

전자산업의 미래 기술

이 글에서는 지금까지 전자산업 기술 발전의 바탕이 된 미세가공 기술, 데이터 통신과 인터넷, 네트워크, 디지털 콘텐츠와 정보기기 등을 살펴 보고, 미래 전자산업의 방향인 Post PC에 대해서 설명하고자 한다. **고병천**

산업혁명시대에 등장한 기계공업은 제조/생산 기술을 바탕으로 한 생산재산업이라고 할 수 있다. '공간 축소'의 현대관 축지법을 제공하는 자동차를 제외한다면, 인간 생활양식에 직접적인 영향을 준 대중적인 기계공업 제품은 흔하지 않다. 기계공업은 한마디로 대량 생산과 대량 소비를 만들어 낸 생산/제조 산업이라고 할 수 있다.

20세기에 등장한 전자산업은 냉장고, 세탁기, 에어컨 등 가전 산업, 라디오와 TV 등 음향/영상 산업 등과 같이 소비자의 문화생활과 밀접한 산업이다. 따라서 전자산업은 초기 형성기부터 인간의 생활양식에 큰 영향을 줄 수 있었다. 기계산업으로 향상된 생산성도 전자제품의 보급에 크게 기여하였다.

그러나 전자산업이 진정으로 산업사회에 영향을 미친 것은 1947년 진공관이 트랜지스터로 탈바꿈하고 이를 바탕으로 모든 산업이 컴퓨터를 사무 자동화 수단으로 도입한 1960년 후반 무렵

이라고 할 수 있다. 1981년 5MHz 가량의 8088 프로세서를 가진 IBM PC가 등장하고, 이후 지속적인 컴퓨터 기술의 발전으로 소형화 저가격화가 이루어져 널리 보급되기에 이르렀다. 현재 컴퓨터는 모든 산업과 경영의 중심이자, 일반 생활의 전 분야에서 활용되고 있다.

PC를 중심으로 한 전자산업은 '디지털과 정보'로 이루어진 새로운 사회 구조를 만들어냈다. 마이크로 프로세서의 가격 대비 성능이 18 개월마다 두 배씩 늘어난다는 무어의 법칙과 테라급 이상이 되는 많은 양의 정보를 광속으로 이동시킬 수 있는 통신망, 그리고 인터넷으로 인해 거의 영에 가까운 통신 가격은 정보화를 통한 '시간 축소'라는 새로운 패러다임을 제공하였다. PC를 통해서 사람들은 정보를 받기만 하는 수동적 입장에서 벗어날 수 있게 되었다. 사람들은 정보를 사거나 팔 수 있고 무엇보다 정보를 만들어낼 수 있게 되었다. 무엇보다도 정보의 생산과 소비가 거의 동시

에 일어나고, 더구나 그렇게 하는데 경비를 거의 쓰지 않게 되었다. 이러한 정보 가격의 하락은 생산자 중심의 산업사회를 소비자 중심의 정보사회로 바꾸고, 산업에 있어서도 제조, 유통, 판매의 수평적 분업을 만들어냈다.

디지털 정보산업은 21세기 사회의 기반 산업이 될 것으로 보인다. 공간 이동을 시간 축소(아직 시간 이동에 대한 방법은 없다)로 바꾼 디지털 기술은 e-everything을 통해 인간의 모든 활동을 사이버 공간에서 재현하려는 기술로 발전하고 있다. 앞으로 '네트워크화, 퍼스널화, 모바일화'라는 세 가지의 키워드로 진행되는 전자산업의 기술 변화는 Wearable PC와 같은 새로운 정보 기기의 출현을 예고하고 있다.

여기서는 지금까지 전자산업 기술 발전의 바탕이 된 미세가공 기술, 데이터 통신과 인터넷, 네트워크, 디지털 콘텐츠와 정보기기 등을 살펴 보고, 미래 전자산업의 방향인 Post PC에 대해서

설명하고자 한다.

