



Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy



지능형 로봇 · 지능형 로봇

# 지능형 로봇

## 1. 개요

### 1.1. 추진경과 및 Ver. 2006 중점 추진방향

- 추진경과
  - 지능형 로봇 분야는 2004년부터 표준화가 추진되었음. 2004년의 경우는 정보통신부가 주체가 될 수 있는 소프트웨어 및 정보통신 기술과 관련된 지능형로봇의 중점기술을 그 표준화항목으로 선정하여 추진하였음.
  - 2004년 중점 표준화항목으로는 1) 통신인터페이스 방법 및 프로토콜, 2) API 인터페이스 방법 및 프로토콜, 3) 로봇 OS 및 미들웨어, 4) Human-Robot Interaction, 5) 로봇 지능지수의 표준화의 5개 분야를 선정하였음.
  - 2005년은 정보통신 분야의 관점에서 볼 수 있는 지능형 로봇의 제 분야를 보다 구체화하고 범위를 넓혀 중점 항목을 선정하였음.
  - 2005년 중점 표준화항목은 1) 성능확보 및 안전성, 2) 서비스 및 보안 인증 기술, 3) 로봇 소프트웨어 플랫폼 기술, 4) 인간-로봇 커뮤니케이션 기술, 5) 네트워크 시스템 기술, 6) 유비쿼터스 로봇 에이전트 기술로서 2004년의 통신인터페이스 방법 및 프로토콜, 로봇 OS 및 미들웨어는 항목에 맞추어 3)번 항목으로 편입시켰으며 2004년의 API 인터페이스 방법 및 프로토콜 기술은 기본 표준안 작업이 완성되어 종료되었음. 또한 2004년의 로봇 지능지수의 표준화는 1)번 항목으로 편입시켜 확대 작업하였음.
  - 2006년은 산자부의 표준화 작업을 포함한 프레임 워크라는 원칙 하에 추진하였으며 이에 따라 전반적인 중점 항목 및 세부요소가 결정되었음. 전체적인 내용의 변화와 범위도 정보통신에 국한되지 않고 하드웨어에 대한 표준 및 성능, 안전성 및 그 평가기술에 대한 부분까지 포괄적으로 포함시켰음.
  - 2006년의 중점항목인 1) 지능로봇 하드웨어 컴포넌트 및 모듈기술에서는 하드웨어 모듈의 표준화와 2004년의 API 인터페이스 방법 및 프로토콜을 포함하여 표준화를 재추진하며, 2) 지능로봇 플랫폼 기술에서는 2005년의 로봇 소프트웨어 플랫폼 기술과 전체적인 관점에서의 하드웨어 플랫폼에 대한 표준을 함께 다룸. 3) 인간-로봇 인터페이스는 2004, 2005년에 이어 지속적으로 추진하며, 4) 로봇 동작 환경 및 네트워크는 2004년의 네트워크 시스템 기술을 중심으로 일부 환경과 관련된 유비쿼터스 로봇 에이전트 기술을 포함하였음. 5) 성능확보 및 안전성은 상품화 초기의 청소로봇에 대한 표준화를 시도하며, 6) 서비스 및 보안인증 기술은 지능형 로봇이 가져야 할 서비스기능에 대한 표준화를 최초로 시도하기 위해 항목으로 선정하였음.
- Ver. 2004~Ver. 2006 중점 표준화항목 비교
  - 지능로봇 하드웨어 컴포넌트 및 모듈 :
    - Ver. 2004 : 컴포넌트 및 모듈 간의 통신인터페이스 방법 및 프로토콜의 표준을 위한 기반 구축
    - Ver. 2005 : URC 지능형로봇 센서 연구와 관련된 센서 통신 인터페이스 표준 개발

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- Ver. 2006 : 지능형로봇 하드웨어 모듈간 인터페이스 표준 추진
  - 지능로봇 플랫폼 기술
    - Ver. 2004 : API 인터페이스 방법 및 프로토콜 표준을 위한 기반 구축
    - Ver. 2005 : URC 서버/클라이언트 기반의 소프트웨어 플랫폼 표준 연구
    - Ver. 2006 : URC 학습/진화를 위한 지능화 소프트웨어 기술 및 아키텍처 표준 추진
  - 인간-로봇 인터페이스
    - Ver. 2004 : Human-Robot Interaction 표준을 위한 기반 구축
    - Ver. 2005 : 인간-로봇 커뮤니케이션 기술 표준 연구
    - Ver. 2006 : 지능형로봇 사용자 모델링 및 인간-로봇 인터페이스 모델링 표준 개발
  - 로봇 동작 환경 및 네트워크
    - Ver. 2005 : 유비쿼터스 로봇 에이전트 표준 기반 기술 개발
    - Ver. 2006 : 지능로봇용 통합 동작 환경 및 서버 지능형로봇 간 네트워크 통신 표준화 추진
  - 성능확보 및 안전성
    - Ver. 2004 : 로봇 지능지수 관련한 표준 기술에 대한 기반 연구
    - Ver. 2005 : 지능형로봇 기능/성능시험 표준화 기반 구축 추진
    - Ver. 2006 : 지능형로봇 기능/성능시험 방안 및 청소로봇 기능 및 성능평가 표준화 추진
  - 서비스 및 보안인증 기술
    - Ver. 2005 : 서비스 서술(description) 및 인증 기술 관련 기반 구축
    - Ver. 2006 : 서비스 서술(description) 및 인증 기술 표준 개발
- Ver. 2006 중점 추진방향
  - 지능로봇 하드웨어 컴포넌트 및 모듈
  - 지능로봇 플랫폼 기술
  - 인간-로봇 인터페이스
  - 로봇 동작 환경 및 네트워크
  - 성능확보 및 안전성
  - 서비스 및 보안인증 기술

### 1.2. 표준화의 목표, 필요성, Vision 및 기대효과

#### 1.2.1. 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

### 1.2.2. 표준화의 필요성

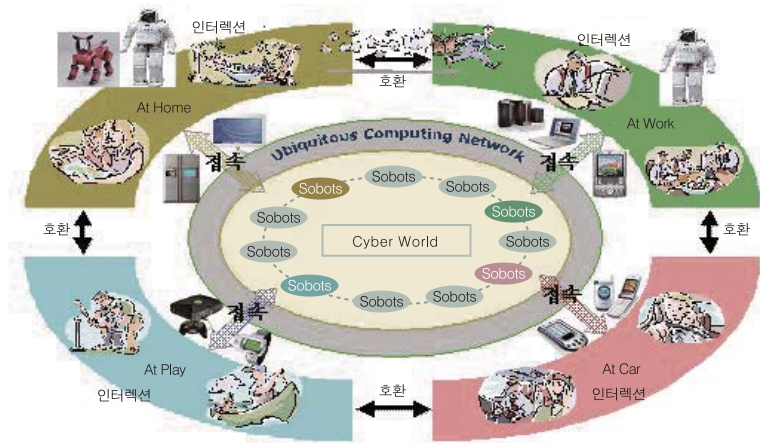
#### • 기술적 측면

##### - 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.



(그림 1) 지능형 로봇 표준화의 기술적 필요성 - 수요 측면

#### • 산업구조 측면

##### - 새로운 지능형로봇과 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

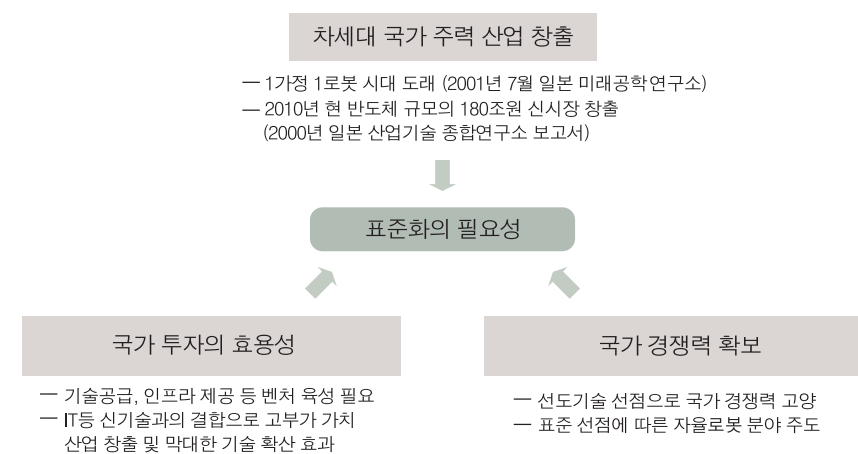
## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

#### 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, 통신 산업의 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 지능형로봇은 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
- 출산율 감소 및 고령화 사회 진입에 따른 노동력대체 및 노인복지, 생활·재활지원 로봇 등, 미래 생산과 국민 복지 차원의 유일한 수요대응책
- 우리나라는 초고령화사회 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.



(그림 2) 지능형 로봇 표준화의 국가/산업적 필요성 - 공급자 측면

### 1.2.3. 표준화의 Vision 및 기대효과

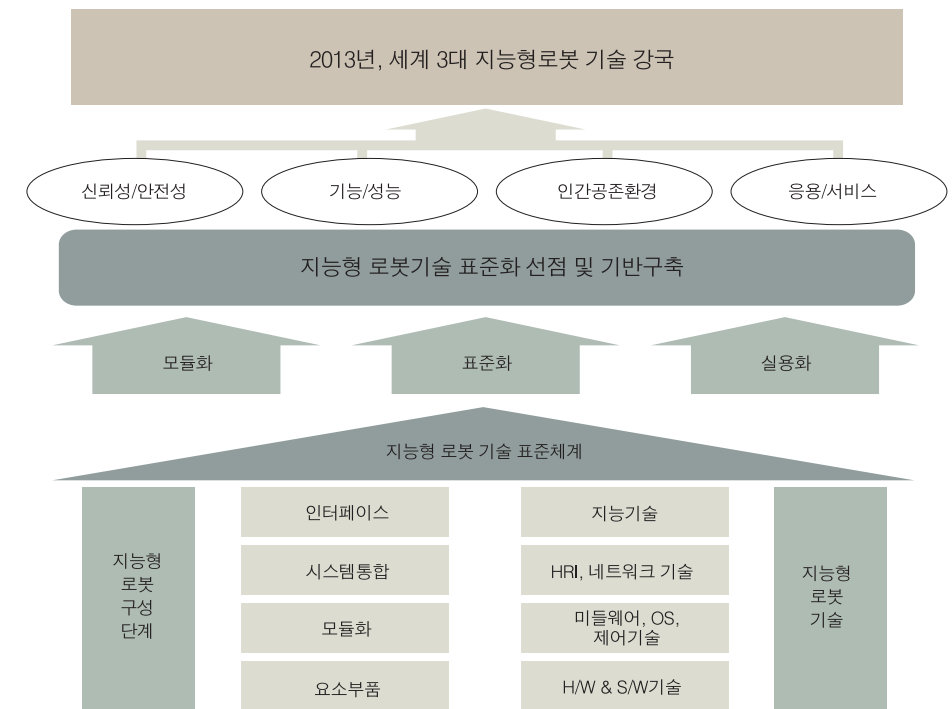
- 표준화된 소프트웨어 모듈을 기반으로 구축되는 지능형 로봇을 외부접속을 통해 창출되는 표준화 서비스를 통하여 지능형 로봇산업 육성과 수출 촉진.
- 축적된 표준기술을 바탕으로 국제 경쟁력 확보와 국제표준을 선도

#### • 비전

- 2013년, 세계 3대 지능형로봇 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 진입 단계로 최첨단의 하이테크가 될 지능형 로봇 분야에서 일본을 필두로 한 미국, 유럽 선진국과 거의 동시에 지능형서비스로봇 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, 기반기술 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.



