# 名古屋工業大学

## ２０２２年度（令和４年度）

## 編入学者・転入学者選抜学力検査[問題]

## ー 専 門 試 験 ー

## (情報工学科)

試 験 日 時　２０２１年6月２５日（金）

１０：００～１２：００

●解答上の注意

(1) 解答の際，解答用紙のホチキス止めを外してください。
(2) 配布物は，問題冊子１冊，解答用紙３枚，計算用紙１枚です。
(3) 解答は各問題番号に対応する解答用紙に解答してください。
(4) 解答が解答用紙表面に書ききれない場合は，裏面に続いてもよいが，その場合は表面の下側が裏面の上側になるようにし，上側２／３のスペースに解答を収めてください。
(5) 電卓は使用できません。
(6) 試験終了後は問題用紙と計算用紙を持ち帰ってください。

**問題 1**　設問すべてについて解答すること。ただし，回路を示す場合には，記号として図 1 に示す論理記号を用いること。また素子の入力数は 3 以上としてもよい。


図 1 ：論理記号

I　2 進数に関する次の(1)～(4)の問いについて答えよ。ただし 2 進数は 8 ビットで表記し，負の数は 2 の補数表現で表記するものとする。また，ある値 $X$ が $n$ 進数で表されているとき，これを $X_n$ と表記するものとする。

(1) 10 進数の整数 $M_{10} = 25$ を 2 進数の整数 $M_2$ で表せ。

(2) 2 進数の整数 $N_2 = 0010\,1001$ を 10 進数の整数 $N_{10}$ で表せ。

(3) 2 進数の減算 $O_2 = M_2 - N_2$ を 2 の補数表現を用いて求めよ。ただし計算過程を示すこと。また結果の 2 進数 $O_2$ を 10 進数の整数 $O_{10}$ で表せ。

(4) 算術シフト演算を用いて 2 進数 $P_2 = 3 \cdot M_2$ を求めよ。ただし計算過程を示すこと。また結果の 2 進数 $P_2$ を 10 進数の整数 $P_{10}$ で表せ。

II　ある $n$ 入力論理関数 $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ が，論理関数 AND, OR, NOT の組み合わせで表現できるとき，これを $f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \{\mathrm{AND}, \mathrm{OR}, \mathrm{NOT}\}$ と表記するものとする。論理関数の完全性（完備性）に関する次の(1)～(2)の問いについて答えよ。

(1) 1 入力論理関数 $f(x_1)$ は全部で 4 個存在する。この 4 個の 1 入力論理関数を $f_1(x_1)$，$f_2(x_1)$，$f_3(x_1)$，$f_4(x_1)$ で表した時，$f_1(x_1)$，$f_2(x_1)$，$f_3(x_1)$，$f_4(x_1)$ の真理値表と論理式を記述し，$f(x_1) = \{\mathrm{AND}, \mathrm{OR}, \mathrm{NOT}\}$ であることを示せ。

(2) 任意の 2 入力論理関数 $f(x_1, x_2)$ について，$f(x_1, x_2) = \{\mathrm{AND,OR,NOT}\}$ であることを，$x_2 = 0$ の時の 1 入力論理関数 $f(x_1, 0)$（ただし $f(x_1, 0) = \{\mathrm{AND,OR,NOT}\}$ ）と $x_2 = 1$ の時の 1 入力論理関数 $f(x_1, 1)$（ただし $f(x_1, 1) = \{\mathrm{AND,OR,NOT}\}$ ）および論理関数 AND, OR, NOT を用いて，論理式により示せ。

Ⅲ　次の文章を読み，(1)～(4)の問いについて答えよ。

3つの入力 $a$, $b$, $c$ に対して，以下のいずれかの条件が成立したときに出力 $y$ が 1，それ以外は出力 $y$ が 0 となる論理関数を考える。

条件1： $a$ と $b$ がともに 1

条件2： $a$ と $c$ がともに 1

条件3： $a$ と $b$ が等しくなく，かつ，$b$ と $c$ がともに 1

(1) $a$, $b$, $c$ を入力，$y$ を出力とした真理値表を作成せよ。

(2) (1)で得られた真理値表から，出力 $y$ について最小項の論理和である積和標準形（主加法標準形）の論理式を求めよ。

(3) 真理値表の出力が 1 になる入力に注目したカルノー図を作成せよ。ただし形式は以下のとおりとする。またカルノー図は論理素子数が最小となるよう簡単化するために必要なところを枠で囲むこと。

| $c$＼$a$ $b$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |

(4) (3)で得られたカルノー図から，論理素子数が最小となるよう簡単化した論理式および論理回路を示せ。

**問題２**　設問すべてについて解答すること。問題中のプログラムはＣ言語を模したもので記述してある。なお，プログラム中の$\boxed{\phantom{xxxx}}$で隠された部分の大きさと，本来の記述の長さは無関係である。また，必要な#include 文は記述されているとみなせ。

