

平成 24 年度  
北海学園大学 大学院工学研究科  
修士課程 建設工学専攻(社会環境系)  
第 I 期入学試験

専門科目A群問題紙

9:30~10:30 (60分)

注 意 事 項

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目
道 路 工 学
—
—
—
—
—
—

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した 1 科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙以外の草案紙, 計算用紙等は全て回収します。
- 机上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

## 道 路 工 学

## 1

道路設計について下記の問いに答えよ。

- 1.1 道路構造例による道路区分の第I種・II種と第III種・IV種の道路における交通機能の大きな違いを技術用語で示し説明せよ。
- 1.2 線形設計の基本的な留意事項の一つとして、”平面線形と縦断線形の組み合わせ”がある。この留意点を示し、これによって運転手にどのような効果を与えるか述べよ。
- 1.3 クロソイドの定義を説明し、直線区間～クロソイド区間～円曲線の一般的な平面図を書け。KA点、KE点、移程量 $\Delta R$ の発生箇所、すり付ける円曲線の中心点の位置を明確にすること。
- 1.4 合成勾配の制限値が8%以下の寒冷地の山地部道路において、縦断勾配が6%、片勾配5%の曲線区間の設計は、設計基準を満足しているか述べよ。

## 2

ある往復4車線の国道の交通量は、現在、20,000台/日・往復、大型車混入率は $P=20\%$ である。ピーク率を $K=8\%$ 、往復交通量に対する重方向交通量の比は $D=60\%$ 、交通量の年増加率を $a=10\%$ として下記の問いに答えよ。

- 2.1 ピーク率を30番目交通量の観点から説明せよ。
- 2.2 10年後の計画交通量( $Q_{10}$ )と計画乗用車換算交通量( $Q_{p-10}$ )の算出式を示し、それぞれ計算せよ。  
乗用車換算係数 $E_r=2.0$ とし、 $(1.1)^{10}=2.6$ として計算せよ。  
参考: 計画乗用車換算交通量( $Q_p$ )=計画交通量 $\cdot\{1+(E_r-1)P/100\}$   
: 多車線重方向1車線当たりの設計時間交通量= $Q_p \cdot (K \cdot D) / (5000 \cdot n)$  ( $n$ =車線数)
- 2.3 現在( $DHV_0$ )と10年後( $DHV_{10}$ )における乗用車換算の設計時間交通量(単位も含む)をそれぞれ算出せよ。
- 2.4 現在の国道の可能交通容量を $C_p=1600$ 台/時・車線、計画水準 $=0.9$ として、現在と10年後の交通需要量と設計交通容量( $C_D$ )の関係から道路の改良や新設の必要性の有無を述べよ。

道 路 工 学

3

寒冷地におけるアスファルト舗装の構造設計について、以下の問いに答えよ。

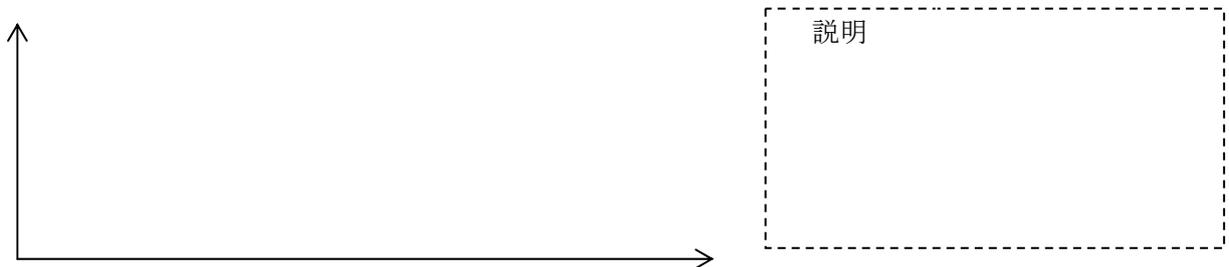
- 3.1 舗装の構造設計を行う場合の4つの条件を示し、 $T_A$ 法による舗装厚の設計の場合、 $T_A$ はどのような条件が定めれば決定されるか。
- 3.2 寒冷地における凍上対策を考慮した舗装構造（各層の名称も記入する）を図示せよ。  
ただし、舗装厚さ $H=61\text{cm}$ 、凍結深さ $Z=130\text{cm}$ 、置換え厚さ $Z'$ （置換え率70%）の場合の、置換え厚さ $Z'$ と凍上抑制層厚さ $t$ を算出し、その記号と厚さを図中で示せ。
- 3.3 凍上抑制層を設けることにより路床部分1mの土質が深さ方向で異なり、幾つかの層がある場合には、土質の異なるごとに試験して、下に示した式で平均のCBR(CBR<sub>m</sub>)を算出しなければならない。舗装厚さが61cm、上記で算出した置換え厚さ $Z'$ 、凍上抑制層 $t$ にクラッシャーラン（修正CBR=20）を用い、在来路床がCBR=4の場合の設計CBR<sub>m</sub>を求めよ（小数点以下1桁まで算出）。

$$\text{設計CBR}_m = \frac{\{h_1\text{CBR}_1^{1/3} + \dots + h_n\text{CBR}_n^{1/3}\}^3}{100^3} \quad \text{ただし、} h_1 \dots h_n, \text{CBR}_1 \dots \text{CBR}_n \text{は、各層の厚さ (cm) とCBRである。}$$

