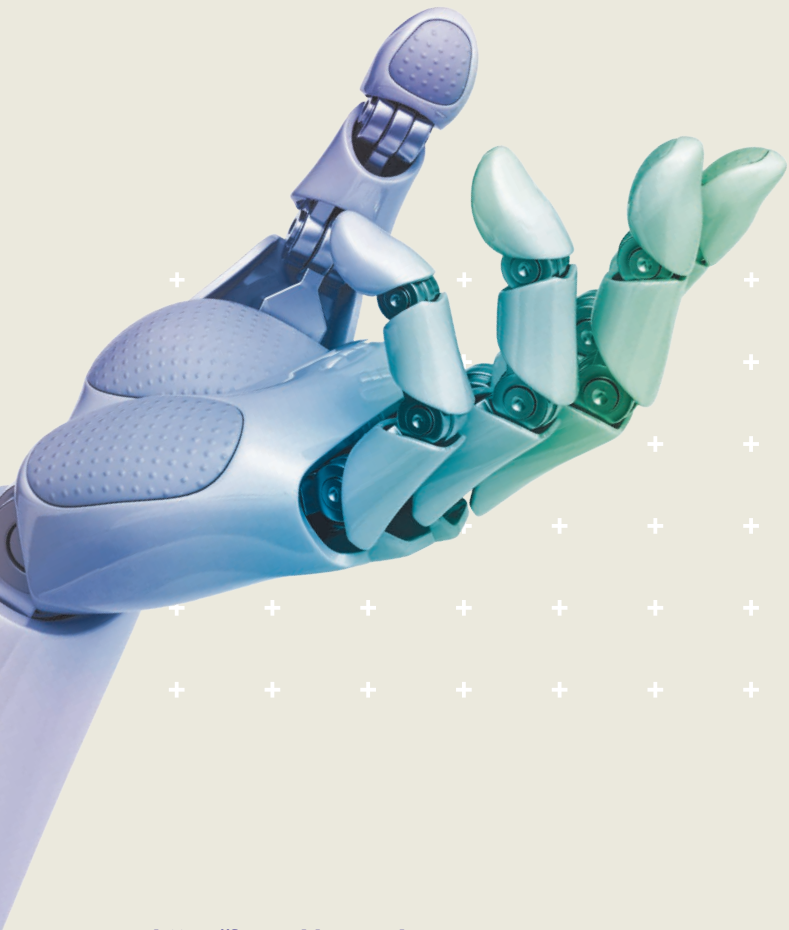


2020 글로벌 기계기술 포럼

사람을 위한 기계, 로봇



2020. 11. 11.(WED.)
13:00 ~ 17:00

<https://forum.kimm.re.kr>

| 주최



더불어민주당



이상민 국회의원

| 후원



과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT



국가과학기술연구회
National Research Council of Science & Technology

2020
글로벌 기계기술 포럼

사람을
위한 기계,
로봇

“본 포럼은 유튜브 생중계 됩니다.”

<https://forum.kimm.re.kr> 

안녕하십니까.

해마다 시대를 관통하는
메가트렌드에 맞는 새로운 주제로
우리 기계기술의 미래를 조망해 온
글로벌 기계기술 포럼이
올해로 일곱 번째를 맞았습니다.

세계는 코로나 19 바이러스 감염병의 확산으로 격변하고 있습니다. 노동자가 밀집한 공장은 가동을 멈추었고, 사람은 물론 물류의 이동도 급격히 줄었습니다. 한국은 다소 안정을 찾아가고 있지만, 미국과 유럽 등 세계는 아직 불확실성에 쌓여있습니다.

코로나 19 바이러스를 극복하고 상황이 안정되더라도 그 이전의 사회로 완전히 돌아갈 수는 없을 것입니다. 그야말로 누구도 경험하지 않았던 미증유의 시대가 다가오는 것입니다.

올해 글로벌 기계기술 포럼은 이런 시대의 변화가 기계기술에 미치는 영향에 주목했습니다.

의료현장에서 검체 채취 같은 감염 위험이 큰 작업, 의료물품의 이송, 의료 환경 감시 등 다양한 영역에 활용할 수 있는 로봇 기술에 관심이 쏠리고 있습니다.



한국기계연구원
원장 박상진



더불어민주당
국회의원 이상민

산업 분야도 재택근무 같은 비대면 환경으로의 전환이 빠르게 일어나고 있습니다. 하지만 제조업 같은 비대면 환경 전환에 한계가 있는 분야를 시작으로 산업용 로봇 기술에 거는 기대도 더욱 커지고 있습니다.

이 같은 변화에 대한 전망과 기술 수요는 로봇 기술의 연구 개발을 더욱 가속시킬 것입니다. 우리는 이번 포럼에서 의료와 산업용 로봇 두 분야에 주목하여, 미래 산업 경쟁력 확보를 위한 정책 제시의 장을 열고자 합니다.

부디 참석하셔서 세계의 패러다임이 바뀌는 가운데 우리는 어떻게 대응해야 하는지 인사이트를 얻어 가시길 희망합니다. 참석해주신 모든 분께 유익한 시간이 될 수 있도록 준비하겠습니다.

감사합니다.



Robot : The Machinery for Humanity

PROGRAM

13:00 ~ 13:30

개회식

- 개회사(박상진 원장, 이상민 의원)
- 축사

13:30 ~ 15:00

Session 1 : 로봇의 미래

- 오준호(KAIST 교수)
 - 로봇 기술과 미래
- 석상옥(네이버랩스 대표이사)
 - 사람, 공간, 정보의 새로운 연결 -
로보틱스, 자율주행, AI
- Guang-Zhong Yang(광종 양)
(상하이교통대 의료로봇연구원장)
 - 의료 로봇의 글로벌 연구개발 동향과 전망

15:00 ~ 16:15

Session 2 : 로봇 연구개발 현황과 전략

- Christian Ott(크리스찬 오프)
(독일 DLR 연구실장)
 - 인더스트리 5.0 시대,
미래 보건의료를 위한 보조로봇 기술
- 정성현(큐렉소 부사장)
 - 의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및 제도적 지원 과제
- 박찬훈(기계연 로봇메카트로닉스연구실장)
 - 한국기계연구원 로봇기술 현황

16:15 ~ 16:45

패널 토론

16:45 ~ 16:50

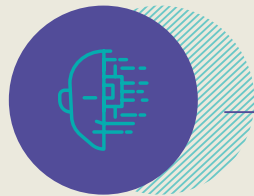
폐회

세션 1 :

로봇의

미래

Robot



Future

07 로봇 기술과 미래

오준호(KAIST 교수)

53 사람, 공간, 정보의 새로운 연결 - 로보틱스, 자율주행, AI

석상옥(네이버랩스 대표이사)

55 의료 로봇의 글로벌 연구개발 동향과 전망

Guang-Zhong Yang(광종 양)
(상하이교통대 의료로봇연구원장)

세션 2 :

로봇 연구개발

현황과 전략

Robot



R&D

58 인더스트리 5.0 시대, 미래 보건의료를 위한 보조로봇 기술

Christian Ott(크리스찬 오프)
(독일 DLR 연구실장)

60 의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

정성현(큐렉소 부사장)

118 한국기계연구원 로봇기술 현황

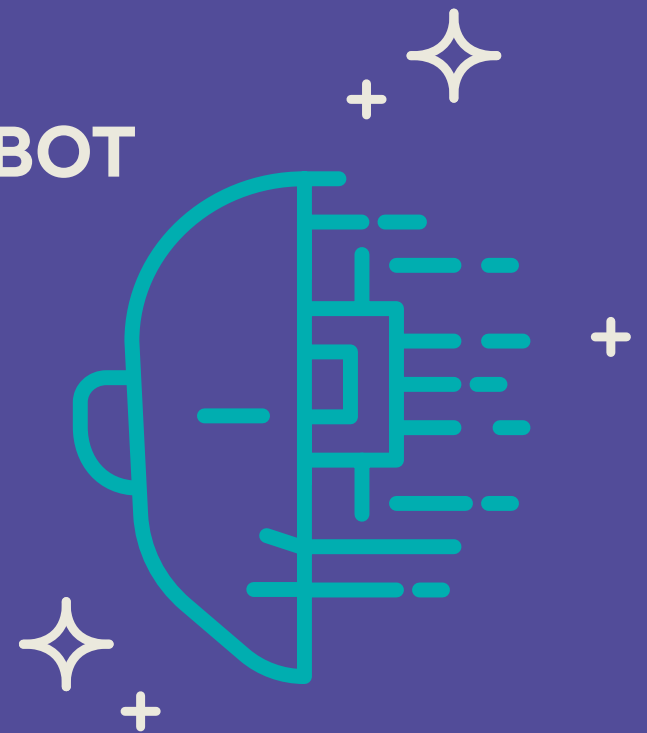
박찬훈(기계연 로봇메카트로닉스연구실장)

세션 1 :

로봇의

미래

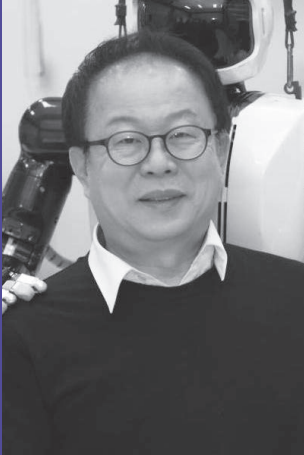
ROBOT



FUTURE

2020
글로벌 기계기술 포럼

사람을
위한 기계,
로봇



- 2020 ~ 현재 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과 명예교수
- 2015 ~ 현재 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과 석좌교수
- 1985 ~ 2020 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과 교수
- 2017 ~ 현재 한국과학기술한림원 정회원
- 2013 ~ 2014 한국과학기술원(KAIST) 대외부총장
- 2011 ~ 현재 (주)레인보우 로보틱스 기술자문
- 2009 ~ 현재 한국공학한림원 정회원
- 2005 ~ 현재 현재 휴머노이드 로봇연구센터 소장

ABSTRACT

로봇 기술과
미래

작금 세계적으로 여러 형태의 지능형 서비스 로봇이 연구되고 있고, 이미 우리 생활에 점차 자리 잡아가고 있으며, 가까운 미래에 더욱 많은 로봇들이 나타날 것으로 믿고 있다. 그럼에도 불구하고 다른 한편에서는 그러한 기술의 구현 가능성에 대하여 기술적, 현실적인 한계를 지적하면서 이에 대한 부작용을 우려하기도 한다.

로봇이 인간생활 환경에서 생존하며 우리에게 유익한 일을 하게 하기 위해서는 아직 많은 기술적 도전이 우리 앞에 놓여있다. 인공지능, 화상(vision), 음성인식, 통신, 제어, 로봇 기구 및 체계, 구동장치, 감속장치 등이 해결하여야 할 과제이다.

본 강연에서는 이미 사용 중인 대표적 로봇들을 예로 들어, 각 응용사례별 기술적 도전과 전망을 살펴본다.

- 로봇 응용 및 실용화 사례
- 로봇기술과 시장
- Autonomy vs. Mobility

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

01



Robot Technology and The Future

카이스트 기계공학과
휴머노이드 로봇 연구센터 센터
오준호 교수

hubo Lab
Humanoid Robot Research Center

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

02

COVID-19 방역로봇



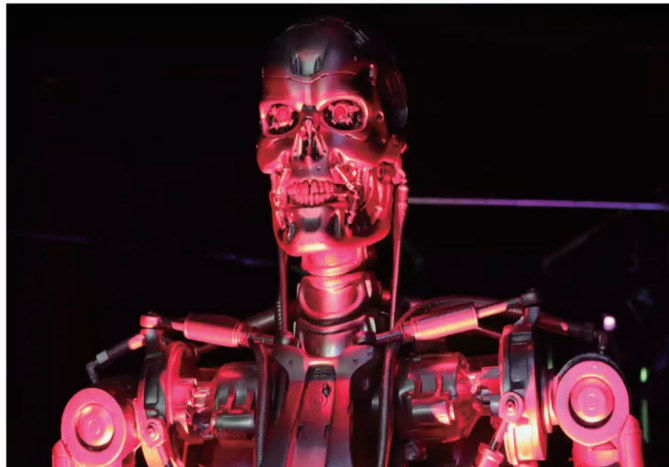
로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

03

'Killer robots': AI experts call for boycott over lab at South Korea university

Academics around the world voice 'huge concern' over KAIST's
collaboration with defence company on autonomous weapons



▲ More than 20 countries have already called for a total ban on killer robots ahead of a UN meeting next week on autonomous weapons. Photograph: Stephen Curry for the Guardian

Beniamin Haas in Seoul

on the Korean peninsula worse. Toby Walsh, professor at University of New South Wales

sparked fears of a Terminator-like situation and questions have been raised about the accuracy of such weapons and their ability to distinguish friend from foe.

Hanwha is one of South Korea's largest weapons manufacturers, and makes cluster munitions which are banned in 120 countries under an international treaty. South Korea, along with the US, Russia and China, are not signatories to the convention.



▲ South Korea university demonstrates people-carrying robot - video

Walsh was initially concerned when a Korea Times article described KAIST as

hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

04

Hubo Lab, KAIST – Pyeongchang Olympic Torch Relay

FX2



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



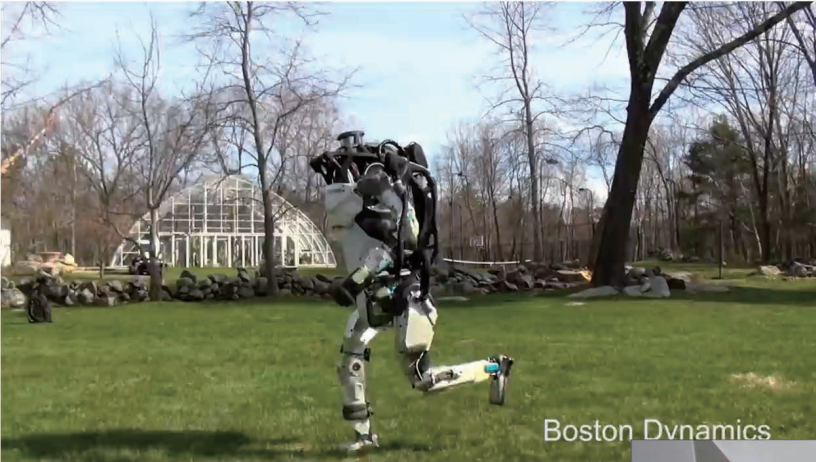
KAIST

로봇 기술과 미래


한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

05

Boston Dynamics




Boston Dynamics



Boston Dynamics

Hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

06

로봇에 대한 기대

- **스마트 팩토리**
- **노동의 대체**
- **사회형 로봇**
- **전문가 로봇**



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

07

■ Smart factory

- 기존 산업용로봇의 효율적 운용
 - 네트워크로 연결
- 산업용 로봇의 사용범위 확장
 - 기타 제조영역에 로봇 투입
- 협동 로봇
 - 로봇과 작업자가 작업공간 공유
- 새로운 지능형 로봇
 - 빅데이터, 인공지능, 스마트센서 등을 활용한 상호작용형 로봇



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

08

■ 노동의 대체

■ 3D 업종

- 조선, 염색, 건설 등 전통 노동기피산업

■ 단순노동

- 계산대 점원, 단순 안내 등

■ 노동강도가 높은 분야

- 물류, 배달 등

■ 대면 서비스 - COVID19

- 로봇 카페, 병원 등



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

09

■ 사회형 로봇

- **Smart speaker**

- 기가 지니, 빅스비 등 서비스 플랫폼과 결합

- **안내로봇, 감성로봇, 서비스 로봇 등**

- 인공지능, 감성인식 및 상호작용
 - 소프트뱅크의 '페퍼'

■ 전문가 로봇

- **수술로봇**

- **외피로봇, 재활로봇 등**

- **복지로봇 등**

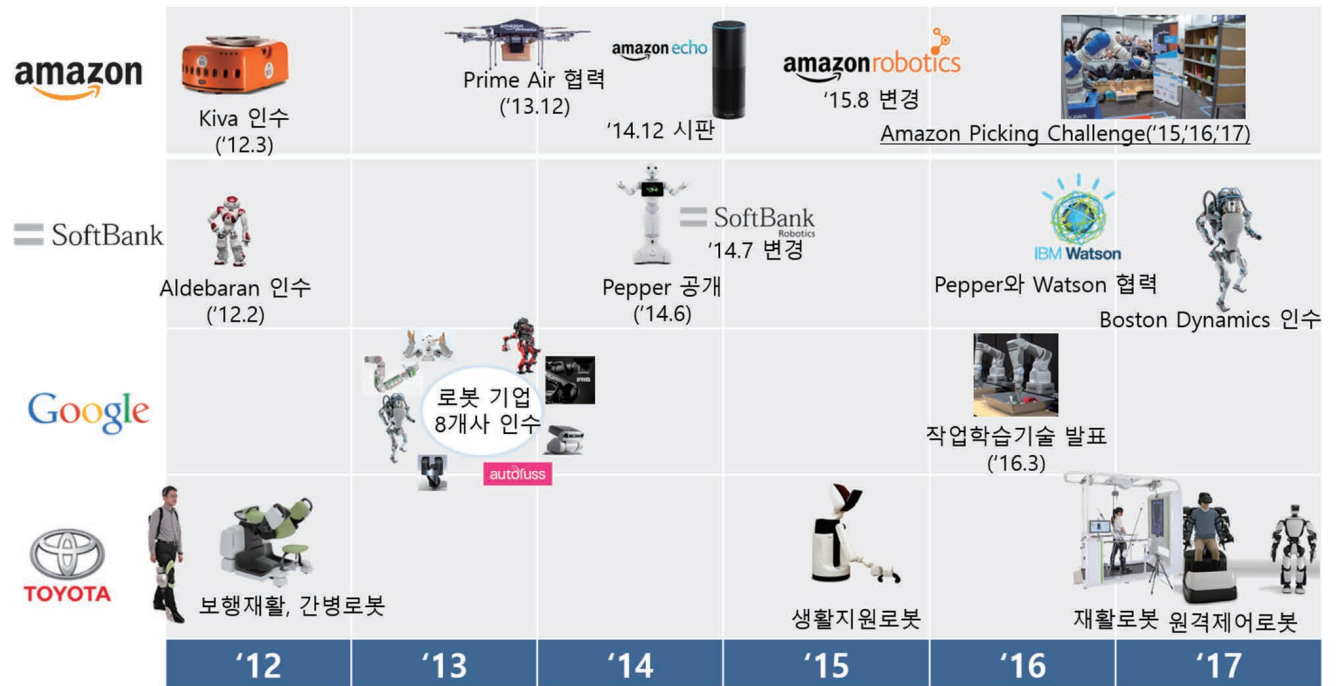


로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

10

글로벌 기업의 로봇참여



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

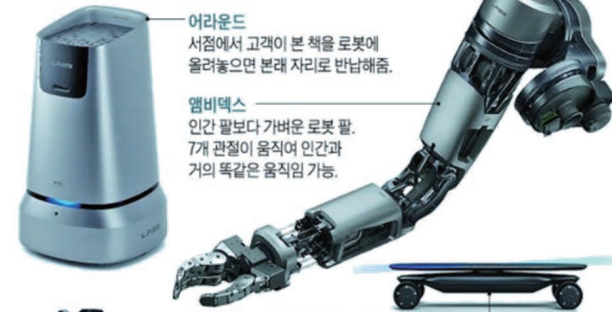
한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

11

로봇 기업



네이버가 '데뷰(Deview) 2017' 에서 공개한 9개 생활로봇



어라운드
서점에서 고객이 본 책을 로봇에
올려놓으면 본래 자리로 반납해줌.

엠비덱스
인간 팔보다 가벼운 로봇 팔.
7개 관절이 움직여 인간과
거의 똑같은 움직임 가능.

퍼스널 라스트마일 모빌리티
4륜 구동 전동 스케이트 보드. 시속 40km의 고속 주행 가능.

M1
자율 주행하며 실내 입체 지도를 작성하는 로봇. 이
지도를 기반으로 다른 로봇들이 자율 주행할 수 있음.

에어카트
운반용 손수레에 근력 증강
기술을 접목해 80kg의 짐을
신고도 한 손으로 움직이게 함.

치타로봇3
등에 짐을 싣고 네 발로
걸거나 뛰는 로봇. 미국
MIT의 김상배 교수팀과
협력 개발.

점핑로봇
감이지 정도의 작은 크기로 장애물을 뛰어 넘어갈 수 있음.
터스크로봇 바퀴를 달고도 계단을 올라갈 수 있는 운반 로봇.
티티봇 스스로 움직이며 여기저기 흩어진 공을 줍는 로봇.

hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

12

로봇 기업



● SG로보틱스



● 아크릴



● 로보티즈



● 로보스타



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과
미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

13

로봇 기업





1 모닝워크

2 캐리봇

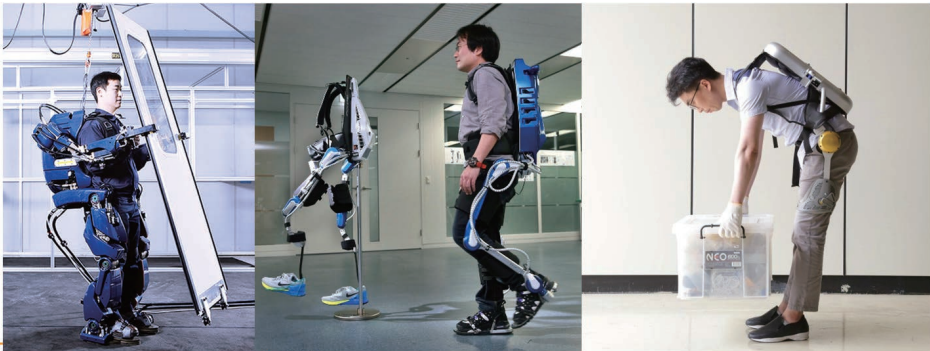
3 TSolution One Surgical System



Pre-Surgical Planning Surgical Implementation Implant placement



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

14

Intelligent Robot Application

- Home service robot
- Medical robot
- Military robot
- Robot in hazardous environment
- Entertainment robot
- Rehabilitation robot



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

15

Military Robot

Vecna Bear




로봇 기술과 미래


한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

16

Social Robot, Pepper



**Bloomberg
Technology**

hubo Lab | Humanoid Robot Research Center 

KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

17

Logistic Robot



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KIVA

KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

18

Hotel Service Robot, Savioko



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

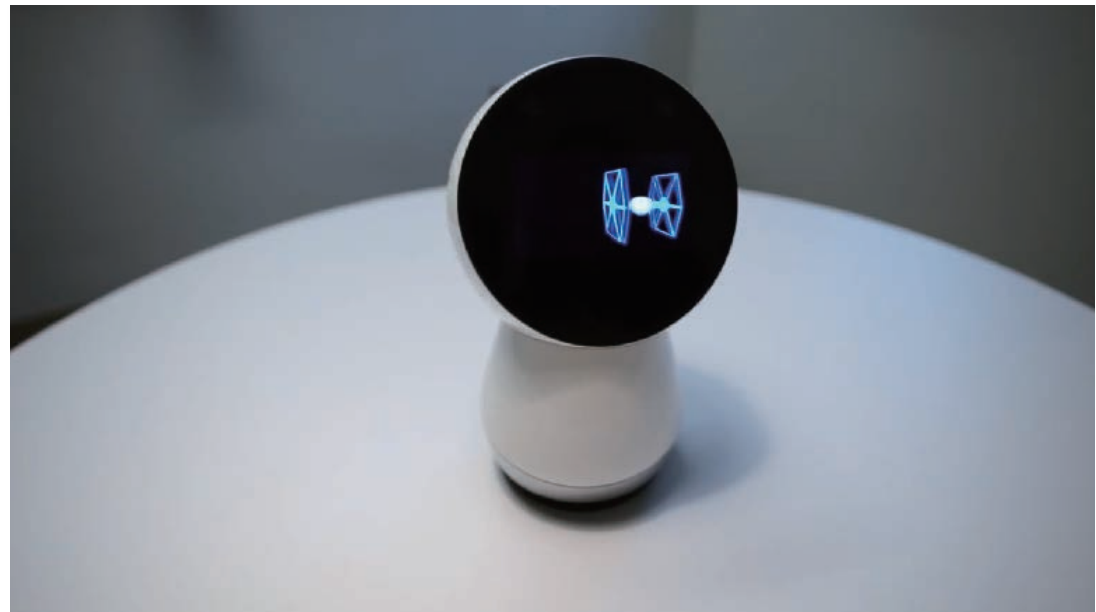
19

AI Speaker



Giga Genie,
KT

JiBo



로봇 기술과 미래

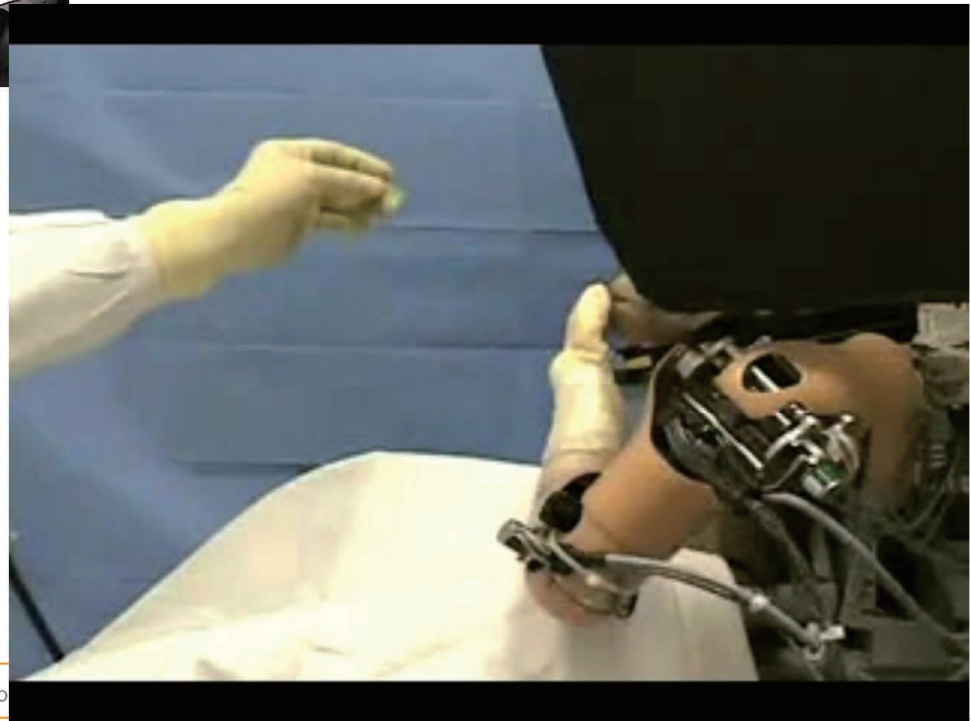
한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

