

IRS 글로벌 홈페이지([www.irsglobal.com](http://www.irsglobal.com))에서는 보다 다양한 산업 보고서 정보를 제공하고 있습니다.

## 휴먼증강 시장의 국내외 산업동향과 주요 분야별 핵심기술 분석 및 연구동향

### I. 트랜스휴먼 시대의 휴먼증강 시장동향과 사회구현을 위한 기술 트렌드 및 전망

#### 1. 휴먼증강 개요

- 1) 개념
- 2) 기술 범위
- 3) 기술 분야
  - (1) 학문분야에서 휴먼증강 기술
  - (2) 국가과학기술분류체계에서 휴먼증강 기술

#### 2. 가트너 2020 년 10 대 전략 기술과 휴먼증강

- 1) 개요
- 2) 2020 년 10 대 전략 기술 트렌드
  - (1) 인간 중심(People-Centric)
    - 1.1) 초자동화(Hyperautomation)
    - 1.2) 다중 경험(Multiexperience)
    - 1.3) 전문성의 민주화(Democratization of Expertise)
    - 1.4) 휴먼증강(Human Augmentation)
    - 1.5) 투명성과 추적성(Transparency and Traceability)
  - (2) 스마트 공간(Smart Spaces)
    - 2.1) 자율권을 가진 엣지(The Empowered Edge)
    - 2.2) 분산형 클라우드(Distributed Cloud)
    - 2.3) 자율사물(Autonomous Things)
    - 2.4) 실용적 블록체인(Practical Blockchain)
    - 2.5) 인공지능 보안(AI Security)

#### 3. AR 미래 전망과 휴먼증강

- 1) Context-aware Augmented Reality
- 2) Augmented Human Platform
  - (1) 개념
  - (2) 기술 현황
    - 2.1) 사용자 맥락인지
    - 2.2) 실시간 사용자 위치/관심 객체 인식
    - 2.3) 3 차원 실감증강
    - 2.4) 새로운 상호작용 인터페이스
- 3) 인간 중심 UI/UX 를 접목한 AR 기술 기반 시나리오
  - (1) 개요
  - (2) 미래 시나리오

#### 4. 휴먼증강 시장특성 및 전망

- 1) 시장범위 및 구성
- 2) 시장규모 및 전망
  - (1) 글로벌 시장규모 및 전망
  - (2) 분야별 시장규모 및 전망

- 2.1) 기술분야별 시장동향
- 2.2) 산업분야별 시장동향
- (3) 지역별 시장규모 및 전망
- 3) BMI 시장성 평가
- 4) 기술별 시장 특성 및 주요 플레이어
  - (1) 인지능력 증강기술
    - 1.1) Brain Implant
      - 1.1.1) 시장 특성
      - 1.1.2) 주요 플레이어 분석
    - 1.2) Neurofeedback
      - 1.2.1) 시장 특성
      - 1.2.2) 주요 플레이어 분석
    - 1.3) Mind Reading
      - 1.3.1) 시장 특성
      - 1.3.2) 주요 플레이어 분석
  - (2) 신체능력 증강기술
    - 2.1) 지각능력
      - 2.1.1) 인공시각
      - 2.1.2) 인공청각
    - 2.2) 운동능력
      - 2.2.1) 근력증강로봇

## 5. 트랜스휴먼 사회구현을 위한 기술 트렌드

- 1) 트랜스휴먼 사회 등장
- 2) 트랜스휴먼의 실현 가능성
- 3) 4 차 산업혁명과 트랜스휴먼
- 4) 트랜스휴먼 시대 분야별 미래 시나리오 및 이슈
- 5) 주요 트랜스휴먼 구현 기술동향
  - (1) 개요
  - (2) 국내외 R&D 현황
  - (3) 주요 구현 기술동향
    - 3.1) Bio Artificial organs
    - 3.2) Neuromorphic
    - 3.3) Human-on-a-chip
    - 3.4) Brain-Machine Interface
    - 3.5) Wearable Robot
    - 3.6) Superintelligence

