실버 로보틱스

글 • 권 동 수 / 한국과학기술원 기계공학과, 교수
e-mail • kwonds@kaist.ac.kr

글 • 이 규 빈 / 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정
Telerobotics & Control Lab,
e-mail • leekb@robot.kaist.ac.kr

이 글에서는 생활 지원 서비스 로봇에 대하여 살펴 보고, 기존의 생활 지원 로봇과 실버 로보틱스의 차이점을 소개하기로 한다. 그리고 실버 로보틱스 관련 연구 프로젝트의 현황과 이러한 연구들이 성공적으로 이루어졌을 때 앞으로 노인들의 삶이 어떻게 변화하게 될지 전망해 보도록 한다.

세계는 선진국을 중심으로 하여 노인 인구의 급속한 팽창과 함께 건강하고 경제적 능력을 갖춘 노인이 증가하고 있다. 실버산업은 비단 사회복지 차원에서뿐만 아니라 이윤 추구를 위한 투자 가치가 높은 산업으로 발돋움하고 있다. 이러한 사회 분위기 속에서 각 학계에서도 노인 관련 연구들이 대두되고 있으며 이미 국내 각 대학에서는 실버산업 대학원 등이 설립되어 실버산업, 실버 마케팅, 노인 심리학 등을 심도 있게 연구하고 있다. 이공 계열의 여러 분야에서도 노인 복지 차원에서뿐만 아니라 사회의 필요에 부응하기 위하여 노년층을 위한 각종 기술을 개발하고 있다. 이 글을 통해 그 대표적인 예로서 실버 로보틱스에 대해 소개하기로 한다. 실버 로보틱스란 용어는 학계에서 공통적으로 통용되는 용어는 아니나, '노인 생활 지원 및 재활을 위한 로봇을 연구하는 학문'을 이하 '실버 로보틱스'라고 칭하기로 하겠다. 실버 로보틱스의 모태는 생활 지원 서비스 로봇이었는데 과거에는 보통 장애인을 중심으로 한 복지 정책의 일환으로 연구가 진행되었지만, 최근에는 구매력을 가진 노년 계층을 겨냥한 고급 제품 개발의 형태인 실버 로보틱스가 생겨나게 되었다. 이 글에서는 실버 로보틱스의 모태가 되는 생활 지원 서비스 로봇에 대하여 살펴 보고, 기존의 생활 지원 로봇과 실버 로보틱스의 차이점을 논하기로 한다. 그리고 실버 로보틱스 관련 연구 프로젝트의 현황과 이러한 연구들이 성공적으로 이루어졌을 때 앞으로 노인들의 삶이 어떻게 변화하게 될지 전망해 보도록 한다.

실버 로보틱스의 배경 : 생활 지원 서비스 로봇의 태동

20세기 후반에 들어와 메카트로닉스의 혁신적인 발달과 함께 산업현장에서 인간을 대신하여 어렵고 힘든 작업을 보다 정확하고 빠르게 수행하기 위한 로봇들이 개발되어 산업 구조를 크게 바꾸어 놓았다. 그러나 최근 들어 세계의 로봇 시장은 기술적, 경제적으로 점차 성숙 단계에 접어드는 양상을 보이며 산업 로봇으로부터 서비스 로봇으로 그 적용 분야를 넓히고 있다. 서비스 로봇은 소니 AIBO와 같은 엔터테인먼트 로봇, 공공 장소, 회사, 테마 파크 등에서 안내를 담당하거나 음식점에서 서빙 작업을 수행하는 공공 서비스 로봇, 장애인이나 노인의 생활을 도와주거나 가사를 대신하는 생활 지원 로봇 등으로 나눌 수 있다. 이 중 생활 지원 로봇은 1980년대부터 유럽, 미국 등 선진국을 중심으로 연구되었다.

