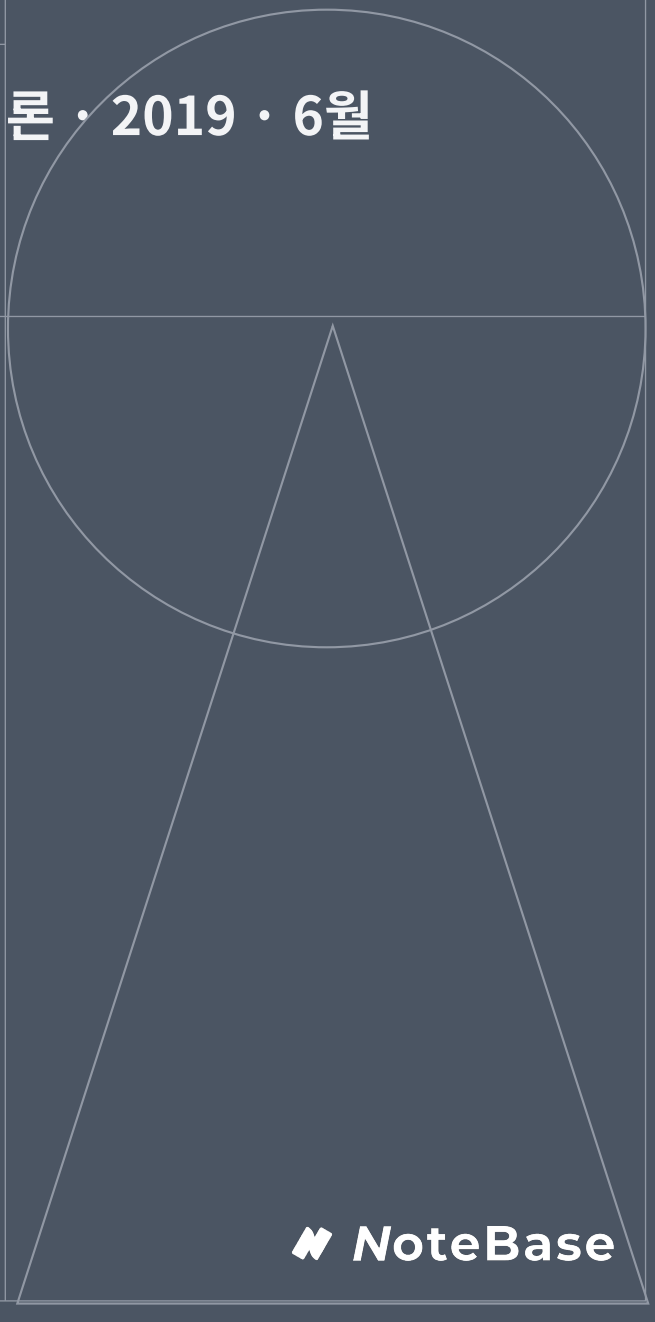
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 통신이론 · 2019 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 통신이론 · 2019 · 6월

공무원/서울시/9급 · 통신이론 · 2019 · 6월

문 1. 델타 함수(delta function) $\delta(t)$에 대한 다음 수식들 중 가장 옳지 않은 것은? (단, 문제에서 $x(t)$는 임의의 함수이다.)

① $\delta(2t-1) = 2\delta(t) - 1$

② $x(t)\delta(t-2) = x(2)\delta(t-2)$

③ $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t-2)x(t)dt = x(2)$

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

정답 1번

간단한 해설

①은 델타 함수의 **시간축 스케일링과 이동**을 잘못 적용했다. 올바른 관계는 $\delta(2t-1) = \frac{1}{2}\delta(t-\frac{1}{2})$이며, 임펄스 위치는 1/2, 면적은 1/2이다.

선지별 해설

델타 함수는 한 점에 집중된 단위 면적의 이상적인 임펄스이며, 함수와의 곱이나 적분을 통해 해석한다.
곱셈·표본화 성질에서 $x(t)$는 임펄스 위치에서 연속인 통상적인 신호로 해석한다.

① X: 델타 함수는 시간축을 a배로 바꾸면 면적에 $1/|a|$가 곱해져 $\delta(at) = \frac{1}{|a|}\delta(t)$가 된다. 여기서 $a \neq 0$이다. $2t-1 = 2(t-\frac{1}{2})$이므로 $\delta(2t-1) = \frac{1}{2}\delta(t-\frac{1}{2})$이다. 즉 **임펄스 위치는 1/2로 이동하고 면적은 1/2**이 된다. 델타 함수 안의 곱셈과 뺄셈을 그대로 밖으로 옮긴 선지의 식은 성립하지 않는다.

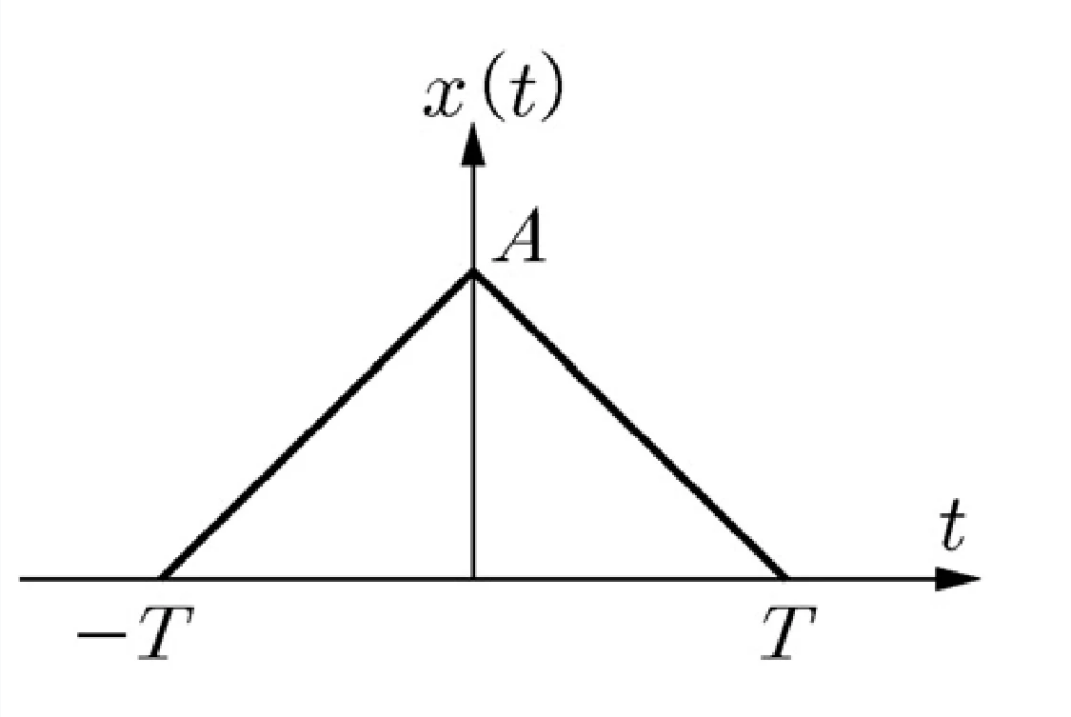
② O: $\delta(t-2)$는 $t=2$에 집중되어 있으므로, 곱해지는 함수에서는 **그 시점의 값**만 영향을 준다. 따라서 $x(t)\delta(t-2) = x(2)\delta(t-2)$로 쓸 수 있다. 임펄스의 위치는 그대로이고 그 면적이 $x(2)$배가 된다는 뜻이다.

