

**平成27(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26年8月18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 16 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

式(T1.1)で定義される関数  $f(x)$  のフーリエ変換を求めたい。

$$f(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (\text{T1.1})$$

関数  $f(x)$  のフーリエ変換は式(T1.2)で定義される。

$$F(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-jux} dx \quad (\text{T1.2})$$

以下の設問に答えよ。

(1)  $F(u)$ が式(T1.3)の微分方程式を満たすことを示せ。

$$\frac{dF(u)}{du} = -\sigma^2 u F(u) \quad (\text{T1.3})$$

(2) 式(T1.3)の一般解を求めよ。

(3) 式(T1.4)が成り立つことを使って  $F(u)$  を求めよ。

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx = \sqrt{2\pi}\sigma \quad (\text{T1.4})$$

### Question T1

We would like to find the Fourier transform of function  $f(x)$  defined by the equation (T1.1).

$$f(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (\text{T1.1})$$

The Fourier transform of  $f(x)$  is defined by the equation (T1.2).

$$F(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-jux} dx \quad (\text{T1.2})$$

Answer the following questions.

(1) Prove that  $F(u)$  satisfies the equation (T1.3).

$$\frac{dF(u)}{du} = -\sigma^2 u F(u) \quad (\text{T1.3})$$

(2) Find the general solution of the equation (T1.3).

(3) Obtain  $F(u)$  using the equation (T1.4).

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx = \sqrt{2\pi}\sigma \quad (\text{T1.4})$$

## 先端表現情報学 第2問

以下の設問に答えよ。

- (1) 整数の一樣乱数を生成するアルゴリズムを一つ挙げ、5行程度で説明せよ。
- (2) サイコロ投げをシミュレートするアルゴリズムを一つ挙げ、5行程度で説明せよ。サイコロは1から6の目が均等な確率で出現するものとする。なお、区間 $[0,1)$ の一樣乱数を発生する関数 $\text{random}()$ を使用してもよい。
- (3) 指数分布乱数を近似的に発生するアルゴリズムを1つ挙げ、5行程度で説明せよ。指数分布の確率密度関数は $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ で与えられる。なお、区間 $[0,1)$ の一樣乱数を発生する関数 $\text{random}()$ を使用してもよい。
- (4) 標準正規分布（平均0、標準偏差1）に従う乱数を発生するアルゴリズムを1つ挙げ、5行程度で説明せよ。標準正規分布の確率分布関数は $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ で与えられる。なお、区間 $[0,1)$ の一樣乱数を発生する関数 $\text{random}()$ を使用してもよい。

## Question T2

Answer the following questions.

- (1) Provide and explain an algorithm that generates uniform integer random number with about 5 lines.
- (2) Provide and explain an algorithm that simulates throwing a dice with about 5 lines. The dice is expected to provide the number from 1 to 6 with equal frequency. You may use the function `random()` that generates random numbers that are uniform on the interval  $[0,1)$ .
- (3) Provide and explain an algorithm that generates exponentially distributed random numbers with about 5 lines. Probability density function of exponential distribution is defined by  $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ . You may use the function `random()` that generates random numbers that are uniform on the interval  $[0,1)$ .
- (4) Provide and explain an algorithm that generates random numbers from a standard normal distribution (with mean 0 and standard deviation 1) with about 5 lines. Probability density function of the standard normal distribution is defined by  $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ . You may use the function `random()` that generates random numbers that are uniform on the interval  $[0,1)$ .

### 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

CG (コンピュータグラフィックス) における画像作成技法について、以下の問いに答えよ。

- (1) CG による画像作成技法の一つとして、レイトレーシング法 (光線追跡法) がある。この方法では、図 T3-A.1 のように、視点からスクリーンの画素に向かうレイ (光線) を考えることで、その画素の輝度を計算する。

以下に、アルゴリズムの疑似コードを示す。この中の空欄を埋めよ。なお、ここでは反射や屈折を考えないものとする。

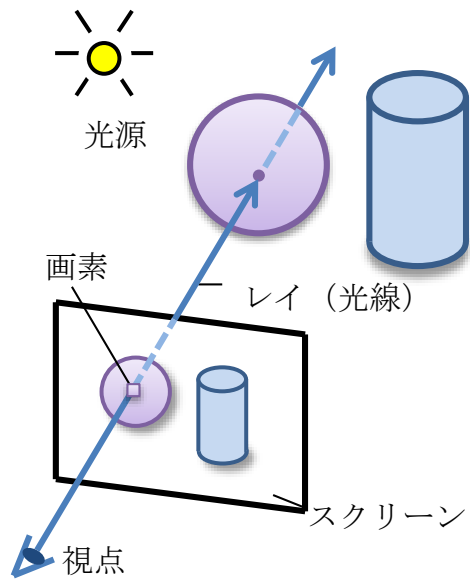


図 T3-A.1

```

スクリーンのそれぞれの画素について {
    視点から画素に向かうレイを決定する ;
    レイと物体との交差判定を行う ;
    レイと交差する物体が一つ以上存在するならば {
         ;
        その画素に可視点での物体の色を塗る ;
    }
    その他の (レイと交差する物体が存在しない) 場合 {
        その画素に背景色を塗る ;
    }
}
    
```

