건수(등록건수)가 계속증가 하다가 '98년 이후 큰 폭으로 증가하는 추세를 보여, 기술발전 사이클상 발전단계에 있는 분야로 분석되며 반도체 제조용이 1,120건(31.4%), 자동차 제조용이 1,072건(30.1%)를 보여 대부분의 출원이 이들 두 분야에서 이루어짐
- 네트워크 기반 로봇 분야의 출원인(소유권자)수와 출원건수(특허건수)를 보면, 한국은 2000년에 양쪽 모두 급증 가한 이후 약간의 감소를 보였으며, 기술발전 사이클상 발전기에 있는 것으로 분석되며 정보 콘텐츠 분야에 대한 특허점유율이 높게 나타났으며, 미일 등의 경쟁국에 비해 상대적으로 공공도우미 분야에 대한 특허출원 비중이 높은 26.7%(95건)의 점유율을 보였음
- 그림 5과 6은 2002년까지 한국에서 출원한 지능형 로봇 전체특허에 대해 각 기술별로 출원연도를 기준으로 출원 건수의 추이를 표시한 MAP이다. 지능형로봇은 그 특허 내용 또한 융합적인 기술을 토대로 출원된 것이 많고 2000년대 이전까지는 네트워크나 인간공존 환경에서의 사용 및 서비스에 따른 제반 기술사항이 크게 부각되지 않았기 때문에 분류기술을 아래 에 나눈대로 기구, 제어기술, 감지 및 요소부품, 그리고 인터페이스로 분류하여 특허 분석을 수행함. 기반기술인 기구와 제어기술은 1980년대 후반부터 출원이 지속적으로 이루어지고 있는 것을 볼 수 있음. 특히 제어기술은 1990년대 후반 들어 주행제어와 지능제어를 중심으로 출원되고 있음. 감지 및 요소부품은 1990년대부터 구동기를 중심으로 증가 추세를 보이고 있음



〈그림 5〉 국내 출원연도별/기술분류별 특허출원동향



〈그림 6〉 국내 기술분류별/출원기간별 특허출원현황

### 2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

#### • 주요국가의 정책기조

##### - 미국

- 1997년 이후 일본 주도의 로봇 산업에 대응하기 위해 상·하원에서 로봇 및 지능기계발전조치의 입법화를 추진. 국가차원의 전략적 종합계획 수립을 통하여 기초/응용 연구와 인프라 구축 등에 대규모 투자 및 국가적 이니셔티브를 준비 중
- 에너지성이 주축이 되고, 국방성, NASA, DARPA 등이 협력하여 구성된, 로봇 및 지능기계 협력위원회 (RIMMC: Robotics and Intelligent Machines Cooperative Council)에서는 지능기계 협력컨소시엄(IMCC)을 조직하여 산업계 및 연방정부가 향후 5년간 1억불의 기술개발 자금을 지원할 계획. RIMCC는 연구소와 대학이 연계하여 로봇이 사회에 제공할 이익에 대한 비전 등을 연구하여 500개 업체, 대학 및 연구소가 유기적인 네트워크로 구축
- NASA에서는 극한 환경하에서의 자율로봇에 대한 연구를 수행. DARPA를 중심으로 한 군사 관련 연구기관에서는 전투를 위한 자율로봇 연구를 수행 및 지원
- 자율로봇 개발을 위해 일본과의 협력 정책을 조인. 또한 1990년대를 “뇌의 십년 (Decade of the Brain)”으로 부시 대통령이 선포함으로써 인간 뇌의 지능을 로봇시스템에 적용한 기술개발이 이루어지고 있음

##### - 유럽

- EUREKA, ESPRIT, BRIT, TELEMAT 등의 산학연 협동연구를 지원

## - 일본

- 일본정부는 “Made in Japan 6대 성장산업”으로 로봇을 선정
- 정부 주도하의 집중적인 연구 개발과 투자로 로봇 기술의 효시인 미국을 앞지르며 과거 20여년 동안 산업용 로봇에서 세계 제 1위의 로봇 강대국으로 자리 잡으면서 로봇 분야의 많은 요소 기술과 기반 산업을 육성 보유하고 있음
- 산업용 로봇 육성 및 발전을 위해서, 정부 및 민간의 협력으로 세계 1위의 로봇산업 국가로 발전하였음. 일본 정부는 비제조업 분야의 로봇 연구, 개발에 대해 미국과 유럽 등 기술 선진국의 추격에 대비해 다양한 정부 주도의 로봇 연구개발 프로그램을 시행
- 국가차원의 전략적 종합계획 수립을 통하여 기초/응용 연구와 인프라 구축 등에 대규모 투자 및 국가적 이니셔티브를 준비 중
- 통산성의 주도하에 “극한작업로봇” 프로젝트, “인간형로봇” 프로젝트 (1998-2002) 등을 진행. 2001년 경제산업성은 일본이 로봇 분야에서의 선두주자를 목표로 하는 “21세기 로봇 챌린지” 중장기 계획을 발표
- 21세기 로봇챌린지 프로그램」계획 발표(2001년) : 로봇분야에서의 선두주자를 목표로 하는 중장기 계획 실행 중
- 단계적 목표: 2006년 공공기관의 안내, 경비 등 수행 로봇 실용화, 2010년 의료, 복지, 우주 등 로봇적용 확대, 2020년 자동차 산업과 같이 기간산업화
- 이를 위한 로봇관련법 정비 및 정부주도의 로봇수요 발굴 및 조달지원, 국제표준화 전략 추진 중

## • 주요 해당분야 경쟁국가의 현황 및 동향 요약

## - 미국

- 세계 2위의 로봇 생산국 (전세계 수요의 10%)
- 로봇기술을 watch-out 대상 기술로분류 · 운영 - 미국은 제조업 등의 비 활성화와 고용효과의 감소라는 인력 중시 정책의 특성상 몇몇 분야를 제외하고는 로봇 연구가 담보 상태에 머물렀음. 그러나 항공, 우주, 군사와 같은 특수 분야의 기술력은 탁월하고 우수한 첨단 기술을 보유. 수준 높은 연구인력, 기술력 및 기초 과학 연구를 바탕으로 차세대 로봇 개발을 시도. 특히 서비스 로봇 분야에 집중적인 기술 개발을 시도
- 최근 MIT의 10대 기술중 로봇디자인, 뇌-기계간 인터페이스, 자연어 처리의 로봇기술 3개가 차지 (MIT의 AI Lab.의 인지과정을 모사 이해하기 위한 플랫폼으로 COG 개발)
- 인공지능과 Robot Soldier, Space Humanoid Robot, 의료/재활 서비스 로봇의 개발 중심
- 군사, 우주, 보안 분야의 연구개발 확충 및 기초연구 고도화 및 실용화에 국가연구개발 프로그램의 일관된 추진: 기술규격의 정립, 내환경성과 신뢰성 개발목표를 제시, 미 국방성 산하 연구소(DARPA) 및 미 국립과학재단을 통하여 기초연구지원 체계를 구축, 미국의 로봇분야 연구개발투자는 일본의 10배로 추정 (예: Carnegie Mellon의 박물관 안내용로봇 Sage, MIT 대학의 애완용 지능로봇 Yippy)
- 산 · 학 연계의 중소 전문업체 중심 (예: Evolution Robotics, IS-Robotics) - 연구소 및 대학은 특수 용도의 핵심기



술을 개발하여 시장 수요가 있는 기술은 기업체로 이전하고 기업체는 핵심기술을 상용화하여 생활지원 지능로봇을 상품화하여 판매

- 인간-컴퓨터 상호작용 기술은 미국의 전 대학, 특히 CMU의 HCII(Human Computer Interaction Institute)를 중심으로 활발한 연구가 진행. 심리학 전문가와 공학 전문가들이 함께 참여하는 프로그램을 구축, 어린 아이가 외부의 자극에 반응하는 상호작용 원리를 모델링 하여 제시
- 이미 지능형 로봇의 한 사례로서 iRobot사의 청소로봇 Roomba는 시장에서 성공한 모델로서 인정받고 있음

#### - 유럽

- IST(Information Society Technologies)의 5번째 중점과제로 2002년부터 멀티모달 인터랙션 인지모델의 정의를 위한 COMIC(Conversational Multimodal Interaction with Computers)과제 수행 중
- EUREKA, ESPRIT, BRIT, TELEMAT 등 산·학·연 협동연구를 대규모로 실시
- 독일 국립정보기술센터와 스위스 제네바대학 등 10개 연구기관의 협력아래 시각을 구비한 로봇을 개발하는 VIRGO 계획 추진 중
- 독일 프라운호퍼 연구소는 외과수술용 로봇을 개발 중이며 영국 다이슨사는 센서를 이용해 의자나 책상 등 장애물을 피해 다니며 청소할 수 있는 자동 주행형 청소로봇 개발 ('99. 12)중이다. 스웨덴의 린셰핑대학은 사람의 혈액 속에서 간단한 수술 등 작업가능한 길이 0.5mm, 폭 0.25mm의 초소형 로봇을 개발하였고 스위스대학 신경정보학 연구소에서는 인공지능기술 개발을 위한 시각칩 및 청각칩 등을 개발 중에 있음

#### - 일본

- 세계 1위의 로봇생산국(전세계 수요의 60% 공급)이며 사용국임
- 대기업 주도의 개인용 로봇 중심 연구개발 활발 (Sony, Honda, NEC, Toshiba, 등)
- 기반기술 연구개발 촉진 및 리스제도, 특별 세금 감면 혜택, 융자/대출제도 확립
- 혼다는 독자적으로 이미 인간형 로봇 P3와 ASIMO 개발을 위해 10년간 총 2000억원의 연구비를 투입하였고, 이를 기반으로 로봇의 실질적인 적용을 시도하는 프로젝트에 2000년 기준 약 1000억원의 연구비를 투입하고 있음
- 산업용 로봇 분야의 세계시장 규모는 약 60억불이며 연간 성장률이 10%대로 유망한 산업이다. Fanuc, 야스카와, ABB 3대 로봇 제작사가 총 시장의 30% 이상을 점유하고 있고, 가동중인 산업용 로봇의 수는 65만대로 추정되고 있음
- 비제조업용 로봇은 특정 로봇 공급 업체보다는 해당 분야의 기존 산업체들을 중심으로 로봇 사업을 전개. 건설용 로봇의 경우는 건설시공업체인 가시마 건설, 다케나카 공무점 등이, 통신선 보수로봇의 경우는 NTT가 로봇 사업을 전개. 소니, 혼다, NEC, Matsushita, 미쓰비시, Omron 등의 대기업을 비롯한 수많은 기업들이 개인용 로봇 시장 공략을 개시
- 일본은 ATR 연구소를 중심으로 인간의 동작, 기구학, 동력학 모델링, 시각과 청각을 이용한 상호작용 기술들의

개발을 위해 대규모 과제를 수행 중. 로봇의 동작보다는 사람과 상호작용을 유연하게하기 위한 핵심기술의 개발에 치중

- 대규모 컨소시움을 통하여 개인용 로봇 개발에 연구를 집중. 하지만, 일본이 가지고 있는 최대의 약점은 차세대 로봇 산업의 가장 큰 성공 요인인 창의적인 분야의 로봇 기술 개발이 부족하다는 점임
- 새로운 기술을 도출하여 새로운 분야의 로봇을 설계하는 것이 아니라, 현재 개발된 기술을 활용 조합하여 제품으로 구체화하는 전략으로 개발. 또한 인간형 로봇을 본격적으로 활용하기 위하여 신뢰성 기술을 개발하고 있으며 이것은 혼다와 소니를 중심으로 하여 상품화를 시도하고 있으며, 2족 보행 로봇 개발 분야에 있어서는 세계에서 독자적인 기술을 보유. 산업용 로봇의 표준화를 주도함으로써 표준화 기술을 주도하고 있음

#### • 주요 국가별 특허출원 동향

- 지능형로봇은 융합적 기술이 중심이 되고 있고 또한 2000년대 이전에는 지능형로봇 산업이 미미하여 네트워크나 인간공존 환경에서의 사용 및 서비스에 따른 제반 기술사항이 크게 부각되지 않은 관계로 기술별 분류가 명확하지 못하여 본 보고서에서는 지능형로봇의 유형별 분류만을 다루었음
- '91년~2002년까지 특허 출원된 일본공개특허, '91년~2004년까지 등록된 미국등록특허의 지능형 로봇 분야에 대한 전체 특허동향을 보면 미국 등록특허는 '91년 이후 지속적인 증가추세를 보이고, 일본 특허출원은 2001년 급격한 증가추세를 보임
- 일본 특허출원은 '90년대 초반부터 한국과 미국에 비해 양적으로 많은 출원건수를 유지하여 오다가, 2001년 급격한 증가추세를 보임
- 새로운 미국 등록특허는 '98년 급격한 증가추세 후, '99년 약간의 감소 추세가 있었으나, 2000년부터 다시 증가함
- 미국은 청소 및 경비용 분야가 가장 높은 32.0%(1,087건)의 점유를 보였고, 한국과 달리 교육용 로봇분야가 27.9%(949건) 점유로 특허활동이 이루어지고 있음
- 일본은 여가지원용 분야에 대한 출원점유율이 39.4%(923건)로 가장 높았고, 청소 및 경비용 분야가 34.4%(804건)의 점유로 뒤를 이었음