③ O: 델타 함수의 **표본화 성질**에 따라 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t-t_0)x(t)dt = x(t_0)$이다. 적분 구간에 임펄스 위치가 포함되면 그 위치의 함수값을 추출한다. 여기서는 $t_0 = 2$이므로 적분값은 $x(2)$이다.

④ O: 델타 함수는 **우함수**이므로 $\delta(-t) = \delta(t)$이다. 스케일링 계수도 $1/|-1| = 1$이어서 시간 반전으로 면적이 바뀌지 않는다. 따라서 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(-t)x(t)dt = x(0)$으로, 원점의 함수값을 추출한다.

NoteBase

문 2. 그림은 진폭이 A이고, 폭이 $2T$인 삼각 신호(triangular signal) $x(t)$를 나타낸 것이다. 신호 $x(t)$의 푸리에 변환(Fourier transform)을 $X(f)$라고 할 때, 다음 중 $X(f) = 0$에 해당하는 최소 주파수 f는?



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

정답 2번

간단한 해설

폭이 $2T$인 삼각 신호의 푸리에 변환은 $X(f) = AT\left(\frac{\sin(\pi fT)}{\pi fT}\right)^2$이다. 따라서 **처음으로 0이 되는 양의 주파수**는 $f = \frac{1}{T}$이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 신호는 $t=-T$와 $t=T$에서 0이고, $t=0$에서 높이가 A이다. 따라서 $|t| \le T$에서 $x(t)=A\left(1-\frac{|t|}{T}\right)$이고, 그 밖에서는 0이다. 여기서 $T>0$이며, **전체 폭은 2T**이다.

이 삼각 신호는 폭이 T인 직사각 펄스 두 개를 컨벌루션한 뒤 높이를 맞춘 것으로 볼 수 있다. 시간 영역의 컨벌루션은 주파수 영역의 곱이 되므로, 직사각 펄스의 sinc 형태가 제곱되어 $X(f)=AT\left(\frac{\sin(\pi f T)}{\pi f T}\right)^2$가 된다.

$f \neq 0$에서는 분자가 0일 때 $X(f)=0$이다. 즉, $\sin(\pi f T)=0$에서 $f=\frac{n}{T}$를 얻으며, n은 0이 아닌 정수이다. 한편 $f=0$에서는 극한값을 적용하면 $X(0)=AT$이므로 **0 Hz는 영점이 아니다**. 이 값은 삼각 신호의 면적과도 같다.

따라서 양의 영점 중 가장 작은 값은 $n=1$일 때의 $f=\frac{1}{T}$이며, ②에 해당한다. T를 초 단위로 나타내면 주파수의 단위는 Hz이다.

NoteBase

문 3. dBm은 $10\log_{10}\frac{P}{1\text{mW}}$로 정의되며, 1mW 기준 전력 대비 수신 신호의 전력 P를 dB 스케일로 나타낸 값이다. 수신 신호 전력이 기지국과 측정 장비 사이 거리의 제곱에 반비례한다고 가정하자. 만약 기지국에서 1미터 떨어진 지점에서 측정한 수신 신호의 전력이 30dBm이라면, 동일한 기지국에서 100미터 떨어진 지점에서 동일한 장비로 측정한 수신 전력은?

① 10mW

② 1mW

③ 0.1mW

④ 0.01mW

정답 3번

간단한 해설

수신 전력은 **거리의 제곱에 반비례**하므로 거리가 100배가 되면 전력은 처음의 $\frac{1}{10000}$이 된다. 30 dBm은 1000 mW이므로, 100 m에서의 수신 전력은 0.1 mW이다.

계산 과정

1. 기준 지점의 전력 환산: 1 m에서의 수신 전력을 P_1이라 하자. dBm은 **1 mW를 기준으로 한 전력의 로그값**이므로, 주어진 정의에서 $30 = 10\log_{10}\frac{P_1}{1\text{mW}}$이다. 따라서 $P_1 = 10^3\text{mW} = 1000\text{mW}$이다.

2. 거리 변화에 따른 전력비: 100 m에서의 수신 전력을 P_2라 하자. 동일한 기지국과 장비를 사용하고 전력이 거리의 제곱에 반비례하므로, 전력비는 **거리비를 뒤집어 제곱**하여 구한다. 즉, $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{1}{100}\right)^2 = \frac{1}{10000}$이다. 이는 100 m에서의 전력이 1 m에서의 전력의 1만분의 1이라는 뜻이다.

3. 수신 전력 계산: $P_2 = 1000 \cdot \frac{1}{10000}\text{mW}$이므로 수신 전력은 0.1 mW이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 4. 클라이언트 프로세스에서 웹 브라우저와 서버 프로세스가 통신을 하기 위해서는 포트 번호가 필요하다. 포트 번호를 패킷 헤더에 포함하는 프로토콜은?

① IP (Internet Protocol)

② UDP (User Datagram Protocol)

③ ARP (Address Resolution Protocol)

④ FTP (File Transfer Protocol)

정답 2번

간단한 해설

포트 번호는 한 호스트 안에서 통신할 프로세스를 구분하며, **UDP 헤더에는 출발지 포트와 목적지 포트**가 들어 있다.

