

로봇 개발 현장 견문기

곽운근 · 이주장 · 김양한

한국과학기술대학 로봇틱스 연구실

What's Going on Robotics in Other Countries?

Y.K.Kwak, J.J. Lee and Y-H Kim

Robotics Lab., Korea Institute of Technology

I. 序言

1980년도의 세계 로봇 시장은 1억불이었던 것이 1981년에는 55%가 증가하여 연간 1억 5천 500만불이 되었으며, 1992년에는 연간 로봇 판매고를 50억불로 예측하고 있다. 국내 산업체에서도 임금상승 압박에 의한 채산성 저하 및 작업환경등의 문제로 공장의 생산자동화는 필연적이고, 이에 로봇의 수요는 급증할 것이며, 특히 세계 시장에서 각광을 받고 있는 우리나라 자동차산업의 로봇 이용은 필수적이라 하겠다.

필자들은 로봇 개발 연구 동향을 알아보기 위하여 1986년 4월 4일부터 5월 8일까지 서독의 Muenchen 대학, Stuttgart 대학, Aachen 공대, Volkswagen 회사, Hannover 산업박람회등과 영국의 Imperial College of Science and Technology, Marconi 연구소 및 미국의 MIT, Stanford 대학을 방문하였다. 현재 세계에서 가동되고 있는 10만대 정도의 로봇중 66%가 설치되어 있는 일본을 보지 못하여 잠깐 코끼리 만지는 식의 편견을 우려하면서, 위에 열거한 로봇 관련 연구기관에서 보고 들은 사항과 필자들의 소감을 우선 간략히 적어보고자 한다.

II. 見聞記

Muenchen 대학, iw (Institut fuer Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften: 공작기계 및 생산공학 연구소): 이 연구소는 3년전에 Milberg 교수가 설립하여, 그간 로봇을 이용한 조립공정 자동화 연구에만도 500만 DM (20억원 상당)을 투자하였다. 6자유도계 Kuga 로봇에 iw에서 설계제작한 gripper를 이용, 자동차의 라디에타를 원하는 위치로 운반하여 조립하고 있었다. 이외도 승용차 문의 절연체 및 고무 가스켓 장착, 자동차 문의 유리 조립, 나사의 자동조립등에 사진기를 이용한 시각장치 및 gripper의 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있었다. 이 연구소의 조립공정 자동화연구는 기존의 산업용 로봇에서 적합한 end effector를 설계 제작하고 조립에 필요한

software 개발이 주된 연구과제 이었다. 또한 각종 end-effector의 actuator로서 공압요소를 70% 가량 사용하고 있었다. MESUDA CAD용 software를 이용하여 조립공정을 시뮬레이션하고 있었다.

Stuttgart 대학, IPA (Institut fuer Produktionstechnik und Automatisierung: 생산기술 및 자동화 연구소): 약 25년전에 Stuttgart 대학의 부속연구소로 설립되었으며, 1972년부터 Warneke교수가 이 연구소를 맡아 운영해 오고 있다. 이 연구소에서는 로봇을 이용한 생산자동화 연구를 활발히 수행하고 있으며 연구결과가 생산현장에서 곧바로 사용할 수 있도록 노력하고 있다.

1. 연진블럭 주조물 후처리: 연진블럭을 주조한 후 생긴 주물 핀(fin)을 제거하는데 로봇에 연진블럭의 형상을 기억시켜 경토제어를 하도록 하고 potentiometer를 이용 end-effector에 일정힘을 가하여 deburring 하는 방법을 사용하고 있다.

2. 공구 자동변환장치: 로봇을 이용하여 가공에 필요한 공구를 자동으로 바꾸어 줌으로서 machining center 보다 융통성 있게 가공하려는 연구이다.

3. 로봇 동작 성능 평가: 로봇의 동적특성을 측정하여 로봇 성능을 향상시키려는 연구이다.

4. 3차원 측정: 형상측정의 자동화에 관한 연구로서 기존의 로봇에 접촉감지장치를 장착하여, 고가의 3차원 측정 장치성능을 대치할 수 있도록 노력하고 있다.

5. 뱀의 분류: 로봇을 이용하여 각종 뱀을 분류하는 것으로서 시각장치를 이용하는 고가의 방법을 피하고 end-effector의 기하학적 형상을 이용하여 분류하는 방법을 택하고 있다.

6. 자동창고: 직교좌표형 로봇을 이용하여 창고의 물건을 정리하고 가공라인으로 이송하는 장치를 갖추어 연구하고 있다.

7. 나사박기: 시각장치를 사용하지 않고 유연한 end-effector를 설계제작하여 미리 정해진 위치에 나사를 박을 수 있도록 하는 연구로서 위치 오차를 유연한 end-effector의 기계적 적응성으로 해결하고 있다.

8. 전자제품 조립: 기반에 IC를 조립하는 것으로서 정밀성을 향상시키기 위하여 air cushion을 이용하고 있다.

