

平成28(2016)年度
東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻
(先端表現情報学コース)
入学試験問題
専門科目
(平成27年8月17日14:00～16:00)

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。開始の合図があるまで、下記の注意事項をよく読んでください。

(Please read the instructions on the backside.)

1. 本冊子は、先端表現情報学コースの受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は 14 ページである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 本冊子には、問1から問3までの3問が収録されている。それら3問のすべてに解答すること。ただし、第3問は選択問題である。
4. 本冊子の問題には、日本語文と英語文があるが、日本語文が正式なもので、英語文はあくまでも参考である。両者に意味の違いがある場合は、日本語文を優先すること。
5. 解答用紙は3枚ある。解答する問題ごとに解答用紙1枚を使用すること。このほかにメモ用紙が1枚ある。なお、解答用紙のみが採点の対象となる。
6. 解答用紙の上方の欄に、選択した問題の番号及び受験番号を必ず記入すること。問題番号及び受験番号を記入していない答案は無効である。
7. 解答には必ず黒色鉛筆(または黒色シャープペンシル)を使用すること。
8. 解答は原則として日本語によるものとする。ただし、英語で解答しても採点の対象とする。
9. 試験開始後は、中途退場を認めない。
10. 本冊子、解答用紙、メモ用紙は持ち帰ってはならない。
11. 次の欄に受験番号と氏名を記入せよ。

| | |
|------|--|
| 受験番号 | |
| 氏 名 | |

先端表現情報学 第1問

以下の微分方程式は時間 t に依存した x の動態を表すものである。ただし、 r は正の定数、 K は正の定数で $0 < x < K$ が成り立つ。

$$\frac{dx}{dt} = rx - \frac{r}{K}x^2 \quad (\text{T1.1})$$

(1) $t=0$ の時の初期値を x_0 として、(T1.1)を解け。

次に、(T1.1)において、 x と相互作用して x を抑制する変数 y を導入する。ここで $r/K=c$ と置き換えることで、(T1.2)と(T1.3)を得る。 a は y が x を抑制させる正の定数、 b は y が x と相互作用することで y が増加する正の定数、 d は y の単純な減少率を示す正の定数である。

$$\frac{dx}{dt} = f_1(x, y) = rx - cx^2 - axy \quad (\text{T1.2})$$

$$\frac{dy}{dt} = f_2(x, y) = bxy - dy \quad (\text{T1.3})$$

(2) (T1.2)と(T1.3)の連立微分方程式の平衡点 (x^*, y^*) を求めよ。

しかし x と y は、(2)で求めた平衡点には必ずしも収束しない。この系の平衡点周りの動態を知るには局所安定性解析（線形安定性解析）を施す必要がある。この手順は一般に以下の①～②のようにになっている。

- ① 2変数 x と y の平衡点 (x^*, y^*) から十分に近い (x, y) を $x = x^* + \varepsilon_x, y = y^* + \varepsilon_y$ とし、2変数の関数 $f(x, y)$ を (x^*, y^*) で Taylor 展開する。 $|\varepsilon_i|$ ($i=x, y$) は十分に小さいから ε_i が2次以上の項は無視し、1次項までを求める。
- ② この①の方法を連立方程式(T1.2)と(T1.3)に適用して、 $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ について t を変数とする連立微分方程式を求める。平衡点では $dx/dt = f_1(x^*, y^*) = 0, dy/dt = f_2(x^*, y^*) = 0$ となるので定数項はゼロとなり、最終的に ε_x と ε_y の列ベクトルと行列からなる線形化された式を得る。この行列を **Jacobi** 行列と呼ぶ。

(3) ε_i ($i=x, y$)が平衡点 (x^*, y^*) に減衰振動しながら収束する条件を求めよ。

Question T1

The following differential equation shows the dynamics of x with respect to t , where r is a positive constant and K is a positive constant and $0 < x < K$.

$$\frac{dx}{dt} = rx - \frac{r}{K}x^2 \quad (\text{T1.1})$$

- (1) If we set $x=x_0$ at $t=0$, then solve (T1.1).

