

電子情報学専攻 専門

平成14年8月28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。

第1問

(1) 図1の回路では、 $L = R/a$ 、 $C = 2/aR$ (a はある定数)となっている。 V_{in} は角周波数 ω の正弦波電圧源(出力インピーダンスは0)と仮定する。以下の間に答えよ。

(1-1) 電圧伝達関数 (V_{out}/V_{in}) を ω の関数として求めよ。

(1-2) $|V_{out}/V_{in}|$ を求め、 $|V_{out}/V_{in}| = 1/2\sqrt{2}$ となる ω を求めよ。

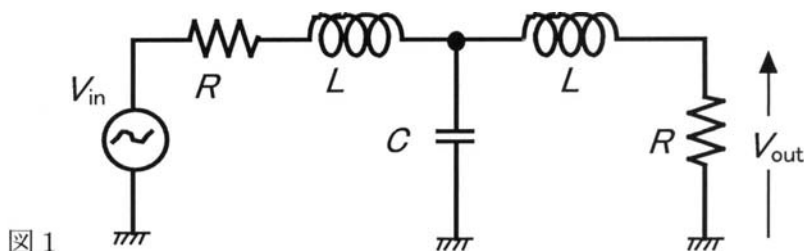



図1

(2) 図2の  は利得1, 入力インピーダンス ∞ , 出力インピーダンス0の理想的増幅器を表す。 V_{in} は角周波数 ω の正弦波電圧源(出力インピーダンスは0)と仮定する。このとき以下の間に答えよ。

(2-1) 図2中に示してあるように電圧 V_1 , V_2 , 電流 I_1 , I_2 をとり、回路方程式をたて、電圧伝達関数 (V_2/V_{in}) を ω の関数として求めよ。

(2-2) 図3の回路は図2の出力に R , C_3 を加えたものである。この電圧伝達関数 (V_{out}/V_{in}) を求めよ。

(2-3) 図1と図3の回路の電圧伝達関数 (V_{out}/V_{in}) の周波数特性が(係数を除いて)すべての角周波数で相等しくなるためには、図3の C_1 , C_2 , C_3 をどのように設定すれば良いか a と R によって示せ。(ただし、図1, 図3の R の値は同じであるとする。)

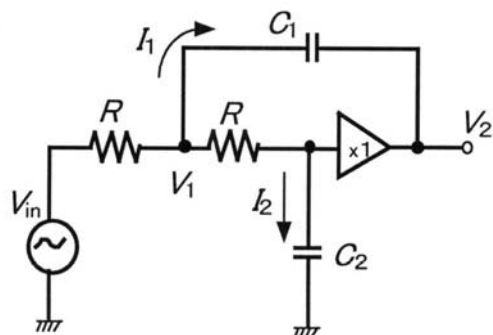


図2

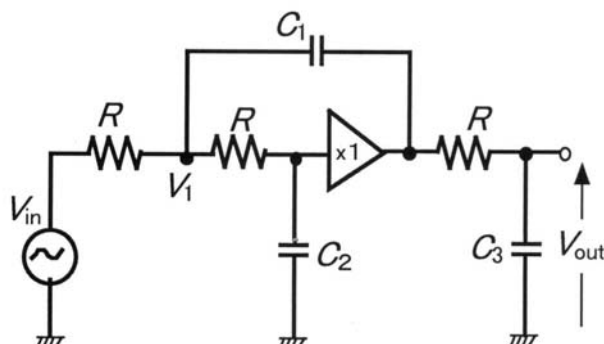


図3

第 2 問

(1) 計算機のメモリに関する以下の事項について知るところを各々5行程度で述べよ。

(1-1) キャッシュメモリ

(1-2) 仮想メモリ

(1-3) 連想メモリ

(1-4) メモリの階層化

(2) 順序回路に関する以下の設問に答えよ。

(2-1) 図 1 に示す順序回路の出力 z を、入力 x と D-FlipFlop(以下, D-FF と略す) の出力 Q_1, Q_2, Q_3 による論理式で示せ。また、図中の Q'_1, Q'_2, Q'_3 の各々を、 x, Q_1, Q_2, Q_3 の論理式で示せ。