미세 가공 기술

미세 가공 기술의 눈부신 발전이 18 개월마다 반도체의 성능이 2배씩 늘어나는 무어의 법칙을 가능하게 만들었다고 할 수 있다. 반도체의 미세 가공 기술은 리소그래피(lithography)가 핵심 기술인데, 이것은 반도체의 설계 데이터를 마스크를 통해 웨이퍼(wafer) 상의 패턴으로 변환시키는 기술이다. 리소그래피는 광학적 해상도, 기계 스테이지의 정밀도, 생산성과 가격을 최소화하는 시스템 최적화 기술이 필요하다. 보통 사용되는 축소 투영 노광 방식의 리소그래피는 일반 광학계를 활용하고 있는데, 일반 광학계의 회절 한계(0.02° 범위에서 0.1 μm의 평탄도)를 극복하고 높은 해상도를 달성하는 것이 목표이다. 최근에는 원자외선 영역의 단파장 광원(excimer laser : 248 ~ 193 nm)과 높은 NA(0.6 ~ 0.7)를 가진 투영렌즈를 채용하여 0.13 μm의 미세 패턴을 달성하였다.

더욱 미세화하는 무어의 규칙을 따르기 위해서는, 광원과 렌즈를 포함한 광학계와 함께 이에 알맞은 레지스터, 노광 시스템이 개발되어야 한다. 이외에도 광학계를 바꾸지 않고서도 Phase Shift Mask, Adaptive Optics, 다중노광, 레지스터 식각 기술 등 다양한 기술을 적용하여 미세 패턴을 달성할 수도 있다. 이와 같은

방법으로 개별 소자의 게이트 길이는 20~40 nm까지도 얻을 수 있다고 알려져 있다.

광학식 리소그래피로서 그보다 작은 미세 패턴을 얻는 것은 불가능할지 모른다(지난 20년 동안 리소그래피에 의한 미세 패턴 형성이 이론적 한계에 부딪힐 것이라고 예언될 때마다, 공학기술은 그 한계를 뛰어넘을 수 있었다). 그 이하의 미세 패턴을 형성하기 위해서는 Carbon Nano Tube처럼 Self-assembled Mono-layer나 단분자 적층막과 같은 나노기술이 대안처럼 여겨지고 있다. 또한 단분자 적층막으로 만들어진 패턴은 분자 소자의 인터페이스로 될 가능성이 있다. 그러나 이러한 기술들의 성공여부는 충분한 가공성과 경제성을 실현하는

기술로 발전할 수 있는가에 달려 있다.(그림 1 참조)

데이터 통신과 인터넷

컴퓨터는 정보를 디지털 형태로 처리한다. 디지털 정보는 0과 1처럼 양자화된 값으로 표현되기 때문에 아날로그 방식에서 노이즈 때문에 생기는 정보 왜곡이 없다. 또한 디지털 정보는 컴퓨터를 이용하여 무한정으로 재생되고, 부분적으로 변형과 조작되는 것도 가능하다. 이와 같이 디지털이 갖는 정보 왜곡 면역 특성은 대용량의 정보를 전송하거나, 여러 개의 정보를 한 개로 섞어서 전송하더라도 원래의 정보들을 무리없이 복원할 수 있다.

정보의 디지털화와 함께 기존에 구성된 각종 전화망, 컴퓨터망, 방송 망으로 다양한 네트워크가 디지털 서비스 네트워크로 발전하고 있다. 통신 속도도 수백 kbps에서 수 Mbps까지 고속화되고 있다. 광네트워크를 이용하면 한 번에 수백 기가에서 테라 바이트 씩 데이터를 전송할 수 있다.