4

アスファルト舗装の材料と道路の維持管理について下記の問いに答えよ。

- 4.1 表層や基層に用いられる加熱アスファルト混合物は、一般的にどのような材料から作られるか。4つの材料を示せ。また、セメントコンクリートと異なり、アスファルト混合物のような粘弾性体における粘性性状は、どのような要因の影響を強く受けるか。2つの要因を示せ。
- 4.2 舗装のライフサイクルの費用は主に何から構成されているか、2つ示せ。また、舗装のライフサイクルをPSI（供用性指数）、通過輪数、解析期間、維持、修繕等の語句を用いて、下図に示すように具体的に文章で説明せよ。



- 4.3 道路の雪氷管理は、除排雪管理と路面管理に大きく2つに分類できる。除排雪管理と路面管理の目的を述べ、特に、路面管理で用いられている対策を2つ示せ。

平成 24 年度  
北海学園大学 大学院工学研究科  
修士課程 建設工学専攻(社会環境系)  
第 I 期入学試験

## 専門科目B群問題紙

10:40～12:30 (110分)

### 注 意 事 項

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目			
構	造	力	学
水		理	学
		—	
		—	
		—	
		—	
		—	

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した2科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙以外の草案紙、計算用紙等は全て回収します。
- 机上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

構造力学

1

図1に示す集中荷重と等分布荷重を担う両端張り出しばりについて、以下の設問に答えよ。

(1) 構造全体の力の釣り合い条件より、  
支点反力  $H_A$ 、 $V_A$ 、 $V_B$  を求めよ。

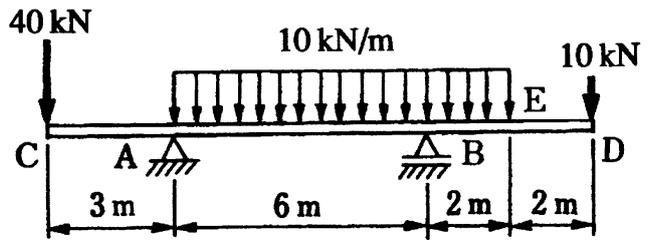


図1 集中荷重と等分布荷重を担う  
両端張り出しばり

(2) せん断力図 (Q-図) および曲げモーメント図 (M-図) を求めよ。

なお、曲げモーメントが極値を取る区間では、その極値の値と位置も明記せよ。

構 造 力 学

2

図2(a)に示すような外的1次不静定構造である片持ちばり-集中バネ結合系について、以下の設問に従って解析せよ。

(1) 支点Cにおける鉛直反力 $V_C$ を不静定力 $X$ に選ぶと、「自由端にバネをぶら下げた」片持ちばりが静定基本構となる。

この基本構の自由端Aに集中荷重 $P$ が作用する図2(b)基本系(第0系)のC点における鉛直変位(たわみ) $\delta_{C0}$  [=  $\delta_{A0}$ ] を求めよ。

また、不静定力 $X$ を作用させた図2(c)第X系のC点における鉛直変位 $\delta_{CX}$ を、不静定力 $X$ による片持ちばりのたわみと集中バネの伸縮との和として求めよ。なお、鉛直変位は下向きを正とする。

(2) 支点Cにおける「鉛直変位 $\delta_C$ の適合条件式(弾性方程式)」を求めよ。

(3) 鉛直変位の適合条件式から不静定力 $X$ 、すなわち支点Cにおける鉛直反力 $V_C$ を求めよ。

(4) 図2(a)与系のA点における鉛直変位 $\delta_A$ は、集中荷重 $(P-X)$ を受ける片持ちばりの自由端でのたわみである。(3)で求めた不静定力 $X$ を代入して鉛直変位 $\delta_A$ を求めよ。

(5) (4)で求めたA点における鉛直変位 $\delta_A$ を、集中バネの剛性によって変位比 $\delta_A/\delta_{A0}=1/5$  (=0.2、20%)に低減したい。そのために必要なバネ定数 $k_0$ をはりの曲げ剛性 $EI$ と支間長 $l$ を用いて求めよ。

