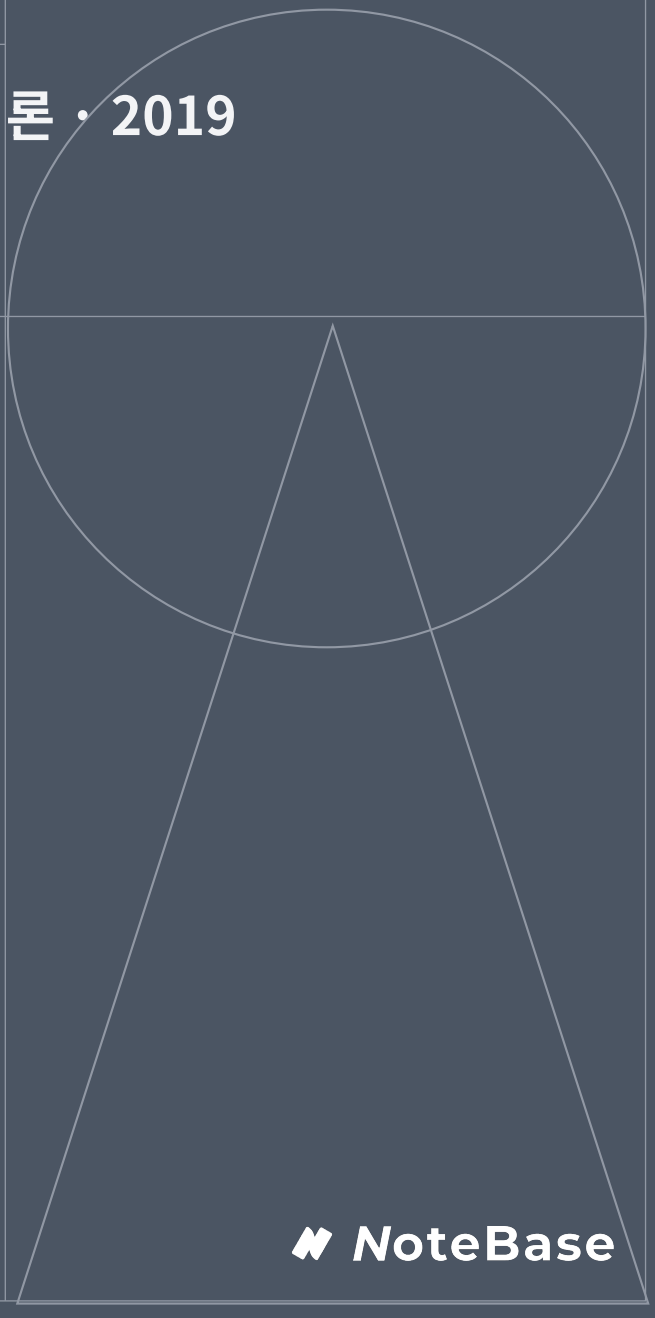
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 통신이론 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 통신이론 · 2019

공무원/국가직/7급 · 통신이론 · 2019

문 1. 연속랜덤변수 X의 확률밀도함수(probability density function)가 일 때, $E[2X+1]$는? (단, $E[\cdot]$는 랜덤변수의 기댓값이다)

f_X(x)=cases(3)/(8)x^2, & for 0 ≤ x ≤ 2 \ 0, & otherwisecases

① 3

② 3.5

③ 4

④ 4.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 확률밀도함수로 $E[X]$를 구한 뒤 기댓값의 선형성으로 $E[2X+1]$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 확률밀도함수는 $f_X(x)=\frac{3}{8}x^2 0\le x\le 2$이다.
구해야 할 값은 $E[2X+1]$이다.
확률밀도함수 구간이 0부터 2까지라는 조건을 적분구간에 그대로 반영해야 한다.

사용할 공식

연속확률변수의 기댓값은 $E[X]=\int xf_X(x)dx$이고, 선형성에 따라 $E[aX+b]=aE[X]+b$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 직접 $E[2X+1]$를 묻고 있으므로 먼저 밀도함수로 $E[X]$를 구한 뒤 상수배와 상수항을 그대로 옮기는 것이 가장 빠르기 때문이다.

계산 과정

1. $E[X]=\int_0^2 x\cdot\frac{3}{8}x^2dx=\frac{3}{8}\int_0^2 x^3dx$이다.
2. $\frac{3}{8}\left[\frac{x^4}{4}\right]_0^2=\frac{3}{8}\cdot\frac{16}{4}=\frac{3}{8}\cdot 4=\frac{3}{2}$이다.
3. 따라서 $E[2X+1]=2E[X]+1=2\cdot\frac{3}{2}+1=4$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 3은 $E[X]=\frac{3}{2}$를 구한 뒤 상수항 +1만 더하고 앞의 계수 2를 반영하지 않은 값이 아니다. 올바르게는 $E[2X+1]=2E[X]+1$을 적용해 4가 되어야 한다.
② X: 3.5는 $2E[X]+1$ 계산에서 $2\cdot\frac{3}{2}=3$을 잘못 처리하거나 중간 계산을 반올림했을 때 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 $2\cdot\frac{3}{2}=3$이므로 최종값은 4이다.
③ O: $E[X]=\frac{3}{2}$를 구한 뒤 선형성 $E[2X+1]=2E[X]+1$을 적용하면 4가 된다. 계산 결과와 일치하므로 정답이다.
④ X: 4.5는 $E[X]$를 1.75처럼 잘못 적분했거나 $2E[X]+1$에서 적분값을 과대계산했을 때 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 $\int_0^2 x^3dx=4$이므로 $E[X]=\frac{3}{2}$, 최종값은 4이다.

오답 포인트

기댓값 문제에서 가장 흔한 실수는 $E[2X+1]$를 바로 적분하지 않고도 처리할 수 있다는 점을 놓치는 것이다. 또 $xf_X(x)$를 만들어야 하는데 $f_X(x)$만 적분하거나, $\int_0^2 x^3dx$ 계산에서 $\frac{x^4}{4}$를 빠뜨리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

기댓값 계산형 문제는 먼저 $xf_X(x)$ 형태로 $E[X]$를 구하고, 그다음 $E[aX+b]=aE[X]+b$를 적용하는 순서로 판단하면 된다. 적분구간과 거듭제곱 적분 결과를 마지막에 한 번 더 검산하면 계산 실수를 줄일 수 있다.

암기 포인트

기댓값의 선형성은 $E[aX+b]=aE[X]+b$이며, 연속형은 $E[X]=\int xf_X(x)dx$이다.

문 2. 에너지 신호와 전력 신호에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 신호가 유한한 에너지값을 가질 경우 에너지 신호라고 한다.

② 에너지 신호는 평균 전력이 0이다.

③ 일반적으로 주기 신호는 전력 신호로 분류된다.

④ 전력 신호의 에너지는 유한하다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 에너지 신호와 전력 신호를 에너지의 유한성, 평균 전력, 주기성으로 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

에너지 신호: 전체 에너지는 유한하고 평균 전력은 0인 신호이다. 키워드: 유한 에너지, 0 평균 전력
전력 신호: 평균 전력은 유한한 양수이지만 전체 에너지는 무한한 신호이다. 키워드: 유한 평균 전력, 무한 에너지
주기 신호: 일반적으로 같은 파형이 반복되므로 전체 에너지는 무한하고 평균 전력은 유한하여 전력 신호로 분류된다.

선지별 해설

1번: O. 신호의 전체 에너지 $E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$ 가 유한하면 에너지 신호로 정의한다.
2번: O. 에너지 신호는 장기 평균으로 나누었을 때 평균 전력이 0이 되는 신호이다.
3번: O. 일반적인 주기 신호는 같은 파형이 계속 반복되어 전체 에너지는 무한하고 평균 전력은 일정하므로 전력 신호로 본다.
4번: X. 틀린 표현은 "전력 신호의 에너지는 유한하다"이다. 올바르게는 전력 신호의 평균 전력은 유한하지만 전체 에너지는 무한하다이다.

오답 포인트

에너지 신호와 전력 신호를 모두 "유한하다"로 묶어 외우면 4번처럼 에너지와 평균 전력을 뒤바꿔 틀리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전체 에너지가 유한한지, 다음으로 평균 전력이 0인지 또는 유한한 양수인지 확인하면 된다. 주기성이 보이면 전력 신호일 가능성이 높다.

암기 포인트

에너지 신호는 유한 에너지·0 평균 전력, 전력 신호는 무한 에너지·유한 평균 전력이다.

NoteBase

문 3. 아날로그 변조의 대표적 방식인 진폭 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 양측파대 변조의 두 개의 측파대 중에서 하나의 측파대만 전송해도 전송 신호에서 정보의 손실은 발생하지 않는다.

② 양측파대 전송 반송파 변조(Double Side Band Transmitted Carrier)의 경우 포락선 검파에 의한 간단한 복조도 가능하다.

③ 양측파대 중 원하지 않는 측파대를 완전히 제거하여 전송하는 방식을 잔류 측파대 변조(Vestigial Side Band)라 한다.

④ 단측파대 변조(Single Side Band)는 양측파대 변조 방식에 비해 절반의 대역폭만 사용한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 아날로그 진폭 변조에서 양측파대, 단측파대, 잔류측파대의 개념과 대역폭·복조 특성을 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

양측파대 변조는 반송파를 기준으로 상·하 두 측파대를 함께 보내는 방식이다.
양측파대 전송 반송파 변조는 반송파와 두 측파대를 함께 보내는 일반 AM 방식이므로 포락선 검파가 가능하다.
단측파대 변조는 두 측파대 중 하나만 보내는 방식이므로 정보는 유지하면서 대역폭을 절반으로 줄일 수 있다.
잔류측파대 변조는 한쪽 측파대를 완전히 없애는 방식이 아니라 한쪽 측파대를 대부분 제거하되 일부를 남겨 전송하는 방식이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
양측파대의 두 측파대에는 같은 정보가 중복되어 실리므로 한쪽 측파대만 전송해도 정보 자체는 보존된다. 이 원리를 이용한 방식이 단측파대 변조이다.

