

平成18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A

平成17年8月8日(月) 13:00 - 16:00

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. これは「専門基礎A」の問題用紙で、表紙共に11枚ある。解答開始の合図があった後、枚数を確かめ、落丁または不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
3. 問題は9問(A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9)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。
4. 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。
5. 答案用紙は4枚綴じたまま使用し、切り離さないこと。
6. 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。
7. 解答は日本語で行うこと。

専門基礎A A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9 の9問から4問を選択して解答せよ。

A-1

以下の全ての問いに答えよ。

(1) 行列 $A = \begin{pmatrix} 9 & 10 \\ -6 & -7 \end{pmatrix}$ の固有値と固有ベクトルを求めよ。

(2) 上記の A を対角化せよ。変換に用いた行列と、対角化の過程も示すこと。

(3) 数列 $\{a_n\}, \{b_n\}$ があり、

$$a_0 = 2, \quad b_0 = 0, \quad a_n = 9a_{n-1} + 10b_{n-1}, \quad b_n = -6a_{n-1} - 7b_{n-1}$$

であるとする。 a_n, b_n を (2) の結果を利用して求めよ。

(4) R^2 で定義された関数 $f(x, y)$ は、ある点 (a, b) で偏微分可能でも、その点で連続とは限らない。次の例によりこのことを示せ。

$$f(x, y) = \begin{cases} xy/(x^2 + y^2) & (x, y) \neq (0, 0) \\ 0 & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$$

(5) 次の関数を積分せよ。

(a) $\frac{1}{x^2(x+1)}$

(b) $\frac{1}{\cos^3 x}$

A-2

以下の設問 (1)、(2)、(3) から 2 つを選んで答えよ。

- (1) 関数 $f(t)$ のフーリエ変換(Fourier transform) $F(\omega)$ を以下の式で定義するとき、以下の各小問に答えよ。なお、 $i = \sqrt{-1}$ とする。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$$

- (a) a を正の定数とするとき、

$$f_1(t) = \begin{cases} 1 & (|t| \leq a/2) \\ 0 & (|t| > a/2) \end{cases}$$

のフーリエ変換 $F_1(\omega)$ を求めよ。

- (b)

$$f_2(t) = \begin{cases} 1 - t/a & (0 \leq t \leq a) \\ 1 + t/a & (-a \leq t < 0) \\ 0 & (t < -a, a < t) \end{cases}$$

のフーリエ変換 $F_2(\omega)$ を求めよ。

- (c) $|\omega|$ が増大したときに、 $|F_1(\omega)|$ 、 $|F_2(\omega)|$ は、どちらが速く 0 に漸近するか述べよ。

- (2) 次の定積分(finite integral) を留数(residue) を用いて求めよ。

- (a)

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x \sin x}{x^4 + 5x^2 + 4} dx$$

- (b)

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 \cos x}{(x^2 + 4)^2(x^2 + 1)} dx$$

- (3) 次の微分方程式(differential equation) を解け。なお、必要があれば $u = y/e^x$ 等の変数変換を用いよ。

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + (1 - 2x) \frac{dy}{dx} + (x - 1)y = xe^x$$

以下の設問に答えよ。

- (1) 真空中に内半径 a 、外半径 b ($b > a$) の完全導体 (perfect conductor) の球殻 (spherical shell) があるとする。
 - (a) 球殻の中心に電荷 (electric charge) Q の点電荷を置いたときの電界 (electric field) の大きさ $E(r)$ と電位 (electric potential) $V(r)$ を求め、図示せよ。ただし、 r は球殻の中心からの距離とする。
 - (b) 問 (a) において、さらに球殻を接地した場合の電界の大きさ $E(r)$ と電位 $V(r)$ を求め、図示せよ。
 - (c) 球殻の中心に半径 c ($c < a$) の完全導体球を置いたときの静電容量 (electrostatic capacity) を求めよ。
 - (d) 問 (c) において、導体球に電荷 Q を与えたときの静電エネルギー (electrostatic energy) を求めよ。
- (2) 次の電磁波 (electromagnetic wave) に関する語を簡潔に説明せよ。
 - (a) 偏波 (polarization)
 - (b) 特性インピーダンス (characteristic impedance)

A-5

以下の設問に答えよ。

- (1) 図(a)に示す回路(circuit)の電流 I_L を求めよ。また R_L と C_L を変化させて R_L で消費される電力を最大とするための条件を求めよ。ただし交流電圧源 E_1 と E_2 の周波数は同一である。
- (2) 図(b)に示す回路の V_2/V_1 と入力インピーダンス(input impedance)を求めよ。ただし増幅器(amplifier)の持つ電圧利得(voltage gain)は G_0 、入力インピーダンスは R_i 、出力(output)インピーダンスは 0 とする。
- (3) 理想的な特性を持つ演算増幅器(operational amplifier)を用いて、次の回路の回路図を示せ。
 - (a) 電圧利得が 2 の反転(inverting)増幅回路
 - (b) 電圧利得が図(c)に示す周波数特性(frequency response)を示す回路