〈표 12〉 개인서비스 로봇의 특허활동(한.미.일)

	한국공개특허	미국특허	일본공개특허
청소 및 경비용	203(30.1%)	1,087(32.0%)	804(34.3%)
여가지원용	194(28.8%)	578(17.0%)	923(39.4%)
노인/재활지원용 로봇	15(2.2%)	141(4.1%)	241(10.3%)
교육용 로봇	101(15.0%)	949(27.9%)	75(3.2%)
여가지원용	161(23.9%)	643(18.9%)	300(12.8%)

- 전문 서비스 로봇 분야의 특허를 통해 출원인수(소유권자수)와 출원건수(등록건수)의 연도별 변화 추이를 살펴본 결과, 미국은 '96년 출원인수와 출원량의 감소 보였지만 이후 출원인수(소유권자수)와 특허출원건수(등록건수)가



- 모두 증가하는 추세를 보여주며, 기술발전 사이클상 발전단계에 있는 분야로 분석됨
- 미국은 의료용 로봇에 특히 높은 특허점유율을 보여 36.3%(2,460건)의 점유를 보였고, 일본은 건설작업용과 원전용이 각각 27.3%, 20.1%의 점유율을 보임

〈표 13〉 전문 서비스 로봇의 특허활동(한.미.일)

	한국공개특허	미국특허	일본공개특허
재난극복	577(60.5%)	103(1.5%)	137(6.4%)
군사용/사회안전	13(1.4%)	1,405(20.7%)	45(2.1%)
활선작업용	142(14.9%)	930(13.7%)	191(8.9%)
건설작업용	62(6.5%)	673(9.9%)	586(27.3%)
원전용	57(6.0%)	461(6.8%)	433(20.1%)
해양수산업	21(2.2%)	402(5.9%)	90(4.2%)
의료용	50(5.2%)	2,460(36.3%)	408(19.0%)
농업/임업/축산업	31(3.3%)	343(5.1%)	259(12.1%)

- 미국은 반도체 제조용과 자동차 제조용 뿐 아니라 바이오 신약용이 1,144건(15.6%), 초소형 전자제품용이 1,076건(14.6%)의 특허를 확보하여 대체적으로 고른 분포를 보여 주었으며, 일본은 우리나라와 유사하게 반도체 제조용 2,441건(47.2%), 자동차 제조용 1,179건(22.8%)에 출원

〈표 14〉 제조용 로봇의 특허활동(한.미.일)

	한국공개특허	미국특허	일본공개특허
자동차제조용	1,072(30.1%)	1,248(17.0%)	1,179(22.8%)
초소형전자제품 제조용	416(11.7%)	1,076(14.6%)	709(13.7%)
디스플레이 제조용	396(11.1%)	854(11.6%)	535(10.4%)
반도체 제조용	1,120(31.4%)	1,640(22.3%)	2,441(47.2%)
바이오 신약용	33(0.9%)	1,144(15.6%)	214(4.1%)
조선사업용	69(1.9%)	316(4.3%)	91(1.8%)

- 한국과 미국, 일본 3개국이 공통적으로 정보 콘텐츠 분야에 대한 특허점유율이 높게 나타났으며, 한국은 이들 경쟁국에 비해 상대적으로 공공도우미 분야에 대한 특허출원 비중이 높은 26.7%(95건)의 점유율을 보였음

〈표 15〉 네트워크 기반 로봇의 특허활동(한.미.일)

	한국공개특허	미국특허	일본공개특허
정보콘텐츠	261(73.3%)	2,539(81.9%)	2,143(82.3%)
공공도우미	95(26.7%)	561(18.1%)	462(17.7%)

## 2.4. 표준화 현황 및 전망

### 2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- 정부의 표준화 정책

- 정보통신부는 2004년부터 지능로봇산업협회 주관으로 지능형서비스 로봇 표준화 과제를 통하여 TTA에 단체표준 제정을 추진하였으며 IT839 전략에 의거하여 TTA의 지능형서비스 로봇 프로젝트 그룹(PG-413)을 구성하고 10건 과제 제안/승인 및 7건 표준을 확정하여 지능형로봇표준포럼과 공유하고 있음
- 산자부는 '01년부터 「퍼스널로봇 기반기술 개발사업」에서 모듈화를 통한 표준화 기반기술을 확보하고 있으며, '03년에 시작된 「자율로봇 종합평가기술 표준화」에서 약 8종의 제안서 초안 작성과 함께 용어와 청소로봇의 성능평가 방법의 2건의 국가표준을 제정하였고 단체표준안 9건을 지능형로봇표준포럼과 공유하고 있음
- 또한 산자부는 2004년부터 「10대 성장동력 국제표준화」 사업을 통하여 지능형로봇 분야는 상기 자율로봇 과제와 연계하여 국제표준 제안사업을 추진 중에 있음

- 전반적인 표준화 현황 및 전망

- 기존의 많은 기업들이 시장에 진입 계획 중이나 규정 및 표준의 부재로 인하여 개발의 효율성이 떨어지고 기간이 지연되는 부작용 심화되고 있음. 선행 표준에 의해 국내 지능형 로봇 기술이 확산되고 산업 방향이 효율적으로 선도될 수 있음
- 기존의 산업용 로봇관련 KS 규격은 있으나, 서비스로봇에 대한 규격은 없음. 생산기술연구원에서 90년 대 중반에 FA 기기와 로봇에 대한 표준화 조사연구를 수행한 바 있으며, 자율로봇 및 부분적 안전성에 대한 표준화 조사연구 수행
- 지능형 로봇에 대한 국내 표준화를 위하여 정부부처 조직이나 소관 과제에 독립적인 통합체계가 필요하다는 전체적인 합의하에 지능형로봇표준포럼을 설립하여 (2005. 09.) 지능형로봇 표준화 사업 통합을 위한 형태를 갖추어 왔고, 향후 통합의 건실화 작업 및 포럼 운영의 체계화 추진을 추진하며 그에 따라 표준화 로드맵 작업도 직간접적으로 지원하고 있음. 2005년에는 총 11건의 포럼표준을 제정하였으며 2006년에도 18건의 표준안 작업 중에 있음 (표 15참조)

- 지능형로봇 시스템 기술 표준화 현황 및 전망

- 로봇개발 및 연구를 중심으로 표준화 수행 중. 그러나 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 표준화가 미미하고 부품 국산화율이 저조 (약 20% 이하)
- 2004년부터 정보통신부의 URC를 위한 내장형 컴포넌트 기술 개발 및 표준화와 지능형 서비스 로봇 핵심센서 기술 개발 등을 통하여 지능형로봇을 구성하는 제반 모듈 및 통합에 필요한 기술 개발 및 표준화를 수행중. 산업자원부는 2006년부터 지능형로봇 플랫폼 기술 표준화를 위하여 별도의 표준화된 플랫폼 관련 과제를 진행 중



- 지능형로봇표준포럼에서는 로봇용어, 지능형로봇 하드웨어 인터페이스 그리고 지능형로봇 미들웨어 작업반을 두고 8건의 단체표준안을 추진 중

• 로봇-인간-환경 상호작용 기술 표준화 현황 및 전망

- 지능형로봇표준포럼에서 로봇 네비게이션, 로봇 서버/클라이언트 프로토콜, 서비스로봇 HRI 작업반을 구성하여 5건의 표준안을 추진하는 등 활발한 표준 활동에 나서고 있음
- 2006년 조직된 정보통신부 산하의 RUPI(Robot Unified Platform Initiative) 추진위원회에서는 지능형로봇 시스템 기술과 연계한 인간, 네트워크 및 환경 표준을 추진하고 있으며 실질적인 표준화를 위한 작업을 수행 중

• 서비스 및 활용 기술 표준화 현황 및 전망

- 지능형 로봇에 대한 시험평가 방법의 표준화 부재로 개발된 다양한 기술이 인증되지 않고, 중복 개발도 빈번하여 국가적으로 자원낭비 초래
- 국민로봇사업의 일환인 “URC로봇 인증 제도 개발사업”에서는 2006년 1월부터 추진되어 URC 로봇에 사용되는 표준 프로토콜과 프로파일, 4개의 인증기준 항목을 개발함
- 상품화 된 또는 상품화 가능성이 있는 지능형로봇의 시장 활성화를 위한 규격 및 인증시스템의 개발이 수행되고 있고 이에 따른 표준안 제안이 활발히 이루어 지고 있음. 특히 안전성과 관련된 표준안을 2006년부터 구체적으로 수행할 예정임

〈표 16〉 지능형로봇표준화포럼 표준화 추진계획

구분	과제명	제안일자	WG
1	URC로봇을위한원격진단서비스API	2007. 2. 13	미들웨어
2	지능로봇에서사용되는입출력장치및거리측정장치,서보제어기의CAN통신프로토콜	2007. 2. 15	미들웨어
3	단일플랫폼로봇의소프트웨어구조및장치인터페이스	2007. 2. 15	미들웨어
4	CAN네트워크인터페이스를위한API	2007. 2. 15	미들웨어
5	Ethernet네트워크인터페이스를위한API	2007. 2. 15	미들웨어
6	IEEE1394네트워크인터페이스를위한API	2007. 2. 15	미들웨어
7	USB네트워크인터페이스를위한API	2007. 2. 15	미들웨어
8	지능형모바일로봇용센서네트워크인터페이스명령어	2007. 3. 16	서비스모델링
9	지능형로봇을위한화자인식인터페이스	2007. 2. 12	HRI
10	지능형로봇을위한사용자추적컴포넌트API	2007. 3. 16	HRI
11	지능형로봇을위한얼굴인식컴포넌트API	2007. 3. 16	HRI
12	지능형서비스로봇을위한음원추적컴포넌트API	2007. 3. 16	HRI
13	퍼스널로봇의모듈관전기적인커넥터	2007. 2. 15	HW
14	지능형로봇의매니플레이션성능평가방법	2007. 2. 13	성능평가-HW
15	서비스로봇의기계적안전시험방법:제1부-제2부-낙하시험	2007. 2. 12	성능평가-HW
16	서비스로봇의기계적안전시험방법:제1부-하중시험방법	2007. 3. 16	성능평가-HW
17	서비스로봇용비상정지요구사항	2007. 3. 16	성능평가-HW

구분	과제명	제안일자	WG-SubWG
18	서비스로봇의형상안전요구사항	2007. 2. 15	성능평가-HW
19	로봇에서의원거리음성인식/음성통신을위한음성성능평가척도	2007. 2. 15	성능평가-HRI
20	로봇에서의원거리음성인식을위한마크평가기준	2007. 2. 15	성능평가-HRI
21	지능형로봇의비전관련성능평가방법	2007. 2. 15	성능평가-HRI
22	지능형로봇의음성관련성능평가방법	2007. 2. 15	성능평가-HRI
23	지능형로봇HRI컴포넌트소프트웨어시험평가	2007. 3. 16	성능평가-HRI
24	지능형로봇소프트웨어시험평가항목	2007. 2. 15	성능평가-미들웨어
25	서비스로봇의전기적안전성시험방법	2007. 2. 15	성능평가
26	URC로봇인증기준	2007. 2. 15	성능평가-인증
27	로봇용관성센서	2007. 3. 16	성능평가-NAVIGATION
28	실내이동로봇용자기위치시스템의성능특성및측정방법	2007. 2. 12	성능평가-NAVIGATION
29	실내이동로봇용자세각센서의성능특성및측정방법	2007. 3. 16	성능평가-NAVIGATION
30	서비스로봇의자동충전성능측정방법	2007. 3. 16	성능평가-NAVIGATION
31	지능형로봇의네비게이션성능평가방법	2007. 3. 16	성능평가-NAVIGATION
32	지능형로봇자율주행컴포넌트소프트웨어시험평가	2007. 2. 15	성능평가-NAVIGATION

#### 2.4.2. 국외 표준화 현황 및 전망

##### • 국외 정부의 표준화 정책

- 2003년 헝가리는 자국에서 개최된 로봇 표준화회의에서 의료지원용 로봇의 표준화 규격 제안을 했었으나, 산업용 로봇 분과의 범위를 벗어나 부결됨. 최근 한국 주도로 ISO/TC184에 지능형 로봇을 위한 study group 구성 및 운영을 제안
- 미국은 국가표준기술원(NIST)이 소관이 되어 “신 표준 경제(New Standards Economy)”를 지향하여 로봇분야의 기술표준화를 지원. 미국은 일본 주도의 로봇산업에 대응하기 위해 로봇 및 지능기계발전조치의 입법화를 추진. 로봇 및 지능기계협력위원회(RIMMC)에서 컨소시엄(IMCC)을 조직하여 산업계 및 연방정부가 자금을 지원하여 표준화를 포함한 연구 추진 계획
- 일본의 경우는 산업용 로봇의 표준화를 주도함으로써 표준화 기술을 주도하고 있음. 2000년 4월에 수립된 “국가산업기술전략”에서 ‘R&D정책 + 표준화정책 = 기술의 창조’라는 정책으로 로봇산업을 육성. OMG의 SIG를 활용 AIST의 RT-middleware를 적극 추진

