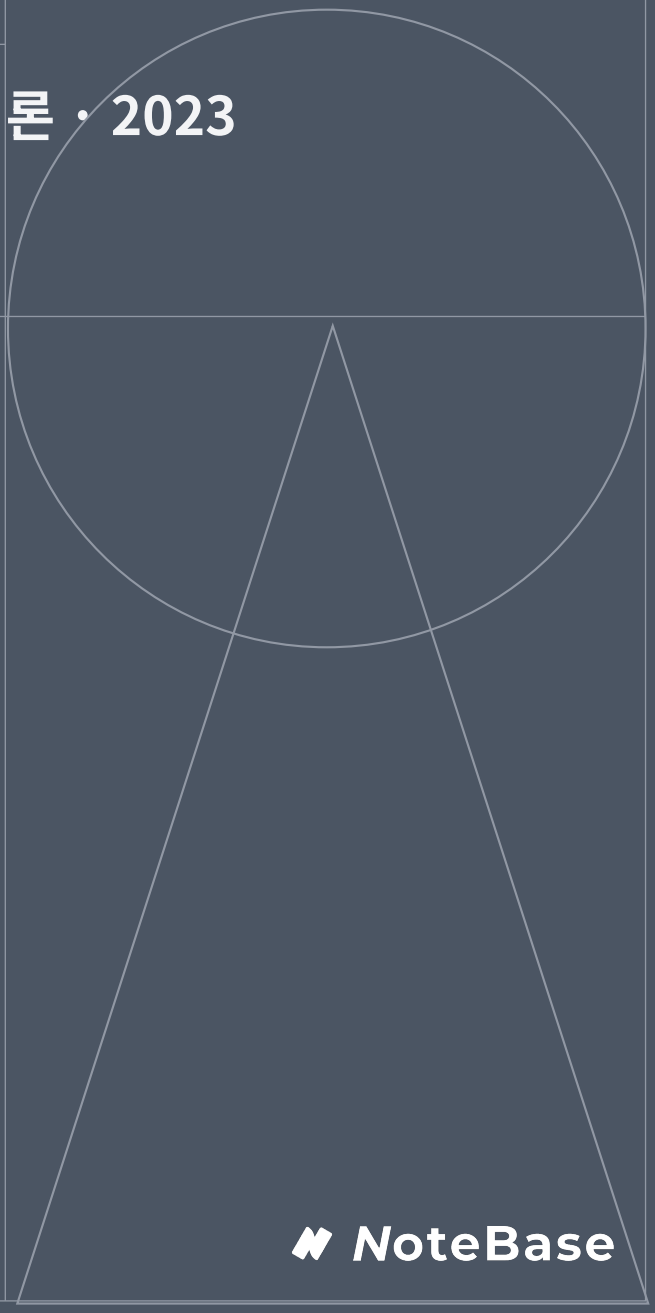
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2023

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2023

문 1. 입력신호 $x(t)$에 대한 시스템의 출력이 $y(t) = 2x(t)$일 때, $x(t)$의 스펙트럼이 갖는 주파수 f의 범위[Hz]가 $-W \le f \le W$일 경우, $y(t)$의 스펙트럼이 갖는 주파수 범위[Hz]는? (단, $W \neq 0$이다)

① $-W \le f \le W$

② $-2W \le f \le 2W$

③ $-3W \le f \le 3W$

④ $-4W \le f \le 4W$

정답 1번

간단한 해설

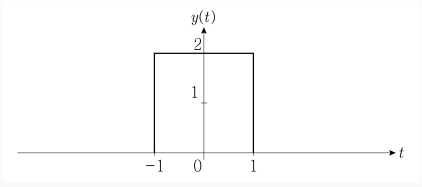
신호에 상수 2를 곱하면 **각 주파수 성분의 크기만 2배**가 되고 주파수는 바뀌지 않는다. 따라서 출력 스펙트럼의 주파수 범위도 $-W \le f \le W$ Hz이다.

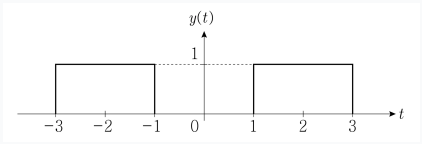
공통 해설

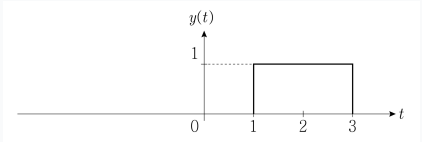
입력과 출력의 푸리에 변환을 각각 $X(f)$, $Y(f)$라 하면, 푸리에 변환의 선형성에 의해 $y(t) = 2x(t)$는 $Y(f) = 2X(f)$에 대응한다. 여기서 2는 시간 변수 t가 아니라 **신호의 진폭에 곱해진 상수**이다. 따라서 각 주파수 성분의 크기는 2배가 되지만 성분이 위치하는 주파수는 변하지 않는다. 특히 $X(f) = 0$인 곳에서는 $Y(f) = 0$이고, $X(f)$가 0이 아닌 곳에서는 $Y(f)$도 0이 아니므로 두 스펙트럼이 차지하는 주파수 범위는 같다. 출력의 주파수 범위는 $-W \le f \le W$ Hz이며, 범위의 양 끝을 2배·3배·4배로 넓힐 근거는 없다.

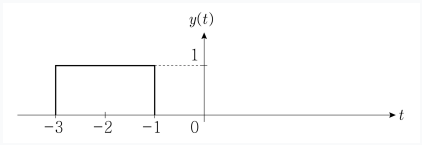
NoteBase

문 2. 신호 $x(t) = u(t+1) - u(t-1)$를 임펄스 응답이 $h(t) = \delta(t+2) + \delta(t-2)$인 선형 시불변 시스템에 입력하였을 때, 출력신호 $y(t) = x(t) * h(t)$는? (단, $u(t)$는 단위 계단 함수, $\delta(t)$는 단위 임펄스 함수, $*$는 컨볼루션 연산이다)

① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

간단한 해설

단위 임펄스와의 컨볼루션은 입력 신호를 **임펄스가 놓인 시각만큼 이동**시킨다. 출력은 $y(t) = x(t+2) + x(t-2)$이므로, $-3 < t < -1$과 $1 < t < 3$에서 높이가 각각 1인 두 직사각형 펄스가 나타난다.

