

九州大学大学院システム情報科学府

知能システム学専攻

情 報 工 学 専 攻

平成 2 0 年度入学試験問題

【平成 1 9 年 8 月 2 1 日（火）、2 2 日（水）】

## 英語試験問題のw e b公開について

英語の入試問題をWebで公開することは、著作権法上、問題になりますので、平成19年度より過去の問題の傾向・範囲を示す例題を公開しています。

英 語

[ 1 ] 次の文章を読んで下記の問いに答えよ。(Read the following article, and then answer the questions.)

Databases are no longer special tools for computer experts. They are now common tools for various people including users who are not computer experts, and many database software products of various prices are on sale at computer shops. One of the criteria by which such non-expert users may choose a database software is the effort required each time they extract information from their database. To obtain necessary information from a very large database, one must specify to the system exactly what is needed. Languages used for specifying such retrieval requests are called *query languages*.

Requests may be highly complex, but must be given in a way that computers can understand. For this reason, formal languages have been used most. Formal query languages are similar to programming languages and easy to process for computers. ( A ), such artificial languages are not necessarily easy to understand for users. Most people must study very hard to master an artificial language. This leads to a demand for good database user interfaces.

To offer non-expert users an alternative to formal query languages, many attempts have been made to develop natural language interfaces which accept queries written in everyday language and translate them into a formal query language. If such an interface is available, users do not have to study a special language. Natural language interfaces, however, also have their own problems.

First of all, natural language processing is not an easy task for computers due to ambiguities involved in natural languages. Second, our everyday language has too many rules and exceptions, compared with formal languages. If we were to develop an interface which can accept every naturally-expressed input<sub>(B)</sub> and can respond in a natural way, we would be forced to equip the system with a huge storage of human knowledge knowledge we ourselves cannot describe. This approach is hardly feasible for the time being.

**database:** データベース **criteria:** [複]基準 **specify:** 指定する **retrieval:** 検索 **query language:** 問い合わせ言語  
**formal language:** 形式言語 (厳密な文法規則と語の集合を持つ人工的な言語のこと) **user interface:** 利用者インタフェース  
**alternative:** 代替手段 **natural language:** 自然言語 (日本語, 英語など, 日常の言語) **ambiguity:** あいまいさ  
**storage:** 倉庫 **feasible:** 実現可能な

(1) 以下のうち, この文章のタイトルとして最も適切なものはどれか。 [ ]

1. Databases and Computers
2. How to Choose a Database Software
3. The Difficulty in Building a Good Database User Interface
4. The Merit of Natural Language Interfaces
5. The Ambiguity in Natural Language

(2) 以下のうち, この文章の内容に合致しないものはどれか。 [ ]

1. Databases are now used by experts and non-experts.
2. People may choose a database software for reasons other than its price.
3. Retrieval requests are written in a query language.
4. Formal languages are easy to understand for computers.
5. Natural language interfaces are easy to build.

(3) 以下のうち, 上の空欄( A )に入れるのに最も適切な語句は以下のうちのどれか。 [ ]

6. Moreover
7. Similarly
8. However
9. Fortunately

(4) 以下のうち, 上の下線部( B )を置き換えるのに最も適切な語句は以下のうちのどれか。 [ ]

10. any query written in a natural language
11. every natural task
12. every natural knowledge
13. any rule written in a natural language

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

九州大学大学院システム情報科学府修士課程入学試験問題  
4 枚中の 2

英 語

[ 2 ] 次の文章を読んで下記の問いに答えよ。(Read carefully the following article, and then answer the questions.)

[ 1 ]と同様な英文の理解力を問う応用問題ですが著作権法上の問題がありますので  
出典がある問題は公開できません。

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

英 語

[ 3 ] 次の英文を日本語に訳しなさい。(Translate the following English into Japanese.)

英文和訳の問題ですが著作権法上の問題がありますので出典がある問題は公開できません。

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

英 語

[4]次の日本語を英文に直しなさい。(Translate the following Japanese into English.)

日本で携帯電話が発売されたのは1987年である。当時の携帯電話は、電池の問題や通信品質の問題から寸法が大きかった。最近では通信速度が向上し、インターネット接続やテレビ電話が可能となっている。現在、全世界で20億人以上が携帯電話を持っているという報告がある。

携帯電話：cellular phone

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

九州大学大学院システム情報科学府

知能システム学専攻・情報工学専攻・電気電子システム工学専攻・電子デバイス工学専攻  
平成 20 年度 大学院修士課程 入学者選抜試験

## 数 学(Mathematics)

平成 19 年 8 月 21 日 (火)  
13 時 30 分 ~ 15 時 30 分

### 解答上の注意 (Instructions)

1. 問題用紙は、『始め』の合図があるまで開いてはならない。  
Do not open this cover sheet before the command of starting.
2. 問題用紙は表紙を含めて 3 枚, 解答用紙は 4 枚である。  
There are three question sheets including this cover sheet, and four answer sheets.
3. 問題用紙の表紙と解答用紙の全部に, 受験番号, 専攻名および氏名を記入すること。  
Write your examinee's number, department's name and your name on this sheet and on each answer sheet.
4. 【問題 1】～【問題 5】から 4 問を選択し解答すること。  
Answer four questions out of the questions [No. 1] to [No. 5].
5. 解答用紙は 1 問につき 1 枚を使用すること。  
Use one answer sheet for one question.
6. 計算用紙は配らないので, 問題用紙の裏などを適宜利用すること。  
Use the reverse side of the question sheets for calculating.
7. 試験終了後, 問題用紙も回収する。  
Do not keep the question sheets after the examination.

受験番号  
(Examinee's No.)

専攻  
(Department)

氏名  
(Name)

---

【問題 1】 (25 点)

三角形 ABC の内心を X とする. 点 A, B, C の位置ベクトルをそれぞれ  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$  とする. また, 辺 BC, CA, AB の長さをそれぞれ  $\ell, m, n$  とする. このとき以下の間に答えよ.

- (1) 直線 AX と BC の交点を D としたとき,  $BD:DC = n:m$  を示せ.
- (2) 内心 X の位置ベクトルを求めよ.

【問題 2】 (25 点)

次の微分方程式を解け.

- (1)  $(x^2 - 1)y' + 2xy = \tan x$
- (2)  $x(x-1)y'' + (3x-2)y' + y = 2x$

【問題 3】 (25 点)

- (1)  $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ ,  $r = |\mathbf{r}|$ ,  $\mathbf{r}_1$  を  $\mathbf{r}$  方向の単位ベクトル,  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  をそれぞれ  $x, y, z$  軸方向の単位ベクトルとするととき,
  - (1-1)  $\nabla r^n = nr^{n-1}\mathbf{r}_1$  を示せ.
  - (1-2)  $\nabla U = 2r^4\mathbf{r}$  のとき,  $U$  を求めよ.
  - (1-3)  $A = r^n\mathbf{r}$  のスカラーポテンシャルを求めよ.
- (2)  $\mathbf{F} = 2xz\mathbf{i} - \frac{1}{2}y^2\mathbf{j} + 3yz\mathbf{k}$  のとき, 面積分  $\int_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS$  を求めよ. ここで,  $S$  は,  $x=0$ ,  $x=1$ ,  $y=0$ ,  $y=1$ ,  $z=0$ ,  $z=1$  に囲まれた立方体の表面とする. また,  $\mathbf{n}$  は  $S$  の外側に向くようにとった単位法線ベクトル,  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  は, それぞれ  $x, y, z$  軸方向の単位ベクトルである.



【問題 4】 (25 点)

(1) 領域  $\Omega$  内において連続である関数  $f(z)$  に対し,  $\Omega$  内で正則な関数  $F(z)$  があり,  $F'(z) = f(z)$  が成り立つとする (このような  $F(z)$  を  $f(z)$  の原始関数と呼ぶ). このとき, 領域  $\Omega$  内の 2 つの点  $z_0$  と  $z_1$  を結ぶ曲線  $\Gamma$  に対して次の式が成り立つことを示せ.

$$\int_{\Gamma} f(z) dz = \int_{\Gamma} F'(z) dz = F(z_1) - F(z_0)$$

(2) 次の定積分を上記の定理を用いて計算し, その値が実際に線積分を計算して求めた値と一致することを示せ. ただし, 積分路  $\Gamma$  は  $z_0 = 0, z_1 = 1 + i$  を結ぶ線分であるとする.

$$I = \int_{\Gamma} z^2 dz$$

【問題 5】 (25 点)

外見では区別が出来ない偏りのあるコイン  $A$  と  $B$  があり, コイン  $A$  を投げた時に表の出る確率を  $p_A$ , コイン  $B$  を投げた時のそれを  $p_B$  で表す. 次の問に答えよ.

- (1)  $p_A = 0.3$ ,  $p_B = 0.6$  とする. 無作為に一方のコインを選び, 1 回コインを投げるといふ試行を考える. 選ぶコインを表す確率変数を  $X (= A \text{ or } B)$ , 投げた結果を表す確率変数を  $Y (= \text{表 or 裏})$  で表す. このとき  $(X, Y)$  の同時確率分布を表す次の表をうめよ. 例えば右下のマスには  $(X, Y) = (B, \text{裏})$  となる確率が入る.

	表	裏
$A$		
$B$		

- (2) 上記の試行の結果, 表が出たとする. 選んだコインが  $A$  である確率を求めよ.

- (3) 無作為に一方のコインを選び, 選んだコインを  $n$  回投げた結果, 表が  $k$  回出たとする. 選んだコインが  $A$  である確率を  $p_A$ ,  $p_B$ ,  $n$ ,  $k$  で表せ.

九州大学大学院システム情報科学府

知能システム学専攻・情報工学専攻・電気電子システム工学専攻・電子デバイス工学専攻  
平成 20 年度 大学院修士課程 入学者選抜試験

## 数 学(Mathematics)

平成 19 年 8 月 21 日 (火)  
13 時 30 分 ~ 15 時 30 分

### 解答上の注意 (Instructions)

1. 問題用紙は、『始め』の合図があるまで開いてはならない。  
Do not open this cover sheet before the command of starting.
2. 問題用紙は表紙を含めて 3 枚, 解答用紙は 4 枚である。  
There are three question sheets including this cover sheet, and four answer sheets.
3. 問題用紙の表紙と解答用紙の全部に, 受験番号, 専攻名および氏名を記入すること。  
Write your examinee's number, department's name and your name on this sheet and on each answer sheet.
4. 【問題 1】 ~ 【問題 5】 から 4 問を選択し解答すること。  
Answer four questions out of the questions [No. 1] to [No. 5].
5. 解答用紙は 1 問につき 1 枚を使用すること。  
Use one answer sheet for one question.
6. 計算用紙は配らないので, 問題用紙の裏などを適宜利用すること。  
Use the reverse side of the question sheets for calculating.
7. 試験終了後, 問題用紙も回収する。  
Do not keep the question sheets after the examination.

受験番号

(Examinee's No.)

専攻

(Department)

氏名

(Name)

---

【No. 1】 (25 Points)

Let  $X$  be the inner center of a triangle  $ABC$ . Let  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$  be the position vectors of the points  $A, B$ , and  $C$ , respectively. Let  $\ell, m, n$  be the lengths of sides  $BC, CA$ , and  $AB$ , respectively. Answer the following questions.

- (1) Let  $D$  be the intersection point of lines  $AX$  and  $BC$ . Show that  $BD:DC = n : m$ .
- (2) Find the position vector of the inner center  $X$ .

【No. 2】 (25 Points)

Solve the following differential equations.

- (1)  $(x^2 - 1)y' + 2xy = \tan x$
- (2)  $x(x - 1)y'' + (3x - 2)y' + y = 2x$

【No. 3】 (25 Points)

- (1) Given  $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ ,  $r = |\mathbf{r}|$  and  $\mathbf{r}_1$ : the unit vector in the direction of  $\mathbf{r}$ , while the unit vectors on  $x, y$ , and  $z$  axis of Cartesian coordinate are denoted by  $\mathbf{i}, \mathbf{j}$ , and  $\mathbf{k}$ , respectively.
  - (1-1) Show that  $\nabla r^n = nr^{n-1}\mathbf{r}_1$ .
  - (1-2) Find  $U$  which satisfies  $\nabla U = 2r^4\mathbf{r}$ .
  - (1-3) Find the scalar potential for  $\mathbf{A} = r^n\mathbf{r}$ .
- (2) Given a vector  $\mathbf{F} = 2xz\mathbf{i} - \frac{1}{2}y^2\mathbf{j} + 3yz\mathbf{k}$ . Evaluate the surface integral  $\int_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS$ , where  $S$  is the surface of the cube bounded by the planes  $x = 0, x = 1, y = 0, y = 1, z = 0$ , and  $z = 1$ . Furthermore  $\mathbf{n}$  is the unit normal vector which is directed to the exterior of  $S$  and the unit vectors on  $x, y$ , and  $z$  axis of Cartesian coordinate are denoted by  $\mathbf{i}, \mathbf{j}$ , and  $\mathbf{k}$ , respectively.

