

平成29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28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. 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 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		LD R4, B000
(A005) ₁₆	LOOP	SUB R3, R1
(A006) ₁₆		CMP R3, R0
(A007) ₁₆		JMI EXIT
(A008) ₁₆		ADD R4, R2
(A009) ₁₆		JUMP LOOP
(A00A) ₁₆	EXIT	ST R4, B000
(B000) ₁₆		値(0) ₁₀
(B001) ₁₆		値(1) ₁₀
(B002) ₁₆		値(17) ₁₀
(B003) ₁₆		値(3) ₁₀

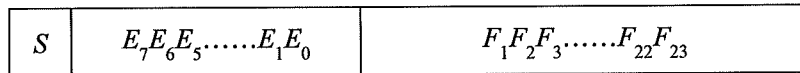
図1 アセンブリ言語によるプログラム

注：(値)_n は値が n 進法で表記されていることを示す。

- (1) このプログラムを実行後の(B000)₁₆ 番地の値を，10 進数で示せ。
- (2) (A005)₁₆ 番地の SUB 命令のオペランドを R2,R3，(A006)₁₆ 番地の CMP 命令のオペランドを R2,R0，(A008)₁₆ 番地の ADD 命令のオペランドを R4,R1 にそれぞれ変更する。この時，プログラムを実行後の(B000)₁₆ 番地の値を 10 進数で示せ。

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)



(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) $(-9)_{10}$ (b) $(0.6875)_{10}$

