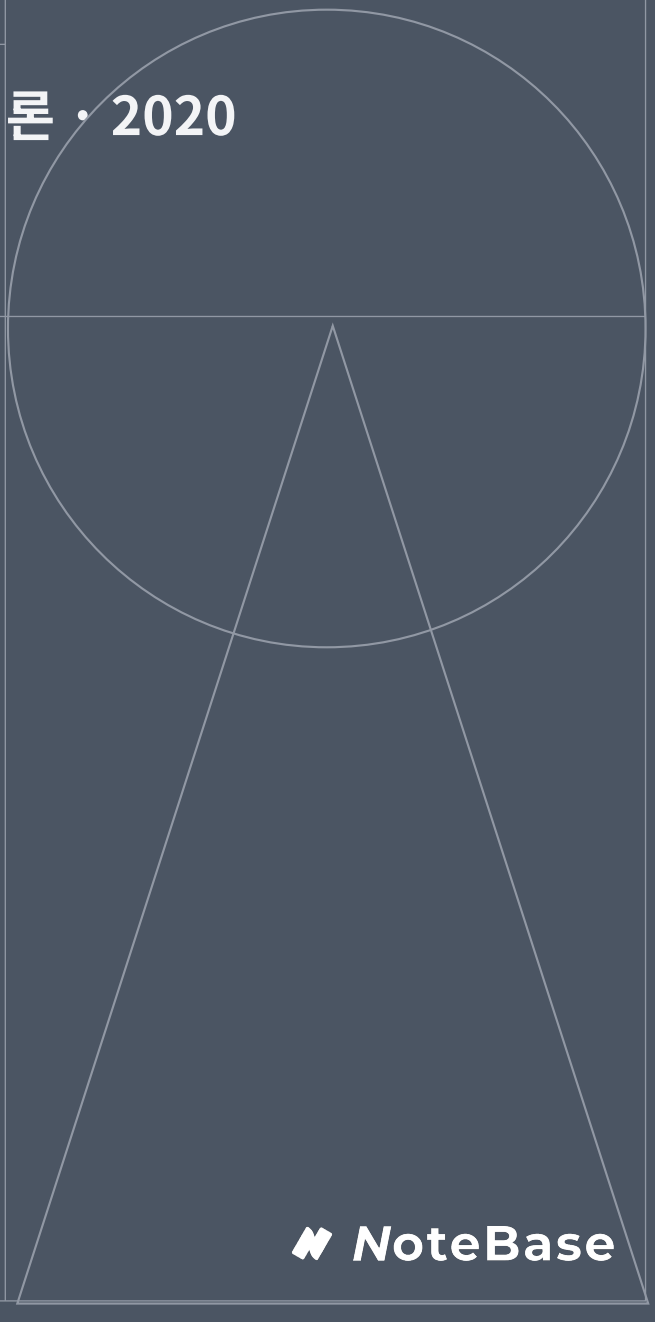
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2020

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2020

1. 오류 정정 부호로 옳지 않은 것은?

① Convolutional 부호
② Turbo 부호
③ Reed-Solomon 부호
④ Hamming 부호
⑤ Huffman 부호

정답 5번

출제 포인트

오류 정정을 위해 여분의 정보를 더하는 채널 부호와 데이터의 중복을 줄이는 소스 부호를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

오류 정정 부호: 전송 중 생긴 오류를 수신 측에서 검출·정정할 수 있도록 중복 정보를 추가하는 채널 부호이다. 키워드는 신뢰성 향상이다.
소스 부호: 원천 데이터의 통계적 중복을 줄여 효율적으로 표현하는 부호이다. 키워드는 압축이다.
Convolutional·Turbo·Reed-Solomon·Hamming 부호는 오류 정정 부호이고, Huffman 부호는 무손실 압축에 쓰이는 소스 부호이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — Convolutional 부호는 입력 비트열과 부호기의 상태를 이용해 중복 비트를 생성하는 오류 정정 부호이므로 오류 정정 부호의 예에 해당한다.
② O — Turbo 부호는 여러 구성 부호와 반복 복호를 이용해 오류를 정정하는 오류 정정 부호이므로 오류 정정 부호의 예에 해당한다.
③ O — Reed-Solomon 부호는 심벌 단위의 블록 부호로서 다수의 심벌 오류를 정정할 수 있으므로 오류 정정 부호의 예에 해당한다.
④ O — Hamming 부호는 패리티 비트를 추가해 대표적으로 1비트 오류를 정정하는 오류 정정 부호이므로 오류 정정 부호의 예에 해당한다.
⑤ X — 틀린 부분은 Huffman 부호를 오류 정정 부호로 보는 것이다. 올바르게는 Huffman 부호는 출현 빈도가 높은 심벌에 짧은 부호어를 배정하여 평균 부호 길이를 줄이는 가변 길이 소스 부호이며, 무손실 압축에 사용된다. 따라서 문제의 '오류 정정 부호로 옳지 않은 것'에 해당한다.

오답 포인트

모든 선지가 '부호'라는 이름을 가지므로 기능을 구별하지 않으면 헷갈리기 쉽다. 특히 ⑤ Huffman 부호는 데이터를 부호화하지만 목적이 오류 정정이 아니라 압축이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

중복 정보를 추가해 전송 오류를 고치면 채널 부호, 통계적 중복을 줄여 데이터량을 줄이면 소스 부호로 판단한다.

암기 포인트

Convolutional · Turbo · Reed-Solomon · Hamming은 오류 정정, Huffman은 압축이다.

NoteBase

2. 음성신호를 8[kHz] 샘플링 주파수로 2초 동안 샘플링 하여 얻어진 데이터에 대한 DFT(Discrete Fourier Transform) 스펙트럼의 최소 주파수 간격(Frequency Spacing)[Hz]은?

① 0.5
② 1
③ 0.2
④ 2
⑤ 0.1

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 관측 시간과 DFT 주파수 간격의 관계를 이용해 스펙트럼의 최소 주파수 간격을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 샘플링 주파수 $f_s = 8kHz = 8000Hz$, 샘플링 시간 $T = 2s$이다.
구해야 할 값: DFT 스펙트럼의 주파수 간격 Δf이다.
주의할 조건: 전체 샘플 수는 $N = f_sT$이며, 주파수 간격은 샘플링 주파수 자체가 아니라 샘플링 주파수를 전체 샘플 수로 나눈 값이다.

사용할 공식

$N = f_sT$
$\Delta f = \frac{f_s}{N} = \frac{1}{T}$
DFT의 인접 주파수 빈 간격은 전체 관측 구간에 의해 정해지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전체 샘플 수는 $N = 8000 \times 2 = 16000$이다.
2. 주파수 간격은 $\Delta f = \frac{8000}{16000}Hz$이다.
3. 따라서 $\Delta f = 0.5Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 0.5Hz이므로 옳다.
② X — 1Hz는 관측 시간이 1s일 때의 값이다. 이 문제의 관측 시간은 2s이므로 올바르게는 0.5Hz이다.
③ X — 0.2Hz는 관측 시간이 5s일 때의 값이다. 주어진 2s를 적용하면 올바르게는 0.5Hz이다.
④ X — 2Hz는 관측 시간이 0.5s일 때의 값이다. 주어진 2s를 적용하면 올바르게는 0.5Hz이다.
⑤ X — 0.1Hz는 관측 시간이 10s일 때의 값이다. 주어진 2s를 적용하면 올바르게는 0.5Hz이다.
계산 결과가 0.5Hz이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

샘플링 주파수 8kHz를 주파수 간격으로 착각하거나, 전체 샘플 수 $N = 16000$을 구하지 않고 임의의 관측 시간을 대입하면 오답이 된다. 이 문항에서는 $\Delta f = 1/T$이므로 관측 시간이 길수록 주파수 간격이 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

샘플링 주파수와 시간이 주어지면 먼저 $N = f_s T$를 구하고, 이어서 $\Delta f = f_s/N = 1/T$를 적용한 뒤 단위가 Hz인지 확인한다.

암기 포인트

DFT 주파수 간격은 $\Delta f = \frac{f_s}{N} = \frac{1}{T}$이다. 관측 시간이 길수록 주파수 간격은 좁아진다.

