

과학기술개발과 인류문명의 발전

이 승 원

서울대학교 명예교수 · 학술원 회원

1. 과학기술의 발상

인간을 비롯한 지구상의 모든 생물은 그 생성 이래 자연에 순응하면서 그들의 생활을 영위하여 왔다. 그러나 인간은 다른 생물과는 달리 자연법칙에 피동적으로 순응만하고 살아온 것이 아니라 적극적으로 자연의 섭리와 진리를 탐구, 그들의 생활 향상에 이용해 왔다. 즉, 자연중에 존재하는 여러 가지 자원을 그들의 생활 향상에 도움이 되는 물체로 변형시켜 왔고 각종 자연에너지를 그들이 필요로 하는 에너지로 변환시켜 왔으며 또 그들이 살고 있는 환경을 더욱 안전하고 안락한 환경으로 개조하여 왔다. 이 경우에 동원된 것이 바로 그들이 탐구해낸 과학과 기술인 것이다. 인류는 장기간의 역사를 통하여 획득한 인식의 성과인 지식에 의해 자연의 법칙을 탐구해냈고 그 법칙을 보편화시킴으로써 상기와 같은 목적에 활용해 온 것이다.

즉, 중량물 운반시에 필요했던 인간의 힘을 집합하는 운동과정을 뒷받침했던 정력학 및 기계학과 농업생산의 요구에 의해 탄생된 천문학, 그리고 수학과 그 후 水車에 의한 정미 및 제분기술,

중국에서 발명된 화약, 제지, 인쇄기술 등이 인류문명의 발달에 크게 기여해 왔다. 그러나 본격적으로 과학기술이 발달하기 시작한 것은 르네상스의 거인 레오나르도 다빈치 등 여러 과학자들의 체계적 연구에 의해 탄생된 자연과학의 발상이 기반이 되어 근대 과학기술이 발달하기 시작한 것이다. 즉, 이로부터 19세기 초에 이르러 畫法, 기하학, 해석학, 구조역학, 열역학, 전자기학 등이 확립되기 시작했다. 이들 대부분의 과학기술은 인간의 경험과 자연관측에서 발견한 법칙을 보편화시킴으로써 이룩된 것이다.

그러나 경험과 관측보다도 인간의 두뇌기능에 의한 논리적 추구에 의해서 개발된 과학기술이 더욱 크게 인류문화 발전에 기여하였다. 그 한 예로서 전기공학은 자석간의 인력, 마찰전기에 의해 대전된 물체간의 인력 등 자연현상의 관찰에 의해서 시작된 것이기는 하나 이는 현재와 같이 대전력을 발생케 하고 또 발생된 전력을 수송, 배분, 저장, 이용 등 여러 분야에서 개발되게 한 것은 르네상스 이래의 많은 전기과학자들이 전자력을 다루는 법칙을 설정하고 그 이용기법을 개발한 것에 기인한다.

2. 과학기술은 인류사회 문명의 발전의 근원

상기 과학기술중 인류문명에 기여하기 시작한 것은 석탄연소에 의해 얻어진 열에너지로 증기를 만들어 이것을 기계에너지로 바꾸는 기술 즉, 열에너지의 기계에너지로의 변환기술로서, 이 이용기술의 발달은 생산수단에 큰 변환을 일으켜 산업형태를 생산성이 미미했던 수공업으로부터 대량생산이 가능한 기계공업으로 발전시켰고 인류 역사를 농업시대로부터 공업시대로 바꾸어 놓았다. 이 기계에너지 변환기술에 뒤따라 개발된 전기공학은 전기에너지를 개발했는데 이 전기에너지를 수송이 편리하고 배분이 용이하여 기계기술에 의해서 이룩된 공업사회를 더욱 고도의 공업사회로 도약시키기에 이르렀다.