Next, we introduce another variable, y , which interacts with x and controls x . We replace r/K with c , then we get (T1.2) and (T1.3), where a is a positive constant when y controls x , b is a positive constant when y increases as a result of its interaction with x , and d is a positive constant rate when y decreases.

$$\frac{dx}{dt} = f_1(x, y) = rx - cx^2 - axy \quad (\text{T1.2})$$

$$\frac{dy}{dt} = f_2(x, y) = bxy - dy \quad (\text{T1.3})$$

- (2) Find the equilibrium point (x^*, y^*) of the simultaneous differential equations, (T1.2) and (T1.3).

However, x and y do not necessarily converge to the equilibrium point that you found in (2). In order to find the temporal dynamics of this system around the equilibrium point, we need to carry out local stability analysis (linear stability analysis). In general, this analysis is conducted in the following processes: ① and ②.

- ① We set a point (x, y) that is very close to the equilibrium point (x^*, y^*) as $x = x^* + \varepsilon_x$, $y = y^* + \varepsilon_y$. Then we carry out a Taylor expansion. Since $|\varepsilon_i|$ ($i=x, y$) is small enough, we can neglect second or higher order ε_i . Then, we get a first order equation for ε_i .
- ② We apply method ① to (T1.2) and (T1.3), and we get simultaneous equations of ε_x and ε_y with t . At the equilibrium point, $dx/dt = f_1(x^*, y^*) = 0$ and $dy/dt = f_2(x^*, y^*) = 0$, then the constant term is 0; therefore, we eventually get a linear equation consisting of a column vector $(\varepsilon_x, \varepsilon_y)^T$ and a matrix. We call this matrix a Jacobian.

- (3) Find the condition in which ε_i ($i=x, y$) converges with damped oscillations to the equilibrium point (x^*, y^*) .

先端表現情報学 第2問

与えられた整数の列から部分集合を選ぶゲームを考える。ゲームの目的は選択した数の合計値を最大にすることである。ただし、隣接した数値は選択できないものとする。たとえば、 $1, 5, 2, -4, 6$ という数列が与えられたとき、 5 を選択すると、 5 に隣接している 1 や 2 を選択できなくなる。また 1 を選択すると、隣接している 5 を選択できなくなる。

- (1) 上記のルールに従い、 $3, 5, 7, 6, 2, 4$ からその合計値が最大となる部分集合を選択せよ。
- (2) n 個の整数列 x_1, x_2, \dots, x_n が与えられたとき、上記のルールに従い選択した部分集合の、最大合計値 S_n を求めるアルゴリズムを記述せよ。
- (3) (2) で記述したアルゴリズムの n に対する計算量を求めよ。

Question T2

Consider a game of selecting a subset from a given integer sequence. The goal is to maximize the total sum of selected numbers, but you cannot select numbers that are adjacent. For example, if you select 5 from the sequence 1, 5, 2, -4, 6, you cannot select 1 or 2 because these are adjacent to 5. Similarly, if you select 1, you cannot select 5.

- (1) Following the above rule, select a subset of numbers of maximum total sum from the sequence 3, 5, 7, 6, 2, 4.
- (2) Following the above rule, describe an algorithm that calculates the maximum total S_n of a subset from a given sequence of n integers x_1, x_2, \dots, x_n .
- (3) Calculate the computational cost of the above algorithm answered in (2) in terms of n .

先端表現情報学 第3問

以下の問題（問 3-A～3-C）から 1 つを選択し、解答せよ。なお、選択した問題の番号を解答用紙に明記せよ。

Question T3

Select one question from the following **Questions 3-A ~ 3-C**, and answer the question. Mark the number of question you selected in the answer sheet.