② O
양측파대 전송 반송파 변조는 반송파가 함께 존재하므로 수신기에서 포락선 검파로 비교적 간단하게 복조할 수 있다. 반송파가 없는 DSB-SC와 구별해야 한다.

③ X
틀린 부분은 "원하지 않는 측파대를 완전히 제거하여"와 "잔류 측파대 변조"이다. 한쪽 측파대를 완전히 제거하는 방식은 단측파대 변조(SSB)이고, 잔류측파대 변조(VSB)는 한쪽 측파대를 완전히 없애지 않고 일부를 남겨 전송한다.

④ O
단측파대 변조는 한 개의 측파대만 사용하므로 양측파대 변조에 비해 필요한 대역폭이 절반이다. 대역 효율이 높다는 점이 핵심이다.

오답 포인트

③은 SSB와 VSB의 정의를 서로 바꾸어 놓은 선지이다. "완전히 제거"라는 표현이 보이면 SSB를 떠올려야 하는데, VSB는 이름 그대로 측파대의 일부가 잔류한다는 점에서 다르다. ②에서는 반송파가 있는 일반 AM과 반송파가 억압된 DSB-SC를 혼동하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

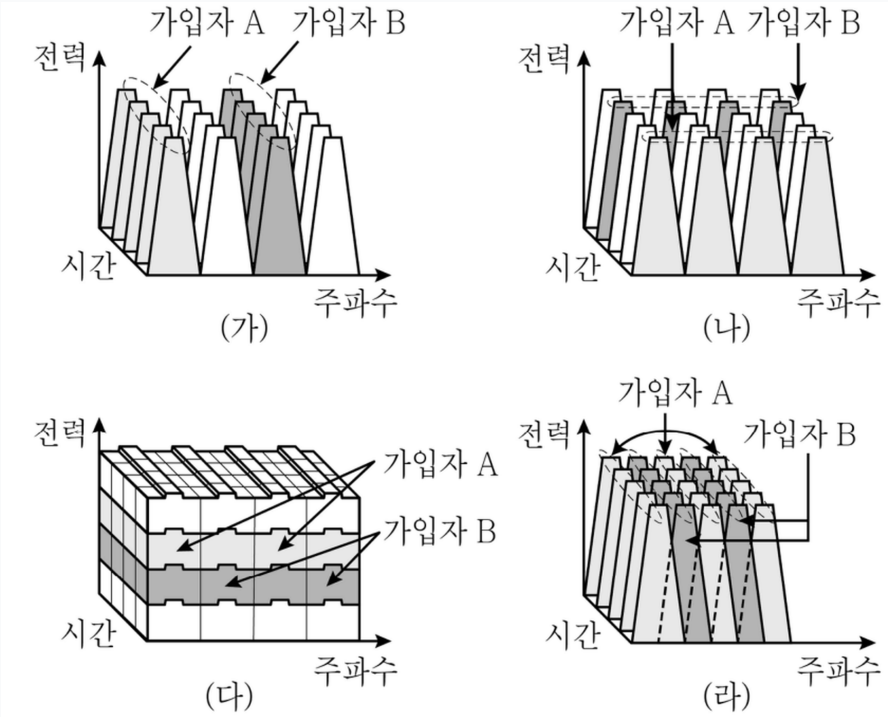
진폭 변조 문제에서는 먼저 반송파를 보내는지, 측파대를 몇 개 보내는지, 한쪽 측파대를 완전히 없애는지 일부만 남기는지를 순서대로 확인하면 된다. "완전히 제거"이면 SSB, "일부를 남김"이면 VSB, "반송파 포함"이면 포락선 검파 가능성까지 함께 판단할 수 있다.

암기 포인트

SSB는 한쪽 측파대만 전송, VSB는 한쪽 측파대를 거의 제거하되 조금 남김, 일반 AM은 반송파가 있어 포락선 검파가 가능하다.

NoteBase

문 4. 각각의 그림과 설명이 나타내는 다중접속방식을 바르게 나열한 것은?



(가) 가입자에게 겹치지 않는 서로 다른 주파수 대역을 배정

(나) 가입자에게 겹치지 않는 서로 다른 시간 슬롯을 배정

(다) 두 가입자가 시간과 주파수를 공유하며, 직교하는 코드를 서로 다른 전력으로 전송

(라) 주파수 대역에서 가입자 간 부채널이 중첩되지만, 직교성을 유지하는 서로 다른 부채널을 하나 이상 배정하며, 동일 시간에 여러 가입자에게 전송

① (가) TDMA (나) FDMA (다) CDMA (라) OFDMA

② (가) TDMA (나) FDMA (다) OFDMA (라) CDMA

③ (가) FDMA (나) TDMA (다) CDMA (라) OFDMA

④ (가) FDMA (나) TDMA (다) OFDMA (라) CDMA

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 도식과 설명에서 자원 분할 기준이 주파수인지, 시간인지, 코드인지, 직교 부반송파인지 구별하여 FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA를 정확히 대응시키는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

1번: X. (가)=TDMA가 아니라 FDMA이다. (가)는 가입자마다 서로 겹치지 않는 다른 주파수 대역을 배정하므로 주파수 분할 다중접속이다. (나)=FDMA가 아니라 TDMA이다. (나)는 같은 주파수 자원을 시간 슬롯으로 나누어 사용자별로 다른 시간 구간을 쓰므로 시간 분할 다중접속이다. 따라서 1번은 (가)와 (나)를 서로 바꾸어 적어 틀렸다.
2번: X. (다)=OFDMA가 아니라 CDMA이다. (다)는 두 가입자가 시간과 주파수를 함께 쓰면서 직교 코드로 구분되는 구조이므로 코드 분할 다중접속이다. OFDMA는 코드를 구분 기준으로 쓰지 않는다. (라)=CDMA가 아니라 OFDMA이다. (라)는 동일 시간에 여러 가입자에게 직교성을 유지하는 서로 다른 부채널을 배정하는 구조이므로 직교 주파수 분할 다중접속이다. 따라서 2번은 (다)와 (라)를 서로 바꾸어 적어 틀렸다.
3번: O. (가)는 서로 다른 주파수 대역을 사용자별로 나누므로 FDMA이고, (나)는 서로 다른 시간 슬롯을 사용자별로 나누므로 TDMA이며, (다)는 시간과 주파수를 공유하되 코드를 달리하여 구분하므로 CDMA이고, (라)는 직교 부반송파 집합을 사용자별로 배정하여 같은 시간에 전송하므로 OFDMA이다. 네 도식과 설명의 대응이 모두 맞다.
4번: X. (다)=OFDMA가 아니라 CDMA이다. (다)의 핵심은 부채널 배정이 아니라 코드 분리이다. (라)=CDMA가 아니라 OFDMA이다. (라)의 핵심은 같은 시간축에서 직교 부채널을 나누어 쓰는 것이므로 코드 분할이 아니다. 따라서 4번도 (다)와 (라)의 분류가 뒤바뀌어 틀렸다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 CDMA와 OFDMA를 둘 다 같은 시간에 여러 사용자가 전송하는 방식으로만 기억해 서로 바꾸는 경우이다. 이 문항에서는 (다)는 코드가 구분 기준이고, (라)는 직교 부채널이 구분 기준이라는 점이 결정적 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

도식 문제에서는 먼저 사용자 자원을 무엇으로 나누는지부터 본다. 주파수 대역을 나누면 FDMA, 시간 슬롯을 나누면 TDMA, 같은 시간·주파수를 코드로 구분하면 CDMA, 같은 시간에 직교 부반송파 묶음을 나누면 OFDMA로 판단된다.

암기 포인트

FDMA는 주파수 분할, TDMA는 시간 분할, CDMA는 코드 분할, OFDMA는 직교 부반송파 분할이다.

NoteBase

문 5. Y가 구간 $[0, a]$에서 균일 확률밀도함수(uniform probability density function)를 갖는 연속랜덤변수일 때, 평균 $E[Y]$와 분산 $Var[Y]$는? (단, $a > 0$ 이다)

① $E[Y]$: $\frac{a}{2}$, $Var[Y]$: $\frac{a^2}{12}$
② $E[Y]$: 0, $Var[Y]$: $\frac{a^2}{12}$
③ $E[Y]$: $\frac{a}{2}$, $Var[Y]$: 0
④ $E[Y]$: $\frac{a}{2}$, $Var[Y]$: $\frac{a^2}{4}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 구간 $[0, a]$의 균일분포에서 평균 $E[Y]$와 분산 $Var[Y]$ 공식을 정확히 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 연속확률변수 Y는 $[0, a]$에서 균일분포를 가진다.
구해야 할 값: 평균 $E[Y]$, 분산 $Var[Y]$
주의할 조건: $a > 0$이므로 분포는 0부터 a까지 고르게 퍼져 있고, 중심은 $a/2$이다.

사용할 공식

$E[Y] = \frac{a+0}{2} = \frac{a}{2}, \quad Var[Y] = \frac{(a-0)^2}{12} = \frac{a^2}{12}$
이 공식을 쓰는 이유: 균일분포 $U[\alpha, \beta]$의 평균과 분산은 구간의 양 끝값만으로 바로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 확률변수 Y를 균일분포 $U[0, a]$로 본다.
2. 평균은 구간의 중점이므로 $E[Y] = (0 + a)/2 = a/2$이다.
3. 분산은 균일분포 공식에 따라 $Var[Y] = (a - 0)^2/12 = a^2/12$이다.
4. 따라서 $(E[Y], Var[Y]) = (a/2, a^2/12)$이다.

선지별 해설

1번 O: $E[Y] = a/2$, $Var[Y] = a^2/12$로 계산 결과와 정확히 일치한다.
2번 X: $E[Y] = 0$이라는 표현이 틀렸다. $[0, a]$ 구간의 균일분포는 원점 대칭이 아니라서 평균이 0이 될 수 없고, 올바르게는 $E[Y] = a/2$이다. 분산 $a^2/12$ 자체는 맞다.
3번 X: $Var[Y] = 0$이라는 표현이 틀렸다. 균일분포는 $[0, a]$ 전 구간에 퍼져 있으므로 분산이 0일 수 없고, 올바르게는 $Var[Y] = a^2/12$이다.
4번 X: $Var[Y] = a^2/4$라는 표현이 틀렸다. $a^2/4$는 $(E[Y])^2 = (a/2)^2$와 연결되는 값일 뿐 분산이 아니며, 올바르게는 $Var[Y] = a^2/12$이다.

