# HW2

멀티미디어시스템 1분반, 32170578, 김산

## A/D technology

**변조**란 정보를 실어서 전달하기 위해 반송파 신호(carrier signal)의 진폭, 위상, 주파수와 같은 요소를 변경하는 과정을 말합니다. 우리가 일상에서 사용하는 신호들이 대부분 저주파 대역에 몰려있기 때문에 변조하지 않고 데이터를 전송하게 되면 신호를 멀리 전송할 수 없게 됩니다. 따라서 고주파의 반송파 신호에 정보를 실어 멀리 보내기 위해 변조를 사용합니다.

여기에는 어떤 변조방식을 사용하느냐에 따라 다양한 변조기술들이 존재합니다. 그중 PCM은 디지털 변조 기술로 주로 사용되고 있습니다.

### PCM : Pulse Code Modulation

펄스 코드 변조는 아날로그 신호를 샘플링하여 디지털의 형태로 표현하는데 사용됩니다. 주로 CD, 컴퓨터의 음성파일등 디지털 음성을 표현하는 표준 형태입니다.

송신단계에서는 먼저 필터를 통해 메시지 신호의 가장 높은 주파수보다 큰 입력 아날로그 신호에 존재하는 고주파 요소를 제거하여 메시지 신호의 앨리어싱을 방지합니다.

이후 신호의 진폭은 일정한 간격으로 샘플링됩니다. 이때 샘플링 횟수(sampling rate)는 나이퀴스트 정리(Nyquist Shannon samling theory)에 따라 신호에 포함된 가장 높은 진동수의 2배이상이어야 합니다.

각 샘플은 미리 정해진 디지털 레벨에 가장 가까운 값으로 양자화(quantized)됩니다. 이렇게 양자화된 펄스 진폭의 크기를 2진수 형태로 부호화 한뒤 디지털 형태로 전송합니다.

신호 전송 단계에서는 리피터(Regenerative Repeater)를 통해 신호 강도의 세기를 높이고 신호 손실을 최소화하여 전송합니다.

수신단계에서는 이렇게 전송된 디지털 신호를 수신하여 디코더(decoder)를 통해 아날로그 신호로 변환하고 기존의 신호를 복원하기 위해 재구성 필터(reconstruction filter)를 사용하여 기존의 아날로그 신호로 복원합니다.

### DPCM : Differential PCM

앞서 설명한 PCM 기법을 통해 인코딩된 정보에서 상관 관계가 높은 샘플의 경우 데이터가 중복되어 불필요한 정보가 됩니다. DPCM은 이러한 중복된 정보를 처리하여 기존 PCM전송방식의 전송 효율을 높인 방법입니다.

예를들어 사람의 목소리를 기준으로 할때 125us동안 진폭의 차이는 미미하므로 DPCM을 이용하여 전송 용량을 줄일 수 있습니다.

DPCM전송기에는 양자화기와 예측기가 존재합니다. 양자화기는 과거 샘플들로부터 계산된 예측값(추정값)과 현재 샘플값 간의 차이(잔차)에 대해서만 양자화하여 용량을 줄이고 잡음을 감소시킵니다.

예측기는 과거 양자화된 잔차값들을 기준으로 현재신호에 대한 통계적 선형 예측을 합니다. 이렇게 DPCM은 이전 샘플을 기반으로 다음 샘플을 예측하고 인코더는 이 예측과 실제 값 사이의 차이만 저장 합니다. 이러한 방식으로 기존의 PCM방식에 비해 25%만큼 정보의 양을 줄일 수 있습니다.

### ADPCM : Adaptive DPCM

ADPCM은 양자화기와 예측기를 부호화할 음성의 특성과 일치하도록 적응시킵니다.

양자화기의 양자화 폭(step size)를 입력값에 맞게 조정하는 방법에는 크게 입력신호의 특성을 활용하는 순방향 적응 양자화(Forward Adaptive Quantization)와 양자화된 출력의 특성을 활용하는 역방향 적응 양자화(Backward Adaptive Quantizationor)가 있습니다.

### DM : Delta modulation

델타 변조(Delta modulation, DM, Ω-modulation)는 음성 전송에 사용되는 아날로그-디지털 및 디지털-아날로그 신호 변환 기법중 하나로, 연속된 샘플 간의 차이가 n비트 데이터 스트림으로 인코딩되는 가장 간단한 형태의 차등 펄스 코드 변조(DPCM)입니다. 델타 변조에서는 입력 신호를 샘플링 하여 앞의 샘플과 진폭을 비교, 크면 1을 출력하고 작으면 0을 출력하여 1비트의 부호화된 디지털 신호를 생성하고 전송합니다.