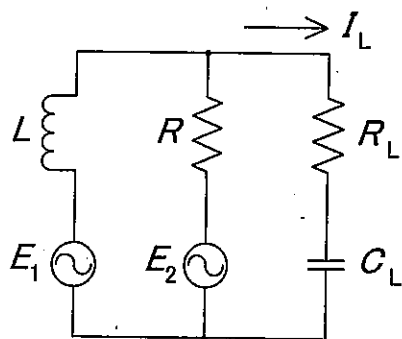


図 (a)

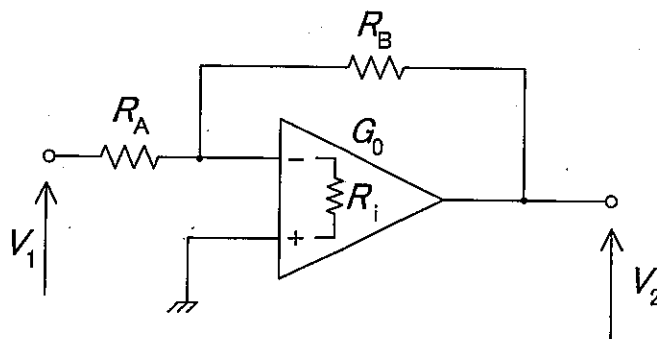
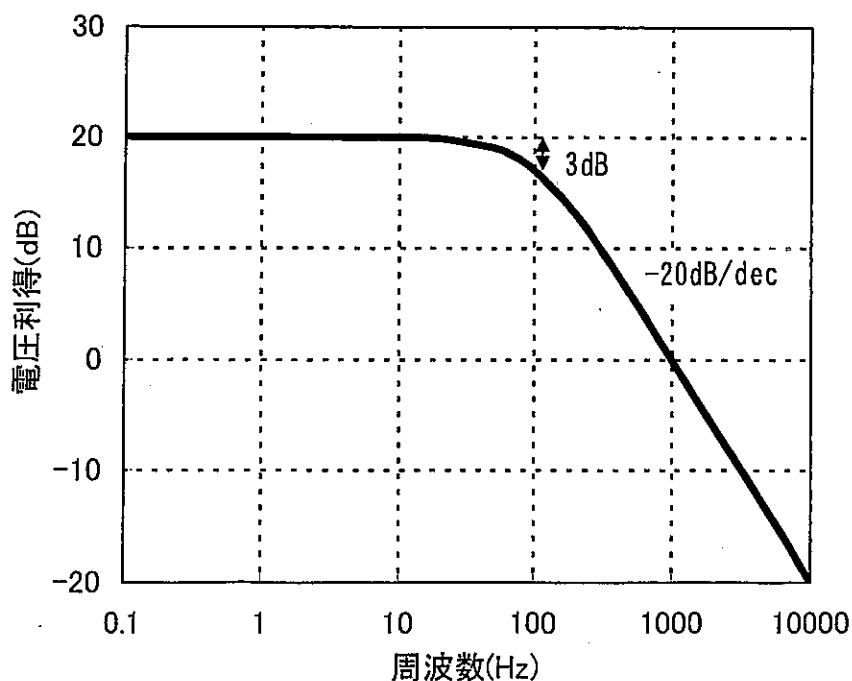
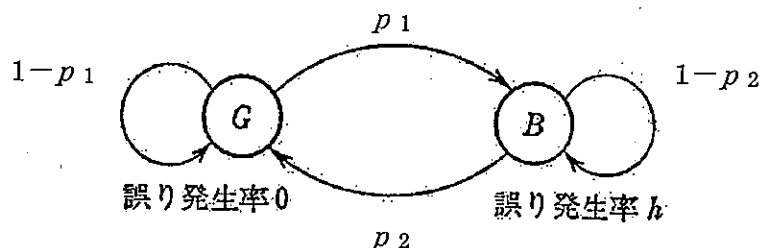


図 (b)



以下の2つの設問(1),(2)に答えよ。

(1) 図(a)はバースト誤り(burst error)の通信路モデルとして知られているギルバートモデル(Gilbert model)である。ただし、状態Gでは誤り源の出力は常に0(すなわち、誤り発生率は0)であるが、状態Bでは1,0をそれぞれ確率 h , $1-h$ で発生する(すなわち、誤り発生率 h)と仮定する。また矢印は状態遷移(state transition)を示し、矢印に付けられている記号はその遷移が生じる確率を示す。次の問いに答えよ。



