

무인화 환경 기반의 서비스 로봇 시스템 연구 동향

무인화 로봇 연구는 정해진 환경에서 빠른 속도로 반복적인 작업을 수행하기 위한 산업용 로봇을 이용하는 무인화 공장 등으로 발전되었다. 최근에는 정해진 환경에서 작업을 수행하는 것이 아닌 사람이 생활하는 공간에서 사람 대신 작업을 수행하는 무인화 로봇 시스템 연구가 증가하고 있다. 청소 로봇은 이미 많은 가정에 보급되었으며, 흡 로봇이나 안내 로봇에 대한 연구도 진행되고 있다. 또한 전쟁 지역이나 심해, 방사능 누출 지역 등 재난 지역에 사람 대신 투입되어 인명 구조나 탐사, 시설 복구 등의 역할을 수행하기도 한다.

■ 안호석*, 사인규**, 이동욱*

(*한국생산기술연구원 로봇융합연구그룹, **Queensland University of Technology)

I. 서론

로봇은 사람 대신 힘들거나 어렵거나 반복적인 일을 하기 위해서 사용되어 왔으며, 초기에는 공장의 산업용 로봇이 주로 연구되고 사용되어 왔다. 산업용 로봇은 정해진 환경에서 빠른 속도로 반복적인 일을 처리하기 때문에 공장에서 사람의 역할을 대신할 수 있었다. 자동차 등을 조립하는 공장은 사람보다는 로봇이 더 많은 비중을 차지하고 있으며, 사람이 필요 없는 무인화 공장도 많이 생겼다. 이러한 무인화 로봇 시스템은 제조업 분야를 기반으로 발전되어, 원자력 발전소나 심해 등 사람이 하기에는 위험한 일들을 대신 해줄 수 있는 분야로 진출하고 있다. 또한 그림 1 [1-3]과 같이 일본 대지진이나 전쟁 지역 등의 재난 지역으로 무인화 로봇이 보내져 인명 구조나 지역 탐사, 시설 복구 등의 중요한 임무를 수행하기도 한다.

최근에는 서비스 로봇 분야에 대한 관심이 증가하면서 정해진 환경에서 작업을 수행하는 것이 아닌 사람이 생활하는 공간에서 사람 대신 작업을 수행하는 무인화 로봇 시스템 연구가 증가하고 있다. 특히 Roomba [4], Roboking [5] 등 실내 바닥 청소용 로봇은 이미 상업화에 성공하여 많은 가정에 보급되고 있으며,

사무실 청소 로봇 DAVID [6], 빌딩 외벽 청소 로봇 Sky Cleaner [7], Windoro [8] 등 다양한 청소 로봇이 개발되고 있다. 이처럼 사람이 생활하는 공간에서 작업하는 로봇은 예측하지 못하는 상황이 생길 수 있으며, 주변 환경을 실시간으로 인식해야 하므로 다양한 인식 및 제어 방법 등이 연구되고 있다.

가정에서 가전기기를 관리하고, 출입자를 관리하는 등 홈 오토메이션 로봇 시스템에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 대표적으로 ApriAlpha [9], PaPeRo [10], PBMoRo [11] 등이 있으며, ISSAC [12], ETRO [13], SHR100 [14], MARY [15] 등의 로봇도 집안을 관리하는 로봇 시스템이다. 노령화 시대가 되면서 장애인과 노인을 위한 침대 [16], 복지 로봇 ROMAN [17] 등 많은 복지 관련 로봇들도 연구되고 있다. 이외에도 전시장의 안내 로봇 [18], 여행을 도와주는 가이드 로봇 [19], 우편 분류 로봇 [20], 음악 교사 로봇 [21] 등 사람의 일을 대신 해줄 수 있는 다양한 서비스 로봇이 연구되고 있다.

항공 분야에서는 전쟁 지역이나 방사능 누출 지역 등 위험 지역을 탐색하고 정보를 얻기 위해 Global Hawk [22]와 같은 무인항공 로봇의 연구를 진행하고 있다. 미국의 Northrop Grumman 사에 의해 개발된 Fire Scout은 실제로 사람이 탑승하는 헬기를



그림 1. 일본대지진이나 전쟁 지역에 투입된 로봇 (1-3).