##### • 표준개발 현황 및 전망

- 현재 로봇관련 국제표준화는 ISO/TC 184(SC2(산업용로봇))의 관련 규격만 존재(ISO 14종, KS 19종)하고 있어 지능로봇에 대한 표준화 작업의 조속 추진을 시도 중임
- SCA (Software Communications Architecture): JTRS에서 SDR (Software Defined Radio)를 위한 컴포넌트 미



#### 들웨어로 채택함

- IEEE, IFR, EURON 등에서 표준화 지원 및 활동을 활성화하고 있으며, ICRA2005에서 표준화 round-table 논의가 있었음
  - IEEE에서는 2004년 Industrial Activity Board를 신설하여 15개 국가별 IAB를 구성하였고 IFR과 공동으로 Industrial Forum을 구축하고 로드맵과 표준화 제정을 위한 Task force 팀을 구성하였고 ISO와 협력하는 표준화 활동을 추진하고 있음
  - 2004년부터 ISO TC184/SC2에서 한국 주도의 서비스로봇에 대한 요구가 수용되어 2006년 6월 파리 총회에서 제목은 “Robots and robotic devices”로 하고 적용범위는 장난감이나 국방용을 제외한 2축 이상의 로봇 또는 로봇장치를 다루는 것으로 의결함. 또한 Personal care용 로봇에 대한 PG와 서비스로봇을 위한 AG를 신설하여 본격적인 지능형로봇에 대한 표준화를 수행하려 함
  - OMG에서 2005년 1월 Robotics SIG를 구성하여 일본 AIST 주도로 Robot Technology Component(RTC)라는 로봇용 컴포넌트 모델을 발표하였고 2005년 12월에는 Robotics DTF로 격상되어 현재 infrastructure, robotic functional services, robotics devices and data profiles의 3개의 작업반이 활동 중. RTC, 배치 미들웨어 및 인터페이스와 서비스 표준화 등을 수행하고 있음
- 
- 시장형성의 초기단계로 대량으로 공급되어지는 단계가 아니어서 국제기구 뿐만 아니라 관련단체나 기업의 사실상 표준도 없는 상태임. 현재까지는 지능형 로봇 시장의 형성과 표준에 대한 구체적인 활동이 표면화되지 않았으나 향후 시장의 형성과 함께 소리 없는 로봇표준 전쟁이 예상되며, 이를 선점하기 위한 국내의 적극적인 활동이 시급한 상황임
  - 휴머노이드를 포함한 네트워크 기반 지능형 서비스 로봇 산업이 활성화 되면 인간공존 환경에서 서비스를 제공하게 되므로 인간과 친숙한 상호작용 기술은 중요 요소가 됨. 그에 따라, 전 세계적으로 상호작용을 위한 표준을 선점하기 위한 치열한 경쟁이 예상됨. 2008년까지는 부분적인 표준 제정을 위한 노력이 진행되다 산업화에 대한 가시적인 모습이 정리되면서 2010년경부터는 종합적인 표준 정립을 위한 시도가 기대됨

## 2.5. 표준화 대상항목별 현황 분석표

구분		지능형로봇 시스템 기술		로봇-인간-환경 상호작용		서비스 및 활용 기술	
표준화 대상항목		지능로봇 H/W component 및 모듈	지능로봇 플랫폼 기술	인간-로봇 인터페이스	로봇 동작 환경 및 네트워크	성능확보 및 안전성	서비스 및 보안인증 기술
시장 현황 및 전망	국내	개인서비스로봇 시장이 열림에 따라 청소로봇, 오락용 로봇 모듈을 중심으로 시제품과 초기상용화의 중간단계	로봇 개발 관련 기관에서 개발되거나 개발 중인 로봇의 기능으로써 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼이 제시됨	상품 개발 진행중이나 전반적으로는 미흡하며 시장 마케팅 단계임. 관련 시장이 급성장할 수 있는 분야임.	현재 관련 시장은 형성되어 있지 않음. 향후 전체 로봇 시장의 성장과 더불어 시장 규모의 급속한 증가가 예측됨	산업용의 경우 성능평가 및 안전성은 성숙단계. 지능형 로봇 일부 모듈의 기능/성능 평가 시험은 형성되어 있음	전자 상거래, IT 인프라 분야에서는 시장 성숙단계. 로봇 분야에서는 아직 시장이 형성되어 있지 않음.
	국외	범용 하드웨어 모듈 기반으로 지능형 로봇에 확장 적용되는 모듈 상품화	군사용 및 공공서비스용의 플랫폼은 표준화 및 상품화 되어 시장을 형성하고 있음	상용, 아이보와 같이 초보적인 커뮤니케이션만으로도 시장에 선풍적인 반응을 일으킴.	국내와 동일	국내와 동일	국내와 동일
기술 개발 현황 및 전망	국내	로봇벤처기업을 중심으로 센서 및 구동기 모듈을 상품화 기술 개발중	KIST, KAIST, ETRI, 생기원 등을 중심으로 기술 개발이 수행. 아직 해결안된 이슈들이 많음. 로봇 S/W 분야는 초기 연구단계임.	프론티어과제를 필두로 KAIST, KIST, 산자부 과제, ETRI 등에서 기술개발이 수행되고 있으나 아직 기술개발 초기 단계임.	네트워크 기술이 일반 네트워크 기술에 맞춘 기술 개발에 대해서만 집중되어 있으며 로봇(제어)특성의 기술문제 해결은 부족한 상태	용도 및 활용에 따른 평가 기술의 분류와 적용이 필요. 가장 시급히 확보하여야 할 요소 기술임.	로봇을 위한 새로운 기술 개발보다는 기존 IT 업계의 기술을 도입하여 로봇 및 서비스 특성에 맞추어 적용시키는 형태로 발전 예상.
	국외	일본이 개발/시장을 주도. 미국 알고리즘을 탑재하는 국제공동 연구로 진행. SoC 유형의 모듈화가 추세임.	미국, 일본 중심으로 응용 분야별 하드웨어, 아키텍처 및 관련 S/W 기술이 개발. 해결해야 할 기술적 이슈가 많음	일본, 미국 주도. MIT의 COG와 KISMET은 기술개발이 많이 진척되었음을 보여줌.	국내와 동일.	안전성 및 신뢰성 중심의 기술 및 평가방법 개발이 우선적으로 추진	뚜렷한 움직임은 없으나 관련 분야의 보안 및 인증 기술에 대한 적용 시도
기술 개발 수준	국내	시제품	시제품, 일부 구현	설계, 일부 시제품	시제품/프로토타입	설계	기술기획
	국외	구현/상용화	구현/상용화	시제품	시제품/프로토타입	설계	기술기획
	기술격차	3-4년	2-3년	2-3년	1년	1년	1년
	관련 제품	레이저스캐너, 자이로 센서, 인공능, 촉각센서 모듈 등	OROCOS, MIRO, DROS, RT Middleware, ORIN, ORCA, Open-R 등	아직 상용화 미성숙 단계로 관련 제품 없음.	공장 자동화 네트워크 시스템, 서비스 로봇은 상용성품 제품 없음	아직 상용화 미성숙 단계로 관련 제품 없음	아직 상용화 미성숙 단계로 관련 제품 없음.
IPR 보유현황	국내	지능로봇용 자이로 센서 및 구동모듈 등에서 특허출원	없음	인간-로봇 인터페이스에 대해서는 다수의 IPR보유	없음	청소로봇 성능평가 플랫폼 특허 추진중	없음
	국외	SONY, 혼다, 세그웨이, iRobot 등의 다수 기관에서 IPR 보유	혼다, SONY, NEC, 마츠시다 등 일본 로봇 업계에서 일부 IPR 보유	미국 iRobot, MIT, CMU, 일본 Sony, NEC, 혼다 등 다수 기관에서 IPR 보유	없음	없음	없음
IPR확보 가능분야		구동부, SoC 기반 모듈, 인터페이스	지능형 이동 에이전트, 인공 지능 및 상황인식 등과 관련한 응용 소프트웨어	사용자/음성/감정 인터페이스 및 인간-로봇 인터페이스 분야	IT 연계 로봇네트워크 기술, 로봇용 센서 네트워크	청소로봇 성능평가, 안전성 및 시험방법	IT 연계 서비스, 로봇을 위한 인증체계
IPR확보 가능성		보통	보통	보통	높음	높음	높음
표준화 현황 및 전망		표준화 초기단계이고 시급히 진행될 분야임.	표준화 기초단계로서 조기에 표준화 요구가 있는 분야임	타중점기술 표준과 맞물려 표준연구가 활발함. 확장성과 성장성이 높은 분야	전략적 표준화 추세, IPR 확보 경쟁 첨예	성능평가 기술, 안전성 확보 기술, 평가 플랫폼	산업표준화 시급, 산업화를 위해 중요
표준화 기구/단체	국내	기술표준원	TTA, ETRI	TTA, 기술표준원	TTA,	기술표준원, TTA, 산업기술시험원	TTA,
	국외	ISO, IEEE, ITU	ISO, IEEE, ITU, OMG	ISO OMG, IEEE, ITU 등	OMG, IETF, ITU 등	ISO/IEC, IEEE, OMG	IETF, IEEE, ITU, ISO/IEC
	국내참여업체 및 기관현황	삼성, 넥스트아이, 마이크로인피니티, KIST, ETRI, 생기원, 지능형로봇 표준포럼	생기원, ETRI, KIST, KAIST, ㈜삼성, 지능형로봇 표준포럼등	KIST, KAIST, 생기원, ETRI, 지능형로봇 표준포럼	지능형로봇 표준포럼, 삼성, LG, ETRI	지능형로봇 표준포럼, 기술표준원, 산업기술시험원, 경희대학교	지능형로봇 표준화포럼, 삼성, ETRI 등이 신성장 동력 과제 수행을 통해 추진 중
	국내기업여도	초기 기술개발 단계로 표준안 고려한 개발 진행중	Killer application 구축을 위해 표준 플랫폼 연구 진행중	연구개발 단계로서 표준포럼의 의견 적극 개입 중	TTA의 표준작업을 통해 URC, USN에 깊게 관여	높음	
표준화 수준	국내	표준화 항목 승인	표준안 항목 승인	표준안 기획	표준안 개발/검토	표준안최종검토	표준안기획
	국외	표준화 항목 승인	표준안 개발/검토	표준안 항목 승인	표준안 항목 승인	표준안개발/검토	표준안기획
국내표준화의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도)		보통 (국제 표준 수용)	높음 (국제 표준 협력/경쟁)	높음 (국제 표준 협력/경쟁)	매우 높음 (국제 표준 협력/경쟁, 부분 선도)	매우 높음 (국제 표준 협력/경쟁, 부분 선도)	보통 (국제 표준 협력/경쟁)



