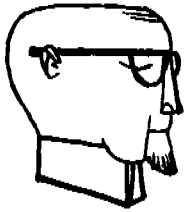


人類의 代理者를 찾아서



(상)

공학박사 강영채

과학평론가

1986년 초, 우주탐사선 보이저 2호는 시속 45,000 마일의 속도로 광활한 우주공간을 가로지르며 그때까지 아무도 가본 적이 없는 곳을 탐험하고 있었다. 탐사선의 임무는 지구에 묶여 있는 과학자들에게 천왕성의 근접사진을 보내주는 것이었다. 그해 1월 24일, 탐사선은 청록색의 구름으로 덮인 이 행성으로부터 51,000마일 떨어진 지점을 통과할 예정이었다. 탐사선이 천왕성과 만나는 시간은 불과 6시간뿐이었으나 캘리포니아주 패서디나에 있는 NASA의 제트추진연구소(JPL) 탐사본부는 그동안의 획기적인 과학상의 발견이 이루어질 것을 기대하고 있었다. 이 과정에서 보이저는 지구로부터 어떠한 명령도 직접 지시받지 않고 모든 임무를 수행해야 했다. 물론 직경 12피트짜리 접시형 안테나가 항상 지구를 향하고 있었기 때문에 JPL에서 보낸 전파신호를 수신할 수는 있었다. 그러나 전파가 18억 마일을 날아오는 데는 거의 3시간이 걸렸다. 따라서 중요한 관측임무를 띤 보이저는 주어진 임무를 능숙하게 처리할 뿐 아니라 예상되는 문제들에 대해서도 스스로 대응할 수 있도록 미리 프로그래밍되어야만 했다. 지구로부터의 실시간처리는 사실상 불가능했던 것이다.

1977년에 발사된 이래 보이저 탐사선은 근 4년 동안 처음 계획된 임무 이상을 수행했다. 원래 탐사선에 실린 6대의 컴퓨터와 빠죽 나온 관측용 걸침대에 부착된 카메라 및 감지장치들은 1979년의 목성탐사와 1981년의 토성탐사를 위해

5년 동안만 사용하게 되어 있었다. 그러나 보이저가 토성을 지나기 직전, NASA는 계획을 연장하기로 결정했다. 즉, 토성의 인력을 이용해 적절한 진로를 선택한 후 탐사선을 천왕성으로 날려 보내고, 다시 천왕성의 중력을 이용해 해왕성까지 날려 보내기로 계획을 바꿨다. 하지만 계획의 변경은 탐사선을 통제하는 하드웨어와 소프트웨어를 상당부분 수정해야 함을 의미했다.

그후 십수년에 걸쳐 보이저 탐사선은 태양계 횡단의 대장정을 수행했으며, 그 사이에 담당과학자들은 우주선이 도중에 부닥칠지도 모를 여러 가지 도전에 대비한 지시 프로그램들을 우주선으로 전송했다. 예컨대, 토성보다 두 배나 멀리 떨어진 천왕성까지의 거리는 지구와 태양 사이 거리의 20배나 된다. 따라서 보이저의 카메라는 희미한 빛을 보충하기 위해 상당히 긴 시간 노출을 주어야 하며, 그러고도 단지 흐릿한 영상밖에는 얻을 수 없게 된다. 그래서 보이저가 받은 새로운 지시 가운데는 이러한 현상을 방지하기 위해 우주선을 천천히 돌려 주라는 명령도 들어 있었다. 그것은 마치 사진사가 달리는 물체를 포착할 때 카메라를 움직이며 촬영하는 것과 같은 이치다.

