

平成26年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成25年8月実施)

【情報科学専攻】

専門科目
(計算機工学)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は、3ページです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って、すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
5. 解答用紙は1枚です。必要に応じて裏面を使用しても構いません。白紙の場合でも提出してください。
6. 解答にあたっては、どの問題に対する解答かわかるように、試験開始後、解答用紙の「受験科目」の欄に計算機工学と記入してください。また、必要に応じて導出過程も記入してください。
7. 試験終了後、問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください。

科目名：計算機工学

1. 2入力 NAND のみで構成された 2 入力 2 出力の論理回路を図 1 に示す. 以下の問いに答えよ.

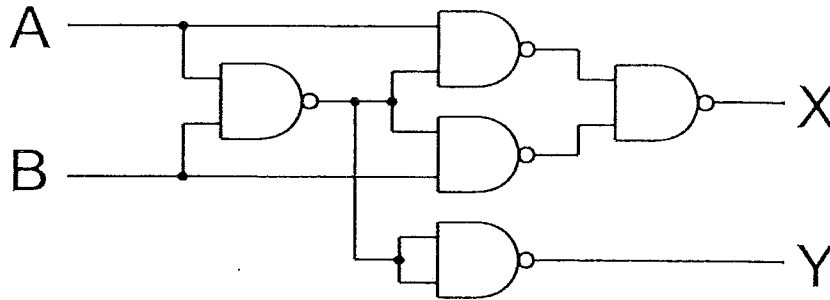


図 1 回路図

- (1) この論理回路の真理値表を作成せよ.
- (2) この論理回路の論理式を示せ.
2. IEEE754 浮動小数点形式では, 32 ビット長の単精度形式の内部形式と表現式は次のようになる. 以下の問いに答えよ.

(内部形式)

S	$E_7 E_6 E_5 \cdots E_1 E_0$	$F_1 F_2 F_3 \cdots F_{22} F_{23}$
-----	------------------------------	------------------------------------

(表現式)

$$(-1)^S \times (1.F_1 F_2 F_3 \cdots F_{22} F_{23})_2 \times 2^{(E_7 E_6 E_5 \cdots E_1 E_0)_2 - (127)_{10}}$$

注：(値)_n は値が n 進法で表記されていることを示す.

- (1) 次の 2 つの 10 進数の値の IEEE754 単精度形式での内部表現を求めよ.

(a) $(-5.75)_{10}$ (b) $(11)_{10}$

- (2) 次に示す IEEE754 単精度形式の 2 つの値を 10 進数で表せ.

(a) 0 10000100 000010000000000000000000

(b) 1 10001001 000011100000000000000000

3. 語長 8 ビット, アドレス 16 ビットの計算機を考える. 表 1 は, この計算機上で実行可能な命令のアセンブリ言語表現, 命令符号の構成, および実行内容について述べたものである. また, 図 2 はアセンブリ言語で記述されたプログラムの一部, 図 3 はメインメモリのプログラム領域とデータ領域の内容の一部である. 以下の問いに答えよ.

表 1 命令セットの一部

アセンブリ 言語表現	命令符号	実行内容	例
ADD R_n, R_m	0 0 0 0 r_3 r_2 r_1 r_0	レジスタ R_n の内容と R_m の内容の値を加算し, 結果を R_n に格納	ADD R1, R0 0000 0100
INC R_n	0 0 0 1 0 0 r_1 r_0	レジスタ R_n の内容を 1 増加させる	INC R2 0001 0010
CMP R_n, R_m	0 1 0 0 r_3 r_2 r_1 r_0	レジスタ R_n の内容と R_m の内容を比較し, フラグレジスタに比較結果を格納	CMP R3, R2 0100 1110
LD $R_n, A_3A_2A_1A_0$	0 1 1 0 0 0 r_1 r_0	$A_3A_2A_1A_0$ 番地のメモリの内容をレジスタ R_n に格納	LD R0, C000 0110 0000 1100 0000 0000 0000
	a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11} a_{10} a_9 a_8		
	a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0		
ST $R_n, A_3A_2A_1A_0$	0 1 1 1 0 0 r_1 r_0	レジスタ R_n の内容を $A_3A_2A_1A_0$ 番地のメモリへ格納	STR1, C001 0111 0001 1100 0000 0000 0001
	a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11} a_{10} a_9 a_8		
	a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0		
JMI $A_3A_2A_1A_0$	1 0 0 1 0 0 0 0	フラグレジスタの内容が負を示す値のとき, 指定したアドレスに分岐	JMI A010 1001 0000 1010 0000 0001 0000
	a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11} a_{10} a_9 a_8		
	a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0		

- CMP 命令を実行した際, フラグレジスタには比較結果に応じて正($R_n > R_m$ の時), ゼロ($R_n = R_m$ の時), 負($R_n < R_m$ の時)のいずれかを示す値が格納される.
- $A_3A_2A_1A_0$ はビット列 $a_{15}a_{14}a_{13}\cdots a_0$ を 16 進表記したもの.
- レジスタ番号 n は 2 進数 r_3r_2 または 2 進数 r_1r_0 で与えられ, レジスタ番号 m は 2 進数 r_1r_0 で与えられる.

