

電子情報学専攻 専門

平成18年8月23日(水) 9時00分～11時30分 実施

問題数 6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、この問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子の本文は全部で6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。6題中どの3題を選択してもよい。1枚の答案用紙に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. 答案用紙上部左側に解答した問題の番号を書くこと。また答案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答案用紙を提出のこと。
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。

余白

第1問

抵抗 R , インダクタンス L , キャパシタンス C からなる図1の回路について以下の間に答えよ.

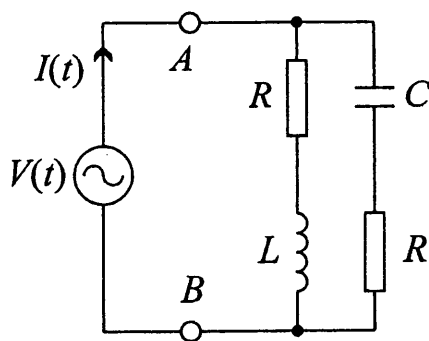


図1

- (1) 端子 A と B の間のインピーダンス $Z(s)$ を求めよ.
- (2) $R^2 = L/C$ のとき, $Z(s)$ を求めよ.
- (3) $V(t)$ が図2に示す波形であるとき, $V(t)$ を単位ステップ関数 $u(t)$ を用いて表記せよ. ただし, 単位ステップ関数 $u(t)$ とは図3に示す波形であるとする.

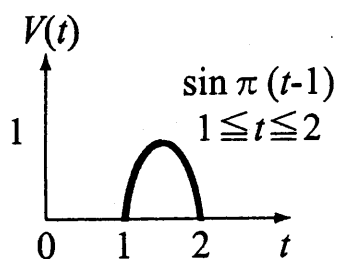


図2

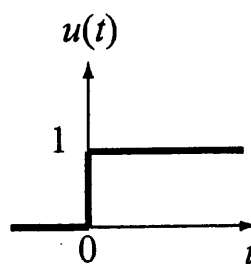


図3

- (4) $\sin \pi t$ のラプラス変換を求めよ. 計算過程も記せ.
- (5) $f(t-T)u(t-T)$ のラプラス変換を求めよ. 計算過程も記せ. ただし, $L[f(t)] = F(s)$ とする.
- (6) 図2の波形のラプラス変換を求めよ.
- (7) $R^2 = L/C$ のとき, 図2の入力電圧を図1の回路に加えた. 電流 $I(t)$ を図示せよ.

第2問

コンピュータの命令パイプラインについて、次の問いに答えよ。

- (1) 命令をクロックごとにパイプライン動作させられない状態をハザードと呼ぶ。ハザードには3つの種類がある。構造ハザード、制御ハザードともう一つは何か。名称を述べ、どういうハザードであるか2行程度で説明せよ。
- (2) 制御ハザードを解消する方法として、分岐予測以外のやりかたを一つあげよ。
- (3) 図1に2ビット分岐予測器の動作を示した。この予測器を論理回路として設計し、MIL記号（図2参照）を用いて図示せよ。その際、カルノー図などを用いてできるだけ論理を簡単化すること。なお、ここで用いて良い論理素子は、AND, OR, NOT, NAND, NOR, Dフリップフロップ, JKフリップフロップのみとする。
- (4) (3)の2ビット分岐予測器による予測が100%失敗する場合を具体的に示せ。

