

電子情報学専攻 専門

平成 25 年 8 月 20 日 (火) 9 時 00 分～11 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全部で 5 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 枚の答案要旨に 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。

第1問

次の設問に答えよ。

- (1) 図1に示したのは、演算増幅器1つと R_1, R_2 なる抵抗値をもつ2つの抵抗器を用いた回路である。この回路の入力電圧 V_{IN} と出力電圧 V_{OUT} の関係を示せ。なお、演算増幅器の電圧利得は A とし、それ以外の特性は理想的であるとする。
- (2) 演算増幅器における入力インピーダンス、入力オフセット電圧、周波数特性それぞれが理想的でないとき、(1)の入出力特性にはどのような影響が出るか具体的に論ぜよ。
- (3) 理想的な演算増幅器を用いて $V_{OUT} = V_{IN}$ なる入出力特性を持つ回路（ボルテージフォロワ、Voltage Follower と呼ばれる）を設計せよ。ボルテージフォロワ単体でどのような場合に使われるか、二例説明せよ。
- (4) 図2に示すのは、スイッチ、キャパシタ、ボルテージフォロワを用いたサンプルホールド回路（スイッチを切った瞬間の入力電圧を記憶し、一定時間それを出力し続ける回路）である。スイッチとしてトランジスタなどの電子式スイッチを用いた場合、リレーやスライド式スイッチなどの機械式スイッチを用いた場合のそれぞれにおいて、理想のサンプルホールド回路と比べてどのような問題が生じるか具体的に論ぜよ。
- (5) 演算増幅器は能動型フィルタ回路にしばしば用いられる。受動素子のみを用いて実現する受動型フィルタと比較したときの利点と欠点をそれぞれ述べよ。

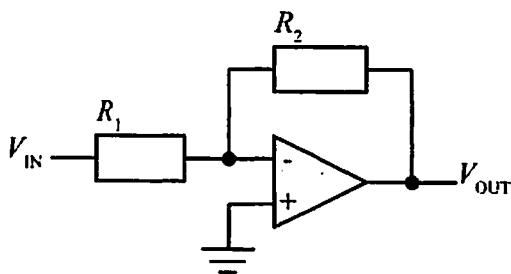


図1

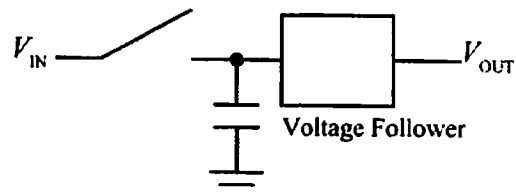


図2

第2問

仮想記憶に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 参照の局所性は、空間局所性と時間局所性に分類される。それぞれどのようなものであるか説明せよ。
- (2) ページテーブルとは何か説明せよ。
- (3) Translation Lookaside Buffer (TLB) とは何か説明せよ。また、TLB ミスとページテーブルの関係について説明せよ。
- (4) あるロード命令の実行中にページフォルトが発生したとする。この命令のアドレス計算から、ページフォルトの処理の後にこの命令の実行が再開されるまでの過程を説明せよ。
- (5) プロセッサによっては TLB ミスの処理をハードウェアで行うことがある。一方で、ページフォルトの処理をハードウェアのみで行うことは例外的である。このような違いが生じる理由について論ぜよ。

第3問

$f(0) = 0, f(1) = 1$ および漸化式 $f(n) = f(n-1) + f(n-2) (n > 1)$ で表される数列はフィボナッチ数列と呼ばれる。これについて以下の問いに答えよ。

- (1) 漸化式に従い、再帰呼び出しを使って $f(n)$ を計算するプログラムを擬似コードにより記述せよ。
- (2) 漸化式に従い、再帰呼び出しを使わずに $f(n)$ を計算するプログラムを擬似コードにより記述せよ。
- (3) 64ビット整数を用いて計算する場合、(1) および (2) それぞれの方法の問題点を述べよ。
- (4) フィボナッチ数列の一般項は

$$f(n) = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right)$$

となることが分かっている。この式に従って浮動小数点数を用いて計算する場合、(2)の方法と比較し利害得失を述べよ。

第4問

図1のフーリエ変換 $M(f)$ を持つ、帯域幅 B [Hz] のベースバンド信号 $m(t)$ について、以下の設問に答えよ。ただし、送信者と受信者間の通信には理想的な電波伝搬を仮定し、マルチパスによる影響はないものとする。三角関数の公式