(그림 3) 지능형 로봇 기술발전의 비전



## 2. 시장, 기술, 표준화 현황분석

### 2.1. 기술개요

#### 2.1.1. 기술의 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 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 있다.
- 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 있다. 표준화된 플랫폼과 그에 대한 인터페이스에 의해서 저번인력이 구축되고 산업이 활성화된다.
- 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 평가 및 안전성 확보 기술이 필요함.
- 인간과 밀접한 상호작용을 가지며, 사용자 인증에 의하여 다양한 계층적 서비스를 제공하므로 서비스에 대한 표준과 이에 따른 보안인증이 필요함.

### 2.1.2. 요소기술 분석

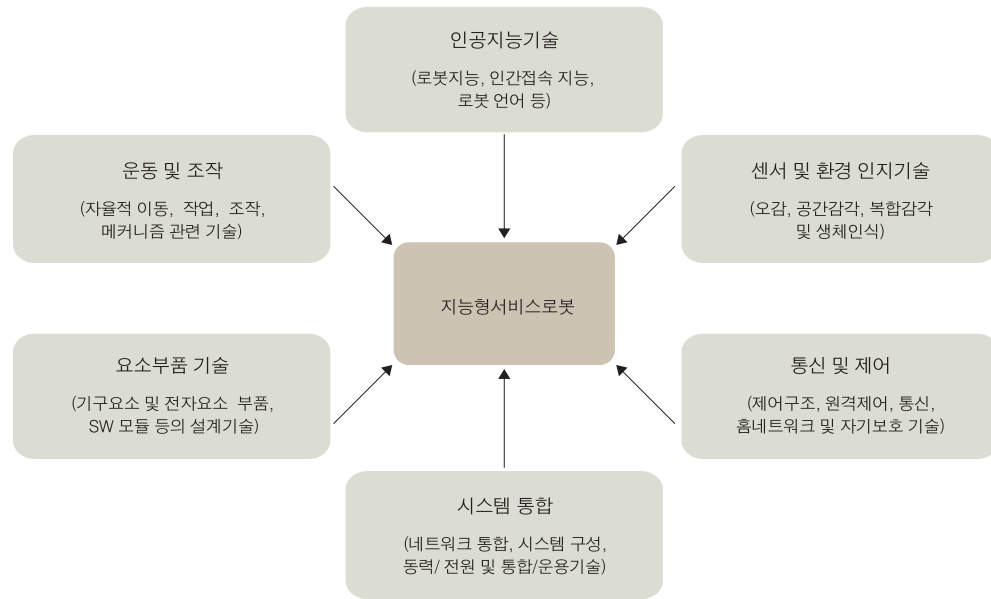
〈표 1〉 요소기술 및 기술수준 분석

분야 및 기술 항목		선진국(미·일) 대비 기술 수준				
		부 족	다소부족	동 등	우 월	
					부분우월	우 월
운동기술	이동기술(바퀴)			●		
	이동기술(다리)		●			
	작업기술(팔)			●		
	작업기술(손)		●			
감각기술	센서기술	●				
	시각인식기술		●			
	센서융합기술		●			
제어기술	네트워크기술				●	
	지능제어기술		●			
	원격조작기구·제어		●			
	휴먼인터페이스		●			
응용기술	시뮬레이션기술			●		
	작업인식/판단/학습기능		●			
	IT융합기술				●	
	소프트웨어기술		●			
정밀메커니즘 설계기술				●		
시스템 통합기술						●
안전/신뢰성 기술			●			

- 지능형 로봇을 구성하는 요소기술은 여러 방법으로 분류할 수 있으나 〈표 1〉과 같은 분류가 많이 사용된다. 로봇을 구성하는 기능적인 면으로서 운동, 감각, 제어 및 응용 기술을 요소로 생각하고 그 통합적 측면에서의 설계기술 및 시스템 통합, 그리고 안전/신뢰성 기술로 나누는 분류가 그것이다.
- 〈표 1〉의 기술 분류는 지능형 로봇의 기능 구성에 대해 그에 해당하는 요소기술 분야를 나누고 그 기술항목을 세부적으로 분류한 것이다. 추상적인 기술을 기준으로 한 분류이므로 구체적으로 실제 가시화되어 나타나는 표준화항목에 대한 분류체계와는 상이할 수도 있다.
- 표에서 나타난 대로 국내 기술 수준은 보다 근본적인 지능형 로봇에 대한 원천기술보다는 네트워크기술, IT융합기술 그리고 시스템 통합기술과 같은 통합이나 응용과 관련된 기술에서 선진국에 비해 우월하다. 원천기술에 해당하는 분야로는 운동기술 중 바퀴이동과 팔 작업기술이 선진국과 동등하다.

### 2.1.3. 연관기술 분석

#### 2.1.3.1. 연관기술 관계도



(그림 4) 지능형 로봇의 연관기술 관계도

(그림 4)에 요소기술을 바탕으로 연관기술을 도출하였다.

- 요소부품 기술은 로봇의 고속, 고기능화 및 다기능화를 위한 발전된 메커니즘의 해석, 설계 기술 및 성능 시험 등을 말한다. 로봇은 용도에 따라 다양한 기구부로 구성되고 그에 따른 특화된 요소부품이 요구된다. 기구 및 전자적 요소와 이에 따르는 소프트웨어 모듈이 기본적인 배경 기술로 필요하다.
- 운동 및 조작을 위한 기구부는 구조상 다관절의 팔, 손 관련 기구부와 이동체 관련 기구부로 나눌 수 있다. 현재 까지 이동체로는 바퀴구동이나 체인구동이 거의 대부분이며, 굴곡이 지고 요철과 계단이 있는 인간 생활환경이 나 바퀴 구동의 이동체가 이동할 수 없는 장소에서는 인간과 유사한 보행기구부와 복합적인 이동기구부가 개발 되고 있다. 이와 관련된 제반기술이 로봇을 위한 기술이다.
- 인공지능기술의 핵심요소기술은 다양한 지능형 로봇에 적용되는 공통지능기술로서 인간과 같은 감지와 관련되 거나 인식과 관련된 기술 및 자기위치 추정기술 등이 있고, 다른 산업분야에 파급효과가 큰 핵심 요소기술로서 신경망, 퍼지, 진화연산 등 Soft computing 기술 등이 연구되고 있다. 또한 뇌와 기계의 인터페이스 기술, 생체 정보 처리 기술, 자연언어처리 기술 및 인지추론기술로서 자료탐색기술등이 연구되고 있다.
- 로봇이 작업하는 외부 환경의 정보를 인간에게 전달하는 방법으로 현재 가장 널리 사용되고 있는 방법은 각종 센서 (시각, 역각, 촉각, 위치감, 청각 등)을 이용한 제환방법이 있으며 이중 시각의 전시기술(3차원 입체영상 전시, 3차원 그래픽 시뮬레이션 시스템, 가상현실시스템 등)이 가장 중요한 기능이다. 현재 센서시장의 가장 큰

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

시장은 자동차용 센서분야이지만 점차적으로 로봇분야가 성장해감에 따라 센서의 집대성으로 간주되는 로봇분야는 차세대 센서시장 성장에 가장 큰 역할을 할 것이다.

- 다양한 로봇 응용 분야에 따라 이에 적합한 제어기법과 설계사양이 요구되고 있으므로 제어기술에 대한 단일목표를 제시하는 것은 어려움이 있다. 단 국내외 국내 모두 원격조작기 및 수직제어기계 등에 사용되던 서보제어기법 등이 로봇제어에 응용되기 시작하여 현재 국내외 모두 응용 분야별 제어기술을 개발하고 있다. 제어구조와 원격제어 그리고 근래에 들어서는 통신에 관련된 기술들이 모두 지능형로봇을 구성하는 공통기반기술이 되었다.
- 지능형 로봇은 이와 같은 요소기술과 연관기술 그리고 기타 서비스를 위한 기술들로 이루어진 통합된 일종의 컨버전스 제품이므로 네트워크 통합, 시스템통합 및 기타 통합 운용기술이 필요하다. 주요 핵심기술은 아니나 로봇의 구현과 서비스의 구현 및 산업화를 위하여 가장 필요한 기반기술이라고 할 수 있다.
- 그 외 지능형로봇에 사용되어질 기반 또는 공통 기술로서는 다음과 같은 기술이 있을 수 있다.
  - 불확실한 환경을 인식하고 적절한 행동을 하는 지능제어시스템 기술.
  - 인간과 공존하며 협동작업을 할 수 있는 유연한 매니플레이터 및 엔드 이펙터 제어기술
  - 고성능 소형 구동기 개발과 제어 기술
  - 고효율 배터리 개발과 전력변환 기술

#### 2.1.3.2. 연관기술 분석표

〈표 2〉 국내 임베디드 S/W 시장 규모

연관기술	내 용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국 내	국 외	국 내	국 외	국 내	국 외
운동 및 조작	자율적 이동, 작업, 조작 및 메커니즘 기술	없음	ISO	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	프로토타입	구현
요소부품	기구요소 부품, 전자요소 부품, SW 모듈 등의 설계기술	국립기술 표준원	ISO	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	프로토타입	구현
시스템 통합	동력/전원, 시스템구성, 네트워크 기반 통합, 시스템 통합/운용기술	없음	OMG, ITU IEEE	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	설계	프로토타입
통신 및 제어	제어구조, 원격제어, 지능제어, 자기보호 및 통신, 홈 네트워크 기술	없음	ITU, RIA	표준화 과제승인	권고/초안 개발/검토	프로토타입	구현
센서 및 환경인지	시각·청각·촉각·후각·미각·공간감각·복합감각(환경), 생체인식	없음	ISO, IEEE	표준화 과제승인	표준화 과제승인	설계	프로토타입
인공지능	로봇지능, 인간접속, 로봇언어 등에 관한 기술	없음	IEEE	기획	기획	설계	프로토타입

## 2.2. 시장현황 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 3〉 세계 및 국내외 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
	개인용 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 시장현황 및 전망

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

〈표 4〉 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 2005년을 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 2020년 이면 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,

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

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 5〉 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 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])
  - 서비스 로봇은 초기시장 단계 (유진로보틱스 등이 청소용 로봇 출시)



〈표 6〉 국내 로봇산업의 현황

로봇 분야	산업용	가정용	필드서비스용	기 타
기업구조	대기업 9개 (삼성전자, 현대중공업, 두산중공업, 삼성테크윈, 대우조선해양), 중소기업 40여개사 (다사테크, 로보스타, 로보텍 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 전문기업 20여개사
총 연매출액	3,500억원	200억원	200억원	300억원
특성	주력 제조업(자동차, 반도체, 부품, 디스플레이 산업 등) 생산경쟁력의 핵심	가전 융합 등으로 Killer Application으로의 발전 가능성	농수산업, 군사, 재난극복 및 방위, 사회안전유지 등의 공익 분야에 기여	
생산형태	다품종소량, Order-Based System and Solution	대량생산, Off-the-Shelf Commodity	다품종소량, Customization-Based System	

