

로봇역사문화연구 (3): 프론티어 지능로봇 사업

안태범
(한국생산기술연구원)

신희선
(한국과학기술원)

1. 서론

세계 로봇시장은 1970년대부터 자동차, 전자와 같은 노동집약 산업에 산업용 로봇이 적극 활용되었으나 1990년대 들어 산업용 로봇 시장이 포화되고 새로운 분야의 개척이 요구된다. 2000년에 들어서는 고령화, 개인화, 정보화 등의 사회 변화로 서비스 용도의 요구가 증대하고 다른 첨단 기술과 융합하여 로봇이 핵심 플랫폼이 될 수 있다는 가능성이 점점 커진다. 우리나라는 서비스 로봇 산업의 영세성을 고려하고 미래 먹거리 산업을 육성하고자 정부 주도로 지능형 서비스 로봇 산업을 육성하기로 한다. 이로써 2003년에는 차세대 성장동력산업의 하나로 지능형로봇이 지정된다 [1]. 이에 산업자원부, 정보통신부, 과학기술부는 지능형로봇 사업에 대한 각자의 이해를 바탕으로 기술개발 구상안을 제시하였고, 세 부처는 각각 원천기술과 미래용 로봇분야, 산업용 및 스마트홈 분야, IT 애플리케이션 및 인터페이스 분야 등을 담당하는 것으로 연구개발사업의 방향을 조정하였다 [2].

세 부처가 2000년대 초 시작한 지능형로봇 연구개발사업들은 산업용 로봇이 지배적이었던 당시 국내 로봇산업계에서 지능형로봇 분야의 근간을 마련했다고 해도 과언이 아니다. 수백 억 단위의 사업들을 통해 로봇의 핵심기술 개발뿐만 아니라 인적, 인프라적, 정책적 제반이 체계적으로 갖춰졌다 [2, 3]. 그 결과 현재 한국은 미국, 일본 등 전통적인 주요 로봇산업 강국의 수준에 못지않은 기술력을 갖추게 되었고, 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법('08)에 의거 2009년부터 지금까지 제3차에 이르는 지능형 로봇 기본계획을 통해 “로봇산업 글로벌 4대강국 도약”을 꾀하고 있다 [4].

로봇역사문화연구회는 국내 로봇 산업 발전에 큰 획을 그은 대표 로봇 관련 연구개발사업을 정리하고, 해당 사업의 단장을 맡았던 핵심 연구자와의 인터뷰를 통해 국내 로봇기술 발전의 역사를



돌아보고자 2019년부터 <로봇과 인간>에 로봇역사문화연구 시리즈를 게재하기 시작했다. <로봇과 인간> 제 16권 3호와 제16권 4호에는 차세대성장동력 지능형로봇사업(산업자원부)과 네트워크 기반 지능형 서비스 로봇사업(정보통신부)에 대한 칼럼을 게재하였고, 본고는 로봇역사문화연구의 마지막 시리즈로 21세기 프론티어 인간기능 생활지원 지능로봇기술개발사업의 역사와 의의를 재고하고자 한다. 특히 2003년부터 2013년까지 10년 간 이 사업의 리더를 맡은 광주과학기술원(GIST)의 김문상 교수(사업 당시 한국과학기술연구원 책임연구원)와의 인터뷰를 통해 국내 지능형로봇 원천기술의 발굴, 확보하기 위한 노력을 되돌아본다.

2. 21세기 프론티어 사업

프론티어 지능로봇사업은 당시 국가 장기 대형 연구개발 사업인 21세기 프론티어 사업에서 선정된 단위 사업이다. 21세기 프론티어 사업은 이전의 G7 사업에 이어 추진된 대형 연구개발 사업이며 이후 글로벌 프론티어 사업으로 이어지는 중간 시기에 위치한다. G7사업은 1992년부터 시작하여 2002년까지 이어지며 주력산업 기반 마련을 목적으로 하여 14개 사업이 수행되었으며, 21세기 프론티어 사업은 1999년부터 2013년까지 선진국 수준 기술력 확보를 목적으로 22개의 사업이, 글로벌 프론티어 사업은 2010년부터 시작하여 세계 1등 원천기술 개발을 목적으로 10개의 사업이 진행되어 2022년에 마무리된다 [5].

21세기 프론티어 사업의 추진에는 IMF 외환위기 등으로 무너진 경제를 차세대 성장동력산업 육성 등을 통해 부흥하라는 국민적 기대가 요구되고, 21세기 지식 기반 경제에 맞추어 과학기술을 중심으로 한 혁신주도형 성장전략으로의 전환이 필요했던 배경이 있었다. 21세기를 마주함에 따라 경제 및 사회적 여러 측면에서 다양한 전망과 예측이 활발했고 새로운 시대에 국가 경쟁력 확보와 삶의 질 향상 등이 중요한 화두로 부각되고 이로 인해 당시 주력사업의 뒤를 이어나갈 새로운 전략 기술을 개발하고 육성할 필요성이 대두되었다 [6].

1992년에 시작된 우리나라 최초의 국가 장기 대형 연구개발사업인 선도기술개발사업(G7 사업)이 끝나가는 시점에 그동안 국가연구개발사업에서 얻은 기술을 최대한 활용하여 21세기 개방화 시대에 경쟁할 수 있는 강점 기술을 집중 개발할 새로운 국가연구개발사업의 추진 필요성이 제기된다. 이런 상황에서 1999년 4월 국정개혁보고회의 시 프론티어사업이 보고되고 본격적인 사업 기획을 실시하게 되었다. 이런 필요성으로 시작된 21세기 프론티어 연구개발사업은 ‘2010년까지 전략 기술분야에서 선진권 진입을 위하여 국가 경쟁력을 획기적으로 향상시켜 선진 경제를 실현하고 선진국 수준의 삶의 질을 구현, 특히 기술혁신의 성과를 사회기반 전 분야로 확산’하는 것을 사업 목표로 설정한다 [6].