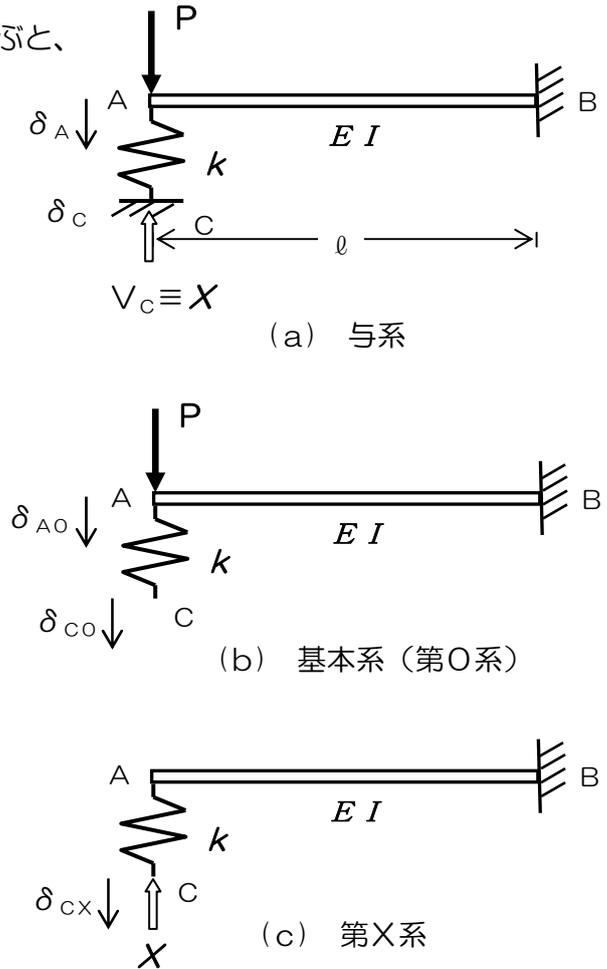


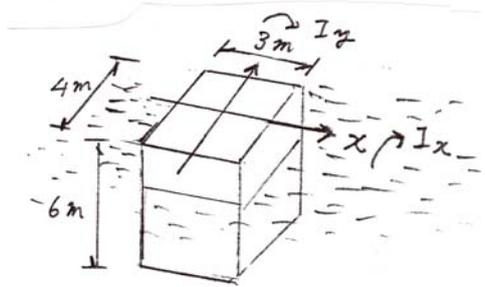
図2 片持ちばり-集中バネ結合系

水 理 学

1

図1のような比重0.8の直方体が比重1.0の水中に浮かんでいる。

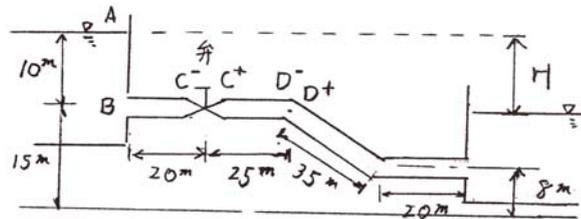
- 1) この物体の重量はいくらか。
- 2) 吃水はいくらか。
- 3) x軸回り、y軸回りのいずれの軸回りが不安定か  
断面二次モーメント  $I_x, I_y$  で示せ。
- 4) 物体の安定・不安定を判定せよ。
- 5) 同じ物体で液体の比重が0.9の場合の吃水を求めよ。



2

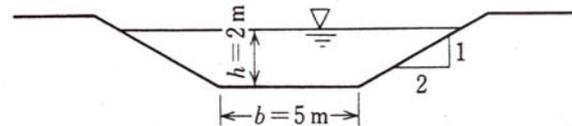
図2のような水位差  $H$  の2つの水槽を内径20cm 全長100mの円管でつなぎ、途中に弁を1箇所設ける。摩擦損失係数  $f = 0.036$ 、曲がりの損失係数それぞれ  $f_b = 0.16$  で2箇所、流入損失係数  $f_e = 0.5$ 、出口損失係数  $f_o = 1.0$ 、弁損失係数  $f_v = 0.1$  とするとき

- 1)  $H = 10\text{m}$  の時管内の流速はいくらか。
- 2) この時管内に流れる流量はいくらか。
- 3) この時  $C^-$  点、 $D^+$  点の圧力を求めよ。
- 4) 同じ管路で管内流速が  $4\text{ m/s}$  のとき  
2つの水槽の水位差はいくらか。



3

図3のような左右対称な台形断面の水路に水深2mで水が流れているときの流積  $A$ 、潤辺の長さ  $S$ 、径深  $R$  を求めよ。さらに、ここに、等流状態で流量  $Q = 30\text{ m}^3/\text{s}$  が流れているとしたら、勾配  $i$  はいくらか。ただし、マンニングの粗度係数  $n$  は  $0.016$  である。



平成 24 年度  
北海学園大学 大学院工学研究科  
修士課程 電子情報工学専攻  
第 I 期入学試験

専門科目A群問題紙

9:30~10:30 (60分)

