

北海道大学大学院情報科学研究科
メディアネットワーク専攻入学試験
平成 23 年 8 月 18 日 15:30—17:30
専 門 試 験 2

受験上の注意

- 机の上に置いてよいものは、筆記用具(鉛筆、消しゴム、鉛筆削りなど)、時計、特に指示があったもののみである。
- 時計は計時機能のみのものを使用し、アラームの使用を禁ずる。
- 携帯電話、PHS、電卓、電子手帳、参考書の使用を禁ずる。
- 問題紙の枚数は4枚で、問題紙は回収しない。
- 4問中、2 問を選択し解答せよ。また、その選択した問題番号は、別紙の選択問題番号の用紙に○で記入し、試験終了後に提出すること。
- 解答用紙の枚数は4枚で、問題ごとの専用の解答用紙を使用すること。解答用紙に受験番号の誤記、記入もれがないか、十分に確かめること。解答用紙に 裏へ続く と記載がある場合は、裏面も使用するので注意すること。
- 草案紙の枚数は 2 枚である。草案紙は回収しない。

1-1 画像のデータ量について以下の問いに答えなさい。

- (1) 各画素の R, G, B 色成分をそれぞれ 4 ビットで表した場合, 表現できる色数がいくつになるか答えなさい。
- (2) 1 フレームが 300×200 画素で, フレームレートが 30fps のカラー動画画像が与えられたとき, 5 秒間のデータ量を答えなさい。なお, 各画素の R, G, B 色成分はそれぞれ 8 ビットで表されるものとする。
- (3) 1 フレームが 200×200 画素で, 階調数が 8 ビット, フレームレートが 30fps の濃淡動画画像と同じデータ量となるように, 1 フレーム 400×400 画素, フレームレートが 15fps の濃淡動画画像を記憶したい。このとき, 階調数を何ビットに設定する必要があるか答えなさい。

1-2 今, 図 1-1 に示す画像 A が与えられ, それに空間フィルタリングを施した結果として図 1-2 に示す画像 B が得られた。このとき, 以下の問いに答えなさい。

5	4	8	10
5	3	10	9
4	5	10	8
4	2	8	9

b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}
b_{21}	b_{22}	b_{23}	b_{24}
b_{31}	b_{32}	b_{33}	b_{34}
b_{41}	b_{42}	b_{43}	b_{44}

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

図 1-1 画像 A

図 1-2 画像 B

図 1-3 ラプラシアンフィルタ

- (1) 画像 A に窓幅 3×3 画素のメディアンフィルタを施したときの, b_{22} および b_{33} を答えなさい。ただし, メディアンフィルタは, 窓内に含まれる画素値の中央値を出力するものとする。
- (2) 画像 A に窓幅 3×3 画素のラプラシアンフィルタを施したときの, b_{23} および b_{32} を答えなさい。ただし, 窓幅 3×3 画素のラプラシアンフィルタは, 図 1-3 の通りである。
- (3) (2) で用いられたラプラシアンフィルタは, 画像の縦方向と横方向の 2 次微分で求められることを示しなさい。

1-3 今, m 次の正規アダマール行列を以下のように定義する.

$$\mathbf{H}_m = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{m-1} & \mathbf{H}_{m-1} \\ \mathbf{H}_{m-1} & -\mathbf{H}_{m-1} \end{bmatrix} \quad (m > 1)$$

ただし,

$$\mathbf{H}_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

である. このとき, 以下の問いに答えなさい.

- (1) \mathbf{H}_2 を求めなさい.
- (2) 正規アダマール行列が直交行列であることを示しなさい.

2-1 形態素解析に関する以下の設問に解答せよ。

- (1) 日本語の形態素解析が困難である理由を述べよ。
- (2) 既存の手法でも独自に考案した手法でも良いが、(1)で挙げた困難さを克服し日本語の形態素解析を高精度に行うために最適と考えられる手法について、その仕組みを簡単に説明せよ。
- (3) (2)で提案した手法が最適と考えられる理由を述べよ。

2-2 意味解析に関する以下の設問に解答せよ。

- (1) コンピュータが人間の言語の意味を理解することが困難である理由を述べよ。
- (2) 既存の手法でも独自に考案した手法でも良いが、(1)で挙げた困難さを克服しコンピュータ上に意味を表現するために最適と考えられる手法について、その仕組みを簡単に説明せよ。
- (3) (2)で提案した手法が最適と考えられる理由を述べよ。

2-3 機械翻訳に関する以下の設問に解答せよ。

- (1) コンピュータが人間の翻訳者と同レベルの翻訳を行うことは現在でも困難である。その理由を述べよ。
- (2) 既存の手法でも独自に考案した手法でも良いが、(1)で挙げた困難さを克服しコンピュータが翻訳を行うために最適と考えられる手法について、その仕組みを簡単に説明せよ。
- (3) (2)で提案した手法が最適と考えられる理由を述べよ。

3-1 電力スペクトル密度 $n_0/2$ を持つ白色雑音 $n(t)$ が図 3-1 のような線形システムに入力されている。この線形システムの伝達関数 $H(f)$ は次式で与えられているとする。ここで、 t は時間、 f は周波数を表している。

$$H(f) = Ae^{-|f|/2B}$$

ただし、 A と B は f に依存しない正の定数である。

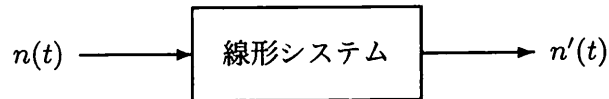


図 3-1

このとき、以下の問に答えなさい。

- (1) この線形システム出力 $n'(t)$ の電力スペクトル密度を求めなさい。
- (2) $n'(t)$ の平均電力を求めなさい。

3-2 2値の符号“1”と“0”によりデジタル変調を受けた信号が次式で定義された $s(t)$ を用いて表されるとする。

$$s(t) = C \cos(2\pi f_c t + \phi(t))$$

ここで、 t は時間、 C は正の定数であり、 $\phi(t)$ は以下のように決定されている。

$$\phi(t) = \begin{cases} 0 & \text{符号が“1”のとき} \\ \pi & \text{符号が“0”のとき} \end{cases}$$