공통 해설

IP 주소가 통신할 호스트를 식별한다면, 포트 번호는 그 호스트 안에서 데이터를 주고받을 프로세스를 구분하는 데 쓰인다. 이러한 포트 번호를 헤더에 담아 프로세스 간 통신을 지원하는 것은 **전송 계층 프로토콜**의 역할이다. UDP는 전송 계층 프로토콜로, 자신의 헤더에 출발지 포트 번호와 목적지 포트 번호를 포함한다. 수신 측은 목적지 포트 번호를 이용해 데이터를 해당 통신 종단점으로 전달한다.

보기의 IP와 ARP는 전송 계층 프로토콜이 아니며, FTP는 응용 계층 프로토콜이다. 따라서 이들의 자체 헤더는 출발지·목적지 포트 번호를 담는 전송 계층 헤더에 해당하지 않는다. FTP 통신에서 사용하는 포트 번호도 **FTP 자체가 아니라 하위 TCP 헤더**에 담긴다. 이 문항은 웹 브라우저가 언제나 UDP를 사용한다는 뜻이 아니라, 제시된 프로토콜 중 포트 번호를 자신의 헤더에 포함하는 UDP를 구별하는 문제이다.

NoteBase

문 5. X는 $\{a, b, c, d\}$ 중 한 값을 아래에 주어진 확률 분포로 가지는 랜덤 변수(random variable)이다.
$P(X=a)=\frac{1}{2}$, $P(X=b)=\frac{1}{3}$, $P(X=c)=\frac{3}{24}$, $P(X=d)=\frac{1}{24}$
X를 하나의 글자 단위의 허프만 부호(Huffman code)로 부호화하는 경우, 부호어 하나의 글자당 평균 길이는?

① $\frac{48}{24}$ 비트
② $\frac{40}{24}$ 비트
③ $\frac{32}{24}$ 비트
④ $\frac{24}{24}$ 비트

정답 2번

간단한 해설

허프만 부호는 **확률이 가장 작은 두 항목을 반복해서 묶어** 구성한다. a·b·c·d의 부호어 길이는 각각 1·2·3·3비트이므로, 발생 확률로 가중한 글자당 평균 길이는 $\frac{40}{24}$비트이다.

계산 과정

이진 허프만 부호는 확률이 가장 작은 두 항목을 하나로 묶고, 그 확률을 합한 새 항목을 넣는 과정을 반복하여 만든다. 묶인 두 가지에는 0과 1을 붙이며, 최종 뿌리에서 각 글자까지 거치는 **가지 수가 그 글자의 부호어 길이**가 된다.

병합 과정: 확률을 분모 24로 통일하면 a·b·c·d는 각각 $\frac{12}{24}, \frac{8}{24}, \frac{3}{24}, \frac{1}{24}$이다. 먼저 d와 c를 묶어 $\frac{1}{24}+\frac{3}{24}=\frac{4}{24}$를 만든다. 남은 세 항목 중 가장 작은 이 묶음과 b를 합하면 $\frac{4}{24}+\frac{8}{24}=\frac{12}{24}$가 된다. 마지막으로 이 묶음과 a를 합하여 전체 확률 1의 뿌리를 만든다.

부호어 길이: a는 마지막 병합에만 포함되므로 1비트, b는 두 번의 병합에 포함되므로 2비트이다. c와 d는 세 번의 병합에 모두 포함되므로 각각 3비트이다. 예를 들어 a에 0, b에 10, c에 110, d에 111을 배정할 수 있다.

평균 길이: 각 글자의 발생 확률에 그 부호어 길이를 곱하여 더한다. 모든 글자가 같은 빈도로 나오는 것이 아니므로 **부호어 길이의 단순 산술평균을 쓰지 않는다**. a·b·c·d의 가중 기여분은 각각 $\frac{12}{24}, \frac{16}{24}, \frac{9}{24}, \frac{3}{24}$비트이다. 따라서 글자당 평균 길이는 $\bar{L}=\frac{12+16+9+3}{24}=\frac{40}{24}$비트이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 생성 행렬(Generator matrix) G에 메시지 벡터 m을 곱하여 부호어 c를 아래와 같이 생성한다. c=mG=[m_3 m_2 m_1 m_0]bmatrix1&0&0&0&1&0&1\\0&1&0&0&1&1&1\\0&0&1&0&1&1&0\\0&0&0&1&0&1&1bmatrix메시지 벡터 [1 0 0 0]과 [0 0 0 1]에 해당하는 두 부호어 사이의 해밍 거리(Hamming distance)는?

① 2

② 3

③ 4

④ 5

정답 3번

간단한 해설

해밍 거리는 두 부호어에서 **서로 다른 비트 위치의 개수**이다. 생성 행렬의 첫째 행과 넷째 행을 비교하면 1·4·5·6번째 비트가 달라 해밍 거리는 4이다.

계산 과정

첫 번째 부호어: 행벡터 m과 생성 행렬 G의 곱은 각 메시지 비트를 대응하는 행에 곱해 더한 것이다. 메시지 벡터가 [1 0 0 0]이면 **첫째 행만 선택**되므로 부호어는 $c_1 = [1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1]$이다.

두 번째 부호어: 메시지 벡터가 [0 0 0 1]이면 넷째 행의 계수만 1이고 나머지는 0이다. 따라서 부호어는 $c_2 = [0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1]$이다.

해밍 거리 계산: 길이가 같은 두 부호어의 **같은 위치에 있는 비트가 서로 다른지** 비교한다. 두 부호어는 1·4·5·6번째 위치에서 다르고, 2·3·7번째 위치에서는 같다. 서로 다른 위치가 네 곳이므로 $d_H(c_1, c_2) = 4$이다.

계산한 해밍 거리는 4로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 7. 아날로그 통신 방식인 AM(Amplitude Modulation)과 FM(Frequency Modulation)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① AM 방식에서 전송하고자 하는 기저대역(base band)의 메시지 신호의 진폭(amplitude)에 따라 고주파 대역 전송 신호(carrier signal)의 진폭이 변화한다.

② FM 방식에서 전송하는 고주파 대역 전송 신호의 진폭(amplitude)에는 전송하고자 하는 기저대역의 메시지에 관한 정보가 포함되어 있지 않다.

