

< Investigate practical A/D technology >

1-1. PCM (Pulse Code Modulation)

PCM은 아날로그 데이터 전송을 위한 디지털 설계입니다. PCM스트림에서 아날로그 신호의 진폭은 일정한 간격으로 샘플링하고 각 샘플을 디지털 단계의 범위에 가장 가까운 값으로 양자화 합니다. PCM 내의 신호들은 바이너리, 즉 논리 1(높음)과 논리 0(낮음)으로 표현되는 오직 두 가지 상태만이 가능하며 아무리 복잡한 아날로그 파형이 있다하여도 이것은 변하지 않습니다. PCM을 사용하여 동영상 비디오, 음성, 음악, 원격측정, 그리고 가상현실 등을 포함한 모든 형태의 아날로그 데이터를 디지털화하는 것이 가능합니다.

PCM방식의 기본 구성은 표본화, 양자화, 부호화, 재생중계, 복호화 및 여파기의 각 부분으로 되어 있으며 디지털 신호는 컴퓨터 간 통신인 부호정보의 전송에도 적합하며 본래 아날로그 신호인 음성신호에 대해서도 아날로그 신호로 전송하는 것보다 디지털화해서 전송하는 것이 훨씬 유리합니다. 디지털 신호는 외부잡음이 섞이더라도 신호의 유무를 판정함에 영향을 주지 않는 범위 내에서는 신호를 재생하는 것이 가능하고 유·무신호가 약해지면 재생중계기에서 유·무신호를 보상하기 때문에 각종 잡음 및 누화에 강합니다. 그리고 디지털 신호를 취급하는 회로는 게이트와 메모리 등을 중심으로 하는 논리회로의 구성이 가능하며, 아날로그 회로와 같은 고도의 정밀을 필요로 하지 않습니다. 또한 디지털 신호의 다중화시 신호를 분리하거나 제어신호 정보도 간단히 삽입할 수 있습니다.

1-2. Applications : 돌비 방법이 있습니다. 녹음신호의 레벨을 크게 하여, 잡음과의 레벨 차를 노리는 마스킹의 원리를 응용하여 녹음, 재생 과정에서 잡음을 적게 하는 방법을 말하며 레코드 제작에 사용하는 A-type과 간이형 B-type이 있습니다.

2-1. DPCM (Differential Pulse Code Modulation)

텔레비전 예측부호화의 기본적인 방법으로 부호기 내에 약간의 과거 신호치를 기억하고 그것들의 값에서 현재 신호치의 예측치를 만들어내 그 예측치와 현 신호치와의 차를 양자화하여 PCM으로 전송합니다. 수신 측에서는 차례대로 전송되어온 예측치 신호를 적분해서 원래 화상을 재현합니다. 가장 간단한 것은 예측치인데 이것은 현 신호치 직전의 신호치를 사용하는 것으로 전치PCM이라 부릅니다.

2-2. Applications : DPCM은 PCM보다 레벨 수가 적기 때문에 비트를 인코딩하는 단계와 동일한 대역폭이 증가되어 전송 될 수 있는 정보의 양이 감소됩니다. 따라서 TV, 음성과 같은 상관성이 높은 정보를 전송할 때 우수한 점이 있습니다.

3-1. ADPCM (Adaptive differential pulse-code modulation)

DPCM 방식의 성능 개선을 위해 음성 정보를 국부고정적인 상태로 취급할 수 있는 구간으로 분할하여 신호의 통계적 특성을 구한 데이터 압축 방법 중 예측방법에 속하며 예측 값을 상수로서 사용하지 않고 표본으로 삼은 신호의 짧은 구간에 따라 예측 값을 동적으로 결정하여 그 값을 사용하고 그 값과의 차이를 부호화하는 방식입니다. 따라서 적합한 추정치를 사용하며, 실제 값을 부호화하거나 저장하기 전에 양자화 과정을 거칩니다.

3-2. Applications : 양자기와 예측기를 적용시켜 잡음이 없고, PCM과 동일 이상의 음질을 유지하며 용량이 더 작게 압축이 되어, MP3파일이나, 녹음 시 이 방식을 적용하여 사용 한다.

4-1. DM (Delta Modulation)

PCM의 하나로, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환해서 변조하는 방식, 정차 변조라고도 합니다. PCM보다 간단한 장치로 거의 같은 효과를 보이는데 비교적 낮은 비트 속도에서도 음질이 양호하여 통신계에 도입되었습니다. 입력 신호를 표본화하여 바로 앞의 표본치와 진폭을 비교하여 입력 신호가 크면 1을 출력하고 입력 신호가 작으면 0을 출력하여 1비트의 디지털 부호화 신호를 생성하고 그에 상응하는 극성만을 전송합니다. 직접 응용되는 것보다 진폭의 평균이나 변화율 등에 따라서 전압의 단계 폭을 적응 형태로 변경하는 적응 델타 변조(ADM) 등의 형태로 바꾸어서 사용하는 경우가 많습니다. 하지만 주파수 대역폭이 50% 정도 넓게 되는 결점이 있습니다.