(2-2) 図 1 の順序回路に対する状態を適切に定義し、状態遷移表及び、状態遷移図を記せ。なお、状態遷移図はミラー型で示すこと。

(2-3) (2-2) で得られた状態遷移図を簡略化し、D-FF 及び論理ゲートを用いた順序回路として構成せよ。

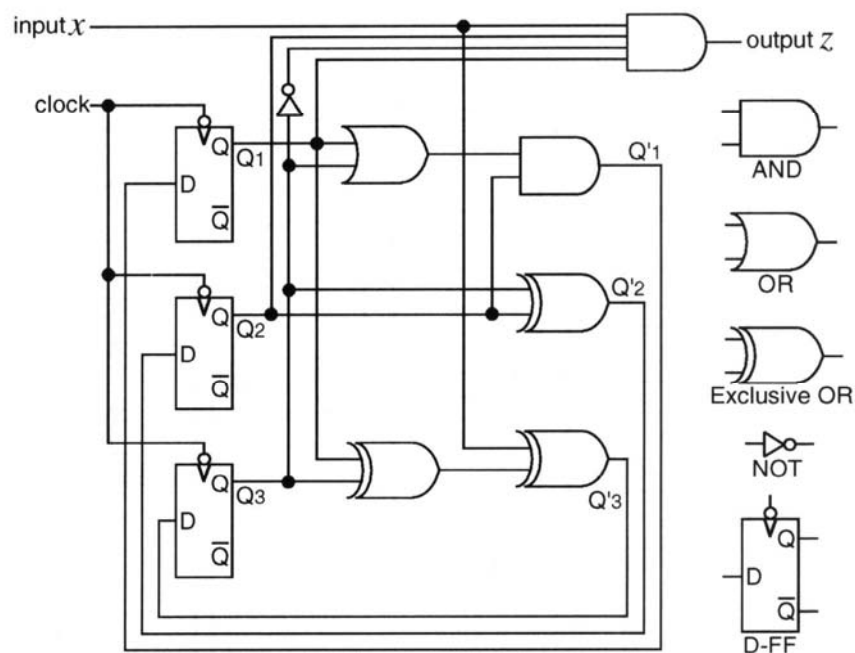


図 1 順序回路

第3問

グラフの探索について、以下の問に答えよ。

- (1) グラフ中のある出発点から、他のすべての節点への最短路を求めるダイクストラのアルゴリズムについて、基本的な考え方を説明せよ。ただし、グラフは無向グラフとし、各辺には正の重み(距離)が定義されているものとする。
- (2) ダイクストラのアルゴリズムを適当なプログラミング言語を用いて記述せよ。
- (3) ダイクストラのアルゴリズムの計算量を評価せよ。
- (4) グラフの探索法は、すでに訪れた節点に隣接していて、まだ訪れていない節点の集合を、どのような順序で訪れるかによって区別することができる。この観点から、深さ優先探索、幅優先探索、および上記のダイクストラのアルゴリズムの探索法の違いを論ぜよ。

第4問

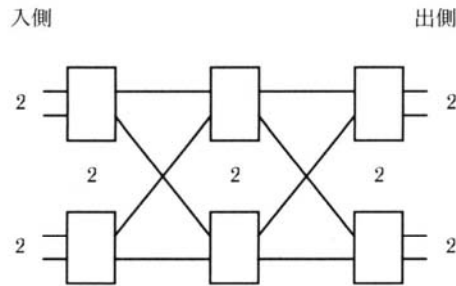


図1. 基本となる 2×2 のスイッチを用いた接続回路

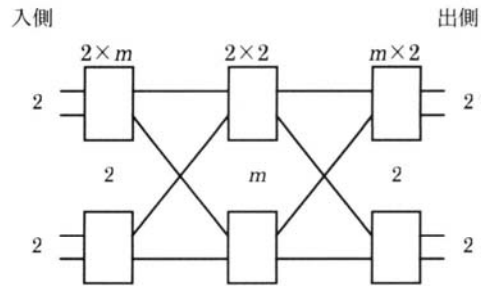


図2. 非閉そく接続回路

図1は全て 2×2 のスイッチが規則的に結線された3段の接続回路で、リンク接続と呼ぶものである。

- (1) 図1において、「未使用の入側の線」と「未使用の出側の線」を接続しようとしても、接続できないことがある。このような事象を閉そく（塞）と呼ぶが、図1の接続回路で閉そくが生じる例を一つ示せ。
- (2) 図1の接続回路で、他の接続が使用しているスイッチの接続を再配置（リアレンジ）することで閉そくを防ぐことができる。(1)で示した答えに対応する再配置を示せ。
- (3) 図2では、リアレンジをすることなく、 m を増やすことで閉そくを防ぐことができる。リアレンジをすることなく閉そくが生じない（非閉そく）接続回路をつくる最小の m を示せ。また理由を述べよ。
- (4) (3)で求めた非閉そく接続回路が非閉そくであることを数式で解析することは容易ではない。その理由を述べよ。