【No. 4】 (25 Points)

(1) Let  $f(z)$  be continuous in a domain  $\Omega$  and suppose that  $F(z)$  is regular and satisfies  $F'(z) = f(z)$  at all points  $z$  of  $\Omega$ . Prove the following theorem for a curve  $\Gamma$  connecting points  $z_0$  and  $z_1$ .

$$\int_{\Gamma} f(z)dz = \int_{\Gamma} F'(z)dz = F(z_1) - F(z_0)$$

(2) Let  $z_0 = 0$  and  $z_1 = 1+i$ . Evaluate the following complex integral using the theorem proved in (1). Also evaluate the same complex integral by performing a line integral along the line segment  $\Gamma$  and compare two results.

$$I = \int_{\Gamma} z^2 dz$$

【No. 5】 (25 Points)

Two biased coins  $A$  and  $B$  are given. Assume that they have the same appearances. Let  $p_X$  denote the probability that the coin toss of  $X$  comes out heads. Answer the following questions.

- (1) Let  $p_A = 0.3$  and  $p_B = 0.6$ . For the trial “choose one coin randomly, then toss the chosen coin,” let  $X$  ( $= A$  or  $B$ ) be a random variable denoting the selected coin and  $Y$  ( $=$  head or tail) a random variable denoting the result of the coin toss. Then, complete the following table for the joint probability distribution of  $(X, Y)$ .

	head	tail
$A$		
$B$		

- (2) When the above coin toss comes out head, obtain the probability that the chosen coin is  $A$ .
- (3) Consider the trial “choose one coin randomly, and toss it  $n$  times.” Let  $k$  denote the number of heads among the  $n$  tosses. Express the probability that the chosen coin is  $A$  with  $p_A$ ,  $p_B$ ,  $n$  and  $k$ .

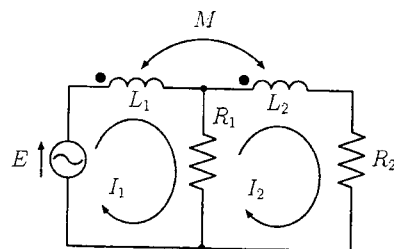
志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

平成 20 年度大学院入学試験 電気回路 (平成 19 年 8 月 22 日)

【4 問中の 1】図の回路について次の問いに答えよ。ただし、電源の角周波数を  $\omega$  rad/s とする。

(1) 閉路電流  $I_1$ ,  $I_2$  に関する閉路方程式を書け。

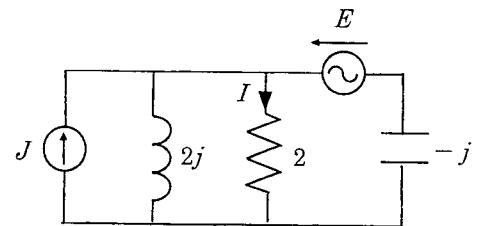
(2)  $|E| = 10$  V,  $\omega = 2$  rad/sec,  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $L_1 = L_2 = 2$  H,  $M = 1$  H のとき、回路全体で消費される電力を求めよ。



志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

平成 20 年度大学院入学試験 電気回路 (平成 19 年 8 月 22 日)

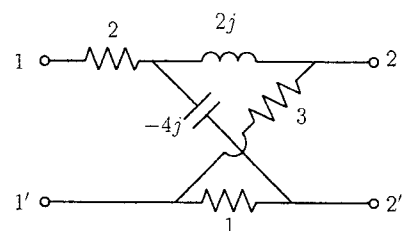
【4 問中の 2】図の回路で、 $\left| \frac{I}{J} \right| = 1$ ,  $\arg \left( \frac{I}{J} \right) = 0$  である。電源電流  $J$  を求めよ。ただし、電源電圧  $E = 1 - 2j$  V とし、 $E, J$  はフェーズを表す。図中の素子値の単位は  $\Omega$  である。



志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

平成 20 年度大学院入学試験 電気回路 (平成 19 年 8 月 22 日)

【4 問中の 3】図の 2 ポートのインピーダンス行列を求めよ。ただし，図中の素子値の単位は  $\Omega$  である。



志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

平成 20 年度大学院入学試験 電気回路 (平成 19 年 8 月 22 日)

【4 問中の 4】 次の 2 問のうち 1 問を選択して解答せよ.

[4a] 図 a の回路において  $I = 0$  であるとき,  $E_1$  と  $E_2$  の関係を求めよ. 図中の素子値の単位は  $\Omega$  である.

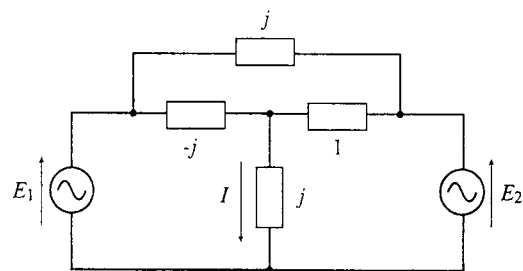


図 a

[4b] 図 b において,  $t = 0$  で  $S_2$  を開いたまま  $S_1$  を閉じ, その後  $t = t_1$  で  $S_2$  を閉じると同時に  $S_1$  を開く.  $t \geq t_1$  でのコンデンサ電圧  $v_c(t)$  の式を求めよ. ただし,  $t = 0$  で  $v_c = 0$  とする.

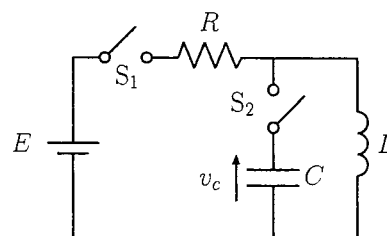


図 b

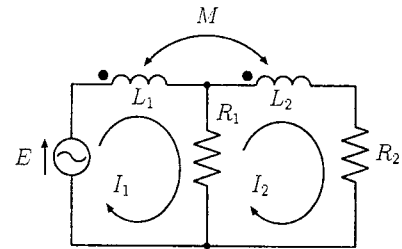


Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

## Electric Circuits (2008 ISEE Entrance Examination, Aug.22, 2007)

[1] Consider the circuit shown in the figure where  $E$  has an angular frequency  $\omega$  rad/sec.

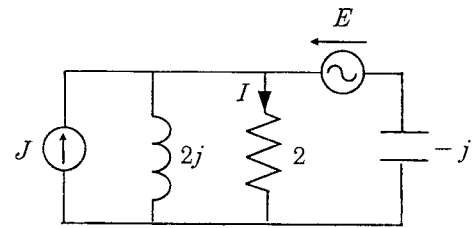
- (1) Write the mesh equations using the mesh currents  $I_1$  and  $I_2$  as variables.
- (2) Find the average power consumed by the circuit under the assumption that  $|E| = 10\text{ V}$ ,  $\omega = 2\text{ rad/sec}$ ,  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $L_1 = L_2 = 2\text{ H}$  and  $M = 1\text{ H}$ .



Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

# Electric Circuits (2008 ISEE Entrance Examination, Aug.22, 2007)

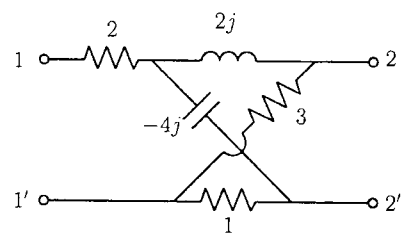
[2] Find the source current  $J$  in the figure, where current  $I$  and source current  $J$  satisfy  $\left| \frac{I}{J} \right| = 1$  and  $\arg \left( \frac{I}{J} \right) = 0$ , the source voltage  $E = 1 - 2j$  V.  $E$  and  $J$  represent phasors.



Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

# Electric Circuits (2008 ISEE Entrance Examination, Aug.22, 2007)

[3] Find the impedance matrix of the two-port circuit shown in the figure where the values of elements are in Ohms.



Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

Electric Circuits (2008 ISEE Entrance Examination, Aug.22, 2007)

[4] Choose one of the following two questions and answer it.

[4a] Assume that  $I = 0$  holds for the circuit shown in Figure a where the values of elements are in Ohms. Find the relationship between  $E_1$  and  $E_2$ .

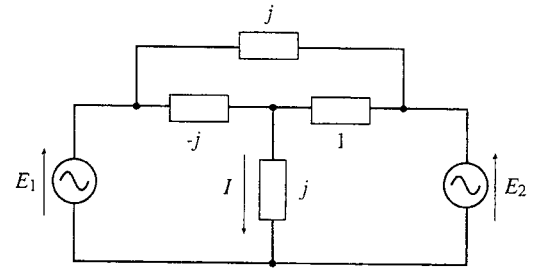


Figure a

[4b] Consider the circuit shown in Figure b. The switch  $S_1$  is closed and  $S_2$  is kept open at  $t = 0$ , then the switch  $S_2$  is closed and  $S_1$  is open simultaneously at  $t = t_1$ . Find the voltage  $v_c(t)$  for  $t \geq t_1$ , where  $v_c(0) = 0$ .

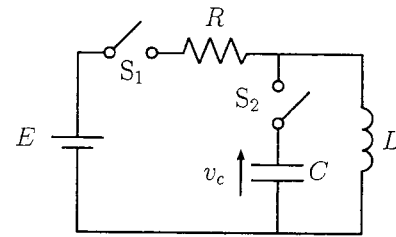


Figure b

# 平成20年度システム情報科学府

知能システム学専攻・情報工学専攻

## 離 散 数 学

解答上の注意:

1. 問題用紙は、『始め』の合図があるまで開いてはならない.
2. 問題用紙は表紙を含めて5枚である.
3. 問題用紙の全部に, 受験番号, 専攻名および氏名を記入すること.
4. 解答は問題用紙に記入すること. スペースが足りない場合は裏面を用いても良いが, その場合は, 裏面に解答があることを明記すること.

受験番号

専攻

氏名

---

- [1] 連結グラフ  $G$  の頂点  $u, v$  の距離  $d(u, v)$  を  $u$  と  $v$  を結ぶ道の中で最も短い道の長さとする. また,  $G$  の直径  $diam(G)$ , 半径  $radi(G)$  を以下のように定義する. ただし,  $G$  の頂点集合を  $V(G)$  で表す.

$$diam(G) = \max_{u, v \in V(G)} d(u, v)$$

$$radi(G) = \min_{u \in V(G)} \epsilon(u), \text{ where } \epsilon(u) = \max_{v \in V(G)} d(u, v)$$

- (a)  $d()$  は距離の不等式を満たすことを示せ.  
(b)  $diam(G) \leq 2 \cdot radi(G)$  が成立することを示せ.

[2] 任意の群を  $G$ , その任意の部分群を  $H$  とする. 以下の問に答えよ.

- (a) 任意の要素  $g \in G$  に対してその右剰余類を  $Hg = \{hg|h \in H\}$  と定義する. この時,  $\Pi = \{Hg|g \in G\}$  は  $G$  の分割であることを示せ.
- (b)  $G$  を有限群とする.  $H$  の右剰余類  $Hg$  は  $H$  と同数の元を含むこと, すなわち,  $H$  の位数は  $G$  の位数を割り切ることを示せ.

[3] 論理式  $((z \rightarrow y) \wedge (w \vee z)) \rightarrow ((u \wedge v) \vee (\neg y \rightarrow w))$  のタブロー証明を与えよ.

すなわち, 与式の否定を根ノードとし, すべての葉ノードが矛盾を意味する  $\times$  となるような木を下表に示すタブロー規則を用いて構成せよ. ただし,  $\phi, \psi$  は任意の命題論理式を表す.

$T\neg$ 規則	$T\wedge$ 規則	$T\vee$ 規則	$T\rightarrow$ 規則
$\frac{T : \neg\phi}{F : \phi}$	$\frac{T : \phi \wedge \psi}{T : \phi \quad T : \psi}$	$\frac{T : \phi \vee \psi}{T : \phi \mid T : \psi}$	$\frac{T : \phi \rightarrow \psi}{F : \phi \mid T : \psi}$
$F\neg$ 規則	$F\wedge$ 規則	$F\vee$ 規則	$F\rightarrow$ 規則
$\frac{F : \neg\phi}{T : \phi}$	$\frac{F : \phi \wedge \psi}{F : \phi \mid F : \psi}$	$\frac{F : \phi \vee \psi}{F : \phi \quad F : \psi}$	$\frac{F : \phi \rightarrow \psi}{T : \phi \quad F : \psi}$

たとえば,  $(p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$  のタブロー証明は次のように与えられる.

