

九州大学大学院システム情報科学府

情 報 学 専 攻

情報知能工学専攻

平成 2 1 年度入学試験問題

【平成 2 0 年 8 月 2 7 日（水）】

平成21年8月およびそれ以降のシステム情報科学府修士課程入学試験

を受験する皆様へ重要なお知らせ

—TOEIC または TOEFL 受験が必須になります—

平成20年11月10日

九州大学大学院システム情報科学府

平成21年8月に実施予定の九州大学大学院システム情報科学府修士課程の入学試験（平成22年2月に実施予定の外国人留学生の大学院システム情報科学府修士課程入学者特別選抜試験を含む）からは、英語能力評価については、従来の英語の試験は行わず、TOEICまたはTOEFLのスコアを利用することとします。したがって、当該入試に先立って、事前のTOEICまたはTOEFLの受験が必須になりますので、受験希望者は十分留意すること。

1. TOEIC 公開テスト、または TOEFL-iBT、TOEFL-CBT、TOEFL-PBT のいずれかを事前に受験し、入学試験の願書提出時に、TOEIC の Official Score Certificate (公式認定証) または TOEFL の Examinee's Score Record のコピーを添付すると共に、試験当日はスコア※の原本を持参すること。スコアを提示しない者は、英語の成績は0点とする。
2. スコアの有効期限は、試験実施日から遡って2年以内とする。
3. TOEIC Speaking and Writing, TOEIC LPI, TOEIC Bridge の公式認定書の提出は認めない。また TOEIC IP, カレッジ TOEIC, TOEFL ITP などの団体受験制度による成績は無効とする。
4. 大学院入試までの TOEIC, TOEFL の受験機会は限られている。試験開催日ほか詳細については、下記のホームページを参照するか、実施機関に問い合わせること。
TOEIC: <http://www.toEIC.or.jp/toEIC/index.html>
TOEFL: <http://www.cieej.or.jp/>
5. 詳細について、必ず学生募集要項を参照すること。

※スコアは、TOEIC の Official Score Certificate (公式認定証) または TOEFL の Examinee's Score Record を指します。

【差し替え】

平成21年度 九州大学大学院システム情報科学府 情報学専攻
情報知能工学専攻

修士課程 入学試験問題

数学 (Mathematics)

(10枚中の1)

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 until the start of examination is announced.

2. 問題用紙は表紙を含め10枚、解答用紙は2枚つづり2部(1分野につき1部)である。

You are given 10 problem sheets including this cover sheet and 2 pairs of answer sheets (1 pair for each field).

3. 以下の5分野から2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。

Select 2 fields out of the following 5 fields and answer the problems. You must use a separate pair of answer sheets for each of the fields you selected.

| | | |
|---|-------|----------------------------|
| 1 | 線形代数 | Linear algebra |
| 2 | 微分積分 | Calculus |
| 3 | 確率・統計 | Probability and statistics |
| 4 | 離散数学 | Discrete mathematics |
| 5 | 記号論理学 | Symbolic logic |

4. 解答用紙の全部に、専攻名、選択分野名、受験番号および氏名を記入すること。

Fill in the designated blanks at the top of each answer sheet with the department name, the selected field, your examinee number and your name.

5. 解答は解答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。

Your answers should be written on the answer sheets. You may continue to write your answer on the back of the answer sheets if you need more space. In such a case, please indicate this clearly.

数学 (Mathematics)

(10枚中の2)

5分野のうちから2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にすること。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

1. 【線形代数 (Linear algebra) 分野】

I. 以下の間に答えよ。

(1) 次の行列式の値を求めよ。

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ b & a & d & c \\ c & d & a & b \\ d & c & b & a \end{vmatrix}$$

(2) $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ の固有値, 固有ベクトルを求め, A^n を求めよ (n は非負整数)。

II. \mathcal{R}^n から \mathcal{R}^n への写像 f が, 任意の $x, y \in \mathcal{R}^n$ に対して $|f(x) - f(y)| = |x - y|$ を満たすとする。 $g(x) = f(x) - f(0)$ とする。このとき以下の間に答えよ。

(1) 任意の $x \in \mathcal{R}^n$ に対し $|g(x)| = |x|$ を示せ。

(2) 任意の $x, y \in \mathcal{R}^n$ に対し $g(x) \cdot g(y) = x \cdot y$ を示せ。

(3) 任意の $x \in \mathcal{R}^n$ と $a \in \mathcal{R}$ に対し $g(ax) = ag(x)$ を示せ。

(4) 任意の $x, y \in \mathcal{R}^n$ に対し $g(x+y) = g(x) + g(y)$ を示せ。

(5) g は線形写像であり, ある行列 A を用いて $g(x) = Ax$ と書ける。 $A^T A = I$ を示せ (I は単位行列)。

数学 (Mathematics)

(10枚中の3)

5分野のうちから2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

I. Answer the following questions.

(1) Find the value of the following determinant.

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ b & a & d & c \\ c & d & a & b \\ d & c & b & a \end{vmatrix}$$

(2) Find the eigenvalues and corresponding eigenvectors of $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, and compute A^n for non-negative integer n .

II. Let f be a mapping from \mathcal{R}^n to \mathcal{R}^n satisfying that for any $x, y \in \mathcal{R}^n$, $|f(x) - f(y)| = |x - y|$. Let $g(x) = f(x) - f(0)$. Answer the following questions.

(1) Prove that for any $x \in \mathcal{R}^n$, $|g(x)| = |x|$.

(2) Prove that for any $x, y \in \mathcal{R}^n$, $g(x) \cdot g(y) = x \cdot y$.

(3) Prove that for any $x \in \mathcal{R}^n$ and any $a \in \mathcal{R}$, $g(ax) = ag(x)$.

(4) Prove that for any $x, y \in \mathcal{R}^n$, $g(x + y) = g(x) + g(y)$.

(5) g is a linear mapping and can be written as $g(x) = Ax$ by some matrix A . Prove that $A^T A = I$ (I stands for an identity matrix).

数学 (Mathematics)

(10枚中の4)

5分野のうちから2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

2. 【微分積分 (Calculus) 分野】

I. 関数 $y(x)$ の x に関する1階導関数を y' で表す。次の微分方程式の一般解を求めよ。

(1) $e^{y-x} y' + e^{2y+x} y^{-1} = 0$

(2) $y' - \sin(x-y) - \sin(x+y) = 0$

(3) $(x+y)y' - 2x = 0$

II. 3次元ユークリッド空間で定義されるベクトル場に対して、以下の問いに答えよ。

(1) 点 $(\sqrt{3}, 0, 1)$ において2つの曲面 $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ と $z = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}y^2 - \frac{1}{2}$ の間の交角を求めよ。

(2) $\mathbf{A}(x, y, z) = 3yzi + xzj + 2xyk$ とするとき、 $\int_S (\nabla \times \mathbf{A}) \cdot \mathbf{n} dS$ を求めよ。 S は、 $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ (a は正の定数) のうち xy 平面の上にある部分とする。ただし \mathbf{n} は、単位法線ベクトル、 $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ はそれぞれデカルト座標の x, y, z 軸方向の単位ベクトルである。

I. y' denotes the derivative of first order with respect to x for a function $y(x)$. Derive general solutions for the following differential equations.

(1) $e^{y-x} y' + e^{2y+x} y^{-1} = 0$

(2) $y' - \sin(x-y) - \sin(x+y) = 0$

(3) $(x+y)y' - 2x = 0$

II. Answer the following questions for vector fields defined on the 3-dimensional Euclidean space.

(1) Find the angle between the surfaces $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ and $z = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}y^2 - \frac{1}{2}$ at the point $(\sqrt{3}, 0, 1)$.

(2) If $\mathbf{A}(x, y, z) = 3yzi + xzj + 2xyk$, evaluate $\int_S (\nabla \times \mathbf{A}) \cdot \mathbf{n} dS$ where S is the surface of the sphere $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ (a is a positive scalar constant) above the xy plane. Here \mathbf{n} is the unit normal vector on S and \mathbf{i}, \mathbf{j} and \mathbf{k} are the unit vectors on x, y and z axis of Cartesian coordinate respectively.

数学 (Mathematics)

(10枚中の5)

5分野のうちから2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

3. 【確率・統計 (Probability and statistics) 分野】

I. A社のPCの内蔵ハードディスクには、B社製またはC社製が使われており、B社製が全体の70%を占めている。B社製のハードディスクの初期不良率が0.5%であり、C社製のそれが1.0%であることが分かっていると仮定する。このPCを一台購入した時、ハードディスクの初期不良で交換することになった。このPCの内蔵ハードディスクがB社製である確率を求めよ。

II. 表が出る確率が θ であるコインを n 回投げる試行を考える($n \geq 2$)。次の間に答えよ。

- (1) n が k の倍数であると仮定する。 $jk+1$ 回目から $(j+1)k$ 回目までの間に一回以上裏が出るという事象を A_j で表す($j = 1, \dots, n/k$)。このとき、 A_j の起こる確率 $P(A_j)$ を求めよ。
- (2) n が k の倍数であると仮定する。少なくとも1つの $j = 1, \dots, n/k$ について A_j が起こる事象を B で表す。 B の起こる確率 $P(B)$ を求めよ。
- (3) n が k の倍数であると仮定する。 n 回の試行の中に、 k 回連続して表が出る箇所がどこにも存在しないという事象を A で表す。 A が起こる確率 $P(A)$ と $P(B)$ はどちらが大きいか？
- (4) n を無限大にすると、 n 回の試行の中に、 k 回連続して表が出る箇所が存在する確率が1に収束することを示せ。

数 学 (Mathematics)

(10 枚中の 6)

5 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

- I. A personal computer (PC) product sold by a company A uses a built-in hard disk device (HDD) manufactured by the HDD maker B or C. Maker B's HDD amounts to 70% of all HDD's for the PC product. It is known that the defect rate of maker B's HDD is 0.5% and that of maker C's is 1.0%. Assume that a PC (of the product) is a defect one due to the built-in HDD. Find the probability that the HDD in that PC is manufactured by maker B.
- II. Consider a trial to toss a coin n times ($n \geq 2$), where the probability that a coin toss comes out heads is given by θ ($0 < \theta < 1$). Answer the following questions.
- (1) Assume that n is a multiple of k . Let A_j denote the event that at least one toss comes out tails among the tosses from $jk + 1$ th to $(j + 1)k$ th ($j = 1, \dots, n/k$). Find the probability $P(A_j)$ that event A_j occurs.
 - (2) Assume that n is a multiple of k . Let B denote the event that A_j occurs for at least one $j = 1, \dots, n/k$. Find the probability $P(B)$ that event B occurs.
 - (3) Assume that n is a multiple of k . Let A denote the event that we have no sequence of k tosses in the trial, such that all tosses in it come out heads. Which one is larger, $P(A)$ or $P(B)$?
 - (4) Show that the probability that we have at least one sequence of k tosses such that all tosses in it come out heads, converges to 1 as n goes to infinity.

数学 (Mathematics)

(10枚中の7)

5分野のうちから2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にすること。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

4. 【離散数学 (Discrete mathematics) 分野】

次の3問のうちから2問を選んで答えよ。

I. 次の各問に答えよ。

- (1) v を単純グラフ G のカット点 (切断点, 関節点とも呼ぶ) とする。このとき, $G-v$ は連結グラフであることを示せ。
- (2) G が単純連結平面グラフで3次の正則グラフとする。もし, G の各面が5角形あるいは6角形であるとする, 5角形となっている面の数はいくつか。

II. X, Y を空でない集合とし, f を X から Y への写像とする。 $A (\subseteq X)$ に対し, A の f による像 $f(A)$ を以下のように定義する。

$$f(A) \stackrel{\text{def}}{=} \{y \mid y = f(x), x \in A\}.$$

- (1) $f(A \cup B) = f(A) \cup f(B)$ を証明せよ。
- (2) $f(A \cap B) \subseteq f(A) \cap f(B)$ を証明せよ。
- (3) $f(A \cap B) \neq f(A) \cap f(B)$ であるような例を示せ。

III. 次の各問に答えよ。

- (1) X と Y を $|X| > |Y|$ であるような2つの集合とし, f を X から Y への任意の関数とする。 m を $|X|/|Y|$ 以上の最小な整数とする。このとき, X 中に m 個の要素 x_1, x_2, \dots, x_m が存在して, $f(x_1) = f(x_2) = \dots = f(x_m)$ が成り立つことを示せ。
- (2) n を4以上の整数とする。1以上 $2^n/(n-1)$ 以下の異なる n 個の整数からなる任意の集合を $T = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ とおく。このとき, T の空でない2つの部分集合 S_1 と S_2 で, $S_1 \cap S_2 = \emptyset$ かつ S_1 に含まれる整数の合計が S_2 に含まれる整数の合計と等しいものが存在することを示せ。

数学 (Mathematics)

(10枚中の8)

5分野のうちから2分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

Select 2 of the following 3 problems and solve them.

