

2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)

Question Sheets

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 9時00分~11時00分 (Examination Time : From 9:00 to 11:00)

受験上の注意事項

1. この問題用紙は表紙を含み5枚あります。
2. 表紙および各ページに、受験番号を記入してください。
3. これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
4. 解答が書ききれないときは、同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし、その場合は「裏に続く」などと記入して裏面に記載したことが分かるようにしてください。
5. すべての問題に解答してください。
6. 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
7. 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

1. There are 5 question sheets including a front sheet.
2. Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question sheet.
3. This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
4. If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
5. Answer all the questions.
6. Return these question sheets with the answer sheets.
7. Raise your hand if you have any questions.

2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

$$\mathbf{a}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}, \mathbf{a}_2 = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}, \mathbf{a}_3 = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ -1 \\ 2 \end{bmatrix}, \mathbf{a}_4 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ -3 \end{bmatrix} \text{ とする. 次の問いに答えよ.}$$

- (1) $A = [\mathbf{a}_1 \ \mathbf{a}_2 \ \mathbf{a}_3 \ \mathbf{a}_4]$ の階数 r を求めよ.
- (2) $\{\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4\}$ の中から, r 個の 1 次独立なベクトルの組を 1 つ見つけよ. また, 残りの $4-r$ 個のベクトルを, r 個のベクトルの 1 次結合で表せ.
- (3) $W_1 = \langle \mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2 \rangle = \{c_1 \mathbf{a}_1 + c_2 \mathbf{a}_2 \mid c_1, c_2 \in \mathbb{R}\}$, $W_2 = \langle \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4 \rangle = \{c_3 \mathbf{a}_3 + c_4 \mathbf{a}_4 \mid c_3, c_4 \in \mathbb{R}\}$ とする. \mathbb{R}^4 の部分空間 $W_1 \cap W_2$ を, 次のように定義する.

$$W_1 \cap W_2 = \{\mathbf{w} \mid \mathbf{w} \in W_1 \text{ and } \mathbf{w} \in W_2\}$$

部分空間 $W_1 \cap W_2$ の次元と 1 つの基底を求めよ.

$$\text{Let } \mathbf{a}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}, \mathbf{a}_2 = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}, \mathbf{a}_3 = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ -1 \\ 2 \end{bmatrix}, \text{ and } \mathbf{a}_4 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ -3 \end{bmatrix}. \text{ Answer the following questions.}$$

- (1) Find the rank r of $A = [\mathbf{a}_1 \ \mathbf{a}_2 \ \mathbf{a}_3 \ \mathbf{a}_4]$.
- (2) Find a set of r linearly independent vectors in $\{\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4\}$. Represent the remaining $4-r$ vectors as linear combinations of the r vectors.
- (3) Let $W_1 = \langle \mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2 \rangle = \{c_1 \mathbf{a}_1 + c_2 \mathbf{a}_2 \mid c_1, c_2 \in \mathbb{R}\}$ and $W_2 = \langle \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4 \rangle = \{c_3 \mathbf{a}_3 + c_4 \mathbf{a}_4 \mid c_3, c_4 \in \mathbb{R}\}$. Let $W_1 \cap W_2$ be a subspace of \mathbb{R}^4 defined as

$$W_1 \cap W_2 = \{\mathbf{w} \mid \mathbf{w} \in W_1 \text{ and } \mathbf{w} \in W_2\}.$$

Find the dimension and a basis of $W_1 \cap W_2$.

2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 2 (Question 2)

$$F(x) = \frac{2x^5 + 8x^3 + x^2 + 8x + 1}{x^4 + 2x^2 + 1} \text{ とする.}$$

(1) $F(x) = f(x) + \frac{g(x)}{x^2 + 1} + \frac{h(x)}{(x^2 + 1)^2}$ を満たす 1 次多項式 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$ を求めよ.

(2) $F(x)$ の不定積分 $\int F(x) dx$ を求めよ.