図(a) ギルバートモデル

- バースト誤りとはどのような誤りか簡潔に説明せよ。
- ギルバートモデルの平均ビット誤り率(average bit error rate)を計算せよ。ただし、導出過程(derivation process)も示すこと。
- 誤りの発生直後に続けて誤りが発生する条件付き確率(conditional probability) $\Pr(1|1)$ を計算せよ。
- 結合確率 $\Pr(101)$ を計算せよ。

(2) 以下のようなパリティ検査行列(parity check matrix)によって2元線形符号化(binary linear encoding)を行い、誤り確率 p の2元対称通信路(binary symmetric channel)を通して情報伝送を行った場合について以下の問いに答えよ。

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- すべての符号語(codeword)を列挙せよ。
- 受信側で誤り訂正を行うとする。正しく復号される確率を計算せよ。
- 受信側でシンδροーム(syndrome)の計算を行った場合にオールゼロベクトル(all-zero vector)が得られ、誤り発生なしと判定される確率を計算せよ。
- 受信側で誤り訂正回路(error correcting circuit)を働かせた場合に、復号誤り、すなわち誤訂正(miscorrect)が生ずるのはどういう場合か。また、その確率を計算せよ。

A-7

【設問 1】 ヒープ (heap) を用いて順序つき集合 (ordered set) を管理したい。ただし、データの個数は n とし、データの順序は小さいもの順 (\leq) とする。このとき、下記の問いに答えよ。

なお、アルゴリズム (algorithm) や手続き (procedure) の記述は、正確であれば、どのような言語 (含自然言語) を使用してもよい。

問 1 二分木の 1 種であるヒープというデータ構造 (data structure) の持つ性質を簡単に述べよ。

問 2 ヒープの実装法 (implementation) として配列 (array), $x[i]$ ($1 \leq i \leq n$) を使用する。この配列がヒープであるための条件 (constraint), $heap(1, n)$, を示せ。

問 3 今, $heap(1, i)$ が成立していて, 新たに $x[i+1]$ にデータが入れられたとする。このとき, 配列全体 ($i+1$ 個のデータ) をヒープとして修復し, $heap(1, i+1)$ を成立させるための手続き $siftup$ を具体的に記せ。また, その計算量 (time complexity) を示せ。

問 4 今, $heap(1, i)$ が成立していて, 最小値が $x[1]$ から除され, $x[i]$ のデータが $x[1]$ に入れられたとする。このとき, 配列全体 ($i-1$ 個のデータ) をヒープとして修復し, $heap(1, i-1)$ を成立させるための手続き $siftdown$ を具体的に記せ。また, その計算量を示せ。

問 5 ヒープを用いたソーティング (heap sort) を行うアルゴリズムの概要を記し, その計算量を示せ。ただし, 元の配列のデータは, ソート結果を格納するときだけ破壊してもよい。

【設問 2】 作業領域 (working space) ができるだけ少ないアルゴリズムについて問う。

問 6 設問 1 での heap sort は, 作業領域として, n 程度の配列が必要であった。元のデータが配列に入っているものとして, その配列上で heap sort を実行するためのアイデアを示せ。

問 7 配列 $x[i]$ ($1 \leq i \leq n$) に入っている n 個のデータを逆 (reverse) に並べたい。データ 1 個分の作業領域だけを使うアルゴリズムを記せ。

例:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

 \Rightarrow

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|

問 8 配列 $x[i]$ ($1 \leq i \leq n$) に入っている n 個のデータを 1 箇所だけ切れ目を入れて 2 つの連続部分を交換 (swap) したい。データ 1 個分の作業領域だけを使うアルゴリズムのアイデアを示せ。

例:

| | | | | | | |
|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|---|---|---|----|----|----|----|

 \Rightarrow

| | | | | | | |
|----|----|----|----|---|---|---|
| 24 | 25 | 26 | 27 | 1 | 2 | 3 |
|----|----|----|----|---|---|---|

↑
切れ目

図を多用して、下記の問いに答えよ。

(1) シリアルインタフェース、パラレルインタフェース、メモリマップド I/O、DMA、プログラムモードバス、ポーリング、割込みなどの用語を用いて、コンピュータの入出力装置の制御方式について述べよ。

(2) 割込みを外部割込み、内部割込みに分類し、各々どのような要因で生起するのかについて説明せよ。また、割込みはどのように処理されるかについて述べよ。さらに、割込みがプロセススイッチ（タスクスイッチ）とどのように関連しているか、述べよ。

ある数値 x が、あるリスト S の要素かどうかを判定する Lisp 関数 `member?` は、次のように定義できる。

```
> (define (member? x S)
  (if (null? S)
      #f
      (if (= x (car S))
          #t
          (member? x (cdr S)))))
```