### 3. 중점 표준화항목의 표준화 추진전략

#### 3.1. 중점기술의 표준화 환경분석

##### 3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- 산업용 로봇 산업은 자체적으로 표준화를 위한 규모와 조건을 갖추고 있으나 서비스로봇 분야는 산업체 주도의 표준화를 위한 역량이 미흡
  - 국내 산업용 로봇시장규모는 세계 6위, 로봇 사용대수는 세계 5위, 로봇 밀도는 세계 2위를 차지하고 있어 산업체 주도의 표준화 역량이 있으며 산업체 참여로 표준화 수행 중
  - 서비스로봇 시장은 불투명성으로 인해 대기업은 진입을 꺼리고 있고 중소기업들에 의해 지금까지 대학생 등 특정계층 위주의 수준 높은 교육용 제품이 나와 있는 정도로 초기 단계로서 표준화를 위한 산업체 역량이 낮음
- 로봇시장은 IT, BT에 버금가는 거대한 시장형성이 예측되고 특히, 지능형 서비스 로봇은 시장 파급효과 막대할 것으로 전망되고 있으나 이에 대응하는 표준전략 및 인적 역량은 미흡
- 인간공존 환경에서의 로봇을 위한 제도 및 규정이 미흡함
  - 새로운 환경에 대응하는 안전규정 및 평가 표준에 대한 역량이 낮음
- 중소벤처기업의 연구개발은 활발하나 공동의 시장을 창출할 정도로 산업이 성장하지 않음
  - 개별적인 연구 수행과 비표준화 부품 및 소프트웨어 사용에 따른 개발 효율성 저하
  - 각자의 아이디어에 의존한 상품개발로 시장을 키울 수 있는 응용 및 서비스 분야가 제한적
- 현재 표준화 관련 사업 및 연구는 여러 기관에서 수행하고 있지만 아직은 성과가 미흡한 수준
  - 자율로봇 종합평가기술 표준화 (로보틱스연구조합), 지능형 서비스로봇 표준화(지능형 로봇협회), URC 로봇을 위한 표준화 (ETRI) 추진 중
  - 산업계의 긴밀한 연계, 추진이 필수이나 표준화 추진역력과 인력이 없고 업체간 또는 산학연 간의 정보공유가 미흡. 공공 성격의 기관에 의한 표준화 추진 및 산업지원이 필요
  - 각 부처별 또는 기관별로 추진 중인 표준화 작업을 포럼을 통하여 통일된 추진체계로 구성 중이나 효율적이고 체계화하기 위한 제도와 인적/물질적 지원이 요구됨
- 제품개발을 위한 지원 및 제도는 잘 정비되어 있으나 표준화 자체를 위한 연구 지원 및 제도는 미흡
  - 기술개발은 새로운 첨단 연구 중심이나 표준화를 위한 연구는 모듈화, 시스템 통합 및 인터페이스와 같이 개발된 기술을 기반으로 적용성과 파생기술을 개발이 중심
- 표준화 기반이 되는 핵심요소기술의 확보가 미흡. 특히 제조업 쇠퇴로 인한 하드웨어 부품요소 및 모듈에 대한 기반 구축 역량이 부족. 단, 정보통신 기술 및 인터페이스와 시스템 통합에 대한 연구 역량은 상대적으로 우수
- 국가적 추진의지 및 한중일 3국 및 EU와의 협력 필요성 대두에 따른 국제표준 선도 기회 높음
  - 국제표준 선도를 위한 인적, 물질적 지원이 부족. 특히 산업계를 중심으로 지원체계 강화가 요구됨

- 지능형 로봇 표준화는 실제 산업계와 긴밀히 연계하여 추진하여야 하나 대부분의 업체들이 중소기업이라 표준화를 추진할 여력과 인력이 없음. 따라서 공공 성격의 기관에 의해 표준화가 선행 추진되어 산업을 지원하여야 함
- 지능형 로봇은 복합적인 시스템통합(System Integration)의 성격을 가지고 있으므로 여러 관련 산업과 긴밀한 연계 관계가 유지되어야 함. 타 성장동력인 임베디드 S/W, 디지털콘텐츠, 차세대 반도체, 이동통신, 지능형 홈네트워크 등과도 표준의 체계적인 연동이 필요함
- 기술개발과 동시에 단체규약 및 표준화를 추진하여야 함. 기존의 로봇업체들은 기존 규약에 새로운 규약을 추가하는 형태로 진행하여 수요업체들의 요구에 맞추어야 함
- 통합적인 요소가 크고 새로이 발생하는 신규분야인 만큼 비용 및 인력 소요가 많이 들어감. 지능형 로봇 관련 업체 및 기관 간의 통일된 의견을 도출하기까지 많은 사회적, 경제적 비용이 소요될 것임

### 3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

국내외환경요인			강점 요인 (S)		약점 요인 (W)	
			시장	동북아 내의 정서/문화/지리/산업적 입지 우수	시장	초기시장으로 시장 미약 - 투자에 비한 시장 활성화 더딤
국외환경요인	기술	동북아 내의 정서/문화/지리/산업적 입지 우수	기술	핵심 연구인력 및 역량의 경쟁력	기술	지능형로봇과 연관된 기술의 원천기술 미흡
	표준	전국적 IT 환경 및 융합기술 표준 우수	표준	정보공유, 표준화 추진 미흡	표준	정보공유, 표준화 추진 미흡
기회 요인 (O)	시장	동북아 협력 필요성 대두	<b>현황분석에 의한 우선순위: 1</b> - 지능형로봇 초기 시장 활성화를 위한 서비스 개발 추진 - 전국적 지능로봇 시범 서비스환경 구축 - 조기시장 정착을 위한 제품 사용과 관련된 표준/인증 작업 시급 SO전략 : 공격적 전략(감점사용-기회활용) ST전략 : 다각화 전략(감점사용-위협회피)		<b>현황분석에 의한 우선순위: 2</b> - 융합기술 고도화를 통한 시장 확대와 원천기술 접근전략 필요 - 인터페이스기술 및 환경/네트워크 기술의 선도가 요구 - 지능로봇 분야 국내외 IT 장학생/산업연수지원 등 인력양성 필요 WO전략 : 만회전략(약점극복-기회활용) WT전략 : 방어적 전략(약점최소화-위협회피)	
	기술	IT 기반의 융합 제품기술 및 융합 서비스기술 확산				
	표준	표준초기단계로 선도 기회				
위협 요인 (T)	시장	초기시장 단계로 시장의 블록화 경향 고착	<b>현황분석에 의한 우선순위: 3</b> - 한중일 공조의 협력분위기 조성 필요 (한국은 응용기술과 중재역할) - 모듈 요소부품 및 기술 활성화에 따른 시장확대 전략 필요 - 서비스환경과 연관된 표준 플랫폼 구축 통해 시장 개척		<b>현황분석에 의한 우선순위: 4</b> - 특허 교환 또는 전략적 협상을 통한 외국과의 공유를 늘임 - 기존 특허 분석 및 국제적인 IPR 획득방안 마련 - 로봇 위한 IT 환경구축과 시장개발로 외국 원천기술 흡수 전략	
	기술	높은 기술장벽				
	표준	국제표준 수용 요구 높아짐				

- 현황분석을 통한 우선순위: SO → WO → ST → WT
- SO전략 : 한국의 강점인 융합기술의 대표적인 제품으로서의 지능형로봇 기술 분야는 국내 산업관련 환경 인프라가 우수하고 국민의 산업문화 정서에도 적합한 분야이므로 국내 산업의 강점을 최대한 활용하며, 국제적으로 초기

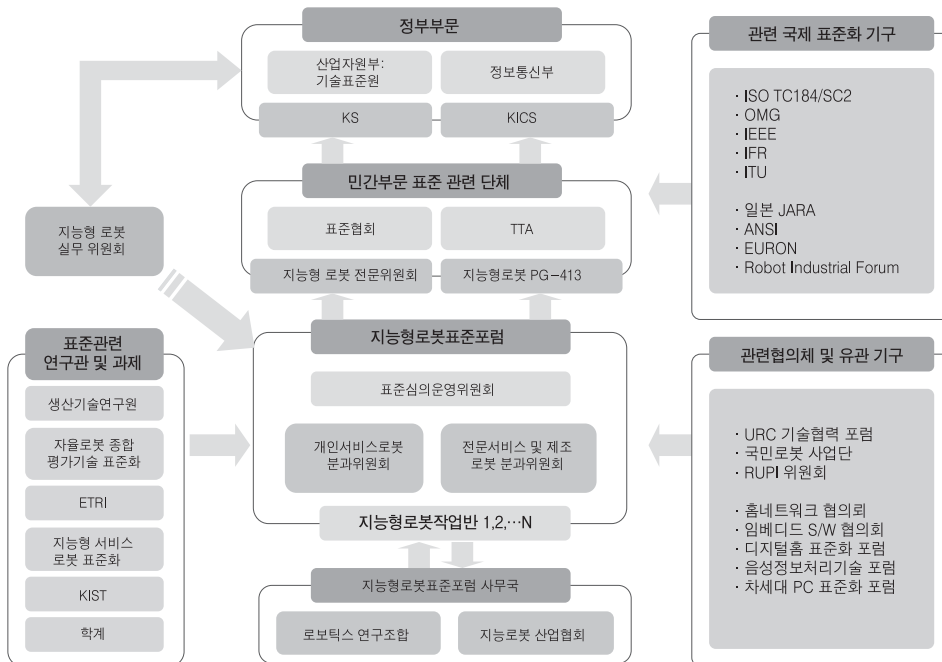


단계인 지능형 로봇 표준화 분야를 적극적으로 선도하여 시장을 활성화시킴과 동시에 Robot test-bed country로 만들어 지능형로봇 산업을 키우고 국제적인 경쟁력을 높임

- WO전략: 미국, 유럽에 대해서는 선택적 제휴와 대응으로 대처하고 기술 표준을 위한 한중일 3국간의 협력 분위기 조성을 통하여 한국의 중재자 역할을 구축. IT환경을 기반으로 한 응용기술 기반으로 동북아 시장을 확대하여 핵심 요소기술을 확보하고 동남아 및 동구권 연구인력을 활용하는 전략이 필요. 또한 기술 기능구현을 위한 로봇 내부 요소 간의 표준화 및 보급, 사용을 위한 안전성/평가에 대한 표준화를 선행 추진하여 표준화 범위를 확산하는 단계별 추진
- ST전략: 블록화 되어가는 세계 동향에 대처하기 위해 기술 연구개발과 병행하는 표준화 추진이 필요. 지능로봇은 융합형 기술이므로 세부 기술이 매우 다변하고 시스템통합 자체도 새로운 기술임. 따라서 표준화를 위한 시스템 통합기술의 연구개발도 필요
- WT전략: 기술 의존도가 높고 원천기술 확보가 취약한 OS 및 인공지능 등 플랫폼 분야의 IPR은 국제협력을 통하여 연계 추진. 기술 외국 원천특허에 대해 먼저 숙지하고 대처방법을 모색. 특허 교환 또는 전략적 협상을 통한 외국과의 공유를 늘임. IT기반의 지능형 로봇을 위한 환경구축을 미리 갖추어 다각적인 외국의 로봇기술이 펼쳐질 수 있는 장이 되도록 하는 다각화 및 방어적 전략이 필요
- 표준화 추진방향 : SO전략에 중심을 둔 WT전략의 보완추진을 통하여 국내외 표준 역량 재고
- 국내 시범 서비스환경 구축과 실 적용사례를 통한 표준의 실질화를 기반으로 해외 표준화단체, 기구에 적극적으로 참여하고 표준안을 상정함으로서 국내외 표준 역량을 높이는 방법 (SO전략)
- 기능구현을 위한 로봇 내부 요소 간의 표준화 및 보급, 사용을 위한 안전성/평가에 대한 표준화를 선행 추진하여 표준화 범위를 확산하는 단계별 추진이 필요 (SO전략)
- 한국이 절대적인 기술 우위를 지니는 정보단말과 결합된 형태로서 새로운 로봇 유형과 서비스를 개척하고 국제 기술표준 및 핵심 기술개발을 주도
- 또한, 지능형로봇 표준 전문인력 집중양성과 수요자 중심의 IPR 확보에 집중하는 WT 전략을 중점 추진함으로써 표준의 내실화를 추진
- 분야별 전문가들로 포럼을 구성하여 분야별로 로드맵을 작성하고 사업을 추진. 산학연관 전문가로 분야별 운영위원회를 구축하여 각 분야별 상호 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 전체적인 조정 역할 수행
- 일본, 미국 등 자율로봇에 관한 선진국 전문가의 의견을 수렴코저 초청 또는 방문 등 국제표준화 활동 추진

## 3.1.3. 표준화 추진체계

- 지능형로봇 표준포럼은 표준화 전담 통합 추진기관으로 표준화 추진 전담, 표준 시험운영, 표준 적합성 인증 연구, 국제화 사업 추진, 전문가 지원 등을 수행
- 정보통신부는 부처간 협의를 통하여 산업자원부의 표준화 지원사항과 정부지원 개발과제의 표준 플랫폼 추진 상황을 복합 연계한 표준 정책을 입안하고 시행
- 정보통신연구진흥원은 지능형 로봇 전문위원회를 주축으로 기술표준화와 기술개발을 연계하는 방향 설정
- 지능형 로봇 관련 국내 산·학·연을 중심으로 지능형 로봇 표준포럼을 통하여 국내 표준화 활동을 주도하고, 지능형 로봇 관련 표준전문가들로 하여금 국제 표준화 활동 및 국내 지능형 로봇 관련 기술 보급, 표준기술 공동 연구 등을 지원함. 이를 통해, 개발된 국내 표준(안)은 대상 표준기술의 대응 국제기구에 따라 ITU나 IETF 관련된 분류의 경우는 한국정보통신기술협회에 상정하여 단체표준으로 제정되도록 추진하고 ISO/IEC 관련된 분류의 경우는 포럼 표준으로 기반 구축후 국가표준으로 제정 추진하는 절차를 갖음