(3) $G(t) = \int_0^t F(x) dx$ とするとき, $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{G(t) - t}{t^2}$ を求めよ.

$$\text{Let } F(x) = \frac{2x^5 + 8x^3 + x^2 + 8x + 1}{x^4 + 2x^2 + 1}.$$

(1) Find the linear polynomials $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$ satisfying the identity $F(x) = f(x) + \frac{g(x)}{x^2 + 1} + \frac{h(x)}{(x^2 + 1)^2}$.

(2) Find the integral $\int F(x) dx$.

(3) Evaluate the limit $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{G(t) - t}{t^2}$, where $G(t) = \int_0^t F(x) dx$.

2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

X_1, X_2, \dots は互いに独立な確率変数であり, 次のような同一のベルヌーイ分布に従うものとする.

$$\Pr\{X_j = 1\} = p, \quad \Pr\{X_j = 0\} = q, \quad j = 1, 2, \dots$$

ただし $p > 0, q > 0, p + q = 1$ とする.

- (1) 確率変数 X_j ($j = 1, 2, \dots$) の平均と分散を求めよ.
- (2) 確率変数 X_j ($j = 1, 2, \dots$) の特性関数 $E[\exp(iuX_j)]$ を求めよ. ただし $i = \sqrt{-1}$ を虚数単位とする.
- (3) $f_n(k) = \Pr\{X_1 + X_2 + \dots + X_n = k\}$ ($k = 0, 1, 2, \dots, n$) を求めよ.
- (4) 問題 (3) で得られる $f_n(k)$ を $n \rightarrow +\infty$ としたとき, $\lambda = np$ を一定として $f_n(k)$ の極限を導出せよ. ただし, 以下の公式を使用しても構わない.

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} (1 - \lambda/n)^n = \exp(-\lambda).$$

Let X_1, X_2, \dots be mutually independent random variables and follow the identical Bernoulli distribution:

$$\Pr\{X_j = 1\} = p, \quad \Pr\{X_j = 0\} = q, \quad j = 1, 2, \dots,$$

where $p > 0, q > 0$ and $p + q = 1$.

- (1) Derive the mean and variance of the random variable X_j ($j = 1, 2, \dots$).
- (2) Derive the characteristic function $E[\exp(iuX_j)]$ of the random variable X_j ($j = 1, 2, \dots$), where $i = \sqrt{-1}$ is the imaginary unit.
- (3) Derive $f_n(k) = \Pr\{X_1 + X_2 + \dots + X_n = k\}$ ($k = 0, 1, 2, \dots, n$).
- (4) Set $\lambda = np$ as a constant. Derive the limit as $n \rightarrow +\infty$ of $f_n(k)$ given in the problem (3), where the following formula may be used.

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} (1 - \lambda/n)^n = \exp(-\lambda).$$

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

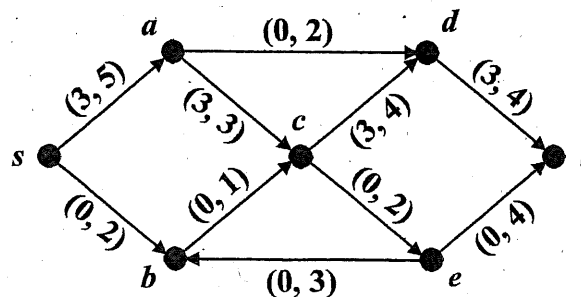
問題 4 (Question 4)

下図のネットワーク N において s から t へ物 (例えば箱) を運搬することを考える。各々の弧 (有向辺) にはフローおよび容量と呼ばれる非負実数が割り当てられている。ここで、フローはネットワーク N において各弧を流れる物の量を示し、各弧においてフローは容量を超えないという条件のもとで、 s と t を除く各頂点に入るフローの総和とその頂点から出るフローの総和が等しいという制約を満たす。図中の各弧に示された (x, y) は、その弧に対応するフローと容量をこの順に表している。以下の設問に答えよ。ただし、根拠も示せ。

