

平成26(2014)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25年8月19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 15 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

- (1) 式(T1.1)に示す不定積分を求めよ。

$$\int \sin^3 x \, dx \quad (\text{T1.1})$$

- (2) 式(T1.2)に示す関係式が成立することを示せ。ただし、 n は任意の 2 以上の自然数とする。

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \, dx = \frac{n-1}{n} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{n-2} x \, dx \quad (\text{T1.2})$$

- (3) 式(T1.3)に示す定積分を求めよ。ただし、 n は 2 以上の任意の自然数とする。

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \, dx \quad (\text{T1.3})$$

- (4) 式(T1.4)で表される実空間内の閉曲線の全長とそれによって囲まれる面積を求めよ。ただし、 a は正の実定数とする。

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}} \quad (\text{T1.4})$$

Question T1

- (1) Obtain the following indefinite integral written in the equation (T1.1):

$$\int \sin^3 x \, dx. \quad (\text{T1.1})$$

- (2) Prove the relationship written in the equation (T1.2), where n is any natural number that is greater than or equal to 2:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \, dx = \frac{n-1}{n} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{n-2} x \, dx. \quad (\text{T1.2})$$

- (3) Obtain the definite integral written in the equation (T1.3), where n is any natural number greater than or equal to 2:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \, dx. \quad (\text{T1.3})$$

- (4) Obtain the length of and the space surrounded by the following closed curve in real space written in the equation (T1.4), where a is a real positive constant:

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}}. \quad (\text{T1.4})$$

先端表現情報学 第2問

2つの容器を用い、次の a)～c) の操作を適当な順序で繰り返して、水を測りとることを考える。

- a) どちらか一方の容器に水を満たす
- b) どちらか一方の容器を空にする
- c) 一方の容器 A から他方の容器 B に (容器 A が空になるか容器 B が満ちるまで) 水を移す

初期状態では両方の容器とも空とし、どちらか一方の容器に目的とする量の水が残った時点で測りとりが終了するものとする。操作の回数は上記の a)～c) の各操作をそれぞれ1回と数える。以下の設問に答えよ。

- (1) 内容積が3リットルと5リットルの容器を用いて、4リットルの水を測りとる手順を1つ示せ。
- (2) 3リットル容器内にある水の量を x リットル、5リットル容器内にある水の量を y リットルとして、上記 (1) の操作を実行したときの状態 (x, y) を直交座標系にプロットし、各操作によって生じる状態遷移を矢印によって示せ。
- (3) 容器の内容積が、それぞれ m リットルと n リットルであるとする (ただし、 $m, n \in N$ (自然数))。このとき、各容器内の水の量によって状態を分類すると、可能な状態数は高々 $2(m+n)$ であることを示せ。
- (4) 上記 (3) について、可能な状態数が $2(m+n)$ となるのは、どのような場合かを示せ。また可能な状態数が $2(m+n)$ よりも小さくなる場合に、その状態数はどのような値になるか答えよ。
- (5) 内容積が m リットルと n リットルの容器を用いて、 i リットルの水を測りとることを考える (ただし、 $i, m, n \in N$ (自然数)、 $i \leq \max(m, n)$)。操作回数の最も少ない手順を求めるアルゴリズムについて説明せよ。この際、仮に測りとることが不可能であれば、それを示すものとする。

Question T2

Consider a procedure to obtain a certain volume of water by repeating one of the below operations, a), b), and c), with two bottles:

- a) fill up one of the bottles with water,
- b) empty one of the bottles,
- c) pour water from a bottle A into another bottle B until either the bottle A becomes empty or the bottle B becomes full.

At the initial state, both of two bottles are empty. The procedure is completed when one of the bottles contains the target volume of water. Count each of a), b), and c) as one operation. Answer the following questions.

