





## 2. 최근 국외 연구 동향은?

### ○ (스위스) Hocoma사, Assist-as-Needed(AAN) 방식의 상지로봇 재활 치료기 Armeo Power 개발(Neurological Recovery Center 홈페이지)

- 스위스 HoComa사에서는 센서와 지능형 알고리즘을 활용하여 신경계 장애 환자의 초기 재활 치료를 위한 AAN 방식의 상지 로봇 재활 치료기를 개발하였음. 가상 환경에서 확대된 성능 피드백(Augmented Performance Feedback)을 활용한 재활 운동을 제공하여, 환자의 신경 가소성 재활 치료에 효과적인 동기 부여를 기대함. 또한 환자의 재활 운동에 관련된 센서 및 모터 데이터 결과를 모니터링할 수 있어 환자의 상태에 따라 치료 요법을 최적화할 수도 있음.

### ○ (미국) Myomo, 상지 신경 로봇 재활 치료기(Myomo 홈페이지)

- 미국 Myomo사에서는 피부 표면의 비침습형 EMG 센서를 활용하여 신경계 장애 환자의 근전도 신호를 수신 및 증폭하는 상지 신경 로봇 재활 치료기를 개발하였음. 환자의 신경 가소성 재활 치료에 자발적인 동기를 제공할 뿐 만 아니라, 가상 환경 속에서 중력과 같은 요소를 조절하여 환자 맞춤 재활 운동이 가능. 안드로이드 기반 플랫폼과 연동하여 환자의 재활 치료 준수에 대한 동기 유지 및 환자 관리에 용이

### ○ (스위스) EPFL, 피부에 부착할 수 있는 필름형 햅틱 액추에이터 개발 (Advanced Functional Materials, 2020.10.7., Science Robotics, 2019.12.18.)

- 스위스 EPFL(로잔연방공대)의 허브트 웨이(H. Shea) 교수 연구팀은 피부에 부착할 수 있는 수준의 얇은 인공근육을 이용하여, 피부에 진동감 등 촉각 신호를 전달할 수 있는 구동 모듈을 개발함. 매우 낮은 전압으로 구동할 수 있도록 개발되었으며 투명하고 얇은 특징 때문에 피부뿐 아니라 각종 디스플레이 등 다양한 곳에 적용할 수 있을 것으로 기대됨.

### ○ (미국) 하버드대, 상호 정보전달이 가능한 웨어러블 햅틱 인터페이스 개발 (Soft Robotics, 2020.8.3.)

- 하버드대학교 로버트우드(R. Wood) 교수팀은 유연성을 갖는 유전탄성체를 이용하여, 착용형 햅틱 인터페이스를 개발함. 피부와 매우 부드러운 접촉이 가능하고 사용자에게 편안한 느낌을 제공하는 소프트 웨어러블 햅틱 인터페이스를 실현함. 회로, 구동기를 포함한 모든 부품을 웨어러블 기기에 내장함으로써 단독으로 작동이 가능한 Stand-alone 형태의 디바이스를 구현하였음.

○ (홍콩) 홍콩과기대, 레이어 재밍과 알갱이 재밍을 결합한 하이브리드 가변강성 구조를 이용한 로봇 손 개발(Soft Robotics, 2020.6.2.)

■ 레이어와 알갱이로 이루어진 파우치에 음압을 이용하여 강성 변화를 구현하는 레이어 재밍(layer jamming), 알갱이 재밍(granular jamming)을 결합한 하이브리드 가변강성 구조를 개발하고, 이를 소프트 그리퍼와 결합하는 연구를 수행함. 가변강성 구조는 간단한 음압 적용을 통해, 빠른 속도로 강성 변화가 가능하고, 개발된 레이어 재밍, 알갱이 재밍이 결합된 가변강성 구조를 추가해 선택적으로 강성을 조절하여 다양한 물체 형상에 맞추어 물체를 파지할 수 있음.

3. 기초연구사업 지원 현황은?