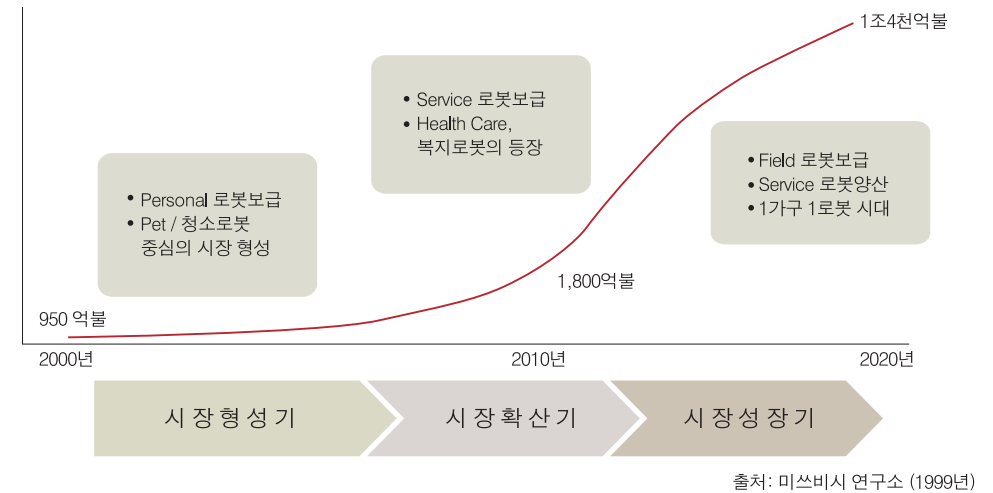
- 산업용 로봇을 바탕으로 발전한 제조업용 로봇 기술이 가정용 · 필드서비스용 로봇 기술로 확산
  - 일부 대기업의 기술력은 세계 수준급이며, IMF 위기는 이들 기술이 한국 전체에 확산 보급되는 계기가 됨.
  - 가정용 로봇의 경우, Robot Convergence 산업과 결합하여 빠르게 발전하고 있으며, 일본 · 미국 다음으로 활발한 제품 개발을 하고 있음.
  - 필드서비스용 로봇의 경우는, 미국, EU, 일본의 뒤를 따르고 있으며 우리나라가 가장 늦게 출발한 분야
- 대기업 중심이었던 국내 로봇산업은, IMF 이후 중소 전문기업 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 시장현황 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 있다.
- 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)

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 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 있다.
- 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.



(그림 5) 로봇산업의 역사와 미래전망  
자료 : 한국산업기술평가원, 산업기술혁신 5개년 계획 산업별 보고서 : 지능형 로봇, 산업자원부, 2003, 12, p.7.

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



〈표 7〉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 지능형로봇사업 지원현황 참조]

〈표 8〉산업자원부 지원프로그램 지원현황

구 분		주요 추진내용	비 고
R&D 사업	사업성장동력기술개발	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	?
	21C프론티어개발	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 지능형로봇사업단의 구성·운영 중 (2004.4)
  - 개별기술들을 체계적 통합·시너지 효과를 기할 수 있도록 기술개발, 기반조성, 국제협력 등 사업간 유기적 연결

## Standardization Roadmap

for IT839 Strategy

- 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 지능형로봇사업단의 주도로 작성 중
- 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 9〉정보통신부 지원프로그램 지원현황

구 분		주요 추진내용	비 고
R&D 사업	네트워크 기반 정보/컨텐츠 로봇 개발	시범 사업용 환경 내에서 다양한 정보 서비스를 제공하는 시범 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 로봇 핵심센서 기술 개발	URC에 사용될 저가격 핵심 센서 기술을 개발	2004. 1. ~ 2007. 12
	네트워크 기반 지능형 휴머노이드 개발	네트워크를 기반으로 인간에게 서비스를 제공할 수 있는 인간형 로봇 기술	2003.10 ~ 2005. 12
산업 인프라	URC 시범사업을 위한 인프라 시스템 개발	URC 시범사업을 위해 가입자 망, 무선 홈 네트워크를 구축하고 URC 시범 서비스가 가능하도록 인프라 시스템을 개발	2004. 1. ~ 2005. 12

#### • 과학기술부

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

〈표 10〉지능형 로봇 관련 부처별 지원 현황

구 분	산자부정통부		산자부정통부	
	과제수	금액(억원)	과제수	금액(억원)
기술개발	9	146	5	200
산업인프라	6	63	1	55
계	15	209	6	255

\* 민군겸용, 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, 인공지능, 이동제어시스템 등)와 소규모 로봇 프로젝트가 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.

## 2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

## • 국외 정부정책 추진현황

## 1) 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 부시대통령이 선포함으로써 인간 뇌의 지능을 로봇시스템에 적용한 기술개발이 이루어지고 있음.

## 2) 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 있다.
- 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

### 3) EU

- EUREKA, ESPRIT, BRIT, TELEMAN 등의 산학연 협동연구를 지원.

#### • 주요 해당분야 경쟁국가의 현황 및 동향 요약

##### 1) 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 답보 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 국립과학 재단을 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 핵심기술을 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 지능형로봇의 한 사례로서 iRobot사의 청소로봇 Roomba는 시장에서 성공한 모델로서 인정받고 있음.

##### 2) 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 있다.
- 산업용 로봇 분야의 세계시장 규모는 약 60억불이며 연간 성장률이 10%대로 유망한 산업이다. Fanuc, 야스

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 카와, ABB 3대 로봇 제작사가 총 시장의 30% 이상을 점유하고 있고, 가동중인 산업용 로봇의 수는 65만대로 추정되고 있다.
- 비제조업용 로봇은 특정 로봇 공급 업체보다는 해당 분야의 기존 산업체들을 중심으로 로봇 사업을 전개. 건설용 로봇의 경우는 건설시공업체인 가치마 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 있다.

### 3) EU

- 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, TELEMAN 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 린세핑대학은 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.

## 2.4. 표준화 현황 및 전망

### 2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

#### • 정부의 표준화 정책

- 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
- 센서, 시각, 음성인식 등 지능형로봇 관련 첨단 기반기술에 대한 표준화 미비



- 지능형로봇에 대한 시험평가 방법의 표준화 부재로 개발된 다양한 기술이 인증되지 않고, 중복 개발도 빈번하여 국가적으로 자원낭비 초래
- 정통부는 지능로봇산업협회 주관으로 TTA에 단체표준 제정을 추진
- 범부처 조정 실무추진위원회 산하에 표준화위원회를 두고 조정 및 통합화 추진
- 로봇개발 및 연구를 중심으로 표준화 수행 중. 그러나 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 표준화가 미미하고 부품 국산화율이 저조. (약 20% 이하)
- 산자부는 '01년부터 「퍼스널로봇 기반기술 개발사업」에서 모듈화를 통한 표준화 기반기술을 확보하고 있으며, '03년에 시작된 「자율로봇 종합평가기술 표준화」에서 용어 및 약 8종의 제안서 초안 작성과 자율로봇의 기능 및 성능을 포함한 종합평가기술의 선행 표준화 추진 중.
- 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.
- 국내에서는 로봇 시스템 개발 시 특히 산업용 로봇의 경우 외국회사와의 기술제휴를 통하여 상업화를 추진하였기 때문에 System Integration 기술에 관련된 연구개발이 매우 미진한 상태임. 다만 산업표준심의회에서 산업용 로봇관련 KS 규격들이 정해져 있고, 생산기술연구원에서 90년 대 중반에 FA 기기와 로봇에 대한 표준화 조사연구를 수행한 정도.
- 외국의 경우와 마찬가지로 국내의 지능형 로봇에 대한 규격은 제정된 것이 전무하고 일부 산업용 로봇 중 자율화 부분 및 부분적인 안전성에 대한 부분만 표준화 조사연구가 수행되었음.
- 로봇개발 및 연구를 중심으로 센서, 시각, 음성인식 등과 같은 첨단 기반기술에 대한 표준화가 미미하고 부품 국산화율이 저조. (약 20% 이하)
- 지능형 로봇에 대한 표준화된 시험평가 방법의 부재로 개발된 다양한 기술이 시도되고 중복 개발이 빈번하여 국가적으로 자원낭비 심함.

#### 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 지능형로봇을 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 컨소시움(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

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- SIG를 활용 AIST의 RT-middleware를 적극 추진
- 표준개발 현황 및 전망
  - 국제표준화기구인 ISO/IEC에서 일부 로봇에 관련한 표준화가 수행되어 있으나 산업용 로봇 분야에 대해서만 표준이 제정되어 있어 지능로봇에 대한 표준화 작업의 조속 추진을 시도 중임.
  - SCA (Software Communications Architecture): JTRS에서 SDR (Software Defined Radio)를 위한 컴포넌트 미들웨어로 채택함
  - IEEE, IFR, EURON 등에서 표준화 지원 및 활동을 활성화하고 있으며, ICRA2005에서 표준화 round-table 논의가 있었음
  - 2004년부터 ISO TC184/SC2에서 한국 주도로 서비스로봇에 대한 표준화 기구의 설립을 주장하여 그룹내 Study group을 구성하였고 이와 병행하여 Standards for mobile service robots의 표준을 위한 AG(advisory group)가 구성되었음.
- 현재 로봇관련 국제표준화는 ISO/TC 184/SC2(산업용로봇)의 관련 규격만 존재(ISO 14종, KS 19종)하고 있음
- 시장형성의 초기단계로 대량으로 공급되어지는 단계가 아니어서 국제기구 뿐만 아니라 관련단체나 기업의 사실상 표준도 없는 상태임
- 현재까지는 지능형로봇 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 로봇 산업이 활성화 되면 인간공존 환경에서 서비스를 제공하게 되므로 인간과 친숙한 상호작용 기술은 중요 요소가 됨. 그에 따라, 전 세계적으로 상호작용을 위한 표준을 선점하기위한 치열한 경쟁이 예상됨. 2008년까지는 부분적인 표준 제정을 위한 노력이 진행되다 산업화에 대한 가시적인 모습이 정리되면서 2010년경부터는 종합적인 표준 정립을 위한 시도가 기대됨.



### 3. 중장기 표준화로드맵 및 추진전략(안)

#### 3.1. 표준화 SWOT 분석

##### 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 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 표준화 (로보틱스연구조합), 지능형 서비스로봇표준화(지능형로봇협회), URC 로봇을 위한 표준화 (ETRI) 추진 중
  - 산업계의 긴밀한 연계, 추진이 필수이나 표준화 추진여력과 인력이 없고 업체간 또는 산학연 간의 정보공유가 미흡. 공공 성격의 기관에 의한 표준화 추진 및 산업지원이 필요.
  - 각 부처별 또는 기관별로 표준화를 추진 중임. 표준화는 국가적 또는 국제적 이슈이므로 체계적이고 통일된 추진체계를 갖추어야 함. 이를 위하여 통합 모니터링과 조정이 필요.
- 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 기반구축 역량이 부족. 단, 정보통신 기술 및 인터페이스와 시스템 동합에 대한 연구 역량은 상대적으로 우수
- 국가적 추진의지 및 한중일 3국 및 EU와의 협력 필요성 대두에 따른 국제표준 선도 기회 높음
- 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.


### Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 지능형로봇은 복합적인 시스템통합(System Integration)의 성격을 가지고 있으므로 여러 관련 산업과 긴밀한 연계관계가 유지되어야 함. 타 성장동력인 임베디드 S/W, 디지털콘텐츠, 차세대 반도체, 이동통신, 지능형 홈 네트워크 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. 지능형로봇 관련 업체 및 기관 간의 통일된 의견을 도출하기까지 많은 사회적, 경제적 비용이 소요될 것임.

##### 3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

- SWOT 분석

〈표 11〉 지능형 로봇 산업의 SWOT 분석표

국내 역량 요인			강점요인(S)		약점요인(W)	
			시 장	전략/지리/산업적 입지 우수	시 장	국내 시장의 협소
			기 술	기술연구인력 및 역량의 경쟁력	기 술	원천기술 미흡
			표 준	표준전국적 IT 환경 및 표준 우수	표 준	표준정보공유, 표준화 추진 미흡
국외 환경 요인						
기 회 요 인 (O)	시 장	동북아 협력 필요성 대두			국제협동연구를 통한 핵심요소기술개발 추진, 동남아, 동구권 연구인력 활용하는 다변화된 만회 전략 필요 지능로봇 분야의 IT장학생/산업연수 지원 지능로봇 인력양성 프로그램 확대	
	기 술	기술기술 경쟁력 있음				
	표 준	표준표준초기단계로 선도 기회				
위 협 요 인 (T)	시 장	초기시장 단계로 시장의 블록화 경향 고착	한중일 공조의 협력분위기 조성 필요. 미국, 유럽 블록에 대응, 일본은 기초 기술, 중국은 제조와 시장, 한국은 응용기술과 중재역할을 수행하는 새로운 국면 위한 다각화 전략 필요		특히 교환 또는 전략적 협상을 통한 외국과의 공유를 늘임. 지능형 로봇을 IT 환경구축과 시장개발로 외국 로봇기술을 흡수하는 방어적 전략 * 기존 특허 분석 및 국제적인 IPR 획득방안	
	기 술	높은 기술장벽				
	표 준	국제표준 수용 요구 높아짐				

- 표준화 기본 추진방향

- 우수한 인력과 환경을 강점으로 국제적으로 초기 단계인 지능형 로봇 표준화 분야를 적극적으로 선도하는 공격적 전략 (Aggressive Strategy) 필요.
- 외국 원천특허에 대해 먼저 숙지하고 대처방법을 모색. 특히 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 전략 (Defensive Strategy)
- 국가적 추진의지 및 IT환경을 기반으로 하여 여러 선진국과 국제협력을 통해 핵심요소기술을 확보하고 동남아 및 동구권 연구인력 활용하는 다변화된 다각화 전략 (Diversification Strategy)

- 표준을 위한 한중일 3국간의 협력 분위기 조성이 필요. 미국, 유럽에 대해서는 선택적 제휴와 대응으로 한국의 응용기술과 중재자 역할을 구축하는 국면전환 전략 (Turnaround-oriented Strategy) 필요
- 기능구현을 위한 로봇 내부 요소 간의 표준화 및 보급, 사용을 위한 안전성/평가에 대한 표준화를 선행 추진하여 표준화 범위를 확산하는 단계별 추진 전략(Multi-stage Driving Strategy)이 필요.
- 연구개발과 병행하는 표준화: 지능로봇은 융합형 기술이므로 세부 기술이 매우 다변하고 시스템통합 자체도 새로운 기술임. 따라서 표준화를 위한 시스템 통합기술의 연구개발도 필요.
- 표준의 실체화 : 각 세부 기능에 대한 단계적인 평가와 수치화에 따른 로봇의 지능지수 부여 또는 인간-로봇 인터렉션 지수 표준화를 통하여 로봇의 인간공존 환경에 대한 능력을 계수화하여 적용하는 실제적인 인증 필요.
- 민간 부문은 전문가 집단을 적극 활용하여 분야별 표준화 활동 강화 및 산업화의 기반을 구축.
  - 분야별 전문가들로 포럼을 구성하여 분야별로 로드맵을 작성하고 사업을 추진. 각 분야별 상호 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 전체적인 조정 역할 수행
  - 산학연관 전문가로 분야별 운영위원회를 구성
  - 일본, 미국 등 자율로봇에 관한 선진국 전문가의 의견을 수렴코저 초청 또는 방문 등 국제표준화 활동 추진
  - 한국이 절대적인 기술 우위를 지니는 정보단말과 결합된 형태로서 새로운 로봇 유형과 서비스를 개척하고 국제 기술표준 및 핵심 기술개발을 주도.
- 지능형 로봇 표준연구와 국가표준화 추진전략
  - 청소용 로봇, 의료지원 로봇은 선진국에서 제품화되어 부분적인 신규시장이 형성되는 시점임으로 시장형성 단계부터 표준화 우선 대상 품목으로 선정 추진
  - Top-Down 방식의 표준전략 추진 : 기업의 이해관계가 형성되기 전에 국가표준을 공시하면, 기술개발 및 인프라구축 방향이 제시되어 국가차원의 기술개발자원 활용 극대화 및 대외 경쟁력 제고 효과 기대
  - 표준화 동향 정보를 기업인, 연구자, 전문가에게 적시에 보급하는 정보 서비스체계 및 분야별 전문가 커뮤니티 활동 지원시스템 구축
  - 규격, 평가, 인증제도 조기 도입
    - 안전, 신뢰성, 인터페이스규격의 조기 확립
    - 안전, 신뢰성센터설립
    - 인증마크제도 도입
  - 국제표준 선도를 위한 국제표준화기구 활동 강화
    - 로봇분야의 국제표준을 선도하기 위해서 사업단의 로봇표준실무위원회를 구성하여 국제표준화기구 등에서 활동 강화와 국제표준 선점
    - ISO산하 OMG(Object Management Group)를 통해 로봇 미들웨어 표준화를 우선 추진
    - 지능형로봇사업단의 기술개발 전략인 모듈화와 소프트웨어 라이브러리화 관련 표준 활동 강화: 모듈 인터페이스 및 로봇 소프트웨어 IP(Intellectual Property)
  - 외국 플랫폼 표준화를 통한 기술 및 부품 공유화
    - 모듈 · 소프트웨어의 표준화 및 재사용성 극대화를 위한 신규 대형 기술개발과제 추진

- 수요기업-부품기업 공동으로 모듈 개발: 모듈단위 기술개발을 통해 관련 원천기술 동시 확보
- 다양한 로봇제품의 신속개발, 저가격화, 손쉬운 유지보수를 위한 개발환경 구축
- 예 : 미들웨어 및 아키텍처 기술, 소프트웨어 컴포넌트 기술, 프로그램 개발환경 기술, 로봇친화형 환경구축 기술(RFID, URC), 암호화 · 개인식별 기술 등

## • 기간별 표준화 전략 및 목표

### - 단기

- 표준화 추진 지원 기반 구축
- 표준화 수요조사를 통한 전문서비스로봇 표준화의 우선순위 결정 및 과제발굴
- 전문서비스로봇의 신뢰성 및 안정성을 높일수 있도록 국내 실정에 맞는 표준화 관련 규격 재정비

### - 중기

- 국내/국제 표준 개발 및 제안 - 국제공동연구 추진
- 전문기관의 표준화 거점 육성 및 전문가 인적 네트워크 구축
- 국제 표준화 전략 프로그램 운영

### - 장기

- 국제표준 공동 제안
- 국제 간사국 수임 확대

## 3.2. 중점 표준화항목

### 3.2.1. 중점 표준화항목 도출

- 로봇을 구성하는 하드웨어는 기존 산업용 로봇이나 가타 자동화 기기에서 크게 다름이 없음. 지능형로봇과 기존 로봇 또는 자동화 시스템과의 차별성이 핵심 표준화 요소기술을 도출하는 기준임.
- 따라서 기존의 로봇에서 다루었던 로봇 하드웨어 자체와 이를 통합하는 기본 소프트웨어 프로그램은 본 도출 대상 요소기술에서 제외됨.
- 지능화 및 지능형로봇 산업 기반 구축을 위해 필요한 소프트웨어 플랫폼 기술은 표준화 요소기술임.
- 지능화에 따른 기능 및 성능은 기존의 표준화 기술로 지원되지 않는 부분임. 또한 기존 로봇의 안전성은 인간공존 환경에 전혀 적용될 수 없으므로 이에 대한 고려도 도출 요인임.
- 기존 로봇은 로봇과 주어진 정형화된 환경만 고려하면 되었으나 지능형로봇은 비정형화된 다변하는 환경에서 인간에게 직/간접적으로 서비스를 제공하게 되므로 이에 대한 고려가 포함됨. 따라서 서비스, 인간과의 교류, 정보전달을 위한 네트워크 등이 모두 고려되어야 함.

- 중점 표준화항목의 국내 기술경쟁력 현황

〈표 12〉 지능형 로봇 중점 표준화항목 분석

중점 표준화항목	국내 산업계 경쟁력
지능로봇 하드웨어 컴포넌트 및 모듈	제조업과 반도체 산업의 기반위에 특화된 모듈화 기술 개발역량 확보
지능로봇 플랫폼 기술	현재 수행중인 산자부, 정통부 및 21C프론티어 과제들에 의해 플랫폼 기술 확보
인간-로봇 인터페이스	21C프론티어 과제에서 인간의 감성까지 고려한 지능화된 인터페이스 기술 개발 중
로봇 동작 환경 및 네트워크	정보통신기술 기반으로 지능형로봇을 위한 네트워크 및 환경 기술 확보
성능확보 및 안전성	청소로봇을 필두로 성능 시험 및 평가 기술을 구축
서비스 및 보안인증 기술	서비스에 관련된 정보통신 기술을 지능형로봇에 융합/확대하여 로봇서비스 및 보안 기술 구축 중

