

3장

디지털과 데이터통신 기초



■ 디지털 기초

1. 디지털 신호 용어



1) bit

“0”과 “1”만으로 나타내는 수가 2진수이며, 영어로 binary digit라고 하는데 2진수의 하나 하나 즉, 데이터처리에서 이진법의 한 자리수로 표현되는 정보의 최소단위를 비트라고 한다.

2) Byte

- ① 비트 하나로는 0 또는 1의 2가지만 표현하는데 컴퓨터는 계산뿐만 아니라 문자도 표현하고 각 장치를 움직이기 위한 여러 가지 제어 신호도 주고받아야 한다. 따라서 하드웨어와 소프트웨어가 공통적으로 인식하여 사용할 수 있는 부호 체계를 위해, 문자, 숫자, 제어 신호 등을 규정하기 위해 8개의 비트를 단위로 하는데 이것을 바이트(Byte)라 한다. 즉, 사람이 이해할 수 있는 문자와 숫자 등을 표시하기 위해 사용되는 기본 신호단위이다.
- ② 바이트는 $2^8=256$ 종류의 정보를 나타낼 수 있으며, 1바이트는 1캐릭터(character)라고도 부른다.
- ③ 바이트는 사실상 영어권을 위한 단위이다. 한글과 같은 동양권 문자를 표기하기 위해서는 한 문자당 2 바이트가 필요하다.
- ④ 바이트는 표기할때는 영문 대문자 "B"를 쓰고, 소문자 "b"는 대개 비트를 나타낸다. B/s는 초당 바이트수, b/s는 초당 비트수를 의미한다.
- ⑤ 데이터 환산단위
 - 1 byte = 8 bit
 - 1 kilobyte = 2^{10} bytes = 1,024 bytes
 - 1 megabyte = 2^{20} bytes = 1,048,576 bytes
 - 1 gigabyte = 2^{30} bytes = 1,073,741,824 bytes
 - 1 terabyte = 2^{40} bytes = 1,099,511,627,766 bytes

3) word

- ① 기억장치와 연산·제어장치와의 정보전달은 비트의 묶음으로 처리되는데 이 묶음을 word라 한다. word의 길이는 하드웨어에 따라 다르다.

- ② 데이터워드는 8비트에서 24비트까지 여러 비트의 묶음이다.
- ③ 16Bit 컴퓨터는 2Byte 를 1 Word로 하며, 32 Bit 컴퓨터는 4바이트를 1 Word로 한다.
- ④ Rec.601에서는 8비트를 데이터워드로 규정하고 있다.
- ⑤ 화소(pixel)를 2진부호화 한 것을 데이터워드라고 한다.

4) bit rate

- ① 단위시간당 전송되는 비트수를 말하며 단위는 bps로 나타낸다.
- ② 사용자 관점의 전송 단위이다.
- ③ DVD의 최대 전송레이트 10.08Mbps
- ④ 8VSB 방식은 6MHz 채널에 19.39Mbps의 속도(유효 속도는 19.28Mbps)로 데이터를 전송
- ⑤ 단위 ;
 - kbps = 1000 bits/s (초당 1000 비트)
 - Kbps = 1024 bits/s (초당 1024 비트)
 - KBps = 1024 byte/s (초당 1024 바이트)
 - Mbps = 1024 Kbits/s (초당 1024 * 1000비트)
 - MBps = 1024 KBps/s (초당 1024 * 1000바이트)
- ※ 1킬로(K)가 1,024가 되는 것은 컴퓨터는 2진수로 데이터를 나타내기 때문에 $K = 2^{10} = 1,024$ 이기 때문이다.

5) Baud

- ① 데이터 전송속도 즉, 단위시간당 전송속도를 자수(단위 신호의 수)로 나타낸 것을 baud라 한다.
- ② 전송 속도는 bps와 baud(보오)로 표현되는데 하나의 이진 비트를 디지털 신호로 표현할 때 다양한 갯수의 단위신호로 표현할 수 있어 baud는 전송 장비 설계자에게 중요한 의미를 가진다.
- ③ 하나의 단위 신호가 4 비트를 실어 나르는 경우 4,800 baud인 전송 장치는 19,200 bps의 속도를 사용자에게 제공해 준다.
- ④ baud는 모뎀을 사용하여 데이터를 전송할 때의 변조속도의 단위로서 엄밀히 말해서 데이터 전송속도는 아니다.
 - 예를 들어 데이터 전송속도가 9,600bps인 모뎀에서는 변조파의 1사이클로 4비트의 데이터를 표현한다면, 변조속도는2,400baud가 된다.

6) bit stream

- ① 비트 스트림이란 한번에 한 비트씩 직렬 통신선로를 통해 연속적으로 전송되는 데이터의 흐름과 같이, 끊임없이 연속되는 비트열(列)을 의미한다.
- ② element stream이란 영상, 음향 또는 데이터 각각의 비트 스트림을 말한다.

7) Packet

- ① 패킷 전송은 두 지점 사이에 데이터를 연속적으로 전송하지 않고, 전송할 데이터를 적당한 크기로 나누어 패킷의 형태로 구성한 다음 패킷들을 하나씩 보내는 방법을 쓴다.
- ② 데이터 전송에서 송신측과 수신측에 의하여 하나의 단위로 취급되어 전송되는 데이터와 제어정보의 묶음.
- ③ 패킷의 크기는 수신측과 전송측에 의하여 사용되는 통신 규약에 따라 결정되는데, 일반적으로 1kB 또는 2kB 이하의 크기가 사용되고 있다.
일정한 길이의 전송단위로(즉,128바이트 또는256바이트)
- ④ 패킷은 데이터 블록을 형성하는 비트로 구성되어 있으며, 메시지 자체는 물론, 발신자, 수신자, 오류 검사 데이터와 같은 제어 정보가 들어있는 헤더가 포함되어 있습니다.
- ⑤ 패킷은 네트워크 데이터와 유사한 단위이므로, 프레임(frame)과 동일한 의미로 쓰입니다.