NoteBase

계산 과정

입력 신호: $x(t) = u(t+1) - u(t-1)$은 $t = -1$에서 1만큼 올라가고 $t = 1$에서 1만큼 내려간다. 따라서 $-1 < t < 1$에서 높이가 1이고 그 밖에서는 0인, 폭 2의 직사각형 펄스이다.

컨볼루션 적용: 단위 임펄스의 시간 이동 성질에 따라 $x(t) * \delta(t-a) = x(t-a)$이다. 즉 임펄스의 위치가 a이면 입력을 a만큼 이동시킨다. 컨볼루션의 분배법칙을 적용하면 $y(t) = x(t+2) + x(t-2)$이다.

왼쪽 펄스: $\delta(t+2)$는 $t = -2$에 있으므로 $x(t+2)$는 입력을 **왼쪽으로 2만큼 이동**한 신호이다.
$x(t+2) = u(t+3) - u(t+1)$이므로 $-3 < t < -1$에서 높이가 1이다.

오른쪽 펄스: $\delta(t-2)$는 $t = 2$에 있으므로 $x(t-2)$는 입력을 **오른쪽으로 2만큼 이동**한 신호이다.
$x(t-2) = u(t-1) - u(t-3)$이므로 $1 < t < 3$에서 높이가 1이다.

출력 파형: 두 펄스는 **서로 겹치지 않으므로** 높이가 2로 더해지는 구간이 없다. 출력은 $-3 < t < -1$과 $1 < t < 3$에서 각각 1이고, 두 펄스 사이와 바깥에서는 0이다. 이는 ②의 두 직사각형 펄스와 일치한다.

NoteBase

문 3. 이산(discrete) 신호 $\{14, 2\sqrt{10}, 14, 12\}$의 rms(root mean square) 값은?

① 10

② 11

③ 12

④ 13

정답 3번

간단한 해설

rms는 각 신호값을 **제곱한 값의 평균에 제곱근**을 취한 값이다. 네 값의 제곱평균이 144이므로 rms는 12이다.

계산 과정

rms는 신호값을 제곱하여 평균한 뒤 제곱근을 취한 값이다. 신호값을 x_k, 신호값의 개수를 N이라 하면 $x_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} x_k^2}$ 이다. 주어진 네 값을 동일한 비중으로 평균하므로 N = 4이다.

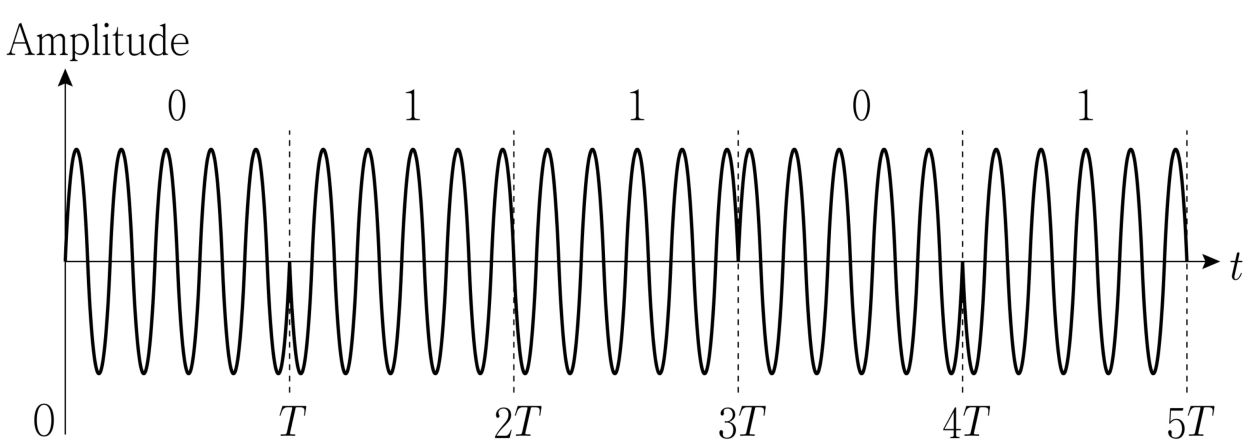
각 값을 제곱하면 $14^2 = 196$, $(2\sqrt{10})^2 = 40$, $14^2 = 196$, $12^2 = 144$이다. 따라서 제곱합은 196 + 40 + 196 + 144 = 576이다.

제곱합을 **신호값의 개수인 4로 나누면** 제곱평균은 $\frac{576}{4} = 144$이다. 이 값은 rms 자체가 아니라 신호값을 제곱한 것들의 평균이다.

마지막으로 제곱근을 취하면 $x_{\text{rms}} = \sqrt{144} = 12$이다. 따라서 rms 값은 12로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 4. 디지털 데이터 {0,1,1,0,1}를 심볼당 1비트로 전송하기 위해 그림과 같이 변조하였을 때, 사용된 변조 방식은? (단, T는 심볼 길이이다)



① ASK

② FSK

③ PSK

④ OOK

정답 3번

간단한 해설

그림에서는 반송파의 진폭과 주파수는 일정하고, 0과 1이 바뀔 때 **위상이 180° 반전**된다. 이처럼 데이터에 따라 반송파의 위상을 바꾸는 방식이 PSK이다.

도식 해설

파형의 크기와 간격: 세로축은 진폭, 가로축은 시간이며, T마다 한 비트를 전송한다. 다섯 심볼 구간 모두 파형의 최대 크기와 진동 간격이 같으므로 **진폭과 주파수는 일정**하다.

