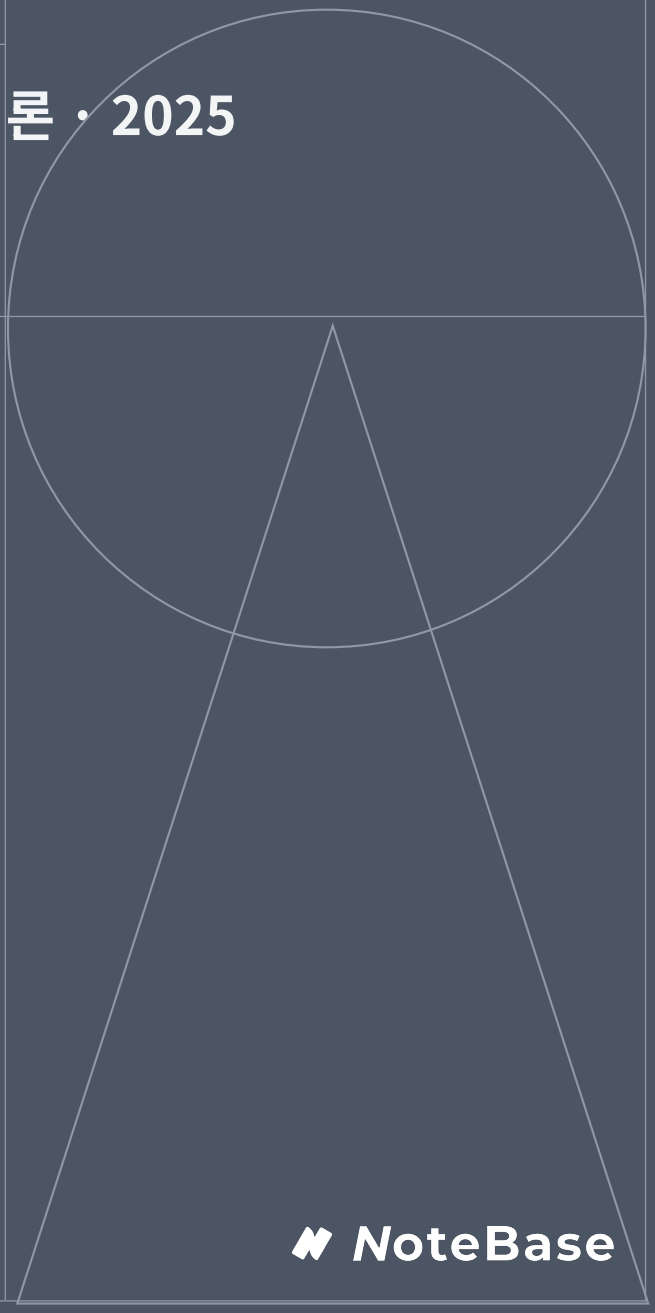
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2025

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2025

문 1. 반송파의 위상에 정보를 실어서 전송하는 변조 방식은?

① AM

② PM

③ DSB

④ SSB

정답 2번

간단한 해설

정보 신호에 따라 반송파의 **위상**을 변화시켜 정보를 전달하는 방식이 **PM(위상 변조)**이다.

공통 해설

위상은 기준 파형에 비해 파형이 얼마나 앞서거나 뒤져 있는지를 나타낸다. PM은 Phase Modulation의 약자로, 정보 신호의 순간값에 비례하여 반송파의 **위상 편이**를 변화시키는 방식이다. 즉, 파형의 높이인 진폭에 정보를 싣는 대신 기준 반송파에 대한 위상 변화에 정보를 싣는다.

AM과 진폭 변조 계열인 DSB·SSB는 이 문항에서 묻는 위상 변조와 구별된다. 따라서 반송파의 위상에 정보를 실어 전송한다는 설명은 PM에 해당한다.

NoteBase

문 2. 대역폭이 10 [kHz]인 AWGN 채널에서 섀넌(Shannon)의 용량 정리로 계산한 채널용량이 40 [kbps]일 때, 수신된 신호의 신호대잡음비(SNR)는?

① 3

② 7

③ 11

④ 15

정답 4번

간단한 해설

섀넌 용량식에서 채널용량을 대역폭으로 나눈 값은 $\log_2(1+\mathrm{SNR})$이다. 이 값이 4이므로 **신호대잡음비는 선형 비율로 15**이다.

계산 과정

AWGN 채널의 용량은 섀넌 용량식 $C = B\log_2(1+\gamma)$로 구한다. 여기서 C는 채널용량(bit/s), B는 대역폭(Hz), $\gamma = S/N$은 수신 신호 전력 S와 대역 내 잡음 전력 N의 비이다. 식에 넣는 신호대잡음비는 **dB 값이 아닌 선형 전력비**이다.

주어진 값은 C = 40,000 bit/s, B = 10,000 Hz이다. 대역폭으로 나누면 $\frac{C}{B} = \frac{40{,}000}{10{,}000} = 4$이므로 $\log_2(1+\gamma) = 4$이다. 이 4는 대역폭 1 Hz당 채널용량이 4 bit/s라는 뜻이다.