8) Frame

- ① 데이터 패킷의 전송단위로 동기식 고속 전송에서 수신측의 정확한 수신을 보장하기 위하여 데이터를 블록 단위로 묶고 이를 제어하기 위한 제어신호를 연결하여 하나의 정형화된(structured) 형태로 구성한 것을 프레임이라 한다.
- ② 물리계층은 비트단위로 전송되지만 데이터 링크층의 패킷에 대해서는 프레임단위로 전송된다.
- ③ Ethernet의 프레임 길이는 60Byte 에서 1,514Byte 까지이며 데이터 내용에 따라서 변한다.
- ④ NTSC 영상의 경우 1초에 30개의 프레임 화면이 전송되는데 한 프레임에는 2개의 필드로 구성되며, 한 필드에는 262.5개의 수평라인신호로 구성되어 있다.

- ⑤ 8VSB 방식에서 전송용 데이터 프레임은 2개의 데이터 필드로 구성되며, 각각의 필드는 313개의 데이터 세그먼트로 구성된다.

9) Data Segment

- ① 세그먼트는 프로그램이나 데이터의 논리적인 블록(구분)이다.
- ② 송신을 위해 전달받은 데이터를 Segment로 구성하여 전달
- ③ 두개의 호스트에 있는 TCP 소프트웨어 사이의 전송 기본 단위를 세그먼트라 한다.
- ④ DTV 전송에서 사용되는 각 데이터 세그먼트는 832개의 심볼로 구성되는데, 처음 4개의 심볼은 2진 형태로, 나머지 828개의 심볼은 8레벨 신호로 전송된다.

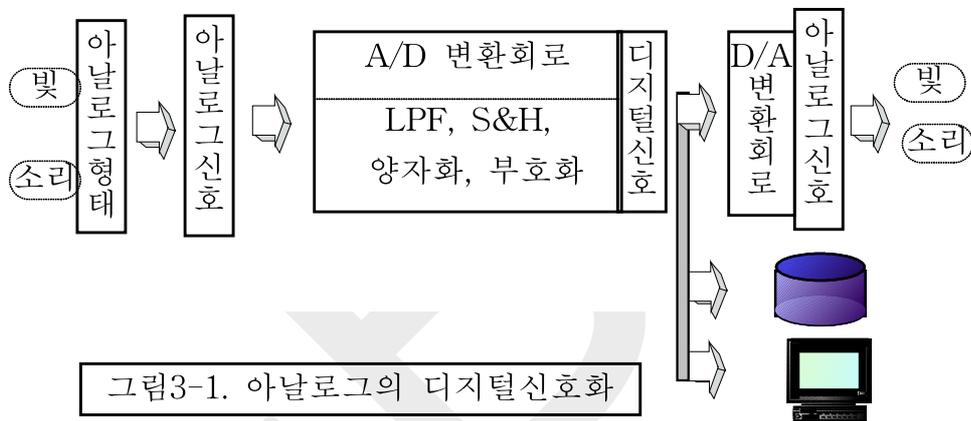
10) 매체별 전송속도

- 동축케이블 데이터 전송속도 보통 10Mbps
- ISDN BRI = 64 Kbps
- ISDN PRI = 23 * 64 Kbps (fractional T-1)
- Dual Channel ISDN = 128 Kbps
- E-1 = European T1. = 2.048 Mbps
- E-3 = European T3 = Approximately 34 Mbps.
- T-1 = 1.544 Mbps.
- T-2 = 6.312 Mbps.
- T-3 = 44.736 Mbps.
- T-4 = 274.167 Mbps.
- FDDI = 100 Mbps (fiber)
- CDDI = 100 Mbps (copper)
- OC-3 = 155 Mbps
- OC-12 = 622 Mbps service.
- OC-48 = 2.488 Gbps service
- 10BaseT (Ethernet) = 10 Mbps
- 100BaseT (High Speed Ether) = 100 Mbps
- DS-1 = T1: 1.544 Mbps. In Europe, same as E1: 2.108 Mbps.
- DS-3 = Same as T3: approx. 44.736 Mbps
- NTSC방식TV 영상 ; 166Mbps
- HDTV 영상 ; 2000Mbps