〈그림 7〉 지능형로봇 표준화 추진체계

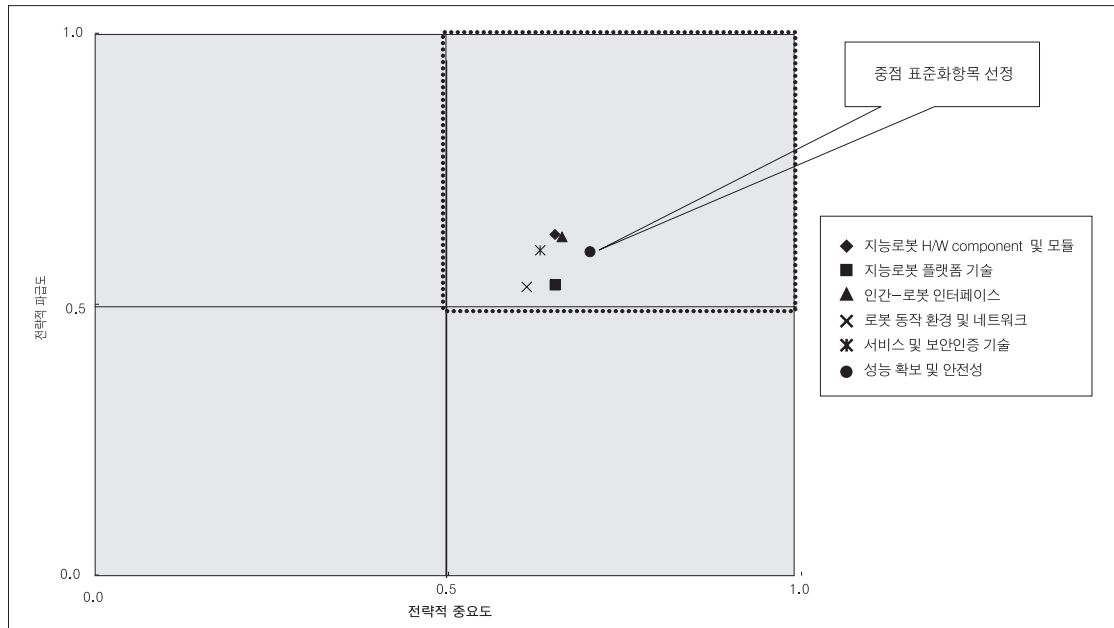


## 3.2. 중점 표준화항목 선정

### 3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법

〈표 17〉 중점표준화 항목 도출표

표준화 대상항목에서 중점 표준화항목 도출을 위한 데이터입력												
고려요소	전략적 중요도						전략적 파급도					
	P <sub>1</sub> 산학연 관 심도(투자 등)	P <sub>2</sub> 정부 관심 도(정책 등)	P <sub>3</sub> 표준선도 가능성(표 준투자정 도)	P <sub>4</sub> 표준(기술) 개발의 시급성	P <sub>5</sub> 기술(표준) 격차	P <sub>I</sub> (Priority Index)	E <sub>1</sub> 타 산업 파 급효과	E <sub>2</sub> 경제적 파급효과	E <sub>3</sub> 국내외시 장규모	E <sub>4</sub> IPR확보 가능성(로 알티수입)	E <sub>5</sub> 사용자편 의(호환성/ 공공성 등)	E <sub>I</sub> (Effect Index)
고려요소별 가중치	0.21	0.14	0.26	0.28	0.11	1.00	0.25	0.29	0.14	0.19	0.14	1.00
지능형 로봇 어휘 표준	3.00	2.38	3.00	3.75	2.50	0.61	2.15	2.50	1.88	1.50	3.88	0.47
로봇 하드웨어 모듈 인터페이스	3.63	3.63	3.38	4.13	2.75	0.72	3.50	3.75	3.50	3.50	4.13	0.73
지능로봇의 하드웨어 및 하드웨어 모듈 인터페이스	3.00	2.63	2.88	3.13	2.00	0.57	3.75	3.25	3.25	3.00	2.88	0.66
지능로봇 HW component 및 모듈	3.21	2.88	3.08	3.67	2.42	0.63	3.13	3.17	2.88	2.67	3.63	0.62
지능로봇 SW 아키텍처	3.50	3.38	3.38	3.25	2.63	0.66	2.63	2.50	2.83	2.50	3.38	0.53
지능로봇 SW 라이브러리 API	4.00	3.00	3.13	3.88	3.00	0.70	3.13	3.13	3.13	3.00	4.00	0.54
지능로봇 미들웨어	3.98	3.77	3.17	3.56	3.15	0.71	2.96	3.13	2.71	3.23	3.92	0.63
지능로봇 플랫폼 기술	3.83	3.38	3.22	3.56	2.92	0.69	2.90	2.92	2.82	2.91	3.76	0.60
지능로봇용 사용자인식 및 표현 모델링	3.63	3.50	3.13	3.50	3.00	0.67	3.00	2.88	3.00	3.75	3.13	0.62
인간-로봇 인터페이스 모델링	3.75	3.13	3.00	3.25	3.13	0.65	3.13	3.13	3.25	3.25	3.88	0.65
지능로봇용 영상 및 음성처리 API	3.75	3.13	3.25	3.17	2.25	0.64	3.83	3.54	3.38	2.96	3.13	0.69
지능로봇용 화자, 음원제처인식 API	3.25	3.13	3.25	3.00	2.38	0.61	3.88	3.50	3.13	3.00	3.38	0.69
지능로봇용 영상데이터 파일포맷 및 교환기술	3.00	2.88	3.50	3.25	2.75	0.63	3.38	2.88	2.75	3.50	3.63	0.64
인간-로봇 인터페이스	3.48	3.15	3.23	3.23	2.70	0.64	3.44	3.18	3.10	3.29	3.43	0.66
통합개발환경 인터페이스 표준	4.00	3.75	3.00	3.50	2.38	0.68	3.13	3.25	2.63	3.25	4.00	0.65
지능로봇용 네트워크 프로토콜	3.00	2.81	3.38	3.00	2.75	0.61	2.25	2.13	2.38	3.00	3.25	0.50
지능로봇용 통합동작 환경 기준	3.85	3.80	3.03	2.93	2.88	0.65	2.23	2.93	2.95	2.35	3.10	0.53
서버-지능로봇간 네트워크통신 QoS	3.13	3.00	2.25	2.25	2.00	0.50	3.13	2.25	2.38	2.88	3.25	0.55
지능로봇 보안 및 QoS 지원	3.63	3.75	3.13	3.00	2.13	0.63	2.88	3.13	2.13	2.75	3.13	0.57
지능로봇 서비스간 네트워크통합연계기술	3.63	2.75	3.50	3.00	2.75	0.64	2.63	2.63	1.88	2.63	3.88	0.54
유비쿼터스 상황/행동안식	3.13	3.00	2.25	3.00	2.13	0.55	2.88	3.00	2.38	3.00	2.38	0.56
유비쿼터스 센싱 및 자율주	3.13	2.88	3.13	3.63	2.88	0.64	2.38	3.00	2.50	3.00	3.25	0.56
로봇동작 환경 및 네트워크	3.43	3.22	2.96	3.04	2.48	0.61	2.68	2.79	2.40	2.86	3.28	0.56
지능로봇 콘텐츠 및 서비스관련 표준 (서비스 서술, 모델링, 변환 등)	3.63	3.63	3.75	3.63	3.00	0.72	3.25	3.50	3.13	3.00	3.75	0.67
지능로봇 서비스 서술	3.25	3.25	3.63	3.38	3.00	0.67	2.88	3.88	3.88	3.13	3.88	0.70
지능로봇 네트워크 및 시스템 보안기술	3.00	2.83	2.89	3.06	2.14	0.57	2.75	2.81	2.11	2.16	3.09	0.52
지능로봇 사용자 인증 기술	3.75	3.00	2.88	2.88	2.13	0.60	2.00	2.88	2.25	2.88	3.75	0.54
지능로봇 인증 및 과금 기술	3.63	3.00	2.75	3.00	2.75	0.61	2.75	3.63	2.75	2.75	3.75	0.63
지능로봇 생체기반 사용자 인증 기술	3.13	2.88	2.38	2.25	3.13	0.53	3.00	2.38	2.13	3.13	3.25	0.55
서비스 및 보안인증 기술	3.40	3.10	3.04	3.03	2.69	0.62	2.77	3.18	2.71	2.84	3.58	0.60
지능로봇 센서(마이크, 카메라, 초음파 등) 성능평가 척도	3.88	3.00	3.25	3.63	2.88	0.68	3.50	3.38	2.88	2.50	3.00	0.62
오소기술모듈(음성, 접음처리, 음성인식, 영상인식 등) 성능평가기준	3.13	3.13	3.25	3.88	3.00	0.67	3.38	3.38	2.50	3.13	3.38	0.64
청소로봇 기능 및 성능평가	3.17	3.90	3.94	3.94	2.96	0.73	2.23	3.04	3.92	2.94	3.33	0.60
지능로봇용 기능 및 성능시험 및 평가기술	4.00	3.38	3.38	4.25	3.13	0.74	3.00	3.13	3.88	2.88	4.00	0.65
지능로봇용 신뢰성/안전성 기준 및 평가기술	3.75	4.00	3.38	4.25	3.00	0.75	2.38	3.88	4.00	2.88	4.13	0.67
자율 및 지능평가	3.25	3.63	3.75	3.38	3.13	0.69	2.38	3.13	3.13	3.50	3.88	0.62
성능 확보 및 안정성	3.53	3.50	3.49	3.89	3.01	0.71	2.81	3.32	3.38	2.97	3.62	0.64



#### • 중점 표준화 항목 세부 요소 및 중점 항목 선정 방법

- 지능형로봇의 6개 표준화 항목에 대해 전문가를 대상으로 한 설문과 워크숍을 거쳐 세부 표준화 요소를 선정하고 그 시급성의 순위를 결정함
- 2007년 로드맵 작성과는 다른 형태의 방법을 취함. 6개 표준화 항목에 대한 전문가의 의견을 직접 평균을 취하여 구하는 방법이 아니고 각 표준화 항목에 대해 이전 단계에서 결정된 세부 표준화 요소를 나열하고 그 세부 요소에 대해 전문가 의견을 묻는 방법으로 처리함
- 위 표에 기록된 바처럼 각각의 세부 요소별로 얻어진 전문가의 수치들을 이용하여 전략적 중요도와 전략적 파급도의 수치를 구함
- 이와 같이 구해진 각 세부 요소별 평균을 통합하여 6개 표준화 항목에 대한 중점 항목의 우선 순위를 결정함

### 3.2.2. 중점 표준화항목 선정

#### • 전략적 중요도 및 기술적 파급효과의 요소

- 지능형로봇의 전략적 중요도에서 고려 요소별 가중치는 표준개발의 시급성(0.28), 표준선도 가능성(0.26), 산학연 관심도(0.21) 순으로 높으며, 정부 관심도(0.14), 표준 격차(0.11)는 상대적으로 가중치가 낮은 것으로 평가됨
- 기술적 파급효과의 요소별 가중치는 경제적 파급효과(0.29), 타산업 파급효과(0.25), IPR 확보가능성(0.19) 순이었으며 국내의 시장규모(0.14)나 사용자 편의(0.14) 등에 대한 고려는 상대적으로 낮게 나옴
- 위 두 경우의 중요도 및 파급효과 요소에 따른 고려 결과는 지능형로봇의 요체가 융합형 기술로서 타산업과의 연계



기술이 중요하고 지능형 로봇서비스의 파생 효과가 로봇 자체보다 훨씬 클 것으로 예상되기 때문임

- 지능형로봇 표준화 대상 항목별 평가점수에 따른 전략적 중요도에 따른 우선순위로는 성능확보 및 안전성, 지능로봇 플랫폼 기술이 상대적으로 높은 순위를 보였고, 인간-로봇 인터페이스, 지능로봇 컴포넌트 및 모듈, 서비스 및 보안인증, 로봇 동작환경 및 네트워크는 상대적으로 낮으나 그다지 큰 차이는 없는 것으로 나타남
- 전략적 파급도의 경우는 인간-로봇 인터페이스가 상대적으로 높았으며 성능확보 및 안전성이 다음의 파급효과를 가지며 나머지 4개 요소는 비슷한 정도의 값을 보여주고 있음. 이 경우도 파급도에서의 중요한 수치 차이는 없었음