第5問

ホスト1からホスト2へ、パケットを用いたデータ転送を行う。転送されるパケットはすべて同じ大きさの M (バイト)で、ホスト1からホスト2への通信経路上には、他のアプリケーションおよび他のホストが生成したパケットは転送されず、パケットの廃棄はないものとする。さらに、ホスト1とホスト2間の通信路の最小帯域幅を b (ビット/秒)、ホスト1とホスト2間のパケットの片方向の転送遅延が D (秒)であるとする時、以下の設問に答えよ。

- (1) パケットがホスト2に到着すると、ホスト2は遅延時間ゼロで、ホスト1に受信確認のパケットを転送する(ACK パケット)。ホスト1はホスト2からのACKパケットの受信を確認(送達確認)しなければ、次のパケットを転送しないものとする。この時の、ホスト1からホスト2へのデータ転送速度 P_1 (ビット/秒)を示せ。なお、ACKパケットの大きさは m (バイト)で、 $(m/b) < (M/b) \ll D$ 、さらに、ホスト1はホスト2からのACKを受け取ると遅延時間ゼロで次のパケットを送信するものとする。
- (2) 問(1)のパケット転送方式では、十分なホスト間でのスループットが達成できない。そこで、TCP/IP システムでは、スライディングウィンドウ方式を用いたパイプライン的な送達確認を行うパケット転送方式が採用されている。ウィンドウ幅(W パケット)とスループット(P_2 bps)の関係を式で示せ。
- (3) 図1に示した構成において($B_3 > B_1 > B_2$ の場合)、ホスト1が帯域幅 B_1 (ビット/秒)を100%使用してパケットを連続的に転送する時(前パケットの転送終了時刻=次パケットの転送開始時刻)に、ホスト2で観測される到着パケットの時間間隔(=前パケットの受信完了時刻と次パケットの到着開始時刻の差) Δt (秒)を示せ。
- (4) 次に、 B_1 、 B_2 、 B_3 の大小関係が任意の場合に、 Δt (秒)を示す式を示せ。
- (5) Δt (秒)の測定を、パケット長(M)を変化させながら行うことで、ホスト1とホスト2の間の最小帯域幅 b (ビット/秒)を求めることができる。その方法を簡潔に述べよ。

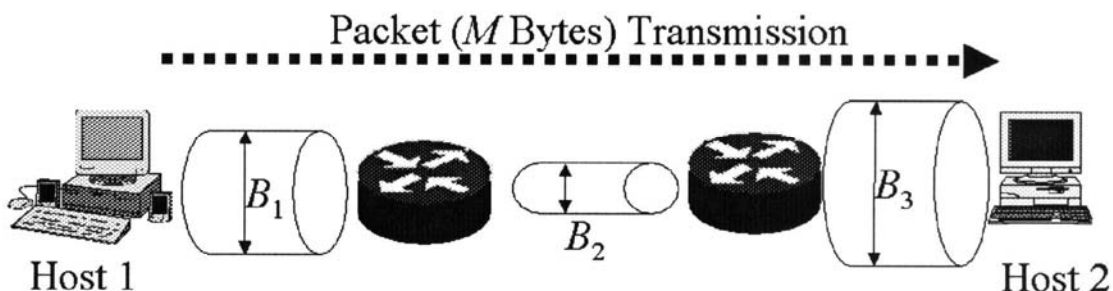


図1

第6問

$S \times S$ のサイズを持つ任意の2次元インパルス応答 g を用いて、 $N \times N$ の2次元配列データ v に線形シフト不変フィルタ処理（位置により変化しないフィルタ処理）を行うことを考える。このような例として画像データに対する平滑化処理を考えた場合、 v は画像データ、 g は平滑化フィルタに相当する。ここで、2次元配列データ境界付近における例外的な処理は無視することとする。

- (1) 最も単純な方法として、畳み込み演算により上記フィルタ処理を行う際の計算コストのオーダーを N と S を用いて示せ。
- (2) 空間フィルタの畳み込み演算は周波数領域では積算で行うことができることを利用して上記フィルタ処理を行う場合、これを効率的に行う方法を3～5行程度で説明せよ。また、その計算コストのオーダーを示せ。
- (3) g が水平・垂直成分に分離可能だとすると、計算の効率化のためにどのような工夫が考えられるか？ また、その計算コストのオーダーを示せ。ただし、周波数領域の演算を用いることは考えないこととする。また、 g が水平・垂直成分に分離可能とは $g(x, y) = g_1(x)g_2(y)$ なる性質を持つことを意味する。
- (4) g の $S \times S$ の要素が全て同じ値を持つ特殊なケース（ボックスインパルス応答）を考える。この場合に、フィルタ処理を行う効率的な計算方法を述べよ。また、その計算コストのオーダーを示せ。ただし、周波数領域の演算を用いることは考えないこととする。