- (1) Explain the procedure consisting of above operations to obtain 4 liters of water by using a 3-liter bottle and a 5-liter bottle.
- (2) Suppose x stands for the volume of water in a 3-liter bottle and y stands for the volume of water in a 5-liter bottle. Plot each state (x, y) during the above procedure of above (1) in a Cartesian coordinate system and draw arrows corresponding to the state transitions caused by operations.
- (3) Suppose we have an m -litter bottle and an n -litter bottle, where $m, n \in N$ (natural number). Show that there exist at most $2(m + n)$ different states.
- (4) Explain the condition when the number of states is exactly $2(m + n)$ in above (3). Specify the number of states when it is less than $2(m + n)$.
- (5) Consider a procedure to obtain i liters of water using an m -liter bottle and an n -liter bottle, where $i, m, n \in N$ and $i \leq \max(m, n)$. Describe an algorithm to find a procedure with the minimum operations and to indicate the impossibility if there exists no procedure to achieve it.

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

画像処理に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 図 T3-A.1 の(a)～(d)に示すグラフは画像の濃淡変換の特性を表している。横軸は入力画素濃度、縦軸は出力画素濃度である。(a)～(d)のそれぞれのグラフはどのような変換を表しているか 2 行程度で説明せよ。

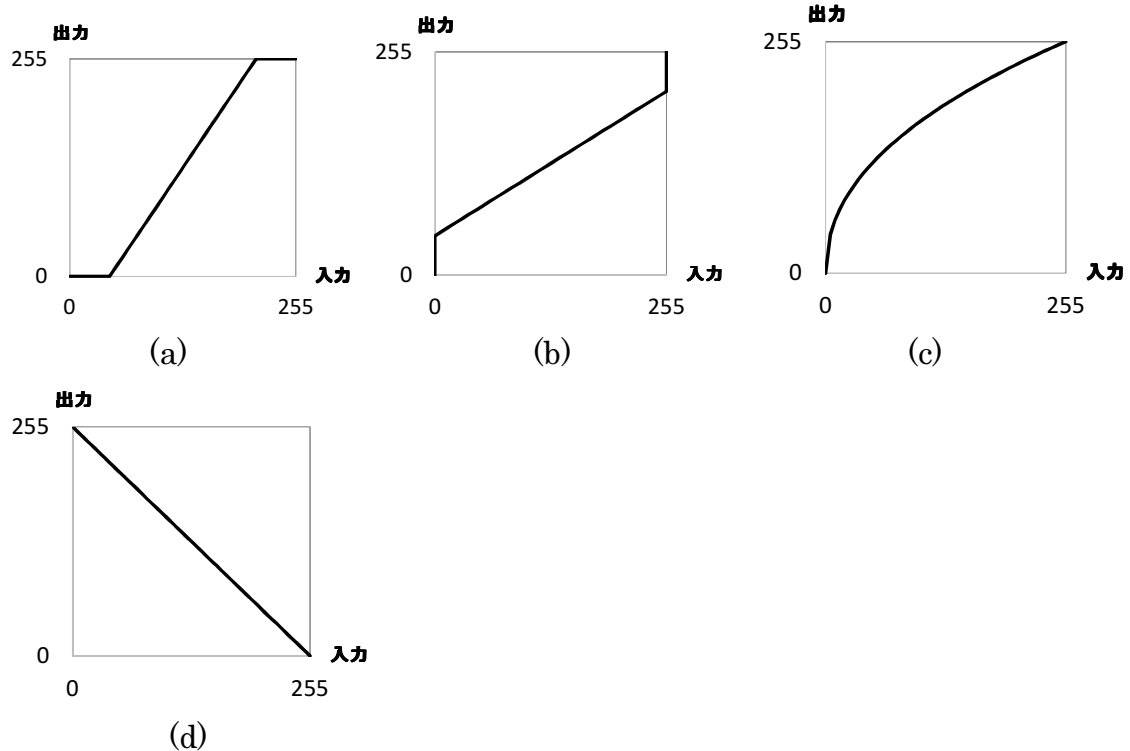
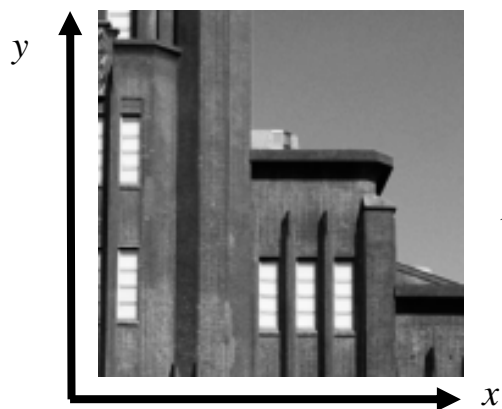