비트 경계의 변화: 데이터가 0에서 1로 바뀌는 T와 4T, 1에서 0으로 바뀌는 3T에서 **위상이 180° 반전**된다. 이는 같은 반송파의 부호를 뒤집은 것과 같다. 반면 1이 연속되는 두 구간의 경계인 2T에서는 위상이 유지된다.

변조 방식의 식별: PSK는 디지털 데이터에 따라 반송파의 위상을 바꾸는 위상 편이 변조이다. 그림은 심볼당 1비트를 두 위상으로 표현하므로 이진 PSK(BPSK)에 해당한다. ASK는 진폭, FSK는 주파수를 바꾸어 데이터를 구별하며, OOK는 반송파를 켜거나 끄는 방식이다. 그림은 두 비트 모두 반송파가 존재하고 크기와 진동 간격도 같으므로 이들 방식과 구별된다.

NoteBase

문 5. 정수 n에서만 값을 갖는 이산(discrete) 신호 $x[n] = e^{j\frac{7\pi}{3}n}$의 주기(period)는?

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 4번

간단한 해설

이산 신호의 주기는 신호를 반복시키는 **최소 양의 정수 간격**이다. 위상 증가량이 2π의 정수배가 되어야 하므로 $7N = 6k$를 만족하는 최소 양의 정수 주기는 6이다.

계산 과정

주기 조건: 이산 신호의 주기 N은 모든 정수 n에 대해 $x[n+N] = x[n]$을 만족하는 **양의 정수**이다. 주어진 복소지수 신호에서는 $x[n+N] = x[n]e^{j\frac{7\pi}{3}N}$이므로, 반복되려면 $e^{j\frac{7\pi}{3}N} = 1$이어야 한다. 즉 위상 증가량이 2π의 정수배가 되어야 한다.

최소 주기 계산: 정수 k에 대해 $\frac{7\pi}{3}N = 2\pi k$이므로 $7N = 6k$이다. 7과 6은 서로소이므로 이 식을 만족하는 양의 정수 N은 **6의 배수**이다. 가장 작은 값은 $N = 6$이며, 이때 $k = 7$로 위상이 일곱 바퀴 돌아 처음 값으로 되돌아온다. 반면 $N = 3$이면 위상 증가량이 7π이므로 신호의 부호가 반전되어 반복 조건을 만족하지 않는다.

따라서 기본주기는 6이며, 이는 ④의 값과 일치한다. 시간 단위가 주어지지 않았으므로 초가 아니라 이산 인덱스 6칸의 간격을 뜻한다.

NoteBase

문 6. 주파수가 1 [Hz]인 연속 코사인 신호를 4 [Hz]의 주파수로 샘플링했을 때, 샘플링된 신호의 주파수 스펙트럼 성분에 포함되지 않는 주파수 [Hz]는?

① −1

② 1

③ 2

④ 3

정답 3번

간단한 해설

코사인 신호의 스펙트럼은 ±1 Hz에 있고, 샘플링하면 이 성분들이 **4 Hz 간격으로 반복**된다. 따라서 스펙트럼 성분은 $f = 4k \pm 1$ Hz(k는 정수)에만 존재하므로 **2 Hz는 포함되지 않는다**.

계산 과정

원래 신호의 성분: 주파수가 1 Hz인 코사인 신호는 양의 주파수 1 Hz와 음의 주파수 −1 Hz에 스펙트럼 성분을 갖는다. 코사인은 서로 반대 방향의 두 복소지수 성분으로 표현되므로 **음의 주파수 성분도 포함**한다.

샘플링 후의 성분: 이상적인 주기적 샘플링은 원래 스펙트럼을 샘플링 주파수 간격으로 복제한다. 원래 주파수를 f_0, 샘플링 주파수를 f_s라 하면 성분의 위치는 $f = kf_s \pm f_0$(k는 정수)이다. 주어진 $f_0 = 1$ Hz, $f_s = 4$ Hz를 대입하면 $f = 4k \pm 1$ Hz이다. 여기서 k는 스펙트럼이 4 Hz 간격으로 얼마나 이동했는지를 나타내는 정수이다.

선택지와의 대응: k = 0이면 −1 Hz와 1 Hz가 나타나고, k = 1이면 3 Hz와 5 Hz가 나타난다. 전체 성분의 위치는 …, −5, −3, −1, 1, 3, 5, … Hz로 **홀수 Hz 위치에만 존재**한다. 따라서 선택지의 −1 Hz, 1 Hz, 3 Hz는 포함되지만 2 Hz는 포함되지 않으며, 이는 ③에 해당한다.

NoteBase

문 7. 필터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 이상적인 저역통과 필터는 인과(causal) 시스템이므로 실현 가능하다.

② 주파수 선택 필터는 저역통과, 고역통과, 대역통과, 대역차단 필터 등으로 분류된다.

③ 시간지연된 임펄스 응답을 갖는 이상적인 저역통과 필터의 위상 응답은 통과대역 내의 주파수에 따라 선형적으로 변한다.

④ 이상적인 필터는 통과대역에서 진폭 응답은 0이 아닌 상수 값을 갖고, 억제 대역에서는 이득이 0이다.

정답 1번

간단한 해설

이상적인 저역통과 필터의 임펄스 응답은 음의 시간에도 존재하므로 **비인과 시스템**이다. 따라서 미래의 입력까지 필요하여 실시간으로 정확히 실현할 수 없다.

선지별 해설

① X: 인과적인 선형 시불변 시스템은 입력이 가해지기 전에는 반응하지 않아야 하므로, 임펄스 응답은 $t < 0$에서 $h(t) = 0$이어야 한다. 이상적인 저역통과 필터의 임펄스 응답은 sinc 함수 형태로 음의 시간과 양의 시간 양쪽에 무한히 이어진다. 따라서 **비인과 시스템이므로 실시간으로 정확히 실현할 수 없다**. 유한한 시간만큼 지연시켜도 음의 시간 쪽 응답을 모두 없앨 수는 없다.