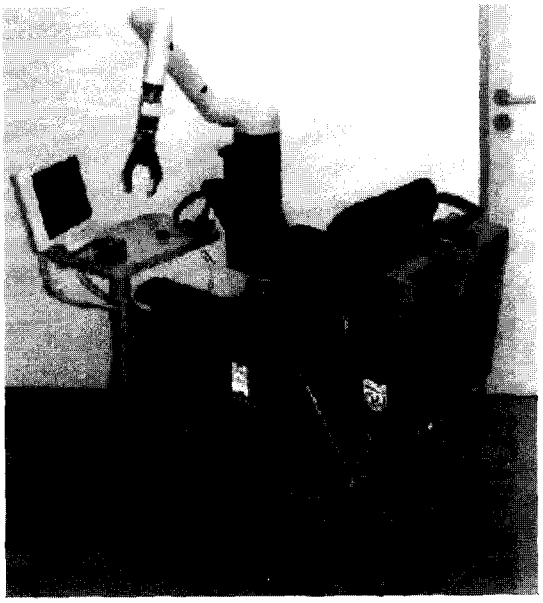


그림 1 FRIEND(독일 브레멘 대학)

그림 2 MOVAID(이탈리아 ARTS랩)

생활 지원 로봇은 산업용 로봇과는 달리 인간과 함께 작용하도록 설계되므로 인간-기계 공생관계와 구조화되지 않은 작업 환경이 주요 특징이다. 기존의 노약자나 장애인의 생활을 지원해 주는 로봇은 크게 테이블 부착 형 매니퓰레이터(table mounted manipulator), 휠체어 부착 형 매니퓰레이터(wheelchair mounted manipulator), 워크스테이션 형(robotic workstation), 통합 플랫폼(integrated platform)의 네 가지 형태가 있다. 이 중 앞의 두 가지가 기본적인 형태이다.

생활 지원 로봇에 관한 연구는 일반적인 가사를 도와 주는 작업보다는 노약자나 장애인을 돕는 재활 로봇에 관한 연구가 먼저 시작되었으며 연구의 특성상 복지 수준이 우수한 선진국들이 중심이 되었다. 대표적인 연구 프로젝트로는 TIDE(Telematics for Improving the quality of life of Disabled and Elderly people)를 들 수 있다. 1991년, 유럽 연합(EU)이 조약에 따라 5년 계획의 프레임웍 프로그램을 창설하였고 추진 목적은 사회적 산업적 목표를 이루기 위한 보조적 기술적인 연구와 기술 개발 촉진과 장애자와 노약자의 삶의 질을 향상시키고 장애자와의 요구 상황을 충족하기 위한 서비스와 생산에 관련된 시장과 산업을 발전시키는 것이다. 모두 아홉 개의 로봇 프로젝트에서 로봇 팔(manipulator), 센서에 기초한 자율주행(sensor based navigation), 통합 기술(technology for integration), 로보틱 워크스테이션과 통합 플랫폼 개발 등을 수행해왔다.

그림 1은 TIDE 프로젝트의 FRIEND 시스템이다. 여기에 부착된 MANUS 매니퓰레이터는 네덜란드의 Institute for Rehabilitation Research에서 개발한 5자유도의 휠체어 부착 로봇팔로서 가장 유명한 재활 로봇이다. 다양한 전기 휠체어에 부착될 수 있도록 회전할 수 있고 길이를 조절할 수 있는 구조로 설계되었고 약

850mm의 동작 범위와 최대 길이에서 1.5kg 정도의 무게를 들어 올린다. 안전성을 위하여 슬립 커플링(slip coupling)을 사용하였다.

그림 2는 TIDE 프로젝트의 연구 결과물 중 이탈리아 SSSUP의 ARTS랩에서 개발한 MOVAID(Mobility and activity assistance system for the disabled)이다. 통합 시스템 형으로 음식 장만과 집 청소를 한다. 8자유도 로봇팔과 TIDE 프로젝트의 일환으로 영국에서 개발한 MARCUS 그리퍼를 장착하고 있다. 주행과 충돌회피를 위한 센서 시스템, 작업 후에 제자리로 돌아가는 능력, 오프라인 국부 제어 시퀀스, 그리고 원격 제어 등이 탑재되며 영상 조사 기능도 설치 가능하다.

국내의 생활 지원 로봇은 약 10년의 역사를 가지고 있으며 그 대표적인 연구 프로젝트로는 한국과학기술원(KAIST)의 KARES Ⅱ 시스템을 들 수 있다(그림 3). KARES Ⅱ는 기존의 재활 로봇 시스템과는 달리 로봇팔을 장착한 이동 로봇과 각종 인간-로봇 상호작용 장치들이 부착된 전동 휠체어로 이루어져 있으며, 인간-로봇 상호작용에 있어서 지능적인 요인을 부과하기 위하여 각종 첨단 기술들이 결합된 시스템이다. 전체 시스템은 유연성을 가진 소프트 로봇팔, 6D 비주얼 서보잉 모듈, 로봇팔 동작 명령을 위한 생체신호(EMG) 인식 모듈, 어깨 및 머리의 움직임을 이용하여 제어 명령을 내릴 수 있는 착용형(wearable) 인터페이스, 눈의 움직임을 마우스처럼 사용 가능한 아이 마우스, 음성인식 모듈, 사용자 훈련을 위한 VR 시스템으로 구성되어 있다.