NoteBase

3. 통신시스템의 송신단에서 사용하는 기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 원천 부호화(Source Coding)는 디지털 데이터를 압축한다.
② 원천 부호화는 오류 검출 및 정정을 위한 비트를 추가한다.
③ 델타변조(Delta Modulation)는 한 샘플당 한 비트를 전송한다.
④ NRZ로 변환된 신호는 한 비트 구간내에서 일정한 레벨값을 유지한다.
⑤ 펄스성형은 인접 심볼들 사이의 간섭을 제거하기 위해 사용한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 송신단에서 사용하는 원천 부호화, 델타변조, NRZ 선로 부호화, 펄스성형의 역할을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

원천 부호화는 정보의 중복성을 줄여 필요한 전송 비트 수를 감소시키는 압축 과정이다. 반면 채널 부호화는 전송 중 발생하는 오류를 검출하거나 정정할 수 있도록 중복 비트를 추가하는 과정이다. 델타변조는 현재 표본과 예측값의 증감 방향을 1비트로 표현하며, NRZ는 한 비트 구간 동안 신호 레벨을 유지한다. 펄스성형은 대역폭을 조절하고 심벌 간 간섭을 줄이기 위한 파형 설계이다.

선지별 해설

① O — 원천 부호화는 데이터의 중복성을 제거하여 디지털 데이터의 양을 줄이는 압축 기능을 한다.
② X — 틀린 표현은 '원천 부호화는 오류 검출 및 정정을 위한 비트를 추가한다'이다. 올바르게는 채널 부호화가 오류 검출 및 정정을 위해 중복 비트를 추가하며, 원천 부호화는 중복성을 줄여 데이터를 압축한다.
③ O — 델타변조는 표본값의 증감 방향을 1비트로 부호화하므로 한 샘플당 한 비트를 전송한다.
④ O — NRZ 신호는 비트 구간의 중간에 0 레벨로 복귀하지 않고 해당 비트를 나타내는 일정한 레벨을 한 비트 구간 동안 유지한다.
⑤ O — 펄스성형은 전송 펄스의 파형을 설계하여 인접 심벌의 영향이 겹치는 심벌 간 간섭을 제거하거나 줄이는 데 사용한다.

오답 포인트

②는 원천 부호화와 채널 부호화의 역할을 서로 바꾸어 제시한 함정이다. '압축·중복 제거'는 원천 부호화이고, '오류 검출·정정용 중복 추가'는 채널 부호화이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

부호화의 목적을 먼저 확인한다. 전송량 감소가 목적이면 원천 부호화, 오류에 대한 신뢰성 향상이 목적이면 채널 부호화로 판단한다. 변조와 파형 관련 선지는 각각 샘플당 비트 수, 비트 구간의 레벨 변화, 심벌 간 간섭 억제 여부를 확인한다.

암기 포인트

원천 부호화는 중복을 빼고, 채널 부호화는 오류에 대비해 중복을 더한다. 델타변조는 샘플당 1비트, NRZ는 비트 중간에 0으로 복귀하지 않으며, 펄스성형은 심벌 간 간섭을 줄인다.

NoteBase

4. 8비트 PCM(Pulse Code Modulation) 방식으로 아날로그 신호 $v(t)$를 균등 양자화하였다. 신호의 크기 범위가 $|v(t)| \leq 2$일 때 양자화 최대 오차는 얼마인가?

① $\frac{1}{128}$

② $\frac{1}{64}$

③ $\frac{1}{32}$

④ $\frac{1}{256}$

⑤ $\frac{1}{512}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 8비트 균등 양자화의 단계 크기와 최대 양자화 오차를 구분하여 최대 오차를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 비트 수는 8비트이고, 입력 범위는 $-2 \leq v(t) \leq 2$이다.
양자화 레벨 수: $L = 2^8 = 256$이다.
전체 입력 범위의 폭: $2 - (-2) = 4$이다.
구해야 할 값: 균등 양자화의 최대 오차이다.

사용할 공식

균등 양자화의 단계 크기는
$\Delta = \frac{V_{max} - V_{min}}{L}$
이고, 최대 양자화 오차는
$|e_q|_{max} = \frac{\Delta}{2}$
이다. 각 입력값을 가장 가까운 양자화 레벨로 표현하므로 실제값과 양자화값의 차이는 한 단계의 절반을 넘지 않는다.

NoteBase

계산 과정

1. 8비트 PCM의 양자화 레벨 수를 구하면 $L = 2^8 = 256$이다.
2. 입력 범위의 전체 폭은 4이므로 양자화 단계 크기는
$\Delta = \frac{4}{256} = \frac{1}{64}$
이다.
3. 최대 양자화 오차는 단계 크기의 절반이므로
$|e_q|_{\max} = \frac{\Delta}{2} = \frac{1}{128}$
이다.

선지 판단

① O — 1/128은 계산한 최대 양자화 오차와 일치한다.
② X — 1/64은 최대 오차가 아니라 양자화 단계 크기 Δ이다. 틀린 값 1/64은 올바르게는 1/128이다.
③ X — 1/32은 양자화 단계 크기 1/64보다도 두 배 크므로 최대 오차가 될 수 없다. 틀린 값 1/32은 올바르게는 1/128이다.
④ X — 1/256은 실제 최대 오차 1/128의 절반이다. 틀린 값 1/256은 올바르게는 1/128이다.
⑤ X — 이 문제의 단계 크기는 1/64이므로 그 절반은 1/128이지 1/512가 아니다. 틀린 값 1/512은 올바르게는 1/128이다.
따라서 정답은 1번이다.

오답 포인트

②의 1/64을 고르는 함정은 양자화 단계 크기 Δ를 최대 양자화 오차로 착각하는 것이다. 최대 오차는 항상 한 단계의 절반인 Δ/2이다. 또한 입력의 최댓값 2만 범위 폭으로 사용하면 안 되며, −2부터 2까지의 전체 폭 4를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

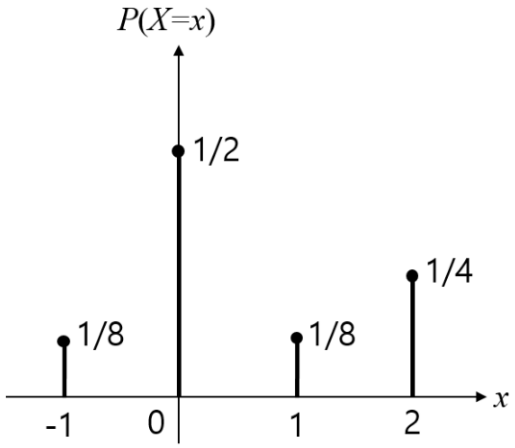
비트 수 n으로 $L = 2^n$을 구하고, 전체 입력 범위를 L로 나누어 Δ를 계산한 뒤, 최대 양자화 오차는 Δ/2로 판단한다.

암기 포인트

균등 양자화에서는 단계 크기가 Δ=전체 범위/2^n, 최대 오차가 Δ/2이다.

NoteBase

5. 다음과 같은 확률분포를 갖는 랜덤 변수 X의 엔트로피는?



① 1.25
② 1.5
③ 1.75
④ 2
⑤ 2.25

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이산 확률변수의 확률질량함수에 섀넌 엔트로피 공식을 적용하여 평균 정보량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 확률은 $P(X=-1)=1/8$, $P(X=0)=1/2$, $P(X=1)=1/8$, $P(X=2)=1/4$이다. 네 확률의 합은 1이므로 유효한 확률분포이다. 구해야 할 값은 비트 단위의 엔트로피 $H(X)$이다.

사용할 공식

이산 확률변수의 엔트로피는 다음과 같다.
$H(X)=-\sum_{x}P(X=x)\log_2 P(X=x)$
각 확률값이 발생할 때의 정보량 $-\log_2 P(X=x)$을 그 발생 확률로 가중평균하는 공식이므로 사용한다.

