디지털신호처리



A-D/D-A 변환기의 원리 이해

학습내용

- **❖** 아날로그-디지털 변환기
- ❖ 디지털-아날로그 변환기

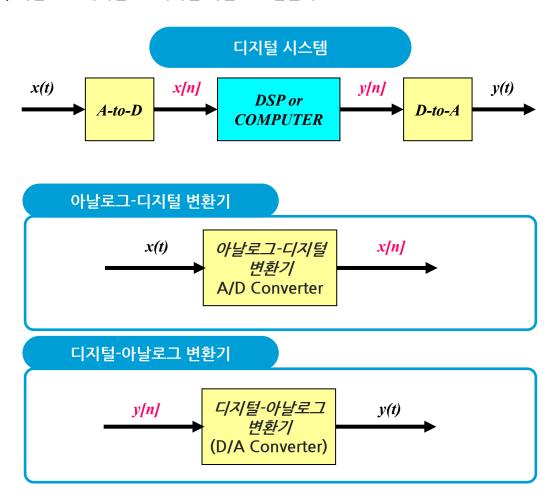
학습목표

- ❖ 아날로그-디지털 변환기의 원리를 이해하고 설명할 수 있다.
- ❖ 디지털-아날로그 변환기의 원리를 이해하고 설명할 수 있다.



🄯 아날로그-디지털 변환기

- 1. 반주파수 중첩 필터(Anti-aliasing Filter)
 - 1) 아날로그-디지털 vs. 디지털-아날로그 변환기

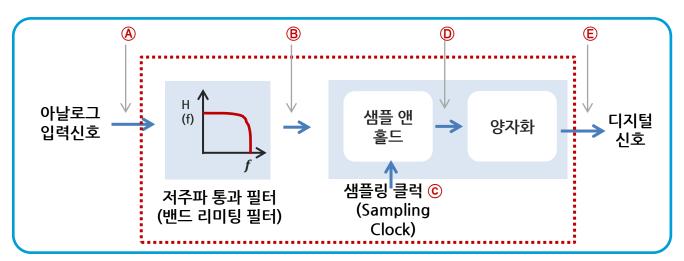




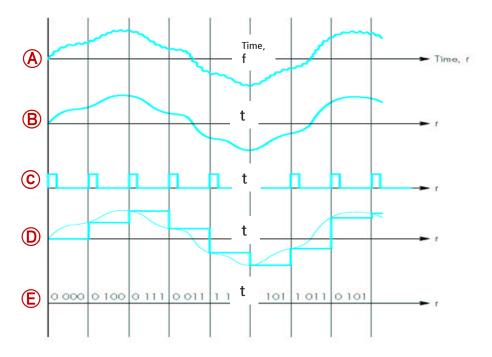
放 아날로그-디지털 변환기

- 1. 반주파수 중첩 필터(Anti-aliasing Filter)
 - 2) 아날로그-디지털 변환기(A/D Converter)





3) A/D 변환기 각 단계에서의 신호 파형





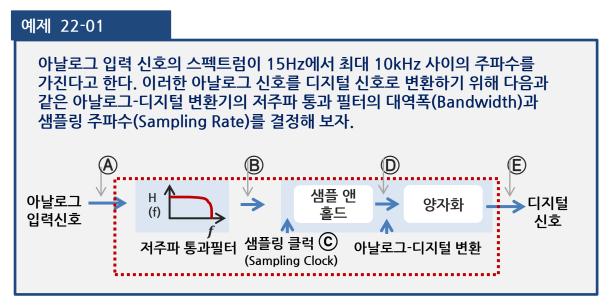
🍑 아날로그-디지털 변환기

- 1. 반주파수 중첩 필터(Anti-aliasing Filter)
 - 4) 저주파 통과 필터 또는 반주파수 중첩 필터
 - 샘플링에 앞서 신호의 주파수 범위를 제한
 - 주파수 중첩을 방지하기 위해 입력 아날로그 신호의 최대 주파수를 설정
 - 임의의 주파수까지만 통과하도록 하는 필터로뒤쪽 샘플링 클럭(Sampling Clock)과 연동
 - 신호에 섞여 들어오는 고주파 잡음이나 간섭 신호의 영향을 배제
 - 5) 샘플링 클럭(Sampling Clock)
 - 나이퀴스트 샘플링이론에 의하여 입력 아날로그 신호의 최대 주파수의 2배 이상의 주파수로 아날로그 신호를 샘플 [예] 디지털 전화: 아날로그 음성 신호를 보통 8,000[Hz]의 샘플링 주파수로 샘플링함 □ 사람의 음성 신호 통화 품질을 보장을 위해 3,000[Hz]이하의 주파수 성분들만으로도 충분
 - ♥ 참고, 인간의 가청 주파수는 20Hz ~ 20KHz



