計算機演習（後期，講義）　テスト

19971218 服部哲弥

学籍番号 ＿＿＿＿＿＿＿＿　氏名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

解答はこの用紙に直接書き込み，退出時に提出して下さい．持ち込み可ですが，相談などの他の人との連絡は一切禁止．ノート類を忘れた場合でも他の人に借りてはいけません．成績に影響するので，よく考えて答えてください．

[20] **問１ (1).** 次のアルゴリズムは何を計算しているか？下の選択肢から選んで番号で答えよ．答 $\boxed{}$

$a \leftarrow (f(0) + f(1))/2$
$\boxed{i:\ 1 \sim n-1}$
| $a \leftarrow a + (f(i/n) - a)/(i+1)$
———
a の値を主ルーチンに返す．

1. 区分求積法で $\int_0^1 f(x)\,dx$ を数値積分したもの．
2. 台形公式で $\int_0^1 f(x)\,dx$ を数値積分したもの．
3. シンプソン法で $\int_0^1 f(x)\,dx$ を数値積分したもの．

(2). 次のアルゴリズムが上のアルゴリズムと同じ結果を与えるように空欄を埋めよ．

$a \leftarrow f(0)/2$
$\boxed{i:\ 1 \sim n-1}$
| $a \leftarrow a + \boxed{}$
———
$a \leftarrow (a + f(1)/2)/n$
a の値を主ルーチンに返す．

(3). 計算機プログラムとして問 (1) と問 (2) の２つのアルゴリズムを利用するときの優劣を簡単に議論せよ（どちらがよいか，大差ないか．および，根拠）．

[10] **問2．** 二つずつデータを比較して交換または代入する操作で小さい順にデータを並べ直す作業をソートと呼ぶ．ソートアルゴリズムの計算量はソートが完了するまでの計算のステップ数で計り，その平均値は入力データの $N!$ 通りの並べ替えについて計算量を平均した値とする．N 個の実数値入力データをソートするアルゴリズムの計算量の平均値は，入力データの値域に制限を置かない場合，$N \log_2 N$ という理論的下限がある．

下表は平均の比較回数の N についての漸近形が $O(N \log N)$ である代表的な 3 種類の方法，それぞれの欠点，その欠点の説明，をでたらめな順序に並べてある．左，中，右，の各欄で対応するものどうしを正しく線で結べ．

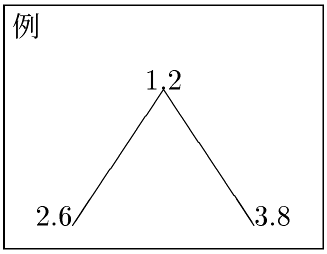
heap sort•	•記憶容量に余裕が必要•	•最悪の計算量は $O(N^2)$
quick sort•	• 遅い場合がある •	•アルゴリズムが複雑
merge sort•	• 小さい N で不利 •	•長さ N の補助配列が必要

[20] **問3．** 次の文章の空欄に適当な数字を入れよ．

配列 $x(1), x(2), \cdots, x(N)$ を二分木に対応させる標準的な方法は，$x(1)$ をルートとし，$x(2), x(3)$ を $x(1)$ の子，$x(4)$ から $x(7)$ を順に $x(2), x(3)$ の子供達（合計 4 個），などとする．また，ルートを level 0 と呼び，一般に level k のデータの子供は level $k+1$ と呼ぶことがある．

この対応によると，変数 $x(100)$ の子供は $x(\boxed{\quad\quad})$ と $x(\boxed{\quad\quad})$，親は $x(\boxed{\quad})$ であり，また，変数 $x(30)$ は二分木の第 $\boxed{}$ レベルである．

[10] **問4．** 配列 $x(i), i = 1, 2, \cdots, 7$, それぞれにデータ 1.2, 5.2, 2.6, 3.8, 7.9, 4.0, 6.5, が入っている．このデータを，例にならって二分木の形に図示せよ．



[10] **問5．** 次の表は二分木を利用したヒープソートというアルゴリズムで問４のデータを整列するときのデータの動きを表す．表の右には，各動き，または，ひと

かたまりの動き，に対して空欄をもうけてある．各部分がそれぞれ何を行っているかを説明文から選んでその記号 (A, A’, B) を，既に書き込んである例にならって，空欄に書き込め．また，合わせて，説明文に n と書かれているパラメータの数値を求めて，説明文の番号を記入した空欄の右隣の空欄に書きこめ．説明文は同じものを複数回使う可能性がある．