この例にならって、以下の各問の Lisp 関数を定義せよ。定義中には、この `member?` の定義で使われている関数の他に、次の関数を使用してよい。

(`cons x y`) x を car 部, y を cdr 部とするセル (ペア) を生成する
(`+ x y`) x と y を足す

また、必要に応じて、補助関数を定義して使用してもよいものとする。

1. 数値を要素とするリスト S を与えられ、その要素の総和を値として返す Lisp 関数 `sum` を定義せよ。 `sum` は、引数 S が空リストの場合は 0 を返すものとする。 `sum` の使用例を次に示す。

```
> (sum '(1 5 3))
9
> (sum '())
0
```

2. 二つのリスト S_1 と S_2 を与えられ、 S_1 の後ろに S_2 をつないだリストを値として返す Lisp 関数 `append` を定義せよ。 `append` の使用例を次に示す。

```
> (append '(1 2 3) '(0 2 4))
(1 2 3 0 2 4)
> (append '() '(0 2 4))
(0 2 4)
```

3. あるリスト S を与えられ、その要素の順序を反転したリストを値として返す Lisp 関数 `reverse` を定義せよ。 `reverse` の使用例を次に示す。

```
> (reverse '(1 2 3))
(3 2 1)
> (reverse '())
()
```

平成18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17年8月9日(火)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8枚ある。解答開始の合図があった後、枚数を確認し、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 BI-1, BI-2, BI-3, BI-4, BI-5, BI-6 の6問から4問を選択して解答せよ。

BI-1

以下の設問に答えよ。

- (1) モデム(modem)とは何か。その役割について簡潔に説明せよ。
- (2) FDM および FDMA とは何か。それぞれについて簡潔に説明せよ。
- (3) BPSK 信号を $a(t) \cos \omega t$ 、狭帯域雑音(narrowband noise)を $x(t) \cos \omega t - y(t) \sin \omega t$ と表わす。ただし、 $a(t)$ は標本時点(sampling instant)で $+A$ あるいは $-A$ を等確率でとる時間関数であり、 $x(t)$, $y(t)$ はそれぞれ確率密度関数(probability density function)

$$p(x) = (1/\sqrt{2\pi N}) \cdot \exp(-x^2/2N)$$

$$p(y) = (1/\sqrt{2\pi N}) \cdot \exp(-y^2/2N)$$

で表される独立なガウス分布(Gaussian distribution)に従い、角周波数 ω に比べて十分ゆっくりと変動する時間関数である。また、 N は雑音の平均電力(分散)である。このとき、狭帯域雑音が重畳した BPSK 信号から理想的な同期検波(coherent detection)を行って $a(t)$ を復調したときのビット誤り率(bit error rate)を導出せよ。

- (4) 理想帯域通過フィルタ(ideal band-pass filter)を用いて BPSK 信号を送送するためには所要帯域幅(required bandwidth)はいくらか。次に、符号間干渉(intersymbol interference)を抑圧するナイキスト(Nyquist)のロールオフフィルタ(roll-off filter)の適用を考える。ロールオフ率 α のナイキストフィルタを適用した場合、所要帯域幅はいくらになるか。ただし、シンボル間隔は T であるとする。
- (5) QPSK 変調と OQPSK (offset QPSK)変調について、その違いに留意しながら簡潔に説明せよ。

BI-2

以下の設問に答えよ。

- (1) 次式で定義される信号 $f(t)$ に関して以下の問に答えよ。ただし、 N は 1 以上の整数であり、 ω_s と ω_0 は角周波数 (angular frequency)、 t は時間を表している。

$$f(t) = \begin{cases} \sum_{k=0}^{N-1} \cos((\omega_0 + k\omega_s)t) & -\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} \\ 0 & t < -\frac{T}{2}, t > \frac{T}{2} \end{cases}$$

- (a) 信号 $f(t)$ の周波数スペクトラム (frequency spectrum) を求めよ。
 (b) $N = 3$, $\omega_s = 2\pi/T$, $\omega_0 = 0$ として、(a) で求めた周波数スペクトラムを図示せよ。
- (2) 次式で示される直交振幅変調 (QAM; Quadrature Amplitude Modulation) について以下の問に答えよ。

$$U(t) = A(t)\cos\omega_0 t + B(t)\sin\omega_0 t$$

ω_0 ; 搬送波 (carrier) の角周波数

- (a) $A(t) = \sin\omega_1 t$, $B(t) = 0$ の場合について、変調波 $U(t)$ の時間波形ならびにパワースペクトラムの概略を示せ。ただし $\omega_1 \ll \omega_0$ とする。
- (b) $A(t) = \sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t$, $B(t) = \cos\omega_1 t + \cos\omega_2 t$ の場合について、変調波 $U(t)$ の時間波形ならびにパワースペクトラムの概略を示せ。ただし、 $\omega_1 < \omega_2 \ll \omega_0$ とし、 $\omega_2 - \omega_1$ は ω_1 より十分小さいとする。
- (c) 同期検波 (coherent detection) によって $A(t)$, $B(t)$ が独立に検出できることを示せ。ただし、 $A(t)$ と $B(t)$ の最高周波数成分は ω_0 より十分小さいとする。
- (d) 乗積回路 (multiplier) を用いた QAM 変調器 (modulator) 及び復調器 (demodulator) のブロックダイアグラム (block diagram) を示せ。

