令和4年2月2日

情報理工学院情報工学系大学院修士課程入学試験における出題ミスについて

国立大学法人東京工業大学

2017 年 8 月に実施しました，平成 30（2018）年度入学情報理工学院情報工学系大学院修士課程 B 日程筆答試験において，出題ミスが判明しました。出題ミスのあった試験問題の取扱いが及ぼす影響を慎重かつ詳細に検討したうえで，出題ミスに起因する追加合格者は発生しないことを確認しました。

受験者の皆様，ならびに関係の皆様にご迷惑をおかけしましたことを心よりお詫び申し上げます。今後は，再発防止に努めてまいります。

1. 情報理工学院情報工学系大学院修士課程入学試験(2018 年 4 月及び 2017 年 9 月入学)B 日程筆答試験

① 科目及び内容

ミスのあった科目：情報工学系（午前）問題 4 小問(6)（a）（c）

ミスの内容：問題文中の式に誤りがあった。この誤りは問題 4 小問(6)（b)および（c)に影響し，（a）（b）（c)の全てが解答不能となっていた。

② ミス発見の経緯

今年度になってから，本学学生から指摘があり，上記のミスを発見した。

③ B 日程口頭試問受験資格者の判定及びその影響

筆答試験成績評価について受験者の実力をより公平に判定する採点方法として，(1) 問題4小問(6)を全員満点にする採点，(2) 問題4小問(6)を全員 0 点にする採点上での 2 通りを用いて判定結果の比較を行った。この際，問題4と問題5が選択問題のため，2017 年 8 月実施時と同様の方法で得点調整を行った。

その結果，いずれの採点方法を採用しても追加となる口頭試問受験資格者がないことを確認した。

④ 出題内容のチェック体制について

問題作成段階においては，出題担当教員 1 名が複数回の内容確認および文言の修正を行うとともに，当該問題の問題別検討会で 2 回(教員のべ 6 名)，作問分科会で 2 回(教員のべ 6

名)，系全体の入試作問委員会で 2 回(教員のべ 28 名)，出題内容と難易度および文言についてチェックを行った。さらに作題チェック担当教員 2 名が本題の解答試行を行ったが，ミスの発見には至らなかった。

2． 再発防止について

入試ミスの防止については，体制の強化などに努めてまいりましたが，このようなミスを起こしたことを大変遺憾に思います。今後の入試に向けて試験問題作成に係る体制を再度検証し，改善を行ってまいります。

関連資料

別紙 入試問題および修正内容

以上

4. 以下，変数（例えば，X, X_i）は全て$\{0,1\}$の2値を取るものとする．また，$(X_{n-1}, X_{n-2}, ..., X_1, X_0)$ は，X_{n-1} を MSB (Most Significant Bit)，X_0 を LSB (Least Significant Bit) とする n 桁の二進数を表し，負数には2の補数表現を用いる．なお，算出途中の関数の出力値に対して新たな変数を割当ててもよい（例えば，$VfXY = f(X,Y)$ のように，変数 $VfXY$ を関数 $f(X,Y)$ の出力の値に割当ててよい）．問に対する解が複数ある場合にはその内の一つを示せばよい．

1) 3引数 X, Y, Z の多数決を取る関数，すなわち X, Y, Z 中で値が1である変数の個数が2個以上の場合にのみ1，それ以外の場合には0を返す関数 $\mathrm{maj}(X,Y,Z)$ を積和標準形で表せ．

2) $\mathrm{nor}(X,Y)$ を2引数 X と Y の両方が0の時のみ1を返す関数とし，NX, NY, NZ をそれぞれ X, Y, Z の否定の値を持つ変数とする．このとき，NX, NY, NZ を引数として，X, Y, Z の値が1である変数が2個以上の場合にのみ0，それ以外の場合には1を返す関数 $\mathrm{nmaj}(NX, NY, NZ)$ を2引数 nor 関数のみを用いて表せ．その際，用いる関数の個数を最少となるようにせよ．

3) X, Y, Z のうちの奇数個の変数の値が1の時に1，それ以外の場合には0を返す3引数関数 $\mathrm{xor}(X,Y,Z)$ を2引数 nor 関数のみを用いて表せ．その際，用いる関数の個数を最少となるようにせよ．

