

平成14年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[計測工学]

1. 最小二乗法について、以下の問いに答えよ。 【20点】

(1) 今、 x, y の間に

$$ax + by = M$$

の関係があり、 $N(N > 2)$ 対の x, y, M の観測データより未知定数 a, b を最小二乗法により決定することを考える。 i 番目の観測データを x_i, y_i, M_i として、上式にあてはめたときの誤差の二乗和 e^2 を示せ。

(2) (1)の e^2 に関して、 a で偏微分してその結果を0とおく($\frac{\partial e^2}{\partial a} = 0$)。

この結果を整理すると

$$a \boxed{} + b \boxed{} = \boxed{}$$

となる。の中を求めよ。

(3) (1)の e^2 に関して、 b で偏微分してその結果を0とおく($\frac{\partial e^2}{\partial b} = 0$)。

この結果を整理し、(2)で得られた式をまとめて行列により表現すると

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix}$$

となる。 $A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}, c_1, c_2$ を記せ。

(4) (3)の結果より、 a と b を x_i, y_i, M_i で表せ。

2. 単位の使用法に関して以下の問いに答えよ。 【10点】

(1) 縦 $10 \mu\text{m}$ 、横 $3 \mu\text{m}$ の金属平板が平行に間隔 100 離れて置かれている。比誘電率を 4.0 、真空中の誘電率を $8.85 \times 10^{-12} [\text{F/m}]$ として、コンデンサの容量を $[\text{pF}]$ 及び $[\text{aF}]$ を用いて表せ。

(2) 周期 $3.3 [\text{ps}]$ の正弦波の周波数を $[\text{GHz}]$ 及び $[\text{THz}]$ を用いて表せ。

- (3) 抵抗に 3.3[V]の電圧をかけると、10[μ A]の電流が流れた。その時の抵抗を[k]及び[M]を用いて表せ。
- (4) 電圧 20[mV]が抵抗の両端で観測された。抵抗に流れる電流が 5[μ A]の時、抵抗における消費電力を[μ W]及び[dBm]を用いて表せ。
- (5) インダクタンスに関して、 の中を埋めよ。
 $5.1 \times 10^{-7}[\text{H}] = \boxed{} [\mu\text{H}] = \boxed{} [\text{nH}]$

3 . A/D 変換器付きのコンピュータにより、電圧の測定を行うことを考える。
 以下の問いに答えよ。 【 2 0 点】

- (1) A/D 変換器の変換できる範囲が-5.0V から 5.0V の範囲にあるとする。8 ビットの A/D 変換器の電圧分解能はいくらになるか。ただし、電圧分解能は 1 ビットに相当する電圧の半分とする。
- (2) 2.0V の電圧が(1)の A/D 変換器に印加された。A/D 変換器の出力を 2 進数で表せ。ただし、下限の電圧のとき A/D 変換器の出力はすべてのビットが 0、上限の電圧のときすべてのビットが 1 となる。
- (3) (1) の A/D 変換器で変換した結果が、(01110001)_{2進数} となった。入力された電圧はいくらか。
- (4) 入力電圧の範囲が 0.0V から 10.0V に変更になった。(2) のときの A/D 変換器の出力を 2 進数で表せ。ただし、下限の電圧のとき A/D 変換器の出力はすべてのビットが 0、上限の電圧のときすべてのビットが 1 となる。
- (5) 1 秒間に 2×10^5 回サンプリングできる A/D 変換器がある。サンプリング定理により、計測できる信号の周波数の上限を求めよ。

論点 [計測工学]

1 . 計測の基本である最小二乗法の考え方を問う。

$$A_{11} = \sum_{i=1}^N x_i^2, A_{12} = A_{21} = \sum_{i=1}^N x_i y_i, A_{22} = \sum_{i=1}^N y_i^2$$
$$c_1 = \sum_{i=1}^N M_i x_i, c_2 = \sum_{i=1}^N M_i y_i$$

2 . 単位の使い方について問う。

(1) $1.1 \times 10^{-1} [\text{pF}] = 1.1 \times 10^5 [\text{aF}]$ ($0.11 [\text{pF}] = 110000 [\text{aF}]$ でも可)

(2) $3.0 \times 10^2 [\text{GHz}] = 3.0 \times 10^{-1} [\text{THz}]$ ($300 [\text{GHz}] = 0.3 [\text{THz}]$ でも可)

(3) $3.3 \times 10^2 [\text{k}] = 3.3 \times 10^{-1} [\text{M}]$ ($330 [\text{k}] = 0.33 [\text{M}]$ でも可)

(4) $0.1 [\mu\text{W}] = -40 [\text{dBm}]$

(5) $5.1 \times 10^{-1} [\mu\text{H}] = 5.1 \times 10^2 [\text{nH}]$ ($0.51 [\mu\text{H}] = 510 [\text{nH}]$ でも可)

3 . 現在多く用いられるようになってきたデジタル計測器の基礎を問う。

A/D 変換器の分解能、2進数と10進数の相互の変換、得られたデジタル値に関する理解、サンプリング定理の理解が要点となる。