## 6. 휴먼증강을 위한 국내외 뇌연구 정책동향

- 1) 뇌연구 개요
  - (1) 범위
  - (2) 분류체계
    - 2.1) 국내
    - 2.2) 국외
      - 2.2.1) 미국
        - a) Society for Neuroscience
        - b) NIH
        - c) NINDS
      - 2.2.2) 일본
- 2) 뇌 관련 시장동향 및 전망
- 3) 글로벌 뇌연구 개발 트렌드 및 2027 미래상
  - (1) 글로벌 뇌연구 개발 트렌드
  - (2) 2027 뇌연구 미래상
- 4) 국내 휴먼증강 관련 투자계획 및 뇌연구 정책동향
  - (1) 2019 년도 과기정통부 융합기술개발사업 시행계획
  - (2) 뇌연구혁신 2030: 제 3 차 뇌연구촉진 기본계획

- 2.1) 개요
  - 2.1.1) 근거 및 성격
  - 2.1.2) 수립체계
  - 2.1.3) 주요 목표 및 성과
- 2.2) 비전 및 목표
- 2.3) 중점 추진과제
  - 2.3.1) 인간 뇌 이해를 위한 뇌 연구 고도화
  - 2.3.2) 생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현
  - 2.3.3) 뇌원리 적용 지능화·융합 신기술 개발
  - 2.3.4) 공유·융합 촉진 뇌연구 생태계 구축
  - 2.3.5) 글로벌 협력체계 구축
  - 2.3.6) 기술·창업 중심의 태동기 뇌산업 육성·지원
- 5) 국외 주요국 뇌연구 관련 R&D 정책동향
  - (1) 미국
    - 1.1) Human Connectome Project
    - 1.2) BRAIN Initiative
  - (2) 유럽
    - 2.1) Human Brain Project
  - (3) 중국
    - 3.1) China Brain Project
  - (4) 일본
    - 4.1) Brain/MINDS

## II. 인지적 증강을 위한 기반기술 분석 및 인지·지각능력 향상 기술동향

### 1. 기반기술: 뇌-기계 인터페이스(BMI)

- 1) 개요
  - (1) 개념
  - (2) 시스템 구조
  - (3) 활용 분야
  - (4) 패러다임 모델
  - (5) 동작 및 주요 기술
    - 5.1) 동작 단계
      - 5.1.1) 뇌기능 신호 획득
      - 5.1.2) 전처리 과정(Preprocessing)
      - 5.1.3) 특징 추출(Feature Extraction)
      - 5.1.4) 추출된 특징 구분 및 학습
    - 5.2) 주요 기술
      - 5.2.1) 뇌전도 측정
      - 5.2.2) 상호적응 BMI
      - 5.2.3) BMI 시스템 훈련
      - 5.2.4) 사용자 훈련
- 2) BMI 시장동향 및 전망
  - (1) 국내외 시장규모 및 전망
    - 1.1) 국내
    - 1.2) 국외
  - (2) 제품 및 서비스 시장전망
  - (3) 기술방식별 시장규모 및 전망
  - (4) 응용분야별 시장규모 및 전망
    - 4.1) 시장규모 비중 변화
    - 4.2) 시장규모 및 예측
  - (5) 아태지역 시장규모 및 전망
- 3) BMI 윤리적 시사점 및 산업동향
  - (1) 윤리적 문제
  - (2) 시장경쟁 상황