また、符号間隔 T と搬送波周波数 f_c の間に $\frac{1}{T} \ll f_c$ の関係が成立している。このような信号に帯域制限されたガウス雑音 $y(t) = x_c(t) \cos 2\pi f_c t - x_s(t) \sin 2\pi f_c t$ が加わり、図 3-2 のように検波器に入力している。ただし、 $x_c(t)$ と $x_s(t)$ の確率密度関数は次式で与えられているとする。

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi N}} e^{-\frac{x^2}{2N}}$$

ここで、 N はガウス雑音の平均電力を表している。

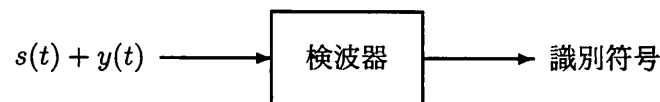


図 3-2

このとき、以下の問に答えなさい。

- (1) このようなデジタル変調方式の名称を述べなさい。
- (2) 2値の符号“1”と“0”を識別する検波器の構成を図示し、その動作を説明しなさい。
- (3) 送信符号“1”を“0”と誤る確率を与える式を導きなさい。ただし、誤差補関数 $\text{erfc}(z)$ を用いると次式が成立している。

$$\int_{-\infty}^0 \frac{1}{\sqrt{2\pi N}} e^{-\frac{(x-C)^2}{2N}} dx = \frac{1}{2} \text{erfc}\left(\frac{C}{\sqrt{2N}}\right)$$

- (4) 送信符号“1”と“0”は等確率で生起するとする。このとき、符号誤り率を求めなさい。

図 4-1 に示すように、特性抵抗 R_c 、位相定数 β の無損失伝送線路に、内部抵抗が R_c の正弦波交流電圧源とインピーダンスが Z_L の負荷が接続されている。電源から負荷へ向かう方向に z 軸を設定し、負荷の位置を $z = 0$ とすると、線路上の位置 z における電圧のフェーザ量 $V(z)$ と電流のフェーザ量 $I(z)$ はそれぞれ次式①および②で与えられる。

$$V(z) = V_i e^{-j\beta z} + V_r e^{j\beta z} \quad ①$$

$$I(z) = \frac{V_i}{R_c} e^{-j\beta z} - \frac{V_r}{R_c} e^{j\beta z} \quad ②$$

ここで、 V_i と V_r はそれぞれ $z = 0$ における入射電圧と反射電圧である。また、伝送線路上の波長は λ であるものとする。このとき、以下の設問に答えなさい。

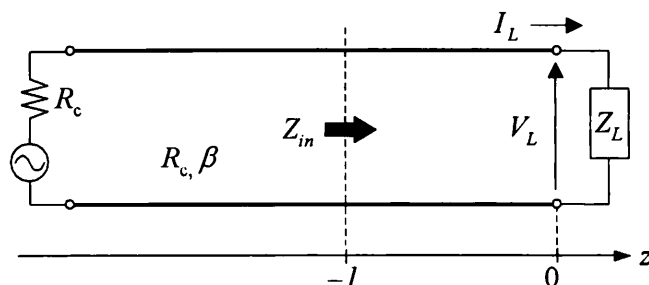


図 4-1

- (1) 図 4-1 に示すように、負荷の両端の電圧を V_L 、線路から負荷に流入する電流を I_L とする。このとき、次式③および④の関係が成り立つことを示しなさい。

$$V_i + V_r = Z_L I_L \quad ③$$

$$V_i - V_r = R_c I_L \quad ④$$

- (2) 図 4-1 に示すように、負荷から電源側に l だけ離れた場所 ($l > 0$ であるものとする) から負荷側を見込んだ入力インピーダンス Z_{in} は次式⑤で与えられることを示しなさい。

$$Z_{in} = R_c \frac{Z_L + jR_c \tan \beta l}{R_c + jZ_L \tan \beta l} \quad ⑤$$

- (3) $l = \lambda/4$ の場合について、 Z_{in} と Z_L との間に成り立つ関係式を求めなさい。

- (4) 図 4-2 に示すように、特性抵抗が R_{c1} で長さが $\lambda/8$ の伝送線路 I、特性抵抗が R_{c2} で長さが $\lambda/4$ の伝送線路 II、特性抵抗が R_{c3} で任意の長さを有する伝送線路 III が縦続接続されている。伝送線路 I はインピーダンスが Z_L の負荷で終端されている。また、伝送線路 III には内部抵抗が R_{c3} の正弦波交流電圧源が接続されている。 $R_{c1} = 50 \, \Omega$ 、 $R_{c3} = 64 \, \Omega$ 、 $Z_L = 40 + j30 \, \Omega$ の場合、伝送線路 III 上に定在波が発生しないようにするためには、 R_{c2} をどのような値に設定すれば良いか答えなさい。

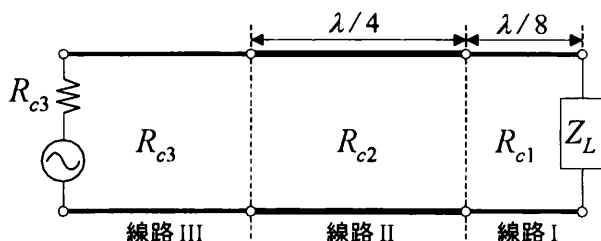


図 4-2