인터넷은 국제 표준 통신규약

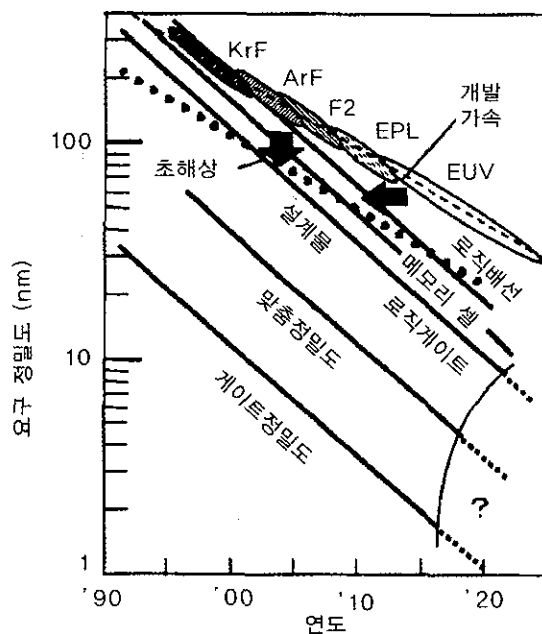


그림 1 미세화에 따른 리소그래피의 경향 (자료 출처 : 히다찌 세미 컨덕터)

	'96년 말	'97년 말
이용자 수	4,000만 명	1억 명
Domain name 수	62만 7,000 개	150만 개
Cisco의 인터넷 이용 거래액	1억 달러	32억 달러
통신량	100 일마다 두 배로 증가	

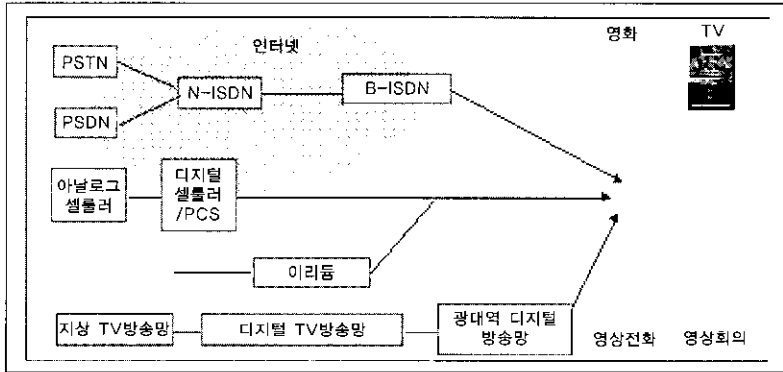


그림 2 데이터 통신망

(TCP/IP)을 기반으로 전 세계의 통신망을 통합한 Global Information System인데, 인터넷의 등장으로 데이터 통신은 세계화가 가능하게 되었다. 데이터 통신량도 100 일마다 2배에 이르는 속도로 늘어나고, 1999년에 이미 네트워크에서 데이터 전송량이 음성 전송량을 초과하게 되었으며, 인터넷 사용자도 이미 수억 명에 이른다. Metcalf의 규칙에 따르면 데이터 네트워크의 노드 수가 많아지면 정보의 효용성은 연결된 노드 수의 3승 배로 높아진다. 그만큼 정보의 가격은 내려가게 되며, 바로 이 점이 인터넷이 가지고 있는 정보화 추진력이다.(표 1, 그림 2 참조)

디지털 콘텐츠와 정보 가치

디지털 산업의 가치는 정보가 디지털의 형태로 생성, 가공, 저장, 유통, 소비되는 과정에서 생성된다. 정보를 담은 하드웨어(미디어)와 정보, 그 자체로 구성된 소프트웨어(콘텐츠)는 상호 상승하는 루프를 만들어 디지털 산업의 형태가 달라진다. 특히 디지털화, 네트워크화, 인터넷 보급에 따른 세계화 경향으로 콘텐츠 파급 효과가 더욱 높아지고 있다. 최근 콘텐츠는 숫자나 문자로 이루어진 사무용 데이터에서 벗어나 음성, 영상, 동영상 등으로 만들어진 AV 데이터가 대부분이

다. 이러한 AV 데이터는 수 메가에서 수십 메가 바이트의 크기를 갖는 것이 보통이며, 방송 프로그램, 영화, 게임과 같은 콘텐츠의 경우에는 기가 바이트에 이르기도 한다.