21세기 프론티어 연구개발 사업은 생명기술(BT), 나노기술(NT), 환경기술(ET) 등 전략기술을 선택적이고 집중적으로 개발하여 2010년대에는 세계 정상급의 기술력을 확보하고 고부가가치의 신산업을 창출할 기반을 마련할 목적으로 추진된다. 사업단의 연구기간은 1999년에서 2013년까

[표 1] 21세기 프론티어 사업단

선정	사업단명	비고	선정	사업단	비고
'99년 (2개)	지능형마이크로시스템개발	구)산자부 이관	'02년 (8개)	미생물유전체활용기술개발	
	인간유전체기능연구			세포응용연구	
'00년 (3개)	테라급 나노소재개발			프로테오믹스이용기술개발	
	자생식물이용기술개발			나노메카트로닉스기술개발	
	자원재활용기술개발			이산화탄소저감및처리기술개발	
'01년 (5개)	생체기능조절물질개발			스마트무인기술개발	구)산자부 이관
	작물유전체기능연구			차세대정보디스플레이	구) 산자부 이관
	차세대초전도응용기술개발		'03년 (4개)	뇌기능활용및뇌질환 치료기술 개발	
	수자원의지속적확보기술개발			고효율 수소에너지 제조·저장·이용기술	
	차세대소재성형기술개발	구)산자부 이관		유비쿼터스컴퓨팅기반기술개발	구)정통부 이관
				인간기능생활지원지능로봇	구) 산자부 이관

지로 사업 착수 시점부터 사업단별 10년간으로 설정하고 지원규모는 연간 80~100억 원, 총 1,000억 원 내외에서 선정되었다. 사업의 단계구조는 총 3단계 10년으로 1단계 3년, 2단계 3년, 3단계 4년으로 구성하게 된다. 21세기 프론티어 사업에서는 1999년부터 시작하여 2003년까지 총 22개 사업단을 [표 1]과 같이 선정하는데, 2004년 구)과학기술부 집행기능 조정에 따라 1개 사업단이 구)정보통신부로 이관되고 5개 사업단이 구)산업자원부로 이관된다. 본 글에서 다루는 사업은 ‘인간기능생활지원지능로봇’ 사업단에서 수행한 기술개발 연구이며 이 사업단은 2003년에 선정되고 이듬해 구)산업자원부로 이관된다 [5, 6].

3. 인간기능 생활지원 지능로봇 사업

인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 연구 사업은 선진국과 경쟁이 가능한 강점기술을 집중 개발하여 지능 로봇 산업의 세계적인 기술력을 확보하기 위하여 10년 동안 기초, 응용 및 사업화 기술 개발을 추진한다. 지능로봇 기술은 기계, 전자, 정보, 생물 등 다양한 기술들과 융합하여 탄생하는 융합 기술의 대표적인 분야로 2003년 착수할 당시 우리나라가 10년 후 로봇분야 세계시장을 이끌어 갈 수 있는 기술 기반을 확보하고자 했다.

당시 본 연구 사업은 기술적, 경제·산업적, 사회·문화적 측면으로 다음과 같이 그 필요성을 강조하였다. 기술적 측면에서는 지능로봇 기술은 기계, 전자, 정보, 생물 등 다양한 기술들과 융합하여 탄생할 21세기 첨단 시스템으로 인공지능, 인지과학, 센싱 기술, 감성공학 등의 첨단 연구를 촉



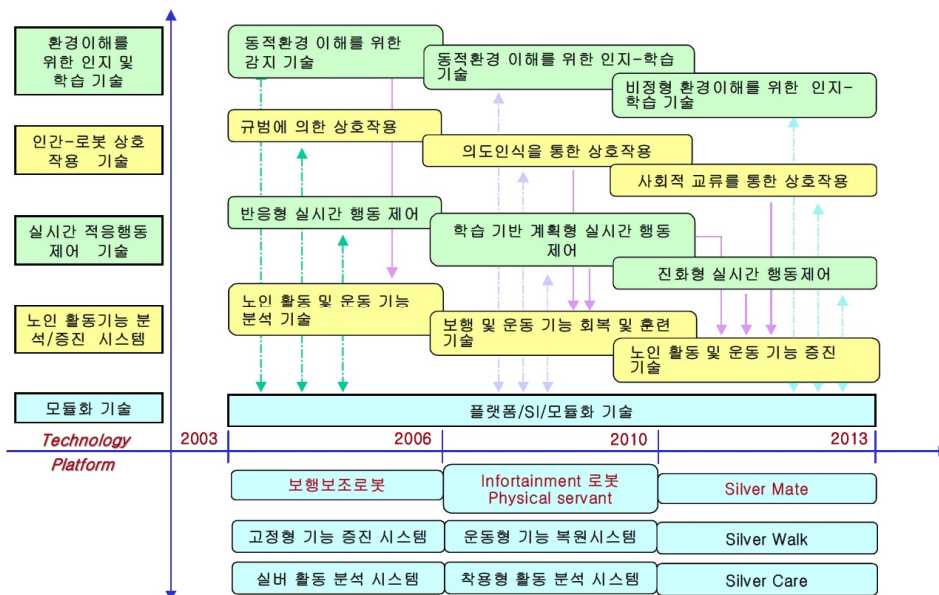
진하며 여기서 개발된 기술은 지능형 자동차, 지능형 빌딩, 홈 오토메이션 등 신제품 기술을 촉진할 수 있다는 것이다. 경제·산업적 측면에서는 실버산업의 성장에 따라 지능로봇과 실버공학의 융합을 통한 새로운 노인 생활지원 산업 육성을 전망하였고 로봇지능에 관련된 소프트웨어 업체와 SoC 산업과의 연계에서 새로운 산업 성장을 기대하였다. 사회·문화적 측면에서는 고령화 사회에서 지능 로봇이 노동력 제공과 노인복지 서비스 수요의 대안이 되며 일인 가족 사회에서 동료로서 사회적 역할을 담당할 것으로 예상하였다 [7].