NoteBase

오답 포인트

평균을 0으로 두는 실수는 분포가 $[-a, a]$처럼 원점 대칭일 때의 감각을 잘못 가져온 경우이다. 또 분산을 0이나 $a^2/4$로 두는 실수는 분산과 평균의 제곱을 혼동한 경우가 많다.

다시 나오면 이렇게 판단

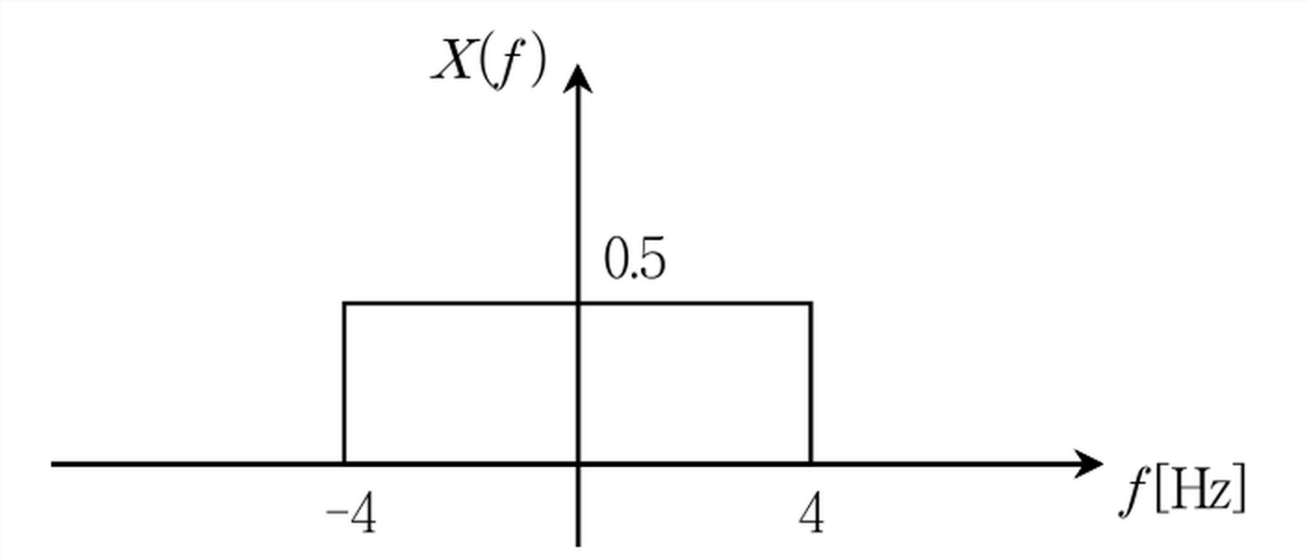
균일분포가 나오면 먼저 구간 양 끝값을 확인하고, 평균은 중점 $(\alpha+\beta)/2$, 분산은 $(\beta-\alpha)^2/12$로 바로 연결해 판단한다.

암기 포인트

균일분포 $U[\alpha, \beta]$는 평균이 중점, 분산이 구간길이의 제곱을 12로 나눈 값이다.

NoteBase

문 6. 신호 $x(t)$의 푸리에 변환 $X(f)$가 그림과 같을 때, 신호 $x(t)$의 에너지[joule]는?



① 2

② 4

③ 20

④ 40

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 푸리에 변환의 크기 제곱을 주파수축에서 적분해 신호 에너지를 구하는 파르세발 정리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:

- $-4 \le f \le 4$ 구간에서 $X(f) = 0.5$이고 그 밖의 구간은 0이다.
- 주파수축에서 직사각형의 폭은 8이다.

구해야 할 값:

- 신호 $x(t)$의 에너지이다.

주의할 조건:

- 에너지는 $X(f)$ 자체가 아니라 $|X(f)|^2$를 적분해 구한다.

NoteBase

사용할 공식

$E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df$

이 공식을 쓰는 이유:

주어진 정보가 시간영역 신호가 아니라 주파수영역 스펙트럼 $X(f)$이므로, 파르세발 정리로 바로 에너지를 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 그림에서 $|X(f)| = 0.5$인 구간은 $-4 \le f \le 4$이므로 폭은 $4 - (-4) = 8$이다.
2. 따라서 $|X(f)|^2 = (0.5)^2 = 0.25$이다.
3. 이를 적분하면

$E = \int_{-4}^{4} 0.25 df = 0.25 \times 8 = 2$

이므로 신호의 에너지는 2J이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과 에너지는 2J이므로 맞다.

② X: 4J는 $|X(f)|$를 그대로 적분해 0.5×8로 계산한 값이다. 올바르게는 $|X(f)|^2 = 0.25$를 적분하므로 2J이다.

③ X: 20J는 주어진 직사각형 스펙트럼의 높이 제곱과 폭으로 계산되는 값이 아니다. 올바르게는 높이를 제곱한 뒤 폭 8을 곱해 2J가 된다.

④ X: 40J도 파르세발 정리에 따른 적분 결과와 맞지 않는 과대계산이다. 올바르게는 에너지가 2J이므로 ④의 수치는 틀리다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 ②처럼 스펙트럼의 높이 0.5를 그대로 적분해 면적 4를 에너지로 착각하는 점이다. 이 문제의 핵심은 직사각형의 높이가 아니라 그 제곱 0.25를 적분한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수영역 스펙트럼이 주어지면 먼저 파르세발 정리를 떠올리고, 높이를 제곱한 뒤 유효 구간의 폭을 곱하는 순서로 에너지를 판단한다.

암기 포인트

에너지는 $|X(f)|$의 면적이 아니라 $|X(f)|^2$의 면적이다.

NoteBase

문 7. 4개의 신호 s_0, s_1, s_2, s_3가 각각 1/2, 1/4, 1/6, 1/12의 확률로 발생하는 정보원이 있다. 각 신호들이 통계적으로 독립일 때, 정보원의 엔트로피(entropy)는? (단, $\log_2(6) \fallingdotseq 2.5$로 계산한다)

① $\frac{14.5}{12}$
② $\frac{16.5}{12}$
③ $\frac{18.5}{12}$
④ $\frac{20.5}{12}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정보원의 엔트로피를 구하는 공식 $H = -\sum p_i \log_2 p_i$를 적용해 수치값을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- $p(s_0) = \frac{1}{2}, p(s_1) = \frac{1}{4}, p(s_2) = \frac{1}{6}, p(s_3) = \frac{1}{12}$
- $\log_2 6 \fallingdotseq 2.5$

구해야 할 값:
- 정보원의 엔트로피 H

주의할 조건:
- 각 항은 $-p_i \log_2 p_i$ 형태로 계산한다.
- $\log_2 \frac{1}{a} = -\log_2 a$이므로 결과는 양수가 된다.

사용할 공식

공식:
$H = -\sum p_i \log_2 p_i$
이 공식을 쓰는 이유:
각 기호의 발생확률이 주어졌으므로 평균 정보량의 정의인 엔트로피 공식을 그대로 적용하면 된다. 독립 정보원이라는 조건은 각 기호의 자기정보량을 확률가중평균하는 기본 형태를 그대로 써도 된다는 뜻이다.

NoteBase

계산 과정

1. 각 항의 자기정보량을 구한다.

$-\log_2 \frac{1}{2} = 1, \quad -\log_2 \frac{1}{4} = 2, \quad -\log_2 \frac{1}{6} = \log_2 6 = 2.5$

$-\log_2 \frac{1}{12} = \log_2 12 = \log_2 (2 \cdot 6) = 1 + \log_2 6 = 3.5$

2. 확률을 곱한다.

$\frac{1}{2} \cdot 1 = \frac{6}{12}, \quad \frac{1}{4} \cdot 2 = \frac{6}{12}, \quad \frac{1}{6} \cdot 2.5 = \frac{5}{12}, \quad \frac{1}{12} \cdot 3.5 = \frac{3.5}{12}$

3. 모두 더한다.

$H = \frac{6 + 6 + 5 + 3.5}{12} = \frac{20.5}{12}$

따라서 엔트로피는 $\frac{20.5}{12}$이다.

선지별 해설

① X

- $\frac{14.5}{12}$라는 값이 틀렸다. 올바르게는 $\frac{20.5}{12}$이다.
- $\frac{1}{4} \cdot 2 = \frac{6}{12}$ 같은 항을 누락하면 이처럼 작아진 값이 나온다.

② X

- $\frac{16.5}{12}$라는 값이 틀렸다. 올바르게는 $\frac{20.5}{12}$이다.
- $\log_2 6$을 2로 잘못 두면 $\frac{1}{6} \cdot 2 = \frac{4}{12}$가 되어 전체가 $\frac{16.5}{12}$로 줄어든다.

③ X

- $\frac{18.5}{12}$라는 값이 틀렸다. 올바르게는 $\frac{20.5}{12}$이다.
- 마지막 항 $\frac{1}{12}\log_2 12 = \frac{3.5}{12}$를 잘못 계산하거나 합산 과정에서 일부를 덜 더하면 나올 수 있는 오답이다.

④ O

- 계산 결과가 정확히 $\frac{20.5}{12}$이므로 옳다.

오답 포인트

함정은 두 가지이다. 첫째, $-\log_2 p$에서 음수를 놓치면 항의 부호를 틀리게 된다. 둘째, $\log_2 12$를 바로 못 구해도 $12 = 2 \cdot 6$으로 분해해 $\log_2 12 = 1 + \log_2 6$으로 바꾸어야 하는데, 이 변환을 놓치면 ③ 같은 근접 오답에 걸리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

확률이 분수로 주어진 엔트로피 문제는 각 확률에 대해 먼저 $-\log_2 p$를 구하고, 그다음 p를 곱해 마지막에 모두 더하는 순서로 판단하면 된다. 로그값이 바로 안 보이면 소인수분해나 곱셈형 분해로 변형해 계산한다.