- ネットワーク N において s を含むようなある頂点集合を S 、その補集合を \bar{S} ($t \in \bar{S}$) とするとき、 S の頂点から \bar{S} の頂点へ向かうような弧からなる集合を カット と呼び、それらの弧の容量の総和を カットの容量 と呼ぶ。例えば、頂点 x から y へ向かう弧を xy と表すとき、カット $C_1 = \{sa, sb\}$ の容量は7であり、カット $C_2 = \{ad, ac, bc\}$ の容量は6である。ネットワーク N におけるカットの容量の最小値を求めよ。
- 頂点 s から出るフローの総和をネットワーク N の フローの値 と呼ぶ。例えば、下図に示した状況においてはネットワーク N のフローの値は3であり、この場合は道 $s \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow t$ に沿って3だけ物 (例えば箱) を運搬できることを意味する。さて、道 $s \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow e \rightarrow t$ に沿ってネットワーク N のフローの値を増加させることが可能か、可能な場合はどれだけ増加させることができるか示せ。
- 道 $s \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow e \rightarrow t$ に沿ってネットワーク N のフローの値を増加させることが可能か、可能な場合はどれだけ増加させることができるか示せ。ただし、下図に示されたようにネットワーク N のフローの値が3である状況から議論を開始してもよい。
- ネットワーク N のフローの値の最大値を示せ。

Suppose we want to transport objects (e.g., packages) from s to t in network N , as shown in the figure below, where two non-negative real numbers, flow and capacity, are assigned to each arc (or directed edge). A flow represents the amount of objects that pass through each arc in network N , satisfying the restriction that the sum of the flows into each node (other than s and t) equals the sum of the flows out of that node, under the constraint that the flow on an arc cannot exceed the capacity of that arc. In the figure, (x, y) labeled on each arc denotes the flow and capacity of that arc, in this order. Answer the following questions. Also state the reasons for your answers.

- A cut is a set of arcs starting from a node in S and ending at a node in \bar{S} , where S and \bar{S} are two disjoint node sets in network N such that s is in S and t is in \bar{S} . The sum of the capacities of the arcs in a cut is referred to as the capacity of the cut. Let xy be an arc directed from x to y . For instance, the capacity of cut $C_1 = \{sa, sb\}$ is 7 and that of $C_2 = \{ad, ac, bc\}$ is 6. Now, find the minimum capacity of a cut in network N .
- The sum of the flows of the arcs coming out of node s is referred to as the value of the flow in network N . In the example situation shown in the figure below, the value of the flow in network N is 3, indicating that we can transport 3 objects (e.g., packages) along path $s \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow t$. Now, show whether and to what extent we can augment the value of the flow in network N along path $s \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow e \rightarrow t$.
- Show whether and to what extent we can augment the value of the flow in network N along path $s \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow e \rightarrow t$. Here, you can start the discussion from the situation shown in the figure below where the value of the flow in network N is 3.
- Find the maximum value of a flow in network N .



Network N

2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)
Question Sheets

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 13時30分~15時30分 (Examination Time : From 13:30 to 15:30)

受験上の注意事項

1. この問題用紙は表紙を含み7枚あります。
2. 表紙および各ページに, 受験番号を記入してください。
3. これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
4. 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと記入して裏面に記載したことが分かるようにしてください。
5. 問題1~4の中から3問選択して解答してください。これに加えて, 問題5に解答してください。解答は問題番号順に並んでいなくても構いませんが, 必ず問題番号を記載して解答してください。なお, 選択した問題は, 解答用紙表紙の選択欄に○印を付けてください。
6. 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
7. 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

1. There are 7 question sheets including a front sheet.
2. Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question sheet.
3. This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
4. If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
5. Select 3 questions from Question 1 through Question 4 and answer these questions. Also answer Question 5 in addition to the selected 3 questions. Never fail to fill in the Question Number in each answer sheet. Moreover, mark the Question Number that you have selected with a circle in the Mark Column in the Table on the cover of the answer sheets.
6. Return this examination booklet together with the answer sheets.
7. Raise your hand if you have any questions.