- (2) この画像作成技法では、レイと物体の交差判定が必要となる。球とレイの交差判定が簡単であるために多用される。

ここでは、図 T3-A.2 のようなレイと球の交差判定を考える。レイの式は  $\mathbf{P} = \mathbf{E} + \mathbf{V}t$  で表される。ただし、 $\mathbf{E}$  を始点、 $\mathbf{V}$  ( $|\mathbf{V}|=1$  とする) をレイの方向、 $t$  をパラメータとする。また、半径  $r$  の球の表面上の点を  $\mathbf{P}'$  とする。このとき、レイと球との交差判定方法、および、可視点の候補となる交点の算出方法を説明せよ。

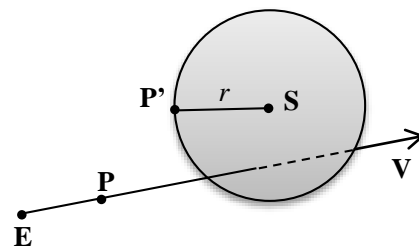


図 T3-A.2

[次頁へ続く]



(3) この画像作成技法は、一般的に処理時間のかかる方法であり、その大部分はシーン内の複数の物体とレイとの交差判定に費やされることが多い。この画像作成技法（レイトレーシング法）を高速化するための方法を、以下のケースについて10行以内で論ぜよ。ただし、並列計算による高速化は除外する。

- 複雑形状（多数のポリゴンによる物体）が存在するシーン



図 T3-A.3

**Question T3-A**

Answer the following questions about the image generation method in Computer Graphics (CG).

- (1) Ray Tracing is one of image generation methods in CG. In this method, for each pixel of a screen, a ray from a view point to a pixel is traced and then a luminance of the pixel is computed as shown in Figure T3-A.1.

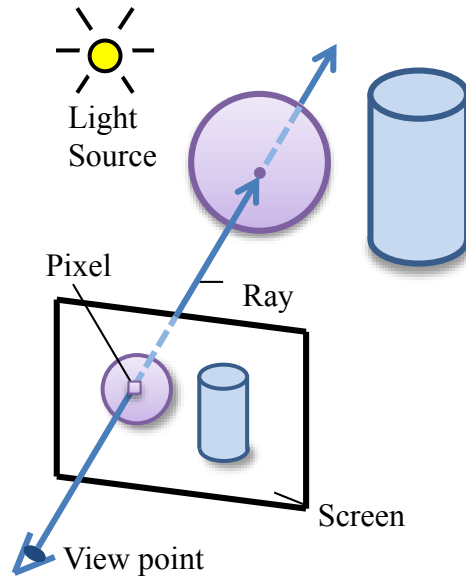


Figure T3-A.1

```

For each pixel of a screen {
    A ray from a view point to a pixel is defined;
    Compute intersections between a ray and objects;
    If one or more objects intersect a ray {
        ;
        Fill the pixel with the color of the visible point of the object;
    }
    Else (There does not exist an object which intersects a ray) {
        Fill the pixel with a background color;
    }
}
    
```

- (2) In this image generation method, the intersection detection between an object and a ray is necessary. The intersection between a sphere and a ray is utilized because of its simplicity. Here we consider the intersection detection between a sphere and a ray as shown in Figure T3-A.2. A ray is represented as  $\mathbf{P} = \mathbf{E} + \mathbf{V}t$  where  $\mathbf{E}$  is a start point,  $\mathbf{V}$  ( $|\mathbf{V}| = 1$ ) is a ray direction, and  $t$  is a parameter. Also,  $\mathbf{P}'$  is a point on the surface of a sphere with a radius  $r$ . Then, describe a method for the intersection detection and a method to compute an intersection point which is a candidate of a visible point.

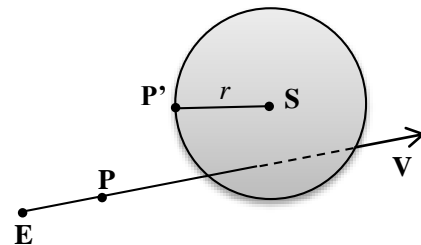


Figure T3-A.2

[Continue to the next page]

(3) This image generation method is in general time-consuming. Most of computation is spent by intersection detections between rays and objects. Discuss a method to accelerate such intersection detections for the following case within ten lines. Note that the acceleration by parallel computation is excluded.