注 意 事 項

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目
応 用 数 学
—
—
—
—
—
—

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した 1 科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙以外の草案紙, 計算用紙等は全て回収します。
- 机上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

## 応 用 数 学

1

次の同次形の微分方程式を解きなさい。

$$xy \frac{dy}{dx} + x^2 - y^2 = 0$$

2

- (1) 関数  $f(t)$ ,  $0 \leq t < \infty$  のラプラス変換が存在する条件を示しなさい。  
(2) 次の初期値問題を解きなさい。

$$y''(t) - 2y'(t) - 3y(t) = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 6$$

ただし、必要ならば次の公式を使ってよい。

$$L[f'(t)] = sL[f(t)] - f(0)$$

$$L[f''(t)] = s^2L[f(t)] - sf(0) - f'(0)$$

3

次のベクトル場の発散と回転を計算しなさい。

$$\mathbf{a} = xyz\mathbf{i} + \sin z\mathbf{j} - y \cos z\mathbf{k}$$

4

次の周期関数（周期  $2\pi$ ）のフーリエ級数を求めなさい。

$$f(x) = \begin{cases} 0 & (-\pi \leq x < 0) \\ x & (0 \leq x < \pi) \end{cases}$$

平成 24 年度  
北海学園大学 大学院工学研究科  
修士課程 電子情報工学専攻  
第 I 期入学試験

専門科目B群問題紙

10:40～12:30 (110分)

注 意 事 項

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目			
数	理	工	学
電	子	回	路
画	像	工	学
制	御	工	学
—			
—			
—			

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した2科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙以外の草案紙、計算用紙等は全て回収します。
- 机上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

## 数 理 工 学

1

もし事象  $E_1$  の確率が、事象  $E_2$  が起こっても起こらなくても ( $E_2$  の余事象  $\overline{E_2}$  が起こっても) 同じで変わらないときは、

$$\Pr(E_1 | E_2) = \Pr(E_1 | \overline{E_2}) \quad (\text{a})$$

が成り立つ。

このとき  $E_1$  は  $E_2$  から独立であるといい、確率の乗法定理  $\Pr(E_1 E_2) = \Pr(E_2) \Pr(E_1 | E_2)$  から

$$\Pr(E_1 E_2) = \Pr(E_1) \Pr(E_2) \quad (\text{b})$$

が導かれる。(a)と(b)が同等であることを示せ。ただし、 $\Pr(E_1)$  は事象  $E_1$  の生起確率を表し、 $\Pr(E_1 | E_2)$  は条件付き確率を表す。

2

2つの変数  $x, y$  の間に相関関係がありそうなとき、点  $(x_i, y_i)$  ( $i = 1, \dots, n$ ) の集まりに直線または曲線をあてはめるときに用いられる手法は何と呼ばれるか答えなさい。また、この手法の概略を適切な用語を用いて説明しなさい。

3

二項分布の積率母関数は

$$\begin{aligned} M_x(\theta) &= E[e^{\theta X}] = \sum_{x=0}^n e^{\theta x} \binom{n}{x} p^x q^{n-x} = \sum_{x=0}^n \binom{n}{x} (pe^{\theta})^x q^{n-x} \\ &= (pe^{\theta} + q)^n \end{aligned}$$

で与えられる。これから

$$\begin{aligned} dM_x(\theta)/d\theta &= npe^{\theta} (pe^{\theta} + q)^{n-1} \\ d^2M_x(\theta)/d\theta^2 &= n(n-1)(pe^{\theta})^2 (pe^{\theta} + q)^{n-2} + npe^{\theta} (pe^{\theta} + q)^{n-1} \end{aligned}$$

となる。

これを用いて、二項分布の平均値、分散、標準偏差を求めよ。また、二項分布の  $np = \mu$  を一定に保って  $n \rightarrow \infty$  としたときの極限確率分布は何と呼ばれるか答えなさい。

電 子 回 路

1

図1のトランジスタ回路について以下の間に答えよ。ただし、このトランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率を  $h_{FE}$  とする。

- (a)  $I_C$ ,  $V_R$ ,  $V_{CE}$  を  $I_B$  と  $h_{FE}$  を含む式で表せ。
- (b)  $V_{BB}$  を調整して、 $I_B=80[\mu A]$  とするとき  $I_C$  はいくらか。回路定数は以下から必要な値を用いよ。  
 $V_{CC}=20[V]$ ,  $V_{BE}=8.6[V]$ ,  $R_B=100[k\Omega]$ ,  $R_C=1[k\Omega]$ ,  $h_{FE}=150$
- (c) (b)の状態では  $V_{BE}$  はいくらか。
- (d) (b)の状態では、トランジスタで消費される電力  $P$  を求めよ。ただし、 $I_B$  による電力は無視してよい。