암기 포인트

엔트로피는 $H = -\sum p \log_2 p$이며, $\log_2 (ab) = \log_2 a + \log_2 b$를 이용하면 낯선 로그값도 분해해서 계산할 수 있다.

NoteBase

문 8. 오류정정부호(error control code)에 해당하지 않는 것은?

① BCH 부호

② Reed Solomon 부호

③ Lempel Ziv 부호

④ 길쌈 부호

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 오류정정부호와 원천부호를 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

BCH 부호는 다중 비트 오류 정정이 가능한 대표적 블록 오류정정부호이다.
Reed Solomon 부호는 심벌 단위 오류와 버스트 오류 정정에 강한 블록 오류정정부호이다.
Lempel Ziv 부호는 중복 패턴을 사전 방식으로 줄이는 무손실 데이터 압축용 원천부호이다.
길쌈 부호는 입력 비트열에 기억소자를 두고 연속적으로 부호화하는 대표적 오류정정부호이다.

선지별 해설

① O: BCH 부호는 블록 부호 계열의 오류정정부호이므로 발문의 범주에 해당한다.
② O: Reed Solomon 부호는 대표적인 오류정정부호이며 저장매체와 통신에서 오류 정정에 널리 쓰인다.
③ X: 틀린 부분은 'Lempel Ziv 부호'이다. 이것은 채널 오류를 정정하는 오류정정부호가 아니라 데이터 중복을 줄이는 무손실 압축용 원천부호이다. 올바르게는 'Lempel Ziv 부호는 오류정정부호에 해당하지 않는다'라고 정리된다.
④ O: 길쌈 부호는 convolutional code로서 채널 부호화에 사용되는 대표적 오류정정부호이다.

오답 포인트

압축 부호와 채널 부호를 모두 '부호'라는 이름으로만 외우면 ③을 혼동하기 쉽다. Lempel Ziv는 압축, BCH·Reed Solomon·길쌈 부호는 오류 정정이라는 기능 차이로 구분된다.

다시 나오면 이렇게 판단

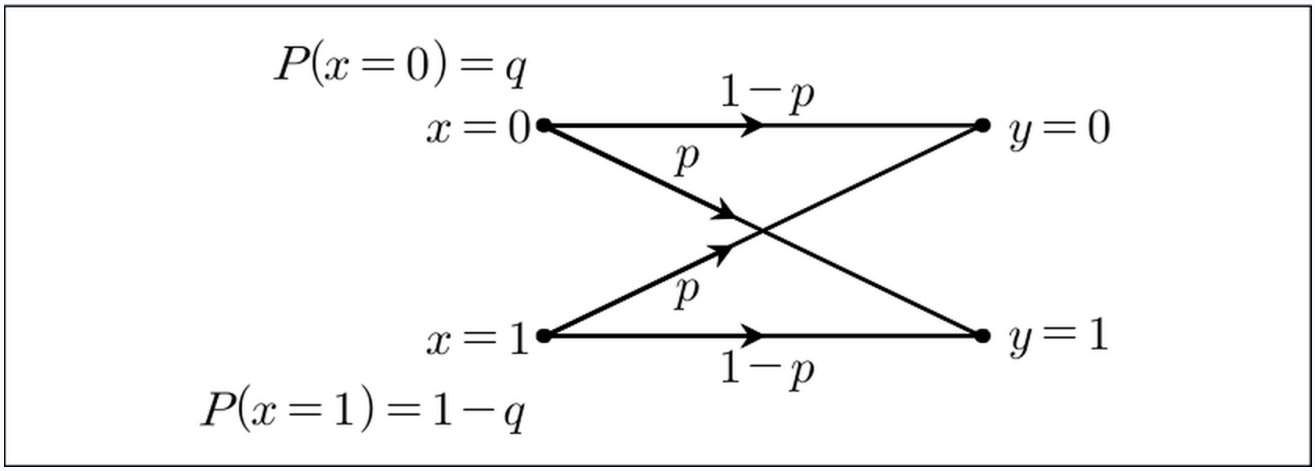
보기의 부호가 오류를 검출·정정해 전송 신뢰도를 높이는 채널 부호인지, 중복을 줄여 정보량을 압축하는 원천부호인지를 먼저 가르면 정답을 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

Lempel Ziv는 압축, BCH·RS·길쌈 부호는 오류정정이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 이진 대칭 채널(binary symmetric channel)에서 정보원 x의 0과 1의 발생확률은 각각 $P(x=0)=q$, $P(x=1)=1-q$이고, 교차확률은 $P(y=0 \mid x=1)=P(y=1 \mid x=0)=p$이다. 이러한 채널에서 $y=0$이 수신되었을 때, $x=0$일 확률 $P(x=0 \mid y=0)$는? (단, $0<p<\frac{1}{10}$, $\frac{1}{3}<q<\frac{1}{2}$이다)



① $\frac{(1-p)q}{(1-p)q+p(1-q)}$
② $\frac{(1-q)p}{(1-p)q+p(1-q)}$
③ $\frac{(1-p)q}{pq+p(1-q)}$
④ $\frac{(1-p)q}{qp+q(1-p)}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이진 대칭 채널에서 수신값 $y=0$이 주어졌을 때의 사후확률 $P(x=0 \mid y=0)$를 베이즈 정리로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- $P(x=0)=q$, $P(x=1)=1-q$
- $P(y=0 \mid x=0)=1-p$, $P(y=0 \mid x=1)=p$

구해야 할 값:
- $P(x=0 \mid y=0)$

주의할 조건:
- 분자는 $x=0$이었고 $y=0$이 관측된 경우만 잡고, 분모는 $y=0$이 관측되는 전체 경우를 더해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

베이즈 정리는
$P(x=0 \mid y=0) = \frac{P(y=0 \mid x=0)P(x=0)}{P(y=0)}$
이고, 전체확률법칙으로
$P(y=0) = P(y=0 \mid x=0)P(x=0) + P(y=0 \mid x=1)P(x=1)$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 수신값 $y=0$이 주어졌을 때 원래 입력이 $x=0$일 조건부확률을 묻기 때문이다.

계산 과정

1. $P(y=0 \mid x=0)P(x=0) = (1-p)q$이다.
2. $P(y=0) = (1-p)q + p(1-q)$이다.
3. 따라서
$P(x=0 \mid y=0) = \frac{(1-p)q}{(1-p)q + p(1-q)}$
이다.

선지별 해설

① O: $\frac{(1-p)q}{(1-p)q + p(1-q)}$로 계산 결과와 일치한다.
② X: 분자 $(1-q)p$는 $x=1$이었는데 교차되어 $y=0$이 된 경우이다. 문제는 $x=0$일 확률을 묻으므로 분자는 $(1-p)q$로 고쳐야 한다.
③ X: 분모의 첫 항을 $P(y=0 \mid x=0)P(x=0) = (1-p)q$가 아니라 pq로 잘못 쓴 식이다. 올바른 식은 $(1-p)q + p(1-q)$이다.
④ X: 분모를 $qp + q(1-p) = q$로 둔 부분이 틀렸다. $y=0$은 $x=0$에서 오류 없이 온 경우와 $x=1$에서 교차된 경우를 모두 더해야 하므로 분모는 $(1-p)q + p(1-q)$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

사후확률은 '원하는 원인 / 관측된 결과' 구조이다. ②는 경쟁 사건인 $x=1 \to y=0$을 분자에 넣은 함정이고, ③과 ④는 분모를 전체확률 $P(y=0)$가 아니라 일부 항이나 단순한 q로 줄인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

조건부확률 P(원인 결과)를 보면 먼저 분자에 원하는 원인과 결과가 동시에 일어나는 경로를 쓰고, 분모에는 그 결과가 나오는 모든 경로를 더해 베이즈 정리를 적용한다.

암기 포인트

베이즈 정리는 원하는 원인 경로를 결과를 만드는 전체 경로로 나눈 값이다.

NoteBase

문 10. 터보 코드(turbo code)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연접 부호화 방식을 사용한다.

② 터보 복호화 알고리즘은 반복 복호화 과정을 사용한다.

③ 인터리빙 기법을 사용한다.

④ 복호화에서는 성능 향상을 위해 경판정 알고리즘을 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 터보 코드의 기본 구조인 연접 부호화, 인터리빙, 반복 복호, 연판정 복호의 관계를 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

터보 코드는 둘 이상의 성분 부호를 연접하고 그 사이에 인터리버를 두어 성능을 높이는 채널 부호이다. 복호는 각 복호기가 확률 정보를 주고받는 반복 복호 구조이며, 성능 향상의 핵심은 경판정이 아니라 연판정 기반 복호이다.

선지별 해설

1번 O: 터보 코드는 대표적인 연접 부호 구조를 사용한다. 특히 성분 부호를 병렬 또는 직렬로 결합한 연접 부호의 형태로 이해하면 맞다.
2번 O: 터보 복호는 한 번에 끝나는 방식이 아니라 복호기들이 외부 정보를 주고받으며 여러 번 반복하는 반복 복호 과정을 사용한다.
3번 O: 터보 코드는 인터리빙 기법을 사용한다. 인터리버가 입력 비트열의 상관성을 낮추고 성분 부호들이 서로 다른 관점에서 비트를 보게 하여 성능 향상에 기여한다.
4번 X: 틀린 부분은 "경판정 알고리즘"이다. 터보 코드의 성능 향상은 경판정 복호가 아니라 연판정 기반의 SISO 복호와 반복 복호에서 나온다. 올바르게는 "복호화에서는 성능 향상을 위해 연판정 기반 반복 복호 알고리즘을 사용한다."이다.

오답 포인트

4번은 복호 알고리즘의 판정 방식을 바꿔 놓은 함정이다. 터보 코드를 떠올릴 때 반복 복호만 기억하고 연판정 여부를 놓치면 4번을 맞는 설명처럼 보기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

터보 코드가 나오면 부호화 쪽은 연접 부호와 인터리버, 복호화 쪽은 반복 복호와 연판정으로 짝지어 판단한다. 선지에 경판정, 단일 복호, 인터리버 미사용이 나오면 틀린 진술일 가능성이 크다.

