

19 クイックソート (1)

1 アルゴリズムの概要

- 適当な基準値を決め、データと基準値を比較し、基準値より大きなデータ列と小さなデータ列に振り分け、分割することを繰り返し、データを整列する。

①軸の決定

80 | 60 | 40 | 70 | 30 | 10 | 50 | 20

②振り分け

20 | 60 | 40 | 50 | 30 | 10 | 70 | 80

③分割と軸の決定

20 | 60 | 40 | 50 | 30 | 10 | 70 | 80

④振り分け

20 | 10 | 30 | 40 | 50 | 60

⑤分割と軸の決定

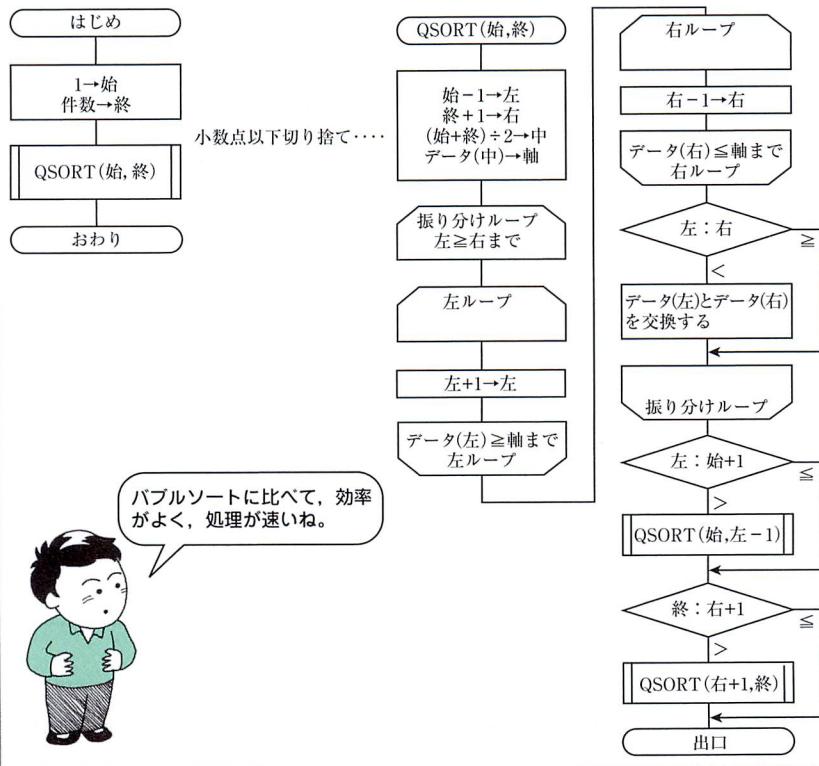
20 | 10 | 30 | 40 | 50 | 60

⑥振り分け

10 | 20 | 30 | 50 | 60

10 | 20 | 30 | 50 | 60

2 流れ図



3 整列の様子

件数=8

データ [80 60 40 70 30 10 50 20]

		中	軸	左	右	交換	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
入口 (1, 8)							20	60	40	70	30	10	50	80
		4	70	1	8	○	20	60	40	70	30	10	50	80
				4	7	○	20	60	40	50	30	10	70	80
				7	6	×	20	60	40	50	30	10	70	80
入口 (1, 6)							20	10	40	50	30	60	70	80
		3	40	2	6	○	20	10	30	50	40	60	70	80
				3	5	○	20	10	30	50	40	60	70	80
				4	3	×	20	10	30	50	40	60	70	80
入口 (1, 3)							10	20	30	50	40	60	70	80
		2	10	1	2	○	10	20	30	50	40	60	70	80
				2	1	×	10	20	30	50	40	60	70	80
入口 (2, 3)							2	20	2	2	2	2	2	2
							10	20	30	50	40	60	70	80
出口 (2, 3)														
出口 (1, 3)														
入口 (4, 6)							5	40	4	5	5	5	5	5
							5	40	5	4	5	5	5	5
							10	20	30	40	50	60	70	80
入口 (5, 6)							5	50	5	5	5	5	5	5
							10	20	30	40	50	60	70	80
出口 (5, 6)														
出口 (4, 6)														
出口 (1, 6)														
入口 (7, 8)							7	70	7	7	7	7	7	7
							10	20	30	40	50	60	70	80
出口 (7, 8)														
出口 (1, 8)														

1 軸を基準に分割を繰り返すクイックソート

クイックソートは、ランダムなデータ列を高速に整列します。ソートユーティリティのほとんどが、このクイックソートを用いています。

軸の決め方には、いろいろな方法があります。ここでは単純にデータ列の中央にあるデータにしたため、例では70になりました。このため、分割時に左右のバランスが悪くなっています。40か50を軸にできればバランスや効率がよいのですが、簡単ではありません。