Aachen공대, WZL (Laboratorium fuer Werkzeugmaschinen und Betriebslehre ; 공작기계 및 생산공학 연구소) : 1906년 Wallich의 교수가 공작기계 및 경영관리 강의를 개설하고 제2차 세계대전 후 Opitz교수가 연구소를 확충하여, 합리적인 생산기술을 개발하여 생산 제품의 원가 절감에 연구 목표를 두고, 생산현장의 문제점 해결에 노력하여온, 대학의 공작기계 연구소로서 세계최대이다. 필자가 1983년 11월에 방문하였을 때만해도 공작기계에 관련된 연구만 주력하였는데, 85년말부터 실험실의 삼분의 일정도가 로봇으로 대체하고 로봇 관련 연구를 준비하고 있다. NC선반과 로봇을 연동시켜 NC선반에 자동으로 피가공물을 부착시키고 가공된 피가공물을 탈착시켜 정해진 위치에 운반하는 연구, 로봇 자체의 기구학적 동역학적 연구, 각종 조인트 및 연결기구에 관한 실험, end-effector의 힘감지 장치에 관한 연구등을 시도하고 있다.

Volkswagen 회사: 독일에서 가장 큰 자동차 회사로서 단일공장으로는 세계최대라 한다. 현재는 Wolfsburg와 Kassel에 주 생산공장을 가지고 있으며 이번에 방문한 Wolfsburg 공장에서는 Jetta, Golf 및 Polo 세종류의 자동차를 동일한 생산라인에서 하루에 약 4000대씩 생산하고 있다. 프레스 공정을 제외한 모든 생산라인이 자동화되어 있으며 자동화 생산라인에는 Volkswagen회사에서 자체 생산한 로봇이 투입되어 가동되고 있다. 로봇의 응용 범위는 실로 광범위하여, 각종 스프링 용접, 나사박기, 바퀴 부착, 트렁크내에 보조바퀴 부착, 엔진장착, 자동차문조립 등에 사용되고 있었으며 생산공장에서 일하고 있는 종업원보다 로봇이 더 많은 느낌을 받았다. 도색공정에 관심이 있어 견학을 요구하였으나 이유를 밝히지 않은채 웃음으로 회사방침이라면서 사절하여 궁금증이 더 하였다.

Hannover 산업박람회: 세계 제2차 대전후에 시작해서 매년 실시하는 독일에서 가장 큰 박람회로 산업 전문분야에 걸쳐서 전시된다. 국제적으로도 널리 알려져서 많은 외국인도 참가한다. 전시되는 분야는 전자, 전기, 조명, 자동화, 제어장치, 부품산업, R & D, 에너지, 공장설비, 교통, 신소재, 표면처리, 공구, 영선등으로 약 20여개의 대형 전시관이 사용되며 전시기간은 일주일이다. 근년에 와서 공작기계 분야는 여기서 분리되어 유럽전체로 매2년마다 열리는 공작기계 박람회가 되었고, 전자분야는 또한 매년 Hannover에서 따로 열리는 전자 박람회도 있다. 필자들은 시간관계상 자동화와 제어장치 전시장만 관람하였는데 대부분의 전시품에 로봇과 개인용 컴퓨터를 응용하고 있었다. 특히 인상적인 것은 소총을 만들다 소총을 가공하기 위한 공작기계를 구할 수 없어 공작기계 자체를 개발하기 시작하여 지금은 세계적으로 유명한 공작기계를 생산하는 Heckler회사가 Heckler Future 1 이라는 로봇을 개발하여 전시하고 있었다.

Centre for Robotics and Automated Systems (Imperial College of Science and Technology) : 1981년 기계공학과 과장인 Husband교수를 중심으로 전자공학, 전산과학, 경영과학, 사회과학, 경제학 교수 및 연구원이 협력하여 조직하였으며, 학제적(interdisciplinary) 교과과정을 학부 및 대학원생에게 제공하고 있다. 여기에서 개발한 다목적용 6자유도계 로봇은 영국산업체에 대한 다년간의 시장조사를 통하여 로봇의 각종 규격(가반중, 팔의 길이, 위치 재현정도, 정밀도 등) 들을 정한후, 이 연구진이 제작한 것이다. 이중에서 제어시스템은 산학협동으로 이루어 졌다. 이 로봇과 관련된 연구분야는 real time dynamic compensation for accurate path following, adaptive control for deburring, assembling task application with new intelligent grippers 및 collision avoidance를 위한 인공지능언어의 사용등을 들 수 있다.

Marconi Research Centre (영국 General Electric Company) : 인간의 손과 손가락의 기능을 가진 end-effector를 개발하였다. 로봇 개발에 많은 연구비를 투자한다고 하면서 더 이상은 소개하지 않았다. 우리가 볼 수 있었던 것은 연구결과의 10% 정도에 지나지 않는다는 것이 우리를 안내한 연구원의 전언이다.