Ⅰ　非負の整数 n の階乗を求める関数 kaijou について考える。次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 図 2-1 に示す関数 kaijou は変数 n の階乗を求めるものである。この関数では n の階乗を表す変数 fact を定義し，関数の返却値として fact が返される。プログラム中の(a)および(b)を適切に埋めることで関数 kaijou を完成させよ。ただし，(a)は整数とし，適合するものをすべて答えよ。また，(b)は 1 行のプログラムとする。

(2) ある関数 func の中でその関数 func を呼び出すような関数を$\boxed{\text{(c)}}$関数という。(c)に入る語句を答えよ。

(3) 図 2-1 に示す変数 n の階乗を求める関数 kaijou を$\boxed{\text{(c)}}$関数を用いて図 2-2 のように書き換えることを考える。この関数では関数の返却値に n の階乗の値が格納される。プログラム中の(d)および(e)を適切に埋めることで関数 kaijou を完成させよ。ただし，(d)および(e)は 1 行のプログラムとする。

```
int kaijou(int n){
  int i, fact=1;
  for (i= [ (a) ]; i<=n; i++){
     [ (b) ]
  }
  return fact;
}
```

図 2-1：階乗を求めるプログラム

```
int kaijou(int n){
  if (n>0) return [ (d) ]
  else return [ (e) ]
}
```

図 2-2：階乗を求めるプログラム

Ⅱ　2 つの数字の大小関係を比較し，小さい値を求める関数 min について考える。次の(1)～(5)の問いについて答えよ。

(1) 関数 min を図 2-3 に示すように作成した。この関数では与えられた 2 つの変数 x1，x2 の大小関係を比較し，関数の返却値に小さい方の値が格納される。プログラム中の(f)を適切に埋めることで関数 min を完成させよ。ただし，(f)は 1 行のプログラムとする。また，与えられた 2 つの変数は同じ値ではないものとする。

(2) 図 2-3 のプログラムにおいて条件演算子を用いて図 2-4 のように書き換え，図 2-3 と同様に小さい値を求める関数 min を考える。プログラム中の(g)を適切に埋めることで関数 min を完成させよ。ただし，図 2-4 中の(f)は問い(1)での回答と同じものであり，(g)は 1 行のプログラムとする。

(3) 4 つの数字の大小関係を比較し，最小値を求める関数 min4 を考える。問い(1)，(2)で考えた関数 min を用いて関数 min4 を図 2-5 に示すように作成した。プログラム中の(h)を適切に埋めることで関数 min4 を完成させよ。ただし，(h)は関数 min を用い，1 行のプログラムとする。

(4) n 個（n≧2）のランダムな整数が格納された配列 x（x[0]～x[n-1]）に格納された数字の最小値を関数の返却値とする関数 minseq を考える。条件演算子を用いて図 2-6 に示すように作成した。プログラム中の(i)を適切に埋めることで関数 minseq を完成させよ。ただし，(i) は 1 行のプログラムとする。

(5) 次に図 2-6 に示す関数 minseq を問い(1)，(2)で考えた関数 min および $\boxed{\quad(c)\quad}$ 関数を用いて図 2-7 のように書き換えることを考える。プログラム中の(j)，(k)を適切に埋めることで関数 minseq を完成させよ。ただし，(c)は問い I-(2)での回答と同じものであり，(j)，(k) は 1 行のプログラムとする。

```
int min(int x1, int x2){
  if ( [   (f)   ] ) return x1;
  else return x2;
}
```

図 2-3：小さい値を求めるプログラム

```
int min(int x1, int x2){
  return ( (f) ) (g)
}
```

図 2-4：小さい値を求めるプログラム

```
int min4(int x1, int x2, int x3, int x4){
  return (h)
}
```

図 2-5：最小値を求めるプログラム

```
int minseq(int n, int *x){
  int k, min=x[0];
  for (k=1;k<n;k++){
      (i)
  }
  return min;
}
```

図 2-6：最小値を求めるプログラム

```
int minseq(int n, int *x){
  if (n>2) return (j)
  else return (k)
}
```

図 2-7：最小値を求めるプログラム

**問題３**　設問すべてについて解答すること。

導出過程も簡潔に示すこと。ただし，解答においては最も簡約化した形で答えを示すこと。ここで簡約化とは，分数に関しては既約形，対数に関しては最も簡単な形（例：$\log_2 6 \rightarrow 1 + \log_2 3$）に変形することを指す。また，$0\log_2 0 = 0$ とする。

Ⅰ　整数集合 $\{0,1\}$ より１つの値を取る確率変数 $X_1, X_2$ の確率分布は，以下で与えられる。

$$P_{X_1}(0) = \frac{1}{3},\quad P_{X_1}(1) = \frac{2}{3},\qquad P_{X_2}(0) = \frac{1}{4},\quad P_{X_2}(1) = \frac{3}{4}$$

ここで，$X_1, X_2$ は独立である。また，確率変数 $Y$ は，$Y = X_1X_2$（$X_1$ と $X_2$ の積）と与えられる。以下の(1)～(5)の問いに答えよ。