3.1 인간기능 생활지원 지능로봇 연구 개념

본 연구사업단에서는 지능로봇의 구성요소에 대하여 환경 인지/학습 기술, 인간-로봇 상호작용 기술 및 실시간 행동제어 기술로 구분하여 다루고 실버공학 분야로 노인 생활기능 해석/증진 기술이 더해진다. 그리고 이 두 분야가 만나는 부분에서 로봇 플랫폼과 시스템 기술이 추가된다.

2003년 초기 사업 당시 사업단이 제시한 목표는 ‘건강하고 독립된 노인생활을 가능하게 하는 자연스러운 인간-로봇의 교류기술과 스스로 학습·추론·행동할 수 있는 로봇지능의 개발 및 SoC 등을 통한 모듈화’이다. 이 목표를 달성하기 위해 5가지의 핵심 연구 분야로 환경인지/학습기술, 인간-로봇 상호작용 기술, 실시간 적응 행동제어 기술, 노인 활동기능 분석/증진 기술, 플랫폼/SI/모듈화 기술로 나누고 [그림 1]과 같이 기술 개발 경로를 제시하였다 [7].

2006년 자료 [8]에 따르면 2단계 사업 시기(2006년~2009년)에 연구목표는 ‘인간이 기대하는 실질적인 서비스를 가능하게 하는 스스로 성장하는 로봇 지능의 실현을 위한 핵심 원천 적용 기술



[그림 1] 연구사업 초기 기술 개발 경로도 [7]

및 이를 기반으로 하는 혁신 Integration 기술의 개발'로 그 표현이 변화된 것으로 보인다. 그리고 이 목표 달성을 위하여 구체적인 그랜드 챌린지(Grand Challenge)를 다음과 같이 설정하고 집중적인 기술 개발을 추진한다.

- 그랜드 챌린지 1. 새로운 정보의 증식이 가능 - 날씨, 동호회, 관심 정보 등과 같은 외부 정보를 취득하여 제공하며 주인에 의해 새로운 정보 및 기능의 추가가 가능한 로봇
- 그랜드 챌린지 2. 상차림과 치우기가 가능한 식사 도우미 - 냉장고나 찬장에서 필요한 음식물과 그릇 등을 꺼내서 식탁에 놓기, 식사 후 음식물 쓰레기 처리하기, 식기 세척기에 접시 넣기
- 그랜드 챌린지 3. 함께 지낼수록 애착이 깊어지는 로봇 - 주인에게 충성심 보이기, 사용하면 새로운 캐릭터가 형성되는 로봇(감성 표현 및 개성의 형성), 상황을 이해하는 사회성이 있는 똑똑한 로봇

또한 사업단은 로봇 분야가 지닌 여러 특성들을 고려하여 발전 전략으로, 1) 지능 로봇 분야에서 세계적 경쟁력을 갖는 10개의 핵심 원천기술 확보, 2) 로봇 기술의 다양성을 극복할 수 있는 모듈화 및 통합 기술의 확보, 3) Prototyping 등을 통한 사회적/경제적 파급효과를 갖는 실버 로봇 산업의 창출에 기여, 4) 궁극적으로는 통신/자동차 등 국가 기간산업들에 미래 성장동력원 제공을 위한 개발된 기술들의 SoC 및 Component화 등 네 가지 전략을 세운다 [8].

그랜드 챌린지는 3단계(2009년~2013년) 연구에서도 상황에 적합하도록 수정되었다. 3단계 연구에서는 지능로봇 실용화 기술개발을 목표로 삼아 지능로봇 체계의 기업이전, 조작 작업 로봇의 실용화, 시범사업을 통한 실버 로봇의 상용화 실현이 구체적 목표로 제시된다 [9].

3.2 연구사업의 기술개발 성과

본 사업단이 추구하였던 최종 목표는 인간을 보조하는 가사지원용 지능형 로봇 개발을 통해 세계적 경쟁력을 갖는 핵심원천기술을 개발하여 실버로봇 산업을 창출하고 미래 성장 동력원을 제공하는 것이다. 사업의 구체적 방향을 제시하기 위한 그랜드 챌린지 설정은 사업이 진행되면서 상황에 적합하도록 변화시켜 왔다. 사업단의 최종보고서 [10]에 따르면 최종적으로 달성한 3대 그랜드 챌린지 구성과 내용은 [그림 2]와 같으며 각 챌린지에서 달성한 기술적 성과는 다음과 같다.

첫째 그랜드 챌린지는 극도의 다양성과 불확실성(오류)에 대응하는 지능/지식 체계의 구축으로 BDI 체계를 이용한 예외 모델의 구축, 불확실한 센싱정보를 선별해서 지식체계에 자동 등록하는 기술이 구현되어 신뢰성 있는 지식체계의 운영이 가능, 구축된 지식체계의 정보를 이용한 추론 엔진 개발을 달성한다.

둘째 그랜드 챌린지는 상차림과 상치움이 가능한 조작 기술의 확보로써 두 손을 이용한 조작기술의 확보를 통한 갈을 이용한 오이 썰기, 냉장고 문열기, 음료수 꺼내오기 등의 실현, 안전 조인트



3대 GRAND CHALLENGE

자연스러운 사용자 인식과 시간이 지날 수록
빠져드는 로봇의 감성적 표현

사용자를 찾아 의도를 인식하고 로봇
발화문장에 대응하는 표현의 자동생성



[그림 2] 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 3대 그랜드 챌린지[10]

(Joint)의 개발로 일상적 충돌에 대한 안정성 확보, 무늬가 없는 물체에 대한 3D 인식기의 개발을 완성한다.