NoteBase

암기 포인트

터보 코드는 연접 부호, 인터리버, 반복 복호, 연판정 복호의 조합이다.

NoteBase

문 11. 정현파 메시지 신호 $m(t)$를 반송파 $\cos(4000\pi t)$로 양측파대 억압 반송파 변조(DSB-SC)를 하였다. 변조된 신호의 상측파대(USB)와 하측파대(LSB) 주파수의 양(+)의 값을 각각 f_{USB}, f_{LSB}라고 하고 차이 값($|f_{USB} - f_{LSB}|$)이 $200[Hz]$일 때, 메시지 신호 $m(t)$는?

① $10\cos(100\pi t)$

② $20\cos(200\pi t)$

③ $30\cos(300\pi t)$

④ $40\cos(400\pi t)$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 DSB-SC에서 상측파대와 하측파대의 주파수 차가 $2f_m$가 된다는 성질로 메시지 신호의 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반송파는 $\cos(4000\pi t)$이므로 반송파 주파수는 $f_c = \frac{4000\pi}{2\pi} = 2000Hz$이다.
상측파대와 하측파대의 양의 주파수는 각각 $f_{USB} = f_c + f_m$, $f_{LSB} = f_c - f_m$이다.
주어진 조건은 $|f_{USB} - f_{LSB}| = 200Hz$이다.

사용할 공식

DSB-SC에서 $m(t) = A\cos(2\pi f_m t)$이면
$s(t) = m(t)\cos(2\pi f_c t) = \frac{A}{2}\cos 2\pi(f_c + f_m)t + \frac{A}{2}\cos 2\pi(f_c - f_m)t$
이므로 두 측파대의 간격은
$|f_{USB} - f_{LSB}| = (f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2f_m$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 발문이 측파대 두 주파수의 차를 직접 주었기 때문이다.

계산 과정

1. $|f_{USB} - f_{LSB}| = 2f_m$에 200을 대입하면 $2f_m = 200$이다.
2. 따라서 $f_m = 100Hz$이다.
3. 메시지 신호는 $m(t) = A\cos(2\pi f_m t) = A\cos(200\pi t)$ 꼴이다.
4. 보기 중 주파수 항이 $200\pi t$인 것은 ②뿐이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $10\cos(100\pi t)$는 $f_m = 50Hz$이므로 측파대 간격이 $2f_m = 100Hz$가 된다. 틀린 표현은 주파수 항 $100\pi t$이고, 올바르게는 $200\pi t$이어야 한다.
② O: $20\cos(200\pi t)$는 $f_m = 100Hz$이므로 측파대 간격이 $200Hz$가 된다. 진폭 20은 측파대 간격을 바꾸지 않으므로 조건에 맞는 유일한 선택지이다.
③ X: $30\cos(300\pi t)$는 $f_m = 150Hz$이므로 측파대 간격이 $300Hz$가 된다. 틀린 표현은 주파수 항 $300\pi t$이고, 올바르게는 $200\pi t$이어야 한다.
④ X: $40\cos(400\pi t)$는 $f_m = 200Hz$이므로 측파대 간격이 $400Hz$가 된다. 틀린 표현은 주파수 항 $400\pi t$이고, 올바르게는 $200\pi t$이어야 한다.

오답 포인트

반송파 식의 계수와 메시지 신호의 계수를 혼동하거나, 메시지 신호의 진폭 10, 20, 30, 40이 정답 판단의 기준이라고 착각하기 쉽다. 이 문항의 핵심은 진폭이 아니라 측파대 간격이 $2f_m$라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

양측파대 억압반송파에서 측파대 두 개의 간격이 주어지면 먼저 $|f_{USB} - f_{LSB}| = 2f_m$를 세운다. 그다음 f_m를 구하고 마지막에 $m(t) = A\cos(2\pi f_m t)$ 꼴로 바꾸어 보기의 각주파수와 비교하면 된다.

암기 포인트

DSB-SC의 두 측파대 간격은 항상 메시지 주파수의 2배이므로 간격을 보면 f_m를 바로 역산할 수 있다.

NoteBase

문 12. 단위 임펄스 함수 $\delta(t)$에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① $t = 0$에서만 $\delta(t) \neq 0$이다.
② $\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\delta(t)dt = x(0)$이다.
③ $\delta(t)$를 푸리에 변환하면 상수가 된다.
④ $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = \infty$이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단위 임펄스 함수의 정의, 샘플링 성질, 적분값, 푸리에 변환 성질을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

단위 임펄스 함수 $\delta(t)$는 $t \neq 0$에서 0이고 전체 면적이 1이 되도록 이상화한 일반화 함수이다.
샘플링 성질은 $\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\delta(t)dt = x(0)$이다.
푸리에 변환을 하면 주파수 영역에서 상수 함수가 된다.

선지별 해설

1번: O. 단위 임펄스는 $t = 0$에만 집중된 것으로 다루며 $t \neq 0$에서는 0이다. 시험 문맥에서는 $t = 0$에서만 0이 아닌 것으로 표현하는 것이 맞다.
2번: O. $\delta(t)$와 곱해 적분하면 $t = 0$에서의 함수값만 남는 샘플링 성질이 성립하므로 $\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\delta(t)dt = x(0)$가 맞다.
3번: O. 단위 임펄스의 푸리에 변환은 모든 주파수 성분에 대해 같은 값을 가지므로 상수이다. 통상적인 정의에서는 그 값이 1이다.
4번: X. 틀린 표현은 "∞"이다. 올바르게는 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = 1$이다. 임펄스는 높이를 무한대로 이상화하지만 면적은 1이다.

오답 포인트

4번은 임펄스의 순간적인 높이와 전체 적분값을 혼동하게 만드는 선지이다. $\delta(t)$의 크기를 무한대로 이상화한다는 사실과 적분값이 1이라는 사실은 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

임펄스 관련 선지는 먼저 $t \neq 0$에서 0인지, 전체 면적이 1인지, 함수와 곱해 적분하면 해당 시점의 값만 뽑아내는지, 푸리에 변환 시 상수가 되는지를 차례로 대조하면 판단할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

임펄스는 $t = 0$에만 집중되고 면적은 1이며, 곱해서 적분하면 그 점의 값만 남는다.

NoteBase

문 13. 진폭이 작은 신호에 대해 양자화(quantization) 잡음을 줄이는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 양자화 비트 수를 늘린다.

② 등화(equalization) 기법을 적용한다.

③ 압신(companding) 기법을 적용한다.

④ 비균일 양자화 기법을 적용한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 진폭이 작은 신호에서 양자화 잡음을 줄이는 방법과 채널 왜곡 보상 기법인 등화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

양자화 비트 수 증가: 양자화 단계를 더 잘게 나누어 양자화 오차를 줄이는 방법이다.
등화: 전송로의 주파수 왜곡이나 파형 왜곡을 보상하는 기법으로, 양자화 과정에서 생기는 잡음을 직접 줄이는 방법은 아니다.
압신: 작은 신호를 송신 전에 크게 펼쳐 양자화하고 복원 시 다시 압축하여 작은 진폭 구간의 상대적 양자화 오차를 줄이는 방법이다.
비균일 양자화: 작은 진폭 구간에는 더 촘촘한 양자화 간격을 두어 작은 신호의 양자화 잡음을 줄이는 방법이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
양자화 비트 수를 늘리면 양자화 단계 수가 증가하여 한 단계의 간격이 작아진다. 따라서 작은 진폭 신호에서도 양자화 오차와 잡음이 감소한다.

② X
등화는 전송 채널의 진폭 왜곡이나 위상 왜곡으로 생긴 파형 열화를 보정하는 기법이다. 틀린 부분은 "양자화 잡음을 줄이는 방법"이라는 연결이다. 올바르게는 "등화 기법은 채널 왜곡 보상에 쓰이며 양자화 잡음을 직접 줄이는 방법은 아니다"이다.

③ O
압신은 작은 신호를 더 세밀하게 표현하도록 만드는 대표적 방법이다. 작은 진폭 구간을 확장한 뒤 양자화하므로 작은 신호의 양자화 잡음을 줄일 수 있다.

④ O
비균일 양자화는 작은 진폭 부근에 더 촘촘한 양자화 구간을 배치한다. 따라서 작은 신호에 대해서는 균일 양자화보다 양자화 잡음을 더 효과적으로 줄일 수 있다.

오답 포인트

②는 신호 처리 기법이라는 공통점 때문에 등화와 압신·비균일 양자화를 같은 부류로 착각하게 만든다. 그러나 양자화 잡음은 A/D 변환의 양자화 단계에서 생기고, 등화는 전송 후 채널 왜곡을 보정하는 단계의 개념이므로 대상이 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지가 양자화 잡음을 줄이는 방법인지 묻으면 먼저 그 기법이 양자화 간격을 더 세밀하게 만드는지, 특히 작은 진폭 구간의 분해능을 높이는지 확인하면 된다. 채널 왜곡 보상이나 주파수 특성 보정처럼 전송로 보상에 관한 기법이면 양자화 잡음 저감과는 구분된다.

암기 포인트

작은 신호 양자화 잡음 감소는 비트 수 증가, 압신, 비균일 양자화이고, 등화는 채널 왜곡 보상이다.

NoteBase

문 14. 12[*Mbits*]**의 이미지 파일을 64-QAM으로 변조하여** 1[*Msymbols/s*]**의 심볼률로 전송할 때, 이미지 파일을 모두 전송하는 데 걸리는 시간**[*s*]**는?**

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 64-QAM의 심볼당 비트 수를 구한 뒤 심볼률을 비트율로 환산하여 전체 전송 시간을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 이미지 파일 크기: $12Mbits$
- 변조 방식: 64-QAM
- 심볼률: $1Msymbol/s$

구해야 할 값:
- 전체 전송 시간

주의할 조건:
- 64-QAM은 한 심볼에 여러 비트를 실으므로 심볼률을 바로 비트율로 보면 안 된다.