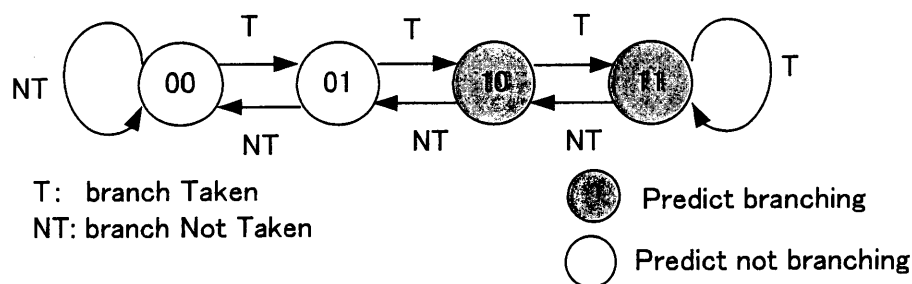


図1. 2ビット分岐予測器

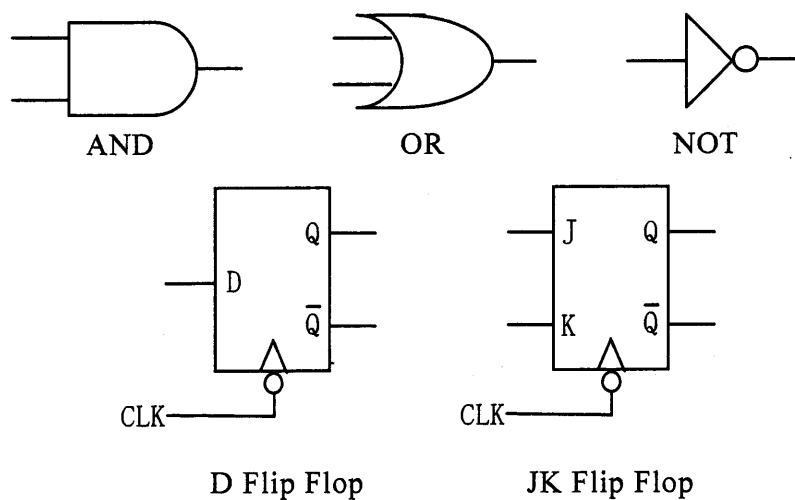


図2. MIL記号の例

第3問

2分探索木とは、以下のような条件を満たす木構造で、一例を図示すると下図のようになる。

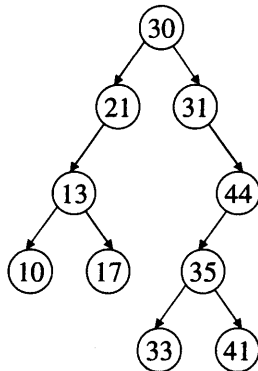


図: 2分探索木

- 木の各ノードは「左の子供」や「右の子供」を持つことがある。図で、丸がノードを表しており、あるノードから出る左下向き(または右下向き)の矢印はそのノードの左(または右)の子供をさしている。左下向き(または右下向き)の矢印がない場合、それは左(または右)の子がないことを意味している。
- 木の各ノードは整数値を一つ格納する。この値を以下、そのノードのキーと呼ぶ。図で、丸内に書かれている数字がそのノードのキーである。
- あるノード p に左の子 l がいる場合、 l およびその子孫のキーはすべて p のそれより小さい。右の子 r がいる場合、 r およびその子孫のキーはすべて p のそれより大きい。

2分探索木に対するデータの挿入や探索について考える。

(1) 10 をキーとする1ノードのみからなる2分探索木に、キー 8, 11, 5, 3, 1, 6 をこの順に挿入した後の2分探索木の状態を、上図で用いられている決まりに従って図示せよ。一つのキーを挿入するたびに上記の条件が満たされていなくてはならない。また、ひとつのキーを挿入する際に行ってよい木構造の書き換えは、新しいノードを一つ作り、それを既存のノードのひとつの子供とすることだけであるとする。つまり木構造の複数の場所を書き換えてはならない。

(2) (1) であげた条件を満たす、2分探索木へ新しいキーの挿入を行う操作をプログラムとして記述せよ。以下を仮定してよい。

- 2分探索木は空でない。
- 挿入されるキーは2分探索木中には存在していない(キーは重複していない)。

また、新しいノードを作るために、メモリから適当な空き領域を取得する関数(Cの malloc や C++/Java の new に相当する関数)を、必要ならば用いてよい。