계산 과정

각 확률의 기여도는 1/8일 때 $-(1/8)\log_2(1/8)=3/8$이고, 같은 확률이 두 번 있으므로 합계가 3/4이다. 1/2의 기여도는 1/2, 1/4의 기여도는 1/2이다. 따라서
$H(X)=\frac{3}{8}+\frac{1}{2}+\frac{3}{8}+\frac{1}{2}=\frac{7}{4}=1.75$ bit
이므로 엔트로피는 1.75비트이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1.25는 계산 결과 1.75와 다르다. 올바르게는 엔트로피가 1.75비트이다.
② X — 1.5는 계산 결과 1.75와 다르다. 올바르게는 엔트로피가 1.75비트이다.
③ O — 네 확률의 엔트로피 기여도 3/8, 1/2, 3/8, 1/2를 모두 합하면 1.75비트이다.
④ X — 2는 가능한 값이 4개일 때의 최대 엔트로피이지만, 이 분포는 균등분포가 아니다. 올바르게는 엔트로피가 1.75비트이다.
⑤ X — 4개의 값만 갖는 확률변수의 엔트로피는 최대 2비트이므로 2.25비트가 될 수 없다. 올바르게는 엔트로피가 1.75비트이다.

오답 포인트

확률변수의 값 $-1, 0, 1, 2$ 자체를 평균내는 문제가 아니라 각 확률에 $-\log_2 p$를 곱해 합하는 문제이다. 또한 결과가 4개라고 해서 항상 엔트로피가 2비트인 것은 아니며, 2비트는 네 결과가 모두 1/4인 균등분포에서만 얻는 최댓값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모든 확률의 합이 1인지 확인하고, 같은 확률끼리 묶은 뒤 $-p\log_2 p$의 값을 모두 더한다. 마지막으로 결과가 $\log_2 n$ 이하인지 확인하면 계산 오류를 검산할 수 있다.

암기 포인트

엔트로피는 확률값의 평균이 아니라 정보량의 평균이며, $H(X) = -\sum p\log_2 p$이다. 결과가 n개이면 최대 엔트로피는 균등분포에서 $\log_2 n$비트이다.

NoteBase

6. 5[kHz]미만으로 대역 제한된 신호를 나이키스트율(Nyquist Rate)로 샘플링한 후 각 샘플을 8비트 데이터로 변환하여 실시간으로 전송할 때 요구되는 최소 비트 전송율 [kbps]은?

① 70
② 80
③ 90
④ 100
⑤ 110

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 대역 제한 신호의 나이키스트 표본화율을 구한 뒤, 표본당 비트 수를 곱하여 최소 비트 전송률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 최대 주파수 대역 $B = 5kHz$, 표본당 데이터 $8bit$
구해야 할 값: 최소 비트 전송률 $kbps$
주의할 조건: 나이키스트 표본화율은 신호 최고 주파수의 2배이며, 표본화율과 비트 전송률을 구분한다.

사용할 공식

나이키스트 표본화율은
$f_s = 2B$
이고, 비트 전송률은
$R_b = f_s \times n$
이다. 여기서 n은 표본당 비트 수이다. 대역이 $5kHz$로 제한된 신호를 손실 없이 표본화하려면 최고 주파수의 2배로 표본화해야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 표본화율을 계산하면 $f_s = 2 \times 5kHz = 10ksample/s$이다.
2. 각 표본은 $8bit$이므로 $R_b = 10ksample/s \times 8bit/sample$이다.
3. 따라서 최소 비트 전송률은 $80kbps$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 70$kbps$는 계산값 80$kbps$보다 작아 나이키스트 표본화 조건과 표본당 8bit 조건을 충족하지 못한다. 틀린 값 70은 올바르게는 80이다.
② O — $2 \times 5kHz \times 8bit = 80kbps$이므로 최소 비트 전송률과 일치한다.
③ X — 90$kbps$는 필요한 80$kbps$보다 크므로 전송은 가능할 수 있지만 요구된 최소값은 아니다. 틀린 값 90은 올바르게는 80이다.
④ X — 100$kbps$는 필요한 80$kbps$보다 크므로 최소값이 아니다. 틀린 값 100은 올바르게는 80이다.
⑤ X — 110$kbps$는 필요한 80$kbps$보다 크므로 최소값이 아니다. 틀린 값 110은 올바르게는 80이다.

오답 포인트

나이키스트 표본화율 $2B$ 자체인 10$ksample/s$를 비트 전송률로 착각하거나, 표본당 8bit를 곱하는 단계를 빠뜨리기 쉽다. 또한 80$kbps$보다 큰 값도 전송 가능하다는 이유만으로 고르면 안 되며, 문제는 최소 전송률을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

대역폭 B에서 먼저 $f_s = 2B$로 초당 표본 수를 구하고, 여기에 표본당 비트 수를 곱해 $R_b = 2B \times n$으로 계산한 뒤 단위를 bps로 확인한다.

암기 포인트

최소 비트 전송률은 '대역폭의 2배 × 표본당 비트 수', 즉 $R_b = 2B \times n$이다.

NoteBase

7. 통신시스템의 잡음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 잡음 지수(Noise Figure)는 어떤 소자나 회로를 거치면서 발생하는 신호대잡음비(SNR)의 변화와 관련되며, 클수록 좋은 값이다.
② 대부분의 잡음은 예측 가능하지 않은 랜덤 신호이다.
③ 가우시안(Gaussian) 잡음은 그 값이 가우시안 확률분포를 갖는다.
④ 백색 잡음은 모든 주파수 대역에서 균일한 전력 밀도를 갖는다.
⑤ 신호대잡음비는 잡음에 대비해 신호가 얼마나 강한지를 나타낸다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 잡음 지수, 랜덤 잡음, 가우시안 잡음, 백색 잡음, 신호대잡음비의 정의와 성질을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

잡음 지수는 소자나 회로를 통과할 때 신호대잡음비가 얼마나 나빠지는지를 나타내는 성능 지표이다. 잡음 인자 F는 $F = \mathrm{SNR}_{in}/\mathrm{SNR}_{out}$으로 나타내며, 잡음 지수는 이를 데시벨로 표현한 $NF = 10\log_{10} F$이다. 이상적인 무잡음 소자의 잡음 지수는 $0dB$이므로 값이 작을수록 좋다. 가우시안 잡음은 순간 진폭의 확률분포에 관한 개념이고, 백색 잡음은 주파수에 따른 전력 스펙트럼 밀도에 관한 개념이다.

선지별 해설

① X — 잡음 지수가 신호대잡음비의 열화와 관련된다는 설명은 맞지만, '클수록 좋은 값'이라는 표현이 틀렸다. 올바르게는 잡음 지수가 작을수록 잡음의 추가와 신호대잡음비의 열화가 적어 성능이 좋다.
② O — 열잡음 등 대부분의 잡음은 시간에 따른 순간값을 미리 정확히 알 수 없는 확률적 랜덤 신호로 다룬다.
③ O — 가우시안 잡음은 잡음의 순간 진폭값이 가우시안 확률분포를 따르는 잡음이다.
④ O — 이상적인 백색 잡음은 모든 주파수에서 일정한 전력 스펙트럼 밀도를 갖는다.
⑤ O — 신호대잡음비는 신호 전력과 잡음 전력의 비로, 잡음에 비해 신호가 얼마나 강한지를 나타낸다.

오답 포인트

①은 잡음 지수와 신호대잡음비의 관계 자체는 맞게 제시한 뒤 크고 작음의 방향만 뒤집었다. 신호대잡음비는 클수록 좋지만, 그 열화 정도를 나타내는 잡음 지수는 작을수록 좋다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

성능 지표의 방향을 먼저 확인한다. 신호대잡음비는 클수록 좋고 잡음 지수는 작을수록 좋다. 또한 가우시안은 진폭의 확률분포, 백색은 주파수별 전력 스펙트럼 밀도의 평탄성을 뜻하는 것으로 구분한다.