○ 지원과제 현황

구분	2018	2019	2020
지원과제수(건)	18	20	18
지원액(백만원)	1810	1825	2223

연구책임자	과제명	사업명	총 연구기간
김O 한국과학기술원	안전한 물리적 인간-기계 상호작용을 위한 생체신호 기반 자세대 동작 의도 인식 기술 개발	중견연구	2015~2021
강OO 부산대학교	인간 시각을 모방하는 딥 해싱 기반의 로봇 인지 시스템	중견연구	2017~2019
김OO 부산대학교	스트레인 엔지니어링 기반 고성능/다기능 소프트 센서 시스템 개발	중견연구	2018~2021
조OO 한국과학기술원	피부부착형 인간감정모니터링 시스템	중견연구	2017~2022
윤OO 경상대학교	뇌졸중 환자 보행재활을 위한 바이오피드백기반 햅틱워커 개발	중견연구	2014~2018
박OO 고려대학교	근육계와 신경계의 동시 자극이 가능한 재활치료용 로봇의 통합 인터페이스 개발	중견연구	2016~2019
고OO 울산과학기술원	지문패턴 whisker 어레이 기반 촉각인지 인터페이스 소자 개발	중견연구	2018~2022
손OO 금오공과대학	표면 근전도 신호 기반의 스마트 인터랙션을 이용한 직관적인 원격 조종 시스템	신진연구	2017~2021
신OO 중앙대학교	안전하고 효율적인 협업, 이동 및 재활을 위한 인간-로봇 상호작용 기반의 하이브리드 제어 및 인터페이스 설계 원천 기술의 개발	신진연구	2018~2022
정OO 포항공과대학교	국부투자영상과 햅틱기반 수술용 로봇기술 연구센터	중점연구소	2011~2018
유OO 한국과학기술원	재활 및 일상생활보조용 소프트 외골격 로봇 팔 개발	중견연구	2016~2019
경OO 한국과학기술원	소프트 액추에이터/센서 기반 웨어러블 햅틱-로보틱 인터페이스 연구	중점연구	2019~2022

연구책임자	과제명	사업명	총 연구기간
배OO 울산과학기술원	부드럽고 유연한 근육형 구동 모듈 시스템의 개발 및 착용형 시스템에 적용	중견연구	2018~2019
	향상된 상호작용 및 착용성을 위한 스마트 패브릭 기반 완전 통합형 햅틱 슈트 개발	중견연구	2019~2024
김OO 부산대학교	스트레인 엔지니어링 기반 고성능/다기능 소프트 센서 시스템 개발	중견연구	2018~2021
이OO 한국생산기술연구원	촉각 정보를 활용하는 로봇 손을 이용한 인간 수준의 조작 능력 구현	중견연구	2016~2020
김OO 한국과학기술원	새로운 줄 꼬임 구동기반 고성능 의수개발 및 뉴로 피드백 휴먼인터페이스 제어 연구	중견연구	2017~2022
황OO KIST	촉감/역감 센서 및 가변강성 손바닥 기반 대상물의 형상 및 연성 적응형 로봇핸드 개발	중견연구	2020~2023
이OO 고려대학교	형태 변형 및 색 변화가 가능한 능동적 피드백 스마트 스킨 개발	중견연구	2018~2021

### ○ 성과현황

(단위 : 건)

구분	SCI 논문수	JCR 상위 10%	JCR 상위 5%
2018	11	-	-
2019	27	3	-
2020	31	6	3

### ○ 우수 성과 창출 과제 주요 연구 결과

#### ★ 부드럽고 유연한 근육형 구동 모듈 시스템의 개발 및 착용형 시스템에 적용

##### <연구책임자>

- 배OO (울산과학기술원)

##### <성과내용>

- 액체금속을 신축성이 있는 재료에 프린팅 하는 방식을 이용하여 손가락 움직임 측정이 가능하고 열, 진동 전달이 가능한 멀티모달 센서, 햅틱 글러브 개발. 개발한 시스템은 가상환경(VR)에 적용하여 가상의 물체를 잡고, 뜨거움, 진동을 느끼며 다양한 상호작용이 가능함을 보여주었음.
- 알갱이를 이용한 진공 압축 재밍(*granular jamming*), 레이어를 이용한 진공 압축 재밍(*layer jamming*)을 결합하여 강성을 변화시킬 수 있는 소프트 구동 모듈 개발. 개발한 시스템은 사람이 착용할 수 있는 구조로 개발되어 근력 보조를 하거나, 로봇 팔에 부착되어 가변강성을 줄 수 있음을 보여주었음.
- 다자유도 구조에서도 피복(*sheath*)에 쌓인 와이어와 직렬 탄성(*series elastic*) 구조를 이용하여 정확한 힘 전달이 가능한 구동 메커니즘 개발. 와이어의 움직임에 따라 발생하는 마찰력 모델을 이용하여 와이어의 다양한 휘어짐 위치에서도 정확한 힘 전달이 가능함을 보여주었으며, 팔힘감각 전달 시스템에 적용되었음.

