

平成27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26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. 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)<sub>n</sub> 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)  $(-13)_{10}$

(b)  $(0.1875)_{10}$

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

(a) 0 10000011 001100000000000000000000

(b) 1 10001001 111000000000000000000000

2. 入力 A, B, C, 出力 Z を持つ, ある回路 X の真理値表を表 1 に示す. 以下の問いに答えよ.

表 1 回路 X の真理値表

| A | B | C | Z |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

- (1) 回路 X の出力 Z を表す論理式を示せ.

- (2) 回路 X を 2 入力 NAND のみを用いて構成した回路図を示せ.

3. 表 1 は，ある計算機上で実行可能な命令のアセンブリ言語表現である．この計算機の各アドレスのメモリ内容，およびレジスタのビット数は 32 ビットである．この計算機上で，図 1 に示すプログラムを実行した．以下の問いに答えよ．

表 2 命令セットの一部

| 命令             | 実行内容                                        |
|----------------|---------------------------------------------|
| ADD $Rn, Rm$   | レジスタ $Rn$ と $Rm$ の内容を加算し，結果を $Rn$ に格納       |
| INC $Rn$       | レジスタ $Rn$ の内容を 1 増加させる                      |
| CMP $Rn, Rm$   | レジスタ $Rn$ の内容と $Rm$ の内容を比較し，フラグレジスタに比較結果を格納 |
| JMI ラベル        | フラグレジスタの内容が負を表す値の時，指定したラベルを持つ命令に分岐          |
| JUMP ラベル       | 無条件で指定したラベルを持つ命令に分岐                         |
| LD $Rn$ , アドレス | 指定したアドレスのメモリの内容をレジスタ $Rn$ に格納               |
| ST $Rn$ , アドレス | レジスタ $Rn$ の内容を指定したアドレスのメモリへ格納               |

- 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( $Rn > Rm$  の時)，ゼロ( $Rn = Rm$  の時)，負( $Rn < Rm$  の時)のいずれかを示す値が格納される．

| アドレス                 | ラベル  | メモリの内容             |
|----------------------|------|--------------------|
| (A000) <sub>16</sub> |      | LD R0, B000        |
| (A001) <sub>16</sub> |      | LD R1, B001        |
| (A002) <sub>16</sub> |      | LD R2, B002        |
| (A003) <sub>16</sub> | LOOP | INC R0             |
| (A004) <sub>16</sub> |      | CMP R1, R0         |
| (A005) <sub>16</sub> |      | JMI EXIT           |
| (A006) <sub>16</sub> |      | ADD R2, R1         |
| (A007) <sub>16</sub> |      | JUMP LOOP          |
| (A008) <sub>16</sub> | EXIT | ST R2, B002        |
| (B000) <sub>16</sub> |      | 値(0) <sub>10</sub> |
| (B001) <sub>16</sub> |      | 値(7) <sub>10</sub> |
| (B002) <sub>16</sub> |      | 値(0) <sub>10</sub> |

図 1 アセンブリ言語によるプログラム

- (1) このプログラムを実行した直後のメモリの(B002)<sub>16</sub>番地の値を，10進数および8ビットの2進数で示せ.
- (2) (B001)<sub>16</sub>番地の値を(10)<sub>10</sub>とした場合の，このプログラムを実行直後のメモリの(B002)<sub>16</sub>番地の値を，10進数および8ビットの2進数で示せ.
- (3) (B001)<sub>16</sub>番地の値を  $N$  とおく. このプログラムを実行直後のメモリの(B002)<sub>16</sub>番地の値を， $N$ を用いた数式で示せ. ただし， $0 < N < (46341)_{10}$  とする.

平成 27 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 26 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。

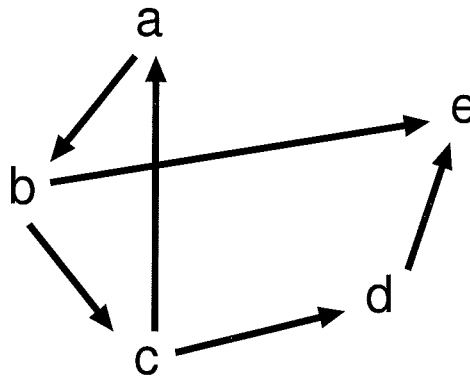


# 科目名：情報数学

1. 次の問いに答えよ.

- (1) 論理演算における分配律  $p \wedge (q \vee r) = (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$  を T/F による真理値表を用いて示せ.
- (2)  $x$  が整数,  $y$  が実数であるとき, 次の命題の対偶を求めよ.  
命題:  $x$  が正の奇数であるならば,  $y$  は 1 以上である.
- (3) 無理数と 0 でない有理数の積は無理数であることを背理法を用いて示せ.

2. 以下の関係グラフで与えられる二項関係  $R$  について, 以下の問いに答えよ.



