

データ構造とアルゴリズム 2007 年度中間試験問題

静岡大学工学部システム工学科

安藤 和敏

2007 年 12 月 20 日

注意事項

- 学生証を, 写真のある面を上にして, 机の上に置いておくこと.
- 持ち込み一切不可.
- 試験の時間は 10:20-11:40 である.
- 問題用紙は持ち帰ってよい.
- 解答及び採点の結果は, Web ページ (<http://coconut.sys.eng.shizuoka.ac.jp/algo/07/>) で公開する.

```

void push(stack S, int x) {
     ;
    if(top == n) {
        printf("Error: Stack overflow.\n");
        exit(0);
    } else {
        S[top] = x;
    }
}

void pop(stack S) {
    if(top == -1) {
        printf("Error: Stack underflow.\n");
        exit(0);
    } else {
        printf("%d\n",  );
        top = top - 1;
    }
}

```

図 1: 操作 push と 操作 pop の C 言語による実現

問題 1. (配点 20)

図 1 は、スタックに対する操作 push と pop の C 言語による実現である。

設問 (1) 空欄 と に最もよくあてはまる命令文あるいは式を記入せよ。

設問 (2) n は 7 であるとする。下図のような状態のスタック S ($top == 5$) に対して、

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
S	4	5	10	1	4	3	

関数の呼出し

```
pop(S); push(S,7);push(S,9);
```

をこの順番で実行した直後のスタック S と top の値を示せ。

設問 (3) それに引き続いてさらに、

```
pop(S);pop(S);pop(S);push(S,3);pop(S);
```

をこの順番で実行した直後のスタック S の内容と top の値を示せ。

```

void enqueue(queue Q, int x) {
     ;
    right = right + 1;
    if(right == n) right = 0;
    if (left == right) {
        printf("Error: Queue overflow. %d %d \n", left, right);
        exit(0);
    }
}

void dequeue(queue Q) {
    if(left == right) {
        printf("Error: Queue underflow.\n");
        exit(0);
    } else {
        printf("%d\n",Q[left]);
        left = left + 1;
        if (left == n)  ;
    }
}

```

図 2: 操作 enqueue と 操作 dequeue の C 言語による実現

問題 2. (配点 24)

図 2 は, キューに対する操作 enqueue と dequeue の C 言語による実現である.

設問 (1) 空欄 と に最もよくあてはまる命令文または関係式を記入せよ.

設問 (2) n は 7 であるとする. 下図のような状態のキュー Q ($left == 0, right == 6$) に対して,

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Q	4	5	10	1	4	3	

関数の呼出し

```
dequeue(Q); enqueue(Q,7); dequeue(Q);
```

をこの順番で実行した直後のキュー Q の内容と $left, right$ の値を示せ.

設問 (3) それに引き続いてさらに,

```
enqueue(Q,2); dequeue(Q); dequeue(Q); enqueue(Q,9);
```

をこの順番で実行した直後のキュー Q の内容と $left, right$ の値を示せ.

問題 3. (配点 9)

設問 (1) 図 3 で示される完全 2 分木を考える. この木の高さ, 葉の数, 節点の数は, それぞれいくつか?

設問 (2) 節点の数が n であるような完全 2 分木の高さ h を, n を用いて表せ.

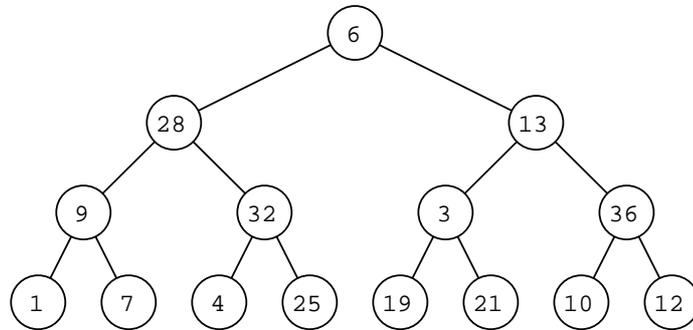


図 3: 完全 2 分木

設問 (3) 節点の数が n であるような完全 2 分木の葉の数 m を, n を用いて表せ.

設問 (4) 図 3 で示される完全 2 分木の配列 T による実現を示せ.

```

void bin_search(int D[], int x) {
    int left=0, right=n-1, mid = (left + right)/2;
    while (left<right) {
        if (D[mid] == x) { // <--- (*)
            printf(" D[%d] == %d\n", mid, D[mid]);
            exit(0);
        } else if (  ) {
            left = mid +1;
        } else {
             ;
        }
        mid = (left + right)/2;
    }
    if (D[mid]==x)
        printf(" D[%d] == %d\n", mid, D[mid]);
    else {
        printf(" %d is not found in D[]\n",x);
    }
}

```

図 4: 2分探索法の C 言語による実現

問題 4. (配点 21)

図 4 は, 2分探索法の C 言語による実現である.

設問 (1) 空欄 と に最もよくあてはまる命令文または関係式を記入せよ.

設問 (2) 以下に示される配列 D

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
D	3	5	9	13	20	23	28	32	36	39	40	41	47	51	56	58

に対して, 関数 `bin_search(D,39)` を呼び出した. 図 4 の `while` 文の各繰り返しにおいて, (*) で示した行が実行される直前の変数 `left`, `right`, `mid` の値を記せ. `n` は, 16 に設定されているとせよ.