- 전화 음성 ; 64Kbps
- CD ; 1411Kbps
- Frame Relay = 56Kbps

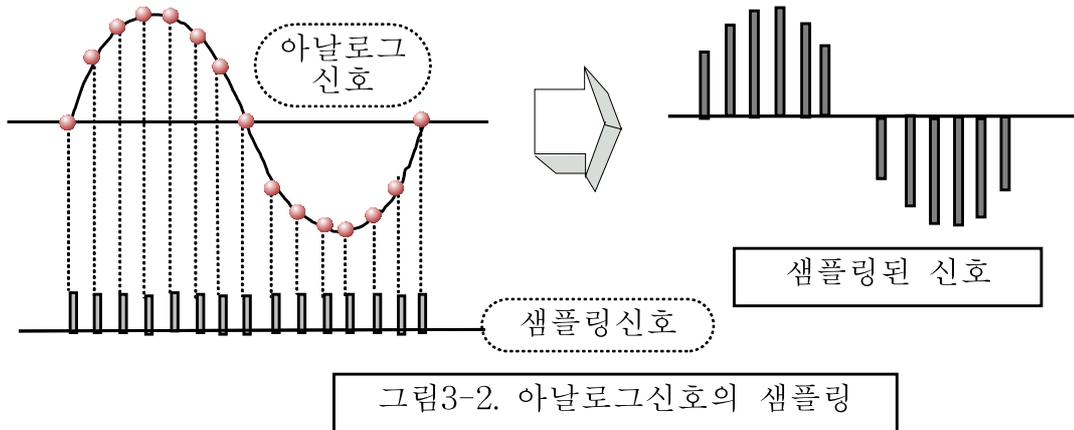
2. 디지털 신호를 만들자.

우리가 통상 보고 듣는 것은 아날로그 형태이지만, 저장매체에 기록하거나 전송할 때에는 전기적 신호로 만드는데 과정에서 아날로그 신호를 디지털신호로 만들어 저장하거나 전송하고, 이를 우리 눈으로 보거나 들을 때 아날로그 형태로 표현한다.



- 아날로그(실제)음은 여러 가지 주파수와 진폭 성분이 합쳐져 있는 복잡한 형상으로 푸리에 해석하면 기본적인 사인 파형 이외에 여러 가지 성분의 파형으로 구성되어 있다.
- 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 과정은 기본적으로 PCM(펄스 부호화변조)방식이 근간이 되는데 이는 샘플링주파수로 아날로그신호를 샘플링하고 이를 표본화하여 부호화한다.

1) Sampling



- ① 그림3-2)와 같이 기본 싸인파형을 샘플링한다는 것은 일정한 샘플링주파수를 갖는 샘플링신호의 펄스 발생시점에 따라 아날로그신호 각각의 포인트값(●)을 추출하는 것을 샘플링(표본추출 또는 표본화)이라 한다. 즉, 연속적으로 변화하는 신호의 시간을 이산값으로 표현하는 것을 샘플링이라 한다.
- ② 이 샘플링한 값을 양자화하기 위해서는 샘플링한 값을 다음 샘플링할 때까지 계속 유지할 필요가 있다. 이를 위해 샘플링&홀드(S&H) 회로가 첨부된다.

2) 샘플링주파수와 Nyquist주파수

- ① 아날로그 음성신호를 디지털신호 변환하기 위한 샘플링은 많으면 많을수록 원래 음성신호에 가깝다.
- ② 위에서 설명하였다시피 음은 하나의 주파수로 구성되어 있지 않고 여러개의 주파수로 구성되어 있다.
- ③ 이를 Nyquist가 실험한 결과 음성신호에 포함된 주파수성분 중 최고주파수의 2배로 샘플링하면 원래 음성신호를 복원할 수 있다고 밝혔다.
 - 신호의 최고주파수의 2배의 주파수를 나이퀴스트주파수라 한다.
- ④ 영상의 실험결과도 나이퀴스트주파수 이상으로 샘플링할 경우 아무런 하자 없이 신호를 복원할 수 있다고 Shannon이 정리하였다.
 - 샘플링주파수는 신호의 최고주파수의 2배 이상의 주파수로 설정함.
- ⑤ 샘플링주파수 예
 - CD ; 44.1kHz, • DAT ; 48kHz • DVD ; 96kHz 또는 192kHz
 - 위성방송 음성신호는 A모드 ; 32KHz, B모드 ; 48KHz

- MPEG-1 Layer3 ; 32, 44.1, 48KHz
 - MPEG-2 Layer3 ; 16, 22.05, 24KHz
 - 콤포지트영상신호 NTSC방식 ; 14.3MHz, PAL방식 ; 17.7MHz
 - 콤포넌트영상신호 Y신호 ; 13.5MHz, 색차신호 ; 6.75MHz
- ⑥ 샘플링주파수를 Sampling Rate라고도 하는데 이는 하나의 샘플링이 이루어지고 다음 샘플링을 하는 사이(샘플링비율)를 의미한다.
- ⑦ 이상적인 감쇄기가 없으므로 샘플링주파수를 신호의 최고주파수 2배보다 10~20%높게 설정하여야 한다.
- 20KHz음성에 대한 샘플링주파수를 48KHz로 함.

3) Low Pass Filter(LPF)

- ① 샘플링주파수는 입력되는 신호의 최고주파수의 2배 이상을 잡고 있으나 혹 샘플링주파수의 1/2이 넘는 주파수성분도 포함되어 있을 수 있다.
- ② 이럴 경우에는 샘플링주파수를 중심으로 aliasing현상이 나타난다. 이를 방지하기 위하여 샘플링회로의 입력신호를 샘플링주파수의 1/2이하로 줄일 필요가 있는데 이 역할을 LPF가 담당한다.
- 즉, aliasing이란 under sampling이 되는 성분이 포함되는 현상을 말한다.
 - 영상의 경우에는 직선 또는 가장자리부분이 톱니파형으로 나타나거나 빠른 속도로 회전하는 것이 천천히 회전하거나 거꾸로 회전하는 것처럼 보이는 현상이 aliasing현상이다.
- ③ 입력신호를 샘플링주파수로 샘플링하여 주파수를 분석했을 때 샘플링주파수 절반(Nyquist주파수) 이상의 주파수성분이 나이퀴스트 주파수 이하의 성분으로 겹쳐 나타나게 되는 현상을 aliasing현상이라 한다.
- 그림3-3은 Sinusoidal한 임펄스파형의 Fourier해석(시간의 함수를 주파수의 함수로 표현)한 것으로, 그림㉠은 입력신호 주파수가 나이퀴스트주파수의 1/2일 때이고 ㉡는 그때의 샘플링 출력파형으로 입력신호의 spectral을 보존하면서 고조파와의 간섭이 없다. 그러나 그림㉢는 입력신호 주파수가 나이퀴스트주파수의 1/2보다 클 때로 그 출력파형은 높은 주파수성분이 낮은 주파수 성분으로 되돌아가는 것을 볼 수 있다. 이런 현상을 aliasing현상이라 한다.

