

1 処理速度の見積り

1. 配列データを Quick Sort によってソート (並び替え) するプログラムがあり、データ件数が 1000 件の場合、 $3000[\mu sec]$ であった。
この時、データ件数が 10000 件の場合の処理時間を予想せよ。
ヒント：Quick Sort の処理速度のオーダーは、 $O(N \log N)$ 。

2. あるプログラムの処理速度の一般式が、以下のものであった。一般式をオーダー記法により示せ。

$$T(N) = T_A + T_B \log N + T_C \sqrt{N}$$

2 ハイ・アンド・ロー

簡単なハイアンドローというゲームでは、出題者が適当な数(答え)を考え、回答者は質問の答えをヒントに、その答えを推理し回答する。ただし回答者が質問できるのは、『答えは〇〇より上か下か?』だけである。

回答者は、質問回数が少ない程、良いものとする。

```
#define MAX 1000
int magic_number ;

int high_and_low( int x ) { /* 出題者への質問 */
    /* High:1 , 同じ:0 , Low: -1 */
    if ( magic_number == x )
        return 0 ;
    else if ( magic_number > x )
        return 1 ;
    else
        return -1 ;
}

int H_L( int n ) { /* 回答者は、早く答えを推理 */
    int high = n , low = 0 ;
    int count , mid , ans ;
    for( count = 0 ;; count++ ) {
        mid = (high + low) / 2 ;
        ans = high_and_low( mid ) ;
        if ( ans == 0 ) /* 答えを見付けた */
            return count ;
        else if ( ans > 0 )
            low = mid + 1 ;
        else
            high = mid - 1 ;
    }
}

void main() {
    /* magic_number に 0 ~ MAX-1 の範囲の乱数を入れる処理 */
    srand( time( NULL ) ) ; /* 乱数の準備 */
    magic_number = (int)((double)rand() / RAND_MAX * MAX) ;
    /* できるだけ少ない回数で magic_number をあてる */
    printf( "%d\n" , H_L( MAX ) ) ;
}
```

1. 質問処理`high_and_low()`の最悪の場合の呼出回数を答えよ。ただし結果の導出過程が分かるように回答すること。
2. 出題する数の上限を N としたとき、`high_and_low()`の呼出回数をオーダー記法で示せ。

3 再帰プログラム

```
int foo( int left , int right )
{
  int i , m ;
  int ans = 0 ;
  ~~~~~A
  if ( right - 1 == left ) {
    ~~~~~B
    return 1 ;
    ~~~~~C
  } else {

    for( i = left ; i < right ; i++ ) {
      ~~~~~D ~~~~~E ~~~~~F
      ans++ ;
    } ~~~~~G
    m = (left + right) / 2 ;
    ~~~~~H
    ans = ans + foo( left , m ) + foo( m , right ) ;
    ~~~~~I
    return ans ;
  } ~~~~~J
}
void main()
{
  printf( "%d\n" , foo( 0 , 2 ) ) ;
  ~~~~~K
}
```

1. 上記のプログラムを実行した場合、下線部の実行順序を示せ。

2. $foo(0, N)$ の呼出時間は、 N によって変化する。
このとき、呼出時間 $T_{foo}(N)$ を再帰方程式により示せ。

4 説明問題

4.1 メモリリーク

`malloc()` や `free()` を用いたプログラムでは、間違っただプログラムによってはメモリリークが発生する。

1. メモリリークについて説明せよ。
2. 上記の現象が多発した場合、プログラムの動作にはどのような影響が発生するか、具体的な例をあげて説明せよ。