보이저 탐사선이 토성에서 천왕성으로 가는 동안, JPL의 통제요원들은 이 놀랍도록 튼튼한 우주선과 교신을 하면서 가끔씩 새로운 명령을 내려 사소한 고장을 수리하곤 했다. 보이저는 멋지게 임무를 수행함으로써 그들의 노고에 보답했

다. 탐사선이 천왕성에 가장 근접한 날로부터 그 며칠 후까지 결정적인 순간을 담은 각종 데이터와 나중에 전송하려고 자기 테이프에 저장해 둔 일련의 자료들을 보내왔던 것이다. 탐지장치들이 행성의 자기장을 측정하고 행성간 복사(輻射)에 관한 자료들을 수집했다. 또한 새로운 지시에 따라 수정된 촬영법을 써서, 이미 알려졌었던 9개의 고리와 5개의 위성 외에 추가로 2개의 고리와 10개의 작은 위성들의 영상을 포착했다. 천문학자와 물리학자, 지질학자들은 6시간이라는 짧은 시간동안 1781년의 천왕성 발견 이래 2세기에 걸친 광학연구를 통해 알게 된 것보다 더 많은 사실들을 보이저로부터 얻어낸 것이다. 이에 감격한 한 통제요원은 보이저가 다시 해양성을 향해 대모험을 시작하자 이렇게 말했다.

“이 우주선은 정말 멋있군. 어떤 일을 맡겨도 척척 해치운단 말이야.”

□ 로봇의 정의

어떤 면에서 태양계를 가로지르는 우주탐사선을 ‘로봇’이라 부르기에는 다소 부족한 감이 있을지 모른다. 그러나 프로그래밍된 일을 훌륭히 수행하고, 특히 재 프로그래밍이 가능하다는 면에서 보이저 2호는 그러한 이름을 얻을 자격이 충분하다. 탐사선은 인간으로부터 직접적인 통제를 받지 않고 장기간 활동하면서 육체를 가진 우주비행사가 감히 접근할 수 없는 곳을 여행해 왔다. 뿐만 아니라 인류탐험대의 대리자로서 그 소임을 훌륭하게 수행해 왔다.

한편 지상에서도 다양한 형태의 로봇이 주인인 인간을 위해 수 많은 일들을 처리하고 있다. 호주에서는 양털을 깎고, 일본(세계에서 로봇 인구가 가장 많이 살고 있다)에서는 초밥을 마는 데 이용된다. 몇몇 유럽 도시에서는 로봇 기차가 출퇴근자를 실어나르고, 미국의 한 병원에서는 로봇 팔이 어떤 외과 의사보다도 정확하게 뇌암의 위치를 찾아낸다. 또 전쟁터에서는 이른바 감지기로 유도되는 무기가 목표를 찾아 수백 마일을 날아간다. 그 외에도 셀 수 없이 많은 로봇 가족들이 온갖 산업현장의 조립 라인에서 쉬지않고 일을 한다. 공장의 작업장에 효율적으로 배치된 로봇들은 자동차를 용접하고 도장(塗裝)하며, 전

투기 부품을 깎고 컴퓨터 부품이나 정밀한 시계를 조립해 내고 있다.

보이저 2호에서 산업용 도장 로봇에 이르기까지 이 기계들은 한결같이 우리 인간이 하기에는 너무 벅찬, 지루하고 정밀하며 위험한 일을 대신 한다는 공통점을 지니고 있다. 우주에서, 심해에서, 그리고 유독 가스가 나오는 도장실에서 로봇들은 산소공급 없이 극한의 온도하에서도 제 기능을 발휘할 수 있다. 따라서 적절하게 프로그래밍되고 관리되지만 한다면 로봇들은 산업현장에서 수백, 수천번씩 반복되는 일들을 정확히 해낼 수 있다. 그러면서도 결코 지루해하거나 한눈을 팔지 않는다.

이 분야의 과학자들과 관련자들 사이에서 로봇의 정의를 놓고 때때로 심각한 토론이 벌어졌지만, 아직껏 어떤 견해도 전폭적인 지지는 받지 못하고 있다. 로봇산업협회(RIA : Robotic Industries Association)(1974년에 산업용 로봇 제작자와 사용자를 중심으로 만들어진 미국 로봇재단으로 출발했다)의 회원들이 오랜 동안 힘겨운 입씨름 끝에 마침내 1979년에 다소 모호한 정의를 두두려 맞춰 놓았다. 이에 따르면, 로봇이란 “여러가지 방법으로 프로그래밍된 동작에 따라 자재나 부품, 도구, 기타 장비를 움직여 다양한 임무를 수행하도록 설계된, 재프로그래밍이 가능한 다용도 조작기(manipulator)”를 말한다. 그러나 그후 10년이 채 못돼 이 선언에 다른 내용들이 추가된다. 비전(vision) 시스템과 기타 감지장치를 갖춘 기계라는 항목이 포함된 것이다. 오늘날에는 산업체 외에도 세계 도처의 실험실에서 연구진들이 동물의 다리와 같은 운동기관이나 자율항해장치 등 다양한 기능을 갖춘 기계를 연구하고 있다.