3.2.2. 중점 표준화항목 현황표

중점 표준화항목		지능로봇 H/W component 및 모듈	지능로봇 플랫폼 기술
세부 표준화항목		- 지능형로봇 어휘 표준 - URC로봇 하드웨어 아키텍처 - URC로봇 하드웨어 모듈간 인터페이스 - 지능 청소 로봇 하드웨어 모듈 - 지능로봇의 하드웨어모듈 아키텍처	- URC 학습 및 진화를 위한 지능화 소프트웨어 기술 - URC 로봇 S/W 아키텍처 - 지능 청소 로봇 S/W 라이브러리 API - 지능 청소 로봇 S/W 아키텍처시장
시장 현황 및 전망	국내	- 개인서비스로봇 시장이 열림에 따라 청소로봇, 오락용 로봇 모듈을 중심으로 시제품과 초기상용화의 중간단계	로봇 개발 관련 기관(산, 학, 연)에서 개발되거나 개발 중인 로봇의 기능으로써 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼이 제시됨
	국외	- 범용 하드웨어 모듈 기반으로 지능형로봇에 확장 적용되는 모듈 상품화	상동
기술 개발 현황 및 전망	국내	- 로봇벤처기업을 중심으로 센서 및 구동기 모듈을 상품화 기술 개발중	KIST, KAIST, ETRI, 생기원 등을 중심으로 기술 개발이 수행되고 있으나 아직은 해결되지 않은 많은 이슈들이 있음
	국외	- 일본이 주도적으로 개발하여 시장을 주도하고 있으며 미국 에서 알고리즘을 개발 탑재하는 국제공동 개발의 형태로 진행 되고 있음. SoC 유형의 모듈화가 장래 추세임.	미국, 일본을 중심으로 로봇의 응용 분야 별로 하드웨어 , 아키텍처 및 관련 소프트웨어 기술이 개발되고 있으나 역시 해결해야 할 많은 기술적 이슈가 있음
기술 개발 수준	국내	시제품	로봇 소프트웨어 분야는 초기 연구단계임
	국외	일부 모듈의 상용화 판매	로봇 개발에 선두를 유지하고 있는 일본은 로봇 자체의 하드웨 어 및 소프트웨어 플랫폼에서 앞서가며, AI 등의 기반 소프트웨 어 분야는 미국이 앞서 있음
	기술 격차	2-3년	2-3년
	관련 제품	레이저스캐너, 자이로센서, 인공눈, 촉각센서 모듈 등	- OROCOS, MIRO, DROS, RT Middleware, ORiN, ORCA, Open-R 등IPR
IPR 보유현황	국내	지능로봇용 자이로 센서 및 구동모듈 등에서 특허출원이 있음	없음
	국외	SONY, 혼다, 세그웨이, iRobot 등의 다수 기관에서 IPR 보유	혼다, SONY, NEC, 마츠시다 등 일본 로봇 업계에서 일부 IPR 보유
IPR 확보 가능분야		구동부, SoC 기반 모듈, 인터페이스	지능형 이동 에이전트, 인공 지능 및 상황인식 등과 관련하여 로봇 분야에 응용된 응용 소프트웨어 분야에서 IPR 확보 가능
표준화 현황 및 전망		표준화 초기단계이고 시급히 진행될 분야임.	표준화 기초단계로서 초기에 표준화 요구가 있는 분야임
표준화 기구/ 단체	국내	기술표준원	TTA, ETRI
	국외	ISO, IEEE, ITU	ISO, IEEE, ITU, OMG
	국내 참여 업체 및 기관 현행	삼성, 넥스트아이, 마이크로인피니티, KIST, ETRI, 생기원, 지능형로봇 표준포럼, 로보틱스연구조합, 지능로봇산업협회, 산업기술시험원 등	생기원, ETRI, KIST, KAIST, ㈜삼성, 지능형로봇 표준포럼, 로보틱스연구조합, 지능로봇산업협회 등
	표준화 추진형태	국제표준협력/경쟁	동시 표준화 (기술 개발 및 국내 표준 진행), de factor 타입 으로 국제 표준 준비
표준화 수준	국내	표준화항목 승인	없음
	국외	표준화항목 승인	일본 산업을계를 중심으로 다양한 로봇 개발 포럼이 조직이 되어 관련 기술 표준과 개발 작업을 진행 중
시급성(신속성)		3년	3년



중점 표준화항목		인간-로봇 인터페이스	로봇 동작 환경 및 네트워크
세부 표준화항목		- 지능로봇용 사용자인식 및 표현모델링 - 인간-로봇 인터페이스 모델링 - 지능로봇용 영상처리 API - 지능로봇용 제스처인식 API - 지능로봇용 영상데이터터 파일 포맷 및 교환 기술	- 지능로봇용 통합 동작 환경 기준 - 서버-지능로봇간 네트워크 통신 QoS - 지능로봇 보안 및 QoS 지원 네트워크 프로토콜 - 지능로봇 서비스간 네트워크 정합 연계 기술 - URC 유비쿼터스 상황/행동 인식 - URC 유비쿼터스 센싱 및 자율주행 시장
시장 현황 및 전망	국내	상품화 개발이 진행중이나 전체적으로 상품화로는 매우 미흡하 며 시장 미개척 단계임. 관련 시장이 급성장할 수 있는 분야임.	현재 관련 시장은 형성되어 있지 않음. 향후 전체 로봇 시장의 성장과 더불어 시장 규모의 급속한 증가가 예측됨
	국외	상동. 아이보와 같이 초보적인 커뮤니케이션만으로도 시장에 선풍적인 붐을 일으킴.	국내와 동일 기술
기술 개발 현황 및 전망	국내	프론티어과제를 필두로 KAIST, KIST, 산자부 과제, ETRI 등 에서 기술개발이 수행되고 있으나 아직 기술개발 초입 단계임.	네트워크 기술이 일반 네트워크 기술에 맞춘 기술 개발에 대해 서만 집중되어 있으며 로봇(제어)특성의 기술문제 해결은 부족 한 상태
	국외	일본, 미국에서 주로 연구됨. 미국이 선도하는 분야로서 MIT의 COG와 KISMET은 기술개발이 많이 진척되었음을 보여줌.	국내와 동일.
기술 개발 수준	국내	인간-로봇 커뮤니케이션의 초기 단계인 인간-로봇 인터페이스 를 연구개발 중	최근 국책과제 중심으로 시작상태
	국외	센서 및 하드웨어 기반의 인간-로봇 인터페이스는 일본이 앞서 있고, 감성 및 의도를 포함하는 지능 기반의 커뮤니케이션 기술 은 미국이 앞서 있음	SONY, NEC 등 일본 산업계를 중심으로 로봇 서비스 관련 기 술 개발 및 표준화가 활발히 이루어지고 있음
	기술 격차	3~4년	1~2년
	관련 제품	아직 상용화 미성숙 단계로 관련 제품 없음.	공장 자동화 시스템의 네트워크 시스템이 주이며, 서비스 로봇은 상용성공 제품은 없음
IPR 보유현황	국내	인간-로봇 인터페이스에 대해서는 다수의 IPR보유	없음
	국외	미국 iRobot, MIT, CMU, 일본 Sony, NEC, 혼다 등 다수 기 관에서 IPR 보유	없음
IPR 확보 가능분야		사용자 인터페이스, 음성 인터페이스 등 인간-로봇 인터페이스 분야 및 감정 인터페이스 분야.	부분 선도
표준화 현황 및 전망			서버-로봇간 네트워크 프로토콜 및 QoS, 로봇내부모듈간 표 준 인터페이스 및 프로토콜 및 OoS, 로봇-로봇간 프로토콜 및 QoS
표준화 기구/ 단체	국내	TTA. 기술표준원	TTA.
	국외	ISO OMG, IEEE, ITU 등	OMG, IETF, ITU 등
	국내 참여 업체 및 기관 현행	KIST, KAIST, 생기원, ETRI, , 지능형로봇 표준포럼, 로보틱 스연구조합, 지능로봇산업협회	지능형로봇 표준화포럼, 삼성, LG, ETRI등이 국책과제를 통해 서 준비 상태
	표준화 추진형태	동시표준화	동시 표준화 (기술 개발 및 국내 표준 진행), de factor 타입으 로 국제 표준 준비
표준화 수준	국내	없음	없음
	국외	없음 (기획 단계)	초기 조직 수준임.
시급성(신속성)		2년	3년

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

중점 표준화항목		성능확보 및 안전성	서비스 및 보안인증 기술
세부 표준화항목		- 청소로봇 기능 및 성능 평가 - 지능로봇용 기능 및 성능 시험 및 평가 기술 - 지능로봇용 신뢰성/안전성 기준 및 평가기술 - 자율 및 지능 평가	- 지능로봇 네트워크 및 시스템 보안 기술 - 지능로봇 사용자 인증 기술 - 지능로봇 서비스 서술, 인증 및 과금 기술 - 지능로봇 생체기반 사용자 인증 기술시장
시장 현황 및 전망	국내	산업용 로봇의 경우는 성능평가 및 안전성을 평가하기 위한 시장 성숙 단계. 지능형 로봇은 일부 모듈의 기능/성능 평가를 위한 시장이 형성되어 있음	전자 상거래, IT 인프라 분야에서는 시장 성숙 단계. 로봇 분야 에서는 아직 시장이 형성되어 있지 않음.
	국외	국내와 동일	국내와 동일
기술 개발 현황 및 전망	국내	응도 및 활용에 따른 평가기술의 분류와 적용이 필요. 가장 시급히 확보하여야 할 요소 기술임.	로봇을 위한 새로운 기술 개발보다는 기존 IT 업계의 기술을 도입하여 로봇 및 서비스 특성에 맞도록 적응시키는 형태로 발 전 예상.
	국외	국내와 동일.	국내와 동일
기술 개발 수준	국내	2003년부터 산자부의 산기반과제의 일환으로 진행중.	2004년부터 신성장 동력 과제의 일부로 IT 업계 기술 응용에 대한 초기 연구 단계
	국외	유럽, 일본을 중심으로 엔터테인먼트 및 홈서비스 로봇을 위한 안전성 연구중	일본을 중심으로 네트워크 로봇을 위한 정보 보안 기술 연구 중 (초기 단계)
	기술 격차	1년	1년
	관련 제품	아직 상용화 미성숙 단계로 관련 제품 없음	아직 상용화 미성숙 단계로 관련 제품 없음.
IPR 보유현황	국내	청소로봇 성능평가 플랫폼 특허 추진중	없음
	국외	없음	없음
IPR 확보 가능분야		부분 선도	부분 선도
표준화 현황 및 전망		성능평가 기술, 안전성 확보 기술, 평가 플랫폼	로봇 - 로봇 간, 로봇 - 서버 간의 네트워크 보안 기술, 생체 정 보 기반 사용자 인증 기술
표준화 기구/ 단체	국내	기술표준원, TTA, 산업기술시험원	TTA.
	국외	ISO/IEC, IEEE, OMG	IETF, IEEE, ITU, ISO/IEC
	국내 참여 업체 및 기관 현행	지능형로봇 표준화포럼, 로보틱스연구조합, 기술표준원, 산업 기술시험원, 경희대학교 등이 과제 추진 중	지능형로봇 표준화포럼, 삼성, ETRI 등이 신성장 동력 과제 수 행을 통해 추진 중
	표준화 추진형태	선행 표준화	동시 표준화 (기술 개발 및 국내 표준 진행)
표준화 수준	국내	초기 연구 시작 단계	없음
	국외	일본: 초기 연구 기획 단계, 독일 Kuka: 문제 제기 단계	일본: 초기 연구 시작 단계임.
시급성(신속성)		3년	5년