고객의 서비스, 사용자와 서비스를 연결하는 인터페이스에 해당하는 콘텐츠는 높은 창조 능력이 필요하고 모방하기 어려운 특성 때문에 부가가치가 매우 높다(이러한 경우는 세계 표준화와 특허를 바탕으로 콘텐츠의 가치를 보호할 수도 있다). 이렇게 고객에 대한 서비스 콘텐츠의 중요성이 높아진 것은 세계화를 통해 무한 경쟁을 치루는 기업들의 제품에 대해 고객들이 더욱 편리한 사용성을 요구하기 때문이다.(표 2 참조)

디지털 콘텐츠가 사무용에서 AV용으로 옮겨가게 됨에 따라, 모든 디지털 정보기기도 AV 데이터를 다룰 수 있도록 진보하였다. 초기 사무용으로 사용되던 PC는 고속 그래픽 프로세서를 도입하여 AV 데이터를 자유자재로 처리할 수 있게 되었으며, TFT LCD도 동영상 디지털 데이터를 표시할 수 있도록 수~십수 μs의 빠른 속도를 갖게 되었다. HDD와 HD-DVD는 각각 자기와 광을 사용하여 20 GB 급 이상의 데이터를 저장 가능하고, 고속 통신망을 사용하면 수 Mbps로 데이터를 전송할 수 있다.

따라서 일반인들도 디지털 카메라와 디지털 캠코더를 이용해서 동영상을 만들고, 인터넷을 통

4.2 소비자라는 디지털 콘텐츠의 종류

콘텐츠	서비스	인터페이스
MP3	e-Commerce	Text-GUI-음성인식
e-book	디지털 방송	Agent
DVD	무선 데이터 통신	Security

해 개인 방송하는 것이 가능하게 되었다. 즉, 적절한 응용 소프트웨어와 디지털 정보 기기를 사용하면 누구나 개인용 미디어(personal media)를 구성할 수 있게 된 것이다.

TV는 AV 콘텐츠를 취급하는 정보기기이다. AV 콘텐츠가 디지털화함에 따라 TV도 디지털화되고 있다. 심지어는 가정의 부엌과 다용실에 설치되는 세탁기, 에어컨, 냉장고, MWO 등 가전 기기들조차도 아예 디스플레이 등을 내장하여 정보기기화하거나, 적어도 다른 정보기기와 연결성을 통하여 디지털-ready 기기화하는 추세이다. 이들을 정보기기화하는 데 있어서 가장 어려운 점은 가전기기에 필요한 데이터 통

신망이 너무 비싸다는 점이다. 최근에는 이미 가정 내에 설치된 전력선, 전화선 등이나, 블루투스과 같은 무선 통신망을 이용하여, 짧은 거리에서 1 Mbps 정도의 데이터 통신이 가능한 기술들이 개발되었다. 이러한 기술들은 저렴하고, 설치하기 쉽기 때문에, 아직까지 구축되지 못한 '마지막 거리(last one mile) 통신망'에 필요한 가정 네트워크(home network)을 구성하는 것도 가능하게 되었다.

DTV와 PC는 서로 가정 네트워크가 제공하는 개인용 미디어의 중심이 되기 위해 경쟁하고 있으며, 아직까지 어느 것이 우세하다고 말하기는 어렵다. 쌍방향 실시간 게임은 방송과 영화를 이어

서 다음 세대의 AV 콘텐츠로서 부가가치가 매우 높다. 그리고 이러한 실시간 게임을 먼저 채용하는 디지털 미디어가 가정 네트워크의 중심이 될 것으로 예견된다. 실제로 소니와 Microsoft 사는 서로 Playstation과 XBox를 출시하는 것처럼, DTV와 PC는 새로운 콘텐츠를 채용하기 위해 경쟁하고 있다. 이 싸움은 마이크로프로세서와 OS까지를 포함한 총력전으로, 이 싸움의 결과에 따라 향후 전개될 디지털 융합 기기의 방향을 제시하게 될지 모른다(다른 회사들은 또 다른 전략을 가지고 있으므로, 반드시 두 회사 중에서 결정된다는 보장은 없다). 디지털 중심 기기가 결정되면, 그를 중심으로 PC와 TV를 비롯해