20

Brain Machine Interface



Monkeys control robots with brain power, 2008
Univ. of Pittsburgh



Hubo Lab | Humanoid Ro

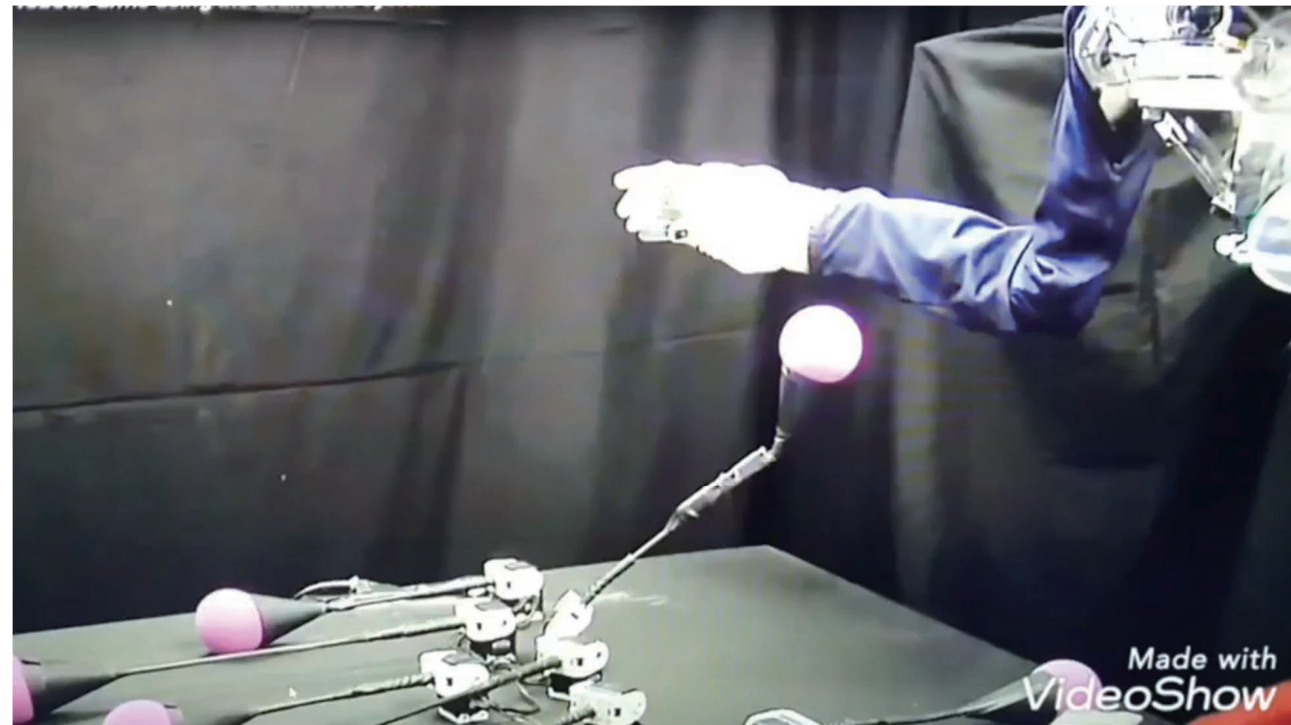
로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

21

Brain Computer Interface

NIHNINDS, 2012



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

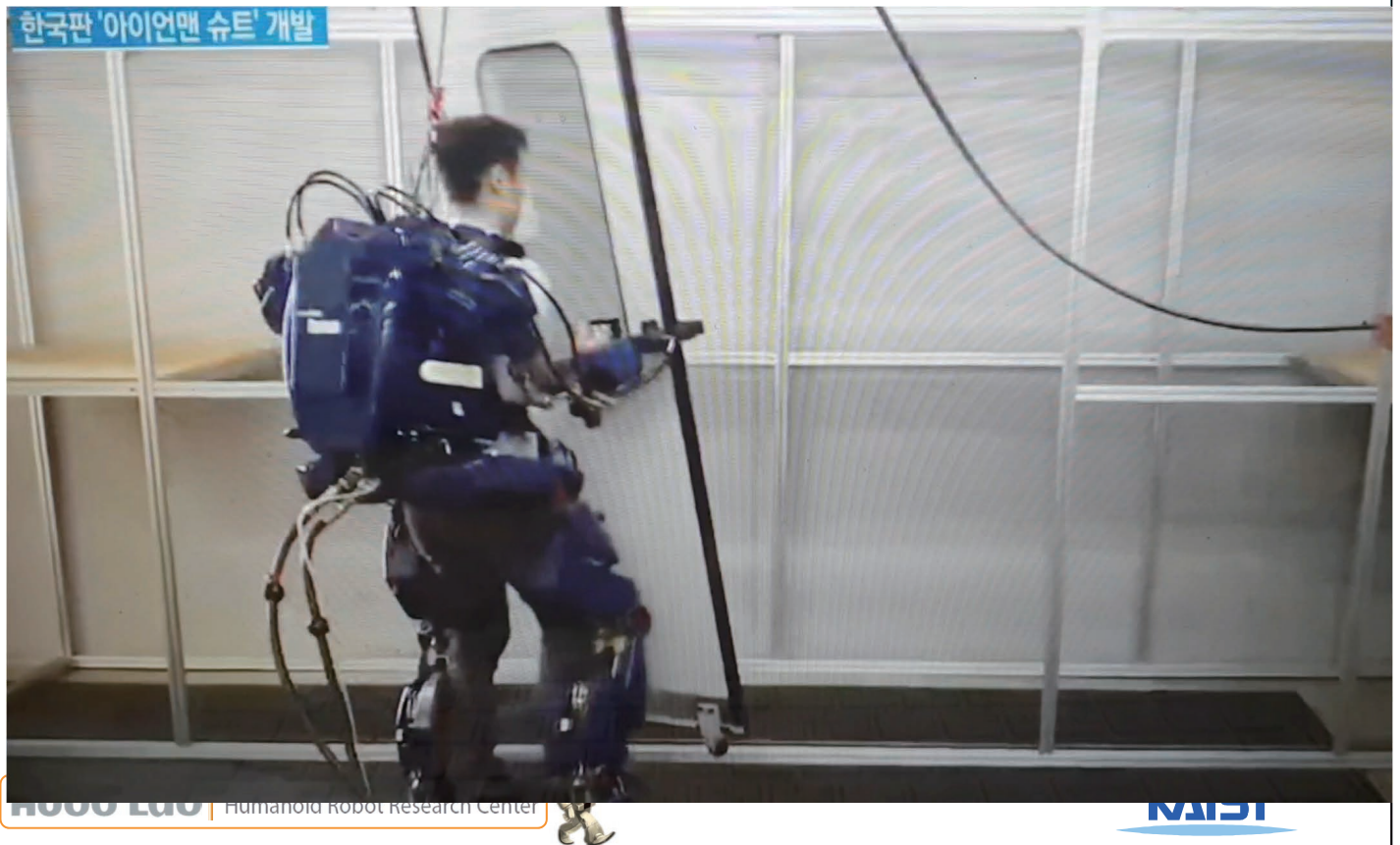
로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

22

Wearable Robot

머니투데이, 2016
현대자동차 웨어러블 로봇



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

23

Wearable Robot

카이스트, 2019
엔젤로보틱스



Hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



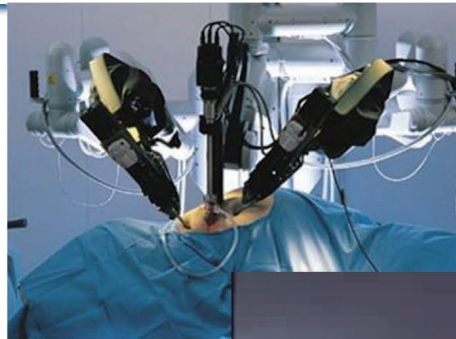
KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

24

Surgical Robot



Da Vici robot
USA, Intuitive Surgical Inc.



Hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

25

Industrial Robot



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

26

Human labors in industry



Hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



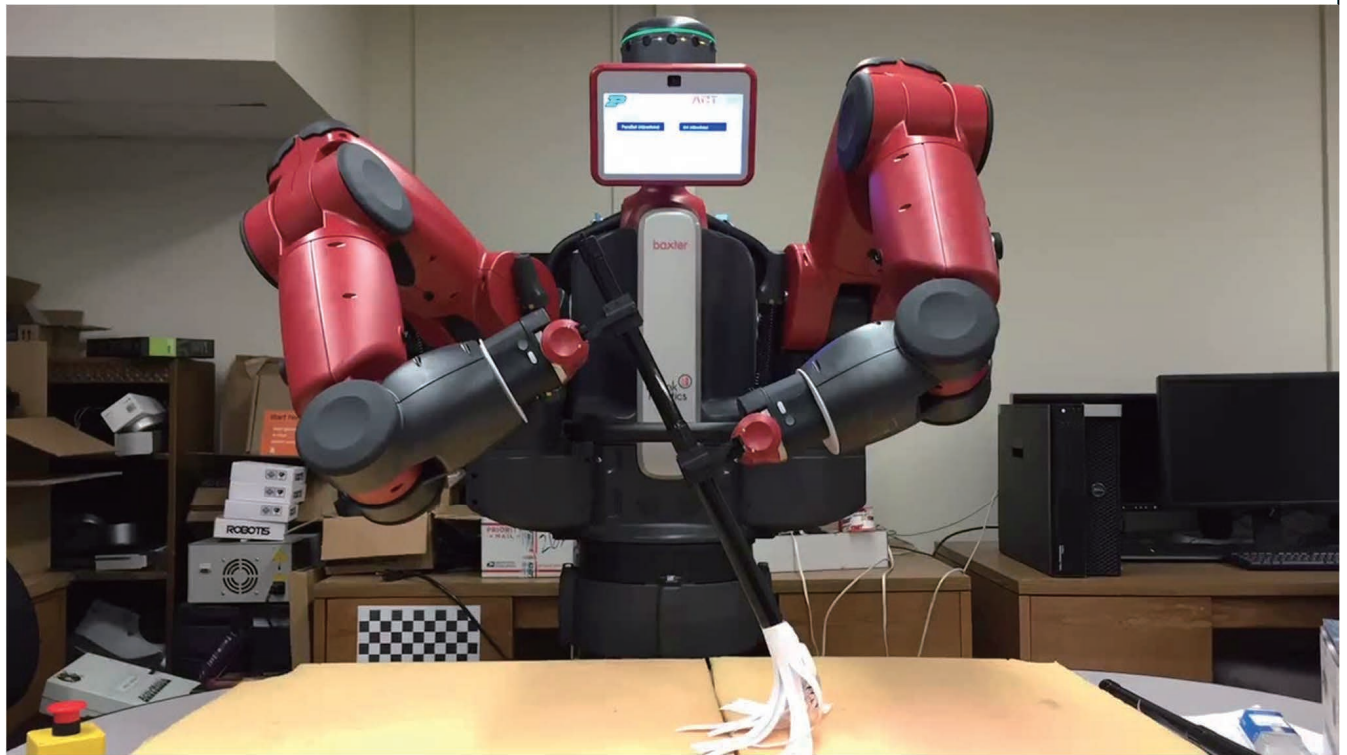
KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

27

Soft works, Baxter



Hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



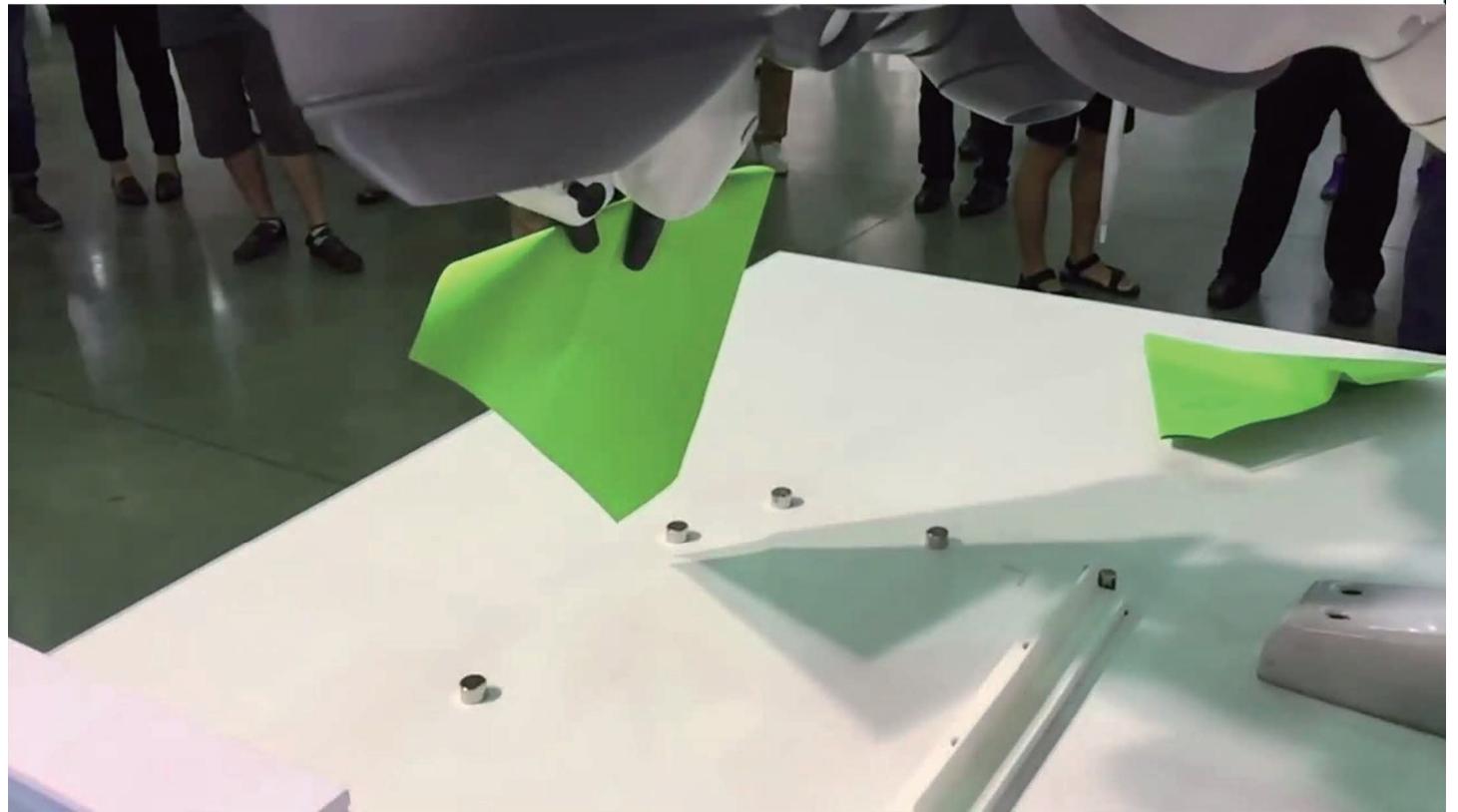
KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

28

Soft works, YUMI



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

29

Collaborative Robot



hubo Lab | Humanoid Robot Research Center



KAIST

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

30

Collaborative Robot



최적의 솔루션,
협업로봇 **RB5**

Rainbow Robotics RB5



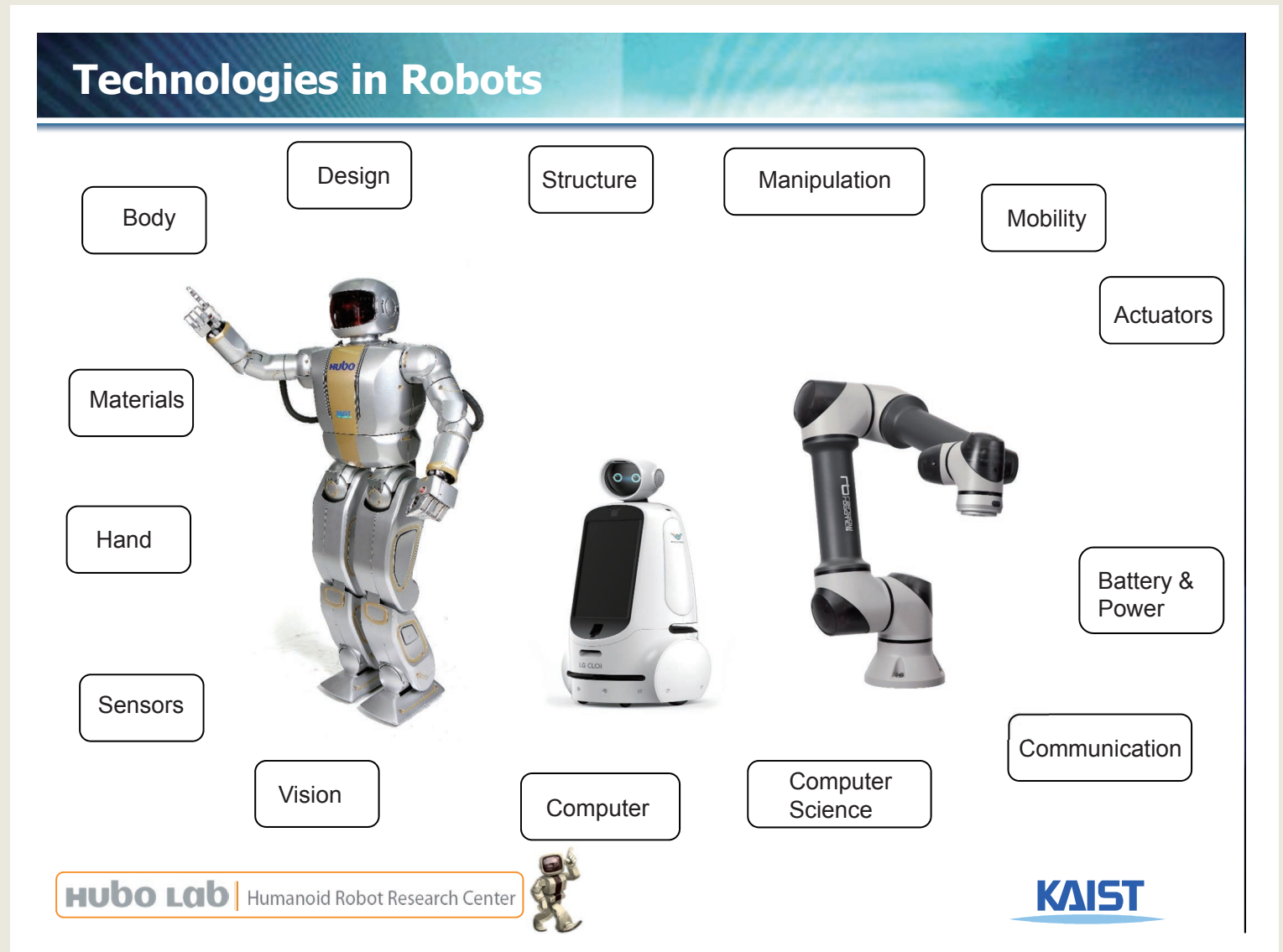
rb rainbow
robotics

hubo Lab | Humanoid Robot Research Center

로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

31



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

32

Physical Components

- *Mechanism*
- *Reduction gears*
- *Actuator*
 - *Hydraulic, Pneumatic, Electric*
 - *Non-conventional and Emerging*
- *Sensors*
 - *Vision, Lidar, Radar, IR, Ultrasonic, Inertia, F/T*
 - *Skin, tactile, Ranging, etc*
- *Communication*
 - *WiFi, LTE, Bluetooth, IR, Laser, etc*
 - *Cloud and Networking*
- *Computer*
 - *Quad-core, GPU, etc..*



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

33

Sensing and Autonomy

- **Vision Recognition**
 - *Deep Learning*
 - *Feature based*
 - *Special*
- **3D**
 - *RGB-D camera, Stereo camera, Structure pattern*
 - *2D Lidar, 3D Lidar,*
- **AI**
 - *Deep learning, etc.*
 - *Cloud computing & data,*
- **SLAM & Navigation**
 - *GPS, IMU, Vision*
 - *Indoor GPS, Dead Recon, Lidar, etc*



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

34

Control and System

- **Dynamics and Kinematics**
 - *Traditional Control theory – PID, Optimal, Computed torque...*
 - *Trajectory Planning – Manipulation and Navigation*
 - *Posture stabilization*
 - *Advanced control theory – MPC*
- **Computing Efficiency**
 - *Efficient Algorithms, FPG, GPU, etc..*
 - *Internal and/or External Communications*
 - Ethernet, CAN, RS485..
 - PROFI bus, Devise net, Mod bus, Ethercat...
 - *Real Time Control - RTX, RT Linux..*
 - *User Interface and UX*
- **End Effector**
 - *Gripper and Hand*
 - *Customized Effector*
- **System Integrations**
 - *Safety and Certification*
 - *Task Oriented Approach*

