

問題 4

I. 論理回路に関する以下の問に答えよ.

論理変数 x_1, x_2, \dots, x_n ($n \geq 1$)を入力とする n 入力論理関数 $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ について考える.

- (1) 任意の 1 入力論理関数 $f(x_1)$ が, 3 種類の論理演算 (AND, OR, NOT) のみで表現できること示せ.
- (2) 任意の n 入力論理関数 $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ が, 3 種類の論理演算 (AND, OR, NOT) のみで表現できることを示せ.
- (3) 任意の n 入力論理関数 $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ が, NAND 演算のみで表現できることを示せ.

図 1 に示す順序回路 A は 3 つの D フリップフロップから構成されており, クロックに同期して, 3 ビット信号 $q_0q_1q_2$ を出力する.

- (4) 回路 A の状態遷移表および状態遷移図を示せ.
- (5) 各 D フリップフロップの初期値が 0 のとき, 回路 A は 6 進カウンタとして利用できる. この 6 進カウンタの特徴を述べよ.
- (6) 回路 A が誤動作により 6 進カウンタとして動作しなくなった. そこで回路 A を修正して, 誤動作が発生しても 1 クロックで 6 進カウンタとしての正しい動作に復帰する回路 B を設計することとした. 図 2 に示すように D_0 への入力信号を変更することで回路 B を実現するとき, X に挿入する回路の論理式を求めよ. ただし, 可能な限り簡単化した論理式で示すこと.

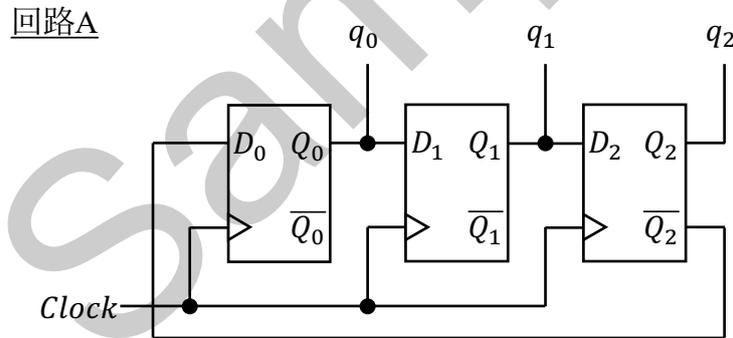


図 1

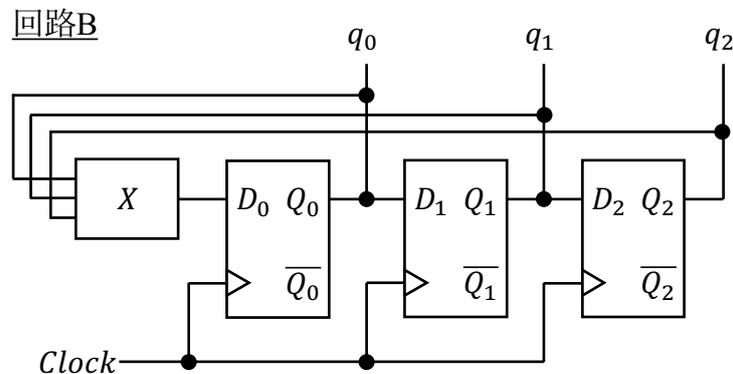


図 2

II. 整数のデータ列を昇順にソートするアルゴリズムについて考える。以下の問に答えよ。

- (1) ソート済みの2つのデータ列を、1つのソートされたデータ列にまとめる操作をマージと呼ぶ。プログラム1に示す merge は、図3に示すように配列に格納した2つのデータ列 X, Y をマージする C 言語の関数である。空欄(A), (B)に対応するコードを記述せよ。
- (2) merge を用いて、配列に格納したデータ列を昇順にソートする関数 sort1 を実現したい。プログラム2の空欄(C)に対応するコードを記述せよ。ただし、sort1 の動作は再帰呼び出しを用いて実現すること。
- (3) 要素数 n に対する sort1 の平均計算量および最悪計算量のオーダーを求めよ。

```

/* プログラム1 */
void merge(int data[], int low, int mid, int high) {
    int i, j, k;
    int tmp[high+1];

    for (i = low; i <= mid; i++) {tmp[i] = data[i];}
    for (i = mid+1, j = high; i <= high; i++, j--) {tmp[i] = data[j];}

    i = low; j = high;

    for (k = low; k <= high; k++) {
        if (tmp[i] <= tmp[j]) {
            (A)
        } else {
            (B)
        }
    }
}

```

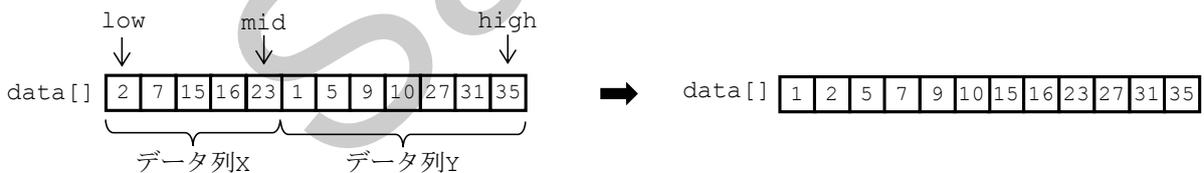


図3

```

/* プログラム2 */
void sort1(int data[], int low, int high) {
    int mid, i, j;

    if (low >= high) {return;}

    mid = (low + high)/2;

    (C)

}

```