問 3-A

(1) 無線 LAN には、2.4GHz 帯と 5GHz 帯の 2 種類がある。ユーザが利用する観点から、それぞれの優れた点を合計 3 行以内で説明せよ。

(2) 以下の問いに答えよ。

(a) フーリエ変換の定義式と、それに対応するフーリエ逆変換の式を記せ。ただし、信号 $x(t)$ に対するスペクトルを $X(\omega)$ で表記すること。 ω は角周波数である。

(b) 以下の式で表される矩形パルス $x(t)$ のフーリエ変換 $X(\omega)$ を求め、その概形および切片の値を図示せよ。

$$x(t) = \begin{cases} 1 & (|t| \leq t_0) \\ 0 & (|t| > t_0) \end{cases} \quad (\text{T3-A.1})$$

(c) 以下の式で表される波形 $y(t)$ のフーリエ変換を $Y(\omega)$ とする。これは、式(T3-A.1)の矩形パルス $x(t)$ と $\cos \omega_0 t$ の積である。「周波数領域における畳み込み積分」という言葉を用いて、問(b)の $X(\omega)$ と $Y(\omega)$ の関係を述べよ。

$$y(t) = \begin{cases} \cos \omega_0 t & (|t| \leq t_0) \\ 0 & (|t| > t_0) \end{cases} \quad (\text{T3-A.2})$$

(d) 以下の式で表される三角波 $z(t)$ のフーリエ変換 $Z(\omega)$ を求めよ。さらに、窓関数としての $z(t)$ の特性を、式(T3-A.1)の $x(t)$ と比較して論じよ。

$$z(t) = \begin{cases} 1 - \frac{|t|}{t_0} & (|t| \leq t_0) \\ 0 & (|t| > t_0) \end{cases} \quad (\text{T3-A.3})$$

Question T3-A

(1) There exist two bands of wireless local area networks (WLAN): 2.4GHz and 5GHz. Explain their advantages from the viewpoint of users within five lines together.

(2) Answer the following questions.

(a) Write the definitions of Fourier transform and its inverse transform. Note that $X(\omega)$ denotes the spectrum of a signal $x(t)$ where ω is angular frequency.

(b) Calculate the Fourier transform $X(\omega)$ of the following rectangular pulse signal $x(t)$. Illustrate its outline and indicate the values of intercepts.

$$x(t) = \begin{cases} 1 & (|t| \leq t_0) \\ 0 & (|t| > t_0) \end{cases} \quad (\text{T3-A.1})$$

(c) $Y(\omega)$ is the Fourier transform of the following signal $y(t)$ which is a product of the rectangular pulse signal $x(t)$ in Eq. (T3-A.1) and $\cos \omega_0 t$. Describe the relationship between $X(\omega)$ in question (b) and $Y(\omega)$, using a sentence “convolution in frequency domain.”

$$y(t) = \begin{cases} \cos \omega_0 t & (|t| \leq t_0) \\ 0 & (|t| > t_0) \end{cases} \quad (\text{T3-A.2})$$

(d) Calculate the Fourier transform $Z(\omega)$ of the following triangular pulse signal $z(t)$. Discuss the characteristic of $z(t)$ as a window function in comparison with $x(t)$ in Eq. (T3-A.1).

$$z(t) = \begin{cases} 1 - \frac{|t|}{t_0} & (|t| \leq t_0) \\ 0 & (|t| > t_0) \end{cases} \quad (\text{T3-A.3})$$

問 3-B

材料力学に関する以下の設問に答えよ。必要に応じて図を用いても良い。なお、図は行数に含めない。

- (1) 材料力学における重ね合わせの原理について、線形、微小変形といったことばを用いて 5 行以内で説明せよ。
- (2) 図 T3-B.1 に示すように、棒の両端 A, G および点 C, E に外力が作用し釣り合っている。 $P_A=50\text{kN}$, $P_C=30\text{kN}$, $P_E=20\text{kN}$, $P_G=40\text{kN}$ とする。B, D, F における断面に生じる垂直応力を求めよ。なお、棒の断面積は 75mm^2 とする。

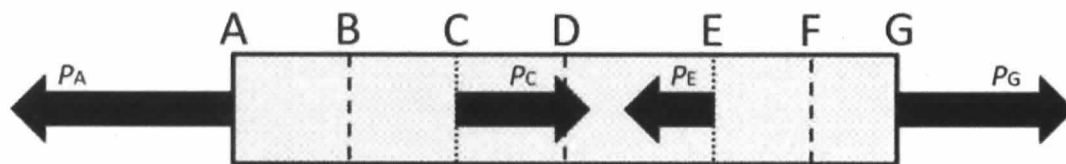


図 T3-B.1

- (3) 図 T3-B.1 に示す棒の引っ張る前の長さは 1000mm 、AC 間は 500mm 、EG 間は 300mm であったとする。図 T3-B.1 における棒の伸びを求めよ。棒のヤング率は 70GPa とする。
- (4) 通常の金属材料の棒を両端で引っ張ると、変形後の体積は増加する。このことを、垂直ひずみ、横ひずみ、微小変形といったことばを用いて 5 行以内で説明せよ。
- (5) 鋼の応力ひずみ線図を描き、弾性限度、降伏点、引張り強さについて説明せよ。

Question T3-B

Answer the following questions regarding mechanics of materials. You may use figures if necessary. The figures are not counted as the explanation lines.