그후, 전기에너지의 인류사회에의 기여는 여기서 끊이지 않고 그 특징의 다른 한 면인 제어의 신속성 및 정밀성은 미세 전기에너지를 신호로 바꾸어 이용하는 분야를 개척하여 통신공학, 전자공학, 전자계산기공학 등 새로운 기술체계를 탄생시키기에 이르렀다.

3. 정보화시대와 첨단기술

전기공학은 에너지를 양적 이용에 의한 생산활동분야 뿐만 아니라 정보의 전달 및 처리를 위해서 복잡한 계산분야에까지 이용할 수 있게 하여 인간이 그들의 목적성취를 위해 취해야 할 최적 행동기준을 제공해 주는 소위 정보화시대를 도래케 하고 있다. 이 정보기술이 발전함에 따라 인간들은 더욱 풍족한 생활을 영위하게 되었다. 물론 이를 위해서는 많은 물자를 소비하게 된다. 따라서 각종 생산 시스템은 거대화, 복잡화되어

가기 시작했다. 이를 해결하기 위해서 정보기술과 생산기술이 결합된 기술분야를 다루는 제어공학이 발달하기 시작했다. 순수 정보기술은 인간의 최적활동의 최적치를 제공해주는데 비해 제어기술은 생산 시스템의 최적화를 뒷받침한다. 또 정보화시대에서는 인간들은 앞에서 설명한 바와 같이 많은 물자를 소비할 뿐만 아니라 더욱 쾌청한 환경을 원하게 되고 힘드는 노동으로부터 해방되기를 원하게 될 것이다. 고로 인간은 정보통신기술과 제어기술을 결합시킴으로써 생산시설을 자동화하고 또 이들을 대신해서 일할 로봇을 개발하기에 이르렀다.

4. 21세기에 전망되는 인간사회

21세기에는 앞에서 고찰한 바와 같이 인간이 자연에 보다 잘 적응하고 자연을 더 능률적으로 이용하기 위해 필요한 과학기술이 더욱 고도로 개발 이용되는, 다시 말해서 인간기술과 자연이 보다더 일체가 되어가는 시대라고 생각된다. 이를 위해서 필요한 1차적 기술이 바로 우리가 현재 발전시키고 있고 첨단기술이라고 부르고 있는 반도체기술(전자기술) 즉 고밀도 집적회로 제조기술, 고성능 컴퓨터기술, 제어기술, 광통신과 디지털 회로망의 결합에 의한 뉴미디어 통신기술이라고 생각된다. 2차적으로는 이에 의해서 도약된 사회가 동반 또는 후속적으로 요구하는 기술, 예를 들면 1차 기술발전을 위한 원자재 내지는 부품의 고품위화 및 능률적 생산기술, 생활향상과 더불어 더 많은 소비가 예상되는 물품의 생산설비의 성능향상 기술, 대량에너지의 생산 및 이용기술 등 모든 재래기술을 향상시키는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

여기서 상기한 첨단기술이 앞으로 우리 인간사

회에서 어떤 현상을 구현하게 될 것인가를 살펴 보기로 하자.

첫째로는 컴퓨터용 I.C. 칩에는 더욱 더 많은 트랜지스터가 삽입되고 소형화되어 컴퓨터를 보다 작게 하고 마이크로 프로세서를 더욱 고성능화할 것이다. 현재 보편적으로 사용되고 있는 I.C. 칩은 4메가 D-RAM인데 얼마전에 세계에서 우리나라가 제일 먼저 64메가 D-RAM의 칩을 시작하는데 성공했다. 이는 컴퓨터를 소형화, 고성능화시키는데 크게 공헌할 것이다. 이 얼마나 고무적인 쾌거인가. 컴퓨터는 현재도 그렇지만 미래의 모든 분야에서 컴퓨터 없이는 인간 문화생활을 영위할 수 없을 것이다. 컴퓨터는 처음에는 진공관식으로서 빌딩에 꼭 찰 정도로 그 부피가 매우 컸었다. 현재는 수백만개의 트랜지스터로 구성되어 있는 VLSI 칩의 출현으로 인해 현대와 같은 크기와 성능을 갖기에 이르렀다. 이와 같이 컴퓨터가 소형화되어 가면서 그 용도는 더욱 증가되어 그 능력은 가공할 정도로 성장해갈 것이다.