여하튼 산업조립 라인에 초점을 맞춘 RIA의 정의로는 로봇 공학을 활용한 기계들을 모두 수용할 수 없었다. 만약 이 정의대로라면 보이저 탐사선은 엄격히 말해 조작기가 될 수 없다. 원격제어장치(teleoperator) 역시 컴퓨터 프로그램만으로 조종되는 게 아니라 일정 거리를 둔 인간에 의해서도 조종된다. 한편 우주선과는 대조적으로 이미 널리 사용되고 있는 아주 단순한 기계인 이른바 짐게 로봇 또는 뽕뽕 로봇도 로봇에 포함된다. 일본 로봇의 대부분을 차지하는 이러

한 기계장치들은 비록 자재나 부품을 옮기도록 프로그래밍되어 있기는 하지만 실제 운동영역은 컴퓨터 프로그램에 의해 정해지기보다는 주로 기계식 스톱브록(로봇 팔의 회전축 양쪽 끝에 고정된 블록)에 의해 결정된다. 그러나 전문가들의 개념 따위에는 아랑곳없이 일반인의 머리 속에 그려지는 로봇은 그것이 선하든 악하든 간에 초인적인 힘과 지적 사고력을 지닌 인간을 닮은 기계로 나타난다.

로봇이라는 말은 원래 1920년대에 극작가 카렐 차פק이 체코어 로보타(robota)('일'이라는 뜻)에서 따온 것이다. 차팩이 쓴 희곡(R. U. R (Rossum's Universal Robots))에서는 로섬이라는 사람이 자기 공장에서 온순한 노예인 기계인간을 만들어 내는데, 한 엉뚱한 과학자가 이 로봇에 감정을 불어넣음으로써 결국 로봇들이 반란을 일으켜 사람들을 죽이고 세계를 정복하게 된다. 차팩은 제1차 세계대전 직후, 기계들(탱크를 비롯한 기계화 무기들)이 인간들에게 유익하게 사용되기보다는 오히려 해독을 끼친다는 생각이 팽배한 상황 아래서 이 희곡을 쓰게 되었다. 그로부터 20년 후, 공상과학소설가 아이작 아시모프가 좀 더 긍정적인 미래상을 제시해 준다. 아시모프가 쓴 일련의 소설 속에는 기계인간들이 인류의 헌신적인 보호자가 되는 세상이 묘사됐다(그는 로봇 공학을 뜻하는 robotics라는 용어를 만들어냈다). 그의 로봇들은 다음과 같은 상호 관련된 로봇 3대 법규를 지켜야 했다. 「제 1 법칙」 로봇은 인간에게 해를 끼쳐서는 안되며, 인간이 해를 입도록 허용해서도 안된다. 「제 2 법칙」 첫째 법칙에 위배되지 않는 한 로봇은 인간의 명령에 복종해야 한다. 「제 3 법칙」 첫째와 둘째 법칙에 위배되지 않는 한 로봇은 자기 자신을 보호해야 한다.