<대표논문실적>

- A Liquid Metal Based Multimodal Sensor and Haptic Feedback Device for Thermal and Tactile Sensation Generation in Virtual Reality, Advanced Functional Materials(2021), IF 18.808, JCR 상위 4.50%, Front Cover 논문으로 선정.
- A Hybrid Jamming Structure Combining Granules and a Chain Structure for Robotic Applications, Soft Robotics(2021), IF 8.071, JCR 상위 7.14%
- Torque Control of a Series Elastic Tendon –sheath Actuation Mechanism, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics(2020), IF 5.673, JCR 상위 5.38%



★ 재활 및 일상생활보조용 소프트 외골격 로봇 팔 개발

<연구책임자>

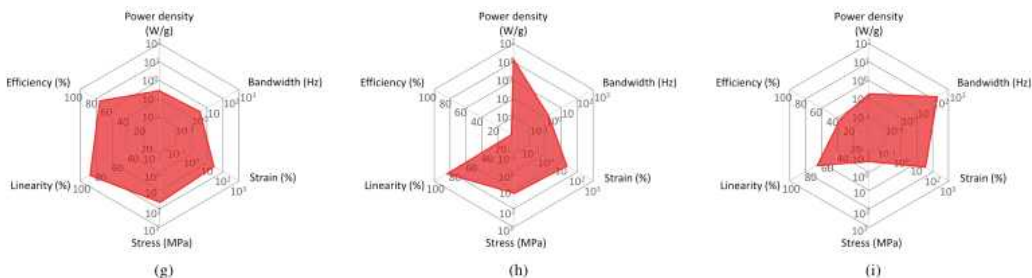
- 유OO(한국과학기술원)

<성과내용>

- 줄 꼬임 기반 상지 외골격 로봇 팔 개발: 뇌졸중 환자 및 지체 장애인의 일상생활 보조를 통한 재활을 위해 의복 형태의 상지 외골격 로봇 팔 및 장갑 개발.
- 사용자가 약간의 근력(Grade 1~2)만 있을 때에도 로봇 팔의 도움을 받아 필요한 일상생활 동작을 수행할 수 있도록 함으로써, 뇌졸중, 뇌손상, 근육병 및 척수손상 장애인의 일상생활 동작 독립성을 극대화할 수 있음.
- 일상생활 보조를 통한 재활의 역할을 수행할 수 있으므로 장애인이 본인의 의지로 뚜렷한 동기를 가지고 매일 반복적으로 재활 운동을 수행할 수 있어 상태 호전에 도움을 줄 수 있음.
- 의복 형태로 착용이 간편하고 외형적으로 드러나지 않아, 자연스러운 일상생활 보조 및 지속적인 재활 훈련이 가능함.

<대표논문실적>

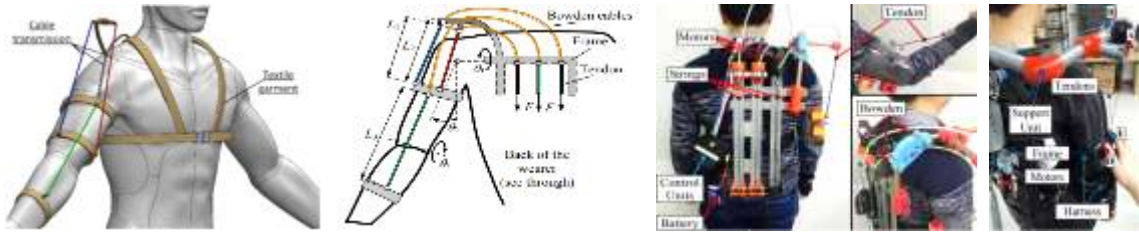
- Robotic Artificial Muscles: Current Progress and Future Perspectives, IEEE TRANS. ROBOTICS, 2019, IF: 5.567, Q1, citation: 7(Google)



- Auxilio: A Portable Cable-driven Exosuit for Upper Extremity Assistance, INTERNATIONAL JOURNAL OF CONTROL AUTOMATION AND SYSTEMS(IJCAS),



2017, IF: 2.733, Q1, citation: 41 (Google)

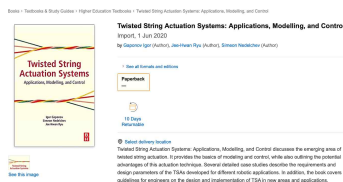


- Portable Exoskeleton Glove With Soft Structure for Hand Assistance in Activities of Daily Living, IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS(T-RO), 2017, IF: 5.673, citation: 87 (Google)



### <기타 실적>

- Twisted String Actuator 관련 책 출판, Butterworth-Heinemann 출판사
- Twisted String Actuator Workshop organize at 2016 IROS
- 회사 창업 2016년 2월