### 3.3. 중점 표준화항목별 세부추진전략(안)

#### 3.3.1. 중기 표준화로드맵(2006~2008)

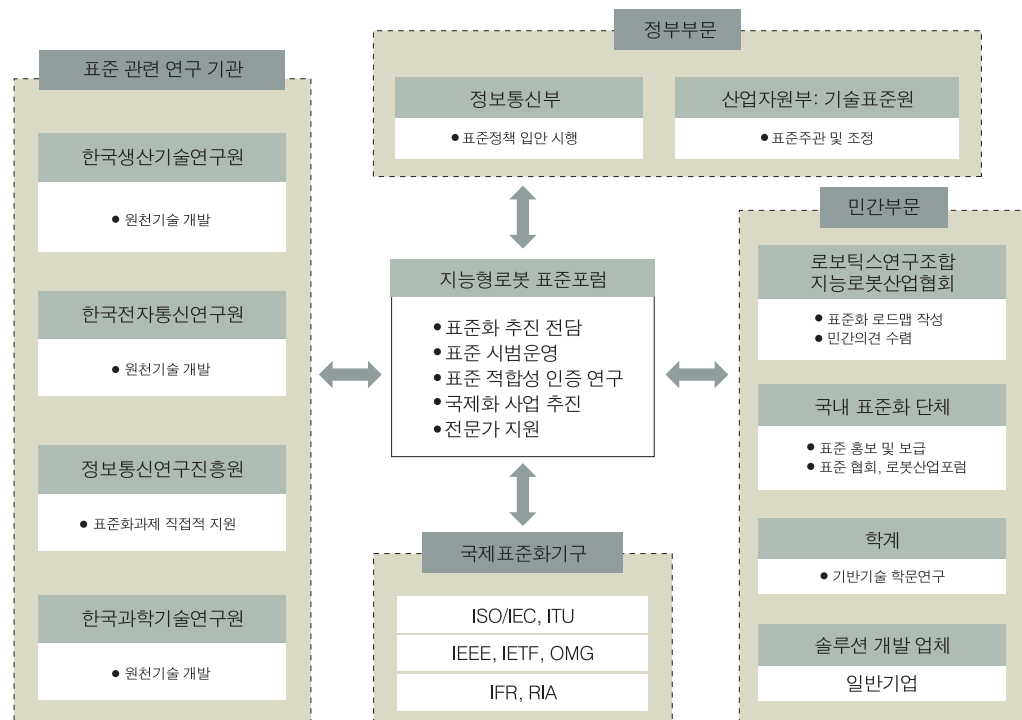
중점 표준화항목	세부 표준화항목	국내외 표준화/기술개발 완료시점					표준화중요도 고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)
		▶: 국내표준화 완료시점 ●: 국내 기술개발 완료시점		▷: 국제표준화 완료시점 ○: 국외 기술개발 완료시점			
		05 이전	06	07	08	09 이후	
지능로봇 H/W component 및 모듈	- 로봇 어휘 표준	04 04 04	●   	▶   	   	   	★★☆
	- URC로봇 하드웨어 모듈간 인터페이스	04 04	   	●   	   	▷09	★★☆
	- 로봇 하드웨어 아키텍처		   	▶ ●  	   	▷09	★★★
	- 지능 청소로봇 하드웨어 모듈		   	   	   	▶09 ● ▷09 ○09	★★☆
	- 지능 청소로봇 하드웨어 모듈 아키텍처		   	   	   	▶09 ●09 ▷09 ○09	★★★
지능로봇 플랫폼 기술	- 학습 및 진화를 위한 지능화 소프트웨어 기술		   	●   	   	▷09	★★★
	- 로봇 소프트웨어 아키텍처		   	●   	   	▷09	★★★
	- 지능형 청소로봇 소프트웨어 라이브러리 API 기술		   	   	●   	▶09 ○	★★☆
	- 지능형 청소로봇 소프트웨어 아키텍처 기술		   	   	   	▶09 ●09 ▷09 ○09	★★☆
인간-로봇 인터페이스 기술	- 지능로봇용 사용자 인식 모델링 기술	04 04	●   	▶   	   	   	★★☆
	- 인간-로봇 인터페이스 모델링 기술	04 04	●   	▶   	   	   	★★★
	- 지능로봇용 사용자 표현 모델링 기술	05 05	●   	▶   	   	▷09	★★★
	- 지능로봇용 영상 처리 API 기술		   	●   	   	▷09	★★★
	- 지능로봇용 영상 데이터 파일 포맷 기술		   	   	●   	▷09	★★☆
	- 지능로봇용 영상 데이터 교환 기술		   	   	●   	▷09	★★☆
	- 지능로봇용 제스처 인식 기술		   	   	   	▶09 ●09 ▷09 ○09	★★★

### Standardization Roadmap for IT839 Strategy

중점 표준화항목	세부 표준화항목	국내외 표준화/기술개발 완료시점					표준화중요도 고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)
		▶: 국내표준화 완료시점▷: 국제표준화 완료시점 ●: 국내 기술개발 완료시점 ○: 국외 기술개발 완료시점					
		05 이전	06	07	08	09 이후	
로봇 동작환경 및 네트워크 기술	- 지능로봇용 통합 동작 환경 기준	05		●	▶	▷ 09	★★☆
	- 서버-지능로봇간 네트워크 통신 QoS 기술			●	▶		★★★
	- 지능로봇 보안 및 QoS 지원 네트워크 프로토콜 기술			●	▶	▷ 09	★★☆
	- 지능로봇 서비스간 네트워크 정합 연계 기술					▶ 09 ▷ 09 ○	★★☆
	- URC 유비쿼터스 상황/행동 인식 기술					▶ 09 ● ▷ 09 ○	★★☆
	- URC 유비쿼터스 자율주행 기술					▶ 09 ● ▷ 09 ○ 09	★★☆
성능확보 및 안전성 기술	- 청소로봇 기능 및 성능 평가 기술	04 05		▶ ● ○		▷ 09	★★☆
	- 지능로봇용 기능 및 성능 시험 기술	04 05		▶ ● ○		▷ 09	★★☆
	- 지능로봇용 기능 및 성능 평가 기술	04 05		▶ ● ○		▷ 09	★★☆
	- 지능로봇용 신뢰성/안전성 시험 기술				● ○	▷ 09	★★☆
	- 지능로봇용 신뢰성/안전성 평가 기술				● ○	▷ 09	★★☆
	- 자율 및 지능 평가 기술					▶ 09 ▷ 09 ○ 09	★★☆
	- 지능로봇 네트워크 및 시스템 보안 기술				▶ ● ○	▷	★★★
서비스 및 보안인증 기술	- 지능로봇 사용자 인증 기술				▶ ● ○	▷	★★★
	- 지능로봇 서비스 서술표준 기술				▶ ●	▷ 09	★★★
	- 지능로봇 서비스 인증 기술					▶ 09 ● 09 ○	★★☆
	- 지능로봇 서비스 과금 기술					▶ 10 ● 09 ▷ 10 ○ 09	★★☆
	- 지능로봇 생체기반 사용자 인증 기술					▶ 09 ● 09 ▷ 09 ○ 09	★★☆

## 3.3.2. 표준화 추진체계

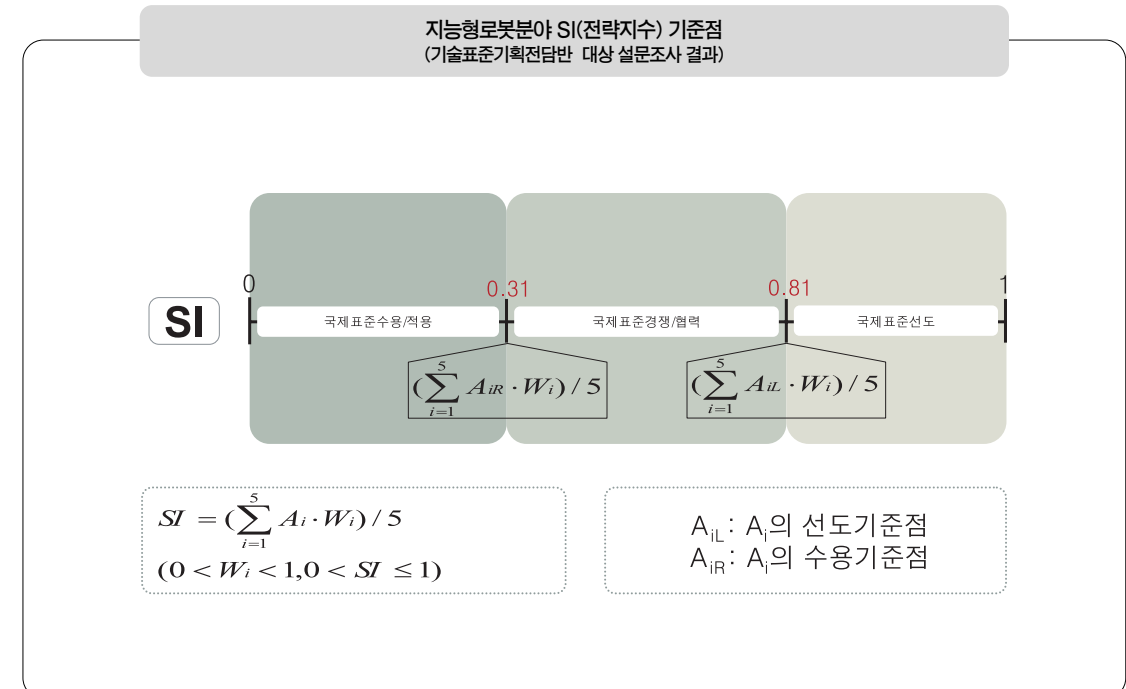
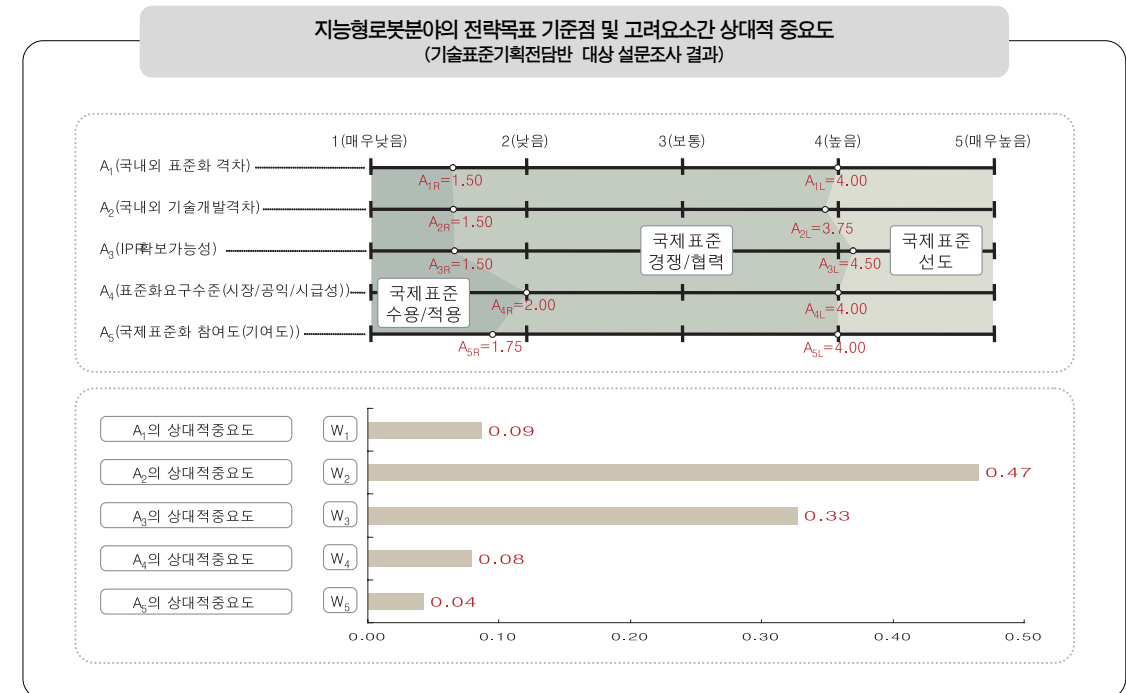
- 지능형로봇 표준포럼은 표준화 전담 통합 추진기관으로 표준화 추진 전담, 표준 시범운영, 표준 적합성 인증 연구, 국제화 사업 추진, 전문가 지원 등을 수행
- 정보통신부는 부처간 협의를 통하여 산자부의 표준화 지원사항과 정부지원 개발과제의 표준 플랫폼 추진 상황을 복합 연계한 표준 정책을 입안하고 시행
- 정보통신연구진흥원은 지능형로봇 전문위원을 주축으로 기술표준화와 기술개발을 연계하는 방향 설정
- 지능형 로봇 관련 국내 산·학·연을 중심으로 지능형로봇 표준포럼을 통하여 국내 표준화 활동을 주도하고, 지능형로봇 관련 표준전문가들로 하여금 국제 표준화 활동 및 국내 지능형로봇 관련 기술 보급, 표준기술 공동 연구 등을 지원한다. 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 포럼표준으로 기반 구축후 국가표준으로 제정 추진하는 절차를 갖는다.