컴퓨터의 소형화에 따라 가장 현저하게 발전하게 될 대표적인 것으로 로봇을 들 수 있다. 현재는 로봇이 공장에서 인간의 수고를 덜어줄 정도이며 불확실한 정보를 가지고 올바른 판단을 한다든가 논리로서는 성립 안되는 일을 처리한다든가 하는 것은 불가능하다. 그러나 현재 연구하고 있는 인간의 뇌신경세포 관련 연구, Fuzzy 이론 연구들과 Chaos를 결합시킨다면 인간과 거의 같은 지능을 갖는 로봇이 출현하게 될 것이다.

컴퓨터와 제어기술의 결합에 의한 대표적 산물이기 때문에 로봇에 관해서 고찰해 본 것인데, 이 컴퓨터와 제어기술의 결합에 의한 기기의 시스템 자동화는 전체 산업, 전 서비스 분야에 적용되어 거의 인간이 관여하지 않고 목적을 달성하는 상황이 실현될 것이다. 이는 컴퓨터와 제어

기술의 발전과 이를 수용할 수 있도록 재래기술이 개량 및 개발되어야 할 것이다.

현재 이런 기술의 출현을 예측하게 하는 사실로서 일본의 한 로봇 생산공장이 밤에 조명없이 작업이 수행되고 있으며 또 어떤 섬유공장에서는 종업원이 전무한 상태에서 실이 끊어질 경우 컴퓨터가 기계를 정지시키고 실을 이어준 다음 재가동시키고 있을 뿐 아니라 컴퓨터 컨트롤에 의하여 직조속도를 두 배로 증가시키고 있다. 또 독일에서는 고속도로에서의 자동차의 주행을 자동화 함으로써 고속도로 수송능력을 배가시키는 방법이 실험적으로 성공되고 있다. 이렇게 기술이 향상될 경우 인간들은 어떻게 소일해야 할까가 문제가 될 것으로 생각된다.

이상으로 보아 21세기에는 컴퓨터와 제어기술의 적용에 의한 기기의 자동화, 생산 및 서비스 시스템의 자동화를 크게 신장시키는 기술개발이 중점적으로 이루어질 것이다.

다음에 장족의 진전을 가져올 기술분야는 컴퓨터 통신분야라고 예측된다. 이 기술은 가까운 장래에 현재와는 놀라운만큼 상이한 문명의 발전을 이룩한 사회를 탄생시킬 것이 예상된다. 즉, 뉴미디어 통신기술(팩시밀리, 비디오텍, 쌍방향 CATV, 정지화 TV, 전화)을 광통신과 디지털 회로망 기술에 의해 통합되는 ISDN 형태로 실현시킬 것이다. 그리고 이를 우주통신 규모로 확정하기 위해 인공위성을 부가시킨 고도정보화 시대가 실현될 것이다. 이 시대가 되면 인간 사이의 정보교환이 시간과 공간을 초월하여 실현될 것이다. 또 손목시계와 같은 전화기가 출현할 것이고 퍼스널 컴퓨터에 의한 학교수업이 가능해질 것이며 회사 사무도 집에 앉아서 처리할 수 있을 것이며, 암에 걸린 환자라도 인간지능을 가진 로봇을 가정에 설치해 놓고 의사가 통신망으로 지시 동작시킴으

로써 치료를 할 수 있을 것이다. 또 쇼핑, बैंकिंग도 ISDN에 수록된 정보에 의해서 컴퓨터로 처리될 것이다.