- The scene of a complicated object with a quite large number of polygons

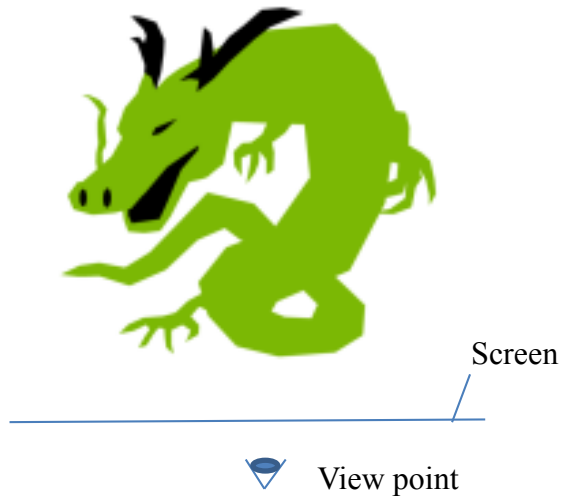


Figure T3-A.3

問 3-B

2つの異なる温度に保たれた熱源の間で動作する可逆熱サイクルであるカルノーサイクルについて考える。カルノーサイクルは、図 T3-B.1 に示されているように、温度  $T_H$  の高温熱源から熱量  $Q_H$  を取り入れ、温度  $T_L$  の低温熱源へ熱量  $Q_L$  を捨てて、外部へ仕事  $W$  をする熱機関である。

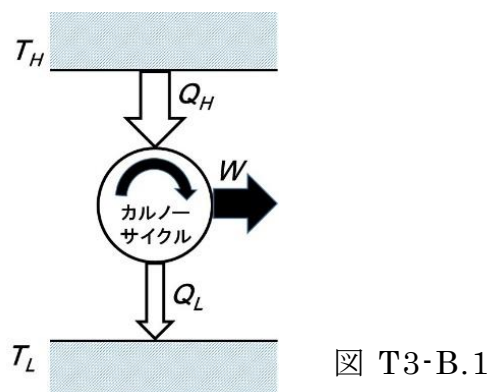


図 T3-B.1

以下の問いに答えよ。

- (1) カルノーサイクルは、図 T3-B.2 のように4つの過程から成り立つ  $p-V$  ( $p$ :圧力、 $V$ :体積) 線図に表すことができる。

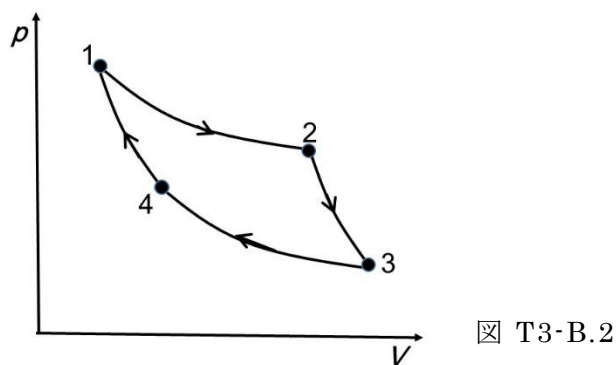


図 T3-B.2

図 T3-B.2 のそれぞれの過程の線図上でどのような力学的状態変化が生じているのかを説明せよ。その際に、温度  $T_H$ 、 $T_L$ 、熱量  $Q_H$ 、 $Q_L$ 、および等温膨張、等温圧縮、断熱膨張、断熱圧縮を用いて説明せよ。

- (2) 外部への仕事  $W$  は図 T3-B.2 においてどのように対応づけられるのかを説明せよ。

【次頁へ続く】

(3) カルノーサイクルの熱効率は以下で表される。

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

理想気体の場合には、熱効率は以下で与えられることを熱力学の観点から説明せよ。

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

(4) 物体のもつ内部エネルギーを温度差なしに全て仕事に変換する機械を第2種永久機関という。第2種永久機関が実現不可能であることを5行以内で説明せよ。

### Question 3-B

Let us consider the Carnot cycle, a reversible heat cycle operated between two heat sources at different temperatures. The Carnot cycle is a heat engine, which produces the work  $W$  by absorbing heat  $Q_H$  from the hot reservoir at temperature  $T_H$  and disposing heat  $Q_L$  to the cold reservoir at temperature  $T_L$  as shown in Figure T3-B.1.