□ 자동제어 시스템의 등장

1940년경에 이르자 사람들의 눈에 현실세계의 수많은 기계들이 스스로 움직이는 것으로 비치기 시작했다. 미국의 잡지들은 이러한 장치들에 대해 “기계인간”이나 “생각하는 기계”니 하는 따위의 제목을 붙여 기사를 쏟아냈다. 그 속에는 천공 카드 태블레이터와 자동문개폐기를 비롯하여

산업현장의 검사공정이나 제어공정에 사용되는 보다 정교한 시스템도 들어 있었다. 예컨대, 판금 공장에서는 광전지를 이용해 절단할 철판의 길이를 잴다. 또 직물공장에서는 이 광전지가 초당 1만개의 울을 누비면서 십자로 짜인 울을 헤아려 줌으로써 길이 수마일씩 되는 천이 톨러에 잘못 감기는 것을 막아 주었다. 뿐만 아니라 대형 프레스에 설치된 광전지는 작업자의 손이 가운데 들어가면 기계의 움직임을 자동으로 중단시키는 안전장치 역할을 했다. 원래 인간의 육체를 대신하던 기계들이 이제는 두뇌를 대신하는 것처럼 보였다. 그러나 이것은 로봇에 대한 환상이 현실화되는 서막에 불과했다. 곧이어 제2차 세계대전이 발발해 무기 수요를 엄청나게 증대시킴으로써 진짜 로봇을 구현하는 데 필요한 이론과 기술을 발전시키는 기폭제가 되었다.

1940년 봄, 미국의 신문들과 라디오는 유럽에서 날아오는 가슴철렁한 소식으로 가득 채워졌다. 히틀러의 독일군이 우세한 제공력에 힘입어 단숨에 네덜란드와 벨기에를 집어삼키고 이어서 프랑스까지 공략하고 있었다. 따라서 연합군은 육지와 바다 양쪽에서 보다 신속하고도 명중률이 높은 대공포를 절실히 필요로 했다.

5월 하순에는 독일의 슈투카 폭격기가 뉘케르크 해안으로부터 철수하려던 영국군 함대를 폭격해 치명타를 가했다. 이 와중에 당시 29세의 청년인 데이비드 파킨슨(David D. Parkinson)은 벨 연구소의 소규모 연구팀에서 일하고 있었다. 당시 이 팀은 전화기의 전송회로에서 전압측정시 사용하는 자동전압기록계의 정밀도를 높이는 방법을 찾던 중, 일종의 기계식 가변저항기인 전위차계(potentiometer)를 고안해냈다. 일정한 속도로 이동하는 긴 종이 위에 횡으로 펜을 움직이는 이 전위차계는 직경이 1.75인치였으며, 특이하게 생긴 카드 주위에 저항선이 감겨 있었다. 이 전위차계는 전화기 전송회로에서처럼 단자에 걸리는 전압의 급격한 변화에 비해 정확히 펜을 움직일 수 있었다.

□ 현실화된 꿈

파킨슨이 전압기록계를 연구하기 시작한 지 몇 주일이 지난 6월초 어느날 밤, 그는 신기한 꿈을

꾸게 된다. 그는 후에 이렇게 회상했다. “아주 이상하고도 생생한 꿈이었습니다. 고사포 사수들과 함께 참호 속에 있었는데, 군복을 보니 그들은 네덜란드나 벨기에군 같았습니다.” 물리학자인 파킨슨은 대포에 관해 아는 지식이라고는 상식 수준을 넘지 못했으나 어떤 예사롭지 않은 사태 전개를 감지할 수 있었다. “대포는 가끔씩 발사 되었으나 매번 발사 때마다 항공기를 한 대씩 격추해 나갔습니다. 서너 발 발사된 후, 사수 한 사람이 내게 미소를 지으며 다가오더니 대포를 회전시키는 축을 가리켰습니다. 놀라게도 거기에는 내가 만든 전압기록계의 전위차계가 붙어 있었어요. 틀림없는 그것이었습니다.”

잠에서 깨어난 그는 그 꿈이 심상치 않음을 깨달았다. “고속으로 움직이는 펜을 정확하게 조절할 수 있는 전위차계를 적절하게 변형만 시킨다면 고사포에서도 그같은 기능을 발휘하지 못할 리 없습니다.” 파킨슨이 그 꿈을 선임자인 클래런스 로벨에게 들려주자 그역시 그 꿈에 감염되고 말했다. 파킨슨은 이렇게 회상했다. “우리는 그 가능성의 연구에 전력투구했습니다.” 물론 두 사람 다 포격관계 분야에 대해서는 전혀 경험이 없었으나 그들은 이 아이디어를 경영층에 제출했고, 벨연구소에서는 이것을 즉각 육군에 알렸다.