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2}(\cos(A+B) + \cos(A-B))$$

を必要に応じて使ってもよい。

- (1) $m(t)$ により、周波数 $f_c > B$ [Hz] の搬送波 $\cos(2\pi f_c t)$ を振幅変調する。このとき、変調された電磁波の信号 $x(t) = m(t) \cos(2\pi f_c t)$ のフーリエ変換 $X(f)$ を図示せよ。
- (2) $m(t) = M$ (M は定数) としたときの変調信号 $x(t)$ を z [m] 離れた場所で受信したとする。受信信号 $y(t)$ を求めよ。ここで、電磁波の伝搬速度を c [m/sec] とし、伝搬による信号減衰は無視してよい。
- (3) 図2に示すように、送信者が受信者に向かって一定速度 v [m/sec] ($v < c$) で近づいていたとき、受信信号の搬送波周波数 f [Hz] を求めよ。ここで、送信者と受信者は最初 z_0 [m] 離れているものとする。
- (4) (3) において $m(t) = \cos(2\pi p t)$ としたときの受信信号 $y(t)$ を求めよ。ここで、 \cos の積は和に展開せよ。
- (5) (3) の搬送波周波数 f [Hz] が予測できたため、(4) の受信信号 $y(t)$ を $\cos(2\pi f t)$ で同期検波したとする。得られるベースバンド信号 $m_R(t)$ を求め、振幅、周波数、位相にいかなる影響が生じるか述べよ。
- (6) (5) において、ほぼ元信号に比例した信号を得るためにはどのような条件が必要か述べよ。

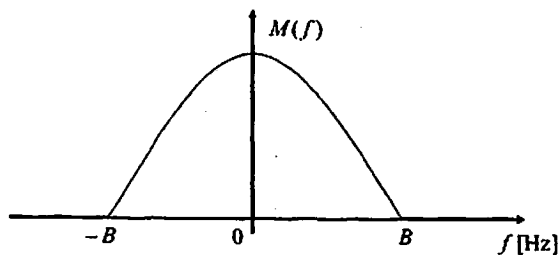


図1

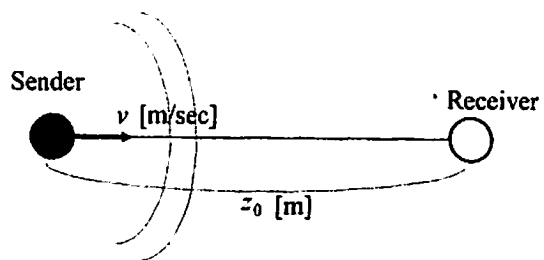


図2

第5問

離散信号処理に関する以下の問いに答えよ。

- (1) z を複素変数として、離散信号 $x(n]$ の Z 変換の定義 $X(z)$ を示せ。ただし、 $n < 0$ のとき $x(n) = 0$ とする。
- (2) $x(n)$ を m だけずらした信号 $x(n - m)$ の Z 変換 $X'(z)$ を導出過程を示した上で求めよ。
- (3) 下図に示す離散時間システムの応答を考える。システムの内部状態を示す状態変数 $q(n)$ を用いて、本システムを連立差分方程式で表せ。
- (4) (3) の差分方程式の Z 変換を示せ。ただし、 $q(n)$ の Z 変換を $Q(z)$ 、初期値を $q(-1) = q_0$ とする。
- (5) (3) と (4) の結果を用いて、入力 $x(n)$ がゼロの場合のゼロ入力応答 $y(n)$ を求めよ。
- (6) 初期値を $q_0 = 0$ とし、下記の単位ステップ信号 $u(n)$ を入力とした場合の単位ステップ応答 $y(n)$ を求めよ。

$$u(n) = \begin{cases} 1 & \text{for } n \geq 0, \\ 0 & \text{for } n < 0. \end{cases}$$