③ FM 방식에서 전송에 필요한 최소 대역폭(Bandwidth)은 전송하고자 하는 기저대역 신호의 대역폭에 따라 다르게 결정되어야 한다.

④ AM 방식에서 전송에 필요한 최소 대역폭(Bandwidth)은 전송하고자 하는 기저대역 신호의 대역폭을 고려하지 않고 결정될 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '기저대역 신호의 대역폭을 고려하지 않고'가 잘못된 설명이다. 일반적인 양측파대 AM은 상·하측파대가 각각 메시지 신호의 대역폭만큼 차지하므로, 필요한 전송 대역폭은 **기저대역 대역폭의 2배**이다.

선지별 해설

① O: AM은 메시지 신호의 순간값에 따라 **반송파의 진폭**을 변화시키는 방식이다. 일반적인 AM에서는 반송파의 주파수는 일정하게 유지하면서 진폭의 변화에 메시지 정보를 싣는다.

② O: 이상적인 FM은 메시지 신호에 따라 반송파의 순간 주파수를 변화시키고 **진폭은 일정하게 유지**한다. 따라서 메시지 정보는 주파수 변화에 들어 있으며, 전송 신호의 진폭 변화에 실리는 것이 아니다.

③ O: FM의 필요한 전송 대역폭은 **기저대역 대역폭과 최대 주파수 편이**를 함께 고려하여 정한다. 기저대역 대역폭을 W, 반송파 주파수로부터의 최대 주파수 편이를 Δf라 하면, 카슨 법칙에 따른 실용 대역폭은 $B_{\mathrm{FM}} \approx 2(\Delta f + W)$이다. 이는 주요 신호 성분을 포함하는 대역폭의 근사값이며, 기저대역 대역폭을 무시하고 결정할 수 없다.

④ X: AM의 전송 대역폭도 **기저대역 신호의 대역폭을 고려하여** 정해야 한다. 기저대역 대역폭이 W인 일반적인 양측파대 AM에서는 반송파 주파수 f_c를 기준으로 하측파대가 $f_c - W$까지, 상측파대가 $f_c + W$까지 펼쳐진다. 따라서 두 측파대를 모두 전송하는 데 필요한 대역폭은 $B_{\mathrm{AM}} = 2W$이다.

NoteBase

문 8. 이동통신 시스템의 다중접속(Multiple Access) 방식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① FDMA 방식은 각 사용자별로 다른 주파수를 할당하고, 각 사용자들은 할당된 주파수 자원을 사용하여 동시에 신호를 전송한다.

② TDMA 방식은 각 사용자별로 다른 시간 슬롯(time slot)을 할당하고, 각 사용자들은 할당된 시간 슬롯을 사용하여 신호를 전송한다. 이때, 다른 사용자가 동일한 주파수로 전송할 수 있다.

③ CDMA 방식은 각 사용자별로 다른 코드를 할당하고, 각 사용자들은 할당된 코드를 사용하여 신호를 전송한다. 이때, 모든 사용자가 동일한 주파수와 시간 자원을 사용하여 신호를 전송할 수 있다.

④ OFDMA 방식은 FDMA와 비슷한 방식이지만, FDMA와는 달리 사용자별로 다른 직교수열(Orthogonal Sequence)을 할당하여 사용자를 구분한다.

정답 4번

간단한 해설

OFDMA는 사용자별로 **서로 다른 직교 부반송파 집합**을 할당하여 사용자를 구분한다. '직교수열을 할당한다'는 설명은 부반송파에 의한 주파수 자원 분할을 코드에 의한 구분과 혼동한 것이다.

선지별 해설

① O: FDMA는 전체 주파수 대역을 여러 채널로 나누어 사용자마다 **서로 다른 주파수 채널**을 할당한다. 사용자들의 신호는 주파수로 구분되므로 같은 시간에 전송할 수 있다.

② O: TDMA는 같은 주파수 채널을 시간 슬롯으로 나누어 사용자마다 다른 슬롯을 할당한다. 따라서 여러 사용자가 **동일한 주파수를 서로 다른 시간에** 사용한다. 같은 채널에서 사용자들의 전송 시간이 겹치지 않도록 시간 동기가 필요하다.

③ O: CDMA는 사용자별로 서로 다른 확산 코드를 사용하므로 **같은 주파수 대역과 같은 시간**을 공유할 수 있다. 수신기는 원하는 사용자의 코드와 수신 신호 사이의 상관관계를 이용하여 해당 사용자의 신호를 구분한다.

④ X: OFDMA는 OFDM의 직교 부반송파들을 여러 사용자에게 나누어 할당하는 다중접속 방식이다. 같은 시간 구간에 사용자별로 서로 다른 부반송파 집합을 배정하여 동시에 전송할 수 있다. 여기서 직교하는 대상은 **사용자별 코드 수열이 아니라 부반송파**이다. 따라서 '사용자별로 다른 직교수열을 할당한다'는 표현은 '사용자별로 서로 다른 직교 부반송파 집합을 할당한다'로 고친다.

NoteBase

문 9. 대역폭이 100kHz인 잡음이 없는 채널로 1Mbps의 신호를 전송하려고 할 때 최소 몇 개의 레벨로 나누어야 전송이 가능한가?

① 5

② 8

③ 16

④ 32

정답 4번

간단한 해설

잡음이 없는 채널에서는 **나이퀴스트 전송률 한계**를 적용한다. 대역폭이 100 kHz이면 초당 최대 200,000개의 심벌을 보낼 수 있으므로, 1 Mbps를 전송하려면 심벌당 5비트를 나타내는 **32개 레벨**이 필요하다.

계산 과정

채널 대역폭을 B, 신호 레벨 수를 M이라 하면, 잡음이 없는 이상적인 대역 제한 채널의 최대 비트 전송률은 나이퀴스트 식 $R_{\max} = 2B\log_2 M$으로 구한다. 여기서 **2B는 초당 전송 가능한 최대 심벌 수**이고, $\log_2 M$은 심벌 하나가 나타내는 비트 수이다.

주어진 대역폭은 100 kHz = 100,000 Hz이고, 필요한 전송률은 1 Mbps = 1,000,000 bps이다. 따라서 최대 심벌 전송률은 2 × 100,000 = 200,000심벌/초이다.