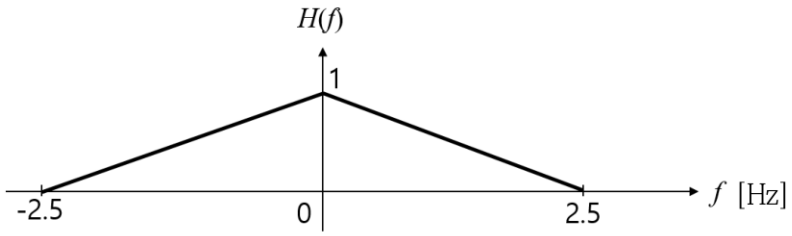
NoteBase

암기 포인트

SNR은 클수록 좋고, 잡음 지수는 작을수록 좋다. 가우시안은 진폭 분포, 백색은 주파수 스펙트럼이다.

NoteBase

8. 시스템의 주파수응답 $H(f)$가 다음과 같을 때, 입력 신호 $x(t)=10\cos(\pi t)+15\cos(3\pi t)$에 대한 출력신호 $y(t)$는?



① $6\cos(3\pi t)$
② $8\cos(\pi t)$
③ $8\cos(\pi t)+6\cos(3\pi t)$
④ $6\cos(\pi t)+4\cos(3\pi t)$
⑤ $4\cos(\pi t)+2\cos(3\pi t)$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 각 정현파의 각주파수를 주파수로 바꾸고, 해당 주파수에서의 시스템 이득을 입력 진폭에 곱하여 출력 신호를 구하는 문제이다.

조건 정리

입력 신호는 $x(t) = 10\cos(\pi t) + 15\cos(3\pi t)$이다. $\cos(2\pi ft)$와 비교하면 두 성분의 주파수는 각각 $f_1 = 0.5Hz$, $f_2 = 1.5Hz$이다. 주파수응답은 $f = 0$에서 1이고 $|f| = 2.5Hz$에서 0인 직선형이며, 두 입력 주파수에서 양의 실수이므로 위상 변화는 없다.

사용할 공식

삼각형 주파수응답의 통과대역에서는

$H(f) = 1 - \frac{|f|}{2.5}$

이다. 선형 시불변 시스템에서 $A\cos(2\pi ft)$가 입력되면 출력은 $AH(f)\cos(2\pi ft)$가 된다. 입력을 이루는 각 정현파 성분에 해당 주파수의 이득을 각각 적용하기 위해 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 첫 번째 성분의 이득은 $H(0.5) = 1 - 0.5/2.5 = 0.8$이므로 출력 진폭은 $10 \times 0.8 = 8$이다.
2. 두 번째 성분의 이득은 $H(1.5) = 1 - 1.5/2.5 = 0.4$이므로 출력 진폭은 $15 \times 0.4 = 6$이다.
3. 따라서 출력은 $y(t) = 8\cos(\pi t) + 6\cos(3\pi t)$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $6\cos(3\pi t)$만 남긴 식은 $0.5Hz$ 성분을 누락했다. 올바르게는 $8\cos(\pi t) + 6\cos(3\pi t)$이다.
② X — $8\cos(\pi t)$만 남긴 식은 $1.5Hz$ 성분을 누락했다. 올바르게는 $8\cos(\pi t) + 6\cos(3\pi t)$이다.
③ O — 두 성분에 각각 $H(0.5) = 0.8$, $H(1.5) = 0.4$를 적용한 결과인 $8\cos(\pi t) + 6\cos(3\pi t)$와 일치한다.
④ X — $6\cos(\pi t) + 4\cos(3\pi t)$는 두 출력 진폭을 잘못 계산했다. 올바른 진폭은 각각 8과 6이므로 $8\cos(\pi t) + 6\cos(3\pi t)$이다.
⑤ X — $4\cos(\pi t) + 2\cos(3\pi t)$는 두 출력 진폭을 잘못 계산했다. 올바른 진폭은 각각 8과 6이므로 $8\cos(\pi t) + 6\cos(3\pi t)$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 π와 3π를 그대로 Hz 단위의 주파수로 읽는 것이다. 이 값들은 각주파수이므로 $\omega = 2\pi f$를 이용해 각각 $0.5Hz$, $1.5Hz$로 변환해야 한다. 또한 서로 다른 주파수 성분에는 서로 다른 $H(f)$ 값을 적용해야 하며, 통과대역 안의 성분을 임의로 제거해서는 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 정현파를 $A\cos(2\pi ft)$ 꼴로 보아 주파수를 찾고, 그래프에서 각 $H(f)$를 읽은 뒤 입력 진폭에 곱한다.
마지막으로 각 출력 성분을 모두 더하고 위상 변화 여부를 확인한다.

암기 포인트

정현파 입력의 출력은 '주파수는 그대로, 진폭은 $|H(f)|$배, 위상은 $\angle H(f)$만큼 이동'이다.

NoteBase

9. 어떤 디지털 데이터 전송채널에서 0과 1을 보낼 때 오류가 발생할 확률이 각각 0.01과 0.02이다. 전송된 0과 1의 개수가 각각 200개 및 800개라면 평균 오류 확률은 얼마인가?

① $\frac{3}{200}$

② $\frac{2}{125}$

③ $\frac{1}{100}$

④ $\frac{9}{500}$

⑤ $\frac{3}{100}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 0과 1의 전송 개수를 가중치로 사용하여 전체 비트의 평균 오류 확률을 구하는 문제이다.

조건 정리

0의 오류 확률은 0.01이고 전송 개수는 200개이다.

1의 오류 확률은 0.02이고 전송 개수는 800개이다.

전체 전송 개수는 1,000개이며, 구해야 할 값은 전체 전송 비트 중 오류가 발생할 평균 비율이다.

사용할 공식

평균 오류 확률은 각 비트값의 오류 확률을 전송 개수로 가중평균하여 구한다.

$P_e = \frac{N_0 P(e \mid 0) + N_1 P(e \mid 1)}{N_0 + N_1}$

0과 1의 전송 비율이 서로 다르므로 두 오류 확률을 단순히 평균하지 않고, 각 전송 개수를 반영해야 한다.

계산 과정

0을 전송할 때 예상 오류 개수는 $200 \times 0.01 = 2$개이다.

1을 전송할 때 예상 오류 개수는 $800 \times 0.02 = 16$개이다.

따라서 전체 예상 오류 개수는 18개이고, 평균 오류 확률은 다음과 같다.

$P_e = \frac{2+16}{200+800} = \frac{18}{1000} = \frac{9}{500} = 0.018$

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{3}{200}$ = 0.015로 계산값 0.018과 다르다. 틀린 표현 $\frac{3}{200}$은 올바르게는 $\frac{9}{500}$이다.
② X — $\frac{2}{125}$ = 0.016으로 계산값 0.018과 다르다. 틀린 표현 $\frac{2}{125}$은 올바르게는 $\frac{9}{500}$이다.
③ X — $\frac{1}{100}$ = 0.01로 0을 전송할 때의 오류 확률만 나타내며 전체 가중평균이 아니다. 틀린 표현 $\frac{1}{100}$은 올바르게는 $\frac{9}{500}$이다.
④ O — $\frac{9}{500}$ = 0.018이므로 가중평균으로 구한 평균 오류 확률과 일치한다.
⑤ X — $\frac{3}{100}$ = 0.03으로 계산값 0.018과 다르다. 틀린 표현 $\frac{3}{100}$은 올바르게는 $\frac{9}{500}$이다.

오답 포인트

오류 확률 0.01과 0.02를 단순평균하면 0.015가 되어 ①을 고르게 된다. 그러나 0과 1의 전송 개수가 200개와 800개로 다르므로 반드시 전송 개수를 가중치로 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

종류별 발생 횟수와 오류 확률이 함께 주어지면, 각 종류의 '발생 횟수 × 오류 확률'을 모두 더한 뒤 전체 발생 횟수로 나누어 판단한다.

암기 포인트

전체 평균 오류 확률은 '전체 예상 오류 개수 ÷ 전체 전송 개수'이다.

NoteBase

10. 무선 근거리 통신 기술인 WLAN(Wireless Local Area Network)을 규정하고 있는 국제 표준규격은?