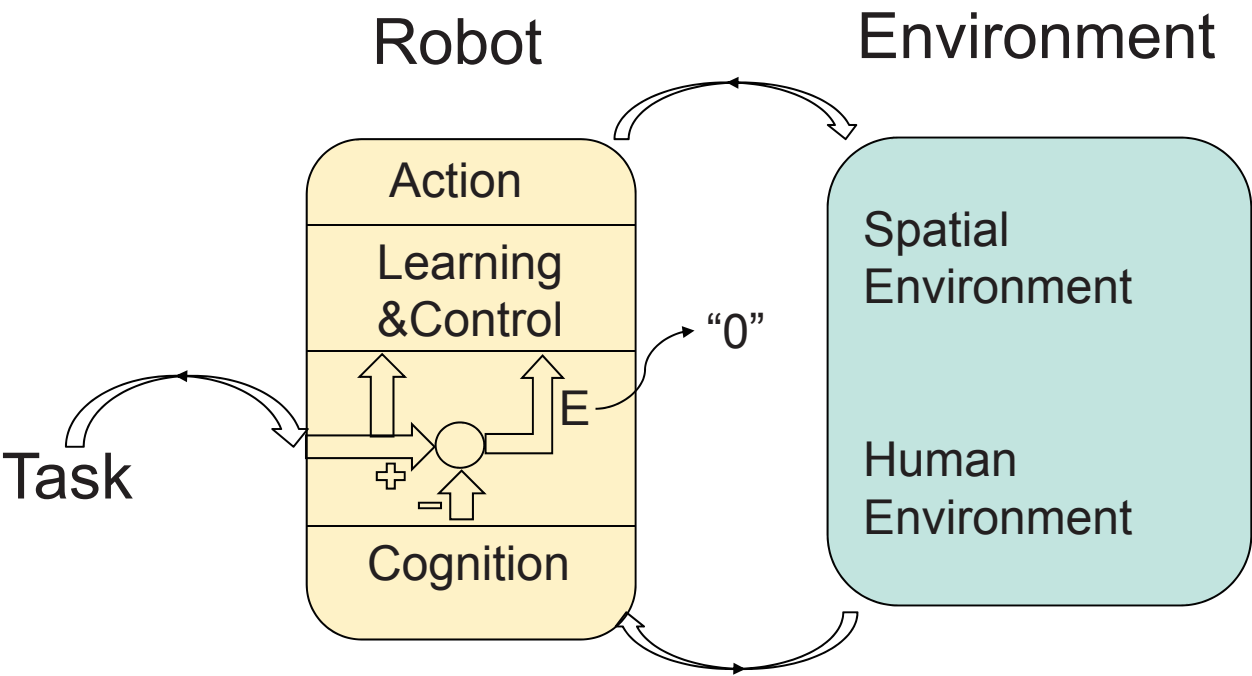


로봇 기술과
미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

35

Robot in Environment



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

36

Industrial Robot:
Deterministic
Robot

AI Robot:
Self Surviving
Robot



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

37

Industrial Robot:
Deterministic
Robot

Professional Robot:
Operator based
Service Robot

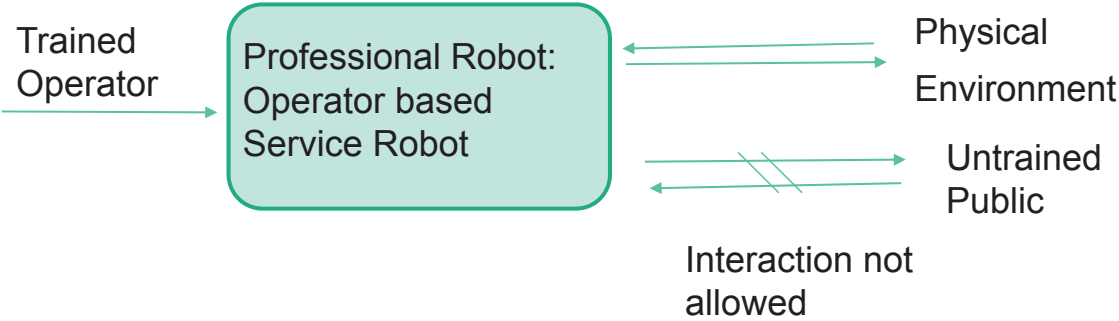
AI Robot:
Self Surviving
Robot



로봇 기술과
미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

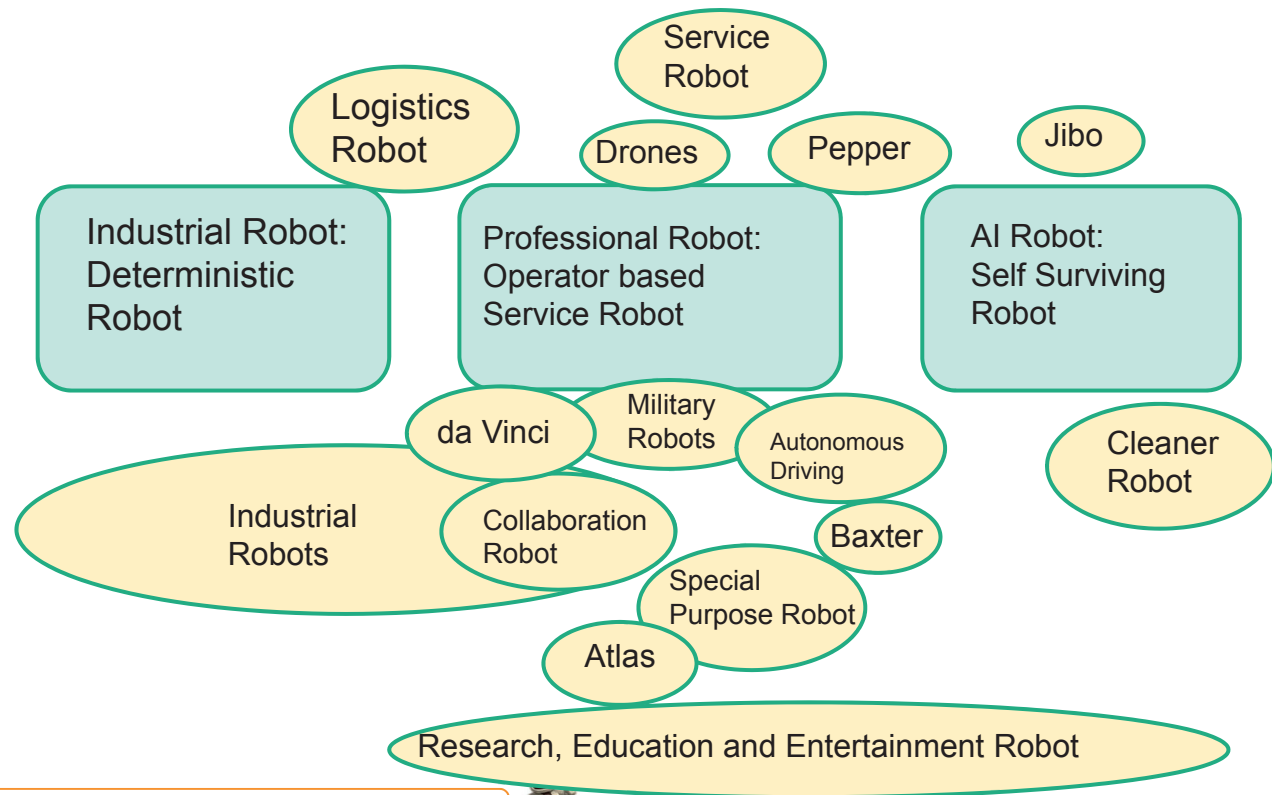
38



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

39



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

40

Evolution of Robot

Industrial Robot (1960's)

- *Working in structured environment*
- *Pre-scheduled motion (simple & repeating)*
- *Machine-Robot interaction*
- *Simple technology*



Intelligent Service Robot (21 century)

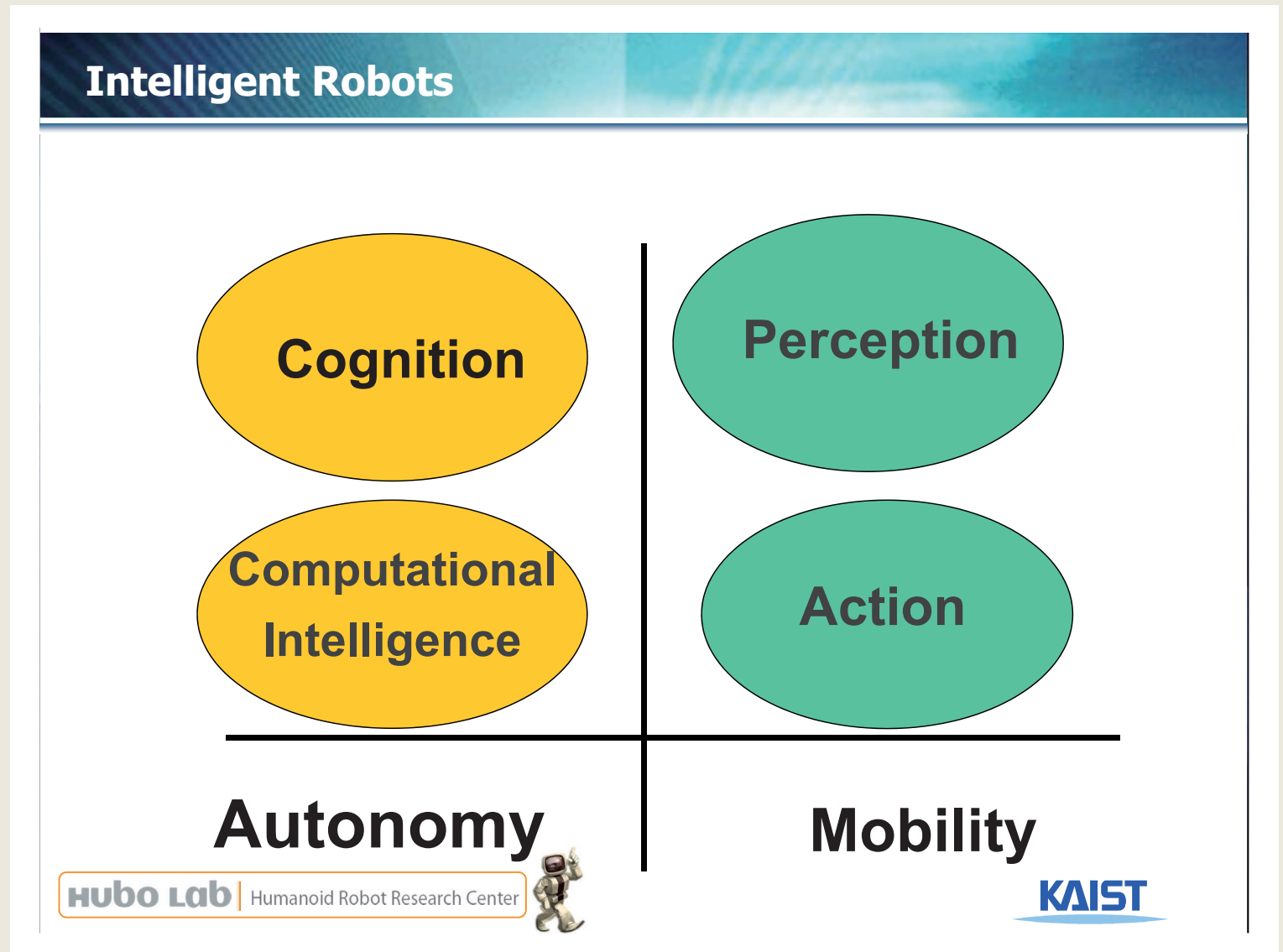
- *Working in unstructured environment*
- *Autonomous motion*
- *Human-Robot interaction*
- *Technology convergence*
 - *RT+BT+NT+etc*



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

41



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

42

Keywords for future technology

- Networks – wireless (Ubiquitous)
- Intelligence – autonomous
- Mobility – physical contact



Robot & Related
Technology

- Human friendly
- Coexisting



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

43

■ *Autonomy*

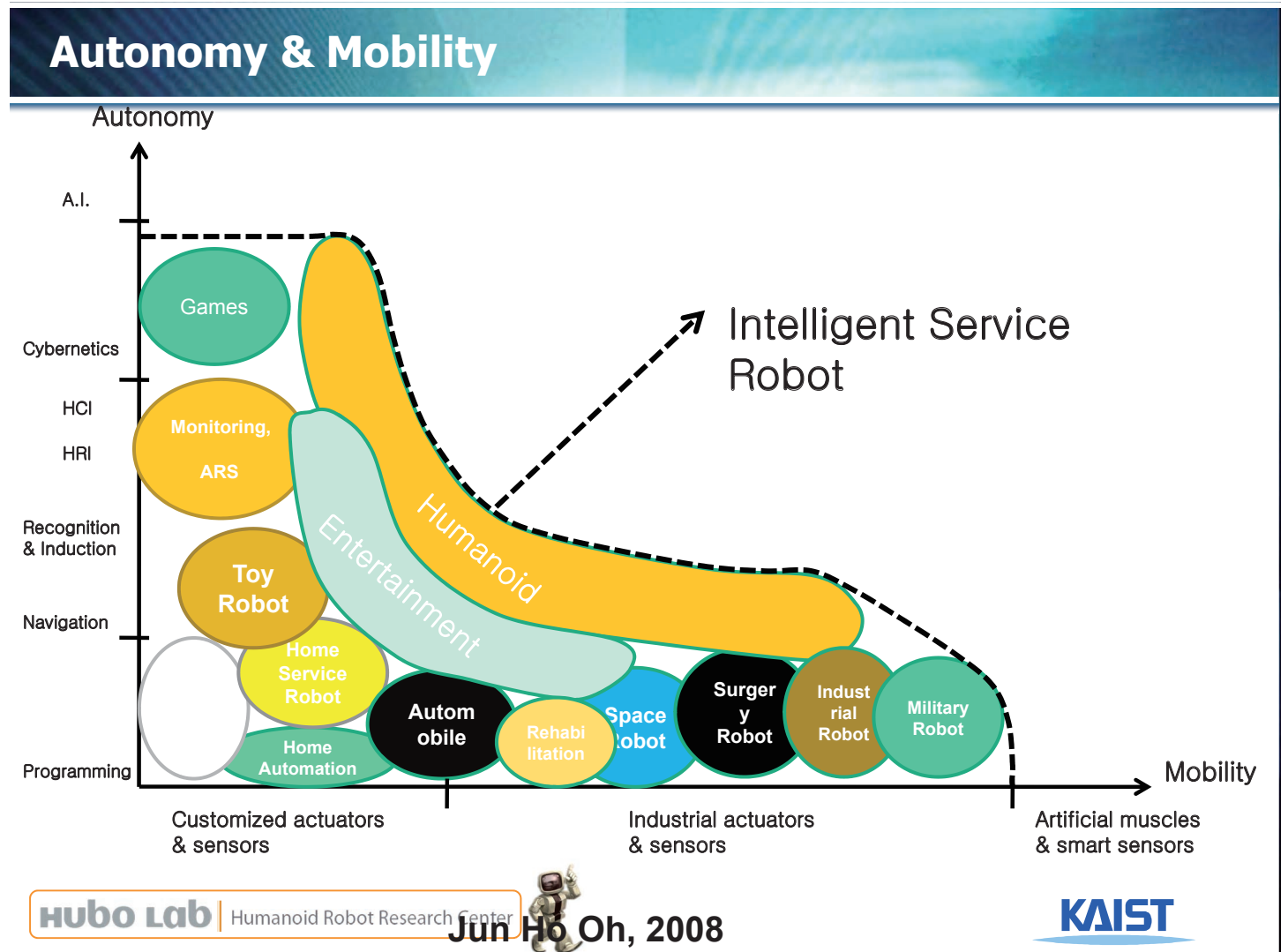
■ *Mobility*



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

44



로봇 기술과 미래

한국과학기술원(KAIST)
기계공학과 석좌교수
오준호

45

END





- 2019 ~ 현재 네이버랩스(주) 대표
- 2018 ~ 현재 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과 겸직교수
- 2015 ~ 2019 네이버랩스(주) 로보틱스그룹 리더
- 2014 ~ 2015 삼성전자 수석연구원
- 2014 미국 매사추세츠공과대학(MIT) 박사 (기계공학)
- 2004 서울대 석사 (기계항공공학부)
- 2002 서울대 학사 (기계항공공학부)

ABSTRACT

사람, 공간, 정보의 새로운 연결 - 로보틱스, 자율주행, AI

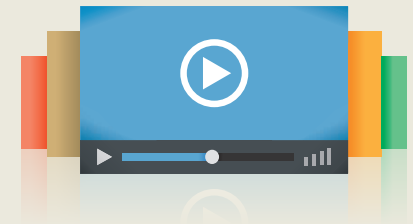
본 강연에서는 사람과 공간, 정보가 새롭게 연결될 미래에 대해 소개하고, 이를 위한 기술들을 설명한다. 고성능센서, AI, 로봇, 자율주행기술 등의 발전이 물리공간과 가상공간의 경계를 빠르게 허물고 있고, 배송과 물류 등의 인프라 자동화도 가속되고 있다. 궁극적으로는 일상의 공간 그 자체가 하나의 플랫폼이 되어 다양한 서비스들과 유기적으로 연동될 것이다. 이를 위해 선행될 기술적 화두는 '지도'와 '측위', 그리고 '이동'에 있다. 3차원 고정밀 지도는 가장 핵심이 되는 기반 데이터이다. 도시 전체를 3차원 모델링해 자율주행차나 로봇을 위한 HD맵(machine readable HD map)을 만들고, 변화하는 정보를 자동으로 업데이트할 수 있어야 한다. 이 지도를 기반으로 현재 위치를 정밀 인식하는 기술도 중요하다.

특히 GPS가 닿지 않는 실내나 빌딩숲에서도 사진 한 장만으로 위치를 정확히 인식하는 VL (visual localization) 기술 등을 통해 끊임 없는 측위가 가능해야 한다. 최종 접점은 로봇의 몫이다. 로봇이 공장을 벗어나 일상으로 들어오는 것은 여전히 큰 도전이다. 이동을 위한 휠(wheel)과 다리(leg) 뿐만 아니라, 노동을 제공하는 팔(arm), 손(hand) 역시 안전하면서도 정밀한 제어가 가능하도록 새로 개발되어야 한다. 소프트웨어는 더 큰 발전을 요구한다.

고가의 센서 없이도 자연스러운 자율주행을 가능케 하는 비전 기반 심층 강화 학습, 사람과 로봇의 자연스러운 공존을 위한 기준을 만들어가는 HRI (human-robot interaction) 연구, 실내에서 도로까지 이동 영역을 확장하는 로봇 기술, 클라우드와 초저지연통신으로 다수의 로봇을 동시에 제어하는 브레인리스 로봇 기술 등이 로봇 서비스의 대중화를 크게 앞당릴 것이다. 이런 기술들을 통해 로봇들은 정보를 담고 스스로 이동하며 도시, 빌딩, 오피스 등의 각 공간을 새롭게 연결하는 혁신적 인프라가 될 것이다. 그간 연구소에 머물렀던 미래 기술들이 속속 우리의 삶으로 옮겨오고 있다. 이에 대한 전망과 현재의 도전에 대해 이야기 해보고자 한다.

**사람, 공간,
정보의 새로운 연결 -
로보틱스,
자율주행, AI**

네이버랩스(주) 대표
석상옥



**포럼 당일
영상 참고**

GUANG-ZHONG YANG (광중 양)

상하이교통대 의료로봇연구원장
석좌교수



- 2019 ~ 현재** 중국 상하이교통대 의료로봇연구원장/석좌교수
- 2010 ~ 현재** 영국 왕립공학학술원 석학회원(FREng)
- 2007 ~ 2019** 영국 '임페리얼 칼리지 런던'
헬린 로봇수술센터 공동창립자/센터장
- 1999 ~ 2019** 영국 '임페리얼 칼리지 런던' 전산학과 교수
- 1991 ~ 1999** 영국 로열 브롬프턴 병원 수석연구원
- 1991** 영국 '임페리얼 칼리지 런던' 박사 (컴퓨터공학)

03

ABSTRACT

의료 로봇의 글로벌 연구개발 동향과 전망

의료 로봇은 현재 급속한 연구개발이 이루어지고 있는 분야로, 정밀 의학, 개인 맞춤형 재활 및 병원 자동화 등의 발전을 이끌고 있다. 코로나-19 범 유행에 대처하고 있는 작금의 어려운 시기에, 의료 로봇의 중요성은 더욱 명확하게 부각된다.

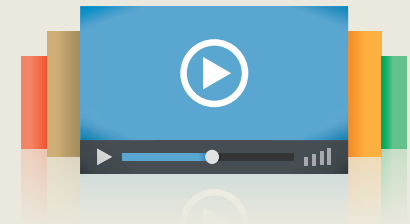
초기 의료 로봇 시스템의 상업적 성공은 상업과 연구 양 부분에서 수많은 플랫폼 개발을 이끌었고, 이로 인하여 더 작고, 안전하며, 보다 스마트한 의료용 장치가 개발되고 있다. 이번 발표를 통해 지난 20년을 되돌아보며 의료 로봇이 어떻게 혁신과 개발의 주 무대로 자리 잡게 되었는지 살펴보고자 한다.

향상된 안전성과 효율성, 비용 절감 등으로 인해 로봇 플랫폼은 곧 임계점(tipping point)을 넘어 임상치료 주류의 일부로 자리 잡고, 스마트 병원 및 가정 치료 분야의 미래를 결정할 것이다. 또한 이러한 플랫폼은 조기 치료와 치료 후 삶의 질에 더욱 중점을 둘 것으로 보인다.

이번 발표에서는 의료 로봇의 글로벌 연구 동향 및 새로운 연구 방향을 설명하고, 또한 차후 해결되어야 할 관련 기술적, 상업적, 법적, 경제적 문제들을 살펴볼 예정이다.

의료 로봇의 글로벌 연구개발 동향과 전망

상하이교통대 의료로봇연구원장
석좌교수
Guang-Zhong Yang
(광중 양)



**포럼 당일
영상 참고**

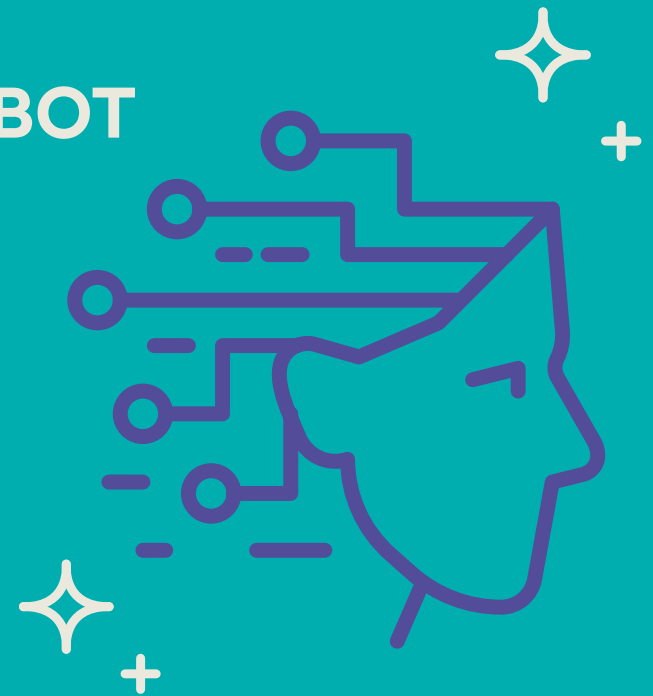
세션 2 :

로봇

연구개발

현황과 전략

ROBOT



R&D

2020
글로벌 기계기술 포럼

사람을
위한 기계,
로봇

CHRISTIAN OTT (크리스찬 오프)

독일항공우주센터(DLR) 로봇메카트로닉스연구소
첨단로봇시스템 해석·제어연구실장



- 2014 ~ 현재** 독일 DLR 로봇메카트로닉스 연구소 연구실장
- 2011 ~ 2016** 독일 헬름홀츠 신진연구자 그룹 리더(DLR)
(Dynamic Control of Legged Humanoid Robots)
- 2009 ~ 2014** 독일 DLR 로봇메카트로닉스연구소 연구팀장
- 2007 ~ 2009** 일본 도쿄대학교 연구교수
- 2006** 독일 잘란트대학 박사 (제어공학)
- 2001 ~ 2007** 독일 DLR 로봇메카트로닉스연구소 연구원

01

ABSTRACT

인더스트리 5.0 시대, 미래 보건의료를 위한 보조로봇 기술

세계 로봇 공학자들은 지난 15년간 차세대 협업로봇을 개발해왔으며, 협업로봇은 오늘날 기존 산업로봇을 보완하는 도구로 활용되고 있다. 이러한 협업로봇은 유연한 상호작용 모드(compliant interaction mode)를 장착하여 산업현장에서의 완벽한 인간-로봇 협업 실현을 위한 기술적 근간을 제공한다. 지금까지의 인간-로봇 협업에 필요한 유연한 상호작용은 일반적으로 말단장치에 작용하는 힘이나 조인트 토크 감지, 그리고 이를 이용한 임피던스 제어 등을 통하여 이루어져 왔다. 이와 같은 최첨단 토크 제어 로봇의 연장선에서, 본질적으로 유연한 차세대 로봇 역시 개발되고 있다.

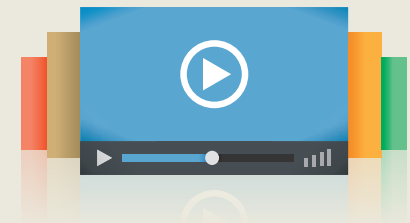
최근 차세대 로봇 시스템의 피드백 제어 결과는 기대할 만한 성능을 보이고 있으며, 이러한 결과는 본질적으로 유연한 로봇의 물리적 내구성이 최첨단 토크 제어 로봇의 정밀하고 매우 민감한 임피던스 동작들과 동시 구현될 수 있다는 것을 보여준다. 앞서 언급된 로봇들의 연구 성과로 미루어 볼 때, 본질적으로 유연한 휴머노이드와 같이 진보된 첨단시스템이 조만간 실현될 것으로 보인다.

이러한 차세대 로봇은 인더스트리 5.0 시대의 협업 외에도, 실험실 자동화나 의료 종사자들이 보조 로봇기술의 도움을 받는 미래형 병원 운용 등 로봇의 새로운 응용처 개발에도 중요한 역할을 할 것이다.