🧭 아날로그-디지털 변환기

1. 반주파수 중첩 필터(Anti-aliasing Filter)



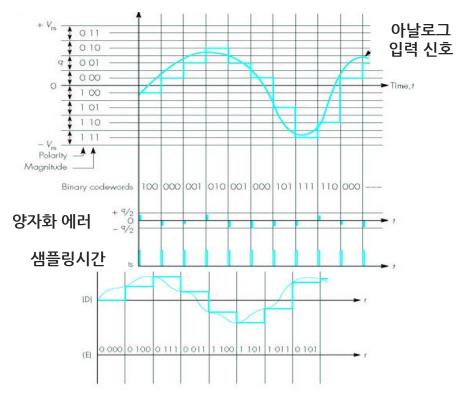
- 아날로그 입력 신호의 스펙트럼이 15Hz에서 최대 10kHz 사이의 주파수를 가지므로, 저주파 통과 필터의 대역폭(Bandwidth)은 0Hz ~ 10kHz를 통과하도록 설정
- 샘플링 주파수는 입력 신호의 최대 주파수의 2배 이상 즉, 20kHz 이상으로 샘플링



🔯 아날로그-디지털 변환기

2. 양자화기

- 이산 신호를 크기에 대해 이산화시켜 디지털 신호로 변화
- 디지털 신호 B 비트로 이진화할 경우, 입력 아날로그 신호의 전체 범위를 2^B 레벨로 나누 어 실제 아날로그 값 대신 가까운 레벨 값의 디지털비트로 변화



3. 양자화 에러

1) 정의

- 양자화 과정에서 소실되는 원본 아날로그 신호
- 아날로그 신호의 전체 범위를 2^B 레벨로 나누어 실제 아날로그 값 대신 가까운 레벨 값의 디지털 비트로 변화할 때
 - \Rightarrow 한 레벨의 크기가 **q**. 양자화 오차는 $^{-q}/_{2} \sim ^{q}/_{2}$
- 디지털 비트 수를 늘리면 양자화 오차는 감소함



🧭 아날로그-디지털 변환기

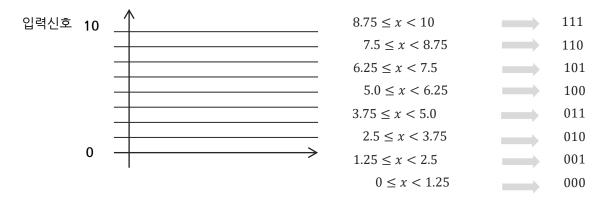
3. 양자화 에러

예제 22-02

아날로그 입력 신호의 진폭이 0~10까지 변하는 입력 신호 x가 있다고 가정하자. 이러한 아날로그 신호를 3비트의 디지털 신호로 변화해 보고, 이 때의 양자화 에러(Quantization)를 구해보자.

[예제풀이]

- 비트로 표현하기 위해서는 2^3=8 이기 때문에, 입력신호 0부터 10까지의 신호는 8레벨로 나눌 수 있음
 - ⇒ 한 레벨은 *q*=1.25
- 따라서, 각 아날로그 입력 레벨 값에 따라 3비트로 디지털화 되고, 양자화 오차는 -0.625 ~ 0.625가 됨



예제 22-03

만약 [예제 2]에서 디지털 신호의 비트 수를 4비트로 할 경우 양자화 에러는 어떻게 되나? 양자화 에러는 얼마나 줄어드는가?

- 입력 신호 10의 크기를 4비트로 표현할 때, 2⁴=16 레벨로 나눌 수 있음 ⇒ 한 레벨의 크기는 0.625 (10/16 = 0.625 =q)
- 결론적으로, 양자화 오차는 -0.3125 ~ +0.3125 가 되고, 3비트로 양자화 한 경우보다 양자화 오차가 줄어들게 됨

🦫 [예] TV. 스피커 등



🚺 디지털-아날로그 변환기

1. 아날로그 신호 복원

1) 정의

■ 디지털 신호 처리를 위해 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환 후, ⇒ 디지털 CPU에 의해 처리된 결과를 원래의 아날로그 신호로 복원하는 과정



2) 목적

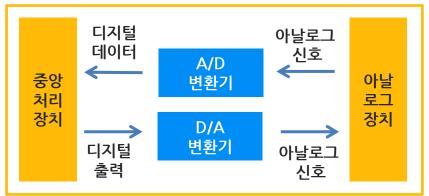
- 신호의 전송, 처리 및 저장을 위해
 - ⇒ 원본 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 디지털 프로세서를 이용, 디지털 처리
 - ⇒ 디지털 신호 처리 된 최종적인 신호는 다시 원래의 <u>아날로그 장치</u>에 필요한 아날로그 신호로 변경