사용할 공식

사용 공식은 다음과 같다.
심볼당 비트 수 = _2 64 = 6
비트율 = 심볼률 × 심볼당 비트 수 = 1 Msymbol/s × 6 = 6 Mbit/s
전송 시간 = 파일 크기비트율 = (12 Mbits)/(6 Mbit/s) = 2 s
이 공식을 쓰는 이유는 QAM 문제에서 실제 전송 시간은 심볼률이 아니라 심볼당 비트 수를 반영한 비트율로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. $64 = 2^6$이므로 64-QAM의 한 심볼은 6비트를 실는다.
2. 심볼률이 $1Msymbol/s$이므로 비트율은 $6Mbit/s$이다.
3. 전체 데이터량 $12Mbits$를 $6Mbit/s$로 나누면 전송 시간은 $2s$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과 전송 시간은 $2s$이므로 1초는 틀리다. 틀린 표현은 전송 시간을 1초로 본 점이며, 올바르게는 2초이다. 1초가 되려면 비트율이 $12Mbit/s$이어야 한다.
② O: 64-QAM에서 한 심볼당 6비트, 심볼률이 $1Msymbol/s$이므로 비트율은 $6Mbit/s$이다. $12 \div 6 = 2$이므로 2초가 맞다.
③ X: 3초라면 전송률을 $4Mbit/s$로 본 셈이다. 틀린 표현은 실제 비트율보다 낮게 계산한 점이며, 올바르게는 64-QAM 기준 비트율이 $6Mbit/s$이므로 전송 시간은 2초이다.
④ X: 4초라면 전송률을 $3Mbit/s$로 본 셈이다. 틀린 표현은 심볼당 비트 수를 잘못 적용한 점이며, 올바르게는 한 심볼당 6비트를 사용하므로 전송 시간은 2초이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 $1Msymbol/s$를 $1Mbit/s$로 바로 읽는 실수이다. 이 문항은 심볼률과 비트율을 구분하는지, 그리고 M-QAM의 심볼당 비트 수를 $\log_2 M$으로 계산하는지를 확인하려는 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

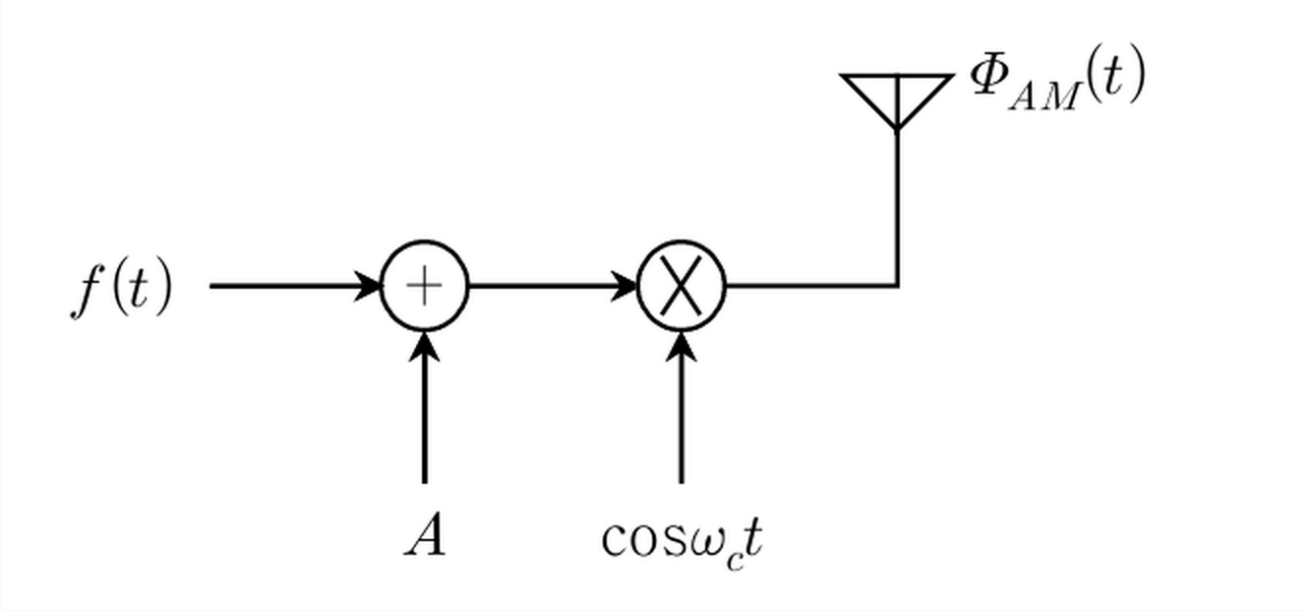
변조 방식이 주어지면 먼저 심볼당 비트 수를 $\log_2 M$으로 구하고, 그다음 심볼률을 비트율로 바꾼 뒤 전체 데이터량을 나누어 시간을 판단한다.

암기 포인트

M-QAM은 한 심볼당 $\log_2 M$비트이고, 전송 시간은 데이터량 ÷ 비트율이다.

NoteBase

문 15. 다음 그림의 AM 변조기에서 입력신호가 $f(t) = B\cos\omega_m t$일 때, 변조지수 m과 전력효율 η[%]는? (단, $A > 0$, $B > 0$, $A \neq B$, $\omega_c \gg \omega_m$이다)



① m: $\frac{B}{A}$, η: $\frac{A^2}{2B^2+A^2} \times 100$
② m: $\frac{B}{A}$, η: $\frac{B^2}{2A^2+B^2} \times 100$
③ m: $\frac{A}{B}$, η: $\frac{A^2}{2B^2+A^2} \times 100$
④ m: $\frac{A}{B}$, η: $\frac{B^2}{2A^2+B^2} \times 100$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 가산형 AM 변조기 출력식을 표준 AM 식과 비교하여 변조지수 m와 전력효율 η를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력신호는 $f(t) = B\cos\omega_m t$이고, 가산기에서 직류 성분 A가 더해진 뒤 $\cos\omega_c t$와 곱해진다.
구해야 할 값: 변조지수 m와 전력효율 η이다.
주의할 조건: 출력은 $(A + B\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$로 정리되며, 표준형 $A(1 + m\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$와 계수를 직접 비교해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

표준 AM 식은 $s(t) = A(1 + m\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$이다.
이 식과 $(A + B\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$를 비교하면 $m = B/A$가 된다.
전력효율은 측파대 전력 대 전체 전력의 비이므로 $\eta = \frac{P_{SB}}{P_C + P_{SB}} \times 100$이다. 여기서 반송파 전력은 $P_C = A^2/2$, 두 측파대의 전체 전력은 $P_{SB} = B^2/4$가 된다.

계산 과정

1. 출력신호를 전개하면 $\Phi_{AM}(t) = (A + B\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$이다.
2. 이를 $A(1 + m\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$와 비교하면 $Am = B$이므로 $m = B/A$이다.
3. $B\cos\omega_m t\cos\omega_c t = \frac{B}{2}\cos(\omega_c + \omega_m)t + \frac{B}{2}\cos(\omega_c - \omega_m)t$이므로 각 측파대 진폭은 $B/2$이다.
4. 각 측파대 전력은 $(B/2)^2/2 = B^2/8$이어서 전체 측파대 전력은 $B^2/4$이다.
5. 따라서 $\eta = \frac{B^2/4}{A^2/2 + B^2/4} \times 100 = \frac{B^2}{2A^2 + B^2} \times 100$이다.

선지 판단

1번 X: 변조지수 $m = B/A$는 맞다. 그러나 전력효율을 $\frac{A^2}{2B^2 + A^2} \times 100$으로 둔 부분이 틀렸다. 틀린 표현은 분자와 분모에서 A와 B의 역할이 뒤바뀐 점이며, 올바르게는 $\eta = \frac{B^2}{2A^2 + B^2} \times 100$이다.
2번 O: $m = B/A$이고, 측파대 전력은 $B^2/4$, 전체 전력은 $A^2/2 + B^2/4$이므로 $\eta = \frac{B^2}{2A^2 + B^2} \times 100$이 된다. 계산 결과와 완전히 일치한다.
3번 X: $m = A/B$로 둔 부분이 틀렸다. 표준 AM 식에서 변조지수는 반송파 진폭 대비 변조신호 계수이므로 올바르게는 $m = B/A$이다. 전력효율 식도 $\frac{A^2}{2B^2 + A^2} \times 100$이 아니라 $\frac{B^2}{2A^2 + B^2} \times 100$이어야 한다.
4번 X: 전력효율 $\frac{B^2}{2A^2 + B^2} \times 100$은 맞다. 그러나 변조지수를 A/B로 둔 부분이 틀렸다. 틀린 표현은 반송파 진폭과 변조신호 계수를 거꾸로 나눈 점이며, 올바르게는 $m = B/A$이다.

오답 포인트

변조지수 정의에서 m을 A/B로 뒤집거나, 전력효율에서 반송파 전력 $A^2/2$와 측파대 전체 전력 $B^2/4$를 서로 바꾸어 쓰면 오답이 된다. 특히 4번은 효율식만 맞아서 부분적으로 맞아 보이는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

가산형 AM 문제는 먼저 출력식을 표준형 $A(1 + m\cos\omega_m t)\cos\omega_c t$와 비교해 m을 정하고, 그다음 반송파 전력과 두 측파대의 전체 전력을 따로 구해 <측파대 전력/전체 전력> 순서로 η를 계산하면 된다.

암기 포인트

가산형 AM에서는 $m = B/A$이고, 전력효율은 $\eta = \frac{m^2}{m^2 + 2} \times 100 = \frac{B^2}{2A^2 + B^2} \times 100$이다.

