

2015
August
no.05

융합 Weekly TIP

Technology | Industry | Policy

발행일_ 2015.09.07 | 발행처_ 융합연구정책센터

Technology

Industry

Policy

신체기능 복원 및 재활 기술 동향

박형순 | 한국과학기술원

선정 사유

- ❖ 의료기술의 발달로 인간의 수명이 증가하고 사고후 환자의 회생률이 증가함에 따라 고령화와 사고 등으로 인한 신경계 관련 질환 환자수도 증가하는 추세임
 - 또한 출산률의 저하로 고령자 및 장애인을 돌볼 수 있는 젊은 인력은 감소할 것으로 예상되어 신체 기능 복원 및 재활 기술의 개발에 대한 사회적인 요구가 증가하고 있음
- ❖ 신체기능 복원 및 재활 기술은 정부의 핵심 R&D분야 중의 하나임
 - 미래부는 2013년 미래부 BT분야 5대 투자전략*에서 의료용 로봇을 포함하는 차세대 의료기반 분야를 중점 투자분야로 선정
 - * 신약개발, 줄기세포, 뇌연구, 유전체, 차세대 의료기반
 - ※ 미래부, 바이오 기반 창조경제 실현을 위한 미래부 BT분야 투자전략 보도자료, '13.11.7
 - 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략 중 15대 국가전략 융합기술에 포함
 - ※ 국가과학기술 심의회, 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략, '14. 2. 27
 - 2016년도 미래부의 기술분야별 투자전략 중 생명 보건의료분야 투자전략에서 융합의료기기 및 뇌공학분야 등을 유망 신기술 분야로 선정
 - ※ 미래부, 경제혁신·재도약을 위한 선제적 미래투자 전략 보도자료, '15. 3. 24
- ❖ 이에 따라 최신 동향자료를 활용하여 신체기능 복원 및 재활기술의 동향과 전망에 대해 조사함

개요

- ❖ (기술정의) 신체의 일부를 손실하거나 뇌신경계의 이상으로 정상적인 신체의 운동이 불가능해진 환자들이 정상적인 기능을 회복할 수 있도록 하는 기술
 - 신체를 대신 움직여주거나 신체의 기능을 대체해주는 보조기술
 - 1) 의족, 의수 등 신체 절단환자의 절단부위를 대체하는 로봇의수, 의족기술
 - 2) 하지의 보행기능을 대신하는 지능형 이동보조 로봇 기술
 - 3) 기능이 마비된 신체에 외력을 가하여 기능을 재개하는 외골격 로봇기술



그림 1. 좌로부터 1) 로봇의수 (Deka Arm, 미국), 2) 지능형 휠체어 (Aviator, UTS Center for technology), 3)외골격 보행보조 로봇 (ReWalk, 이스라엘)

– 불완전한 신체의 기능을 회복시키는 것을 목적으로 하는 재활기술

- 1) 하지의 보행기능 회복을 목적으로 하는 보행 재활 기술
- 2) 상지의 작업기능 회복을 목적으로 하는 상지 재활 기술



그림 2. 좌로부터 1) 보행재활 로봇시스템 (Lokomat, 스위스), 2) 상지재활 로봇시스템 (IMT, 미국)

❖ KISTI에서는 신체기능복원 및 재활기술 분야와 관련하여 미래유망기술로 지능형 휠체어 로봇 기술과 라이프케어 로봇 기술을 선정

신체기능복원 및 재활기술분야 관련 미래유망기술 선정 내용

기술명	주요 내용
지능형 휠체어 로봇기술	스스로의 힘으로 이동하기 어려운 노인이나 장애인을 위해 개발된 시선 인식 및 추적을 이용하여 움직일 수 있는 주요 이동 수단 기술
라이프케어 로봇 기술	인지/이동 지능 기반으로 심부름, 청소, 인지기능보조, 작업보조, 생활 보조, 인체기능보조, 재활보조 등을 갖춘 지능형 개인서비스 로봇

