

## 통신이론

### 2016년 시행 5급 공채(기술) 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문.  $X(t)$ 는  $E[X(t)] = 0$ 이고 자기상관(Auto-correlation) 함수  $R_{XX}(\tau) = \sigma_X^2 e^{-|\tau|}$ 인 WSS(Wide Sense Stationary) 확률과정(Random Process)이다. 확률과정  $Y(t) = X(t)\cos(w_0 t + \Theta)$ 에 대하여 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

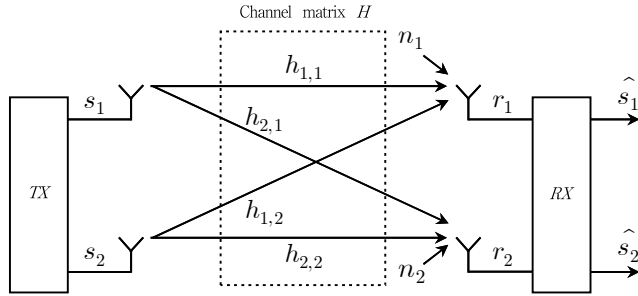
- 1)  $\Theta = 0$ 인 경우  $E[Y(t)]$ ,  $E[Y^2(t)]$ 를 각각 구하시오. (6점)
- 2) 1)의  $Y(t)$ 가 WSS인지 아닌지를 판별하시오. (4점)
- 3)  $\Theta$ 가  $(-\pi, \pi)$  구간에서 균일한 분포를 가지고,  $X(t)$ 에 독립인 확률변수라고 할 때  $E[Y(t)]$ ,  $E[Y^2(t)]$ 를 각각 구하시오. (6점)
- 4) 3)의  $Y(t)$ 가 WSS인지 아닌지를 판별하시오. (4점)

제 2 문. 최대 주파수가 5kHz인 신호를 디지털 변조하여 전송하려고 한다. 다음 물음에 답하시오. (총 25점)

- 1) 에일리어싱(Aliasing)이 발생하지 않도록 하기 위한 위 신호의 샘플링 주기 조건을 구하시오. (4점)
- 2) 위 신호를 나이퀴스트(Nyquist) 주파수로 샘플링하고 총 1000레벨로 양자화할 경우 이진(binary) 신호의 생성 속도를 bps 단위로 구하시오. (5점)
- 3) 2)의 이진 신호에 대한 생성 속도를 그대로 유지시키면서 QPSK 변조하였을 경우 심볼 주기를 구하시오. (3점)
- 4) 2)의 이진 신호에 대한 생성 속도를 그대로 유지시키면서 64-QAM 변조하였을 경우 심볼 주기를 구하시오. (3점)
- 5) 3)과 4)에서와 같이 QPSK 변조 방식과 64-QAM 변조 방식을 사용했을 경우 각 방식에 대하여 전력효율과 대역폭효율의 관점에서 장단점을 기술하시오. (10점)

제 3 문. 이동통신시스템에서 다수의 송신안테나와 다수의 수신안테나를 사용하는 다중안테나(MIMO: Multiple Input Multiple Output) 기술 중에서 최대전송 속도를 증가시키는 기술을 공간다중화(SM: Spatial Multiplexing)라고 한다. 아래 그림은  $N_T = 2, N_R = 2$ 인 MIMO 시스템을 나타낸 것이다. 다음 물음에 답하시오. (단,  $N_T$ 는 송신안테나의 수,  $N_R$ 은 수신안테나의 수이다)

(총 20점)



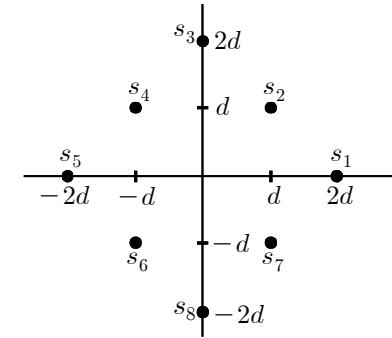
1) 수신 신호 벡터  $\bar{r} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$ 은 송신 신호 벡터  $\bar{s} = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix}$ , 잡음 신호 벡터

$\bar{n} = \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$ , 채널 행렬  $H$ 를 이용하여 수식으로 표현될 수 있다. 채널 행렬  $H$ 의

원소를 이용하여 수신 신호 벡터  $\bar{r} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$ 을 식으로 표현하시오. (10점)

2)  $N_T = 1, N_R = 1$ 인 시스템으로 전송할 때의 최대 데이터 전송속도를  $C$ 라고 할 때, 위 그림과 같이  $N_T = 2, N_R = 2$ 인 MIMO 시스템으로 전송하는 경우 채널 행렬  $H$ 의 랭크(rank)에 따라 최대전송속도가 어떻게 달라지는지를  $C$ 를 기준으로 설명하시오. (10점)

제 4 문. 모든 주파수 대역에서 전력밀도 값이  $\frac{N_0}{2}$ 인 가산성 백색 가우시안 잡음 (AWGN: Additive White Gaussian Noise) 채널을 통하여 아래 그림과 같은 성상도를 가지는 8-QAM 변조된 신호가 전송되는 통신 시스템을 고려하자. (단, 아래 그림에서 각 점은 심볼을 의미하고, 각 8-QAM 심볼이 전송되는 확률은 같다고 가정한다) 다음 물음에 답하시오. (총 35점)



- 1) 심볼 오류 확률을 최소화하는 최적 검출기법을 사용할 때, 각 심볼의 판정 영역 (decision region)을 위 성상도를 옮겨 그린 후 그 위에 나타내시오. (10점)
- 2) 쌍오류확률  $P_e(s_1, s_m)$ 는  $s_1$ 과  $s_m$ 의 심볼만 존재하고 다른 심볼은 없다고 가정한 상태에서  $s_1$ 을 전송했을 때  $s_m$ 으로 잘못 판정할 확률을 의미한다. 쌍오류확률  $P_e(s_1, s_2)$ 를 다음의  $Q$ 함수를 이용하여 나타내시오. (단,  $Q$ 함수의 변수는  $d$ 와  $N_0$ 만을 사용한다) (10점)

$$Q(x) = \int_x^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

- 3) 심볼  $s_1$ 을 전송할 때 발생하는 심볼 오류 확률을  $P(e|s_1)$ 라고 하자. 이때  $P(e|s_1)$ 의 합집합 한계(Union bound)를 쌍오류 확률  $P_e(s_1, s_m)$ 를 이용하여 나타내시오. (5점)
- 4) 3)에서 구한  $P(e|s_1)$ 의 합집합 한계를  $Q$ 함수를 이용하여 나타내시오. (단,  $Q$ 함수의 변수는  $d$ 와  $N_0$ 만을 사용한다) (10점)

## 인사혁신처 시험출제과장