밑이 2인 로그를 지수식으로 바꾸면 $1+\gamma = 2^4 = 16$이다. 여기서 1을 빼면 $\gamma = 16-1 = 15$를 얻는다.

따라서 신호 전력이 잡음 전력의 15배이며, 신호대잡음비는 단위가 없는 비율 15이다. 이는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 3. 잡음지수(noise figure)가 10 [dB]인 증폭기의 입력 SNR이 40일 때, 출력 SNR은?

① 1

② 2

③ 4

④ 8

정답 3번

간단한 해설

잡음지수 10 dB는 입력 SNR이 출력 SNR의 **10배**라는 뜻이다. 입력 SNR이 40이므로 출력 SNR은 **4**이다.

계산 과정

잡음지수의 의미: SNR은 신호 전력을 잡음 전력으로 나눈 비이다. 증폭기에서 추가되는 잡음에 따른 SNR의 저하 정도를 선형 잡음계수 F로 나타내면 $F = \frac{\mathrm{SNR_{in}}}{\mathrm{SNR_{out}}}$이다. 여기서 in과 out은 각각 입력과 출력을 뜻하며, 잡음지수는 이를 dB로 나타낸 $\mathrm{NF} = 10\log_{10} F$이다.

선형값 변환: 주어진 잡음지수는 10 dB이므로 $F = 10^{\frac{10}{10}} = 10$이다. 이는 **출력 SNR이 입력 SNR의 1/10로 감소**한다는 뜻이다. 입력 SNR 40은 dB가 붙지 않은 선형 전력비이므로, 잡음지수도 선형값으로 바꾸어 적용한다.

출력 SNR 계산: 입력 SNR을 잡음계수로 나누면 $\mathrm{SNR_{out}} = \frac{40}{10} = 4$이다. 출력 SNR은 단위가 없는 전력비 4이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 4. 정현파 정보신호를 AM 변조한 신호의 포락선의 최댓값과 최솟값이 각각 20 [V]와 4 [V]일 때, 변조지수는? (단, 변조지수는 0과 1 사이이다)

① $\frac{1}{2}$
② $\frac{2}{3}$
③ $\frac{3}{4}$
④ $\frac{4}{5}$

정답 2번

간단한 해설

AM 변조지수는 포락선의 **최댓값과 최솟값의 차를 합으로 나눈 비**이므로 $m = \frac{2}{3}$이다.

계산 과정

반송파 진폭을 A_c, 변조지수를 m이라 하자. 정현파로 AM 변조하고 **변조지수가 0과 1 사이**이면 포락선이 0 아래로 내려가지 않으므로, 최댓값과 최솟값은 각각 $E_{\max} = A_c(1 + m)$, $E_{\min} = A_c(1 - m)$이다.

두 극값의 평균은 반송파 진폭이다. 따라서 $A_c = \frac{20 + 4}{2} = 12\,\text{V}$이다. 극값 차의 절반은 반송파 진폭을 기준으로 포락선이 변하는 진폭이므로 $mA_c = \frac{20 - 4}{2} = 8\,\text{V}$이다.

변조지수는 **포락선이 변하는 진폭과 반송파 진폭의 비**이므로 $m = \frac{mA_c}{A_c} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$이다. 전압끼리 나눈 비이므로 단위가 없으며, 이 값은 선택지 ②에 해당한다.

NoteBase

문 5. 다음에서 설명하는 코딩 기법은?

디지털 통신에서 원본 데이터에 추가적인 데이터를 삽입하여 데이터 송수신 과정에서 발생할 수 있는 오류를 감지하거나 복구하는 기법이다.

① 라인 코딩
② 소스 코딩
③ 채널 코딩
④ 허프만 코딩

정답 3번

간단한 해설

원본 데이터에 **오류 검출·정정을 위한 여분의 정보**를 추가하는 것은 채널 코딩이다. 수신 측은 이 정보를 이용해 전송 중 데이터가 바뀌었는지 확인하거나 오류를 바로잡는다.

공통 해설

채널 코딩은 전송 과정에서 발생하는 오류에 대비하여 데이터에 **정해진 규칙에 따른 여분의 정보**를 부여하는 기법이다. 수신 측은 수신한 데이터가 그 규칙을 만족하는지 검사하여 오류를 검출하고, 오류 정정 능력이 있는 부호에서는 허용 범위 안의 오류를 바로잡는다. 따라서 지문의 '추가적인 데이터를 삽입'하는 목적이 오류의 감지나 복구라는 점이 채널 코딩을 가리킨다.

예를 들어 짝수 패리티 방식은 전체 1의 개수가 짝수가 되도록 검사 비트를 붙인다. 데이터 101에는 검사 비트 0을 붙여 1010을 전송한다. 전송 중 한 비트가 바뀌어 1110으로 수신되면 1의 개수가 홀수가 되므로 오류가 발생했음을 알 수 있다. 다만 이 검사만으로는 어느 비트가 바뀌었는지 알 수 없으므로, **오류 검출과 오류 정정은 구별**해야 한다.