1. 아날로그 신호 복원

 신호 처리의 최종 장치는 아날로그 장치이기 때문에 디지털 시스템에서 처리된 신호를 다시 원래의 아날로그 신호로 복원



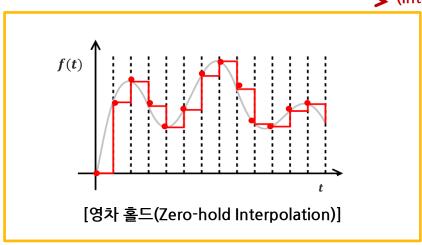


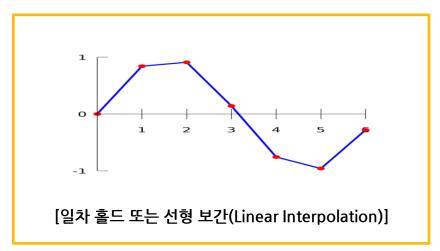


1. 아날로그 신호 복원

■ 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하기 위해 필요한 것은? ⇒ 샘플 사이에 정의되지 않은 구간에서 "어떻게 <u>보간</u>할 것인가"임







■ [예] 대표적인 아날로그-디지털 변환기와 디지털-아날로그 변환기

[CD 오디오 시스템에서의 신호 처리 과정]



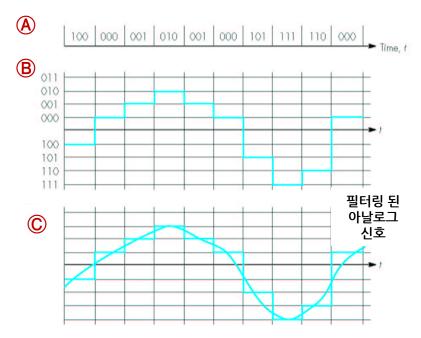


2. 디지털-아날로그 변환

1) 정의

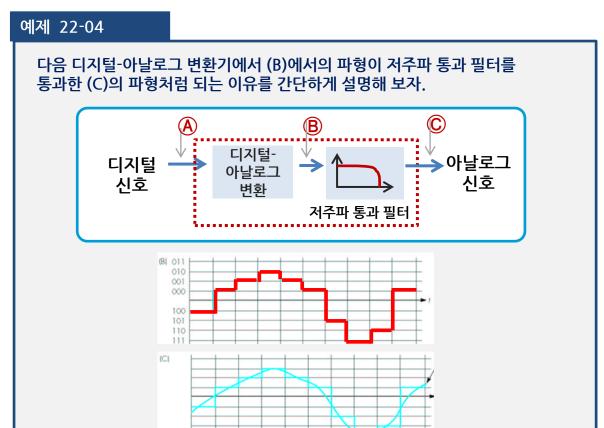
■ 디지털 값은 DAC를 거치면서 이산 신호가 되고 이러한 이산 신호가 저주파 통과 필터를 통과하면 원래의 아날로그 신호가 됨



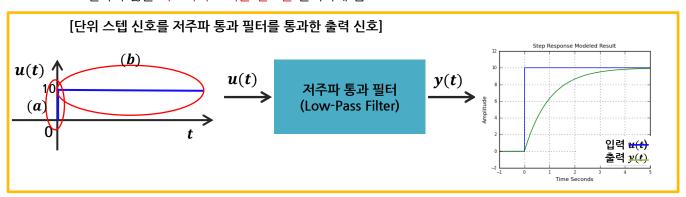




2. 디지털-아날로그 변환

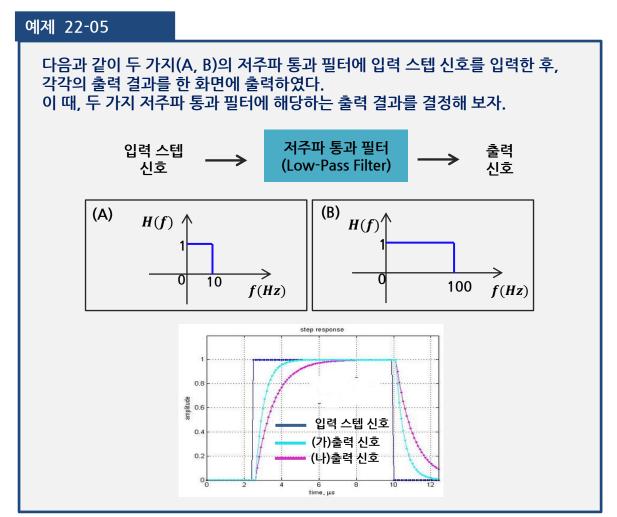


- 단위 스텝 신호 u(t)에서 (a)영역은 (b)영역에 비해 고주파 성분을 많이 포함
- 디지털-아날로그 변환기에서 저주파 통과 필터를 통과하기 전의 (B)신호는 순간적으로 변화가 심한 영역(a)들로 구성
- 그래서 단위 스텝 신호가 저주파 통과 필터를 지나면서 고주파가 통과하지 못해 신호가 갑자기 변하지 않는 비교적 부드러운 신호를 출력하게 됨