I. Answer the following questions.

- (1) Let v be a cut-vertex (or articulation-vertex) of a simple graph G . Show that $\overline{G} - v$ is connected.
- (2) Suppose G is a simple connected plane graph. If G is a regular graph of degree 3, and if all of its faces are pentagons or hexagons, calculate the number of pentagonal faces of G .

II. Let X and Y be non-empty sets and f be a mapping from X into Y . For $A (\subseteq X)$, $f(A)$, the image of A under f , is defined as follows:

$$f(A) \stackrel{\text{def}}{=} \{y \mid y = f(x), x \in A\}.$$

- (1) Prove that $f(A \cup B) = f(A) \cup f(B)$.
- (2) Prove that $f(A \cap B) \subseteq f(A) \cap f(B)$.
- (3) Show an example such that $f(A \cap B) \neq f(A) \cap f(B)$.

III. Answer the following questions.

- (1) Let X and Y be two sets satisfying $|X| > |Y|$, and f any function from X to Y . Let m be the smallest integer not less than $|X|/|Y|$. Show that there exist m elements x_1, x_2, \dots, x_m in X such that $f(x_1) = f(x_2) = \dots = f(x_m)$.
- (2) Let n be any integer greater than 3. Consider an arbitrary set $T = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ consisting of n distinct integers ranging from 1 to $2^n/(n-1)$. Show that there are two disjoint nonempty subsets S_1 and S_2 of T such that the sum of the elements of S_1 and that of S_2 are equal.

数学 (Mathematics)

(10 枚中の 9)

5 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にすること。
 Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

5. 【記号論理学 (Symbolic logic) 分野】

I. 自然演繹について、次の各問に答えよ。

(1) $A \vee B \vdash \neg A \rightarrow B$ の自然演繹証明中の空欄 (i-iv) を埋めよ。

| | | |
|---|------------|---------------------|
| 1 | $A \vee B$ | prem |
| 2 | $\neg A$ | ass |
| 3 | i | ass |
| 4 | \perp | $\neg e$ 2,3 |
| 5 | ii | $\perp e$ 4 |
| 6 | B | ass |
| 7 | iii | $\vee e$ 1,3-5,6 |
| 8 | iv | $\rightarrow i$ 2-7 |

自然演繹法の基本規則は、 $\wedge, \vee, \rightarrow, \neg$ の導入 (i) と除去 (e), ならびに $\perp e, \neg\neg e$ からなる。証明の各行に、演繹された論理式とその根拠 (前提 (prem), 仮定 (ass), あるいは、使用した規則と関与した行番号) が書かれる。実線箱は仮定の範囲を示す。

(2) $p \rightarrow r, q \rightarrow r \vdash (p \vee q) \rightarrow r$ を自然演繹法で証明せよ。

II. $\phi = (A \rightarrow (B \rightarrow (C \wedge D))) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow (C \wedge D)))$ とする。

(1) $\neg\phi$ を節集合 (CNF 形式の論理式) に変換せよ。

(2) 求めた節集合が充足不能であることを導出法により証明せよ。

III. 都市間を結ぶ航空路線を考える。

(1) 「都市 x から都市 y への便がある」を述語 $F(x, y)$ で表すとき、以下の各文を述語論理式に翻訳せよ。

(a) どの都市も、どこかの都市への便がある。

(b) どの都市 x, y も、 x から y への便があれば、 y から x への便はない。

(c) どの都市 x, y, z も、 x から y への便があり、 y から z への便があれば、 x から z への便はない。

(2) 3 都市に対して、(a),(b),(c) をすべて満たす F の具体例 (の集合) を示せ。

数学 (Mathematics)

(10 枚中の 10)

5 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
 Select 2 out of the 5 fields and answer the problems. Use a separate answer sheet for each field.

I. Answer the following questions about natural deduction.

(1) In the proof of $A \vee B \vdash \neg A \rightarrow B$, fill in the blanks (i-iv).

| | | |
|---|------------|---------------------|
| 1 | $A \vee B$ | prem |
| 2 | $\neg A$ | ass |
| 3 | i | ass |
| 4 | \perp | $\neg e$ 2,3 |
| 5 | ii | $\perp e$ 4 |
| 6 | B | ass |
| 7 | iii | $\vee e$ 1,3-5,6 |
| 8 | iv | $\rightarrow i$ 2-7 |

The basic rules of natural deduction consist of introduction(i) and elimination(e) of $\wedge, \vee, \rightarrow, \neg$, as well as $\perp e, \neg\neg e$.

For each line, we write in the deduced formula and the justification. (A justification can be the words "premise", "assumption", or the applied rule and involved lines.)

The solid box demarcates the scope of assumption.

(2) Give a natural deduction proof of $p \rightarrow r, q \rightarrow r \vdash (p \vee q) \rightarrow r$.

II. Let $\phi = (A \rightarrow (B \rightarrow (C \wedge D))) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow (C \wedge D)))$.

(1) Convert $\neg\phi$ into a clause set (a formula in CNF).

(2) Prove by resolution that the obtained clause set is unsatisfiable.

III. Consider an airline service between cities.

(1) Let $F(x, y)$ denote "there is a flight from city x to city y ." Translate each of the following sentences into a formula of the predicate logic.

(a) For any city x , there is a flight leaving x for some city y .

(b) For any cities x and y , if there is a flight x to y , then there is not a flight from y to x .

(c) For any cities x, y and z , if there is a flight from x to y and there is a flight from y to z , then there is not a flight from x to z .

(2) For three cities, give a set of instances of F satisfying all of (a), (b) and (c).

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 1)

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 until the start of examination is announced.

2. 問題用紙は表紙を含め 49 枚，解答用紙は B4 判 2 枚つづり 2 部 (1 分野につき 1 部) である。このほかに，プログラミング分野専用の解答用紙 A4 判 3 枚つづり 1 部を配布している。

You are given 49 problem sheets including this cover sheet, 2 pairs of B4-sized answer sheets (1 pair for each field) and 3 A4-sized answer sheets for use with “Computer programming” field only.

3. 以下の 11 分野から 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にすること。

Select 2 fields out of the following 11 fields and answer the problems. You must use a separate pair of answer sheets for each of the fields you selected.

| | 分野 | field | page |
|----|--------------|--|------|
| 1 | 電気回路 | Circuits theory | 2 |
| 2 | 情報理論 | Information theory | 6 |
| 3 | ブール代数 | Boolean algebra | 9 |
| 4 | オートマトンと言語 | Automata and Formal languages | 12 |
| 5 | 電磁気学 | Electromagnetism | 14 |
| 6 | データ構造とアルゴリズム | Algorithms and Data structures | 17 |
| 7 | 計算機アーキテクチャ | Computer architecture | 19 |
| 8 | プログラミング | Computer programming | 32 |
| 9 | 情報通信とネットワーク | Information communication and Networks | 40 |
| 10 | デジタル信号処理 | Digital signal processing | 44 |
| 11 | 認知科学 | Cognitive science | 46 |

4. 解答用紙の全部に，専攻名，選択分野名，受験番号および氏名を記入すること。

Fill in the designated blanks at the top of each answer sheet with the department name, the selected field, your examinee number and your name.

5. 解答は解答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。

Your answers should be written on the answer sheets. You may continue to write your answer on the back of the answer sheets if you need more space. In such a case, please indicate this clearly.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 2)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。こと。
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

1. 【電気回路 (Circuits theory) 分野】

4 つの間から 2 つを選び 回答すること。必要に応じて回答用紙の裏も使用すること。

Choose two of the four questions. Use backside of the answer sheet if necessary.

【問 1】 図 1 の回路で、電圧 V_1 と電圧 V_2 の位相角の間に

$$\arg\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = \frac{\pi}{2} \text{ の関係がある。}$$

(1) R_1, R_2, X_1, X_2 の間の関係式を示せ。ただし、 $R_1 = 0, R_2 = 0, X_1 = 0, X_2 = 0$ とする。

(2) $|V_3| = 4 \text{ V}, |V_2| = 2 \text{ V}, |I| = 2 \text{ A}, \arg\left(\frac{V_3}{I}\right) = \frac{\pi}{2}$ のとき、 R_1, R_2, X_1, X_2 の各値を求めよ。

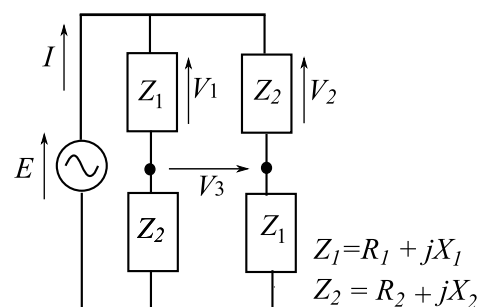


図. 1

【Q1】 Consider the circuit shown in Fig. 1, where the voltage V_1 and V_2 satisfy $\arg\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = \frac{\pi}{2}$.

(1) Find the equation representing the relation among R_1, R_2, X_1 and X_2 . Assume that $R_1 = 0, R_2 = 0, X_1 = 0, X_2 = 0$.

(2) Find the values of R_1, R_2, X_1 and X_2 , when $|V_3| = 4 \text{ V}, |V_2| = 2 \text{ V}, |I| = 2 \text{ A}$, and $\arg\left(\frac{V_3}{I}\right) = \frac{\pi}{2}$.

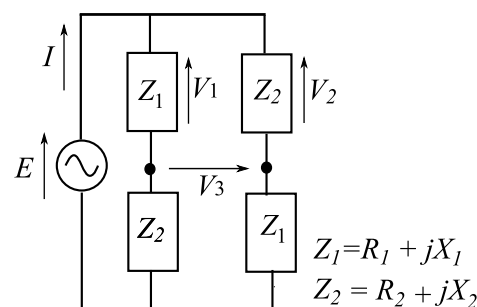


Fig. 1

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 3)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

【問 2】 図 2 のブリッジ回路においてスイッチ S を開いている時のスイッチの端子電圧は E であった．以下の問いに答えよ．

- (1) S を閉じた時に流れる電流 I_1 を求めよ．
- (2) スイッチ間に抵抗 r をつないだ時に抵抗 r に流れる電流 I_2 を求めよ．

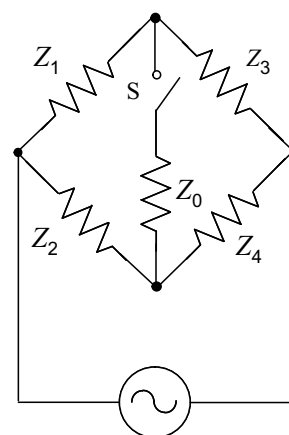


図 2

【Q2】 In the bridge circuit shown in Fig. 2, let the voltage across the open switch be E . Answer the following questions.

- (1) Find current through the switch I_1 when the switch is closed.
- (2) Find current I_2 through the switch when the switch is terminated by the resistor r .

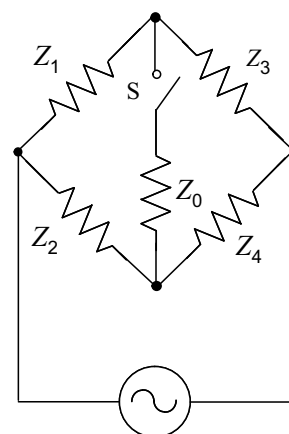


Fig. 2

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 4)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

【問 3】 図 3 においてインダクタ L_1 , L_2 間の相互インダクタンスを M とする．

- (1) 端子対 A - A' , B - B' 間のインピーダンス行列 z'_{ij}

$$\begin{bmatrix} V'_1 \\ V'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z'_{11} & z'_{12} \\ z'_{21} & z'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I'_1 \\ I'_2 \end{bmatrix}$$

を求めよ．

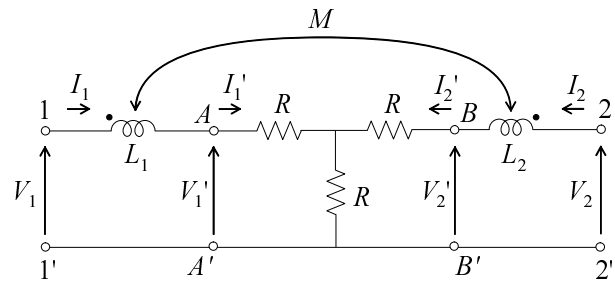


図 3

- (2) 端子対 1-1' , 2-2' 間のインピーダンス行列 z_{ij}

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

を求めよ．

【Q3】 In Fig. 3 let the mutual inductance between L_1 and L_2 be M .