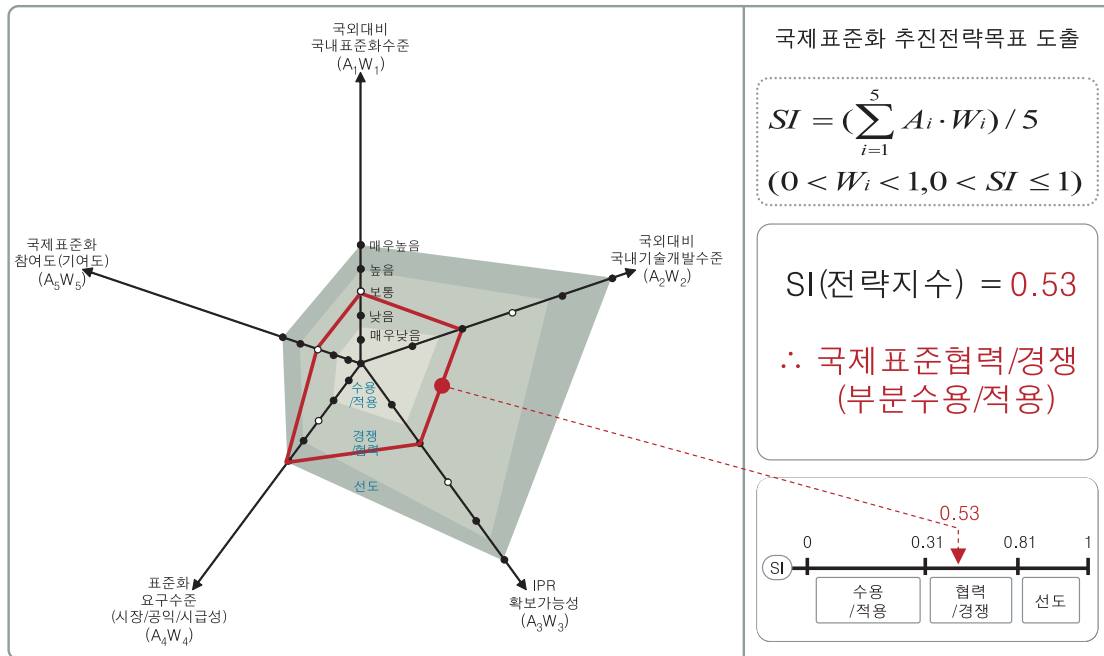
(그림 6) 국내 주요기관 간의 지능형로봇 표준화 추진체계

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

## 3.3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)



• 지능로봇 H/W 컴포넌트 및 모듈



- 세부 전략(안)

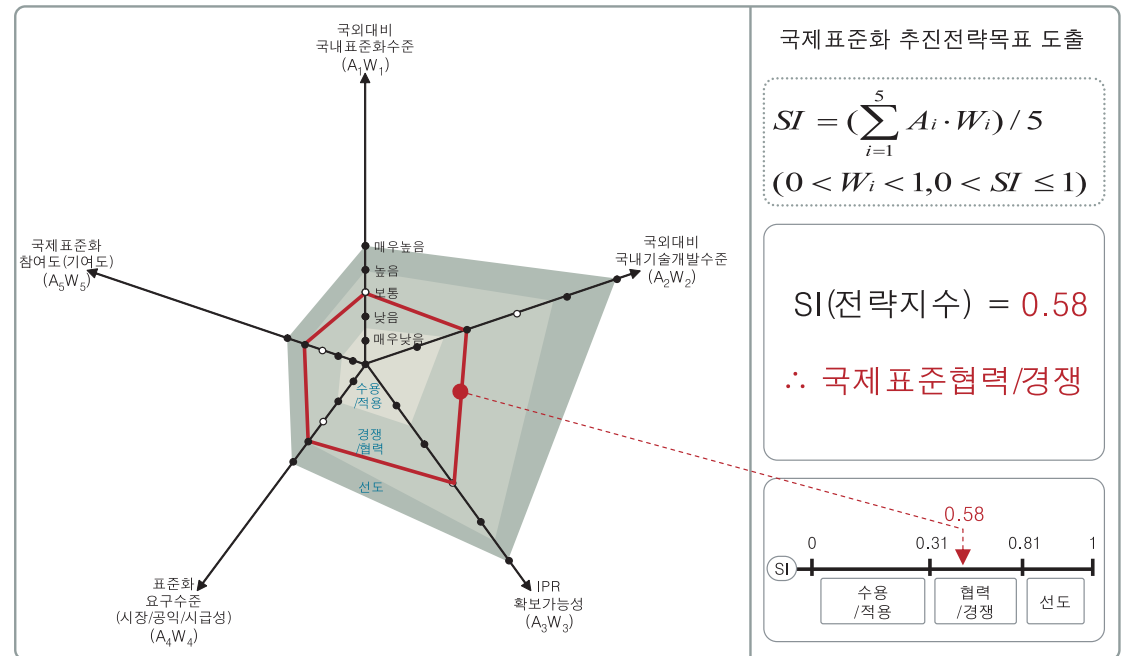
- 기본적으로 국제표준 수용 및 적용을 원칙. 역량에 따라 국제표준 협력 및 경쟁을 추진
- 연구/기술 개발과 긴밀한 연계를 통한 실질적인 기술 표준화 추진
- 과감한 모듈화 적용을 통한 표준에 의해 선도되는 산업화 전략
- 기술개발 및 표준 적용을 동시에 진행하는 동시 표준화 전략

- IPR 확보방안

- SoC 유형 모듈화에 전력
- 모듈화 및 인터페이스 방법에 IPR 적용 추진

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

• 지능로봇 플랫폼 기술



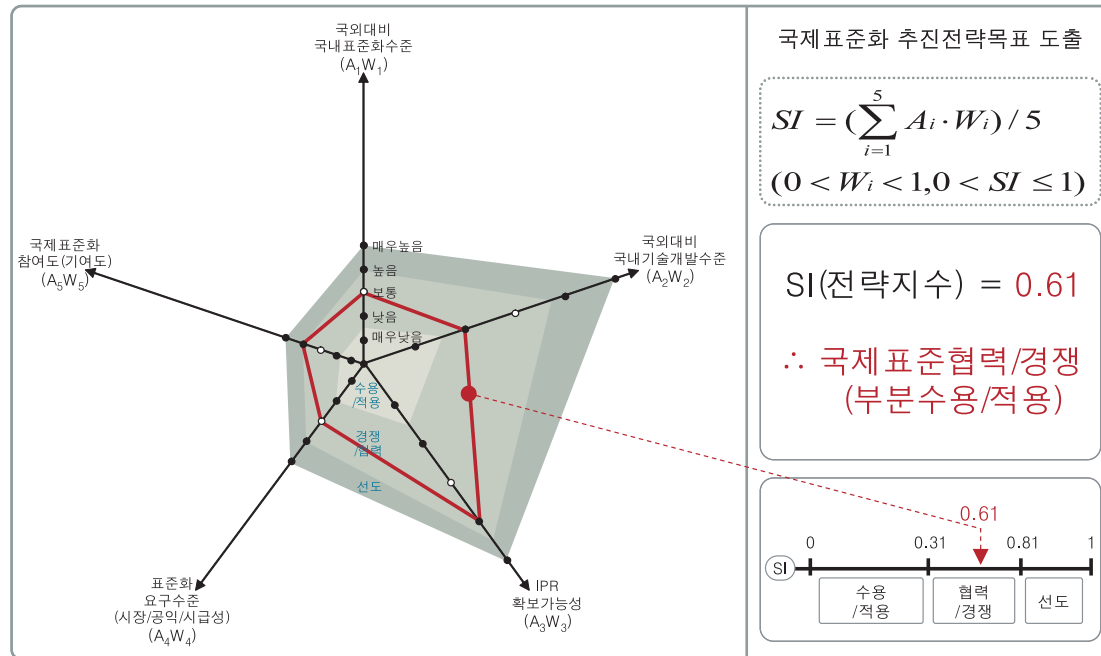
- 세부 전략(안)

- 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

- 지능형 에이전트, 인공지능 등 응용 소프트웨어 분야의 IPR 추진
- 지능화 알고리즘 등 소프트웨어 분야의 IPR 집중 개발

- 인간-로봇 인터페이스 기술



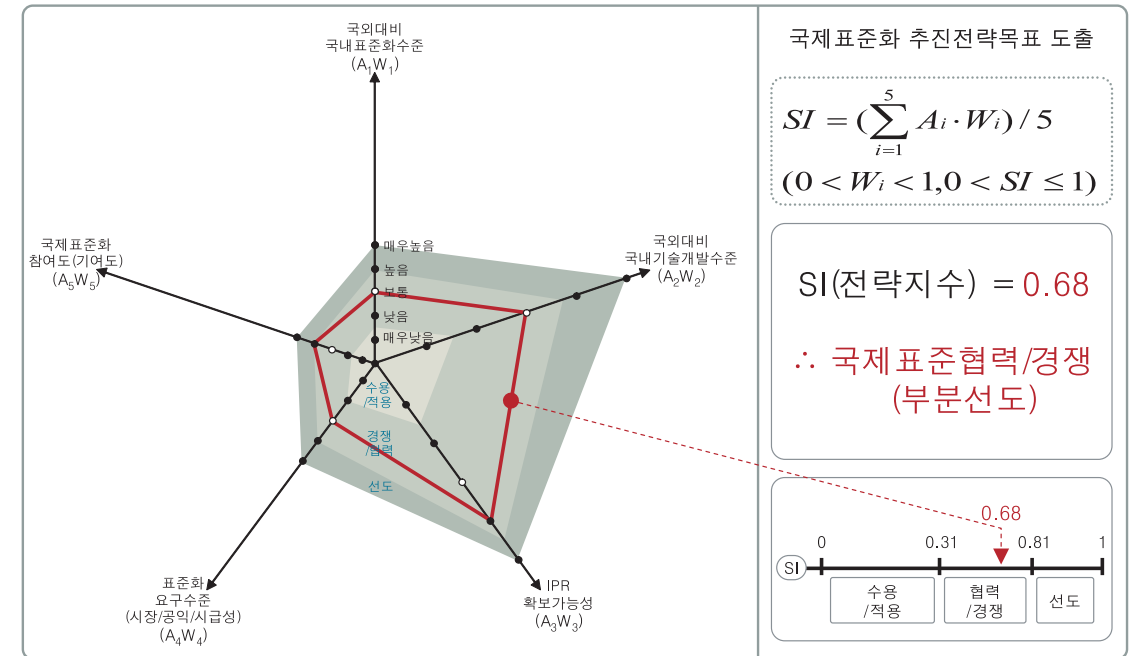
- 세부 전략(안)

