電子情報学専攻　専門

平成２３年８月２３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。

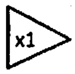
４．　答案用紙上部左側に解答した問題の番号を書くこと。また解答用紙上部右側の記入欄に受験番号を必ず記入すること。答案の提出前に、これらを記入したかを必ず確認すること。

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。

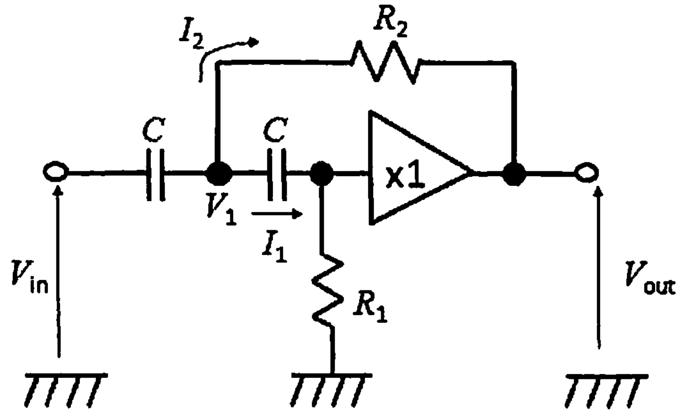
６．　解答は日本語または英語で記述すること。

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

下図の 

は電圧利得 1，入力インピーダンス∞，出力インピーダンス 0 の理想増幅器であると仮定する．



(1) この図の電圧伝達関数 $H(s)=V_{out}(s)/V_{in}(s)$を求めたい．このために必要な図中の電圧 V_{in}，V_1，V_{out}，及び電流 I_1，I_2 間に成立する複素周波数 s 領域（ラプラス変換領域）の回路方程式を立てよ．

(2) 前問の結果より電圧伝達関数 $H(s)=V_{out}(s)/V_{in}(s)$を求めよ．

(3) 図の入力電圧 V_{in} として単位ステップ電圧 u(t)を印加した時，出力電圧 V_{out} が振動的，臨界的，非振動的となる場合について C，R_1，R_2 の関係を示せ．なお下に表示のラプラス変換表を参照するように．

(4) C=0.001[F]，R_1=100[kΩ]，R_2=50[Ω]の場合，入力 V_{in} に単位ステップ電圧を印加した時の出力電圧 V_{out} の時間波形を求めよ．

ラプラス変換表

f(t)	F(s)
u(t)：単位ステップ関数	1/s
e^{-at}	$1/(s+a)$
$\sin\omega t$	$\omega/(s^2+\omega^2)$
$\cos\omega t$	$s/(s^2+\omega^2)$
te^{-at}	$1/(s+a)^2$
$e^{-at}\sin\omega t$	$\omega/\{(s+a)^2+\omega^2\}$
$e^{-at}\cos\omega t$	$(s+a)/\{(s+a)^2+\omega^2\}$
$(e^{-at}-e^{-bt})/(b-a)$	$1/\{(s+a)(s+b)\}$
$e^{-at}(1-at)$	$s/(s+a)^2$

第2問

データ依存と命令レベル並列性に関する以下の設問に答えよ．

(1) 命令レベル並列性に影響を及ぼすデータ依存関係は，フロー依存，逆依存，入力依存，および，出力依存の 4 種に分類することができる．それぞれどのようなものであるか説明せよ．

(2) (1) で挙げた 4 種のデータ依存の内，命令間の先行制約を生じるものをすべて示せ．

(3) データ依存はまた，真のデータ依存と偽のデータ依存に分けられる．真のデータ依存とは命令間のデータの授受を表現するもので，偽のデータ依存は表現しないものである．(2) で答えたデータ依存のそれぞれが，真偽のいずれのデータ依存であるか示せ．