① IEEE 802.11
② IEEE 802.15
③ IEEE 802.16
④ IEEE 802.21
⑤ IEEE 802.22

정답 1번

출제 포인트

무선 네트워크의 적용 범위와 기능에 따라 IEEE 802 계열 표준 번호를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

WLAN은 건물이나 캠퍼스처럼 비교적 좁은 지역에서 무선으로 구성하는 근거리 통신망이며, 이를 규정하는 표준은 IEEE 802.11이다.
IEEE 802.15는 WPAN, IEEE 802.16은 WMAN, IEEE 802.21은 이종 네트워크 간 핸드오버 지원, IEEE 802.22는 WRAN에 대응한다.

선지별 해설

① O — IEEE 802.11은 WLAN의 물리 계층과 매체 접근 제어 계층을 규정하는 표준이므로 옳다.
② X — IEEE 802.15를 WLAN 표준으로 본 부분이 틀리다. IEEE 802.15는 블루투스 등 무선 개인 영역 통신망인 WPAN의 표준이다.
③ X — IEEE 802.16을 WLAN 표준으로 본 부분이 틀리다. IEEE 802.16은 도시 규모의 무선 광대역 통신망인 WMAN의 표준이다.
④ X — IEEE 802.21을 WLAN 표준으로 본 부분이 틀리다. IEEE 802.21은 서로 다른 유무선 네트워크 사이의 원활한 전환을 지원하는 미디어 독립 핸드오버 표준이다.
⑤ X — IEEE 802.22를 WLAN 표준으로 본 부분이 틀리다. IEEE 802.22는 TV 유휴 대역 등을 활용하는 무선 지역 통신망인 WRAN의 표준이다.

오답 포인트

IEEE 802 뒤의 번호가 모두 무선 통신과 관련되어 보여 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 '근거리 통신망'과 'WLAN'이라는 표현을 IEEE 802.11에 연결해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

네트워크 범위를 먼저 확인한다. 개인 영역 WPAN은 802.15, 근거리 WLAN은 802.11, 도시권 WMAN은 802.16, 광역 WRAN은 802.22로 구별한다. 핸드오버 기능을 묻는 경우에는 802.21로 판단한다.

암기 포인트

Wi-Fi·WLAN은 IEEE 802.11이다.

NoteBase

11. 변조된 신호 $x(t)=2\cos\left[2\pi f_c t+\frac{d}{dt}m(t)\right]$의 평균 전력은? (단, $m(t)$는 대역폭이 반송파 주파수 f_c 보다 매우 작은 기저대역 신호이다.)

① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 각변조 신호의 평균 전력이 위상 변화가 아니라 반송파의 일정한 진폭으로 결정된다는 원리를 이용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $x(t) = 2\cos[2\pi f_c t + \frac{d}{dt}m(t)]$이다.
진폭은 $A = 2$로 일정하다.
$m(t)$의 대역폭이 f_c보다 매우 작으므로 위상은 반송파에 비해 천천히 변하며, 장시간 평균에서 $\cos^2$의 평균은 1/2이다.

사용할 공식

일정한 진폭 A를 갖는 각변조 신호의 평균 전력은 1Ω 기준으로
$P = \overline{x^2(t)} = A^2\overline{\cos^2\theta(t)} = \frac{A^2}{2}$
이다. 위상 $\theta(t)$가 변해도 포락선의 진폭 A는 변하지 않으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 신호의 일정한 진폭은 $A = 2$이다.
2. 평균 전력 공식에 대입하면
$P = \frac{2^2}{2} = \frac{4}{2} = 2$
가 된다.
3. 따라서 평균 전력이 2인 ②가 정답이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 평균 전력은 1이 아니라 $2^2/2 = 2$이다. 올바르게는 '평균 전력은 2이다'이다.
② O — 일정한 진폭 2를 평균 전력 공식 $A^2/2$에 대입하면 2가 된다.
③ X — 평균 전력은 3이 아니라 2이다. 올바르게는 '평균 전력은 2이다'이다.
④ X — 4는 진폭 2의 제곱 A^2일 뿐이며 $\cos^2$의 평균 1/2을 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 '평균 전력은 $A^2/2 = 2$이다'이다.
⑤ X — 평균 전력은 5가 아니라 2이다. 올바르게는 '평균 전력은 2이다'이다.

오답 포인트

위상항 $2\pi f_c t + \frac{d}{dt}m(t)$의 복잡한 형태를 전력 계산에 직접 넣는 것이 함정이다. 각변조는 위상만 바꾸고 진폭은 2로 유지한다. 특히 ④의 4는 진폭을 제곱한 뒤 $\cos^2$의 평균 1/2을 빠뜨릴 때 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

신호가 A[반송파 위상+변조 위상] 꼴이면 먼저 진폭 A가 일정한지 확인한다. 일정하면 위상항의 모양과 관계없이 1Ω 기준 평균 전력을 $A^2/2$로 계산한다.

암기 포인트

각변조는 위상이 변해도 포락선 진폭은 일정하므로 평균 전력은 $A^2/2$이다.

NoteBase

12. 전력 이득이 40[dB]인 선형 증폭기의 출력단에서 진폭이 100[mV]인 신호가 출력된다면 입력신호의 진폭[mV]은?

① 20
② 15
③ 10
④ 5
⑤ 1

정답 5번

출제 포인트

전력 이득의 데시벨 표현을 같은 임피던스에서의 전압 진폭비로 바꾸어 입력 신호의 진폭을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전력 이득은 $40dB$, 출력 진폭은 $100mV$이다.
구해야 할 값: 입력 진폭 V_i이다.
주의할 조건: 같은 임피던스에서 전력은 전압 진폭의 제곱에 비례하므로 전력비에는 $10\log_{10}$, 전압비에는 $20\log_{10}$을 적용한다.

사용할 공식

$G_{dB} = 10\log_{10}\left(\frac{P_o}{P_i}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{V_o}{V_i}\right)$
같은 임피던스에서는 $P \propto V^2$이므로 전력 이득 $40dB$을 전압 진폭비로 환산할 때 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $40 = 20\log_{10}(V_o/V_i)$로 놓는다.
2. $\log_{10}(V_o/V_i) = 2$이므로 $V_o/V_i = 10^2 = 100$이다.
3. $V_i = V_o/100 = (100mV)/100 = 1mV$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 입력 진폭이 $20mV$이면 전압비는 5이므로 $40dB$ 이득을 만족하지 않는다. 틀린 값 $20mV$ → 올바르게는 $1mV$이다.
② X — 입력 진폭이 $15mV$이면 전압비는 약 6.67로, 필요한 전압비 100이 아니다. 틀린 값 $15mV$ → 올바르게는 $1mV$이다.
③ X — 입력 진폭이 $10mV$이면 전압비는 10이고 이득은 $20dB$에 해당한다. 틀린 값 $10mV$ → 올바르게는 $1mV$이다.
④ X — 입력 진폭이 $5mV$이면 전압비는 20이므로 전압비 100을 만족하지 않는다. 틀린 값 $5mV$ → 올바르게는 $1mV$이다.
⑤ O — 입력 진폭이 $1mV$이면 $V_o/V_i = 100$이고 $20\log_{10} 100 = 40dB$이므로 조건과 일치한다.
계산 결과 입력 진폭은 $1mV$이므로 정답은 5번이다.

오답 포인트

전력 이득이라는 말만 보고 전압비에도 $10\log_{10}$을 적용하면 안 된다. 같은 임피던스에서 전력은 전압의 제곱에 비례하므로 전압 진폭비는 $20\log_{10}(V_o/V_i)$로 계산하며, $40dB$의 전압비는 100이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압 진폭을 묻는 이득 문제는 같은 임피던스 조건을 확인한 뒤 $G_{dB} = 20\log_{10}(V_o/V_i)$로 전압비를 구하고, $V_i = V_o/A_v$로 입력값을 계산한다.

암기 포인트

전력비는 $10\log_{10}$, 전압비는 $20\log_{10}$이다. 전압 이득 $40dB$는 진폭비 100이다.

NoteBase

13. 에너지 신호 $x(t)$의 Hilbert 변환을 $\hat{x}(t)$라고 할 때 이들 간의 관계로서 옳지 않은 것은?

① $x(t)$와 $\hat{x}(t)$ 간의 위상차는 180도이다.