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

(a) 1 10001001 010000000000000000000000

(b) 0 10000011 010100000000000000000000

3. 2 入力 NAND のみで構成された入力 A, B, C, 出力 Z を持つある回路 X の回路図を図 2 に示す。以下の問いに答えよ。

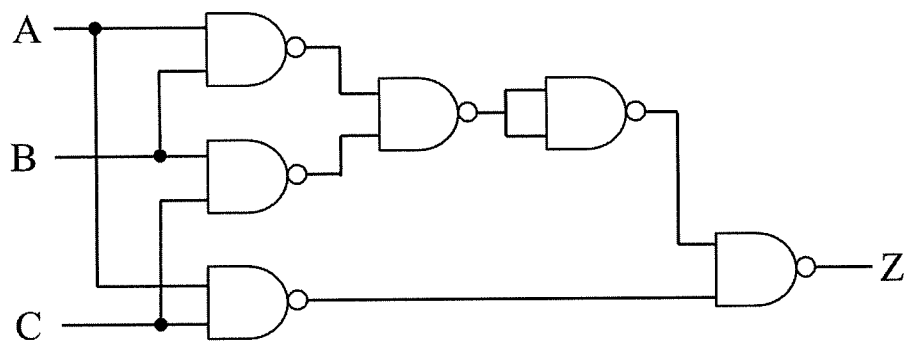


図 2 回路 X の回路図

- (1) 回路 X の真理値表を示せ。
- (2) 回路 X の論理式を簡潔に示せ。

平成29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28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. 自然数全体の集合 $\mathbb{N}$ 上に, $x, y \in \mathbb{N}$ に対し, y が x で割り切れるとき, $x \mid y$ として表す二項関係 $\mid$ を定義する。以下の問いに答えよ。
 - (1) $(\mathbb{N}, \mid)$ について, 以下の (a) および (b) を示せ。
 - (a) $(\mathbb{N}, \mid)$ は, 半順序集合である。
 - (b) $(\mathbb{N}, \mid)$ は, 全順序集合でない。
 - (2) $\mathbb{N}$ の部分集合 $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ について, 半順序集合 $(X, \mid)$ のハッセ図を描け。
 - (3) (2) で定義した部分集合 X の極大元, 極小元, 最大元, 最小元をすべて答えよ。ただし, 存在しない場合は, 「なし」で答えよ。
2. いま, 所持金を 1200 円とする。ここで, 1 本 50 円の鉛筆, 1 個 80 円消しゴム, 1 冊 120 円のノートを購入することで, 残金を 0 円にすることを考える。以下の問いに答えよ。
 - (1) 鉛筆 x 本と消しゴム y 個を購入することで残金を 0 円にする場合, x と y の組み合わせをすべて求めよ。ただし, 少なくとも鉛筆 1 本と消しゴム 1 個は購入する ($x, y \geq 1$ を満たす) ものとする。
 - (2) 鉛筆 x 本, 消しゴム y 個, ノート z 冊を購入することで残金を 0 円にする場合, x, y, z の組み合わせは何通りか。ただし, 少なくとも鉛筆 1 本, 消しゴム 1 個, ノート 1 冊は購入する ($x, y, z \geq 1$ を満たす) ものとする。
3. 入力 x ($1 \leq x \leq 12$) が小の月 (1ヶ月の日数が 30 日以下の月) であれば 1, 大の月 (1ヶ月の日数が 31 日の月) であれば 0 を出力 z とする論理関数を求める。以下の問いに答えよ。
 - (1) x を 4 ビットの自然二進符号 $a b c d$ で表し, 4 入力 (a, b, c, d) 1 出力 (z) の真理値表を書け。
 - (2) (1) で得られた真理値表において, 出力 z が 1 となる 4 入力 (a, b, c, d) のすべての組み合わせに着目し, z を主加法標準形で表せ。なお, 主加法標準形とは, 最小項 (すべての入力変数を含む論理積) の論理和により表現される形式のことである。
 - (3) 入力 x は, $1 \leq x \leq 12$ の範囲に限定される。ここで, 入力 x が 0, 13, 15 のとき, 出力 z を 1 とする入出力関係を追加することにより, (2) で得られた論理関数を簡単化せよ。

平成29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28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. 図1に示すグラフについて、以下の問いに答えよ。なお、このグラフにおいて、エッジの側にある数字はそのエッジのコストを示している。

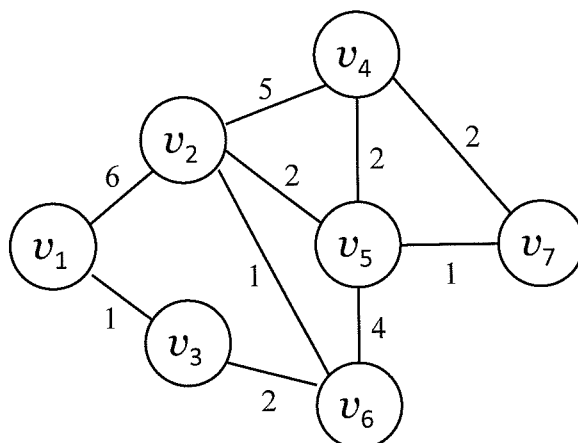


図1 グラフ

- (1) 縦型探索法（深さ優先探索法）と横型探索法（幅優先探索法）により v_1 から全てのノードをたどった場合のノードの訪問順をそれぞれ「 $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow \dots \rightarrow v_7$ 」という形式で答えよ。なお、一度訪問したノードを再度通過する場合は訪問したとはみなさないものとし、また探索中に訪問する優先度が同じノードが複数あった場合には、添字の数字が小さい方から先に訪問するものとする。
- (2) v_1 から v_7 へ至る経路のうち、 v_1, v_2, v_5, v_7 の順でたどる経路の集積コストを答えよ。
- (3) このグラフにおいて v_1 から各ノードへの最短経路問題をダイクストラのアルゴリズムで解いた場合、ノード $v_1, v_2, \dots, v_7$ のうち、 v_1 からの最短経路が確定する順番を「 $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow \dots \rightarrow v_7$ 」という形式で答えよ。
- (4) v_1 から v_7 へ至る経路のうち、最短経路とその集積コストを答えよ。最短経路は「 $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow \dots \rightarrow v_7$ 」という形式で答えること。

2. 図2の(a)と(b)に示すグラフにおけるノード a からの最短経路問題について、以下の問いに答えよ。なお、これらのグラフにおいて、エッジの側に書いてある数字はそのエッジのコストを示している。