あるプロセッサのアセンブリコードを下に示す．コード中，L1～L4 はラベルである．r0～r2 はレジスタで，代入記号 "=" の左辺のレジスタがデスティネーションを，右辺のレジスタがソースを表す．なお，L1 の ld は，ロード命令で，r0 の内容をアドレスとしてメモリアクセスを行うことを意味する．L2 および L3 の sla は算術左シフト命令である．

```
L1: ld   r1 = *r0;
L2: sla  r2 = r1 << 1;
L3: sla  r1 = r1 << 2;
L4: add  r1 = r1 + r2;
```

(4) このコード中，フロー依存が存在する命令の対をすべて挙げよ．同様に，逆依存が存在する命令の対もすべて挙げよ．

(5) 偽のデータ依存を解消する手法を答えよ．

また，上記コードにその手法を適用した場合，命令レベル並列性がどのように改善するか説明せよ．

第３問

データベース管理システムについて以下の問いに答えなさい．

（１） ファイルシステムとデータベース管理システムの差異について論ぜよ．

（２） 関係データベースにおけるＳＱＬ言語の特徴について述べよ．

（３） 図書館における図書の貸し出しの為のデータベースについて考える．データベースは次の３つの関係表から構成されるものとする．

利用者（利用者番号，氏名，住所，電話番号），

図書（本番号，書名，著者，出版社），

貸出状況（利用者番号，本番号，貸出日）．

ここで，利用者は事前に登録するものとし，利用者番号が与えられているものとする．利用者という関係表では利用者の氏名，住所，電話番号が管理されている．図書という関係表は，本についての情報の管理を行うことを目的としており，本には本番号という本を一意に識別する番号が付与されているとする．その他，書名，著者，出版社などの情報が格納されている．ただし，１つの本の著者は１名とする．貸出状況という関係表は誰にどの本をいつ貸し出したかを管理する．

Ａ出版社の本を借りている利用者で，貸出日から１０日以上経ている利用者の名前と電話番号を列挙するためのＳＱＬを記述せよ．なお，ここで日付型データに対する差演算が用意されているものとする．

（４） （３）の解を関係代数で表現しなさい．演算の実行順序と，問合せの実行に必要とされる時間に関して考察せよ．

（５） 著者毎にその執筆図書の貸出回数を求め，多い順にならべた表（人気著者リスト）を作成したい．そのためには，どのようなスキーマ変更を行えばよいか．又，その表を求める為のＳＱＬを記述しなさい．

第4問

(4.1)式に示す無線信号 $s(t)$ によりディジタル情報を伝送したい.

$$s(t) = a_m(t)\cos[2\pi\{f_c + f_m(t)\}t + \varphi_m(t)] \qquad (4.1)$$

ここで, f_c は搬送波周波数とする.

(1) 今, (4.1)式の無線信号 $s(t)$ が,

$$s(t) = A\cos[2\pi f_c t + \varphi_m(t)] \qquad A: 一定値 \qquad (4.2)$$

となるような通信方式の名称を述べよ.

(2) (4.2)式は複素関数の実数部を用いて,

$$s(t) = \mathrm{Re}[z(t)e^{j2\pi f_c t}] \quad ただし\ z(t) = Ae^{j2\pi\varphi_m(t)} \qquad (4.3)$$

と表すことができ, これは図1のように, ベクトルとして表現できる.

"00", "10", "11", "01" のように2ビットをまとめて送信する方式で, (4.4)式のように信号点を割り当てたとする.

$$\left.\begin{array}{lll}
\mathrm{Re}[z(t)] = A/\sqrt{2} & \mathrm{Im}[z(t)] = A/\sqrt{2} & (情報が“00”のとき) \\
\mathrm{Re}[z(t)] = -A/\sqrt{2} & \mathrm{Im}[z(t)] = A/\sqrt{2} & (情報が“10”のとき) \\
\mathrm{Re}[z(t)] = -A/\sqrt{2} & \mathrm{Im}[z(t)] = -A/\sqrt{2} & (情報が“11”のとき) \\
\mathrm{Re}[z(t)] = A/\sqrt{2} & \mathrm{Im}[z(t)] = -A/\sqrt{2} & (情報が“01”のとき)
\end{array}\right\} (4.4)$$

このような方式を 150 字以内で説明せよ. なお, 図 1 に示す点 (●) を信号点と呼んでいる.

