

平成15年度 京都大学大学院情報学研究科
修士課程 通信情報システム専攻入学資格試験問題

専門基礎B

I群問題

平成14年8月22日(木) 9:00-12:00

注意

1. 解答開始の合図があるまで中を見てはいけない。
2. 「I群」および「II群」の2種類の問題が用意されている。いずれかの群の問題のみを解答すること。両群の問題を解答した場合、専門基礎Bの得点は0点とする。
3. これは「専門基礎B I群」の問題用紙で、表紙共に7枚ある。解答開始の合図があった後、枚数を確認、落丁または不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
4. 問題は6問(BI-1, BI-2, BI-3, BI-4, BI-5, BI-6)ある。4問を選択して解答すること。答案用紙の問題番号欄に問題番号を記入すること。
5. 解答は問題ごとに答案用紙1枚を使うこと。答案用紙1枚に2問以上の解答もしくは1問の解答を2枚以上の答案用紙に書いた場合は無効にすることがある。なお、必要な場合「裏に続く」と明記した上で裏面を使用してもよい。
6. 答案用紙は4枚綴じたまま使用し、切り離さないこと。
7. 答案用紙の綴じ込みがはずれた場合は、直ちに申し出ること。
8. 解答は日本語で行うこと。

専門基礎B
解答せよ。

BI-1, BI-2, BI-3, BI-4, BI-5, BI-6 の6問から4問を選択して

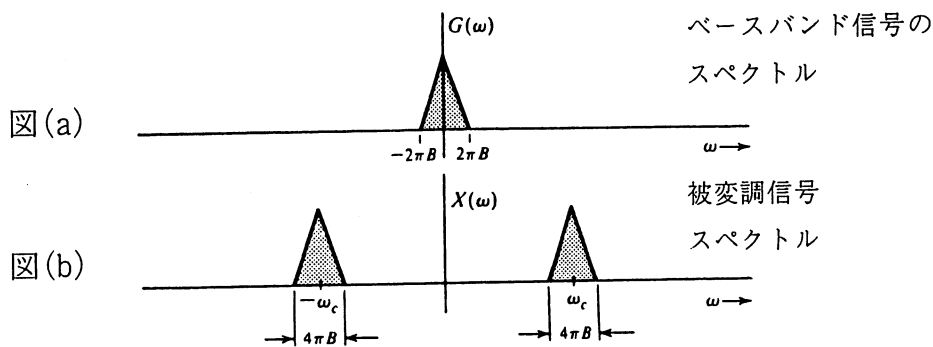
BI-1

以下の問に答えよ。

- (1) B Hz に帯域制限された (band-limited) ベースバンド (baseband) 信号 $g(t)$ (そのフーリエ変換 (Fourier transform) $G(\omega)$ を図(a)に示す) で角周波数 ω_c の搬送波を変調する。入力 x と出力 y が次の関係にある通信路を用いて被変調信号 (modulated signal) $x = g(t)\cos\omega_c t$ (そのフーリエ変換 $X(\omega)$ を図(b)に示す) を伝送する。

$$y = a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$$

受信信号のスペクトルの概形を描くことにより、上記の通信路によりどのような問題が生ずるか説明せよ。ただし、 a_1, a_2, a_3 は定数である。



- (2) 回線交換 (circuit switching) とパケット交換 (packet switching) についてその特徴を比較しながら説明せよ。

BI-2

次の(1)(2)の両問題に答えよ。

(1) 以下の各問に答えよ。

- (a) 単一正弦波 $g_1(t) = A \sin(2\pi ft)$ の 自己相関関数 (autocorrelation function) を求めよ。
- (b) 下記 $g_2(t)$ で示される矩形パルスの自己相関関数を求め、図示せよ。また、この自己相関関数を使用して エネルギースペクトル密度 (energy spectral density) を求め、図示せよ。

$$\begin{aligned} g_2(t) &= A, & -T/2 \leq t \leq T/2 \\ &= 0, & t < -T/2, t > T/2 \end{aligned}$$

