電子情報学専攻 専門

2023年8月21日(月) 10時00分～12時30分実施

問題数5題（このうち3題を選択して解答すること）

注意

1. 指示があるまで，この問題を開いてはならない。

2. この問題冊子の本文は表紙・空白ページを除き全部で7頁ある。落丁，乱丁，印刷不鮮明なものがあれば申し出ること。

3. 3題を選択して解答せよ。5題中どの3題を選択してもよい。1枚の解答用紙に1つの問題の解答を書くこと。必要があれば裏面を使用してよい。

4. 解答用紙上部左側に解答した問題の番号を書くこと。また解答用紙上部右側の記入欄に受験番号を必ず記入すること。答案の提出前に，これらを記入したかを必ず確認すること。

5. 答案は必ず3題分を提出すること。解答した問題が3題未満であっても3題のそれぞれについて問題番号と受験番号を記入した解答用紙を提出のこと。

6. 解答は日本語または英語で記述すること。

7. この問題冊子と計算用紙は，試験終了後回収する。持ち帰ってはならない。

第1問

図のように，電源 E，抵抗 (抵抗値 R)，コンデンサ (キャパシタンス C)，コイル (インダクタンス L) からなる回路を考える．回路に流れる電流を i とする．以下の問いに答えよ．必要に応じて表に示すラプラス変換表を用いてよい．

(1) 電源 E として，振幅 V_0，角周波数 ω の正弦波交流電源を考え，時刻 t における電圧を $v(t) = V_0 \sin(\omega t)$ とする．交流電流 i の実効値を求めよ．

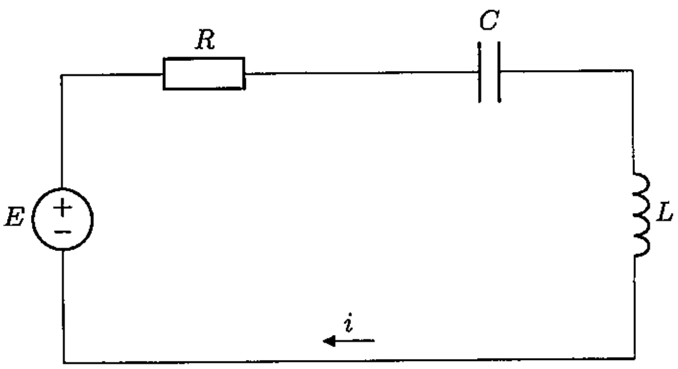
(2) (1) について，V_0，ω，R，L は固定し，C を変化させたとする．このとき交流電流 i の実効値を最大にする C を求めよ．この回路のこの状況の時の現象を何と呼ぶか答えよ．

(3) 次に，電源 E の電圧が時刻 t に応じて以下のように変化する場合を考える．

$$v(t) = \begin{cases} 0 & (t < 0 \text{のとき}) \\ V_1 & (0 \leq t \text{のとき}) \end{cases}$$

ただし，$V_1 > 0$ とする．この回路のふるまいをラプラス変換を用いて解きたい．$i(t)$ を時刻 t における電流とし，$I(s)$ をそのラプラス変換とする．$I(s)$ を求めよ．ただし，時刻 $t = 0$ においてコイルにもコンデンサにもエネルギーは蓄えられていないものとする．

(4) (3) について，電流 $i(t)$ を求めよ．



図

表

$f(t)\ (0 \leq t)$	$F(s)$
1	$\dfrac{1}{s}$
t	$\dfrac{1}{s^2}$
$e^{at} f(t)$	$F(s-a)$
$\sin at$	$\dfrac{a}{s^2+a^2}$
$\sinh at$	$\dfrac{a}{s^2-a^2}$

ただし，$a \in \mathbb{R}$

第2問

以下のような同期式順序回路を設計することを考える.

- 2入力 (X_1, X_0) および1出力 (Z) を持つ.
- 入力 (X_1, X_0) は, A から D の文字を表し, $A = (0,0)$, $B = (0,1)$, $C = (1,0)$, $D = (1,1)$ と符号化される.
- 直前の連続する2回の入力が AA, AC, CB, CD, DA, DC だったとき出力 Z は1となり, それ以外の場合は Z は0となる.

