

平成29(2017)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28年8月22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、第1問から第3問までの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、解答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) 実変数 y の値が k 個の実変数によって決まる現象は多いが、以下の式(T1.1)のように y が実数の変数 x_1, \dots, x_k と実数の重み w_0, w_1, \dots, w_k による線形結合に雑音 ε を加えて表される場合について考える。

$$y = w_0 + w_1 x_1 + \dots + w_k x_k + \varepsilon \quad (\text{T1.1})$$

$\mathbf{x} = (1, x_1, \dots, x_k)$, $\mathbf{w} = (w_0, w_1, \dots, w_k)^T$ とするとき、式(T1.1)を $y, \mathbf{x}, \mathbf{w}, \varepsilon$ を用いて表せ。ただし、上付添え字 T はベクトル、あるいは行列の転置を表す。

- (2) データが N 個のベクトル $\mathbf{x}_j = (1, x_{j1}, \dots, x_{jk})$ (ただし $j = 1, \dots, N$) で与えられ

る。これらの N 個のベクトルを合わせたデータ全体を行列 $X = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_N \end{pmatrix}$,

データ \mathbf{x}_j に対応するデータ y_j からなるベクトルを $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_N)^T$ とする。このとき、2乗損失 L を $(\mathbf{y} - X\mathbf{w})^T (\mathbf{y} - X\mathbf{w})$ と定義する。 $k=1$ 、 $N=2$ のとき、 L を最小化する $\mathbf{w} = (w_0, w_1)^T$ を x_{11}, x_{21}, y_1 と y_2 を用いて表せ。

- (3) k 、 N が任意の正の整数の場合、 L の \mathbf{w} による微分 $\frac{\partial L}{\partial \mathbf{w}}$ を求めよ。ただ

し、ベクトル \mathbf{v} と \mathbf{a} の内積のベクトル \mathbf{v} による微分は $\frac{\partial \mathbf{a}^T \mathbf{v}}{\partial \mathbf{v}} = \frac{\partial \mathbf{v}^T \mathbf{a}}{\partial \mathbf{v}} = \mathbf{a}$ で与えられる。

- (4) 問(3)の結果を用いて L を最小化する \mathbf{w} を X と \mathbf{y} だけを用いた式として求めよ。また、この \mathbf{w} が求まる条件も併せて記せ。

- (5) できるだけ小さな \mathbf{w} によって L を最小化するために、 L を新たに $(\mathbf{y} - X\mathbf{w})^T (\mathbf{y} - X\mathbf{w}) + \mathbf{w}^T \mathbf{w}$ として定義する。この L を最小化する \mathbf{w} を求めよ。

Question T1

- (1) A real variable y is determined by k real variables in many phenomena. Assume here that y is expressed as a linear combination of real variables x_1, \dots, x_k with real weights w_0, w_1, \dots, w_k plus a noise ε as expressed by the equation (T1.1).

$$y = w_0 + w_1 x_1 + \dots + w_k x_k + \varepsilon \quad (\text{T1.1})$$

Suppose $\mathbf{x} = (1, x_1, \dots, x_k)$ and $\mathbf{w} = (w_0, w_1, \dots, w_k)^T$, then express (T1.1) with $y, \mathbf{x}, \mathbf{w}$ and ε . Note that a super-script of T means a transpose of vector or matrix.

- (2) Suppose that each data is given as $\mathbf{x}_j = (1, x_{j1}, \dots, x_{jk})$ where $j = 1, \dots, N$. The

whole of these N vectors is expressed by a matrix $X = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_N \end{pmatrix}$, and the vector which

consists of y_j corresponding to the \mathbf{x}_j is expressed as $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_N)^T$. Then the

squared loss L is defined as $(\mathbf{y} - X\mathbf{w})^T(\mathbf{y} - X\mathbf{w})$. When $k=1$ and $N=2$,

express $\mathbf{w} = (w_0, w_1)^T$ which minimizes L using x_{11}, x_{21}, y_1 and y_2 .

- (3) When k and N are arbitrary positive integers, obtain the differential of L by \mathbf{w} , that is $\frac{\partial L}{\partial \mathbf{w}}$. Note that the differential of inner product of vector \mathbf{v} and \mathbf{a} by \mathbf{v} is

$$\text{given as } \frac{\partial \mathbf{a}^T \mathbf{v}}{\partial \mathbf{v}} = \frac{\partial \mathbf{v}^T \mathbf{a}}{\partial \mathbf{v}} = \mathbf{a}.$$

- (4) Based on the results of question (3), obtain \mathbf{w} which minimizes L only using X and \mathbf{y} . In addition, describe the condition on which \mathbf{w} can be obtained.
- (5) In order to minimize L with a small \mathbf{w} as possible, a new definition of L is introduced as $(\mathbf{y} - X\mathbf{w})^T(\mathbf{y} - X\mathbf{w}) + \mathbf{w}^T \mathbf{w}$. Obtain \mathbf{w} which minimizes this L .