(3) (1) を満たしながら、キーの挿入と検索を、あわせて n 回行うのにかかる計算量は、最悪の場合 $\Theta(n^2)$ となることを示せ。ただし、木は初期状態において一つのノードのみからなり、キーの重複もないとしてよい。どのような場合が実際に最悪となるかを具体的に指摘した上で示すこと。

(4) (3) と同じ操作をするのにかかる計算量が最悪で $O(n \log n)$ となるように保証されたデータ構造が多く考案されている。一例を挙げ、どのような条件を満たしながらデータ構造が維持されるのか、なぜそれで所望の計算量が達成されるのかについて概略を述べよ。挿入時に実際にその条件がどう維持されるのかについて、詳細を示す必要はない。基本原理を説明せよ。

第4問

電子メールは、迷惑メールとそうでないメールの2種類に分類できるとする。前者を記号 s で表し、後者を同じく h で表すことにする。受信者が実際に判断した結果 X と迷惑メール判定アルゴリズムを備えたメールソフト A が判定した結果 Y の結合確率分布が、

$$P(X=s, Y=s) = 0.45+a, \quad P(X=s, Y=h) = 0.15-a,$$

$$P(X=h, Y=s) = 0.12-b, \quad P(X=h, Y=h) = 0.28+b$$

で与えられるとする。ただし、 a と b は A の動作を調整するパラメータであるが、制約条件 $ab \leq 0$ を満たさねばならないとする。この時、以下の問いに答えよ。なお、必要に応じて、 $\log_2 0.1 = -3.32$, $\log_2 3 = 1.58$, $\log_2 5 = 2.32$, $\log_2 7 = 2.81$ を用いてよい。

- (1) X のエントロピー $H(X)$ の値を求めよ。
- (2) パラメータ a と b を用いて、 Y のエントロピー $H(Y)$ を表せ。
- (3) パラメータ a と b を用いて、 X で条件を付けた Y の条件付きエントロピー $H(Y|X)$ を表せ。
- (4) X と Y の相互情報量 $I(X;Y)$ が最小となるように A の動作を調整した場合の (a,b) の組を3つ求めよ。また、対応する相互情報量の値を求めよ。
- (5) メールソフト A による迷惑メール判定性能と相互情報量 $I(X;Y)$ との関係について考察せよ。

第5問

ホスト1からホスト2へパケット転送を行う。転送されるパケットは全て M (ビット)の固定長で、ヘッダ部の長さは無視できるとする。使用可能な帯域幅は B (ビット/秒)であり、ホスト1とホスト2の間の片方向遅延は両方向とも一定値 D (秒)とする。また、パケットがホスト2に到着すると、ホスト2は遅延時間0で、ホスト1に受信確認のパケット(ACKパケット)を転送する。ACKパケットの長さは十分小さく、またホスト1はホスト2からのACKパケットを受け取ると遅延時間0で次のパケットを送信できるものとして、以下の問いに答えよ。

(1) パケット紛失や誤りがない場合について、ホスト1からホスト2への最大データ転送速度(ビット/秒)を示せ。

(2) ホスト2に到着したパケットのデータ部の各ビットのビット誤り率を p とする。ビット誤りはランダムに発生するものとして、一つのパケットのデータ部に1ビットでも誤りがある確率 Q を求めよ。

(3) パケットのデータ部に誤りがあった場合ホスト2ではこれを瞬時に検知し、ACKパケットを用いて再送要求をするものとする。パケットは必ずホスト2に到着し、正常な伝達を妨げる現象は(2)で述べたデータ部のビット誤りのみであるとする。またACKパケットも常に正常に伝達されるものとする。再送はデータが正しくホスト2に到着するまで何度でも繰り返すものとする。一つのパケットが正しくホスト2に到着するまでに当該パケットを転送する平均回数 N を、 Q を用いて表せ。