2. 디지털-아날로그 변환

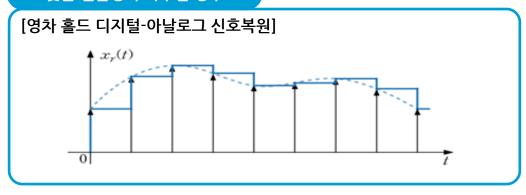


- 저주파 통과 필터의 Cutoff 주파수가 높을수록 입력 신호의 고주파수가 많이 통과되어 입력 스텝 신호에 가깝게 출력됨
- 저주파 통과 필터의 Cutoff 주파수가 낮을수록 입력 신호의 고주파수가 많이 통과되지 못해서 좀 더 천천히 변하게 됨

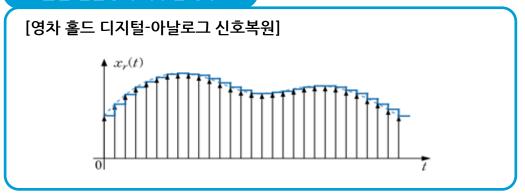


- 3. 영차 홀드와 일차 홀드
 - 1) 영차 홀드를 이용한 신호 복원
 - 다음 샘플 값 발생까지, 직전의 샘플 값을 유지
 - 가장 단순, 실제적, 일반적인 신호 복원방법

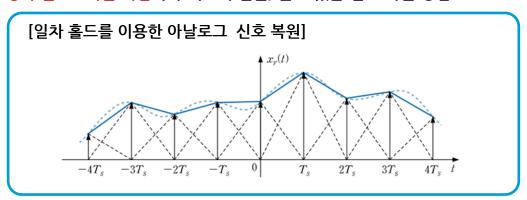
낮은 샘플링 주파수일 경우



높은 샘플링 주파수일 경우



- 2) 일차 홀드(선형 보간)를 이용한 신호 복원
 - 인접한 샘플들을 <mark>직선으로 연결, 연속 신호를</mark> 얻는 방법
 - 영차 홀드보다는 복잡하나 비교적 단순, 쓸모 있는 신호 복원 방법



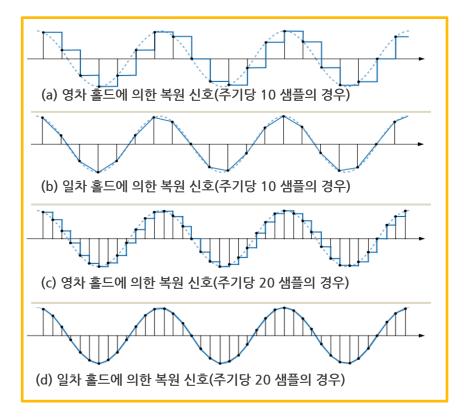


3. 영차 홀드와 일차 홀드

예제 22-06

다음과 같은 연속 정현파 신호를 주기당 10샘플과 20샘플로 샘플링 한이산 신호로부터 영차 홀드와 일차 홀드를 이용하여 연속 신호로 복원한결과를 그려 보자.





- (a), (b) : 정현파의 한 주기마다 10 샘플로 샘플링
- (c), (d): 정현파의 한 주기마다 20 샘플로 샘플링
 - ⇒ 샘플링율이 높을수록, 일차 홀드 복원이 더 정현파에 가까움

핵심정리

아날로그-디지털 변환기



- A-D 변환기에서 저주파 필터: 주파수 중첩을 방기하기 위해 입력 아날로그
 신호의 최대 주파수를 설정
- 샘플링 클럭: 입력 아날로그 신호의 최대주파수의 2배 이상의 주파수로 신호를 샘플함
- 양자화 에러: 양자화 과정에서 소실되는 원본 아날로그 신호

디지털-아날로그 변화기



[D-A 변환기의 블록도]

- D-A 변환기: 디지털-아날로그 변환을 통해 디지털 값이 이산 신호가 되고, 이산 신호가 저역 통과 필터를 통과하면 아날로그 신호로 변환됨
- 디지털-아날로그 변환은 영차 홀드와 일차 홀드 방법을 통하여 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환함