❖ (필요성) 현재 우리나라는 고령화 속도가 세계에서 가장 빠른 반면 재활기술은 시작 단계이며 세계시장에 진입을 시도하지 못하는 상태이므로 세계적 수준에 견줄만한 기술분야 활성화가 필요함

주요선진국과 BRICs의 고령화율

구 분	한국	미국	프랑스	영국	독일	일본	브라질	러시아	인도	중국
1990	5.1	12.5	14.1	15.7	15.0	11.9	4.5	10.2	3.9	5.8
2000	7.2	12.4	16.0	15.8	16.3	17.2	5.5	12.4	4.4	6.9
2010	11.0	13.1	16.8	16.6	20.8	23.0	6.9	13.1	5.1	8.4
2020	15.7	16.6	20.3	18.9	23.1	28.6	9.5	14.8	6.3	11.7
2030	24.3	20.1	23.2	21.7	28.2	30.7	13.6	18.1	8.2	16.2
2040	32.3	21.2	25.4	24.0	31.8	34.5	17.6	18.3	10.2	22.1
2040/2010	2.9	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	2.6	1.4	2.0	2.6

※ 출처 : 통계청 (2013) 장래인구추계 : 2010-2060

❖ (기술수준) 2014년 기준 재활 관련분야의 국내 기술수준은 최고기술 보유국인 미국 대비 70~77% 수준임

– 한국은 최고 기술보유국 (미국) 대비 4.3~5.4년 기술격차를 갖고있어 기술수준이 상대적으로 낮음. 특히 생활 및 이동 지원기기 기술은 2012년에 비해 격차가 더 증가하여 기술분야의 활성화가 시급함

국가전략 기술별 기술수준

국가전략 기술명	최고기술국		기술수준		기술수준(%)			기술격차(년)		
	2012	2014	2012	2014	2012	2014	증감	2012	2014	증감
생활 및 이동지원 기기 기술	미국	미국	추격	추격	75.0	70.6	-4.4	4.5	5.4	0.9
신체기능 복원기기 기술	미국	미국	추격	추격	73.8	72.4	-1.4	3.8	4.3	0.5
재활치료기술	미국	미국	추격	추격	67.7	77.0	9.3	4.2	3.1	-1.1

※ 출처 : 2014년 기술수준 평가, KISTEP

주요 내용

❖ 주요 연구분야 및 이의 활용

– 생체모사 로봇의수 및 인터페이스 기술 : 인체의 팔과 유사한 무게, 크기, 기능을 갖는 생체모사 로봇의수의 개발 및 로봇의수를 사용자의 의도대로 제어하기 위한 뇌신경계와의 인터페이스 연구 분야로써 상지 절단 장애인들의 상지기능을 복원하는데 활용됨

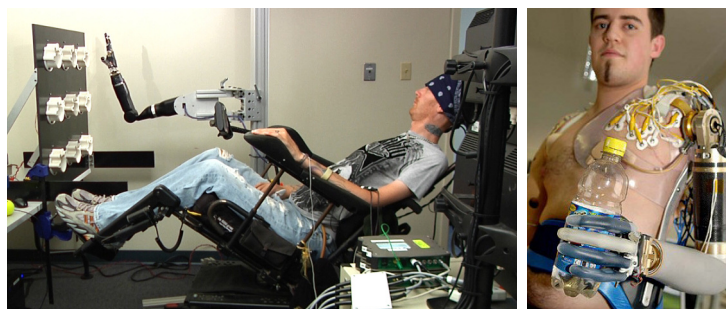


그림 3. 로봇의수의 생체모사 인터페이스의 예: (좌) 침습형 뇌파측정을 이용한 로봇팔 제어 인터페이스 (University of Pittsburgh), (우) Targetted Reinnervation기법을 이용한 로봇의수 인터페이스 (Rehabilitation Institute of Chicago)