- (1)  $F : (p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$  ... (与式の否定)
- (2)  $T : p \wedge (p \rightarrow q)$  ... (1;  $F\rightarrow$ )
- (3)  $F : q$  ... (1;  $F\rightarrow$ )
- (4)  $T : p$  ... (2;  $T\wedge$ )
- (5)  $T : p \rightarrow q$  ... (2;  $T\wedge$ )
- $\swarrow$  ... (5;  $T\rightarrow$ )  
 $\searrow$
- (6)  $F : p$       (7)  $T : q$
- $\times$  ... (4,6)       $\times$  ... (3,7)



[4] 任意の自然数  $n$  に対して, 次の置換を考える.

$$\sigma = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & \cdots & n-1 & n & n+1 & \cdots & 2n-1 \\ 0 & 2 & 4 & \cdots & 2(n-1) & 1 & 3 & \cdots & 2n-1 \end{pmatrix}$$

$\sigma(0) = 0, \sigma(1) = 2, \sigma(2) = 4, \dots$  と記述する. 2以上の整数  $k$  に対し, 合成写像を  $\sigma^k(i) = \sigma(\sigma^{k-1}(i))$  とする. ただし  $\sigma^1 = \sigma$ .

(a)  $n = 3$  のとき,  $\sigma^{2007}$  を求めよ.

(b)  $2^k i - \sigma^k(i)$  を  $2n - 1$  で割ったあまりはいくつか.

(c)  $n = 26$  のとき,  $\sigma^8$  を求めよ.

平成 20 年度システム情報科学府

知能システム学専攻・情報工学専攻

Discrete Mathematics

Instructions:

1. Do not open this cover sheet before the command of starting.
2. There are five question sheets including this cover sheet.
3. Write your examinee's number, department's name and your name on each question sheet.
4. Each answer should be written in the space below each question. When you write answers on back sides, please state so.

Examinee's No.

Department

Name

---

- [1] Suppose that  $u$  and  $v$  are vertices of a connected graph  $G$  and that the distance between  $u$  and  $v$ , denoted by  $d(u, v)$ , is the length of the shortest path between  $u$  and  $v$ . Then, we define diameter of  $G$ ,  $diam(G)$  and radius of  $G$ ,  $radi(G)$  as follows, where  $V(G)$  denotes vertices of  $G$ :

$$diam(G) = \max_{u, v \in V(G)} d(u, v)$$

$$radi(G) = \min_{u \in V(G)} \epsilon(u), \text{ where } \epsilon(u) = \max_{v \in V(G)} d(u, v)$$

- (a) Show that the distance  $d()$  satisfies the triangle inequality.  
(b) Show that  $diam(G) \leq 2 \cdot radi(G)$  holds.

[2] Let  $G$  be a group and  $H$  be a subgroup of  $G$ . Answer the following questions.

- (a) For any  $g \in G$ , define its right coset by  $Hg = \{hg|h \in H\}$ . Then show that  $\Pi = \{Hg|g \in G\}$  is a partition of  $G$ .
- (b) Suppose that  $G$  is a finite group. Then show that right coset  $Hg$  contains the same number of elements as  $H$ , and hence the order of  $H$  divides that of  $G$ .

[3] Give a tableau proof of  $((z \rightarrow y) \wedge (w \vee z)) \rightarrow ((u \wedge v) \vee (\neg y \rightarrow w))$ .

In other words, construct a tree whose root node is labeled with the negation of the given formula and in which every leaf node is labeled with  $\times$  meaning contradiction, using the tableau rules shown below, where  $\phi$  and  $\psi$  denote arbitrary propositional formulae.

$T\neg$ rule	$T\wedge$ rule	$T\vee$ rule	$T\rightarrow$ rule
$\frac{T : \neg\phi}{F : \phi}$	$\frac{T : \phi \wedge \psi}{\begin{array}{l} T : \phi \\ T : \psi \end{array}}$	$\frac{T : \phi \vee \psi}{T : \phi \mid T : \psi}$	$\frac{T : \phi \rightarrow \psi}{F : \phi \mid T : \psi}$
$F\neg$ rule	$F\wedge$ rule	$F\vee$ rule	$F\rightarrow$ rule
$\frac{F : \neg\phi}{T : \phi}$	$\frac{F : \phi \wedge \psi}{F : \phi \mid F : \psi}$	$\frac{F : \phi \vee \psi}{\begin{array}{l} F : \phi \\ F : \psi \end{array}}$	$\frac{F : \phi \rightarrow \psi}{\begin{array}{l} T : \phi \\ F : \psi \end{array}}$

For example, a tableau proof of  $(p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$  is given as

- (1)  $F : (p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$  ... (the negation of the given formula)
- (2)  $T : p \wedge (p \rightarrow q)$  ... (1:  $F\rightarrow$ )
- (3)  $F : q$  ... (1:  $F\rightarrow$ )
- (4)  $T : p$  ... (2:  $T\wedge$ )
- (5)  $T : p \rightarrow q$  ... (2:  $T\wedge$ )
- $\swarrow$  ... (5:  $T\rightarrow$ )  
 $\searrow$
- (6)  $F : p$       (7)  $T : q$
- $\times$  ... (4,6)       $\times$  ... (3,7)

[4] Consider the following permutation for an arbitrary natural number  $n$ :

$$\sigma = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & \cdots & n-1 & n & n+1 & \cdots & 2n-1 \\ 0 & 2 & 4 & \cdots & 2(n-1) & 1 & 3 & \cdots & 2n-1 \end{pmatrix}$$

Each instance of this mapping is expressed as  $\sigma(0) = 0, \sigma(1) = 2, \sigma(2) = 4, \dots$ . The composite mapping is defined by  $\sigma^k(i) = \sigma(\sigma^{k-1}(i))$  for integers  $k \geq 2$ , where  $\sigma^1 = \sigma$ .

- (a) Find  $\sigma^{2007}$  when  $n = 3$ .
- (b) Find the residual of  $2^k i - \sigma^k(i)$  divided by  $2n - 1$ .
- (c) Find  $\sigma^8$  when  $n = 26$ .

問1 図1に示すように、真空中(誘電率 $\epsilon_0$ )に同心球状導体が配置されているとき、次の各問に答えよ。ただし、電位の基準を無限遠点にとるものとする。

- (1) 外導体に電荷  $Q$  与えたとき、内導体の電位を求めよ。
- (2) その後、内導体を接地したとき、外導体の電位を求めよ。

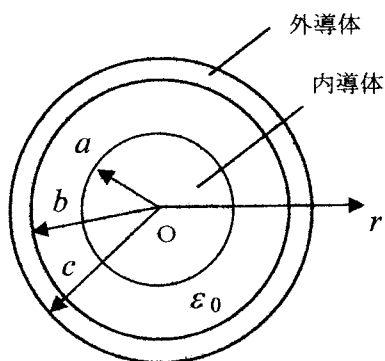


図1

問2 図2に示すように、真空中(誘電率 $\epsilon_0$ )に平板電極が電極間隔  $d$  で平行に配置されている。両電極の長さは  $a$ 、幅は  $b$  である。電極間の右側から長さ  $t$  の部分には誘電率  $\epsilon$  の誘電体が挿入されている。平行平板電極の電位差は  $V$  に保たれている。以下の問いに答えよ。ただし、端効果は無視できるものとする。

- (1) 誘電体のある部分および無い部分の電極間の電界の大きさ、電束密度の大きさを求めよ。
- (2) 誘電体と接している上側電極の面電荷密度を求めよ。
- (3) 上側電極に接する誘電体の分極面電荷密度を求めよ。
- (4) 誘電体のある部分および無い部分の電極の単位面積当たり働く力の大きさはそれぞれいくらか。

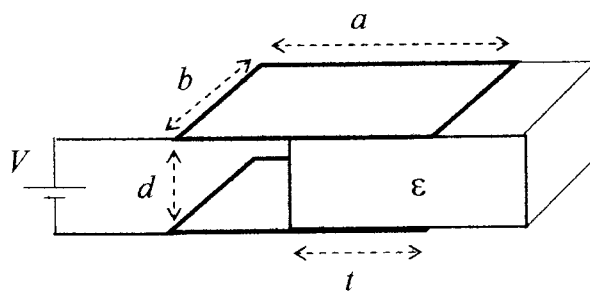


図2

問3 図3に示すように、断面積  $S$ 、透磁率  $\mu$ 、長さ  $L$  の2つの半円状の鉄環と、透磁率  $\mu_0$ 、長さ  $\delta$  の2カ所の空隙からなる磁気回路がある。ただし、 $\delta \ll \sqrt{S} \ll L$  とする。この磁気回路に起磁力  $NI$  を加える。次の問いに答えよ。

- (1) 磁気回路全体の磁気抵抗を求めよ。
- (2) 空隙部の磁束と磁界の大きさ  $H$  を求めよ。
- (3) 各空隙部の磁界のエネルギーを求めよ。

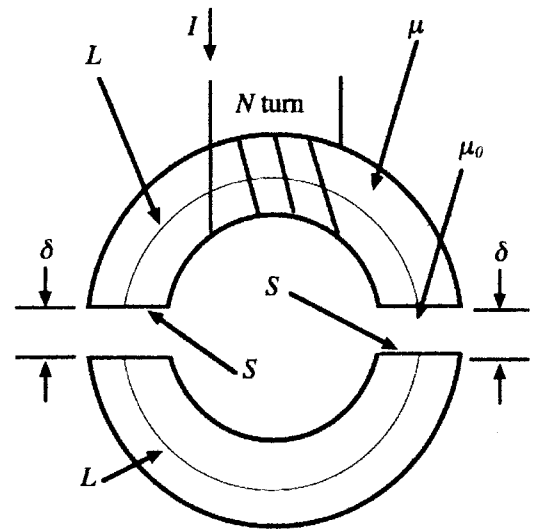


図3

問4 図4(a)に示すような半径が  $a$ 、単位長さ当りの巻数が  $n$  である円筒状の無限長ソレノイドコイルに、図4(b)に示すような電流  $I(t)$  が流れている。またソレノイドコイルの内部には半径が  $b$  の円柱鉄心が配置され、鉄心には円形コイルが1ターン巻かれている。ただし円柱鉄心の透磁率を  $\mu_2$ 、その他の領域の透磁率を  $\mu_1$  とする。

- (1) ソレノイドコイル内部において、鉄心外部と内部の磁束密度の大きさ  $B_1, B_2$  及び、磁界の強さ  $H_1, H_2$  を求めよ。
- (2)  $T \leq t$  で鉄心内部に蓄えられている単位長さ当りの磁気エネルギー  $U_m$  を求めよ。
- (3)  $0 < t < T$  の間に鉄心に巻いた1ターンの円形コイルに誘導される電圧の大きさ  $V$  を求めよ。
- (4) 上記の結果から、 $0 < t < T$  の間に鉄心表面に誘導される誘導電界の大きさ  $E$  を求めよ。また、鉄心表面でのポインティングベクトル  $\mathbf{S}$  の大きさと方向を求めよ。
- (5)  $0 < t \leq T$  の間に、鉄心表面から内部へ伝送されている単位長さ当りの電力  $P$  を求めよ。また  $t = T$  までに鉄心内部に蓄えられる単位長さ当りのエネルギー  $U$  を求め、(2)の結果  $U_m$  と一致することを示せ。

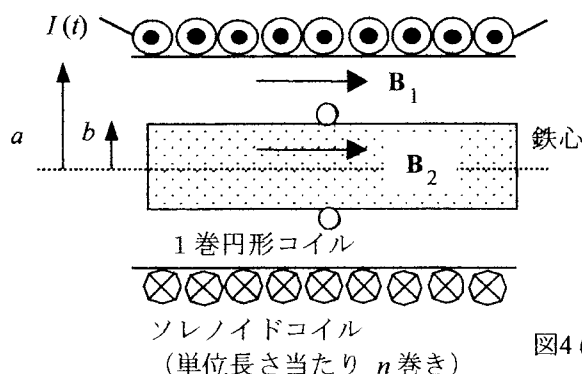


図4(a)

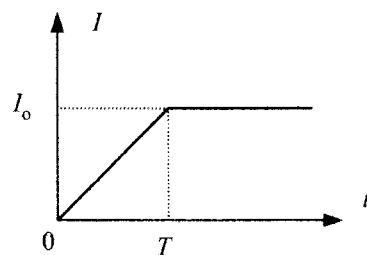


図4(b)



1. Answer the following questions on a system of concentric spherical conductors located in vacuum with an electric permittivity of  $\epsilon_0$ , as shown in Fig. 1.