説明文：
A. 大きさ n の二分木をヒープ化する．但し，ルートを除くことで得られる二つの二分木（元のルートの二つの子供がそれぞれのルートになる）は既にヒープ化してあるとする．
A’. 大きさ n の二分木をヒープ化する．部分二分木はヒープ化されているかどうか分かっていない．
B. ルートのデータと n 番目のデータを交換し，以後 n 番目以降のデータを忘れて二分木の大きさ n の値を一つ減らして考える．

1.2 5.2 2.6 3.8 7.9 4.0 6.5	$\downarrow$		
1.2 5.2 6.5 3.8 7.9 4.0 2.6	$\downarrow$		
1.2 7.9 6.5 3.8 5.2 4.0 2.6	$\downarrow$		
7.9 1.2 6.5 3.8 5.2 4.0 2.6	$\downarrow$		
7.9 5.2 6.5 3.8 1.2 4.0 2.6	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{7}$
2.6 5.2 6.5 3.8 1.2 4.0 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
6.5 5.2 2.6 3.8 1.2 4.0 7.9	$\downarrow$		
6.5 5.2 4.0 3.8 1.2 2.6 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
2.6 5.2 4.0 3.8 1.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
5.2 2.6 4.0 3.8 1.2 6.5 7.9	$\downarrow$		
5.2 3.8 4.0 2.6 1.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
1.2 3.8 4.0 2.6 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
4.0 3.8 1.2 2.6 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
2.6 3.8 1.2 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{4}$
3.8 2.6 1.2 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
1.2 2.6 3.8 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
2.6 1.2 3.8 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{}$	$\boxed{}$
1.2 2.6 3.8 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{2}$

[20] **問 6 (1)．** 次の表はマージソートの基本にあるマージ（整列している二つのデータ列を一本の整列したデータ列にまとめること）のアルゴリズムである．具体的には，部分配列 $x(p), x(p+1), \cdots, x(q-1), x(q)$ と部分配列 $x(q+1), x(q+2), \cdots, x(r-1), x(r)$ が整列済みのとき，これらを整列して一本にまとめたものを

$y(p), y(p+1), \cdots, y(r-1), y(r)$ とするアルゴリズムである．表の記述の仕方を参考にして，空欄を埋めよ．

$j \leftarrow p$, $k \leftarrow q+1$

$\boxed{i:\ 1 \sim r-p+1}$

| $j > q$ ならば下記 YES の右へ飛ぶ

| $k > r$ ならば下記 NO の右へ飛ぶ

| $x(j) \gtrless x(k)$

| YES $\Longrightarrow y(i) \leftarrow x(k)$, $k \leftarrow k+1$

| NO $\Longrightarrow \boxed{}$, $j \leftarrow \boxed{}$

———

(2)． 問 (1) のマージ操作のアルゴリズムの計算量の漸近形は，データ数を $N = r-p+1$ とおくとき次のどれか？正しいものを選んで番号で答えよ．答 $\boxed{}$

1. $O(1)$ 2. $O(\log N)$ 3. $O(N)$ 4. $O(N \log N)$ 5. $O(N^2)$

[10] **問 7．** N 個の整数データ $1, 2, 3, \cdots, N$ がある順序で並んでいる．これをクイックソートで昇順 $(1, 2, 3, \cdots, N)$ に並べ直す．比較回数が $O(N^2)$ 回かかる並び方の例を挙げよ．

$\boxed{}$

[10] 問∞.

1. 計算機演習（後期・講義）の評価．下の項目のうち良かった項目には◯，良くなかった項目には$\times$ をつけて下さい（「普通」ならば何も付けない）．

   □明瞭な話し方か．
   □早口過ぎないか．
   □黒板は読みやすかったか．
   □各回の講義内容の，全体の中での位置づけを明確にしたか．
   □質問の受け答えは適切か．
   □準備は十分なされているようだったか．
   □内容をわかって講義しているようだったか．
   □十分中身のある内容だったか．
   □内容を詰め込みすぎないようにしていたか．
   □講義に刺激されたか，興味が持てたか．

2. 講義の総合評価（10 点法，10 が最良）__________．

[10] 問$\infty + 1$. １年間の私の講義・演習に関して，言いたいことを下の余白に自由に書いてください．(結論が肯定的か否定的かは採点には関係ありませんが，空欄だと点をあげられません！）