次の各問に答えよ。

- (1) 比誘電率 (relative permittivity) ϵ_r が、それぞれ 3 および 1 である媒質 (medium) 1 および媒質 2 が無限大平面境界 (infinite planar boundary) において接しているとする。二つの媒質の比透磁率 (relative permeability) は 1、導電率 (conductivity) は 0 とする。下図 (a) に示すように、媒質 1 において、この境界面の法線 (normal line) と 30° の角をなす方向から平面波 (planar wave) が境界面に入射したとする。ただしその電界 (electric field) E は、法線と入射波 (incident wave) の進行方向が作る平面内にあるものとする。このとき以下の問に答えよ。

- (a) この境界面において電磁界 (electromagnetic field) について成り立つ境界条件 (boundary condition) を述べよ。
- (b) 電界に関する反射率 (reflectivity) と透過率 (transmissivity) を求めよ。
- (c) この場合に、エネルギーの保存 (conservation of energy) が成り立っていることを示せ。

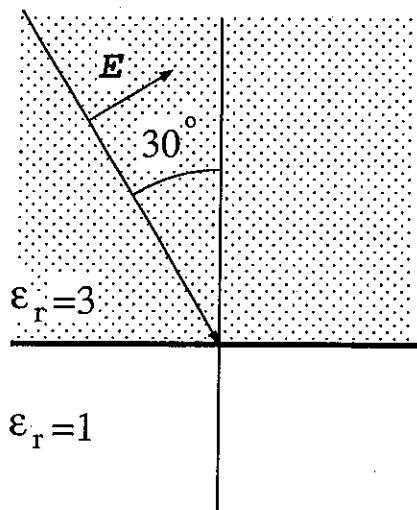


図 (a)

- (2) 次のアンテナの電力指向性パターン (power directional pattern) を表す式を導出し、それが最大となる方向を求めよ。ただし波長 (wavelength) を λ とし、パターンはその最大値で正規化 (normalize) すること。
- (a) z -軸上に配置され、等しい振幅の電流で励振 (excite) された N 本の無指向性素子 (omnidirectional element) のアレイ (array)。ただし第 i 素子 ($i = 1, \dots, N$) の z 座標と位相を、それぞれ $i\lambda/2, i\pi/2$ とする。
- (b) $x-y$ 平面上の、 $|x| \leq 4\lambda, |y| \leq 4\lambda$ の範囲を等しい振幅と位相の電流で励振したアンテナ。

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。この回路は、現在の入力を下位ビットとし 1 時刻前の入力を上位ビットとする 2 ビットの 2 進数が、1 時刻前の入力を下位ビットとし 2 時刻前の入力を上位ビットとする 2 ビットの 2 進数より大きい場合に 1 を出力し、等しいか小さい場合には 0 を出力する。この回路の動作開始時には、1 時刻前および 2 時刻前までの入力が 0 であった状態にあるものとする。この回路では、例えば 010110 という入力系列に対する出力は、011010 となる。

以下の各問に答えよ。

- (1) この回路の動作を表す 状態遷移図 (state transition diagram) を書け。
- (2) 状態数 (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。また、求めた状態遷移表と出力表に基づき、101100 が入力された場合の状態遷移の様子を説明し、出力が 110100 となることを示せ。
- (3) 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。動作開始時の状態に対する 状態割当て (state assignment) は、全ビット 0 とせよ。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。添字は、状態に割当てた符号の左端ビットから 1, 2, ... とふるものとする。すなわち、状態の左端ビット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。また、各フリップフロップの出力には q と \bar{q} が得られ、回路への入力としては x と \bar{x} が与えられるものとする。

以下の各問に答えよ。

- (a) 各フリップフロップの入力を与える論理関数の 最小積和形表現 (minimum sum-of-products form) を求めよ。
- (b) 出力 z を与える論理関数の最小積和形表現を求めよ。
- (c) 出力 z を与える論理関数の 最小和積形表現 (minimum product-of-sums form) を求めよ。
- (d) 出力 z を与える回路を、NOT ゲート、2 入力 NAND ゲート、3 入力 NAND ゲートのみを用いて、最小のゲート数で実現せよ。
- (e) 出力 z を与える回路を、NOT ゲート、2 入力 NOR ゲート、3 入力 NOR ゲートのみを用いて、最小のゲート数で実現せよ。