- (3) 국내외 관련 R&D 정책동향
  - 3.1) 국내
  - 3.2) 국외
    - 3.2.1) 미국
    - 3.2.2) EU
    - 3.2.3) 중국
- (4) 국내 특허동향
  - 4.1) 연도별 출원건수 동향
  - 4.2) 출원인별 출원건수 현황
  - 4.3) 세부기술별 출원건수 동향
  - 4.4) 응용분야별 출원건수 동향
- 4) 뇌신호 측정기술 동향 및 R&D 사례
  - (1) 분류
  - (2) 비침습적 BMI 기술동향
    - 2.1) 뇌파(EEG)
      - 2.1.1) 개념
      - 2.1.2) 전극(Electrode)
      - 2.1.3) 뇌파의 종류
      - 2.1.4) 뇌파의 특징
        - a) 운동상상(Motor Imagery)
        - b) 사건유발전위(ERP)
        - c) 정상상태 시각유발전위(SSVEP)
    - 2.2) 기능적 자기공명 영상(fMRI)
      - 2.2.1) 개요
      - 2.2.2) fMRI의 획득
      - 2.2.3) fMRI 기반 BMI
    - 2.3) 기능적 근적외선 분광법(fNIRS)
  - (3) 침습적 BMI 기술동향
    - 3.1) 개요
    - 3.2) 뇌피질 뇌파(EECoG)
    - 3.3) 미세전극(Micro-Electrodes)
  - (4) 국내외 주요 기관/기업별 R&D 사례
    - 4.1) 국내
      - 4.1.1) KIST
      - 4.1.2) KAIST
      - 4.1.3) UNIST
      - 4.1.4) 고려대학교
      - 4.1.5) 한양대학교
      - 4.1.6) 주소소
    - 4.2) 국외
      - 4.2.1) 싱가포르 과학기술청
      - 4.2.2) 미국 방위고등연구계획국
      - 4.2.3) 매사추세츠공과대학교
      - 4.2.4) 미네소타대학교
      - 4.2.5) 피츠버그대학교
      - 4.2.6) 오하이오주립대학교
      - 4.2.7) 로잔연방공과대학교
      - 4.2.8) 뉴러블(Neurable)
      - 4.2.9) 뉴럴링크(Neuralink)
      - 4.2.10) 페이스북(Facebook)
        - a) 브레인 타이핑
        - b) CTRL-Labs 인수
- 5) 뇌신경 탐침(neural probe) 기술동향 및 발전전망
  - (1) 개념
  - (2) 마이크로 탐침과 기계적 한계

- 2.1) 뇌신호 측정위치에 따른 센서 종류
- 2.2) 기계적 한계
- (3) 관련 기술 및 연구동향
  - 3.1) 유리 전극
  - 3.2) 유타 전극
  - 3.3) 마이크로 와이어 전극
  - 3.4) 미시간 프로브
  - 3.5) 미세유체채널 접목 뇌신경 탐침
  - 3.6) 광유전학 기능 접목 뇌신경 탐침
- (4) 나노기술 기반 연구동향 및 사례
  - 4.1) 탄소나노튜브
  - 4.2) 그래핀
  - 4.3) 나노와이어
  - 4.4) 기타
- (5) 미래전망
  - 5.1) 기술의 발전방향
    - 5.1.1) Low Tissue Damage
    - 5.1.2) Multi-Modal
    - 5.1.3) Long-term duration
    - 5.1.4) Brian Activity Mapping
  - 5.2) 기술적용 및 미래사회
    - 5.2.1) 신경·능력 회복 기술에의 적용
    - 5.2.2) 뇌 활동 분석
    - 5.2.3) 가상세계 및 인공 칩 인식