NoteBase

문 6. 표본화와 양자화를 거친 아날로그 신호가 -15에서 15 사이의 정숫값들로 레벨화되었을 때, 이진 부호화를 위해 필요한 샘플당 최소 비트 수는?

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 3번

간단한 해설

-15부터 15까지는 0을 포함하여 **31개의 레벨**이다. 4비트로는 16개만 구별할 수 있고 5비트로는 32개를 구별할 수 있으므로, 샘플당 **최소 5비트**가 필요하다.

계산 과정

1. 레벨 수 계산: -15부터 -1까지 15개, 0이 1개, 1부터 15까지 15개이므로 전체 레벨 수는 15 + 1 + 15 = 31개이다. **0도 하나의 레벨**로 세어야 한다.

2. 비트 수의 조건: 각 레벨에 서로 다른 이진 부호를 배정해야 한다. 샘플당 비트 수를 n이라 하면 각 비트가 0 또는 1이므로 가능한 부호는 2^n개이다. 따라서 **표현 가능한 부호 수가 레벨 수 이상**이어야 하며, 조건은 $2^n \geq 31$이다.

3. 최소 비트 수 결정: $2^4 = 16$이므로 4비트는 부족하고, $2^5 = 32$이므로 5비트는 31개 레벨을 모두 표현할 수 있다. 따라서 샘플당 최소 5비트가 필요하며, ③의 5에 해당한다.

NoteBase

문 7. 다음에서 설명하는 코드는?

디지털 변조에서 심벌 오류 발생 시 비트 오류를 최소로 하기 위해 인접한 심벌 간 서로 다른 비트 개수가 1이 되도록 비트 그룹을 할당하는 방식의 코드이다.

① 터보 코드

② 그레이 코드

③ 길쌈 코드

④ BCH 코드

정답 2번

간단한 해설

그레이 코드는 **인접한 심벌의 비트열이 한 자리만 다르도록** 할당한다. 따라서 인접 심벌로 잘못 판정되면 비트 오류가 1개만 발생한다.

공통 해설

그레이 코드는 심벌에 비트 그룹을 붙일 때 **인접 심벌 사이의 해밍 거리를 1**로 만드는 할당 방식이다. 해밍 거리는 두 비트열에서 서로 다른 비트 자리의 개수이므로, 문제의 '서로 다른 비트 개수가 1'이라는 조건이 그레이 코드의 특징에 해당한다.

예를 들어 네 심벌이 원형으로 배치된 경우, 둘레를 따라 00 → 01 → 11 → 10으로 할당하면 이웃한 비트열은 모두 한 자리만 다르다. 마지막 10과 처음 00도 한 자리만 다르다. 따라서 01을 보냈는데 인접 심벌인 11로 잘못 판정하면 두 비트 중 하나만 틀린다. 이처럼 인접 심벌로의 오류가 발생했을 때 비트 오류 수를 최소화한다. 다만 **인접하지 않은 심벌로의 오류까지 항상 1비트 오류가 되는 것은 아니다**.

NoteBase

문 8. 레이더에서 전파가 발사된 직후부터 15 [km] 떨어진 목표물에 반사되어 되돌아올 때까지 걸린 시간 [μs]은? (단, 목표물 이외에는 전파를 반사시키지 않는 환경이며 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 100

② 200

③ 300

④ 400

정답 1번

간단한 해설

전파는 목표물까지 갔다가 돌아오므로 이동 거리는 **편도 거리의 2배인 30 km**이다. 이 거리를 주어진 전파 속도로 나누면 왕복 시간은 100 μs이다.

계산 과정

왕복 거리: 목표물까지의 편도 거리 R은 15 km이다. 발사부터 반사파가 되돌아올 때까지를 측정하므로 전파는 **왕복 거리**를 이동한다. 따라서 이동 거리는 $2 \times 15 = 30$ km, 즉 30,000 m이다.

이동 시간: 속도가 일정하므로 시간은 이동 거리를 속도로 나눈 값이다. 전파 속도를 v, 왕복 시간을 t라 하면 $t = \frac{2R}{v}$이다. 주어진 속도 $v = 3 \cdot 10^8$ m/s를 적용하면 $t = \frac{30000}{3 \cdot 10^8} = 10^{-4}$ s이다. 분자의 30,000 m는 목표물까지의 거리가 아니라 전파가 갔다가 돌아온 전체 거리이다.

단위 변환과 선택지 대응: $1\ \text{s} = 10^6 \mu\text{s}$이므로 $10^{-4}\ \text{s} = 100 \mu\text{s}$이다. 구한 왕복 시간 100 μs는 ①의 100에 해당한다.

NoteBase

문 9. 자신에게 오는 패킷이 아님에도 불구하고 네트워크상에 지나다니는 패킷들의 내용을 훔쳐보는 네트워크 공격 방법은?