인더스트리 5.0 시대, 미래 보건의료를 위한 보조로봇 기술

독일항공우주센터(DLR)
로봇메카트로닉스연구소
첨단로봇시스템 해석·제어연구실장

Christian Ott
(크리스찬 오프)



포럼 당일
영상 참고



- 2019 ~ 현재 대한의료로봇학회 산학연부회장
- 2017 ~ 현재 큐렉소(주) 부사장
- 2011 ~ 2017 현대중공업(주) 상무 (로봇기술개발 총괄)
- 1985 ~ 2010 현대중공업(주) 로봇연구실 연구원
- 1983 ~ 1984 중앙대 석사 (기계공학)
- 1978 ~ 1983 중앙대 학사 (기계공학)

ABSTRACT

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

의료용 로봇은 약 30여 년 전 IBM 왓슨 연구소에서 정형외과 무릎관절 수술용 로봇인 로보닥(ROBODOC)이 세계 최초로 출시된 이래, 전 세계 의료로봇 시장의 70~80%를 차지하고 있는 복강경 수술 로봇인 다빈치(daVinci)가 절대 강자의 지위를 누려왔다. 최근에는 미국 글로벌 의료기기 회사를 중심으로 정형외과용부터 신경외과용 로봇에 이르기까지, 다양한 의료용 로봇 사업을 전개하고 있다.

이제 의료용 로봇은 수술의 정확성, 안전성 및 유효성이 입증되면서 시장 수요가 연평균 20% 이상의 고도 성장을 계속하고 있으며, 우리 생활 속에서 로봇수술이 당연히 되는 시대를 맞이하고 있다. 이에 따라 국내 대학 연구소를 중심으로 미래형 의료 로봇을 연구, 개발할 뿐만 아니라, 아직은 중소기업 규모지만 전문기업을 중심으로 국내외 인허가를 받은 점차 국산화된 의료용 로봇의 시장 출시를 목전에 두고 있다. 이들 국내 의료로봇 전문회사는 유수의 대학병원과 공동개발 및 임상시험을 통하여 제품의 신뢰성을 높여오고 있다.

본 발표에서는 이러한 국내외 의료용 로봇의 기술 개발, 제품 동향, 시장 추세와 더불어 의료기기 시장 진출을 위해서 필수적 관문인 인허가 제도와 사업 활성화에 바탕이 되는 보험수가 제도 등에 대해서도 소개하여 정부의 어떤 제도적 뒷받침이 필요한지 함께 제안하고자 한다.

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

01

의료용로봇 제품 동향

(최종,배 포용)

2020. 11
정 성 현

CUREXO



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

02

자기 소개

“산업용 · 의료용 로봇 개발”



- 중앙대 기계공학과 학사, 석사 (1984년)
- 현대중공업㈜ 산업용 · 의료용 로봇 개발 (30년)
- 현대중공업㈜ 로봇기술개발 상무
- AMC-HHI 의료기기공동연구실장 (2012 ~ 2017)
- 큐렉소㈜ 부사장 (2017 ~ 현재)

Hyundai & Curexo “Industrial & Medical Robots”



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

03

목 차

1. 의료로봇 소개

2. 의료로봇 시장규모

3. 국내·외 제품 현황

4. 큐렉소 의료로봇

5. 제언 및 맺음말

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

04

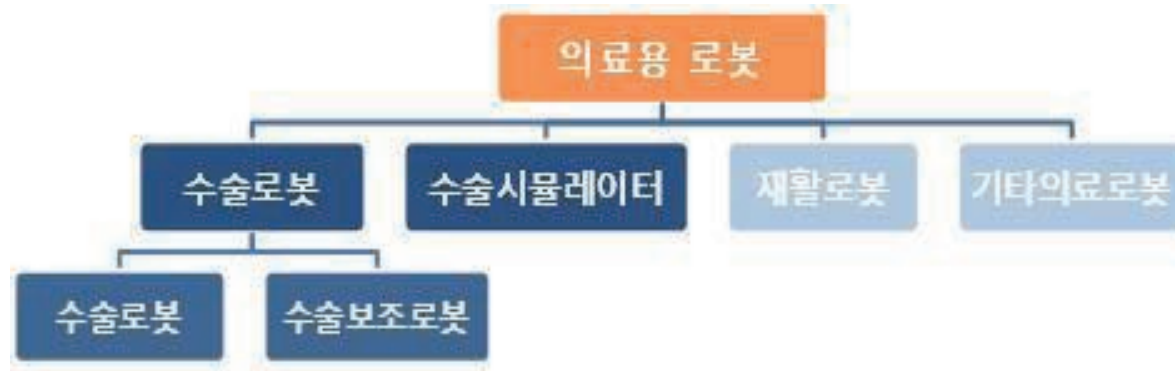
1. 의료로봇 소개

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

05

의료로봇 분류



〈 의료용 로봇의 분류, 식약처〉



수술로봇

- **Surgery Robot** : 수술(Surgery) 및 시술(Surgical Intervention)의 전과정 또는 일부를 의사 대신 하거나 함께 작업하는 로봇



수술보조로봇

- **Surgery Assistant Robot** : 의사 명령에 따라서 수술을 보조하거나 영상가이드를 제공하는 로봇



수술시뮬레이터

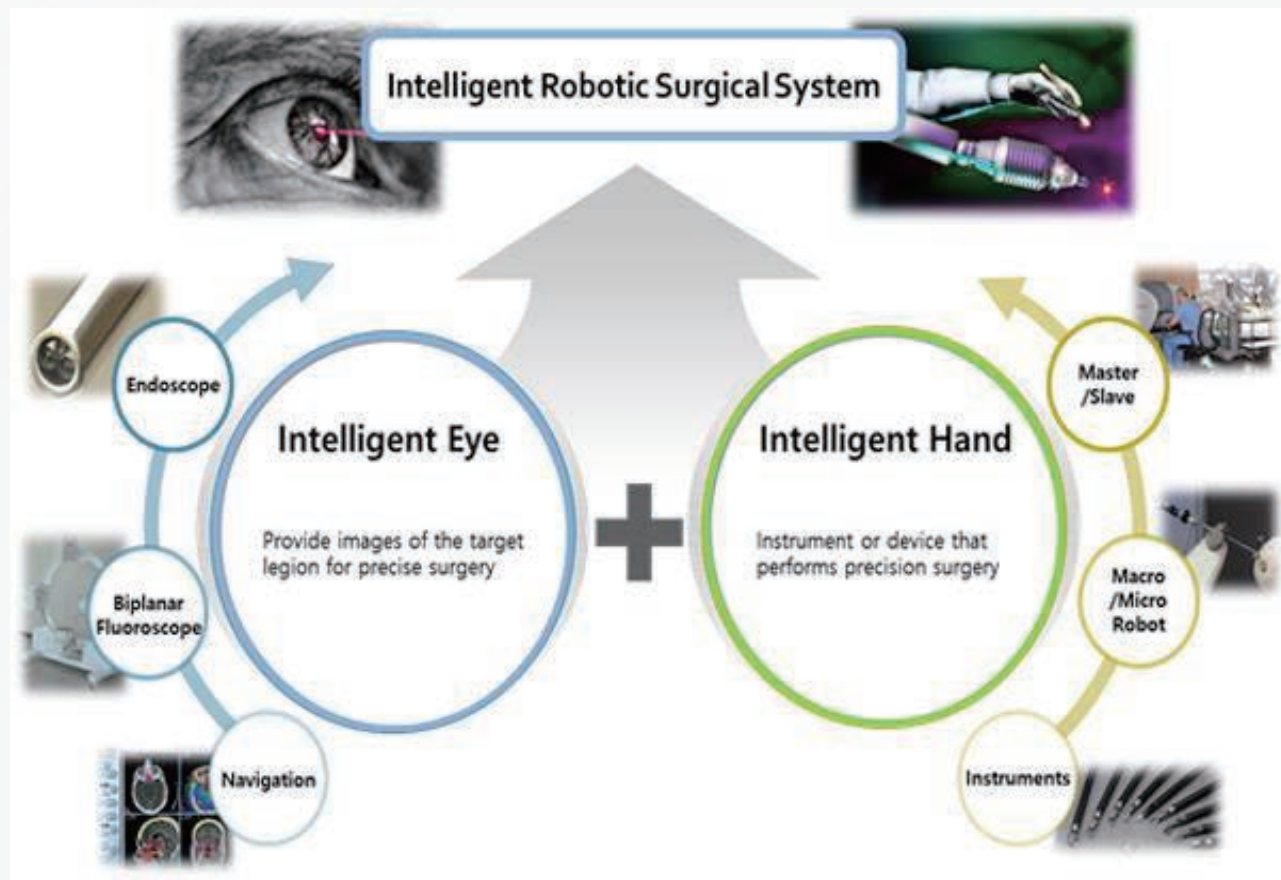
- **Simulator** : 수술에 대한 숙련도를 높이고 수술계획을 세우거나 사전 검증을 위한 용도로 사용

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

06

Intelligent Eye & Hand



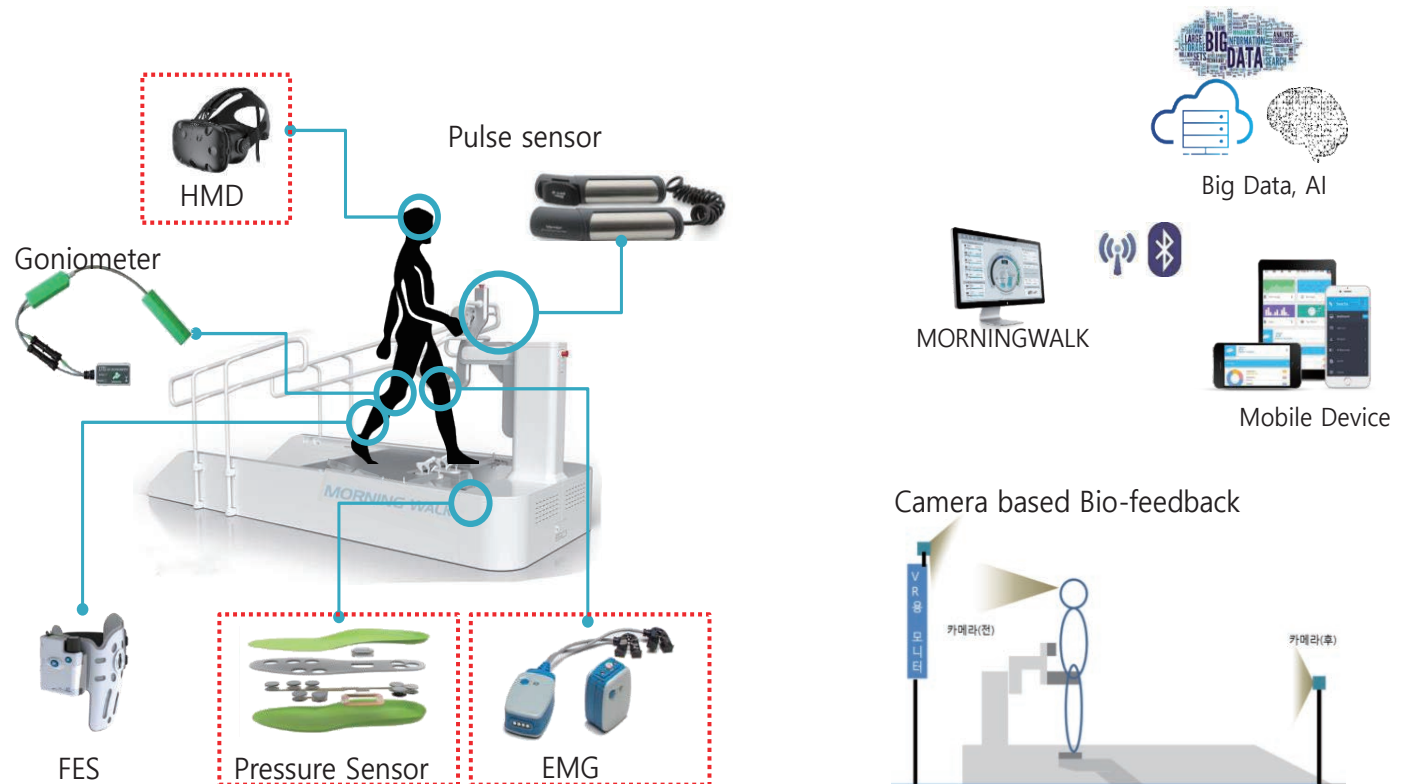
* Byung-Ju Lee, 2017

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

07

ICT 융합기술 (Convergence of Gait Rehabilitation Robot)



**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

08

수술로봇 국내 도입/개발

의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

10

First Master-Slave Robotic Surgery in Korea (2005.7.15) using da Vinci system



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

11

BFRS (Biplanar Fluoroscopic guided Robot System for spinal fusion with pedicular screw)

김영수 교수가 자신이 만든 로봇 옆에서 포즈를 취했다. 김교수는 대한정위기능신경외과학회 회장을 지냈고, 현재 보건복지부 지정 차세대 지능형 수술시스템센터 소장을 맡고 있다. [한양대병원 제공]

의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

12

미래컴퍼니 복강경수술로봇 (국산화 모델)



미래컴퍼니 복강경수술로봇 “Revo-I”

- 임상연구개발 세브란스병원 나군호교수
- 담낭/전립선 절제술, 일반 내시경수술
- 2017년 식약처 제조허가



컨트롤 콘솔(Control Console)



OP 카트 (Operation Cart)



비전 카트(Vision Cart)

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

13

큐렉소 척추수술로봇 (국산화 모델)



큐렉소 척추수술로봇 “CUVIS-Spine”

- 공동개발 세브란스병원 이성교수
- 큐비스스파인 “국내최초 척추수술로봇”
& 전세계 5번째 상용화
- 척추관협착증, 척추측만증 → 척추나사못 삽입수술



**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

14

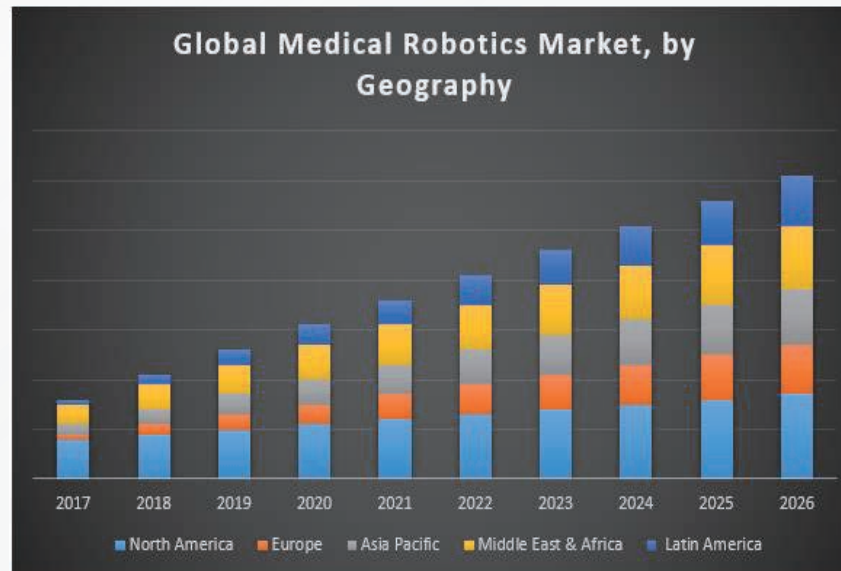
2. 의료로봇 시장규모

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

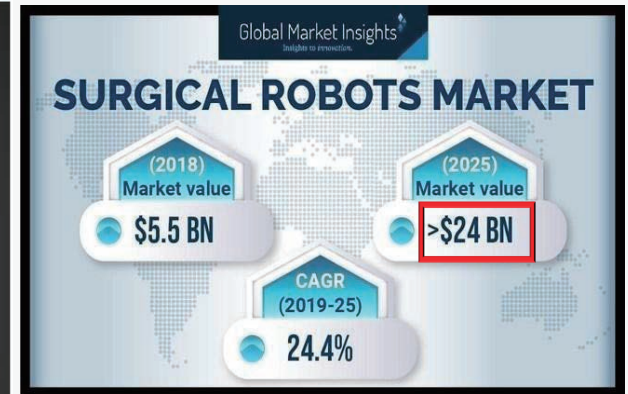
큐렉소 부사장
정성현

15

Medical Robotics Market



Global Medical Robot Market is expected to reach **USD 33.65 Billion by 2026** from USD 4.92 Billion in 2016 at a CAGR of 21.2%.
[Maximize Market Research](#)



Global Market Insights, Inc



Rehabilitation robot market size at \$641 million in 2018 is expected grow dramatically to **reach \$6.4 billion by 2025**.
Wintergreen Research, Inc

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

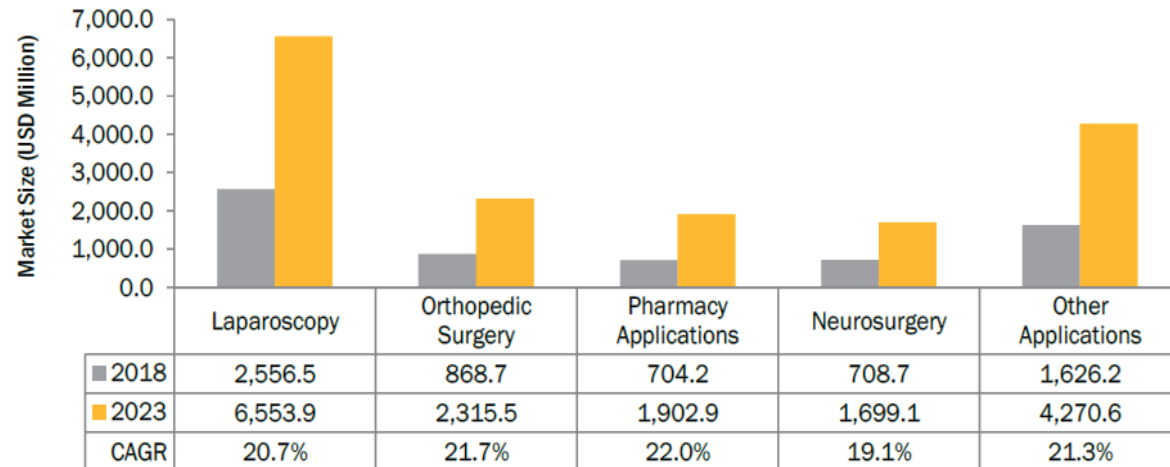
16

Medical Robotics Market

○ 세계 의료용 로봇 적용분야별 전망 :

복강경 수술로봇 : 2018년, USD 2,556.5 million → 2023년 USD 6,553.9 million

정형외과 수술로봇 : 2018년, USD 868.7 million → 2023년 USD 2,315.5 million



세계 의료용 로봇 시장 전망

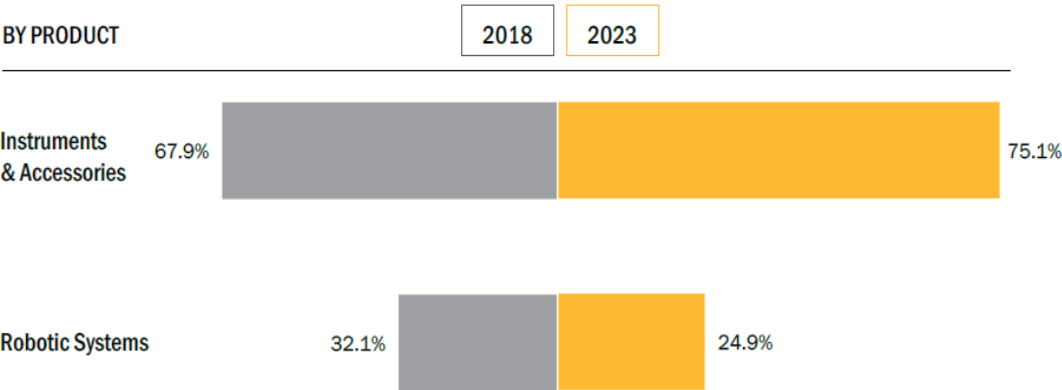
의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

17

Medical Robotics Market

- 세계 의료용 로봇 시장 구성 :
Robotic System(1회 투자제품) : 2023년, USD 4,166 million
Instrument & Accessories (지속적인 소모성 제품) : 2023년, USD 12,576 million



세계 의료용 로봇 시장 전망

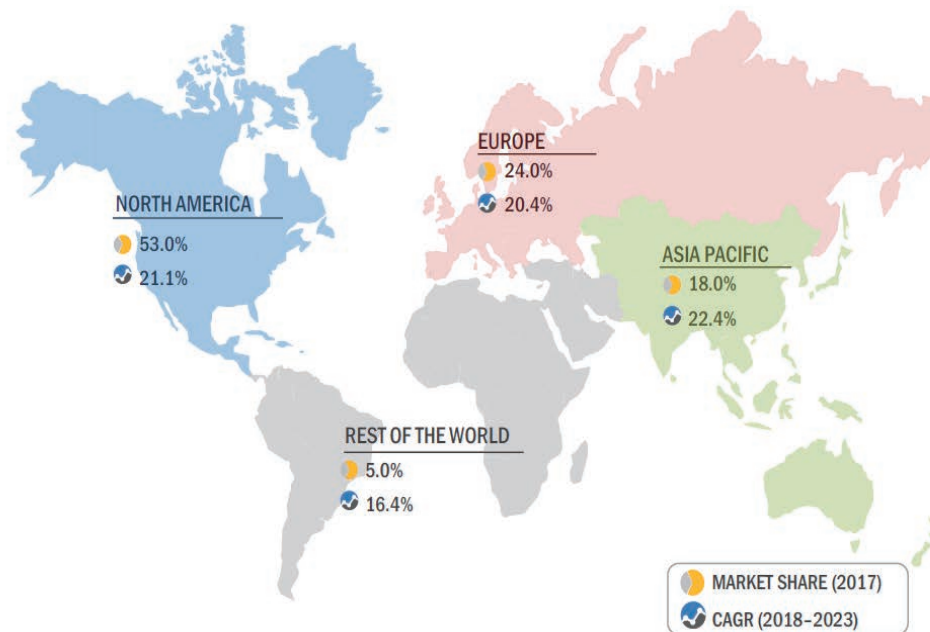
의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

18

Medical Robotics Market

- 세계 수술 로봇 시장 지역별 전망 :
북미 지역 : 2017년 세계시장의 53.0%, 2023년까지 가장 큰 시장 유지예상
아시아/태평양 지역 : 가장 높은 성장률 예상 (CAGR 22.4%)



세계 수술 로봇 시장 지역별 전망

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

19

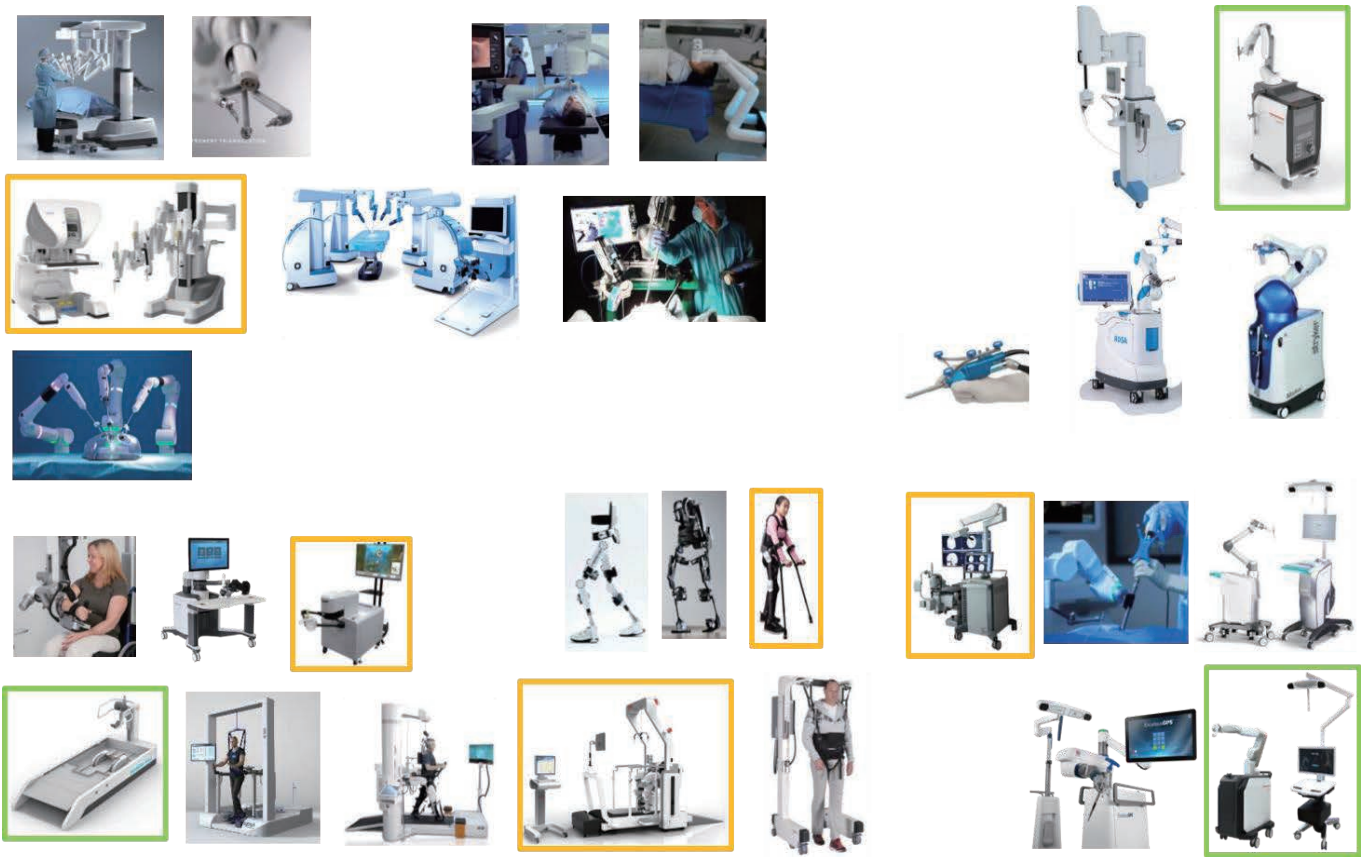
3. 국내·외 제품 현황

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

20

“ 의료로봇 시대가 온다. ”



