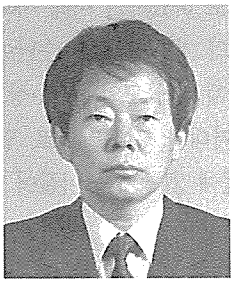
진공관·트랜지스터 변천 거쳐 반도체기반 디지털혁명 예고

20세기 인류생활에 가장 큰 공헌을 한 공학기술은 전기와 전자공학 분야이다. 전기·전자공학의 뿌리를 찾는다면 1백년 전 2천개의 특허를 낸 에디슨의 업적에서 비롯된다. 오늘날 우리에게는 산업혁명에 견주어지는 기술혁명을 겪고 있는데 이러한 기술혁명은 진공관으로부터 트랜지스터, IC, VLSI로 변천해오면서 발전된 반도체기술을 기반으로 디지털기술이 발전되었고 이를 통해 생겨난 디지털혁명이 바로 그것이다.



金 道 鉉
〈대한전자공학회 회장/국민대 전자공학부 교수〉

'20세기 인류의 생활에 가장 큰 영향을 미친 공학기술은 무엇일까?' 미국 공학아카데미(NAE)에서 이에 관한 궁금증을 해소하기 위하여 지난해 가을 공학분야의 전문학회에 20세기를 대표할만한 공학적 성과 10가지씩을 추천받아 분야별 전문가들이 모인 선정위원회의 심사를 거쳐 20가지 공학기술을 선정하고 등위를 결정하여 발표한 적이 있다. 인류의 생활을 변화시키는데 큰 영향을 미친 공학기술로 모든 산업과 인류생활에 없어서는 안될 에너지원이 된 전기를 비롯해 자동차, 비행기, 라디오와 텔레비전, 컴퓨터, 인터넷, 상수도, 전화, 레이저와 광섬유 등이 선정되었다.

20세기의 대표적 공학기술

선정된 20가지 공학기술 중에서 전기, 전자공학, 라디오와 텔레비전, 전화, 에어컨과 냉장고, 각종 가전제품, 컴퓨터, 인터넷과 같이 무려 8가지의 공학기술이 전기, 전자에 관련된 기술이란 점을 생각한다면 전기, 전자공학 분야가 인류의 생활에 얼마나 많은 공헌을 하였는지 알 수 있다.

우선 가장 혁신적인 기술로 선정된 전기의 발견과 활용도 및 중요성을 이해하기 전에, 우리는 생활 속에서 공기의 중요성을 인식하지 못하면서 생활하고 있는 것처럼, 전기를 언제, 어느 곳에서나 손쉽고 당연하게 사용할 수 있는 것이라고 생각하며 살아가고 있는 것은 아닌지 의문을 가지게 된다. 인류가 살아가는 모든 곳에서 전기라는 것이 사라진다고 가정해보면 전기의 중요성은 따로 설명할 필요가 없을 것이다.

그러나 석유나 가스 등과 같은 천연에너지원이 소멸되면 전기가 에너지원의 역할을 대신할 수 있다고 생각하는 사람은 그리 많지 않다. 천연 에너지원의 소멸을 대비하여 대체 에너지를 개발한다 하더라도 개발된 대체 에너지가 전기를 생산하지 못하는 에너지라면 이는 대체 에너지의 역할을 다하는 것이 아니다. 태양력, 수력, 풍력, 원자력 등과 같은 에너지원들도 모두 전기를 생산할 수 있는 능력이 있기 때문에 대체 에너지로 고려되고 있는 것이다.

20세기를 대표할만한 공학적 성과로 선정된 두번째 기술로서 전자공학 기술이 있다. 선정된 다른 기술들은 구체적이며, 물리적인 외형을 갖추고 있는데 반하여 전자공학 기술은 포괄적인 내용을 담고 있다.