2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

次の問 (1)–(3) に答えよ。なお、 U は次のような定常無記憶情報源である。

$$U = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 & u_7 \\ 1/16 & 6/16 & 3/16 & 2/16 & 2/16 & 1/16 & 1/16 \end{pmatrix}$$

- (1) U のエントロピー $H(U)$ を数値で求めよ。なお、必要なら $\log_2 3 \approx 1.6$ を用いよ。
- (2) U のハフマン符号とその平均符号長 \bar{L}_U を求めよ。
- (3) ハフマン符号は語頭符号 (瞬時復号可能な符号) であることを示せ。

Answer the following questions (1)–(3). Let U be a stationary memoryless information source as follows.

$$U = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 & u_7 \\ 1/16 & 6/16 & 3/16 & 2/16 & 2/16 & 1/16 & 1/16 \end{pmatrix}$$

- (1) Calculate the numerical value of entropy $H(U)$ of U . Here, use $\log_2 3 \approx 1.6$ if necessary.
- (2) Obtain a Huffman code for U and its average code-word length \bar{L}_U .
- (3) Explain any Huffman code is a prefix (instantaneous) code.

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 2 (Question 2)

二分探索木は以下の性質を満たす。

- x を二分探索木の節点とする。 y が x の右部分木の節点ならば $y.key \geq x.key$ を, 左部分木の節点ならば $y.key \leq x.key$ を満たす。

また, 木 T の根を $T.root$ と呼び, 各節点 x について, その右子を $x.right$, 左子を $x.left$, 親を $x.parent$ と呼ぶこととする。

- (1) 節点 x を根とする部分木の中で, 最大のキーおよび最小のキーをそれぞれ求める方法を説明せよ。
- (2) 手続き $INSERT(T, z)$ は二分探索木 T に新たに値 v をキーとする節点 z を挿入する。ただし, $z.key = v$, $z.right = NIL$, $z.left = NIL$ であるとする。空欄 (1), (2) を埋めよ。また, 手続き $INSERT(T, z)$ を再帰を用いるように変更せよ。
- (3) 高さ h の木の上では手続き $INSERT(T, z)$ は $O(h)$ 時間で実行できる。理由を説明せよ。
- (4) 木 T 上の節点 x から探索を始めてキー k がある場合, その節点 x を返す手続き $SEARCH(T, x, k)$ の疑似コードを書け。ただし, k がない場合には NIL を返すものとする。

A binary search tree satisfies the following property:

- Let x be a node in a binary search tree. If y is a node in the right subtree of x , then $y.key \geq x.key$. If y is a node in the left subtree of x , then $y.key \leq x.key$.

Let $T.root$ be a node of a tree T , and for each node x , $x.right$, $x.left$ and $x.parent$ be its right child, its left child and its parent respectively.

- (1) Explain the way to find the maximum key and the minimum key among the subtree rooted on a node x respectively.
- (2) Procedure $INSERT(T, z)$ inserts a node z with key v to a binary search tree T , where $z.key = v$, $z.right = NIL$ and $z.left = NIL$. Fill blanks (1) and (2). Show a recursive version of procedure $INSERT(T, z)$.
- (3) On a tree of height h , procedure $INSERT(T, z)$ runs in $O(h)$. Explain its reason.
- (4) Write a pseudo-code for procedure $SEARCH(T, x, k)$ to search a node with k on T , it begins its search at a node x . If there is no such k on T , it returns NIL .

$INSERT(T, z)$

$y = NIL$

$x = T.root$

while $x \neq NIL$

$y = x$

if $z.key < x.key$ then $x =$ (1)

else $x =$ (2)

$z.parent = y$

if $y == NIL$ then $T.root = z$

elseif $z.key < y.key$ then $y.left = z$

else $y.right = z$

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

フィボナッチ数 F_n を数式 (a) で定義する.

- (1) F_0 から F_{10} までのフィボナッチ数をすべて答えよ.
- (2) 図 1 は引数 n について, F_n をループ処理で求めて返す関数 `int fibo1(int n)` を使ったプログラムのソースコードである. このプログラムが正常終了したときの出力結果を答えよ.
- (3) 図 2 は引数 n について, F_n を再帰処理で求めて返す関数 `int fibo2(int n)` を使ったプログラムのソースコードである. このソースコードの空欄 [statement2-1] ~ [statement2-3] を埋めて完成させよ. また, このプログラムが正常終了したときの出力結果を答えよ.
- (4) 図 2 の関数 `int fibo2(int n)` は引数 n が大きくなるほど計算効率が悪くなる. 図 3 は関数 `int fibo2(int n)` を改良した関数 `int fibo3(int n)` を使ったプログラムのソースコードである. このソースコードの空欄 [statement3-1] ~ [statement3-3] を埋めて完成させよ. また, このプログラムが正常終了したときの出力結果を答えよ.
- (5) 図 2 の関数 `int fibo2(int n)` と図 3 の関数 `int fibo3(int n)` を比較して, 関数 `int fibo2(int n)` の方が関数 `int fibo3(int n)` より計算効率が悪い理由と関数 `int fibo3(int n)` が計算効率を改善できている理由を答えよ.