NoteBase

문 16. 두 개의 신호 $s_0(t), s_1(t)$를 각각 데이터 비트 0, 1에 대응시켜 전송할 때, 발생할 확률이 0.5로 동일하다. 잡음이 없는 경우 $s_0(t)$를 전송하면 수신 신호는 $z = a_0 = -1$이고, $s_1(t)$를 전송하면 $z = a_1 = +1$이 된다. 잡음이 있는 경우 수신 신호를 $z = a_i + n_0$와 같이 표현하고, 필터 출력 z가 0보다 큰 경우와 작은 경우를 각각 수신된 데이터 비트 1과 0으로 판정할 때, 비트 오류 확률은? (단, 잡음 성분 n_0는 다음과 같은 z의 조건부 균일 확률밀도함수(uniform probability density function)를 만들어 내는 랜덤변수이다)

f_Z(z s_0(t) sent)=cases(1)/(4),& for -3≤ z≤ 1 \ 0,& otherwisecases
f_Z(z s_1(t) sent)=cases(1)/(4),& for -1≤ z≤ 3 \ 0,& otherwisecases

① 0.1

② 0.2

③ 0.25

④ 0.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 판정 경계 $z = 0$과 조건부 확률밀도함수를 이용해 비트 오류 확률 P_e를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $P(s_0) = P(s_1) = 0.5$, $f_Z(z \mid s_0) = 1/4$ for $-3 \le z \le 1$, $f_Z(z \mid s_1) = 1/4$ for $-1 \le z \le 3$이다.
판정 규칙은 $z > 0$이면 비트 1, $z < 0$이면 비트 0으로 결정하는 것이다.
따라서 오류는 s_0 전송 시 $z > 0$일 때, s_1 전송 시 $z < 0$일 때 발생한다.

사용할 공식

비트 오류 확률은 $P_e = P(s_0)P(z > 0 \mid s_0) + P(s_1)P(z < 0 \mid s_1)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 각 심볼마다 잘못 판정되는 영역이 다르고, 전체 오류 확률은 각 심볼의 사전확률로 가중한 조건부 오류 확률의 합이기 때문이다.

계산 과정

1. s_0를 보냈을 때 오류 구간은 0<z≤1이므로 $P(z > 0 \mid s_0) = \int_0^1 \frac{1}{4} dz = \frac{1}{4}$이다.
2. s_1를 보냈을 때 오류 구간은 $-1 \le z < 0$이므로 $P(z < 0 \mid s_1) = \int_{-1}^0 \frac{1}{4} dz = \frac{1}{4}$이다.
3. 전체 비트 오류 확률은 $P_e = 0.5 \times \frac{1}{4} + 0.5 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4} = 0.25$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 0.1은 조건부 오류 구간의 길이와 밀도를 적용한 값이 아니다. 오류 구간 길이는 각 경우 모두 1이고 밀도는 1/4이므로 조건부 오류 확률이 각각 0.25이다. 틀린 값 0.1 → 올바르게는 비트 오류 확률은 0.25이다.
2번 X: 0.2는 $\int_0^1 \frac{1}{4} dz$ 또는 $\int_{-1}^0 \frac{1}{4} dz$의 결과와 맞지 않는다. 각 조건부 오류 확률이 0.25이므로 전체 오류 확률도 0.25이다. 틀린 값 0.2 → 올바르게는 비트 오류 확률은 0.25이다.
3번 O: s_0 전송 시 오류 확률과 s_1 전송 시 오류 확률이 각각 0.25이고, 두 심볼의 발생확률이 같으므로 전체 비트 오류 확률은 0.25이다.
4번 X: 0.5는 0.25 + 0.25를 그대로 더해 사전확률 0.5를 빠뜨린 값이다. 전체 오류 확률은 조건부 오류 확률의 단순합이 아니라 가중평균이다. 틀린 값 0.5 → 올바르게는 비트 오류 확률은 0.25이다.

오답 포인트

조건부 오류 확률 두 개를 구한 뒤 이를 그대로 더해 0.5로 처리하면 틀린다. 이 문제의 함정은 오류 구간의 넓이를 구하는 단계와 사전확률 0.5를 곱해 전체 오류 확률로 바꾸는 단계를 혼동하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

이진 판정 문제는 먼저 판정 경계를 확인하고, 다음으로 각 심볼에 대해 잘못 판정되는 z 구간을 잡은 뒤, 그 구간에서 조건부 밀도를 적분하고 마지막에 사전확률로 가중평균하면 된다.

암기 포인트

등확률 이진 판정의 비트 오류 확률은 각 조건부 오류 확률의 산술평균이다.

NoteBase

문 17. 디지털 통신의 비트율과 심볼률에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 비트 폭(bit duration)이 20[μs]인 통신 시스템의 비트율은 50[kbps]이다.

② 어떤 8-PAM 통신에서 메시지 신호의 대역폭이 3[kHz]일 때, 이 통신 시스템의 심볼간 간섭(ISI)이 없도록 하는 최소 비트율은 18[kbps]이다.

③ 한 영문자를 8비트로 표현하여 전송하는 QPSK 통신 시스템에서 초당 2,000개의 영문자를 전송할 때, 이 통신 시스템의 심볼률은 4, 000[symbols/s]이다.

④ 초당 14,400개로 표본화한 신호를 256-단계 균일 양자화(uniform quantization) 방식으로 부호화하여 전송할 때, 이 통신 시스템의 비트율은 115.2[kbps]이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비트 폭, 심볼당 비트 수, 나이퀴스트 전송 조건을 이용해 비트율과 심볼률을 구분하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 비트 폭 $20\mu s$, 메시지 대역폭 $3kHz$, 8-PAM, QPSK, 초당 2,000개의 영문자, 표본화율 14,400회/s, 256단계 양자화이다.
구해야 할 값은 각 선지의 비트율 또는 심볼률의 옳고 그름이다.
주의할 조건은 QPSK는 심볼당 2비트, 8-PAM은 심볼당 3비트, 256단계 양자화는 표본당 8비트라는 점이다.

사용할 공식

비트율과 비트 폭의 관계는 $R_b = 1/T_b$이다.
디지털 변조에서 비트율과 심볼률의 관계는 $R_b = R_s \log_2 M$이다.
나이퀴스트 무왜곡 전송에서 PAM 계열의 최대 심볼률은 $R_s = 2B$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 각 선지가 비트 폭, 대역폭, 변조 단계 수, 양자화 단계 수로부터 비트율 또는 심볼률을 직접 계산하는 형태이기 때문이다.

계산 과정

1. ①은 $T_b = 20\mu s$이므로 $R_b = 1/(20 \times 10^{-6}) = 50{,}000\text{bps} = 50kbps$이다.
2. ②는 8-PAM이므로 심볼당 비트 수가 $\log_2 8 = 3$비트이고, $B = 3kHz$에서 $R_s = 2B = 6{,}000$ symbols/s이므로 $R_b = 6{,}000 \times 3 = 18{,}000\text{bps} = 18kbps$이다.
3. ③은 초당 2,000개의 영문자를 보내고 영문자 1개가 8비트이므로 $R_b = 2{,}000 \times 8 = 16{,}000$bps이다. QPSK는 심볼당 2비트이므로 $R_s = 16{,}000/2 = 8{,}000$symbols/s이다.
4. ④는 256단계 양자화이므로 표본당 비트 수가 $\log_2 256 = 8$비트이고, $R_b = 14{,}400 \times 8 = 115{,}200\text{bps} = 115.2kbps$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 비트 폭이 $20\mu s$이면 비트율은 그 역수이므로 $50kbps$가 된다.
② O: 8-PAM은 심볼당 3비트를 실어 나르고, ISI가 없도록 하는 나이퀴스트 조건에서 심볼률은 $2B = 6ksymbols/s$이므로 비트율은 $18kbps$가 된다.
③ X: 초당 2,000개의 영문자를 8비트씩 보내면 비트율은 $16kbps$이고, QPSK는 심볼당 2비트이므로 심볼률은 $8{,}000symbols/s$이다. 틀린 표현은 '심볼률은 4,000 symbols/s'이고, 올바르게는 '심볼률은 8,000 symbols/s'이다.
④ O: 256단계 균일 양자화는 표본당 8비트로 부호화하므로 $14{,}400 \times 8 = 115.2kbps$가 맞다.

오답 포인트

③은 비트율과 심볼률을 같은 값으로 착각하거나, QPSK의 심볼당 비트 수를 4로 잘못 보는 실수를 노린 선지이다. QPSK는 4진 변조이지만 심볼당 비트 수는 $\log_2 4 = 2$비트이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비트율과 심볼률 문제는 먼저 초당 몇 비트를 보내는지 구한 뒤, 변조 단계 수로 심볼당 비트 수를 계산해 $R_s = R_b/\log_2 M$으로 나누어 판단한다. 표본화와 양자화가 나오면 표본당 비트 수를 먼저 정하고 표본화율을 곱해 비트율을 계산한다.

암기 포인트

비트율은 시간당 비트 수, 심볼률은 시간당 심볼 수이며, 둘의 연결식은 $R_b = R_s\log_2 M$이다.

NoteBase

문 18. 코드분할 다중접속(CDMA) 시스템의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 사용자 간 PN 코드의 비트열이 상이하므로 통신 보안이 제공된다.

② 대역확산 CDMA의 경우 처리 이득(processing gain)을 얻을 수 있다.

③ CDMA 신호는 넓은 주파수 대역으로 신호를 확산시켜 전송하므로 협대역 전파 방해에 강하다.

④ 피크대평균 전력비(peak-to-average power ratio)가 높아 출력신호가 왜곡된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 CDMA의 핵심 특징인 확산이득, 코드 분리, 협대역 간섭 내성을 구별하고 OFDM 계열의 특성과 혼동하지 않는지를 묻는다.

핵심 개념

CDMA는 각 사용자에게 서로 다른 확산코드를 부여해 같은 주파수 대역을 동시에 쓰게 하는 다중접속 방식이다. 처리 이득은 확산대역폭이 원신호 대역폭보다 큰 데서 생기며, 신호를 넓게 퍼뜨려 협대역 간섭에 강해진다. 반면 높은 피크대평균전력비는 다중반송파를 쓰는 OFDM에서 더 대표적으로 문제 되는 성질이다.