5. 앞으로 개발해야 할 과학기술

다가오는 21세기에서는 로봇을 비롯한 컴퓨터와 제어기술의 결합기술을 핵심으로 하는 컴퓨터, 제어기술과 디지털 정보통신 기술의 발달로 인해 변화할 모습을 예상해 보았다. 그렇다면 이의 실현을 위해서 이제부터 구체적으로 어떤 기술을 개발해야 하나를 생각해 보기로 하자. 이미 기술한 바와 같이 이제부터는 가공, 생산, 유통, 보관에 관련된 생산활동 뿐만 아니라 모든 시스템이 컴퓨터에 의한 제어가 실현되게 하기 위해서 즉, 1, 2, 3차산업 전반에 걸친 산업활동 및 경제활동을 전적으로 컴퓨터로 제어함으로써 고도 산업경제 발전을 이룩하는 시대가 되게 하기 위해서는 인공지능 컴퓨터의 개발이 지속적으로 이루어져야 한다. 또 이에 절대적 역할을 담당할 컴퓨터 칩의 고밀도화와 컴퓨터 주변장치 기술도 지속적으로 이루어져야 하며, 또한 소프트웨어의 개발이 광범위하게 이루어져야 할 것이다.

다음에는 이와 같이 컴퓨터에 의해서 제어되는 각종 산업 시스템에 관련되는 요소나 시스템 자체가 능률적으로 컴퓨터 제어를 영입할 수 있도록 하는 기술개발이 이루어져야 한다. 이 경우 컴퓨터 제어기술을 첨단기술이라고 본다면 각종 산업요소나 시스템 관련기술을 재래기술이라고 할 수가 있는데 이 첨단기술과 재래기술이 상호 보완케 함으로써 그 효과는 상승적으로 향상될 것이다. 이미 기술한 바 있는 다음 세기에 크게 발전할 것으로 예상하는 로

봇이 바로 이 첨단기술과 재래기술이 개량 향상되어 결합된 생산요소의 하나라고 볼 수 있다.

즉 로봇은 시스템을 컴퓨터 제어화할 경우 재래식 가공요소로서는 담당할 수 없어서 수공업에 의존하던 공정에 삽입된 가공요소라고 볼 수 있다. 이 로봇은 가공요소로 크게 발전할 뿐 아니라 뇌신경세포 연구, Fuzzy 이론 연구, Chaos 이론 연구 등의 결과를 결합시킴으로써 인간과 거의 같은 자율적 행동을 할 수 있게 될 것이다. 또 이 부문개발 기술의 예로서 CNC 선반, 머신센터 등을 들 수 있는데 앞으로 이런 컴퓨터 제어기술을 영입하는 새로운 가공요소 또는 시스템의 개발이 이루어질 것이다. 다음에는 디지털 회로망, 광통신 기술 및 각종 영상음향기기, 정보송수신 기기의 디지털화와 인공위성의 개발, 극소형 전화기의 개발 등이 이루어져 ISDN 정보교환 기술개발이 이루어질 것이다. 이와 같이 자동화시대, 고속정보교환시대가 되면 사회는 그 경제력이 크게 신장되어 많은 생활용품을 필요로 하게 될 것이므로 이를 만족시키기 위해 원하는 품질의 물품을 원하는 시기에 원하는 만큼 최저 가격으로 직접 노동력 제공없이 생산하게 될 것이다. 또 이 경우 새로운 원자재가 필요하게 될 것이므로 신소재가 탄생될 것이고 생활을 향상시키기 위해 에너지가 증산되고 태양광 발전과 같은 신에너지의 개발도 이루어질 것이다. 또 그들의 생활환경의 안정화, 쾌적화, 공해방지를 위한 기술개발에도 크게 기여할 것이다. 또 지구 차원의 충분한 식량 생산을 위해 재래식 식량 생산공정에 컴퓨터 제어기술의 결합과 동시에 첨단생산 시스템의 개발과 유전공학 개발에도 크게 힘쓰게 될 것이다.