- (1) Find impedance matrix z'_{ij} between terminal pairs A - A' , B - B' .

$$\begin{bmatrix} V'_1 \\ V'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z'_{11} & z'_{12} \\ z'_{21} & z'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I'_1 \\ I'_2 \end{bmatrix}$$

- (2) Find impedance matrix z_{ij} between terminal pairs 1-1' , 2-2'.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

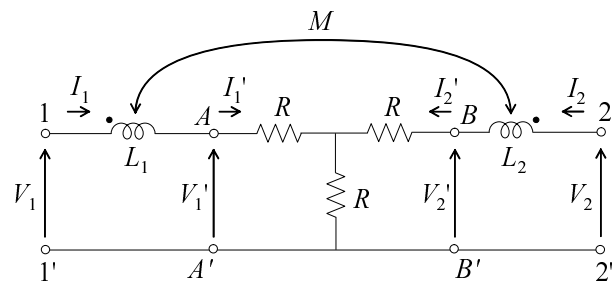


Fig. 3

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 5)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

【問 4】 図 4 の回路において，スイッチ S を $t = 0$ で開き， $t = 1$ で閉じる． $t > 0$ における $i(t)$ を求めよ．ただし，スイッチを開く直前に回路は定常状態にあるとする．

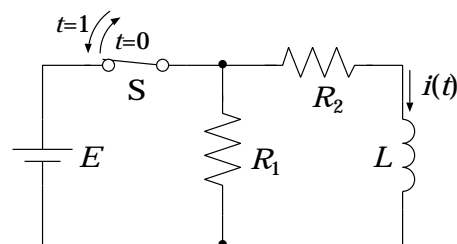


図 4

【Q4】 In Fig. 4, let switch S be opened at $t = 0$ and closed at $t = 1$. Find the current waveform $i(t)$ for $t > 0$ under the assumption that the circuit is in steady state just before the switch is opened at $t = 0$.

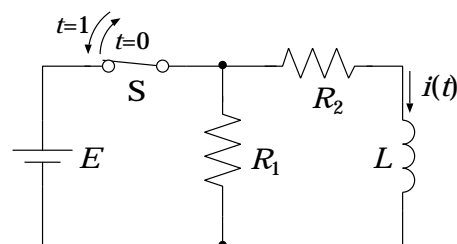


Fig. 4

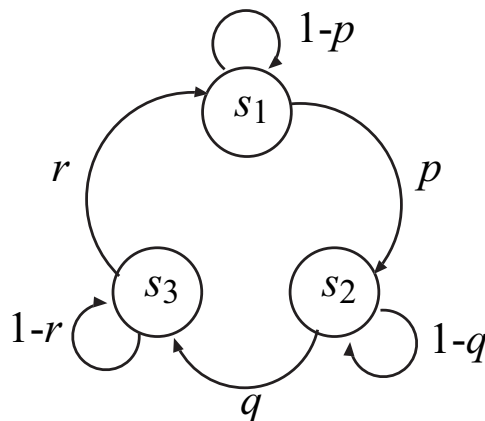
専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 6)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

2. 【情報理論 (Information theory) 分野】

- (1) 次の状態遷移図で表されるマルコフ情報源 S_M を考える．状態 s_i に遷移する際に情報源記号 i を出力するものとし， p, q, r は状態遷移確率を表す定数とする．



- (a) このマルコフ情報源の定常分布を求めよ．
- (b) このマルコフ情報源 S_M の (1 文字あたり) のエントロピー $H(S_M)$ を求めよ．必要ならばエントロピー関数 $h(x) = -x \log_2 x - (1-x) \log_2 (1-x)$ を用いて解答してもよい．
- (c) 以下， $p = r = 1/2, q = 1$ とする．必要ならば $\log_2 3 \simeq 1.58, \log_2 5 \simeq 2.32$ を用いよ．
- (i) 定常状態にある情報源 S_M から記号 i がある時刻に出力される確率 p_i ($i = 1, 2, 3$) を求めよ．
 - (ii) 記号 i の出力確率が p_i ($i = 1, 2, 3$) である無記憶情報源 S_D のエントロピー $H(S_D)$ を求めよ．
 - (iii) $H(S_M)$ と $H(S_D)$ が異なる理由を説明せよ．

Consider a Markov information source S_M illustrated in the above figure, where p, q , and r are constants specifying state transition probabilities. The information source S_M outputs a symbol “ i ” at the transition to the state s_i .

- (a) Compute the stationary distribution of S_M .

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 7)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- (b) Compute the entropy (per symbol) $H(S_M)$ of S_M . Use the entropy function $h(x) = -x \log_2 x - (1-x) \log_2 (1-x)$, if necessary.
- (c) Hereafter, assume $p = r = 1/2, q = 1$. Use $\log_2 3 \simeq 1.58, \log_2 5 \simeq 2.32$, if necessary.
- (i) Compute p_i ($i = 1, 2, 3$) which represents the probability that S_M in its steady state outputs the symbol “ i ”.
- (ii) Compute the entropy $H(S_D)$ of a memoryless information source S_D which has the same output probability p_i ($i = 1, 2, 3$).
- (iii) Describe the reason why $H(S_M)$ and $H(S_D)$ are different.
- (2) アルファベットが $\mathcal{X} = \{0, 1\}$, $x \in \mathcal{X}$ の確率分布が $P(x)$ ($x \in \mathcal{X}$) である離散無記憶情報源 S について次の問に答えよ．必要ならばスターリングの公式 $\ln(m!) \simeq m \ln m - m$ ($m = 1, 2, \dots$) を用いて良い．ここに, \ln は自然対数, $m!$ は m の階乗を表す．
- (a) $q = P(1)$ とおく． $n \geq 2$ かつ $0 < m < n$ なる整数 m, n について, 文字列 x^n ($= x_1 x_2 \dots x_n \in \mathcal{X}^n$) であって, 現れる 1 の数が m に等しいものを集めた集合を $T_n(m)$ で表す．すなわち,

$$T_n(m) = \{x^n \in \mathcal{X}^n \mid \sum_{t=1}^n x_t = m\}.$$

とする．このとき, $T_n(m)$ の各要素 x^n についてその発生確率 $P(x^n)$ を求めて, その値がすべて等しいことを示せ．

- (b) 上記 $T_n(m)$ の要素の数がおよそ $\exp(nh_e(m/n))$ であることを示せ．ただし, h_e は $h_e(y) = -y \ln y - (1-y) \ln(1-y)$ で定義されるエントロピー関数とする．

Suppose that we have a discrete memoryless source S with the alphabet $\mathcal{X} = \{0, 1\}$ and the probability mass function $P(x)$ for $x \in \mathcal{X}$. Answer the following questions. If necessary, you may use Stirling's formula $\ln(m!) \simeq m \ln m - m$ ($m = 1, 2, \dots$), where ‘ \ln ’ denotes the natural logarithm and $m!$ is the factorial of m .

- (a) Let $q = P(1)$. For integers n and m ($n \geq 2$ and $0 < m < n$), let $T_n(m)$ denote the set which consists of the sequence x^n ($= x_1 x_2 \dots x_n \in \mathcal{X}^n$) such that it contains m 1's:

$$T_n(m) = \{x^n \in \mathcal{X}^n \mid \sum_{t=1}^n x_t = m\}.$$

専 門 科 目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 8)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

Then, show that $P(x^n)$ is identical for all x^n 's by finding the probability $P(x^n)$ that x^n is generated.

- (b) Show that the cardinality of $T_n(m)$ is approximately equal to $\exp(nh_e(m/n))$. Here, h_e denotes the entropy function defined by $h_e(y) = -y \ln y - (1 - y) \ln(1 - y)$

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 9)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

3. 【ブール代数 (Boolean algebra) 分野】

半順序集合 (A, \leq) に対するハッセ図とは、以下のように (A, \leq) を 2 次元平面に描画したものである。

A の各元を点で表す。 A の任意の元 x, y に対して、 $x < y$ であり、かつ、 $x < z < y$ となる A の元 z が存在しないとき、 x を y より下方に描き、 x と y を線分で結ぶ。

図 (a), (b), (c) のハッセ図によって与えられる、集合 $A = \{0, 1, a, b, c, d\}$ に対する 3 つの半順序集合 (A, \leq_1) , (A, \leq_2) , (A, \leq_3) について以下の各問に答えよ。

(1) 半順序集合 (A, \leq_1) , (A, \leq_2) , (A, \leq_3) のうち、束ではないものを、その理由とともに示せ。半順序集合 (A, \leq) が束であるとは、 A の任意の元 x, y に対し集合 $\{x, y\}$ の上限 (最小上界) $x \vee y$, 下限 (最大下界) $x \wedge y$ が存在するときをいう。

(2) 半順序集合 (A, \leq_1) , (A, \leq_2) , (A, \leq_3) のうち、束ではあるが分配束ではないものを、その理由とともに示せ。束 (A, \leq) が分配束であるとは、 A の任意の元 x, y, z に対し、

$$x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$$

が成り立つときをいう。

(3) 半順序集合 (A, \leq_1) , (A, \leq_2) , (A, \leq_3) のうち、分配束ではあるがブール束ではないものを、その理由とともに示せ。束 (A, \leq) がブール束であるとは、最大元 1, 最小元 0 をもつ分配束であり、かつ A の任意の元 x に対し、 x の補元、すなわち

$$x \wedge y = 0, \quad x \vee y = 1$$

を満たす A の元 y が存在するときをいう。

(4) 一般に、ブール束の任意の元 x に対し、 x の補元は一意に定まることを証明せよ。

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 10)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

The Hasse diagram for a partially-ordered set (A, \leq) is a drawing of (A, \leq) defined as follows.

The elements of A are drawn as points. For any elements x, y of A , if $x < y$ and there is no z in A such that $x < z < y$, then x appears lower than y and the line segment between x and y is included in the drawing.

Consider the three partially-ordered sets (A, \leq_1) , (A, \leq_2) and (A, \leq_3) for $A = \{0, 1, a, b, c, d\}$ given by the Hasse diagrams of Fig. (a),(b) and (c), respectively. Solve the following problems.

- (1) Indicate which of the partially-ordered sets (A, \leq_1) , (A, \leq_2) and (A, \leq_3) are not lattices. Explain your answer. A partially-ordered set (A, \leq) is a lattice if for any elements x, y of A , the supremum (the least upper bound) $x \vee y$ and the infimum (the greatest lower bound) $x \wedge y$ of the set $\{x, y\}$ exist.
- (2) Indicate which of the partially-ordered sets (A, \leq_1) , (A, \leq_2) and (A, \leq_3) are lattices but not distributive lattices. Explain your answer. A lattice (A, \leq) is distributive if for any elements x, y, z of A ,

$$x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z).$$

- (3) Indicate which of the partially-ordered sets (A, \leq_1) , (A, \leq_2) and (A, \leq_3) are distributive lattices but not Boolean lattices. Explain your answer. A lattice (A, \leq) is a Boolean lattice if it is a distributive lattice with greatest element 1 and least element 0 and, for any element x of A , there exists a complement of x , that is, an element y of A such that

$$x \wedge y = 0, \quad x \vee y = 1.$$

- (4) Prove that for any element x of a Boolean lattice, there uniquely exists a complement of x .

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 11)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

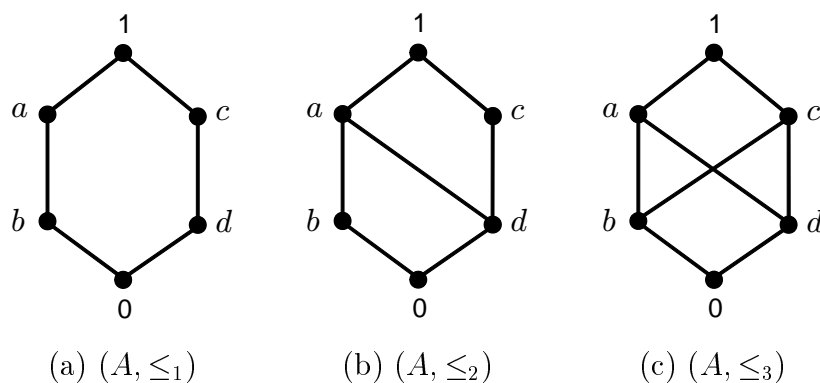


図: 3 つの半順序集合 (A, \leq_1) , (A, \leq_2) , (A, \leq_3) を表すハッセ図

Fig.: The Hasse diagrams for the three partially-ordered sets (A, \leq_1) , (A, \leq_2) and (A, \leq_3) .

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 12)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

4. 【オートマトンと言語 (Automata and Formal languages) 分野】

次の各問いに答えよ．

Answer the following questions.