計算機演習（後期，講義）　テスト　解答例

19971218 服部哲弥

[20] **問１ (1)．** 次のアルゴリズムは何を計算しているか？下の選択肢から選んで番号で答えよ．答 $\boxed{2}$

$a \leftarrow (f(0)+f(1))/2$
$\boxed{i:\ 1 \sim n-1}$
$|\quad a \leftarrow a + (f(i/n) - a)/(i+1)$
———
a の値を主ルーチンに返す．

1. 区分求積法で $\int_0^1 f(x)\,dx$ を数値積分したもの．
2. 台形公式で $\int_0^1 f(x)\,dx$ を数値積分したもの．
3. シンプソン法で $\int_0^1 f(x)\,dx$ を数値積分したもの．

(2)． 次のアルゴリズムが上のアルゴリズムと同じ結果を与えるように空欄を埋めよ．

$a \leftarrow f(0)/2$
$\boxed{i:\ 1 \sim n-1}$
$|\quad a \leftarrow a + \boxed{f(i/n)}$
———
$a \leftarrow (a + f(1)/2)/n$
a の値を主ルーチンに返す．

(3)． 計算機プログラムとして問 (1) と問 (2) の２つのアルゴリズムを利用するときの優劣を簡単に議論せよ（どちらがよいか，大差ないか．および，根拠）．

問 (1) の方法のほうが一般には良い．なぜなら，浮動小数点法で桁落ちが少なくなる可能性が高いからである．

[10] **問２．** 二つずつデータを比較して交換または代入する操作で小さい順にデータを並べ直す作業をソートと呼ぶ．ソートアルゴリズムの計算量はソートが完了するまでの計算のステップ数で計り，その平均値は入力データの $N!$ 通りの並べ替えについて計算量を平均した値とする．N 個の実数値入力データをソートするアルゴリズムの計算量の平均値は，入力データの値域に制限を置かない場合，$N \log_2 N$ という理論的下限がある．

下表は平均の比較回数の N についての漸近形が $O(N\log N)$ である代表的な 3 種類の方法，それぞれの欠点，その欠点の説明，をでたらめな順序に並べてある．左，中，右，の各欄で対応するものどうしを正しく線で結べ．

並べ直すと次のようになるように結ぶ.

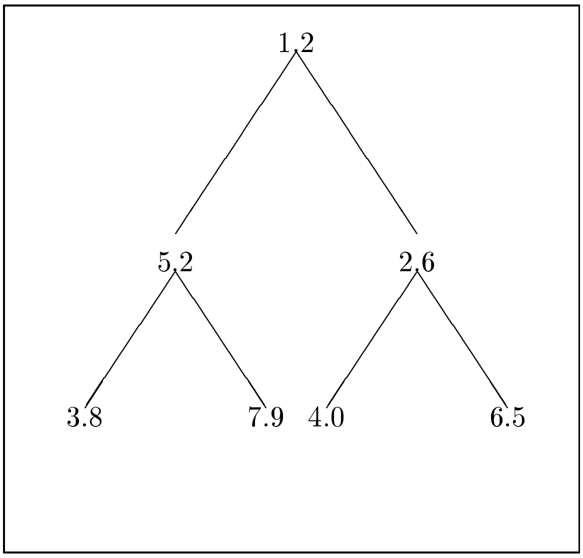
1. heap sort— 3. 小さい N で不利 —2. アルゴリズムが複雑
2. quick sort— 2. 遅い場合がある —1. 最悪の計算量は$O(N^2)$
3. merge sort—1. 記憶容量に余裕が必要—3. 長さ N の補助配列が必要

[20] **問3．** 次の文章の空欄に適当な数字を入れよ．

配列 $x(1), x(2), \cdots, x(N)$ を二分木に対応させる標準的な方法は，$x(1)$ をルートとし，$x(2), x(3)$ を $x(1)$ の子，$x(4)$ から $x(7)$ を順に$x(2), x(3)$ の子供達（合計 4 個），などとする．また，ルートを level 0 と呼び，一般に level k のデータの子供は level $k+1$ と呼ぶことがある．

この対応によると，変数 $x(100)$ の子供は $x(\boxed{200})$ と $x(\boxed{201})$，親は $x(\boxed{50})$ であり，また，変数 $x(30)$ は二分木の第 $\boxed{4}$ レベルである．

[10] **問4．** 配列 $x(i)$, $i = 1, 2, \cdots, 7$, それぞれにデータ 1.2, 5.2, 2.6, 3.8, 7.9, 4.0, 6.5, が入っている．このデータを，例にならって二分木の形に図示せよ．