以下の4問全てに答えよ。

- (1) キャッシュメモリ (Cache Memory) 方式について、以下の間に答えよ。
 - (a) この方式の目的を述べ、かつ仮想記憶方式 (Virtual Memory) との類似点と相違点を述べよ。
 - (b) CPU のクロック周波数 (Clock Frequency) が 2GHz、主メモリの読み出し時間が 80ns の計算機システムにキャッシュメモリを導入することを考える。キャッシュメモリからの読み出し時間は 3ns、NFP (Not Found Probability) が 20%、メモリを参照する命令の出現頻度は 40% とした場合、
 - (i) 平均的なメモリ読み出し時間
 - (ii) 命令当たりの平均メモリ読み出し待ちクロック数を求めよ。
- (2) キャッシュメモリ方式を採用した計算機を設計する立場から、キャッシュメモリをどのような仕様 (Specification) とするかについて物理構成上、論理上の両面から検討すべき項目は多数ある。これらの検討項目を挙げて、その項目の各々について検討内容を具体的に説明せよ。
- (3) 計算機システム (Computer System) について以下の間に答えよ。
 - (a) 計算機システムの性能とは何かについて意見を述べよ。
 - (b) 浮動小数点演算 (Floating-point Arithmetic) 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 (クロック周波数 600MHz)。浮動小数点演算の割合が、加減算 45%、乗算 40%、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。
- (4) SISD (Single Instruction, Single Data stream) コンピュータの命令パイプライン制御 (Instruction Pipeline Control) について以下の間に答えよ。
 - (a) 命令処理の5つのステージ、命令フェッチ (Instruction Fetch)、デコード (Instruction Decode)、実行 (Execution)、メモリアクセス (Memory Access)、書き込み (Write Back) の各々についてその処理の概要を述べよ。
 - (b) (a) の5つのステージからなる命令パイプライン制御とはどのようなものか述べよ。
 - (c) データハザード (Data Hazard) とは何か、また、その対処法としてどのような方法があるかについて述べよ。
 - (d) 制御ハザード (Control Hazard) とは何か、また、その対処法としてどのような方法があるかについて述べよ。

平成18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

Ⅱ群問題

平成17年8月9日(火)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 Ⅱ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(BII-1, BII-2, BII-3, BII-4, BII-5, BII-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 BII-1, BII-2, BII-3, BII-4, BII-5, BII-6 の6問から4問を選択して解答せよ。

BII-1

頂点集合 V と枝集合 E のグラフ $G = (V, E)$ に対し, V の部分集合 Q で, Q の任意の異なる2頂点 x, y (つまり $x, y \in Q, x \neq y$) 間に枝がある (つまり $(x, y) \in E$) ものをクリークと呼ぶ. Q の頂点数をサイズと呼ぶ. 以下ではグラフ G と整数 k が与えられたとき, G にサイズ k のクリークが存在するかどうかを問う問題が NP 完全であることを 3SAT をこの問題に還元することによって証明する. 以下の問いに答えよ.

(1) サイズ4のクリークは存在するがサイズ5のクリークは存在しない頂点数6のグラフの例を挙げよ.

(2) 3SAT とはどのような問題か説明せよ.

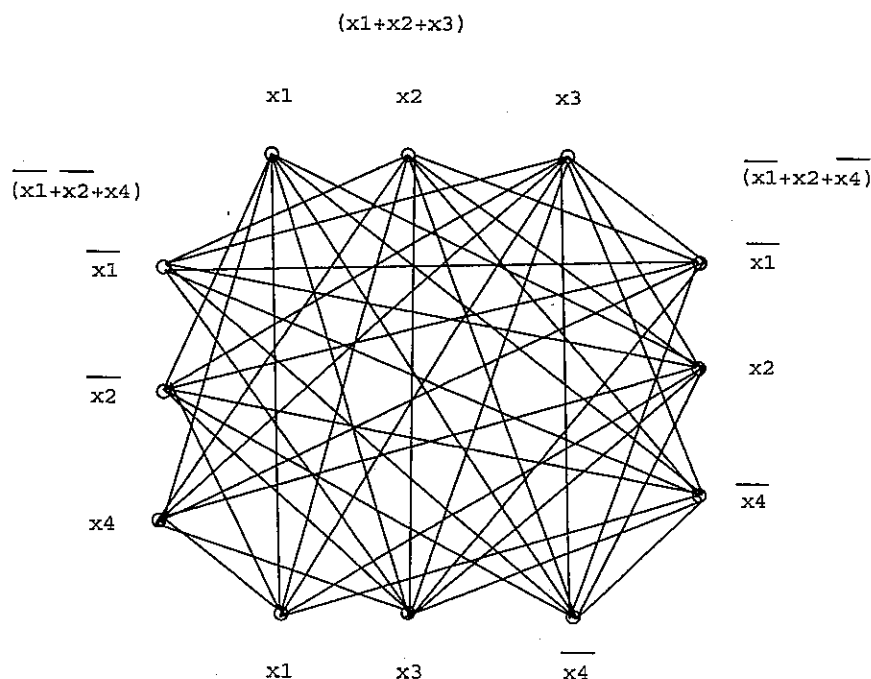
(3) 以下の図は, 上記の還元において, 3SAT の例題からグラフを構成するときの例を示している. 構成の規則を与えよ.