② $\hat{x}(t)$는 $x(t)$와 $\frac{1}{\pi t}$의 컨벌루션이다.

③ $\hat{x}(t)$의 Hilbert 변환은 $-x(t)$이다.

④ $\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\,\hat{x}(t)dt = 0$

⑤ $x(t)$와 $\hat{x}(t)$의 크기 스펙트럼은 동일하다.

정답 1번

출제 포인트

Hilbert 변환의 위상 이동, 컨벌루션 표현, 이중 변환, 직교성, 크기 스펙트럼 보존 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Hilbert 변환은 신호를 $1/(\pi t)$와 컨벌루션하는 변환이다. 주파수 영역에서는 $\hat{X}(f) = -j\mathrm{sgn}(f)X(f)$이므로 양의 주파수 성분은 -90°, 음의 주파수 성분은 $+90^\circ$만큼 위상이 이동한다. 따라서 크기 스펙트럼은 유지되고, 원 신호와 Hilbert 변환 신호는 서로 직교하며, Hilbert 변환을 두 번 적용하면 원 신호의 부호가 반전된다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '위상차는 180도'이다. Hilbert 변환은 각 주파수 성분의 부호에 따라 위상을 $\pm 90^\circ$ 이동시키므로, 올바르게는 180도가 아니라 90°의 직교 위상 관계를 만든다고 해야 한다.

② O — $\hat{x}(t) = x(t) * 1/(\pi t)$로 정의되므로, $x(t)$와 $1/(\pi t)$의 컨벌루션이라는 설명은 옳다. 이 적분은 코시 주값으로 해석한다.

③ O — Hilbert 변환을 두 번 적용하면 주파수 응답의 곱이 $(-j\mathrm{sgn}(f))^2 = -1$이 되므로 $\mathcal{H}\{\hat{x}(t)\} = -x(t)$이다.

④ O — 실수 에너지 신호와 그 Hilbert 변환은 직교하므로 내적 $\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\hat{x}(t)dt$는 0이다.

⑤ O — Hilbert 변환의 주파수 응답은 유효 주파수에서 크기가 1이므로 $|\hat{X}(f)| = |X(f)|$이다. 따라서 두 신호의 크기 스펙트럼은 동일하다.

오답 포인트

③의 이중 Hilbert 변환 결과인 $-x(t)$를 '위상 180도'와 연결하여 ①도 맞다고 오해하기 쉽다. 한 번의 Hilbert 변환은 $\pm 90^\circ$ 위상 이동이고, 두 번 적용했을 때 비로소 전체적으로 부호가 반전되어 180도 위상 반전에 해당한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

주파수 응답 $-j\mathrm{sgn}(f)$를 기준으로 판단한다. 그 크기는 1이므로 크기 스펙트럼이 보존되고, 위상은 한 번에 $\pm 90^\circ$ 이동하며, 이를 제곱하면 -1이 되어 이중 변환 결과가 $-x(t)$가 된다.

암기 포인트

Hilbert 한 번은 90° 위상 이동, 두 번은 부호 반전, 원 신호와는 직교, 크기 스펙트럼은 동일하다.

NoteBase

14. 랜덤 변수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 여러 독립 랜덤 변수의 합에 대한 확률밀도 함수는 각 랜덤 변수의 확률밀도 함수를 컨벌루션한 것과 같다.

② 랜덤 변수의 2차 중앙 모멘트를 그 랜덤 변수의 분산이라고 한다.

③ 연속 랜덤 변수의 확률밀도 함수는 누적 확률분포 함수를 적분하여 얻을 수 있다.

④ 두 랜덤 변수가 서로 독립이면 이 두 랜덤 변수는 항상 서로 상관관계가 없다.

⑤ 상관계수의 최댓값은 1이다.

정답 3번

출제 포인트

랜덤 변수의 확률밀도함수, 누적분포함수, 분산, 독립성 및 상관계수 사이의 기본 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

연속 랜덤 변수의 누적분포함수는 확률밀도함수를 적분한 함수로 $F_X(x) = \int_{-\infty}^{x} f_X(t)dt$이다. 반대로 확률밀도함수는 미분 가능한 지점에서 누적분포함수를 미분하여 $f_X(x) = \frac{d}{dx}F_X(x)$로 구한다.
분산은 평균을 중심으로 한 2차 중앙 모멘트이며, 독립인 랜덤 변수들은 적절한 모멘트가 존재할 때 공분산이 0이다. 상관계수는 -1 이상 1 이하이다.

선지별 해설

① O — 독립 랜덤 변수들의 합의 확률밀도함수는 각 랜덤 변수의 확률밀도함수를 컨벌루션하여 구한다. 두 변수라면 $f_{X+Y}(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f_X(x)f_Y(z-x)dx$이다.
② O — 2차 중앙 모멘트는 $E[(X - E[X])^2]$이며, 이는 랜덤 변수 X의 분산이다.
③ X — 틀린 표현은 '누적 확률분포 함수를 적분하여'이다. 실제로는 누적분포함수를 미분하여 확률밀도함수를 얻으며, 확률밀도함수를 적분하면 누적분포함수를 얻는다.
④ O — 두 랜덤 변수가 독립이면 결합기댓값이 곱으로 분리되어 $E[XY] = E[X]E[Y]$이므로 공분산은 0이다. 따라서 상관계수가 정의되는 경우 서로 무상관이다.
⑤ O — 상관계수의 범위는 $-1 \le \rho_{XY} \le 1$이므로 최댓값은 1이다.

오답 포인트

③은 적분과 미분의 방향을 뒤바꾼 선지이다. 확률밀도함수를 누적하면 누적분포함수가 되고, 누적분포함수의 변화율이 확률밀도함수가 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

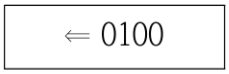
누적분포함수와 확률밀도함수의 관계는 '밀도에서 누적으로 갈 때 적분, 누적에서 밀도로 갈 때 미분'으로 판단한다. 독립이면 무상관이지만, 무상관이라고 해서 일반적으로 독립인 것은 아니다.

암기 포인트

PDF를 적분하면 CDF, CDF를 미분하면 PDF이다. 독립은 무상관을 뜻하고, 상관계수의 범위는 -1부터 1까지이다.

NoteBase

15. $(7,4)$ 조직적인 순환 부호(Systematic Cyclic Code)의 생성 다항식이 $g(X)=1+X+X^3$이다. 메시지 시퀀스가 다음과 같을 때 이 부호기의 출력을 바르게 나타낸 것은? (단, ⇐는 부호기에 입력되는 메시지 시퀀스의 입력되는 방향을 가리킨다.)



① 1000100
② 0110100
③ 0100100
④ 1010100
⑤ 0010100

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 생성다항식 $g(X) = 1 + X + X^3$의 탭 연결과 입력 방향을 반영하여 3비트 패리티를 구한 뒤, 정보 비트와 결합한 조직부호를 찾는 문제이다.

조건 정리

생성다항식의 차수가 3이므로 패리티는 3비트이다. 부호기는 000으로 초기화한다. 화살표가 왼쪽을 향하므로 표시된 0100의 오른쪽 비트부터 입력되어 실제 입력 순서는 0 → 0 → 1 → 0이다. 조직부호이므로 원래 정보 비트 0100은 출력에 그대로 남는다.

사용할 공식

레지스터를 출력 순서대로 $r_2 r_1 r_0$, 현재 입력을 u라 두면 피드백은 $f = u \oplus r_0$이고, $g(X) = 1 + X + X^3$의 탭에 따른 갱신은 $r_2' = f, r_1' = r_2 \oplus f, r_0' = r_1$이다. 생성다항식의 X항 위치에 피드백이 연결되므로 이 갱신식을 사용한다.