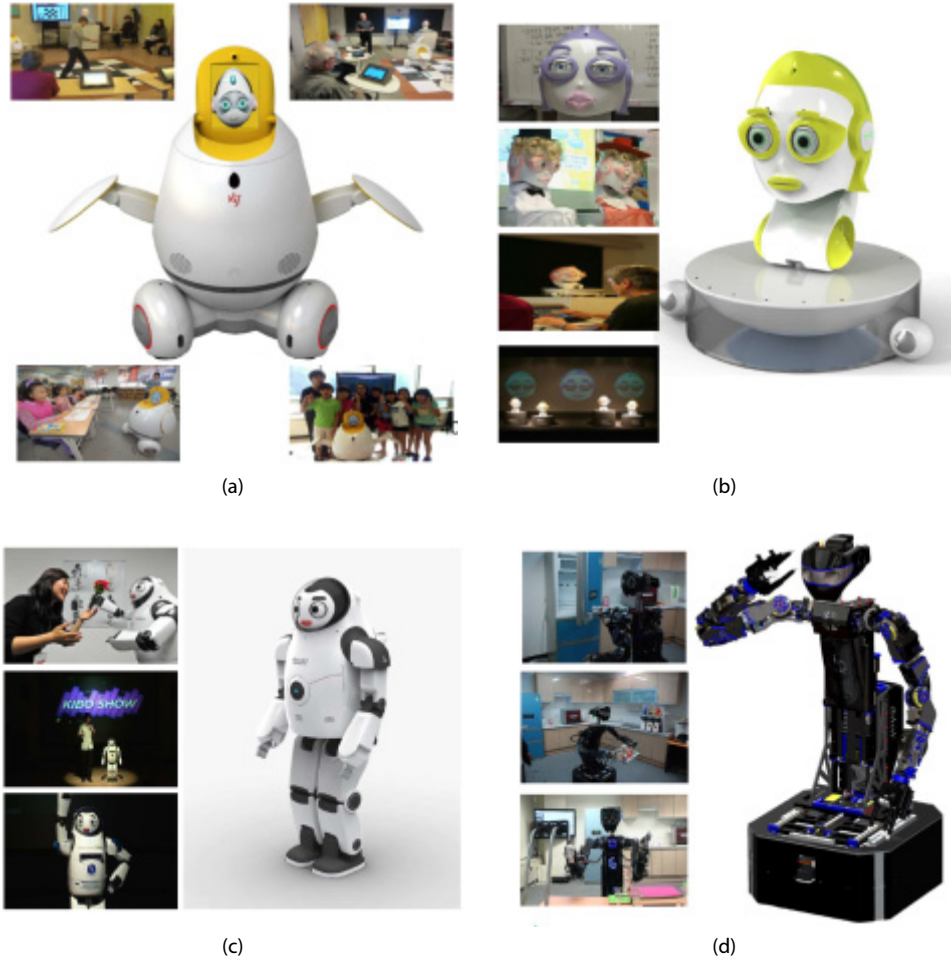
셋째 그랜드 챌린지는 자연스럽고 쉬운 사용자 상호작용과 시간이 지날수록 빠져드는 로봇의 감성적 표현으로 실내 소음환경 내에서 음원분리를 통한 2m 거리에서의 음원감지 및 음성인식 성능 구현, 10회 이상의 연속 대화 시 사용자 만족도 90% 실현, 범주 물체인식기의 개발로 지도 작성에 필요한 소파, 텔레비전, 테이블 등의 물체의 자동등록의 실현을 달성한다.

인간의 생활 속에서 인간을 지원하는 지능형 로봇 개발을 목표로 한 본 연구사업은 다양한 기술들을 개발하여 적용함으로써 세계적 수준의 로봇 플랫폼 4종([그림 3] 참조)을 핵심 기술 결과물로 선보였다. 각 로봇들은 다음과 같다 [10].

먼저 노인 케어 로봇 실벳(Sil-Bot)과 영어교사 보조로봇 잉키(Eng-Key)가 있다. 이 로봇은 얼굴 감정 표현이 풍부하고 로봇의 이동성 및 동적 표현을 이용한 노인 치매 예방 인지훈련 프로그램 및 영어교육용 프로그램이 제공된다. 전 방향 자율 주행, 기본 인식 기술 탑재, 다양한 표현의 손쉬운 구현과 사용자 친화형 인터랙션 그리고 정확한 립싱크를 구사하는 그래픽 아바타 로봇 얼굴이 특징이다.

다음으로는 안내/공연 로봇 메로(MERO)이다. 자유로운 얼굴 표정 구현과 립싱크가 가능한 로봇으로서 다양한 콘텐츠를 이용한 지능적 안내시스템을 구현한다. 상황별 로봇 표현 자동생성, 풍부한 얼굴표정, 음원 추적, 사용자 얼굴인식 기능을 특징으로 한다.

또 다른 로봇은 MC 로봇 키보(KIBO)이다. 로봇 지능을 기반으로 인간의 감성을 효과적으로 표현하는 휴머노이드 기술을 보여준다. 전 방향 자율 이족보행, 다채로운 표정과 말투 및 제스처



[그림 3] 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 핵심 성과 로봇 플랫폼과 활용의 예. (a) 실벗(Sil-Bot), (b) 메로(MERO), (c) 키보(KIBO), (d) 시로스(CIROS)

로 인간-로봇간 인터랙션 구현이 가능한 것이 특징이다.

마지막으로 식사 도우미 로봇 시로스(CIROS)가 있다. 식사 도우미 로봇으로서 신속 정확한 미션 수행과 자유로운 양팔 및 손 핸들링 구현이 가능함은 물론 전 방향 자율주행과 장애물 회피, 강인한 물체 인식이 가능하다.

