

디지털 통신기술의 발전과 정보화 사회

나 정 응
한국전자공학회 회장

본고는 지난달 한국전자통신연구원에서 개최한 “2015년 정보통신비전” 세미나에서 발표된 내용을 밝힌다.

정보화 사회란, 산업 사회와 비교되는 개념으로서, 현대사회가 유형의 자원중심의 산업사회로부터 무형의 정보 또는 지식이 중심이 되는 정보사회로 변환되고 있음을 의미한다.

정보화 사회로의 발전은 우리의 기술 발전과 무관하지 않다. 오히려 지난 30여년에 걸친 정보·통신 기술의 눈부신 발전에 의해 정보화 사회로 변화되고 있다고 보아도 지나치지 않을 것이다.

개인용 컴퓨터인 PC나 노트북PC에 사용되는 CD-ROM 한 장에 25권이 되는 백과사전의 모든 문서, 사진, 도표 등을 싣고도 남는 컴퓨터의 저장과 재생 기술과 같은 기술 없는 정보화 사회는 상상하기가 힘들다.

컴퓨터는 정보를 디지털 신호로 변환시켜 메모리에 저장하거나 그로부터 다시 꺼내어, 명령어와 같은 프로그램으로 트랜지스터 회로를 동작시켜 여러 가지 조작을 수행하는 장치를 의미한다.

디지털 신호란 시간적으로 단계화한 인위적인 신호로서, 시간적으로 전압이 걸리는 1 또는 안 걸리는 0인 두개의 신호만으로 정보를 표시한다.

음성 또는 영상화면의 전기 신호는 시간적으로 연속적인 아날로그 신호이며 어느 시간에서의 전압의 크기를 2진법에 의해 디지털 숫자(0과 1의 수열)로 나타내며, 각종 문자도 약속에 의해 숫자로 표시함으로써, 문자는 물론 음성과 화상을 모두 0과 1의 신호로 표시할 수 있다. 이때 전기 회로의 개념으로는 트랜지스터 스위치가 한번 작동하여 켜지면 1, 꺼지면 0이 되며, 이 한번의 동작을 1bit라 부르며, 1개 문자는 8개의 bit로 표시하므로 8bit를 1byte라 부른다.

많은 양의 정보를 조작하고 저장하기 위해서는 bit 수만큼의 트랜지스터가 스위치로 동작하여야 하며 현대의 반도체 기술은 대용량 집적회로(LSI)로 만든 한개의 Chip으로 수천만개(수십Mbit)의 트랜지

스터를 집적할 수 있으며 (64MDRAM) 2000년대에는 1Gbit의 Chip을 생산할 것이라 한다.

현재 한장의 CD에는 50억 bit 이상의 정보를 저장할 수 있다. 영화와 같이 빨리 변하는 많은 양의 화상 정보를 컴퓨터가 실시간으로 처리하기 위해서는 대용량의 저장(메모리)능력을 가질 뿐만 아니라 트랜지스터의 스위치 속도가 빨라야 한다. 이 스위치 속도를 컴퓨터의 clock 속도로 표시하여 현재 133MHz(약 10-8초)정도이나, 앞으로의 속도는 10-15초까지 올릴 수 있을 것이라 한다.

50여년전의 초기 계산기에 사용한 진공관 회로와 비교하면 저장 능력과 스위치 속도는 말할 것도 없이 그 전력 소모량과 크기에서도 비교가 될 수 없게 발전되었다.

정보화 사회로 가는 길목에서는 개인간, 지역간, 그리고 국가간에 많은 정보의 교환이 일어나게 될 것이다. 전문적인 지식의 정보는 물론, 사업의 정보, 교육의 정보, 그리고 각종 오락 프로그램의 교환이 활발하게 일어날 것이다.

여기서 컴퓨터는 한 개인의 단말 장치로 사용되거나 각종 오락 프로그램의 server로 사용될 것이며, 이들 단말간에 또는 server와 단말기 간을 연결해주는 통신망 또는 교환망이 필요하게 된다.