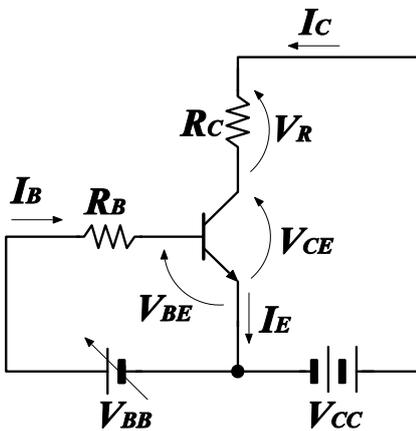


図1 トランジスタ回路

## 電 子 回 路

## 2

図2は演算増幅器を用いて構成したミラー積分回路である。  $v_i(t)$ ,  $v_o(t)$ は、時間的に変化する入力および出力の電圧を表す。以下の問に答えよ。

- (a) 演算増幅器の反転入力端子の電圧は極めて小さいので、0[V]と考えて回路の計算をすることができる。このようにみなすことを何と呼ぶか。
- (b)  $C$ および $R$ の単位を電流[A]、電圧[V]、時間[s]を用いて表し、 $C$ と $R$ の積が時間の単位を有することを示せ。
- (c)  $v_o(t)$ と $v_i(t)$ の関係を時間積分を含む式で表せ。
- (d) 角周波数 $\omega$ および $2\omega$ の正弦波を加算した次の信号を $v_i(t)$ として入力するとき、出力 $v_o(t)$ を求めよ。ただし、 $A$ ,  $B$ は定数とし、積分定数は0としてよい。

$$v_i(t) = A\cos(\omega t) + B\sin(2\omega t)$$

- (e)  $\omega t = \pi/2$ における出力電圧の瞬時値を求めよ。

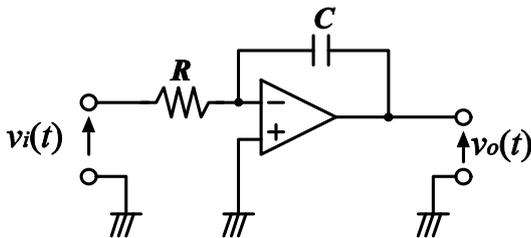


図2 ミラー積分回路

## 電子回路

## 3

図3は7つのNOT回路を縦続接続して構成したリング発振回路である。1つのNOT回路で、ローレベル入力からハイレベル出力への伝搬遅延時間を  $t_{pLH}$ 、ハイレベル入力からローレベル出力への伝搬遅延時間を  $t_{pHL}$  とする。以下の問に答えよ。

- (a) x における電圧レベルがローレベルである時間幅  $t_L$  とハイレベルである時間幅  $t_H$  を求めよ。
- (b) 発振周期  $T$ 、および発振周波数  $f$  を求めよ。
- (c)  $t_{pLH} = t_{pHL} = 10[\text{ns}]$  のとき、 $f$  を有効数字3桁で求めよ。
- (d) NOT回路を1つ追加して8個の縦続接続とした場合、xの電圧レベルがどのようなになるか説明せよ。

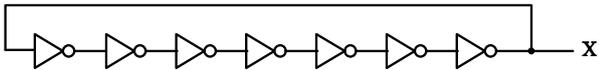


図3 リング発振回路

電 子 回 路

4

---

(a)～(d)より1問を選び説明しなさい。必要に応じて図，表，グラフ，式などを示してもよい。

- (a) CR回路のステップ電圧応答の特徴
- (b) クリップ回路の動作
- (c)  $h$ パラメータを用いたトランジスタの等価回路
- (d) RSフリップフロップの動作

## 画 像 工 学

## 1

画像データの大きさに関する以下の文について、空欄に入る数を解答欄に記入しなさい。ただし、画像の圧縮は考慮しない。また、MやKは、2の累乗を表す接頭語と考えて良い。

256階調の単色の濃淡を区別するには、**1** ビット必要である。したがって、画素数 $1024 \times 512$ の白黒画像を256階調で濃淡表示すると、そのデータサイズは**2** MBとなる。これと同じ画素数のカラー画像をRGBのフルカラーで表すと、データサイズは**3** MBと大きくなるが、256色のインデックス方式カラー画像にすると、カラーテーブルを除けば、**4** MBで済む計算になる。一方、これを白黒の2値画像にすると、**5** KBとサイズはかなり小さくなる。

## 2

図1(a)–(c)について、以下の文章の空欄に入る用語を解答欄に記入しなさい。また、説明を求める問いについては、指定の欄に記入しなさい。

(a)の画像をある圧縮方式を用いて強く圧縮したところ、(b)のように、画像全体に小さい四角いパターンが生じてしまった。これは、**6** ノイズと呼ばれるノイズである。また、図(b)には、人やカメラの周囲にもやもやしたノイズも見られるが、これは、**7** ノイズと呼ばれている。これらのノイズの発生状況から見て、このときに用いた画像圧縮方式は、**8** 圧縮であると考えられる。