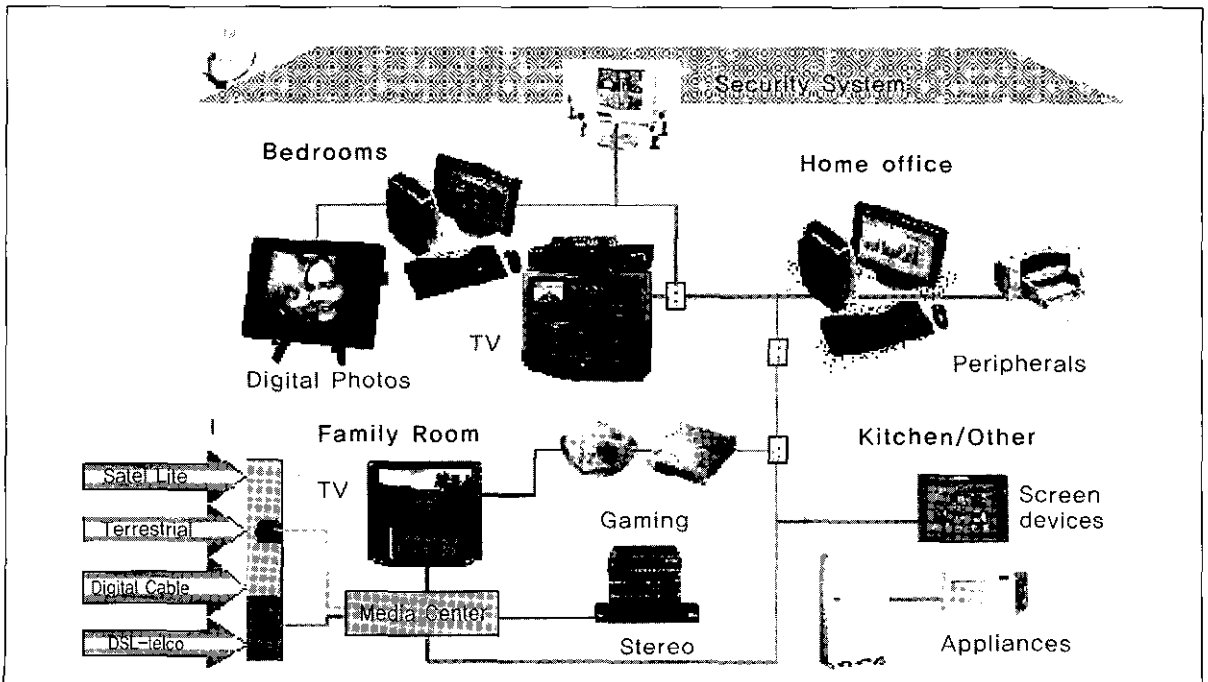


그림 3 가정 네트워크의 구성도

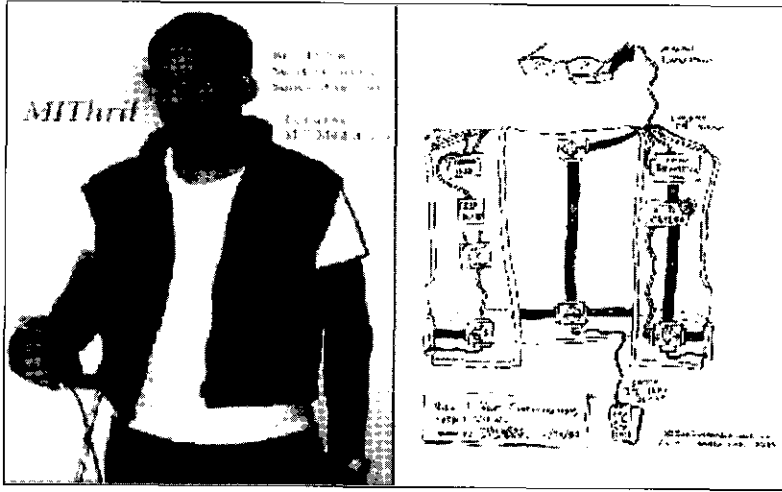


그림 4 MIT에서 제시한 Wearable Computer의 구상도

서 냉장고에 이르기 까지 가정의 모든 기기들을 연결하는 가정 네트워크를 구성하는 것이 가정 디지털의 최종 시나리오이다.(그림 3 참조)

Post PC - 휴대용 디지털 정보 기기

2000년을 기점으로 PC의 보급은 포화 상태에 이른 것으로 판단되고 있으며, 이제 컴퓨터의 Downsizing과 함께, Note PC나 PDA와 같은 휴대용 PC가 점차 주류가 되고 있다. 한편, 휴대용 전화기(cellular phone)는 음성뿐만 아니라 데이터까지도 송수신하고 있다. 최근에는 휴대폰에 전자수첩 기능, 게임 기능, GPS와 센서를 이용한 위치추적 기능, 지문인식, 음성인식과 같은 보안 기능 등을 첨가하여 '움직이는 상거래'(m-Commerce)용 단말기로 발전하고 있다. 이렇게, 휴대용과 모바일 분야에서도 통신

기기로부터 발전한 휴대폰과 PC로부터 나온 PDA가 디지털 정보 단말기로서 Post PC의 역할을 수행하기 위해서 서로 경쟁하고 있다.

실장기술·LSI 기술·Micro Machine기술 등, 각종 미소화 기술들이 계속 발전하고 있으므로, 휴대용 정보기기가 어떻게 발전하게 될지는 알 수 없으나, 개인화, 모바일화가 혁신적으로 일어나고 궁극적으로 'Wearable 정보기기'의 시대에 들어서리라 예측된다.(그림 4 참조)

맺음 말