先端表現情報学 第2問

- (1) 以下のCプログラミングを実行するとき、(a), (b) の出力結果を記せ。

```
#include <stdio.h>
int f(int *i, int *j) {
    *i += 4 + *j;
    printf("%d, %d\n", *i, *j); // (a)
    return *i + *j;
}
void main() {
    int x = 2;
    x = f(&x, &x);
    printf("%d\n", x); // (b)
}
```

- (2) 言語処理系における JIT (Just In Time) コンパイルーションとは何か。簡潔に説明し、その効用について述べよ。
- (3) アルファベット $\Sigma = \{a, b\}$ からなる列のうち、奇数個のものすべてとのみ一致する (それ以外とは一致しない) 正規表現 (regular expression) を記せ。ここで、 α^* は α の 0 回以上の繰り返しに一致し、 $(\alpha|\beta)$ は α あるいは β のいずれかに一致する正規表現とする。
- (4) アルファベット $\Sigma = \{a, b\}$ からなる列のうち、 $aabbab$ など、奇数個の a を含む列すべてとのみ一致する (それ以外とは一致しない) 正規表現 (regular expression) を記せ。(3) と同じ記法を用いよ。

Question T2

- (1) Write down the print out results at (a) and (b) when the following C program is executed.

```
#include <stdio.h>
int f(int *i, int *j) {
    *i += 4 + *j;
    printf("%d, %d\n", *i, *j); // (a)
    return *i + *j;
}
void main() {
    int x = 2;
    x = f(&x, &x);
    printf("%d\n", x); // (b)
}
```

- (2) Briefly explain "*JIT (Just-In-Time) compilation*" in programming language processing and its benefits.
- (3) Write a regular expression that only matches the language over the alphabet $\Sigma = \{a, b\}$ consisting of all those strings that contain an odd number of alphabets. Note that $(\alpha|\beta)$ matches either α or β , and α^* matches zero or more of α .
- (4) Write a regular expression that only matches the language over the alphabet $\Sigma = \{a, b\}$ consisting of all those strings that contain an odd number of a 's, such as *aabbab*. Use the same notation as in (3).

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

図 T3-A.1 は光源から入射した光が物体表面で反射してカメラで観測される様子を示している。この反射モデルは二色性反射モデルと呼ばれ、反射光は拡散反射成分と鏡面反射成分からなっている。図中の ϕ は法線と入射方向のなす角度、 θ は法線と視線方向のなす角度、 α は入射方向と視線方向の二等分ベクトル（破線）と法線のなす角度である。反射モデルに関する以下の問いに答えよ。

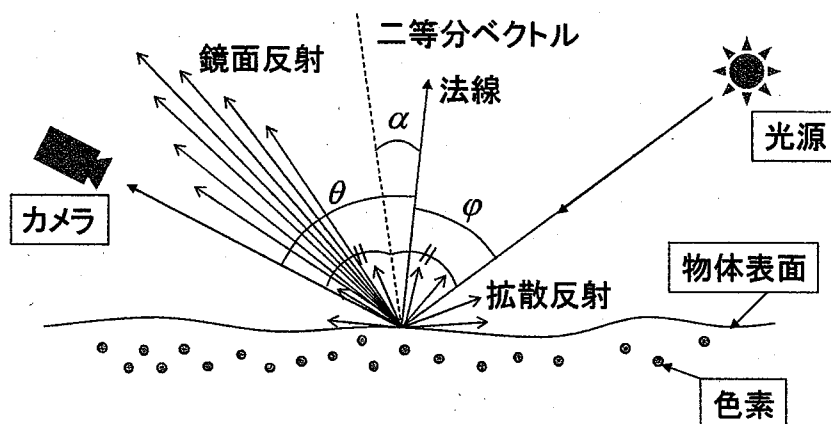


図 T3-A.1

- (1) 拡散反射と鏡面反射の特徴をそれぞれ 3 行程度で述べよ。このとき反射方向と色に関する記述をそれぞれ含めよ。
- (2) 拡散反射がランバート (Lambert) の法則に従うとき、拡散反射光の強さ I_d を求めよ。ここで K_d を拡散反射率、 I_i を入射光の強さとする。
- (3) 鏡面反射成分 I_s が式(T3-A.1)のように表される反射モデルを考える。このとき式中の σ が物体表面上のどのような性質を表しているか説明せよ。ここで K_s は鏡面反射率である。

$$I_s = \frac{K_s I_i}{\cos \theta} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{2\sigma^2}\right) \quad (\text{T3-A.1})$$

