

통신이론

문 1. 균일 확률 분포를 갖는 확률 변수(random variable) X 의 확률 밀도

함수(probability density function)가 $f_X(x) = \begin{cases} a, & 0 \leq x \leq 6 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$

일 때, 상수 a 값과 X 의 분산값은?

a	X 의 분산
① $\frac{1}{3}$	12
② $\frac{1}{3}$	3
③ $\frac{1}{6}$	12
④ $\frac{1}{6}$	3

문 2. 주기 신호 $x(t) = 2\sin\omega_0 t$ 일 때, 복소 푸리에 급수

$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} X_n e^{jn\omega_0 t}$ 의 계수 X_{-1} 과 X_1 의 값은?

X_{-1}	X_1
① +1	-1
② -2	+2
③ +j	-j
④ -j	+j

문 3. 디지털 복조 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

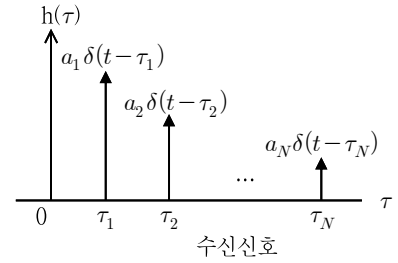
- ① 비동기식 포락선 검파 방식을 이용하여 PSK 신호를 복조할 수 있다.
- ② 비동기식 복조는 수신 신호의 반송파 위상정보를 이용하지 않고 복조하는 방식이다.
- ③ 동기식 복조 방식은 비동기식 복조 방식과 비교해 수신 오류 확률 성능이 우수하다.
- ④ 정합 필터(matched filter)를 이용한 복조 방식은 동기식 복조 방식의 일종이다.

문 4. PM(Phase Modulation) 변조된 신호 $s(t) = 10\cos\{2000\pi t + 10^{-3}\cos(100\pi t)\}$ 의 최대 위상 편이는?

- ① 1
- ② 0.1
- ③ 0.01
- ④ 0.001

문 5. 송신된 임펄스 신호 $\delta(t)$ 가 특정 무선 전송 채널을 통과하여 그림과 같이 N 개의 임펄스 신호로 수신되었다. 이 채널을 이용하는 무선 전송 시스템의 특성으로 옳지 않은 것은? (단,

$$0 < \sum_{n=1}^N |a_n|^2 \leq 1, |a_n| \neq 0$$



- ① 지연확산(delay spread)이 심볼 구간(symbol duration)에 비해 커질수록 심볼 간 간섭(ISI: Inter-Symbol Interference)이 더 발생하여 수신 오류 확률이 커지는 현상이 발생한다.
- ② 지연확산이 심볼 구간에 비해 크면 시간 선택적 페이딩(time selective fading) 채널이 되어, 채널의 특성이 시간에 따라 변화한다.
- ③ OFDM 방식을 사용하여 부반송파(sub-carrier)의 개수를 증가시킬수록 지연확산에 의한 영향을 줄일 수 있고, 수신기 구조도 간단해진다.
- ④ OFDM 방식을 사용하는 경우, 지연확산에 의한 영향을 줄이기 위해 순환확장(CP: cyclic prefix)을 사용하며, 지연확산의 크기를 고려하여 CP의 길이를 설계해야 한다.

문 6. N 개의 서로 다른 심볼 종류를 갖는 메시지 정보원(information source) 집합의 정보량과 엔트로피에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, i 번째 심볼 x_i 의 발생 확률을 p_i 로 표현하고, 발생하는 심볼들은 서로 통계적으로 독립이다)

- ① 엔트로피는 정보원의 심볼 출력당 평균 정보의 양으로 정의된다.
- ② 정보량을 비트로 표현할 때, 자기 정보(self information) $I(x_i) = -\log_2(p_i)$ 이다.
- ③ 집합에 속하는 심볼들의 발생 확률이 모두 같을 때, 엔트로피는 최대가 된다.
- ④ 서로 다른 발생 확률을 갖는 이진 정보원($N=2$)의 집합을 X 라 할 때, 엔트로피 $H(X)$ 는 $0 \leq H(X) \leq 2$ 이다.

문 7. 통과대역(bandpass) 디지털 통신 시스템을 다음과 같은 조건으로 설계한다고 할 때, 주어진 조건에서 왜곡 없이 송신 가능한 1초당 최대 데이터 비트의 수[Mbps]는?

