

問題 4

I. 論理回路について以下の問に答えよ．回路図では，三つ以上の入力数をもつ AND, OR も用いてよい．また，入力値を 0 または 1 に固定するときは，“0” または “1” と入力に記載せよ．

- (1) 1 ビットの入力 A, B の和 S と，繰り上がり C_{out} を出力する半加算器の回路を図 1 の記号を用いて図示せよ．

半加算器は下位の桁からの繰り上りを受け取れない．下位の桁からの繰り上りを足し込む機能をもつ加算器を全加算器という．

- (2) 問(1)の半加算器の入出力に加えて，下位の桁からの繰り上がり入力 C_{in} をもつ全加算器の真理値表を作成せよ．
- (3) 問(2)の全加算器の C_{out} を出力する回路をカルノー図を用いて設計し，図 1 の記号を用いて図示せよ．
- (4) 全加算器を図 2 の記号で表すこととする．1 ビットの入力信号 I と 2 ビットの出力信号 O_1O_0 をもつ回路を考える．入力 I が 0 から 1 に変化すると，出力 O_1O_0 が以下のように順に変化する．

→ 00→01→10→11

この回路を図 1 と図 2 の記号を用いて図示せよ．ただし，すべての D-FF のクロック入力 CLK に入力 I を接続することとする．

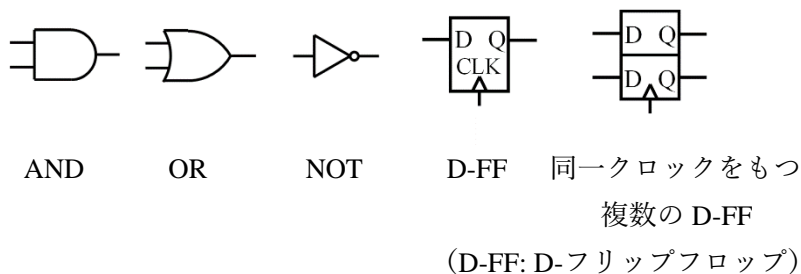


図 1

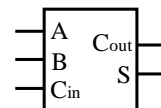


図 2

II. 二分探索木に関する以下の問に答えよ。二分探索木とは、木の各ノードに要素が格納され、いずれのノードの要素もその左側の部分木のどの要素よりも大きく、右側の部分木のどの要素よりも小さいという条件を満たす二分木である。なお要素は整数とし、探索木の中で要素の重複はないものとする。

- (1) 二分探索木の中に、ある要素が存在するかどうかを探索する手順を考える。二分探索木に含まれるノード数を n とすると、探索にかかる平均計算量のオーダーはいくらか。理由も簡潔に述べよ。
- (2) プログラム 1 によって、探索アルゴリズムを実装したい。空欄(A)で行うべき処理を C 言語で記述せよ。なおプログラム 1 中の関数 `search` は、木の根へのポインタ `r` と探索キー `key` を入力として、探索に成功した場合は検出されたノードへのポインタを、失敗した場合は `NULL` を返すものとする。
- (3) プログラム 1 の関数 `search` を再帰を用いた実装に書き換えよ。
- (4) 問(2)または問(3)のプログラムを改変し、ノード `r` を根とする二分探索木に新たなデータ `v` を追加する関数 `insert` を C 言語で記述せよ。

```
/* プログラム 1 */
typedef struct node{
    int value;
    struct node *left, *right;
} Node;

Node* search(Node* r, int key){
    Node* current_node = r;
    while(current_node != NULL){
        int diff = key - current_node->value;
        (A)
    }
    return current_node;
}
```