- (4) ある画像が観測されたとき鏡面反射成分と拡散反射成分を分離したい。例えば図 T3-A.2 は白色の点光源でマゼンタ色の球を照らした場合の、画素値の RGB 色空間における模式的な分布を示したものである。

【次頁に続く】

- (a) 図中①、②の領域ではどのような現象が起こっているかそれぞれ説明し、拡散反射と鏡面反射成分を分離する方法を説明せよ。
- (b) 図中①と②だけでなく、③のような分布が観測されてT型になる理由を説明せよ。
- (5) 偏光フィルタの特性を利用して、鏡面反射成分、拡散反射成分を分離して計測する方法を説明せよ。

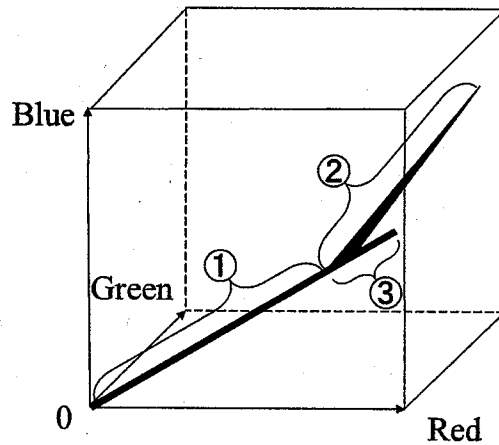


図 T3-A.2

Question T3-A

Figure T3-A.1 shows an image where the light coming from a light source is reflected at the surface of an object and observed by a camera. The reflection model is called the dichromatic reflection model. The reflected light is composed with diffuse and specular components. In this figure, ϕ is the angle between the surface normal and the incident direction, α is the angle between the surface normal and the half vector (dashed line) of the incident direction and the eye direction, and θ is the angle between the surface normal and the eye direction. Answer the following questions about the reflection model.

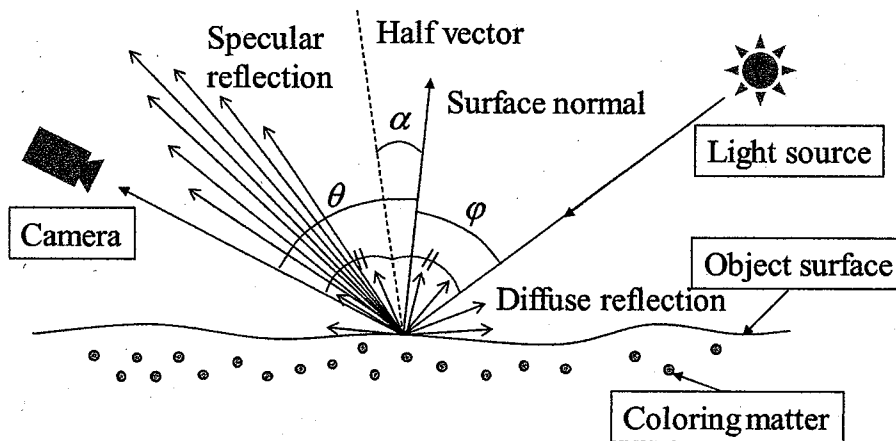


Figure T3-A.1

- (1) Describe the characteristics of the diffuse and specular reflection components in about three lines, respectively. Include the descriptions of reflection direction and color in the answer.
- (2) When the diffuse reflection follows Lambert's law, find the intensity of the diffuse reflection I_d . Here, K_d is a diffuse reflectance, I_i is an intensity of the incident light.
- (3) Consider the reflection model in which the specular component I_s is given by the equation (T3-A.1).

$$I_s = \frac{K_s I_i}{\cos \theta} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{2\sigma^2}\right), \quad (\text{T3-A.1})$$

where, K_s is a specular reflectance. Describe what characteristic of the object surface σ represents.

[Continue to the next page]

- (4) When an image is observed, we want to separate the diffuse component and the specular component. For example, Figure T3-A.2 is a schematic distribution graph of pixel colors in RGB space when a magenta sphere is illuminated by a white point light source.
- (a) Describe what phenomena are observed in ① and ②, respectively. Moreover, describe how to separate the diffuse and specular components.
- (b) Describe why not only ① and ②, but ③ is observed and the distribution becomes T-shape.
- (5) Describe a method to measure the diffuse and specular reflection components separately by using polarized filter.

