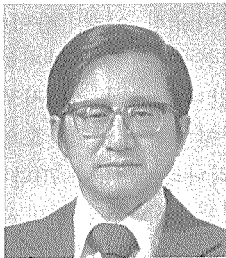


● 振興컬럼

디지털化 情報通信時代가 오고 있다.

金 貞 欽
高麗大 教授 / 理博



電氣通信의 主役인 電話는 사람의 목소리를 그냥 있는 그대로 傳達하게 되어 있다. 물론 아날로그(analog)通信으로 되어 있다. 왜냐하면 사람목소리는 連續的으로 되어 있는 波形으로 되어 있고 보통의 電話는 그것을 連續된 그대로 連續된 電氣信號의 波形으로 바꾸어 멀리까지 전달하기 때문이다. 아날로그 通信은 電話뿐만 아니라 본래의 波形을 있는 그대로 連續的인 상태로 記錄媒体에 記錄해 둔다는 뜻에서 레코드판이나 테이프 錄音에서도 널리 사용되고 있다.

그러나 原形 그대로라 하지만 바로 그 點에 問題가 있다. 그것은 이렇게 傳達된 波形이 과연 原形의 波形 그대로 상대방에게 傳達될 수 있는가 하는 점이다. 그래서 테이프나 LP레코드 등 하이파이(HiFi) 錄音에서는 原音에 얼마큼 忠實하게 波形을 錄音할 수 있는가, 또 錄音된 波形을 얼마큼이나 忠實하게 再生시킬 수 있는가 하는 데에 그 性能의 좋고 나쁨이 걸려 있다.

그러나 原音에 忠實하다는 것은 말하기는 쉬워도 현실적으로는 매우 힘든 일이다. 왜냐하면

소리가 전달되는 도중에는 반드시 雜音이라던가 波形의 歪曲 등등의 방해가 끼여어기 때문이다. 이 방해가 크면 最惡의 경우(電話의 경우라면) 상대방이 무슨 이야기를 하는지 통알 수가 없게 된다.

그렇다면 雜音이란 무엇인가? 쉽게 말해 원래의 波形을 바꾸는 것은 모두가 잡음의 역할을 한다. 그런데 그 原來의 波形이 바뀌어 버리면 듣는 쪽으로서는 修正할 방법이 없게 된다. 어느 부분이 잡음인지 분간할 수가 없게 되기 때문이다. 이것이 아날로그 通信의 어쩔 수 없는 脆弱點이며 한계이기도 하다.

디지털化와 디지털

그래서 考案된 것이 디지털通信이다. 이 방식에서는 連續해서 변화하는 情報量을 不連續的인 電壓 등의 변화로 바꾸어 표시하게 되어 있다.

예컨대 波形의 경우라면 그 波形의 山과 골짜기를 세로로 細分하고, 그 細分된 부분의 윗쪽 曲線의 뾰족한 三角形 부분을 잘라 막대形으로 바꾸고, 그 막대의 높이로 元來의 波形을 표시하게 되어 있다. 그 결과 본래의 波形은 지그재그형의 階段型 또는 막대그래프처럼 변해버린다. 얼핏 듣기에 이 디지털化 過程은 原波形을 몹시 損傷시키고 歪曲한 것처럼 느껴진다. 그러나 細分하는 個數를 늘려나가면 얼마든지 忠實하게 原音에 가까워지게 할 수가 있다.

특히 音波의 경우 이 細分化의 個數에 관해서는 샤논의 標本化定理(Shannon's sampling theorem)라 불리는 법칙이 있다. 이 定理에 의하면, 원래의 信號 속에 들어 있는 가장 높은 振動數(周波數·헤르쯔單位)의 2倍數로 細分하면 이 디지털化된 信號를 다시 再生시켰을 때 原音과 하나도 다를 바 없는 音으로 회복을 시킬 수가 있다고 한다.

그런데 電話의 경우 사람의 목소리는 보통 1,000Hz(헤르쯔, 1초에 1회 진동하는 周波數 또는 振動數를 1헤르쯔라 하고 1Hz라 略記한다.)의 振動數를 갖는 것이 피크(peak)를 이루고 있고 대체로 300Hz에서 3,400Hz 사이에 분포되어 있다. 따라서 在來의 아날로그 電話에서는 $3,400 - 300 = 3,100\text{Hz} = 3.1\text{kHz}$ 라는 帶域

幅을 쓰고 있었다. 즉 3.1kHz의 帶域幅만 있으면 電話音聲을 보낼 수가 있었다.