- (1) In the case where an electric charge  $Q$  is applied to the outer conductor, give the electric potential for the inner conductor.
- (2) When the inner conductor is grounded in the next step, give the electric potential for the outer conductor.

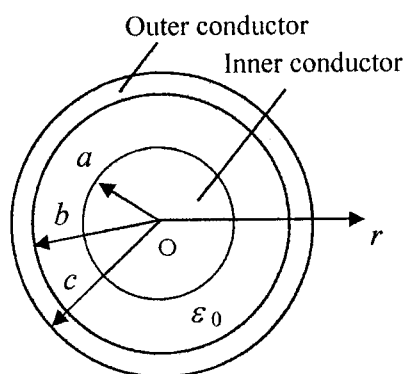


Fig. 1

2. In vacuum with an electric permittivity of  $\epsilon_0$ , two electrodes with a length of  $a$  and a width of  $b$  are arranged in parallel with a separation of  $d$ . An insulator with an electric permittivity of  $\epsilon$  is inserted between the electrodes with a length of  $l$ , as shown in Fig. 2. The voltage  $V$  is applied between the electrodes. Answer the following questions, assuming that the edge effect can be neglected.

- (1) Give the electric field strength and the magnitude of the electric flux density between the electrodes at each region with and without the insulator.
- (2) Give the surface charge density of the upper electrode that touches with the insulator.
- (3) Give the surface charge density of the polarization on the surface of the insulator in touch with the upper electrode.
- (4) Give the forces acting on the unit area of the electrodes for each region with and without the insulator.

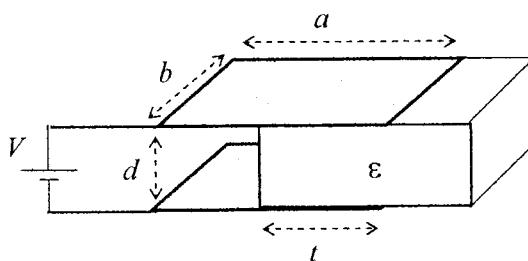


Fig. 2

3. Consider a magnetic circuit consisting of two pieces of a iron half ring of cross section  $S$ , length  $L$  and magnetic permeability  $\mu$  and two small gaps of length  $d$  and magnetic permeability  $\mu_0$  as Figure 3, where  $\delta \ll \sqrt{S} \ll L$ . Supply the magnetomotive force  $NI$  to the magnetic circuit. Answer the following questions.

- (1) Give the magnetic resistance of the whole magnetic circuit.
- (2) Give the magnetic flux, and magnetic field strength  $H$  in the small gap.
- (3) Give the magnetic energy stored in each gap.

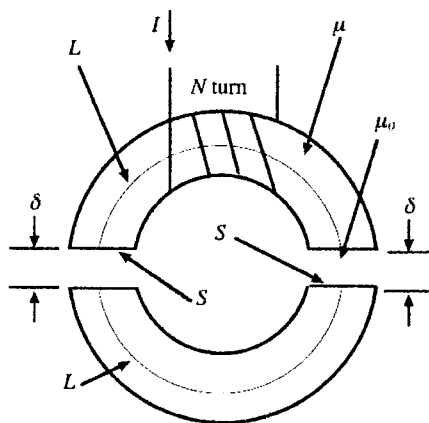


Fig. 3

4. As shown in Fig. 4(a), there is a solenoid coil with radius  $a$ , infinite length and number of turns  $n$  per unit length. The current  $I(t)$  shown in Fig. 4(b) is supplied to the coil. Inside the solenoid coil, cylindrical iron core with radius  $b$  is inserted, and the one-turn circular coil is wound around the core. Permeability of the core is  $\mu_2$ , and the permeability outside the core is  $\mu_1$ .

- (1) Give the magnetic field  $H_1$  and the magnetic flux density  $B_1$  outside the core. Also give  $H_2$  and  $B_2$  inside the core.
- (2) Give the magnetic energy  $U_m$  per unit length that is stored in the iron core for  $T \leq t$ .
- (3) Give the magnitude of the voltage  $V$  induced in the one-turn circular coil for  $0 < t < T$ .
- (4) Give the magnitude of the induced electric field  $E$  at the surface of the core for  $0 < t < T$ . Also give the magnitude and direction of the Poynting vector  $S$  at the surface of the core.
- (5) Give the power  $P$  that is transmitted into the iron core per unit length for  $0 < t \leq T$ . Also give the energy that is stored in the core when  $t = T$ , and show that the energy is equal to  $U_m$ .

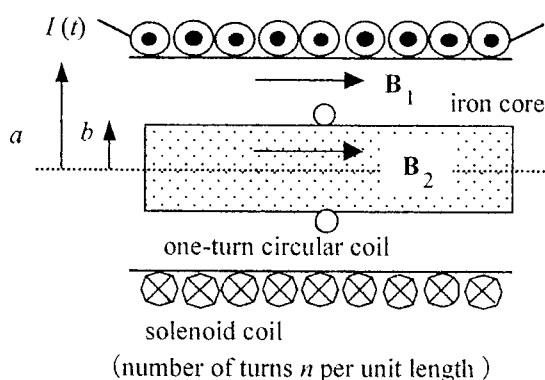


Fig. 4 (a)

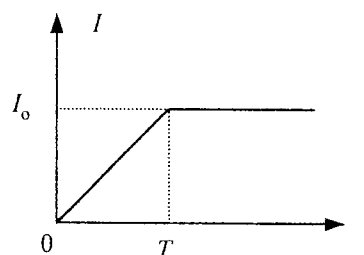


Fig. 4 (b)

# 計算機工学

2007年8月21日(火) 10:50~12:20

(注意)

- ・問題は6題ある. 6題中から4題を選んで解答せよ(各問25点)
- ・解答用紙は全部で4枚ある. 1枚に1題の解答を記入すること. 裏を使用してもよい.

## [問題1]

表1の状態遷移表が表す有限状態機械  $M$  に関する以下の問に答えよ.

- (1)  $M$  の等価状態の集合を全て列挙せよ.
- (2)  $M$  と等価で状態数が最小の有限状態機械を求め, その状態遷移表を示せ.
- (3) 現在の状態が  $A$  であるときに, 出力列  $0, 0, 1, 0, 1$  を得るための入力列  $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5$  を求めよ.

表 1: 有限状態機械  $M$  の状態遷移表

現状態	入力	
	0	1
A	C/0	E/1
B	E/0	D/0
C	F/0	H/0
D	G/0	A/0
E	D/1	G/0
F	H/1	G/0
G	A/1	B/0
H	G/0	A/0

例えば第1行の C/0 は, 現状態が  $A$  で入力が0であった場合, 次状態が  $C$  でその時の出力値が0であることを示す.

## [問題2]

キャッシュメモリに関して以下の問に答えよ。

- (1) 多くのコンピュータシステムにキャッシュメモリが用いられる理由を、キャッシュメモリの原理とともに説明せよ。
- (2) キャッシュメモリには SRAM(Static RAM)が、主記憶には DRAM(Dynamic RAM)が主として用いられる。その理由をそれぞれの回路構造や動作原理に基づき説明せよ。
- (3) キャッシュメモリと主記憶の動作速度（読み出し・書き込み）に 10 倍の差があるとするとき、キャッシュメモリの導入効果として最大どのくらいの計算機システムの速度向上が期待できるか？また、速度向上を妨げる要因について説明せよ。

### [問題3]

あるプログラミング言語の複素数リテラルの字句規則は下記の BNF のように定められている。下記の BNF において、 $\alpha \beta$  は字句  $\alpha$  と  $\beta$  の接続、 $\alpha | \beta$  は字句  $\alpha$  または  $\beta$  のいずれか、 $[\alpha]$  は  $\alpha$  が省略可能であること、太字下線の文字はソースファイルにそのまま現れる文字であることを意味する。

複素数リテラル	: 数値桁群 <u>・</u> [数値桁群] [指数部] [型接尾辞] [虚数単位]   <u>・</u> 数値桁群 [指数部] [型接尾辞] [虚数単位]   数値桁群 指数部 [型接尾辞] [虚数単位]   数値桁群 [指数部] 型接尾辞 [虚数単位]
虚数単位	: <u>i</u>   <u>I</u>
指数部	: 指数指定子 符号付き整数
指数指定子	: <u>e</u>   <u>E</u>
符号付き整数	: [符号] 数値桁群
符号	: <u>+</u>   <u>-</u>
型接尾辞	: <u>f</u>   <u>F</u>
数値桁群	: 数値桁   数値桁群 数値桁
数値桁	: <u>0</u>   <u>1</u>   <u>2</u>   <u>3</u>   <u>4</u>   <u>5</u>   <u>6</u>   <u>7</u>   <u>8</u>   <u>9</u>

この言語の複素数リテラルは、最後に虚数単位のつかない実数か、最後に虚数単位「i」または「I」のつく虚数である。複素数リテラルの字句解析ルーチンは、複素数リテラルとして解釈できる最長の文字列を切り出し、当該複素数リテラルに相当する実数または虚数の大きさを変数  $z$  に、また当該複素数リテラルが実数を表しているときに `false`、虚数を表しているときに `true` を変数 `imf` に設定する。

次の表は、この言語の字句解析ルーチンで実行する有限状態機械の状態遷移表の一部である。各状態において最左欄の文字を読み込んだときに、すべきアクションと移るべき次状態が記されている。変数  $c$  には、読み込んだ文字のコードが代入されている。この字句解析ルーチンが上述の通りに動作するよう、この状態遷移表のアクション部を補完せよ。必要に応じて新しく変数を導入してもかまわない。

入力文字 c	状態 1	状態 2	状態 3	状態 4	状態 5	状態 6	状態 7	状態 8	状態 9
0 - 9	2	2	4	4	7	7	7	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
	$i=c-'0'$		$a=0.1$ $f=(c-'0')*a$	$a=a*0.1$					
.	3	3	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	エラー	エラー	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
+	エラー	エラー	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	6	エラー	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
-	エラー	エラー	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	6	エラー	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
E, e	エラー	5	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	5	エラー	エラー	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
F, f	エラー	8	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	8	エラー	エラー	8	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
I, i	エラー	9	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	9	エラー	エラー	9	9	複素数リテラル確定 $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$

※上段：次状態，下段：状態遷移時のアクション

#### [問題4]

(1) 仮想記憶システムは、ページングシステムとする。次の仮想ページ参照列を考える。

3, 2, 1, 0, 2, 4, 2, 5, 0, 0, 3, 2

物理メモリのページフレーム（物理ページ）を4として、次のページ置き換え（Page replacement）アルゴリズムに対して、物理メモリ内で仮想ページが置き換わる様子と、ページフォールト数を求めよ。このとき、最初は、全てのページフレームは空であるとする。

a) FIFO (First-In First-Out) アルゴリズム

b) LRU (Least Recently Used) アルゴリズム

c) 最適ページ置き換えアルゴリズム (The Optimal Page Replacement Algorithm)

(2) ページフォールトが生じた場合、OS はどのような処理を行うか、述べよ。

## [問題5]

1. データベースシステムにおけるメタデータ (metadata) は何か.
2. 超キー (superkey) の定義を書きなさい.
3. 外部キー (foreign key) の定義を書きなさい.
4. 次に示す2つのリレーション  $R$  と  $S$  について, 下記の問題に解答しなさい.  
 $R(A, B, C)$   
 $S(A, D, E)$ 
  - (1) 次のリレーショナル代数式を説明しなさい.  
 $\pi_{A, B}(\sigma_{C=001}(R))$
  - (2) 次のリレーショナル代数式を説明しなさい.  
 $\pi_{A, D, B}(S \bowtie (\sigma_{B=00100}(R)))$
  - (3) (1) のリレーショナル代数式を, リレーショナル論理式で書きなさい.
  - (4) (2) のリレーショナル代数式を, リレーショナル論理式で書きなさい.
5. 実体関連モデルにおける弱実体集合 (weak entity set) の定義を書きなさい.
6. リレーショナルデータベースにおける第一正規形 (first normal form) の定義を書きなさい.
7. 下記の2つのSQLの相違点を説明しなさい.  
 (a)       SELECT A,B  
           FROM R;  
 (b)       SELECT DISTINCT A,B  
           FROM R;
8. 下記のテーブル Product に関する問題.  

pname	price	quality
A	1200	x
B	1010	x
A	1150	y
C	800	y

 下記のSQL文を説明しなさい.  

```
SELECT pname, COUNT(*), SUM(price), AVG(price)
FROM Product;
GROUP BY pname;
```
9. トランザクションが有するACID特性を説明しなさい.
  - (1) 原子性 (atomicity)
  - (2) 整合性 (consistency)
  - (3) 隔離性 (isolation)
  - (4) 耐久性 (durability)



### [問題6]

ランダムに作成した2分探索木の高さの解析に関する以下の問に答えよ. 数  $1, 2, \dots, n$  の順列のどれもが同様に確からしく発生するとする. 列中の  $n$  個の数それぞれについて, それより前にある数のどれよりも大きい場合には数に印をつけるとする. なお, 列の先頭の数には常に印をつけるとする. 例えば,  $n = 5$  で順列が  $2, 1, 3, 5, 4$  のときは  $\textcircled{2}, 1, \textcircled{3}, \textcircled{5}, 4$  のように印をつける.