② O: 주파수 선택 필터는 **어느 주파수 대역을 통과시키거나 차단하는지**에 따라 분류한다. 저역통과 필터는 낮은 주파수 대역을, 고역통과 필터는 높은 주파수 대역을 통과시킨다. 대역통과 필터는 특정 대역을 통과시키며, 대역차단 필터는 특정 대역을 차단한다.

③ O: 임펄스 응답을 t_d만큼 지연시키면 푸리에 변환의 시간지연 성질에 따라 주파수 응답에 $e^{-j\omega t_d}$가 곱해진다. 통과대역의 진폭 이득을 양의 상수 A로 두면 $H(\omega) = Ae^{-j\omega t_d}$이고, 위상 응답은 $\phi(\omega) = -\omega t_d$로 나타낼 수 있다. 여기서 ω는 각주파수이며, 위상은 **주파수에 대해 선형적으로 변한다**. 이는 통과대역의 각 주파수 성분이 동일한 시간만큼 지연됨을 뜻한다.

④ O: 이상적인 필터는 통과대역의 모든 주파수 성분에 **동일한 0이 아닌 진폭 이득**을 적용하고, 억제 대역의 성분은 완전히 제거한다. 따라서 통과대역에서 진폭 응답은 일정한 상수이고, 억제 대역에서는 이득이 0이다.

NoteBase

문 8. 서로 통계적 독립(statistically independence)인 두 랜덤변수 X와 Y가 각각 $0 \le x \le 2$와 $1 \le y \le 5$ 범위에서 균일하고 그 이외에는 0인 확률밀도함수 $f_X(x), f_Y(y)$를 가질 때, X와 Y에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① f_X(x)=cases(1)/(2),&0≤ x≤ 2\\0,&otherwisecases, f_Y(y)=cases(1)/(4),&1≤ y≤ 5\\0,&otherwisecases이다.

② X의 평균은 1이고, 분산은 $\frac{1}{3}$이다.

③ $Y > 2$인 확률은 $\frac{3}{4}$이다.

④ $X + Y$의 평균은 3이다.

정답 4번

간단한 해설

확률변수 합의 평균은 **각 평균의 합**이다. 균일분포의 평균은 구간의 중점이므로 $E[X] = 1$, $E[Y] = 3$이며, $E[X + Y] = 4$이다.

선지별 해설

① O: 균일분포에서는 주어진 구간 안의 확률밀도가 일정하고, 밀도함수 아래의 전체 넓이가 1이어야 한다. 따라서 밀도는 **구간 길이의 역수**이다. X는 구간 길이가 2이므로 $0 \le x \le 2$에서 $f_X(x) = \frac{1}{2}$이고, Y는 구간 길이가 4이므로 $1 \le y \le 5$에서 $f_Y(y) = \frac{1}{4}$이다. 각 구간 밖에서는 밀도가 0이다.

② O: 구간 $[a, b]$의 연속균일분포에서 평균은 $\frac{a+b}{2}$, 분산은 $\frac{(b-a)^2}{12}$이다. 평균은 구간의 중점이고, 분산은 값들이 평균 주변에 퍼진 정도를 나타낸다. X에 적용하면 $E[X] = \frac{0+2}{2} = 1$, $\mathrm{Var}(X) = \frac{(2-0)^2}{12} = \frac{1}{3}$이다.

③ O: 연속확률변수의 구간 확률은 그 구간에서 **밀도함수 아래의 넓이**이다. $Y > 2$에 해당하는 부분은 Y의 분포 구간 중 2에서 5까지이므로, $P(Y > 2) = (5 - 2) \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$이다. 연속분포에서는 한 점의 확률이 0이므로 경계값 2를 포함하는지는 결과에 영향을 주지 않는다.

④ X: Y의 평균은 $E[Y] = \frac{1+5}{2} = 3$이다. 기댓값의 선형성에 따라 $E[X + Y] = E[X] + E[Y] = 1 + 3 = 4$ 이므로, 합의 평균은 3이 아니라 **4**이다. 평균을 더하는 이 관계는 두 확률변수의 독립 여부와 관계없이 성립한다.

NoteBase

문 9. 롤오프(roll-off) 인수가 r인 상승 여현 펄스 정형(raised cosine pulse shaping) 필터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① r이 커질수록 필터의 대역폭이 증가한다.

② r이 작아질수록 필터의 스펙트럼 차단 특성이 완만해진다.

③ r이 커질수록 필터의 임펄스 응답(impulse response)의 부엽(sidelobe) 크기가 줄어든다.

④ r이 0일 때, 이상적인 싱크(sinc) 펄스 정현 필터와 같다.

정답 2번

간단한 해설

롤오프 인수 r이 작아질수록 통과대역에서 저지대역으로 넘어가는 **천이대역이 좁아진다**. 따라서 스펙트럼 차단 특성은 완만해지는 것이 아니라 **더 급격해진다**.

선지별 해설

상승 여현 필터의 롤오프 인수는 최소 필요 대역폭에 비해 얼마나 여유 대역폭을 둘지를 나타낸다. 심벌 주기를 T라 하면 $0 \le r \le 1$이며, 같은 심벌 주기에서 r에 따른 주파수 응답과 시간 응답의 변화를 비교한다.

① O: 양의 주파수 쪽에서 신호가 차지하는 기저대역 대역폭은 $B = \frac{1+r}{2T}$이다. 최소 대역폭 $\frac{1}{2T}$에 여유 대역폭 $\frac{r}{2T}$가 더해지므로, r이 커질수록 **필요 대역폭이 증가한다**.

② X: 주파수 응답이 감소하는 천이구간은 $\frac{1-r}{2T}$부터 $\frac{1+r}{2T}$까지이며, 그 폭은 $\frac{r}{T}$이다. 따라서 r이 작아지면 더 좁은 주파수 구간에서 응답이 0까지 떨어져 **차단 특성이 더 급격해진다**. '완만해진다'는 r이 커질 때의 변화이다.