사업에서 개발된 여러 기술들은 국내 기업들과 기술 이전 등을 통한 사업화를 이루었으며 로봇 플랫폼들은 전시회에서 대중 앞에 선보이거나 실제 인간 환경에서 활용되었다. 특히 영어교사 보조로봇 잉키의 경우는 2010년 타임지가 뽑은 50대 발명품에 선정되었으며 같은 해 대구의 초등학교 20여 곳에서 시범교육으로 활용되기도 한다 [11]. 노인 케어 로봇 실벗의 경우에는 2011년에 핀란드와 덴마크에 노인 치매 예방 프로그램에 활용하기 위하여 수출까지 된다 [12]. 실벗은 사업 종료 이후에도 계속 발전하여 현재까지도 전국의 보건소나 치매안심센터에서 활발히 활동하고 있다.



4. 김문상 프론티어지능로봇사업단장을 만나다

2020년 8월, 뜨거운 태양이 내리쬐는 어느 날 광주과학기술원(GIST)에서 김문상 특훈교수를 만났다. 김문상 교수는 1987년부터 30년 간 한국과학기술연구원(KIST)에서 휴먼로봇연구센터장, 지능로봇연구센터장, 인간기능생활지원지능로봇기술개발사업단장(프론티어사업단장) 등을 역임했다. 2016년 7월 광주과학기술원 융합기술원 특훈교수로 부임하였고 헬스케어로봇센터를 설립한 뒤 현재 센터장을 맡고 있다.

연구소 재직 시절에는 다양한 프로그램 디렉터를 맡으면서 연구 개발사업을 관리하는 데에 전력했다면, 학교로 옮긴 뒤 김문상 교수는 교육과 인재양성에 주력하고 있다. 학생들과 함께 헬스케어로봇연구도 활발하게 진행하고 있다. 김문상 교수는 정년 전까지 계속해서 노인과 자폐아를 위한 로봇시스템의 핵심적인 원천기술을 확보하기 위해 노력할 것이라고 밝혔다.



김문상 특훈교수

이번 인터뷰는 프론티어 인간기능 생활지원 지능로봇기술개발사업(이하 프론티어지능로봇사업)이 어떻게 시작되었는지 묻는 질문으로 시작되었다. 김문상 지능로봇사업단장(이하 김문상 단장)은 정부의 “통 큰 결정” 덕분이었다고 대답했다. 당시 우리나라 연구개발사업들이 대부분 3년 정도의 주기로 진행되었던 것을 생각하면, 한 분야를 10년 동안 끊임없이 지원해준다는 점은 거의 20년이 지난 지금 생각해도 통 큰 결정이라고 회상했다. 당장 먹고 살 수 있는 기술이 아니라, 10년 후를 내다보고 장기적으로 먹거리가 될 수 있는 기술들을 개발하는 것을 목표로 했기 때문이다. 더군다나 당시 한국에서 로봇산업은 경쟁력이 크지 않은 분야임에도 불구하고 큰 투자를 한다는 것은 분명 쉽지 않은 결정이었다. 외국에서도 우리나라의 이런 장기, 대형 연구개발 프로그램에 놀랐을 정도였다고 한다.

로봇 분야가 과학기술부의 프론티어 사업분야 중 하나로 선정되었다는 소식이 들리자 당시 국내 로봇계에는 큰 호응이 일었다. 10년짜리, 그것도 무려 총 1,000억 원짜리 사업이 생겼다는 건 학교, 연구소 할 것 없이 로봇공학자들에게는 굉장히 큰 기회였기 때문이다. 하지만 당시 우리나라의 로봇 관련 연구 인프라는 일본과 미국 등의 앞서가는 국가들에 비해 상대적으로 굉장히 열악한 상황이었기 때문에 제대로 로봇연구를 하고 있는 집단 또한 많지 않았다. 그래서 긴 호흡의 연구개발을 위해서는 경쟁력 있는 연구자 집단을 키우는 것이 급선무였고, 당시 사업이 처음 기획되고 연구팀이 구성될 때 로봇을 직접적으로 전공한 사람들보다는 새롭게 태동되는 로봇 분야에도 전적으로 참여하는 사람들이 많았다고 한다. 사업이 종료한 지 거의 10년이 다 되어가는 현재, 이 사업이 밑거름이 되어 많은 연구자들이 국내외의 내로라하는 로봇공학계 리더들이 되었고 후학 양성에 힘쓰고 있다.

결론적으로 돌아해보면 정부의 통 큰 지원은 “잘 한 결정”이었다고 김문상 단장은 회고했다. 프

론티어지능로봇사업은 2000년대 초반 척박한 로봇공학계에 인력양성을 할 수 있는 기회를 제공했을 뿐만 아니라 사업의 결과로 나온 경쟁력 있는 기술들이 많이 기업화되어 국내 로봇산업의 탄탄한 기반을 마련하는 데에 큰 역할을 했기 때문이다 [13]. 또한 로봇분야는 우리나라의 기간산업이라고 할 수 있는 기계, 전기·전자, 통신, IT 산업 등과 강하게 결합할 수 있기 때문에 발전가능성이 더 컸다. 그 결과, 최근 들어 전 세계적으로 더욱 중요해진 인공지능 로봇은 우리나라가 잘 할 수 있는 분야 중 하나로 인지되고 있다.