① 스니핑(sniffing)
② 스미싱(smishing)
③ 스푸핑(spoofing)
④ 스머프(smurf)

정답 1번

간단한 해설

자신이 수신 대상이 아닌 패킷을 몰래 수집해 내용을 엿보는 공격을 **스니핑(sniffing)**이라고 한다. 문항의 핵심은 네트워크를 흐르는 다른 사람의 통신을 도청한다는 점이다.

공통 해설

스니핑(sniffing)은 네트워크를 흐르는 패킷을 캡처하고 분석하여 통신 내용을 엿보는 공격이다. 여기서 구별 기준은 **자신에게 보내지 않은 패킷의 내용을 훔쳐본다**는 동작이다. 예를 들어 A가 B에게 보내는 패킷을 제삼자인 C가 몰래 수집해 내용을 살펴보는 경우가 이에 해당한다. 따라서 문항에 제시된 네트워크 도청 방식의 명칭은 스니핑이다.

NoteBase

문 10. 다음에서 설명하는 다중화(multiplexing) 전송 기법은?

멀티캐리어 전송 기법으로 입력 데이터를 여러 개의 저속 데이터열로 분리시킨 후 각 데이터열을 서로 다른 부반송파에 실어서 전송한다. 이때, 부반송파 간 주파수 간격을 심벌 길이의 역수로 하여 스펙트럼이 주파수상에서 중첩되더라도 부반송파 간의 직교성이 유지되어 반송파 간 간섭(inter-carrier interference)이 생기지 않는 전송 기법이다.

① CDM

② SDM

③ TDM

④ OFDM

정답 4번

간단한 해설

부반송파의 스펙트럼이 겹쳐도 **심벌 구간에서 직교성**을 유지하도록 배치하는 것이 OFDM의 특징이다. 부반송파 간격을 심벌 길이의 역수로 정하면, 주어진 직교성이 유지되는 조건에서 각 데이터열을 서로 간섭 없이 분리할 수 있다.

공통 해설

OFDM(직교 주파수 분할 다중화)은 고속 입력 데이터를 여러 저속 데이터열로 나누고, 각각을 서로 직교하는 부반송파에 실어 동시에 전송하는 방식이다. 지문의 멀티캐리어 전송과 저속 데이터열 분리는 이러한 병렬 전송 구조를 설명한다.

유효 심벌 길이를 T, 인접 부반송파의 주파수 간격을 Δf라 하면, 지문에서는 $\Delta f = \frac{1}{T}$로 설정한다. 이때 인접 부반송파는 한 심벌 구간에서 진동 횟수가 하나 차이 나며, 수신기에서 해당 부반송파와 상관을 구해 심벌 구간 전체에 걸쳐 합산하면 다른 부반송파의 성분은 상쇄된다. 이것이 **스펙트럼의 중첩과 신호의 분리 가능성이 양립**하는 이유이다. 지문의 심벌 길이에 맞춘 주파수 간격과 부반송파 간 직교성은 OFDM을 식별하는 기준이다.

NoteBase

문 11. 주파수가 f_c인 시간 영역 신호 $x(t) = \cos(2\pi f_c t - \pi)$를 다음 신호의 선형 조합으로 표시한 것은? (단, $f_c \neq 0$이다)

$s_1(t) = \sin(2\pi f_c t)$
$s_2(t) = \cos(2\pi f_c t)$

① $s_1(t)$
② $-s_2(t)$
③ $s_1(t) + s_2(t)$
④ $s_1(t) - s_2(t)$

정답 2번

간단한 해설

코사인 신호의 위상이 π만큼 달라지면 **부호가 반전**된다. 따라서 $x(t) = -\cos(2\pi f_c t) = -s_2(t)$이다.

계산 과정

선형 조합은 두 신호에 일정한 계수를 곱해 더하는 것으로, $x(t) = as_1(t) + bs_2(t)$를 만족하는 계수 a, b를 구하면 된다. 주어진 조건은 $f_c \neq 0$이고, $s_1(t) = \sin(2\pi f_c t)$, $s_2(t) = \cos(2\pi f_c t)$이다.

위상항을 풀기 위해 코사인 차 공식 $\cos(u - v) = \cos u \cos v + \sin u \sin v$를 적용한다. $u = 2\pi f_c t$, $v = \pi$로 놓으면 $\cos\pi = -1$, $\sin\pi = 0$이므로, 사인항은 사라지고 $x(t) = -\cos(2\pi f_c t)$만 남는다.

이는 **사인 성분의 계수는 0, 코사인 성분의 계수는 −1**이라는 뜻이다. 따라서 $x(t) = 0 \cdot s_1(t) - s_2(t) = -s_2(t)$이며, ②의 식과 일치한다.

NoteBase

문 12. m개의 선형 궤환 시프트 레지스터를 이용하여 길이가 N인 최대길이 시퀀스(maximal length sequence) PN 부호를 발생시킬 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① $N = 2^m - 1$이다.

