名古屋工業大学

２０２１年度（令和３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　２０２０年7月２９日（水）

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 1-1 に示す論理回路記号を用いること。

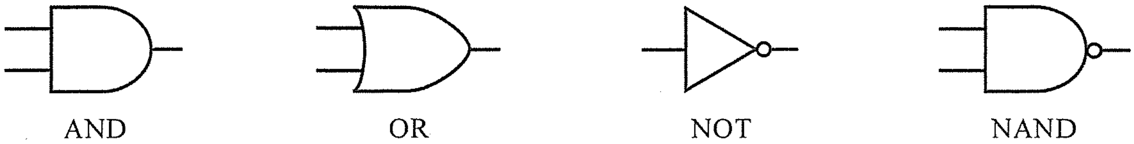

図 1-1 論理回路記号

I　次の(1)～(3)の問いについて答えよ。なお，負の値は 2 の補数表現で表すものとする。

(1) 10 進整数 -2020 を 12 桁の 2 進整数で表せ。

(2) 10 進整数 -505 を 12 桁の 2 進整数で表せ。

(3) (1)で求めた 2 進整数から(2)で求めた 2 進整数を減算した結果を 12 桁の 2 進整数で示せ。

II　a，b，c，d を入力，zを出力とする以下の真理値表について，次の(1)，(2)の問いに答えよ。

a	b	c	d	z
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

(1) 上記真理値表より，積項の数が最も少ない積和形式の論理式を求めよ。

(2) (1)の論理式を，論理回路記号の総数が最も少ない回路で示せ。

Ⅲ　100 円ジュース自動販売機の動作を示す状態遷移図を図 1-2 に示す。使用できる硬貨は 50 円と 100 円のみとする。図中において，状態 1 は 50 円預かり，状態 0 は 0 円預かりを示す。矢印に付随する $a/(z_1, z_0)$については，a円の投入，z_1=1 がジュースの提供有，z_1=0 がジュースの提供無，z_0=1 が釣銭 50 円，z_0=0 が釣銭 0 円をそれぞれ表す。次の(1)～(5)の問いに答えよ。

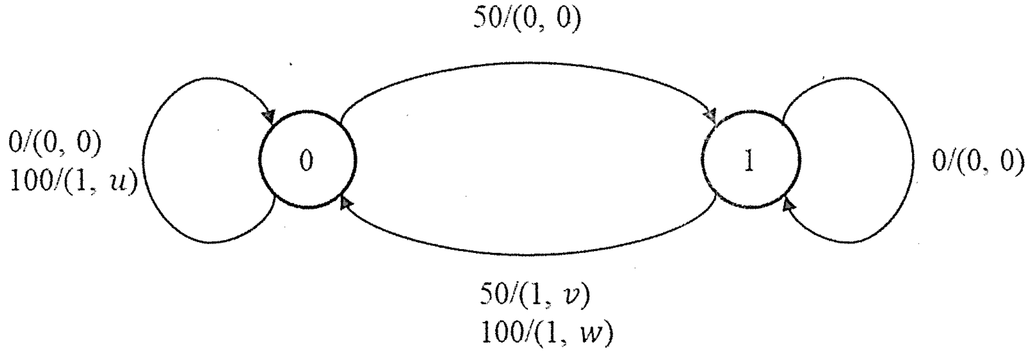

図 1-2　100 円ジュース自動販売機の動作を示す状態遷移図

(1) 投入金額に対するジュースと釣銭の提供が適切に行われるように状態遷移図を完成させたい。図 1-2 中のu，v，wにあてはまる適切な値を示せ。

(2) 現在の状態をQ，次の状態をQ'と表す。また，入力aを 2 桁の 2 進数x_1x_0で表し，0 円の投入を 00，50 円の投入を 01，100 円の投入を 10 としたとき，(1)で完成させた状態遷移図から状態遷移表を作成せよ。なお，入力 11 は未定義とする。