また、(a)の画像をある伝送路を通して伝送したところ、図(c)に示すようなノイズが重畳した。原画像の画質をできるだけ損なわずにこのようなノイズを除去するには、**9** フィルタが適している。

上の空欄**8**は、デジタルカメラを始めとして、一般に広く普及している静止画像圧縮方式である。この圧縮方式の原理を、欄**A**に簡潔に説明しなさい。また、上の空欄**9**のフィルタは、ノイズ除去のための代表的な非線形フィルタである。このフィルタの動作原理を欄**B**に説明しなさい。



(a)



(b)



(c)

画 像 工 学

図1

3

図2の2値画像に関する以下の問いについて、指定の欄に答えなさい。

1. 次の文の空欄に入る数字を解答欄に記入しなさい。ただし、図中の「O」、「P」、「S」、「E」の文字のある画素は、黒画素と見なしてよい。  
 黒の図形要素を8連結で考えるとき、図形要素の数は 10 である。このとき、白の図形要素は 11 連結で考えることになり、孔の数は 12 となる。したがって、オイラー数は 13 である。一方、黒の図形要素を4連結で考えると、図形要素の数は、 14 となる。
2. 図中の「O」の文字のある画素から「P」の文字のある画素までの4近傍距離を欄 15 に答えなさい。
3. 図中の「O」の文字のある画素から「P」の文字のある画素までの8近傍距離を欄 16 に答えなさい。
4. 図中の右端の図形要素について、「S」の文字のある画素から「E」の文字のある画素までの画素列をチェーンコードで表し、欄 C に記入しなさい。ただし、チェーンコードは、注目画素の右側を「0」とするものとする。

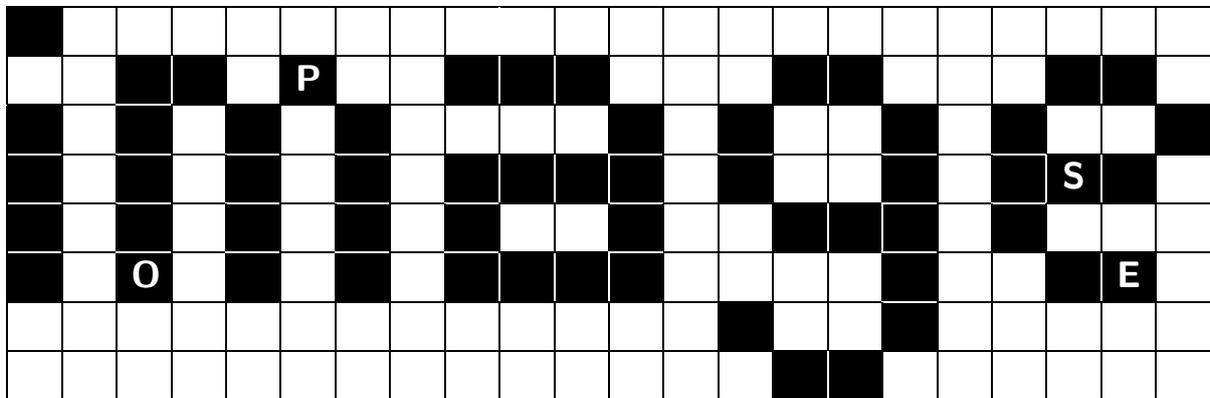
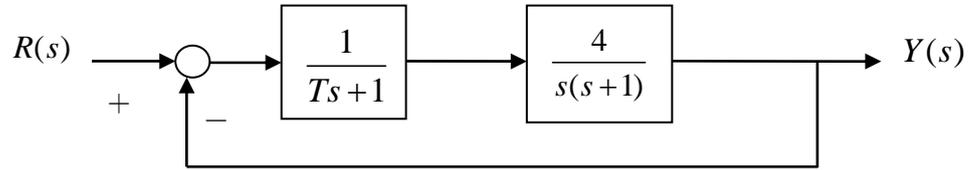


図2

制 御 工 学

1

右に示すフィードバック制御系がある.



- (1) 入出力伝達関数  $G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$  を求めよ.
- (2) この制御系が安定である  $T$  の範囲を求めよ.
- (3)  $T = \frac{1}{6}$  のときの定常位置偏差を求めよ.

2

次の状態空間表現で表される制御系がある.

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & 3 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \quad y(t) = [1 \quad 0] \mathbf{x}(t)$$

- (1) 系の可制御性, 可観測性を調べよ.
- (2) 状態空間表現を入出力伝達関数に変換せよ.
- (3) 極を-1, -3 に配置する時の状態フィードバック係数  $\mathbf{f}$  を求めよ.

