

ICRA(IEEE International Conference on Robotics and Automation) 2022 학회참관기

윤 정 원

(광주과학기술원 융합기술학제학부 교수)

IEEE가 주관하는 로봇분야 대표적인 학술대회인 ICRA (IEEE International Conference on Robotics and Automation) 2022가 올해 미국 필라델피아(Philadelphia) 컨벤션센터에서 5월23일-27일 동안 개최되었다. 미국 최초의 수도인 필라델피아는 북미에서 가장 오래된 주요 도시 중 하나로 미국 독립 선언문이 서명된 독립 기념관과 미국의 자유의 상징인 자유의 종 등의 유적지를 가지고 있는 것으로 유명하다. University of Pennsylvania 대학의 George J. Pappas 및 Vijay Kumar 교수가 ICRA22 공동 학회장을 맡아 수고해 주셨다. 4차 산업혁명에 따른 인공지능의 대표적인 적용 분야인 로봇에 대한 학계와 산업계의 투자가 늘어남에 따라, 학회의 논문 투고율이 지속해서 증대되고 있다. 올해는 총 3344논문이 논문이 투고되어, 이중에 약 2/3는 ICRA출판을 목표로 투고되었고, 약 1/3은 ICRA 발표 옵션을 포함한 Robotics and Automation Letters (RA-L) 학술지에 투고되었다. 최종 1,498 논문(ICRA proceeding 931편+RA-L 510편+ IEEE Transactions of Robotics 51편+IEEE Robotics& Automation Magazine 6편)이 ICRA2022 최종발표로 선택되었다. 전체 학회 등록자는 전 세계 97개국에 8,008명이며 실제 학회에 참가한 사람은 4,709명으로 ICRA학술대회 중 가장 많은 등록자를 기록하였다(표 1참조). Keynote speaker는 12명, 파트너 및 기업전시회가 96개, 워크숍 50개, 튜토리얼 6, 경진대회 10개, 포럼 6등으로 최신 연구결과 발표뿐만 아니라 다양한 로봇 분야 최신동향을 파악할 기회를 제공하여 전 세계 많은 연구자가 ICRA학회에 참여한 것으로 생각된다.

표 1. ICRA 2022 주요 통계 (2022.05.24.일 기준, <https://www.icra2022.org/>).

항목	수
학회 등록자 (Participant)	8008
학회 참여자 (In-person participants)	4709
국가	97
논문 투고수	3344
논문 학회 발표수	1498
Keynote 연사 수	12
후원사 및 전시회 수	96
경진대회 수	10
포럼	6
워크숍	56
네트워킹 이벤트	10
학생 volunteers	10

표 2. ICRA 2022 기타 통계.

항목	등록자 비율
ICRA에 첫 등록자 비율 (모든 등록자)	64%
ICRA에 첫 등록자 비율 (현장 참여자)	56%
ICRA에 학생 비율(모든 등록자)	46%
ICRA 학생 비율(현장 참여자)	48%

주목할 점으로 ICRA22 학회에 처음으로 참여하는 참석자 비율이 60%가량으로 대부분 새로운 연구자가 학회에 참여하는 것을 볼 수 있고, 학회 참여인원의 절반가량이 대학원생인 것으로 발표되었다(표2 참조). 따라서, ICRA는 젊은 연구자가 학회참가자의 주축인 것을 알 수 있다.

ICRA 2022은 총 86개의 세션으로 주제별로 발표 논문을 분류하여 3일 동안 오전/오후로 나뉘서 논문 발표를 온라인/오프라인 하이브리드로 진행되었다. 코로나의 영향 및 비자 등의 문제 등으로 올해는 현장발표뿐만 아니라 온라인 발표자의 수도 많이 있었다. 올해 ICRA는 주제어 상위 순위를 학회 측에서 발표하지 않아 연구 동향을 파악하기가 쉽지 않았지만 세션을 2개 이상 운영한 세션 주제를 살펴보면 표 3과 같다. 2개 이상 구두로 발표된 논문 세션은 총 20개로, aerial robotics분야가 4개 세션으로 가장 많은 논문이 발표된 것을 알 수 있다. 전통적인 2차원 모바일 로봇분야에서 내비게이션 연구가 3차원 공간으로 확장되고 있는 연구동향을 잘 반영하고 있다고 할 수 있다. 또한, localization, deep learning for visual perception, deep learning in grasping and manipulation 세션이 각각 3개로 개설되어 전통 로봇분야에 딥러닝 알고리즘 적용 연구가 여전히 활발히 진행되고 있는 것을 볼 수 있다. 또한, 물리적 인간 로봇 상호작용 연구가 증가함에 따라 컴플라이언스를 증가시키는 구동부 및 새로운 형태의 이동로봇 등 mechanism design 분야의 논문도 증가한 것을 볼 수 있다. 비슷하게, 최근 4족 보행 로봇의 인기에 따라 legged robots분야의 연구도 증가하였다. 따라서, 2차원 지면 위에서의 내비게이션 연구에서 3차원 공간상의 내비게이션 연구로, 그리고 4족 보행 로봇을 이용한 평지에서 불규칙 지면으로의 내비게이션 연구가 활발히 진행되는 것을 볼 수 있다. 또한, 강화학습 세션이 2개로 개설되어 강화학습의 로봇 적용분야가 본격적으로 시작되고 있는 것을 확인할 수 있었다.