(1) 有限オートマトンと正規表現について次の各問いに答えよ．

Answer the following questions about finite automata and regular expressions.

- (a) 図 1 を状態遷移図にもつ決定性有限オートマトンが受理する言語の正規表現を記述せよ．

Describe a regular expression of the language which is accepted by the deterministic finite automaton with the state diagram in Fig. 1.

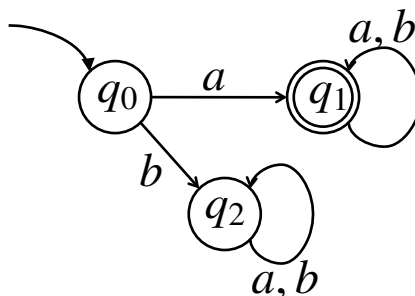


図 1 (Fig. 1)

- (b) 正規表現 $a^*b(a+b)^*$ が示す言語を受理する決定性有限オートマトンの状態遷移図を与えよ．

Describe a state diagram for a deterministic finite automaton which accepts the language expressed by the regular expression $a^*b(a+b)^*$.

- (c) 図 2 を状態遷移図にもつ非決定性有限オートマトンが受理する言語の正規表現を記述せよ．

Describe a regular expression of the language which is accepted by the non-deterministic finite automaton with the state diagram in Fig. 2.

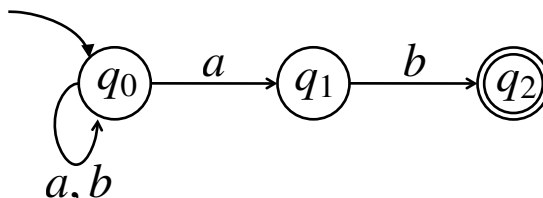


図 2 (Fig. 2)

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 13)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。こと。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- (d) 図 2 を状態遷移図にもつ非決定性有限オートマトンと等価な決定性有限オートマトンの状態遷移図を与えよ。

Describe a state diagram for a deterministic finite automaton which is equivalent to the non-deterministic finite automaton with the state diagram in Fig 2.

- (2) 文脈自由文法とプッシュダウンオートマトンについて次の各問いに答えよ。

Answer the following questions about context-free grammars and pushdown automata.

- (a) 文脈自由文法 $P \rightarrow \varepsilon \mid 0 \mid 1 \mid 0P0 \mid 1P1$ が生成する言語を説明せよ。

Describe the language with the context-free grammar $P \rightarrow \varepsilon \mid 0 \mid 1 \mid 0P0 \mid 1P1$.

- (b) 言語 $\{xx^R \mid x \in \{0, 1\}^*\}$ を生成する文脈自由文法を設計せよ。

Design a context-free grammar which generates the language $\{xx^R \mid x \in \{0, 1\}^*\}$.

- (c) 言語 $\{xx^R \mid x \in \{0, 1\}^*\}$ を受理する非決定性プッシュダウンオートマトンを設計せよ。設計に関しては、必ずしも遷移関数を与える必要はないが、スタック (プッシュダウンストア) を含めた状態の遷移が分かるように図を使って説明すること。

Design a pushdown automaton which accepts the language $\{xx^R \mid x \in \{0, 1\}^*\}$. Note that you do not need to describe a transition function but provide a simple description with figures which shows transitions between configurations of the automaton including those of the stack tape (pushdown store).

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 14)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

5. 【電磁気学 (Electromagnetism) 分野】

問 1 から問 3 の 3 問の中から 2 問を選んで解答せよ．その際，解答用紙は 2 枚使用し，選んだ問題毎に解答用紙を別にする．

Select 2 out of the following 3 questions from [1] to [3] and answer the question. Use two answer sheets and use a separate answer sheet for each question.

問 1 図 1 のように，半径 a の導体球 I と内半径 b および外半径 c の導体球殻 II が同心状に配置されている．導体の外部は真空中で誘電率は ε_0 である．次の問いに答えよ．

- (1) 導体球 I に Q_1 ，導体球殻 II に Q_2 の電荷を与えたとき，この導体系に蓄えられている静電エネルギーを求めよ．また，導体球殻の内側表面に単位面積あたり働く力の大きさを求めよ．
- (2) 次に，導体球 I を接地した．接地後に導体系に蓄えられている静電エネルギーを求めよ．
- (3) 上記 (1) と (2) の静電エネルギーの差は何故生じたか説明せよ．

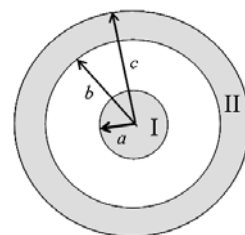


図 1

[1] A spherical conductor I with a radius of a and a spherical shell conductor II with an inner radius of b and an outer radius of c are arranged concentrically in vacuum, as shown in Fig.1. The permittivity of vacuum is ε_0 . Answer the following questions.

- (1) The conductors I and II are charged with electric charges of Q_1 and Q_2 , respectively. Give the electrostatic energy of the system and give the electrostatic force per unit area acting on the inner surface of the conductor II.
- (2) Then, the conductor I is earthed. Give the electrostatic energy of the system.
- (3) Explain the reason for the difference between the electrostatic energy in the previous question of (1) and that of (2).

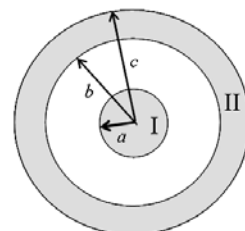


Fig.1

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 15)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

問 2 次の各問に答えよ．真空中の誘電率は $\varepsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ とする．ただし，端効果は無視する．

- (1) 比誘電率が 10 の誘電体が 2 kV/m の電界中に置かれている．この誘電体の分極の強さ，分極率，電束密度を求めよ．
- (2) 図 2(a) に示すように電極板間の間隔が 10 mm でその面積が十分広い平行板空気コンデンサがある．次に，図 2(b) に示すように電極板の間隔を 12 mm に増し，電極板間に厚さ 8 mm の誘電体を挿入したところ静電容量は 2 倍になった．この誘電体の比誘電率を求めよ．



図 2(a)

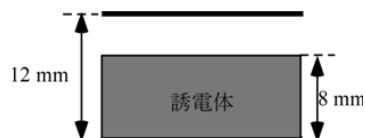


図 2(b)

- (3) 比誘電率が 10 の誘電体を用いて静電容量 10 pF ， 5 kV まで電圧をかけられる平行平板コンデンサを作りたい．この誘電体中の電界を 1 kV/mm とする．極板面積を求めよ．

[2] Answer the following questions. The permittivity in a vacuum is $\varepsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$. The edge effect can be neglected.

- (1) The dielectric material with a dielectric constant 10 is put into the electric field of 2 kV/m . Give the strength of the polarization of this dielectrics, the polarizability and the electric flux density.
- (2) As shown in Fig.2(a), there is a parallel-plate air capacitor whose electrode plates are at the gap of 10 mm . Then, as shown in Fig2(b), when the gap was increased to 12 mm and a dielectric material 8 mm thick was inserted in this gap, the electrostatic capacity of this capacitor becomes doubled. Give the dielectric constant of this dielectric material.



Fig. 2(a)

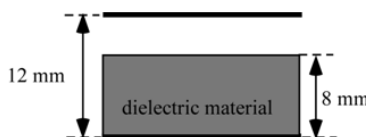


Fig.2(b)

- (3) There is a dielectric material with a dielectric constant 10. When the electric field in this dielectric is 1 kV/mm , in order to design a capacitor of which electric capacity is 10 pF and of which maximum applied voltage is 5 kV , calculate how large area of the electrode plate should be made.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 16)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

問 3 図 3 に示すように，単位長さ当たりの抵抗が R である半径 a の円柱導体に直流電流 I が一様に流れている．ただし，すべての領域で透磁率は μ とする．以下の問いに答えよ．

- (1) 円柱導体の中心軸からの距離を r とした時，導体内外の磁界の大きさ H を r の関数として求めよ．
- (2) 導体内部に蓄えられる単位長さ当たりの磁気エネルギー U_m を求めよ．
- (3) 導体内の電界の大きさ E を求めよ．
- (4) 導体の表面におけるポインティングベクトル \mathbf{S} の大きさと向きを求めよ．
- (5) 導体表面から導体内部に供給されている単位長さ当たりの電力 P をポインティングベクトルを用いて求めよ．



図 3

[3] As shown in Fig. 3, there is a cylindrical conductor with a resistance per unit length of R , and direct current I flows uniformly in the conductor. Here, the permeability is μ in all space.

- (1) Give the magnetic field strength H inside and outside the conductor, as a function of distance r from the center of the conductor.
- (2) Give the magnetic energy U_m that is stored inside the conductor per unit length.
- (3) Give the electric field strength E inside the conductor.
- (4) Give the direction and the magnitude of the Poynting vector \mathbf{S} at the surface of the conductor.
- (5) Power P is transmitted into the conductor from the surface of the conductor. Calculate the power P using the Poynting vector \mathbf{S} .



Fig. 3

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 17)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

6. 【データ構造とアルゴリズム (Algorithms and Data structures) 分野】

I. 整数キーの集合 $K = \{4, 7, 11, 23, 41, 71\}$ を格納するハッシュ表を考える。

- (1) ハッシュ関数を $h(x) = x \bmod 7$ とする。 K の要素を小さい順に挿入した後のハッシュ表を書け。衝突はチェーン法を用いて解消し、新しい要素はリストの先頭に挿入するものとする。
- (2) ハッシュ関数 $h'(x) = x \bmod m$ を用いて、 K に対して衝突が発生しないようにしたい。そのような m のうちで最小のものを求めよ。
- (3) 一般に、整数キーの集合を格納するハッシュ関数を設計する際に、ハッシュ関数 $h''(x) = x \bmod m$ の m を 2 のべきとなる数に選んだ場合に予想される問題点を述べよ。

I. Let us design a hash table for containing a set of integer keys $K = \{4, 7, 11, 23, 41, 71\}$.

- (1) Let us assume we use a hash function $h(x) = x \bmod 7$. Describe the hash table after inserting the elements of K in ascending order. We assume a collision is resolved by chaining, and a new element is inserted at the top of a list.
- (2) Find the smallest m where K does not cause any collision when a hash function $h'(x) = x \bmod m$ is used.
- (3) Identify a possible shortcoming when we use a hash function $h''(x) = x \bmod m$, where m equals to a power of 2 for containing a set of integer keys in general.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 18)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

II. 次の線形計画問題の最適解の変数の値と目的関数値を求めよ．

Find the values of variables and the objective functions of the optimal solutions for the following linear programming problems.

(1)

$$\begin{aligned} & \text{maximize} && 7x_1 + 9x_2 \\ & \text{subject to} && 3x_1 + 5x_2 \leq 30 \\ & && x_1 + x_2 \leq 8 \\ & && x_1 \leq 7 \\ & && x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} & \text{maximize} && 6x_1 + 7x_2 \\ & \text{subject to} && 3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 6 \\ & && 8x_1 + 7x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 18 \\ & && x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$$

III. 最小全域木問題を解くアルゴリズムの概略を説明せよ．

Explain an outline of an algorithm for solving the minimum spanning tree problem.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 19)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

7. 【計算機アーキテクチャ(Computer architecture) 分野】

次の各問に答えよ。

(1) 以下のブール論理式の等式が成り立つことを証明せよ。

(a) $\overline{abc + \bar{a}de} = a(\bar{b} + \bar{c}) + \bar{a}(\bar{d} + \bar{e})$

(b) $a(\bar{b} + \bar{c}) + b(\bar{c} + \bar{a}) + c(\bar{a} + \bar{b}) = (a + b + c)(\bar{a} + \bar{b} + \bar{c})$

(2) 1 ビット入力, 1 ビット出力の有限状態機械 \mathcal{M} の入出力応答が以下の様に表される時, \mathcal{M} の状態数最小の状態遷移表を示せ。ただし, $I(t)$, $O(t)$ はそれぞれ時刻 t における入力と出力の値とする。また, \bar{a} は a の論理否定を表すものとし, $a \oplus b$ は a と b の排他的論理和 (Exclusive-OR) を表すものとする。

– $O(0) = \overline{I(0)}$

– $O(1) = I(1) \oplus I(0)$

– $O(t) = I(t) \oplus I(t-2)$ ただし, $t \geq 2$

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 20)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。こと。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- (3) 図 1 はあるプロセッサの構造を示している。このプロセッサは $r0 \sim r3$ の 4 つのレジスタを備える。命令 `mov rx, [ry+n]+` は、メモリの $ry+n$ 番地の内容をレジスタ rx に転送し、その後 ry に 2 を加算する命令である。ただし、 rx, ry は $r0 \sim r3$ のいずれかのレジスタとし、 rx と ry に同じレジスタを指定してはならないものとする。また、 n は -128 から 127 までの整数とする。

