名古屋工業大学

平成２９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)

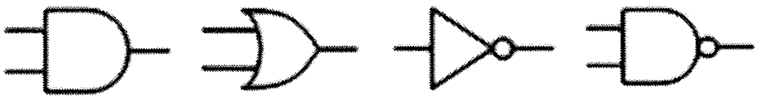
試 験 日 時　平成２８年6月１７日（金）

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。



AND　　OR　　NOT　　NAND

図 1：論理記号

I　次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 2 の補数を用いて次の 2 進数の減算を行え。

(a) 11010-10111

(b) 10110-11011

(2) ブール代数の基本法則の一つである分配則*を用いて式変形することで，次の等式が成り立つことを示せ。*分配則：$A \cdot (B+C) = A \cdot B + A \cdot C, A + (B \cdot C) = (A+B) \cdot (A+C)$

$$x + \overline{x} \cdot y + \overline{x} \cdot \overline{y} \cdot z = x + y + z$$

(3) 次の論理式を実現する論理回路を NAND 素子のみを用いて構成せよ。ただし，素子数最小の論理回路で記述すること。

$$f = a \cdot \overline{b} + c$$

II　図 2 は，各状態 01，10，11 を 2 個のフリップフロップ Q_1，Q_2 で表した状態遷移図である。

以下の問いに答えよ。

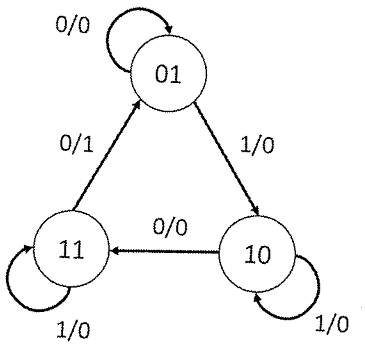


図 2：状態遷移図（矢印に付随する数字は、入力値 x /出力値 z を表す）

(1)　下の状態遷移表を完成させよ。ただし，順序回路の現在の状態を Q_1Q_2，次の状態を $Q_1'Q_2'$ と表す。

現在の状態 Q_1Q_2	次の状態 $Q_1'Q_2'$		出力 z	
	x=0	x=1	x=0	x=1
01				
10				
11				

(2)　状態遷移関数 Q_1'，Q_2' と出力関数 z を，入力 x と現在の状態 Q_1, Q_2 を用いて，できる限り簡単化した積和標準形（加法標準形）の論理式で示せ。簡単化にはカルノー図を用い冗長性を考慮せよ。

(a)　状態遷移関数 Q_1'

(b)　状態遷移関数 Q_2'

(c)　出力関数 z

(3)　図 2 の状態遷移図を実現する順序回路を 2 個のエッジトリガ D-FF（図 3 を使用すること）を用いて設計せよ。

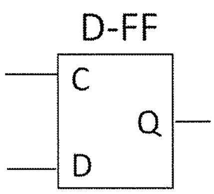


図 3：エッジトリガ D-FF(C はクロック)

問題２　設問すべてについて解答すること。ただし，以下のプログラムは全て ANSI-C:1989 に準拠した形で記述したものである。また，プログラム中の$\boxed{}$で隠された部分の大きさと，本来の記述の長さとは無関係である。

Ｉ　ここでは，天秤ばかりを用いてある対象の質量を計測することを考える。天秤ばかりとは，天秤の両端それぞれに質量が既知の分銅と計測対象となる物体を載せ，天秤がつり合うように分銅の数を調整することで計測対象の質量を計測する器具である。今回の計測では，100g，50g，20g，10g，5g，1g の分銅が使用可能である。また，それぞれの分銅は，対象を計測するために必要となる数が十分に揃えられているものとする。