Define Fibonacci numbers F_n by equation (a).

- (1) Answer all Fibonacci numbers from F_0 to F_{10} .
- (2) Figure 1 shows the source code of the program that returns a Fibonacci number calculated by loop with function `int fibo1(int n)`. Answer the output of this program when it is executed successfully.
- (3) Figure 2 shows the source code of the program that returns a Fibonacci number calculated by recursion with function `int fibo2(int n)`. Complete the source code by filling blanks [statement2-1] ~ [statement2-3] and answer the output of the program when it is executed successfully.
- (4) When argument n becomes large enough, the calculation efficiency of `int fibo2(int n)` becomes worse. Figure 3 shows the source code of the program that returns a Fibonacci number calculated by recursion with improved function `int fibo3(int n)`. Complete the source code by filling blanks [statement3-1] ~ [statement3-3] and answer the output of this program when it is executed successfully.
- (5) In comparing function `int fibo2(int n)` in Fig.2 with function `int fibo3(int n)` in Fig.3, answer the reason that function `int fibo2(int n)` is more inefficient in calculation than function `int fibo3(int n)` and that function `int fibo3(int n)` can improve the calculation efficiency.

$$F_n = \begin{cases} 0 & n = 0 \\ 1 & n = 1 \\ F_{n-1} + F_{n-2} & n \geq 2 \end{cases} \quad (\text{a})$$

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int fibo1(int n) {
4     int i, f_2, f_1, f = 0;
5     for (i = 1, f_1 = 1; i <= n; i++) {
6         f_2 = f_1;
7         f_1 = f;
8         f = f_1 + f_2;
9         printf("%d: f=%d, f_1=%d, f_2=%d\n", i, f, f_1, f_2);
10    }
11    return f;
12 }
13
14 int main() {
15     int n = 4;
16     printf("fibo(%2d)=%2d\n", n, fibo1(n));
17     return 0;
18 }

```

图 1 (Figure 1) fibo1.c

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int fibo2(int n) {
4     printf("call_fibo(%d)", n);
5     if ( [statement2-1] ) return 0;
6     else if ( [statement2-2] ) return 1;
7     else return [statement2-3];
8 }
9
10 int main() {
11     int n = 4;
12     printf("fibo(%2d)=%2d\n", n, fibo2(n));
13     return 0;
14 }