4-2. Applications : 음성부호화 방식을 채택한 blue-tooth를 이용해 문자 데이터는 물론, 음성 전송도 사용 가능하고 통신 비밀을 유지하기 위한 암호기술에도 사용 가능합니다, PCM기술보다 장치를 간편화 할 수 있어서 저 품질의 통신로에도 사용합니다. 또한 텔레비전 영상 신호 때도 사용합니다.

5-1. ADM (Adaptive delta Modulation)

ADM은 스텝 사이즈가 고정되지 않는 DM의 변형으로 신호의 성질, 특히 진폭의 변화율에 따라서 적응적으로 ± 1 의 양자화 단계 폭을 변경하는 DM입니다. 음성 신호를 디지털 부호화하여 전송하는 방식의 하나인 DM에서는 여러 연속 비트가 동일한 방향으로 값을 가질 때 오히려, 인코더 및 디코더는 경사 과부하가 발생하는 것으로 가정하고 스텝 사이즈는 점점 커집니다. 그렇지 않으면 스텝 크기는 시간이 지남에 따라 점차 작아지는데 ADM은 저역 통과 필터를 사용함으로써 증가되고 양자화 오차의 비용으로 경사 오차를 감소시킵니다.

5-2. Applications : 강력한 성능은 전형적인 ADM 라디오 설계에서 사용됩니다.

< Various kinds of audio format >

1) CD

음악의 녹음 재생을 위해 음성신호를 고속으로 디지털 변환하여 녹음한 후 재생 시에 음성신호로 고치는 PCM 방식을 사용하여 만든 오디오 포맷

2) SACD(Super Audio CD)

DSD(direct stream digital) 저장 기술을 사용하는 오디오 CD입니다. DSD 기술을 사용하기 때문에 100kHz 이상의 주파수를 재생할 수 있을 뿐만 아니라 음성의 높낮이 폭이 매우 크고, 저장 용량도 기존 CD보다 4배 이상 크고 두께는 0.6mm의 디스크를 2장 붙인 1.2mm이며 DVD와 같은 4.7GB의 용량을 가지고 있습니다. 이 이용자 포맷은 현재 사용되고 있는 CD 플레이어와 양방향 호환이 가능한 선택 규격이 있습니다. 또한, SACD는 2층 방식으로 상단에는 CD 음향을, 하단에는 DSD-CD 음향을 기록하며, 전용 플레이어에 놓았을 때 초고충실도의 DSD 사운드를 재생합니다.

SACD는 녹음과 재생에 필요한 샘플링 주파수와 양자화 레벨에서 혁명적인 디지털 신호 처리 기술을 보여줍니다. 먼저 음악의 감동을 최대한 전하기 위해 녹음 주파수 범위를 100kHz까지 확장하고, 또 다이내믹레인지도 120dB(데시벨) 이상으로(가청 범위 지역 내) 크게 넓혀 자연계에 존재하는 대부분을 그대로 재현할 수 있게 되었습니다. 기존의 PCM 방식과는 달리 신호의 기록 재생 변환이 매우 간단한 새로운 DSD(direct stream digital) 기록 방식을 개발하여 적용하였습니다. 음의 선명도를 그대로 유지하면서 음악 신호의 대부분을 재현함은 물론이고, 연주회장의 공기까지도 충분히 재현할 수 있습니다.

- Hybrid: 하이브리드 SACD를이 4.7 GB DSD 층뿐만 아니라 대부분의 기존 컴팩트 디스크 플레이어에 의해 판독 가능한 PCM 오디오 층으로 인코딩됩니다.
- Single-layer: DVD-5 일 4.7 GB DSD 층으로 인코딩. 단층 SACD를 더 레거시 포맷 층을 수행하지 않고 통상의 CD 플레이어에 의해 읽을 수 있습니다.
- Dual-layer: DVD-9이 8.5 GB 총 DSD 층 없이 PCM 층 인코딩. 듀얼 레이어 SACD를 단일 층 SACD 거의 두 배의 데이터를 저장할 수 있습니다. 듀얼 레이어 디스크는 기존의 CD 플레이어와 이전 버전과 호환되지 않습니다.

3) DVD-audio

DVD 오디오는 DVD를 통해 고성능 오디오 콘텐츠를 전달하는 디지털 형식입니다. DVD-Audio는 콘서트, 영화 또는 뮤직 비디오를 포함하는 비디오 DVD보다 훨씬 높은 오디오 품질을 가지고 있습니다. DVD-Audio는 다양한 샘플링 주파수와 샘플 레이트에서 단일 모노 채널 5.1 채널 서라운드 사운드에 이르기까지 다수의 오디오 채널을 구성하여 제공한다.