以下の問いに答えよ.

(1) 同期式順序回路とは何か. 100字以内で説明せよ.

(2) この回路の状態遷移図をミーリーグラフの形式で図示せよ. この際, 各文字に対応する4つの状態を用いよ. 各状態は対応する文字が直前の入力であることを表すものとする.

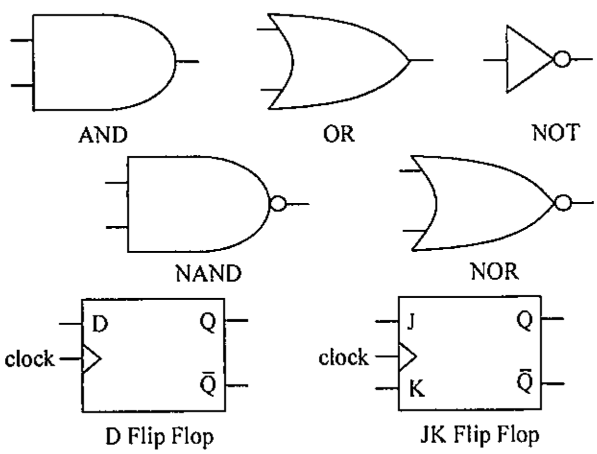
(3) この回路に最初の2文字が入力されるまでは Z は0とならなくてはならない. これを実現するために (2) の状態遷移図のうちどの状態を初期状態とすれば良いか答えよ.

(4) (2) の状態遷移図を3状態に簡単化せよ.

(5) (4) の状態遷移図から状態遷移表を作成せよ.

(6) (5) の状態遷移表からカルノー図を作成せよ.

(7) (6) のカルノー図を用いて論理をできるだけ簡単化し, この回路を図に示す MIL 記号を用いて図示せよ.



図

第3問

長さが n $(n \geq 1)$ の配列 A があり，この配列の要素は整数であるとする．与えられた配列のうち，連続する可能な部分配列の要素和のうち最大の値を最大部分列和と呼ぶ．配列 A において，長さが k $(1 \leq k \leq n)$ の可能な連続する部分配列における最大部分列和を求めるアルゴリズム MSS1 を考える．なお，配列のインデックスは0から始まるものとする．

```
MSS1(A, n, k):
  sumV = 0
  for j = 0 to k-1 do
     sumV = sumV + A[j]
  maxV = sumV
  for i = 1 to n-k do
     sumV = 0
     for j = i to i+k-1 do      (P)
       sumV = sumV + A[j]
     maxV = max(sumV, maxV)
  return maxV
```

$A = \langle -1, 2, -3, 3, -2, 5, 3, -3, -2, 3\rangle$ と仮定する．
以下の問いに答えよ．

(1) $n = 10$，$k = 3$ として MSS1 を適用する．このアルゴリズムの実行中，`max(sumV, maxV)` を評価する直前の `i`，`sumV`，`maxV` の値の推移を示せ．また，このアルゴリズムの時間計算量をビッグ・オー表記で表せ．

(2) MSS1 の時間計算量が $O(n)$ となるよう，(P) で示した枠線内の疑似コードを修正せよ．

(3) A と n を受け取り，長さ1以上の最大部分列和を $O(n)$ の時間計算量で返すアルゴリズムを MSS2 とする．MSS1 をもとに MSS2 を設計し，その疑似コードを書け．ただし，新たな配列を定義してはならない．また，最大部分列和に対応する部分配列を書き出せ．

(4) A，n および k を受け取り，長さ k 以上の最大部分列和を $O(n)$ の時間計算量で返すアルゴリズム MSS3 の疑似コードを書け．ただし，以下のコードにより新たに定義される2つの配列 B と C を使ってよい．また，$k = 5$ のときの最大部分列和に対応する部分配列を書き出せ．

```
B[0] = A[0]
C[0] = min(B[0], 0)
for i = 1 to n-1 do
  B[i] = B[i-1] + A[i]
  C[i] = min(B[i], C[i-1])
```