- **생체모사 로봇의족 및 안전 제어기술** : 인체의 다리와 유사한 무게, 크기, 기능을 갖는 로봇의족의 개발 및 다양한 상황에서 넘어지지 않고 보행할 수 있도록 균형을 잡고 정상보행을 구현하는 제어기술 연구 분야로써 하지 절단 장애인들의 하지 기능을 복원하는데 활용됨
- **지능형 이동 보조 기술** : 지능형 이동로봇 혹은 스마트 휠체어가 실내외에서 장애물을 감지하여 회피할 수 있고 안전하게 목적지까지 이동할 수 있도록 제어하는 기술로써 하지마비 장애인들이 일상생활중 보조인 없이 자율이동할 수 있도록 활용됨
- **상하지 재활 로봇 치료 기술** : 로봇을 사용한 정량적인 측정 및 제어를 기반으로 기존의 정성적인 재활치료방법을 정량적 객관적으로 구현하고 또한 정량적 검진에도 활용하고 있음

신체기능 복원 및 재활기술의 핵심기술

- **유연한 소재를 이용한 재활 및 보조기술** : 기존의 단단한 구조의 외골격 형태의 로봇에서 최근에는 착용성 향상을 위해 유연한 소재를 이용한 소프트 웨어러블 재활 기기의 개발이 활발히 진행중임. 착용성이 뛰어난 유연한 소재기술, 와이어를 이용한 동력전달기술, 피부밀착형 센서의 동작 측정 및 보정기술 등의 주요 요소기술들이 있음



그림 4. Soft Exosuit: 골격없이 재활 및 보조에 필요한 힘을 전달해주는 새로운 메커니즘 (Harvard University)

- **뇌기능성 향상을 위한 환자 맞춤형 최적 재활 기술** : 최근에는 뇌과학의 뇌가소성 연구와 뇌이미징 기술을 융합하여 재활치료시 뇌의 변화를 측정하고 환자에게 최적화된 재활치료방법을 개발하여 발병후 최적의 재활을 통해 신체기능회복을 극대화 시키는 연구가 활발히 진행중임. 뇌활성화 측정기술, 뇌기능성이 포함된 검진기술, 최적재활프로그램 설계 기술등의 주요 요소기술이 있음
- **가상현실 기반 원격 재활기술** : 기존의 재활 로봇기술과 가상현실기반 인터페이스를 연동함으로써 재활치료의 동기부여를 극대화 하는 기술로써 병원뿐만 아니라 가정에서의 원격 재활치료 및 검진에 활용될 수 있음



그림 5. 가상현실 게임을 이용한 원격재활 기술의 예: 손재활을 위한 Rafael (네오팍트, 대한민국)

국내·외 정책동향

● 해외정책동향

- 세계 각국에서는 로봇의 활용을 중심으로 하는 경제, 산업정책을 추진중. 그중 재활 로봇분야는 복지정책과 맞물려서 선진국을 중심으로 활성도가 높음
- 미국, EU, 일본등 기술선진국은 R&D 투자 절대규모에서 우위를 유지하는 가운데, 중국의 양적 투자 확대는 괄목할 수준
- 미국 : 국립보건원 (NIH) 산하의 NIBIB, NICHD 등을 중심으로 재활로봇분야 연구 지원이 활발히 진행중이며, 교육부 산하의 NIDRR, 미국 과학재단 (NSF) 중심으로도 관련 연구지원
- EU : 2014~15년동안 우선지원이 필요한 12개 프로젝트를 선정하고 해당분야에 '14년 예산으로 20억유로를 우선책정. 12개분야중 첫 번째 분야가 맞춤형 헬스케어임
- 일본 : 과학기술혁신종합 전략을 '13년 수립하고 중점추진과제 및 5개 성과목표를 제시했는데 그 중 하나가 '선도적 건강 장수사회 실현' 임