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

21

국내 수술로봇 업체



정형외과분야 무릎관절수술로봇 "큐비스 조인트", 척추수술로봇 "큐비스스파인", 보행재활치료로봇 "모닝워크" 를 보유한 한국을 대표하는 의료용로봇 전문기업



세계에서 두 번째로 개발된 마스터-슬레이브 타입의 복강경수술로봇 시스템인 'Revo-i'는 담낭 및 전립선 절제술 임상 시험 및 품목허가 완료하여 사업화 단계



산업통상자원부 지원으로 신경외과 및 ENT 분야 수술로봇을 개발하였으며, DBS (뇌정위수술) 수술로봇을 식약처 인허가를 받았고 현재 사업화 단계임







의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

22

국내외 제품현황

o Major Player

Intuitive Surgical	Medtronic	Stryker
da Vinci	Mazor	MAKOplasty
Laparoscopy/Prostate surgery	Spine surgery	Joint replacement surgery
<ul style="list-style-type: none">▪ Global best-selling surgical robot▪ Over 5,500 units are sold▪ Master-Slave type▪ 4 robot arms	<ul style="list-style-type: none">▪ Fixating Robot & Surgical Table▪ Planner & Navigation, Intra Operation Varification▪ Inserting K-Wire Type	<ul style="list-style-type: none">▪ Uni-knee replacement surgery▪ Over 1,000 units are sold▪ Semi-active robot : surgeon guides the robot arm by hand
 Master	 	

22

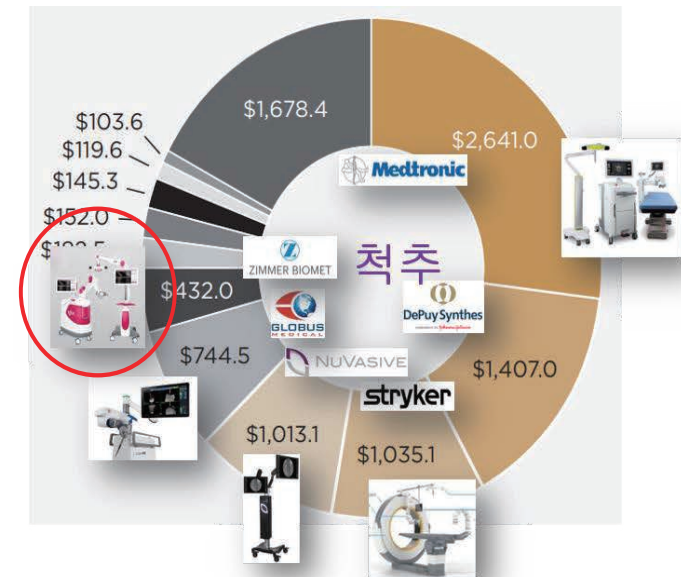
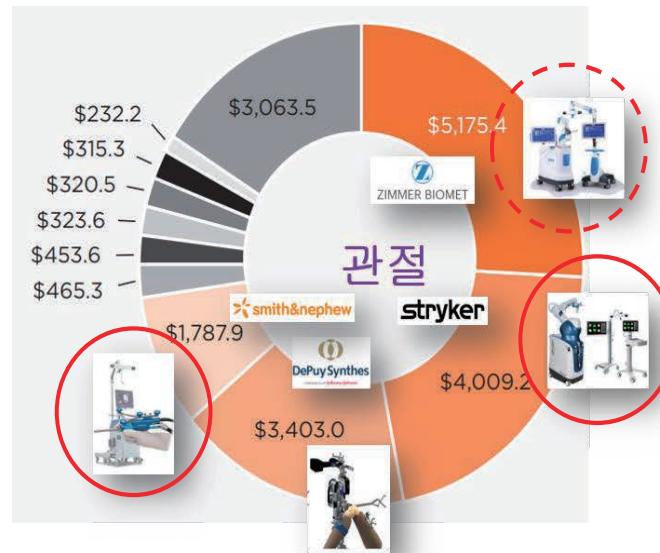
의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

23

관절 및 척추 수술로봇

- 2019년 관절 및 척추 임플란트 Top 10 기업의 시장점유율 및 로봇 매출현황



○ 국내 진입 완료(허가, 판매)

Orthoworld 2020 highlights

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

24

국내외 제품현황

- Orthopedic Surgical Robot
MAKO : 2020년 누계 판매수량 1,000대 달성(2013년 미국 Stryker사에 1.8조원에 피인수)
CUVIS-Joint : 큐렉소 인공관절치환수술로봇, 2020년 인도에 5년간 공급 수출계약 체결

Company		Curexo	Stryker	Zimmer Biomet	Smith & Nephew
Product		CUVIS JOINT	MAKO	ROSA	Navio
Picture					
Robot Type		6 Axis Articulated Robot	6 Axis Haptic Robot	6 Axis Articulated Robot	-
Image		CT	CT	Not Required or X-rays	Not Required
Tracker		OTS [NDI, Polaris-Vega]	OTS [NDI]	OTS [NDI, Polaris-Vega]	OTS [NDI]
Registration		Point Picking [Excluding Shaft Band] 	Point Picking [Excluding Shaft Band] 	Point Picking 	Surface Mapping 
Technique		-measured resection -gap technique	-measured resection -gap technique	-measured resection -gap technique	-measured resection -gap technique
Cutting	Method	Automatic	Passive	Passive	Passive
	Tool	End-mill Shaped	Ball Shaped Bur/ Saw	Saw	Distal Bur / Saw
	Holder	Sleeve Support Type  	Hand Grip Type  	Hand Grip Type  	Hand Grip Type  

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제







큐렉소 부사장
정성현

25

국내외 제품현황

o Spine Surgery Robot

Medtronic : Mazor 인수(2013년), Zimmer : Rosa 인수(2014년) → Global 의료기기 회사
Curexo : CUVIS-Spine, 2020년 세브란스병원 수술 적용

Company	Curexo	Medtronic		Zimmer Biomet	Globus Medical	TINAVI
Product	CUVIS-Spine	Mazor X™	Mazor Renaissance®	ROSA™ spine	Excelsius GPS™	TiRobot®
Picture						
Approval	MFDS (2019) CE(2020)	FDA (2017.4)	MFDS (2012) CE, FDA	MFDS (2016) CE, FDA(2016.1)	CE (2017. 1) FDA (2017.8)	CFDA (2016)
Image	O-arm, C-arm	C-arm, O-arm	CT / C-arm	O-arm	O-arm, C-arm, CT	3D C-arm
Tracker	OTS	3D Scanner Stereo Camera	Bridge	OTS	OTS	OTS
Guide	K-wire Dilator and Tapper Self tapping screw	K-wire	K-wire	K-wire	Dilation and Tapper	K-wire
Target Tracking	○	X	X	△	○	△

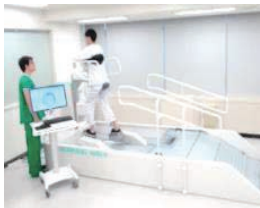



의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

26

국내외 제품현황

o Gait Rehabilitation Robot

Morning Walk (Curexo, Korea)	Lokomat Pro (Hocoma, Swiss)	G-EO System (Reha tech, Swiss)	Walkbot (P&S, Korea)
			
End-effector, seat	Exoskeleton, treadmill and parachute harness	End-effector, and parachute harness	Exoskeleton, treadmill and parachute harness
< 5min	30min	20min	30min
Ground walking, Stair up/down	Ground walking	Ground walking, Stair up/down	Ground walking

*setup time

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

27

Active Surgical Dr. Peter Kim

CNMC, Washington D.C.

의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

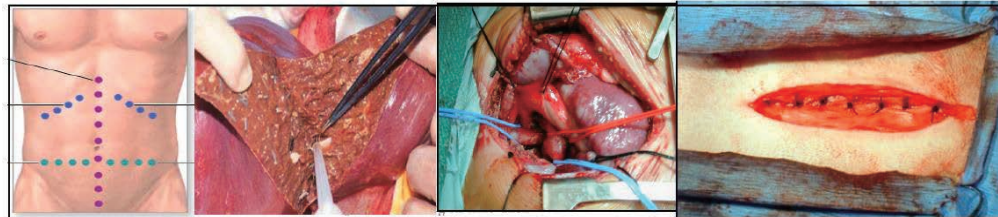
큐렉소 부사장
정성현

28

Active Surgical Anastomosis Robot (STAR)

Anastomosis

- Surgical connection of separate tissues, particularly 2 tubular anatomical structures such as blood vessels or loops of intestine
- An essential part of many surgical procedures
- For many laparoscopic procedures, anastomosis is:
 - Most technically demanding
 - Most likely to fail
 - Most time consuming aspect of surgery



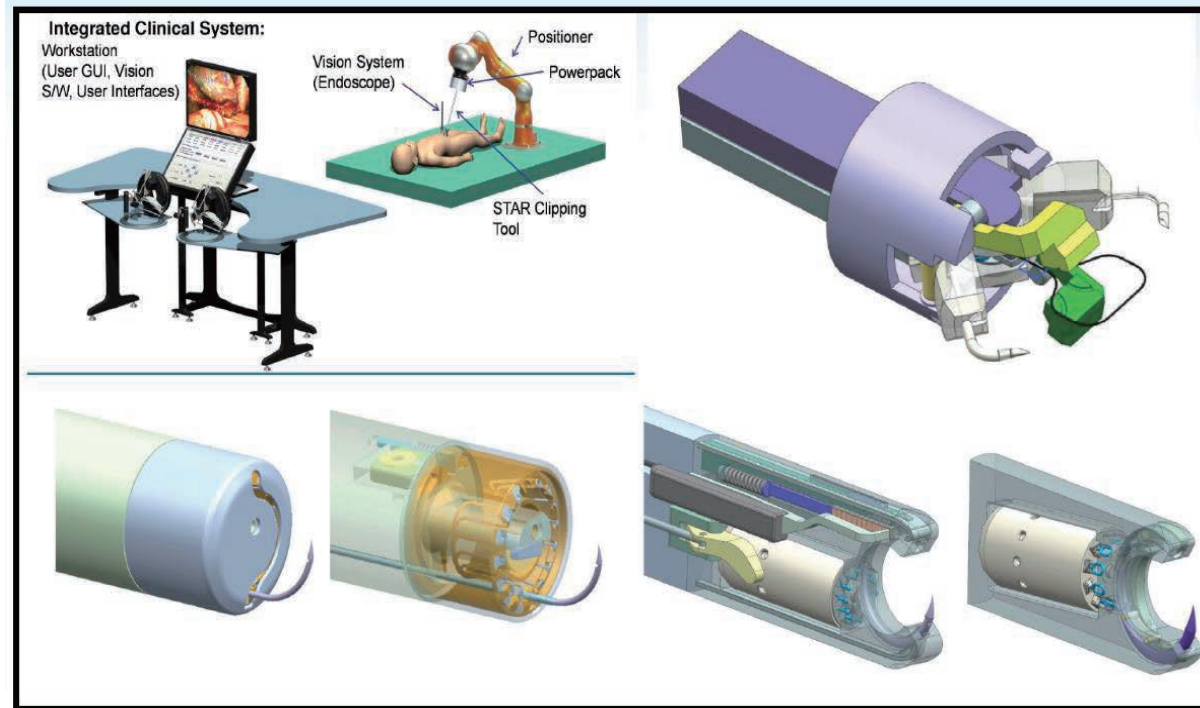
의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

29

Active Surgical Anastomosis Robot (STAR)

STAR (Smart Tissue Anastomosis Robot) 2.0



**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

30

4. 큐렉소 의료로봇

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

31

Curexo Robots



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

32

CUVIS-joint

인공관절 수술로봇 CUVIS-joint



✓ 제품개요

CT 영상을 기반으로 수술 전 수립한 수술계획에 따라 정밀하게 뼈를 깎는 관절수술로봇

✓ 특징

- Open Platform(임플란트 선택 가능)
- 정확한 수술 계획
- 정밀한 실행(Cutting)
- 최적의 Alignment
- 수술 중 계획변경, Gap Balancing 가능

✓ 인허가

· MFDS 2020년 상반기 승인

✓ 사양

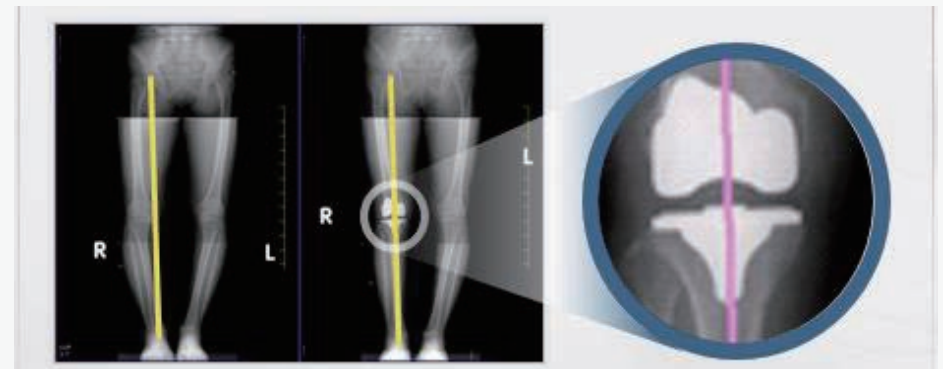
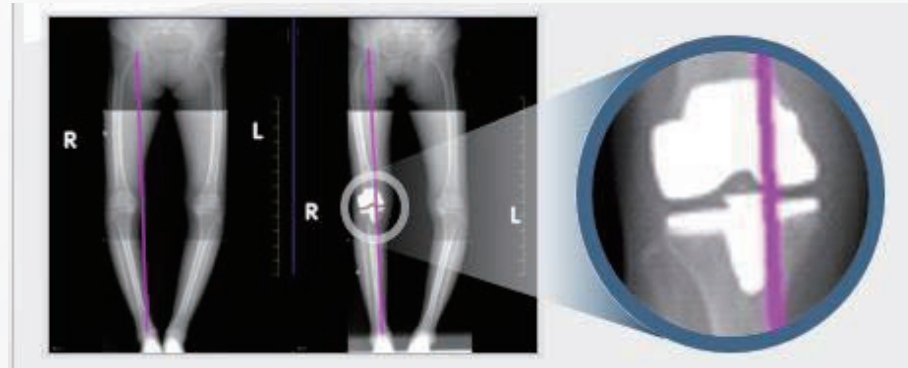
품목명 및 등급		· 자동화시스템 로봇수술기 (3등급)
기능	수술계획	· CT/MRI 영상 기반 수술계획
	뼈 절삭	· 선택부위별 자동절삭(밀링), 드릴링 가이드
	안전기능	· 비상 시 절삭중지기능, 절삭 톨 후퇴기능
기타특징		· 넓은 수술영역 및 높은 자유도(6자유도 다관절) · 컴팩트한 외형으로 공간점유 최소화
원부주적		· OTS(Optical Tracking System, 광학식 위치추적)

의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

33

TKA (Total Knee Arthroplasty)



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

34

Surgical Process



의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

35

TKA robot surgery



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

36

CUVIS-spine

척추수술로봇 CUVIS-spine



✓ 제품개요

척추경 나사못 삽입 시 수술계획에 따라 정확히 안내하고 고정해주는 척추수술로봇

✓ 특징

- 2차원(C-arm)과 3차원(O-arm) 영상 / Open과 Percutaneous 모두 지원 가능
- 정확성: 고도의 Robot Arm Calibration과 강건한 위치 및 자세 유지
- 안정성: 환자 움직임의 실시간 모니터링과 실시간 시스템 감시
- 편의성: 복잡한 절차를 간소화하고 사용의 편리성 확보
- 유연한 Workflow / 전용 One-step Surgical Tool

✓ 인허가

- MFDS 2019년 하반기 승인
- CE 2020년 상반기 승인

✓ 사양

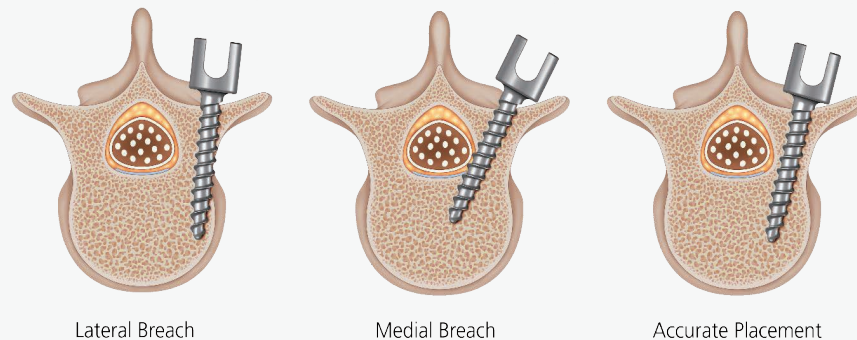
품목명 및 등급		· 네비게이션 의료용 입체정위기(2등급)
정확도	Robot Arm	· 0.5mm [RMS]
	Laser Guide	· < 1mm [RMS]
	Tool Guide	· < 1mm [RMS]
Planner SW		· 수술 중 계획변경, 각 단계별 Validation 기능
항부추적		· OTS(Optical Tracking System, 광학식 위치추적)

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

37

Pedicle screw fixation



의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

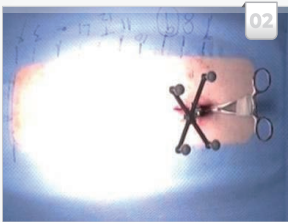
38

Surgical Process

Procedure (C-arm)



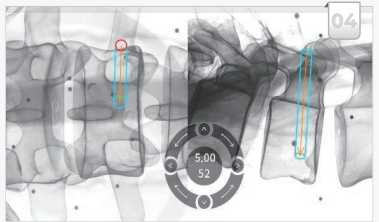
Target Selection



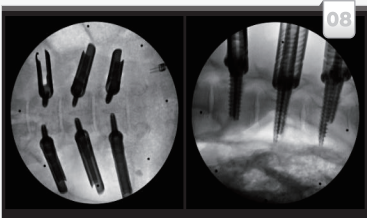
Patient Marker Attachment



C-arm Scan And Registration



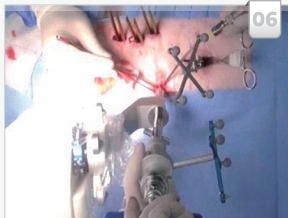
Planning



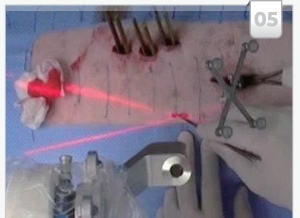
Post-op. C-arm Scan



Pedicle Screw Insertion (Percutaneous)



Instrumentation Anchoring & Tapping (Navigation)



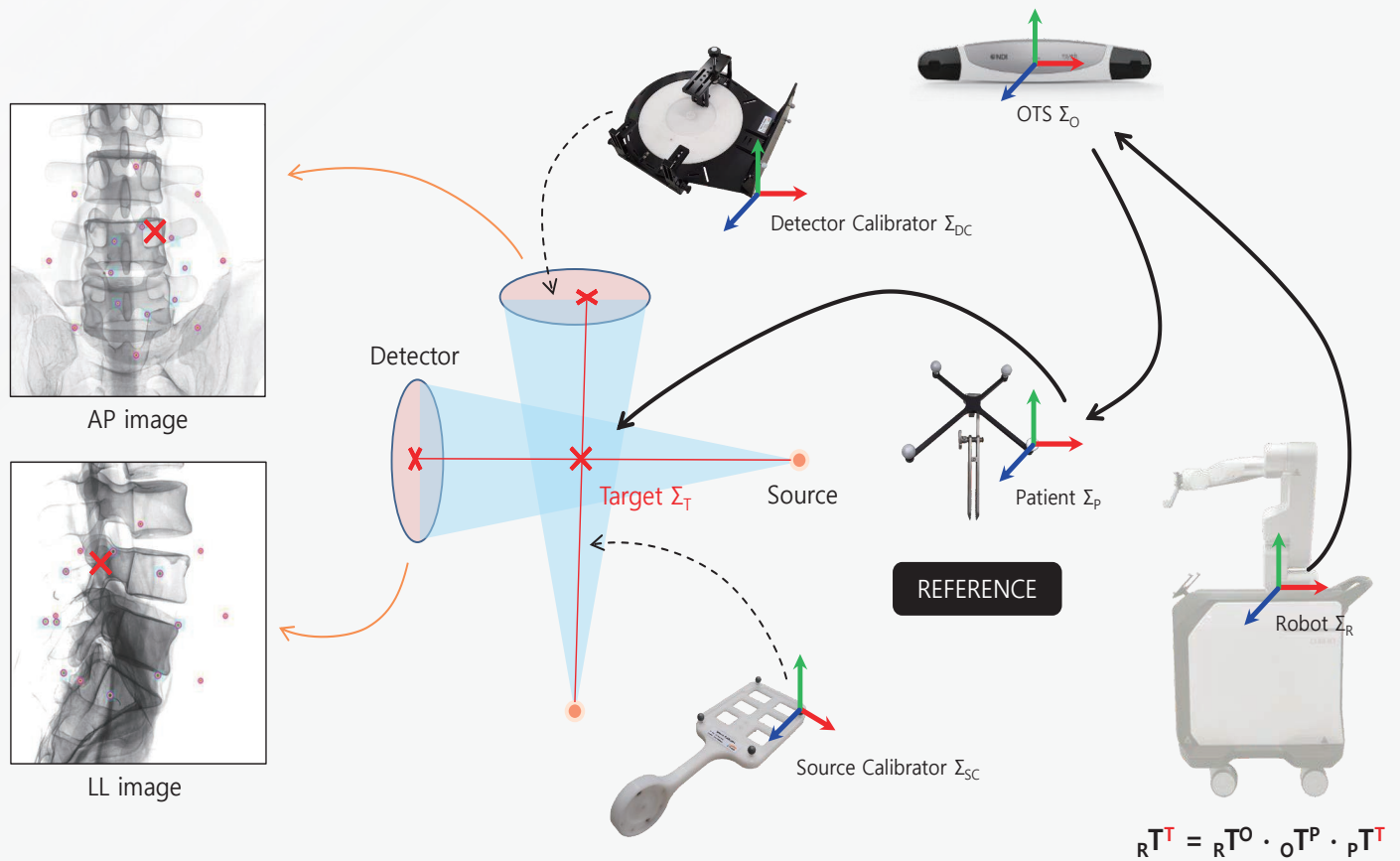
Laser Guide And Incision

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

39

Registration – C-arm image to Robot



C-arm virtual space

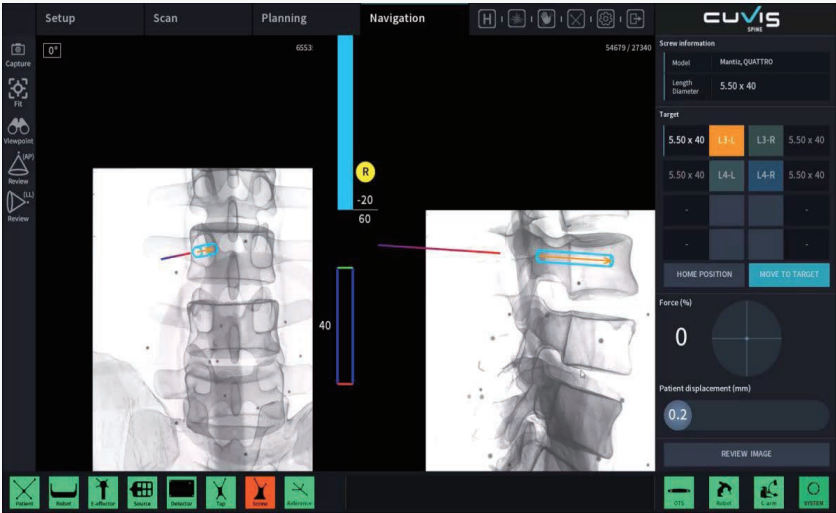
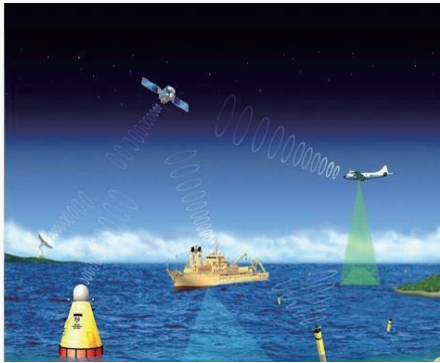
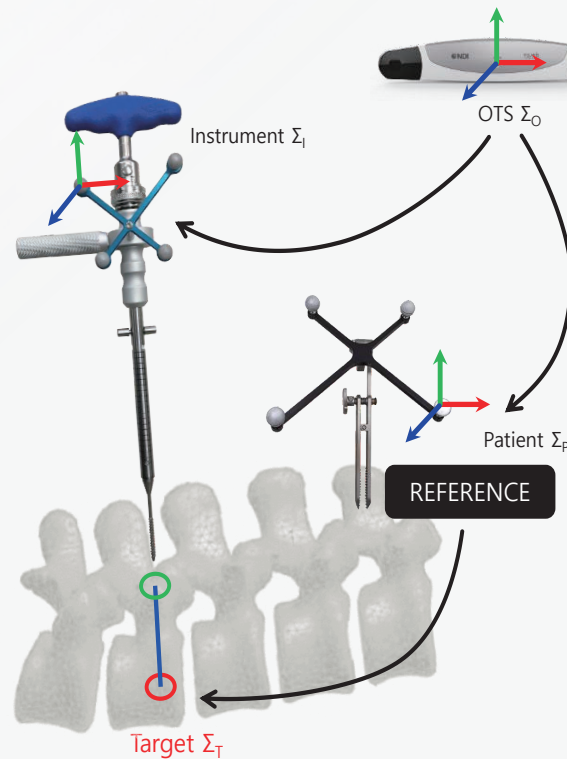
Real world 3D space