(4) この図のグラフにはサイズ4のクリークが存在するが, その例を挙げよ.

(5) (3) の規則によって節数 k の 3SAT の例題 f からグラフ G_f を構成したとき, f が充足可能なら G_f にはサイズ k のクリークが存在することを示せ.

(6) 逆に, G_f にサイズ k のクリークが存在するなら f は充足可能であることを示せ.

質問は一切受け付けない. 問題に不審のある場合は, それを明記した上で, 適切な仮定を設定して解答すること.



BII-2

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。この回路は、現在の入力を下位ビットとし1時刻前の入力を上位ビットとする2ビットの2進数が、1時刻前の入力を下位ビットとし2時刻前の入力を上位ビットとする2ビットの2進数より大きい場合に1を出力し、等しいか小さい場合には0を出力する。この回路の動作開始時には、1時刻前および2時刻前までの入力が0であった状態にあるものとする。この回路では、例えば010110という入力系列に対する出力は、011010となる。

以下の各問に答えよ。

- (1) この回路の動作を表す 状態遷移図 (state transition diagram) を書け。
- (2) 状態数 (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。また、求めた状態遷移表と出力表に基づき、101100が入力された場合の状態遷移の様子を説明し、出力が110100となることを示せ。
- (3) 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。動作開始時の状態に対する 状態割当て (state assignment) は、全ビット0とせよ。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。添字は、状態に割当てた符号の左端ビットから1, 2, ... とふるものとする。すなわち、状態の左端ビットに対応するフリップフロップの出力は q_1 であり、入力 d_1 である。また、各フリップフロップの出力には q と \bar{q} が得られ、回路への入力としては x と \bar{x} が与えられるものとする。

以下の各問に答えよ。

- (a) 各フリップフロップの入力を与える論理関数の 最小積和形表現 (minimum sum-of-products form) を求めよ。
- (b) 出力 z を与える論理関数の最小積和形表現を求めよ。
- (c) 出力 z を与える論理関数の 最小和積形表現 (minimum product-of-sums form) を求めよ。
- (d) 出力 z を与える回路を、NOTゲート、2入力NANDゲート、3入力NANDゲートのみを用いて、最小のゲート数で実現せよ。
- (e) 出力 z を与える回路を、NOTゲート、2入力NORゲート、3入力NORゲートのみを用いて、最小のゲート数で実現せよ。

BII-3

図を多用して、下記の問いに答えよ。

(1) 分岐予測方式の一つである2ビットカウンタ法について説明せよ。

(2) IF (命令フェッチ)、D (デコード)、E (演算実行またはアドレス計算)、MA (メモリアクセス)、S (ストア) の基本命令パイプラインにおいて、条件分岐命令の出現確率を20%、分岐予測ミス率が10%のとき、CPI (Cycles Per Instruction) の増加はいくらになるか、示せ。ただし、各ステージは1サイクルで実行されるものとし、分岐予測はDステージでなされ、予測に1サイクル必要とする。