ここではランダムな重さを持つ対象の質量を最も少ない数の分銅で計測することを考え，以下のようなプログラムを作成した。

```
#include <stdio.h>

unsigned char random8(void);
int random_weight(unsigned char max);
int measure_weight(int object);

int main(int argc, char *argv[]){
   int object;

   object = random_weight(100);
   printf("weight = %d¥n",measure_weight(object));

   return 0;
}

int random_weight(int max){
   return [  (ア)  ];
}
```

```
int measure_weight(int object){
   /* 分銅の質量 */
   int weight[6]={100,50,20,10,5,1};
   /* 分銅の数 */
   int weight_num[6]={0,0,0,0,0,0};
   int measured = 0;
   int i;

   for (i=0;i<6;i++){

     do{                                  ┐
        weight_num[i]++;                  │
     }while([  (イ)  ]);                  │ (I)
     weight_num[i]--;                     ┘

     measured = [  (ウ)  ];
   }

   for (i=0;i<6;i++)
     printf("weight %3d: %d¥n",weight[i],
                                weight_num[i]);

   return measured;
}
```

以下の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 関数 random_weight は 0 から(max － 1)（max は 8 ビット符号なし整数）の整数をランダムに発生させる関数である。ただし，これにより生じる乱数は厳密に一様なものとは限らない。この関数は次の 2 つの条件を満たす。

(A) 0 から (max － 1)の整数をランダムに発生させることができる。

(B) 発生させる乱数の期待値は max の値に関わらず約 (max － 1)/2 となる。

いま，上記プログラム冒頭で宣言された 8bit 符号なし整数を一様に発生させる関数 random8 を使用し，上記の条件を満たす 関数 random_weight を完成させたい。プログラム中の(ア)に入る適切な記述を答えよ。なお，(A)，(B)の両方が満たされない場合でも，(A)の条件が満たされていれば部分的に正解とする。

(2) 関数 measure_weight は引数 object に対象物の重さが与えられたとき，その重さを計測し，また，最終計測結果において使用した分銅の数を表示させる関数である。(イ)，(ウ) に入る適切な記述を答えよ。

(3) 関数 ·measure_weight における四角で囲まれた範囲(I) は，実際の計測における計測者の行動を模擬したものであるが，プログラムとしては冗長である。これはより簡易に以下のように書き換えることができる。

```
weight_num[i] = [  (エ)  ] ;
```

(エ)に入る適切な記述を答えよ。

(4) 上記プログラムを実行し，82g の対象を計測した場合に使用される分銅の数を答えよ。

II 以下のプログラムは画像を 2 次元配列として表現し，0 以外の値を持つ境界により囲まれる領域（閉領域）をある値で塗りつぶすためのものである。

```
void paint(unsigned char image[8][8], int x, int y);

int main(int argc, char *argv[]){
  unsigned char image[8][8] =
    {
      {0,0,0,0,0,0,0,0},
      {0,1,1,1,0,0,0,0},
      {1,1,0,0,1,1,0,0},
      {0,0,0,0,0,0,1,0},      (I)
      {1,1,0,0,0,0,1,0},
      {0,1,1,0,0,1,0,0},
      {0,0,1,1,1,0,0,0},
      {0,0,0,0,0,0,0,0}
    };

  paint(image,3,3);

  return 0;
}
```

```
void paint(unsigned char image[8][8], int x, int y){
  int value = 1;

  if ([  (i)  ])
    return;

  if (image[y][x]!=0)
    return;

  image[y][x] = value;      (II)

  [ (ii) ] ;
  [ (iii) ] ;
  [ (iv) ] ;
  [ (v) ] ;

  return;
}
```

2 次元配列により表現される画像 image における座標（x,y）の値は image[y][x] により参照されるものとする。また，関数 paint は再帰呼び出しを利用して，座標(x,y)が含まれる閉領域を塗りつぶす関数である。この関数は，以下の a～g の手続きにより実行される。なお，以下の文に含まれる上下左右は，プログラム内の四角で示される範囲(I)の上下左右と対応する。

a. 座標(x,y)が画像の範囲外であれば終了
b. 座標(x,y)が境界であれば終了
c. 座標(x,y) を value により塗る
d. 座標(x,y)の上の点を中心として塗りつぶしを行う
e. 座標(x,y)の下の点を中心として塗りつぶしを行う
f. 座標(x,y)の左の点を中心として塗りつぶしを行う
g. 座標(x,y)の右の点を中心として塗りつぶしを行う