Massachusetts Institute of Technology : 로봇 관련 연구가 매우 활발하게 이루어지고 있다는 인상이었다. Stanford University의 A.I.Lab.(Artificial Intelligence Laboratory)에서 시도하였던 각종 연구 (예 ; Dexterous Hand의 개발) 들이 M.I.T.의 A.I.Lab.으로 이전되어와 그 응용과 개선이 폭넓게 진행되고 있다. 여러개의 실험실이 로봇 관련연구를 하고 있는데 그 중 A.I.Lab.이 로봇 연구의 많은 부분을 주도하고 있었으며 기계공학과와 Laboratory for Manufacturing and Productivity (LMP)의 Robotics Program 에서도 활발한 연구를 하고 있다. 그 중 일부를 소개하면 다음과 같다.

1. MIT/UTAH Dexterous Hand (AI Lab.) : 인간의 손과 같은 형태를 갖고 있으며 기계적인 부분은 개발이 완료되었고, 제어장치의 개발이 거의 완료단계에 있다. 한개의 손가락에 3개의 관절이 있으며 관절의 구동을 위하여 특수한 tendon (kevlar와 dacron 을 혼합하여 만든 것) 이 사용되고 있다.
2. 촉각감지장치의 개발(AI Lab.) : capacitance pick-up형의 감지 장치를 matrix 형태로 제작하여 인간의 손과 같은 촉각을 가질 수 있도록 연구하고 있다.
3. Direct Drive Arm의 제어장치 개발(AI Lab.) : 중전기의 로봇 구동장치가 가지고 있던 각종 비선형성을 최소화하고 구동속도를 증가시키기 위하여 개발된 Direct drive arm 을 real time으로 제어할 수 있는 제어장치를 개발하고 있으며 거의 완성단계에 있다.
4. 복합재료 로봇 암(arm)의 개발 (LMP) : Direct drive 암의 빠른 움직임에 수반되기 쉬운 진동을 효과적으로 줄이기 위하여 강성이 크고 가벼운 이방성 복합

재료를 이용한 로봇트 암을 개발하였다.

6. 순간 정지 감지장치의 개발(LMP): 빠른 속도로 움직이는 로봇트 암이 가상의 물체에 닿는 순간 정지될 수 있는 감지장치의 개발이 완료되었다.

6. Kinematically decoupled robot arm의 개발(LMP): 기구학적으로 비연성인 암을 개발하여 일반적으로 로봇트 암이 가지고 있는 누적오차를 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라, 독립적인 제어가 가능하여 제어장치의 구조가 간단하고 제어능력이 우수하다.

Stanford University: Stanford manipulator의 개발로 그 연구성과 및 수준이 세계적으로 인정되어 왔던 A.I. Lab.(Artificial Intelligence Laboratory)과 최근 새로 조직된 SIMA (Stanford Institute for Manufacturing and Automation)에서 로봇트 관련 연구가 수행되고 있다. 그중 일부를 소개하면 다음과 같다.

1. Automatically Guided Vehicle (AI Lab): 정확하고 빠른 방향전환을 위하여 특수하게 제작된 3개의 바퀴를 사용하고 있다. 위치를 확인하기 위하여 초음파를 사용하고 있으며 음성인식이 가능하다.

2. Dexterous Hand (AI Lab): 3개의 손가락으로 이루어져 있으며 각각 3개의 관절을 가지고 있다. tendon을 이용하지 않고 치차장치를 이용하여 각 관절을 제어하고 있다.

3. 촉각감지장치의 개발(AI Lab): matrix형의 감지장치를 개발하고 있었으며 접촉에 의한 저항의 변화를 인식하는 방법을 채택하고 있다.

4. 지체 부자유자를 위한 로봇트의 개발·SIMA: 갈과 다리를 사용하지 못하는 지체 부자유자의 식사, 세면, 양치등을 정상인과 같이할 수 있도록 도와주는 로봇트를 개발하였다. 사용자의 음성을 인식하여 로봇트의 움직이며 아직은 속도가 느리고 불안정하다. 지체 부자유자를 위한 병원과 공장으로 연구하고 있다.

III. 結 語

이제까지 서독, 영국 및 미국의 로봇트 관련 연구 기관 일부를 필자들이 방문해서 보고 들은 사항을 기술하였다. 서독의 대학에서는 기존 로봇트를 이용한 로봇트 응용기술의 개발에 역점을 두고 있으며, 산업체에서는 자사의 로봇트를 생산하여 생산자동화에 이용하고 있다. 또한 미국, 영국의 대학 및 연구소에서는 기존 로봇트 보다 성능(효율적이고 경제적인 제어기술, 동적성능의 우수한 재료의 선택, 인공지능등)이 우수한 로봇트 개발 연구에 치중하고 있다.

로봇트 개발은 기술의 창출이기보다 기술의 조합(기계, 전자, 전산, 제어등)이고, 연구개발비가 타 분야(예, 인공위성)에 비하여 적어 우리나라에서도 신,약,연의 협동체제만 잘 구축되면, 미국 Unimation 회사로부터의 기술도입으로 출발한 일본이 세계최대의 로봇트 생산 및 사용국이 된 것처럼, 로봇트 분야의 선진국과 용이하게 경쟁할 수 있으리라 본다.