## 2. 주요 인지능력 향상 기술 및 연구동향

- 1) 마인드리딩
  - (1) 개념
  - (2) 주요 연구성과 사례
  - (3) 마인드리딩 AI 기술동향 및 사례
    - 3.1) 뇌 활동과 AI 를 활용한 마인드리딩
      - 3.1.1) 매사추세츠공대(MIT)
      - 3.1.2) UC 샌프란시스코대
      - 3.1.3) 페이스북/MS
    - 3.2) 시각적 이미지와 AI 를 이용한 마인드리딩
    - 3.3) VR 게임 및 자동차 제어 등에 응용
      - 3.3.1) 뉴러블(Neurable)
      - 3.3.2) 룩시드랩스(Looxid Labs)
      - 3.3.3) 닛산(NISSAN)
      - 3.3.4) 고려대학교
- 2) 뇌임플란트
  - (1) 개념
  - (2) 잠재수요 및 실현요인
    - 2.1) 잠재수요 요인
    - 2.2) 잠재수요 실현요인
  - (3) 관련 연구 프로젝트 및 성과 사례
    - 3.1) 정부 주도 프로젝트 동향
    - 3.2) 산업의 선행연구
    - 3.3) DBS 및 외부기기 제어 연구성과 사례
      - 3.3.1) 심부뇌자극(DBS)
      - 3.3.2) 외부기기 제어
    - 3.4) 주요 기관/기업별 연구성과 사례
      - 3.4.1) UPenn
      - 3.4.2) 도쿄대학교
      - 3.4.3) 스탠포드대학교
      - 3.4.4) Synchron

- 3.4.5) Paradromics
- 3.4.6) Neuralink
- 3.4.7) Kernel

### 3) 뉴로피드백

- (1) 개념
- (2) 주요 연구동향

## 3. 주요 지각능력 향상기술 및 연구동향

### 1) 인공시각

- (1) 개요
  - 1.1) 개념
  - 1.2) 기기 분류
- (2) 주요 연구성과 사례
  - 2.1) 주요 기술별 연구동향
    - 2.1.1) 포토다이오드 기반 인공망막
    - 2.1.2) 광유전학 기술을 활용한 인공망막
    - 2.1.3) 고밀도 미소전극 어레이 등 개발
    - 2.1.4) 일반인 시력 향상 연구
  - 2.2) 기기 분류별 대표 기술개발 사례
    - 2.2.1) 망막상 자극 장치
      - a) Argus II
    - 2.2.2) 망막하 자극장치
      - a) Alpha-IMS
    - 2.2.3) 맥락막상 자극장치
      - a) Bionic Vision Australia
      - b) 서울대학교·서울대병원
- (3) 최신 기술동향
  - 3.1) Flexible materials
  - 3.2) Photovoltaic materials

### 2) 인공청각

- (1) 개념
- (2) 주요 연구 성과사례
  - 2.1) 단일채널 인공와우
  - 2.2) 다중채널 인공와우

## Ⅲ. 물리적 증강을 위한 근력증강 웨어러블 로봇 산업동향 및 기술분석

### 1. 기술 개요

- 1) 개념
- 2) 분류
  - (1) 근력증강 시스템 분류
    - 1.1) 분류
    - 1.2) 시스템 비교
  - (2) 착용자 목적에 따른 분류
    - 2.1) 분류
    - 2.2) 개발 현황
- 3) 기술 범위
  - (1) 제품분류 관점
  - (2) 공급망 관점
- 4) 핵심기술 요소

### 2. 산업동향 및 전망

- 1) 산업구조
- 2) 국내외 시장규모 전망
  - (1) 국내

- (2) 국외
- 3) 기술적 이슈 및 R&D 정책동향
  - (1) 기술적 이슈
  - (2) 주요국 R&D 정책동향
- 4) 대표 상용화 사례
  - (1) Cyberdyne
  - (2) Lockheed Martin
  - (3) LG 전자
- 5) 관련 특허동향
  - (1) 국가별 Activity Index 및 시장력 분석
    - 1.1) 특허 활동지수 비교
    - 1.2) 주요국 시장력 분석
  - (2) 국내 특허동향
    - 2.1) 연도별 특허출원 동향
    - 2.2) 특허 출원인 분석
    - 2.3) 다출원 기업(기관)