図 T3-A.1

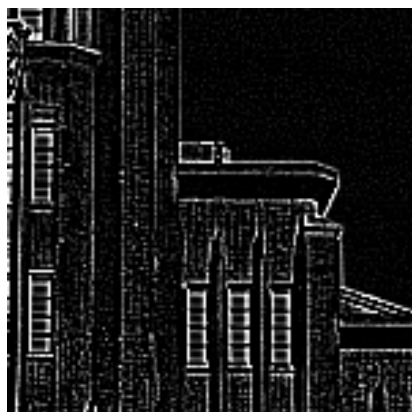
- (2) 移動平均フィルタとガウシアンフィルタ画像はノイズを低減するためのフィルタとして知られている。今、入力を 1 次元画像とする。それぞれのフィルタの特性の概略を、横軸を画素位置、縦軸をフィルタ係数としてグラフに表せ。フィルタの窓の範囲は $[-3, 3]$ とする。
また 2 つのフィルタのうち、いずれが高周波ノイズをより良く低減するか答えよ。
- (3) メディアン（中央値）フィルタ処理について説明し、どのようなノイズを効果的に低減するかを 3 行程度で記述せよ。
- (4) 下記の(i)～(iii)のオペレータは画像中のエッジ検出手法である。 $f(x, y)$ は入力画像の画素 (x, y) における画素濃度を表し、 $\hat{f}(x, y)$ は出力である。(i)～(iii)のオペレータをそれぞれ 3×3 のフィルタ係数の配列として記述せよ。
また図 T3-A.2(a)～(d)は、入力画像 I に対するエッジ検出結果である。オペレータ(i)～(iii)に対応する結果をそれぞれ選べ。ただし、 $\hat{f}(x, y) < 0$ の場合は $\hat{f}(x, y) = 0$ とする。

【次頁に続く】

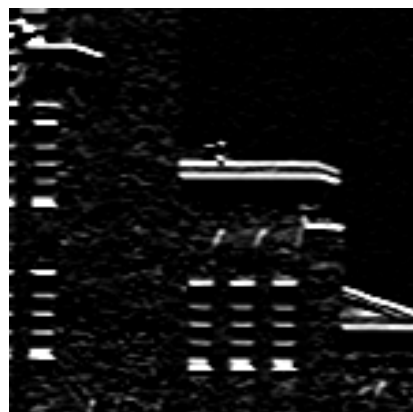
- (i) $\hat{f}(x, y) = f(x+1, y-1) - f(x-1, y-1) + 2f(x+1, y) - 2f(x-1, y) + f(x+1, y+1) - f(x-1, y+1)$
- (ii) $\hat{f}(x, y) = f(x-1, y+1) - f(x-1, y-1) + 2f(x, y+1) - 2f(x, y-1) + f(x+1, y+1) - f(x+1, y-1)$
- (iii) $\hat{f}(x, y) = 8f(x, y) - \{f(x, y-1) + f(x, y+1) + f(x-1, y) + f(x+1, y)\} - \{f(x-1, y-1) + f(x+1, y+1) + f(x-1, y+1) + f(x+1, y-1)\}$



入力画像 I



(a)



(b)



(c)



(d)

図 T3-A.2

Question T3—A

Answer the following questions about image processing.

- (1) The graphs (a)-(d) in Figure T3-A.1 show the characteristics of image intensity conversions. The horizontal axis shows the input intensity, and the vertical axis shows the output intensity. Explain the effect of each conversion with about 2 lines.

