

디지털 신호의 변조

비트 단위의 디지털 데이터를 전화회선과 같은 아날로그 채널을 통하여 장거리를 전송하기 위해서 사용하는 방법이다. 디지털 신호를 변조하여 전송하는 이유는, 디지털 신호의 파형은 직각으로 변하는 부분이 있어 높은 고주파 성분을 포함하고 있고, 수평 부분도 많이 있어 저주파 성분도 많이 가지고 있으나 이를 통과시켜야 할 대부분의 통신 채널의 주파수 통과 특성은 고주파나 저주파에서 모두 감쇠가 심하기 때문에 그대로 전송하면 신호의 스펙트럼이 많이 손상된다. 따라서 수신측에서 재생된 신호의 파형이 왜곡되어 오류 발생율이 커진다. 디지털 신호를 아날로그 파형으로 변조하는 것을 달리 표현하면 "디지털 신호의 대역을 채널의 '통과대역' 안으로 옮기는 작업"이라고 할 수 있다.

디지털 변조에 속하는 것으로는 ASK(Amplitude Shift Keying), FSK(Frequency Shift Keying), PSK(Phase Shift Keying), QAM(Quadrature Amplitude modulation) 등이 있다. 디지털 변조의 대표적인 응용이 PC에서 사용하는 dial-up 모뎀이다. 한편, dial-up 모뎀의 제어신호 중에 CD(carrier detect)는 송수신측의 모뎀이 데이터가 실리지 않은 상태의 반송파(carrier)를 서로 잘 수신하고 있음을, 즉 데이터가 실릴 수 있는 준비가 되어 있음을 나타낸다.

3. 정보신호변환 방식

(1) 부호화(Encoding)

정보 또는 신호를 다른 신호로 변화시키는 과정

변조(Modulation) : 부호화된 신호를 반송신호(Carrier Signal)에 실는 과정

디지털 데이터, 아날로그 신호 방법 : 광섬유나 위성과 같은 전송매체는 아날로그 신호만을 전송하는 디지털 변조 방식

디지털 데이터, 디지털 신호방법 : 디지털 데이터를 아날로그로 변조하는 방식보다 가격이 저렴한 방식으로 DSU(Digital Service Unit)를 이용

아날로그 데이터, 디지털 신호 방법 : 디지털 전송 장비와 교환 장비를 이용할 수 있는 PCM(Pulse Code Modulation) 방식

아날로그 데이터, 아날로그 신호 방법 : 값싸고 쉽게 변환 가능

(2) 디지털 데이터를 아날로그 신호로 변조

반송신호의 세가지 특성(진폭, 주파수, 위상)중의 하나를 모뎀을 이용해서 부호화

실제로 데이터 통신에서 사용되는 값은 0과 1뿐이기 때문에 편이(Shift) 변조 방식 사용

방법 : 진폭편이변조(ASK), 주파수 편이변조(FSK), 위상편이변조(PSK)

① 진폭편이변조(ASK)

두 가지 2진수 값을 서로 다른 진폭을 가진 신호로 표현

광섬유로 디지털 데이터를 전송하는 데 사용

단점 : 잡음이나 신호의 변동에 약함

장점 : 회로가 간단하고, 가격이 저렴함

② 주파수편이변조(FSK)

두 가지 2진수 값을 서로 다른 진폭을 가진 신호로 표현

광섬유로 디지털 데이터를 전송하는 데 사용

단점 : 잡음이나 신호의 변동에 약함

장점 : 회로가 간단하고, 가격이 저렴함

③ 위상편이변조(PSK)

