

平成30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29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、1ページから3ページまでです。
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. 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。
5. 監督者の指示に従って、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。
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	$E_7 E_6 E_5 \dots E_1 E_0$	$F_1 F_2 F_3 \dots F_{22} F_{23}$
-----	-----------------------------	-----------------------------------

(表現式)

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

- (1) 次に示す 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) $(-12)_{10}$ (b) $(0.5625)_{10}$

- (2) 次に示す IEEE754 単精度形式の 2 つの値を 10 進数で示せ。

(a) 0 10001000 111100000000000000000000

(b) 1 10000011 000100000000000000000000

- (3) IEEE754 単精度形式で表現された 2 つの値を以下に示す。この 2 つの値を加算した値を 10 進数で示せ。

0 01111110 000000000000000000000000

0 10000010 001100000000000000000000

2. 入力 A, B, C, 出力 Z を持つある回路 X と等価な論理式を次に示す。以下の問いに答えよ。

$$Z = A \cdot \overline{C} + B \cdot C$$

- (1) 回路 X の真理値表を示せ。

- (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。この計算機のメモリの各アドレスに格納されている内容は 32 ビット，また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 1 命令セットの一部

命令	実行内容
ADD Rn, Rm	レジスタ Rn とレジスタ Rm の内容を加算し，結果をレジスタ Rn に格納
SUB Rn, Rm	レジスタ Rn の内容からレジスタ Rm の内容を減算し，結果をレジスタ Rn に格納
CMP Rn, Rm	レジスタ Rn の内容とレジスタ 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) ₁₆		LD	R0, B000
(A001) ₁₆		LD	R1, B001
(A002) ₁₆		LD	R2, B002
(A003) ₁₆		LD	R3, B003
(A004) ₁₆	LOOP	CMP	R1, R2
(A005) ₁₆		JMI	EXIT
(A006) ₁₆		SUB	R1, R2
(A007) ₁₆		ADD	R3, R0
(A008) ₁₆		JUMP	LOOP
(A009) ₁₆	EXIT	ST	R3, B003
(A00A) ₁₆		ST	R1, B004
(B000) ₁₆		値(1) ₁₀	
(B001) ₁₆		値(17) ₁₀	
(B002) ₁₆		値(5) ₁₀	
(B003) ₁₆		値(0) ₁₀	
(B004) ₁₆		値(0) ₁₀	

図1 アセンブリ言語によるプログラム

注：(値)_n は値が n 進法で表記されていることを示す。

- (1) メモリの(A00A)₁₆ 番地に格納されている命令を実行した直後のメモリの (B003)₁₆ 番地および(B004)₁₆ 番地に格納されている2つの値を, 10進数で示せ。
- (2) メモリの(B002)₁₆ 番地に格納されている値を(6)₁₀ として, プログラムを再び実行した。この場合にメモリの(A00A)₁₆ 番地に格納されている命令を実行した直後のメモリの(B003)₁₆ 番地および(B004)₁₆ 番地に格納されている2つの値を, 10進数で示せ。

平成30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29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. 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。
5. 監督者の指示に従って、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。
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. 10 以下の非負整数 n の集合 X に対して、部分集合 A, B, C を次のように定める。

$$A = \{ n \in X \mid \text{mod}(n, 2) = 1 \}, B = \{ n \in X \mid \text{mod}(n, 2) = 0 \}, C = \{ n \in X \mid \text{mod}(n, 3) = 0 \}$$

ただし、 $\text{mod}(a, b)$ は、 $a \div b$ の剰余演算である。以下の問いに答えよ。

(1) 集合 A の要素数 $|A|$ を求めよ。

(2) $|A \cap B|$ を求めよ。

(3) $A - C$ の要素を列挙せよ。

2. グラフ $G=(V, E)$ の頂点集合 V と辺集合 E が、i) と ii) のように与えられるものとする。

i) V は、2 進 n 桁で表される非負整数 $b_n b_{n-1} \cdots b_1$ の集合とする。

ii) E は、全ての頂点 $b_n b_{n-1} \cdots b_1$ に対して、任意の 1 桁が反転した頂点と接続する辺の集合とする。例えば、2 進 3 桁の時、頂点 000 からは、頂点 001, 010, 100 への接続がある。

頂点を表す非負整数を 2 進 3 桁で表すものとして、以下の問いに答えよ。

(1) 頂点集合 V を求めよ。

(2) グラフ G を図示せよ。

(3) グラフ G の頂点 111 の次数とグラフ G の直径を求めよ。

(4) 頂点を表す非負整数の桁数を 3 桁から 6 桁に増やしたグラフ $G' (V', E')$ を考える。この時、グラフ G' の頂点 111000 の次数とグラフ G' の直径を求めよ。

3. 3 つのセンサーが取り付けられた部屋がある。各センサーは反応した場合に 1 を、そうでない場合に 0 を出力する。3 つのセンサーのうち 2 つ以上が反応した場合に照明を点灯させたい。照明を点灯させる判定を行うために、3 つのセンサーの値を入力 a, b, c とし、2 つ以上のセンサーが反応した場合は 1、それ以外は 0 を出力する論理関数 $f(a, b, c)$ を考える。以下の問いに答えよ。

(1) 入力 a, b, c と論理関数 $f(a, b, c)$ の関係を表す真理値表を書け。

(2) 上記(1)で求めた真理値表から、論理関数 $f(a, b, c)$ の論理式を求めよ。ただし、論理式は主加法標準形で記述すること。ここで、主加法標準形とは、論理式を全ての変数のリテラル積で表した形式である。