● 국내정책동향

- 재활치료로봇에 대한 연구지원이 2010년 이후부터 본격화 되었으며, 산업융합원천기술개발 사업을 제외한 대부분의 과제가 기업 주도의 제품화 연구를 지원하고 있음. 1~3년 이내 사업화를 목표로 하는 로봇 시범 보급사업과 재활로봇 중개연구에 대한 지원이 '12년이후 확대되는 추세임.
 - 재활치료 로봇의 원천기술 개발은 미래부 및 산업통상자원부에서 주관하고, 보급 및 활용은 보건복지부와 산업통상 자원부에서 공동 추진하는 형태임
 - 국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획 ('13년 7월발표)의 4대 건강 R&D분류* 돌봄기술 (Care) 부문에 재활 치료로봇 기술개발이 포함됨
- *질병극복기술, 건강증진기술, 공공안전기술

국내·외 R&D 지원 현황

● 해외 R&D 지원 현황

- 미국 : 2010년 이전에는 재활로봇의 등장과 함께 R&D 연구지원이 NIH (미국국립보건원)의 R01, NIDRR의 RERC (재활공학연구센터)등의 대규모 연구지원방식으로 이루어졌으나 최근에는 NSF와 NIH가 공동으로 주관하는 국가 로봇계획 (National Robotics Initiative) 프로그램을 통해 10억원 내외의 소형과제 형식으로 연구지원이 이루어지고 있음. 기 개발된 요소기술을 활용한 장애 유형별, 대상자별 제품화를 위한 응용 연구지원이 활발히 진행중임.
- 유럽 : Robotics for Healthcare 6개 혁신 영역에서 재활치료로봇이 포함되어 EU FP 7 프로그램에서 ICT, Healthcare 프로그램의 일환으로 재활치료로봇분야 중형 규모 과제를 지원하고 있으며, 고령화 사회를 대비한 80억원 규모의 재활로봇개발을 '12년 착수함
- 일본 : 정부주도의 '생활지원 로봇 실용화 프로젝트-간병로봇 기기개발, 도입촉진사업'을 통해 간호 및 재활치료에 활용될 수 있는 로봇 플랫폼을 개발하고, 인증, 보급을 위해 후생노동성 주도 하에 범부처 사업을 시행함(32.6억엔, 2013년). 2015년부터 공적보험 적용대상을 간병로봇으로 확대하여 로봇사용료의 최대 90%까지 보조가능

● 국내 R&D 지원 현황

- 미래부, 산업통상자원부, 및 보건복지부에서 주관하여 원천기술개발로부터 보급화사업까지 지원하고 있음. 미래부와 산업통상자원부는 원천기술개발 지원, 산업통상자원부와 보건복지부는 보급