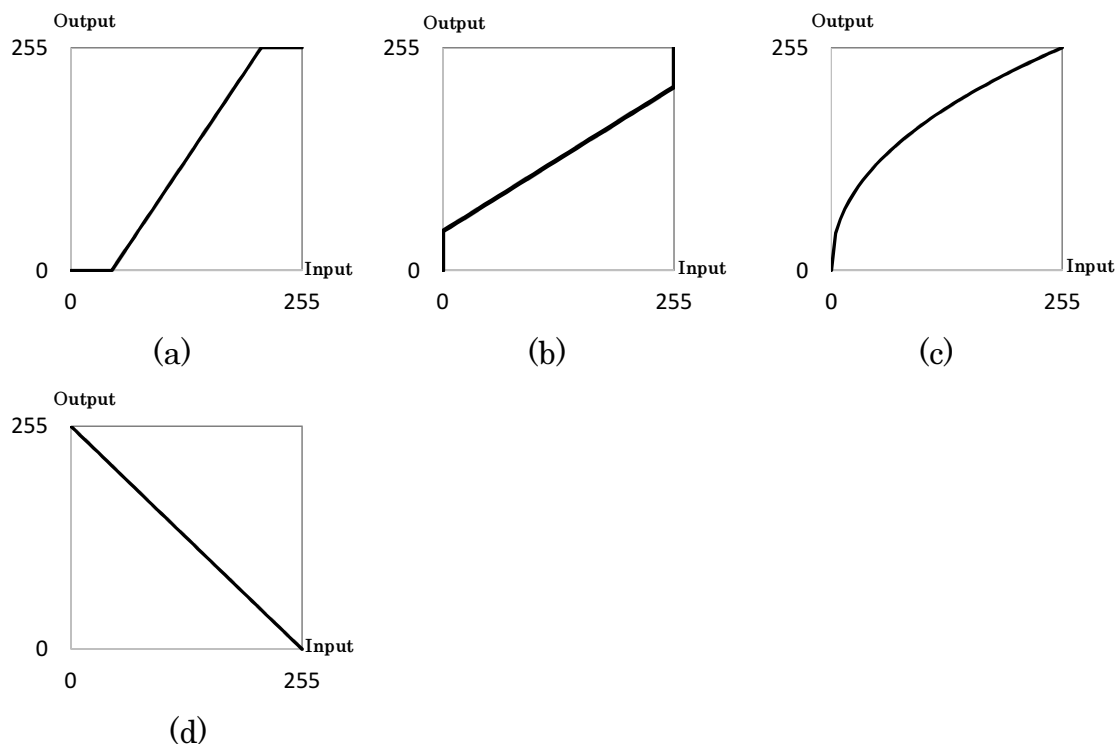


Figure T3-A.1

- (2) Moving average filter and Gaussian filter are known as noise reduction filters. Suppose that the input is a one-dimensional image. Outline the characteristics of these filters as graphs in which the horizontal axis shows the pixel position, and the vertical axis shows the filter coefficient. The filtering window is set to $[-3, 3]$. In addition, which of the two filters is more effective in reduction of high frequency noise.
- (3) Explain what is median filter and what kind of noise the filter can effectively reduce, with about 3 lines.
- (4) Operators (i)-(iii) below are image edge detectors, where $f(x, y)$ is the intensity of pixel at (x, y) of the input image and $\hat{f}(x, y)$ is the output. Describe 3×3 array of the filter coefficients corresponding to each operator. In addition, Figures T3-A.2 (a)-(d) are the results of the edge detectors applied to the input image I. Choose the results corresponding to operators (i)-(iii), respectively. Assume $\hat{f}(x, y) = 0$ when $\hat{f}(x, y) < 0$.

[Continue to the next page]

- (i) $\hat{f}(x, y) = f(x+1, y-1) - f(x-1, y-1) + 2f(x+1, y) - 2f(x-1, y) + f(x+1, y+1) - f(x-1, y+1)$
- (ii) $\hat{f}(x, y) = f(x-1, y+1) - f(x-1, y-1) + 2f(x, y+1) - 2f(x, y-1) + f(x+1, y+1) - f(x+1, y-1)$
- (iii) $\hat{f}(x, y) = 8f(x, y) - \{f(x, y-1) + f(x, y+1) + f(x-1, y) + f(x+1, y)\} - \{f(x-1, y-1) + f(x+1, y+1) + f(x-1, y+1) + f(x+1, y-1)\}$