통신의 대명사로 되어 있는 전화는 음성 신호를 통화하고자 하는 사람간에 연결해 주며, 오락프로나 뉴스를 텔레비전으로 보게 되는데 여기에는 화상과 음성신호가 전달되어 재생되게 된다. 우리의 음성은 마이크를 통하여, 그리고 텔레비전의 화상은 비디오 카메라에 의해서 각각 전기 신호로 바뀌게 된다.

이 전기 신호는 시간에 따라 연속적으로 변하는 아나로그 신호이며 음성 전기 신호는 대역폭이 약 4KHz, 화상 전기 신호는 NTSC방식으로 대역폭이 약 4MHz(음성신호의 1000배)로 그 정보량이 다르다.

여기서 대역폭이란 1초 동안에 몇번이나 신호가 바뀌는가(또는 화소수)를 의미하며, 1초동안에 전달시킬 수 있는 정보량에 비례한다.

아나로그 신호를 디지털 신호로 변환시켜 보내는

경우 4KHz의 대역폭은 그 진폭을 8bit로 나누어 표시하면 샘플링 원리($\times 2$)를 적용하여 $4 \times 8 \times 2 = 64\text{Kbps}$ (bits per second)가 된다. 여기서 진폭을 얼마나 세밀한 간격으로 나눌 것인가에 따라 8bit대신 16bit로 더 세세하게 나누면 디지털 대역폭은 두배 더 증가하게 된다.

최근에 우리가 보유한 통신·방송 위성인 무궁화 위성의 방송용 송수신기를 예를 들어 아나로그 통신과 디지털 통신의 차이점을 부각시킬 수 있다.

무궁화 위성은 방송 송수신기를 4개 중계기로 하여 아나로그 4개 채널을 각 20MHz 대역폭으로 중계방송한다는 계획으로 설계, 제작, 발사되었다. 20MHz 아나로그 대역폭을 16bit로 하여 디지털 대역폭으로 생각하면 640 Mbps로서 엄청난 정보량이다.

그러나 화상 신호를 움직이는 물체 화면과 정지 화면으로 나눌때 변하지 않는 정지 화면과 규칙적으로 변하는 부분을 부호화하여 최소한의 필요한 정보만 남기고 생략하는 압축기법을 사용하여 디지털 정보를 줄일 수 있다.

최근 이 압축 기술의 발전으로 정보량을 몇백분의 일 이하로 줄임으로서, 아나로그 신호로 보낼 때 1개 채널을 보낼 수 있는 중계기 1대당 3개 디지털 채널을 보낼 수 있게 되었다. 즉 4개 아나로그 채널을 사용할 수 있는 위성으로 12개 디지털 채널을 사용할 수 있게 된 것이다.

화상과 음성 신호는 Studio에 디지털 신호로 녹화 녹음되어, 본래 설계된 아나로그 Carrier(약 18GHz) 신호에 실어서 (변조)전파를 위성으로 쓰면 위성에서 다시 Carrier 주파수를 바꾸고 증폭시켜 지상으로 아나로그 방송파를 보내므로, 각 가정의 수신기에서는 아나로그 신호로 변환시켜(Set-Top Box) 아나로그 텔레비전 수상기로 보게 된다.

아나로그와 디지털 변환과정은 복잡하지만 전자파의 이용 효율은 3배로 증가되었다.

미국에서 휴즈사는 1994년부터 170여개 디지털 방송 채널을 운영하고 있으며, 1996년 일본에서는 2개 위성으로 200여 채널의 디지털 위성 방송의 실

시 계획이 시작되고 있다.

CATV는 아직 아날로그 신호로 방송되고 있지만 새로운 프로그램인 Video On Demand(VOD)의 방송이라던지 디지털 방송으로 사용 채널수를 늘리는 노력을 하고 있으며, 방송뿐만 아니라 전화 서비스 등 통신 서비스에도 진출하려 하고 있다.

이러한 경향은 오락 기능이 중심이 된 방송 기종과 전화를 중심으로 발전되어온 통신 기능, 그리고 컴퓨터를 중심으로 발전해온 정보기능을 통합하는 방향으로 발전되고 있다.