4.1 프론티어 지능로봇사업의 세 가지 챌린지

김문상 단장은 프론티어 지능로봇사업을 구상하며 로봇 기술에 가장 중요하다고 생각하는 핵심적인 세 가지 기술들, 즉 세 가지 챌린지를 설정했다. 첫 번째는 로봇이 감성표현과 인터랙션을 가능하게 하겠다는 것이고, 두 번째는 로봇의 지능지식체계를 만들겠다는 것, 그리고 마지막으로 로봇의 조작기술을 가능하게 하겠다는 것이었다. 그리고 지능로봇사업의 어플리케이션을 ‘실버(silver)’, 즉 노약자를 돕는 로봇이라고 설정하고 그에 맞춰 세 가지 챌린지의 응용방안을 구체화해 나갔다. 예를 들어, 음성인식기를 개발할 때는 노인들의 음성을 인식할 수 있는 인식기를, 조작기술의 경우 노인들의 식사도우미 역할을 할 수 있는 로봇을 개발하는 등의 구체적인 목표가 세워졌다.

김문상 단장은 당시 노약자를 위한 로봇을 타깃으로 잡은 것 역시 “잘 한 결정”이라고 평가한다. 최근 들어 고령화가 사회적으로 점점 심각한 문제로 부상하고 있는 상황에서 우리나라가 선제적인 연구를 한 셈이기 때문이다. 사업의 구체적인 기술들은 10년 동안 모습을 조금씩 바꿔갔다. 처음에는 모든 분야를 다 건드리고자 했지만, 연구진이 가장 잘 구현할 수 있는 분야를 찾아나갔기 때문이다. 그러나 분야를 좁혀가면서도 감성표현, 지능지식체계, 조작기술의 세 가지 챌린저는 마지막까지 견지를 했다고 한다.

물론 아쉬운 점도 있다. 2003년 프론티어지능로봇사업이 시작한 후 얼마 지나지 않아 바로 산업자원부의 차세대성장동력 지능형로봇사업(2004년~2009년)과 정보통신부의 네트워크 기반 지능형 서비스 로봇(URC) 사업(2004년~2008년)이 시작되었는데, 이를 미리 알았다더라면 각 사업 간의 역할분담을 보다 효율적으로 할 수 있었을 것이라는 아쉬움이 있었다. 하지만 세 사업 중에서 가장 먼저 시작한 프론티어지능로봇사업은 “시작할 때 아무것도 없던 황무지에서 했기 때문에 (로봇기술에 있어서) 중요하다고 생각하는 걸 다 건드렸다”고 김문상 단장은 회고했다.

4.2 사업관리부처 이관과 로봇기술 상업화를 위한 노력

이상이 사업단 내부에서 설정한 기술적 챌린지였다면, 외부 환경 변화로 인해 사업단 자체가 겪었던 챌린지도 있다. 2003년 과학기술부 주관으로 출범한 프론티어지능로봇사업이 2004년 10월



산업자원부(현 산업통상자원부)로 이관된 것이다(이후 산업자원부는 다시 지식경제부로 개편되며 지능로봇사업은 지식경제부 소관이 된다). “로봇은 돈이 되는 기술”이라는 관점이 우세하게 받아들여졌기 때문이다. 프론티어 사업 중에서도 바이오기술(BT)이나 나노기술(NT) 등 순수과학에 가까운 사업들은 그대로 과학기술부 주관으로 남았다.

사업 관리부처가 산업자원부로 변경되며 지능로봇사업이 초기에 지향했던 기본적인 철학들이 흔들리게 되었다. 가장 큰 압력은 기업들이 당장 쓸 수 있는 기술을 개발해야 한다는 것이었다. ‘원천기술 개발’이라는 지능로봇사업의 기본적인 틀이 깨지지는 않았지만 산업적 측면을 강조하는 산업자원부의 영향에서 완전히 자유로울 수는 없었다. 사업단은 산업계가 바로 쓸 수 있도록 상업화를 가속화해달라는 요구를 받았다. 사업이 새로운 단계로 넘어갈 때마다 기업들의 참여가 높아졌다. 만약 과학기술부 소관으로 남았다면 마지막까지 기업들의 참여는 자제했을 터였다. 다행히 과학기술 국가연구개발사업의 컨트롤타워 역할을 하는 과학기술혁신본부가 갈등 조정을 많이 담당해주면서 사업단이 초기에 세웠던 비전이 크게 훼손되지는 않았다.

김문상 단장 역시 로봇 기술이 궁극적으로는 경제적 효과로 이어져야 한다는 생각에 동의했다. 그래서 산업자원부의 이러한 압박이 긍정적인 측면도 있었다고 강조했다. 산학의 교류와 협력을 촉진하는 계기가 되었기 때문이다. 사업이 3단계에 들어섰을 때는 기업들의 참여가 이미 상당히 커진 상태였는데, 사업이 마무리되는 단계에서는 오히려 이것이 득이 되는 경우들도 많았다. 예를 들어, 지능로봇사업단에서 개발한 기술들이 성숙했을 무렵 기업들과 시범사업을 함께 진행하는 것은 산업자원부가 아니면 추진이 어려운 일이었다. “(산업자원부가) 시범사업을 밀어주면서 프론티어 사업에서 개발한 기술들을 접목해서 조금 더 쉽게 상업화하는 데에 도움을 주는 장점들이 있었죠.” 김문상 단장이 말했다.

이를 통해 개발된 원천 기술들이 사업화에 이르기 위해 거쳐야 하는 험난한 과정을 많이 극복하는 데에 도움이 되었다. 치매예방훈련로봇 ‘실벗’, 자폐아동보조로봇, 주행기술, 촉각 센서 등이 상업화되고 또 그 외의 많은 원천기술들이 다른 다양한 형태로 지속적으로 관련 산업에 보탬이 되고 있다.