```

图 2 (Figure 2) fibo2.c

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int f[100];
4
5 int fibo3(int n) {
6     printf("call_fibo(%d)", n);
7     if ( [statement3-1] ) return 0;
8     else if ( [statement3-2] ) return 1;
9     else if ( f[n] != -1 ) return f[n];
10    else return [statement3-3];
11 }
12
13 int main() {
14     int i, n = 4;
15     for (i = 0; i <= n; i++)
16         f[i] = -1;
17     printf("fibo(%2d)=%2d\n", n, fibo3(n));
18     return 0;
19 }

```

图 3 (Figure 3) fibo3.c

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

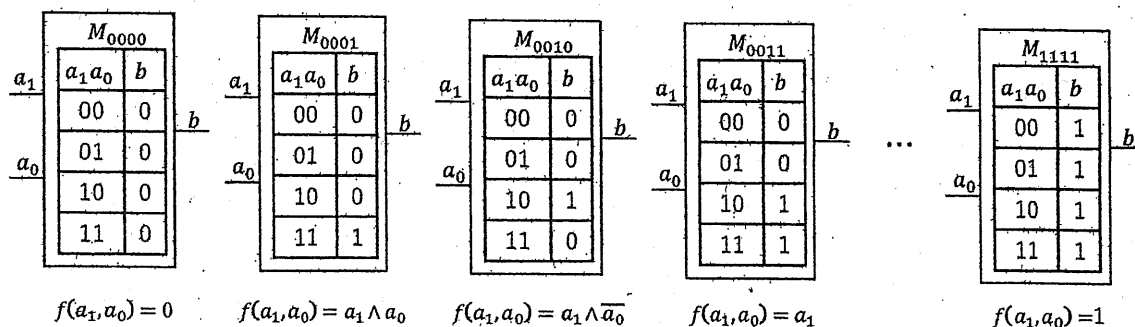
問題 4 (Question 4)

下の図のように、2 ビットのアドレス入力 a_1a_0 と 1 ビット出力 b をもつ 16 通りの 4 ビットメモリを $M_{0000}, M_{0001}, \dots, M_{1111}$ と表す。各メモリは、図に示したように、2 ビットブール関数 $f: \{0, 1\}^2 \rightarrow \{0, 1\}$ を計算することができる。例えば、 M_{0010} が計算するブール関数をブール式で表すと、 $f(a_1, a_0) = a_1 \wedge \bar{a}_0$ となる。

- (1) 図で省略されている 11 通りのメモリ $M_{0100}, M_{0101}, \dots, M_{1110}$ が計算するブール関数をそれぞれブール式で示せ。
- (2) セレクタは 3 ビットの入力 x_1, x_0, y と 1 ビット出力 z を持ち、 $z = x_y$ が成り立つ。 z を x_1, x_0, y のブール式で示せ。
- (3) セレクタは、3 個の 4 ビットメモリで作れることを示せ。
- (4) どのような 3 ビットブール関数 $f: \{0, 1\}^3 \rightarrow \{0, 1\}$ も 5 個の 4 ビットメモリで計算できることを示せ。(ヒント: $f(a_2, a_1, 0)$ は 2 ビットブール関数である。)
- (5) どのような n ビット ($n \geq 2$) ブール関数も $2^n - 3$ 個の 4 ビットメモリで計算できることを示せ。

Let $M_{0000}, M_{0001}, \dots, M_{1111}$ be sixteen 4-bit memories with 2-bit address input a_1a_0 and 1-bit output b as illustrated in the figure below. Each memory can compute a 2-bit Boolean function $f: \{0, 1\}^2 \rightarrow \{0, 1\}$ as shown in the figure. For example, M_{0010} computes a Boolean function with Boolean formula $f(a_1, a_0) = a_1 \wedge \bar{a}_0$.

- (1) Show the Boolean formulas of Boolean functions computed by 11 memories $M_{0100}, M_{0101}, \dots, M_{1110}$ omitted in the figure, respectively.
- (2) A selector has 3-bit input x_1, x_0 , and y , and 1-bit output z such that $z = x_y$. Show z by a Boolean formula of x_1, x_0 , and y .
- (3) Show that a selector can be implemented using three 4-bit memories.
- (4) Show that any 3-bit Boolean function $f: \{0, 1\}^3 \rightarrow \{0, 1\}$ can be computed by five 4-bit memories. (Hint: $f(a_2, a_1, 0)$ is a 2-bit Boolean function)
- (5) Show that any n -bit ($n \geq 2$) Boolean function can be computed by $(2^n - 3)$ 4-bit memories.



2020年4月入学 (April 2020 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (外国人留学生特別選抜) 専門科目入学試験問題
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (Special Selection for International Students)

(2020年1月21日実施 / January 21, 2020)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 5 (Question 5)

卒業研究またはこれまでに従事した研究課題について、400字程度で簡潔にまとめよ。もしそれらを行っていない場合は、興味を持った情報科学に関する最近の話題を一つ選び、その概要とともに、興味を持った理由を400字程度で説明せよ。解答は別紙解答用紙に記入せよ。

Describe the outline of your undergraduate study or the research project you were engaged in, in approximately 200 words. If you have never been engaged in them, then choose one of the recent topics on Informatics and Data Science you are interested in, and explain, as well as its outline, why the topic interested you in approximately 200 words. Write your answer on the answer sheet.