변형하여 리모컨으로 조종되는 무인 헬리콥터로써 현재 아프가니스탄을 포함한 중동전에 투입되어 정찰 임무를 수행하고 있다 [23]. 로봇의 형태를 가지지 않는 무인화 시스템에 대한 연구도 진행되고 있다. 홈 오토메이션 시스템은 1933-1934 시카고 세계 박람회에서 처음 소개된 이후 [24], 많은 발전을 거쳐 현재는 많은 지능형 아파트가 보급되었다 [25-27]. 이 밖에도 무인화 시스템에 대한 연구는 사람 대신 자동으로 주차를 해주는 자동차 [28] 등 사람을 편리하게 해줄 수 있는 다양한 분야에 적용되고 있다.

본 논문에서는 몇 가지 무인화 환경 기반의 서비스 로봇 분야의 대표적인 연구를 소개한다. II 장에서는 가정이나 상점에서의 무인화 서비스 로봇, III 장에서는 복지 관련 무인 서비스 로봇, IV 장에서는 무인 항공 로봇 중 수직 이착륙이 가능한 Vertical Take-Off and Landing aircraft (VTOL) 분야의 대표적인 연구를 소개한다. 그리고 V 장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 가정과 상점에서의 무인화 서비스 로봇

2.1 ApriAlpha

ApriAlpha는 일본 Toshiba에서 개발된 홈 서비스 로봇이다 [9]. 38cm에 9.5kg이며, TV와 출입문 등 집안의 가전기기를 제어하고 관리하기 위하여 홈 네트워크를 구성한다. 100명의 얼굴을 인식할 수 있고, 특정 목소리를 인식할 수 있으며, 소리의 방향을 탐지할 수 있다. 음성 인식을 통해 명령을 하면 ApriAlpha는 인식한 명령을 몇 번 반복해 말함으로써 자신이 수행하고 있는 임무를 사람에게 알린다. 자율 주행도 가능해 호출한 사람에게 다가갈 수 있고, 여러 가지 일을 대신 해줄 수 있기 때문에 노인이나 장애인 등 거동이 불편한 사람들에게 유용한 로봇이다.



그림 2. 홈 서비스 로봇 'ApriAlpha' (9).



그림 3. 가정용 퍼스널 로봇 'PaPeRo' (10).

2.2 PaPeRo

PaPeRo는 일본 NEC에서 개발된 가정용 퍼스널 로봇이다 [10]. 38.5cm에 6.5kg이고, Research Prototype Robot으로 판매되지 않지만, 어린이와 노인과 대화하기 위한 목적으로 개발되었다. 약 200 단어의 음성 인식이 가능하며, 주변의 소리를 분석하여 시끄럽다거나 너무 조용하다는 등의 반응을 보인다. 얼굴에는 CCD 카메라가 탑재되어 30명의 얼굴을 인식할 수 있으며, 장애물을 인식할 수 있다. 사람들과 퀴즈 게임을 할 수 있고, PC나 휴대폰과 연결되어 메시지 등을 전송하고 보여준다.

2.3 PBMoRo

PBMoRo는 서울대학교와 성균관대학교에서 개발한 홈 오토메이션 로봇 시스템으로 PDA 기반의 홈 로봇과 홈 네트워크의 기반의 서버 시스템, 사용자를 위한 클라이언트 시스템으로 구성된다 [11]. 서버 시스템은 PDA의 역할을 보완하는 동시에 홈



그림 4. 홈 오토메이션 로봇 'PBMoRo' (11).

서버의 기능을 함으로써 PBMoRo의 사용 범위를 넓혀주는 역할을 하게 된다. 클라이언트 시스템은 PC용과 PDA용의 두 가지 시스템으로 구성되며, 각각은 독립적으로 사용될 수 있다. 이 시스템들은 원격 또는 로컬로 PBMoRo 시스템을 구동하기 위한 명령을 내리며, 현재 시스템의 상태를 실시간으로 확인 할 수 있다.

PDA 기반의 시스템이기 때문에 PC 기반 시스템보다 10배 정도 저렴하고, 소비 전력도 30배 정도 적다. 반면 처리 능력은 떨어지기 때문에 PDA에 최적화된 영상 처리 및 네비게이션 알고리즘을 사용한다. PBMoRo는 목표 지점까지 자율 주행이 가능하고, PC 클라이언트 시스템에서는 3차원 지도와 영상을 통해 로봇의 현재 위치 및 상태를 확인할 수 있다. 또한 TV 등 가전기기를 제어함과 동시에 영상으로 확인할 수 있기 때문에 오작동 시 빠른 대처가 가능하다.