반송신호의 위상을 변화시켜서 데이터를 표현

동기 방식을 사용

위상을 2, 4, 8 등분 하는 것에 따라 2위상, 4위상, 8위상변조 방식으로 구분

위상을 달리함으로써 복잡도가 높은 데이터 전송률이 높아짐

모뎀에서 주로 사용되는 방식

2위상 : 0은 0° , 1은 180° 로 위상을 표현

4위상 : 90°간격으로 위상을 표시하기 때문에 2비트의 조합(00,01,10,11)이 가능

8위상 : 45°간격으로 위상을 표시하기 때문에 3비트의 조합이 가능

(3) 디지털 데이터를 디지털 신호로 변조

두 가지 2진수 값을 나타내기 위해서 서로 다른 전압을 사용

종류 : NRZ(Non Return to Zero), RZ(Return to Zero), Bipolar 방식

(4) 아날로그 데이터를 디지털 신호로 부호화

1) PAM

펄스의 진폭변화에 따라 진폭크기를 변화시키는 변조 방식

2) PCM

PAM으로부터 계량화 과정을 통하여 코드화 된 디지털 신호를 만드는 변조 방식

진폭변조 방식에 해당되는 방법

장점 : 전송 레벨 변동이 없고, 노화와 잡음에 강함

단점 : 점유 주파수 대역폭이 큼

■ PCM 진행 과정

표본화(Sampling) 연속적으로 변하고 있는 신호의 진폭을 일정간격으로 읽음

↓

양자화(Quantizing) 읽은 표본값을 수량화

↓

부호화(Encoding) 양자화된 값을 디지털 부호로 변환

↓

복합화(Decoding) 디지털 신호를 수신측에서 원래의 신호로 복원

↓

여과기(Filter) 원래의 입력 신호로 복원

(5) 아날로그 데이터의 아날로그 부호화

아날로그 데이터는 같은 대역폭의 아날로그 신호로 직접 바꿀 수 있음

다른 주파수대로 변화시키는 이유 : 효율적인 전송을 위해 보다 높은 주파수가 필요할 때나

주파수 분할 다중화를 위해서임

종류 : 진폭변조(AM), 주파수 변조(FM), 위상변조(PM)

4) 베이스 밴드 전송과 광대역 전송

1) 베이스 밴드(Base Band) 전송

변조되기 전의 디지털신호를 그대로 전송신호로 사용하는 방식
신호만 전송되기 때문에 전송신호의 품질이 좋음
전송신호는 전송 중에 점차 약해지기 때문에 장거리 전송에 부적합

■ 신호방식

단류 방식 " 1값은 1볼트, 1값은 - 또는 + 볼트(volt)로 전송하는 방식
분류 방식 0값은 - 또는 + 볼트, 1값은 + 또는 - 볼트로 전송하는 방식
NRZ(Non Return Zero) : 비트 신호가 전송될 때마다 볼트값이 변하는 방식
RZ(Return Zero) 방식 : 비트 신호가 전송될 때마다 볼트값이 변하지만 NRZ와 달리 다음 비트 신호가 시작되기 전에 항상 0볼트로 복귀하는 방식
양극성(Bipolar)방식 : 1값이 전송될 때마다 상태가 반전되고, 0값은 0볼트를 유지하는 방식
단극성(Unipolar) 방식 : 0값은 -볼트, 1값은 +볼트로 전송하는 방식

2) 광대역 전송

원래의 2진 부호를 별도의 신호로 변화시켜서 송신하는 방식
직류신호를 교류신호로 변환하여 전송하고, 수신측에서는 직류신호를 역변환하는 방식
직류신호가 별도의 신호로 변환된 교류신호를 반송파라고 함
송/수신측에서 각각 변복조 기능을 수행하기 위한 모뎀이 필요

(5) 다중화(Multiplexing)

1) 다중화

여러 개의 정보들을 용량이 큰 하나의 전송선으로 전송하는 방법
다중화장치(Multiplexer, MUX) : 다중화 기능과 다중화된 정보를 원래 상태로 분배해주는 기능을 담당하는 장치

장점 : 회선 비용을 대폭 줄일 수 있음.

종류 : 주파수 분할 다중화, 시분할 다중화

2) 주파수 분할 다중화(FDM ; Frequency Division Multiplexing)

좁은 주파수 대역을 사용하는 여러 개의 신호들이 넓은 주파수 대역을 가진 하나의 전송로를 따라서 동시에 전송되는 방식

전송매체의 대역폭이 전송신호의 대역보다 넓을 때 사용 가능

수신측에서는 필요한 주파수만을 선별하는 여과(Filtering) 과정을 통해서 정보를 취득

용도 : TV나 라디오에서 주로 사용

3) 시분할 다중화(TDM ; Time Division Multiplexing)

시간을 타임 슬롯(Time Slot)이라는 기본단위로 나누고, 이들을 일정한 크기의 프레임으로 묶어서 채널별로 특정 시간대에 해당하는 슬롯에 배정하는 방식

전송매체의 전송속도가 정보 소스의 정보 발생률보다 빠를 때 사용 가능

정보통신일반 / 정보전송방식 - 2. 정보전송 방식 (1)