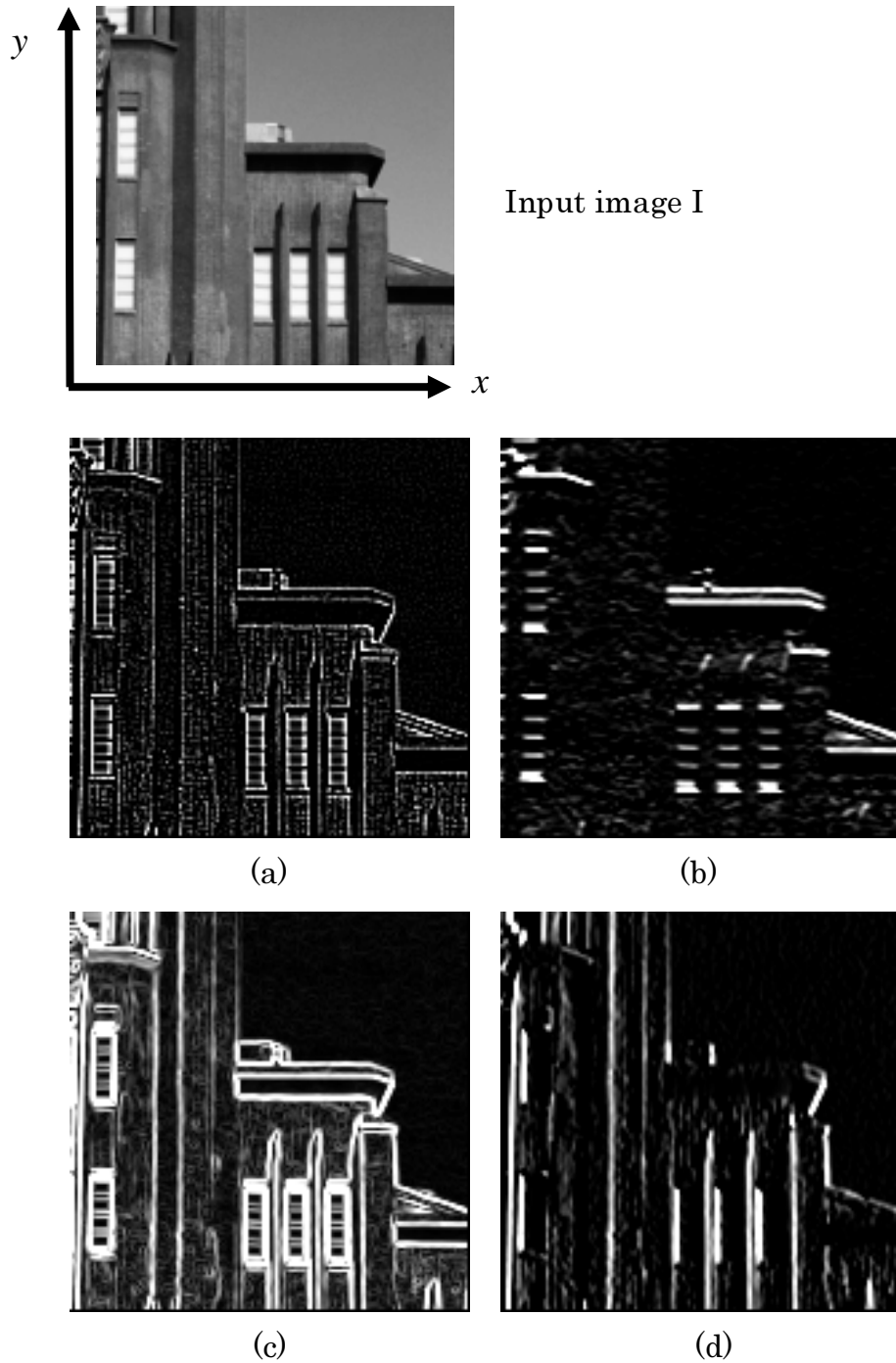
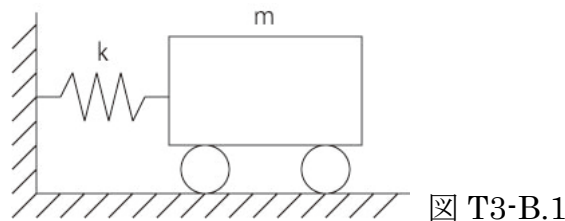