(3) 4ビットのデータをまとめて送信する二つの方式がある.

図2に示す方式1は, 半径 A の円周上に等間隔で16個の信号点が置かれている. 振幅の2乗平均はA^2であり, 信号点の間隔は $2A\sin(\pi/16)$ ($\fallingdotseq 0.39A$) となっている.

図3に示す方式2は, 信号点の配置が異なる. 方式2を(4.1)式を用いて説明せよ.

(4) 方式2の振幅の2乗平均を求めよ. 計算にあたり, 信号点の確率は等しいとする.

(5) 方式2が方式1より優れているところを説明せよ.

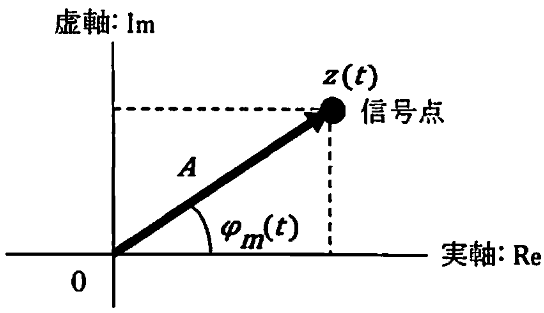


図1

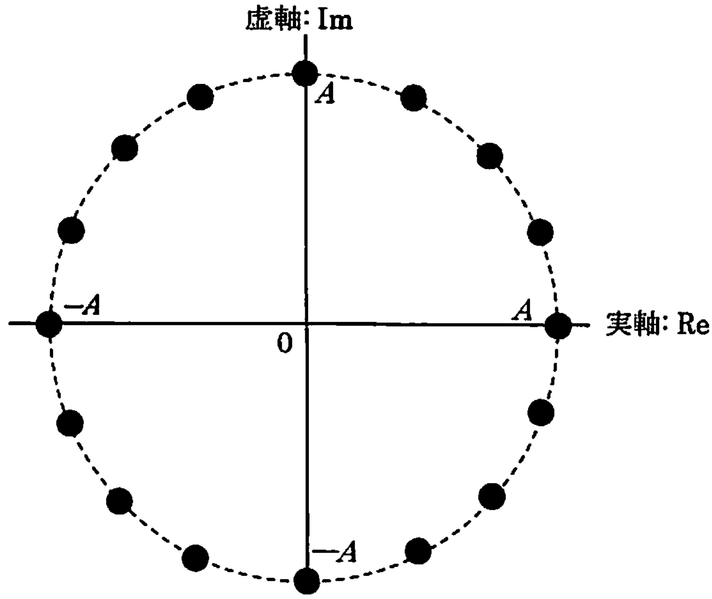

虚軸: Im
A
−A
A
実軸: Re
0
−A

図 2

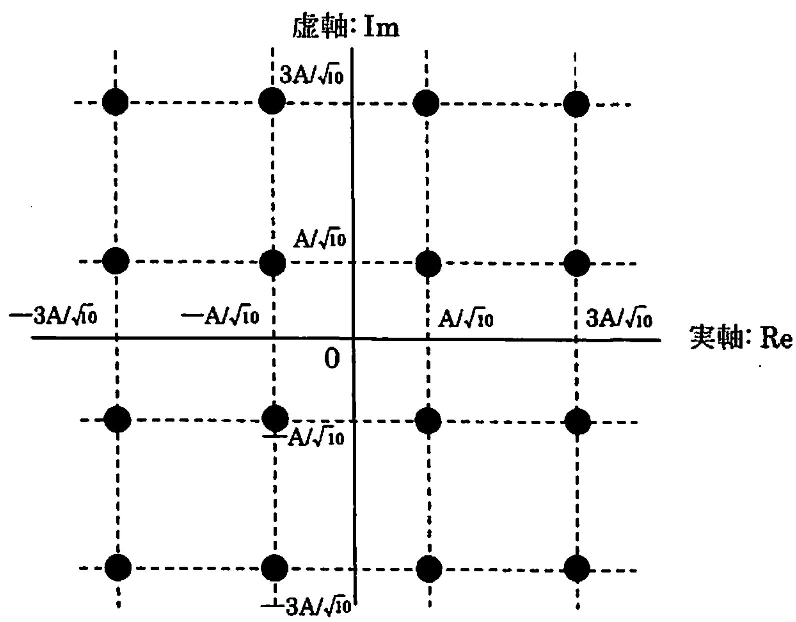

虚軸: Im
3A/√10
A/√10
−3A/√10
−A/√10
A/√10
3A/√10
実軸: Re
0
−A/√10
−3A/√10

図 3

第5問