(問題は次ページに続く)

以下の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) プログラム中の（ i ）は，手続き a に対応するものであり，関数 paint を適切に動作させるために必要である。（ i ）に入る適切な記述を答えよ。

(2) プログラム中の（ ii ）～（ v ）はそれぞれ手続き d～g に対応する記述である。それぞれについて適切な記述を答えよ。なお，記述の順番についても留意すること。

(3) 関数 paint による塗りつぶしがどのような順番で行われるかを調査するため，関数 paint の四角で囲まれた範囲(II)を次のように修正した。

```
image[y][x] = value++;
```

この修正により，value の値を変えながら閉領域を塗りつぶすことができるようにし，どのような順番で領域が塗りつぶされたかを確認したい。しかし，このプログラムを実行したところ，意図通りの結果が得られなかった。この部分以外に修正すべき箇所を示し，また，その修正後の記述を答えよ。ただし，修正は関数 paint 内のみにとどめること。

(4) 上記の修正が適切に行えた場合，プログラムを実行した後に 2 次元配列 image はどのような値を持つか答えよ。なお，プログラム実行後の image の値は範囲(I)に示された形式と同様の形式により記述すること。

問題3 設問すべてについて解答すること。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，対数に対しては最も簡単な形（例：$\log_2 6 \to 1 + \log_2 3$）に変形することを指す。また，導出過程も示すこと。

I　aとbの二つ袋があり，aの袋には赤球と白球が一つずつ，bの袋には赤球が一つ，白球が三つ入っている。1～4の数字が書かれた4面ダイスを振り，1の目が出たらaの袋から，それ以外の目が出たらbの袋から，無作為に一つ球を取り出す。なお，ダイスの目が出る確率は等確率とする。また，取り出した球は元の袋に戻すこととする。ダイスを振った結果，aとbどちらの袋が選択されるかを表す確率変数を$X \in \{\mathrm{a}, \mathrm{b}\}$，袋から取り出した球の色を表す確率変数を$Y \in \{赤, 白\}$とする。以下の問いについて答えよ。

(1) 条件付き確率$P(Y = 赤|X = \mathrm{a})$を求めよ。

(2) 赤玉が出る確率$P(Y = 赤)$を求めよ。

(3) aの袋が選択された事を知った後での確率変数Yの平均情報量$H(Y|X = \mathrm{a})$を求めよ。

(4) 相互情報量$I(X; Y)$を求めよ。

(5) 袋の選択結果と取り出された球の色を記録することを考える。両事象の組み合わせに対し，以下の表のように記号を割り当てる。各記号を{0,1}の二元符号によりハフマン符号化した際の平均符号長Lを求めよ。

袋	球の色	記号
a	赤	A
a	白	B
b	赤	C
b	白	D

II　以下の表に示す分布により定まる 2 重マルコフ情報源Sを考える。ここで，$X_t \in \{0,1\}$は時刻tにおける出力を表す確率変数である。

X_t	X_{t-1}	X_{t-2}	$P(X_t \mid X_{t-1}, X_{t-2})$
0	0	0	$\frac{1}{2}$
0	0	1	$\frac{1}{4}$
0	1	0	$\frac{1}{3}$
0	1	1	$\frac{1}{3}$

X_t	X_{t-1}	X_{t-2}	$P(X_t \mid X_{t-1}, X_{t-2})$
1	0	0	$\frac{1}{2}$
1	0	1	$\frac{3}{4}$
1	1	0	$\frac{2}{3}$
1	1	1	$\frac{2}{3}$

以下の問いについて答えよ。

(1)　マルコフ情報源Sのシャノン線図（状態遷移図）を書け。ただし，$X_{t-1} = i, X_{t-2} = j$の状態をS_{ij}で表し，図には遷移確率の値も示すこと。なお，出力に独立な変数がある場合には，状態数を減らすために，その変数を省略した新たな状態を導入しても構わない。新たな状態を導入した場合，その定義も示すこと。

(2)　マルコフ情報源Sが定常分布にある時の，記号0,1の生起確率$P(X_t = 0), P(X_t = 1)$を求めよ。