② 부호는 주기적이다.

③ 부호는 두 개의 자기상관 값을 갖는다.

④ 한 칩 지연 시 부호의 자기상관 값이 최대가 된다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '한 칩 지연 시 최대'라는 설명은 자기상관의 최대 위치를 잘못 짚었다. 최대길이 PN 부호의 주기 자기상관은 **지연이 없거나 주기의 정수배만큼 지연될 때** 최대이고, 한 칩 지연에서는 낮은 값을 갖는다.

선지별 해설

① O: m단 이진 시프트 레지스터의 상태는 모두 2^m개이다. 선형 궤환 구조에서는 모든 비트가 0인 상태가 되면 계속 0에 머무르므로 이를 제외한다. 최대길이 시퀀스는 **0이 아닌 모든 상태를 한 번씩 거친 뒤 반복**하므로 한 주기의 길이는 $N = 2^m - 1$이다.

② O: 최대길이 PN 부호는 정해진 궤환 규칙에 따라 생성된다. N번의 상태 변화를 거치면 처음 상태로 돌아오고 이후 같은 칩 배열이 반복되므로 **주기는 N칩**이다. 잡음처럼 불규칙하게 보이지만 실제로는 주기적인 의사잡음 부호이다.

③ O: 칩을 +1과 −1로 나타내고, 원래 부호와 지연된 부호의 대응 칩을 곱해 한 주기 동안 평균하면 정규화 주기 자기상관을 얻는다. **정수 칩 지연을 기준으로** 지연이 N의 정수배이면 모든 칩이 일치하여 값이 1이고, 그 밖의 지연이면 값이 $-\frac{1}{N}$이므로 두 값을 갖는다.

④ X: 한 칩 지연은 부호가 완전히 겹치는 위치가 아니므로 정규화 주기 자기상관 값은 $-\frac{1}{N}$이다. 최대값 1은 **지연이 0칩 또는 N칩의 정수배일 때** 나타난다. 이때 원래 부호와 지연된 부호의 모든 칩이 일치하므로 각 곱이 +1이 된다.

NoteBase

문 13. LAN에서 사용되는 매체접근제어 방식 중 CSMA/CD에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 주로 무선 LAN에서 사용된다.

② 충돌이 발생하면 각 호스트에 충돌 발생 정보를 통지한다.

③ 충돌이 발생하면 임의의 대기 시간을 기다린 후 다시 매체접근을 시도한다.

④ 데이터 전송 중 공유 매체에서 발생할 수 있는 충돌을 감지하는 기능이 있다.

정답 1번

간단한 해설

CSMA/CD는 **공유 매체를 사용하는 반이중 유선 이더넷**의 매체접근제어 방식이다. 무선 LAN에서는 전송 중 충돌을 직접 감지하기 어려워 충돌 회피 방식인 **CSMA/CA**를 사용한다.

선지별 해설

① X: CSMA/CD는 여러 호스트가 매체를 공유하는 **반이중 유선 이더넷**에서 사용된다. 무선 LAN의 기본적인 경쟁 기반 접근 방식은 CSMA/CA로, 전송 중 충돌을 직접 감지하기보다 전송 전에 충돌 가능성을 줄이는 방식이다.

② O: 충돌을 감지한 호스트는 **재밍 신호(jam signal)**를 보내 같은 충돌 영역의 다른 호스트도 충돌 발생을 인식하도록 한다. 이는 특정 호스트에 별도의 통지 메시지를 하나씩 보내는 것이 아니라 공유 매체에 신호를 내보내는 동작이다.

③ O: 충돌한 호스트들은 전송을 중단하고 **각자 임의로 정한 백오프 시간**을 기다린 뒤 매체 상태를 다시 확인하여 전송을 시도한다. 모두 같은 시간만큼 기다리면 동시에 재전송하여 다시 충돌할 수 있으므로 대기 시간을 무작위로 정한다.

④ O: CSMA/CD의 CD는 충돌 감지를 뜻하며, 호스트는 **전송 중에도 공유 매체를 감시**하여 충돌 여부를 확인한다. 전송 전에 매체가 비어 있음을 확인해도 신호 전파 지연 등으로 여러 호스트가 거의 동시에 전송을 시작할 수 있으므로 전송 중 감지가 필요하다.

NoteBase

문 14. 오류 검출을 위한 짝수 패리티 검사 부호(parity check code)에서 부호어(codeword)가 2개의 메시지 비트와 1개의 패리티 검사 비트로 이루어져 있을 때, 유효한 부호어가 아닌 것은?

① 111

② 101

③ 011

④ 000

정답 1번

간단한 해설

짝수 패리티는 패리티 검사 비트를 포함한 전체 부호어에서 **1의 개수가 짝수**가 되도록 한다. 111은 1이 3개이므로 이 조건을 만족하지 않는다.