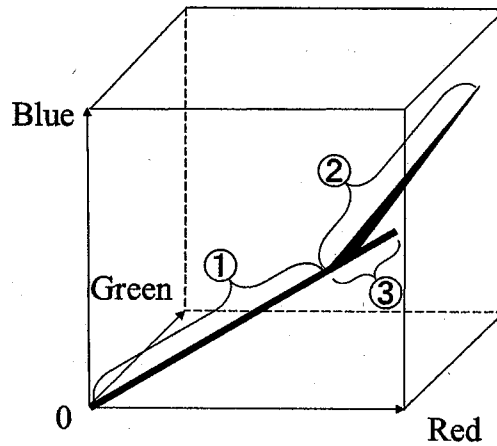


Figure T3-A.2

問 3-B

式(T3-B.1)によって示される 1 自由度系を考える。なお、 x と u は、それぞれ、変位と制御入力を表す。

$$\ddot{x} + x = u \quad (\text{T3-B.1})$$

これを状態方程式で表すと、式(T3-B.2)のようになる。

$$\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{B}u \quad (\text{T3-B.2})$$

ただし、時間を t で表すと、 $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ 、 $\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$ 、 $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \end{bmatrix}$ 、 $\dot{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix}$ である。

以下の問いに答えよ。

- (1) 式(T3-B.2)の行列 \mathbf{A} と \mathbf{B} を求めよ。
- (2) 可制御性について 3 行程度で説明せよ。
- (3) 式(T3-B.2)で表される系の可制御性を判定せよ。
- (4) 式(T3-B.3)に示すようなフィードバック制御を行う時、系を安定に保つ定係数フィードバックゲイン $\mathbf{G} = [a \ b]$ の求め方を、数式を含めて 10 行程度で説明せよ。

$$u = -\mathbf{G}\mathbf{X} \quad (\text{T3-B.3})$$

- (5) 制御器の応答速度を上げるための、定係数フィードバックゲイン $\mathbf{G} = [a \ b]$ の求め方を 3 行程度で述べよ。
- (6) 制御器の応答速度を上げ過ぎた時に生じる、実用上の問題を 3 行程度で述べよ。

Question T3-B

Consider the one-degree-of-freedom system shown by the equation (T3-B.1), where x and u are displacement and control input, respectively.

$$\ddot{x} + x = u \quad (\text{T3-B.1})$$

When this is expressed in the form of the state space equation, the equation (T3-B.2) is obtained:

$$\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{B}u, \quad (\text{T3-B.2})$$

where $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$, $\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$, $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \end{bmatrix}$, $\dot{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix}$ when t is time.

Answer the following questions.

- (1) Obtain matrix \mathbf{A} and \mathbf{B} in the equation (T3-B.2).
- (2) Explain controllability in about 3 lines.
- (3) Determine the controllability of the system shown in the equation (T3-B.2).
- (4) Assume the feedback control shown in the equation (T3-B.3) is applied. Explain how to obtain the constant feedback gain $\mathbf{G} = [a \ b]$ keeping the system stable in about 10 lines including equations.

$$u = -\mathbf{G}\mathbf{X} \quad (\text{T3-B.3})$$

- (5) Write how to choose the constant feedback gain $\mathbf{G} = [a \ b]$ to increase the speed of the response of the controller in about 3 lines.
- (6) State the practical problem being caused when the speed of the response of the controller is increased excessively in about 3 lines.

問 3-C

防災に関するマスメディアの役割について、以下の問いにそれぞれ 5 行程度で解答せよ。

- (1) 災害対策を時間フェーズで分類すると、事前対策と事後対策に分けられる。災害前にマスメディアが果たすべき役割を説明せよ。
- (2) 発災直後にマスメディアが果たすべき役割を説明せよ。
- (3) 過去の自然災害において、複数のマスメディアが同じ事象を報道するという現象があった。このように報道が過度に集中する主な理由を説明せよ。
- (4) 過度な報道の集中によって被災地が被る影響について一例を挙げて説明せよ。
- (5) 効果的な初動対応を実現する上で、報道の過度な集中を解決する方法を説明せよ。

Question T3-C

Answer the following questions concerning the role of the mass media for disaster reduction in about 5 lines for each question.

- (1) Disaster management can be classified into the pre- and the post-disaster countermeasures in the point of time phase. Explain required roles of the mass media during pre-disaster phase.
- (2) Explain required roles of the mass media immediately after the disaster.
- (3) In the past natural disasters, there was a phenomenon that a lot of the mass media reported the same topics repeatedly. Explain the major possible reason why such excessive concentration of the press coverage occurs.
- (4) Explain one example of problems in the affected areas by such excessive concentration of the press coverage.
- (5) Explain the possible solutions to avoid such excessive concentration of coverage for effective initial disaster responses.

Entrance Examination
for Emerging Design and Informatics Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2017
(14:00-16:00, August 22nd, 2016)

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	