#### • 중점 표준화항목별 선정사유

- 표준화는 산업화와 밀접한 관련을 가지고 있으므로 성공적인 표준화를 위하여는 산업체와 시장을 형성하는 요소들의 참여가 필수적임. 표준화를 통한 산업화 촉진에 기술을 중심으로 하는 top-down 방식의 표준화와 수요를 중심으로 하는 bottom-up 방식의 두가지 형태를 가짐. 지능형로봇은 다양한 개념, 기술, 부품들이 집적된 대형 시스템 형태이므로 이 두가지 형태가 모두 필요함. 따라서 우리나라가 국제적 표준화를 주도하고 산업 활성화를 시킬 수 있어야 한다는 전제하에 이 두가지 사항이 모두 고려되는 항목을 중점 표준화 항목으로 선정함
- 성능확보 및 안전성은 초기 지능형로봇 시장을 여는 가장 중요한 요소 중의 하나로서 제품의 품질과 경쟁력의 확보에 지대한 영향을 미치는 항목이기도 함. 특히 지능형로봇을 위한 test-bed country의 구현과 현실화에 절실한 부분으로서 시장환경 구현시에는 기술 선도 가능성과 상용화 가능성 및 타 기술과의 연계성 등이 높으므로 중점 표준화 항목으로 선정됨. 지능화에 따른 기능 및 성능은 기존의 표준화 기술로 지원되지 않는 새로운 접근으로서 블루오션이 될 수 있고, 또한 인간공존 환경하의 안전성 기술은 지능형로봇의 시장과 관련하여 가장 중요한 요소일 수 있으므로 이에 대한 고려도 선정 요인임
- 이와 같은 의미에서 보면 지능로봇 플랫폼 기술이 같은 정도의 전략적 중요도로 인식되고 있는 이유는 자명함. 초기 시장을 확대하기 위해 가장 필요한 요소 중의 하나가 다양하고 확립된 지능로봇 플랫폼이 될 것이고 이에 따라 세부 구성요소의 표준화에 대한 중요도가 높게 얻어질 수 밖에 없음. 따라서 지능로봇 플랫폼 기술은 지능형로봇의 활용에 따라 차별화 될 수 있는 제품의 경쟁력 확보에 미치는 영향이 크므로 산업체의 의지가 높고 특히 지능화 및 지능형 로봇 산업 기반 구축을 위해 필요한 소프트웨어 플랫폼 기술은 중요한 표준화 요소기술임. 일부 운영체제와 미들웨어 분야는 일본, 미국 등의 선도기업에 비해 낙후되어 기술 선도가능성은 낮으나 다양성이 보장되며 상용화 가능성과 표준화 선도 가능성은 높으므로 중점 표준화 항목으로 선정됨
- 인간-로봇 인터페이스(HRI)는 표준 격차가 벌어지기는 하나 정보통신 기반 명령기술 분야 면에서는 미국, 일본에 뒤지지 않는다. (한국 36%(13건), 미국 36%(13건), 일본28%(10건): 2005 인간로봇 상호작용기술 PM보고서) HRI는 일부 기술에서 선도가능성은 떨어지고 표준화 이슈가 낮아 설문조사의 결과는 전략적 중요도는 다소 낮으나 일부 선진기술의 조기 수용 및 적용 필요성이 높고, 사용 편리성을 높여 로봇의 시장 가치 제고와 함께 초기 시장을 활성화 등 산업적 파급도가 높은 매우 중요한 기술임. 매개 인터페이스 기술과 함께 필요성이 높은 분야로 다른 기술과의 연관성도 높아 중점 표준화 항목으로 선정함
- 지능로봇 컴포넌트 및 모듈은 지능형로봇을 구성하는 기본요소로서 본질적으로 기존 산업용 로봇이나 기타 자동화

기기에서 사용하는 로봇의 구성요소들을 기반으로 하여 개발될 수 있어 일본 및 미국 등의 선도기업이 핵심기술을 선도하고 있고 일부 모듈화 기술의 선도 가능성이 예측되어 다소 전략적인 중요도는 낮은 부분임. 그러나 시장의 조기 활성화와 산업용과 차별화된 표준모듈 기술개발 등을 통하여 선도가능성을 높일 수 있기 때문에 중점 표준화 항목으로 선정함

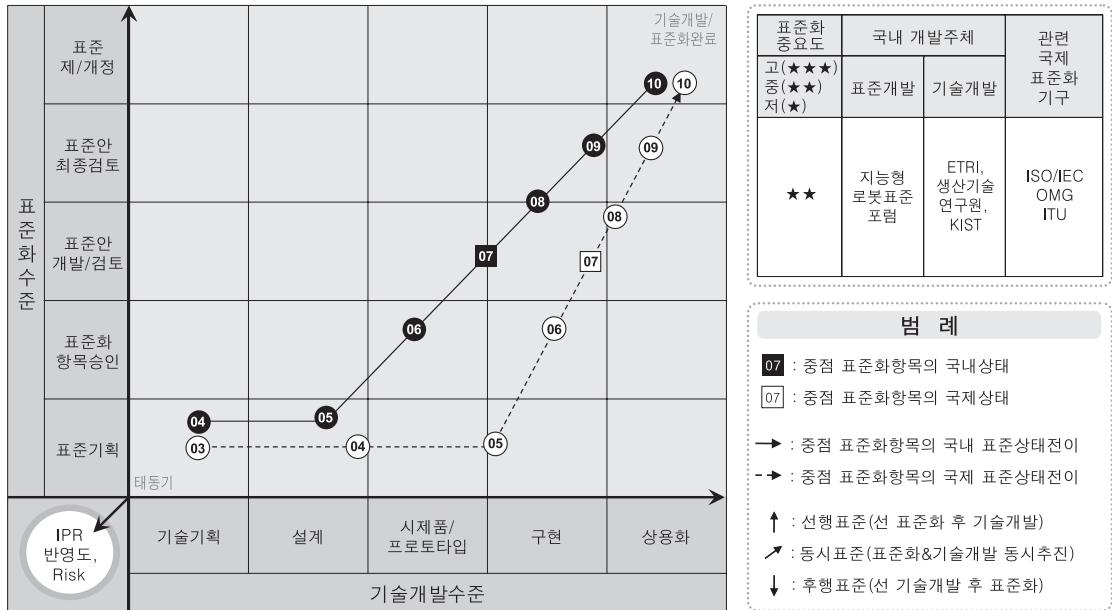
- 서비스 및 보안인증은 중요한 요소기술이고 미래효과 또한 높으나 아직 본격적인 시장의 형성이 이루어지지 않았고 그에 따라 표준화의 시급성이 다소 떨어지는 부분임. 그러나 추후 초기 시장의 활성화를 초대로 본격적인 로봇시장이 열리면 가장 중요한 표준화 요소가 되리라고 보여 중점 표준화 항목으로 선정함
- 로봇 동작환경 및 네트워크은 우리나라가 강점으로 가지고 있는 IT 산업과 연계성이 높고 국제 표준화 선도가능성이 매우 높음. 기존 로봇과는 달리 비정형화된 다변하는 환경에서 인간에게 직/간접적으로 서비스를 제공하게 되므로 이에 대한 정보전달을 위한 네트워크 등이 모두 고려되어야 함. 새로운 분야인 지능성 관련된 환경인식 및 대처와 같은 사항은 조기 표준화가 필요한 사항으로서 산업적 파급효과와 미래효과가 높아 중점 표준화 항목으로 선정됨



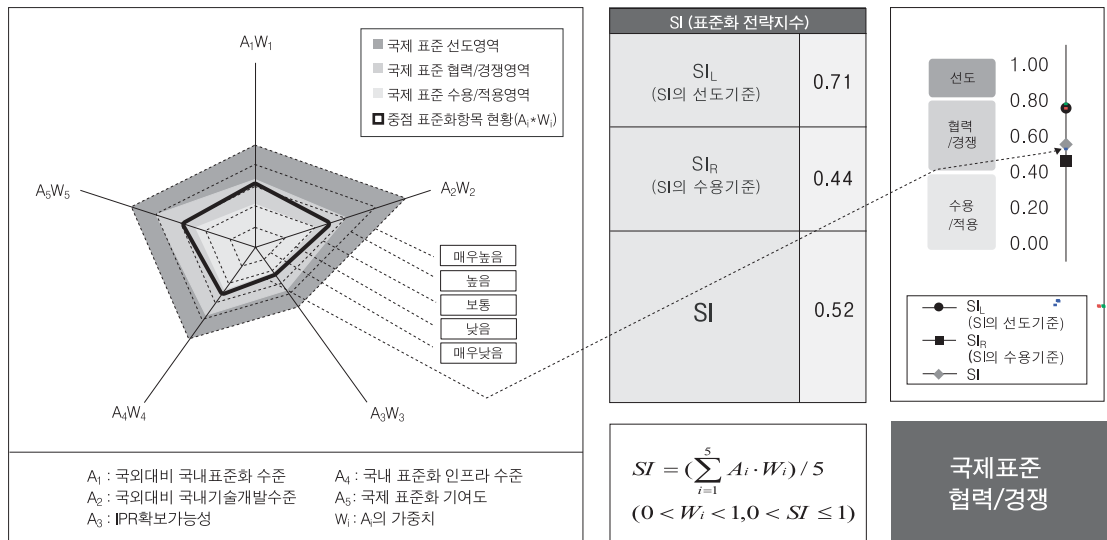
### 3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

#### 3.3.1. 지능로봇 H/W component 및 모듈

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출



- 세부 전략(안)

- 기존 미국, 일본이 선도하고 있는 모터나 센서 등의 로봇 기본 하드웨어 요소는 표준화 대상에서 제외.
- 기본 하드웨어에 소프트웨어 기능이 복합적으로 부가되거나 다종의 하드웨어의 결합을 통해 컨버전스를 구성하여 모듈화된 제품이 표준화의 대상
- 국내표준을 기반으로 중국을 하드웨어 컴포넌트 생산기지로 하는 표준화 전략 추진
- 포럼을 통한 관련기관 간의 긴밀한 협의를 통한 국내표준 확립후 국제표준 추진
- 기술개발 및 표준 적용을 동시에 진행하는 동시 표준화 전략
- de factor 타입의 국제표준 준비
- 연구 개발과제의 결과물을 적극 표준화하는 일체화된 추진

- IPR 확보방안

- 지능기반의 하드웨어 모듈의 IPR 추진
- 지능형 센서 모듈, 전원 모듈, 그리고 구동기 모듈이 IPR 확보 대상
- 네비게이션, 인식과 관련된 지능화 알고리즘의 소프트웨어 분야의 IPR 집중 개발



- 세부 전략(안)

- 동북아 3국을 중심으로 국제협력을 통한 기술 개발 및 표준화 추진
- 포럼을 통한 관련기관 간의 긴밀한 협의를 통한 국내표준 확립후 국제표준 추진
- 기술개발 및 표준 적용을 동시에 진행하는 동시 표준화 전략
- de factor 타입의 국제표준 준비
- 시범 사업 또는 표준 플랫폼 사업을 통한 실질적 표준 전략 추진

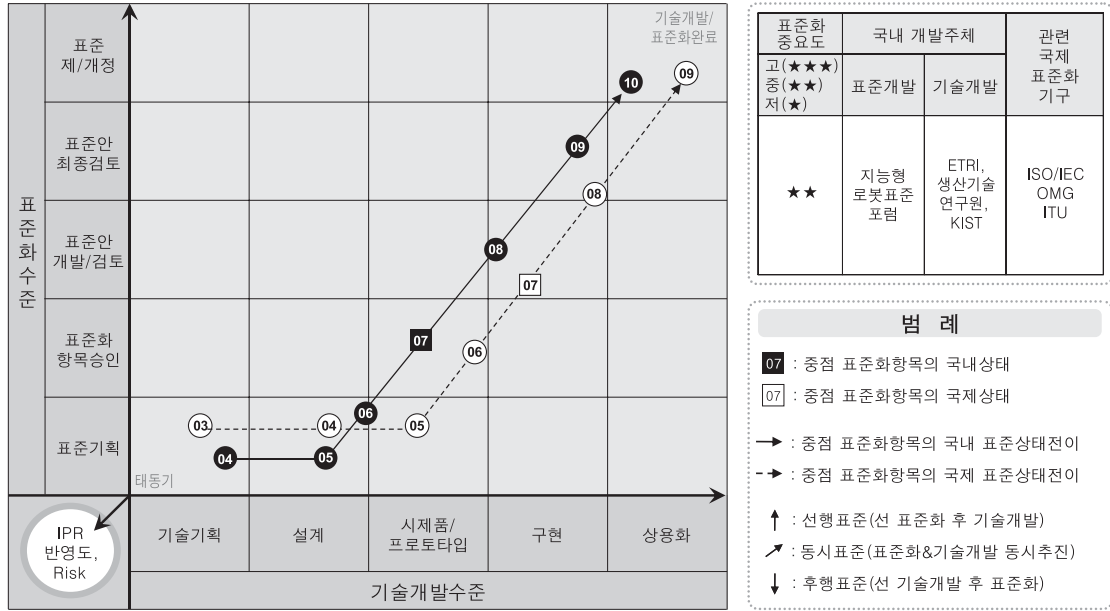
- IPR 확보방안

- 지능형로봇 미들웨어, 에이전트, 플랫폼 아키텍처 등 플랫폼 구성이 가능한 응용 소프트웨어 분야의 IPR 추진
- 통신 미들웨어, 인공지능 등 소프트웨어 분야의 IPR 집중 개발