2.4 알바생

알바생은 서울대학교와 성균관대학교에서 개발한 무인 상점 관리 로봇 시스템으로 높이는 100cm이며, 무게는 30kg이고, 알루미늄 폴과 아크릴 판을 이용한 저가의 로봇 시스템이다 [29]. 사람 대신 편의점 같은 상점에서 주문을 받고, 배달을 하고, 계산을 하며, 주인이 입력해놓은 스케줄대로 상점을 관리할 수 있다. 알바생은 영상 처리 모듈과 음성 처리 모듈, 네비게이션 모듈, 미니플레이터 모듈, 헤드 Pan-Tilt 모듈, 가전기기 제어 모듈, 웹 서비스 모듈 등 8가지 지능 시스템을 가지고 있다. 이를 이용하여 얼굴 인식, 물체 인식, 문자 인식, 음성 인식 및 대화 등의 지능 모듈을 이용하여 손님을 구분하고 기억할 수 있으며, 상품의 판매가 가능하다.

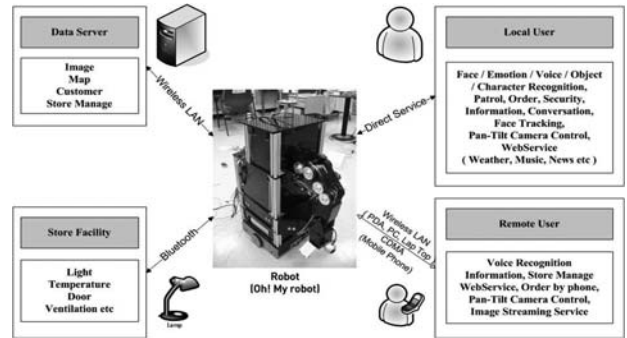


그림 5. 무인 상점 관리 로봇 '알바생' (29-30).



그림 6. 의사 로봇 'RP-7' (31).

상점 내부의 가전기기들은 Wireless LAN과 Bluetooth 통신을 통해 제어되며, 로봇이 얻은 카메라 영상을 비롯한 상점 내의 모든 정보는 데이터 서버에 저장되고, PDA나 스마트폰 등의 클라이언트 시스템을 통해 실시간으로 모니터링이 가능하다. 특히 원격으로 로봇에 접속해서 제어하는 방법뿐만 아니라 VoIP를 이용하여 로봇에게 전화를 걸고, 로봇이 전화를 받아서 사람이 로봇 앞에서 음성으로 명령을 내리는 것과 같은 상황을 만듦으로써 간단하고 편리한 사용자 환경을 제공한다 [30].

Ⅲ. 복지를 위한 무인화 서비스 로봇

3.1 RP-7

RP-7은 미국의 University of Louisville에서 연구한 원격 의사 로봇으로 현재는 Intouch Health라는 회사에서 개발하고 있다 [31]. 의사는 로봇을 원격으로 조종하여 회진을 하고, 로봇에 탑재된 카메라를 통해 환자의 상태를 확인하고 진료를 한다. 로봇의 머

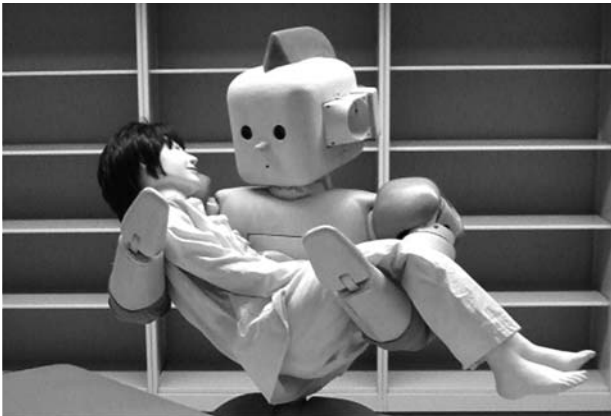


그림 7. 간호사 로봇 'RI-MAN' [32].