선지별 해설

1번: O. 사용자별 PN 코드가 달라 수신기는 자기 코드와의 상관으로 원하는 신호를 분리한다. 이런 코드 분리는 제3자가 신호를 바로 식별하기 어렵게 하므로 보안성과 은닉성이 상대적으로 높다.
2번: O. 대역확산 CDMA는 신호를 넓은 대역으로 퍼뜨렸다가 복원하므로 처리 이득을 얻을 수 있다. 처리 이득은 간섭 억제와 복원 성능 향상의 핵심 개념이다.
3번: O. CDMA 신호는 넓은 주파수 대역으로 확산되어 전송되므로 특정 좁은 대역에만 존재하는 협대역 간섭의 영향을 상대적으로 덜 받는다.
4번: X. 틀린 부분은 "피크대평균 전력비가 높아"이다. 높은 피크대평균전력비로 인한 전력증폭기 왜곡 문제는 OFDM에서 대표적으로 부각되는 특성이다. CDMA의 핵심 특징으로는 코드 분리, 처리 이득, 협대역 간섭 내성이 맞다.

오답 포인트

4번은 무선통신 일반의 단점을 CDMA 고유 특성처럼 바꿔 놓은 함정이다. 수험생이 확산통신과 다중반송파 통신의 대표 약점을 섞어 기억하면 높은 피크대평균전력비를 CDMA 특징으로 오인하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

CDMA가 보이면 먼저 코드 분리, 확산대역, 처리 이득, 협대역 간섭 내성을 떠올린다. 반대로 높은 피크대평균전력비, 부반송파 직교 같은 표현이 나오면 OFDM 계열 특성인지 먼저 의심한다.

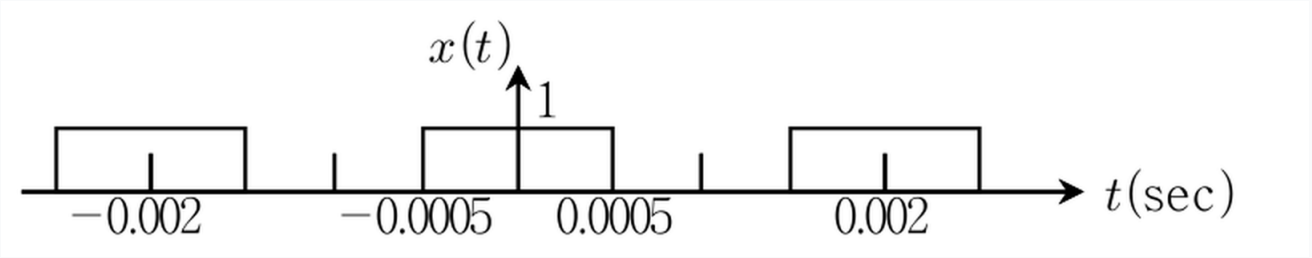
NoteBase

암기 포인트

CDMA는 코드와 확산이 핵심이고, 높은 피크대평균전력비는 OFDM 쪽의 대표 특징이다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 주기 신호 $x(t)$가 FM 변조기에 입력될 때, 변조된 신호 $\cos\left[10000\pi t + 100\pi\int_0^t x(\tau)d\tau\right]$의 최대 주파수 편이[Hz]는?



① 25

② 50

③ 100

④ 10,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 FM 신호의 순간주파수 식에서 주파수 감도 k_f를 읽어 최대 주파수 편이 Δf를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 신호는 $\cos\left[10000\pi t + 100\pi\int_0^t x(\tau)d\tau\right]$이다.
- FM의 일반식은 $\cos\left[2\pi f_c t + 2\pi k_f\int_0^t x(\tau)d\tau\right]$이다.
- 그림에서 $x(t)$의 최대값은 1이다.
- 구해야 할 값은 최대 주파수 편이 Δf_{max}이다.

사용할 공식

$f_i(t) = f_c + k_f x(t), \quad \Delta f_{max} = k_f \max|x(t)|$

이 공식을 쓰는 이유는 적분항 앞의 계수 $2\pi k_f$가 FM의 주파수 감도를 직접 나타내고, 최대 주파수 편이는 입력 신호의 최대 진폭에서 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 주어진 식의 적분항 계수 100π를 일반식의 $2\pi k_f$와 비교하면 $2\pi k_f = 100\pi$이므로 $k_f = 50$이다.
2. 그림에서 $x(t)$의 최대값은 1이므로 $\max|x(t)| = 1$이다.
3. 따라서 최대 주파수 편이는 $\Delta f_{max} = k_f \max|x(t)| = 50 \times 1 = 50Hz$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 최대 주파수 편이는 25 Hz가 아니라 50 Hz이다. 25 Hz는 펄스폭이나 듀티비를 억지로 반영해 최대값 대신 평균값을 넣을 때 나오는 오답이다.
② O: $2\pi k_f = 100\pi$에서 $k_f = 50$, 또 $x(t)$의 최대값이 1이므로 최대 주파수 편이는 50 Hz가 된다.
③ X: 100 Hz가 아니라 50 Hz이다. 100π를 그대로 주파수 계수로 읽거나 2π로 나누지 않으면 이런 오답이 나온다.
④ X: 10,000 Hz가 아니라 50 Hz이다. 10,000은 반송파 항의 계수 일부를 잘못 읽은 값일 뿐 최대 주파수 편이가 아니다. 반송파 주파수는 $10000\pi = 2\pi \cdot 5000$에서 5000 Hz이고, 편이는 적분항 계수로 따로 구한다.

오답 포인트

반송파 항 $10000\pi t$와 주파수 편이를 정하는 적분항 $100\pi\int x(\tau)d\tau$를 섞으면 오답이 된다. 또 FM 식의 계수 비교에서 100π를 반드시 2π로 나누어 k_f를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

FM 식이 보이면 먼저 $2\pi f_c t$와 $2\pi k_f\int x(t)dt$를 분리해서 본다. 그다음 적분항 계수로 k_f를 구하고, 마지막에 입력 신호의 최대진폭을 곱해 최대 주파수 편이를 판단한다.

암기 포인트

FM 최대 주파수 편이는 적분항 계수에서 읽은 k_f에 입력 최대진폭을 곱한 값이다.

NoteBase

문 20. X는 송신기에서 전송되는 값이며, N은 전송 채널에서 발생하는 가산성 잡음이다. 이때, X와 N은 서로 독립이며, 각각 $-1 \le X \le 1$, $-1 \le N \le 1$의 범위에서 균일 확률밀도함수(uniform probability density function)를 갖는 연속랜덤변수이다. 수신기에서 수신되는 신호가 $Y = X + N$일 때, Y의 확률밀도함수는?

① f_Y(y)=cases(1+y)/(2), & for -1<y≤ 0 \ (1-y)/(2), & for 0<y≤ 1 \ 0, & otherwisecases

② f_Y(y)=cases(2+y)/(2), & for -2<y≤ 0 \ (2-y)/(2), & for 0<y≤ 2 \ 0, & otherwisecases

③ f_Y(y)=cases(1+y)/(4), & for -1<y≤ 0 \ (1-y)/(4), & for 0<y≤ 1 \ 0, & otherwisecases

④ f_Y(y)=cases(2+y)/(4), & for -2<y≤ 0 \ (2-y)/(4), & for 0<y≤ 2 \ 0, & otherwisecases

정답 4번

출제 포인트

독립인 두 균일분포 $U(-1, 1)$의 합 $Y = X + N$의 확률밀도함수를 합성곱으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $X \sim U(-1, 1)$, $N \sim U(-1, 1)$, X와 N은 서로 독립이다.
구해야 할 값: $Y = X + N$의 확률밀도함수 $f_Y(y)$이다.
주의할 조건: 두 변수의 합이므로 지지구간은 $-2 \le y \le 2$로 넓어지고, 밀도는 겹치는 구간 길이에 비례하는 삼각형 모양이 된다.

사용할 공식

$f_Y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_X(x) f_N(y - x) dx$
이 공식을 쓰는 이유: 서로 독립인 두 연속확률변수의 합의 밀도는 각 밀도의 합성곱으로 구해지기 때문이다.

계산 과정

1. f_X(x)=f_N(x)=12 for -1≤ x≤1이고, 그 밖에서는 0이다.
2. 따라서 f_Y(y)= ∫ f_X(x)f_N(y-x) dx=14×([-1,1][y-1,y+1]의 길이)
가 된다.
3. -2<y≤0에서는 겹치는 길이가 $2 + y$, 0<y≤2에서는 겹치는 길이가 $2 - y$이므로
f_Y(y)= cases (2+y)/(4), & -2<y≤0 ; (2-y)/(4), & 0<y≤2 ; 0, & otherwise cases
가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X이다. 지지구간을 -1<y≤1로 잡아 합분포의 범위를 절반으로 잘못 줄였고, 전체 적분값도 1이 되지 않는다. 틀린 표현은 'for -1<y≤0, for 0<y≤1'이며, 올바르게는 'for -2<y≤0, for 0<y≤2'이다.
② X이다. 지지구간은 맞지만 분모가 2라서 전체 적분값이 2가 되어 확률밀도함수가 될 수 없다. 틀린 표현은 '$(2+y)/2$', '$(2-y)/2$'이며, 올바르게는 '$(2+y)/4$', '$(2-y)/4$'이다.
③ X이다. 분모 4는 맞지만 지지구간을 다시 -1<y≤1로 잘못 줄였다. 합분포는 중앙부만 남는 것이 아니라 -2부터 2까지 퍼진다. 틀린 표현은 'for -1<y≤0, for 0<y≤1'이며, 올바르게는 'for -2<y≤0, for 0<y≤2'이다.
④ O이다. -2<y≤0에서 $(2+y)/4$, 0<y≤2에서 $(2-y)/4$가 되어 지지구간, 기울기, 정규화가 모두 맞는 삼각형 밀도함수이다.

오답 포인트

원래 균일분포의 구간 $[-1, 1]$을 합분포에도 그대로 쓰거나, 두 밀도 $12\times12=14$를 놓쳐 분모를 2로 쓰는 실수가 자주 나온다. 이 문제는 '구간은 끝점끼리 더해지고, 높이는 겹치는 길이에 14를 곱해 정해진다'는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 독립 균일분포의 합을 보면 먼저 가능한 합의 범위를 끝점끼리 더해 지지구간을 정하고, 그다음 합성곱에서 교집합 길이에 14를 곱해 삼각형 밀도를 만든다.

암기 포인트

$U(-1, 1)$ 두 개의 합은 가운데가 가장 높은 삼각형 분포가 되며, 지지구간은 $[-2, 2]$로 넓어진다.

NoteBase