## ★ 소프트 액추에이터/센서 기반 웨어러블 햅틱-로봇틱 인터페이스 연구

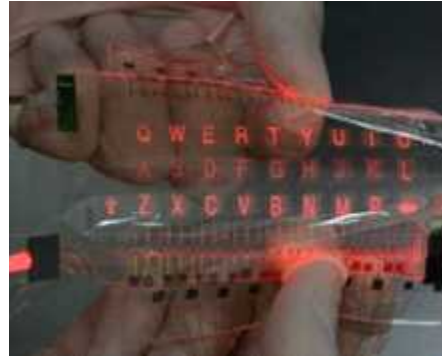
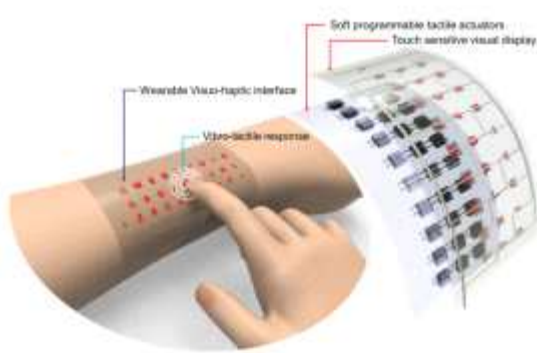
### <연구책임자>

- 경00(한국과학기술원)

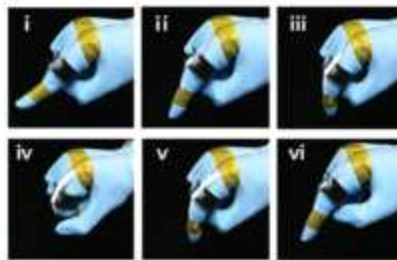
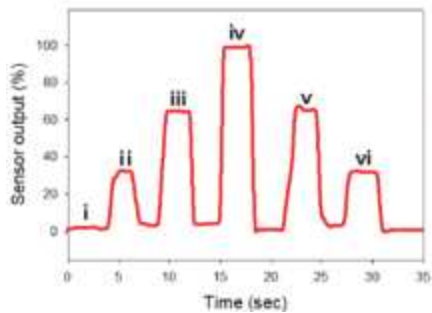
### <성과내용>

- 투명하고 유연한 촉각 입출력 필름 개발: 투명유연 전기활성 고분자, 투명유연 촉각센서, 투명유연 디스플레이를 결합하여 투명하고 유연한 시촉각 입출력 인터페이스를 개발하였음. 사용자가 특정 위치에 압력을 가하면 힘과 위치를 동시에 인식할 수 있고, 누르는 압력 수준에 따라 적절한 촉각 신호를 발생시킴.
- 본 연구와 연계되어, 투명-불투명 상태 변환이 가능한 웨어러블 스트레인 센서를 개발함. 변위가 없는 상태에서는 광투과도 90이상의 성능을 갖지만, 변위가 발생하면 광투과도가 0에 가깝게 감소하여 매우 큰 광투과도 변화를 보이는 스트레인 센서를 개발함으로써 실제로 계측할 때 뿐 아니라 시각적으로도 변위를 예측할 수 있는 장점이 있음.

<대표논문실적>



- A Soft and Transparent Visuo-Haptic Interface Pursuing Wearable Devices, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2020, IF 8.236(Instruments & Instrumentation 분야 Top 저널)
- Highly contrastive, real-time modulation of light intensity by reversible stress-whitening of spontaneously formed nanocomposites: application to wearable strain sensors, Journal of Materials Chemistry C, 2021, IF 7.393(Front Cover 선정)