및 활용지원에 중점을 두고 있음

주요 지원 과제 현황

사업명 (부처명)	과제명	연구 내용	연구책임자 (연구비)
산업융합 원천기술 개발사업 (산업부)	뇌졸중 환자의 보행재활을 위한 보행의도 검출율 90%이상의 생체 신호 인터페이스 기술 및 재활훈련 로봇 적용기술 개발	보행의도 검출 및 모니터링 기술 및 재활상태 측정기술 개발, 보행모드 결정기술 개발, 뇌신호처리 및 해석 기술, 멀티생체신호 시변특성보상 기술 등	한국과학 기술연구원 김승중 (50억)
	노약자/장애인을 위한 근력보조 시스템 개발	노약자와 장애인을 위한 모바일 플랫폼 기반의 생활지원 시스템과 상지 근력 보조 시스템을 개발하는 것을 목적으로 함	엘지전자 장우석 (80억)
로봇산업 클러스터 조성사업 (산업부)	3차원 리얼모션 플랫폼을 활용한 감성통합 기반의 다목적 지능형 재활로봇 개발	7축-6자유도의 다관절 로봇 모션 플랫폼과 IT 기반의 가상현실 기술 및 햅틱 인터페이스 기술을 활용한 감성 통합 기반의 다목적 지능형 전문 재활 로봇 제품을 개발	KMC로보틱스 전대영 (14.4억)
	상하지 재활 운동이 가능한 보행 보조 휠체어 로봇 개발	상·하지 재활 운동이 가능한 보행보조 휠체어 로봇 개발	신한시스템즈 김태연 (12억)
대경광역 경제권 선도산업 육성사업	생체정보를 이용한 지능형 운동기기 및 재활운동기기 개발	각 센서가 부착된 운동 기구에서 운동/재활 상태를 측정하는 모듈과 측정된 신호를 전송하여 측정용 연동되는 시스템을 개발	맨텍 김우정 (9.1억)
	근육 경직이 있는 편마비 환자를 위한 능동형 부분상지 6자유도 재활 치료로봇 개발	상지부의 능동적 힘이 많이 부족한 초기의 편마비 환자를 대상으로 근력 증진 및 운동능력 증진을 위한 병용용 치료기기 개발	호아로봇 강정호 (10.5억)
국민편익증 진기술개발	지체 부자유성 맞춤형 헬스 운동 시스템 개발	상하지 근력 및 보행 보조를 위한 맞춤형 운동 보조 시스템 개발	전북대산학 협력단 권대규 (8.55억)
지역전략 산업육성	노인/장애인 상하지 근력회복 및 강화를 위한 지능형 로봇 재활 훈련시스템 개발	맞춤형 재활훈련이 가능한 인체공학 적 상지 (주관절, 수근관절) 외골격 재활훈련 시스템 개발	대경산업 차인혁 (14.44억)
보건복지부	재활로봇 중개연구사업	재활로봇을 의료현장에 적용하기 위한 중개연구 사업	국립재활원 이성재 (30억)
의료, 재활용 로봇 시범 보급사업	재활보조, 관절운동보조, 보행보조 로봇 병원 및 요양원 시범보급	노인 및 장애인의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 의료재활로봇 보급	국립재활원 이성재
생체모사형 메카트로닉스 융합기술 개발사업 (미래부)	생체신호 기반 제어기능을 갖는 Bionic arm 개발	생체신호를 총체적으로 분석하고 해독, 복잡한 움직임과 다양한 촉감을 생성하는 생체신호 처리 기술 개발	KIST 오상록 (88억원)
	생체모사 피부형 센서 및 근육형 구동기 개발	인체와 모양이 같고 동일한 기능을 하는 센서 및 근육 구동기 개발	성균관대 최형렬 (55억원)
	생체모사 바이오닉 팔/손 메커니즘 개발	생체모사 팔/손의 로봇 메커니즘 개발	63억원

국내·외 기술수준 분석

신체 복원 및 재활기술의 기술수준

세부기술분야	해외 수준 (최고 수준 국가 대비 00%)	국내 수준 (최고 수준 국가 대비 00%)
생활 및 이동지원 기기 기술	최고수준국가: 미국 100%	70.6%
신체기능 복원기기 기술	최고수준국가: 미국 100%	72.4%
재활치료기술	최고수준국가: 미국 100%	77%

※ 출처 : 2014년 기술수준 평가, KISTEP

- (해외) 미국, 유럽쪽에서 신체기능 복원기기 기술, 재활치료 및 생활보조 로봇의 개발이 1990년대부터 활발하게 진행되어 왔으며 현재 미국 Interactive-motion사, 스위스 Hocoma사와 같이 상하지 재활치료로봇을 상품화하여 세계시장을 선도하고 있음

(국내) 2010년에 본격적으로 재활로봇 분야연구가 활성화되어 다른 선진국에 비해 시장

- 진입이 늦어지고 있음. 예를들어 PNS Mechanics의 Walkbot은 이미 Hocoma사의 Lokomat이 점유하고 있는 보행재활 로봇시장에 뒤늦게 진입하여 시장을 확보하는데 상대적으로 불리한 위치에 있음.