(3) 上記(2)で求めた論理式は、論理和べき等則 ($x+x=x$) を用いると、 $ab+ac+bc$ に簡単化できることを示せ。

平成30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29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、1ページから2ページまでです。
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. 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。
5. 監督者の指示に従って、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。
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. ハッシュ法を用いて、大きさ7のハッシュ表に対し地名を格納，探索することを考える。ここで使用するハッシュ関数は，リスト1に示すCの関数 hash である。なお，リスト1中の関数 number は，文字列 s の先頭から数えて i 番目（先頭の文字を 0 番目とする）の文字について，表1に示したアルファベット順に基づく整数を返す。以下の問いに答えよ。

```

1:  int hash(char *s){
2:      int i=0, a;
3:      a = number(s, i);
4:      return(a%7);
5:  }

```

a	1	h	8	o	15	v	22
b	2	i	9	p	16	w	23
c	3	j	10	q	17	x	24
d	4	k	11	r	18	y	25
e	5	l	12	s	19	z	26
f	6	m	13	t	20		
g	7	n	14	u	21		

リスト1 ハッシュ関数 hash

表1 アルファベット順一覧

- (1) “yonezawa”というキーに対するハッシュ値を求めよ。
- (2) 表2に示す地名をキーとして，上から順に全てハッシュ表に格納する。衝突が生じた場合には，ハッシュ増分1の線形走査法により処理する。表3の欄(a)～(g)を埋めてハッシュ表を完成させよ。

yonezawa
yamagata
sakata
kawanishi
sagae
shinjo
kaminoyama

表2 地名

ハッシュ値	キー
0	(a)
1	(b)
2	(c)
3	(d)
4	(e)
5	(f)
6	(g)

表3 ハッシュ表

- (3) (2)で作成したハッシュ表を用いた探索を考える。表2の各地名の探索に必要な探索回数を求めよ。また，平均探索回数を，小数点第2位を四捨五入して小数点第1位まで求めよ。

- (4) 使用するハッシュ関数をリスト2に示したCの関数 hash2 に変更し, 表2に示す地名をキーとして上から順に新たにハッシュ表に格納した。なお, 関数 number はリスト1と同一の関数であり, また(2)と同様に, 衝突が生じた場合にはハッシュ増分 1 の線形走査法により処理した。このハッシュ表において, 表2の各地名の探索に必要な探索回数を求めよ。また, 平均探索回数を, 小数点第2位を四捨五入して小数点第1位まで求めよ。

```
1:      int hash2(char *s){
2:          int i, a=0;
3:          for(i=0;i<3;i++)
4:              a += number(s, i);
5:          return(a%7);
6:      }
```

リスト2 ハッシュ関数 hash2

- (5) (3)で用いた関数 hash よりも(4)で用いた関数 hash2 の方が, 一般的に平均探索回数が少ない傾向がある。この理由を, 「ハッシュ値」と「衝突」という2つのキーワードを必ず含めて 80 文字以内で述べよ。

平成30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29年8月実施)

【情報科学専攻】

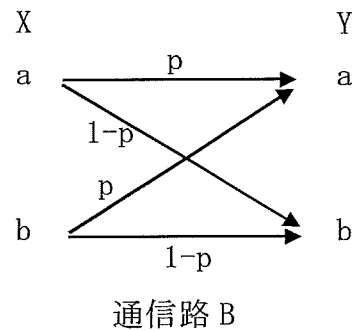
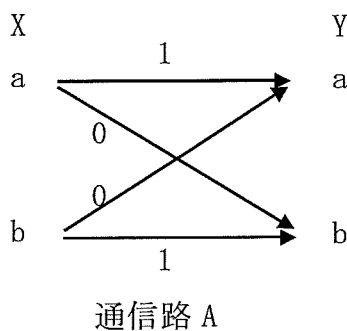
専門科目
(情報理論)

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. 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。
5. 監督者の指示に従って、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。
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. 次の条件付き確率 $P(Y=a|X=a)=1$, $P(Y=b|X=a)=0$, $P(Y=a|X=b)=0$, $P(Y=b|X=b)=1$ をもつ通信路 A と, 次の条件付き確率 $P(Y=a|X=a)=p$, $P(Y=b|X=a)=1-p$, $P(Y=a|X=b)=p$, $P(Y=b|X=b)=1-p$ をもつ通信路 B がある。
送信側が送るシンボルは $X=\{a, b\}$, 受信側が受け取るシンボルは $Y=\{a, b\}$ である。
そして, 各シンボルの生起確率は, $P(X=a)=p$, $P(X=b)=1-p$ である。



通信路 A, 通信路 B のそれぞれについて, 以下の問いに答えなさい。

- (1) Y のエントロピー $H(Y)$ を, p の関数 (または定数) で表しなさい。
- (2) 条件付きエントロピー $H(Y|X)$ を, p の関数 (または定数) で表しなさい。
- (3) X と Y の相互情報量 $I(Y;X)$ を, p の関数 (または定数) で表しなさい。

2. 4 つの情報源記号 A, B, C, D の生起確率が $P(A)=0.1$, $P(B)=0.2$, $P(C)=0.3$, $P(D)=0.4$ である情報源 S を, ハフマン符号を用いて 0 と 1 の 2 元符号化することを考える。以下の問いに答えなさい。

- (1) 情報源 S に対するハフマン木を書きなさい。
- (2) 記号 A, B, C, D のハフマン符号を求めなさい。
- (3) 記号 A, B, C, D をハフマン符号化したとき, 情報源 S の平均符号長を求めなさい。