(3) (1)で完成させた状態遷移図に基づいて，z_1，z_0の出力表を示せ。状態と入力の表現は(2)と同じとする。

(4) (3)で作成した出力表に基づいて，出力z_1，z_0について，Q，x_1，x_0を入力とした論理式をそれぞれ求めよ。

(5) 図 1-3 に示す JK-FF を用いて，(1)で完成させた状態遷移図を実現する回路を図示せよ。

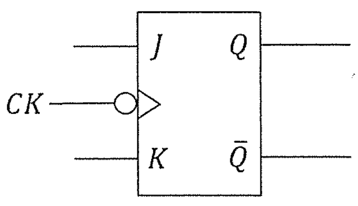

図 1-3　JK-FF（J，K：データ入力，Q，$\bar{Q}$：データ出力，CK：クロック）

問題2　設問全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 $\boxed{}$ 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。

I　n 個のランダムな整数が格納された配列 data が与えられ，その配列に含まれる要素を並べ替える関数 narabekae を図 2-1 に示すように作成した。以下の問い(1)〜(4)に答えよ。

(1) 図 2-1 に示す関数 narabekae は配列 data に格納された数字を昇順に並べ替えるものである。この関数では隣接する配列要素の大小を比較し，数字の大きな要素が配列内部で後方になるように入れ替える処理を繰り返すことで整数の並べ替えを実現している。この関数で用いられるアルゴリズムの名称を答えよ。

(2) プログラム中の(a)で示された箇所では，配列要素の並べ替えを行うために data[j] と data[j+1] に格納された値を入れ替える。(a)を適切に埋めることで関数 narabekae を完成させよ。なお，追加するプログラムは 1 行である必要はない。また，必要があれば変数を追加してもよい。

(3) この関数を実行した場合，配列要素の並べ替え自体は実現可能であるが，要素どうしの不要な比較が行われてしまうため効率が悪い。そこで，プログラム中の 1 行のみを修正することで，比較回数を削減したい。修正すべき箇所を示すとともに，どのように修正すべきか答えよ。

(4) (3)で修正したプログラムを用いて並べ替えを行った際に，コメント中に(b)を含む行で行われる比較の回数を配列 data の要素数 n を用いて答えよ。

```
void narabekae(int n, int *data){
  for (int i=0;i<n-1;i++)
    for (int j=0;j<n-1;j++)
      if (data[j]>data[j+1]){ /* (b) */
           (a)
      }
}
```

図 2-1：数字の並べ替えプログラム

II 昇順に並べ替えられた整数からなる配列 data が，ある整数 suji を含むかどうかを確認する関数 tansaku を考える。この関数は図 2-2 に示すように作成され，配列 data が suji を含む場合は 1 を，含まない場合は 0 を返す。また，suji の探索は配列 data 内の要素 data[start] から始まり data[end] で終わる連続した範囲を対象として行われる。例えば，15 個の要素を持つ配列内全ての要素を対象に探索を行う場合，tansaku(suji,data,0,14) のように呼び出しが行われる。以下の問い(1)～(4)に答えよ。

(1) この関数では与えられた suji が data[mid] よりも大きいか小さいかを確認し，その結果に基づき探索すべき範囲を順次狭くすることで効率的に探索を行っている。このような探索アルゴリズムの名称を答えよ。

(2) このプログラムでは関数 tansaku の再帰呼び出しにより上記アルゴリズムを実現している。(c)，(d)および(e)，(f)を適切に埋めることで関数を完成させよ。ただし，関数 tansaku の呼び出しは以下の（ア）（イ）のルールを考慮すること。

(ア) data[mid] は新たな探索範囲には含まれないものとする。

(イ) (c)，(e)には start の値以上の値を与え，(d)，(f)には end の値以下の値を与えるものとする。

(3) 配列の要素数を 15 としたとき，このプログラムを用いて suji の探索を行った際に，tansaku の呼び出し回数が最も少なくなるのはどのような場合か答えよ。また，そのときの tansaku の呼び出し回数を，最初の呼び出しも含めて答えよ。