- KISTEP의 기술수준 평가에 의하면 2014년기준으로 '생활 및 이동지원 기기 기술'은 세계최고인 미국에 비하여 5.4년, 신체기능 복원기기 기술은 4.3년, 재활치료기술은 3.1년 뒤쳐져 있음.

- 재활로봇분야는 전세계적으로도 아직 성숙되지 않은 분야이므로 새로운 세부분야를 창출하여 기술을 선도할 수 있는 가능성이 열려있음

기대 효과

- 신체기능 복원 및 재활 기술은 사고나 노화로 인해 신체의 움직임에 장애를 갖는 노인 및 장애인들의 일상생활 및 사회복귀를 도움으로써 이들의 삶의 질을 향상시킬 뿐만 아니라 국가경제에도 이바지할 수 있음

- 누구에게나 노화가 찾아오며 신체기능의 약화를 피할 수 없다는 전제하에 모든 사람에게 반드시 필요한 기술이며 인간수명의 증가로 인해 결국은 돌봄이 필요해지는 노인들의 복지 문제를 해결하는 중요한 열쇠가 될 수 있음

- 국가적으로도 노인 및 장애인들의 헬스케어에 소모되는 의료비를 절감하여 경제적으로도 큰 도움을 줄 수 있음

- 미래사회에서는 ICT 기반 헬스케어가 국가발전에 중요한 산업이 될 가능성이 높으므로 신체기능 복원 및 재활기술은 ICT 분야와 접목되어 국가의 중점 산업 기반이 될 수 있음

- 본 기술은 직접적으로 노인 및 장애인의 삶의 질을 향상시키고 국가 경제에 이익을 준다는 점 이외에도 의학적으로 아직 풀리지 않은 뇌손상후 뇌기능 회복에 관련된 뇌가소성 문제를 풀 수 있는 중요한 도구로 활용될 가능성이 높음

결론 및 정책적 시사점

❖ 신체기능 복원 및 재활 기술 분야는 다가오는 고령화 사회에서 반드시 필요로 하는 기술 이므로 정부차원의 R&D 전략 수립뿐만 아니라 관련된 의료기 산업에 관련된 법규, 규정 등에도 정부차원의 관심이 필요함

- 국내 R&D 연구과제 주제를 선정함에 있어서 이미 선진국에서 수행된 주제를 뒤쫓는 것보다는
현재 재활기술 분야의 세계적인 이슈를 파악하고 새로운 기술분야를 창출할 수 있는 주제로 선정
하는 것이 필요함
- 국내의 재활치료와 관련된 법제도는 다른 나라의 상황과 다르므로 세계시장에 진출하기 위한
전략과 국내시장을 공략하기 위한 전략이 다를 수 밖에 없음. 이를 위해 보험수가 및 정부지원금
등 시장형성에 직접적인 영향을 줄 수 있는 제도에 대한 논의와 보완이 필요함
- 많은 연구개발의 결과물이 관련된 의료기기 인증절차를 고려하지 않아서 재개발되는 과정을 거친
다는 것을 감안하여 R&D 과정 중에도 의료기 관련 규정을 숙지할 수 있도록 하는 것이 바람직함

❖ 정부의 R&D 지원에 있어서 단기적인 전략 뿐만 아니라 장기적인 전략이 균형을 이루 어야 함

- 의료기기의 특징상 인증절차를 거쳐야하고 시장진입까지 많은 시간이 소요된다는 점을 감안하여
시장창출을 위해서는 장기적인 인내와 노력이 필요할 것임
- 국내의 여건상 5년 이내의 단기적인 연구가 대부분임. 선진국의 경우 과제종료후에도 시장진출을
돕고 평가에 반영되는 시스템을 가지고 있어서 과제종료후에도 성공가능성이 높은 결과물에 대해
서는 지속적인 투자가 이루어질 수 있음. 이와 같이 국내에서도 과제종료후에도 장기적인 안목
으로 지속적인 관심과 투자가 이어질 수 있도록 하는 과제평가시스템의 보완이 필요해보임