- (1) 合成関係  $R^2$  の関係グラフを示せ.
  - (2) 推移的閉包  $R^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} R^n$  の関係グラフを示せ.
  - (3)  $R^+$  が同値関係であるかどうか確かめよ.
3. 自然数  $n$  と互いに素な  $n$  以下の自然数の個数を  $\phi(n)$  とするとき, 次の問いに答えよ.
- (1) 1280 と 36 の最大公約数を求める以下の過程を完成させよ.  
 $\text{GCD}(1280, 36) = \text{GCD}( \quad , \quad ) = \text{GCD}( \quad , \quad ) = \text{GCD}( \quad , \quad ) = 4$
  - (2)  $p$  を素数とすると,  $\phi(p^n) = p^{n-1}(p-1)$  ( $n \geq 1$ ) であることを数学的帰納法で示せ.
  - (3)  $\phi(768)$  の値を求めよ.

平成27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26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. 以下は, 整数を昇順に整列するクイックソートを C 言語で実装したプログラム例の一部である. 以下の問いに答えよ

```
1: int Partition(int *A, int left, int right){
2:     int i, j, pivot;
3:     pivot = A[right];
4:     i = left-1; j = right+1;
5:
6:     while(i < j){
7:         do{
8:             i++;
9:         }while(A[i] < pivot);
10:
11:         do{
12:             j--;
13:         }while(A[j] > pivot);
14:
15:         if(i < j) Swap(A, i, j);
16:         else return i;
17:     }
18: }
```

```
1: void QuickSort(int *A, int left, int right){
2:     int q;
3:
4:     if(left == right) return;
5:     q = Partition(A, left, right);
6:
7:     if(left < q) QuickSort(A, left, q-1);
8:     if(q <= right) QuickSort(A, q, right);
9: }
```

- (1)関数 Partition の15行目で使用されている関数 Swap は, 配列 A の i 番目の要素と j 番目の要素を入れ替える関数である. この関数を実現するプログラムを記述せよ.

- (2)長さ 6 の配列  $A[6] = \{4, 3, 6, 1, 5, 2\}$  について,  $\text{Partition}(A, 0, 5)$  を実行したとする. このとき, pivot に代入される値と, 関数の返回值 i を求めよ. さ

らに関数終了時の配列 A の内容を求めよ.

- (3) 上記の関数 QuickSort を用いて, (2) で与えた長さ 6 の配列 A を昇順に整列したい. 以下のプログラムの空欄 X を埋めよ.

```
1: int main () {  
2:     int A[6] = {4, 3, 6, 1, 5, 2};  
3:  
4:     

|   |
|---|
| X |
|---|

 ;  
5:     return 0;  
6: }
```

- (4) 関数 Partition の一部を変更すると, 降順に整列するクイックソートを実装することができる. どのように変更すればよいか述べよ.

平成27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26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. 片面に“1”，他面に“2”と書いてあるコインが3枚ある．以下の問いに答えよ．

- (1) このコイン3枚を同時に投げると，表面に現れる数字の和は $\{3, 4, 5, 6\}$ のいずれかとなる．これらの数字の和の生起確率をそれぞれ求め，数字の和に関する情報源  $S$  を確率事象系として表せ．
- (2) 情報源  $S$  のエントロピー  $H(S)$  を求めよ．ただし， $\log$  の底は 2 とし，必要ならば  $\log_2 3 = 1.585$  を用い小数点以下第 2 位まで求めよ．
- (3) 表 1 に示す符号  $C_1$  のように， $S$  を符号アルファベット 0 と 1 からなる符号で表すことを考える． $C_1$  よりも平均符号長が短く，かつ瞬時復号可能な符号  $C_2$  を求め，表 1 に準じた表として表せ．

表 1 符号  $C_1$

|          |    |    |    |    |
|----------|----|----|----|----|
| 数字の和     | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 符号 $C_1$ | 00 | 01 | 10 | 11 |

- (4) (3) で求めた  $C_2$  に対する平均符号長を求めよ．

2. 図 1 に表されるような，送信記号が  $X = \{0, 1, 2\}$ ，受信記号が  $Y = \{0, 1, 2\}$  であり，確率  $p$  で隣の記号と誤って受信される通信路がある．この通信路の  $X = \{0, 1, 2\}$  の生起確率をそれぞれ  $\{\alpha, \alpha, (1-2\alpha)\}$  とするとき，以下の問いに答えよ．ただし， $\log$  の底は 2 とし，整数にならない  $\log$ （例えば  $\log_2 3$ ）はそのままよい．

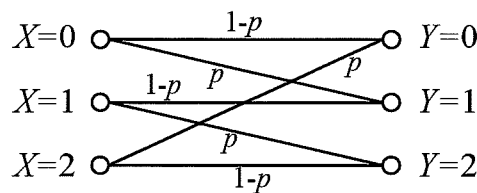


図 1 誤りのある通信路

- (1) この通信路の通信路行列  $T$  を， $p$  を用いて表せ．
- (2) 受信信号  $Y$  のエントロピー  $H(Y)$  を， $\alpha$  と  $p$  を用いて表せ．
- (3)  $X$  と  $Y$  に関する条件つきエントロピー  $H(Y|X)$  を，必要に応じ  $\alpha$  と  $p$  を用いて表せ．
- (4) この通信路の通信路容量  $C$  を， $p$  を用いて表せ．