4) 以下，二進数 (X_2, X_1, X_0) の1の補数を (CX_2, CX_1, CX_0)，同様に二進数 (Y_2, Y_1, Y_0) の1の補数を (CY_2, CY_1, CY_0) とする．二進数 (X_2, X_1, X_0) と二進数 (Y_2, Y_1, Y_0) を加算した結果である二進数を (A_3, A_2, A_1, A_0) とする．この時，A_3, A_2, A_1, A_0 のそれぞれを，$CX_2, CX_1, CX_0, CY_2, CY_1, CY_0$ と3引数の xor 関数，3引数の nmaj 関数，2引数の nor 関数のみを用いて表せ．その際，用いる関数の個数を最少となるようにせよ．

5) 二進数 (X_2, X_1, X_0) から二進数 (Y_2, Y_1, Y_0) を減算した結果である二進数を (S_3, S_2, S_1, S_0) とする．この時，S_3, S_2, S_1, S_0 のそれぞれを，$X_2, X_1, X_0, Y_2, Y_1, Y_0, CX_2, CX_1, CX_0, CY_2, CY_1, CY_0$，3引数の xor 関数，3引数の nmaj 関数，2引数の nor 関数のみを用いて表せ．その際，用いる関数の個数を最少となるようにせよ．

6) 二進数 $(X_{n-1}, X_{n-2}, ..., X_1, X_0)$ と二進数 $(Y_{n-1}, Y_{n-2}, ..., Y_1, Y_0)$ を乗算した結果である二進数を $(M_{2n-1}, M_{2n-2}, ..., M_1, M_0)$ とする．算出のため，それぞれ $2n$ 個の D フリップフロップ $R_{2n-1}, ..., R_0$ と，$P_{2n-1}, ..., P_0$ を用意する．それぞれ k 番目の状態を $Q(R_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(R_0)^{(k)}$ および $Q(P_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(P_0)^{(k)}$ で表す．初期状態（$k=0$）で，$i = 2n-1$ から $i = n$ までの R_i に $X_{n-1}, X_{n-2}, ..., X_1, X_0$ を，$i = n-1$ から $i = 0$ までの P_i に $Y_{n-1}, Y_{n-2}, ..., Y_1, Y_0$ を保持させる．それら以外のフリップフロップには0を保持させる．すなわち，$0 \leq j \leq n-1$ なる j に対して，$Q(R_{n+j})^{(0)} = X_j$, $Q(R_j)^{(0)} = 0$, $Q(P_{n+j})^{(0)} = 0$, $Q(P_j)^{(0)} = Y_j$ となるように初期設定する．さらに，フリップフロップ P_{-1} を用意し，初期状態で0，すなわち，$Q(P_{-1})^{(0)} = 0$ とする．

a) $0 \leq k \leq n-1$ において $0 \leq i \leq 2n-1$ に対し，

- $Q(P_0)^{(k)} = 0$, $Q(P_{-1})^{(k)} = 0$ の場合に，$Q(P_i)^{(k)} \rightarrow Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
- $Q(P_0)^{(k)} = 1$, $Q(P_{-1})^{(k)} = 0$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} + Q(R_i)^{(k)}) \rightarrow Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
- $Q(P_0)^{(k)} = 0$, $Q(P_{-1})^{(k)} = 1$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} - Q(R_i)^{(k)}) \rightarrow Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
- $Q(P_0)^{(k)} = 1$, $Q(P_{-1})^{(k)} = 1$ の場合に，$\boxed{\text{A}}$

と処理を進める．なお，加算と減算では桁上げを行う．その結果 $k = n-1$ の時の $Q(P_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(P_0)^{(k)}$ が $M_{2n-1}, ..., M_0$ になるために，$\boxed{\text{A}}$ ですべき動作を述べよ．

b) 上記のように加算と減算を行うことで積が求められる理由を，数式を用いて具体的に説明せよ．

c) $Q(P_{-1})^{(k)}$ の値を参照せず，

- $Q(P_0)^{(k)} = 0$ の場合に，$Q(P_i)^{(k)} \rightarrow Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
- $Q(P_0)^{(k)} = 1$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} + Q(R_i)^{(k)}) \rightarrow Q(P_{i-1})^{(k+1)}$

