

平成16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15年8月7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 II群」の問題用紙で、表紙共に5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3つの区分から各2問 合計6問(BII-1a, BII-1b, BII-2a, BII-2b, BII-3a, BII-3b)ある。**BII-1, BII-2, BII-3,の各区分から1問以上合計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 の3つの区分から各2問 合計6問 (BII-1a, BII-1b, BII-2a, BII-2b, BII-3a, BII-3b) がある。BII-1, BII-2, BII-3, の各区分から 1 問以上 合計 4 問を選択して解答せよ。

区分1(BII-1)

BII-1a

グラフ G にサイクル (ある頂点 v から枝を伝ってまた v に戻ってくるような道) が存在するかどうかをチューリング機械によって調べたい。ただし、 G は連結であると仮定する。

- (1) 7 頂点のサイクルのないグラフで枝数が最大のものの例を挙げよ。但し、各頂点には 1 から 7 の番号が与えられるとする。
- (2) 例えば頂点 2 と 5 の間に枝があるとき、その枝を $(10, 101)$ と表すことにする。また、グラフは全ての枝を並べた「列」によって表現され、その列がチューリング機械の入力になる。(1) のグラフに対応する列を与えよ。
- (3) G の各頂点から出ている枝の数が 3 本以内であるかどうか判定するチューリング機械を設計せよ。
- (4) G にサイクルが存在するかどうか判定する決定性のチューリング機械を設計せよ。
- (5) G が非連結であるかもしれない一般の場合はどうか。

なお、チューリング機械の設計は状態遷移関数を書き下すことは要求しない。必要にして十分な分かりやすい説明を与えよ。また、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。

2 ビットの信号 (x_1, x_2) 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. 入力信号を $A=(0, 1)$, $B=(1, 0)$, $C=(1, 1)$, $D=(0, 0)$ と符号化する. 出力 z は, 以下の条件を満足するときのみ 1 となり, それ以外では 0 となる.

条件: B に続いて C が入力されたとき. ただし, B の直前の入力が A である場合を除く.

例えば, 回路の動作開始時から $BCDABCBC$ という入力を加えた時の出力は, 01000001 である.

以下の各設問に答えよ.

- (1) この回路の動作を表す 状態遷移図 (state transition diagram) を書け. 入力信号の表記には, A, B, C, D の符号を用いること.
- (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.
- (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. 状態割当て (state assignment) にあたり, 動作開始時の状態には全て 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. 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. 以下の問いに答えよ.
 - (a) 状態の左端ビットに対応するフリップフロップについて, 入力 d_1 の オンセット (on-set) のみで 1 となる論理関数の 積和標準形 (canonical sum-of-products form) を示せ. 表記にあたり, リテラル (literal) の順序は, $x_1 x_2 q_1 q_2 \cdots$ とせよ.
 - (b) d_1 の 最小積和形表現 (minimum sum-of-products form) を求めよ. ドントケアセット (don't-care set) がある場合は, それを簡単化に用いること.
 - (c) 状態の第 2 ビットに対応するフリップフロップについて, 入力 d_2 の オフセット (off-set) のみで 0 となる論理関数の 和積標準形 (canonical product-of-sums form) を示せ. 表記にあたり, リテラル (literal) の順序は, $x_1 x_2 q_1 q_2 \cdots$ とせよ.
 - (d) d_2 の最小積和形表現を求めよ. ドントケアセットがある場合は, それを簡単化に用いること.
- (4) 出力 z の最小積和形表現を求めよ.

区分2(BII-2)

BII-2a

機械命令の乱実行（アウトオブオーダー、Out-Of-Order）について下記の問いに答えよ。

- (1) 先行命令と後続命令の間のフロー依存、逆依存、出力依存とはなにか。また、後2者がレジスタリネーミングで回避できることを示せ。
- (2) Tomasulo のアルゴリズムについて、 $R0 \leftarrow R1 \text{ FADD } R2, R0 \leftarrow R0 \text{ FMUL } R3$ を例に挙げて、どのようにフロー依存を保障し、出力依存を回避しているのか、図を用いて述べよ。
- (3) Tomasulo のアルゴリズムではレジスタの書き込みの際に連想メモリが必要であり、高速化の妨げとなっている。連想メモリを必要としない方式について一例を挙げて説明せよ。

BII-2b

キャッシュメモリについて以下の問いに答えよ。

- (1) キャッシュメモリの基本構造について、ブロック（ライン）、ロウ、セット（コラム）、セットアソシアティブ、ディレクトリ部、データアレイ部、ストアイン、ストアスルー、置換えアルゴリズム、などの用語を使い、図を用いて説明せよ。
- (2) 2階層キャッシュメモリにおいて、1次キャッシュのアクセス時間 T_H 、ミス率 β 、2次キャッシュからの1次キャッシュへの転送時間 T_{L1} 、1次キャッシュがミスした際にさらに2次キャッシュがミスするミス率を γ 、主記憶からの2次キャッシュへの転送時間を T_{L2} としたとき、キャッシュへの実効的なアクセス時間を示す式を求めよ。 $T_{L1}=5 T_H$ 、 $T_{L2}=50 T_H$ 、 $\beta=0.02$ 、 $\gamma=0.2$ の場合について、1階層のキャッシュの場合（主記憶から1次キャッシュへの転送時間は $T_{L2}=50 T_H$ ）と性能を比較せよ。
- (3) 分離型キャッシュ、ノンブロッキングキャッシュ、トレースキャッシュとは何か、それぞれ3行以内で説明せよ。

区分3(BII-3)

BII-3a

プロセス間の相互排除を実現するための次の三つの機構について、それぞれ15行程度で簡潔に説明せよ。

1. Dekker のアルゴリズム
2. test and set 命令
3. セマフォ (semaphore)

BII-3b

オブジェクト指向言語のメソッドに関する次の用語について、それぞれ10行程度で簡潔に説明せよ。

1. オーバーライディング (overriding)
2. 継承 (inheritance)
3. static メソッド (クラス・メソッド) と instance メソッド
4. コンストラクタ (constructor) とデストラクタ (destructor, finalizer ともいう)