1. 列の最後の数に印がついている確率を求めよ.
2. 列の最後の数が  $a$  のときに, 列の  $n - 1$  番目の数に印がついている確率を求めよ.
3. 列の先頭から  $i$  番目の数に印がついている確率を求めよ.
4. 列全体の印の数の期待値のオーダーを求めよ.

# 計算機工学(Computer Science & Engineering)

2007年8月21日(火) 10:50~12:20

August 21, 2007, 10:50-12:20

(注意)

- ・問題は6題ある。6題中から4題を選んで解答せよ(各問25点)
- ・解答用紙は全部で4枚ある。1枚に1題の解答を記入すること。裏を使用してもよい。

(Note)

There are six questions. Choose four questions out of the six ones and answer them (25 points for each problem).

You have four sheets for your answering the questions. Write your answer for each question on a single sheet. You may also use its reverse side, if necessary.

## [Question 1]

Answer the questions about a finite state machine  $\mathcal{M}$  whose state transition table is shown in Table 2.

- (1) Derive all the equivalent state sets of  $\mathcal{M}$ .
- (2) Derive a finite state machine with minimum states that is equivalent to  $\mathcal{M}$ . Show the result in the form of state transition table.
- (3) Assume that the current state is 'A'. Derive input sequence  $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5$  that produces the output sequence 0, 0, 1, 0, 1.

Table 2: State transition table for a finite state machine  $\mathcal{M}$

current state	input	
	0	1
A	C/0	E/1
B	E/0	D/0
C	F/0	H/0
D	G/0	A/0
E	D/1	G/0
F	H/1	G/0
G	A/1	B/0
H	G/0	A/0

For example, C/0 at the first row represents that if the current state is 'A' and the input is 0, then the next state is 'C' and the output is 0.

## [Question 2]

Answer the following questions on cache memory systems.

- (1) Why is a cache memory adopted in many computer systems? Explain the reasons based on the structure and behavior of the cache memory.
- (2) An SRAM (Static RAM) is used for the cache memory as well as DRAM (Dynamic RAM) for a main memory. Explain the reasons based on the structures and characteristics of SRAM and DRAM.
- (3) Suppose that operation time (read time and write time) of SRAM is 10 times shorter than DRAM. When we adopt the SRAM for cache memory of a computer system, how much speed-up of the computer system can be expected in maximum? What are factors to prevent the speed-up?

### [Question 3]

The lexical grammar of the complex number literal of one programming language is defined as the following BNF description.  $\alpha \beta$  means concatenation of  $\alpha$  and  $\beta$ .  $\alpha | \beta$  means the alternative of  $\alpha$  or  $\beta$ .  $[\alpha]$  means  $\alpha$  is optional. The underlined bold characters and words appear as they are in source files.

```

ComplexLiteral      : DigitSeq _ [DigitSeq] [ExpPart] [TypeSuffix] [ImagUnit]
                   | _ DigitSeq [ExpPart] [TypeSuffix] [ImagUnit]
                   | DigitSeq ExpPart [TypeSuffix] [ImagUnit]
                   | DigitSeq [ExpPart] TypeSuffix [ImagUnit]
                   | DigitSeq [ExpPart] [TypeSuffix] ImagUnit
ImagUnit            : i | I
ExpPart             : ExpInd SignedInt
ExpInd              : e | E
SignedInt           : [Sign] DigitSeq
Sign                : + | -
TypeSuffix          : f | F
DigitSeq            : Digit
                   | DigitSeq Digit
Digit               : 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

```

*ComplexLiteral* is a real number not suffixed by the imaginary unit, namely "I" or "i", or an imaginary number suffixed by the imaginary unit. The lexical parser of *ComplexLiteral* extracts the longest substring that can be regarded as a *ComplexLiteral* and stores the absolute value of the real or imaginary number of the *ComplexLiteral* in variable *z*. Moreover, the lexical parser sets variable *imf* as false or true if the number of the *ComplexLiteral* is real or imaginary, respectively.

The following table is an incomplete state transition table of the finite automaton executed in the lexical parser. The table shows the actions to do and the next state to move when the character in the leftmost column is input in each state. Variable *c* keeps a character code. Complete the action parts of this state transition table to make the lexical parser behave as expected. You can introduce additional variables as necessary.

Input Character c	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5	State 6	State 7	State 8	State 9
0 - 9	2	2	4	4	7	7	7	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
	$i=c-'0'$		$a=0.1$ $f=(c-'0')*a$	$a=a*0.1$					
.	3	3	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Error	Error	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
+	Error	Error	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	6	Error	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
-	Error	Error	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	6	Error	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
E, e	Error	5	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	5	Error	Error	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
F, f	Error	8	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	8	Error	Error	8	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$
I, i	Error	9	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$	9	Error	Error	9	9	Compl.Literal Extracted $z=(i+f)*10^{\text{exp}}$

※Upper: Next State; Lower: Action when Leaving the State

#### [Question 4]

(1) We consider the paging systems as virtual memory system and 4 page frames (physical pages) of main memory. We consider the following virtual page reference string.

3, 2, 1, 0, 2, 4, 2, 5, 0, 0, 3, 2

For each following page replacement algorithm, show the snapshot in the main memory for each virtual page reference and the number of the page faults for the above reference string. Initially, all page frames are assumed to be empty.

- a) FIFO (First-In First-Out) algorithm
- b) LRU (Least Recently Used) algorithm
- c) The Optimal Page Replacement Algorithm

(2) What kind of actions does an OS do when a page fault occurs?

## [Question 5]

1. What is 'metadata' in database systems?
2. Write the definition of 'superkey'.
3. Write the definition of "foreign key".
4. For the two relations R and S below, answer the following questions.  
 $R(A, B, C)$   
 $S(A, D, E)$ 
  - (1) Translate the following relational algebra into natural language.  
 $\pi_{A, B}(\sigma_{C=001}(R))$
  - (2) Translate the following relational algebra into natural language.  
 $\pi_{A, D, B}(S \bowtie (\sigma_{B=00100}(R)))$
  - (3) Translate the relational algebra in the question (1) into relational calculus.
  - (4) Translate the relational algebra in the question (2) into relational calculus.
5. Write the definition of "weak entity set" in the entity relationship model.
6. Write the definition of "first normal form" in relational database.
7. Explain the difference between the following two SQL.
  - (a) 

```
SELECT A, B
FROM R;
```
  - (b) 

```
SELECT DISTINCT A, B
FROM R;
```
8. A table named Product is stored in a relational database system as follows.
 

pname	price	quality
A	1200	x
B	1010	x
A	1150	y
C	800	y

Explain the following SQL.

```
SELECT pname, COUNT(*), SUM(price), AVG(price)
FROM Product;
GROUP BY pname;
```
9. Explain the 'ACID' of transaction.
  - (1) atomicity
  - (2) consistency
  - (3) isolation
  - (4) durability

### [Question 6]

Answer the following questions which are related to the analysis of the height of random binary search trees. Assume that all permutations of numbers  $1, 2, \dots, n$  are generated with equal probabilities. For each number in the permutation, mark it if it is larger than any other numbers which appear to the left of the number. Note that the first number of the permutation is always marked. For example, for the case  $n = 5$  and the permutation is  $2, 1, 3, 5, 4$ , we mark the numbers as follows.  $\textcircled{2}, 1, \textcircled{3}, \textcircled{5}, 4$ .

1. Find the probability that the last number of the permutation is marked.
2. Find the probability that the  $(n - 1)$ -th number of the permutation is marked if the last number of the permutation is  $a$ .
3. Find the probability that the  $i$ -th number is marked.
4. Find the expected value of the number of marks in the permutation in the big-O representation.



専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

## 九州大学大学院システム情報科学府入学試験

知能システム学専攻  
情報工学専攻      ( 問題・解答紙 26枚 )

平成19年8月22日(水)      10:50-12:20

下記の事項を精読の上、解答にとりかかること。

### 記

1. 問題は次の8部門から出題されている。(各部門の配点は50点、2部門で100点満点とする。)

- ① 情報理論      ( 問題 ①-1、 解答紙 ①-2 ①-3 )
- ② 言語理論・アルゴリズム論      ( 問題 ②-1、 解答紙 ②-2 ②-3 ②-4 ②-5 )
- ③ デジタル信号処理      ( 問題 ③-1、 解答紙 ③-2 ③-3 ③-4 )
- ④ 通信伝送      ( 問題 ④-1、 解答紙 ④-2 ④-3 )
- ⑤ 電磁波      ( 問題 ⑤-1、 解答紙 ⑤-2 ⑤-3 )
- ⑥ プログラミング論      ( 問題 兼 解答紙 ⑥-1 ⑥-2 )
- ⑦ 情報ネットワーク      ( 問題 ⑦-1、 解答紙 ⑦-2 ⑦-3 )
- ⑧ ソフトウェア工学      ( 問題 ⑧-1、 解答紙 ⑧-2 ⑧-3 )

2. 問題・解答紙が揃っているかどうかを確かめたのち、全部の用紙に受験番号と氏名を記入すること。

3. 上の8部門の中から2部門を選び、解答すること。

4. 下の表において、選択した2部門を○印で囲むこと。

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
---	---	---	---	---	---	---	---

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( 情報理論、 問題紙 )

1. A 君は B 君と通信している. A 君は “0”, “1” の 2 種類の記号  $X$  を送信する. B 君は “0”, “1”, “不明” のいずれかの記号  $Y$  を受信する. この通信路は,

- $X = “0”$  のとき, 受信記号  $Y$  が “0”, “1”, “不明” である確率がそれぞれ  $1/2, 0, 1/2$
- $X = “1”$  のとき, 受信記号  $Y$  が “0”, “1”, “不明” である確率がそれぞれ  $0, 1/2, 1/2$

という性質を持つ. いま A 君が “0” を送信する確率を  $\alpha$ , “1” を送信する確率を  $1 - \alpha$ , としたとき, 以下の問いに答えよ.

(a) この通信路の通信路線図を描け.

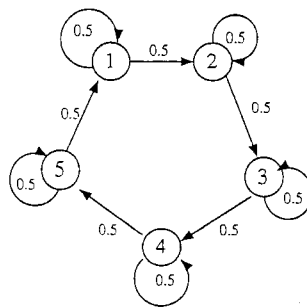
(b) 以下の (b1) ~ (b6) を埋めよ.

(必要ならば,  $h(\alpha) = -\alpha \log(\alpha) - (1 - \alpha) \log(1 - \alpha)$  を用いてもよい. )

送信記号  $X$  のあいまい性すなわちエントロピー  $H(X)$  は (b1) ビットである. 一方, 受信記号  $Y$  を見てまだ残る  $X$  のあいまい性  $H(X|Y)$  は (b2) ビットとなる. このことから,  $X$  と  $Y$  の相互情報量  $I(X; Y)$  は (b3) ビットとなる. すなわち,  $Y$  を見ることで  $X$  の曖昧性は (b4) ビットだけ減少していることがわかる.

なお,  $\alpha = 0$  もしくは  $\alpha = 1$  の場合は, この減少分は (b5) ビットとなる. この場合  $X$  の曖昧性が (b6) ビットなので,  $Y$  を見ることによる減少分が (b5) ビットになるのは当然と言える.

2. マルコフ情報源  $S$  の確率遷移図が次のように与えられており,  $S$  から時刻  $t$  に出てくる記号を  $X_t$  とする.



- (a) このマルコフ連鎖の定常確率分布を求めよ.
- (b) 十分時間が経過した後,  $S$  から生成され得る 2 文字ごとのパターンをすべて書き出せ. また, それらの生起確率はいくらになるか.
- (c) 任意の初期確率分布  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5)$  に対し, 結合 (同時) エントロピー  $H(X_1, X_2, \dots, X_t)$  を求めよ. (ただし  $\alpha_i = \Pr\{X_1 = i\}$ )

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

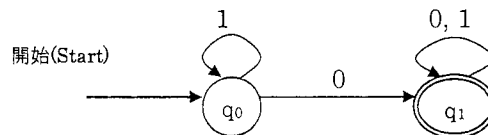
( 言語理論・アルゴリズム論、 問題紙 )

次の問いに答えよ。

Answer to the following questions.

