

요 약 문

I

생체모사형 메카트로닉스 융합기술개발사업 필요성

1 그간의 연구개발 상황

- (국내) 산업용(제조, 국방, 사회안전) 및 서비스(의료, 교육, 가사) 로봇 개발 위주 메카트로닉스 연구개발 추진
 - 피동적·반복적 작업 수행을 위한 로봇개발로 상품화 위주 기술개발 추진
 - ※ '12년 국내 서비스 로봇 시장은 3,314억원 규모로 전년대비 7.7% 증가
 - 생체모사 메카트로닉스 기술개발은 외관 및 단순기능 모방에 국한되어 부분적·단편적 요소기술 개발에 치중
 - 대부분의 연구는 기초·원천기술개발 중심으로 센서 및 구동기와 메커니즘 개발에 편중되었고, 실제 생체신호와 연계된 연구는 부족
 - ※ 생체모사형 메카트로닉스 연구개발사업 분석결과, (연구단계별)기초연구가 전체의 87.5%를 차지하고 (구성요소별)센서 및 구동기, 메커니즘 연구가 전체의 83%(센서 및 구동기: 49%, 메커니즘: 34%) 차지
- (국외) 인간능력 향상 및 편의 증진을 위해 인간과 동물의 생체원리를 기반으로 한 연구개발 및 정책지원 확대 추진 중
 - 첨단기술 기반 고난도 생체모사로 지능과의 연계를 통한 인체에 적용 가능한 기술개발 추진
 - (연구 프론트라인) 미국 DARPA 및 EU 공동연구팀은 인간의 신경과 기계를 연결한 '생각에 따라 움직이는 기계손' 개발
 - ※ 미국: DARPA에서는 Revolutionizing prosthesis 2009 프로그램을 시작으로 현재 Reliable Neural-Interface Technology(RENET) 프로그램을 통해 생체모사 기반 메카트로닉스 개발에 주력 ('06년~'18년, 총 3,000억 규모)
 - ※ 일본: 문부성에서 생체가 갖는 감각-인지-동작원리를 이해하고 이를 메카트로닉스 시스템으로 구현하는 Mobiligence(Mobility+Intelligence) Program 지원

- 생체모사 기반의 메카트로닉스 원천기술 확보를 통한 기술경쟁력 향상 필요
 - 개발지원 지연 시, 핵심 원천기술 부족으로 향후 로봇 및 재활의료기기 산업 등 관련 산업의 기술종속화 심화
 - 생체모사형 메카트로닉스 기술개발을 지체할 경우, 선진국과의 기술격차 급격히 심화
 - ※ 생체모방 기술을 통해 개발된 바이오로봇 분야의 국내 기술수준은 60%로 조사되었으며, 이는 국방로봇(80%), 의료로봇(70%) 등에 비해 낮은 수준임(미래창조과학부, 국가중점과학기술 전략로드맵, 2013)
- 지능형 로봇산업 경쟁력 강화 및 신산업 창출을 위한 생체모사형 메카트로닉스 기술개발 선진화 필요
 - 향후 관련 산업 진입 장벽을 낮추기 위한 최고난도 원천기술 연구개발 필요
 - ※ 재활치료시장: 23조원(market research, 2013), 군용로봇시장: 5조원(winter Green research, 2013)
 - 지능과 연계된 손을 이용한 고도의 조작성 및 자유로운 이동성을 겸한 고난도 생체모사형 메카트로닉스 기술개발 필요
 - 기존 분절적 요소기술 확보방식을 지양하고, 인간 및 동물의 생체원리를 과학적 이해를 기반으로 기술간 융합을 통한 통합시스템 개발이 필요