信号 $g(t)$ の入力，インパルス応答 $h(t)$ の時不変フィルター（$H(\omega)$ はその周波数特性）による畳み込み，フィルターからの出力 $s(t)$，ノイズ $n(t)$ の重畳，及び，最終的な観測信号 $o(t)$ の様子を図1に示す．

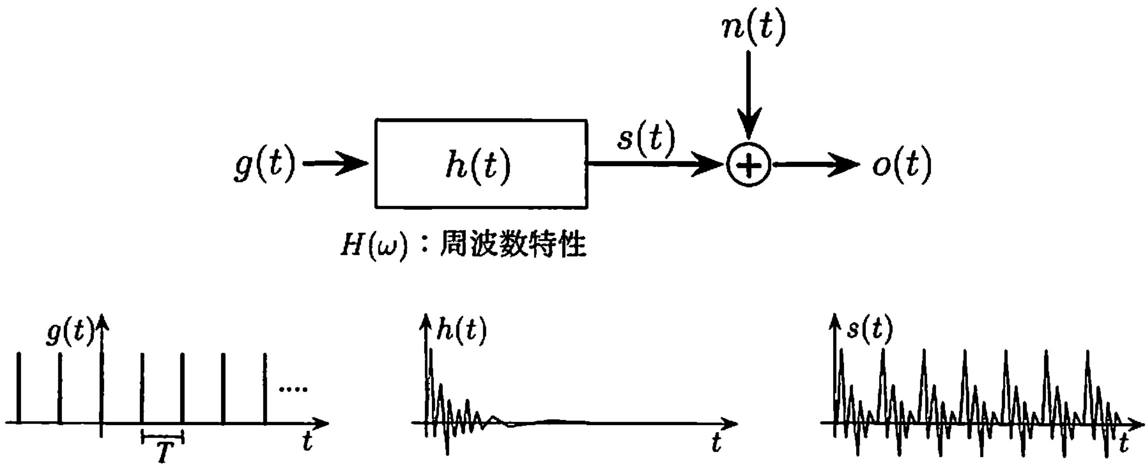


図1

入力信号 $g(t)$ はインパルス列であるとする．$g(t)$ に $h(t)$ が畳み込まれて $s(t)$ となり，更に雑音 $n(t)$ が加わり，$o(t)$ となる．

$$\begin{aligned} o(t) &= s(t) + n(t) \\ &= g(t) \otimes h(t) + n(t) \quad (\otimes \text{ は畳み込み演算子}) \end{aligned}$$

以下の問いに答えよ．なお，必要に応じて下記のフーリエ変換表を用いてよい．

$f(t)$	$\leftrightarrow$	$F(\omega)$
$\delta(t)$		1
1		$2\pi\delta(\omega)$
$f(t-t_0)$		$F(\omega)e^{-j\omega t_0}$
$e^{j\omega_0 t}f(t)$		$F(\omega-\omega_0)$