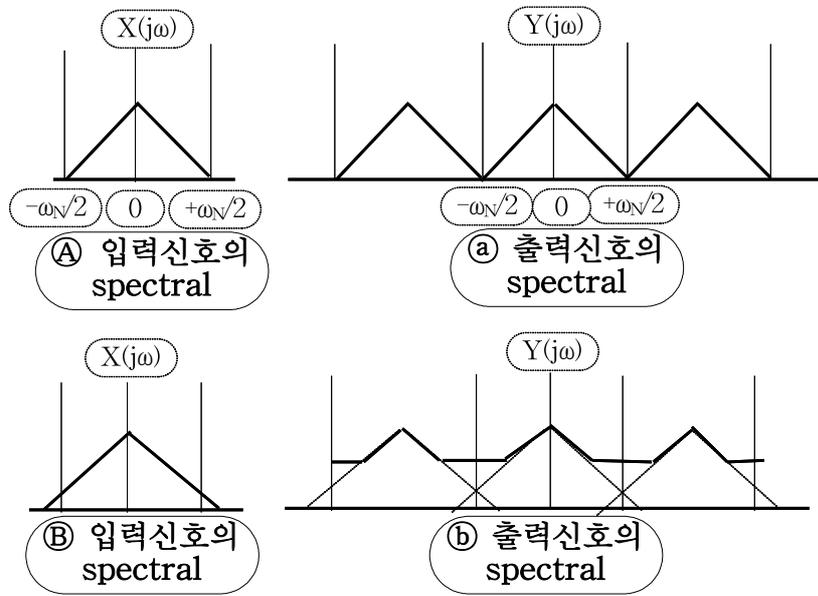


그림3-3. 샘플링신호의 spectra과 aliasing

4) 양자화

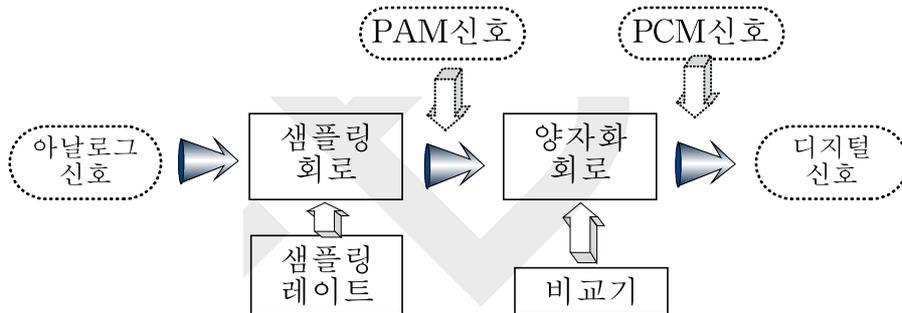


그림3-4. 양자화

- ① 그림3-4에서와 같이 샘플링한 결과는 아날로그 형태(PAM신호)이다.
- ② PAM신호를 디지털부호화 하기 위해서는 일정한 진폭의 대표값으로 변환하여야 한다.
 - 기준신호의 레벨을 양자화스텝($2^8=256$, $2^{10}=1,024$, $2^{16}=65,536$, $2^{24}=16,777,216$ 등급)으로 나누어 대표값을 설정한 후 양자화기에 입력되는 신호(PAM신호)를 대표값으로 변환하는 것을 양자화라 한다.
 - 양자화할 때 입력되는 PAM신호크기와 대표값의 크기 차이를 양자화오차라 한다.
 - 즉, 연속적으로 변화하는 아날로그 신호의 진폭을 이산값으로 표현하는 것을 양자화(quantization)라 한다.
- ③ 양자화스텝을 세밀하게 하면 양자화오차를 줄일 수 있으나, 스텝수를

많게 하는 것은 부호화의 자릿수를 증가시켜 부호와 장치를 복잡하게 만든다.

- ④ 양자화할 때 같은 간격으로 양자화 하는 것을 직선양자화(균등양자화)라 하고 입력신호의 작은 진폭에 대해서는 작은 스텝으로, 큰 진폭에 대해서는 큰 스텝으로 양자화 하는 것을 비직선 양자화(불균등양자화)라 한다.

- 일반적으로, 직선 양자화는 영상신호에, 비직선 양자화는 음성 신호에서 사용되고 있다.

- ⑤ 양자화 예

- CD와 DAT ; 16 비트 • DVD 오디오 ; 24 비트까지 지원한다.
 - 디지털영상 ; 8비트가 주이며 10비트를 지원하도록 규정하고 있다.