심벌당 필요한 비트 수는 $\log_2 M \geq \frac{1{,}000{,}000}{200{,}000} = 5$이다. 즉, 초당 200,000개의 심벌로 초당 1,000,000비트를 보내려면 **심벌 하나가 적어도 5비트**를 나타내야 한다.

5비트로 구별하는 신호 상태 수는 $2^5 = 32$이므로 $M \geq 32$이다. 따라서 최소 레벨 수는 32개이며, 선택지 ④에 해당한다.

NoteBase

문 10. 소스 코딩(Source Coding)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 허프만 코딩(Huffman coding)은 가변적 길이(variable-length)를 가지는 코드를 생성한다.

② 허프만 코딩(Huffman coding) 기법을 적용하기 위해서는 모든 소스 문자(letter)의 발생 확률을 미리 알아야 한다.

③ 허프만 코딩(Huffman coding)을 적용하는 경우 모든 소스 문자(letter)의 발생 확률이 같을 때 소스 인코딩된 코드의 평균 비트 수가 최소가 된다.

④ 허프만 코딩(Huffman coding)을 적용하는 경우 서로 다른 소스 문자(letter)가 동일한 비트 수를 갖는 코드로 인코딩될 수도 있다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '발생 확률이 같을 때 평균 비트 수가 최소'라는 설명은 잘못되었다. 허프만 코딩은 **주어진 확률분포에서 평균 부호 길이를 최소화**하며, 문자별 발생 확률에 차이가 있으면 자주 나오는 문자에 짧은 부호를 배정하여 평균 비트 수를 줄일 수 있다.

선지별 해설

① O: 허프만 코딩은 문자마다 부호 길이를 다르게 배정할 수 있는 **가변 길이 부호화** 방식이다. 발생 확률이 큰 문자에는 짧은 부호를, 작은 문자에는 긴 부호를 배정하여 자주 전송되는 부호의 길이를 줄인다. 다만 가변 길이 방식이라는 말이 모든 문자의 부호 길이가 반드시 서로 달라야 한다는 뜻은 아니다.

② O: 일반적인 **정적 허프만 코딩**은 각 문자의 발생 확률 또는 빈도를 바탕으로 부호표를 먼저 구성한다. 확률이 가장 작은 두 항목을 합치는 과정을 반복하므로 모든 문자의 확률 또는 빈도 정보가 필요하다. 처리 중에 빈도를 갱신하며 부호를 바꾸는 적응형 허프만 코딩은 이와 구별된다.

③ X: 허프만 코딩은 **확률분포가 주어졌을 때** 평균 부호 길이가 최소인 접두 부호를 구성한다. 이는 모든 문자의 발생 확률이 같을 때 평균 비트 수가 최소라는 뜻이 아니다. 예를 들어 네 문자의 확률이 각각 25%이면 각 문자에 2비트를 배정하여 평균 2비트/문자가 된다. 반면 확률이 차례로 50%, 25%, 12.5%, 12.5%이면 부호를 각각 0, 10, 110, 111로 배정할 수 있고, 발생 확률로 가중평균한 길이는 1.75비트/문자로 더 짧다. 따라서 '확률이 같을 때 최소'가 아니라 '주어진 확률분포에서 평균 길이를 최소화한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 서로 다른 문자는 서로 다른 비트열로 구별되면 되므로 **부호 길이가 같아도 된다**. 예를 들어 110과 111은 비트열이 서로 다르지만 모두 3비트이다. 이처럼 같은 길이의 부호가 존재하는 것은 가변 길이 부호화와 모순되지 않는다.

NoteBase

문 11. 무선채널에서 채널의 특성이 균일한 주파수상의 대역폭을 일관성 대역폭(Coherence Bandwidth)이라고 한다. 일관성 대역폭(Coherence Bandwidth)과 반비례 관계를 가지는 채널의 특성은? [단, 균일하다는 의미는 주파수 성분들이 근사적으로 동일한 채널 이득(channel gain)을 가진다는 뜻이다.]

① 지연 확산(Delay Spread)

② 도플러 확산(Doppler Spread)

③ 일관성 시간(Coherent Time)

④ 경로 손실(Path Loss)

정답 1번

간단한 해설

다중경로 신호의 도착 시간 차이가 커질수록 주파수에 따른 채널 이득의 변화가 커진다. 따라서 **지연 확산이 클수록 일관성 대역폭은 좁아진다**.

공통 해설

지연 확산은 여러 전파 경로를 거친 신호들이 서로 다른 시각에 도착하면서 생기는 **도착 지연의 퍼짐**이다. 경로 간 지연 차이가 크면 주파수가 조금만 달라져도 경로 간 상대 위상이 크게 달라지므로, 신호들이 합쳐져 만들어지는 채널 이득도 주파수에 따라 빠르게 변한다.

따라서 지연 확산이 클수록 채널 이득을 근사적으로 동일하게 볼 수 있는 주파수 범위, 즉 일관성 대역폭은 좁아진다. 일관성 대역폭을 B_c, 지연 확산을 τ_d라 하면 그 관계는 대략 $B_c \propto \frac{1}{\tau_d}$로 나타낸다. 구체적인 비례상수는 지연 확산의 정의와 채널 이득의 유사성을 판단하는 기준에 따라 달라지지만, 이 문항에서 묻는 반비례 관계의 대상은 지연 확산이다.

NoteBase

문 12. LTE(Long Term Evolution)의 Downlink와 Uplink에 사용되는 기본 전송 방식으로 가장 올바른 것은?

① Downlink: OFDM, Uplink: OFDM

② Downlink: OFDM, Uplink: DFT-Spread-OFDM

③ Downlink: DFT-Spread-OFDM, Uplink: DFT-Spread-OFDM

④ Downlink: DFT-Spread-OFDM, Uplink: OFDM

정답 2번

간단한 해설

LTE는 하향링크에 **OFDM**, 상향링크에 **DFT-Spread-OFDM**을 사용한다. 상향링크에서는 단말의 전력 소모를 줄이기 위해 일반 OFDM보다 첨두 대 평균 전력비(PAPR)가 낮은 방식을 채택한다.

대응 관계 해설

Downlink(하향링크): 기지국에서 단말로 전송하는 방향이며, 기본 전송 방식은 **OFDM**이다. 서로 직교하는 여러 부반송파에 데이터를 나누어 병렬로 전송한다. 이 부반송파 자원을 여러 사용자에게 나누어 할당하는 다중접속 방식이 OFDMA이다. 따라서 선지의 하향링크 전송 방식에는 OFDM을 대응시킨다.