II

기술개관

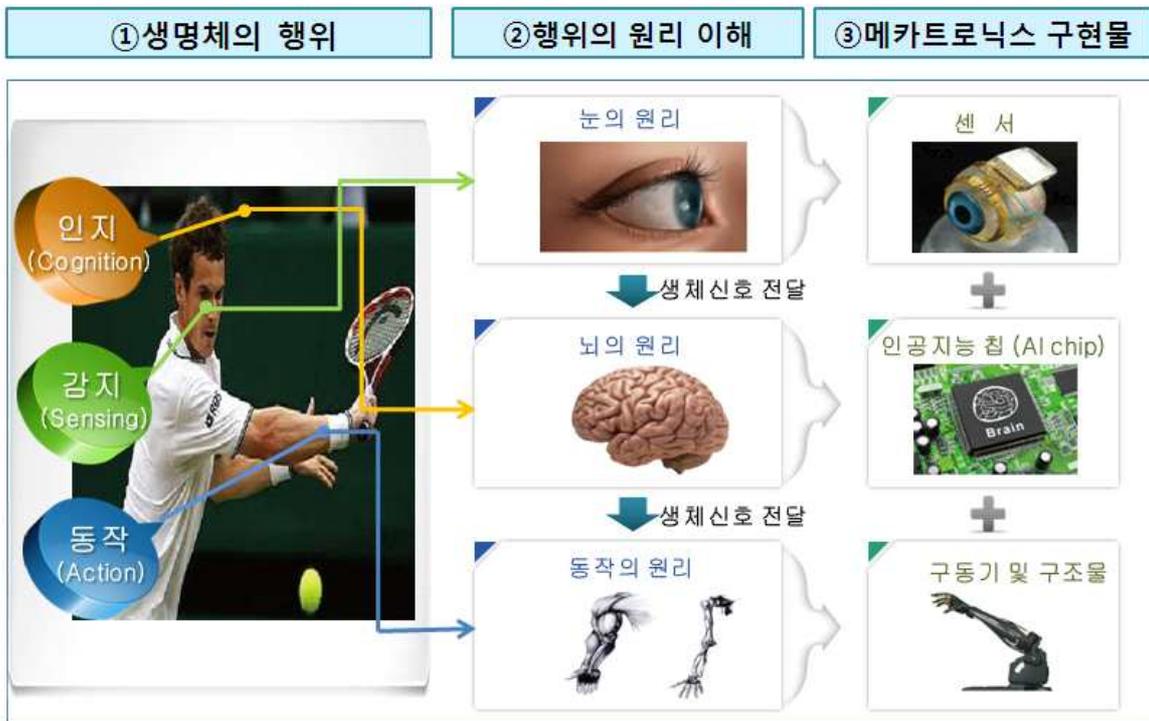
1

기술정의

□ (정의) 다양한 ①생명체 행위의 ②원리를 이해하고, 이를 ③메카트로닉스 (mechatronics)* 시스템으로 모사(mimicry)·구현하는 기술

* 기계공학(mechanics), 전자공학(electronics)의 합성어로, 개체(생명체, 로봇 등)의 행위를 기계적·전기전자적 복합적 요소들(elements)로 구현하는 기술

< 생체모사형 메카트로닉스 사례 (운동하는 사람) >



□ (구성요소) 생체모사형 메카트로닉스 시스템을 구성하는 3가지 요소

- ① **바이오인지:** 생명체의 뇌가 수행하는 기능으로 물체를 인식한 후, 이에 대한 판단(동작명령/학습)을 하고 동작의 명령을 내리는 행위
- ② **메커니즘:** 생명체의 움직임, 조작행위 등 동작을 생성하는 체계로 뼈대, 관절 등 구동체계 프레임으로 구성
- ③ **센서 및 구동기:** 외부의 자극의 받아들이는 생명체의 감각기관과 이를

인지하여 뇌의 판단에 따라 움직임을 생성할 수 있는 근육 및 이를 동작하게 하는 구동 시스템으로 구성

2 목표 및 내용

□ (목표1) 생각대로 움직이고, 느끼는 인체대체용 메카트로닉스 시스템 개발

- 인간모사 기반 인체 대체 중심의 바이오닉스(Bionics*) 기술개발
 - * Bio(life) + nics(like)의 합성어로 생명체를 모사한 기계시스템
- 인간의 피부, 근육, 골격·관절, 생체신호 및 소뇌 작동 메커니즘 등의 모사를 통해 견착·웨어러블 바이오닉 arm 구현