③ O: 부엽은 임펄스 응답의 중심에 있는 주펄스 양옆의 작은 진동 부분이다. r을 크게 하면 주파수 응답의 천이가 부드러워지고, 시간 영역에서는 주펄스 주변의 잔진동이 억제되어 **부엽 크기가 전반적으로 줄어든다**. 이는 더 넓은 대역폭을 사용하는 대신 얻는 특성이다.

④ O: $r = 0$이면 천이대역 폭이 0이 되어 주파수 응답이 직사각형인 이상적인 저역통과 필터가 된다. 이 응답을 역푸리에 변환하면 **싱크(sinc) 형태의 임펄스 응답**을 얻는다. 중심값을 1로 정규화하면 $h(t) = \frac{\sin(\pi t/T)}{\pi t/T}$이며, $t = 0$에서의 값은 극한으로 1이다.

NoteBase

문 10. 두 랜덤변수 X와 Y에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, X와 Y 각각의 평균은 0이 아니다)

① X+Y의 평균은 X와 Y 각각의 평균의 합보다 항상 크다.

② XY의 평균은 YX의 평균과 같지 않을 수 있다.

③ X와 Y가 모두 양의 값을 가질 경우 $\frac{X}{Y}$의 평균은 양수이다.

④ X와 Y의 공분산(covariance)은 XY의 평균과 동일하다.

정답 3번

간단한 해설

X와 Y가 모두 양수이면 각 경우의 비율 $\frac{X}{Y}$도 양수이다. 따라서 이 비율을 확률에 따라 가중 평균한 **기댓값도 양수**이다.

선지별 해설

랜덤변수의 평균은 기댓값을 뜻하며, X의 평균을 $E[X]$로 쓴다. 아래 관계식은 해당 기댓값과 공분산이 존재하는 경우에 적용한다.

① X: 기댓값에는 **선형성**이 성립하므로 $E[X+Y]=E[X]+E[Y]$이다. 합의 평균은 각 평균의 합보다 큰 것이 아니라 서로 같다. 이 관계에는 X와 Y가 독립이라는 조건이 필요하지 않다.

② X: 실수값 랜덤변수의 곱은 **곱셈의 교환법칙**에 따라 각 경우마다 $XY=YX$이다. 두 곱이 같은 값을 가지므로 평균도 $E[XY]=E[YX]$로 같다.

③ O: X와 Y가 모두 양수이면 분모가 0이 아니며 $\frac{X}{Y}>0$이다. 기댓값은 가능한 값들을 확률에 따라 가중 평균한 것이므로, **양수인 비율의 평균도 양수**이다. X와 Y가 독립일 필요는 없다.

④ X: 공분산은 두 변수의 곱 자체가 아니라 **각 평균에서 벗어난 편차들의 곱**을 평균한 값이다. 이를 전개하면 $\mathrm{Cov}(X,Y)=E[XY]-E[X]E[Y]$이다. 문제에서 두 평균은 각각 0이 아니므로 $E[X]E[Y]\neq 0$이며, 공분산은 $E[XY]$와 같지 않다.

NoteBase

문 11. 최대 주파수가 5 [kHz]로 대역 제한된 아날로그 신호를 표본화할 때, 원래의 신호로 정상 복원이 가능한 최대 표본화 주기 [μsec]는?

① 10

② 20

③ 100

④ 200

정답 3번

간단한 해설

대역 제한 신호의 나이퀴스트 표본화 주파수는 **최대 신호 주파수의 2배**이므로 최소 표본화 주파수는 10 kHz이다. 표본화 주기는 주파수의 역수이므로 최대 표본화 주기는 **100 μs**이다.

계산 과정

복원 조건: 최대 신호 주파수를 f_m, 표본화 주파수를 f_s, 표본화 주기를 T_s라 한다. 이상적인 표본화·복원에서 나이퀴스트 한계 조건은 $f_s \geq 2f_m$이다. 이보다 낮은 주파수로 표본화하면 반복된 신호 스펙트럼이 겹치는 앨리어싱이 발생하여 원래 신호를 정상적으로 복원할 수 없다.

최소 표본화 주파수: 주어진 최대 주파수는 5 kHz = 5,000 Hz이다. 따라서 $f_{s,\,\min} = 2 \cdot 5{,}000 = 10{,}000\text{Hz}$ 이다. 이는 1초에 최소 10,000번 표본화하는 나이퀴스트 한계에 해당한다.

최대 표본화 주기: 표본화 주기는 표본 사이의 시간 간격이며 $T_s = \frac{1}{f_s}$이다. 따라서 **표본화 주파수가 최소일 때 주기는 최대**가 된다. $T_{s,\,\max} = \frac{1}{10{,}000}$s이므로 0.0001초이다. 1초 = 1,000,000 μs를 적용하면 0.0001 × 1,000,000 = 100 μs이다.

최대 표본화 주기는 100 μs이며, ③의 100에 해당한다.

NoteBase

문 12. 기본 주파수가 f_0인 신호 $x(t) = 2\cos(2\pi f_0 t) - 4\sin(6\pi f_0 t)$를 복소지수함수 형식의 푸리에 급수 x(t)=Σ_n=-∞^∞X_ne^j2π nf_0t로 나타낼 때, 푸리에 계수 X_n에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① $X_1 = 1$이다.

② $X_3 = 2j$이다.

③ Σ_n=-∞^∞X_n=0이다.

④ 모든 n에 대해 $X_n + X_{-n}$은 실수이다.

정답 3번

간단한 해설

푸리에 계수의 합은 급수에 **t = 0을 대입한 신호값**이다. 이때 모든 복소지수항이 1이므로 $\sum_{n=-\infty}^{\infty} X_n = x(0) = 2$이며, 0이 아니다.

선지별 해설

$\theta = 2\pi f_0 t$로 놓으면 주어진 신호는 $x(t) = 2\cos\theta - 4\sin 3\theta$이다. 복소지수형 푸리에 계수 X_n은 각 $e^{jn\theta}$ 앞의 계수이며, $j^2 = -1$이다.