의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

40

Navigation – locating surgical instrument



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

41

MORNING WALK | Gait Rehabilitation Robot

■ 제품개요

- 하지 마비 및 기능저하 환자의 보행재활 훈련용 로봇
- 발판의 움직임을 통한 보행 구현, '착석형 체중지지' 방식

■ 특징

- 평지, 계단 등 다양한 보행훈련 가능
- 환자 탑승 및 치료 준비시간 단축(30분 → 5분)
- 낮은 지상고로 설치공사 불필요

■ 사양

품목명		로봇보조 정형용 운동장치 (3등급 의료기기)
기능	보폭 및 분속	보폭 : 30~55cm, 분속 : 4~70 steps/min
	최대허용 체중	135kg

CE 인증 획득(16.12)
FDA 등록 완료(17.01)



의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

42

Morning Walk [MW-S200]



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

43

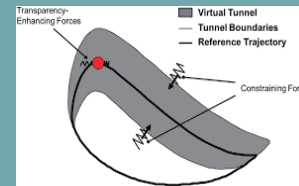
Morning Walk® (Model: MW-S200) 상세기능 - 훈련 프로토콜 및 훈련 모드

다양한 보행 환경 구현



- 평지, 계단오르기, 계단내려가기, 경사로오르기, 경사로내려가기 등의 다양한 보행 구적 구현
- 계단 3단계 (7, 12, 17cm)
- 경사로 4단계 (5, 10, 15, 20°)
- 좌/우 보행 파라미터 독립 제어
- 환자 증증도에 따른 단계별 훈련 가능

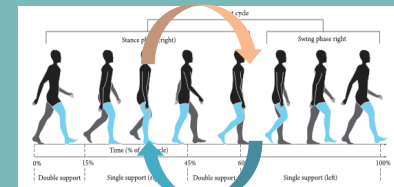
궤적가변모드 (Trajectory Interaction)



- 환자의 의지에 따라 보행 궤적 제어 가능 (Impedance control)
- 표준궤적을 기준으로 가상의 터널이 존재하여, 환자의 능동적 의지에 따라 궤적이 달라짐

※ Active Mode

구간 반복 훈련 모드 (Section Repeat)



- 특정 보행 궤적의 반복 훈련 기능
- Initial Contact, Toe-Off 및 Midstance 훈련
- 의료진이 시작-종료 구간, 멈춤 시간 설정 가능

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

44

Morning Walk® (Model: MW-S200)

제품 상세기능 – GUI (실시간 피드백 기능)

실시간 피드백 제공

- 지면반력(GRF), 체중지지(BWS) 및 족압 분포 모니터링
- 균형감각 모니터링 (Butterfly Diagram)
- 바이오피드백(SpO2, Heart Rate) 데이터 제공

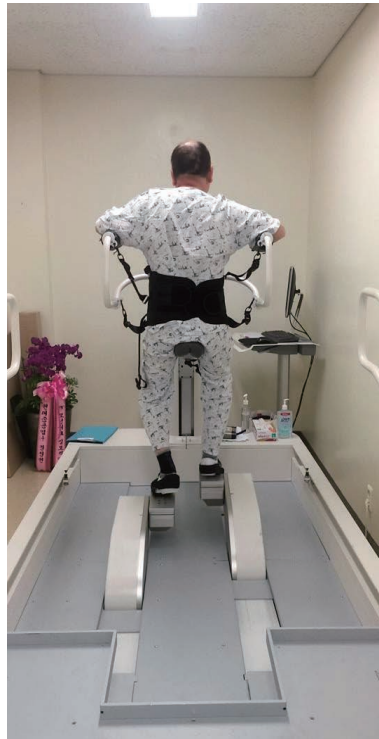


의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

45

모닝워크의 훈련효과 연구(병원 A)



로봇탐승 1주차



로봇탐승 3주차

60/M, 2016.04.11, Lt. Hemiparesis Cerebral infarction of Rt. MCA

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

46

5. 제언 및 맺음말

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

47

의료로봇 신산업화 기회

의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

48

의료로봇 신산업화 기회



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

49

기회 VS 위기

의료용 로봇 개발 활기... 수술-재활로봇 속속 상용화

중소기업 큐렉소·미래컴퍼니·이지엔도서지컬 등 R&D 활발

임종선 기자 jslim1971@bokuennnews.com / 2019.10.16 06:02:00

매년 급격한 성장세를 보이고 있는 의료용 로봇 시장에서 국내에서도 중소기업들 중심으로 꾸준한 연구개발이 이뤄지고 있다.

시장조사기관인 마켓앤마켓은 2017년 54억7000만달러이던 세계 의료로봇시장은 5년간 연평균 21% 성장해 2023년 167억4000만 달러에 도달할 것으로 전망했다.

수술용 로봇 시장의 경우 2018년 39억달러 규모에서 5년간 연평균 10.4%씩 성장해 2023년에는 65억달러 규모가, 재활로봇 시장은 2018년 6억4100만달러 규모에서 2025년 64억달러 규모로 10배가량의 높은 성장이 예상되며, 수술로봇 다음의 시장을 차지하고 있다.

KISTEP의 기술동향브리프 '의료서비스 로봇' 보고서에 따르면, 국내 의료서비스 로봇 시장을 보면 수술로봇은 중소기업 위주의 글로벌 경쟁력있는 다수 제품들이 개발되어 판매되고 있으며, 다양한 제품이 임상시험 및 품목허가 취득을 진행하고 있다.

의료로봇 전문기업 큐렉소는 국내 17개병원에서 사용 중인 액티브 수술로봇 '로보닥', 그 차기 버전인 인공관절 수술로봇 '티슬루션원<사진>'을 출시했고 척추수술 등 정형외과 용도의 '큐비스스파인' 및 '큐비스조인트' 로봇 연구개발도 추가로 진행하고 있다.

기존과 달리 관절 부위에서 완전자동으로 움직이는 티슬루션원은 무릎과 엉덩이 부위 인공관절 전치환



"국내 재활 로봇업계, 사업 존폐 위기에 놓여 있다"

'제3차 의료로봇 관련 규제개선 및 혁신성장 세미나'서 지적

승인 2019.10.30 20:27:57



"국내 재활 로봇업체들이 사업 존폐의 위기에 몰려 있다", "재활 로봇에 대해 보험수가 적용을 빨리 추진해야 한다", "임상 데이터를 외부에 공개, 데이터 이용을 활성화 해야 한다" "재활 로봇 개발자들이 아니라 사용자들의 말을 귀담아 들어야 한다"

30일 국회 의원회관 제1세미나실에서 열린 '재활로봇:제3차 의료로봇 관련 규제개선 및 혁신성장 연속 세미나'에서 참석자들은 이같은 발언을 쏟아냈다. 이번 행사는 이원욱 의원(과방위), 기동민 의원(보건복지위), 최인호 의원(산자위)과 (재)ROHUSO(이사장 이원웅)가 주최하고, ㈜로봇엔휴먼네트웍스, 고려대의료원, DST시스템, 대한의료로봇학회가 주관했다.

국립재활원 송원경 재활로봇중개연구사업단 단장(재활로봇의 필요성 및 활용 현황), 카이스트 공경철 교수(재활로봇 개발 및 정책 현황), 윤병욱 로휴소(ROHUSO) 대표가 재활 로봇 관련 제도 현황 분석

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

50

의료로봇 관련제도

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

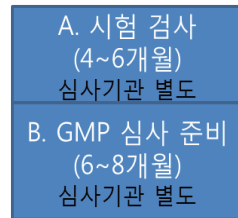
51

MFDS – 의료기기 인허가 절차

- 담당기관: 식약처 (MFDS) – 의료기기안전국 – 의료기기심사부
- 의료기기 등급 분류: 2등급, 3등급에 해당
- 인증 절차

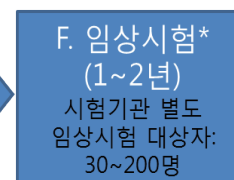
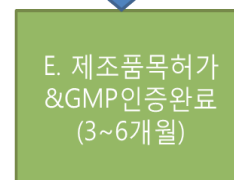
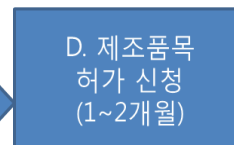
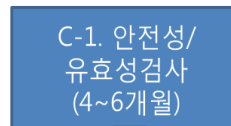
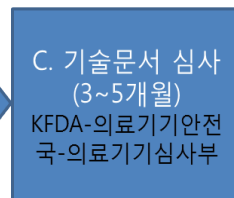
시험검사 심사기관

- 1) 한국산업기술시험원
- 2) 한국기계전기전자시험연구원(경기도 군포)
- 3) 서울대학교병원 임상의학연구소
- 4) 연세대학교의료원 연세의료기술품질평가센터
- 5) 한국건설생활환경시험연구원
- 6) 근로복지공단 재활공학연구소
- 7) 한국의료기기 기술원 부설연구소
- 8) 한국의료기기평가연구원 의료기기 시험원



GMP 심사기관

- 1) 산업기술시험원
- 2) 한국기계전기전자시험원
- 3) 한국화학융합시험연구원
- 4) 한국건설생활환경시험연구원



> 의료기기 등급 분류

1등급: 인체 비접촉, 잠재적 위험성 거의 없음

(ex. 환자이송로봇)

2등급: 사용 중 고장나면 위험, 잠재적 위험성 낮음

(ex. 보행재활로봇)

3등급: 인체 내 삽입, 사용, 잠재적 위험성 높음 (ex. 수술로봇)

4등급: 인체 영구 이식, 심장/신경계 접촉 (ex. 인공심장박동기)

*GMP 적합성 평가, 임상시험 절차 상세 설명

출처: 1) KFDA 의료기기안전국, 기술문서심사&시험검사 임상시험&GMP&안전국 소개 <http://www.kfda.go.kr/medicaldevice/>

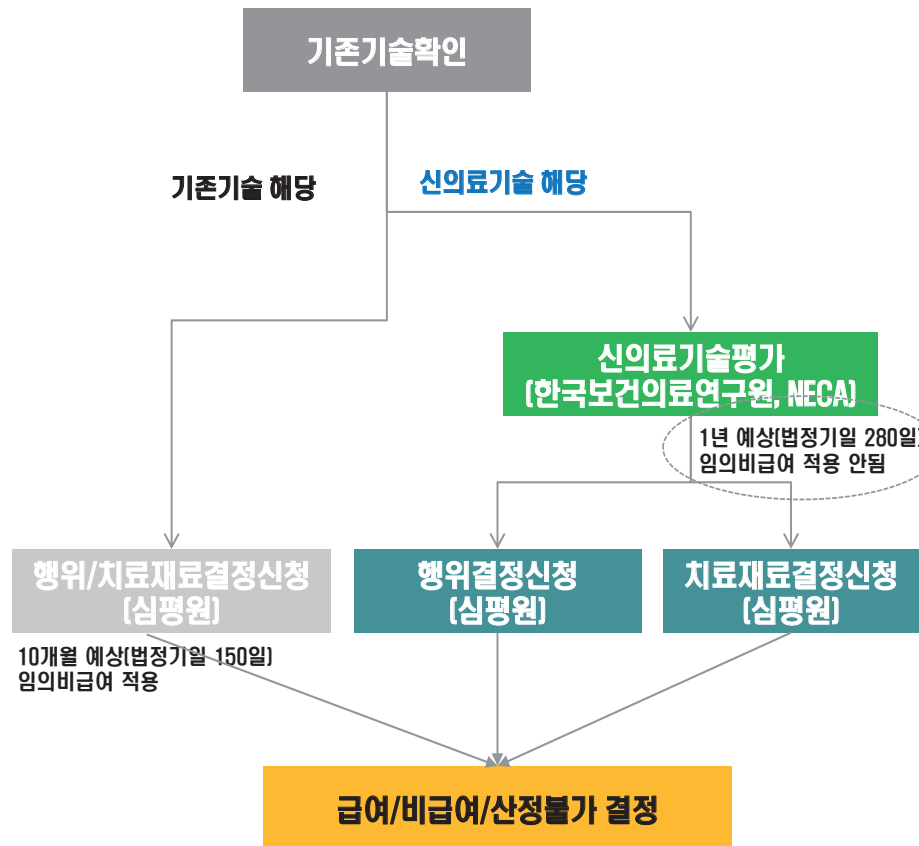
2) KFDA, 정보자료, 법령자료, 지침 및 가이드라인, 의료기기 GMP 심사 가이드라인

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

52

보험수가 등록절차



▪치료재료 또는 행위에 대한 보험수가 산정 불가시 현실적으로 국내판매 불가능

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

53

시장진입 = 건강보험 진입

의료기술의 전주기(Life Cycle)와 의료기술평가



식품의약품안전처 의료기기 허가 제품의 안전성유효성 심사 (80일)	건강보험심사평가원 기존기술 여부 확인 요양급여비급여 대상여부 판단 (30일, 심층 건 60일)	HTA 신의료기술평가위원회 신의료기술평가 의료행위의 안전성유효성 평가 (250일, 체외진단 140일)	건강보험심사평가원 급여여부 평가 경제성급여적정성 평가 (100일)
---	---	---	---

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

54

제언

- 인허가제도의 간소화
 - 인증시험/인허가 절차에 시간과 비용이 많이 소요(중소기업의 애로사항)
 - 절차 간소화, 제도 안내 및 인허가 원스톱 지원시스템의 강화
- 의료보험에 대한 전향적인 방향전환
 - 수술로봇, 재활로봇 등 첨단기술을 활용한 의료기기의 급여화 적극검토
 - 기존 기술과 첨단로봇 기술방법의 차이를 인정하는 신의료기술 평가 실시
- 정부지원 사업의 규모 확대
 - 해외 수출을 위한 국내병원에서의 트랙레코더 축적
 - 정부지원 실증사업의 규모 확대
 - 정부 연계 병원(경찰병원, 국군병원, 원호병원 등)에 우선 도입정책 검토

의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

55

Guideline of Surgical Robots

● We should consider mainly three aspects of surgical robots.

1. Consideration of surgeon opinion

- Surgeons prefer to adopt technologies that “assist” surgical tasks but unlike to “trust” computer or robotics in some critical tasks.

2. Short term surgical benefits

- For example, patient-specific surgical planning, soft tissue monitoring system, and user-friendly surgical instruments could be helpful to improve surgical results.

3. Long term cost-effectiveness

- It is very difficult to verify long term cost-effectiveness of new surgical robots.
- However, we could obtain clinical evidences such as uniform and predictable surgical results and reduced learning curve of trainee surgeons.



의료용 로봇 기술 발전, 제품 동향 및 제도적 지원 과제

큐렉소 부사장
정성현

56

맺음말

- 의료로봇을 차세대 국가 주력산업으로 육성
 - 글로벌 경쟁력을 갖춘 차세대 수출형 주력산업 육성(세계시장 40조원, 2026년)
 - 의료로봇 관련 산업생태계 육성 및 활성화(임상현장기반 실증단지 구축)
- 의료서비스 해외수출 부가가치 제고
 - 의료로봇 + 의료서비스가 일체화된 “한국형 의료로봇 패키지” 수출
 - 첨단 국산의료기기 기반의 의료서비스 수출로 부가가치 향상
- 국민 건강복지 증진에 기여
 - 첨단 의료서비스 제공으로 치료시간 단축, 조기 퇴원 등 국민 의료혜택 향상
 - 의료서비스 고품질화/고효율화로 치료기간 단축, 합병증 저감 등 치료비용 절감

**의료용 로봇 기술 발전,
제품 동향 및
제도적 지원 과제**

큐렉소 부사장
정성현

57

THANK U
FOR YOUR ATTENTION



- 2017 ~ 현재 한국기계연구원 로봇메카트로닉스연구실장
- 1994 ~ 현재 한국기계연구원 연구원/선임/책임연구원
- 2005 ~ 2010 한국과학기술원(KAIST) 박사 (기계공학)
- 1994 ~ 1996 POSTECH 석사 (기계공학)
- 1990 ~ 1993 영남대학교 학사 (기계공학)

ABSTRACT

한국기계연구원 로봇기술 현황

공장에서 자동차를 제조하는 힘센 기계로 출발한 로봇은 청소로봇과 같이 어느덧 우리의 일상적인 삶에 가까이 다가와 있으며, 가까운 미래에는 우리 삶의 더 깊은 부분까지 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이러한 변화는 4차 산업혁명으로 제조분야 로봇에서 더욱 가속되고 있으나, 비단 제조환경에 사용되는 로봇에 국한되지 않는다.

한국기계연구원은 이러한 세계적 변화를 선도하고자 인간과 함께 혹은 인간을 도와 공동 작업을 수행할 수 있는 로봇기술, 지체장애인이 경험하는 삶의 불편함을 덜어주는 로봇기술, 코로나-19와 같은 감염질환 유행 상황에서 의료진을 도와주는 로봇기술 등 인간의 삶을 더욱 편리하고, 풍요롭고, 안전하게 도와주는 로봇기술을 개발하고 있다.

본 발표에서는 한국기계연구원이 보유하고 있는 다양한 로봇기술 가운데 인간을 닮았으며 복잡한 작업을 대신할 수 있는 양팔로봇, 인간의 손과 크기와 기능이 유사한 로봇 핸드, 대상체의 형상에 관계없이 다양한 물체를 파지 가능한 만능 그리퍼, 로봇의 전신에 감각을 구현할 수 있는 로봇커버, 점퍼와 같이 입을 수 있는 옷인데 착용자가 큰 힘을 내게 도와주는 의복형 웨어러블 로봇, 하지 절단 환자가 불편 없이 걸을 수 있도록 다리가 되어주는 로봇의족, 코로나-19와 같은 감염성 질환의 검체 추출을 비대면으로 진행할 수 있도록 도와주는 검사로봇 등에 관한 기술을 소개하고자 한다.

한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

01



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

02

인간과 로봇이 공존하는 미래를 위한 로봇기술

KIMM 한국기계연구원
Korea Institute of Machine Technology

현재

노동력을
제공하는 로봇



최근

로봇의 활용에 대한
사회적 필요성 증가

인간 - 인간
(인간에 의한 서비스 제공)

코로나 - 19

인간 - 로봇
(로봇에 의한 서비스 제공)

가정/
음식점/
물류

공장/
생산환경

병원/
장애인/
노인

미래

인류의 동반자, 로봇
(Bicentennial Man)