LD R0, B000
LD R1, B001
LD R2, B002
LOOP ADD R2, R0
INC R0
CMP R0, R1
(d)
(e)

番地	内容
(A000) ₁₆	(a)
(A001) ₁₆	(b)
(A002) ₁₆	(c)
(A003) ₁₆	(1001 0000) ₂
(A004) ₁₆	(1010 0000) ₂
(A005) ₁₆	(0000 0000) ₂
(A006) ₁₆	(0111 0010) ₂
(A007) ₁₆	(1011 0000) ₂
(A008) ₁₆	(0000 0010) ₂

番地	内容
(B000) ₁₆	(0000 0000) ₂
(B001) ₁₆	(0000 1010) ₂
(B002) ₁₆	(0000 0000) ₂

プログラム領域

データ領域

図2 プログラムリスト

図3 メインメモリの内容

- (1) ラベル”LOOP”をもつ命令が(A000)₁₆番地に割り当てられるとき、空欄(a), (b), (c)に当てはまるビット列を示せ。また、空欄(d), (e)に当てはまる命令をアセンブリ言語表現で示せ。
- (2) このプログラムを実行した直後のメインメモリの(B002)₁₆番地の内容を、ビット列で示せ。

平成26年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成25年8月実施)

【情報科学専攻】

専門科目
(情報数学)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は、1 ページです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って、すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
5. 解答用紙は1枚です。必要に応じて裏面を使用しても構いません。白紙の場合でも提出してください。
6. 解答にあたっては、どの問題に対する解答かわかるように、試験開始後、解答用紙の「受験科目」の欄に情報数学と記入してください。また、必要に応じて導出過程も記入してください。
7. 試験終了後、問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください。

科目名：情報数学

1. 3つの集合を $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $B = \{a, b, c\}$, $C = \{\alpha, \beta, \gamma\}$ とし, A から B , B から C への写像をそれぞれ f, g とするとき, 以下の問いに答えよ.
 - (1) 写像 f は何通りあるか.
 - (2) 逆写像 g^{-1} が存在するように, g を定める. 写像 g は何通りあるか.
 - (3) $g \circ f(A) \neq g(B)$ となる写像 f, g の組み合わせは何通りあるか. ただし, $g \circ f$ は f と g の合成写像である.
2. 集合 $X = \{1, 2, 3, 4\}$ のベキ集合 $\mathcal{P}(X)$ に対して, 部分集合であるとき下位とする順序関係を入れたとき, 以下の問いに答えよ.
 - (1) 全要素の関係をハッセ図で表せ.
 - (2) $A = \{\{1, 2\}, \{2, 3\}, \{1, 2, 3\}\}$ とするとき, A の上界 $\text{Upper}(A)$ と下界 $\text{Lower}(A)$ を求めよ.
 - (3) ベキ集合 $\mathcal{P}(X)$ は, この順序関係により束になることを示せ. ただし, 束であるとは, 全ての2要素対に上限と下限が存在することである.
3. $V = \{a, b, c, d, e, f\}$, $E = \{(a, c), (b, c), (c, d), (c, e), (d, e), (e, f)\}$ で与えられるグラフ $G = (V, E)$ について, 以下の問いに答えよ.
 - (1) n 個の頂点からなる完全グラフ K_n の辺の個数はいくつか.
 - (2) G の補グラフ G' を図示せよ.
 - (3) G の半径と中心を求めよ.

平成26年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成25年8月実施)

【情報科学専攻】

専門科目
(アルゴリズム)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は、2ページです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って、すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
5. 解答用紙は1枚です。必要に応じて裏面を使用しても構いません。白紙の場合でも提出してください。
6. 解答にあたっては、どの問題に対する解答かわかるように、試験開始後、解答用紙の「受験科目」の欄にアルゴリズムと記入してください。また、必要に応じて導出過程も記入してください。
7. 試験終了後、問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください。

科目名 アルゴリズム

1. 以下のプログラムに示す関数 `Binary_Search` は、昇順に整列された互いに異なる N 個の整数を含む配列 `a`, 及び整数の入力キー `x` を引数とし、配列 `a` の中に `x` が含まれているかどうかを2分探索法によって判定するものである。以下の問いに答えよ。

```
1: void Binary_Search(int *a, int x, int N){
2:     int high, low, mid, c=0;
3:
4:     high = N-1;
5:     low = 0;
6:
7:     while(low <= high){
8:         c++;
9:         mid = (low + high)/2;
10:        printf("%d ", a[mid]);
11:
12:        if(a[mid] < x) low = mid+1;
13:        else if( a[mid] > x ) high = mid-1;
14:        else if( a[mid] == x ) break;
15:    }
16:
17:    if( a[mid] == x ) printf("OK\n");
18:    else printf("NG\n");
19:
20:    return;
21: }
```