- ⑥ DCT에서의 양자화는 위에서 말한 양자화와는 달리 DCT 부호기의 출력에서 얻어진 계수 블록의 entropy를 더 낮게 하는데 사용되는 과정을 의미한다.

5) 부호화

- ① 양자화된 신호를 2진부호로 변환하는 것을 부호화라고 한다.

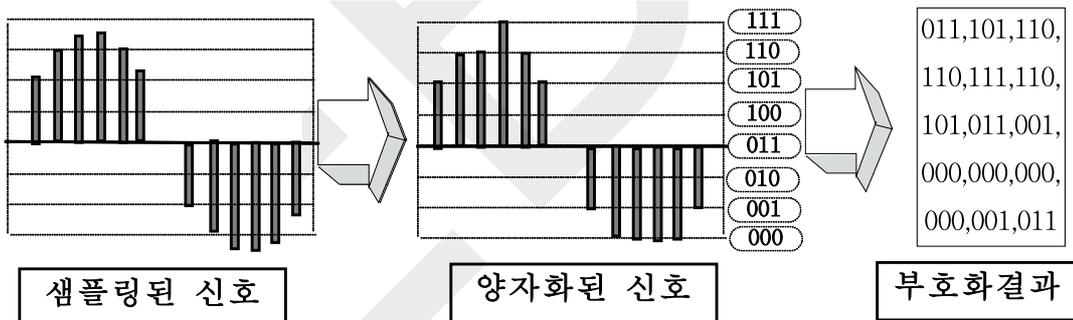


그림3-5. 아날로그신호의 부호화결과

- ② 부호화의 형식은 그림3-5)와 같이 “0”과 “1” 두 값만 갖는 2진 부호의 비트 조합으로 이루어진다.
- ③ 영상 및 음향 압축을 위한 부호화는 MPEG에서 설명하고자 한다.

6) 인코딩 - 2진부호를 전송신호화(전송부호방식)

데이터를 전송선로를 통해 전송하기 위해서는 2진 데이터를 변조하여 전송하여야 하는데 다음과 같은 방식들이 사용되고 있다.

- ① 단극 펄스

- 가장 기본적인 신호 표현 형태로, 전송되는 데이터비트가 “0”이면 기준레벨 즉, 0(V)로 하고(펄스를 전송하지 않음) 데이터비트가 “1”이면 +V 또는 -V 중 한 가지를 유지하는 단류방식과 “0”과 “1”을 전압의 극성 차이로 표현하는 복류방식이 있다.

② Bipolar

- 양극(HIGH), 0, 음극(LOW) 3가지 레벨을 사용한다.
- “1”은 펄스 있음을, “0”은 펄스 없음을 나타내며, “1”의 펄스는 극성을 교대로 순차적인 +, -로 변화시켜서 송출하는 방법이다
- RZ와 다른 점은 비트“0”은 0(V)를 나타낸다.
- 비트“1”은 1/2주기 파형으로 나타내고 그 전의 “1”의 반대극성으로 나타내며 다음 1/2주기는 0(V)로 돌아온다.
- 비트“1”이 연속적일 때에는 양극(HIGH),음극(LOW) 또는 음극(LOW), 양극(HIGH)으로 바뀐다.

③ RZ(Return-to-Zero)

- 부호의 비트 시간 길이 보다 짧은 1/2펄스를 송출하고 나머지 시간은 펄스를 송출하지 않는다. 즉, 1/2펄스 송출 후 나머지 1/2기간동안 0(V) 상태로 돌아가는 방식을 말한다.
- HIGH, 0(V), LOW 3단계 레벨을 나타낸다.
- “1”은 시작점에서 1/2기간 까지 LOW상태이고 “0”은 시작점에서 1/2기간까지 HIGH상태를 나타낸다.

④ NRZ(Non Return to Zero)

- 부호의 비트 주기동안 전압이 0(V)로 돌아가지 않고 계속 펄스를 송출하는 방식이다.
- NRZ-L 방식 ; “0”는 LOW, “1”은 HIGH로 표시한다.
- NRZ-I 방식 ; 다음 비트가 “1”일 때 변위를 일으키고(HIGH⇒LOW, LOW⇒HIGH), “0”일 때에는 변위를 일으키지 않고 그대로 지속시킴.
- NRZ-M 방식 ; “1”은 변위를 일으키고, “0”는 변위없는 방식이다.
- NRZ-S 방식 ; “0”은 변위를 일으키고, “1”는 변위없는 방식이다.
- SMPTE-259M에서는 전송로의 극성을 없애기 위해서 NRZ신호를 NRZ-I신호로 변환하고 있다.

⑤ Biphas

- 동기문제를 해결하기 위한 방안으로 비트 주기내(주기의 1/2)에 변이를 요구한다.
- 비트 주기 중간에 변이가 반드시 일어나지만 “0”로 되돌아 오지 않고

반대극에서 계속되어 진다.

- Biphase 인코딩에는 Manchester와 differential Manchester가 있다.

⑥ Manchester

- 비트 주기 중간은 반드시 변이가 일어난다.
- 비트 주기 중간의 변이가 LOW⇒HIGH로의 변이는 “1”, HIGH⇒LOW로의 변이는 “0”로 나타내며, 동기는 매카니즘으로 처리한다.

⑦ Differential Manchester

- 비트 주기 중간에 반드시 변이가 일어나며 이를 동기용으로 사용한다.
- 비트 시작점에서 변이가 있으면 “0”과 변이가 없으면 “1”로 한다.