このプロセッサの命令語は 16 ビット幅であり、上述の命令の書式は以下の通りであるものとする。 $op, dr, br, offset$ はそれぞれ 4 ビット, 2 ビット, 2 ビット, 8 ビットの幅である。 op フィールドには当該命令の命令コード、 dr にはレジスタ rx の番号、 br にはレジスタ ry の番号、 $offset$ には n が 2 の補数表現で格納される。

| | | | |
|----|----|----|--------|
| op | dr | br | offset |
|----|----|----|--------|

上述の命令の実行には複数クロックサイクルを要する。プロセッサの制御部は、この命令の実行に際して、PC の指す番地から命令語を取り出して IR に格納し、次の命令の番地を指すように PC を更新し、 $ry+n$ 番地からデータを読み出して rx に格納し、同時に ry に 2 を加算する処理を正しく実行できるように、図中点線で示される各制御信号を設定する。第 1 のクロックで、PC の指す番地から命令語を取り出して IR に格納すると同時に、次の命令の番地に PC を更新できるように、制御信号を設定するとものとする。各クロックで各制御信号をどのように設定すればよいか、表 1 を完成させよ。表は解答用紙に自分で描くこと。表中には 2 進数のほか、Don't Care を意味する X、IR に格納されている命令語の各フィールド名 ($op, dr, br, offset$) を記入してよい。ただし、命令の実行に必要なクロックサイクル数をできる限り小さくすること。8 クロックサイクル未満で処理できる場合、余った欄は斜線で消すこと。

図中の各コンポーネントの機能仕様は以下の通りである。

- Register File : 4 つの 16 ビットレジスタ $r0 \sim r3$ を含む。RReg (2 ビット) で指定された番号のレジスタを DO (16 ビット) から出力する。レジスタに書込みを行う場合は、クロック立ち上がり時に、WReg (2 ビット) に書込みを行うレジスタの番号を、DI (16 ビット) に書込み値を、RegWrite に 1 を指定する。RegWrite が 0 の場合、レジスタは一切更新されない。なお、このレジスタは入力変更後 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で読み書きを完了できるものとする。

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 21)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- ALU : ふたつの入力 A (16 ビット) , B (16 ビット) について ALUOp (3 ビット) で指定される演算を適用し , その結果を Y (16 ビット) に出力する組み合わせ論理回路である . ALUOp の指定値と適用される演算の関係は以下の通りである . なお , この ALU は入力変更後 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で結果が出力できるものとする .

| ALUOp | 演算 (Operation) |
|-------|---------------------------------|
| 000 | 符号つき加算 (Signed Addition) |
| 001 | 符号つき減算 (Signed Subtraction) |
| 010 | 符号なし加算 (Unsigned Addition) |
| 011 | 符号なし減算 (Unsigned Subtraction) |
| 100 | AND |
| 101 | OR |
| 110 | XOR |
| 111 | Don't Care |

- Memory : バイトアドレッシング , すなわち 1 番地につき 1 バイトを格納できるメモリである . アドレスは 16 ビットである . また , データも 16 ビット単位で扱い , ワードデータ (16 ビットデータ) はビッグエンディアン方式で格納されるものとする . 読出しを行う場合は , 読出し番地を Adrs (16 ビット) に指定し , MemRead を 1 にする . 読出し値は DO (16 ビット) に出力される . 書込みを行う場合は , クロック立ち上がり時に , Adrs (16 ビット) に書込み番地を , DI (16 ビット) に書込み値を , MemWrite に 1 を指定する . MemWrite が 0 の場合 , メモリは一切更新されない . MemRead と MemWrite を同時に 1 にしてはならないものとする . また , Adrs に指定される番地は常に 2 の倍数であるものとする . なお , このメモリは入力変更後 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で読み書きを完了できるものとする .
- PC : 16 ビットのプログラムカウンタである . 書込みを行う場合は , クロック立ち上がり時に , PCWrite に 1 を指定する . PCWrite が 0 の場合 , PC は一切更新されない . なお , PC は 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で書込みを完了できるものとする .
- ALUAR , ALUBR , ADR , DTR , IR , MDR : いずれも 16 ビットのレジスタである . ALUAR に書込みを行う場合 , クロック立ち上がり時に , ALUARWrite に 1 を指定する . ALUARWrite が 0 の場合 , ALUAR は一切更新されない . ALUBR ,

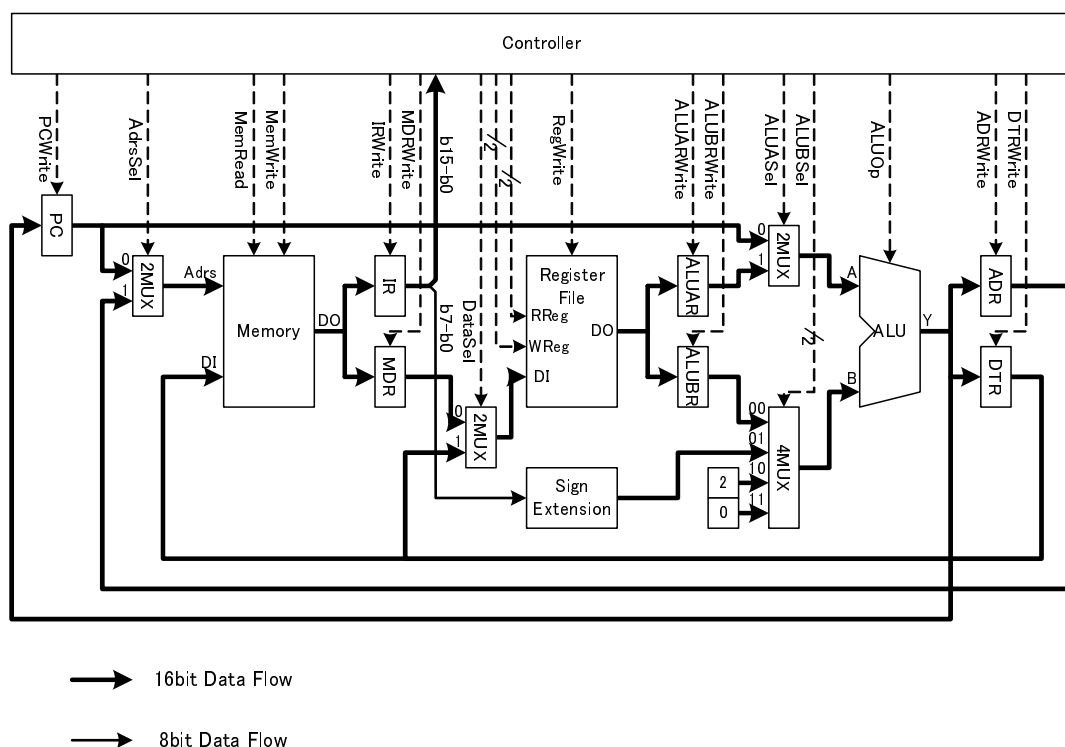
専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 22)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

ADR , DTR , IR , MDR についても同様である．なお , これらのレジスタは 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で書き込みを完了できるものとする．

- 2MUX : 16 ビットの 2 入力マルチプレクサである．制御信号 (図中では点線で表記) が 0 のときは入力 0 を , 1 のときは入力 1 を出力する．なお , この 2MUX は入力変更後 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で出力を切り替えられるものとする．
- 4MUX : 16 ビットの 4 入力マルチプレクサである．制御信号 (図中では点線で表記) が 00 , 01 , 10 , 11 のとき , それぞれ入力 00 , 入力 01 , 入力 10 , 入力 11 を出力する．なお , この 4MUX は入力変更後 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で出力を切り替えられるものとする．
- Sign Extension : 8 ビットの入力を 16 ビットに符号拡張して出力する．なお , この Sign Extension は入力変更後 1 クロックサイクルよりも十分に短い時間で結果が出力できるものとする．



専 門 科 目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 23)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

表 1: 制御信号の設定

| Signal | 1st Clk | 2nd Clk | 3rd Clk | 4th Clk | 5th Clk | 6th Clk | 7th Clk | 8th Clk |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PCWrite | 1 | | | | | | | |
| AdrsSel | 0 | | | | | | | |
| MemRead | 1 | | | | | | | |
| MemWrite | 0 | | | | | | | |
| IRWrite | 1 | | | | | | | |
| MDRWrite | 0 | | | | | | | |
| DataSel | X | | | | | | | |
| RReg | X | | | | | | | |
| WReg | X | | | | | | | |
| RegWrite | 0 | | | | | | | |
| ALUARWrite | 0 | | | | | | | |
| ALUBRWrite | 0 | | | | | | | |
| ALUASel | 0 | | | | | | | |
| ALUBSel | 10 | | | | | | | |
| ALUOp | 000 | | | | | | | |
| ADRWrite | 0 | | | | | | | |
| DTRWrite | 0 | | | | | | | |

専門科目 (Specialized subjects)

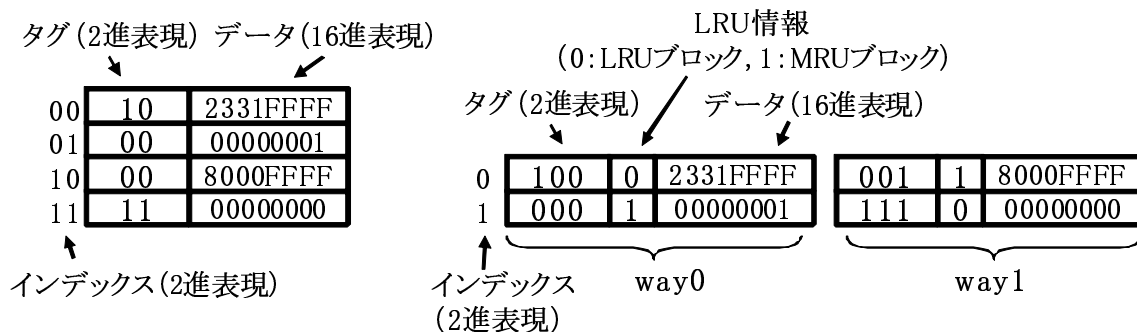
(49 枚中の 24)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- (4) マイクロプロセッサに搭載されるキャッシュ・メモリについて考える．ブロックサイズは 4 バイト (1 語) , アドレス長は 6 ビットとする．ここで , 以下に示すバイトアドレス (2 進表現) に対して , 1 から 8 の順番でキャッシュ・アクセスが発生したとする．

1:100000 , 2:111100 , 3:110000 , 4:000100 , 5:100000 , 6:001100, 7:111100, 8:001100

- (a) 初期状態が図 2(A) であるダイレクトマップ方式の場合のキャッシュヒット率を求めよ．
 (b) 初期状態が図 2(B) である 2 ウェイセットアソシアティブ方式の場合のキャッシュヒット率を求めよ．ただし , キャッシュ・ブロックの置換は LRU (Least Recently Used) 法を前提とする．



(A) ダイレクトマップ・キャッシュの場合 (B) 2ウェイ・セットアソシアティブ・キャッシュの場合
 図2: キャッシュの初期状態 (全てのデータは有効)

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 25)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

(1) Prove the following Boolean logic equations.

(a) $\overline{abc + \bar{a}de} = a(\bar{b} + \bar{c}) + \bar{a}(\bar{d} + \bar{e})$

(b) $a(\bar{b} + \bar{c}) + b(\bar{c} + \bar{a}) + c(\bar{a} + \bar{b}) = (a + b + c)(\bar{a} + \bar{b} + \bar{c})$

(2) Consider a finite state machine \mathcal{M} with 1-bit input and 1-bit output whose output response is given below. Depict the state transition table of \mathcal{M} with the minimum number of states. In the following equations, $I(t)$ and $O(t)$ denote the values of the input and the output at time t , respectively. \bar{a} means logical-NOT and $a \oplus b$ means Exclusive-OR.

– $O(0) = \overline{I(0)}$

– $O(1) = I(1) \oplus I(0)$

– $O(t) = I(t) \oplus I(t - 2)$, where $t \geq 2$

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 26)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- (3) Fig.1 shows the internal structure of a microprocessor. This microprocessor has four registers $r0-r3$. An instruction `mov rx, [ry+n]+` transfers the value of the memory location whose address is $ry+n$ to the register rx and then adds two to the register ry . Registers rx and ry must be $r0-r3$, but rx and ry should not be an identical register. n is an integer constant between -128 and 127 .