- (1) Explain within 7 lines about superposition principle in mechanics of materials using the terms such as linear and small deformation.
- (2) As Figure T3-B.1 shows, external forces are acting on both ends A, G and points C, E of a bar and balancing, where $P_A=50\text{kN}$, $P_C=30\text{kN}$, $P_E=20\text{kN}$, $P_G=40\text{kN}$. Obtain the normal stress generated on sections of B, D and F. The sectional area of the bar is 75mm^2 .

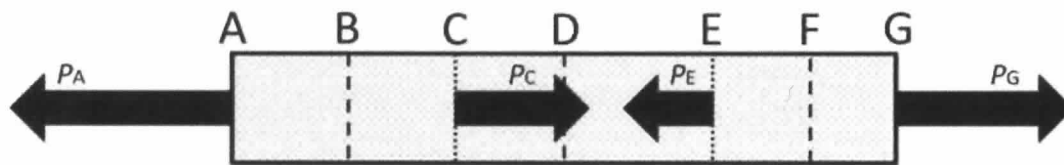


Figure T3-B.1

- (3) The length of the bar shown in Figure T3-B.1 was 1000mm before the tension. The distance of AC and EG was 500mm and 300mm, respectively. Obtain the elongation of the bar of Figure T3-B.1. The Young's modulus of the bar is 70GPa.
- (4) If the both ends of the ordinary metal material were pulled, the volume after the tension increases. Explain this within 7 lines using the terms such as normal strain, lateral strain and small deformation.
- (5) Draw a stress-strain curve of steel, and explain about the elasticity limit, yield point and tensile strength.

問 3-C

高層ビル展望階行き専用の直通エレベータが 1 基ある。このエレベータは、1 階から展望階まで昇降方向によらず片道 3 分を要し、1 階および展望階における停止時間は 2 分間に設定されている。来客は必ず到着順に 1 階からエレベータへ乗るものとする。各設定状態における測定開始時刻を 1 階でエレベータが扉を閉じて上昇を始める瞬間とし、以下の設問に答えよ。

- (1) 1 階の乗り口に到着する来客は一様到着、すなわちどの時刻でも到着確率を一定と仮定する。また、エレベータ乗り口では係員が最大で 20 名まで乗せており、その作業が迅速なために 1 階の乗降に要する時間は設定通り 2 分間である。どの客もエレベータに積み残されることは無い場合を考えると、来客がエレベータの 1 階の乗り口で待つ時間（待ち時間）の期待値を求めよ。ただし、この待ち時間にはエレベータが 1 階に停止中の 2 分間は含まず、エレベータが 1 階に停止中に乗り口に來た人の待ち時間は 0 分と考える。
- (2) 休日のピーク時間帯で到着する来客を調べると 1 時間あたり 132 人の一様到着だった。この場合も、エレベータ乗り口では係員が迅速に 20 名を乗せるため、1 階の乗降に要する時間は設定通り 2 分間である。このときの需要と容量の比を求めよ。また、この来客到着状態が開始してからちょうど 60 分後に 1 階の乗り口で待っている人数を求めよ。
- (3) 上記(2)の状態が継続している場合を考える。1 基のエレベータに乗っている全員の待ち時間が 10 分以上となる最初のエレベータは何分後に出発するか。
- (4) 上記(2)と同じ需要を仮定するが、別の条件を考える。1 階で客を誘導する係員が居ないため、エレベータは 21 人を乗せて出発するが 1 階での停止時間が 3 分に延びる場合を考える。なお、展望階での停止時間は設定通り 2 分間とする。
 - (a) 需要と容量の比を求めよ。