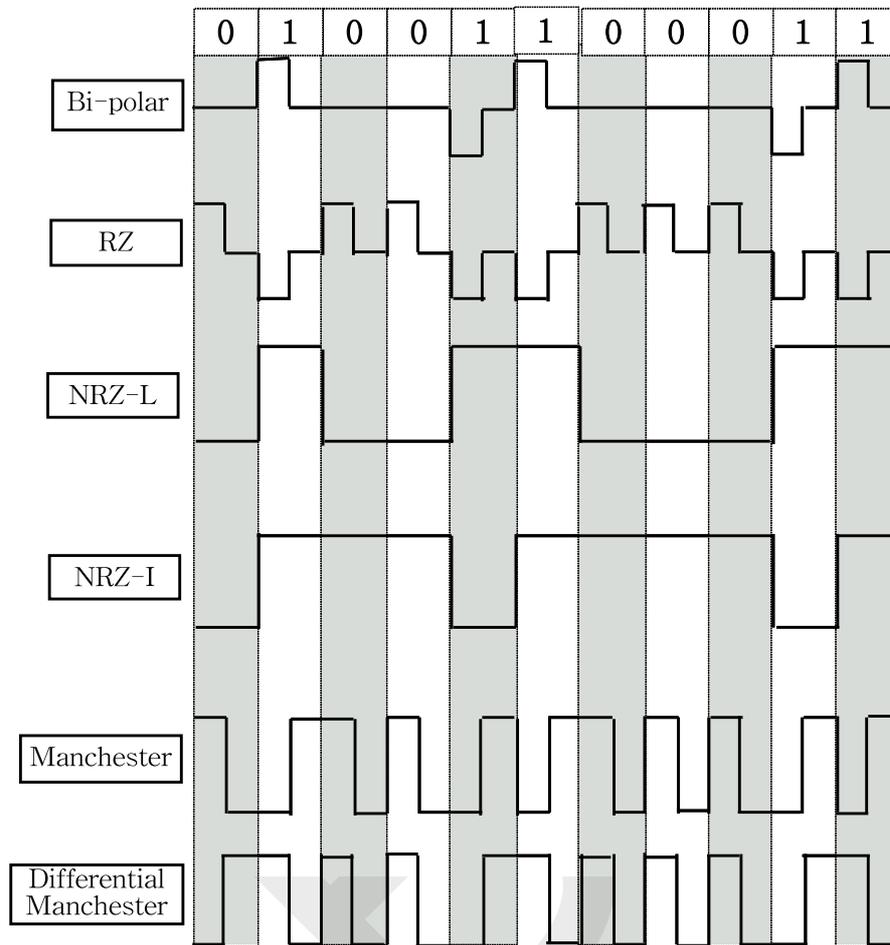


그림3-6. 2진 데이터의 전송부호방식

3. 에러보정과 흐름제어

☞ 디지털방송에서는 많은 디지털 데이터를 처리하고 장거리 전송하여야 한다. 따라서 필연적으로 발생하는 에러를 검출·정정하고 송수신간에 데이터의 흐름을 제어하여야 한다. 데이터를 전송할 때 전송데이터가 도중에 오류가 생겼는지를 수신측에서 검출하는 것을 에러검출이라 하고 검출된 에러를 수정하는 것을 에러정정이라 한다.

1) 에러율

① 비트에러율

- 일정수의 비트를 전송하여 그 중에서 몇 개의 에러 비트가 발생하는가를 나타내는 비율이다.

② 블록에러율

- 하나의 블록(block)은 여러 개의 비트로 구성되며, 일정수의 블록을 전송하여 그 중에서 몇 개의 에러 블록이 발생 하였는가를 나타내는 비율이다.
 - random 에러 ; 에러가 각 블록에 비교적 균등하게 분포한다.
 - burst 에러 ; 다수의 에러들이 소수의 블록에 집중한다.

2) ECC(Error Correction Code)

- 입력데이터에 일정한 redundancy를 추가하여 에러를 검출하고 정정하는 부호기를 말한다.
- redundancy방법에 따라 Block Code와 Convolution Code로 분리되며,
- 또한 에러 정정을 어디에서 하느냐에 따라 Forward Error Correction와 Backward Error Correction방식으로 구분된다.

3) 에러검출기법

- ① 수직패리티 ; 각 문자 단위로 검출
- ② 수평패리티 ; 블록단위로 각 문자 및 각 비트열에 대한 검출
 - ※ 패리티 비트 ; 전송데이터 내의 “1”의 비트를 모두 세어 총 수를 홀수로 하거나 작수로 만들기 위해 해당 데이터에 비트를 하나 추가하여 에러를 검출하는데 이 때 첨가되는 비트를 패리티 비트라 한다.
- ③ Cyclic Redundancy Check(CRC) ; 전송되는 데이터의 비트열들을 대표하는 다항식을 생성(생성다항식)하여 데이터를 몫과 나머지를 구해 나머지를 CRC로 하여 데이터에 첨부하여 전송하고 수신측에서 이 다항식을 토대로 에러를 검출하고 정정하는 방법을 말한다.

4) Block Code

데이터를 블록단위로 나누어 전송하는 방식에 사용되는 것으로 데이터 심볼에 일정길이의 검사 심볼을 붙여서 사용한다.