Figure T3-A.2

問 3-B

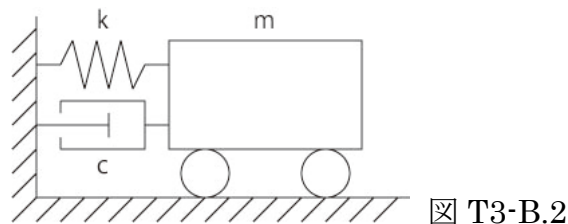
機械振動に関する以下の設問に答えよ。必要に応じて図を用いても良い。なお、図は行数に含めない。

図 T3-B.1 のように、ばねの一端を固定し、他端に物体を取り付け、物体を引っ張りばねを変形させてから離すと振動が起こる。ばねの力が0であるような中立の位置を $x = 0$ とする。物体の質量は m 、ばね定数を k とする。このとき物体の加速度は中立の位置からの変位に比例する。



- (1) このときの比例係数はどのように求められるか、5 行程度で説明せよ。また、この比例係数と振動の周期とはどのような関係があるか、2 行程度で説明せよ。
- (2) 時刻 $t = 0$ において、 $x = x_0$ 、時間微分 $\dot{x} = 0$ とすると、時刻 t と変位 x はどのような関係となるか、3 行程度で説明せよ。

図 T3-B.2 は、振動する物体が速度に比例するような抵抗を受ける場合をモデル化したものである。物体の質量は m 、ばね定数を k 、減衰係数を c とする。



- (3) どのような場合に減衰振動となるか、4 行程度で説明せよ。
- (4) Q 値とはなにか、減衰係数との関係に触れつつ、4 行程度で説明せよ。
- (5) 自動車あるいは鉄道車両で用いられるショックアブソーバーの例を挙げ、その原理を図を用いつつ説明せよ。

Question T3-B

Answer the following questions regarding mechanical vibration. You may use figures if needed. The figures are not counted as the explanation lines.

As Figure T3-B.1, one end of a spring is fixed, and an object is attached to the other end. Vibration occurs when you release after deforming the spring by pulling the object. Neutral position is defined as $x = 0$ as force of the spring is 0. Let the body mass be m , and the spring constant be k . At this time, the acceleration of the object is proportional to the displacement from the neutral position.

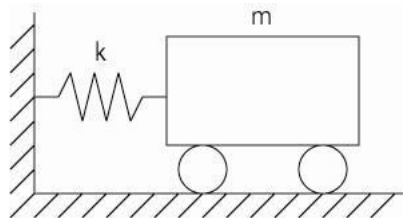


Figure T3-B.1

- (1) Explain with about 5 lines how you can solve the proportionality factor. Also, explain with about 2 lines the relationship between this proportionality coefficient and the oscillating period.
- (2) When time $t = 0$, $x = x_0$ and time differentiation $\dot{x} = 0$. Explain with about 3 lines the relationship between time t and displacement x .

Figure T3-B.2 shows a model that a vibrating object is subjected to the resistance proportional to the velocity. Let the body mass be m , the spring constant be k , and the damping coefficient be c .

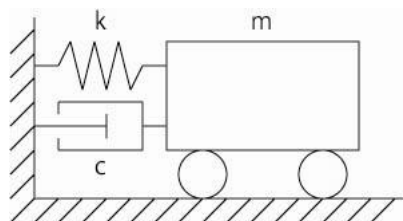


Figure T3-B.2

[Continue to the next page]

- (3) Explain with about 4 lines the situations when vibration becomes damped oscillation.
- (4) What is Q-value? Explain with about 4 lines while touching on the relationship with damping coefficient.
- (5) Give an example of shock absorber, and explain its fundamental principle. You may draw figures.

