

H20

平成 20 年 7 月 24 日 10:30~12:00

コンピュータサイエンスとプログラミング (講義)

試験問題

解答用紙に関する注意: 問 1, 2 は青色の解答用紙, 問 3, 4 は茶色の解答用紙に記入すること。なお, テキスト, ノート, その他図書, 資料の持ち込み不可。

1 以下の問いに答えよ。(25 点)

(1) 次のオーダ記法を簡略化せよ。但し, 解答は最も簡略化した式で記述すること。

- (a) $O(0.1n^3 - 100n^2 + 1000)$ (b) $O(n^5 \cdot \log n + n^4) + O(n^2 \cdot \log n)$
 (c) $O(\sqrt{n})O(n^3 \cdot \log n)$ (d) $O(n + (\log n)^2 \cdot \sqrt{n})$

(2) 以下のプログラムは, 連結リストに対する INSERT と DELETE の関数である。以下の空欄 (I), (II) を埋めよ。

```
struct cell *insert(int x, struct cell *p, struct cell *init)
{
    struct cell *q, *r;
    r = (struct cell *)malloc(sizeof(struct cell));
    if(p == NULL) {q = init; init = r;}
    else{
        q = p->next;
        p->next = r;
    }
    r->element = x;
    r->next = (I);
    return(init);
}

struct cell *delete(struct cell *p, struct cell *init)
{
    struct cell *q;
    if(init == NULL) {printf("Error: List is empty.\n"); exit(1);}
    if(p == NULL)
        {q = init; init = init->next; free(q);}
    else
    {
        if(p->next == NULL)
            {printf("Error: No element to remove.\n"); exit(1);}
        else
        {
            q = p->next;
            p->next = (II);
            free(q);
        }
    }
    return(init);
}
```

H20

(3) 以下の項目について簡潔に説明せよ。必要であれば図を用いて説明しても良い。

- (a) アルゴリズムと手続き
 (b) リストとスタック, 待ち行列
 (c) グラフと木, 2分木

2 以下の問いに答えよ。(25 点)

(1) 図 1 の木について, 以下の問いに答えよ。

- (a) 図 1 に示す木の高さを答えよ。また, 葉の節点番号を全て挙げよ。
 (b) 図 1 に示す木を, 行きがけ順 (前順), 通りがけ順 (中順), 帰りがけ順 (後順) でなぞるとき, 出力結果をそれぞれ示せ。
 (c) 図 1 に示す木を, 配列を用いて実現することを考える。各節点に対応する番号の配列要素に, その節点の親の情報を格納する場合, 配列はどのようなか図示せよ。ただし, 根の位置の配列要素には「-1」を挿入すること。
 (d) 図 1 に示す木を, ポインタを用いて実現することを考える。各節点に対応する番号の配列要素に, その節点の子の情報を連結リストとして格納する場合, 配列および連結リストがどのようなか図示せよ。
 (e) 配列による実現とポインタによる実現のうち, 子の探索に適した構造はどちらか, その理由とともに答えよ。

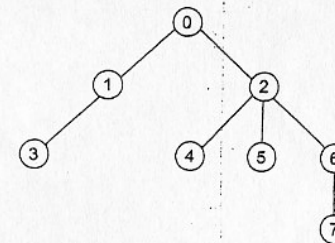


図 1

(2) ハッシュに関して, 以下の問いに答えよ。

- (a) 内部ハッシュと外部ハッシュについて, それぞれ簡潔に説明せよ。
 (b) 大きさ 7 の配列 $A[i]$ ($i=0,1,2,\dots,6$) に要素を格納する内部ハッシュを考える。各要素のハッシュ関数 $h(\cdot)$ は表 1 で与えられるものとし, 要素 x の j 回目の衝突を回避する新しいハッシュ関数 $h_j(x)$ は, $h_j(x) = h(x) + j \pmod{7}$ であるとする。ここで, 配列 A の全要素は空であるものとして, 内部ハッシュ法を適用して 7 つの要素, a, b, c, d, e, f, g をこの順番で挿入した後の配列 $A[i]$ ($i=0,1,2,\dots,6$) に貯えられている要素を述べよ。

