

平成17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16年8月9日(月)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6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

ポストの対応問題は、インスタンスとしてアルファベット Σ 上の記号列の対の集合

$$\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_k, y_k)\}$$

が与えられ、それに対して、 $x_{i_1}x_{i_2}\cdots x_{i_n} = y_{i_1}y_{i_2}\cdots y_{i_n}$ であるような整数列 $i_1i_2\cdots i_n$ （これをそのインスタンスに対する解と呼ぶ）が存在するかどうかを問う問題である。一般のポストの対応問題では Σ には（定数個の記号というものの以外には）制限はない。また、この問題が非可解であることは証明なしで使って良い。

（1）列の対の個数が2個で、長さ5の解は存在するが長さ4以下の解は存在しないようなインスタンスの例をあげよ。

（2） $\Sigma = \{0, 1\}$ に制限されるポストの対応問題が非可解であることを証明せよ。

（3）更に、インスタンスに現れる全ての記号列 $(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots)$ において各記号列の0の個数と1の個数が等しくなるという制限を加えても非可解になることを示せ。

（4）インスタンスに現れる全ての記号列の長さが奇数という制限を加えた場合はどうか。この問題では、 Σ に対しては特に制限しなくてもよい。（（3）の構成では各列の長さは明らかに偶数である。よって、ひとつの列を長さ奇数の2つの列に分けることが考えられるが。．．．．）

各解答には、必ずその正しさの理由を分かりやすく記述すること。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。

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、最近の 3 入力以内に 1 が 2 回以上含まれる場合にのみ 1 を出力し、それ以外の場合には 0 を出力する。例えば、0101101 が入力された場合の出力は 0001111 である。

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 001110 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。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。また、各フリップフロップの出力には q と \bar{q} が、入力には 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

下記の問いに答えよ。

(1) ロードストア命令形式、スタック命令形式を用いて、 $E=(A+B) \times (C+D)+A \times B \times C$ を計算するアセンブリプログラムを示せ。ただし、命令としては ADD, MUL, LOAD, STORE, PUSH などを使用し、第1オペランドがデスティネーションとする。データはすべて整数で、キャッシュメモリに格納され、乗算結果も同一長の整数で表現できるものとする。

(2) 命令パイプライン構成を単純な IF, D, EX, MA, S (命令フェッチ、デコード、演算 (アドレス計算)、メモリアクセス、結果格納) ステージからなるものとしたとき、ロードストア命令形式、スタック命令形式のプログラムを実行する時のパイプラインの流れを示し、実行時間を比較せよ。演算とアドレス計算は EX で1サイクル、キャッシュアクセスは MA で1サイクルでなされるものとする。また、演算器バイパス、ロードストアバイパス機能は装備されているものとする。

(3) 2命令同時フェッチ可能な順 (in-order) 発行・順終了スーパスカラ方式で、2つの IF, D, E, MA, S パイプラインを有する場合について、ロードストア命令によるプログラムの命令パイプラインの流れを示し、実行時間がどのように高速化されるのか示せ。

BII-4

次の三つの生成規則 (S が出発記号) を持つ文法 G に対して、以下の各問いに答えよ。

$$S \rightarrow aSb$$

$$S \rightarrow Sb$$

$$S \rightarrow b$$

- (1) G が定義する言語を求めよ。
- (2) G は LL(1) 文法かどうか、理由をつけて示せ。
- (3) G は SLR(1) 文法かどうか、理由をつけて示せ。

下記のコンビニエンスストアの商品管理データベースについて考える。

コンビニエンスストアはその所在地に1つある配送センターから商品の供給を受ける。配送センターは、各商品ごとに1つの製造元から商品の供給を受ける。コンビニエンスストア、配送センター、製造元はそれぞれ1つの住所と代表者名を持つ。各商品は、商品コード、商品分類、卸価格、希望小売価格、特別価格、店頭価格の情報を持つ。コンビニエンスストアでは各商品ごとの在庫数の他に売り上げ情報として、ある顧客が購入した商品の集合を、販売日時、顧客の分類（性別、年齢層）とともに記録し、配送センターでは、各コンビニエンスストアの売り上げを販売日時、顧客分類、商品コード、商品分類ごとに集計し、売り上げ状況表に格納する。各コンビニエンスストアでは、売り上げ状況が良い商品を発注候補に入れる。またそのコンビニエンスストアで在庫数が商品ごとの下限値を下回った商品も発注候補に加え、さらに製造元が提供する新製品および特別価格の商品を発注候補に入れる。また、売り上げが不振の商品を発注候補から除く。代表者は発注候補から商品をいくつか選び、数量を指定して発注書として配送センターに登録する。

- (1) 上記のデータベースを実体関連モデルで設計しなさい。
- (2) 上記のデータベースを関係モデルで設計しなさい。そのとき用いた関数従属性集合を示しなさい。また、得られた関係データベーススキーマは、どのような正規形かについて議論しなさい。

BII-6

夕暮れ時の雲の量, 風向き, 湿度, 夕焼け, 蛙の鳴き声, 燕の飛び方などの属性情報と, 翌日が雨になるかどうかを記録した数万件のデータが蓄積されているとする. 以下の設問に答えよ.

- (1) 明日の天気を属性情報から判断するニューラルネットワークを構成したい. その手順を述べよ.
- (2) 明日の天気を属性情報から判断する決定木を構成したい. その手順を述べよ.
- (3) 上記の2種の方法を比較せよ.