

통신이론

2023년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 무기억 이진 정보원(memoryless binary source)에서 심볼 ‘0’이 발생될 확률은 p_0 이고 심볼 ‘1’이 발생될 확률은 $p_1 = 1 - p_0$ 이다. 정보원에서 발생하는 심볼들은 통계적으로 서로 독립이라고 가정할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 계산 결과는 소숫점 아래 세 자리까지 반올림하여 나타낸다) (총 30점)

- 심볼 ‘1’의 발생확률이 $p_1 = 0.7$ 일 때, 정보원의 엔트로피(entropy)를 구하고, 이론적인 최대 엔트로피를 가지는 경우와 비교하여 설명하시오. (단, $\log_2(0.3) = -1.74$, $\log_2(0.7) = -0.51$ 로 계산한다) (8점)
- 아래의 표와 같이 ‘0’과 ‘1’로 구성된 새로운 심볼 $s_i (i = 1, 2, 3)$ 를 정의하고 각 심볼의 길이와 발생확률을 나타내었다.

심볼	심볼 길이	심볼 발생확률
$s_1 = 0$	1	0.3
$s_2 = 10$	2	0.21
$s_3 = 11$	2	0.49

평균 심볼 길이를 l_s , 허프만 부호화 (Huffman coding) 기법을 적용한 평균 부호어(codeword) 길이를 l_H 라 할 때, 허프만 부호화의 효과를 설명하고, 획득된 압축률 $\left(CR \left(= \frac{l_H}{l_s} \right) \right)$ 을 구하시오. (15점)

- 심볼 s_i 와 심볼 $r_i (i = 1, 2, 3)$ 가 다음과 같은 결합확률을 가질 때, 결합 엔트로피(joint entropy)를 구하시오. (7점)

결합확률 $p(s_i, r_i)$	r_1	r_2	r_3
s_1	0.125	0.25	0
s_2	0.25	0.125	0
s_3	0	0	0.25

제 2 문. 블록 부호화(block coding)는 정보 비트가 블록 단위로 부호화되는 전송방식이다.
다음 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1) 정보 비트를 5회 반복해서 전송하는 (5, 1) 부호화는 생성행렬(generation matrix) $G_1 = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ 인 경우이다. 이러한 반복 부호의 유효 부호어(codeword)와 부호율(code rate)을 구하시오. 또한, 최소 해밍거리(minimum Hamming distance) d_{\min} 에 따른 오류검출 능력과 오류정정 능력을 구하고, 잉여 비트(redundant bit)와 전송량에 대한 장단점을 설명하시오. (10점)
- 2) 생성행렬 G_2 인 (7, 4) 블록 부호는 4비트 정보로부터 7비트의 부호어를 생성할 수 있다. 다음 표와 같은 4비트 정보행렬(information matrix) U 로부터 생성된 부호어 행렬(codeword matrix) $V = UG_2$ 를 구하시오. (3점)

정보행렬 U	생성행렬 G_2	부호어 행렬 V
$U = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$G_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$V = UG_2 = [?]$

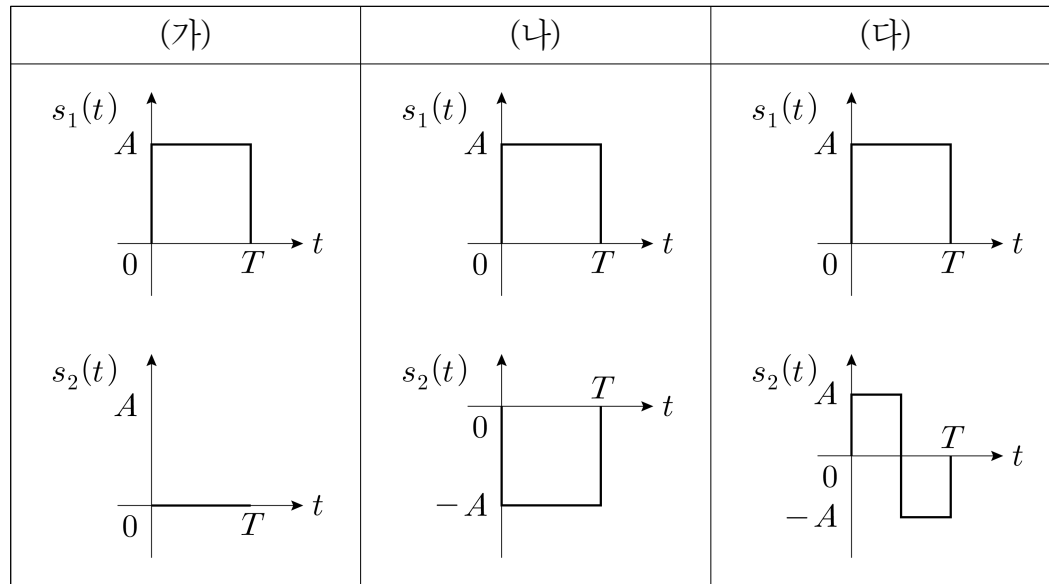
- 3) 대각 성분이 모두 1인 k 차 단위행렬 I_k 를 이용하여 패리티 검사행렬 $H = [P^T | I_3]$ 를 생성하시오. 이때, 1 비트 오류 패턴에 대한 (7, 4) 블록 부호의 신드롬(syndrome) 참조표를 작성하시오. (7점)