The instruction word of this microprocessor is 16 bits width. The above instruction is formatted as follows where fields `op`, `dr`, `br`, and `offset` are 4 bits, 2 bits, 2bits, and 8 bits width, respectively. Field `op` is the op-code of the instruction. Fields `dr` and `br` are the register number of rx and ry , respectively. Field `offset` stores n in two's complement representation.

| | | | |
|----|----|----|--------|
| op | dr | br | offset |
|----|----|----|--------|

The above instruction requires multiple clock cycles for its execution. The controller of this microprocessor sets its control signals, shown in dotted lines in the figure, properly to fetch the instruction word from the memory location specified by PC, store it in IR, update PC to point the next instruction, read the value of the memory location $ry+n$, store it in rx , and add two to ry . Suppose that, in the first clock cycle of execution, the microprocessor sets its control signals to fetch the instruction word from the memory location specified by PC, store it in IR, and update PC to point the next instruction. **Complete the Table 1 to show appropriate configuration of the control signals in each clock cycle to execute the instruction properly.** You should draw the table in the answer sheet by yourself. You can fill the blank cells with X meaning Don't Care, field names of the instruction word stored in IR (namely, `op`, `dr`, `br`, and `offset`) as well as binary numbers. The instruction must be executed in the minimum clock cycles. If the instruction can be executed in less than 8 clock cycles, mark the remained columns in the table by slash lines.

The functional specifications of the components shown in the figure are as follows:

- **Register File:** The register file has four registers $r0-r3$ of 16 bits width. The register file has a 2 bits input RReg and a 16 bits output DO. The value of the register whose number is specified by RReg is output to DO. To update the value

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 27)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

of the register, it is required to specify the register number by a 2 bits input WReg and the value by a 16 bits input DI with letting an input RegWrite 1 at an up-edge of the clock. Any register is not updated if RegWrite is 0. Suppose that the register file can finish reading and writing of the registers within an interval enough shorter than one clock cycle after change of its inputs.

- **ALU:** The ALU is a combinatorial logic circuit that performs the operation specified by a 3 bits input ALUOp on a couple of 16 bits inputs A and B and provides its result to a 16 bits output Y. The ALU performs an operation depending on the value of ALUOp as follows. Suppose that the ALU can provide the result within an interval enough shorter than one clock cycle after change of its inputs.

| ALUOp | Operation |
|-------|----------------------|
| 000 | Signed Addition |
| 001 | Signed Subtraction |
| 010 | Unsigned Addition |
| 011 | Unsigned Subtraction |
| 100 | AND |
| 101 | OR |
| 110 | XOR |
| 111 | Don't Care |

- **Memory:** This microprocessor equips a byte-addressing memory unit, namely the memory location indexed by one address can store one byte data. Its address width is 16 bits. The memory deals with data by word, namely 16 bits. The word data is stored in the Big-Endian fashion. To read a memory location, it is required to specify the address by a 16 bits input Adrs with letting an input MemRead 1. The value of the specified memory location is provided to a 16 bits output DO. To write a memory location, it is required to specify the address by Adrs and the value by a 16 bits input DI with letting an input MemWrite 1 at an up-edge of the clock. Any memory location is not updated if MemWrite is 0. MemRead and MemWrite should not be 1 at the same time. Suppose that the address specified by Adrs is always a multiple number of two and that the memory can finish reading and writing of

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 28)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

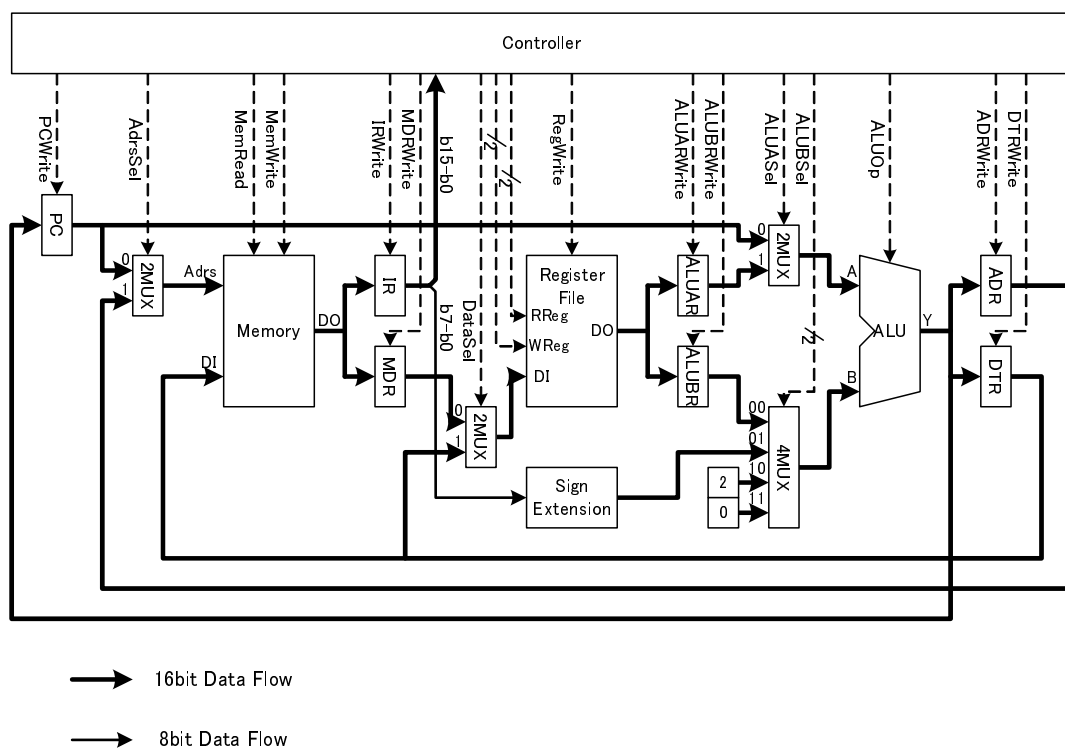
the memory locations within an interval enough shorter than one clock cycle after change of its inputs.

- **PC:** PC is a program counter of 16 bits width. To update PC, it is required to let PCWrite 1 at an up-edge of the clock. PC is not updated if PCWrite is 0. Suppose that PC can be updated within an interval enough shorter than one clock cycle.
- **ALUAR, ALUBR, ADR, DTR, IR, MDR:** ALUAR , ALUBR , ADR , DTR , IR and MDR are registers of 16 bits width. To update ALUAR, it is required to let ALUARWrite 1 at an up-edge of the clock. ALUAR is not updated if ALUARWrite is 0. Similar for ALUBR, ADR, DTR, IR, and MDR. Suppose that these registers can be updated within an interval enough shorter than one clock cycle.
- **2MUX:** The 2MUX is a dual-inputs multiplexer. If its control signal (shown in the dotted line in the figure) is 0 or 1, input 0 or 1 is selected for its output, respectively. Suppose that the 2MUX can finish switching within an interval enough shorter than one clock cycle.
- **4MUX:** The 4MUX is a quad-inputs multiplexer. If its control signal (shown in the dotted line in the figure) is 00, 01, 10, or 11, input 00, 01, 10, or 11 is selected for its output, respectively. Suppose that the 4MUX can finish switching within an interval enough shorter than one clock cycle.
- **Sign Extension:** The sign extension unit performs sign extension on an 8 bits input and provides the result to a 16 bits output. Suppose that the sign extension unit can provide the result within an interval enough shorter than one clock cycle after change of its inputs.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 29)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.



専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 30)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

Table 1: Configuration of Control Signals

| Signal | 1st Clk | 2nd Clk | 3rd Clk | 4th Clk | 5th Clk | 6th Clk | 7th Clk | 8th Clk |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PCWrite | 1 | | | | | | | |
| AdrsSel | 0 | | | | | | | |
| MemRead | 1 | | | | | | | |
| MemWrite | 0 | | | | | | | |
| IRWrite | 1 | | | | | | | |
| MDRWrite | 0 | | | | | | | |
| DataSel | X | | | | | | | |
| RReg | X | | | | | | | |
| WReg | X | | | | | | | |
| RegWrite | 0 | | | | | | | |
| ALUARWrite | 0 | | | | | | | |
| ALUBRWrite | 0 | | | | | | | |
| ALUASel | 0 | | | | | | | |
| ALUBSel | 10 | | | | | | | |
| ALUOp | 000 | | | | | | | |
| ADRWrite | 0 | | | | | | | |
| DTRWrite | 0 | | | | | | | |

専 門 科 目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 31)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
 Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

- (4) Consider a cache memory implemented in a microprocessor chip. Assume that the block size is 4 bytes (1 word) and the address width is 6 bits. Here, we have the following sequence of byte-address accesses (represented in the binary numeral system), the order of which is from 1 to 8.

1:100000 , 2:111100 , 3:110000 , 4:000100 , 5:100000 , 6:001100, 7:111100, 8:001100

- (a) Find the cache hit rate by assuming a direct mapped cache with the initial state given by Fig. 2(A).
- (b) Find the cache hit rate by assuming a two-way set associative cache with the initial state given by Fig. 2(B). Assume LRU (Least Recently Used) cache block replacement.

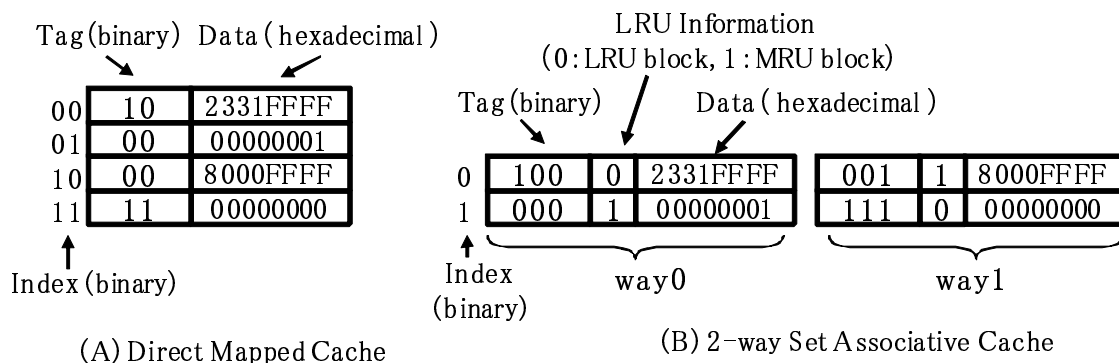


Fig. 2 : Initial State of Caches (All of the data are valid)

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 32)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

8. 【プログラミング (Computer programming) 分野】

以下の 4 つの問題 (【問題 8-1】～【問題 8-4】) から 3 問を選び解答すること．解答用紙はプログラミング分野用に 3 枚用意されている．選んだ問題毎に解答用紙を別にする．

Select 3 out of the following 4 questions (【問題 8-1】～【問題 8-4】) and answer them. There are 3 answer sheets for the computer programming field. You must use a separate answer sheet for each of the questions you selected.

【問題 8-1】図は 2 分木を作成するプログラムである．2 分木の節は `int` 型の `key` と 2 つの部分木を表す `left` と `right` の 3 つのメンバからなる構造体として定義されている．このとき次の各問に答えなさい．

- (1) 61, 62 行目の `for` ループを実行後にできる 2 分木の概略を図示しなさい．
- (2) 関数 `f1` のプログラムは，2 分木中の全節の `key` の値の合計を求めるプログラムである．29 行目の [①] に入る式を答えなさい．
- (3) 32 行目から始まる関数 `f2` の役割を簡潔に説明しなさい．
- (4) 42 行目から始まる関数 `f3` の役割を簡潔に説明しなさい．
- (5) 68 行目で表示される `z` の値を答えなさい．

The program in the figure builds a binary tree whose node is defined as a tree structure that consists of 3 members: `int` type `key`, and two tree structure type `left` and `right`. Solve the following subquestions.