平成 24 年度  
北海学園大学 大学院工学研究科  
修士課程 電子情報工学専攻  
第Ⅱ期入学試験

専門科目A群問題紙

9:30~10:30 (60分)

**注 意 事 項**

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目
応 用 数 学
—
—
—
—
—
—

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した1科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙以外の草案紙、計算用紙等は全て回収します。
- 机の上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

## 応 用 数 学

1

次の周期関数（周期 $2\pi$ ）のフーリエ級数を求めなさい。

$$f(x) = |\sin x|$$

2

スカラー場における勾配の物理的意味を説明し、次のスカラー場の勾配を求めなさい。

$$\phi = \log x - \sin^2 y + xz^2$$

3

関数列

$$\left\{ \frac{1}{2}, \cos x, 2\cos 2x, 3\cos 3x \right\}$$

が $[-\pi, \pi]$ で直交系を成すことを示し、正規化しなさい。

4

次の初期値問題を解きなさい。ただし $D$ は微分演算子である。

$$D^2 y + Dy - 2y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 2$$

平成 24 年度  
北海学園大学 大学院工学研究科  
修士課程 電子情報工学専攻  
第Ⅱ期入学試験

専門科目B群問題紙

10:40~12:30 (110分)

注 意 事 項

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目			
数	理	工	学
電	子	回	路
制	御	工	学
		—	
		—	
		—	
		—	

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した2科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙以外の草案紙、計算用紙等は全て回収します。
- 机の上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

## 数 理 工 学

1

対称行列  $A (n \times n)$  によって入力  $x$  出力  $y$  の関係が

$$y = Ax$$

とあらわされるシステムがあるとする。このとき一般には、 $y_i$  は  $x_1 \sim x_n$  の影響を受ける。この入力間の干渉をなくなるようにするためには、座標系をどのように変換すればよいか例を示しなさい。

2

データの散らばりを示す統計量の例を3つあげて、その定義と統計的意味を示しなさい。

3

正方行列  $A (n \times n)$  が対称 ( $A' = A$ ) のときその固有値は実数であることを証明する場合の手順は以下のようになる。下線部イ、ロ、ハ、ニを埋めなさい。

複素固有値およびそのイ. \_\_\_\_\_ 固有値を仮定し、2つの固有方程式  $Ax = \lambda x$  と  $A\bar{x} = \bar{\lambda}\bar{x}$  より  $x'A\bar{x}$  を計算し  $(\lambda - \bar{\lambda})x'\bar{x} = 0$  を導く。ここで、 $x'\bar{x}$  がロ. \_\_\_\_\_

であることより、 $(\lambda - \bar{\lambda}) = 0$  を導く。このことより  $\lambda = \bar{\lambda}$  となるのでハ. \_\_\_\_\_ は

無いことが示される。すなわち固有値はニ. \_\_\_\_\_ であるという手順となる。

数 理 工 学

4

---

密度関数  $f(x)$  をもつ連続的確率変数  $X$  に対して、 $g(x)$  の期待値はどのように定義されるか。定義式を示し、この期待値の演算は線形作用素の性質を持つことを示しなさい。

- (1)  $g(x)$  の期待値の定義式
- (2) 線形作用素であることを示す計算

5

---

積率母関数が与えられれば積率は容易に求められることを示し、さらに平均、分散と積率の関係を述べなさい。

---

以上5問中3問を選択して解答しなさい。

以下白紙。

電 子 回 路

□1 ~ □4 の中から3問を選んで解答しなさい。

□1

---

ある素子  $X$  の端子電圧  $V_x$  と流れる電流  $I_x$  の関係が  $I_x = aV_x^2$  と表される(ただし  $V_x > 0$ ) ものとする。

以下の問に答えよ。

- (a)  $a$  の単位を電流[A], 電圧[V]を用いて表せ。
- (b) 微分抵抗  $r_x = dV_x/dI_x$  を  $V_x$  を用いて表せ。
- (c)  $r_x = R_0$  となるときの電圧  $V_x$  を求めよ。

電 子 回 路

2

図1はFETを用いた交流信号増幅回路である。図中で直流バイアスに関する量を $V$ で、交流信号に関する量を $v$ で表している。以下の問に答えよ。ただし、交流信号に対するFETの相互コンダクタンスを $g_m$ とする。

- (a)  $V_{GG}$ を調整して $V_{GS} = -1.5$  [V]としたとき、 $V_{DS} = 3$  [V]であった。このとき、 $I_D$ はいくらか。ただし、 $R_D = 1$  [k $\Omega$ ]、 $V_{DD} = 15$  [V]とする。
- (b) (a)の条件のとき、FETで消費される直流電力 $P$ を求めよ。
- (c)  $i_D$ 及び $v_{DS}$ を $v_i$ を含む式で表しなさい。