(2) 次式で示される 直交振幅変調 (QAM ; quadrature amplitude modulation) について以下の各問に答えよ。

$$S(t) = A(t) \cos(2\pi f_0 t) + B(t) \sin(2\pi f_0 t)$$

f_0 ; 搬送波 (carrier) の周波数

- (a) $A(t)$, $B(t)$ を検出するための 同期検波器 (coherent demodulator) の 構成図 (block diagram) を描き、同期検波のための 参照搬送波 (reference carrier) に 位相誤差 (phase error) がある場合の出力を表わす式を求めよ。
- (b) $A(t)$ にある処理を行ったものを $B(t)$ とするとき、 $S(t)$ は SSB 変調 (single side band modulation) 波となる。 どの様な場合か説明せよ。
- (c) $A(t)$, $B(t)$ が各々 独立に (independently) 2 値 $(-1, +1)$ の値をとるパルス列であるときの変調波 $S(t)$ の 信号空間ダイアグラム (signal space diagram) を示せ。
また 4 値 $(-1.5, -0.5, 0.5, 1.5)$ の場合についても同様に示せ。

次の4問中2問を選んで答えよ。

- (1) マクスウェル方程式 (Maxwell's equations) について次の問いに答えよ。
 - (a) マクスウェル方程式を電界 E 、磁界 H 、電束密度 D 、磁束密度 B 、電流密度 J 、電荷密度 ρ を用いて表せ。
 - (b) アンペールの法則 (Ampère's law) とマクスウェル方程式の異なる点は何か。その差異の導入で電荷保存則 (charge conservation law) が満たされるようになったことを示せ。
 - (c) 構成関係式 (constitution relations) $D = \epsilon E$, $B = \mu H$ を用い D , B をマクスウェル方程式から消去すれば、源泉 (source) J , ρ のない空間では E (または H) に関し波動方程式 (wave equation) が得られる。これを示せ。
- (2) 均質 (homogeneous)、等方 (isotropic) な媒質が二種類、互いに接する境界面での境界条件をマクスウェルの方程式から導け。
- (3) 長さ l の微小ダイポール (small dipole) の放射抵抗はいくらか。また微小ダイポールの誘導電磁界 (induction field) と放射電磁界 (radiation field) の大きさが等しくなる距離を求めよ。ただし、周波数は 1GHz とする。
- (4) 磁化されていないプラズマ (unmagnetized plasma) 中を伝搬する平面電磁波の分散特性 (dispersion characteristics) は、方形導波管 (rectangular waveguide) の TE_{10} の分散特性と同じ形の ω - k 関係式で表されることを示せ。プラズマ周波数 (plasma frequency) が 1GHz のプラズマは長辺いくらの導波管に相当するか。

BI-5

1 ビットの信号 X を入力とし、1 ビットの信号 Z を出力とする Mealy 型 同期式順序回路 (synchronous sequential circuit) を設計する。この回路を動作させたとき、 Z は最初の入力 X と等しい値を出力する。その後、出力の値と異なる値が 2 回続けて入力された時にのみ、 Z の値は変化する。これ以外の場合には、以前と同じ値を出力する。例えば、001011100 と入力されたとき、その出力は 000001110 となる (図 (a) 参照)。すなわち、最初の入力が 0 であるので、最初の出力は 0 となる。その後、1 が 2 回続けて入力されたことになる 6 クロック目に 1 を出力する。それまでは 0 を出力している。7 クロック目以降は、9 クロック目に 0 が 2 回続けて入力されるまで出力は 1 を出し続け、9 クロック目に 0 に反転する。以下の各問に答えよ。