- (1) Describe the overview of the binary tree built after the final execution of 'for' loop in line 61 and 62.
- (2) Function `f1` computes the sum of the values of the keys of all the nodes in a binary tree. Fill the blank of [①] in line 29.
- (3) Explain briefly the role of function `f2` that starts at line 32.
- (4) Explain briefly the role of function `f3` that starts at line 42.
- (5) Describe the value of `z` in line 68.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 33)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #define NUM 10
4
5  typedef struct tree{
6      int      key;
7      struct tree *left, *right;
8  }BinaryTree;
9
10 int a[NUM] = {5,3,8,1,0,2,4,7,8};
11
12 BinaryTree *addTree(BinaryTree *t, int d){
13     if (t == NULL){
14         t=(BinaryTree *)malloc(sizeof(BinaryTree));
15         t->key = d;
16         t->left = t->right = NULL;
17     }
18     else if (t->key < d)
19         t->right=addTree(t->right, d);
20     else
21         t->left=addTree(t->left, d);
22     return t;
23 }
24
25 int f1(BinaryTree *t){
26     if (t==NULL)
27         return 0;
28     else
29         return [ ① ];
30 }
31
32 int f2(BinaryTree *t){
33     int max(int a, int b){
34         return a > b ? a : b;
35     }
36     if (t == NULL)
37         return 0;
38     else
39         return t->key + max(f2(t->left),f2(t->right));
40 }
41
42 int f3(BinaryTree *t){
43     int f3a(BinaryTree *t, int c){
44         if (t == NULL)
45             return c;
46         else if ((t->left==NULL)
47                 &&(t->right==NULL)){
48             c++;
49             return c;
50         }
51         else
52             return f3a(t->left,f3a(t->right,c));
53     }
54     f3a(t, 0);
55 }
56
57 int main(){
58     BinaryTree *addTree(BinaryTree *, int);
59     BinaryTree *root=NULL;
60     int i, x, y, z;
61     for (i = 0; i < NUM; i++)
62         root= addTree(root, a[i]);
63     x=f1(root);
64     y=f2(root);
65     z=f3(root);
66     printf("X =%d", x);
67     printf("Y =%d", y);
68     printf("Z =%d", z);
69     return (0);
70 }
```

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 34)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

【問題 8-2】次の 2 つの問いに答えよ。

Answer the following two questions.

(問 1) 下の (a) と (b) の問いに答えよ。

Answer the following two sub-questions: (a) and (b).

(a) 逆ポーランド記法で書かれた下の式を中置記法に変換しなさい。

Write the following expression written in the reverse Polish notation into the infix notation.

5 7 4 - 2 * + 6 3 - * 2 +

(b) 対象とする仮想計算機をスタックマシンとして、上の式をアセンブリ言語で表現せよ。このスタックマシンに用意されている命令は以下のとおりである。

Write the above expression in the assembly language. The object machine is a stack machine whose operator is shown the following table.

| | |
|--------|---|
| add | スタックから 2 つの要素を pop して、加算し、結果をスタックに push する。 Pop two values from the stack and push the value made by adding them to the stack. |
| sub | スタックから 2 つの要素を pop して、後から pop された値から先に pop された値を減算し、結果をスタックに push する。 Pop two values from the stack and push the value made by subtracting the first value from the second value to the stack. |
| mul | スタックから 2 つの要素を pop して、乗算し、結果をスタックに push する。 Pop two values from the stack and push the value made by multiplying them to the stack. |
| push x | スタックに x を push する。x には名前や数を指定できる。 Push x to the stack; where x denotes a name or a value. |

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 35)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。こと。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

(問 2) 下の文法 G について下の 3 つの問いに答えよ。ただし、終端記号の集合を $\{+, (,), i, \$\}$ とし、 S を開始記号、他の大文字で表された記号はすべて非終端記号とする。また、 ϵ は空列を表す。

Answer the following three sub-questions about the following grammar G . The set $\{+, (,), i, \$\}$ denotes the set of the terminal symbol; letter S is the start symbol; all capital letters are the nonterminal symbols; and ϵ denotes the empty string.

- | | | | |
|-----|-----------------------|-----|---------------------------|
| 1 : | $S \rightarrow E\$$ | 4 : | $E' \rightarrow \epsilon$ |
| 2 : | $E \rightarrow TE'$ | 5 : | $T \rightarrow (E)$ |
| 3 : | $E' \rightarrow +TE'$ | 6 : | $T \rightarrow i$ |

(a) 記号列 α の先頭記号になりうる終端記号の集合を $\text{First}(\alpha)$ とするとき、 $\text{First}(E)$ 、 $\text{First}(E')$ 、 $\text{First}(T)$ を答えよ。

Compute the First-sets: $\text{First}(E)$, $\text{First}(E')$, and $\text{First}(T)$. The First-set of α , written as $\text{First}(\alpha)$ here, is defined as the set of terminals that can be found at the start of any string in α .

(b) 非終端記号 X の後に続きうる終端記号の集合を $\text{Follow}(X)$ とするとき、 $\text{Follow}(E)$ 、 $\text{Follow}(E')$ 、 $\text{Follow}(T)$ を答えよ。

Compute the Follow-sets: $\text{Follow}(E)$, $\text{Follow}(E')$, and $\text{Follow}(T)$. The Follow-set of X , written as $\text{Follow}(X)$ here, is defined as the set of terminals x such that there is a string of symbols $\alpha X x \beta$ that can be derived from the start symbol.

(c) 規則 $X \rightarrow \alpha$ について Director 集合を下のように定義する。

$$\text{Director}(X \rightarrow \alpha) = \{t \mid ((t \in \text{終端記号}) \wedge (t \in \text{First}(\alpha))) \vee ((\alpha \text{ が最終的に } \epsilon \text{ を生成する}) \wedge (t \in \text{Follow}(X)))\}$$

文法 G の各規則の Director 集合を求めよ。

Compute the Director-set of each rule in grammar G . The Director-set of the rule $X \rightarrow \alpha$ is defined the following:

$$\text{Director}(X \rightarrow \alpha) = \{t \mid ((t \in \text{set of terminal symbol}) \wedge (t \in \text{First}(\alpha))) \vee ((\alpha \text{ can be derived to } \epsilon) \wedge (t \in \text{Follow}(X)))\}$$

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 36)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。こと。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

【問題 8-3】以下の優先度付きのプロセス・スケジューリングについて末尾の問に答えよ。最高の優先度を 3, 最低を 0 とする 4 つのレベルを持ち, 各レベルに一つ, 計 4 つのキューがある。Ready 状態のプロセスは優先度レベルに応じたキューに FIFO 方式で格納される。開始後のスケジューリングは, プロセスが Run 状態から Ready 状態か Wait 状態へ遷移する時, またはプロセス終了時に行われる。プリエンプションは行われない。タイムスライス間隔は 0.5 に設定されており, Run 状態のまま時間が 0.5 経過したプロセスは強制的に Ready 状態にされる。スケジューリング開始時刻である時刻 0 において, 優先度 3 のプロセス A, B, 優先度 2 のプロセス C, 優先度 1 のプロセス D, E, 優先度 0 のプロセス F が全て Ready 状態にあり, キューには以下の順に並んでいるとする: 優先度 3 では A, B, 優先度 1 では D, E。各プロセスは, 以下の処理を左から右に指定時間行うものとし, プロセス切替えのオーバーヘッドは 0 とする。

- A CPU 処理 0.1 / IO 待ち 0.5 / CPU 処理 0.1 / IO 待ち 0.5 / CPU 処理 0.1 / 終了.
- B CPU 処理 0.1 / IO 待ち 0.8 / CPU 処理 0.1 / 終了.
- C CPU 処理 0.3 / IO 待ち 0.3 / CPU 処理 0.3 / IO 待ち 0.3 / CPU 処理 0.3 / 終了.
- D CPU 処理 0.6 / IO 待ち 0.2 / CPU 処理 0.8 / IO 待ち 0.3 / CPU 処理 1.0 / 終了.
- E CPU 処理 0.4 / IO 待ち 0.4 / CPU 処理 0.4 / IO 待ち 0.4 / CPU 処理 0.4 / 終了.
- F CPU 処理 1.2 / 終了.

問 1 時刻 1.95 の各プロセスの状態を答えよ。すでに終了済の場合は, 終了とせよ。

問 2 タイムスライス機能が一回目に働く時刻と, その時の切り替え前と切り替え後のプロセスを答えよ。

問 3 プロセス F が二度目に Run 状態になる時刻を答えよ。

問 4 各プロセスの終了時刻を求めよ。

問 5 プリエンプションがある場合の, 時刻 0.65 での各プロセスの状態を答えよ。

Answer the subquestions regarding the following process scheduling with four priority levels. The highest priority level is 3 and the lowest 0. There exists a process queue for each priority level. A process of READY state is enqueued to the process queue corresponding to its priority, and handled in FIFO manner. Scheduling is performed without preemption when a process of RUNNING state terminates, or goes to READY or WAIT state. The quantum (time slice interval) is 0.5 and a process of RUNNING state is enforced to become READY state if it keeps RUNNING state until the end of

専 門 科 目 (Specialized subjects) (49 枚中の 37)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

quantum. Scheduling begins at time 0, with process A and B at the priority level 3, process C at level 2, process D and E at level 1, and process F at level 0. All of these processes are already READY state. The order of the processes in the queues are : A, B at level 3, and D, E at level 1. Each process performs the following sequence for the specified period. Assume process switch should be performed without overhead.

A CPU 0.1 / IO-Wait 0.5 / CPU 0.1 / IO-Wait 0.5 / CPU 0.1 / Terminate.

B CPU 0.1 / IO-Wait 0.8 / CPU 0.1 / Terminate.

C CPU 0.3 / IO-Wait 0.3 / CPU 0.3 / IO-Wait 0.3 / CPU 0.3 / Terminate.

D CPU 0.6 / IO-Wait 0.2 / CPU 0.8 / IO-Wait 0.3 / CPU 1.0 / Terminate.

E CPU 0.4 / IO-Wait 0.4 / CPU 0.4 / IO-Wait 0.4 / CPU 0.4 / Terminate.

F CPU 1.2 / Terminate.

subquestion1 For each process, answer the state at time 1.95. Write "Terminated" if it has already terminated.

subquestion2 What time does the first time-slice happen? Also answer which process releases CPU and which process acquires CPU at that time.

subquestion3 For process F, what time does it become RUNNING state for the second time?

subquestion4 For each process, what time does it terminate?

subquestion5 For each process, answer the state at time 0.65, assuming preemption.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 38)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

【問題 8-4】 次の各問に答えよ．

- (1) 実体関連モデルからのリレーショナルスキーマの導出
 - (a) 通常実体集合，弱実体集合，次数 2 の関連集合の導出規則を書きなさい．
 - (b) (a) の導出規則のそれぞれを，例を使って，説明しなさい．
- (2) SQL
 - (a) テーブル R の行数を得る SQL 文を書きなさい．
 - (b) テーブル R の属性 A の平均値を得る SQL 文を書きなさい．
- (3) リレーショナル代数演算子
 - (a) 直積 (Cartesian product) を，例を使って説明しなさい．
 - (b) 射影 (projection) を，例を使って説明しなさい．
 - (c) 選択 (selection) を，例を使って説明しなさい．
 - (d) 自然結合 (natural join) を，例を使って説明しなさい．
 - (e) 自然結合 (natural join) を含むリレーショナル代数式は，SQL を使ってどのように書かれるか，説明しなさい．
- (4) トランザクションと並行制御
 - (a) 2 相ロック (two phase lock) におけるロック規約 (lock protocol) を説明しなさい．
 - (b) ロック規約 (lock protocol) の必要性を説明しなさい．
 - (c) 2 相ロック (two phase lock) の欠点を，例を使って説明しなさい．

Solve the following questions.

- (1) Derivation of relational schema from entity-relationship model
 - (a) Write the derivation rules for regular entity set, weak entity set, and relationship set of degree two.
 - (b) Explain the rules in (a) using example.
- (2) SQL
 - (a) Write a SQL program to get the number of rows of the table R.
 - (b) Write a SQL program to get the average value of the attribute A of the table R.
- (3) Relational algebra operator

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 39)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

-
- (a) Explain the Cartesian product operation using example .
 - (b) Explain the projection operation using example.
 - (c) Explain the selection operation using example.
 - (d) Explain the natural join operation using example.
 - (e) Translate a relational algebra expression that contains the natural join operation to SQL.
- (4) Transaction and concurrency control
- (a) Explain the locking protocol of the two phase lock.
 - (b) Explain the necessity of locking protocols.
 - (c) Explain the disadvantages of the two phase lock using example.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 40)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