Uplink(상향링크): 단말에서 기지국으로 전송하는 방향이며, 기본 전송 방식은 **DFT-Spread-OFDM**이다. 데이터 심벌에 먼저 이산 푸리에 변환(DFT)을 적용하고, 그 결과를 할당된 부반송파에 배치한 뒤 역고속 푸리에 변환(IFFT)으로 전송 신호를 만든다. LTE의 SC-FDMA는 이 방식으로 구현된다. 단일 반송파와 유사한 신호 특성을 얻어 일반 OFDM보다 첨두 대 평균 전력비(PAPR)를 낮출 수 있으므로, 단말 송신 전력증폭기의 효율을 높이고 전력 소모를 줄이는 데 유리하다.

따라서 Downlink에 OFDM, Uplink에 DFT-Spread-OFDM을 대응시킨 ②의 조합이 맞다.

NoteBase

문 13. 제5세대 이동통신인 IMT-2020에서 제시하는 사용자 시나리오(Usage Scenario)에 해당하지 않는 것은?

① eMBB(enhanced Mobile BroadBand)

② IoT(Internet of Things)

③ URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communications)

④ mMTC(massive Machine Type Communications)

정답 2번

간단한 해설

IoT는 사물인터넷을 뜻하는 넓은 개념으로, **IMT-2020의 세 가지 주요 사용자 시나리오 명칭에는 포함되지 않는다**. 다수의 사물인터넷 기기를 연결하는 요구에 대응하는 시나리오 명칭은 mMTC이다.

공통 해설

IMT-2020은 통신 서비스의 요구 특성에 따라 **eMBB·URLLC·mMTC**를 세 가지 주요 사용자 시나리오로 제시한다. eMBB는 향상된 이동 광대역으로 높은 데이터 전송률과 대용량 통신을, URLLC는 초고신뢰·저지연 통신으로 높은 신뢰성과 짧은 지연을, mMTC는 대규모 기계형 통신으로 매우 많은 기기의 연결을 중시한다.

IoT는 사물들이 통신망을 통해 정보를 주고받는 사물인터넷이라는 넓은 개념이다. 다수의 센서가 적은 양의 데이터를 전송하는 IoT 서비스는 mMTC가 지원하는 대표적인 경우이지만, **IoT 자체가 이 세 가지 시나리오 중 하나의 명칭인 것은 아니다**. 따라서 5G가 IoT를 지원한다는 사실과 IoT가 공식 시나리오 명칭에 포함되는지는 구별해야 한다.

NoteBase

문 14. FM 신호 수신기에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 미분기(differentiator)와 고대역통과필터(highpass filter)

② 미분기(differentiator)와 저대역통과필터(lowpass filter)

③ 적분기(integrator)와 고대역통과필터(highpass filter)

④ 적분기(integrator)와 저대역통과필터(lowpass filter)

정답 2번

간단한 해설

미분형 FM 복조에서는 **미분기**로 순간 주파수의 변화를 진폭 변화로 바꾼다. 이어 정류 등 비선형 검파를 거친 신호에서 **저대역통과필터**로 고주파 성분을 제거하여 정보 신호를 얻는다.

구성 요소별 해설

FM은 정보 신호에 따라 반송파의 순간 주파수가 변하는 변조 방식이다. 선지의 두 구성 요소는 미분형 FM 복조에서 주파수 변화를 검출하고 저주파 정보 신호를 추출하는 역할로 구분한다.

미분기(differentiator): 정현파를 미분하면 진폭에 각주파수가 곱해진다. 따라서 진폭이 일정한 FM파를 미분하면 출력의 포락선, 즉 진폭의 윤곽이 **순간 주파수에 비례**하여 변한다. 정보 신호에 따른 주파수 변화가 진폭 변화로 나타나므로 포락선 검파로 정보를 추출할 수 있다. 적분기는 미분기와 주파수 응답이 달라, 이 방식에서 요구하는 순간 주파수와 출력 진폭의 선형 비례 관계를 만들지 못한다.

저대역통과필터(lowpass filter): 미분기 출력에 정류 등 비선형 검파를 적용한 뒤, 저대역통과필터로 고주파 성분을 줄이고 **기저대역의 정보 성분을 통과**시킨다. 포락선에 포함된 직류 성분은 별도로 제거하고 이득을 조정하여 원래 정보 신호를 복원한다. 고대역통과필터는 저주파 정보 성분을 보존하면서 고주파 성분을 제거하는 이 역할에 맞지 않는다.

따라서 이 복조 방식에 해당하는 구성 요소의 조합은 ②의 '미분기와 저대역통과필터'이다.

NoteBase

문 15. 백색 잡음에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 자기상관 함수는 델타 함수로 표현된다.

② 무한대의 평균 전력을 갖는다.

③ 전력 밀도 스펙트럼의 단위는 W/Hz이다.

④ 가시광선 대역에서만 전자기파 성분이 존재한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '가시광선 대역에서만'이라는 제한이 잘못되었다. 백색 잡음은 이상적으로 **모든 주파수에서 전력 스펙트럼 밀도가 일정한** 잡음을 뜻하며, 가시광선에 한정되지 않는다.

선지별 해설

이 문항의 백색 잡음은 평균이 0이고 전 주파수에서 전력 스펙트럼 밀도가 일정한 이상적인 연속시간 잡음 모형이다.

① O: 자기상관 함수는 시간차에 따른 잡음 값의 상관관계를 나타낸다. 백색 잡음의 **일정한 전력 스펙트럼 밀도**를 역푸리에 변환하면 델타 함수가 된다. 양측 전력 스펙트럼 밀도를 $S_n(f) = N_0/2$라 하면 $R_n(\tau) = \frac{N_0}{2}\delta(\tau)$이다. 즉, 서로 다른 시각의 잡음 값 사이에는 상관관계가 없다.

② O: 평균 전력은 전력 스펙트럼 밀도를 전체 주파수에 걸쳐 적분한 값이다. 이상적인 연속시간 백색 잡음은 양의 일정한 밀도가 **무한한 주파수 범위**에 걸쳐 존재하므로 $P = \int_{-\infty}^{\infty} S_n(f)df = \infty$가 된다. 실제 장치에서는 대역폭이 제한되므로 관측되는 잡음 전력은 유한하다.