#### 4. 향후 기초연구사업에서 어떤 연구들이 필요한가?

<p><b>연구자 인터뷰 결과</b> ※ 배준범 교수 (울산과학기술원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기존에 많이 연구되었던 딱딱한 구조, 구동기, 센서를 이용한 웨어러블 시스템은 시스템 자체가 갖는 강성, 무게 등의 문제로 인해 널리 사용되기 어려웠음.</li> <li>■ 이를 극복하기 위해 부드럽고 유연한 재료, 구조, 구동기, 센서를 이용한 소프트 웨어러블에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음. 소프트 웨어러블 시스템은 착용이 편리하고 가볍다는 장점이 있지만, 시스템에 대한 신뢰성이 부족하고 힘, 구동 속도 등이 낮다는 한계가 있음.</li> <li>■ 기존의 딱딱한 구조, 구동기, 센서와 새롭게 연구되는 부드러운 재료, 구조, 구동기, 센서를 결합하여 사용자가 필요할 때 적절한 강성으로 힘을 전달할 수 있는 하이브리드 웨어러블 시스템에 대한 연구가 필요하며, 이를 통해 실질적으로 사람에게 도움 줄 수 있는 웨어러블 시스템 개발이 가능할 것이라 생각됨.</li> <li>■ 또한, 단순히 센서, 구동기 등의 유닛 단계의 원천 기술에만 머무르지 말고, 웨어러블 시스템으로 사용자에게 테스트할 수준으로 개발되고 검증되어야 웨어러블 연구로서 큰 파급력을 가질 수 있음.</li> <li>■ 따라서, 기초연구사업에서 소프트 웨어러블 시스템에 대한 센서, 구동기, 착용 구조 등의 원천 기술 연구는 물론, 이를 결합한 융합 연구, 응용 연구까지 폭넓게 지원하는 것이 바람직함.</li> </ul>
<p><b>연구자 인터뷰 결과</b> ※ 유지환 교수 (한국과학기술원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 재활용 로봇을 일상생활에서 활용하기 위해서는 편의성의 개선이 필요함. 이를 위하여 프레임을 최소화한 경량화된 의복 형태의 착용형 재활 로봇의 개발이 이루어져야 함.</li> <li>■ 줄 꼬임 기반 착용형 로봇을 재활 치료 및 일상생활 보조에 활용하기 위해서는 구동 시스템의 전반적인 성능 향상과 더불어 착용자의 안전과 사용성을 위해서 구동기의 내구성을 개선하는 연구가 필요함.</li> <li>■ 줄 꼬임 기반 구동 시스템의 성능과 효율을 높이기 위해서는 자체적인 변속 특성의 개선이 필요함. 기존의 on/off 형식의 로봇을 위한 변속기의 경우 구동기의 수명을 대폭 감소시키며, 기어비를 증가시킬 수 있는 범위 또한 한정되어 있어 실제로 사용하기에는 어려움이 많으므로, 이러한 문제점들을 해결하기 위한 새로운 방식의 변속기 메커니즘이 필요함.</li> <li>■ 기초연구사업에서 구동기의 성능 향상, 수명과 효율의 개선 그리고 변속 특성을 다변화할 수 있는 연구를 수행할 수 있도록 줄 꼬임 기반 소프트 구동기의 재질 연구, 구동 시스템 분석 및 신규 메커니즘 개발, 전용 제어 시스템 개발 등의 연구를 과제로 지원하는 것이 바람직함.</li> </ul>
<p><b>연구자 인터뷰 결과</b> ※ 경기욱 교수 (한국과학기술원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 소프트 햅틱 액추에이터는 세계적으로 연구의 초기 단계에 있는데, 실제로 폭넓게 활용되기 위해서는 저전압, 고풍력 등 소재 및 구조 설계 기술의 혁신이 필요함.</li> <li>■ 햅틱 기술을 웨어러블 로봇에 적용한 사례는 매우 드문 편임. 웨어러블 소프트 로봇에 햅틱스 기술을 결합할 경우 인간-로봇 상호작용 관점에서 기대되는 효과가 매우 클 수 있음.</li> <li>■ 인간-로봇 상호작용 관점에서 햅틱 기술은 자기수용감각(proprioception) 또는 근감각(kinesthesia)을 공유하는데 매우 중요한 역할을 할 수 있으므로, 웨어러블 로봇과 햅틱스 기술을 결합한 연구 수준의 발전이 필요함.</li> </ul>



## 5. 기초연구성과 응용 연계를 위한 향후 과제

- 개발한 기초 연구들을 통합한 소프트 웨어러블 시스템 연구 및 이를 가상현실, 증강현실 등에 적용하거나, 원격 조종 로봇 인터페이스로 활용하는 연구 등이 필요함.
- 인간이 편하고 쉽게 착용할 수 있으며, 주변 또는 가상 환경과 보다 다양한 감각을 주고받을 수 있는 하이브리드 웨어러블 시스템 개발을 위해서는, 소프트 센서, 구동기의 신뢰성 향상 연구, 대면적/다층 구조의 센서 연구, 센서 및 구동기의 구조는 물론 사용자의 신체 구조까지 고려한 웨어러블 구조의 설계 연구 등이 필요함.
- 로봇 착용으로 인한 2차적인 근골격계 질환이 발생하지 않도록, 각 신체 관절과 근육의 위치를 고려하여 착용자의 움직임을 방해하거나 제한하지 않도록 하는 보조 위치 분석에 대한 연구가 요구됨.
- 일상생활에서 착용형 로봇을 사용하기 위해서는 사용자의 의도를 파악하여 필요한 작업을 원활하게 수행할 수 있어야 함. 이를 위하여 착용자의 신체 변화를 사전에 감지할 수 있는 센서와 이를 빠르고 정확하게 분석하여 로봇을 제어할 수 있는 시스템에 대한 연구가 필요함.
- 인간 수준의 촉각을 구현하기 위해서는 로봇 또한 온도, 압력, 인장력 등을 구분할 수 있는 로봇피부가 필요하며 실제 인간 수준의 로봇피부를 제작하는 노력이 필요함.
- 융복합 에너지 신소재의 생물모방 에너지 및 센서 소재 기술과 융합하여 다양한 로봇용 감각 디바이스 개발
- 로봇을 위한 체성감각(Somatosensory)계를 구현하고, 이를 인간 로봇 상호작용 기술과 결합하여 사람과 같이 능숙능란하게 작업할 수 있는 로봇 조작 기술 개발