4) XRCD (eXtended Resolution Compact Disc)

미국 빅터(Victor)의 일본 법인 JVC(Japan victor)가 개발한 최고 음질의 오디오 사운드 제작 기술 또는 그 콤팩트디스크(CD)입니다.

CD 제작 과정과 마스터링의 효율성을 극대화시켜 기존 CD에 맞게 제작되므로 별도 CD플레이어나 해독기(decoder)가 없더라도 XRCD의 최적 최상의 음질을 즐길 수 있습니다. 최상의 음질을 즐기기 위해 녹음이 중요한데 대부분의 녹음은 마스터링 과정을 거친 뒤에 테이프에 수록되고 제조공장으로 운반하게 됩니다. 이 과정에서 CD 제작에 참여한 아티스트와 프로듀서, 엔지니어 등은 본래의 작업이 변하지 않고 완벽하게 되길 바라지만, 대부분의 제조 공장의 설비는 표준화되어 있지 않고 또 디지털 보정 작업을 거치기에 적합한 고품질 사운드 CD를 만들어내기가 쉽지 않습니다. 이런 작업 과정은 치밀한 계산 아래 단계별로 동시에 이루어져야 최상의 해상력을 지닌 CD가 탄생하는데, 그러기 위해서는 마스터링 과정이나 제작 과정 등 모든 작업 공정이 세밀한 품질 유지와 주의가 반드시 필요합니다. XRCD는 이런 마스터링 과정과 제조공정을 단계별로 아주 세심하게 주의를 기울여 원음에 근접한 최상의 제품을 만들어냅니다.

XRCD의 프로세스는 마스터링에서 시작하는데 오리지널 마스터에서 나오는 아날로그 신호를 디지털로 변환시킵니다. 이 24bit 디지털 신호는 디지털 신호 재생 장치(디지털 K2)를 이용해 순수한 부호 성분만 송신되고 광전기(MO:magneto-optical) 디스크 레코더로 출력합니다. 이 과정에서 디지털 프로세스가 아날로그 프로세스에 미치는 영향을 차단하고 24bit라는 고순도의 AD 변환을 할 수 있습니다.

CD 제조 공정으로 전달하는 용도의 오디오 기록 매체로는 안정된 특성과 24bit의 기록 능력을 갖는 MO 디스크를 사용합니다. 24bit 포맷인 MO디스크는 디지털 신호 재생 장치로 재생되어 디지털 신호에 따라붙는 지터(jitter:파형의 순간 흐트러짐)를 제거합니다. 다음에 이 24bit 신호열은 24비트 품질을 유지하면서 16bit 신호로 변환되고, 또한 CD 기록 포맷인 EFM 신호로 암호화되어 레이저 커팅으로 보내집니다. 마지막 단계에서 데이터 송신 때 존재할 가능성이 있는 시간축의 지터 발생을 제거합니다.

이렇게 탄생된 XRCD는 기계적인 수치상의 차이뿐 아니라, 실제 청취 테스트에서도 그 차이를 확실히 느낄 수 있으며 다른 특징으로는 기존 CD 재생기로 24bit 음을 재생하고, 세계 최초로 24bit 마스터에 의한 다이렉트 커팅과 음질을 관리하고 외부의 음악 신호 변화 요인을 철저히 배제하면서 원음을 유지합니다.

5) HDCD(High Definition Compatible Digital)

HDCD는 기존의 컴팩트 디스크 플레이어와 이전 버전과의 고해상도의 호환성을 갖춘 디지털 음반입니다.

일반 CD 포맷을 할 때의 44.1kHz의 샘플링 주파수, 16비트 양자화(quantization), 낮은 기록 밀도 때문에 생기는 정보량 부족 등의 문제를 해결하기 위하여 20비트의 고음질 음악 정보를 16비트 CD 포맷으로 기호화하는 기술을 이용해 개발되었습니다.

HDCD는 아날로그에서 맛보던 미묘한 배음의 재생이 가능하고, 아날로그에서는 재생하기 어려운 놀라운 다이내믹레인을 갖추게 되었습니다. 또한 DVD에 대응하는 HDCD도 있습니다.

#CD, Flac, MP3 음질의 차이.

Flac는 무손실 압축기법을 사용, CD는 압축기법을 사용하지 않고 MP3는 손실 압축기법으로 되어있습니다. 이론적으로만 본다면 음질은 MP3 < Flac < CD 순으로 좋게 들리게 될 것입니다. MP3는 손실 압축기법으로 이루어져 있기 때문에 실제로 Flac, CD와 분명하게 사운드 차이가 있지만, Flac와 CD의 차이는 구분하기 어렵습니다.