とした場合と比べ，a) で述べた動作の長所と短所を述べよ．

- 訂正前：

二進数 $(X_{n-1}, X_{n-2}, ..., X_1, X_0)$ と二進数 $(Y_{n-1}, Y_{n-2}, ..., Y_1, Y_0)$ を乗算した結果である二進数を $(M_{2n-1}, M_{2n-2}, ..., M_1, M_0)$ とする．算出のため，それぞれ $2n$ 個の D フリップフロップ $R_{2n-1}, ..., R_0$ と，$P_{2n-1}, ..., P_0$ を用意する．それぞれ k 番目の状態を $Q(R_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(R_0)^{(k)}$ および $Q(P_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(P_0)^{(k)}$ で表す．初期状態（$k=0$）で，$i=2n-1$ から $i=n$ までの R_i に $X_{n-1}, X_{n-2}, ..., X_1, X_0$ を，$i=n-1$ から $i=0$ までの P_i に $Y_{n-1}, Y_{n-2}, ..., Y_1, Y_0$ を保持させる．それら以外のフリップフロップには 0 を保持させる．すなわち，$0 \leq j \leq n-1$ なる j に対して，$Q(R_{n+j})^{(0)} = X_j$，$Q(R_j)^{(0)} = 0$，$Q(P_{n+j})^{(0)} = 0$，$Q(P_j)^{(0)} = Y_j$ となるように初期設定する．さらに，フリップフロップ P_{-1} を用意し，初期状態で 0，すなわち，$Q(P_{-1})^{(0)} = 0$ とする．

a) $0 \leq k \leq n-1$ において $0 \leq i \leq 2n-1$ に対し，
 - $Q(P_0)^{(k)} = 0$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 0$ の場合に，$Q(P_i)^{(k)} \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 1$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 0$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} + Q(R_i)^{(k)}) \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 0$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 1$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} - Q(R_i)^{(k)}) \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 1$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 1$ の場合に，$\boxed{\text{A}}$

 と処理を進める．なお，加算と減算では桁上げを行う．その結果 $k=n-1$ の時の $Q(P_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(P_0)^{(k)}$ が $M_{2n-1}, ..., M_0$ になるために，$\boxed{\text{A}}$ ですべき動作を述べよ．

b) 上記のように加算と減算を行うことで積が求められる理由を，数式を用いて具体的に説明せよ．

c) $Q(P_{-1})^{(k)}$ の値を参照せず，
 - $Q(P_0)^{(k)} = 0$ の場合に，$Q(P_i)^{(k)} \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 1$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} + Q(R_i)^{(k)}) \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$

 とした場合と比べ，a) で述べた動作の長所と短所を述べよ．

- 訂正後：

a) $0 \leq k \leq n-1$ において $0 \leq i \leq 2n-1$ に対し，
 - $Q(P_0)^{(k)} = 0$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 0$ の場合に，$Q(P_i)^{(k)} \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 0$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 1$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} + Q(R_i)^{(k)}) \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$，$(Q(P_{2n-1})^{(k)} + Q(R_{2n-1})^{(k)}) \to Q(P_{2n-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 1$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 0$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} - Q(R_i)^{(k)}) \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$，$(Q(P_{2n-1})^{(k)} - Q(R_{2n-1})^{(k)}) \to Q(P_{2n-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 1$，$Q(P_{-1})^{(k)} = 1$ の場合に，$\boxed{\text{A}}$

 と処理を進める．なお，加算と減算では桁上げを行う．その結果 $k=n-1$ の時の $Q(P_{2n-1})^{(k)}, ..., Q(P_0)^{(k)}$ が $M_{2n-1}, ..., M_0$ になるために，$\boxed{\text{A}}$ ですべき動作を述べよ．

b) 上記のように加算と減算を行うことで積が求められる理由を，数式を用いて具体的に説明せよ．

c) $Q(P_{-1})^{(k)}$ の値を参照せず，
 - $Q(P_0)^{(k)} = 0$ の場合に，$Q(P_i)^{(k)} \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$
 - $Q(P_0)^{(k)} = 1$ の場合に，$(Q(P_i)^{(k)} + Q(R_i)^{(k)}) \to Q(P_{i-1})^{(k+1)}$，$(Q(P_{2n-1})^{(k)} - Q(R_{2n-1})^{(k)}) \to Q(P_{2n-1})^{(k+1)}$

 とした場合と比べ，a) で述べた動作の長所と短所を述べよ．