본 브리프는 한국연구재단의 공식 의견이 아닌 집필진의 견해이며 동 내용을 인용 시 출처를 밝혀야 합니다.

## 참 고 자 료

1. Hocoma사, Assist-as-Needed(AAN) 방식의 상지로봇 재활 치료기 Armeo Power 개발(Neurological Recovery Center 홈페이지)
2. Myomo, 상지 신경 로봇 재활 치료기(Myomo 홈페이지)
3. EPFL, 피부에 부착할 수 있는 필름형 햅틱 액추에이터 개발(Advanced Functional Materials, 2020.10.7., Science Robotics, 2019.12.18.)
4. 하버드대, 상호 정보전달이 가능한 웨어러블 햅틱 인터페이스 개발(Soft Robotics, 2020.8.3.)
5. 홍콩과기대, 레이어 재밍과 알갱이 재밍을 결합한 하이브리드 가변강성 구조를 이용한 로봇 손 개발(Soft Robotics, 2020.6.2.)

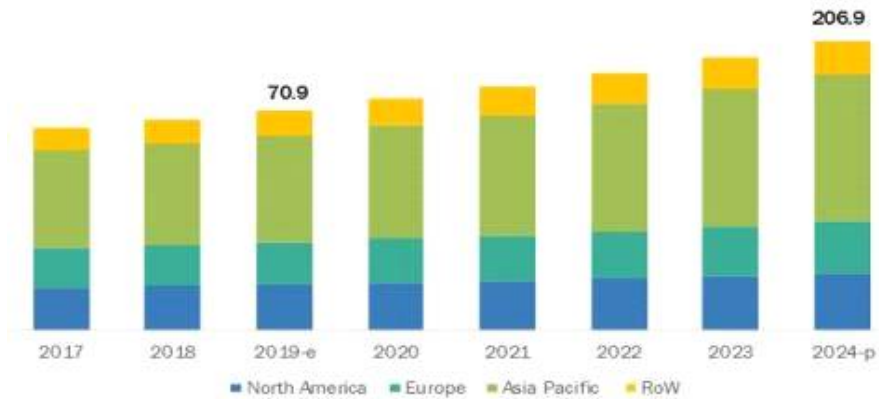
## 참 고 자 료

인간증강 시장규모 및 전망(연평균 24% 성장 예상)



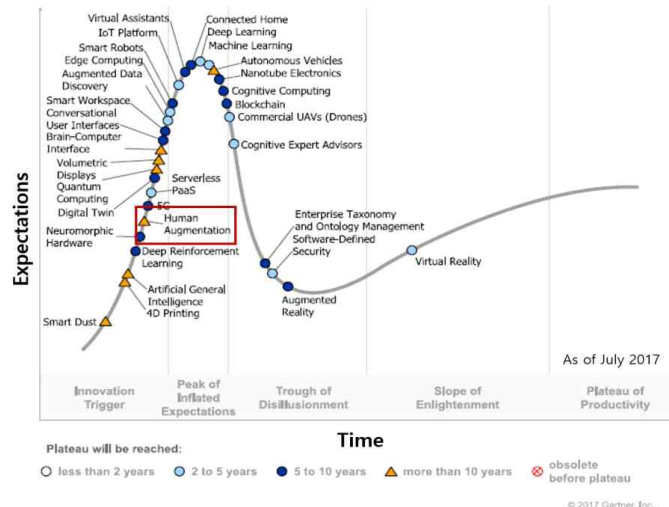
지역별 시장 규모

HUMAN AUGMENTATION MARKET, BY REGION, APAC (USD BILLION)



<출처 : Markets and Markets, Human Augmentation Market by Technology(Wearable, Virtual Reality, Augmented Reality, Exoskeleton, Intelligent Virtual Assistants), Functionality(Body Worn, Non-body Worn), Region – Global Forecast to 2024>