전자산업은 앞으로도 디지털 정보화가 가속화할 것으로 예측된다. 디지털 정보기기의 핵심 가치는 사용자 중심의 편의성이기 때문에 궁극적으로 개인 미디어 네트워크가 구축될 것으로 보인다. 가전기기, 통신기기뿐만 아니라 자동차와 같은 운송기구조차

도 정보화기기화 될 것이다. 따라서 정보화시대에는 사용자가 가깝게 사용하는 모든 제품은 '홀로 서는(stand alone)' 제품에서 '무한 연결되는(seamless connecting)' 제품으로, 그리고 궁극적으로 '지능형(intelligent)' 제품으로 진화하리라 보인다. 이러한 진화는 신재료, 미세 가공 기술과 같은 하드웨어 산업과 OS, 콘텐츠와 같은 소프트웨어 산업의 진보에 달려 있다.

아직 알려져 있지는 않지만, 디지털 기기도 생명체와 마찬가지로 어떤 방향성을 가지고 끊임없이 진화하는 것처럼 보인다. 디지털 미디어는 이제 'mobile computing'에서 '언제, 어디서나' 원하는 때에 가능한 'ubiquitous computing'을 실현하려 하고 있다(computing은 PC의 개념이다. 디지털 미디어의 화두는 사용자의 편리성을 이룩하는 것이므로 computing보다는 '즐거움'과 같은 감성적인 단어가 적합하다고 본다). 이와 같은 방법으로, 생명체가 한 순간에 빅뱅을 이룬 것처럼, 디지털 미디어도 진화의 정점에 도달한 것 같다. 과연 그 다음의 진화 방향은 어디인가? 바이오시대를 맞이하여, 어쩌면 인간과 기계의 일체화로 나아가는 것은 아닌지 모르겠다.

이 원고를 작성하기 위하여 많은 자료를 인용하고 있습니다. 무단으로 전제된 자료에 대해서는 심심한 사과를 드립니다.