4.3 2005 년 부산 APEC(아시아태평양경제협력체) 로봇 전시

프론티어지능로봇사업단장을 맡으며 특별히 기억에 남는 에피소드가 있는지 묻는 질문에 김문상 단장이 웃으며 대답했다. “제가 전 세계의 유명한 대통령들을 만나서 다 악수를 한 적이 있어요.” 2005년 부산에서 개최한 APEC(아시아태평양경제협력체) 회의의 이야기다. 사업단이 출범한 지 채 1년밖에 지나지 않았던 때, 산업자원부의 갑작스러운 요청이 들어왔다. 2005년 11월에 열릴 APEC에 로봇관을 꾸밀테니 로봇을 전시해 달라는 것이었다. 로봇관은 로봇카페, 로봇유치원, 휴보관, 롬헤즈(ROBHAZ)관 등 4개로 구성될 예정이었는데, 지능로봇사업단은 로봇카페와 로봇유치원을 담당해야 했다.



로봇카페에 앉아 티롯이 따르는 음료수를 받고 있는
김문상 단장(출처: 조선일보)

두어 달 동안 밤낮없는 준비가 시작됐다. 로봇카페에서 각국 정상들에게 음료수를 서비스할 바텐더 로봇 티롯(T-Rot)과 로봇유치원에 설치되어 얼굴표정을 표현하고 립싱크를 할 수 있는 휴머노이드 키보(Kibo)를 전시하는 것이 목표였다. 티롯은 ‘생각하는 로봇(Thinking Robot)’이라는 뜻을 담고 있는 로봇으로, 당시 사업단이 거동이 불편한 노인이나 장애인을 위해 개발하고 있던 로봇이었다 [14].

APEC 개막식 일주일 전, 로봇카페를 준비하는 연구진은 부산으로 향했다. 이제 남은 일주일 동안 텅 빈 전시장을 청소하고, 짐을 풀고, 네트워크를 설정하고, 컴퓨터와 로봇 플랫폼을 설치해야 했다. 새벽까지 작업을 하는 날들이 이어졌지만, 연구진의 기대와는 달리 티롯의 모든 기능이 통합된 시나리오대로 움직이지 않았다. 한두 군데씩 예상하지 못한 오류가 발생했다. 개막식 사흘 전 늦은 밤, 드디어 티롯이 음료수를 컵에 따랐다. 남은 이들은 음료수 서빙 시간을 단축하는 데에 매진했다 [15]. 다른 한 편에서는 로봇유치원에 설치된 로봇들이 말썽이었다. 모터가 뜨거워지는 것을 방지하기 위해 연구진들은 키보 뒤에서 선풍기로 식혀줘야 했다. 정상들이 언제 방문할지 모르기 때문에 기약은 없었다. 로봇의 전원이 꺼지지 않기 위해선 하염없이 기다리는 수밖에 없었다. 다행히 우려했던 불상사는 일어나지 않았지만 당시의 긴장감은 지금도 생생하다고 말한다. “지나고 나면 재미쬬. 재미는 있었는데 당시에는 완전히 저와 사업단 목숨을 내놓고 했쬬.”

4.4 로봇에게도 “인간성”이 필요하다

김문상 단장은 그동안 여러 매체를 통해 “로봇은 로봇에 특화된, 로봇만이 할 수 있는 기능이 필요하다”고 강조해왔다 [16]. 그렇다면 김문상 단장이 말하는 “로봇다운 특성”이란 무엇일까. 이 질문에 김문상 단장은 명쾌한 답을 내놓았다. 로봇에도 “인간성”이 필요하다는 것이다. 인간이 그러하듯, 로봇도 “처음 봤을 때와 열 번 봤을 때 달라야 한다”는 것이다.

김문상 단장은 로봇에 필요한 “인간성”을 “표현성”과 “동작성”으로 나누어 설명했다. 먼저 상황에 맞는 발화와 표정 등의 자기표현을 할 줄 알아야 하고, 구체적인 형상을 통해 상황에 맞는 동작을 구현할 수 있어야 한다. 지능로봇사업단이 개발한 로봇 메로(Mero)가 적절한 예다. 메로는 감정 표현이 가능한 공연로봇인데, 18자유도와 10개의 액추에이터를 통해 다양한 표정을 제어, 구현할 수 있다 [17]. 김문상 단장은 메로가 사용자 입장에서 보면 가장 로봇다운 로봇일 수 있다고 말한다. PC의 가상의 그래픽 아바타는 간접적 느낌을 전달할 수는 있으나, 실제 로봇이 가져다 주는 직접적인 감성적 효과는 따라갈 수가 없다는 것이다. 인간은 만질 수 있는 현실세계의 또 하



나의 인격체로서의 로봇을 원한다는 것이다. 다시 말해, 서비스로봇 시장이 폭발하기 위해서는 표현성과 동작성이 사람이 기대하는 수준까지 발전해야 한다.

4.5 정부의 역할

김문상 단장의 특별한 이력 중 하나는 2006년부터 10여 년 간 국제로봇전문가자문기구인 IARP (International Advanced Robotics Program)의 한국대표로 활동했다는 것이다(IARP는 최근에 해체했다). 2012년 6월 IARP 서울 총회를 개최하는 등 국제로봇협력의 공로를 인정받아 2012 대한민국 로봇대상에서 대통령 표창을 받았다 [18]. IARP를 통해 여러 나라의 로봇전문가들을 만나면서 발견한 한국 로봇계의 특징이 있다. 정부가 주도적으로 연구개발사업을 추진한다는 것이다. 반면, 우리나라보다 예산 규모가 더 큰 미국과 일본은 연구자들이 조금 더 자율성을 갖는다고 한다. 물론 장단점이 있다. 20년 전만 해도 로봇분야에서 한국의 위상이 높은 편은 아니었기 때문에 국가주도형의 사업관리 방식이 훨씬 효율적이었을 것이다.

이제는 한국의 위상이 높아졌고 로봇 연구자들도 충분히 경쟁력을 가지고 있기 때문에 김문상 단장은 정부의 역할에도 변화가 필요하다고 지적한다. 정부가 연구개발사업의 세부적인 기획이나 관리를 하기 보다는, 개별 연구자나 연구그룹이 다루기 어려운 부분들을 담당해주었으면 하는 것이다. 로봇산업 발전에 걸림돌이 되는 규제들을 완화하고, 로봇 보급을 위해 시범사업을 지원하는 등의 인프라 구축이 필요하다. 그때 비로소 우리나라의 로봇산업이 한 단계 더 성장할 수 있을 것이다.