### 3. 분야별 기술동향 및 R&D 사례

- 1) 근력증강 시스템 핵심기술 동향
  - (1) 기술구성
  - (2) 핵심기술 동향
    - 2.1) 액추에이터 기술
    - 2.2) 사용자 움직임 및 의도파악 기술
- 2) 주요 활용분야별 근력증강 시스템 기술 및 R&D 사례
  - (1) 군사 분야
    - 1.1) 시스템 분류별 기술동향
      - 1.1.1) 외골격형 근력증강 시스템
      - 1.1.2) 슈트형 근력증강 시스템
    - 1.2) 최신 기술개발 및 활용사례
      - 1.2.1) 록히드마틴(Lockheed Martin)
      - 1.2.2) USSOCOM
      - 1.2.3) LIG 넥스원
      - 1.2.4) 하버드대·중앙대
  - (2) 산업분야
    - 2.1) 시스템 분류별 기술동향
      - 2.1.1) 외골격형 근력증강 시스템
      - 2.1.2) 슈트형 근력증강 시스템
    - 2.2) 최신 기술개발 및 활용사례
      - 2.2.1) 현대차·기아차
        - a) CEX
        - b) VEX
      - 2.2.2) 한국기계연구원
      - 2.2.3) 포드(Ford)
      - 2.2.4) 사코스 로보틱스(Sarcos Robotics)
      - 2.2.5) 이노피스(Innophys)
  - (3) 의료·재활 분야
    - 3.1) 차세대 시장 동력으로 부상
    - 3.2) 시스템 분류별 기술동향
      - 3.2.1) 외골격형 근력증강 시스템
      - 3.2.2) 슈트형 근력증강 시스템
    - 3.3) 최신 기술개발 및 활용사례
      - 3.3.1) 헥사시스템즈(HEXAR Systems)
      - 3.3.2) 에이치엠에이치(HMH)
      - 3.3.3) 엑소아슬레트아시아(Exoatlet Asia)
      - 3.3.4) 슈퍼플렉스(Superflex)
      - 3.3.5) 클리나텍(Clinatex)

- 3.3.6) 호주 뉴캐슬대학
- 3) 착용자별 근력증강 로봇 대표기술 분석 및 전망
  - (1) 비장애인
  - (2) 완전마비 장애인
    - 2.1) 개요
    - 2.2) 관련 대표기술 분석
      - 2.2.1) 대표기술: WalkON Suit
      - 2.2.2) 설계 기술
        - a) 워크온수트 버전별 설계기술 비교
        - b) 워크온수트 구성요소별 맞춤 설계기술
      - 2.2.3) 제어 알고리즘
        - a) 보행 제어
        - b) 작동 모드
      - 2.2.4) 안전 기준
      - 2.2.5) 착용자 훈련
  - (3) 노약자 및 부분마비 장애인
    - 3.1) 개요
    - 3.2) 국내외 상용화 현황
      - 3.2.1) 국내
      - 3.2.2) 국외
    - 3.3) 관련 대표기술 분석
      - 3.3.1) 대표기술: Angel-Suit/Angelegs
      - 3.3.2) 무저항 구동기 설계기술
        - a) 착용자별 관절 구동기 비교
        - b) 직렬탄성구동기(SEA)
        - c) 무저항 구동
      - 3.3.3) 로봇 제어 알고리즘
      - 3.3.4) 행동의도 파악기술
        - a) 족저압 측정센서를 이용한 보행패턴 분석
        - b) 퍼지 논리 알고리즘을 이용한 보행상태 검출
        - c) 관성센서를 이용한 동작측정
        - d) 인공신경망 구성을 통한 동작의도 파악
      - 3.3.5) 안전성 보장기술
        - a) 운동범위 설정
        - b) 기계/전기적 안전성

#### IV. 신체증강휴먼을 위한 바이오 인공장기 산업실태 및 기술전망

##### 1. 바이오 인공장기 개요

- 1) 개념
- 2) 종류
- 3) 발전전망

##### 2. 바이오 인공장기 시장동향 및 전망

- 1) 국내
  - (1) 2015-2018 생산규모 추이
    - 1.1) 생산규모
    - 1.2) 수출규모
    - 1.3) 수입규모
  - (2) 시장규모 및 전망
- 2) 국외