① O: 오일러 공식으로 $2\cos\theta = e^{j\theta} + e^{-j\theta}$이다. **양·음의 기본 주파수 성분**에 각각 계수 1이 붙으므로 $X_1 = X_{-1} = 1$이다.

② O: $\sin 3\theta = \frac{e^{j3\theta} - e^{-j3\theta}}{2j}$이고 $1/j = -j$이므로, $-4\sin 3\theta = 2je^{j3\theta} - 2je^{-j3\theta}$이다. 따라서 $X_3 = 2j$, $X_{-3} = -2j$이며, **사인항 앞의 음수 부호**를 반영해야 한다.

③ X: 위에서 구한 네 계수 외에는 모두 0이므로 $\sum_{n=-\infty}^{\infty} X_n = 1 + 1 + 2j - 2j = 2$이다. 급수에 t = 0을 대입해도 모든 복소지수항이 1이 되어 같은 결과를 얻는다. **전체 계수의 합**은 $x(0) = 2$이며, 신호의 한 주기 평균을 나타내는 직류 계수 $X_0 = 0$과 구별해야 한다.

④ O: 주어진 신호는 실수 신호이므로 푸리에 계수에 **켤레대칭 관계** $X_{-n} = X_n^*$가 성립한다. 별표는 복소켤레를 뜻하며, $X_n + X_{-n} = 2\mathrm{Re}(X_n)$이므로 모든 정수 n에 대해 합은 실수이다. 실제로 $n = \pm 1$일 때는 2, $n = \pm 3$일 때와 나머지 n에서는 0이다.

NoteBase

문 13. WPAN(Wireless Personal Area Network)에 포함되는 기술 또는 표준이 아닌 것은?

① Bluetooth

② GSM

③ ZigBee

④ UWB

정답 2번

간단한 해설

GSM은 기지국과 이동 단말 사이의 통신을 지원하는 **2세대 셀룰러 이동통신 표준**이다. 개인 주변 기기를 근거리에서 연결하는 WPAN에 속하지 않는다.

공통 해설

WPAN은 개인 주변의 기기들을 가까운 거리에서 무선으로 연결하는 통신망이다. Bluetooth·ZigBee·UWB는 이러한 **근거리 기기 간 연결**에 쓰이는 기술이므로 WPAN 기술에 포함된다.

GSM은 **기지국을 중심으로 셀을 구성**하여 이동 단말에 통신 서비스를 제공하는 2세대 디지털 이동통신 표준이다. 여러 셀을 연결하여 넓은 지역에 이동통신 서비스를 제공하므로, 개인 주변 기기 간 연결을 위한 WPAN 기술로 분류하지 않는다.

NoteBase

문 14. 네트워크의 물리적 접속 형태에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 링형 - 각 장치는 바로 이웃하는 장치에만 연결되어 있다.

② 성형 - 한 링크의 장애가 전체 네트워크를 사용할 수 없게 하는 형태이다.

③ 그물형 - 네트워크상의 모든 장치가 다른 장치에 대해 점대점 링크를 갖는다.

④ 버스형 - 하나의 긴 케이블이 네트워크상의 모든 장치를 연결하는 백본 네트워크 역할을 한다.

정답 2번

간단한 해설

성형에서는 각 장치가 중앙 장치와 개별 링크로 연결되므로, **한 링크의 장애는 해당 장치의 통신에만 영향**을 준다. 전체 네트워크가 영향을 받는 것은 중앙 장치가 고장 난 경우이다.

선지별 해설

① O: 링형은 각 장치가 **양쪽의 이웃 장치와 연결되어 폐회로**를 이루는 구조이다. 이웃하지 않은 장치와 통신할 때에는 중간 장치들을 거쳐 데이터를 전달한다.

② X: 성형은 각 장치가 중앙의 허브나 스위치에 별도의 링크로 연결되는 구조이다. 한 링크가 고장 나면 **그 링크에 연결된 장치만 통신할 수 없게 되고**, 다른 장치들은 정상적으로 통신할 수 있다. 전체 네트워크의 통신이 중단되는 것은 중앙 장치가 고장 난 경우이다.

③ O: 모든 장치 쌍 사이에 **전용 점대점 링크**를 두는 구조는 완전 그물형이다. 각 장치는 다른 모든 장치와 직접 연결되며, 선지는 이러한 완전 연결 구조를 설명한다.

④ O: 버스형은 모든 장치가 **하나의 공통 케이블을 공유**하는 구조이다. 이 케이블이 데이터를 전달하는 백본 역할을 하며, 각 장치는 여기에 접속하여 통신한다.

NoteBase

문 15. 균일 양자화기에서 양자화 비트수가 3비트 증가할 때, 양자화 구간 폭(quantization step size)과 신호 대 양자화 잡음비(SQNR, Signal to Quantization Noise Ratio)의 변화는? (단, 신호의 진폭 범위는 동일하다고 가정한다)

① 양자화 구간 폭: $\frac{1}{3}$배로 감소, 신호 대 양자화 잡음비: 약 12 [dB] 감소

② 양자화 구간 폭: $\frac{1}{3}$배로 감소, 신호 대 양자화 잡음비: 약 12 [dB] 증가

③ 양자화 구간 폭: $\frac{1}{8}$배로 감소, 신호 대 양자화 잡음비: 약 18 [dB] 감소

④ 양자화 구간 폭: $\frac{1}{8}$배로 감소, 신호 대 양자화 잡음비: 약 18 [dB] 증가

정답 4번

간단한 해설

양자화 비트수가 3비트 늘면 양자화 레벨 수가 **8배**가 되어, 같은 진폭 범위를 나누는 구간 폭은 $\frac{1}{8}$배가 된다. 양자화 잡음 전력은 구간 폭의 제곱에 비례하므로 줄어들고, SQNR은 **약 18 dB 증가**한다.

계산 과정

1. 양자화 구간 폭: 기존 비트수를 n, 신호의 전체 진폭 범위를 R이라 하면 양자화 레벨 수는 $L = 2^n$, 구간 폭은 $\Delta = \frac{R}{2^n}$이다. 비트수가 3비트 늘면 레벨 수는 $2^{n+3} = 8 \cdot 2^n$이 된다. **진폭 범위는 그대로**이므로 새 구간 폭은 $\Delta' = \frac{R}{2^{n+3}} = \frac{\Delta}{8}$이다.