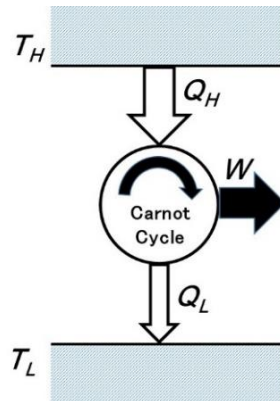


Figure T3-B.1

Answer the following questions.

- (1) The Carnot cycle consists of four processes in the  $p$ - $V$  diagram ( $p$ : pressure, and  $V$ : volume) as shown in Figure T3-B.2.

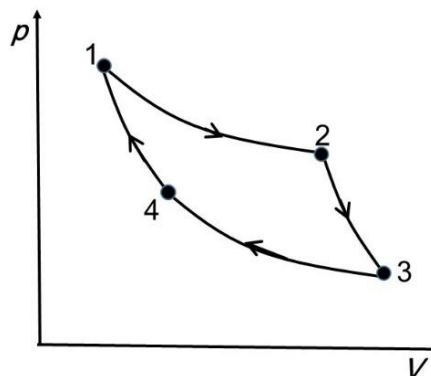


Figure T3-B.2

Explain the changes of the thermodynamic state of each process in Figure T3-B.2 using the words such as temperature  $T_H$  and  $T_L$ , heat  $Q_H$  and  $Q_L$ , isothermal expansion, isothermal compression, adiabatic expansion, and adiabatic compression.

- (2) Explain how the work  $W$  can be described in Figure T3-B.2.

[Continue to the next page]

(3) The thermal efficiency of the Carnot cycle is given by

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \quad .$$

Explain from the aspect of thermodynamics that the thermal efficiency of the Carnot cycle in case of the ideal gas becomes as follows:

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad .$$

(4) The perpetual motion machine of the second kind is a machine to convert the entire internal thermal energy to the work without a temperature difference. Explain within 5 lines why the perpetual motion machine of the second kind can not be realized.

### 問 3-C

日本では、2007年10月から気象庁が緊急地震速報の提供を開始している。この情報を受信・利用することにより列車やエレベータを制御して危険を回避したり、工場、オフィス、家庭などで避難行動をとることが期待されている。緊急地震速報について、以下の問いに答えよ。

- (1) 以下では、緊急地震速報の仕組みを述べている。(a)～(d)に入る言葉を書きなさい。

緊急地震速報は日本全国に展開された (a) により、まず (b) 波を検知し、発生した地震の (c) を決定して、(d) 波到達時刻を予測し、知らせる。

- (2) 問(1)における (b) 波と (d) 波の特徴を速度とエネルギーという観点から3行以内で述べよ。

- (3) 緊急地震速報については、様々な技術的限界がある。その一例をあげ、3行以内で述べよ。

- (4) 2013年8月8日16時56分頃の和歌山県北部を震源とするマグニチュード2.3の地震に対して、奈良県を震源とするマグニチュード7.8の地震が発生したとする誤報が発表された。こうした誤報が生じる可能性としてどのようなことが考えられるか一例をあげ、5行以内で述べよ。

- (5) 最近では、全国に展開された観測点の加速度など揺れそのものの大きさをリアルタイムでモニタリングすることも行われている。このモニタリングの重要性について、問(4)のような誤報の軽減と関連づけて3行程度で述べよ。



### Question T3-C

Japan Meteorological Agency (JMA) provides residents in Japan with the Earthquake Early Warnings (Kinkyu Jishin Sokuho in Japanese) since October, 2007. Receiving this information, we control elevators or trains to stop, or we move to safe place in a plant, office and home. This information is to help to mitigate damages caused by earthquakes.

Answer the following questions about this earthquake information.

(1) The following is the explanation of the method of Earthquake Early Warnings.

Answer the appropriate words in (a) to (d).

JMA detects arrivals of  wave by using  deployed around Japan.

And then JMA determines  of earthquake. Lastly JMA forecasts and informs the arrival time of  wave.

(2) Explain characteristics of  wave and  wave in the question (1) within 3 lines from the viewpoints of velocity and energy.

(3) There are many technical limitations of Earthquake Early Warning. Give one example and then explain it within 3 lines.

(4) An earthquake of magnitude 2.3 located in North Wakayama occurred at about 16:56 on August 8, 2013. For this earthquake, JMA announced the false alarm that an earthquake of magnitude 7.8 occurred in Nara region. Give one possibility that such a false alarm occurs and then explain it within 5 lines.

(5) Recently, the amplitude of acceleration is monitored at the observation stations deployed around Japan in real time. Explain the importance of this monitoring with about 3 lines in relation to reduction of the false alarm such as the question (4).

**Entrance Examination**  
**for Emerging Design and Informatics Course,**  
**Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,**  
**The University of Tokyo.**  
**Academic Year 2015**  
**(14:00-16:00, August 18th, 2014)**

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 16 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	