雜音에 강한 디지털方式

그러나 디지털 電話에서는 3.4kHz의 最高周波數에 약간의 여유를 주어 4 kHz까지의 周波數를 許容케하고 있다. 그 결과 「標本化 定理」에 의하면 每秒 4,000의 2倍인 每秒 8,000 回로 原音의 波動을 細分化(sampling)하면 충분히 忠實한 電話목소리를 디지털信號로 보낼 수가 있게 된다.

다시말해 디지털 電話에서는 1 초동안의 波形을 $\frac{1}{8,000}$ 초씩의 간격으로 나누고, 그 $\frac{1}{8,000}$ 초씩으로 細分된 막대 부분(sampling pulse)의 높이(이것을 振幅이라 한다)를 쟀다. 이 높이는 0에서 255까지 256段階로 구별하고 量子化한다. 量子化한다는 뜻은 小數點 以下를 四捨五入한다는 뜻이다. 예컨대 이 막대의 높이가 113.7, 207.3이라 한다면 이것은 각각 114, 207로 整數値로 代替시킨다는 것이다.

한편 量子化된 이 振幅의 크기(0에서 255까지 256個)는 이것을 2進法으로 고쳐쓴다. 2進法이란 10進法으로 된 모든 數字를 0과 1로 表示하는 數字表記號이다. 예컨대,

10進法의	0은	2進法으로는	00000000
"	1은	"	00000001
"	2는	"	00000010
"	3은	"	00000011
"	4는	"	00000100
"	114는	"	01110010
"	207은	"	11001111
"	255는	"	11111111


라 表示된다. 따라서 0에서 255까지의 256個의 數字는 8 자리의 2進法數로 表示된다. 즉 0에서 255까지의 256個의 數字는 모두 8 비트(bit, 0과 1을 區別해주는 情報量)로 表示가 가능하다.

따라서 디지털 電話의 목소리는 1 초동안에,
 $8,000 \times 8 \text{ bit} = 64,000 \text{ bit}$
 $= 64 \text{ k bit}$

의 情報量만 다룰 수 있으면 된다.

이렇게 波形을 最高周波數의 2倍가 되는 個數의 sampling pulse로 細分하고, 이 sampling pulse의 振幅을 8 비트(256段階소리)의 세기로는 256^2 인 65,536段階)의 0과 1의 符號로 나누는 것을 專門用語로 PCM(Pulse Code Modulation, 펄스符號 變調)이라 부른다.

이렇게 音波가 64k bit의 0과 1의 信號로 PCM化되면 잡음이 들어갈 틈이 없게 된다. 왜냐하면 PCM化된 디지털信號에서는 0(電壓 0)과 1(一定 높이의 定壓)이라는 단지 두가지 펄스(pulse)信號만을 보내면 되기 때문에, 이런 펄스에 잡음이 약간 加味되어도 그 잡음이 極端的으로 크지 않는 限, 받는 쪽에서는 쉽게 잡음을 判別해낼 수 있기 때문이다.

즉 아날로그通信에서는 波形(원래의 音波와 同一 波形) 자체를 보내기 때문에 이 波形에 조금이라도 잡음이 들어가면 音 자체가 변하지만, 디지털 通信에서는 波型은 PCM으로 완전히 그 모습이 바뀌어  등 一定 높이의 막대型의 펄스(pulse)로만 바뀌기 때문에 잡음이 전연 들어갈 수가 없게 되어 있다. 또 信號를 보내는 방법도 단순히 一定電壓(1의 경우)과 電壓 0(0의 경우)의 두가지 뿐이므로 送信裝置나 受信裝置가 매우 간단해진다. 또 電氣信號가 아니라 빛의 點滅로도 1·0의 信號를 보낼 수가 있다.

따라서 忠實한 音을 보내기 위해서는 잡음에 弱한 아날로그 方式보다 잡음에 強하고, 또 送信이나 受信方法이 간단한 디지털 方式이 우세할 수밖에 없다.

디지털 電話의 時代가 온다.

그래서 世界 各國은 지금 저마다 電話를 아날로그에서 디지털 方式으로 바꾸려하고 있다.

디지털 方式은 잡음이 전연 없어 말소리가 깨끗해질 뿐만 아니라, 1990年代의 尖端技術이라고도 할 光通信을 利用할 수 있게 된다는 長點도 갖는다.

그 光通信은 현재의 技術로도 直徑 0.125mm의 光纖維하나로 5,760通話의 電話回線을 收容할 수 있다는 大容量을 갖고 있고, 또 中繼器數가

● 振興컬럼

在來式에 비해 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ (在來式은 每 1.5km~2km에 中繼器 하나씩인데 비해, 光通信에서는 현재의 技術로도 20km~30km에 中繼器 하나면 충분)로 줄어든다. 따라서 경제적이고 保守效率이 크다.