공통 해설

부호어는 메시지 비트 2개와 패리티 검사 비트 1개를 합친 3비트이다. 짝수 패리티에서는 **패리티 검사 비트까지 포함하여** 1의 개수가 짝수가 되어야 한다. 따라서 메시지 비트에 1이 짝수 개 있으면 패리티 검사 비트를 0으로, 홀수 개 있으면 1로 정한다.

111은 1이 3개로 홀수이므로 유효한 부호어가 아니다. 101과 011은 각각 1이 2개이고, 000은 1이 0개이므로 모두 짝수 패리티 조건을 만족한다. **0개도 짝수**이므로 000도 유효하다.

NoteBase

문 15. 서로 통계적 독립(statistically independence)인 두 랜덤변수 X와 Y의 분산이 각각 4와 1일 때, $Z = X + Y$의 분산은?

① 1

② 4

③ 5

④ 17

정답 3번

간단한 해설

서로 독립인 두 랜덤변수의 합은 **각 분산을 더하여** 분산을 구한다. 따라서 합의 분산은 4 + 1 = 5이다.

계산 과정

독립 조건과 공식: 두 랜덤변수의 합에 대한 분산은 각 분산의 합에 공분산의 두 배를 더한 값이다. 공분산은 두 변수가 함께 변하는 정도를 나타내며, 이 문제처럼 **서로 독립이면 공분산이 0**이므로 각 분산만 더하면 된다.

분산 계산: 주어진 4와 1은 각각 X와 Y의 분산이므로, $Z = X + Y$의 분산은 $\mathrm{Var}(Z) = 4 + 1 = 5$이다. 계산한 분산 5는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 랜덤변수 X의 확률밀도함수 $f_X(x)$가 다음과 같을 때, X의 평균은?

f_X(x)=cases(1)/(2)x, & 0≤ x<2\\0, & otherwisecases

① $\frac{1}{4}$
② $\frac{2}{3}$
③ $\frac{3}{4}$
④ $\frac{4}{3}$

정답 4번

간단한 해설

연속형 랜덤변수의 평균은 **각 값에 확률밀도를 곱해 적분**한 값이다. 따라서 $\int_0^2 x \cdot \frac{x}{2} dx = \frac{4}{3}$이다.

계산 과정

평균의 정의: 연속형 랜덤변수의 평균은 가능한 값들을 확률밀도로 가중하여 적분한 값이다. 주어진 확률밀도는 0 이상 2 미만에서만 0이 아니므로, 평균은 $\mathbb{E}[X] = \int_0^2 x f_X(x) dx$로 구한다.

확률밀도함수 대입: 이 구간에서 $f_X(x) = \frac{x}{2}$이므로 $x f_X(x) = \frac{x^2}{2}$이다. 따라서 $\mathbb{E}[X] = \frac{1}{2}\int_0^2 x^2 dx$이다. **확률밀도만 적분하면 전체 확률**을 구하게 되므로, 평균을 구할 때는 반드시 값 x를 곱해야 한다.

적분과 결과: x^2의 부정적분은 $\frac{x^3}{3}$이므로, $\mathbb{E}[X] = \frac{1}{2}\left[\frac{x^3}{3}\right]_0^2 = \frac{4}{3}$이다. 따라서 평균은 $\frac{4}{3}$이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 17. 신호 $x(t) = 3\delta(t)$를 푸리에 변환(Fourier transform)한 $X(\omega)$는? (단, $\delta(t)$는 단위 임펄스 함수이고 X(ω)= ∫ _-∞^∞x(t)e^-jω tdt이다)

① 1

② 3

③ $\frac{1}{1-\omega}$

④ $\frac{1}{3+\omega}$

정답 2번

간단한 해설

단위 임펄스는 적분에서 **함수의 t = 0에서의 값**을 골라낸다. 이때 복소지수 함수의 값은 1이므로, 임펄스의 계수 3이 그대로 남아 $X(\omega) = 3$이 된다.

계산 과정

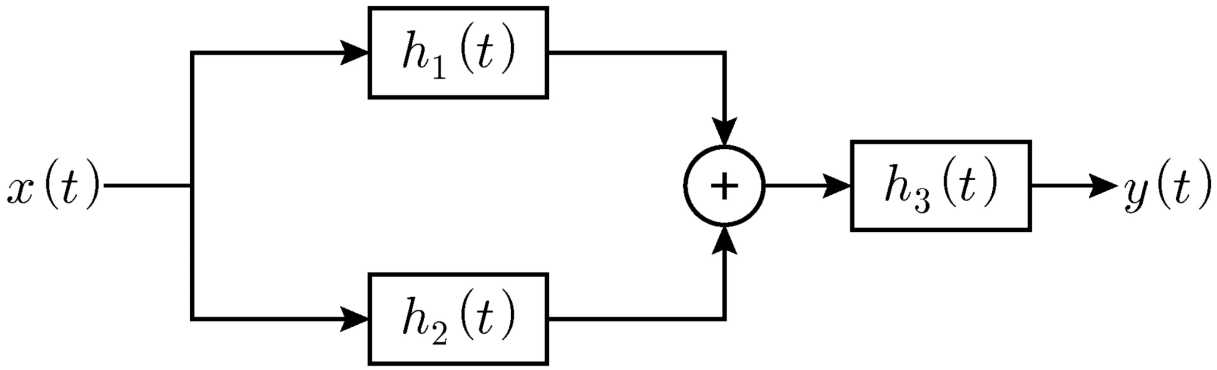
주어진 신호 $x(t) = 3\delta(t)$를 문제의 푸리에 변환 정의에 대입한다. 상수 3은 적분 밖으로 꺼낼 수 있으므로 $X(\omega) = 3\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) e^{-j\omega t} dt$이다.