表 1

要素 x	a	b	c	d	e	f	g
$h(x)$	4	1	4	0	0	2	1

3 ヒープおよび2分探索木に関する以下の設問に答えよ。(25点)

- 1) 図2に示すヒープに対して、要素4を挿入 (INSERT) するとどのような状態になるかを図示せよ。(図2と同様に、要素の値を含む丸印と実線を用い、最終状態のみを示すこと。)

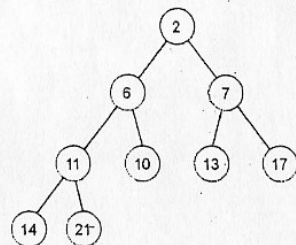


図2

- 2) (1)のヒープ(要素4の挿入前)に対して、DELETEMIN(最小要素の削除)を実行するとどのような状態になるかを図示せよ。(最終状態のみを示すこと)
- 3) ヒープに対してDELETEMINおよびINSERTのそれぞれの操作を1回実行するのに要する最悪計算時間(時間量)をオーダー表記で示せ。ただし、ヒープ内の要素数を n とする。
- 4) 図3に示す2分探索木に対して、要素8を挿入 (INSERT) するとどのような状態になるかを図示せよ。(図3と同様に、要素の値を含む丸印と実線を用い、最終状態のみを示すこと。)

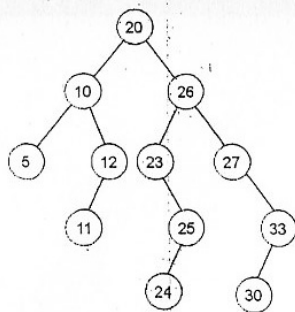


図3

- 5) (4)の2分探索木(要素8の挿入前)に対して、要素26を削除 (DELETE) するとどのような状態になるかを図示せよ。(最終状態のみを示すこと)
- 6) 2分探索木に対してINSERT, DELETE, MEMBER, MINのそれぞれの操作を1回実行するのに要する平均計算時間(時間量)をオーダー表記で示せ。ただし、2分探索木内の要素数を n とする。

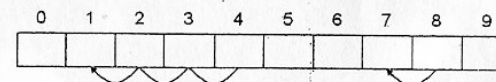
4 ソートに関する以下の設問に答えよ。(25点)

配列Aにデータ 31, 19, 5, 33, 8, 44, 15, 12, 35, 24 が下記のように格納されているものとする。

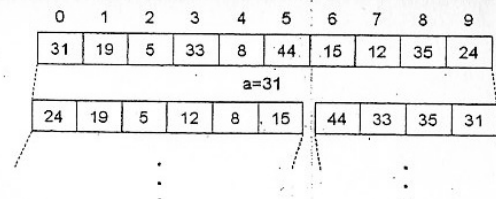
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	19	5	33	8	44	15	12	35	24

- (1) 配列Aをバブルソートするときの要素の変化を、配列の形式で示せ。ただし、バブルソートでは配列の走査が何回か(通常は、(要素数-1)回)行われるため、走査1回毎の変化が分かるように、走査が行われる回数分を図示せよ。

例: 配列番号8の要素が7の要素と交換され、配列番号4の要素が配列番号3, 2, 1の要素と連続的に交換された場合は、下記のように示することができる。(ただし、下記では要素の値は省略しているが、回答では省略しないこと。)



- (2) 配列Aをクイックソートするときの要素の変化を、配列の形式で示せ。ただし、各グループの軸要素は、先頭から見て最初に得られた二つの異なる値のうち大きい方をとるものとする。なお、下記は1回目のグループ分割の様子を表している。解答では、この記法にならって、ソートが終了するまで、軸要素とグループ分割の様子を図示すること。



- (3) 3桁の3進数 220, 120, 011, 122, 110, 222, 022, 101 が、配列Bに下記のように格納されているものとする。

0	1	2	3	4	5	6	7
220	120	011	122	110	222	022	101

これら8つのデータを、3個のバケットを用いて基数ソートするとき、反復ごとの配列Bの内容を示せ。ただし、バケットの内容は示さなくても良い。

- (4) バブルソート、ヒープソート、クイックソートのそれぞれの最悪時間量をオーダー表記で示せ。また、クイックソートに関しては、平均時間量も示せ。ただし、要素数を n とする。