

2009 년 1 학기 생체계측 1 중간고사

문제지 2 매, 총 5 문제, 각 문제 20 점

- (1) 온도 측정기의 입력범위는 $0-40^{\circ}\text{C}$ 이고, 출력전압은 $0-5\text{V}$ 이며, 입력과 출력 사이의 관계는 선형적이라 가정한다. 온도 측정기의 출력전압을 입력범위가 $0-5\text{V}$ 인 12-bit ADC 에 연결하였다.
- (a) ADC 의 입력에 dc level 이 조정된 $5V_{pp}$ 의 정현파가 입력되는 경우를 가정하고, 양자화 잡음에 대한 SNR 을 구하시오.
 - (b) 온도 측정기의 출력전압에는 평균이 0 이고 분산이 σ^2 인 Gaussian 분포를 가지는 잡음전압이 존재한다. 이 잡음전압의 최대치 추정치 (estimate of the maximal noise value)를 얼마로 제한하는 것이 필요한가?
 - (c) 온도 측정기의 최종출력을 소수점 아래 1 자리까지로 할 때, 이 온도 측정기의 해상도는?
 - (d) 온도 측정기의 해상도를 최대한 개선하였을 때, 정확도는?
- (2) 온도를 알고 있는 5 개의 물체를 이용하여, 문제(1)의 온도 측정기를 calibration 하기 위한 데이터를 얻었다.

온도(T)	출력전압(V)
0	-0.01
10	1.2
20	2.6
30	3.8
40	4.9

- (a) 최소자승오차법을 이용하여 출력전압과 온도 사이의 관계식을 1 차식으로 구하시오.
 - (b) 위에서 구한 1 차식을 이용하여 출력전압을 온도로 환산한 뒤, 최종 출력을 하였을 때 발생하는 오프셋 오차 및 민감도 오차에 대하여 설명하시오.
- (3) 뇌파를 측정하기 위하여 뇌파 증폭기를 설계하고자 한다. 머리 표면에서 측정되는 뇌파의 크기는 $\pm 100\mu\text{V}$ 이고 $0.5-30\text{Hz}$ 의 주파수 성분을 가진다. 뇌파 증폭기의 출력은 입력범위가 $\pm 5\text{V}$ 인 12-bit ADC 에 연결한다.
- (a) 파형의 왜곡이 발생하지 않기 위한 뇌파 증폭기의 주파수 특성을 도시하고 설명하시오.
 - (b) 입출력 사이의 위상차와 시스템의 지연시간의 관계를 설명하시오.

- (c) ADC 의 표본화 주파수를 240Hz 로 하여 뇌파 증폭기의 출력을 디지털 신호로 변환한 뒤, 연속된 4 개의 데이터를 합하여 1 개의 데이터를 만드는 방법으로, 유효 표본화 주파수를 60Hz 로 낮추었다. 교류 전원의 주파수가 60Hz 임을 고려하여 이러한 방법으로 뇌파 신호를 A/D 변환한 이유를 설명하시오.
- (4) 신경세포에 대하여 답하시오.
- (a) 신경세포의 구조를 도시하고 각 부분에 대하여 설명하시오.
 - (b) Resting membrane potential 이 형성되는 이유를 설명하고, 그 측정방법을 그림으로 설명하시오.
 - (c) “안정상태->활성상태->안정상태”의 과정을 세포막 내외에서의 이온들의 농도와 막의 투과율의 변화로 설명하고, 이에 따른 활동전위의 전형적인 파형을 그려서 설명하시오.
 - (d) 활동전위가 신경세포의 axon 에서 전파되는 과정을 설명하시오.
- (5) 심전도에 대하여 답하시오.
- (a) 심장의 구조를 도시하고, 심장에서의 신경전도 경로를 기술하시오.
 - (b) 전형적인 정상 심전도 파형을 그리고, 각 부분의 명칭과 해당 시간에서의 심장의 상태에 대해 기술하시오.
 - (c) 부정맥을 나타내는 2 가지 심전도 파형을 도시하고, 간략히 설명하시오.