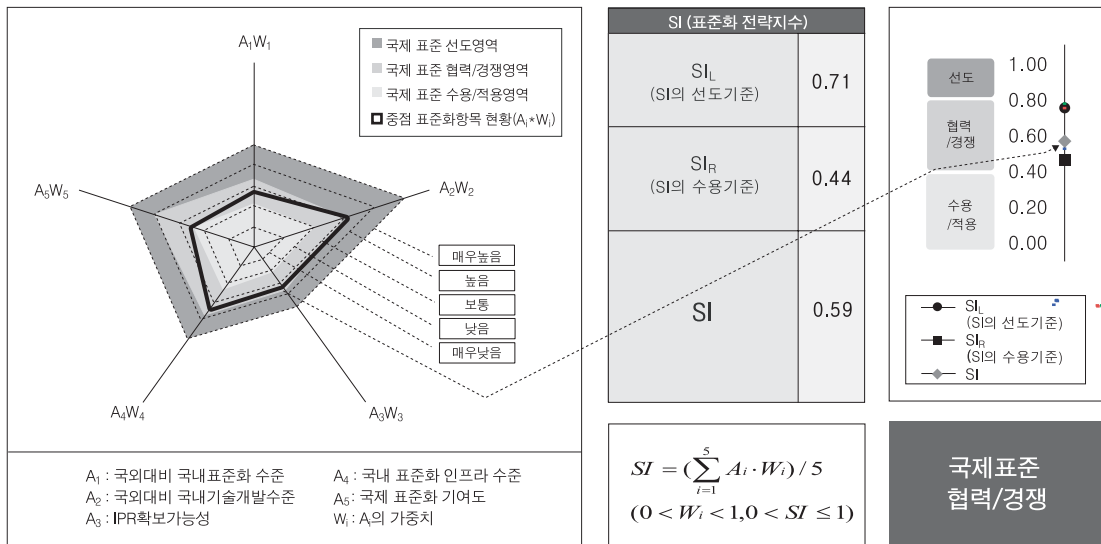


### 3.3.3. 인간-로봇 인터페이스 기술

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출



- 세부 전략(안)

- 미국, 일본 등의 앞선 부분에 대해 선택적 수용
- 멀티미디어 및 사용자 인터페이스 등 선도적인 항목은 협력/경쟁을 통하여 국제표준 추진
- IT 산업의 표준을 인간-로봇 인터페이스 표준으로 확대하여 국제표준 추진
- 기술개발 및 표준 적용을 동시에 진행하는 동시 표준화 전략

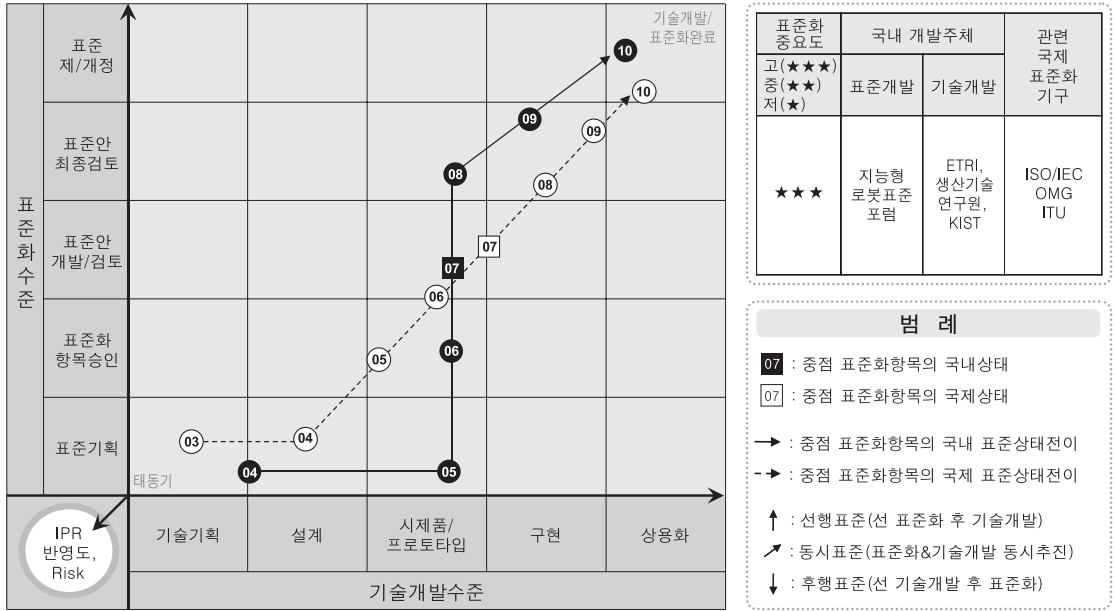
- IPR 확보방안

- 개발된 기술에 대해 로봇과는 독립적인 제품화를 통하여 IPR 확보 가능
- IT 산업에서 파생된 기술을 로봇에 적용하여 IPR 추진
- 멀티미디어 또는 데이터 프로토콜, 포맷 등에 대한 IPR 확보 가능

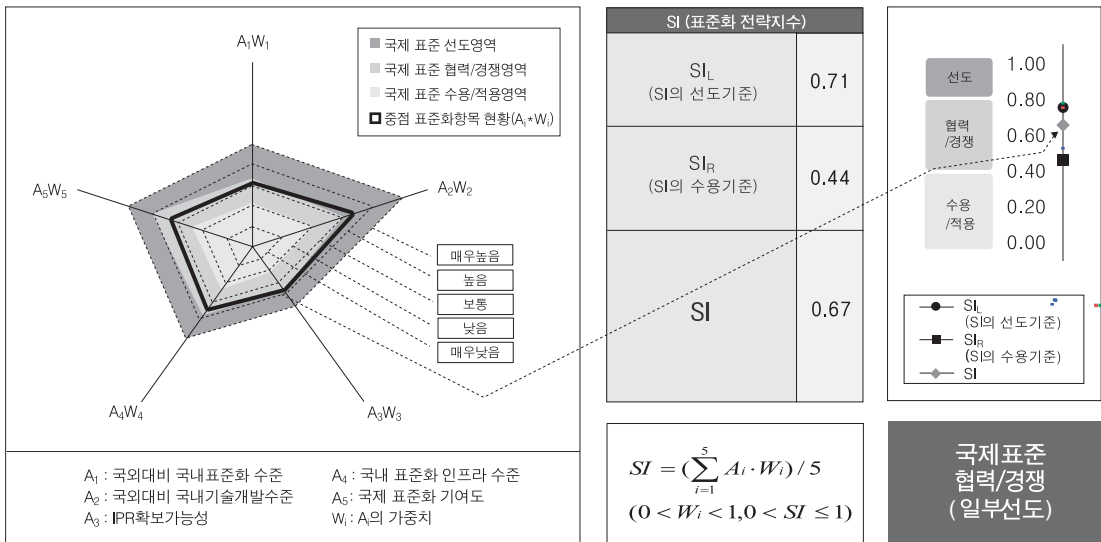


### 3.3.4. 로봇 동작 환경 및 네트워크

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출



- 세부 전략(안)
  - 부분 선도를 통하여 선진국과 경쟁하고 협력에 의해 주도권 유지
  - 개발환경의 조기 표준화를 통하여 산업 활성화 추진
  - 표준을 먼저 정하고 그에 맞추어 기술개발을 진행하는 선행 표준화 추진
  - de factor 타입의 국제표준 추진
  
- IPR 확보방안
  - 확보된 네트워크 기술을 로봇(제어)특성을 고려하여 기술개발 주도
  - QoS 관련된 로봇 환경 네트워크에 IPR 확보에 집중
  - 유비쿼터스 환경 하의 자율 인식 및 대처 알고리즘의 기술개발을 통하여 IPR 확보 가능

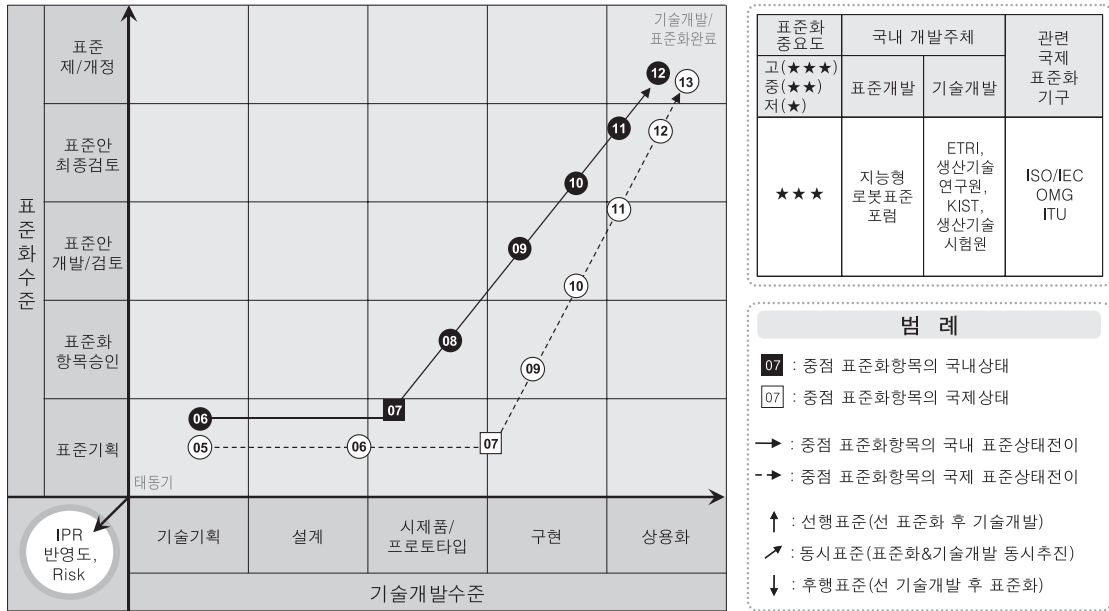


- 세부 전략(안)
  - 시장이 먼저 열린 청소로봇에 대한 표준은 국제선도 지원
  - 시장 활성화를 위해 안내 및 URC 등을 대상으로 하는 표준을 조기 추진
  - 부분적으로 시장이 열리기 전에 표준을 추진하는 선행표준화 추진 전략 필요
  - 신뢰성/안전성은 국제 협력을 중심으로 표준화 추진
  
- IPR 확보방안
  - 가장 시급하게 추진하고 집중함으로서 IPR 확보
  - 국내를 먼저 Test-bed country화함으로서 성능평가 방법, 플랫폼에 대한 특허 추진
  - 자율 또는 지능 평가에 대한 방법 및 알고리즘에 대한 IPR 추진
  - 소프트웨어의 기능 및 성능 관련 IPR 추진