(5) 長さ k 以上の部分配列で，要素の平均値が L 以上のものが存在するかどうかを $O(n)$ の時間計算量で判定するアルゴリズムの実現方法を説明せよ．

第4問

図に示す畳込み符号器を考える．ここで，畳込み符号器は1ビットのシフトレジスタ S_1, S_2 と排他的論理和演算で構成される．また，a は入力ビット，(b_1, b_2) は符号化ビットを示す．シフトレジスタ S_1, S_2 の初期状態（時刻 $t = 0$）は0であるとする．以下の問いに答えよ．

(1) 畳込み符号器の符号化率と拘束長を答えよ．また，b_1, b_2 の生成多項式をそれぞれ示せ．

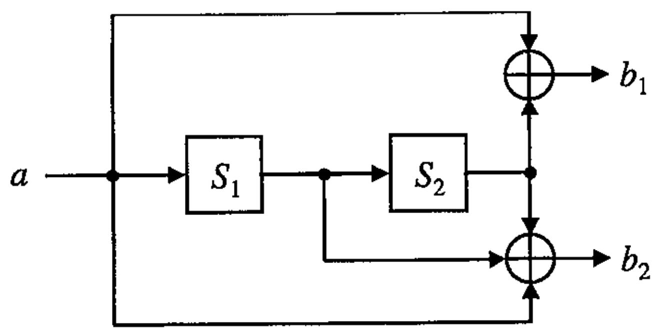
(2) 畳込み符号器の入力ビット列が0100であるとき，符号化ビット列を求めよ．

(3) 時刻 $t = 0$ から $t = 4$ までの S_1, S_2 の状態遷移を示すトレリス線図を描け．

(4) 時刻 $t = 2$ の符号化ビットが $(b_1, b_2) = (0, 1)$，時刻 $t = 3$ の符号化ビットが $(b_1, b_2) = (1, 1)$ であるとき，時刻 $t = 4$ でとりうる符号化ビット (b_1, b_2) をすべて示せ．

(5) 符号化ビット列が送信され，雑音のある通信路を介してビット列10101011が受信されたとする．誤り訂正を行い復号結果（入力ビット列）を求めよ．また，その理由について述べよ．

(6) a) 符号化率を高くすることのメリットとデメリットを述べよ．
b) 拘束長を長くすることのメリットとデメリットを述べよ．



図

第5問

情報源 S は，0，1を出力する1次マルコフ情報源である．0.9の確率で0のあとに0が続き，0.6の確率で1の後に1が続くものとする．以下を用いてよい．$\log_2 3 = 1.58, \log_2 5 = 2.32$．なお，算出にあたり，有効数字は2桁でよい．

(1) この情報源 S の状態遷移図を示せ．

(2) 情報源 S から出力される0と1それぞれの確率を求めよ．

(3) この情報源 S のエントロピーを求めよ．

情報源 S の出力シンボルの圧縮符号化として次の4つの方法を考える．

a. 等長シンボル系列の等長符号化

b. 等長シンボル系列の非等長符号化

c. 非等長シンボル系列の等長符号化

d. 非等長シンボル系列の非等長符号化

なお，ここで等長シンボル系列とは，00, 01, 10, 11とし，非等長シンボル系列とは，長さ3までの0のランのランレングスに相当する000, 001, 01, 1とする．また，非等長符号化とは，0，1よりなるハフマン符号化である．

(4) 等長シンボル系列 00, 01, 10, 11が出力される確率を求めよ．

(5) bの場合において，ハフマン符号を示し，情報源 S の1シンボル当たりの平均符号長を求めよ．

(6) 非等長シンボル系列 000, 001, 01, 1が出力される確率を求めよ．

(7) cの場合において，情報源 S の1シンボルあたりの平均符号長を求めよ．

(8) dの場合のハフマン符号を示し，情報源 S の1シンボル当たりの平均符号長を求めよ．

(9) a, b, c, dを平均符号長の短い方から長い方へ順にならべよ．