2. 정보전송 방식

(1) 아날로그 전송과 디지털 전송

1) 아날로그 전송

전송매체를 통해 전압, 전류, 사람의 목소리 같이 계속 변하는 데이터를 전송하는 방식으로 모뎀(MODEM) 사용

일정한 거리를 초과하면 신호의 세기가 감쇠하기 때문에 증폭기(Amplifier)를 사용해서 신호의 세기를 증폭해 전송하는 방법

증폭기는 잡음까지도 증폭하기 때문에 정확한 데이터 전송이 어려움

전송속도 : 저속

2) 디지털 전송

데이터를 2진코드 형태(0 또는 1)로 전송하는 방식

전송 가능한 거리는 신호의 감쇠 현상이 발생하지 않을 정도의 짧은 거리로 제한됨

장거리 전송을 위해서는 리피터(Repeater= 재생중계기)를 사용

리피터는 디지털 신호를 수신해 이들로부터 0과 1을 구별한 후에 새로운 신호를 생성하여 전송하기 때문에 감쇠 현상을 없앨수 있음

■ 장점과 단점

① 장점

신호재생이 가능해 양질의 전송품질 제공

정보 신호의 형태에 관계없이 모든 신호를 디지털 정보 형태로 변환해 정보의 통합이 가능

② 단점

원거리 전송을 위해서 많은 리피터가 필요

(2) 직렬 전송과 병렬전송

① 직렬(Serial) 전송

동일한 전송선을 통해서 한 비트씩 전송하는 방식

대부분의 데이터 전송에서 사용되는 방식

장점 : 전송 에러가 적고, 원거리 전송에 적합하며 통신회선 설치비용이 저렴

단점 : 전송속도가 느림

② 정렬(Parallel)전송

송신하고자 하는 비트 블록 각각에 대응되는 전송선이 따로 있어서 비트 블록을 한번에 전송

장점 : 단위 시간에 다량의 데이터를 빠른 속도로 전송

단점 : 전송 길이가 길어지면 에러 발생 가능성이 높고, 통신회선 설치비용이 커짐

(3) 비동기 전송과 동기 전송

1) 비동기 전송(Asynchronous Transmission)

한 문자를 전송할 때마다 동기화시켜 전송하는 방식

전송의 기본 단위 : 문자 단위의 비트 블록

송/수신측의 동기화를 위해서 각 비트 블록의 앞뒤에 시작비트(Start Bit)와 정지비트(Stop Bit)를 덧붙여 전송

일반적으로 패리티 비트(Parity Bit)를 추가해서 전송

전송속도 : 1,800bps이하의 저속 전송

장점 : 동기화가 단순하고, 가격이 저렴

단점 : 문자당 2~3비트를 추가로 전송해야 되므로 전송효율이 떨어짐

2) 동기전송(Synchronous Transmission)

비동기 방식의 비효율성을 보완하기 위한 방법

전송할 데이터를 여러 블록으로 나누어서 각 블록 단위로 전송하는 방식

데이터와 제어 정보를 포함하는 큰 크기의 프레임 전송

동기화를 위해서 전송의 시작과 끝을 나타내는 제어정보를 데이터의 앞뒤에 붙여서 프레임을 구성

문자 중심 전송과 비트 중심 전송으로 분류

전송속도 : 2,000bps 이상의 고속 데이터 전송에 적합

단점 : 별도의 하드웨어 장치 필요

■ 비동기 전송과 동기 전송의 비교

비동기 전송 동기 전송

전송 단위 문자 비트/문자 블록

에러 검출 방식 패리티 비트 CRC

오버헤드 문자당 고정된 크기 프레임당 고정된 크기

전송 효율 비효율적 효율적

장비 가격 저렴 고가

3) 혼합형 동기식 전송

비동기 전송과 동기 전송의 혼합으로, 비동기 전송보다 빠르고 정확한 동기를 가짐

비동기 전송과 같이 스타트 비트와 스톱 비트를 가지며, 동기 전송과 같이 송수신측이 동기 상태를 이룸

8-VSB는 기존의 아날로그 TV전송방식인 잔류측파대(VSB : Vestigial Side Bands) 변조 방식을 모태로 하고 있습니다. 즉 디지털 부호셋(code set)를 8레벨의 VSB 신호에 매핑(mapping)시켜 전송하는 방식입니다.

입력되는 바이너리 신호는 2-to-8值 변환기를 거쳐 1 심볼 8레벨의 신호가 됩니다. 입력 펄스폭이 T인 바이너리 신호는 먼저 3비트 1조의 신호로 변환되어, 3비트로 표현된 진폭값을 갖는 8레벨의 신호로 출력됩니다. 이때 하나의 출력심볼 펄스폭은 3T가 되어 소요 전송대역폭이 입력 펄스열에 비해 1/3로 되지만, 반면에 진폭의 레벨수가 증가한 만큼 전송로의 진폭 잡음에 취약할 수 밖에 없습니다.

미국은 디지털 지상파 TV방송방식으로 8-VSB 변조방식을 채택하였으며, 우리나라는 미국에의 TV 수출을 위한 산업적인 논리에 따라 같은 방식을 선정하게 되었습니다.