단위 임펄스의 **추출 성질**에 따라, t = 0에서 연속인 함수 $f(t)$에 대해 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) f(t) dt = f(0)$이 성립한다. 여기서는 $f(t) = e^{-j\omega t}$이므로, 적분값은 $e^{-j\omega \cdot 0} = 1$이다. 이는 주파수와 관계없이 복소지수 함수의 t = 0에서의 값만 남는다는 뜻이다.

따라서 $X(\omega) = 3 \cdot 1 = 3$이다. 변환 결과는 **모든 주파수에서 값이 3인 상수**이며, ②의 3과 일치한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 임펄스 응답이 각각 $h_1(t)$, $h_2(t)$, $h_3(t)$인 선형 시불변 시스템으로 구성된 전체 시스템에 $x(t)$를 입력하였을 때, 출력 $y(t)$는? (단, $x(t) \neq 0$, $h_1(t) \cdot h_2(t) \cdot h_3(t) \neq 0$, ⊕는 가산기이고, *는 컨볼루션 연산이다)



① $x(t) + [h_1(t) + h_2(t) + h_3(t)]$

② $x(t) + [h_1(t) * h_2(t) + h_3(t)]$

③ $x(t) * [h_1(t) * h_2(t) * h_3(t)]$

④ $x(t) * [h_1(t) * h_3(t) + h_2(t) * h_3(t)]$

정답 4번

간단한 해설

그림의 두 병렬 경로에서는 **각 출력이 더해지고**, 그 합이 마지막 시스템을 통과하면서 $h_3(t)$와 **컨볼루션**된다.
따라서 전체 임펄스 응답은 $h_1(t) * h_3(t) + h_2(t) * h_3(t)$이다.

NoteBase

계산 과정

선형 시불변 시스템의 출력은 입력 신호와 임펄스 응답의 컨볼루션이다. 따라서 입력이 $x(t)$, 임펄스 응답이 $h_i(t)$이면 출력은 $x(t) * h_i(t)$이다. 여기서 *는 같은 시각의 함수값을 곱하는 연산이 아니라 컨볼루션 연산이다.

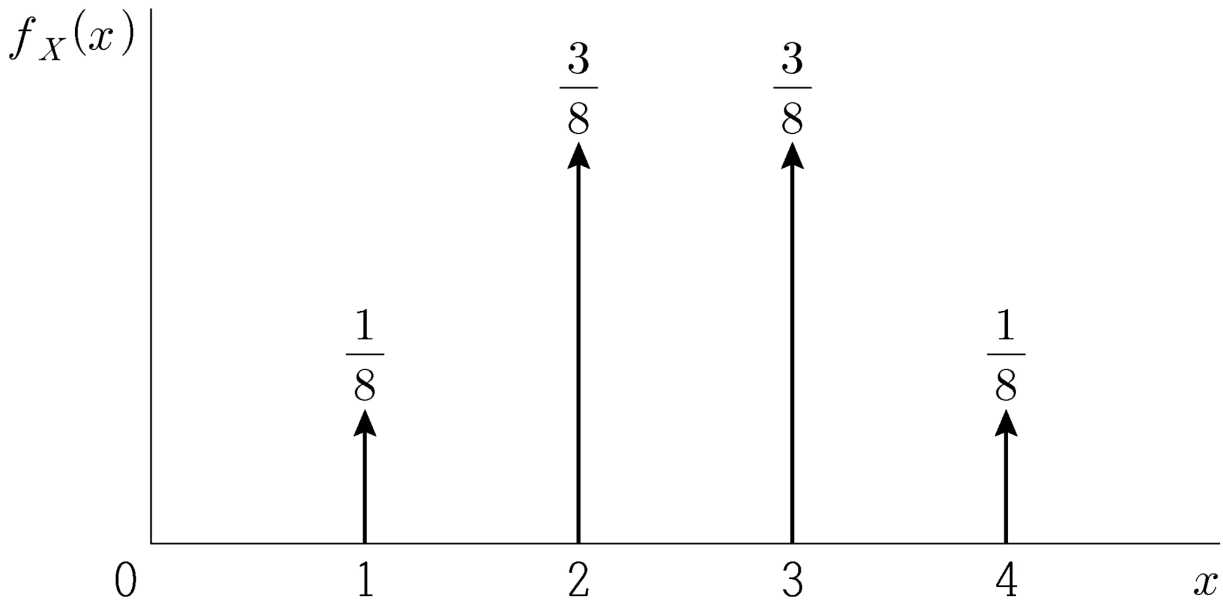
병렬 경로: 그림에서 $x(t)$는 위쪽의 $h_1(t)$과 아래쪽의 $h_2(t)$에 각각 입력된다. 두 시스템은 **차례로 통과하는 직렬 연결이 아니므로**, 각 경로의 출력은 각각 $x(t) * h_1(t)$, $x(t) * h_2(t)$이다.