(1) $g(t)$，$h(t)$，$n(t)$，$o(t)$ のスペクトル（フーリエ変換）を $G(\omega)$，$H(\omega)$，$N(\omega)$，$O(\omega)$ とした時，$O(\omega)$ を $G(\omega)$，$H(\omega)$，$N(\omega)$ を用いて数式で表せ．

(2) インパルス列 $g(t)$ を，周期 T を用いて $g(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t-kT)$ と表した時，そのフーリエ変換 $G(\omega)$ もインパルス列となることを数式を用いて示せ．なお，$g(t)$ は $g(t) = \frac{1}{T}\sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{jk\omega_0 t}$ （$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$）と表現できることを用いてよい．

(3) 無雑音下（$n(t) = 0$）で $o(t)$ を受信した．この時の $O(\omega)$ の対数振幅スペクトル $\log|O(\omega)|$ を，$G(\omega)$，$H(\omega)$ を用いて数式で表せ．

(4) 無雑音下で $o(t)$ を AD 変換し，時刻 t_0 付近の N 個の標本値に対して離散フーリエ変換を行ったところ，$\log|O(\omega)|$ は図 2 として観測された．(2) によって示された $G(\omega)$ の特性，及び，(3) によって示された $\log|O(\omega)|$ の特性を考慮し，$\log|H(\omega)|$ の概形を $\log|O(\omega)|$ の上に図示し，そのようになる理由を述べよ．

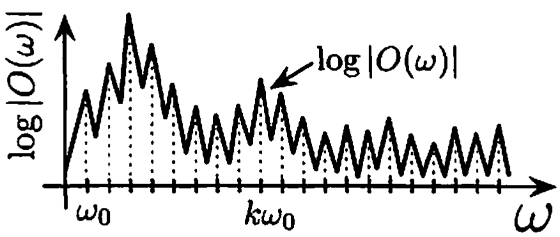


図 2

問題 (1) から (4) まではフィルターは時不変であった．以下，これを時変フィルターとして扱い，時刻 t の周波数特性を $H(\omega,t)$ で表す．この場合，$S(\omega)$ や $O(\omega)$ も時変となり，$S(\omega,t)$，$O(\omega,t)$ で表す．

(5) 時刻 t_0 付近の N 個の標本値に対する離散フーリエスペクトルの振幅成分 $|O(\omega,t_0)|$ から，$|S(\omega,t_0)|$ を推定したい．しかし，雑音が存在する場合 ($n(t)\neq 0$)，この推定は一般に困難となる．このような場合でも，下記の項目を仮定すると，スペクトル $|O(\omega,t_0)|^2$ から $|S(\omega,t_0)|^2$ を推定することが可能となる．以下の空欄を埋めよ．

- $|S(\omega,t)|$ と $|N(\omega,t)|$ は互いに独立である．
- $|N(\omega,t)|$ は t に依存しない定常雑音であり，雑音だけを別途観測可能である．

時刻 t 付近の離散フーリエスペクトルを $O(\omega,t)$，$S(\omega,t)$，$N(\omega,t)$ とすると，$o(t)=s(t)+n(t)$ より

$$|O(\omega,t)|^2=\left\{\boxed{\text{(5-1)}}\right\}^2+2\times\boxed{\text{(5-2)}}+\left\{\boxed{\text{(5-3)}}\right\}^2$$

となる。上式に対して時間軸上の期待値をとる。$|S(\omega,t)|$ と $|N(\omega,t)|$ の独立性より，$\boxed{\text{(5-4)}}$ は，その期待値が 0 に近づくはずである。即ち，t_0 近傍にて隣接する複数の $|O(\omega,t)|^2$ を求め，その期待値をとることで，$|S(\omega,t)|^2$ の t_0 近傍の期待値を，$\boxed{\text{(5-5)}}$ として推定することが可能となる。