더 자세한 내용은 미국 ATSC 홈페이지 www.atsc.org에서 standard를 클릭하시면 정보를 구할 수 있습니다.

그리고 QPSK(Quadrature PSK)를 설명하기 위해서는 먼저 BPSK(Binary Phase Shift Keying)를 설명해야 할 것 같습니다. BPSK는 1개의 부호(1심볼)로 1비트의 정보를 전송하는 것입니다. 즉 전송하려는 바이너리신호를 반송파의 0도(同相)과 180도(逆相)에 대응시켜 전송하는 디지털변조방식입니다. 이에 비해 QPSK는 반송파의 위상변화를 90도 간격으로 하여, 1심볼로 2비트의 정보를 전송하는 방식으로, 동일한 주파수대역폭에서 BPSK에 비해 2배의 정보를 전송할 수 있습니다.

구체적으로는 입력신호를 직병렬 변환회로에 의해 2개의 신호열로 나눈 후, 위상차가 90도인 2개의 반송파(cosine파와 sine파)로 각각 BPSK 변조합니다. 그리고 각각의 변조신호가 가산기에서 합쳐져 QPSK가 됩니다. 이때 일반적으로 cosine파를 곱한 측의 신호를 I신호, sine파를 곱한 측의 신호를 Q신호라고 부릅니다.

QPSK는 위상특성이 양호한(multi-path등의 문제가 적은) 전송로, 예를 들면 위성방송 분야에 널리 사용되고 있으며 지상파 무선 변조방식으로는 거의 사용하지 않습니다.

QPSK는 PSK의 일종으로서 보내고자하는 데이터를 네가지 위상으로 매핑하여 보냅니다. 이때 네가지 위상은 각기 90도씩의 차이가 있는데 그렇게 함으로써 평균적으로 신호검출확률을 치우치지 않게 합니다.

그리고 16-PSK, 64-PSK등으로 변조수준을 높일 수 있는데 그렇게 레벨이 높아지면 신호검출확률이 그만큼 줄어들므로 똑같은 전송채널이라 하더라도 그만큼 에러가 날 확률이 높아진다는 말이 될 것입니다.

따라서 그렇게 변조수준이 높아지면 더욱 강력한 오류정정부호화가 필요해진다고 말씀드릴 수 있습니다.

이와 같이 PSK류의 변조방식은 모든 데이터의 정보가 위상으로 매핑되므로 전송에너지가 충분치 않거나, 즉 상대적으로 낮은 S/N(또는 C/N)의 전송채널에서 위상정보만 가지고 전달할 수 있는 이점이 있습니다.

예를 들면 위성통신과 같이 하늘에 떠 있는 중계기가 충분한 에너지를 방출하기 곤란한 경

우에 보통 PSK류의 디지털변조방식을 사용합니다.

왜냐하면 한국전력이 위성에다 전력케이블로 전기를 공급할 수 있는 것도 아니고, 위성체에 있는 에너지와 태양전지로 얻은 에너지로 자세제어 및 중계기 출력을 수년동안 제공해야 하므로, AM과 같이 모든 정보가 진폭에 들어있는 변조방식은 적용하기가 곤란하다는 말씀입니다.

한편 QAM은 변조하고자 하는 데이터를 위상과 진폭의 두가지 축에서 정해지는 몇개의 점에 매핑시키게 됩니다.

예를 들어 진폭을 두가지 레벨로 하고 위상은 180도씩 나누어 신호를 매핑한다고 하면 신호세트를 매핑할 수 있는 경우의 수는 $2 \times 2 = 4$ 개가 됩니다. 이는 네가지 위상으로 신호를 매핑시키는 경우와 동일한 데이터량을 보낼 수 있는 변조방식이 됩니다.

다만 신호를 전송코자 하는 채널이 진폭특성이 좋은지 아니면 그렇지 않은지, 또는 위상특성이 좋은지 아닌지에 따라 변조방식을 선택하여야 합니다.

위성의 경우는 강우감쇠나 우주선 잡음 및 위성체와 수신 파라볼라 안테나 까지의 거리 등으로 인해 진폭변조로 정보를 전달한다는 것은 많은 문제가 있습니다. 대신 위성으로부터 안테나로 유입되는 전파는 거의 직접파이므로 반사파에 의한 영향이 거의 없다고 가정할 수 있는데, 그 이야기는 위상오류가 다른 매체에 비해 상당히 작다고 할 수 있습니다. 따라서 위성에서는 위상변조방식인 PSK류를 사용하게 됩니다.