### ADM : Adaptive DM

델타변조를 사용하면 다른 변조방식에 비해 많은 데이터량을 압축할 수 있고, 구현이 간단하여 신뢰성이 높지만 양자화 폭(step size)이 큰경우 Granular noise가 발생할 수 있고, 양자화 폭이 작은경우 경사 과부화 왜곡이 발생 할 수 있습니다. ADM은 이러한 델타 변조의 단점을 극복하기 위해 진폭의 평균과 변화율에 따라 양자화 폭을 적응형으로 사용하는 방식입니다.

## Audio quality

### CD

CD는 컴팩트 디스크(Compact Disc)의 약자로 필립스와 소니가 개발한 디스크와 디지털 오디오 재생 포멧 입니다. CD 포멧은 PCM(Pulse Code Modulation) 프로세스를 통해 소리를 디지털 형태로 인코딩합니다.

최초의 CD 레코딩은 1982년 8월 17일 독일에서 제작되었습니다. 녹음 내용은 Richard Strauss의 Alpine Symphony였습니다. 그 해 말 1982년 10월 1일 미국과 일본에서 CD 플레이어를 사용할 수 있게 되었고, 최초의 CD는 일본에서 팔렸습니다.

CD는 오디오, PC 게임, PC 스토리지 응용 분야에서 디지털 혁명을 일으켰습니다. 이후 DVD의 개발에도 기여했다. 소니와 필립스는 현재 공동으로 CD와 CD 플레이어 기술 개발에 관한 특허를 보유하고 있습니다

### SACD

SACD(Super Audio Compact Disc)는 소니, 필립스가 개발한 고해상도 오디오 디스크 포맷입니다. DSD(Direct Stream Digital) 파일 형식을 제공하여 SACD는 기존의 CD 형식에서 사용되는 PCM에 대한 대안을 제공합니다.

기존의 표준 CD 형식은 44.1 kHz 샘플링 속도로 제한되어 있지만 SACD는 2.8224 MHz로 샘플링합니다 또한 16비트 깊이 대신 1비트 깊이를 사용합니다. SACD는 디스크당 4.7기가바이트(DVD만큼)의 스토리지 용량을 제공합니다. 또한 liner notes와 같은 사진 및 텍스트 정보도 표시할 수 있지만, 대부분의 디스크에서 이러한 기능을 지원하지 않습니다.

### DVD-audio

DVD-audio(이하 DVD-A)는 DVD에서 고해상도 오디오 콘텐츠를 제공하기 위한 디지털 형식입니다. DVD-A 비디오 형식이 아니라 음성 형식으로 영화나 뮤직 비디오가 들어 있는 비디오 DVD와 다릅니다.

DVD-A는 초창기부터 SACD(Super Audio CD)와 경쟁하였지만, 소비자들은 이 SACD형식을 더 선호하였습니다.

DVD-A는 CD에 비해 단일 채널(모노)에서 5.1 채널(서라운드 사운드)에 이르는 다양한 오디오 채널 구성을 다양한 샘플링 주파수와 샘플링 속도로 제공합니다. 용량이 훨씬 더 큰 DVD 포맷은 훨씬 더 많은 음악과 훨씬 더 높은 오디오 음질을 제공할 수 있었고, 더 높은 샘플링 속도와 더 높은 샘플당 비트 해상도 및/또는 서라운드 사운드를 위한 추가 채널을 제공할 수 있었습니다.

하지만 DVD의 용량 제한으로 인해 다중 채널은 최대 24비트와 96kHz 샘플링 주파수에서만 사용할 수 있었습니다.

### XRCD

XRCD는 Extended Resolution Compact Disc의 약자로 16비트, 44.1kHz로 인코딩되어 기존의 CD플레이어에 재생할 수 있으면서 고음질을 가진 포맷입니다. JVC(Victor Company of Japan Ltd)가 특허를 받아 1995년에 처음 도입되었습니다.

품질 마스터링 및 제조 비용이 기존의 CD에 비해 높아 XRCD의 가격은 기존 정가 CD의 약 2배입니다.

### HDCD

HDCD는 Pacific Microsonics에 의해 개발되었고 나중에 Microsoft의 소유가 되었습니다. 최초의 HDCD 디스크는 1995년에 출시되었습니다.

HDCD는 CD 오디오 표준의 변형으로 기존에 CD에 저장되어있는 음성 정보를 16bit에서 20bit로 확장하였습니다. HDCD는 HDCD를 지원하지 않는 CD 플레이어에서도 HDCD로 인코딩된 CD를 재생할 수 있습니다. 또한 HDCD 칩은 기존의 CD칩 보다 정밀한 필터링 회로를 가지고 있어, 일반 CD도 HDCD칩이 장착된 CD 플레이어에서 더 풍부하고 자연스럽게 들립니다.