(3) 仮想記憶とキャッシュメモリを有するコンピュータにおいて、仮想アドレスが与えられてから実際にキャッシュにアクセスがなされるまでの過程について説明せよ。

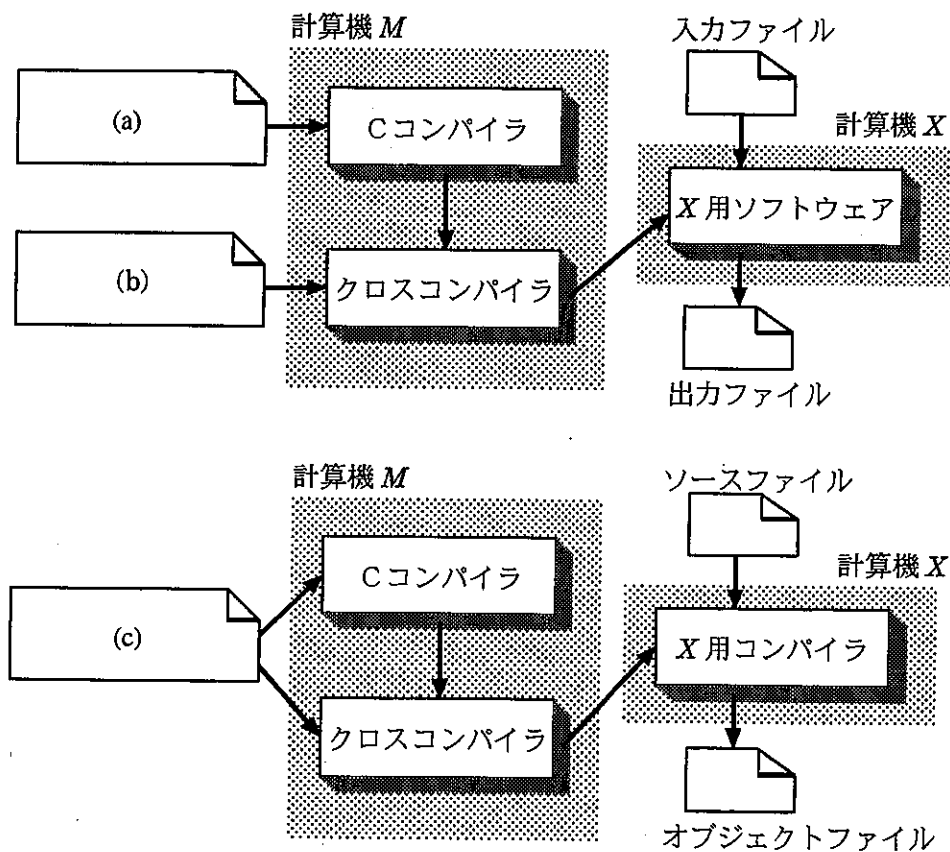
(4) キャッシュメモリの高速化手法を3つ以上挙げて説明せよ。

下の二つの図は、それぞれ、

- 計算機 M において、計算機 X 用のソフトウェアをクロスコンパイルする
- 計算機 M において、計算機 X 用のコンパイラをブートストラップする

方法を図式化したものである。これについて、以下の各問いに答えよ。

1. 図中の (a) ~ (c) に入れる適切な用語を答えよ。
2. クロスコンパイルの方法を、図を使って 10 ~ 20 行程度で説明せよ。
3. ブートストラップの方法を、図を使って 10 ~ 20 行程度で説明せよ。



次の設問に答えよ。

1. 関係データベースの関係表:受講(学籍番号、学生名、講義、成績、教員名、学科)において、関数従属性として、
学籍番号→学生名、
[学籍番号、講義]→成績、
学籍番号→学科、
講義→教員名、
教員名→学科
が与えられているとする。
(a) この関係表のキーを求めよ。
(b) これらの関数従属性を満たしている関係表の実例を示せ。
(c) この関係表を分解して正規化してみよ。
(d) 与えられた関係表:受講(学籍番号、学生名、講義、成績、教員名、学科)を射影した新たな関係表:R(学籍番号、教員名、学科)を作ったとすると、この新たな関係表で成り立つ関数従属性を列挙するとともに、R(学籍番号、教員名、学科)のキーを求めよ。
(e) (d)で述べた関係表:R(学籍番号、教員名、学科)は、組の追加や更新にあたりさまざまな不都合が生じる。この現象と、その理由について簡潔に述べよ。
2. 関係データベースの操作系として関係代数(relational algebra)が良く知られている。これは、組(tuple)の集合、すなわち、関係(relation)を被演算子とする、和、差、直積、選択、射影の5つの基本演算子からなる。これらの5つの基本演算子を説明するとともに、2つの関係の共通部分を抜き出す積(intersection)という演算子や、自然結合(natural join)という演算子は、いくつかの基本演算子の組み合わせで表現できることを示せ。

BII-6

以下の設問に答えよ.

- (1) 下記のクロスワードパズルを制約ネットワークに変換せよ.
- (2) 弛緩法を用いて既弛緩(arc consistent) な制約ネットワークを得よ.
- (3) 既弛緩(arc consistent) な制約ネットワークに木探索法を適用し, 異なる解を2つ求めよ.
- (4) 一般に k-consistency とは何か説明せよ. また arc consistency を k-consistency の特殊な場合として説明せよ.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | | 5 | 7 |
| | | 6 | |
| 2 | 4 | | |
| 3 | | | |

いせえび
けしごむ
けんすい
ごじ
じさ
すみ
みせ
むささび

http://www.puzzle.jp/letsplay/play_crossword-j.html