[次頁へ続く]

- (b) この設定状態が開始してからちょうど 60 分後に 1 階の乗り口で待っている人数を求めよ。
- (c) 乗客全員の待ち時間が 10 分以上となる最初のエレベータは何分後に出発するか。
- (d) 需要と容量の比の(2)の場合との違いに着目し、そこから分かる傾向を 3 行以内で論ぜよ。

Question T3-C

There is one elevator, located in a high-rise building, which carries people to the observatory floor directly. Travel time between the ground floor and the observatory floor is 3 minutes. The dwell time at the ground and observatory floors is set as 2 minutes. Suppose the elevator accommodates customers in the order of arrival, and the origin of the measurement of time for each case is defined as a moment of closing the door of the elevator at the ground floor and leaving for the observatory floor. Answer the following questions.

- (1) Suppose the arrival of customers at the entrance of the elevator of the ground floor follows the uniform arrival; it means the arrival probability is fixed at any time. A staff guides the customers to ride on the elevator and keeps the maximum number of 20 customers at once for loading quickly enough so that the dwell time at the ground floor is kept as 2 minutes. In the case that customers do not have to wait for the next elevator whenever the elevator leaves for the observatory floor, answer the average waiting time for all the customers. Note that the waiting time does NOT include the dwelling time of 2 minutes at the ground floor; the waiting time of the customer who arrived during the dwelling time at the ground floor is considered as 0.
- (2) At the peak hour of a holiday, customers arrive uniformly with average arrival rate of 132 persons per hour. Because the staff still keeps the maximum number of 20 customers for at once loading quickly enough, the dwelling time at the ground floor kept as 2 minutes as the initial setting. Answer the ratio of traffic demand to traffic capacity. Answer the number of waiting customers at just 60 minutes from the origin of the measurement of time in the case of this customer arrival rate.

[Continue to the next page]

- (3) Suppose the condition described in the case that (2) is maintained. Answer the time (from the origin of the measurement of time) when the first elevator, which carries the customers all of whom are obliged to wait for more than 10 minutes, starts to leave for the observatory floor.
- (4) Suppose the arrival demand is the same as the case of (2). Consider the case that the dwell time at the ground floor takes 3 minutes because of the absence of the staff at the entrance so that the elevator carries 21 customers at once from the ground floor. Note that the dwell time at the observatory floor is still kept at 2 minutes.
- (a) Answer the ratio of traffic demand to traffic capacity.
 - (b) Answer the number of waiting customers at just 60 minutes from the origin of the measurement of time in this case.
 - (c) Answer the time (from the origin of the measurement of time) when the first elevator, which carries the customers all of whom are obliged to wait for more than 10 minutes, starts to leave for the observatory floor.
 - (d) Write the comparative findings about the results based on the different two ratios of traffic demand to traffic capacity in this case and in the case of (2), within 3 lines.

Entrance Examination
for Emerging Design and Informatics Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2016
(14:00-16:00, August 17th, 2015)

Directions: Do not open this booklet before the examination begins.
Read the following instructions carefully.

1. This booklet is for the examinees in Emerging Design and Informatics Course, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies.
2. This booklet includes 14 pages. Report missing, misplaced, and imperfect pages to the instructor.
3. This booklet includes a set of three questions (Question 1~3). Answer all the three questions. Regarding Question 3, select one question from three questions.
4. Each question is described both in Japanese and in English. Use the Japanese version primarily; the English version is provided for the reference purpose only.
5. There are three answer sheets and a scratch paper. Use one answer sheet per question. A scratch paper is provided for calculation. Only the answer sheets will be considered valid.
6. Write a question number and your examinee's number in the designated boxes located at the top of each answer sheet. The answer missing a question number and/or an examinee's number will not be considered valid.
7. Use only black pencils (or black mechanical pencils).
8. Answer the questions in Japanese as a general rule, although you are also allowed to answer in English.
9. Do not leave the room until the examination is finished.
10. Do not take away this booklet, the answer sheets, and the scratch paper.
11. Write your examinee's number and your name in the designated boxes below.

| | |
|-------------------|--|
| Examinee's Number | |
| Name | |