- (1) 下図の状態遷移図で表される有限オートマトンの受理集合を表す正則表現を求めよ。

Give a regular expression of the finite automaton with the following state diagram .



- (2) [2a] 回文の定義を与えよ

Give the definition of the language of "palindrome".

- [2b] 回文を生成する文脈自由文法を与えよ。

Give a context free grammar which generates the language of "palindrome".

- (3) 言語  $L = \{ x \in \{0,1\}^* \mid x \text{ に含まれる "0" の個数と "1" の個数が同数 } \}$  を受理する 1 テープチューリング機械を設計せよ。(機械の設計に関しては、状態遷移関数を与える必要はないが、機械の動きが分かるように図を使って説明すること。)

Design the 1-tape Turing machine that accepts the language

$L = \{ x \in \{0,1\}^* \mid \text{the number of "0" in } x \text{ is equal to the number of "1" in } x \}$ .

(Note that you do not need to describe an exact transition diagram, but give a simple description of the machine-behavior with easy figures.)

- (4) [4a] 多項式時間還元の定義を与えよ。

Give the definition of "polynomial-time reducible".

- [4b] NP 完全性の定義を与えよ。

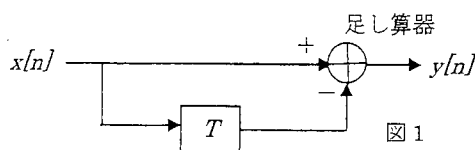
Give the definition of "NP-complete".

以上。(End of Questions.)

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( デジタル信号処理、 問題紙 )

問題 1 サンプル周期  $T$  の離散時間線形システム  $L$  が図 1 のように与えられている。次の設問に答えよ。



- (1)  $L$  を差分方程式で表せ。
- (2)  $L$  の伝達関数  $H(Z)$  を求めよ。
- (3)  $L$  の逆特性となる線形システム  $L'$  を図 1 と同様のブロック図で示せ。
- (4)  $L$  にステップ関数  $S[n] = \begin{cases} 1 & (n \geq 5) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$  を入力した場合の出力応答  $S_0[n]$  を求めよ。
- (5)  $L'$  に  $S_0[n]$  を入力した場合の出力応答  $S_1[n]$  を求め、 $S_1[n]$  が  $S[n]$  と一致することを示せ。

問題 2  $-B[\text{Hz}] \sim B[\text{Hz}]$  に帯域制限された信号  $f(t)$  が与えられ、 $f(t)$  をサンプリング関数  $s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(t - \frac{n}{4B}\right)$  でサンプリングした信号を  $x(t)$  とする。 $f(t)$  ならびに  $x(t)$  のフーリエ変換をそれぞれ  $F(\omega)$  ならびに  $X(\omega)$  とする。以下の設問に答えよ。

- (1) サンプリング関数  $s(t)$  のサンプリング周波数  $[\text{Hz}]$  を求めよ。

- (2)  $|F(\omega)|$  が図 2 のように与えられるとき、 $|X(\omega)|$  を描け。

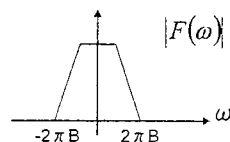


図 2

- (3)  $f(t)$  が図 3 のように与えられている。 $f(t)$  のサンプリング後の信号  $x(t)$  を伝達関数が以下で与えられる 3 つの低域通過フィルタ A、B、C に通す。各フィルタの出力信号を  $y_A(t)$ 、 $y_B(t)$ 、 $y_C(t)$  とし、各出力信号を表す波形を図 4 に示した 3 つの波形よりそれぞれ選べ。

フィルタ A:  $A(\omega) = \text{rect}(\omega / B)$

フィルタ B:  $B(\omega) = \text{rect}(\omega / (2B))$

フィルタ C:  $C(\omega) = \text{rect}(\omega / (6B))$

ただし、 $\text{rect}(x) = \begin{cases} 1 & (-1 \leq x \leq 1) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$  とする。

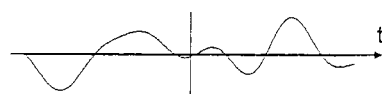


図 3

- (4) サンプリング関数を  $s'(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(t - \frac{n}{C}\right)$  へ変更し、 $f(t)$  を  $s'(t)$  でサンプリングした後の出力波形  $x'(t)$  に (3) で定義したフィルタ A を通過させる場合を考える。フィルタ A を通過後の出力波形が  $f(t)$  と等しくできるようにするための C の条件を与えよ。

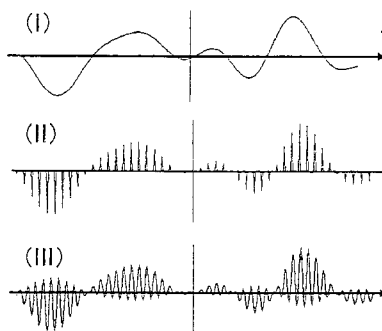


図 4

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( 通信伝送、問題紙 )

問題1. 式(1)及び式(2)で定義されるパルス波形のフーリエ変換を計算し、それぞれのパルスの角周波数スペクトルの概略図を示せ。ただし、 $\omega_0 \gg 2\pi/T$  とする。

$$(1) f(t) = \begin{cases} \cos(\omega_0 t) & (|t| \leq \frac{T}{2}) \\ 0 & (|t| > \frac{T}{2}) \end{cases} \quad (2) f(t) = \begin{cases} \cos^2\left(\frac{\pi}{T}t\right) & (|t| \leq \frac{T}{2}) \\ 0 & (|t| > \frac{T}{2}) \end{cases}$$

問題2. 図1に示すように、線路の単位長さ当たり直列インダクタンス  $L$ 、並列キャパシタンス  $C$  を持った長さ  $\ell$  の無損失伝送線路がある。この線路を2端子対回路網として見たときのインピーダンス行列を計算せよ。

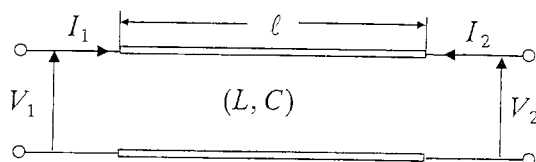


図1. 長さ  $\ell$  の無損失伝送線路からなる2端子対回路

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( 電磁波、問題紙 )

真空 ( $\varepsilon_0, \mu_0$ ) 中の原点に置かれた電流源によるベクトルポテンシャル  $A$  が、任意の地点  $r = (r, \theta, \phi)$  で、次式で表されている。時間因子  $\exp(j\omega t)$  を仮定し、省略している。

$$A(r) = i_z \frac{\mu}{4\pi} J \frac{e^{-jkr}}{r} \text{ [Tm]} \quad (1)$$

但し、 $k$  は真空中の波数、 $i_z$  は  $z$  方向の単位ベクトル、 $J$  は [Am] の単位を持つ定数である。このとき、磁界  $H(r)$  は、次式で求めることができる。

$$H(r) = \frac{1}{\mu_0} \nabla \times A(r) \text{ [A/m]} \quad (2)$$

ここで、

$$\nabla \times A = i_r \frac{1}{r \sin \theta} \left\{ \frac{\partial(\sin \theta A_\phi)}{\partial \theta} - \frac{\partial A_\theta}{\partial \phi} \right\} + i_\theta \frac{1}{r \sin \theta} \left\{ \frac{\partial A_r}{\partial \phi} - \sin \theta \frac{\partial(r A_\phi)}{\partial r} \right\} + i_\phi \frac{1}{r} \left\{ \frac{\partial(r A_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial A_r}{\partial \theta} \right\}. \quad (3)$$

[1]  $z$  軸方向の単位ベクトル  $i_z$  が、 $r$  方向及び  $\theta$  方向の単位ベクトル  $i_r$  と  $i_\theta$  を用いて、次式で表されることを示せ。

$$i_z = i_r \cos \theta - i_\theta \sin \theta \quad (4)$$

[2] 式 (1)~(4) の結果を用いて  $H(r)$  を計算せよ。原点から遠方の地点： $kr \gg 1$  での  $H(r)$  を記せ。

[3] 原点から遠方の地点での電界  $E(r)$  [V/m] を上記の  $H(r)$  を用いて記せ。

[4] 原点から遠方の地点で、上記の電磁波によって伝送されている単位面積当たりの平均電力 [W] を求めよ。

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( プログラミング論、問題 兼 解答紙 )

問題 1. リストを使用して、int 型のデータを蓄えるスタックを C 言語で定義する。変数 head はスタックの先頭を指す大域変数である。

```
typedef struct node
{ int key; struct node *next; } NODE;
NODE *head = NULL;
int pop() {
    int x;    NODE *t = head;
    head = t -> next;    x = t -> key;
    free(t);    return x;
}
```

(1) スタックにデータを格納する push 関数を定義せよ。

```
void push(int v)
```

(2) スタックの使用法の一例として、逆ポーランド記法(演算子を 2 つの引数の後ろに記す記法)で書かれた算術式を評価するプログラムを実現する。下の空欄を埋めよ。ただし、演算子は「+」と「\*」だけとする。

```
int main() {
    int x;    char c;
    while((c = getchar()) != '\n') {
        x = 0;
        while (c == ' ') c = getchar();
        if (c == '+')
        if (c == '*')
        while (c >= '0' && c <= '9') {
        }
        push(x);
    }
    printf("%d\n", pop());
}
```

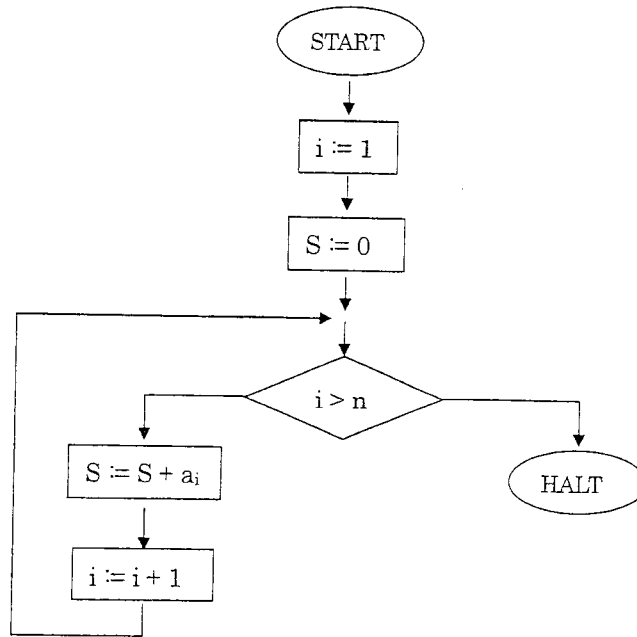
(3) 下の算術式を評価するとき、スタックの深さは最大いくらになるか。

5 9 8 + 4 6 \* \* 7 + \* (逆ポーランド記法)

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( プログラミング論、問題 兼 解答紙 )

問題 2. 以下に示す  $a_1$  から  $a_n$  までの総和を求める流れ図プログラムに対して帰納的表明を付けよ. またこのプログラムの停止性について説明せよ.





専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( 情報ネットワーク、 問題紙 )

問題 1

コンピュータネットワークにおける名前解決に関して、次の問い (1) および (2) に答えなさい。

In relation to name resolution in computer network, answer to the questions (1) and (2).

(1) ARP (address resolution protocol) の機能を説明せよ。ARP 要求メッセージの具体例および ARP 応答メッセージの例を示せ。

Explain function of ARP (address resolution protocol). Show an example of the ARP request message and an example of the ARP reply message.

(2) インターネットドメインネームシステムは、インターネット電子メールアドレスの一部を格納している。インターネットにおいて、電子メールサーバはどのようにして電子メールメッセージの転送先サーバを見つけるか説明せよ。

The Internet domain name system accommodates a part of email address. Explain how an e-mail server finds a peer e-mail server to transfer an e-mail message over the Internet.

問題 2

TCP(Transmission Control Protocol)に関して、次の問い (1) および (2) に答えなさい。

In relation to TCP (Transmission Control Protocol), answer to the questions (1) and (2).

(1) 図は TCP 有限状態マシンを示したものである。この TCP 有限状態マシン遷移図を用いて、TCP の 3 ウェイハンドシェイクのプロセスを説明しなさい。

Figure shows the TCP Finite State Machine (FSM) diagram. Explain TCP 3way handshake process by using of the TCP FSM.