패리티 비트 행렬 P	패리티 검사 행렬 H	1 비트 오류 패턴용 신드롬 참조표																																																																																
$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$H = [P^T I_3] = [?]$	$I_7 H^T (\text{mod } 2)$																																																																																
		<table><tr><th colspan="7">1 비트 오류 패턴</th><th colspan="3">신드롬</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1 비트 오류 패턴							신드롬			1	0	0	0	0	0	0				0	1	0	0	0	0	0				0	0	1	0	0	0	0				0	0	0	1	0	0	0				0	0	0	0	1	0	0				0	0	0	0	0	1	0				0	0	0	0	0	0	1			
		1 비트 오류 패턴							신드롬																																																																									
		1	0	0	0	0	0	0																																																																										
		0	1	0	0	0	0	0																																																																										
		0	0	1	0	0	0	0																																																																										
		0	0	0	1	0	0	0																																																																										
		0	0	0	0	1	0	0																																																																										
		0	0	0	0	0	1	0																																																																										
		0	0	0	0	0	0	1																																																																										

- 4) 다음 표와 같이 수신된 부호어 행렬 R 의 신드롬 $S = RH^T (\text{mod } 2)$ 을 계산하고, 위 3)에 구해진 참조표를 바탕으로 수신된 부호어의 오류를 정정한 부호어 행렬 R' 를 구하시오. (단, 수신된 각 부호어는 1개 이하의 오류를 포함한다) (10점)

부호어 행렬 R	신드롬 S	정정된 부호어 행렬 R'
$R = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$S = RH^T (\text{mod } 2) = [?]$	$R' = [?]$

제 3 문. 디지털 통신 시스템에서 전송 신호는 비트가 1일 때 $s_1(t)$, 비트가 0일 때 $s_2(t)$ 인 PCM(Pulse Code Modulation: 펄스코드변조) 방식으로 변조하며, 수신 신호는 $r(t) = s_i(t) + n(t)$, $i = 1, 2$ 와 같이 표현된다고 하자. 여기서, $n(t)$ 는 양쪽 전력스펙트럼 밀도가 $N_0/2 = 0.5 \times 10^{-8}$ 인 AWGN(Additive White Gaussian Noise)이다. 이때, PCM 신호로 아래 그림의 (가) ~ (다)와 같은 세 가지 종류를 고려할 때, 다음 물음에 답하시오. (총 40점)



- 1) 정합필터(matched filter) 수신기가 상관(correlation) 수신기로 구현 가능하다는 점을 설명하시오. (5점)
- 2) 수신기에서 하나의 정합필터만을 사용하고자 한다. 정합필터의 임펄스응답 (impulse response)을 (가) ~ (다)에 대해 각각 구하시오. (단, 임펄스응답의 에너지는 1 [J]로 가정한다) (20점)
- 3) 비트 0과 1을 전송할 확률이 동일하고 비트전송률이 $R_b = 1$ [Mbps]일 때, 비트오류율이 $P_b = 10^{-6}$ 이하가 되기 위한 최소 크기 A 를 (가) ~ (다)의 각각에 대해 Q 함수의 역함수인 $Q^{-1}(\cdot)$ 를 사용하여 표현하시오. (단, $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-\lambda^2/2} d\lambda$ 이다) (15점)

인사혁신처 시험출제과장