9. 【情報通信とネットワーク (Information communication and Networks) 分野】

5 つの問題 (1)~(5) がある。5 つの問題から 4 つを選択し解答しなさい。

There are five questions (1)~(5). Choose four questions out of five and answer them.

(1) データ通信について次の問題 (a) および問題 (b) に答えなさい。

(a) 1 ブロック 1000 ビットのデータを 2 つのコンピュータ間で伝送する。伝搬遅延時間と伝送遅延時間の比 a を次のデータリンクについて求めなさい。ただし、ケーブル上の信号伝搬速度は 2×10^8 m/秒 とし、自由空間における信号伝搬速度は 3×10^8 m/秒とする。

(i) 80m より対線で伝送速度が 10M ビット/秒の場合。

(ii) 60,000km の自由空間 (衛星通信リンク) で伝送速度が 6 メガビット/秒の場合。

(b) 往復遅延時間を、伝搬遅延時間および伝送遅延時間を用いて説明しなさい。

(1) Answer the following questions about data communications.

(a) A 1000-bit block of data is to be transmitted between two computers. Determine the ratio of the propagation delay to the transmission delay, a , for the following types of the data link. Assume that the velocity of propagation of an electrical signal within each type of cable is 2×10^8 m/second, and that of free space 3×10^8 m/second.

(i) 80m of twisted-pair wire and a transmission rate of 10Mbit/second.

(ii) 60,000km of free space (satellite link) and a transmission rate of 6Mbit/second.

(b) Explain “roundtrip delay” by using the terms “propagation delay” and “transmission delay.”

(2) LAN (ローカルエリアネットワーク) について次の質問に答えなさい。

(a) リピータハブとブリッジングハブを区別し、パケット処理の具体例を 2 例以上示し説明せよ。

(b) 「ブロードキャストドメイン」という語を用いて VLAN (Virtual LAN) が作成しているスイッチの動作について具体例を 2 つ以上添えて説明せよ。

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 41)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする。こと。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

(2) Answer the following questions about LAN (local area network) Interconnection Technologies.

- (a) Discriminate between a repeater hub and a bridging hub with two or more concrete examples of packet processing.
- (b) Explain behavior of a LAN switch which creates VLAN by using of the terms “broadcast domain” with two or more concrete examples.

(3) ネットワーク層プロトコルについて次の問いに答えなさい。

- (a) あるキャンパス LAN の管理者は、キャンパス LAN に単一の IP アドレスブロック 133.5.0.0/16 を割り当てている。このキャンパス LAN は 140 のサブネットを構成することを仮定する。各サブネットにおいて 130 のホストを収容したい場合の適切なアドレスマスクを与えなさい。
- (b) 図 1 を見て次の問い(i),(ii)に答えなさい。この IP ネットワークは、6 つのネットワーク 10.1.1.0/24, 10.1.2.0/30, 10.1.3.0/30, 10.1.7.0/30, 10.1.9.0/24 そして 10.1.10.0/24 から構成されており、3 台のルータ R1, R2 そして R3 および 6 台の PC, P11, P12, P21, P22, P31, そして P32 により構築されている。この 3 台のルータはポイント・ツー・ポイントリンクで接続されているこの 6 台の PC は 3 台のルータのうちひとつにブロードキャストリンクにより接続されている。IP アドレスは、各ネットワークインタフェースに割り振られており、全ての IP アドレスはこのネットワークのいずれの IP アドレスからも到達できる。
 - (i) R1 の IP パケット転送表を示せ。
 - (ii) IP ネットワーク 10.1.9.0/24 における IP ブロードキャストアドレスを示せ。

(3) Answer the following questions, (i) and (ii), about network layer protocols.

- (a) The administrator of a campus LAN is assigned a single IP address block of 133.5.0.0/16. Assuming that the LAN comprises 140 subnets, define a suitable address mask for the site if the maximum number of hosts connected to each subnet is 130.
- (b) Show Fig. 1 and answer the following questions. The IP networks which consist of the six networks, 10.1.1.0/24, 10.1.2.0/30, 10.1.3.0/30, 10.1.7.0/30, 10.1.9.0/24 and 10.1.10.0/24, building with the three routers, R1, R2 and R3, and the six PCs, P11,

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 42)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

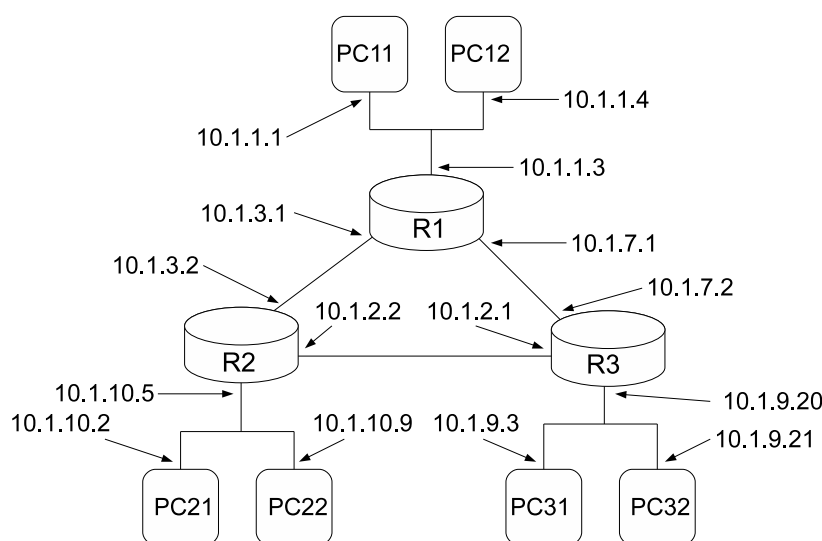


図 1 ネットワーク構成

Fig. 1 network configuration

P12, P21, P22, P31, and P32. The three routers are connected by point-to-point links. The six PCs are connected by broadcast links with one of three routers. An IP address is assigned to each network interface and all network IP address are reachable from the other IP addresses in the networks.

- (i) Show the IP forwarding table in the R1.
- (ii) Show the IP broadcast address of the IP network 10.1.9.0/24.

(4) トランスポートプロトコルについて次の問いに答えなさい．

- (a) UDP と TCP について主な違いについて，3 つ以上特徴を挙げ説明せよ．
- (b) TCP が再送を行うきっかけとなるイベントについて 2 つの例をあげて説明せよ．

(4) Answer the following questions about transport protocols.

- (a) Explain what main differences between UDP and TCP by using three or more features..
- (b) Explain what are trigger events of TCP's retransmission with two examples.

(5) ネットワークの設定と管理について次の問いに答えなさい．

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 43)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

-
- (a) DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) とは何か説明しなさい。設定情報の具体例を 2 以上示すこと。
- (b) なぜ, DNS (ドメインネームシステム) では, 単一階層構造の名前構造ではなく, 階層的な名前構造が用いられているか 2 つ以上の理由を挙げ説明しなさい。
- (5) Answer the following questions about network configuration and management.
- (a) Describe what is DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) with two or more concrete examples for configuration.
- (b) Explain why a hierarchical naming structure of the DNS (domain name system) is used instead of a flat naming structure with two or more reasons.

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 44)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

10. 【デジタル信号処理 (Digital signal processing) 分野】

ある連続時間信号 $f(t)$ を周期 T でサンプリングした離散時間信号を

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(nT)\delta(t - nT) \quad (\text{A})$$

とする。 $f(t)$ のフーリエ変換を $F(\omega)$, $x(t)$ の z 変換を $X(z)$ とする。次の各問に答えよ。

(1) $x(t)$ を次の伝達関数を有するフィルタへ通すことを考える。

$$H(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| \leq \pi/T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$H(\omega)$ を通過後の信号が元の連続時間信号 $f(t)$ へと戻るための $f(t)$ の条件を述べよ。

(2) (1) の条件を満たす $f(t)$ を具体的に与えよ。

(3) $X(z)$ の一般的な表現を (A) 式より求めよ。

(4) $z = e^{j\omega T}$ とするとき, $X(z = e^{j\omega T})$ が意味するところを $F(\omega)$ と比較しながら説明せよ。

(5) $x(t) = \delta(t) + 2\delta(t - T) - 0.5\delta(t - 2T)$ と与えられる場合を考える。この離散時間信号の z 変換, $X(z)$ を求めよ。

(6) $x(t)$ が (5) のように与えられるとき, その元信号 $f(t)$ は (1) で問うた $f(t)$ の条件を満たすといえるか?

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 45)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

Suppose that a time-discrete signal $x(t)$ is given as follows so that the signal is a sampled version of a continuous function $f(t)$ with sampling period of T .

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(nT)\delta(t - nT) \quad (\text{A})$$

Define $F(\omega)$ and $X(z)$ as Fourier transform of $f(t)$ and z-transform of $x(t)$, respectively. Answer the following questions.

- (1) Suppose a case when $x(t)$ is applied to a filter, whose transfer function is as follows.

$$H(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| \leq \pi/T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Find condition to be set on $f(t)$ that makes the output signal of $H(\omega)$ be the original continuous function $f(t)$.

- (2) Give an example of $f(t)$ that fulfills the condition found in (1).
- (3) Find $X(z)$ from the equation (A).
- (4) Set $z = e^{j\omega T}$, then explain what $X(z = e^{j\omega T})$ shows by comparing it with $F(\omega)$.
- (5) Suppose that $x(t) = \delta(t) + 2\delta(t - T) - 0.5\delta(t - 2T)$ is given. Determine the z-transform $X(z)$ for this $x(t)$.
- (6) Is it possible to say that the condition found in (1) is satisfied when the $x(t)$ defined in (5) is given?

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 46)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること。選んだ分野毎に解答用紙を別にする事。
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

11. 【認知科学 (Cognitive science) 分野】

(1) 信号検出理論について次の問に答えよ。

(a) 以下の A - C の混同行列は、1 区間強制選択課題における 3 人の観察者の信号検出成績（各セルの値はそれぞれの刺激に対する反応率）を表している。

(i) それぞれの混同行列から正答率（%）と d' を計算せよ。但し、計算に使用する z 値は下表の値を用いること。

(ii) (i) の結果を、正答率、 d' 、反応バイアスに注目して、比較検討せよ。特に A - C の何が同じで、何が異なるのか、を明記すること。

| A | | |
|----------|--------|--------|
| 刺激 | 反応 | |
| | 「信号有り」 | 「信号無し」 |
| 信号 + ノイズ | 0.75 | 0.25 |
| ノイズ | 0.25 | 0.75 |

| B | | |
|----------|--------|--------|
| 刺激 | 反応 | |
| | 「信号有り」 | 「信号無し」 |
| 信号 + ノイズ | 0.95 | 0.05 |
| ノイズ | 0.45 | 0.55 |

| C | | |
|----------|--------|--------|
| 刺激 | 反応 | |
| | 「信号有り」 | 「信号無し」 |
| 信号 + ノイズ | 0.55 | 0.45 |
| ノイズ | 0.05 | 0.95 |

| z 値表 | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 反応率 | 0.05 | 0.25 | 0.45 | 0.55 | 0.75 | 0.95 |
| z 値 | -1.645 | -0.674 | -0.126 | 0.126 | 0.674 | 1.645 |

(b) 信号検出理論では、正答率はどのように考えられているのか、 d' と対比させて述べよ。

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 47)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

(2) J. J. Gibson の研究について次の問に答えよ．

(a) Gibson が提唱した次の 3 つの概念について簡潔に説明せよ．

(i) アフォーダンス

(ii) 光学的配列 (オプティカル・フロー)

(iii) 不変項

(b) Gibson に代表される直接知覚の考え方と , D. Marr や S. Ullman に代表される計算論の考え方について , 相違点と共通点を述べよ．

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 48)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

(1) Answer following questions regarding signal detection theory (SDT).

(a) Confusion matrices A to C below present signal detection performance of three observers in a 1-interval forced choice task (each cell contains a response rate to one of two stimuli).

(i) Calculate the proportion of correct responses (%) and d' from each matrix. You may use z table below if necessary.

(ii) Compare the performance of the three observers as revealed by the answer to Question (i), in terms of proportion of correct responses, d' , and response bias. In your answer, specify what aspect of detection performance is same or different among the three observers A to C.

| A | | |
|----------------|--------------------|-------------------|
| Stimulus | Response | |
| | “ Signal present ” | “ Signal absent ” |
| Signal + Noise | 0.75 | 0.25 |
| Noise | 0.25 | 0.75 |

| B | | |
|----------------|--------------------|-------------------|
| Stimulus | Response | |
| | “ Signal present ” | “ Signal absent ” |
| Signal + Noise | 0.95 | 0.05 |
| Noise | 0.45 | 0.55 |

| C | | |
|----------------|--------------------|-------------------|
| Stimulus | Response | |
| | “ Signal present ” | “ Signal absent ” |
| Signal + Noise | 0.55 | 0.45 |
| Noise | 0.05 | 0.95 |

| z table | | | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Proportion of responses | 0.05 | 0.25 | 0.45 | 0.55 | 0.75 | 0.95 |
| z value | -1.645 | -0.674 | -0.126 | 0.126 | 0.674 | 1.645 |

(b) In the context of SDT, explain how proportions of correct responses are considered as a measure of observer's performance, as compared with d' .

専門科目 (Specialized subjects)

(49 枚中の 49)

11 分野のうちから 2 分野を選び解答すること．選んだ分野毎に解答用紙を別にする．
Select 2 fields out of the 11 fields and answer the problems. Use a separate pair of answer sheets for each field.

(2) Answer following questions regarding J. J. Gibson's study.

- (a) Explain concisely the following three terms that are closely related to Gibson's idea.
 - (i) affordance
 - (ii) optical flow
 - (iii) invariants
- (b) Explain differences and common aspects between the idea of direct perception as proposed by J. J. Gibson, and that of computational theory as proposed by D. Marr and S. Ullman.