리에 해당되는 모니터를 통해 로봇에 원격 접속해있는 의사의 얼굴을 보여주며, 환자는 로봇을 통해 의사와 상담을 한다. 수술을 포함한 물리적인 진료는 불가능하다는 단점이 있지만, 간단한 진료나 상담은 가능하며, 동료 의사들과의 회의에 참석하여 의견을 나누거나 수술에 참관할 수 있다. 환자는 어디서나 의사와 만날 수 있고, 의사는 짧은 시간에 여러 환자를 진료할 수 있다는 장점이 있다.

3.2 RI-MAN

RI-MAN은 일본의 이화학연구소(RIKEN)에서 개발한 사람을 안아서 이동할 수 있는 로봇이다 [32]. 시각, 청각, 후각, 촉각 등 네 종류의 감각 기관을 가지고 있으며, 전신을 5cm 두께의 실리콘 소재로 덮어 안정성을 높였다. 두 개의 마이크를 사용하여 음성의 위치를 인식하며, 스테레오 카메라를 사용하여 얼굴을 인식한다. 또한 양 옆구리에 가스 센서를 탑재하여 환자의 소변 냄새 등을 검사할 수 있다.

3.3 RIBA

RIBA는 일본의 RTC (RIKEN-TRI Collaboration Center for Human-Interactive Robot Research)에서 개발한 로봇이다 [33-34]. RI-MAN과 같이 사람을 안아서 침대나 휠체어로 옮겨주는 역할을 한다. 하지만 RI-MAN보다 정밀한 촉각 센서가 장착되어 사람의 팔과 더욱 유사한 동작을 할 수 있도록 개발됐으며, 최대 61kg (134 파운드)까지 들 수 있다. 친근하고 편안한 느낌을 주기 위해 곰인형 디자인에 부드러운 우레탄 재질로 몸체를 만들었고, 팔꿈치와 손목 관절이 분리된 설계를 통해 사람과 신체적인 접촉시의 안정성을 높였다. 얼굴 인식과 음성 인식이 가능하며,



그림 8. 간호사 로봇 'RIBA' [33-34].



그림 9. MIT의 무인 비행 로봇 'RANGE' [35].

이동은 한쪽 방향으로만 가능하다.

IV. 무인 항공 로봇 : VTOL

4.1 RANGE

RANGE (Robust Autonomous Navigation in GPS-denied Environments) [35]는 MIT에서 개발된 무인 항공 로봇으로 2009년 국제비행로봇대회 (International Aerial Robotics Competition) [36]에서 수년간의 미완수 미션을 수행하며 우승을 차지했다. 플랫폼은 Ascending technology사의 pelican를 사용하고, 레이저 스캐너와 스테레오 카메라를 장착하고 있다. 데이터는 1.6GHZ

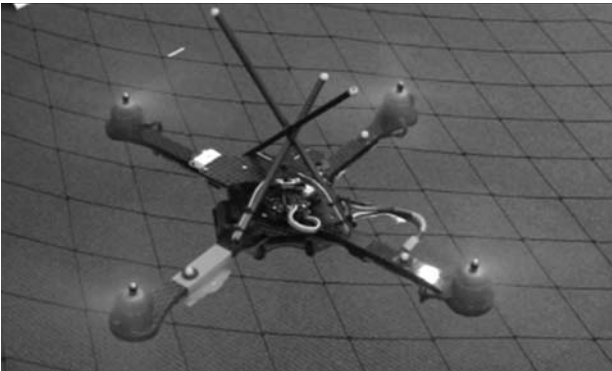


그림 10. University of Pennsylvania의 무인 비행 로봇 (37).

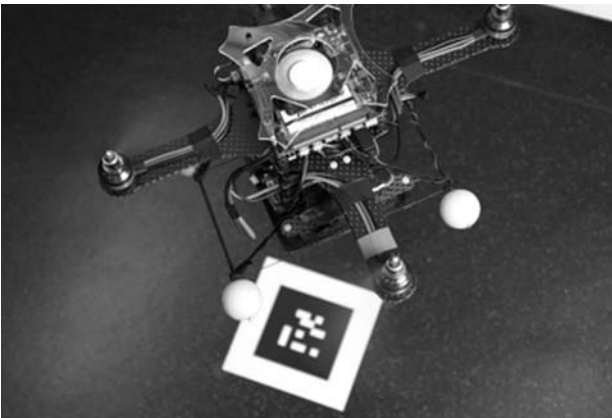


그림 11. ETHZ PIXAHAWK 팀의 무인 비행 로봇 (39-40).