진공관, 트랜지스터, IC의 개발, 아날로그 기술과 디지털 기술의 발달과정 등과 같이 무수히 많은 부품과 전

자공학 관련이론 등이 전자공학 기술을 대표한다. 전자공학 관련이론의 등장 및 반도체의 발전 등은 인류에게 헤아릴 수 없는 많은 기술 혁명을 제공하여 반도체, 통신, 제어, 컴퓨터 등과 같이 전자공학 기술에 관련된 이론 및 기술 등은 어느 것 하나 중요하지 않은 것이 없다.

세번째로 선정된 기술은 라디오와 텔레비전의 보급이다. 흔히 통신을 한다고 하는 것은 결국 의사를 전달하는 것으로 옆에 있는 사람과의 대화도 통신이고, 문서나 도서를 전달하는 것도 통신이라고 할 수 있다. 이와 같은 원초적인 의사전달 뿐만 아니라 인공위성을 통해 지구의 사진을 찍어 전송하는 것도 통신이라고 할 수 있다. 이같이 엄청나게 많은 통신 중에서 가장 많은 사람에게 최근의 정보를 전달할 수 있는 기능을 가진 통신이 바로 라디오와 텔레비전이라고 할 수 있다. 그리고 라디오와 텔레비전은 많은 수의 사람들에게 신속한 정보를 제공하는 통신의 고유기능 이외에 열려진 세계의 삶의 모습을 통해 20세기 사회를 변혁시키기도 했던 개혁의 기능도 가지고 있기 때문에 20세기를 대표하는 기술로 꼽히게 되었다고 한다.

네번째로 선정된 컴퓨터 기술은 20세기의 인류의 삶과 산업을 결정적으로 변화시켜 온 도구로, 생산성을 높이고 인류가 거대한 양의 지식에 접근할 수 있도록 계기를 마련했다고 할 수 있다. 많은 사람들이 컴퓨터라고 하면 20세기 말에 와서 개발된 것이라고 아는 분이 많으리라 생각된다. 물론 컴퓨터의 보급은 20세기 말에 급속도로 증가된 것이라고 할 수 있지만, 개발의 역사를 보면 20세기 중반 이전부터 개발되어온 것이 컴퓨터 기술이다. 컴퓨터를 통해 386세대, 컴맹이라는 사회용어도 생겨나기도 했으며, 21세기에 사는 인류들은 위에서도 언급한 통신의 역할 모두를 컴퓨터를 통해서 하게 될 것이다. 컴퓨터의 발전이 얼마나 빠른지를 알려주는 예로 흔히 386세대라 하여 60년대에 출생하고, 80년대에 학교를 다녔으며, 나이가 30대인, 21세기를 이끌어갈 주역으로 설명하고 있다. 그러나 386이라고 부르는 컴퓨터는 이미 10여년 전에 사용된, 지금은 찾아보기 어려운 구형 컴퓨터가 되어버렸다는 점을 생각하면 컴퓨터의 발전속도를 쉽게 짐작할 수 있을 것이다.

다섯번째로 선정된 전화기술이다. 전화기술의 특징은 라디오와 텔레비전이 다수의 사람들에게 정보를 전달하는 통신기술을 사용하는 것과 비교해 개인의 정보를 전달하는 통신기능을 강화한 기술이라고 할 수 있다. 친구, 가족 및 다른 나라 사람과의 통신을 통해 인간적인 관계를 결속시키고 인류의 삶과 산업과 경제의 질을 향상시키는 역할을 수행하였다. 전화의 역사는 20세기 이전부터 개발되기 시작했고, 어쩌면 인간의 가장 기초적인 시대부터 요구되었던 기술이 아닌가 생각한다. 일반 가정에서 사용하는 유선전화에서 무선전화, 그리고 요사이 호황을 누리고 있는 이동전화까지 발전단계를 시간적으로 볼 때 긴 시간은 아니지만 발전해온 기술적인 측면과 앞으로의 발전 가능성을 볼 때 전화기술에 대한 발전단계를 살펴보는 것도 뜻있는 일이라 생각된다.