그림 3 KARESII(KAIST)

실버 로보틱스의 등장

앞에서 설명한 기존의 생활 지원 로봇 시스템에 관한 연구들은 대부분 복지 정책의 일환으로 추진되었으며, 실제로 상품화 된 연구 결과들의 경우 주로 복지 수준이 우수한 선진국에서 정부의 보조금을 받아 장애인이나 노약자들이 구매하는 것이 대부분이었다. 그러나 서론에서 언급한 바와 같이 사회의 급격한 고령화와 각종 노후 대책 상품들의 개발에 따라 고령임에도 불구하고 건강을 유지하며 구매력 또한 우수한 노인 수요가 늘고 있다. 비교적 중소 업체들이 주로 판매하고 있었던 전동 스쿠터나 자동 계단 장치 등의 산업(그림 4)의 성장이 예상되고 있는 이유도 여기에 있다. 실버 로보틱스도 이러한 사회적 요구에 따라 등장하게 된다. 실버 로봇은 기존의 거동이 불편한 노약자들의 생활을 돕는 기능은 물론 건강한 노인 생활을 보조할 수 있는 여러 기능들이 요구될 것이다. 실버 로보틱스의 주요 특징을 살펴보도록 하자.

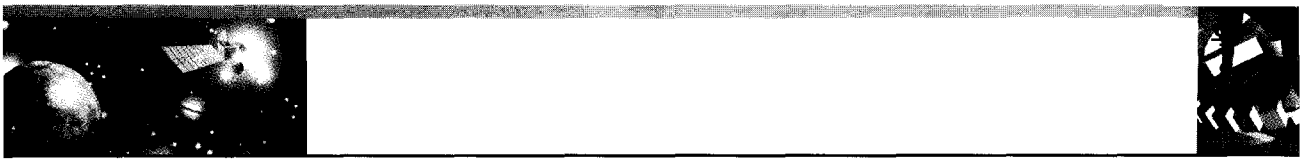


그림 4 기존의 노인 보조 기구의 예

다양한 기능

기존의 재활 로봇이 독립적인 거동이 불가능한 노약자를 대상으로 생활에 없어서는 안될 기본적인 기능들, 즉 식사 보조나 보행과 같은 기능들을 수행하였다면 실버로봇은 좀더 사용자의 욕구를 충족할 수 있는 기능들이 추가가 될 것이다. 예를 들어 음성 명령을 통해 전화를 대신 걸어준다거나 애완견의 먹이를 알아서 준비하는 등 다양한 기능들이 추가될 것이다. 점차적으로 독거 노인이나 결혼한 자녀와 함께 살지 않는 부부의 수가 늘어나면서 실버로봇 또한 가정에서의 크고 작은 많은 일들을 수행할 수 있는 실버로봇이 요구될 것이다. 또한 원격으로 건강 상태를 체크할 수 있는 원격 진료 시스템 등의 의료 지원 기능도 필수적이다.

지능형 주거 환경과의 접목

최근 들어 실버산업의 대표적인 상품으로 실버타운이 곳곳에 건립되고 있고 국내외의 여러 대학에서는 각종 센서와 지능 복합 기기가 설비된 지능형 주거 환경에 대한 연구들이 진행되고 있다. 곧 실버타운에 이러한 지능형 주거 환경 기술이 접목될 것으로 예상된다. 지능형 주거 환경은 메인 컴퓨터가 집 안의 모든 정보를 실시간으로 분석하고 각종 부대 시설을 자동으로 제어한다. 이를 위해서 각 방에는 온도 센서, CCD 카메라 등이 설치되고 가전 기기들도 네트워크에 연결되어 메인 컴퓨터와 연동될 수 있게 된다. 미래의 실버로봇 또한 이러한 지능형 주거 환경과 유기적으로 연동될 것이다. 각종 위치 표시기를 각 방에 설치하여 실버로봇이 집 안에서 자신의 위치를 파악하도록 할 것이고, 실버로봇이 사용자가 위치한 방에 없을 때도 방 안의 무선 통신 기기로 실버로봇을 불러 작업을 수행할 수 있을 것이다.