- 블록코드의 표현은 (n, k) block code로 표현된다.
 - 여기서 n 는 부호어길이, k 는 정보심볼, $n-k$ 는 redundancy를 의미한다.
 - 부호율은 $R = k/n$
- 전송할 데이터 스트림을 k 개의 단위로 블록화하고, 에러를 찾아내어 정정하는 redundancy 비트를 덧붙여주어 n 개의 블록으로 인코딩 한다.
- nonbinary일 때는 비트 대신 심볼을 k 개 단위로 블록화하고 에러를 정정하기 위해 $n-k$ 개의 심볼을 더하여 총 n 개의 심볼을 갖는 블록으로

코딩한다.

- ① BCH Code
- ② Reed-Solomon(RS) Code

5) Convolution Code

- 현재의 입력과 과거의 입력간의 상호 연관성에 기반하여 부호화하는 방법으로 과거 신호를 저장하기 위해 메모리(register)가 있어야 하고 이 값을 출력과 연결하기 위해 생성다항식이 필요하다.
- k개의 입력에 대해서는 n개의 코드 워드를 생성하고
- k/n의 코딩레이트를 가질 때, 코드 워드는 k개의 입력뿐만 아니라 K라는 구속장에 의해 결정된다.
- 메모리(register)를 갖고 있어 과거의 상태가 코드워드에 영향을 준다.
- Convolution Code의 표현은 (n, k, m)으로 표현된다.
여기서 k는 입력, n는 출력, m은 register 갯수
구속장(출력에 관여하는 총입력 갯수) $K = m+1$,

① Viterbi Code

- convolution encoder를 그대로 이용한다.
- 제한길이, 역추적길이, 연성판정 입력비트값에 의해 성능이 좌우된다.
- 거의 모든 통신시스템에 사용되며, CDMA에서는 K=9코드가 이용된다.

② Turbo Code

- 반복복호가 가능하며, 인터리버 크기조절이 가능하다.
- burst에러를 random에러로 바꿔주기 위한 인터리버가 사용되기도 한다.
- ECC중 BER성능이 가장 좋다.
- IMT-2000에서 사용된다.

6) 에러를 어디에서 정정하느냐에 따른 방식(에러정정 기법)

① 수신측에서 정정하는 방식

- Forward Error Correction(FEC)기법으로 수신측에서 에러를 검출하고 수정하는 방식
- 오버헤드가 커서 시스템효율을 저하시킨다.
- 역채널이 불필요하며 연속적인 데이터 흐름이 가능하다.

② 수신측에서 검출하고 송신측에서 정정하는 방식

- Automatic Repeat reQuest(ARQ)방식으로 수신측에서 에러를 검출하고 송신측에 에러가 검출된 데이터 블록을 재전송해 줄 것을 자동적으로 요청한다.
- 역채널이 필요하다.
- Stop and Wait ARQ ; 한 블록 송신하고 수신측으로부터 에러가 없다는 신호를 받으면 다음 블록 데이터를 보내고, 에러가 있다는 신호를 받으면 그 블록데이터를 재 전송하는 방식이다.
- continuous ARQ ; Stop and Wait ARQ의 오버헤드를 줄이기 위해 한 블록씩 전송하는 것이 아니라 데이터블록을 연속적으로 전송하다가 에러가 있다는 신호를 받으면 그 에러 데이터블록부터 보내는 방식 또는 프레임 개념을 갖고 그 프레임만 재 전송하는 방식이 있다.

4. 영상신호의 샘플링주파수 선정



1) 디지털 콤포지트 신호의 샘플링주파수

- 색부반송파주파수와 표본화주파수 사이의 비트방해 고려.

$$F_b = |k \cdot F_{sc} - F_s| \quad (k \text{는 임의의 정수})$$
- F_s 를 F_{sc} 의 정수배로 하면, F_b 가 0 또는 F_{sc} 의 정수배가 되어 비트 방해
- 초기에는 F_{sc} 의 3배로 했으나 최근에는 대부분 4배로 하고 있다.
 \Rightarrow 이 경우는 화질향상뿐만 아니라 주사선마다 표본화 위상이 일치함.
 \Rightarrow 영상신호를 디지털 전송하기 위한 샘플링주파수는 $4F_{sc}$ 를 클럭주파수로 사용
 \diamond NTSC방식은 14.3MHz, PAL방식은 17.7MHz의 샘플을 갖는다.
- 주관평가실험결과로 영상신호의 양자화비트수는 8비트 이상이 필요함,
 \Rightarrow 통상 10비트 이상을 많이 사용함.

2) 디지털 콤포넌트 부호화

가) 휘도신호의 샘플링주파수

- 콤포넌트 부호화의 경우는 콤포지트에서 발생하는 색부반송파 주파수의 정수배라는 제약은 없지만 수평 주사주파수의 정수배를 채택함.
- 525시스템과 625시스템에서 공통으로 사용케 함.
 - $f_h(525) = 4.5\text{MHz}/286, \quad f_h(625) = 625 \cdot 25(\text{Hz})$

$$\circ h(525) \cdot 143 (=4.5\text{MHz}/286 \cdot 143) = fh(625) \cdot 144 (=625 \cdot 25(\text{Hz})) \cdot 144 = 2.25\text{MHz}$$

$$\Rightarrow fh(525) \cdot 858 \text{샘플} = fh(625) \cdot 864 \text{샘플} = 13.5\text{MHz}$$

- 525시스템에서는 14.3MHz를, 625시스템에서는 12MHz를 주장하여 이의 중간값으로 2.25MHz의 6배인 13.5MHz가 국제규격으로 채택됨.

나) 색차신호의 샘플링 주파수

- 낮은 주파수를 위한 Rate는 샘플링주파수의 3/4, 1/2, 1/4배값, 10.125MHz, 6.75MHz, 3.375MHz가 선택됨.