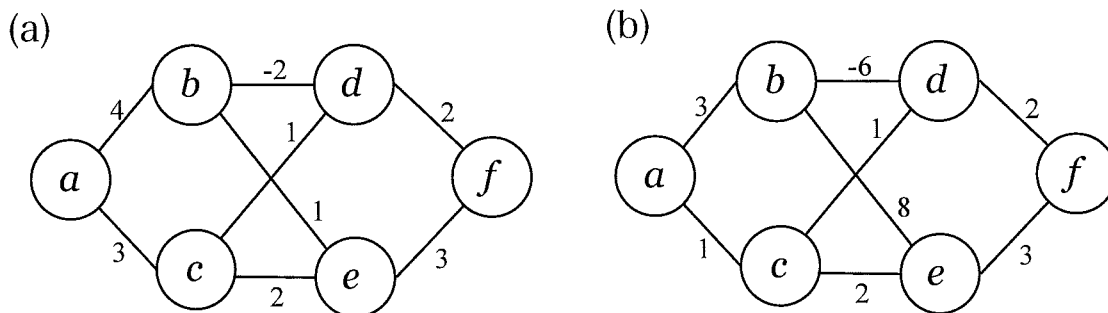


図2 グラフ

- (5) 図2 (a)と図2 (b)のグラフはどちらも最短経路問題を解く場合にダイクストラのアルゴリズムを適用することができない。その理由を答えよ。
- (6) 図2 (a)と図2 (b)のグラフに関する下の(ア)～(エ)の記述のうち、正しいものを一つ選び記号で答えよ。また、選んだ記述が正しい理由を答えよ。
- (ア) (a)、(b)のグラフでは、どちらも最短経路を適切に定義できる。
 - (イ) (a)のグラフでは最短経路を適切に定義できるが、(b)のグラフでは最短経路を適切に定義できない。
 - (ウ) (b)のグラフでは最短経路を適切に定義できるが、(a)のグラフでは最短経路を適切に定義できない。
 - (エ) (a)、(b)のグラフでは、どちらも最短経路を適切に定義できない。

平成29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28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. 記号 a, b, c を送信する無記憶情報源 S があるとする。以下、情報量の $\log$ の底は 2 として解答せよ。

(1) 記号 a と b を送信する確率をそれぞれ p と q として、この無記憶情報源 S のエントロピー（平均情報量） $H(S)$ を p と q を用いて表せ。

(2) $p = 2/5, q = 3/10$ のとき、(1) で得られた $H(S)$ の値を求めよ。ただし、 $\log_2 3 \approx 1.585, \log_2 5 \approx 2.322$ とする。

2. 記号 a, b, c を送信する単純マルコフ情報源 S があるとし、記号 a, b, c を送信した状態をそれぞれ状態 1, 状態 2, 状態 3 と番号付けする。この単純マルコフ情報源の状態遷移図は図 1 のように与えられているとする。情報量の $\log$ の底は 2 として解答せよ。

(1) この単純マルコフ情報源 S における状態 i から状態 j への状態遷移確率を i 行 j 列目の成分とする状態遷移確率行列 T を求めよ。

(2) 各状態 i に滞在する確率 u_i を横ベクトル化した状態確率ベクトル $\vec{u} = (u_1, u_2, u_3)$ を考える。(1) で求めた状態遷移確率行列 T と状態確率ベクトル $\vec{u}$ を用いて、定常状態における $\vec{u}$ の成分の値（定常確率）を求めよ。

(3) この単純マルコフ情報源 S のエントロピーの値は 1.571 と比べて大きい小さいか、その理由を述べて答えよ。ただし、 $\log_2 3 \approx 1.585, \log_2 5 \approx 2.322$ とする。

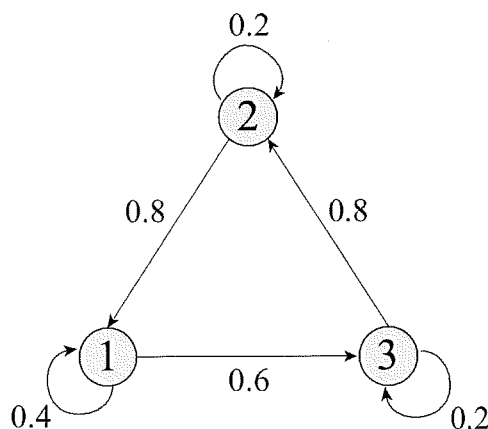


図 1: 単純マルコフ情報源 S の状態遷移図。各状態間の矢印の数字が対応する各状態間の遷移確率を表わしている。