계산 과정

초기 상태는 000이다. 입력 순서 0 → 0 → 1 → 0을 차례로 넣으면 레지스터 상태는 000 → 000 → 000 → 110 → 011로 변한다. 따라서 최종 패리티는 011이고, 여기에 정보 비트 0100을 그대로 붙인 조직부호의 출력은 0110100이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1000100은 패리티를 100으로 계산한 값이지만, 실제 최종 레지스터 상태는 011이다. 올바른 출력은 0110100이다.
② O — 최종 패리티 011과 정보 비트 0100을 결합하면 0110100이 된다.
③ X — 0100100은 패리티를 010으로 계산한 값이지만, 마지막 입력까지 반영한 상태는 011이다. 올바른 출력은 0110100이다.
④ X — 1010100은 패리티를 101로 계산한 값이지만, 생성다항식의 탭 갱신 결과는 011이다. 올바른 출력은 0110100이다.
⑤ X — 0010100은 패리티를 001로 계산한 값이지만, 실제 최종 패리티는 011이다. 올바른 출력은 0110100이다.

오답 포인트

핵심 함정은 0100을 왼쪽 비트부터 넣는 것으로 착각하는 것이다. 화살표가 왼쪽을 향하므로 오른쪽 비트부터 0 → 0 → 1 → 0의 순서로 입력해야 하며, 중간 상태 110에서 멈추지 않고 마지막 0까지 입력하여 011을 얻어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 생성다항식의 차수로 패리티 비트 수를 정하고, 화살표로 실제 입력 순서를 확정한 다음, 각 입력 후 레지스터 상태를 기록한다. 마지막 상태를 패리티로 사용하고 조직부호의 정보 비트가 그대로 포함되는지 확인한다.

암기 포인트

차수 3은 패리티 3비트, 왼쪽 화살표는 오른쪽 비트부터 입력, 조직부호는 정보 비트를 그대로 보존한다.

NoteBase

16. 다음 설명에 해당하는 정리로 옳은 것은?

> 시간 영역에서 신호 $x(t)$가 갖는 전력 또는 에너지는
> 주파수 영역에서의 전력 또는 에너지와 동일하다.

① Laplace 정리
② Parseval 정리
③ Nyquist 정리
④ Poisson 정리
⑤ Duality 정리

정답 2번

출제 포인트

시간 영역과 주파수 영역에서 신호의 에너지 또는 평균전력이 보존된다는 정리가 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

Parseval 정리는 시간 영역의 내적이나 에너지를 주파수 영역의 내적이나 에너지로 동일하게 표현하는 정리이다. 푸리에 변환을 $X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t}dt$로 정의하면 에너지 신호에 대해 $\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} |X(\omega)|^2 d\omega$가 성립한다. 변환의 정규화 방식에 따라 상수 계수는 달라질 수 있지만 시간 영역과 주파수 영역의 에너지 또는 전력이 대응한다는 내용은 같다.

선지별 해설

① X — Laplace 정리는 Laplace 변환의 성질이나 역변환 등에 관한 명칭이며, 시간 영역과 주파수 영역의 에너지·전력 동일성을 나타내는 정리가 아니다. 틀린 명칭 ‘Laplace 정리’는 ‘Parseval 정리’로 고쳐야 한다.
② O — Parseval 정리는 시간 영역에서 구한 신호의 에너지 또는 평균전력이 주파수 영역에서 구한 값과 대응함을 나타낸다.
③ X — Nyquist 정리는 대역 제한 신호를 왜곡 없이 복원하기 위한 표본화 주파수 조건을 다룬다. 틀린 명칭 ‘Nyquist 정리’는 ‘Parseval 정리’로 고쳐야 한다.
④ X — Poisson 정리는 주기적 표본화나 주기적 합과 주파수 영역 표현의 관계를 다루며, 제시문의 에너지·전력 보존 관계를 가리키지 않는다. 틀린 명칭 ‘Poisson 정리’는 ‘Parseval 정리’로 고쳐야 한다.
⑤ X — Duality 정리는 푸리에 변환쌍에서 시간과 주파수의 역할을 서로 바꾸어 새로운 변환쌍을 얻는 성질이다. 틀린 명칭 ‘Duality 정리’는 ‘Parseval 정리’로 고쳐야 한다.

오답 포인트

푸리에 변환과 관련된 정리라는 이유만으로 Nyquist 정리나 Duality 정리를 고르기 쉽다. 제시문의 결정적 표현은 ‘시간 영역과 주파수 영역의 전력 또는 에너지가 동일하다’이며, 이는 Parseval 정리를 직접 지칭한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

시간 영역과 주파수 영역 사이의 에너지·전력·내적의 동일성이 나오면 Parseval 정리로 판단한다. 표본화와 복원 조건이면 Nyquist 정리, 시간과 주파수의 역할 교환이면 Duality 정리로 구분한다.

암기 포인트

Parseval은 ‘영역은 달라도 에너지와 전력은 대응한다’이다.

NoteBase

17. 다음 중 전리층 반사파를 이용한 통신에 가장 적합한 주파수 대역은?

① EHF
② UHF
③ SHF
④ HF
⑤ Infrared

정답 4번

출제 포인트

전리층에서 굴절·반사되어 지평선 너머까지 전파되는 전리층파 통신에 적합한 주파수 대역을 묻는 문제이다.

핵심 개념

HF(단파)는 3 ~ 30*MHz*의 주파수 대역이며, 전리층에 의해 지상으로 되돌아오는 성질을 이용해 장거리 통신에 활용된다.
UHF·SHF·EHF는 주파수가 높아 전리층을 이용한 반사파 통신보다 가시거리 통신, 지상 마이크로파 통신, 위성 통신 등에 주로 사용된다. 적외선은 전파 대역이 아닌 광파 영역으로, 기본적으로 가시거리 방식에 적합하다.

선지별 해설

① X — EHF는 극고주파 대역으로 전리층 반사파 통신에 가장 적합하지 않다. 틀린 표현은 'EHF'이며, 올바르게는 전리층 반사파 통신에 적합한 대역은 HF이다.
② X — UHF는 전리층에서 반사되기보다 대체로 직진하여 가시거리 통신 등에 쓰인다. 틀린 표현은 'UHF'이며, 올바르게는 HF가 전리층 반사파 통신에 적합하다.
③ X — SHF는 마이크로파 대역으로 지상 중계나 위성 같은 가시거리 통신에 주로 활용된다. 틀린 표현은 'SHF'이며, 올바르게는 전리층 반사파 통신에는 HF가 적합하다.
④ O — HF는 전리층에서 굴절·반사되어 지상으로 되돌아올 수 있으므로 장거리 전리층 반사파 통신에 가장 적합하다.
⑤ X — Infrared는 적외선 광통신에 쓰이며 전리층 반사파 통신용 주파수 대역이 아니다. 틀린 표현은 'Infrared'이며, 올바르게는 전리층 반사파 통신에 적합한 대역은 HF이다.

오답 포인트

주파수가 높을수록 장거리 통신에 유리하다고 단순 판단하면 EHF·SHF·UHF를 고르기 쉽다. 이 문항의 핵심은 높은 주파수 자체가 아니라 전리층에서 지상으로 되돌아오는 전파 특성이며, 이에 해당하는 대표 대역이 HF이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에 '전리층 반사파' 또는 '단파 장거리 통신'이 제시되면 HF를 연결한다. '가시거리·마이크로파·위성'이 제시되면 UHF·SHF·EHF 계열과 구별한다.

암기 포인트

전리층 반사파는 HF, 가시거리 마이크로파는 UHF·SHF·EHF이다.

NoteBase

18. 임펄스 응답이 다음 $h(t)$인 선형시불변 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$h(t)=\begin{cases}e^{-t}, & t \geq 0\\ 0, & t<0\end{cases}$$

① 비인과적 시스템이다.
② 주파수응답은 저역통과 특성을 갖는다.
③ 진폭응답은 주파수에 대하여 우함수이다.
④ 위상응답은 주파수에 대하여 기함수이다.
⑤ 입력의 크기가 유한하면 출력의 크기도 유한하다.