학회 기초연설(Plenary talk)에서는 오하이오 주립대학 공대 학장인 Ayanna Howard 교수가 “Robots, Ethics, and Society: Mitigating the Bias in Emerging Technologies”라는 제목으로 첫 기초연설을 진행하였다. 로봇에 적용되는 AI에 의해서 발생

표 3. 2개이상 구두논문발표 세션 제목.

세션 제목	세션 운영 수
Aerial Robotics	IV
Localization	III
Deep Learning for Visual Perception	III
Deep Learning in Grasping and Manipulation	III
Deep Learning for Robotic Systems	II
Intelligent Transportation	II
Mechanism Design	II
Optimization and Optimal Control	II
Perception for Grasping and Manipulation	II
Legged Robots	II
Multi-Robot and Swarm Robotics	II
Object Detection, Segmentation and Categorization	II
Reinforcement Learning	II
SLAM	II
Field Robotics II / Multi Robot	II
RGB-D Perception	II
Autonomous Vehicle Navigation II/ Localization and Mapping	II
Planning under Uncertainty	II
Semantic Scene Understanding	II
Vision-Based Navigation	II

되는 윤리적 난제와 그것이 우리 삶의 질에 미치는 영향을 완화시키는 방법에 대해 논의하였다. 또한, MIT대학의 Julie Shah 교수가 “Human-Machine Partnerships and Work of the Future”라는 주제로 산업로봇 분야에서 인간로봇 상호작용의 중요성에 대해서 설명하였고, 이탈리아 Pisa대학 교수이자 이탈리아공과대학(IIT) 책임연구원(senior researcher)인 Antonio Bicchi 교수는 “The Embodied Intelligence Aporia(and what we can get out of it)” 라는 주제로 인공 손과 험틱, 의수 및 아바타가 어떻게 구상되고 실현되는지 최신 연구를 설명하였다.

인상 깊은 기조(Keynote) 연설로는 ETH zurich 대학의 Marco Hutter 교수의 “Legged robots on the way from subterranean” 라는 주제로 4족 보행 로봇의 제어, 인식 및 자율성에 대해서 발표하였고, ANYmal 로봇 개발과정 및 DARPA Subterranean Challenge 진행 과정에 대해서 설명하였다. Marco Hutter가 포함된 국제공동팀 CERBERUS는 DARPA의 3년 동안 지속된 Subterranean Challenge에서 작년에 우승하여 200만 불의 상금을 획득했다. 챌린지의 마지막 대회는 2021년 9월 켄터키주 루이빌의 루이빌 메가 동굴(Louisville Mega Cavern)에서 열렸다. 챌린지 대회는 로봇이 40개의 인공물의 정확한 위치를 보고해야

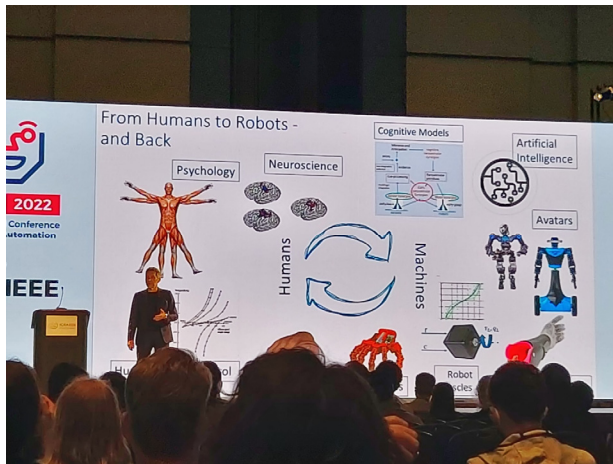


그림 1. ICRA2022 학회 Antonio Bicchi 총회 연설(plenary talk).

하는 진행방식에서 23개의 인공물의 위치를 찾아 최종 승리했다.