ATOM기반의 Single Board Computer에 의해서 처리되며, SLAM 및 Autonomous Navigation기능을 수행한다.

4.2 GRASP Lab.

미국 University of Pennsylvania의 GRASP 연구실에서는 복수개의 소형 Quadrotor와 vicon, 글로벌 적외선 카메라를 이용한 VTOL 연구를 수행하고 있다 [37]. 플랫폼은 Ascending technology사의 Humming bird를 사용하고, vicon maker를 부착해 로봇을 제어한다. Looping, Perching, Grapping 등의 매우 정밀한 컨트롤이 가능하며, 복수개의 로봇이 참여하는 협동 미션을 수행할 수도 있다.

4.3 sFly

sFly는 유럽의 여러 학교들이 공동으로 설립한 단체로 vSLAM, Autonomous Navigation 등 무인 항공 로봇을 위한 연구

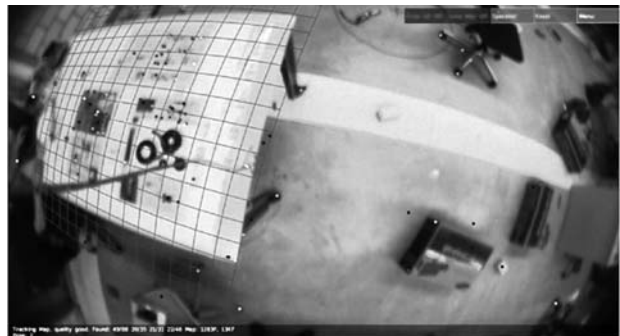


그림 12. ETHZ ASL 연구실의 무인 비행 로봇 및 실험 (41-42).



그림 13. QUT Cyphy 연구실의 무인 비행 로봇 (43).

를 활발히 진행하고 있다 [38]. 대표적으로 스위스 취리히연방 공과대학 (ETHZ) Marc Pollefeys교수의 PIXAHAWK 팀 [39-40] 과 Roland Siegwart 교수의 ASL 연구실 [41-42]이 있다. PIXAHAWK 팀은 3개 이상의 카메라를 이용하여 무인 항공 로봇의 위치를 추정하고 주어진 미션을 수행하는 연구를 진행하고 있다. ASL 연구실도 VTOL을 이용한 실내의 SLAM 연구를 진행하고 있다.

4.4 Cyphy Lab.

호주 Queensland University of Technology (QUT)의 Cyphy 연구

실은 onboard sensing을 통한 무인 항공 로봇의 제어 및 위치 추정
에 관한 연구를 진행하고 있다 [43]. 그리고 Robot Operating
System (ROS) [44]을 이용한 real-time vSLAM, Multi View
Geometry, RatSLAM 등에 대한 연구도 진행하고 있다. 대중적으
로 사용되는 Ascending technology사의 pelican 보다 1/10 가격인
저가의 MikroKopter 플랫폼을 사용하고, 경량의 Gumstix
Processor를 사용함으로써 장시간의 비행이 가능하다.

V. 결론

무인화 로봇 연구는 공장 자동화 로봇을 중심으로 비약적인
발전을 거듭 산업화 시대를 지나 이제는 사람이 생활하는 예측
이 불가능한 환경에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 연구로
발전하고 있다. 이미 보급화된 가정용 청소 로봇과 여러 재난
지역에 투입되고 있는 탐사 및 복구 로봇은 앞으로 무인화 로봇
의 발전 가능성을 보여준다. 국내외에서는 수많은 무인화 군사
로봇 및 안내 서비스 로봇 프로젝트 등 무인화 로봇 연구가 활
발히 진행되고 있다. 이러한 연구를 바탕으로 앞으로 일상 생활
에서 보다 편리한 생활을 할 수 있을 뿐만 아니라 일본 원자력
연구소 방사능 누출 사고 현장 등 위험한 지역에서 사람 대신
로봇이 모든 임무를 수행할 수 있는 시대를 기대해본다.