- 채널 대역폭: 10 [MHz] (보호 대역은 고려하지 않는다)
- 변조 방식: 64-QAM
- 컨볼루션 부호(convolution code)의 부호화율(code rate): $\frac{1}{2}$
- R_s 의 심볼 전송률[sps]로 변조 심볼을 전송하기 위해 $2R_s$ 의 대역폭[Hz]을 차지하는 펄스 성형을 사용한다.

- ① 60
- ② 30
- ③ 15
- ④ $\frac{5}{3}$

문 8. 대역 제한(bandwidth-limited)된 기저대역(baseband) 디지털 전송 시스템에서 16-PAM(Pulse Amplitude Modulation) 방식을 사용하여 10 [Mbps] 데이터 전송률을 얻고자 할 때, 심볼 간 간섭(ISI)이 발생하지 않도록 전송하는 데 필요한 나이퀴스트(Nyquist) 최소 대역폭[MHz]은?

- ① 10
- ② 5
- ③ 2.5
- ④ 1.25

문 9. 임펄스 응답 함수 $h(t) = 2\text{rect}(t+1)$ 을 갖는 선형 시불변 시스템(linear time invariant system)에 대한 설명으로 옳은 것은?

(단, $\text{rect}(t) = \begin{cases} 1, & -1/2 \leq t \leq 1/2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$ 이다)

- ① BIBO(Bounded Input Bounded Output) 특성을 갖는 안정적인 시스템이다.
- ② 인과성(causal)이 있는 시스템이다.
- ③ 한정된 대역폭을 가지며 입력 신호의 크기를 주파수별로 일정하게 증폭시키는 시스템이다.
- ④ 주파수축 위상 응답 특성이 상수인 시스템이다.

문 10. BPSK, QPSK, BFSK의 성능에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 동기식 복조 방식을 사용하여 동일한 비트 오류 확률 성능을 얻고자 할 때, BFSK 방식은 BPSK 방식에 비해 비트당 에너지가 더 많이 필요하다.
- ② QPSK와 BPSK의 신호 대역폭이 동일할 때, QPSK 방식은 BPSK 방식과 동일한 비트 전송률을 갖는다.
- ③ 동기식 복조 방식을 사용하여 동일한 비트 오류 확률 성능을 얻고자 할 때, QPSK 방식은 BPSK 방식에 비해 비트당 에너지가 약 2배 더 필요하다.
- ④ 같은 비트당 에너지로 전송할 때 BPSK, QPSK, BFSK 방식은 모두 동일한 대역폭 효율(bandwidth efficiency)을 갖는다.

문 11. AWGN(Additive White Gaussian Noise) 채널 환경에서 평균 수신 신호 전력이 15 [μ W], 평균 잡음 전력이 5 [μ W]이고, 오류 없이 전송할 수 있는 최대 전송률이 10 [Mbps]이라고 할 때, 요구되는 최소 전송 채널 대역폭[MHz]은?

- ① 1
- ② 2.5
- ③ 5
- ④ 10

문 12. 메시지 신호 $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ 를 이용하여 반송파 $c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$ 를 변조한 후 전송되는 신호 $s(t) = m(t)c(t)$ 에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, $f_m \ll f_c$, A_m 과 A_c 는 상수로 양(+의) 값을 갖는다)

- ① $s(t)$ 는 포락선 검파가 가능하다.
- ② $m(t)$ 가 0을 지날 때, $s(t)$ 는 위상 반전(phase reversal)이 일어난다.
- ③ $s(t)$ 의 양측(two-side) 진폭 스펙트럼에서 주파수 $(f_c + f_m)$ 의 크기는 $\frac{A_m A_c}{2}$ 이다.
- ④ $s(t)$ 의 양측 진폭 스펙트럼에서 주파수 f_c 의 크기는 $\frac{A_c}{2}$ 이고, 메시지 신호의 전력과 함께 반송파의 전력도 전송된다.

문 13. 백색 잡음(white noise)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 전력 스펙트럼 밀도는 주파수에 따라 크기가 서로 다르게 나타난다.
- ② 자기 상관 함수(autocorrelation function) $R(\tau) = \frac{N_0}{2} \delta(\tau)$ 이다.
- ③ 백색 잡음이 이상적인(ideal) 저역 통과 필터를 통과한 경우, 그 신호의 자기 상관 함수는 시간 영역에서 sinc 함수로 표현된다.
- ④ 전력 스펙트럼 밀도는 절대온도에 비례한다.