인간 친화적 설계

모든 서비스 로봇이 인간 친화적인 설계를 필요로 하지만, 노인을 위한 로봇은 특히 세심한 고려를 통하여 설계되어야 한다. 각종 표시 장치의 글자는 원시안을 가진 사

람도 쉽게 읽을 수 있도록 큼직해야 하고, 사용 방법도 직관적으로 배울 수 있어야 하며 명령을 내릴 때도 일상 생활에서 쓰이는 다양한 어휘를 인식할 수 있어야 한다. 첨단 기계를 사용하는 데 어려움을 느끼는 노인들의 특성을 고려할 때 실버 로봇의 외형 또한 거부감을 느끼지 않게끔 디자인 되어야 할 것이다. 또한 최근 독거 노인들을 위한 애완 동물 요법 등이 소개되고 있는 것처럼, 독거 노인들이 생활에서 즐거움을 찾을 수 있도록 엔터테인먼트의 기능도 필수적이다.

이와 같이 실버 로보틱스는 기존의 재활 로봇과 많은 차이점을 지니고 있다. 실버 로봇의 성공적인 개발을 위해서는 각종 첨단 기술이 유기적으로 접목되어야 한다. 주위 사물을 인식하고 위치를 파악하기 위한 삼차원 환경 인지 기반 환경 모델링 및 작업 계획 기술, 각종 환경 정보를 실시간으로 이해하고 분석하기 위한 정적/동적 지각정보의 Context/Semantics 모델링 및 학습 기술, 얼굴을 구분하고 표정을 인식하기 위한 시각 인터페이스 기술, 노인의 다양한 발음과 어휘를 입력 받을 수 있는 청각 인터페이스 기술, 사용자의 의도를 파악하고 작업을 수행하는 인간-로봇 통합 인지 모델링 기술, 생체 신호를 측정하고 실시간으로 분석하는 건강 모니터링 기술, 그리고 안정성과 신뢰성에 관한 기술 등이 복합적으로 연구되어야 할 것이다.

실버 로보틱스 연구 개발 현황

노인층의 삶의 질을 향상시키기 위한 로봇 시스템에 관한 연구는 세계적으로 시작 단계에 있으나 실버산업 시장의 성장 가능성을 볼 때 급속히 발전해 나아갈 것으로 예상된다. 지금부터 국내외의 실버 로보틱스 연구 개발 현황에 대해 알아 보도록 한다.

미국의 CMU에서는 1999년부터 현재까지 Nursebot이라는 실버 타운에서 운용되는 이동 로봇 시스템을 개발하고 있다. 정보 서비스를 통하여 노인의 건망증 문제를 해결하고, 원격 진료를 가능하게 하며 건강 자동 체크, 심부름, 부축 등의 육체적 지원 기능이 포함되어 있다(그림 6). Nursebot

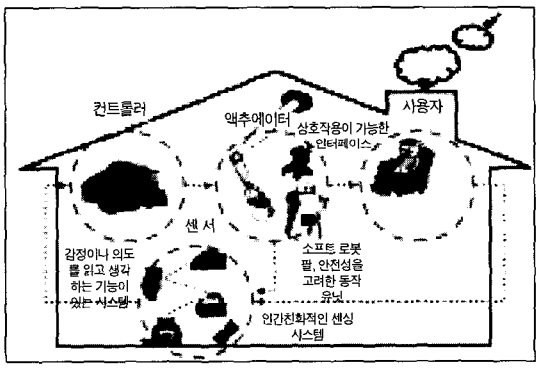
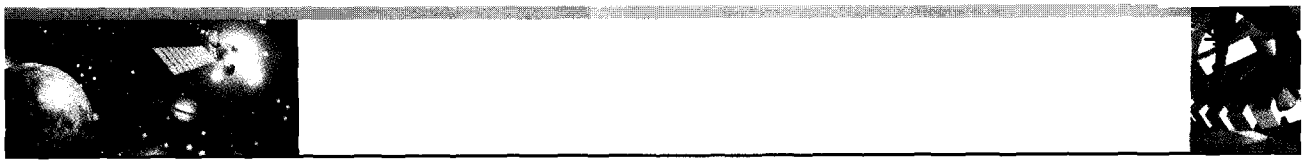