(2) この TCP 有限状態マシンを用いて、Deny of Service (DoS) 攻撃の一種として知られる TCP SYN フラッディング攻撃を説明しなさい。

Explain TCP SYN flooding attack as known as a kind of Deny of Service (DoS) attack by using of the TCP FSM.

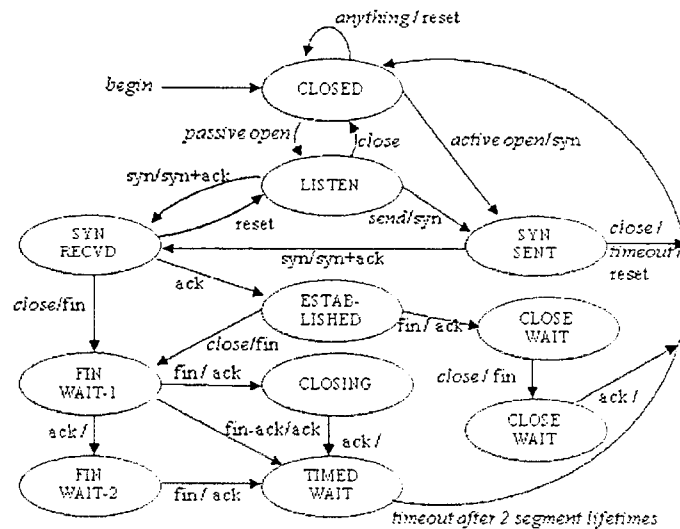


図 TCP 有限状態マシン

Figure: The TCP Finite State Machine

\* 各 TCP 端点は closed 状態から開始する。遷移のラベルは、その遷移を引き起こした入力と、それに続く出力を示す。例) fin/ack は FIN が入力され ACK を返すことを示す。

\* Each endpoint begins in the closed state. Labels on transitions show the input that caused the transition followed by the output if any. Ex.) fin/ack indicates to input FIN and then to output ACK.

以上 (End of Questions)

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

( ソフトウェア工学、 問題紙 )

1. ソフトウェア開発プロセスモデルのうち、Waterfall モデルおよびスパイラルモデルのそれぞれについて説明せよ。併せて、それぞれのソフトウェア開発プロセスモデルが、どのようなソフトウェア開発に適しているか論じよ。

Explain the waterfall model and the spiral model among the software development process models. What cases in software development does each of the models suit well with?

2. 以下のレンタル CD 屋の記述に基づいて、オブジェクト指向分析設計におけるオブジェクトの概要を示せ。また、典型的なシナリオを想定して、オブジェクト間の相互作用の様子を表すシーケンス図を描け。

利用者は会員登録をしていなければ、まず会員登録を行って会員証を発行して貰う。レンタルしたい CD を選んで、レジで会員証を提示してレンタル手続きを行い、レンタル料を支払い、領収書を受取る。CD を返却する場合は、レジで会員証を提示して、CD を返却し、返却手続きを行って返却確認書を受取る。延滞金を支払う必要があれば、延滞金を支払って、領収書を受取る。

According to the following description of the rental CD shop, sketch the possible objects based on the object-oriented analysis and design. Draw sequence diagrams among the objects in cases of typical scenarios.

A client has to register as a member of the rental CD shop and receive the membership card if the client is not yet become its member. A client selects CD's to rent, rents those CD's at the cashier with showing the membership card, pays the rental fee, and receives the receipt. When a client returns the CD rented, the client shows the membership card and returns the CD's at the cashier. The client receives the return slip. If the client need to pay the additional fee for late return, the client pays the additional fee and receives the receipt.

専攻名		受験番号		氏名	
-----	--	------	--	----	--

## 九州大学大学院システム情報科学府入学試験

知能システム学専攻 ( 問題・解答紙 26枚 )  
情報工学専攻

平成19年8月22日(水) 10:50-12:20

下記の事項を精読の上、解答にとりかかること。

Answer examination questions after you read the following items intensively.

記

Notes

1. 問題は次の8部門から出題されている。(各部門の配点は50点、2部門で100点満点とする。)

The examination questions are prepared from the next 8 sections.

Each section has 50 points and a perfect score in two sections is 100points.

- ① 情報理論 ( 問題 ①-1、 解答紙 ①-2 ①-3 )
- ② 言語理論・アルゴリズム論 ( 問題 ②-1、 解答紙 ②-2 ②-3 ②-4 ②-5 )
- ③ デジタル信号処理 ( 問題 ③-1、 解答紙 ③-2 ③-3 ③-4 )
- ④ 通信伝送 ( 問題 ④-1、 解答紙 ④-2 ④-3 )
- ⑤ 電磁波 ( 問題 ⑤-1、 解答紙 ⑤-2 ⑤-3 )
- ⑥ プログラミング論 ( 問題 兼 解答紙 ⑥-1 ⑥-2 )
- ⑦ 情報ネットワーク ( 問題 ⑦-1、 解答紙 ⑦-2 ⑦-3 )
- ⑧ ソフトウェア工学 ( 問題 ⑧-1、 解答紙 ⑧-2 ⑧-3 )

2. 問題・解答紙が揃っているかどうかを確かめたのち、全部の用紙に受験番号と氏名を記入すること。

Write down your examinee's number and name in all the sheets after you ascertain whether question/answer sheets are not missing.

3. 上の8部門の中から2部門を選び、解答すること。

Choose two sections from upper eight sections, and answer these.

4. 下の表において、選択した2部門を○印で囲むこと。

Encircle two chosen section numbers in the table below.

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
---	---	---	---	---	---	---	---

The desired department		Examinee's number		Name	
------------------------	--	-------------------	--	------	--

- ( 情報理論、 問題紙 )  
( Information theory、 Question sheet(s) )

1. Bob is sending symbols to Mike over a channel. Bob sends a symbol  $X \in \{“0”, “1”\}$  and then Mike receives a symbol  $Y \in \{“0”, “1”, “unknown”\}$ . Bob sends “0” or “1” with probability of  $\alpha$  and  $1 - \alpha$ , respectively, and the channel has the following property:

- If  $X = “0”$ ,  $Y$  is equal to “0”, “1”, or “unknown” with probability of  $1/2$ ,  $0$ , and  $1/2$ , respectively.
- If  $X = “1”$ ,  $Y$  is equal to “0”, “1”, or “unknown” with probability of  $0$ ,  $1/2$ , and  $1/2$ , respectively.

(a) Draw the channel diagram of this channel.

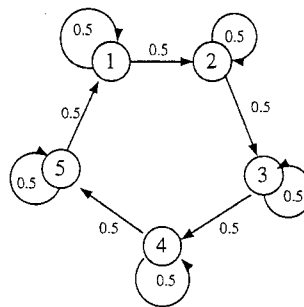
(b) Fill the boxes   $\sim$  .

(If necessary, you may use the notation  $h(\alpha) = -\alpha \log(\alpha) - (1 - \alpha) \log(1 - \alpha)$ .)

Let  $H(X)$  is the ambiguity of  $X$ . i.e., the entropy of  $X$  and  $H(X|Y)$  is the ambiguity of  $X$  after receiving  $Y$ . Then  $H(X)$  and  $H(X|Y)$  become  bit and  bit, respectively. Then, the mutual information  $I(X; Y)$  becomes  bit. This fact shows that the ambiguity of  $X$  decreased by  bit by receiving  $Y$ .

When  $\alpha = 0$  or  $\alpha = 1$ , this decrease becomes  bit. This is reasonable because in this case the ambiguity of  $X$  is  bit and thus the ambiguity decreases by  bit by receiving  $Y$ .

2. Let  $S$  be a Markov information source with the following transition diagram. Let  $X_t$  be the symbol emitted from  $S$  at the time instance  $t$ .



- (a) Find the stationary distribution of the above Markov chain.  
(b) Write down all strings with length two emitted from  $S$  after sufficiently long time and compute the probabilities of emitting of those strings.  
(c) Find the joint entropy  $H(X_1, X_2, \dots, X_t)$  for an arbitrary initial distribution  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5)$ , where  $\alpha_i = \Pr\{X_1 = i\}$ .

The desired department		Examinee's number		Name	
------------------------	--	-------------------	--	------	--

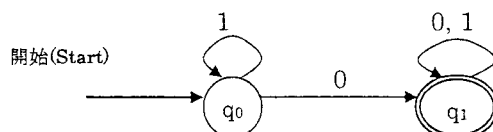
- ( 言語理論・アルゴリズム論、 *問題紙* )  
( Linguistic theory · Algorithm theory、 Question sheet(s) )

次の問いに答えよ。

Answer to the following questions.

- (1) 下図の状態遷移図で表される有限オートマトンの受理集合を表す正則表現を求めよ。

Give a regular expression of the finite automaton with the following state diagram .



- (2) [2a] 回文の定義を与えよ

Give the definition of the language of "palindrome".

- [2b] 回文を生成する文脈自由文法を与えよ。

Give a context free grammar which generates the language of "palindrome".

- (3) 言語  $L = \{ x \in \{0,1\}^* \mid x \text{ に含まれる "0" の個数と "1" の個数が同数 } \}$  を受理する 1 テープチューリング機械を設計せよ。(機械の設計に関しては、状態遷移関数を与える必要はないが、機械の動きが分かるように図を使って説明すること。)

Design the 1-tape Turing machine that accepts the language

$L = \{ x \in \{0,1\}^* \mid \text{the number of "0" in } x \text{ is equal to the number of "1" in } x \}$ .

(Note that you do not need to describe an exact transition diagram, but give a simple description of the machine-behavior with easy figures.)

- (4) [4a] 多項式時間還元の定義を与えよ。

Give the definition of "polynomial-time reducible".

- [4b] NP 完全性の定義を与えよ。

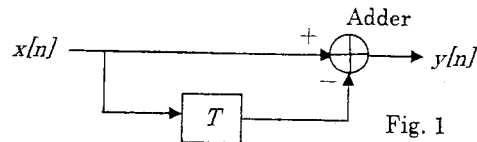
Give the definition of "NP-complete".

以上。(End of Questions.)

The desired department		Examinee's number		Name	
------------------------	--	-------------------	--	------	--

( デジタル信号処理、 問題紙 )  
( Digital signal processing、 Question sheet(s) )

**Q1** Suppose a linear time-discrete system L shown in Fig. 1, where  $T$  denotes a sampling period. Answer the following questions.



- (1) Show a differential equation that characterizes the system L.
- (2) Find the transfer function  $H(Z)$  for the system L.
- (3) Find the linear time-discrete system  $L'$  which has inverse characteristics to the system L. Draw its block diagram such as shown in Fig. 1.
- (4) Find the output sequence  $S_0[n]$  when a step function  $S[n] = \begin{cases} 1 & (n \geq 5) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$  is applied to the system L.
- (5) Consider an output sequence  $S_1[n]$  when  $S_0[n]$  is applied to the system  $L'$ . Show that  $S_1[n]$  is equal to  $S[n]$ .

**Q2**  $f(t)$  is a band-limited signal whose bandwidth spans from  $-B$ [Hz] to  $B$ [Hz].  $x(t)$  is a sampled version of  $f(t)$  using a sampling function  $s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(t - \frac{n}{4B}\right)$ . Let's denote Fourier transforms of  $f(t)$  and  $x(t)$  by  $F(\omega)$  and  $X(\omega)$ , respectively. Answer the following questions.

- (1) Show the sampling rate [Hz] of  $s(t)$ .
- (2) Draw  $|X(\omega)|$  in case when  $|F(\omega)|$  is given by Fig. 2.
- (3) Suppose that  $f(t)$  is given by Fig. 3. Let  $x(t)$  (sampled version of  $f(t)$ ) be applied to three different low pass filters A, B and C, whose transfer functions are respectively given as follows. Output signals of the filters are respectively denoted as  $y_A(t)$ ,  $y_B(t)$  and  $y_C(t)$ .

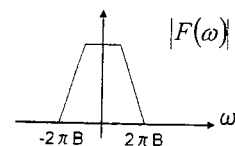


Fig. 2

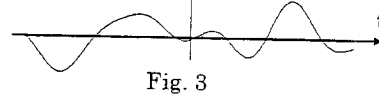


Fig. 3

Choose a waveform of each output signal from ones shown in Fig. 4.

Filter A:  $A(\omega) = \text{rect}(\omega/B)$

Filter B:  $B(\omega) = \text{rect}(\omega/(2B))$

Filter C:  $C(\omega) = \text{rect}(\omega/(6B))$

$$\text{where } \text{rect}(x) = \begin{cases} 1 & (-1 \leq x \leq 1) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

- (4) Define  $x'(t)$  as a sampled version of  $f(t)$  using a new sampling function  $s'(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(t - \frac{n}{C}\right)$ . Consider an output signal when  $x'(t)$  is applied to the Filter A defined in the question (3). Give requirement for C so that the output signal can be identical to  $f(t)$ .