⇒ 가장 낮은 대역폭을 1로 하면 가장 높은 대역폭은 4가 된다.

⇒ R, G, B신호는 3개의 같은 샘플스트림이 필요하므로 4 : 4 : 4로 표시함.

⇒ 휘도신호와 색차신호의 경우는 Y : R-Y : B-Y = 4 : 2 : 2의 Fs가 요구됨.

☞ 이 3개의 샘플링 주파수(13.5MHz, 6.75MHz*2)를 합하면 27MHz가 됨.

◇ 27MHz는 디지털 기본주파수로 10비트 처리하는 경우 270Mbps가 됨.

- 4:2:2 방식 ; 휘도신호 13.5MHz, 색차신호는 그 반인 6.75MHz로 샘플링함.
 - Y신호 성분을 4개 표본화할 때 Cr, Cb 성분을 각각 2개씩만 표본화함.
- 4:2:0 방식 ; Y신호 성분을 4개 표본화할 때 Cr, Cb 성분을 각각 1개씩만 표본화함.

3) 디지털 컴포넌트 영상신호의 양자화

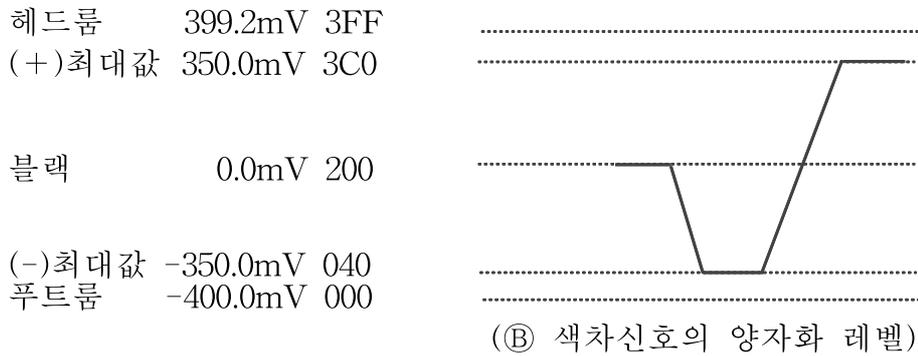
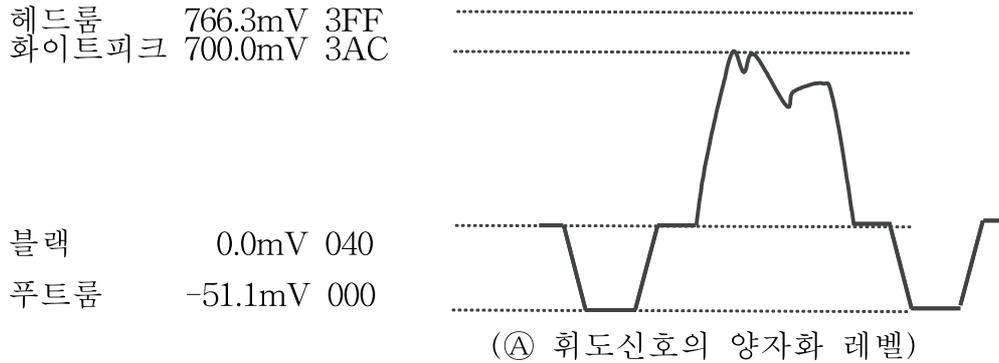


그림3-7. 컴포넌트 영상신호의 양자화

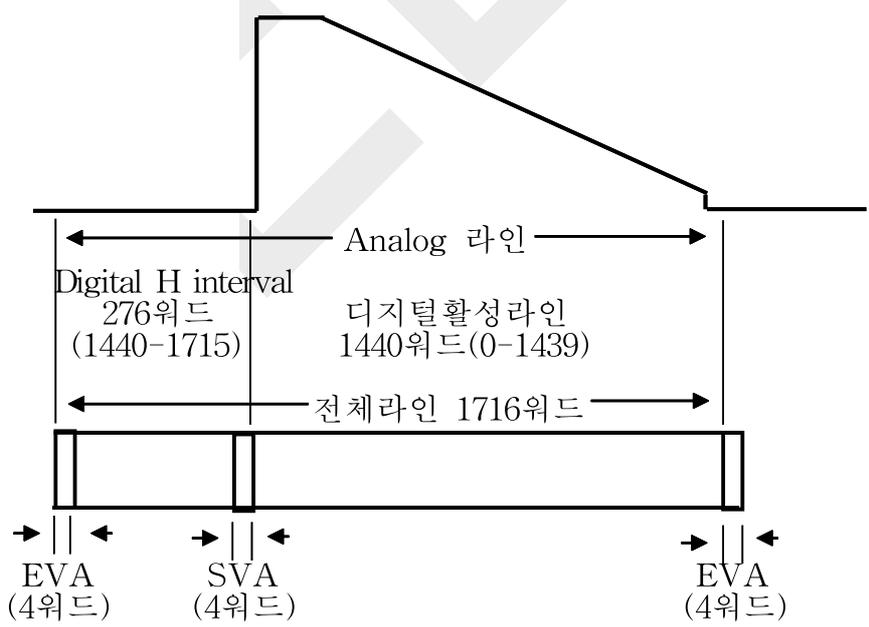


그림3-8. 525/60시스템에서의 디지털영상데이터와 아날로그 라인동기사이의 타이밍관계