DARPA와 비슷한 경진대회로 학회기간(22년 5월25일)에 ANA AVATAR XPRIZE 경진대회가 11개국의 20개 팀이 8백만 달러를 놓고 경쟁하게 될 것이라고 발표했다. 경진대회 목표는 아바타가 다양한 실제 시나리오에서 작업을 실행하고 이러한 상호작용에서 운영자와 수신자 모두에게 존재감을 전달할 수 있는 능력을 보여야 한다. 최종 테스트 이벤트는 2022년 11월 4-5일 Long Beach Convention Center에서 열리며 최종 참여팀 20여개 팀 중에 서울대와 UNIST의 2개 팀이 한국에서는 참가예정이다.

인상 깊은 다른 기조(Keynote) 연설로 NASA's Jet Propulsion Laboratory의 우주로봇공학자 Vandi Verma가 “Autonomous NASA Robots on Mars and the Future Missions They Inspire”라는 제목으로 NASA에서 개발한 Perseverance 로버와 인제뉴어티(Mars Helicopter Ingenuity)가 화성에서 탐사에 필요한 자율로봇 기능을 어떻게 구현하였는지 및 NASA가 직면한 새로운 임무에 대해서 논의하였다.

ICRA2022에 주목할 만한 연구자로는 MIT대학의 Daniela Rus 교수는 13편의 논문을, ETH Zurich대학의 Marco Hutter 교수가 aerial/legged robots 분야에 딥러닝 및 인식연구로 11편의 논문을 ETH Zurich대학의 Roland Siegwart 교수는 UAV(unmanned aerial vehicle) navigation분야에 8편의 논문을, University of California (Berkeley)대학의 Ken Goldberg는 매니플레이션 분야에서 7편의 논문을 각각 ICRA2022 발표하여 관련 로봇 분야를 세계적으로 리딩하는 그룹이라고 할 수 있다. MIT대학의 김상배 교수가 치타로봇관련 3편의 논문을 발표하였고, Chinese university of Hong Kong 대학의 서정원 교



그림 2. ICRA2022 학회 Marco Hutter 기조연설(Keynote talk).



그림 3. 광주과학기술원 윤정원 교수.

수는 grasping분야에서 3편을, 카이스트의 박혜원 및 황보제민 교수가 다리형로봇 분야로 3편을, 권인소 교수가 인식분야에서 3편의 논문을, 윤성의 교수가 매니플레이션/네비게이션 분야로 3편을, 명현 교수는 SLAM분야로 3편의 논문을 발표하였고, 류지환 교수가 햅틱 및 localization 분야에서 3편을, 서울대학교 오성희 교수가 로봇의 딥러닝 적용연구로 3편을, 박재홍 교수가 manipulation 관련해서 3편의 논문을 발표하여 국내 연구자로 관련 분야에서 활발한 연구 활동을 수행하고 있는 것을 알 수 있었다. 한편 광주과학기술원의 윤정원 및 전문구 교수, 한양대학교의 서태원 교수, 서울대학교의 김현진 및 박찬국 교수, 성균관대학교의 최혁렬 및 문형필 교수가 각각 2편의 논문을 발표하였다. 국내 기관에서는 카이스트 신진교수들의 활약이 돋보였고, 카이스트 및 서울대학교가 지능 로봇분야에서 가장 활발한 연구 활동을 수행하고 있는 기관임을 확인할 수 있었다.

지능형 로봇은 점점 삶의 모든 분야에 큰 영향을 미치고 있

고, 서비스 로봇의 상용화가 좀 가속화되고 있는 것을 느낄 수 있었다. ICRA2022 참여를 통해서 딥러닝 및 강화학습 등의 인공지능 기술의 적용을 통하여 manipulation 및 네비게이션 분야의 활발한 연구가 진행되고 있었고, 4족 보행 기술의 급속한 발전으로 곧 산업현장에서 볼 수 있을 것으로 기대되었으며, 드론의 공간상의 자율 네비게이션 기술 등이 급속도로 발전하고 있음을 알 수 있었다. 더욱이, 기조강연 등을 통하여 로봇이 실생활에 다가옴에 따라 휴먼로봇상호작용 기술이 향후에는 더 중요한 연구 주제가 될 것으로 예상되었다. 주목할 점으로 홍콩의 주요 대학을 포함한 중국 대학의 약진이 눈에 띄게 늘어난 점이다. AI분야에 강점이 있는 중국이 로봇 분야로의 연구 결과물도 늘어나는 것을 알 수 있었다. 국내도 인공지능 기술을 접목한 로봇 첨단 분야에 지속적인 투자로 ICRA 및 RAL에 많은 논문을 발표하고 혁신적인 창업기업이 많이 나올 수 있기를 기대하며 ICRA2022 참관기를 마무리하려고 한다.