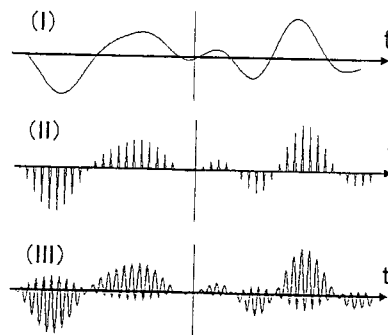


Fig. 4

The desired department		Examinee's number		Name	
---------------------------	--	----------------------	--	------	--

( 通信伝送、 問題紙 )  
( Communication transmission、 Question sheet(s) )

Problem 1.

Calculate the Fourier transforms of two pulses whose wave forms are defined by (1) and (2), respectively and sketch the angular-frequency spectrum of each pulse, where  $\omega_0 \gg 2\pi/T$ .

$$(1) \quad f(t) = \begin{cases} \cos(\omega_0 t) & (|t| \leq \frac{T}{2}) \\ 0 & (|t| > \frac{T}{2}) \end{cases} \quad (2) \quad f(t) = \begin{cases} \cos^2\left(\frac{\pi}{T} t\right) & (|t| \leq \frac{T}{2}) \\ 0 & (|t| > \frac{T}{2}) \end{cases}$$

Problem 2.

Figure 1 shows a lossless transmission line of length  $\ell$  which is characterized by a series inductance  $L$  and a shunt capacitance  $C$  per unit length along the line. Calculate the impedance matrix when the line is viewed as a two-terminal-pair network, where  $(V_1, V_2)$  and  $(I_1, I_2)$  are the terminal voltages and currents as defined in the figure.

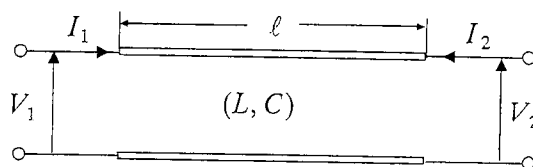


Figure 1. A two-terminal-pair network comprised of a lossless transmission of length  $\ell$ .

The desired department		Examinee's number		Name	
---------------------------	--	----------------------	--	------	--

( 電磁波、 問題紙 )  
( Electromagnetic radiation、 Question sheet(s) )

Suppose that a vector potential  $A$  is expressed in the following form at a point  $\mathbf{r} = (r, \theta, \phi)$  in a vacuum with permittivity  $\epsilon_0$  [F/m] and permeability  $\mu_0$  [H/m], and is produced by a current source located at the origin of coordinate system:

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \mathbf{i}_z \frac{\mu}{4\pi} J \frac{e^{-jk r}}{r} \text{ [Tm]} \quad (1)$$

where  $k$  is the wave number in the vacuum,  $\mathbf{i}_z$  is the unit vector of  $z$  direction and  $J$  is a constant [Am]. In this case the magnetic field  $\mathbf{H}(\mathbf{r})$  is given by

$$\mathbf{H}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\mu_0} \nabla \times \mathbf{A}(\mathbf{r}) \text{ [A/m]} \quad (2)$$

in which

$$\nabla \times \mathbf{A} = \mathbf{i}_r \frac{1}{r \sin \theta} \left\{ \frac{\partial(\sin \theta A_\phi)}{\partial \theta} - \frac{\partial A_\theta}{\partial \phi} \right\} + \mathbf{i}_\theta \frac{1}{r \sin \theta} \left\{ \frac{\partial A_r}{\partial \phi} - \sin \theta \frac{\partial(r A_\phi)}{\partial r} \right\} + \mathbf{i}_\phi \frac{1}{r} \left\{ \frac{\partial(r A_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial A_r}{\partial \theta} \right\}. \quad (3)$$

[1] Derive the following relation:

$$\mathbf{i}_z = \mathbf{i}_r \cos \theta - \mathbf{i}_\theta \sin \theta \quad (4)$$

where  $\mathbf{i}_r$ ,  $\mathbf{i}_\theta$  are unit vectors of  $r$  and  $\theta$  direction, respectively.

[2] Calculate  $\mathbf{H}(\mathbf{r})$  by using eqs.(1)~(4). Write  $\mathbf{H}(\mathbf{r})$  at a far point from the origin:  $kr \gg 1$ .

[3] Write the electric field  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  [V/m] by use of above  $\mathbf{H}(\mathbf{r})$  at a far point from the origin.

[4] Calculate the average power flow density [W] of above EM waves transmitted at a far point from origin.



The desired department		Examinee's number		Name	
---------------------------	--	----------------------	--	------	--

( プログラミング論、 問題 兼 解答紙 )  
( Programming Methodology, Question and Answer sheet(s) )

Q1 The stack in C language, which is stored int values, is implemented with the linked list by following, where a valuable head points to top element in the stack.

```
typedef struct node
{ int key; struct node *next; } NODE;
NODE *head = NULL;
int pop() {
    int x;    NODE *t = head;
    head = t -> next;    x = t -> key;
    free(t);    return x;
}
```

(1) Write a function push, which stores a value to the stack.

```
void push(int v)
```

(2) As an application of stack, the following program evaluates arithmetic expression with the *reverse Polish* notation that each operator appears after its two arguments. The program deals with only two operators: "+" and "\*". Fill in the boxes of the program.

```
int main() {
    int x;    char c;
    while((c = getchar()) != '\n') {
        x = 0;
        while (c == ' ') c = getchar();

        if (c == '+') 
        if (c == '*') 
        while (c >= '0' && c <= '9') {
            
        }
        push(x);
    }
    printf("%d\n", pop());
}
```

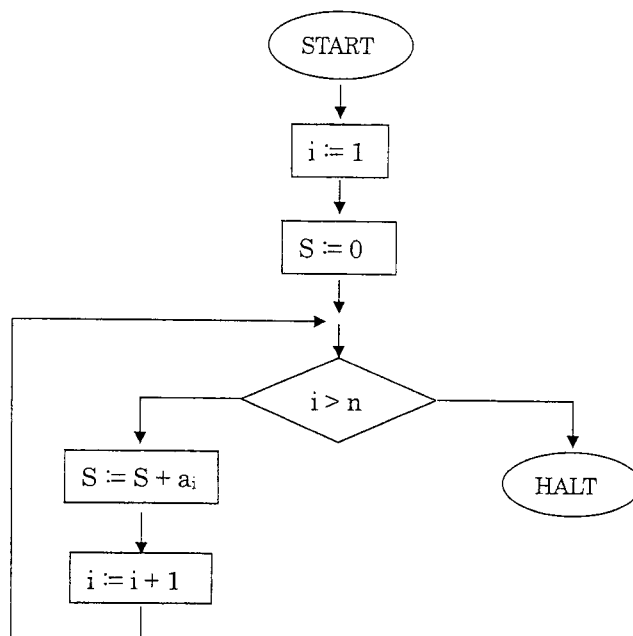
(3) Find the maximum of depth of the stack to evaluate the following arithmetic expression:

5 9 8 + 4 6 \* \* 7 + \* (the *reverse Polish* notation)

The desired department		Examinee's number		Name	
------------------------	--	-------------------	--	------	--

( プログラミング論、 問題 兼 解答紙 )  
( Programming Methodology、 Question and Answer sheet(s) )

Q2 Write inductive assertions for the following flow-chart program to sum up  $a_1$  to  $a_n$ . Then, explain termination of this program.



The desired department		Examinee's number		Name	
---------------------------	--	----------------------	--	------	--

( 情報ネットワーク、 問題紙 )  
( Information Networking、 Question sheet(s) )

問題 1

コンピュータネットワークにおける名前解決に関して、次の問い (1) および (2) に答えなさい。

In relation to name resolution in computer network, answer to the questions (1) and (2).

(1) ARP (address resolution protocol) の機能を説明せよ。ARP 要求メッセージの具体例および ARP 応答メッセージの例を示せ。

Explain function of ARP (address resolution protocol). Show an example of the ARP request message and an example of the ARP reply message.

(2) インターネットドメインネームシステムは、インターネット電子メールアドレスの一部を格納している。インターネットにおいて、電子メールサーバはどのようにして電子メールメッセージの転送先サーバを見つけるか説明せよ。

The Internet domain name system accommodates a part of email address. Explain how an e-mail server finds a peer e-mail server to transfer an e-mail message over the Internet.

問題 2

TCP(Transmission Control Protocol)に関して、次の問い (1) および (2) に答えなさい。

In relation to TCP (Transmission Control Protocol), answer to the questions (1) and (2).

(1) 図は TCP 有限状態マシンを示したものである。この TCP 有限状態マシン遷移図を用いて、TCP の 3 ウェイハンドシェイクのプロセスを説明しなさい。

Figure shows the TCP Finite State Machine (FSM) diagram. Explain TCP 3way handshake process by using of the TCP FSM.

(2) この TCP 有限状態マシンを用いて、Deny of Service (DoS) 攻撃の一種として知られる TCP SYN フラッディング攻撃を説明しなさい。

Explain TCP SYN flooding attack as known as a kind of Deny of Service (DoS) attack by using of the TCP FSM.

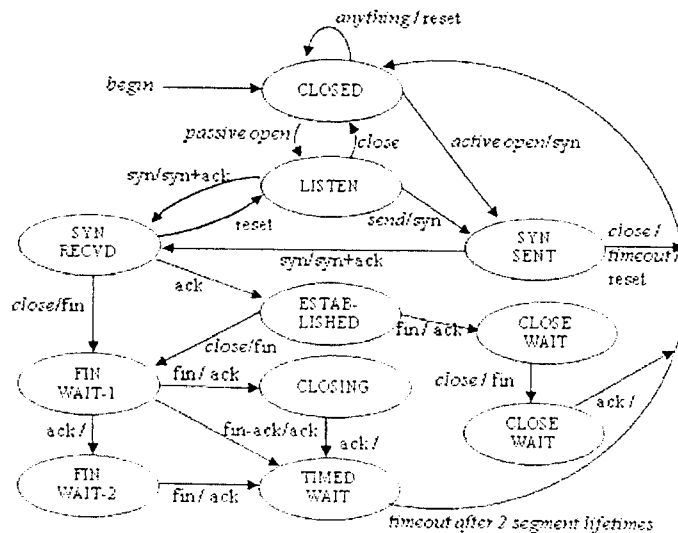


図 TCP 有限状態マシン

Figure: The TCP Finite State Machine

\* 各 TCP 端点は *closed* 状態から開始する。遷移のラベルは、その遷移を引き起こした入力と、それに続く出力を示す。例) *fin/ack* は FIN が入力され ACK を返すことを示す。

\* Each endpoint begins in the *closed* state. Labels on transitions show the input that caused the transition followed by the output if any. Ex.) *fin/ack* indicates to input FIN and then to output ACK.

以上 (End of Questions)

The desired department		Examinee's number		Name	
---------------------------	--	----------------------	--	------	--

( ソフトウェア工学、 問題紙 )  
( Software Engineering、 Question sheet(s) )

1. ソフトウェア開発プロセスモデルのうち、Waterfall モデルおよびスパイラルモデルのそれぞれについて説明せよ。併せて、それぞれのソフトウェア開発プロセスモデルが、どのようなソフトウェア開発に適しているか論じよ。

Explain the waterfall model and the spiral model among the software development process models. What cases in software development does each of the models suit well with?

2. 以下のレンタル CD 屋の記述に基づいて、オブジェクト指向分析設計におけるオブジェクトの概要を示せ。また、典型的なシナリオを想定して、オブジェクト間の相互作用の様子を表すシーケンス図を描け。

利用者は会員登録をしていなければ、まず会員登録を行って会員証を発行して貰う。レンタルしたい CD を選んで、レジで会員証を提示してレンタル手続きを行い、レンタル料を支払い、領収書を受取る。CD を返却する場合は、レジで会員証を提示して、CD を返却し、返却手続きを行って返却確認書を受取る。延滞金を支払う必要があれば、延滞金を支払って、領収書を受取る。

According to the following description of the rental CD shop, sketch the possible objects based on the object-oriented analysis and design. Draw sequence diagrams among the objects in cases of typical scenarios.

A client has to register as a member of the rental CD shop and receive the membership card if the client is not yet become its member. A client selects CD's to rent, rents those CD's at the cashier with showing the membership card, pays the rental fee, and receives the receipt. When a client returns the CD rented, the client shows the membership card and returns the CD's at the cashier. The client receives the return slip. If the client need to pay the additional fee for late return, the client pays the additional fee and receives the receipt.