(1) エントロピー $H(X_1)$ を求めよ。

(2) 結合エントロピー $H(X_1, X_2)$ を求めよ。

(3) エントロピー $H(Y)$ を求めよ。

(4) 条件付きエントロピー $H(Y|X_2)$ を求めよ。

(5) 相互情報量 $I(Y; X_2)$ を求めよ。

Ⅱ　図 3-1 のシャノン線図によって表される定常マルコフ情報源 $S$ を考える。ここで，$X_t \in \{\mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}\}$ は時刻 $t$ における出力シンボル，$S_t \in \{S_a, S_b, S_c\}$ は状態を表す。また，図中の矢印に付与された記述は (出力シンボル)/(遷移確率) を表す。(1)～(3)の問いに答えよ。

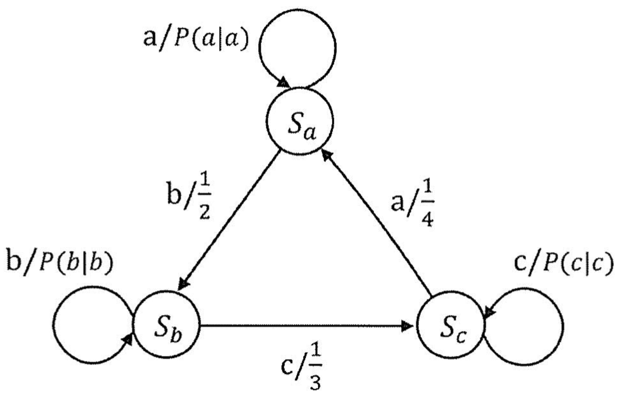


図 3-1：シャノン線図

(1) $P(a|a), P(b|b), P(c|c)$ を求め，以下のように定義される状態遷移行列を示せ。

$$\boldsymbol{T} = \begin{pmatrix} P(a|a) & P(a|b) & P(a|c) \\ P(b|a) & P(b|b) & P(b|c) \\ P(c|a) & P(c|b) & P(c|c) \end{pmatrix}$$

(2) 情報源 $S$ の定常確率分布 $P(X_t)$ を求めよ。

(3) 情報源 $S$ のエントロピーレート（１記号あたりのエントロピー）$H(X_t|X_{t-1})$ を求めよ。

Ⅲ　図 3-2 で示される２つの通信路について，(1)～(4)の問いに答えよ。ただし，通信路の入力および出力を表す確率変数をそれぞれ $X, Y$ とし，$\epsilon$ は $0 \leq \epsilon \leq 1$ を満たす実数とする。また，解答においては可能な限り，２ 元エントロピー関数 $h(\epsilon) = -\epsilon\log_2\epsilon - (1-\epsilon)\log_2(1-\epsilon)$ を用いること。

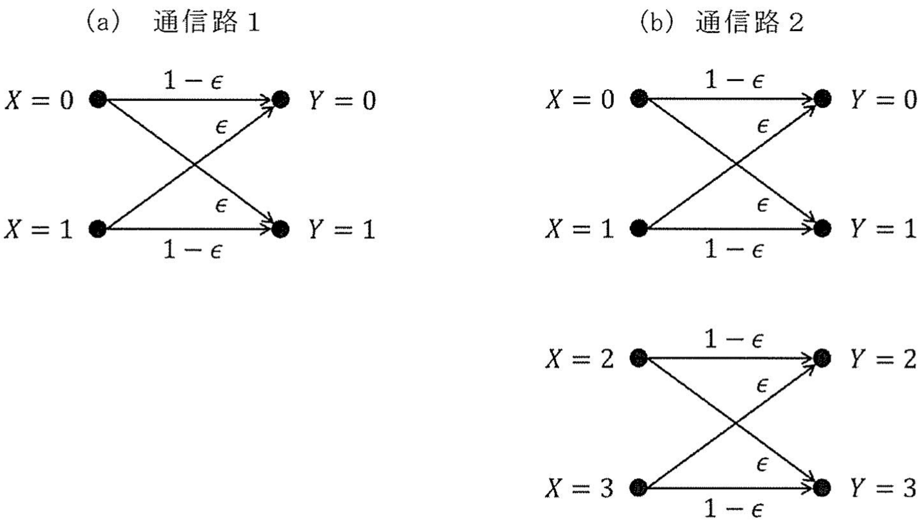


図 3-2：通信路線図

(1) 通信路１の通信路容量 $C_1$ を示せ。

(2) 通信路２の通信路容量 $C_2$ を示せ。

(3) 通信路１において等確率で生起する２つの符号語 000, 111 を用いて通信することを考える。受信者は以下の規則に基づいて復号を行う。

- 受信結果が $\{000, 001, 010, 100\}$ のいずれかであれば 000
- 受信結果が $\{111, 110, 101, 011\}$ のいずれかであれば 111

この符号の符号語長 $L$，符号語数 $N$ および伝送速度 $R$（情報速度）を求めよ。

(4) (3)の符号における復号誤り率 $P_e$（平均誤り率）を求めよ。