그림 5 KAIST 인간친화 복지로봇 시스템 연구센터의 지능형 주거 환경 개념도

그림 6 Nursebot, 미국 CMU



프로젝트는 NSF, DARPA, NIH에서 지원하고 있으며 카네기멜론 대학에서 로봇 플랫폼 및 인간-로봇 상호작용 장치를 개발하고, 피츠버그 대학에서 간호 시스템 운용 및 센싱 기능을 연구하며, 미시간 대학에서 치매 방지를 위한 정보 서비스 기능, 일정 관리 기능 개발을 담당하고 있다.

우리나라도 실버 로보틱스에 관한 연구에 박차를 가하기 시작했다. 국가과학기술위원회에서 2002년 11월 28일에 확정한 국가기술지도는 우리나라의 향후 10년간의 기술 개발 방향을 제시하고 있다. 이 보고서에는 정보-지식-지능화 사회 구현과 건강한 생명 사회 지향이라는 비전을 제시하고 있는데, 정보-지식-지능화 사회 구현 비전의 일환인 서비스 로봇 마크로 기술 지도에서는(그림 7) 가정용 서비스 로봇과 더불어 2012년까지 노약자 보조 로봇 개발을 목표로 하고 있으며, 건강한 생명 사회 지향 비전에서는 인공 지능 및 지능 로봇 기술들을 기반으로 한 각종 실버 제품의 개발을 목표로 하고 있다.

이러한 국가적 차원의 연구 개발 비전 아래 과학기술부는 2003년, 21C 프론티어사업의 일환으로 '인간 기능 생활 지원 지능 로봇 기술 개발 사업'을 시작하였다. 이 사업은 '인간 기능의 로봇 지능을 개발하여 기능별로 모듈화된 지능 칩과 노인을 위한 생활 지원 플랫폼 개발을 통하여 건강하고 독립된 노인 생활의 실현'을 최종 목표로 하고 있다. 연구 개발의 지표로서 첫째로 노인들이 가장 필요로 하는 적용 분야를 고려하고, 둘째로 우리나라의 기간산업과 연계하여 경쟁력 확보가 가능한 분야를 택하며, 셋째로 로봇 기술과 실버공학 기술의 융합을 통한 시너지효과를 낼 수 있는 분야를 고려하여 그 최종 결과물로서 노인의 인지 능력 향상, 심리 상담 처방, 말 상대 기능, 오락 및 정보 제공 기능, 심부름 등의 가사 도우미, 보행 보조 등의 육체적 도우미의 역할을 하는 실버 메이트(silver mate) 플랫폼, 상·하지 근력 증진, 보행 훈련, 자세 균형 등 신체 감각 증진, 조작 기능 증진의 역할을 하는 실