問 3-C

交通工学に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 道路の交通量 (Q) は、交通密度 (K) と空間平均速度 (V_s) を用いて $Q = K \cdot V_s$ の関係があり、下図は交通量 (Q) と交通密度 (K) の関係を示した基本図である。

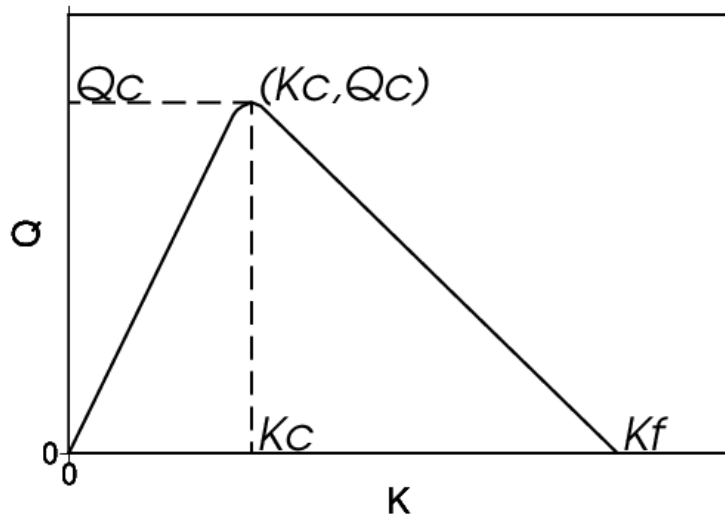


図 T3-C.1

- A) $K < K_c$ および $K > K_c$ における交通の状態をそれぞれ 3 行程度で説明せよ。
- B) V_s と K および V_s と Q の関係を図示せよ。
- (2) 高速道路における渋滞の原因にサグ部（下り坂から上り坂にさしかかる所）やトンネル入口付近がある。この理由をそれぞれ 3 行程度で説明せよ。
- (3) 以下の語句について 3 行程度で説明せよ。
- A) TDM (Travel Demand Management or Traffic Demand Management)
- B) ETC (Electronic Toll Collection)

Question T3-C

Answer the following questions about traffic engineering.

- (1) Traffic volume (Q) has a relation of $Q = K \cdot Vs$ using traffic density (K) and space average speed (Vs). The figure below shows the relation of traffic volume (Q) and traffic density (K).

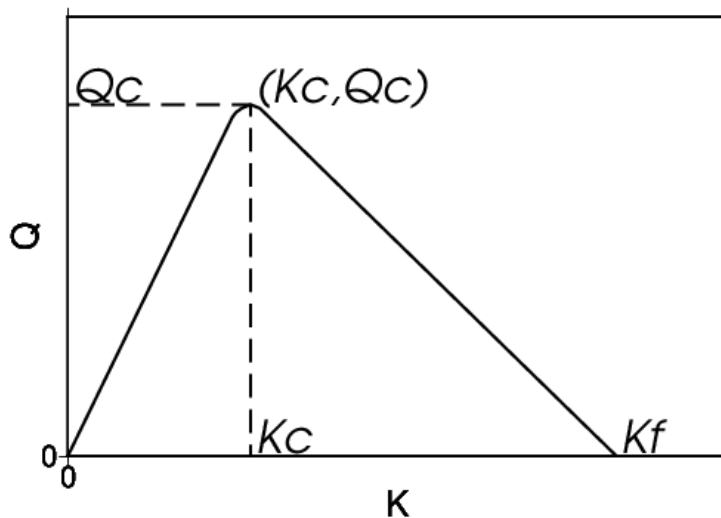


Figure T3-C.1

- A) Explain a state of the traffic in $K < K_c$ and $K > K_c$ with about three lines.
- B) Plot figures of relation of Vs and K , and Vs and Q .
- (2) The cause of the traffic jam in a highway is a sag part (the place that approaches the uphill slope from the downhill slope) and a tunnel entrance. Explain these reasons with about three lines.
- (3) Explain the following terms with about three lines.
- A) TDM (Travel Demand Management or Traffic Demand Management)
- B) ETC (Electronic Toll Collection)

Entrance Examination
for Emerging Design and Informatics Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2014
(14:00-16:00, August 19th, 2013)

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 15 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 | |