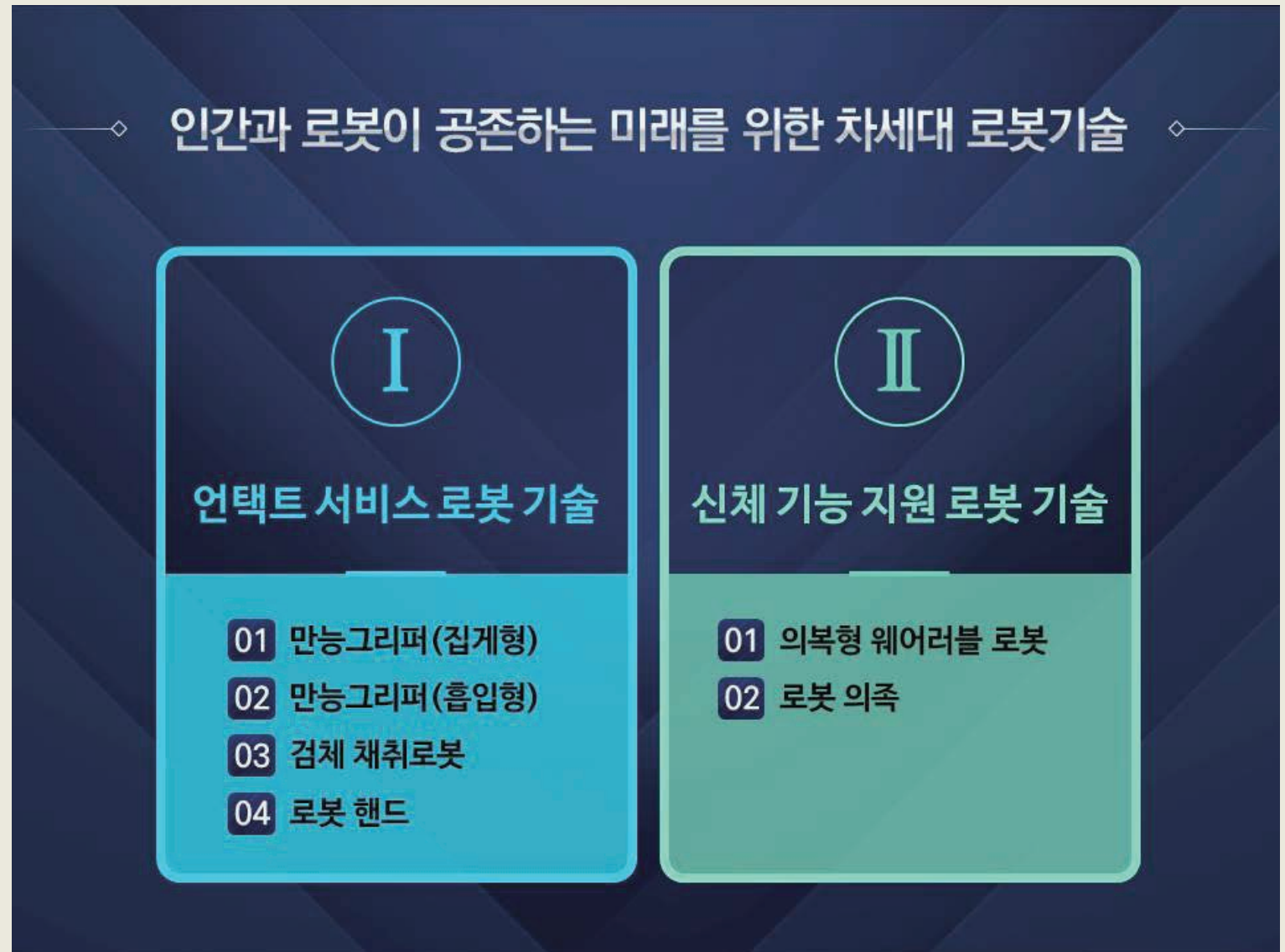


※ 출처 : <https://blog.naver.com/devilman0524/220723768678>

한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

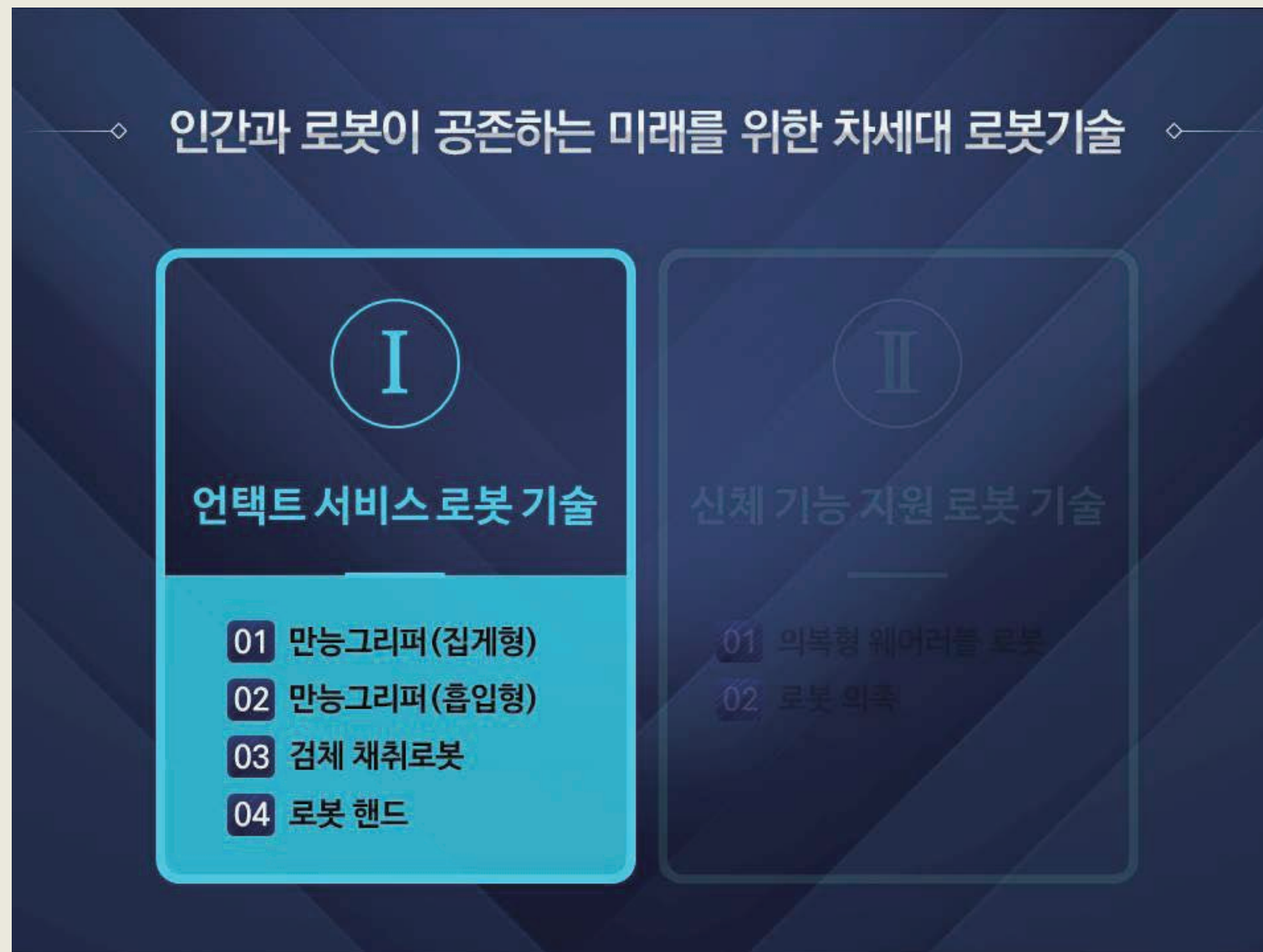
03



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

04



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

05

Part_ I 언택트 서비스 로봇

KIMM 한국기계연구원
Korea Institute of Machinery & Technology

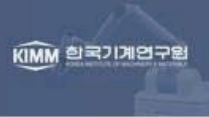


한국기계연구원 로봇기술 현황

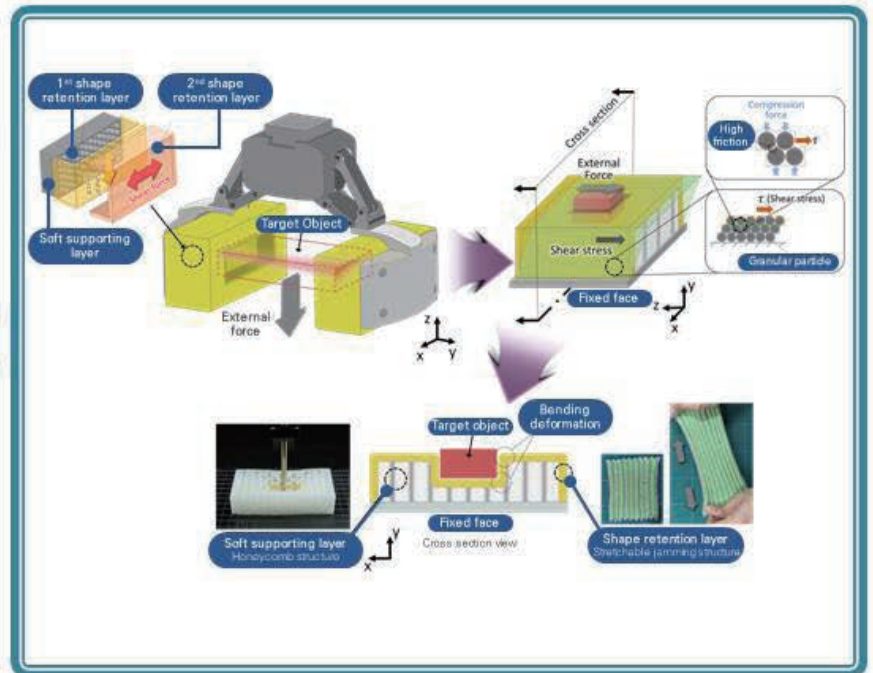
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

06

Part_ I 1. 만능 그리퍼 (집게형)



▶ 하나의 그리퍼로 모든 형태의 물체를 핸들링 필요



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

07

Part_ I 1. 만능 그리퍼 (집게형)



▶ 삼계탕 요리 (냄비, 생닭, 대추, PET병, 가스렌지 불켜기)



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

08

Part_ I 1. 만능 그리퍼 (집게형)



▶ 칵테일 만들기 (주스병, 레몬, 착즙, 컵)



한국기계연구원 로봇기술 현황

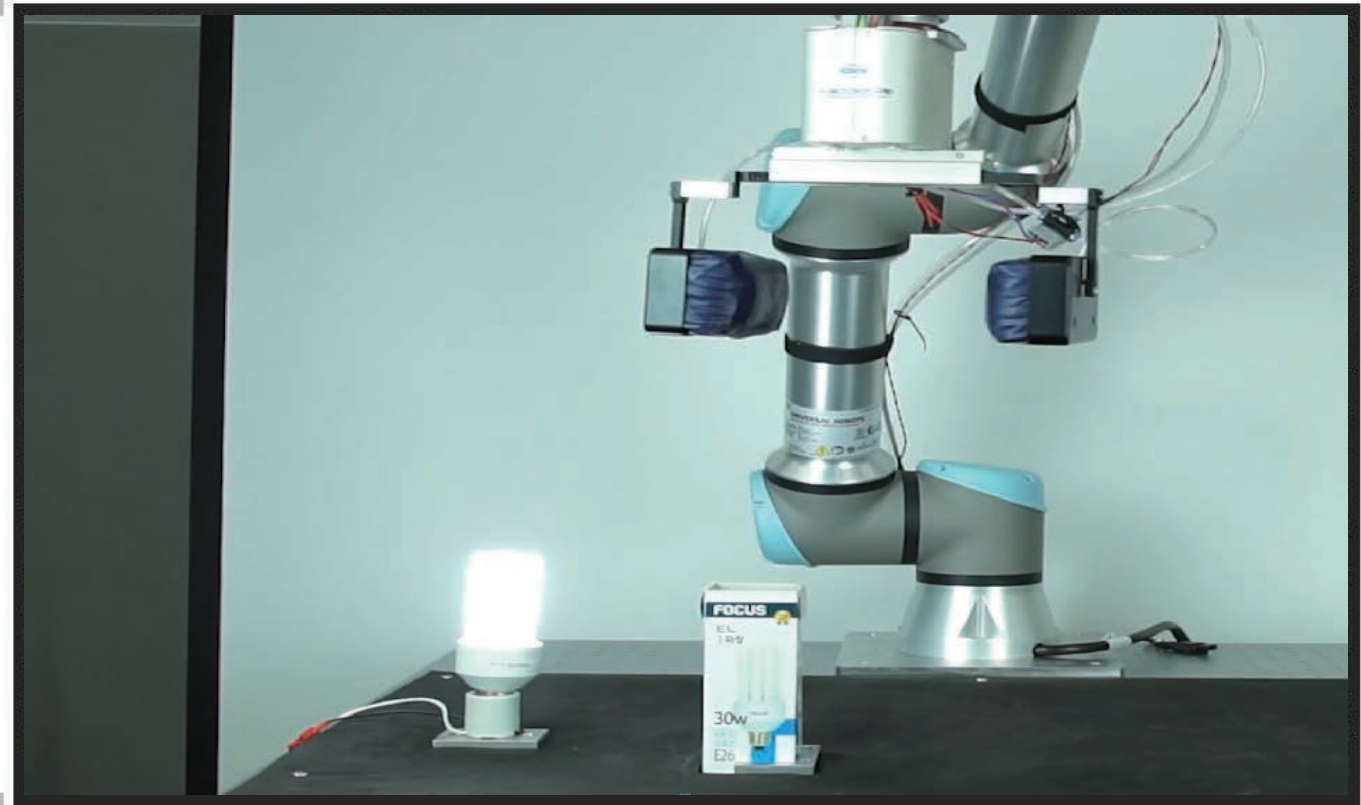
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

09

Part_ I 1. 만능 그리퍼 (집게형)



▶ 전구 풀어내기 (전구 형상에 무관, 깨지기 쉬운 부품 핸들링)

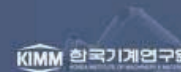


한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

10

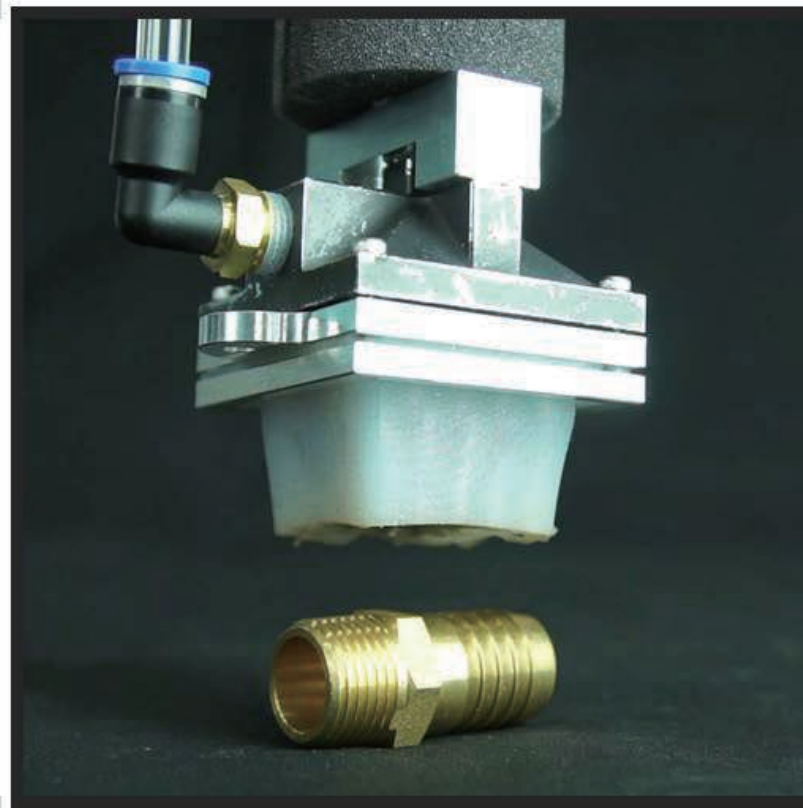
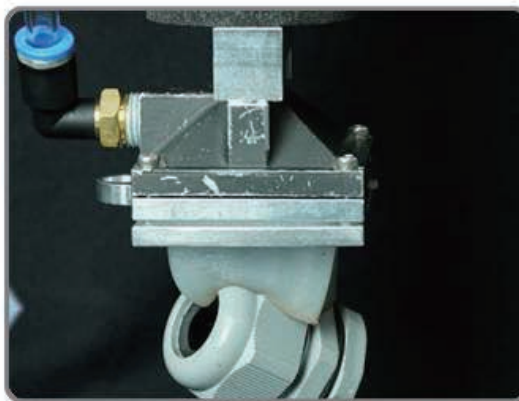
Part_ I 2. 만능 그리퍼 (흡입형)



▶ 코끼리의 코처럼 곡률이 심한 물체도 흡착하는 그리퍼



※ 출처 : 텍스트를 입력하세요



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

11

Part_ I 2. 만능 그리퍼 (흡입형)

KIMM 한국기계연구원

▶ 어떠한 공구도, 부품도 흡착 가능!



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

12

Part_ I 2. 만능 그리퍼 (흡입형)



▶ 처음 보는 물체도 처리 가능 (고성능 비전/학습이 필요 없음)



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

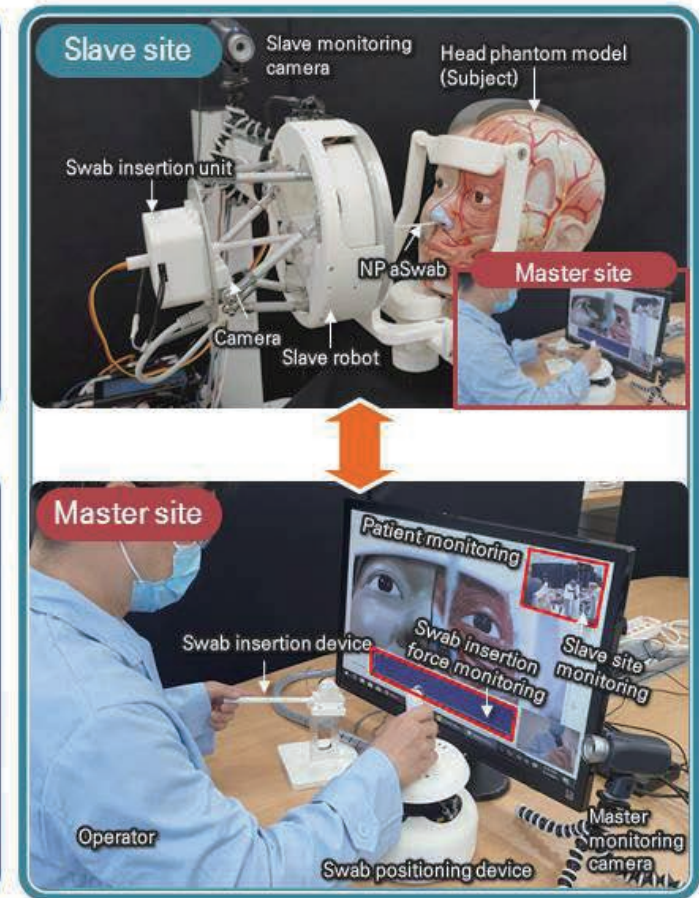
13

Part_ I 3. 검체 로봇 (코로나-19 비대면 검체 채취)

KIMM 한국기계연구원



※ 출처 : YTN 뉴스

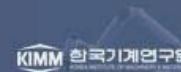


한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

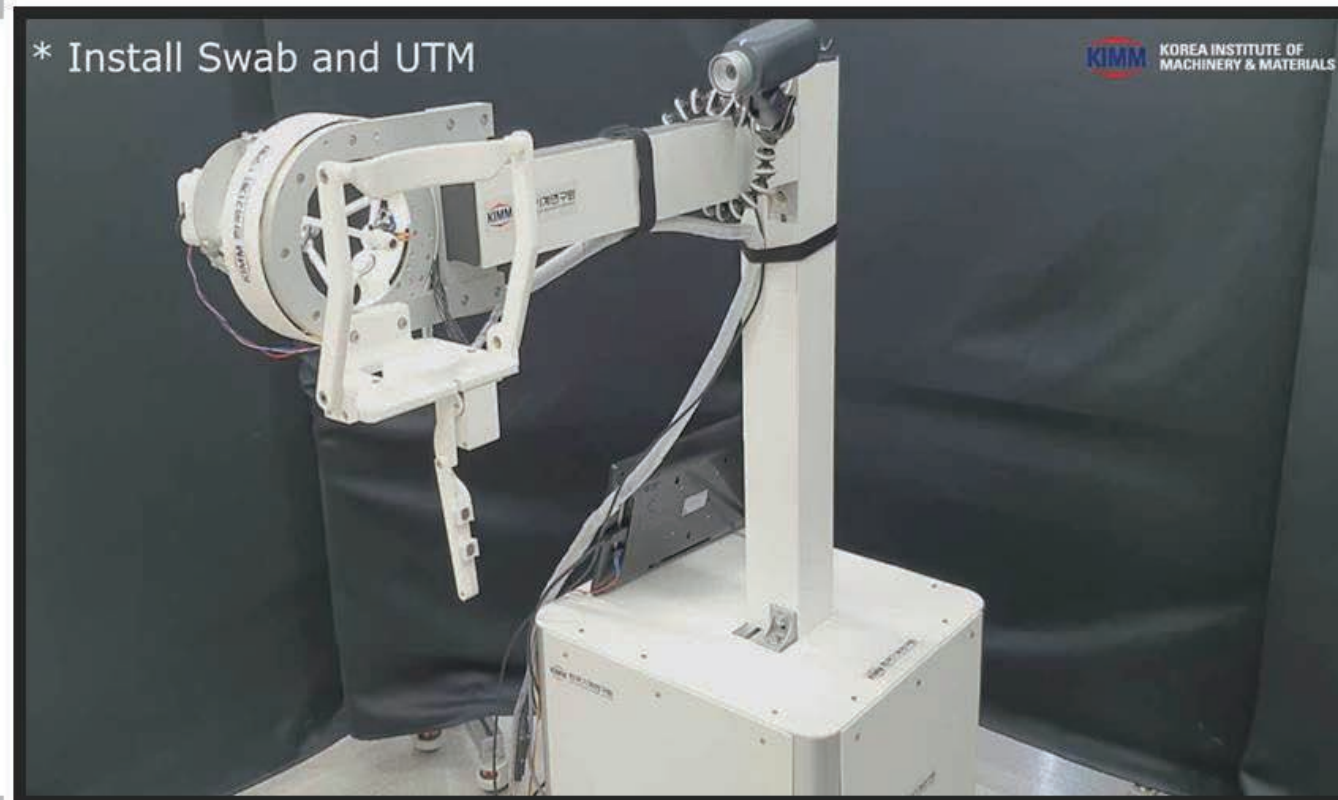
14

Part_ I 3. 검체 로봇 (코로나-19비대면 검체 채취)



▶ 비대면 상기도 원격 검체 채취 로봇 개발

* Install Swab and UTM



한국기계연구원 로봇기술 현황

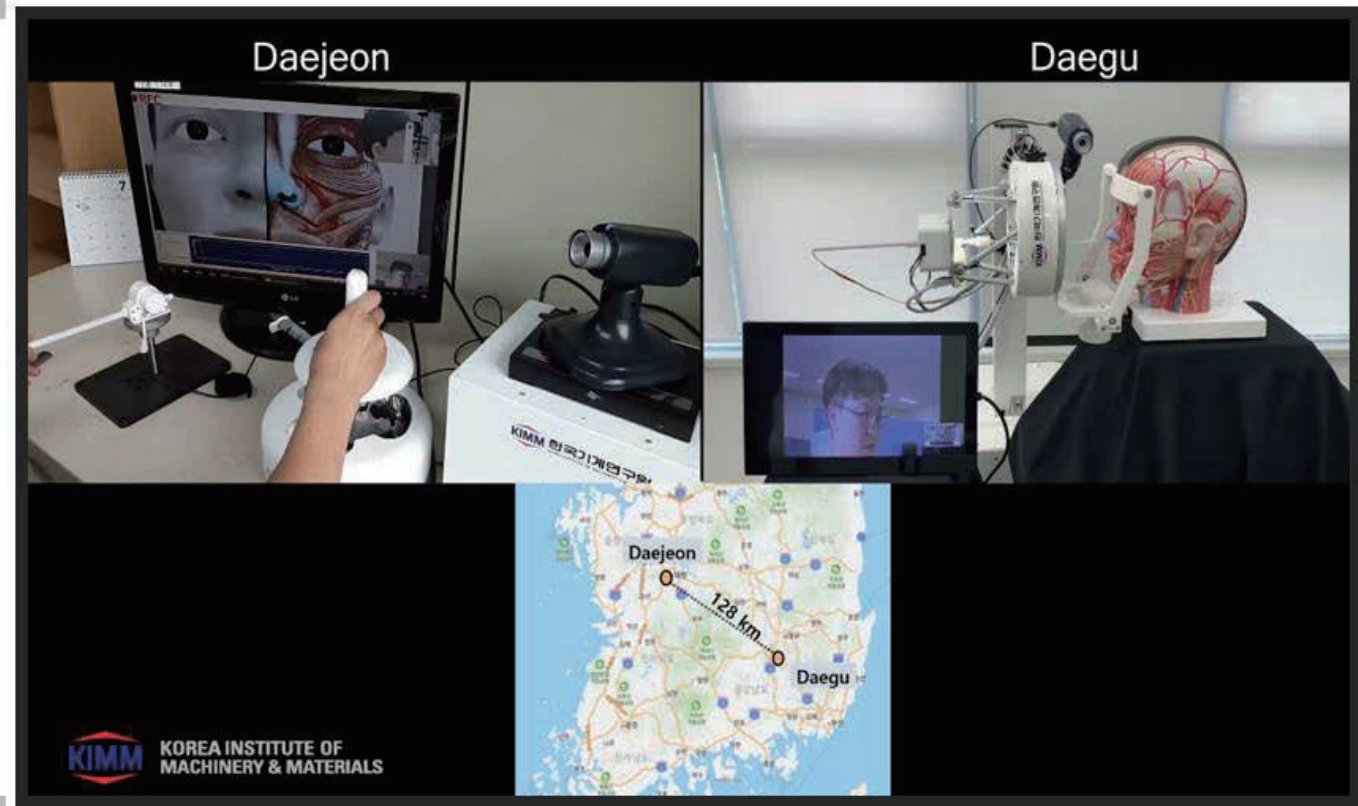
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

15

Part_ I 3. 검체 로봇 (코로나-19 비대면 검체 채취)



▶ 대전-대구 원격 검체 채취 시연



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

16

Part_ I 4. 로봇핸드 (생활도구 파지-가사로봇)



▶ 사람의 관절이 모사된, 생활 도구 파지가 가능한 로봇 핸드



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

17

Part_ I 4. 로봇핸드 (생활도구 파지-가사로봇)



▶ 가정용 분무기 사용



한국기계연구원 로봇기술 현황

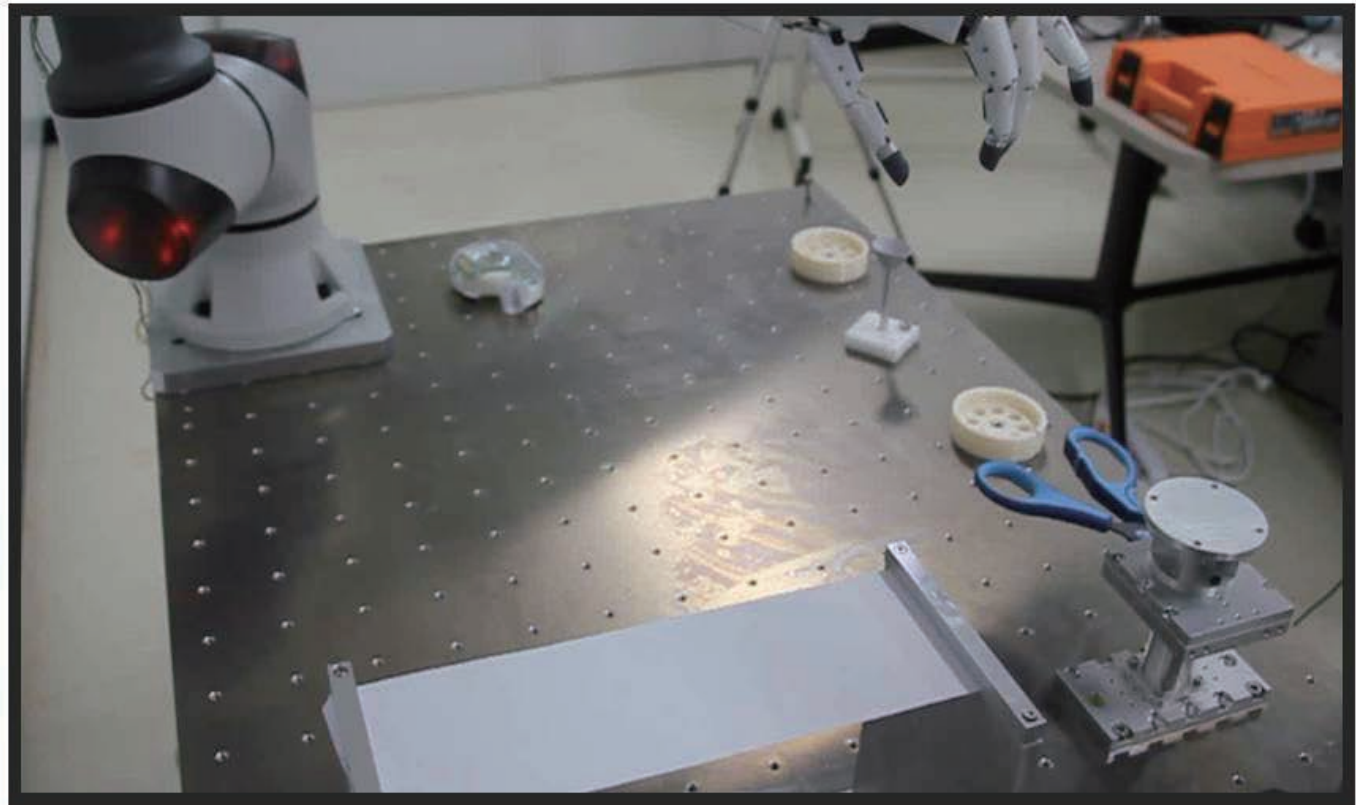
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