정답 1번

출제 포인트

임펄스 응답으로부터 인과성, 주파수응답의 저역통과 특성, 진폭응답·위상응답의 대칭성, BIBO 안정성을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

연속시간 선형시불변 시스템은 임펄스 응답이 모든 $t<0$에서 0이면 인과적이다. 주파수응답은 임펄스 응답의 푸리에 변환이므로 $H(j\omega)=\int_0^\infty e^{-t}e^{-j\omega t}dt=\frac{1}{1+j\omega}=\frac{1-j\omega}{1+\omega^2}$이다. 따라서 진폭응답은 $|H(j\omega)|=1/\sqrt{1+\omega^2}$, 위상응답은 $-\tan^{-1}\omega$이다. 또한 연속시간 선형시불변 시스템은 $\int_{-\infty}^{\infty}|h(t)|dt<\infty$이면 BIBO 안정이다.

선지별 해설

① X — $t<0$에서 $h(t)=0$이므로 이 시스템은 인과적이다. 따라서 '비인과적 시스템'이라는 설명이 틀리며, 올바르게는 '인과적 시스템'이다.
② O — $|H(j\omega)|=1/\sqrt{1+\omega^2}$는 $\omega=0$에서 가장 크고 주파수가 커질수록 감소하므로 저역통과 특성을 갖는다.
③ O — 진폭응답은 $|H(j\omega)|=1/\sqrt{1+\omega^2}$이고, ω를 $-\omega$로 바꾸어도 값이 같으므로 우함수이다.
④ O — 위상응답은 $\angle H(j\omega)=-\tan^{-1}\omega$이고, $\angle H(-j\omega)=-\angle H(j\omega)$이므로 기함수이다.
⑤ O — $\int_{-\infty}^{\infty}|h(t)|dt=\int_0^\infty e^{-t}dt=1<\infty$이므로 BIBO 안정이다. 따라서 유계 입력에 대한 출력도 유계이다.

오답 포인트

①의 '비인과적'이라는 표현이 틀린 이유는 임펄스 응답이 모든 $t<0$에서 0이어서 이 시스템이 인과적이기 때문이다. 또한 복소수인 주파수응답 $H(j\omega)$ 자체와 그 크기인 진폭응답 $|H(j\omega)|$를 혼동하지 않아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문제에 명시된 시스템의 성질을 확인한 뒤, $H(j\omega)$를 구해 진폭응답의 주파수별 변화와 진폭·위상의 대칭성을 판단한다. 안정성은 $\int |h(t)|dt$의 수렴 여부로 판정한다.

암기 포인트

$e^{-t}u(t)$의 주파수응답은 $1/(1+j\omega)$이다. 진폭은 저역통과형 우함수, 위상은 기함수이고 절대적분이 유한하여 안정이다.

19. 무선통신에서의 자유공간 경로 손실(Free-Space Path Loss)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전자파 전파환경과는 무관하다.
② 손실은 거리의 제곱에 비례한다.
③ 손실은 파장의 제곱에 반비례한다.
④ 안테나의 이득과는 무관하다.
⑤ 다중 전파경로에 따른 손실이다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 자유공간 경로 손실이 거리와 파장에 따라 결정되는 기하학적 확산 손실이라는 점을 묻는다.

핵심 개념

자유공간 경로 손실은 장애물·반사·회절·산란이 없는 이상적인 자유공간에서 전파가 퍼지면서 수신 전력밀도가 감소하는 현상이다. 등방성 안테나를 기준으로 손실의 전력비는 $L_{FS} = (4\pi d/\lambda)^2$이며, 데시벨 값은 $L_{FS}(dB) = 20\log_{10}(4\pi d/\lambda)$이다. 따라서 손실의 전력비는 거리 d의 제곱에 비례하고 파장 λ의 제곱에 반비례한다. 자유공간 경로 손실 자체에는 안테나 이득이나 다중경로 손실이 포함되지 않는다.

선지별 해설

① O — 자유공간 경로 손실 모델은 장애물, 반사, 회절, 산란 같은 실제 전파환경의 영향을 배제하고 거리와 파장으로 손실을 계산한다. 따라서 이 모델에서 전파환경과 무관하다는 설명은 옳다.
② O — $L_{FS} = (4\pi d/\lambda)^2$이므로 손실의 전력비는 거리 d의 제곱에 비례한다.
③ O — 같은 식에서 손실의 전력비는 파장 λ의 제곱에 반비례한다. 즉 파장이 짧을수록 손실이 커진다.
④ O — 자유공간 경로 손실은 전파의 기하학적 확산으로 생기는 손실이며 안테나 이득은 송수신 링크 계산에서 별도로 반영한다. 따라서 안테나의 이득과 무관하다는 설명은 옳다.
⑤ X — 틀린 표현은 '다중 전파경로에 따른 손실'이다. 자유공간 경로 손실은 단일한 직접 경로를 전제로 한 기하학적 확산 손실이며, 올바르게는 '자유공간에서 전파가 거리와 함께 퍼짐에 따라 발생하는 손실'이다.

오답 포인트

⑤의 '다중 전파경로'가 함정이다. 실제 무선 채널의 반사·회절·산란에 의한 다중경로 페이딩과, 이상적인 자유공간에서 전파가 구면으로 퍼져 생기는 경로 손실은 서로 다른 개념이다.

다시 나오면 이렇게 판단

자유공간 경로 손실이라는 말이 나오면 먼저 $L_{FS} = (4\pi d/\lambda)^2$을 떠올린다. 거리의 제곱에 비례하고 파장의 제곱에 반비례하며, 안테나 이득과 다중경로 효과는 별도 항목으로 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

자유공간 손실은 '거리 제곱에 비례, 파장 제곱에 반비례, 다중경로와 무관'이다.

NoteBase

20. 무선통신에서의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 고속 데이터 전송에 적합하다.
② 다중 반송파를 이용하는 방식이다.
③ OFDM 심볼 간 간섭을 억제할 수 있다.
④ OFDM 심볼의 동기화가 불필요하다.
⑤ 변조와 복조를 위해 각각 IFFT와 FFT를 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

OFDM의 다중 반송파 전송 구조, 직교성, 보호구간, 동기화, 변복조 구현의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

OFDM은 전송 데이터를 여러 개의 서로 직교하는 부반송파에 나누어 병렬 전송하는 다중 반송파 변조 방식이다. 부반송파의 직교성으로 대역을 효율적으로 사용하고 부반송파 간 간섭을 줄이며, 순환 전치와 같은 보호구간으로 다중경로에 따른 심벌 간 간섭을 억제한다. 송신에서는 IFFT, 수신에서는 FFT를 이용해 효율적으로 구현하지만, 직교성을 유지하려면 시간 및 주파수 동기화가 필요하다.

선지별 해설

① O — OFDM은 고속 데이터를 여러 저속 병렬 데이터열로 나누어 전송하므로 고속 데이터 전송에 적합하다.
② O — 서로 직교하는 여러 개의 부반송파를 동시에 이용하는 다중 반송파 방식이다.
③ O — 순환 전치와 같은 보호구간을 사용하면 지연 확산이 보호구간 이내일 때 다중경로로 인한 OFDM 심벌 간 간섭을 억제할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '동기화가 불필요하다'이다. 실제로는 부반송파의 직교성을 유지하기 위해 시간 동기와 주파수 동기가 필요하며, 주파수 오차는 부반송파 간 간섭을 일으킬 수 있다.
⑤ O — 송신기의 변조에는 IFFT를, 수신기의 복조에는 FFT를 사용하여 다수의 직교 부반송파를 효율적으로 처리한다.

오답 포인트

OFDM이 부반송파 간 직교성을 이용해 간섭을 줄인다는 사실을 '별도의 동기화가 필요 없다'는 의미로 오해하기 쉽다. 그러나 시간·주파수 동기 오차가 생기면 직교성이 깨질 수 있으므로 ④가 옳지 않다.

다시 나오면 이렇게 판단

OFDM 선지는 '다중 부반송파·직교성·순환 전치·송신 IFFT·수신 FFT·시간 및 주파수 동기 필요'의 연결 관계로 판단한다. 특히 '동기화 불필요'처럼 직교성 유지 조건을 부정하는 표현은 틀린 것으로 본다.

NoteBase

암기 포인트

OFDM은 다중 직교 부반송파, 송신 IFFT·수신 FFT, 보호구간으로 심벌 간 간섭 억제, 동기화는 필수이다.