③ O: 전력 스펙트럼 밀도는 **단위 주파수 폭당 전력**이므로 단위가 W/Hz이다. 이를 주파수 구간에 걸쳐 적분하면 그 구간에 포함된 잡음 전력을 W 단위로 얻는다.

④ X: 백색 잡음의 '백색'은 스펙트럼이 평탄하다는 특성을 나타내며, 가시광선에만 성분이 있다는 뜻이 아니다. 이상적인 백색 잡음은 **모든 주파수에 걸쳐 일정한 전력 스펙트럼 밀도**를 갖는 것으로 고친다.

NoteBase

문 16. TCP의 혼잡 제어에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 혼잡 회피 상태에서는 혼잡 윈도우를 지수적으로 키워서 혼잡에 대비한다.

② TCP 혼잡 제어에서 이미 수신한 ACK와 동일한 번호의 ACK가 3번 이상 수신되면 혼잡한 상황으로 판단한다.

③ Reno TCP에서는 ACK 도착 전 타임아웃 상황이 동일한 번호의 ACK를 연속 수신하는 것보다 더 심각한 혼잡으로 해석된다.

④ 느린 시작 상태에서는 지수적 증가를 통해 혼잡 윈도우를 증가시킨다.

정답 1번

간단한 해설

혼잡 회피에서는 혼잡 윈도우를 **선형적으로 증가**시켜 전송량을 조심스럽게 늘린다. **지수적 증가**는 느린 시작의 특성이다.

선지별 해설

① X: 혼잡 윈도우는 송신자가 ACK를 받기 전에 전송할 수 있는 데이터양을 제한한다. 혼잡 회피에서는 혼잡 윈도우를 왕복 지연 시간(RTT)마다 대략 최대 세그먼트 데이터 크기(MSS)만큼 늘리는 **선형 증가**를 사용한다. 따라서 '지수적으로 키워서'는 '선형적으로 키워서'로 고쳐야 한다.

② O: 수신 측은 중간 데이터가 빠진 채 뒤의 데이터를 받으면, 여전히 기다리는 데이터의 번호를 동일한 ACK 번호로 알린다. 송신 측은 **중복 ACK가 3회** 도착하면 세그먼트 손실을 추정하고 이를 혼잡 신호로 취급하여, 타임아웃을 기다리지 않고 빠른 재전송을 수행한다. 중복 ACK는 순서 뒤바뀜으로도 생길 수 있으므로 실제 혼잡이 확정되었다는 뜻은 아니다.

③ O: Reno TCP에서 중복 ACK가 반복된다는 것은 일부 후속 데이터가 수신 측까지 도착하고 있다는 신호이다. 이때는 윈도우를 줄이고 빠른 회복을 수행한다. 반면 타임아웃이 발생하면 **혼잡 윈도우를 1 MSS로 줄이고 느린 시작**을 다시 수행한다. 전송량을 더 크게 줄인다는 점에서 타임아웃을 더 심각한 혼잡 신호로 처리한다.

④ O: 느린 시작에서는 새 데이터를 확인하는 ACK가 올 때마다 혼잡 윈도우를 최대 1 MSS씩 늘린다. 윈도우가 커지면 한 RTT 동안 돌아오는 ACK 수도 늘어나므로, 각 세그먼트에 대한 ACK가 지연 없이 도착하는 전형적인 경우 윈도우가 **RTT마다 대략 두 배**로 증가한다. 이러한 지수적 증가는 느린 시작 임계값에 도달하거나 혼잡이 감지될 때까지 이루어진다.

NoteBase

문 17. IPv4 주소 197.213.45.235/28가 속한 네트워크의 주소는 무엇인가?

① 197.213.45.0/28

② 197.213.45.128/28

③ 197.213.45.224/28

④ 197.213.45.232/28

정답 3번

간단한 해설

/28에서는 호스트 부분이 4비트이므로 주소를 **16개씩** 묶는다. 마지막 옥텟 235는 224~239 구간에 속하므로 네트워크 주소는 **197.213.45.224/28**이다.

계산 과정

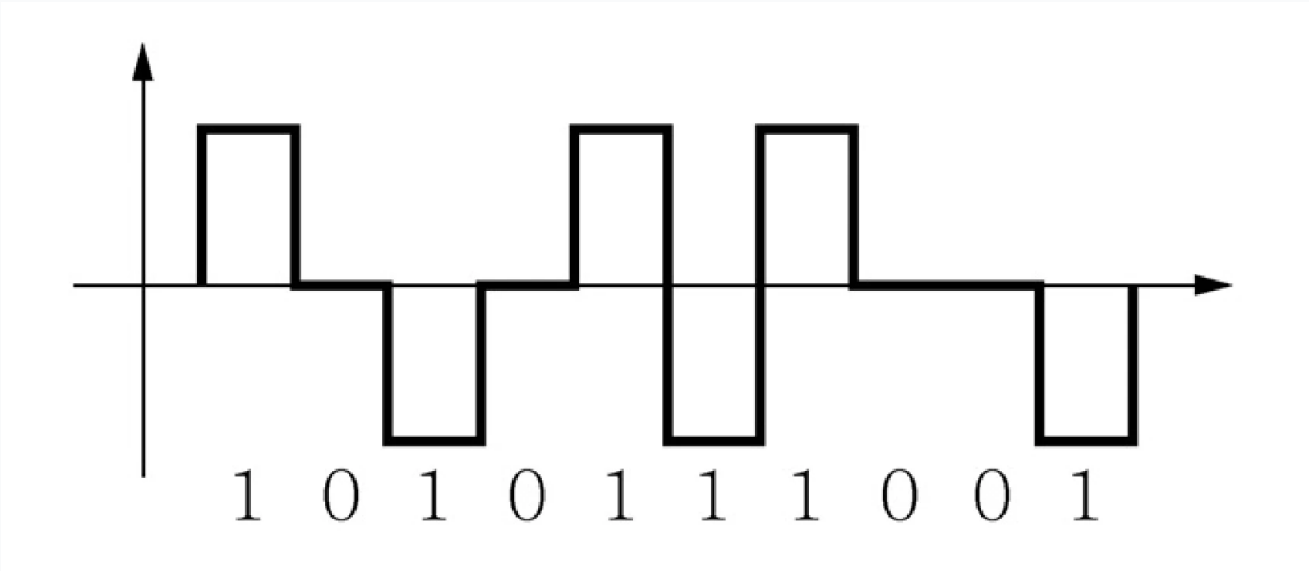
1. 네트워크 부분과 호스트 부분: IPv4 주소는 32비트이고, /28은 앞의 28비트가 네트워크 부분이라는 뜻이다. 따라서 호스트 부분은 32 − 28 = 4비트이다. 네트워크 주소는 **네트워크 부분을 유지하고 호스트 부분을 모두 0**으로 만든 주소이다.