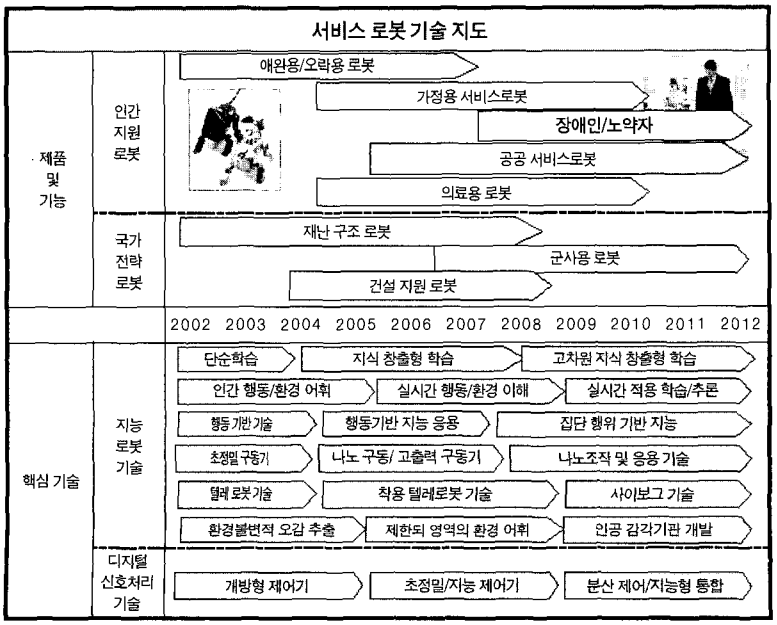


그림 7 서비스 로봇 마크로 기술 지도

버 워크(silver walk) 플랫폼, 건강 지표의 측정 및 해석, 건강 상태를 상시 측정하여 대처하는 역할을 하는 실버 케어(silver care) 플랫폼을 채택하였다(그림 8). 사업단은 실버 기기와 지능 로봇 관련 국가 기간 산업화를 통해 2020년까지 국내에 약 31조원 규모의 시장 창출과 세계 로봇 및 관련 실버 시장의 10%를 점유할 수 있을 것으로 내다 보고 있다.

맺음말

현실적인 관점에서 볼 때 현재의 로보틱스 기술이 실제 노인 생활에 융합되기 위해서는 두 가지 거쳐 가야 할 전환점들이 있다. 첫째로 로봇 관련 부품 산업이 활성화되어 대량 생산으로 인한 가격 하락이 선행되어야 한다. 불과 30년 전만 해도 컴퓨터는 큰 기업이나 연구소에서나 볼 수 있는 고가의 장비였으나 사회 구성원 대부분이 컴퓨터를 사용하는 현재에는 대량생산과 가격 경쟁을 통해 누구나 구입 가능하게 된 것처럼, 로봇 부품 산업의 성장이 필수적이다. 둘째로 보조장치를 사용하는 것에 대한 사회적 배타성이 사라져야 한다. 사회 구성원 스스로가 인식을 바꾸어야 할 뿐만 아니라 정부 차원에서도 장애인이나 노약자가 전동휠체어와 같은 보조장치를 이용하여 생활하는 데 불편함이 없도록 인프라를 갖추어 주어야 한다. 보조장비를 사용하여 일반인들과 동등한 생활을 할 수 있을 때 사회적 편견이 사라지게 되고 실버로봇 시장도 적극적으로 활성화 될 수 있다.

실버로봇은 노화로 인해 저하된 운동 능력을 대신하여 줄 수 있고 갑자기 찾아올 수 있는 응급 상황을 신속히 대처해 줄 수 있다. 경제력 있고 경험이 풍부한 노인들이 실버로봇의 도움으로 사회활동을 더욱 오래 할 수 있게 될 것이다. 실버로봇과 함께 하는 노인은 젊은이 못지 않은 활동력과 업무 수행 능력을 갖게 될 것이고, 보다 편안하게 집안일과 외출을 할 수 있게 될 것이다.

지금 우리 사회는 건강하고 경제력 있는 노인들이 사회의 주 동력원으로서의 역할을 할 기회를 찾고 있다. 실버 로보틱스는 노인들의 이러한 욕구를 충족시킬 수 있는 훌륭한 대안이 될 수 있을 것이다.

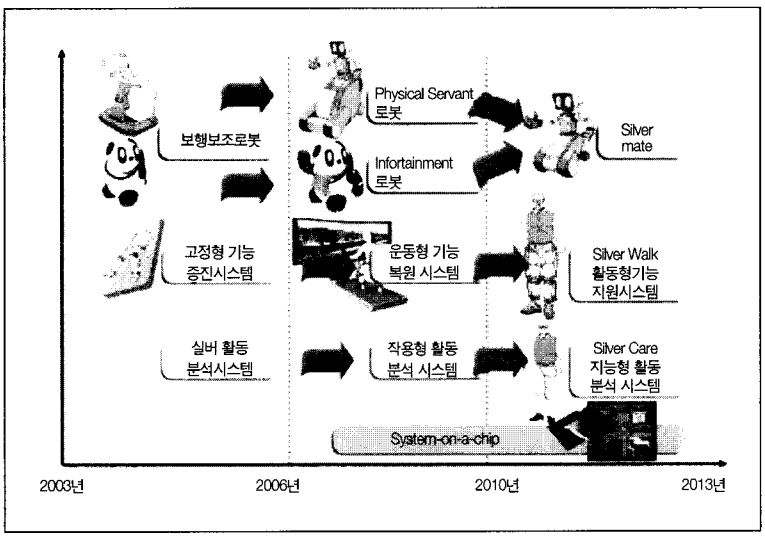


그림 8 인간 기능 생활 지원 지능 로봇 기술 개발 사업의 최종 결과물