- (1) $N=7$ のとき、配列 `a` に含まれる整数を `a[0]=1, a[1]=4, a[2]=5, a[3]=8, a[4]=11, a[5]=13, a[6]=15` とする。入力キー `x=5` 及び `x=10` を与えたとき、標準出力への表示内容をそれぞれ示せ。
- (2) $N=50$ のとき、配列 `a` が 0 以上 100 以下の整数を含むとし、`x=45` とする。配列 `a` に含まれる整数がどのような値でも、標準出力への表示内容として絶対に起こりえないものを、以下の(a)~(e)の中から全て選べ。また、その理由を述べよ。

- (a) 36 79 40 43 45 OK
- (b) 12 40 60 35 45 OK
- (c) 8 10 23 44 45 OK
- (d) 68 45 OK
- (e) 27 51 37 40 61 45 OK

- (3) k を正の整数とし, $N = 2^k - 1$ とする. プログラム終了時において, 変数 c が次の(a),(b)のいずれか一方を満たすのは, 入力キー x がそれぞれどのような条件を満たすときか. また, そのときの c の値を求めよ.
- (a) 変数 c の値が最小になる.
 - (b) 変数 c の値が最大になる.

平成26年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成25年8月実施)

【情報科学専攻】

専門科目

(情報理論)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は、1ページです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って、すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
5. 解答用紙は1枚です。必要に応じて裏面を使用しても構いません。白紙の場合でも提出してください。
6. 解答にあたっては、どの問題に対する解答かわかるように、試験開始後、解答用紙の「受験科目」の欄に情報理論と記入してください。また、必要に応じて導出過程も記入してください。
7. 試験終了後、問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください。

科目名：情報理論

1. 確率 p で “a” を生成し，確率 $1 - p$ で “b” を生成する情報源 S があるとする．ここで $0 \leq p \leq 1$ とする．このとき，以下の問いに答えよ．ただし， $\log$ の底は 2 として解答せよ．

(1) この情報源 S のエントロピーを p の関数として表せ．

(2) (i) $p = 1/3$ ，(ii) $p = 1/2$ ，(iii) $p = 1$ のそれぞれの場合に対してエントロピーを計算し，エントロピーが大きい順に並べよ．必要ならば $\log_2 3 = 1.585$ を用い，最終的な解は小数点第 2 位（小数点第 3 位を四捨五入する）まで求めよ．

(3) (1) の結果を p で微分し，増減表を用いることにより，この情報源 S のエントロピーを最大とする p の値を求めよ．

2. 図 1 に示すような誤り率 q の 2 元対称通信路を通じて，A さんが B さんに “0” か “1” の信号を送信する．A さんが送信する信号を X で表し，B さんが受信する信号を Y で表す．また，A さんが B さんに 0 を送信する確率を $p(X = 0) = \alpha$ とし，以下の問いに答えよ．ただし， $0 \leq q \leq 1$ ， $0 \leq \alpha \leq 1$ とし， $\log$ の底は 2 として解答せよ．

(1) B さんが 0 を受信する確率 $p(Y = 0)$ と 1 を受信する確率 $p(Y = 1)$ を， α と q で表せ．また，その結果を用いて受信信号のエントロピー $H(Y)$ を求めよ．

(2) 条件付きエントロピー $H(Y | X)$ を求め，送信信号 X と受信信号 Y の相互情報量 $I(Y; X)$ を α と q で表せ．

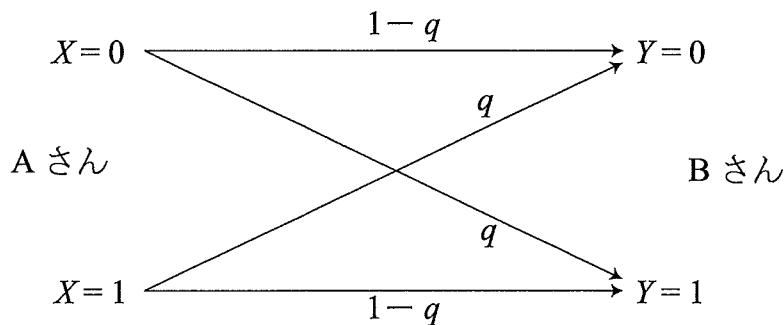


図 1: 誤り率 q の 2 元対称通信路．確率 q で送信信号が誤ってしまう．