Gartner 2017 보고서 내 융합기술 하이프 사이클 (주류 기술까지 10년이상 소요)



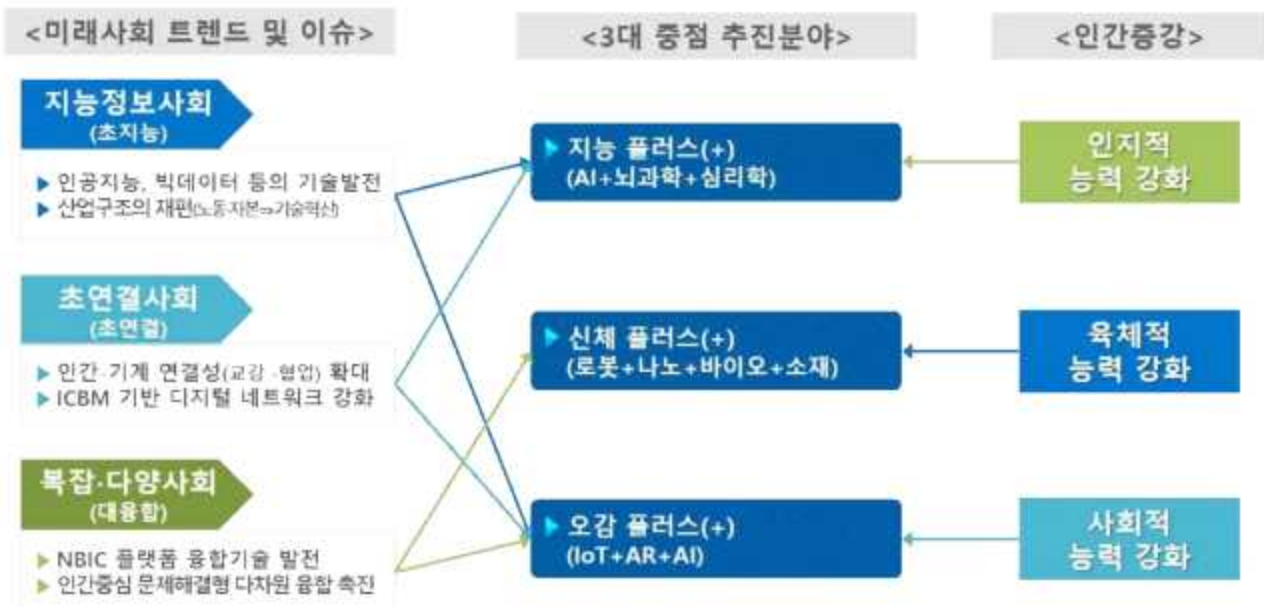
<출처 : 인간증강융합기술개발을 위한 기획연구, 한국과학기술원>

SWOT 분석

<p><b>국내 인간증강융합기술 SWOT Analysis</b></p>	<p><b>Strength(강점)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 세계적 수준의 ICT, 소재, 로봇 기술 보유</li> <li>· 국가 차원의 인간지향형 융합 R&amp;D 지원 의지</li> <li>· 재활로봇 등 인간 증강 관련 초기 연구 인프라 확보</li> </ul>	<p><b>Weakness(약점)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 로봇 핵심부품 국산화 부족</li> <li>· 핵심 원천기술 경쟁력 부족</li> <li>· 장기적인 계획을 바탕으로 원천연구개발 투자 미흡</li> <li>· 산업부 주관 제품개발형 로봇 연구에 투자 집중</li> </ul>
<p><b>Opportunity(기회)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 초고령사회 도래에 따른 인간 보조를 위한 R&amp;D 필요 증대</li> <li>· 발달된 인공지능기술을 통해 로봇 분야 활용범위 확대</li> <li>· 글로벌 미래사회 트렌드로 인간증강에 대한 관심 증가</li> </ul>	<p><b>SO 전략</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 선도 기술 개발을 위한 융합연구를 통한 글로벌 미래사회 이슈에 빠른 대응</li> <li>· 융합연구로 도출된 응용기술/제품 개발로 신형시장 개척 및 지배력 강화</li> <li>· 부처 간의 협업을 통한 정부 차원의 체계적 융합연구지원</li> </ul>	<p><b>WO 전략</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 원천기술 확보로 특허·국제표준 주도</li> <li>· 연구개발지원을 위한 법·제도 정비 및 규제 개선</li> <li>· 학제간 융합연구로 창의적 연구 체계 구축</li> </ul>
<p><b>Threats(위협)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 인공지능, 빅데이터 등 원천 기술에 대한 선진국의 기술 독점화로 경쟁 심화</li> <li>· 해외 선도기업으로 핵심인력 유출</li> <li>· 핵심 소재 및 부품의 높은 가격으로 인한 시장 창출 어려움</li> </ul>	<p><b>ST 전략</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· BAIR 융합 전문 인력 양성 프로그램 개발</li> <li>· 산·학·연·관이 초기단계부터 협력하는 연구생태계를 조성하는 것이 필요</li> </ul>	<p><b>WT 전략</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 특허 분석 및 대응전략 마련</li> <li>· 국제적 표준 확보 등을 위한 글로벌 협력체계 마련</li> <li>· 기술 임상 및 인증절차 간소화</li> </ul>