< 주요 연구내용 >

세부사업명	총괄과제명	연구성과물
생각대로 움직이고, 느끼는 인체대체용 메카트로닉스 시스템 개발	1. 신경신호 기반 제어기능을 갖는 바이오닉 arm 개발	▪ 생체신호 프로세서 ▪ 바이오닉 arm
	2. 생체모사 피부 및 근육 개발	▪ 인공 피부 및 근육
	3. 바이오닉 골격·관절 개발	▪ 인공 골격 및 관절
	4. 삽입형 생체신호 인터페이스 개발	▪ 삽입형 인터페이스

□ (목표2) 인간한계 돌파형 동물모사 메카트로닉스 시스템 개발

- 동물* 행위원리 모사 기반 고효율·고기능 메카트로닉스 기술개발
 - * 척추동물: 도마뱀의 기하학적 형상모사를 통한 험지주행, 무척추동물: 벼룩의 torque reversal 메커니즘 모사를 통한 도약기능 구현 등
- 동물의 시각, 청각, 촉각 등 특화된 감각기관 및 근육·관절 모사를 통해 용도 확장성 높은 메카트로닉스 핵심기술 개발

< 주요 연구내용 >

세부사업명	총괄과제명	연구성과물
인간한계 돌파형 동물모사 메카트로닉스 시스템 개발	1. 무척추 동물의 감각 및 구동방식을 모사한 메카트로닉스 기술개발	▪ 곤충형 정찰 로봇 ▪ 생체내 이동 로봇
	2. 척추 동물의 고기능 동작 및 운동지능을 모사한 메카트로닉스 기술개발	▪ 고속 주행 로봇 ▪ 험지 주행 로봇

□ (목표3) 자가줄기세포 기반 체외 근육기관 연구개발

- 동물 및 인체의 모사에 그치지 않고, 동물실험을 대체할 자가줄기세포 기반 체외 근육기관 개발
- 동물의 근육기관을 복제하여 근육기관 기반 진단검사 및 약물검사 기술 개발
- 동물의 근육을 이용하여 생체모사를 통한 체외 구동로봇 개발
 - ※ 체내 구동이 가능한 LMA(Living Muscle Actuator)기반 로봇

< 주요 연구내용 >

세부사업명	총괄과제명	연구성과물
동물실험을 대체할 자가줄기세포 기반 체외 근육기관	1. 근육조직 및 근육접합 인터페이스로 구성된 체외 근육기관 개발	▪ 체외 근육기관
	2. 체외 근육기관 기반 진단검사 및 약물검사 기술 개발	▪ 근육기관 기반의 진단검사체계
	3. 근육기관 체내 이식 기술 개발	▪ 근육기관 이식기술
	4. 근육기관 기반 생체로봇	▪ 체내 구동이 가능한 로봇

- 목표2, 3은 목표1과의 연계를 통해 산업 파급효과가 큰 바이오닉스 시스템 기술 완성을 추진하되 목표1의 추진성과에 따라 추후 투자규모 확대를 통해 적용분야를 구체화하여 기술개발 추진

□ 연구개발 우선순위 선정

- 연구개발의 기술적/사회·경제적 파급효과, 기술 원천성, 타 기술에 적용가능성, 및 상품화의 명확성을 고려하여 (목표1) 생각대로 움직이고, 느끼는 인체대체용 메카트로닉스 시스템을 본 사업의 최우선 연구개발 과제로 선정

- 목표2, 3은 목표1과의 연계를 통해 산업 파급효과가 큰 바이오닉스 시스템 기술 완성을 추진하되 목표1의 추진성과에 따라 추후 투자규모 확대를 통해 적용분야를 구체화하여 기술개발 추진

세부사업명	기술적/사회적/경제적 파급성	기술의 원천성	타 기술에 적용가능성	상품화의 명확성
(목표1) 생각대로 움직이고, 느끼는 인체대체용 메카트로닉스 시스템 개발	●	●	●	●
(목표2) 인간한계 돌파형 동물모사 메카트로닉스 시스템 개발	○	○	○	●
(목표3) 동물실험을 대체할 자가 줄기세포 기반 체외 근육기관	●	●	○	○

※ 예상되는 연구결과물 관련정도: ●(대), ○(중), ○(소)