##### 3. 바이오 인공장기 산업실태 및 분석

- 1) 산업특징 및 구조
  - (1) 산업특징



- (2) 산업연관 구조
- 2) 기술수준 분석
  - (1) 주요국 기술수준 분석
    - 1.1) 이종장기·세포 기반 인공장기 분야
    - 1.2) 전자기기 인공장기 분야
  - (2) 국내 정부추진 사업동향
- 3) 기술적 장애요인
- 4) 주요 플레이어 분석
  - (1) 국내
    - 1.1) ㈜프레제니우스메디칼케어코리아
    - 1.2) ㈜루시드코리아
    - 1.3) ㈜엠젠플러스
    - 1.4) ㈜토닥
    - 1.5) ㈜박스터
    - 1.6) 안국바이오진단㈜
    - 1.7) 라이프리버㈜
    - 1.8) 한스바이오메드㈜
  - (2) 국외
    - 2.1) Baxter International
    - 2.2) SynCardia Systems
    - 2.3) Fresenius Medical Care
    - 2.4) Cochlear
    - 2.5) Medtronic

#### 4. 바이오 인공장기 종류별 기술동향 및 전망

- 1) 이종장기
  - (1) 기술현황
  - (2) 분류별 기술개발 동향 및 사례
    - 2.1) 인공체도
    - 2.2) 인공각막
    - 2.3) 인공심장
    - 2.4) 인공간
- 2) 세포 기반 인공장기
  - (1) 기술동향
  - (2) 분류별 기술개발 동향 및 사례
    - 2.1) 인공간
    - 2.2) 인공폐
    - 2.3) 인공심장
    - 2.4) 인공뇌
    - 2.5) 인공피부
    - 2.6) 인공혈관
    - 2.7) 인공신장
    - 2.8) 인공자궁
    - 2.9) 인공척수/인공근육
  - (3) Organoids 기술 R&D 트렌드
    - 3.1) 기술 개요
    - 3.2) 최신 R&D 트렌드 현황
      - 3.2.1) Self-organization of stem cells into embryos
      - 3.2.2) Cancer modeling meets human organoid technology
      - 3.2.3) Organoids by design
      - 3.2.4) Organoids-on-a-chip
  - (4) 3D 바이오 프린팅 기술동향
    - 4.1) 기술 개요
      - 4.1.1) 개념
      - 4.1.2) 출력 방법
      - 4.1.3) 바이오잉크

- 4.2) 3D 바이오 프린팅의 소재
- 4.3) 3D 바이오 프린팅 프로세스
  - 4.3.1) 인공지지체 기반 3D 바이오 프린팅 기술
  - 4.3.2) 3D 세포 프린팅 기술
- 4.4) 주요 연구개발 동향
  - 4.4.1) 세포 프린팅을 위한 바이오잉크 개발
  - 4.4.2) 바이오프린팅을 통한 인공 조직, 인공장기 제작
  - 4.4.3) 바이오프린팅을 통한 살아있는 생체시스템 제작
- 4.5) 인공장기별 기술개발 동향
  - 4.5.1) 인공피부
  - 4.5.2) 인공간
  - 4.5.3) 인공심장
  - 4.5.4) 인공근육
  - 4.5.5) 인공뼈
  - 4.5.6) 인공혈관
- 3) 전자기기 인공장기
  - (1) 기술동향
  - (2) 분류별 기술개발 동향 및 사례
    - 2.1) 인공심장
      - 2.1.1) 리오타
      - 2.1.2) 아비오메드
      - 2.1.3) 신카디아
      - 2.1.4) 미국 일리노이대학
    - 2.2) 인공체장
    - 2.3) 인공신장
    - 2.4) 인공눈
    - 2.5) 인공의수·의족