대용량화되고 있는 텔레비전 프로그램 200여 채널을 받으려면 대역폭이 좁은 전화선으로는 도저히 불가능하다. CATV를 보낼 수 있는 동축선 케이블로도 30~75개 텔레비전 채널을 보낼 수 있을 뿐 200여개 채널은 불가능하다.

통신, 오락, 그리고 정보 기능을 통합하기 위해서는 광섬유와 같은 정보 고속도로가 필요하게 된다. 음성과 화상 통신 기능과 정보 기능을 합한 Internet 기능으로 충분하지 않느냐고 반응하실 분도 있을 것이다.

Internet이란 protocol로 연결된 컴퓨터 집단을 말한다. 그러나 이들의 것은 전화회선을 통하여 연결되어 있어서 64Kbps정도의 대역폭으로 문서 1쪽을 받는데 1초, 화면 1쪽을 받는데는 약 10초, 그리고 동화상이나 고해상도 화면 1면을 받는데 수분이 걸린다.

전자우편이나 World Wide Web(WWW)의 편리하고 값싼 서비스에도 불구하고 불충분한 속도로 인해 충분한 Multimedia 기능을 가졌다고 보기엔 미흡하다.

또한 Internet 회선으로는 정보를 Packet로 나누어 보낼 때 보내는 회선의 복잡도에 따라 Packet 전달 속도가 달라져 data의 일정속도로 이동되는 것이 보장되지 못하여 실시간으로 음성과 화상의 처리가 불가능하다.

정보 고속도로란 이러한 Internet의 단점을 보완할 수 있어야 한다. 광섬유를 사용하면 우리 나라 기술로 현재 2.5 Gbps 전송시스템이 상용화되었으며

10Gbps 시스템도 개발 완료되어 대역폭은 디지털 텔레비전 500여 채널까지도 가능할 것이다.

또한 이에 걸맞게 대용량 회선의 교환기 시스템도 Asynchronous Transfer Mode(ATM)로 가능할 것으로 얘기되고 있으며 실시간 전송이 가능할 것으로 예상되고 있다.

그러나 광섬유 설치 비용은 한 가구당 약 \$1000 이상이 소요될 것이라 하며, 국가 전체로 볼 때 이 많은 비용을 누가 투자하겠느냐는 아직 어려운 문제로 남아 있다.

정보 고속도로로 운영에 필요한 각종 운영프로그램 등 개발이 아직 미완성이며 사업성에 대한 의문이 이 정보 고속도로의 실현 시기에 대해 믿음만한 계획을 세우는 것을 불가능하게 하고 있다.

미국이 앞으로 10여년, 한국은 앞으로 20여년 후에나 가능하지 않을까 하는 생각들을 얘기하고 있을 뿐이다. 그러나 이러한 정보 고속도로가 언젠가는 꼭 설치될 것이라는 데는 모두 공감하고 있는 것이다.

정보화 사회로의 길은 이 정보 고속도로와 함께 탄탄히 포장될 것이다. 혹자는 정보화 사회가 되었을 때 공장에서는 생산자동화로 무인화가, 사무실 근무보다는 재택근무가 가능해 질 것이며, 가정에서는 홈뱅킹 및 홈쇼핑이, 그리고 원격진료 등이 가능할 것으로 예상되어 복지사회가 곧 실현될 것으로 생각할 수 있을 것이다.

또한 이 정보기술의 발전은 정규 학교 교육의 인간적인 면을 말살시킬 수 있을 것으로 생각할 수 있을 것이다. 그러나 우리의 직관은 우리의 기본적인 인간 관계가 정보화 사회의 각종 편의 시설에 의해 바뀌어지리라고는 생각지 않는다.

가정과 학교, 그리고 직장에서의 생활은 편리해진 정보 통신의 기술로 변화 발전하겠지만, 인간의 본성이 변하지 않을 것으로 보면, 발전으로 인해 생기는 역기능의 개선을 포함하여 사회의 변화에 적응하는데 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.