21세기를 이끌어갈 기술

여섯번째로 선정된 기술은 에어컨과 냉장고의 개발이다. 식품을 신선하게 보관·운반하는데 기여했고, 사람들에게 쾌적한 환경을 제공하는 기능을 수행하는 장치로 인류의 생활에 가장 가까이 접근해 있는 전기·전자 관련 기술이다. 특히 에어컨이라는 것이 한때는 사치품으로 여겨지기도 했지만 이제는 인류의 삶을 크게 증진시키는 필수품으로 자리잡아 에어컨이 설치된 자동차나 지하철, 버스, 직장과 학교로 출퇴근을 하고 있다. 편히 쉴 수 있는 공간인 가정에 에어컨이 설치되어 있지 않아 인류의 삶이 행복하지 않다면 그것은 바람직하지 못한 일이다.

일곱번째로 선정된 기술은 인터넷 기술이다. 인터넷 기술 역시 라디오나 텔레비전과 같이 많은 수의 이용자에게 엄청난 양의 정보를 전달할 수 있는 통신적 기능이 있다. 더욱이 라디오나 텔레비전과 같은 통신매체는 정보 제공자가 방송사로 국한되지만, 인터넷에서는 정보를 제공하는 정보 제공자가 정보를 원하는 사람 수만큼 많기 때문에 인터넷의 통신적 역할을 수량적으로 정의할 수 없을 만큼 잠재력이 큰 기술이라 할 수 있다. 특히 인터넷 기술은 20세기를 대표하는 기술로 선정되기도 하였지만 미래 사회에서도 사회변화의 가장 중요한 수단이 될 것이며, 세계적 규모의 뉴스·상거래 및 정보의 거대한 저장창고로 인식되고 있기 때문에 21세기를 이끌어 갈 기술로도 선정될 수 있다.

마지막으로 선정된 전기, 전자 관련 기술은 가전제품 개발이다. 전자레인지, 세탁기, 진공청소기 등은 일상의

노동력을 줄임으로써 생활스타일을 극적으로 바꿔나갔으며, 특히 여성들을 가정이라는 사회범주 안에서 산업사회로 이끌어내는데 결정적인 역할을 수행했다고 볼 수 있다.

이상으로 선정된 전기·전자공학 관련기술의 뿌리를 찾는다면 언제, 어디서, 어떻게, 누구에게서부터 시작되었는지를 생각하게 된다. 고대의 수학자, 물리학자들에 의해 발견된 물리현상과 이를 증명한 이론들을 통해서 전기·전자의 뿌리를 찾는 것도 하나의 방법이 될 수 있겠지만, 우리생활 속에 자리잡고 있는 모든 전기·전자제품을 바탕으로 전기·전자의 뿌리를 찾는다면 당연히 발명가 토머스 에디슨(1847~1931년)의 업적으로부터 뿌리를 찾는 것도 별 무리가 아닌 듯 하다. 발명가 토머스 에디슨은 일생 동안 약 2천여개의 특허를 냈고, 그중에는 1백여년이 지난 오늘에도 이름들이 낯설지 않은 많은 발명품들이 있다는 사실은 우리에게 많은 호기심과 위대함을 안겨주고 있다. 전화기, 축음기, 백열전등, 영사기, 축전기 등 수많은 발명품들이 그의 손을 통해서 발명되었고, 21세기 우리 생활의 중요한 생활수단으로 자리잡고 있기 때문이다.