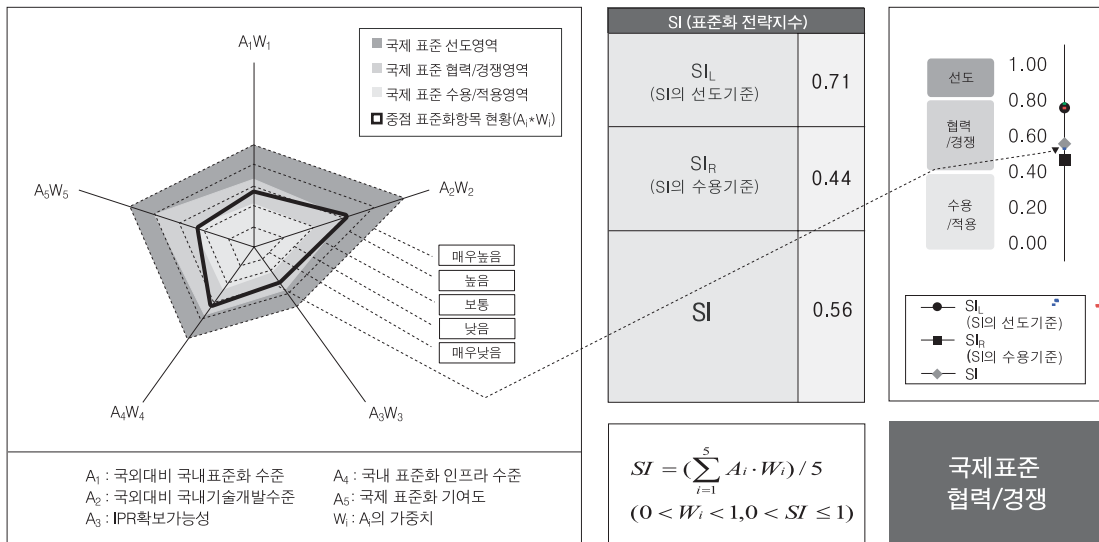


### 3.3.6. 서비스 및 보안인증 기술

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출

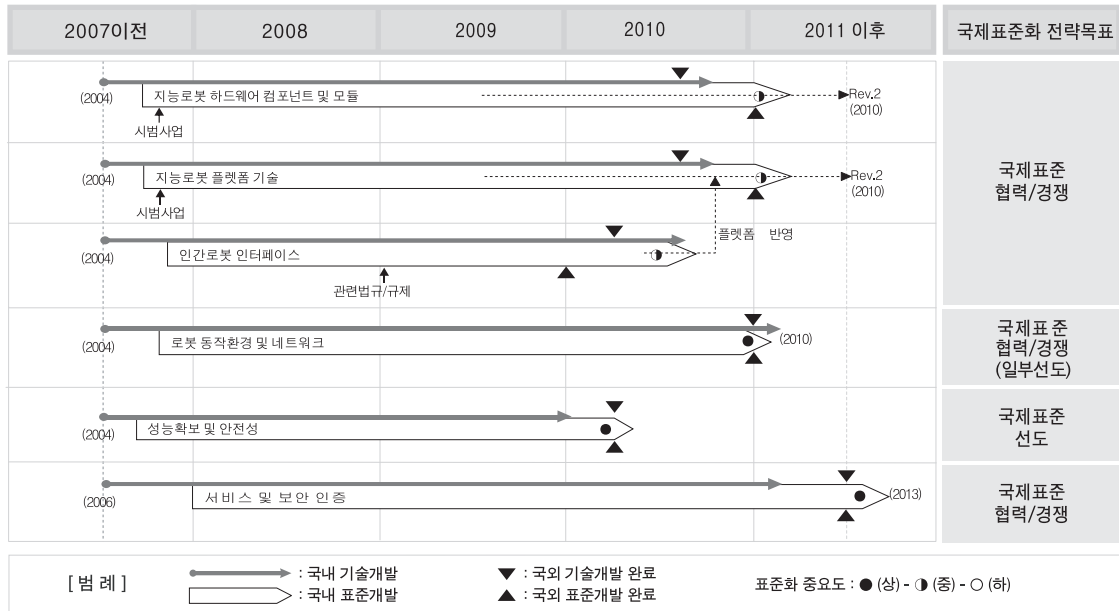


- 세부 전략(안)
  - 시장의 조기 개척을 위해 지능형 로봇 서비스의 공통 표준 요건을 사전 확립
  - 보안 인증을 시급히 확립
  - 급속히 확대될 서비스시장에 대비하기 위한 파생 서비스 표준을 조기 추진
  - 환경 및 네트워크 표준과 긴밀히 연계하여 추진
  - 복합 서비스 표준은 기본 서비스 표준을 바탕으로 구축될 수 있도록 함
  - 사업화와 긴밀히 연계되는 표준으로 bottom-up 방식의 제안을 추진
- IPR 확보방안
  - 서비스 모델링 및 과금 등 공통 요건에 대한 IPR 가능
  - 기본 멀티미디어와 차별되는 로봇 사용자 서비스에 대한 IPR 추진
  - 로봇 보안 인증 관련 IPR 추진

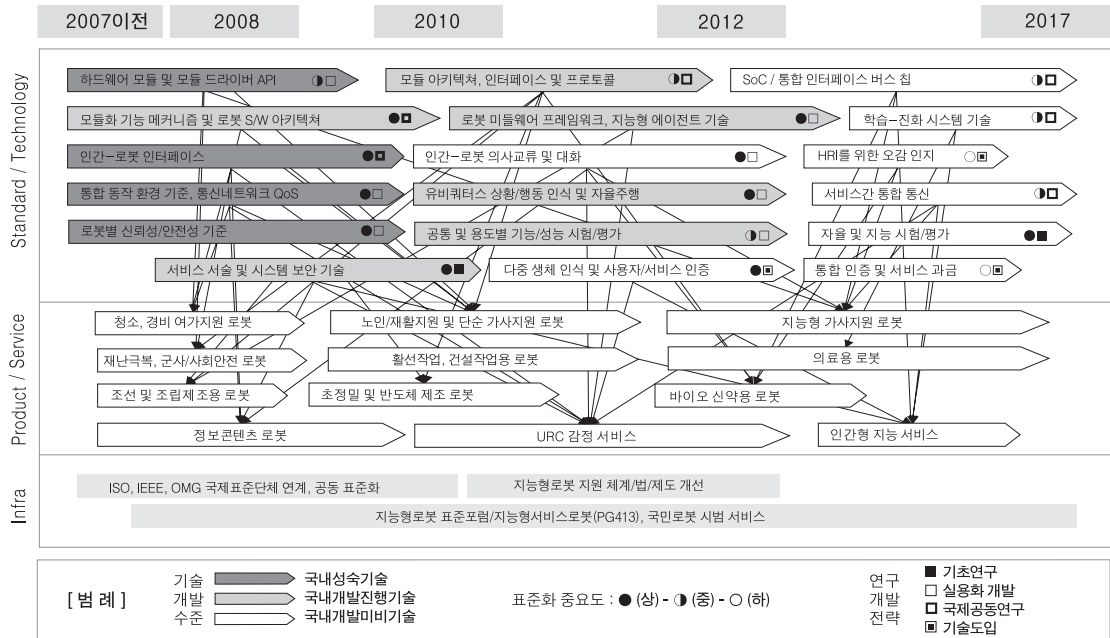


### 3.4. 중장기 표준화로드맵

#### 3.4.1. 중기('08~'10) 표준화로드맵(3개년)



### 3.4.2. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)





## [국내외 관련표준 대응리스트]

〈2006년 제정 표준〉

구분	표준화항목	표준명	기구(업체)	제정연도	재개정현황	국내관련표준	국내 추진기구
포럼표준	컴포넌트 및 모듈	지능형로봇 Pulse With Control 기반 구동기 인터페이스		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		지능형로봇 RS-485 기반 구동기 인터페이스		2006	재정		지능형로봇표준포럼
KS	지능형로봇 플랫폼	서비스 로봇 - 용어- 제1부 분류 및 일반용어 (KSB6937)		2006	재정		지능형로봇표준포럼
KS		서비스 로봇 - 용어 - 제2부 : 이동 및 지능 (KSB6938)		2006	재정		지능형로봇표준포럼
KS	성능확보 및 안전성	서비스로봇의 안전지침		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		감시로봇용 저조도 카메라의 시험방법		2006	재정		지능형로봇표준포럼
KS		지능형 로봇 공통 안전통칙		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		지능형 로봇 배터리 성능평가		2006	재정		지능형로봇표준포럼
KS		이동 로봇의 이동기능 특성 측정방법 - 제1부 : 기본사항 결정		2006	재정		지능형로봇표준포럼
KS		이동 로봇의 이동기능 특성 측정방법 - 제2부 : 안정성 결정		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		지능형로봇 구동기의 성능평가 항목 및 시험방법		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		지능형 청소로봇 시험방법		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		서비스 로봇과 홈네트워크 기기와의 인터페이스		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		지능형 모바일 로봇용 센서 네트워크 이동성 관리 프로토콜		2006	재정		지능형로봇표준포럼
TTA	동작환경 및 네트워크	로봇 서버간 통신을 위한 표준 인터페이스		2006	재정		지능형로봇표준포럼
TTA		지능형 모바일 로봇용 Zigbee 센서 네트워크 Hand-over 프로토콜		2006	재정		지능형로봇표준포럼
TTA		URC 로봇을 위한 CAN Identifier 설정 및 CAN 프레임 통신 방법		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		로봇 감성 표현 언어		2006	재정		지능형로봇표준포럼
TTA	인간로봇 인터페이스	URC 사용자 인식을 위한 화자 인식 서비스 API		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		감성 로봇의 감성 표현 장치 제어를 위한 주보드와 제어 보드간 메시지 규격		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		개인 서비스 로봇용 음성 공통 명령어		2006	재정		지능형로봇표준포럼

## 〈2005년 제정 표준〉

구분	표준화항목	표준명	기구(업체)	제정연도	재개정현황	국내관련표준	국내 추진기구
KS	컴포넌트 및 모듈	서비스로봇-용어		2006	재정		지능형로봇표준포럼
TTA		URC장치 추상화를 위한 공통 로봇 인터페이스 프레임 워크		2005	재정		지능형로봇표준포럼
KS	성능확보 및 안전성	가정용 청소로봇의 성능측정 방법		2006	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		자율이동로봇의 위치성능 평가 방법		2005	재정		지능형로봇표준포럼
TTA	서비스 및 보안인증	URC용 서비스 모델링 언어 및 객체 모델		2005	재정		지능형로봇표준포럼
TTA		URC용 서비스 명령 표현 언어		2005	재정		지능형로봇표준포럼
TTA	동작환경 및 네트워크	URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜 메시지 규격		2005	재정		지능형로봇표준포럼
TTA		URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜		2005	재정		지능형로봇표준포럼
TTA		URC 클라이언트/서버 기반 이동로봇을 위한 객체 정보 통신 프로토콜		2005	재정		지능형로봇표준포럼
TTA	인간로봇 인터페이스	URC용 사용자 인식 S/W 컴포넌트 API		2005	재정		지능형로봇표준포럼
포럼표준		개인 서비스 로봇용 음성 기본 명령어 용어		2005	재정		지능형로봇표준포럼



## [참고문헌]

- [1] 2001 국가 지능로봇공학 육성 기본계획 수립방안 연구 보고서, 한국과학기술평가원, 특허청
- [2] 2001 로봇 Technology Roadmap (개인용로봇을 중심으로) 보고서, 한국산업기술평가원
- [3] 2002 신기술동향조사 보고서- 지능형 로봇, 기계/금속분야 제6권, 특허청
- [4] 2002 국가기술지도 - 총론, 과학기술부
- [5] 차세대신기술개발사업 - 퍼스널로봇 기반기술 개발 - 제1차년도 중간 보고서, 2002. 7. 31, 산업자원부
- [6] 국가과학기술위원회, 국가기술지도(인공지능 및 지능로봇 기술), 2002.
- [7] 지능형 서비스 로봇의 산업동향과 발전전략, (주)한올로보틱스 지능로봇연구소, 2003.
- [8] 지능형 로봇산업의 시장 및 기술전망, 전자부품연구원, 2002.
- [9] 로봇 산업의 육성 방안, 한국공학한림원, 2004.
- [10] 지능형 로봇의 국내외 기술동향 및 전망, 월간 자동화기술, 11월호, pp.2-7, 2004.
- [11] 2003년도 기술수준평가 보고서, 한국과학기술기획평가원, 2004.
- [12] 서비스 로봇의 발전방향과 연구이슈, 한국과학기술원, 2002.
- [13] 인공지능 및 지능로봇의 국내외 기술동향 및 시장동향 분석, IT리포트, 전자부품연구원, 2004
- [14] 산업자원부, RT산업의 중장기 발전 비전, 2004.
- [15] 삼성전자, 지능형 서비스 로봇 현황과 전망, IT 산업전망컨퍼런스 2005, 2004.
- [16] Technology Roadmap - 로봇 [개인용로봇 중심으로], 연구보고서 201-06-109, 산자부/한국산업기술평가원, 2001.8
- [17] 산업기술로드맵 - 지능형 로봇, 지능형 로봇사업단/한국산업기술재단, 2005. 9
- [18] 지능로봇산업 비전과 발전전략, 산업자원부/정보통신부/지능형 로봇사업단, 2005. 6
- [19] 엔터키너, 생활속에 적용되는 로봇 기술 진화동향, 전자부품연구원, 2004.
- [20] IT 기반 지능형 서비스 로봇 사업전략, ETRI, 2004.
- [21] 로봇기술의 연구개발 동향 분석 및 향후전망, 한국과학재단 기초연구단, 2002.
- [22] 전자부품연구원, 가정용 서비스 로봇, IT리포트, 2004.
- [23] 전자부품연구원, 지능형 로봇 산업의 개요, 주간전자정보, Vol.5 No.5, 2002.
- [24] 전자부품연구원, 지능형 로봇산업의 시장 및 기술전망, 주간전자정보 Vol.5 No.5, 2002.
- [25] The development of highly dexterous manipulation techniques, Mid-term progress report, Department of Mechanical Engineering AI Lab, of Massachusetts Institute of Technology, 1994.
- [26] Teleoperators and Human Augmentation, Technology utilization division of National technical information service, 1967.
- [27] Lawrence Livermore National Laboratory (<http://www.llnl.gov/automation-robotics/>)
- [28] A Critical Technology Roadmap - Robotics and Intelligent Machines in the US DOE, US DE, 1998.10.

- [29] Summary Report on Technology Strategy for Creating a Robot Society” in the 21 century, Japan Robot Association, 2001.3
- [30] UNECE, 2003 World Robotics Survey, Press Release ECE/STAT/04/P01, 21 October 2003.
- [31] UNECE, 2004 World Robotics Survey, Press Release ECE/STAT/04/P01, 20 October 2004.
- [32] Guide Lines for Manipulating Industrial Robots - EMC Test Methods and Performance Evaluation Criteria, KS C-2082.
- [33] Manipulating Industrial Robots - Safety First Edition , ISO 10218.
- [34] Manipulating Industrial Robots - Safety, KS B-7083.
- [35] 失野經濟研究所, 次世代型パーソナルロボット市場 2004, 2004.