18

Part_ I 4. 로봇핸드 (생활도구 파지-가사로봇)



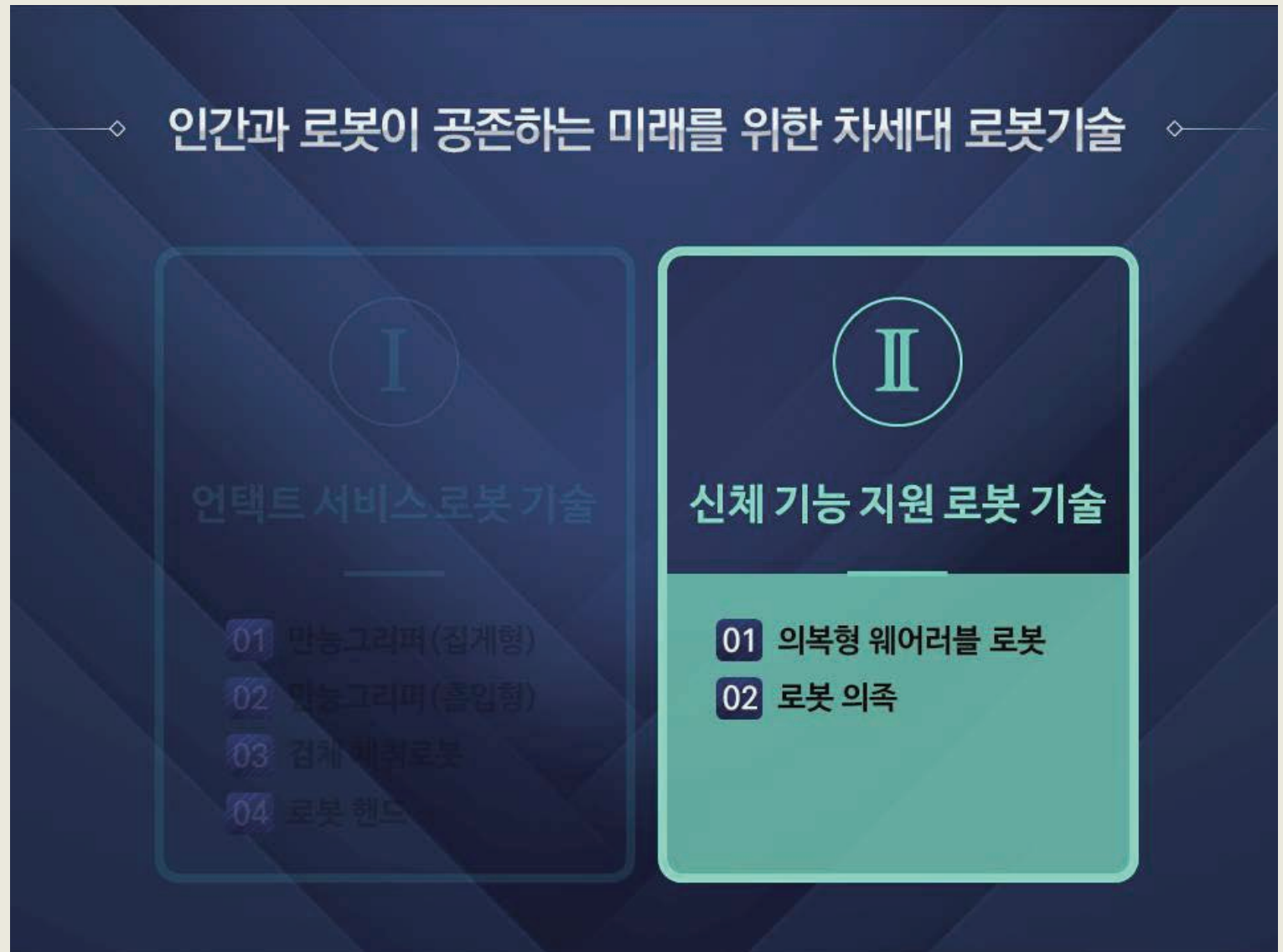
▶ 문구용 가위 사용



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

19



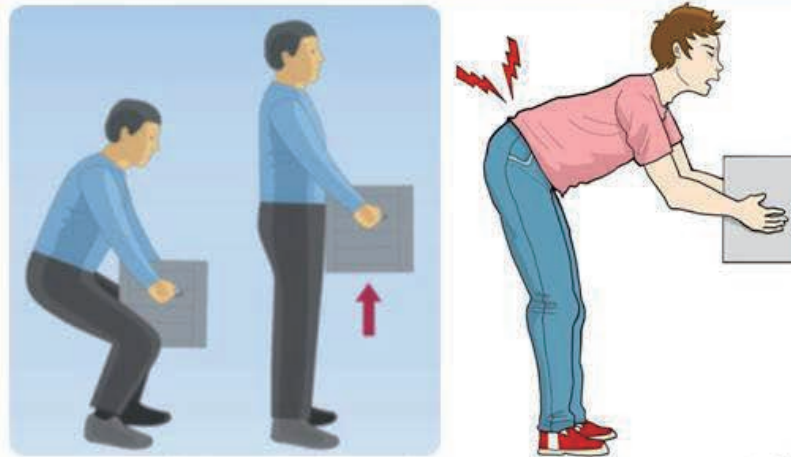
한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

20

Part_Ⅱ 신체 지원 로봇

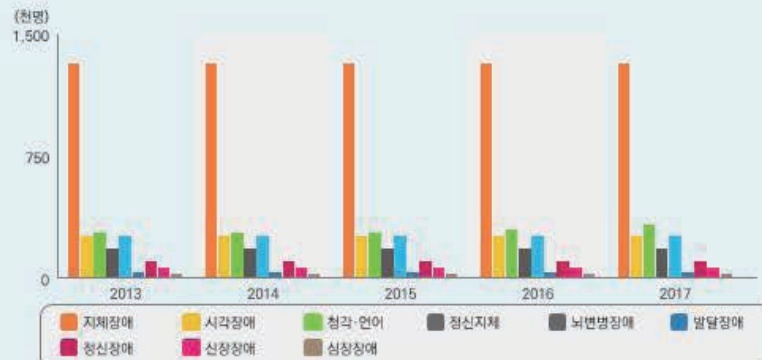
KIMM 한국기계연구원



※ 출처: <https://blog.naver.com/unidoctor/220481731311>



※ 출처: 로봇신문 <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=22177>



출처: 보건복지부 (시·도 장애인등록현황 자료)

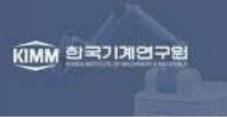


한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

21

Part_Ⅱ 1. 의복형 웨어러블 로봇



➤ 로봇형 보조장치 → 의복처럼 입으면 근력이 지원되는 로봇



한국기계연구원 로봇기술 현황

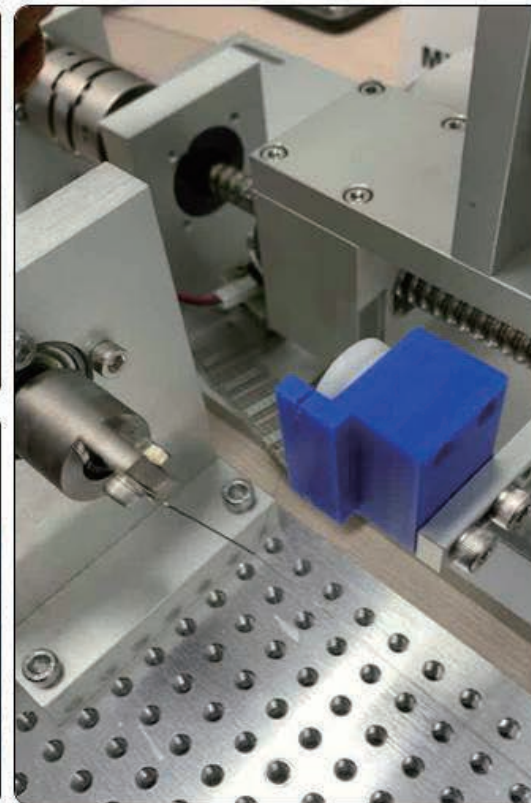
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

22

Part_Ⅱ 1. 의복형 웨어러블 로봇



▶ 천으로 된 로봇을 만들기 위한 옷감형 구동기 만들기

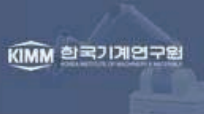


한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

23

Part_Ⅱ 1. 의복형 웨어러블 로봇



▶ 옷감형 구동기를 사용한 의복형 웨어러블 제작



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

24

Part_Ⅱ 1. 의복형 웨어러블 로봇



▶ 의복형 웨어러블 로봇이 4kg 바벨을 든다!



한국기계연구원
로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

25

Part_Ⅱ 2. 로봇 의족

KIMM 한국기계연구원

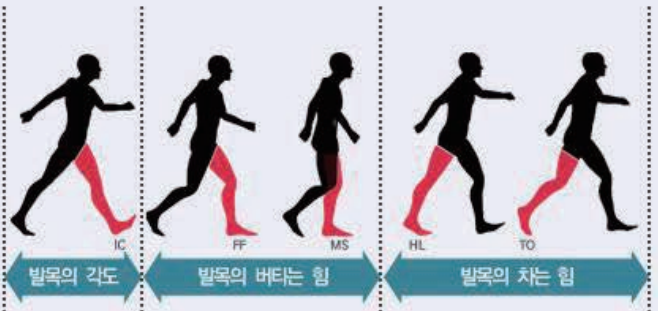


\$15,000

VS



\$60,000



한국기계연구원 로봇기술 현황

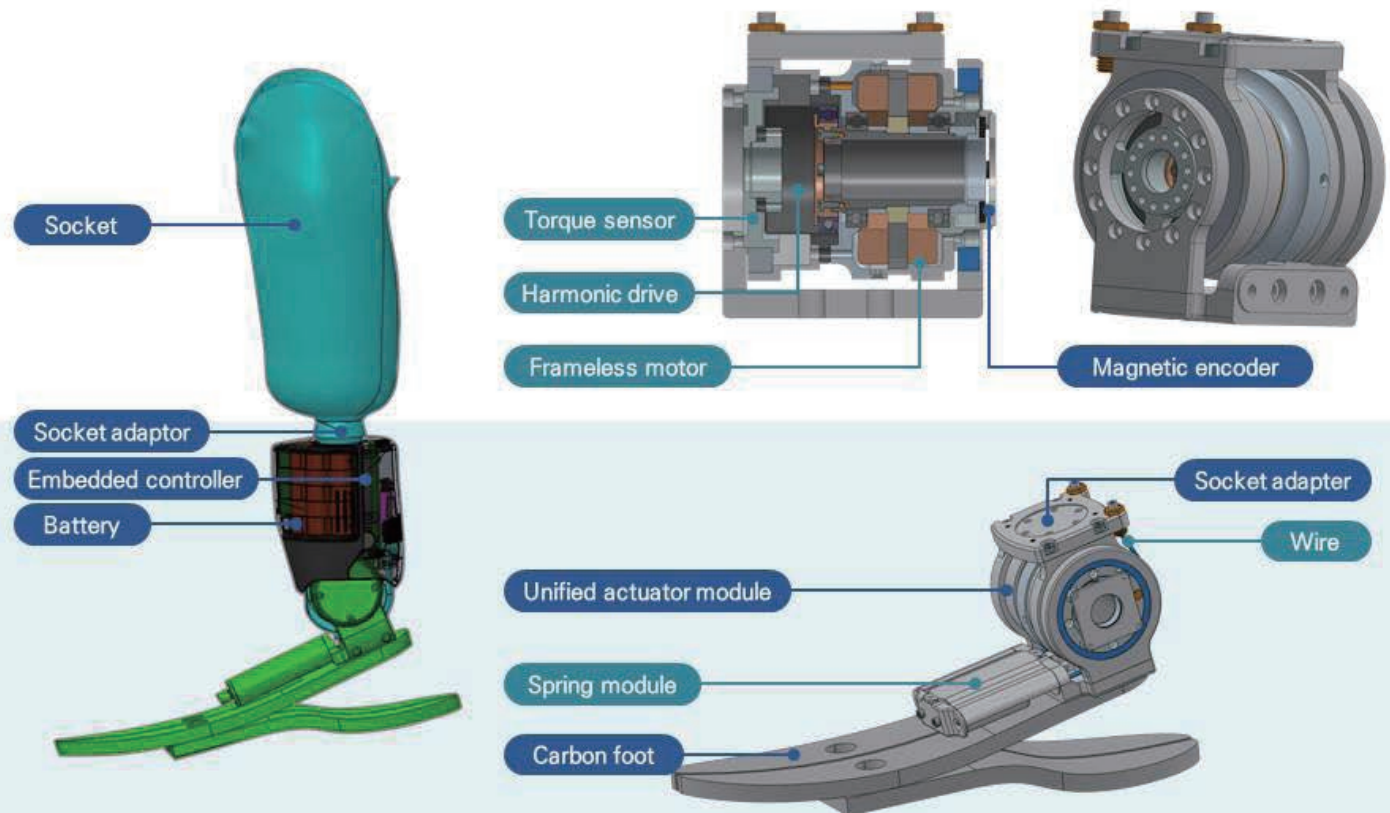
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

26

Part_Ⅱ 2. 로봇 의족



▶ 로봇 의족 국산화 모델 개발



한국기계연구원 로봇기술 현황

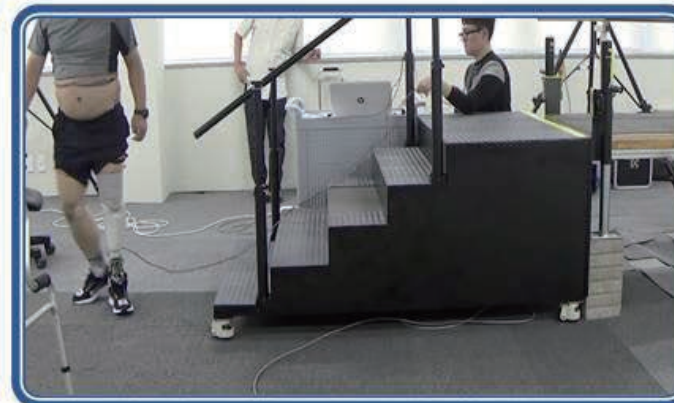
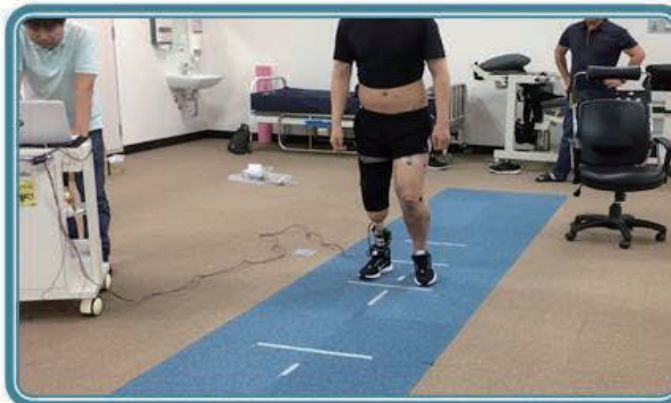
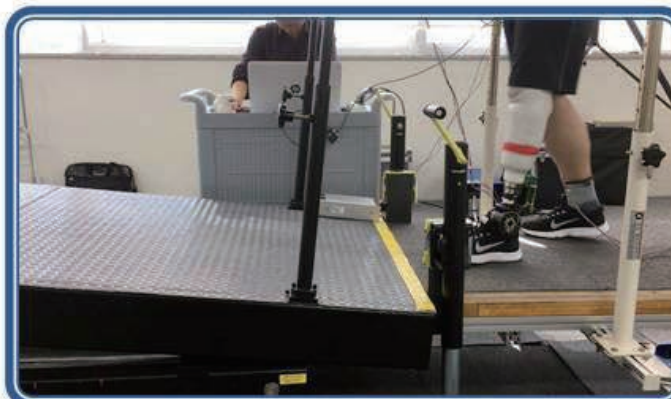
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

27

Part_Ⅱ 2. 로봇 의족

KIMM 한국기계연구원
Korea Institute of Machinery & Materials

▶ 로봇 의족을 착용한 실사용 테스트 (평지/경사면/계단)



한국기계연구원 로봇기술 현황

한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

28

Part_Ⅱ 2. 로봇 의족

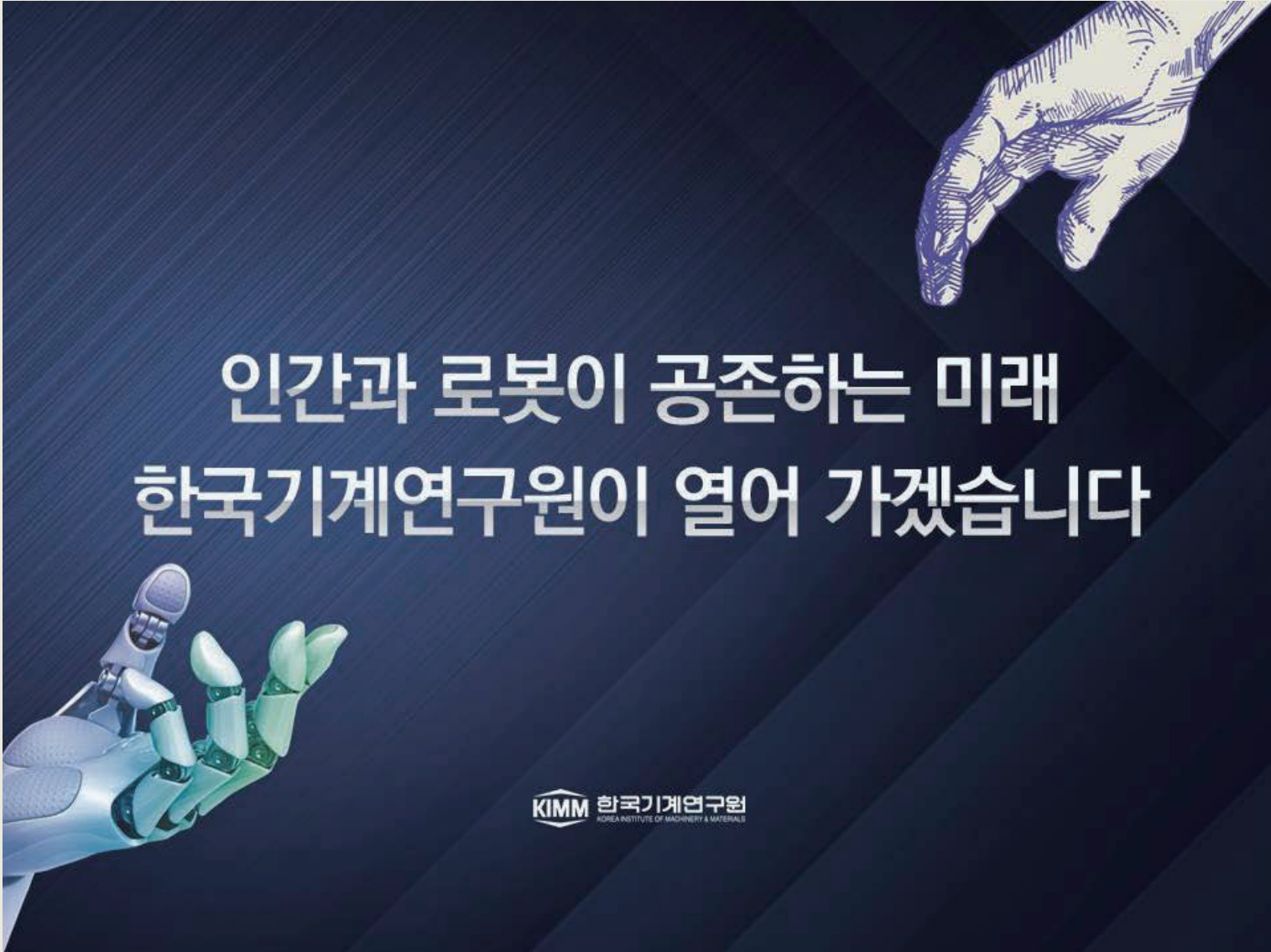


Q. 스마트 로봇의족 착용 후 보행 만족도는?
지금 테스트 중인 발목이 움직이는 (스마트) 로봇의족은

한국기계연구원 로봇기술 현황

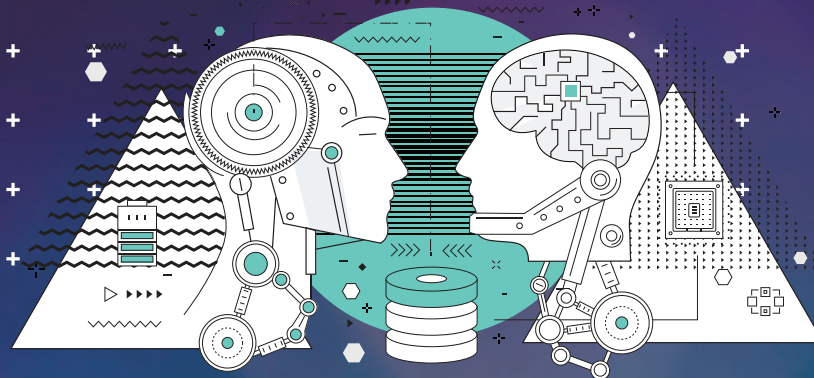
한국기계연구원
로봇메카트로닉스연구실장
박찬훈

29



인간과 로봇이 공존하는 미래
한국기계연구원이 열어 가겠습니다

KIMM 한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

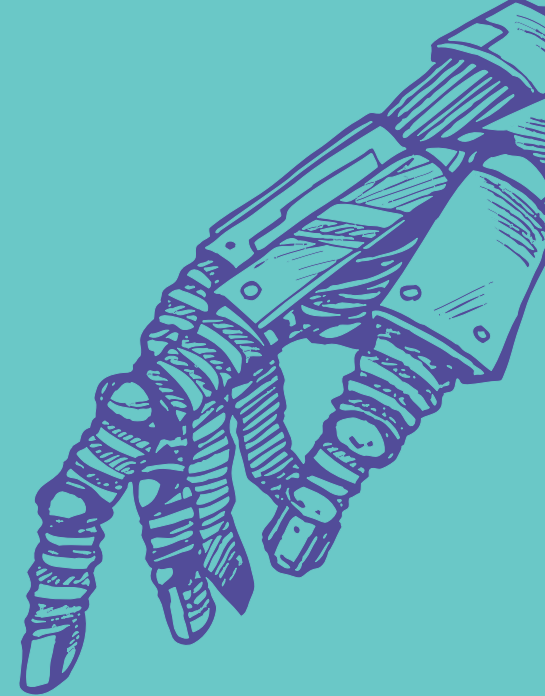


<https://forum.kimm.re.kr>

2020 글로벌 기계기술 포럼
사람을 위한 기계, 로봇

2020 Global Forum
on Mechanical Engineering

ROBOT : The Machinery for Humanity



NOV. 11, 2020 (WED.)
13:00~17:00

<https://forum.kimm.re.kr>

| Organized by



더불어민주당

Sang Min Lee
Member of National Assembly

| Sponsored by



Ministry of Science and ICT



National Research Council
of Science & Technology