2. 주소 묶음의 크기: 앞의 세 옥텟은 총 24비트이므로 197.213.45는 그대로 유지된다. 마지막 옥텟에서는 상위 4비트가 네트워크 부분이고 하위 4비트가 호스트 부분이다. 호스트 부분으로 구별되는 주소는 $2^4 = 16$ 개이므로, 마지막 옥텟의 네트워크 주소는 0, 16, 32, …처럼 **16의 배수**로 시작한다.

3. 해당 네트워크 산출: 235 = 16 × 14 + 11이므로 235가 속한 주소 묶음은 16 × 14 = 224에서 시작한다. 이 묶음의 마지막 옥텟 범위는 224~239이고, 235는 시작 주소보다 11만큼 큰 주소이다. 호스트 부분을 0으로 만들면 마지막 옥텟은 224가 된다. 따라서 네트워크 주소는 197.213.45.224/28이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 18. 그림의 회선 부호화 방식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?



① 세 개의 진폭값을 갖는다.

② 플러스 값과 마이너스 값이 번갈아 사용된다.

③ 주파수 스펙트럼에서 DC성분이 없다.

④ 0과 1이 같은 확률로 전송될 때 단극 NRZ방식보다 더 넓은 대역폭이 필요하다.

정답 4번

간단한 해설

그림의 AMI 방식은 비트 1의 펄스 극성을 번갈아 바꾸어 DC 성분을 없앤다. 같은 비트율에서 스펙트럼의 첫 영점을 기준으로 한 대역폭은 **단극 NRZ와 같으므로**, '더 넓은 대역폭이 필요하다'는 설명은 틀리다.

NoteBase

선지별 해설

그림에서 비트 0은 전압 0으로, 비트 1은 양과 음의 펄스가 교대로 나타나는 것으로 표현된다. 이는 AMI(Alternate Mark Inversion, 교대 마크 반전) 방식이다.

① O: 양의 펄스 진폭을 A라고 하면 사용하는 전압 레벨은 **+A, 0, −A의 세 가지**이다. 두 개의 비트값을 표현하더라도 신호의 진폭값은 세 개가 될 수 있다.

② O: 비트 1이 나타날 때마다 **직전 1의 펄스와 반대 극성**을 사용한다. 그림에서도 1에 해당하는 펄스는 +, −, +, −, +, − 순서이다. 중간에 0이 있어도 이러한 교대 규칙은 유지된다.

③ O: 같은 크기와 폭의 양·음 펄스가 교대로 나타나므로, 두 펄스의 면적이 서로 상쇄된다. 긴 시간에 걸친 신호의 평균값이 0이 되어 **DC 성분이 생기지 않는다**. 이는 0과 1의 출현 확률이 같아야만 성립하는 성질이 아니라 극성 교대 규칙에서 나오는 성질이다.

④ X: 그림처럼 펄스가 한 비트 구간을 차지하는 AMI 방식은 같은 비트율의 단극 NRZ보다 더 넓은 대역폭을 요구하지 않는다. 0과 1이 같은 확률로 발생하는 통상적인 무작위 데이터에서, **첫 번째 영점 기준의 대역폭은 두 방식이 같다**. 비트 시간을 T라고 하면 양의 주파수에서 스펙트럼이 처음 0이 되는 주파수는 두 방식 모두 $f = \frac{1}{T}$ 이다. AMI는 극성을 교대하여 DC·저주파 성분을 억제하며, 세 가지 진폭값을 사용한다는 사실 자체가 대역폭 증가를 뜻하지는 않는다.

NoteBase

문 20. 가상회선망에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전송되는 모든 패킷들이 동일한 지연시간을 가진다.

② 가상회선 식별자는 스위치를 지날 때마다 다를 수 있다.

③ 패킷이 도착하는 순서는 보내는 순서와 동일하다.

④ 설정 이후에는 IP 주소 대신 가상회선 식별자를 통해 라우팅한다.

정답 1번

간단한 해설

가상회선에서 패킷이 같은 경로를 지나더라도, 스위치에서 기다리는 시간은 혼잡 상태에 따라 달라진다. 따라서 **모든 패킷의 지연시간이 동일한 것은 아니다**.

선지별 해설

① X: 가상회선은 패킷을 보내기 전에 논리적인 전달 경로를 설정하는 패킷 교환 방식이다. 여러 통신이 전송 자원을 공유하므로, 같은 가상회선의 패킷도 스위치에 도착한 시점의 혼잡 상태에 따라 대기시간이 달라질 수 있다. '동일한 지연시간을 가진다'는 **'지연시간이 달라질 수 있다'**로 고쳐야 한다.

② O: 가상회선 식별자는 **각 링크에서 해당 가상회선을 구별**하는 값으로, 망 전체에서 하나의 값으로 통일될 필요가 없다. 스위치는 입력 포트와 입력 식별자를 조회하여 출력 포트와 출력 식별자를 결정하므로, 패킷이 스위치를 지날 때 식별자가 다른 값으로 바뀔 수 있다.

③ O: 동일한 가상회선의 패킷들은 **미리 설정된 같은 경로를 따라 순서를 유지**하며 전달된다. 따라서 수신 측에는 송신 순서대로 도착한다. 패킷마다 대기시간이 달라질 수 있다는 것과 패킷의 선후 순서가 유지된다는 것은 구별해야 한다.

④ O: 가상회선 설정 과정에서 경로와 각 스위치의 전달 정보가 마련된다. 이후 데이터 전달 시에는 **가상회선 식별자로 전달 정보를 조회**하여 다음 출력 포트를 결정한다. 따라서 매 패킷의 목적지 IP 주소를 바탕으로 경로를 새로 판단할 필요가 없다.

NoteBase