뿌리는 에디슨의 발명공적

에디슨은 백열전구를 개발하는 과정에서 발견된 '에디슨 효과'에 대해서 계속적으로 연구를 하기보다는 백열전구를 개발하는데 관심을 기울였지만, 전류, 자기장, 도체의 운동방향을 결정하는 '플레밍의 법칙'으로 유명한 플레밍은 에디슨이 발견한 '에디슨 효과'를 이용해 금속판이 양으로 대전되면 전자들이 금속판으로 흘러 전류가 흐르게 되고, 음으로 대전되면 전류가 흐르지 않는다는 사실을 발견하고 2극 진공관을 만들었다. 에디슨에 의해 발명된 백열전구는 인류 역사상 가장 혁신적이고, 위대한 발명 중의 하나에 속하지만, 플레밍의 2극 진공관 개발은 전기·전자공학 분야의 새로운 출발점을 의미하게 된다. 이 후 미국의 리드포리스트에 의해 3극 진공관이 발명됨으로 해서 진공관은 작은 신호의 증폭, 논리회로를 구성할 수 있는 기능을 가질 수 있게 되었으며, 이를 통하여 라디오와 텔레비전의 보급에 중대한 역할을 담당하게 되었다.

1940년대 말 윌리엄 쇼클리에 의해 반도체가 발견되기 전까지 진공관의 기능이 인류의 삶의 질을 향상시키는데 중요한 역할을 담당한 것은 사실이지만, 반도체에 의해 인류의 삶은 다시 한번 혁신적인 발전을 가져오게 된다. 게르마늄과 실리콘에 비소라는 불순물을 혼합하여 전류의 흐름을 제어하는 기능을 가진 소자를 반도체라고 부르는데 이것은 외각 전자가 4개인 게르마늄과 실리콘에 외각 전자가 5개인 비소를 혼합시켜 남은 1개의 자유전자를 양극 쪽으로 움직이게 하는 원리로 전류의 흐름을 조절한다. 반대로 외각 전자가 3개인 불순물을 첨가하게 되면 정공이 생기게 되고, 이는 음극으로 움직이게 된다.

즉 불순물 외각 전자의 수에 따라 부도체인 게르마늄과 실리콘에 전류가 흐르게 되는 것이다. 더욱 자세하게 살펴보면 자유전자에 의해 전류의 흐름을 제어하는 반도체를 n형 반도체라고 하고, 정공에 의해 전류의 흐름을 제어하는 반도체를 p형 반도체라고 한다. 반도체라는 말은 글자 그대로 물질에 전류가 흐를 수 있는지의 여부를 기술한 용어를 의미하는데 쇼클리는 저항을 바꿈으로써 증폭된 신호를 전달한다는 뜻으로 트랜지스터라고 부르기로 하였다. 흔히 트랜지스터, IC, VLSI, CPU, 메모리 등과 같은 칩(chip)들은 반도체 기술을 이용해 개발된 트랜지스터의 복합체라고 해도 무방할 것이다.

진공관이나 트랜지스터는 모두 다 전류의 흐름을 제어하여 신호를 증폭하거나 논리회로를 구성하는데 사용되지만 트랜지스터의 등장으로 인해 전기전자 장비의 형체가 혁신적으로 변할 수 있게 되었는데, 그 이유로는 진공관은 그 부피가 반도체의 수백에서 수천배에 달하고, 소비전력이 크고, 금속을 사전에 가열시키기 위한 시간과 열을 식히기 위한 냉각장치가 부수적으로 필요한 것이 문제였지만 반도체인 트랜지스터는 이러한 부가적인 장치 없이 사용 가능하고 구조적인 면이나 전력 소모면에서 이점이 있기 때문이다.

오늘날 우리에게는 산업혁명에 견주어지는 새로운 기술혁명을 겪고 있다. 이러한 기술혁명은 진공관으로부터 트랜지스터, IC, VLSI로 변천해 오면서 발전된 반도체 기술을 기반으로 디지털 기술이 발전되었고, 이를 통해 생겨난 디지털 혁명이 바로 그것이다. 또한 21세기 정보혁명의 총아가 될 멀티미디어 혁명 역시 반도체 기술을 통한 디지털 기술에서부터 시작된다고 해도 과언이 아닐 만큼 반도체 기술의 중요성을 잊어서는 안될 것이다.