設問 (3) `bin_search(D,x)` 時間計算量を, オータ記法を用いて表わせ. 配列 D の大きさは, `n` とせよ.

```

void selection_sort(int D[]) { // 選択ソート
    int i, j, max, max_index;
    for(i=n-1; i>0; i--) {
        max=D[0]; max_index = 0;
        for(j=1; j<=i; j++) {
            if(  ) {
                max=D[j];
                max_index=j;
            }
        }
        SWAP(D[max_index], D[i]);
    }
}

void insertion_sort(int D[]) { // 挿入ソート
    int i, j, x;
    for(i=1; i<n; i++) {
        x=D[i]; j=i;
        while(D[j-1]>x && j>0) {
             ;
            j--;
        }
        D[j]=x;
    }
}

```

図 5: 選択ソートと挿入ソートの C 言語による実現

問題 5. (配点 26)

図 5 は、選択ソートと挿入ソートの C 言語による実現である。n は 7 に設定されているとせよ。

設問 (1) 空欄 と に最もよくあてはまる命令文または関係式を記入せよ。

設問 (2) 以下に示される配列 D

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
D	10	9	3	2	4	8	1

に対して、関数 `selection_sort(D)` を呼び出した。 `selection_sort(D)` の for 文の各 `i` に対する繰り返しにおいて `SWAP(D[max_index], D[i]);` が実行された直後の配列 D を示せ。

設問 (3) 設問 (2) で示した配列 D に対して、関数 `insertion_sort(D)` を呼び出した。 `insertion_sort(D)` の for 文の各 `i` に対する繰り返しにおいて `D[j]=x;` が実行された直後の配列 D を示せ。

設問 (4) `selection_sort(D)` と `insertion_sort(D)` の最悪時間計算量、及び、最良時間計算量を、オーダ記法を用いて表わせ。配列 D の大きさは、n とせよ。

学籍 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

問題 1(1) の解答欄 (配点 8)

ア. $\text{top} = \text{top} + 1$ _____ イ. $S[\text{top}]$ _____

問題 1(2) の解答欄 (配点 6)

[0] [1] [2] [3] [4] [5] [6]
S

4	5	10	1	4	7	9
---	---	----	---	---	---	---

, top = 6 _____

問題 1(3) の解答欄 (配点 6)

[0] [1] [2] [3] [4] [5] [6]
S

4	5	10	1	3	7	9
---	---	----	---	---	---	---

, top = 3 _____

問題 2(1) の解答欄 (配点 8)

ア. $Q[\text{right}] = x$ _____ イ. $\text{left} = 0$ _____

[0] [1] [2] [3] [4] [5] [6]
Q

4	5	10	1	4	3	7
---	---	----	---	---	---	---

, left = 2 _____, right = 0 _____

問題 2(3) の解答欄 (配点 8)

[0] [1] [2] [3] [4] [5] [6]
Q

2	9	10	1	4	3	7
---	---	----	---	---	---	---

, left = 4 _____, right = 2 _____

学籍 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

問題 3(1) の解答欄 (配点 3)

高さ 4 _____

葉の数 8 _____

節点の数 15 _____

問題 3(2) の解答欄 (配点 3)

 $h = \underline{\log_2(n+1)}$

問題 3(3) の解答欄 (配点 3)

 $m = \underline{\frac{n+1}{2}}$

問題 3(4) の解答欄 (配点 3)

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
T	6	28	13	9	32	3	36	1	7	4	25	19	21	10	12

学籍 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

問題 4(1) の解答欄 (配点 8)

ア. $D[mid] < x$ _____ イ. $right = mid - 1$ _____

問題 4(2) の解答欄 (配点 9)

while の繰り返し	left	right	mid
1 回目	0	15	7
2 回目	8	15	11
3 回目	8	10	9

問題 4(3) の解答欄 (配点 4)

$O(\log n)$

問題 5(1) の解答欄 (配点 8)

ア. $D[j] \geq \max$ または $D[j] > \max$ _____ イ. $D[j] = D[j-1]$ _____

問題 5(2) の解答欄 (配点 9)

$i==6$	D	<table border="1"><tr><td>1</td><td>9</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>10</td></tr></table>	1	9	3	2	4	8	10
1	9	3	2	4	8	10			
$i==5$	D	<table border="1"><tr><td>1</td><td>8</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	1	8	3	2	4	9	10
1	8	3	2	4	9	10			
$i==4$	D	<table border="1"><tr><td>1</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	1	4	3	2	8	9	10
1	4	3	2	8	9	10			
$i==3$	D	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	1	2	3	4	8	9	10
1	2	3	4	8	9	10			
$i==2$	D	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	1	2	3	4	8	9	10
1	2	3	4	8	9	10			
$i==1$	D	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	1	2	3	4	8	9	10
1	2	3	4	8	9	10			

学籍 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

問題 5(3) の解答欄 (配点 9)

i==1 D

9	10	3	2	4	8	1
---	----	---	---	---	---	---

i==2 D

3	9	10	2	4	8	1
---	---	----	---	---	---	---

i==3 D

2	3	9	10	4	8	1
---	---	---	----	---	---	---

i==4 D

2	3	4	9	10	8	1
---	---	---	---	----	---	---

i==5 D

2	3	4	8	9	10	1
---	---	---	---	---	----	---

i==6 D

1	2	3	4	8	9	10
---	---	---	---	---	---	----

問題 5(4) の解答欄

	最良時間計算量	最悪時間計算量
選択ソート	$O(n^2)$	$O(n^2)$
挿入ソート	$O(n)$	$O(n^2)$