- 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

- 로봇 동작 환경 및 네트워크



- 세부 전략(안)

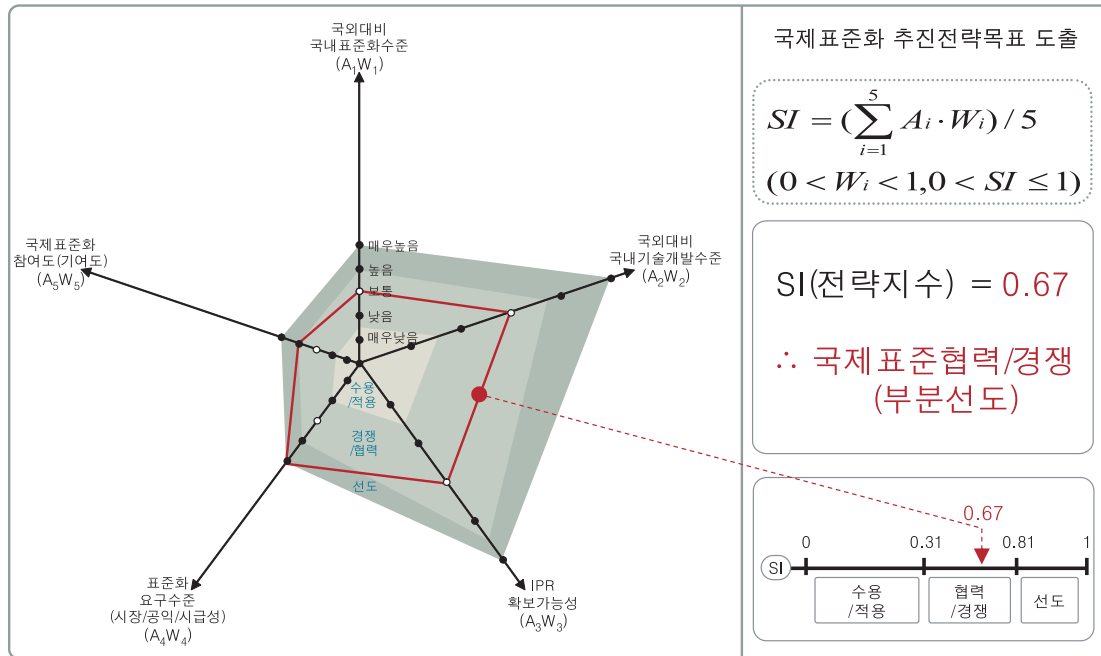
- 부분 선도를 통하여 선진국과 경쟁하고 협력에 의해 주도권 유지
- 표준을 먼저 정하고 그에 맞추어 기술개발을 진행하는 선행 표준화 추진
- de factor 타입의 국제표준 추진

- IPR 확보방안

- 확보된 네트워크 기술을 로봇(제어)특성을 고려하여 기술개발 주도
- QoS 관련된 로봇 환경 네트워크에 IPR 확보에 집중



• 성능확보 및 안전성



- 세부 전략(안)

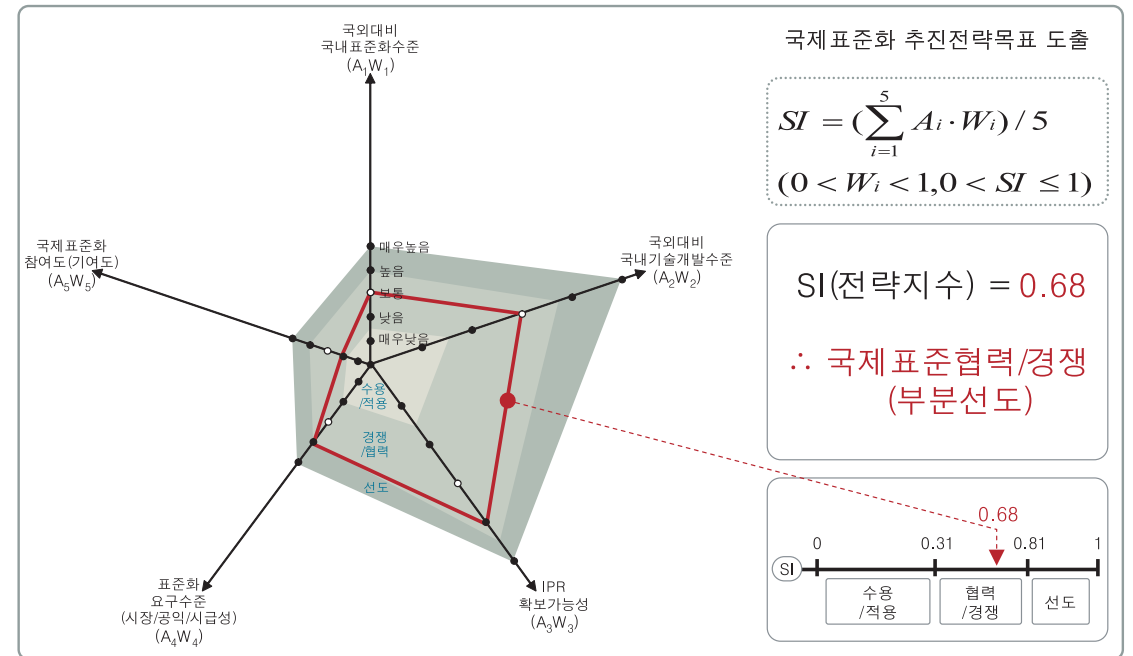
- 시장이 먼저 열린 청소로봇에 대한 표준 추진
- 부분적으로 시장이 열리기 전에 표준을 추진하는 선행표준화 추진 전략 필요
- 신뢰성/안전성은 국제 협력을 중심으로 표준화 추진

- 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

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

• 서비스 및 보안인증 기술



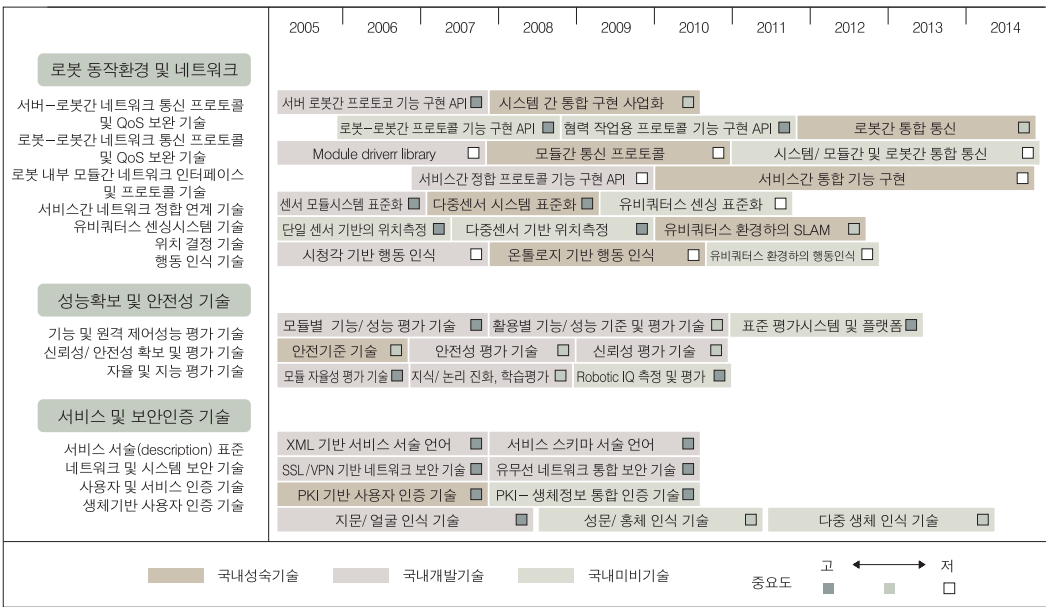
- 세부 전략(안)

- 부분적으로 시장이 열리기 전에 표준을 추진하는 선행표준화 추진 전략
- 서비스 시장 개척을 위한 시범사업과 같은 전략적 지원 필요
- 보안, 서비스 관련된 관련 법령의 검토 및 제/개정 추진
- 부분적으로 국제표준 선도를 위해 전력 추진해야 할 분야
- 실질적인 국제표준 선도를 위하여 로봇서비스 신속 구축

- IPR 확보방안

- 먼저 IT 기술 기반의 서비스 특허를 로봇에 확장하여 특허 획득
- 새로운 기술 개발보다는 기존 IT 기술을 서비스로봇에 맞도록 적응시키는 방향으로 추진

3.3.4. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)



Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

[국내외 관련 표준 대응리스트]

산업용 로봇에 대한 표준화는 수행되어 많은 자료가 있으나 지능형 로봇에 대해서는 미국, 일본 등의 선진국에서도 연구개발과 동시에 표준화 추진하고 있어 아직까지 표준화 성과나 시안조차 공개되지 않고 있음. 따라서 지능형 로봇의 표준안은 선행표준의 형태로 수행되는 것이 타당할 듯.

[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 로봇의 산업동향과 발전전략, (주)한울로보틱스 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 로봇 현황과 전망, IT 산업전망컨퍼런스 2005, 2004.
- [16] Technology Roadmap - 로봇 (개인용로봇 중심으로), 연구보고서 201-06-109, 산자부/한국산업기술평가원, 2001.8
- [17] 산업기술로드맵 - 지능형로봇, 지능형로봇사업단/한국산업기술재단, 2005. 9
- [18] 지능로봇산업 비전과 발전전략, 산업자원부/정보통신부/지능형로봇사업단, 2005. 6
- [19] 엔터키너, 생활속에 적용되는 로봇 기술 진화동향, 전자부품연구원, 2004.
- [20] IT 기반 지능형 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 divisin of Natinal 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 centurty, 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] 矢野經濟研究所, 次世代型パーソナルロボット市場2004, 2004.