(4) (3)の場合のホスト1からホスト2への平均データ転送速度 R (ビット/秒)を B, D, M, p を用いて表せ。また、 $p \ll 1$ であるとして R の1次近似式を求めよ。更に、得られた近似式を用いて、 $p = 1 \times 10^{-7}$, $D = 0.4$ (秒), $B = 10$ (メガビット/秒)の場合に、平均データ転送速度を最大にするパケット長を求めよ。

(5) 設問のパケット転送方式は大きなファイルの転送に対して非効率的である。転送速度を向上するためにTCP/IPではスライディングウィンドウ方式を用いている。これについて簡単に説明せよ。

(6) (4)で求めたパケット長は音声会話を行うには適切ではない。その理由を述べよ。

(7) 設問のパケット転送方式は音声会話を行うのに適していない。パケット長を調整する以外で、通信品質を向上させるための改善策を述べよ。

第6問

連続時間信号

$$g(t) = 2 \cos 2\pi f_0 t$$

に対する標本化と再生に関する以下の問いに答えよ.

- (1) $g(t)$ のスペクトルを図示せよ.
- (2) $g(t)$ に対し, サンプルング周波数 f_s にて理想的なサンプルングを行った. 但し, $f_s > 2f_0$ とする. サンプルングの結果得られた離散時間系列を $x(nTs)$ とする. 但し, T_s はサンプルング間隔であり, $1/f_s$ に等しい. また, n は整数である. この時, 離散時間系列 $x(nTs)$ に対するスペクトルを図示せよ.
- (3) 離散時間系列 $x(nTs)$ から連続信号を再生するにあたり, 各 $x(nTs)$ を時間 T_s だけ保持するホールド回路により再生を行い再生信号 $g_l(t)$ を得た. ホールド回路のインパルス応答は図1で与えられるとする. その周波数応答はどのようなになるかを求めよ. また, その周波数応答の大きさは主要部分だけ取り出した場合, 図2のようになることを示せ.

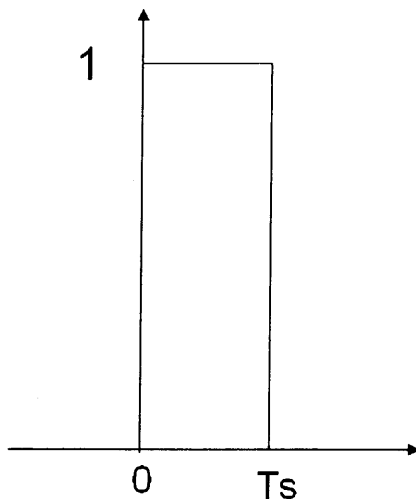


図1

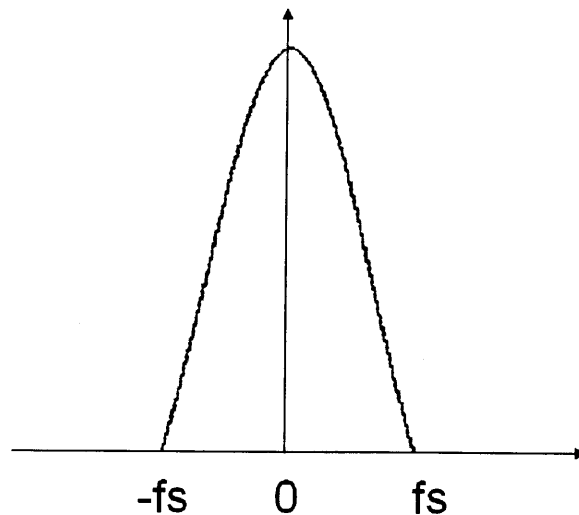


図2

- (4) ホールド回路で再生した場合の再生信号 $g_l(t)$ のスペクトルの概略を図示せよ. この時, ホールド回路の周波数応答に図2の近似を用いること.
- (5) $f_0=0.25$ $f_s=1.0$ としたときのホールド回路による再生波形の概形を図示せよ.

余白