- (1) 入力が 1011000101 の場合の出力を示した以下の表を完成させなさい。

入力 X	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1
出力 Z	1									

- (2) この回路の動作を表す 状態遷移図 (state transition diagram) (図 (b)) を完成させなさい。ここで、状態 a は初期状態であり、入力が 0 であれば、0 を出力して状態 b に遷移し、入力が 1 であれば 1 を出力して状態 c に遷移する。枝のラベルは、入力 / 出力を表す。
- (3) 求めた状態遷移図に基づいて、入力が 011001011 の場合の出力が 001100001 となることを確かめよ。どのように確かめたかを説明すること。
- (4) この回路について、状態数 (the number of states) を最小化した 状態遷移表 (state transition table) と 出力表 (output table) を求めよ。
- (5) この回路を最も少ない数の D フリップフロップ (D flip-flop) を用いて実現する。状態割当て (state assignment) として、初期状態である状態 a には全て 0、状態 b には LSB のみが 1 で他は 0、状態 c には MSB のみが 1 で他は 0 を割当てよ。フリップフロップの出力を表す論理変数を Q 、入力を表す論理変数を D として、各フリップフロップは添字で区別することとする。添字は MSB から LSB に向かって 1, 2, とふるものとする。すなわち、MSB に対応するフリップフロップの出力は Q_1 であり、入力は D_1 である。
- 各フリップフロップの入力を与える 論理式 (logic equation) を 簡単化 (minimize) して求めよ。

- (6) この回路の出力 Z を与える論理式を簡単化して求めよ。

入力 X 0 0 1 0 1 1 1 0 0
出力 Z 0 0 0 0 0 1 1 1 0

図 (a) 入出力の例

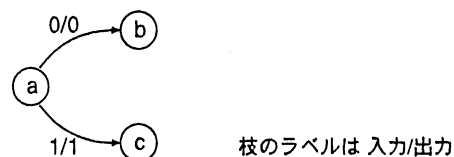


図 (b) 状態遷移図 (一部)

BI-6

以下の3問全てに答えよ。

- (1) ページ化セグメント方式(paged segmentation)を採用している仮想記憶(virtual memory)方式の計算機について、以下の問に答えよ。
 - (a) セグメント表(segment table)、ページ表(page table)の役割は何か、また、これらは一般に、計算機システムを構成するどの装置に存在するか。
 - (b) 命令をCPUに読み込んだ直後から、オペランド(operand)の読み出しが終わるまでの一連の動作を列挙し、その各々が、CPU内処理、主記憶装置(main memory)へのアクセス、のいずれであるかを区別して示せ。但し、以下の仮定による。
 - (i) 命令のアドレス部では、ベースレジスタ、インデックスレジスタおよびディスプレースメント(displacement)(ベースアドレスからの変位)を指定する。
 - (ii) セグメント表の先頭アドレスは、セグメントベースレジスタ(segment base register)に格納されている。
 - (iii) オペランドは、主記憶装置から1回のアクセスで取り出せる。
 - (iv) オペランドなど必要な情報の存在するページは、主記憶装置に存在するものとする。
 - (c) (b)の動作に要する時間を求めよ。但し、アドレスなどの加算(add)、主記憶装置からの読み出し、の各操作に必要な時間は、それぞれ1回当たり、10ns, 100nsとし、これらの操作の並列処理(parallel processing)はできないものとする。また、これらの操作以外に必要な時間は無視できるものとする。
- (2) 浮動小数点演算のCPI(Clock Per Instruction)が、加減算 4、乗算 6、除算 12のプロセッサがある(クロック 400MHz)。浮動小数点演算の割合が、加減算 50%、乗算 35%、除算 15%のプログラムを実行するときのMFLOPS(Million Floating-point Operations Per Second)値を求めよ。
- (3) キャッシュ・メモリ方式(cache memory architecture)について、次の各項目について述べよ。
 - (a) 目的
 - (b) 性能面からみた設計上の重要な検討項目
 - (c) 論理面からみた設計上の重要な検討項目