[10] **問5．** 次の表は二分木を利用したヒープソートというアルゴリズムで問４のデータを整列するときのデータの動きを表す．表の右には，各動き，または，ひとかたまりの動き，に対して空欄をもうけてある．各部分がそれぞれ何を行っているかを説明文から選んでその記号 (A, A', B) を，既に書き込んである例にならって，空欄に書き込め．また，合わせて，説明文に n と書かれているパラメータの数値

を求めて，説明文の番号を記入した空欄の右隣の空欄に書きこめ．説明文は同じものを複数回使う可能性がある．

説明文：

A. 大きさ n の二分木をヒープ化する．但し，ルートを除くことで得られる二つの二分木（元のルートの二つの子供がそれぞれのルートになる）は既にヒープ化してあるとする．

A'. 大きさ n の二分木をヒープ化する．部分二分木はヒープ化されているかどうか分かっていない．

B. ルートのデータと n 番目のデータを交換し，以後 n 番目以降のデータを忘れて二分木の大きさ n の値を一つ減らして考える．

1.2 5.2 2.6 3.8 7.9 4.0 6.5	$\downarrow$		
1.2 5.2 6.5 3.8 7.9 4.0 2.6	$\downarrow$		
1.2 7.9 6.5 3.8 5.2 4.0 2.6	$\downarrow$		
7.9 1.2 6.5 3.8 5.2 4.0 2.6	$\downarrow$		
7.9 5.2 6.5 3.8 1.2 4.0 2.6	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{A'}}$	$\boxed{7}$
2.6 5.2 6.5 3.8 1.2 4.0 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{7}$
6.5 5.2 2.6 3.8 1.2 4.0 7.9	$\downarrow$		
6.5 5.2 4.0 3.8 1.2 2.6 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{A}}$	$\boxed{6}$
2.6 5.2 4.0 3.8 1.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{6}$
5.2 2.6 4.0 3.8 1.2 6.5 7.9	$\downarrow$		
5.2 3.8 4.0 2.6 1.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{A}}$	$\boxed{5}$
1.2 3.8 4.0 2.6 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{5}$
4.0 3.8 1.2 2.6 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{A}}$	$\boxed{4}$
2.6 3.8 1.2 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{4}$
3.8 2.6 1.2 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{A}}$	$\boxed{3}$
1.2 2.6 3.8 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{3}$
2.6 1.2 3.8 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{A}}$	$\boxed{2}$
1.2 2.6 3.8 4.0 5.2 6.5 7.9	$\longrightarrow$	$\boxed{\text{B}}$	$\boxed{2}$

[15] **問 6 (1).** 次の表はマージソートの基本にあるマージ（整列している二つのデータ列を一本の整列したデータ列にまとめること）のアルゴリズムである．具体的には，部分配列 $x(p), x(p+1), \cdots, x(q-1), x(q)$ と部分配列 $x(q+1), x(q+2), \cdots, x(r-1), x(r)$ が整列済みのとき，これらを整列して一本にまとめたものを $y(p), y(p+1), \cdots, y(r-1), y(r)$ とするアルゴリズムである．表の記述の仕方を参考にして，空欄を埋めよ．

$j \leftarrow p,\ k \leftarrow q+1$

$\boxed{i:\ 1 \sim r-p+1}$

| $j > q$ ならば下記 YES の右へ飛ぶ

| $k > r$ ならば下記 NO の右へ飛ぶ

| $x(j) \ngeq x(k)$

| YES $\Longrightarrow y(i) \leftarrow x(k),\ k \leftarrow k+1$

| NO $\Longrightarrow \boxed{y(i) \leftarrow x(j)},\ j \leftarrow \boxed{j+1}$

———

(2). 問 (1) のマージ操作のアルゴリズムの計算量の漸近形は，データ数を $N = r-p+1$ とおくとき次のどれか？正しいものを選んで番号で答えよ．答 $\boxed{3}$

1. $O(1)$　　2. $O(\log N)$　　3. $O(N)$　　4. $O(N \log N)$　　5. $O(N^2)$

[10] 問 7. N 個の整数データ $1, 2, 3, \cdots, N$ がある順序で並んでいる．これをクイックソートで昇順 $(1, 2, 3, \cdots, N)$ に並べ直す．比較回数が $O(N^2)$ 回かかる並び方の例を挙げよ．

$1, 2, 3, \cdots, N$ $N, N-1, \cdots, 1$ など.

[10] 問 ∞. 都合により解答例を書きません．

[10] 問 $\infty + 1$. 都合により解答例を書きません．