또 光케이블은 재래의 銅케이블에 비해 무게로 따져 $\frac{1}{20}$ 정도 가볍고, 直径으로 따져 $\frac{1}{3}$ 이하로 가늘기 때문에 케이블의 運搬에서 施設에 이르기까지 作業能率이 오르고, 또 휘기 쉬워 配線하기가 쉽다.

또 빛의 周波數는 매우 높기 때문에 高速·高帶域의 情報 送受信이 가능해서 TV會議·高速팩시밀리(facsimile) 등등의 通信이 가능해진다.

그 뿐만 아니라 光케이블은 電磁誘導 現象이 없어 航空機·로켓·宇宙船 등에 유리하고 또 核爆發로 인한 電磁氣 펄스波 障礙에도 強하고 漏話에도 強하다. 그래서 高壓線을 平行하게 既存 高壓線塔을 그대로 이용해서 光通信網을 쉽게 부설할 수가 있다.

디지털化로 有識해지는 電話

또 디지털化된 電話는 갖가지 방법으로 有識해진다. 즉 아날로그 信號를 디지털 信號로 바꾸면 電話에 컴퓨터 機能을 연결하기가 손쉬워진다.

그 결과 發信者 電話番號表示·料金可視表示·三者通話·스케치폰·同報通信·親展音聲메일 등등 갖가지의 有識한 機能이 붙게 된다.

發信者 電話番號表示란 電話를 받는 사람 쪽 受話器에 電話를 건 사람의 전화번호가 나타나는 장치로서, 이 때문에 유괴범이나 深夜에 婦女子를 괴롭히는 장난 電話가 없어진다. 料金可視表示는 글자 그대로 현재 걸고 있는 電話의 料金이 表示되는 장치이고, 三者通話는 세 사람이 同時通話를 할 수 있는 電話로서 디지털 電話에서는 장치가 매우 간단해진다.

스케치폰은 壓電板이란 것을 써서 電話를 하면서 地圖라던가 數字 또는 까다로운 英語綴字 등을 손으로 그리면 그것이 受話者의 모니터에 나타나게 되어 있는 電話이고, 同報通信은 동시에 여러 電話에게 일제히 동일한 내용의 말을 보낼 수 있는 장치, 音聲 메일은 상대방이 不

在時, 또는 미리 定해진 時間내 電話를 해두면 그것이 錄音되었다가 受信者가 필요할 때 듣는 장치를 뜻한다. 이런 장치는 디지털 電話가 아니라도 가능하나 디지털 電話라면 손쉽고 값싸게 만들 수가 있다.

PCM의 手法은 高級 HiFi 音響機器에도

또 위에서 말한 PCM의 手法은 電話뿐만 아니라 매우 高忠實한 音響機器에서도 쓸 수 있다. 電話에서는 4,000Hz를 기준으로 標準化定理로 Sampling pulse의 數는

$4,000 \times 2 = 8,000$ 이 되고 소리의 振幅 256 段階가 8 bit로 표시되기 때문에 이들을 곱셈한 每秒 64k bit의 PCM信號를 썼지만 이것은 電話通話水準의 말소리를 忠實하게 보내는 데는 充分하나 더 高級한 音響 再生에는 不充分하다.

그래서 最高級의 音樂을 위해서는 사람의 可聽振動數 領域인

$17\text{Hz} \sim 17,000\text{Hz}$

를 넘는 20,000Hz를 기준으로 삼아 Sampling pulse의 數를

$20,000 \times 2 = 40,000$

으로 늘리고, 또 소리의 높기도 振幅值를 $2^{16} = 65,536$ 段階(소리의 세기로는 이것의 제곱인 약 42億9,497萬 段階)로 늘인 16비트를 쓰고 있다. 즉 高度의 HiFi 音樂用으로는

$40,000 \times 16\text{bit} = 64\text{萬 bit} = 640\text{k bit}$

의 PCM信號 또는 16bit대신 14bit를 쓴

$40,000 \times 14\text{bit} = 560\text{k bit}$

의 PCM 信號를 쓰고 있다.

이런 高度의 PCM을 쓴 音響再生器로서는 콤팩트 디스크(CD, Compact Disk)가 이미 商品化되어 있다.

어쨌든 音響機器이건 電話이건 世界의 情報·通信世界에서는 디지털化가 눈부시게 빨리 전개되고 있는 중이다. 따라서 우리도 이런 全世界의 추세에 발맞추어 빠른 시일안에 電話의 디지털化를 꾀하고 또 디지털化된 電話의 送受信 시스템으로서의 光通信網의 빠른 부설이 무엇보다도 시급하다. 그리고 그것만이 다가올 情報化社會에서 살아남 유일한 길이다.