<출처 : 인간증강융합기술개발을 위한 기획연구 한국과학기술원>

향후 추진 방향



<출처 : 인간증강융합기술개발을 위한 기획연구, 한국과학기술원>



### 1. 지능 플러스



### 2. 신체 플러스



### 3. 오감 플러스



<출처 : 인간증강융합기술개발을 위한 기획연구, 한국과학기술원>

주요국 R&D 동향

구분	내용
 미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 브레인이니셔티브('13)를 통한 국가 주도의 뇌 연구 프로젝트 추진</li> <li>• 로보틱스 로드맵('20)에서 BCI 기반 인간-로봇 상호작용의 고령자 대상 근력증강, 생활지원 등 로봇 연구 추진</li> <li>• 국립보건원(NHI), 방위고등연구계획국(DARPA), 대학, 기업이 협력하여 휴먼증강 관련 정책지원, 기술개발과 상용화 R&amp;D 진행</li> </ul>
 유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 휴먼브레인프로젝트('12)를 통해 EU 차원에서 뇌과학 공동연구 추진</li> <li>• 유럽의 로보틱스 전략 연구 아젠다('16)에서 뇌·생체신호 기반 재활로봇 연구 추진</li> <li>• 고령화 사회에 대응하여 고령자의 신체·정신 건강을 증진하는 휴먼증강 연구에 집중</li> </ul>
 일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간중심의 ICT 융합을 지향하는 관점에서 "감성 R&amp;D" 추진</li> <li>• Society 5.0('16)에서 인간능력 확장을 핵심과제로 설정하고 정부산하 산업기술총합연구소에서 "인간확장연구센터"('18) 개설</li> <li>• ICT·로봇 기술 등을 융합하여 노인과 장애인 대상 생활지원 로봇 프로젝트 추진</li> </ul>
 중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 주도로 인간의 뇌와 감성·인지를 연구하는 "China Brain Project"('16)추진</li> <li>• 뉴로모픽 컴퓨팅과 뇌 연구 기술 플랫폼을 개발하여 뇌 질환 조기진단 및 국가주도의 지능형 BCI 기술개발 관련 정책지원 강화</li> </ul>
 한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합기술 발전전략('14), 대한민국 과학기술 미래비전 2045('20) 등에 휴먼증강을 국가 유망성장 기술·산업으로 선정하여 국가 차원의 정책지원 강화</li> <li>• ICT를 통한 사회문제 해결 R&amp;D 투자 확대로 고령자·장애인을 포함한 국민의 신체적, 정서적, 심리적 안정 도모 강조</li> </ul>

※ 출처: The White House(2013), CCC(2020), EC(2013), 한국산업기술진흥원(2016), 과학기술정책연구원(2017), 융합연구정책센터(2018), 국가과학기술심의회(2014), 과학기술정보통신부(2020) 등 참조

<p><b>자동차 공장의 외골격 로봇</b> 제조공장 근로자 근력지원</p>  <p>(미국, BMW 사우스캐롤라이나 공장)</p>	<p><b>뇌 임플란트</b> 침습형 기억력 복원 장치</p>  <p>(미국, DARPA)</p>	<p><b>심리상담 시뮬레이터</b> 환자의 감성·심리상태 파악</p>  <p>(미국, USC)</p>
<p><b>근력 지원 로봇</b> 생산현장 근로자의 근력향상</p>  <p>(한국, LG)</p>	<p><b>뇌 자극으로 치매 치료</b> 비 침습형 치매환자 기억력 향상</p>  <p>(한국, 인천성모병원)</p>	<p><b>VR 활용 정신·심리 치료</b> 발표불안, 대인기피증 치료</p>  <p>(한국, 삼성)</p>

<출처 : 디지털 휴먼증강 미래유망기술 서비스, KISTEP 미래예측 브리프>