(4) 列の要素数を 15 としたとき，このプログラムを用いて suji の探索を行った際に，tansaku の呼び出し回数が最も多くなる場合の tansaku の呼び出し回数を，最初の呼び出しも含めて答えよ。

```
int tansaku(int suji, int *data, int start, int end){
  int mid;
  mid = (end + start)/2;
  if (end < start)
    return 0;
  if (data[mid] > suji)
    return tansaku(suji, data, [ (c) ], [ (d) ]);
  if (data[mid] < suji)
    return tansaku(suji, data, [ (e) ], [ (f) ]);
  return 1;
}
```

図 2-2：整数の探索プログラム

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，対数に関しては分数を含まない最も簡単な形（例：$\log_2 6 = 1 + \log_2 3$，$\log_2\left(\frac{1+x}{3}\right) = \log_2(1+x) - \log_2 3$）に変形することを指す。

I　ある病原体に感染しているかどうかを判定する検査Tが存在する。この検査は，病原体に感染していない被検者に対しては必ず陰性反応を返すが，一方で，病原体に感染している被検者についても確率$1/4$で誤って陰性反応を返すことが分かっている。感染が疑われる人の集団Xからひとりを一様ランダムに抽出して検査Tを実施することを考える。抽出した被検者が感染者であるとき1を，そうでないときに0を取る確率変数をAで表し，抽出した被検者に検査Tを実施した結果，陽性反応を返すとき1を，陰性反応を返すとき0を返す確率変数をBで表す。また，X中の感染者の割合をp（$0 \leq p \leq 1$）とする。このとき，以下の(1)〜(3)の問いについて答えよ。

(1) エントロピー$H(A)$をpを含む式で表せ。

(2) すべての対$(a,b) \in \{0,1\}^2$に対して，結合確率$\mathrm{P}(A = a \wedge B = b)$の値を$p$を含む式で表せ。

(3) 相互情報量$I(A;B)$をpを含む式で表せ。

II　アルファベットΣが$\Sigma = \{\mathrm{a,b,c,d,e,f}\}$であるような情報源に対する２元符号化を考える。それぞれのシンボルの生起確率は以下の通りとする。

シンボル	a	b	c	d	e	f
生起確率	0.34	0.25	0.14	0.12	0.08	0.07

ある２元符号化$\phi: \Sigma \to \{0,1\}^*$が与えられたとき，シンボル$x \in \Sigma$に対応する符号語$\phi(x)$の語長を$\ell_\phi(x)$で表すとする。以下の(1)〜(3)の問いについて答えよ。

(1) ある符号化$\alpha: \Sigma \to \{0,1\}^*$が$\ell_\alpha(\mathrm{a}) = 2$，$\ell_\alpha(\mathrm{b}) = 2$，$\ell_\alpha(\mathrm{c}) = 3$，$\ell_\alpha(\mathrm{d}) = 4$，$\ell_\alpha(\mathrm{e}) = 4$を満たすとする。このとき，$\alpha$が一意復号可能であるために必要なシンボルfの語長の下限を，クラフトの不等式を用いて示せ。

(2) ある符号化$\beta: \Sigma \to \{0,1\}^*$が$\beta(\mathrm{a}) = 0$，$\beta(\mathrm{b}) = 10$，$\beta(\mathrm{c}) = 110$，$\beta(\mathrm{d}) = 1110$，$\beta(\mathrm{e}) = 11110$を満たすとする。このとき，$\beta$が瞬時復号可能となるようにシンボルfの符号語をひとつ定めよ。

(3) この情報源に対して，ハフマン符号化法を用いて得られる符号化を$\gamma: \Sigma \to \{0,1\}^*$とする。すべての$x \in \Sigma$に対する$\ell_\gamma(x)$の値を求めよ。

Ⅲ　下に示す２元体上の生成行列Gおよび検査行列Hにより定まる，１ビットの誤り訂正能力を有する線形符号Cを考える。以下の(1)～(3)の問いについて答えよ。

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

(1) $y = (1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0)$とする。$yH^{\mathrm{T}}$を求めよ（$H^{\mathrm{T}}$は行列$H$の転置を表すものとする）。

(2) 符号Cの符号語数を求めよ。

(3) ある送信者が，１ビット誤りを生じうる通信路を介してCの符号語xを送信したところ，受信者は(1)において示される語yを受信した。送信された符号語xを求めよ。