당시의 고사포 제어장치였던 포조준기는 근본적으로 기어와 축, 기타 기계부품을 움직여 수학적 계산을 해내는 기계식 아날로그 컴퓨터였다. 이 조준기는 복잡한 미분방정식을 풀어 비록 대략적이긴 했으나 이동중인 목표물의 위치를 금세 예측해 주었다. 그리고 좀 더 복잡한 계산을 거쳐 대포의 양각(仰角)과 사정거리, 방향을 결정해 주었다. 뿐만 아니라 포탄이 가능한 한 목표를 가까이에서 폭발하도록 시한신관을 적절히 조절할 수 있었다.

그러나 이 기계식 조준기는 비록 사람이 계산하는 것보다 빠르게 방정식을 풀어내기는 했지만 결국 육안을 이용한 수동식 추적장치를 쓰는 사수들이 목표물의 위치와 속도 등에 관해 시시각각으로 제공하는 정보에 전적으로 매달려야 했다. 이처럼 육안으로 목표를 추적하다 보니 어둠이나 구름, 안개, 포연 등으로 인해 가끔씩 관측에 지장을 받는 경우가 생겼을 뿐더러, 아예 관측이 불가능할 때도 있었다. 게다가 시계가 아주

좋아 필요한 방정식을 다 풀었다 하더라도 대포를 발사하려면 관측사항을 다시 대포 자체의 지시기로 옮겨야 했다. 그 다음 포조준기의 지시에 따라 사수가 대포의 손잡이와 기어를 돌리는 동안 다른 사람은 시한신관을 장치학 포탄을 대포에 장전했다. 하지만 무엇보다도, 이 방법은 적의 군함과 같은 느린 목표물이나 야포부대 같은 고정·목표물이나 적합할까 항공기를 대항하기에는 너무 느리고 비효율적이었다.

1940년경에 이르러 눈 대중에 의한 추적방식이 새로운 레이더 기술로 대체되면서 대공사격관계 시스템 전반을 개선할 수 있는 전기가 마련되었다. 레이더 추적으로 레이더 빔에 잡힌 항공기에서 반사되는 전자기파를 이용해 목표물의 위치와 속도, 방향에 대한 연속적인 정보를 얻어내게 된 것이다. 이제 포조준기를 전기장치로 바꿔 포 자체를 전기적으로 제어할 수만 있게 된다면 포가 순식간에 목표물을 조준할 수 있었다.

신설된 국가방위연구위원회(NDRC : National Defence Research Committee)와 벨연구소, 벨사의 제조회사인 웨스턴일렉트릭의 관계자들이 모여 몇 차례의 회담을 가진 결과, 육군의 90mm 고사포를 제어할 전기식 아날로그조준기를 개발, 제작하기로 계약이 체결되었다. 그후 2년간에 걸쳐 과학자들은 조준기뿐만 아니라 인간의 힘을 빌리지 않고 조준기로부터 직접 명령을 받아 포를 움직이는 장치들을 개발하는 데 몰두했다.

1942년 크리스마스를 며칠 앞두고 M-9라 명명된 최초의 조준기 시제품이 육군에 전달되어 이듬해 초에 실전배치됐다. 레이더 시스템의 예리한 눈과 결합된 M-9는 목표물의 예상위치를 계산해, 마치 오늘날의 컴퓨터가 산업용 로봇팔을 직접 움직이듯 육중함 90mm 포를 자동으로 목표물에 조준해주었다. 사수가 하는 일이라고는 오직 포탄을 장전하는 것 뿐이었다. M-9는 전선에서 훌륭하게 임무를 수행했다. 특히 1944년 8월, 영국에 대한 독일의 제2차공습 때 눈부신 활약을 했다. 신형 근접신관(포탄 앞쪽에 장착된 진공관이 목표에 접근하면 터지게 만들어졌다)과 함께 사용되어 한달 동안 런던을 향해 날아온 독일의 유도탄 V-1을 9할이나 격추시켰던 것이다.

(다음 호에 계속)