인터뷰가 막바지에 다다르며 김문상 단장에게 후배 로봇공학자들과 산업계에 계신 분들께 하고 싶은 말씀을 물었다. 김문상 단장은 두 가지를 강조했다. 첫 번째는 “자부심을 가져라”라는 것이다. 우리나라 로봇 산업에 대한 자긍심이 느껴지는 대목이었다. 김문상 단장은 “우리만 우리를 저평가하지 외국에서 우리나라는 높은 평가를 받고 있다”고 강조했다. 이러한 측면에서 로봇계의 연구자들이 자신들이 연구개발하고 있는 로봇 기술이 어디에 어떻게 쓰일지를 명확하게 파악하는 일이 중요하다고 했다.

두 번째는 “로봇은 융합”이라는 것이다. 따라서 혼자서는 어렵다는 것을 당부했다. 융합형 기술로서의 로봇 기술의 특성은 김문상 단장이 예전부터 꾸준히 강조해오던 점이다 [19]. 특히 몇 년 전 연구소에서 학교로 거처를 옮기고 융합기술원에서 새로운 분야를 일구며 다양한 배경의 연구자들과 일하며 로봇기술의 융합적 특성을 더욱 실감하게 되었다. 로봇 분야는 여러 사람이 함께 시너지를 만들어 나가는 것이 굉장히 중요하다는 것이다. 로봇 기술개발에는 기계, 전자, 컴퓨터, 제어와 같은 하드웨어 기술뿐만 아니라 뇌공학, 인지, 생체공학과 같은 소프트웨어 기술이 종합적인 기반이 되어야 하며 [19], 결국 사용자가 로봇을 잘 받아들이고 사용하기 위해서는 인문사회학자, 교육학자, 의사, 심리학자 등 다양한 분야의 전문가들과의 꾸준한 협업이 필요하다.

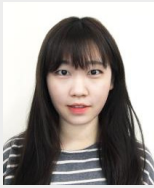
참고문헌

- [1] 한국산업기술발전사(기계편), 한국공학한림원, 과학기술 50년사 제2편 과학기술 정책과 행정의 변천, 과학기술정보통신부, pp. 375-376, 2018.
- [2] 이상형, 신희선, 한국로봇역사를 되돌아보다(1): 차세대성장동력 지능형로봇사업, 로봇과 인간, 제16권, 제3호, pp. 42-57, 2019.
- [3] 이상형, 신희선, 한국로봇역사를 되돌아보다(2): 네트워크 기반 지능형 서비스 로봇 사업, 로봇과 인간, 제16권, 제4호, pp. 22-36, 2019.
- [4] 관계부처 합동, 제3차 지능형 로봇 기본계획, 2019.
- [5] 과학기술 50년사 제2편 과학기술 정책과 행정의 변천, 과학기술정보통신부, pp. 178-181, 2017.
- [6] 21C 프론티어 사업 10년을 말하다, 교육과학기술부, pp. 17-21, 2010.
- [7] 김문상, 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발: 21C 프론티어사업, 정보과학회지, 제21권, 제11호, pp. 5-11, 2003.
- [8] 김문상, 인간기능 생활지원 지능로봇 사업단, 기계저널, 제46권, 제11호, pp. 88-93, 2006.
- [9] 인간기능 생활지원 지능로봇 사업단 공고 제09-9130-001호, 3단계 사업 추진계획 공고, 2009년 4월 8일자.
- [10] 인간기능생활지원지능로봇기술개발사업, 최종보고서, 산업통산자원부, pp. 7-51, 2013.
- [11] ‘아바타 영어교사 보조로봇 교단에 서다,’ 연합뉴스, 2010년 12월 23일자.
- [12] ‘국산 노인 도우미 로봇 유럽 진출,’ 연합뉴스, 2011년 11월 17일자.
- [13] 조규남, 김문상 박사, 로봇신문, 2014년 11월 2일자.
- [14] 부산 APEC 회의장 촉감로봇 ‘티룻’ 첫선, 조선일보, 2005년 11월 15일자.
- [15] 2005년 11월 APEC 참관기, 21C 프론티어사업 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발사업 단 뉴스레터 Vo. 11, 2006년 4월 25일자.
- [16] 김문상, 노약자 도우미 로봇, 로봇과 인간, 제7권, 제4호, pp. 36-41, 2010.
- [17] 김윤희, 희노애락 표정짓는 한국형 지능로봇, 최종상용화, 헤럴드경제, 2014년 6월 4일자.
- [18] 올해 로봇대상 대통령상 수상에 KIST 김문상 단장, 아주경제, 2012년 12월 6일자.
- [19] 김문상, 지능적 생활 환경을 위한 로봇 지능, 로봇과 인간, 제1권, 제1호, pp.15-20, 2004.



안태범

1997 한양대학교 기계공학과(공학사)
1999 한양대학교 기계공학과(공학석사)
2016 충남대학교 기계·기계설계·메카트로닉스
공학과(공학박사)
2006~현재 국립중앙과학관 공업연구관
관심분야: 로봇응용 전시기술, 로봇문화, 로봇 역사
E-mail : tbahn@korea.kr



신희선

2014 한국과학기술원 건설및환경공학과(공학사)
2016 한국과학기술원 과학기술정책대학원(공학
석사)
2016~현재 한국과학기술원 과학기술정책대학원
박사과정
관심분야: 로봇정책, 인간-로봇 상호작용, 기술사,
과학기술과 사회(STS)
E-mail : heesunshin@kaist.ac.kr