문 14. 4G LTE(Long-Term Evolution) 및 5G 이동통신 시스템의 다중접속 기술로 사용되는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① CDMA 방식에 비해 인접 셀 간의 간섭 영향이 적어 셀 간 간섭조정(inter-cell interference coordination) 절차가 필요 없다.
- ② CDMA 방식에 비해 상대적으로 낮은 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)를 가지므로 작은 백오프(back-off)를 갖는 전력 증폭기를 사용할 수 있다.
- ③ OFDMA 시스템에서는 각 사용자의 채널 품질을 고려하여 주파수 자원을 적응적으로 각 사용자에게 할당함으로써 전체 시스템의 처리율(throughput)을 증대할 수 있다.
- ④ OFDMA에서는 다수의 사용자가 주파수 자원을 나누어 데이터를 송수신하기 때문에 각 사용자 신호의 구분을 위해 직교 부호(orthogonal code)를 할당하여 사용한다.

문 15. 채널 부호(channel coding) 기법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
(단, E_b 와 N_0 는 각각 비트당 에너지와 단측(one-side) 잡음 전력 스펙트럼 밀도이다)

- ① 채널 부호 기법을 적용함으로써, 동일한 비트 오류 확률을 얻기 위해 필요한 E_b/N_0 가 줄어드는 정도를 부호화 이득(coding gain)이라고 한다.
- ② 동일한 변조 방식을 사용하는 경우, 채널 부호 기법을 적용한 시스템은 이 기법을 적용하지 않은 시스템에 비해 모든 E_b/N_0 에 대해 수신 비트 오류 확률 성능이 좋다.
- ③ 터보 부호(turbo code)와 LDPC(Low Density Parity Check) 부호는 반복 복호 과정을 통해 수신 성능을 개선할 수 있다.
- ④ 컨볼루션 부호(convolution code)에서 구속장 길이(constraint length) K 가 커질수록 수신 비트 오류 확률 성능은 개선되지만, 구현 복잡도가 증가한다.

문 16. 다음과 같이 정의된 선형 블록부호(linear block code)의 부호화(encoding) 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

정보어 심볼	00	01	10	11
부호어 심볼	00000	01101	10110	11011

- ① 부호율은 $\frac{2}{5}$ 이다.
- ② 최소 해밍 거리는 4이다.
- ③ 오류 정정 능력은 1이다.
- ④ 오류 검출 능력은 2이다.

문 17. 메시지 신호 $m(t) = 2\cos(2000\pi t)$ 를 반송파 주파수 $f_c = 1$ [MHz], 최대 주파수 편이 4 [kHz]로 주파수 변조(frequency modulation)를 할 때, 변조된 신호의 편이율(deviation ratio) β 와 주파수 변조 대역폭 B_{FM} [kHz]은?

β	B_{FM}
① 1	4
② 2	6
③ 4	8
④ 4	10

문 18. 시간 축의 신호 $x(t) = \text{sinc}(100t)$ 를 샘플링 할 때, 앨리어싱 효과(aliasing effect)가 발생하지 않도록 하는 샘플링 주기[초]의

최댓값은? (단, $\text{sinc}(t) = \frac{\sin(\pi t)}{\pi t}$ 이다)

- ① 0.005
- ② 0.01
- ③ 0.05
- ④ 0.1

문 19. 통과대역(bandpass) 대역폭이 1 [MHz]인 채널을 통해 신호를 전송할 때, 롤오프 인수(roll-off factor)가 0.25인 상승 코사인 필터(raised cosine filter)를 이용한다. 신호 왜곡이 발생하지 않는 최대 심볼 전송률[sps]은?

- ① 400,000
- ② 800,000
- ③ 1,000,000
- ④ 1,600,000

문 20. 확률 변수(random variable) X, Y, Z 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $E[X]$ 는 X 의 기댓값을 의미한다)

- ① X 의 분산 σ_X^2 는 X 의 2차 중심 모멘트(central moment)이다.
- ② X 와 Y 가 서로 독립(independent)이면, $E[XY] = E[X]E[Y]$ 이다.
- ③ X 와 Y 가 모두 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 독립가우시안 분포를 가지면, 새로운 확률 변수 $Z = \sqrt{X^2 + Y^2}$ 은 레일레이(Rayleigh) 확률 분포를 따른다.
- ④ X 와 Y 의 상관 계수(correlation coefficient) 값이 0이면, X 와 Y 는 서로 독립이다.