가산기: 두 경로의 출력을 더한 신호를 $v(t)$라 하면 $v(t) = x(t) * h_1(t) + x(t) * h_2(t)$이다. 컨볼루션의 분배법칙을 적용하면 $v(t) = x(t) * [h_1(t) + h_2(t)]$로 묶인다. 즉, 병렬 부분의 등가 임펄스 응답은 두 임펄스 응답의 합이다.

마지막 시스템: 가산기의 출력이 $h_3(t)$인 시스템에 입력되므로 $y(t) = v(t) * h_3(t)$이다. **가산기에서 합쳐진 신호 전체**에 마지막 시스템이 작용한다. 앞의 식을 대입하고 컨볼루션의 결합법칙과 분배법칙을 적용하면 다음과 같다.
alignedy(t)=x(t)*[&h_1(t)*h_3(t) &+h_2(t)*h_3(t)]aligned
이 식은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 확률밀도함수 $f_X(x)$를 가지는 이산 랜덤변수 X의 엔트로피[bit/symbol]는?



① $\frac{3}{4}(4-\log_2 3)$

② $\frac{1}{4}(4+\log_2 3)$

③ $\frac{3}{8}(4-\log_2 3)$

④ $\frac{1}{8}(4+\log_2 3)$

정답 1번

간단한 해설

엔트로피는 각 심벌의 정보량을 **발생확률로 가중평균**한 값이다. 그림의 확률 $\frac{1}{8}, \frac{3}{8}, \frac{3}{8}, \frac{1}{8}$을 적용하면 $\frac{3}{4}(4-\log_2 3)$ bit/symbol이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 x = 1, 4의 발생확률은 각각 $\frac{1}{8}$, x = 2, 3의 발생확률은 각각 $\frac{3}{8}$이다. 네 확률의 합은 1이며, **같은 확률을 갖는 심벌이 각각 두 개씩** 있다.

이산 랜덤변수의 엔트로피는 $H(X) = -\sum_{i=1}^{4} p_i \log_2 p_i$이다. 여기서 p_i는 각 심벌의 발생확률이다. 심벌 하나의 정보량 $-\log_2 p_i$를 그 발생확률로 가중평균하며, 로그의 밑이 2이므로 단위는 bit/symbol이다.

$\log_2 \frac{1}{8} = -3$, $\log_2 \frac{3}{8} = \log_2 3 - 3$을 이용한다. 확률이 같은 두 심벌씩 묶어 계산하면
$H(X) = \frac{3}{4} + \frac{3}{4}(3 - \log_2 3)$이다. 첫 항은 x = 1, 4의 기여분이고, 둘째 항은 x = 2, 3의 기여분이다.

이를 정리하면 $H(X) = \frac{3}{4}(4 - \log_2 3)$ bit/symbol이며, ①의 식과 일치한다.

NoteBase

문 20. 다음에서 설명하는 정리는?

동일한 신호에 대해 시간 영역상의 전체 에너지는 주파수 영역상의 전체 에너지와 같다. (단, 신호는 시간 영역에서 비주기적인 에너지 신호라고 가정한다)

① 표본화 정리

② 파스발 정리

③ 베이즈 정리

④ 중심 극한 정리

정답 2번

간단한 해설

같은 에너지 신호를 시간 영역과 주파수 영역으로 나타내어도 **전체 에너지가 같다는 관계**가 파스발 정리이다. 신호를 표현하는 영역이 달라져도 에너지의 총량은 변하지 않는다.

공통 해설

파스발 정리는 **시간 영역과 주파수 영역에서 구한 동일 신호의 전체 에너지가 같다**는 관계이다. 문제의 비주기적인 에너지 신호는 전체 에너지가 유한한 신호이며, 에너지는 신호 크기의 제곱을 전 구간에 걸쳐 적분하여 구한다.

시간 신호를 $x(t)$, 주파수 f를 Hz로 나타낸 푸리에 변환을 $X(f)$라 하면, 시간 영역의 에너지는 $E_t = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$이고 주파수 영역의 에너지는 $E_f = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df$이다. 파스발 정리는 $E_t = E_f$가 성립한다는 뜻이다. 시간에 따라 분포한 에너지를 더하든 주파수별로 분포한 에너지를 더하든 같은 총량이 얻어지므로, 제시된 설명은 파스발 정리에 해당한다.

NoteBase