2. 양자화 잡음 전력: 과부하가 없는 균일 양자화의 표준 잡음 모형에서는 양자화 오차를 $-\frac{\Delta}{2}$에서 $\frac{\Delta}{2}$ 사이에 균일하게 분포한다고 보며, 잡음 전력은 $P_q = \frac{\Delta^2}{12}$이다. 따라서 구간 폭이 $\frac{1}{8}$배가 되면 잡음 전력은 $\frac{P_q'}{P_q} = \left(\frac{1}{8}\right)^2 = \frac{1}{64}$이 된다. 구간 폭의 감소와 달리 **잡음 전력은 제곱 비율로 감소**한다.

3. SQNR 변화: SQNR은 신호 전력을 양자화 잡음 전력으로 나눈 값이다. 같은 입력 신호에서 신호 전력은 일정하고 잡음 전력만 $\frac{1}{64}$배가 되므로 SQNR은 64배가 된다. 전력비의 dB 환산에는 $10\log_{10}$을 사용하므로, 증가량은 $10\log_{10} 64 \approx 18.06\text{dB}$이다.

양자화 구간 폭은 $\frac{1}{8}$배로 감소하고 SQNR은 약 18 dB 증가하므로 ④의 변화와 일치한다.

NoteBase

문 16. 임펄스 응답이 $h(t)$인 선형 시불변 시스템에 $x(t)$를 입력하여 출력 $y(t)$를 얻었을 때, 주파수 응답 $H(f)$를 구하는 방법으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, $X(f)$와 $Y(f)$는 각각 $x(t)$와 $y(t)$의 푸리에 변환이고, $X(f) \neq 0$이다)

ㄱ. h(t)의 푸리에 변환을 구한다.
ㄴ. $\frac{Y(f)}{X(f)}$를 구한다.
ㄷ. 입력을 $x(t) = e^{j2\pi ft}$로 하여 $\frac{y(t)}{x(t)}$를 구한다.

① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

선형 시불변 시스템의 주파수 응답은 **임펄스 응답의 푸리에 변환**이며, 주파수 영역에서 입력에 곱해지는 계수이다. 특히 **복소지수 신호**를 입력하면 같은 주파수의 신호에 $H(f)$만 곱해져 출력되므로, 이때는 시간 영역의 출력과 입력의 비로도 구할 수 있다.

보기별 해설

ㄱ. O: 주파수 응답은 **임펄스 응답을 푸리에 변환한 것**이다. 따라서 $H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)e^{-j2\pi f\tau}d\tau$로 구한다. 이 식은 임펄스 응답에 포함된 각 주파수 성분을 나타낸다.

ㄴ. O: 선형 시불변 시스템의 출력은 입력과 임펄스 응답의 컨벌루션이므로 $y(t) = h(t) * x(t)$이다. 컨벌루션을 푸리에 변환하면 곱이 되어 $Y(f) = H(f)X(f)$가 성립한다. 문제에서 $X(f) \neq 0$이라고 했으므로 양변을 나누어 $H(f) = \frac{Y(f)}{X(f)}$를 얻는다.

ㄷ. O: 시험할 주파수를 f_0라 하고 $x(t) = e^{j2\pi f_0 t}$를 입력한다. 컨벌루션에 대입하면 $y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)e^{j2\pi f_0(t-\tau)}d\tau$이다. 여기서 $e^{j2\pi f_0 t}$를 적분 밖으로 꺼내면 남은 적분이 $H(f_0)$이므로 $y(t) = H(f_0)e^{j2\pi f_0 t}$가 된다. 즉 복소지수 신호는 **주파수는 유지되고 복소 계수만 곱해져** 출력된다. 입력이 0이 아니므로 $\frac{y(t)}{x(t)} = H(f_0)$이며, f_0를 바꾸어 각 주파수에서의 응답을 구할 수 있다. 일반적인 입력에서는 시간 영역의 출력과 입력의 비가 주파수 응답이 되는 것은 아니다.

ㄱ, ㄴ, ㄷ은 모두 주파수 응답을 구하는 방법이므로, 이들을 모두 포함한 ④에 해당한다.

NoteBase

문 17. 디지털 데이터를 압축하여 전송량을 줄이는 기법이며, 디지털 통신에서 전송 매체의 한정된 대역폭 특성을 극복하거나 사용자 용량을 증가시킬 목적으로 사용하는 것은?

① 인터리빙(interleaving)

② 라인코딩(line coding)

③ 채널코딩(channel coding)

④ 소스코딩(source coding)

정답 4번

간단한 해설

소스코딩은 정보원의 중복성을 줄여 데이터를 더 적은 비트로 표현하는 압축 과정이다. 전송해야 할 비트 수가 줄어들면 한정된 대역폭을 더 효율적으로 이용할 수 있다.

공통 해설

소스코딩(source coding)은 정보원에서 생성된 데이터를 효율적으로 표현하여 **전송에 필요한 비트 수를 줄이는** 과정이다. 데이터에 반복되거나 예측 가능한 부분이 있으면 그 중복성을 줄여 압축할 수 있다. 따라서 발문의 '디지털 데이터를 압축하여 전송량을 줄이는 기법'은 소스코딩을 뜻한다.

일정 시간 동안 보내야 할 비트 수가 줄면 필요한 비트율도 낮아진다. 다른 전송 조건이 같다면 사용 가능한 대역폭 안에서 더 많은 사용자의 데이터를 수용할 여유가 생긴다. 이는 전송 매체 자체의 대역폭을 늘리는 것이 아니라, **사용자당 필요한 전송량을 줄여** 한정된 대역폭을 효율적으로 사용하는 것이다.

NoteBase

문 18. 다음에서 설명하는 네트워크 공격 기법은?