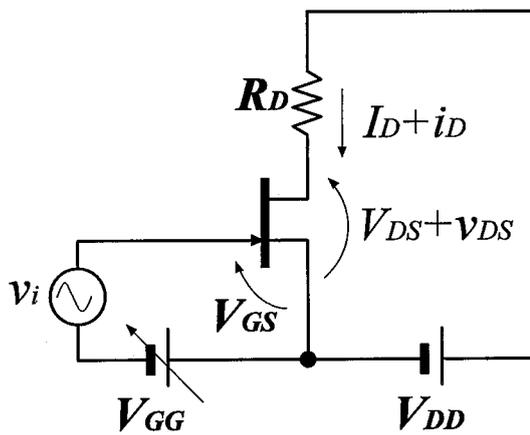


図1 交流信号増幅回路

電 子 回 路

3

演算増幅器を用いた図2の回路について以下の間に答えよ。ただし、演算増幅器の入力インピーダンスと利得は極めて大きいとしてよい。

- (a) 端子Bが接地されているとき、端子Aの電圧も0[V]と考えることができる。このようにみなすことを何というか。
- (b) 電流  $I_i$  を  $R_1$ ,  $V_i$  を用いて表せ。
- (c) 電流  $I_i$  を  $R_2$ ,  $V_o$  を用いて表せ。
- (d) この回路の電圧増幅率  $A_v = V_o/V_i$  を求めよ。また、 $R_1=1[\text{k}\Omega]$ ,  $R_2=100[\text{k}\Omega]$  のとき、 $|A_v|$  をデシベルで表しなさい。

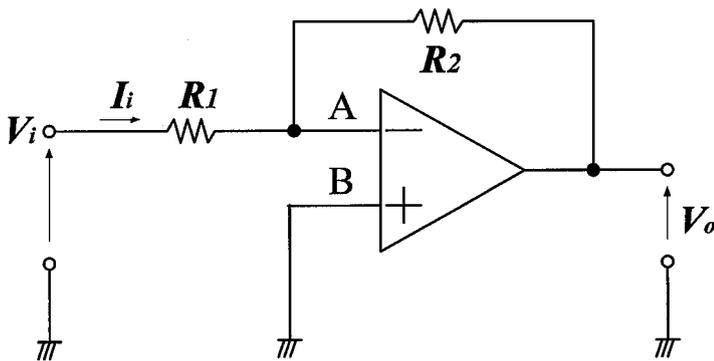


図2 演算増幅器を用いた反転増幅回路

## 電 子 回 路

## 4

論理回路に関する以下の間に答えよ。論理式は以下のように表すものとする。

$A$  の否定(NOT):  $\bar{A}$

$A$  と  $B$  の論理和(OR):  $A + B$

$A$  と  $B$  の論理積(AND):  $A \cdot B$

(a)  $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$  となることを真理値表を描いて示せ。

(b) 2入力 NAND 回路  $\overline{A \cdot B}$  を用いて、NOT 回路( $\bar{A}$ )、2入力 AND 回路( $A \cdot B$ )、および2入力 OR 回路( $A + B$ )が構成できることを論理式で示し、NAND 回路で構成した回路図を描きなさい。2入力 NAND 回路は図3の記号で表すものとする。

(c)  $A, B, C$  を3入力とし、 $D = (A + B) \cdot (\bar{A} + C)$  を出力する論理回路を図3の NAND 回路を用いて構成しなさい。

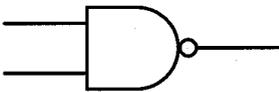
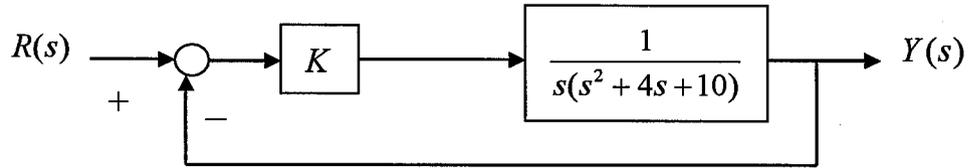


図3 NAND 回路の記号

制 御 工 学

1

右に示すフィードバック制御系がある。



(1) 入出力伝達関数  $G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$  を求めよ。

(2) この制御系が安定である  $K$  の範囲を求めよ。

(3)  $K = 10$  のときの定常位置偏差を求めよ。

2

次の状態空間表現で表される制御系がある。

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \quad y(t) = [1 \quad 0] \mathbf{x}(t)$$

(1) 系の可制御性, 可観測性を調べよ。

(2) 状態空間表現を入出力伝達関数に変換せよ。

(3) 初期条件  $\mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$ , 入力  $u(t) = 0$  の過渡応答  $\mathbf{x}(t) = e^{At} \mathbf{x}(0)$  を求めよ。

$$e^{At} = L^{-1} \left[ (s\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \right]$$

次の逆ラプラス変換を用いよ。  $L^{-1} \left[ \frac{1}{s} \right] = I(t)$  (単位ステップ関数)  $L^{-1} \left[ \frac{1}{s+a} \right] = e^{-at}$