참고문헌

[1] http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?article_id=20110424204701
[2] www.pjk.co.kr/news/5134
[3] <http://www.irobot.com>
[4] J.L. Jones, "Robots at the tipping point- the road to iRobot
Roomba," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 13, Issue
1, pp. 76-78, 2006.
[5] S.W. Kim, "Autonomous cleaning robot: Roboking system
integration and overview," *In Proceedings of the 2004 IEEE
International Conference on Robotics & Automation (ICRA 2004)*,
vol. 5, pp. 4437-4441, 2004.
[6] E. Prassler, E. Stroulia, and M. Strobel, "Office waste cleanup: an
application for service robots," *In Proceedings of the 1997 IEEE
International Conference on Robotics & Automation (ICRA 1997)*,
vol. 3, pp. 1863-1868, 1997.
[7] H. Zhang, et al., "Sky Cleaner 3: a real pneumatic climbing robot
for glass-wall cleaning," *IEEE Robotics & Automation Magazine*,

vol. 13, issue 1, pp. 32-41, 2006.
[8] [http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/home-robots/windoro-
window-cleaning-robot-demo](http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/home-robots/windoro-window-cleaning-robot-demo)
[9] T. Yoshimi, et al., "Development of a concept model of a robotic
information home appliance, ApriAlpha," *In Proceedings of the
2004 IEEE International Conference on Intelligent Robots and
Systems (IROS 2004)*, pp. 205-211, 2004.
[10] M. Sato, et al., "Auditory system in a personal robot, PaPeRo," *In
Proceedings of the 2006 ICCE International Conference on
Consumer Electronics*, pp. 19-20, 2006.
[11] H.S. Ahn, I.K. Sa, and J.Y. Choi, "PDA Based mobile robot
system with remote monitoring for home environment," *IEEE
Transaction on Consumer Electronics*, vol. 55, no. 3, pp. 1487-
1495, 2009.
[12] D.T. Nguyen, et al., "A framework for Internet-based interaction of
humans, robots, and responsive environments using agent
technology," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 52,
issue 6, pp. 1521-1529, 2005.
[13] J.H. Han, et al., "Evolutionary role model and basic emotions of
service robots originated from computers," *In Proceedings of the
2005 IEEE International Workshop on Robot and Human
Interactive Communication (RO-MAN 2005)*, pp. 30-35, 2005.
[14] M.Z. Kim, et al., "Formal verification of robot movements - a case
study on home service robot SHR100," *In Proceedings of the 2005
IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA
2005)*, pp. 4739-4744, 2005.
[15] T. Taipalus, et al., "Development of service robot for fetching
objects in home environment," *In Proceedings of the 2005 IEEE
International Symposium on Computational Intelligence in
Robotics and Automation (CIRA 2005)*, pp. 451-456, 2005.
[16] Z.Z. Bien, et al., "Intention reading is essential in human-friendly
interfaces for the elderly and the handicapped," *IEEE Transactions
on Industrial Electronics*, vol. 52, issue 6, pp. 1500-1505, 2005.
[17] U.D. Hanebeck, et al., "ROMAN: a mobile robotic assistant for
indoor service applications," *In Proceedings of the 1997 IEEE
International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS
1997)*, vol. 2, pp. 518-525, 1997.
[18] Y. Koide, T. Kanda, Y. Sumi, K. Kogure, and H. Ishiguro, "An
approach to integrating an interactive guide robot with ubiquitous
sensors," *In Proceedings of the 2004 IEEE International*

- Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2004)*, vol. 3, pp. 2500-2505, 2004.
- [19] G.H. Kim, et al., "The autonomous tour-guide robot Jinny," *In Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2004)*, vol. 4, pp. 3450-3455, 2004.
- [20] F.H. Wulschleger, and R. Brega, "The paradox of service robots-how passers-by can contribute in solving non-deterministic exceptional conditions encountered by service robots," *In Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2002)*, vol. 2, pp. 1126-1131, 2002.
- [21] J. Solis, et al., "The anthropomorphic flutist robot WF-4 teaching flute playing to beginner students," *In Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA 2004)*, vol. 1, pp. 146-151, 2004.
- [22] <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/military-robots/global-hawk-uav-may-be-able-to-peek-inside-damaged-reactors>
- [23] <http://www.koreaherald.com/national/Detail.jsp?newsMLId=20110518000616>
- [24] William, C. Mann, and Bradley, R. Milton, "Home automation and smart homes to support independence," *Smart technology for aging, disability, and independence*, Wiley Interscience, pp. 33-66, 2005.
- [25] <http://www.sajikxi.com>
- [26] <http://www.daelim-apt.co.kr>
- [27] <http://www.skview.co.kr>
- [28] M. Ingebretsen, "In the News," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 25, issue 6, pp. 8-12, 2010.
- [29] Ho Seok Ahn, In-Kyu Sa, Young Min Baek, and Jin Young Choi, "Intelligent unmanned store service robot PartTimer," *Advanced in Service Robotics*, i-Tech Book, pp. 1-26, 2008.
- [30] 안호석, 사인규, 백영민, 이동욱, "무인화 환경 기반의 상점 자동 관리를 위한 지능형 서비스 로봇 시스템," *제어 · 로봇 · 시스템학회 논문지*, vol. 17, no. 6, 2011.
- [31] <http://www.intouch-health.com>
- [32] Mukai, T., Onishi, M., Odashima, T., Hirano, S., and Zhiwei Luo, "Development of the tactile sensor system of a human-interactive robot 'RI-MAN'," *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 24, Issue 2, pp. 505-512, 2008.
- [33] T. Mukai, S. Hirano, H. Nakashima, Y. Kato, Y. Sakaida, S. Guo, and S. Hosoe, "Development of a nursing-care assistant robot RIBA that can lift a human in its arms," *In Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2010)*, pp. 5996-6001, 2010.
- [34] <http://rtc.nagoya.riken.jp/RIBA/index-e.html>
- [35] A. Bachrach, A. deWinter, R. He, G. Hemann, S. Prentice, and N. Roy, "RANGE - robust autonomous navigation in GPS-denied environments," *In Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA 2010)*, pp. 1096-1097, 2010.
- [36] <http://iarc.angel-strike.com>
- [37] N. Michael, D. Mellinger, Q. Lindsey, and V. Kumar, "The GRASP Multiple Micro-UAV Test bed," *IEEE Robotics Automation Magazine*, vol. 17, pp. 56-65, 2010.
- [38] <http://www.sfly.org>
- [39] <http://pixhawk.ethz.ch>
- [40] L. Meier, P. Tanskanen, F. Fraundorfer, and M. Pollefeys, "PIXHAWK: A system for autonomous flight using onboard computer vision," *In Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA 2011)*, 2011.
- [41] S. Bouabdallah, A. Noth, and R. Siegwart, "PID vs LQ control techniques applied to an indoor micro quadrotor," *In Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2004)*, 2004.
- [42] M. Achtelik, M. Achtelik, S. Weiss, and R. Siegwart, "Onboard IMU and Monocular Vision Based Control for MAVs in Unknown In and Outdoor Environments," *In Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA 2011)*, 2011.
- [43] <https://wiki.qut.edu.au/display/cyphy>
- [44] <http://www.ros.org>

저자 약력



안 호 석

- 1980년 6월 24일생.
- 2005년 성균관대학교 정보통신공학부(공학사).
- 2006년 일본 AIST Intelligent Systems Research Institute 방문연구원.
- 2010년 서울대학교 전기컴퓨터공학부(공학박사).
- 2010년~현재 한국생산기술연구원 로봇융합연구그룹 선임연구원.
- 관심분야 : Human-Robot Interaction, Artificial Emotion, Android Robot, Intelligent Service Robot, Modular Robot.



사 인 규

- 1981년 1월 25일생.
- 2003년 성균관대학교 정보통신공학부(공학사).
- 2006년 성균관대학교 전기전자공학과(공학석사).
- 2006년~2009년 삼성전자 정보통신총괄 통신연구소 선임연구원.
- 2010년~현재 School of Engineering Systems, Queensland University of Technology 박사과정 재학 중.
- 관심분야 : Indoor vSLAM with flying platform, Robot Localization, AUV.



이 동 욱

- 1973년 8월 24일생.
- 1996년 중앙대학교 제어계측공학과(공학사).
- 1998년 중앙대학교 제어계측학과(공학석사).
- 2000년 중앙대학교 제어계측학과(공학박사).
- 2002년~2004년 중앙대학교 정보통신연구원 연구전담교수.
- 2004년~2005년 The Univ. of Tennessee 박사 후 연구원.
- 2005년~2010년 한국생산기술연구원 로봇융합연구그룹 선임연구원.
- 2011년~현재 한국생산기술연구원 로봇융합연구그룹 수석연구원.
- 관심분야 : 안드로이드 로봇, 인공지능, 인공생명, HRI.