네트워크상에 비정상적인 대규모 접속을 발생시켜 과부하를 유발하여 시스템의 중요 자원을 점거하고 사용 불가능한 상태로 만드는 공격 기법으로 정보 보호의 목적 중 가용성에 대한 공격의 일종으로 볼 수 있다.

① 분산 서비스 거부(DDoS)
② 스니핑(sniffing)
③ 스푸핑(spoofing)
④ 세션 하이재킹(session hijacking)

정답 1번

간단한 해설

대규모 접속으로 시스템 자원을 소모시켜 정상적인 서비스 이용을 막는 것은 **가용성을 침해하는 서비스 거부 공격**이다. DDoS는 이러한 공격을 여러 공격 지점에서 분산하여 수행하는 방식이다.

공통 해설

서비스 거부 공격은 서버의 처리 능력, 메모리, 네트워크 대역폭 등의 자원을 소모시켜 정상 이용자가 서비스를 이용하지 못하게 하는 공격이다. 가용성은 필요한 때에 시스템이나 서비스를 이용할 수 있는 성질이므로, 서비스 거부 공격은 **가용성을 침해**한다. 이 공격을 여러 공격 지점에서 분산하여 수행하는 것이 분산 서비스 거부(DDoS) 공격이다.

지문의 '비정상적인 대규모 접속', '과부하', '중요 자원 점거', '사용 불가능한 상태'는 접속 요청으로 자원을 소모시켜 서비스 제공을 방해하는 과정을 나타낸다. 따라서 지문은 분산 서비스 거부 공격의 서비스 마비 방식을 설명한다. 판단 기준은 정보를 엿보거나 신원을 위장하거나 기존 세션을 가로채는지가 아니라, **자원을 소모시켜 정상적인 이용을 막는지**이다.

NoteBase

문 19. 서로 일대일로 통신할 수 있는 10개의 기기가 있을 때, 모든 기기의 점대점 연결을 위해서 필요한 최소 링크 수는? (단, 각 링크는 전이중 (full duplex) 모드를 지원한다고 가정한다)

① 40

② 45

③ 50

④ 55

정답 2번

간단한 해설

전이중 링크는 두 기기의 양방향 통신을 지원하므로 **기기 한 쌍마다 링크 1개**가 필요하다. 10개 기기에서 서로 다른 두 기기를 고르는 쌍의 수는 $\frac{10 \cdot 9}{2} = 45$이므로 최소 링크 수는 45개이다.

계산 과정

연결 조건: 모든 기기를 서로 점대점으로 직접 연결하려면 각 기기 쌍을 잇는 링크가 있어야 한다. 전이중(full duplex)은 양방향으로 동시에 통신할 수 있다는 뜻이므로, **반대 방향용 링크를 따로 셀 필요가 없다**. 각 기기 쌍마다 링크 1개씩을 두면 조건을 만족한다.

링크 수 계산: 기기 수를 n이라 하면 각 기기는 자신을 제외한 n − 1개의 기기와 연결된다. 따라서 기기별 연결 수를 모두 더하면 $n(n-1)$이다. 이때 A와 B 사이의 링크는 A에서 한 번, B에서 한 번 세어지므로 **같은 링크가 두 번 포함**된다. 실제 링크 수 L은 $L = \frac{n(n-1)}{2}$이다.

결과: n = 10을 대입하면 $L = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45$이다. 따라서 필요한 최소 링크 수는 45개이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 디지털 데이터의 기저대역 전송 시 사용되는 라인 코드 펄스 파형을 선택할 때, 고려해야 할 요소가 아닌 것은?

① 비트 동기화

② 주파수 대역폭

③ 에러 검출 용이성

④ 대역통과 디지털변조 용이성

정답 4번

간단한 해설

기저대역 전송은 디지털 데이터를 펄스 파형으로 표현하여 보내므로 **반송파를 사용하는 대역통과 디지털변조의 용이성**은 라인 코드 선택의 직접적인 고려 요소가 아니다. 라인 코드는 기저대역에서 비트를 안정적으로 전달하고 복원할 수 있도록 선택한다.

선지별 해설

라인 코드는 디지털 데이터의 0과 1을 전압 수준이나 전이 등의 펄스 파형으로 나타내는 규칙이다. 기저대역 전송에서는 이 파형을 반송파에 실어 주파수를 옮기는 과정 없이 전송한다.

① O: 비트 동기화는 수신기가 각 비트의 경계와 판정 시점을 송신 측에 맞추는 것이다. 수신 파형의 **전이를 이용해 비트 클록을 복원**할 수 있으므로, 전이가 충분히 발생하는지는 라인 코드 선택에서 고려해야 한다. 같은 수준이 오래 지속되어 전이가 없으면 동기 유지가 어려워질 수 있다.

② O: 라인 코드에 따라 펄스의 모양과 전이 특성이 달라져 **같은 비트율에서도 필요한 주파수 대역폭**이 달라진다. 따라서 전송로가 제공하는 대역폭 안에서 신호를 전달할 수 있는 파형을 선택해야 한다.

③ O: 일부 라인 코드는 **부호 규칙의 위반으로 오류를 검출**할 수 있다. 예를 들어 AMI는 비트 1을 나타내는 0이 아닌 펄스의 극성을 번갈아 사용하므로, 이 펄스들의 극성 교대 규칙이 깨지면 오류를 알아낼 수 있다. 모든 오류를 검출하는 것은 아니지만, 이러한 검출 가능성과 용이성은 선택 기준이 된다.

④ X: 대역통과 디지털변조는 반송파의 진폭·주파수·위상 등을 디지털 데이터에 따라 바꾸어 전송하는 방식이다. 문제의 기저대역 전송은 **반송파 변조 없이 펄스 파형을 전송**하므로, 대역통과 디지털변조가 쉬운지는 이 경우의 라인 코드 선택 기준에 해당하지 않는다. 여기서는 펄스 파형 자체의 동기 복원성, 대역폭 및 오류 검출 특성 등을 고려해야 한다.

NoteBase