分割されたデータ列を同じように処理するために、流れ図のQSORTでは自分自身を呼び出す再帰処理を用いています。

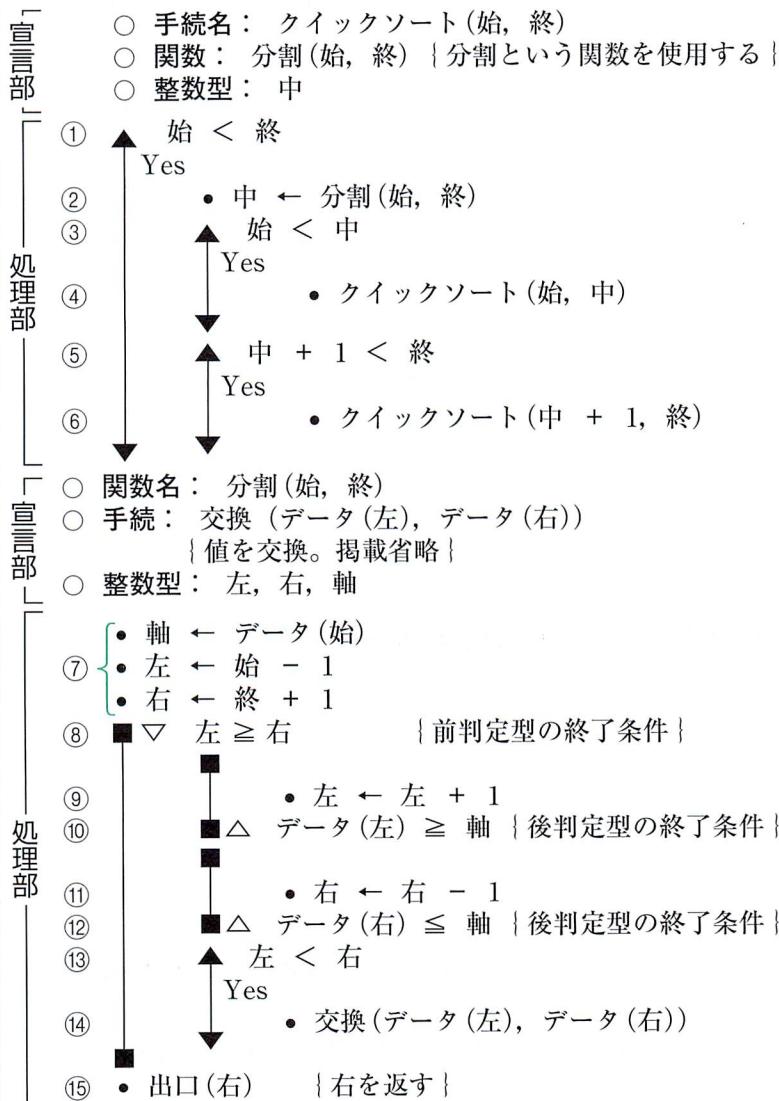
Point データを昇順に並べたとき、中央にくるデータを軸にすれば効率のよい整列ができます。

Memo 再帰処理を用いたクイックソートは、基本情報技術者試験でも出題されるようになりました。

20 クイックソート (2)

1 クイックソートの擬似言語プログラム

- クイックソートを行う手続であり、「データ」はグローバル配列である。



2 プログラムのトレース

次のようなデータが設定されて、クイックソートが呼ばれた場合。

データ(1)	データ(2)	データ(3)	データ(4)	データ(5)	データ(6)	データ(7)	データ(8)
70	60	40	80	30	10	50	20

データ件数が8件なので、始に1、終に8が設定されて呼び出される。

1-① $1 < 8$ なので②へ

70	60	40	80	30	10	50	20
----	----	----	----	----	----	----	----

1-② 分割(1, 8)を呼び出す。

1-⑦ 軸 $\leftarrow 70$, 左 $\leftarrow 0$, 右 $\leftarrow 9$

軸: 70	左: 0	右: 9
-------	------	------

1-⑧ $0 < 9$ で終了条件が偽なので、⑨へ

1-⑨ 左 $\leftarrow 0 + 1$

軸: 70	左: 1	右: 9
-------	------	------

1-⑩ $70 \geq 70$ なので終了条件が真で、⑪へ

1-⑪ 右 $\leftarrow 9 - 1$

軸: 70	左: 1	右: 8
-------	------	------

1-⑫ $20 \leq 70$ なので終了条件が真で、⑬へ

1-⑬ $1 < 8$ なので条件式が真で、⑭へ

1-⑭ データ(1)とデータ(8)を交換。

20	60	40	80	30	10	50	70
----	----	----	----	----	----	----	----

1-⑮ $1 < 8$ で終了条件が偽なので、⑯へ

1-⑯ 左 $\leftarrow 1 + 1$

1-⑰ $60 < 70$ なので終了条件が偽で、⑯へ

注 (⑯と⑰を繰り返し、左4のとき $80 \geq 70$ で⑩の条件式が真になり⑪へ)

1-⑪ 右 $\leftarrow 8 - 1$

軸: 70	左: 4	右: 7
-------	------	------

1-⑫ $50 \leq 70$ なので終了条件が真で、⑬へ

1-⑬ $4 > 7$ なので条件式が真で、⑭へ

1-⑭ データ(4)とデータ(7)を交換。

20	60	40	50	30	10	80	70
----	----	----	----	----	----	----	----

1-⑮ $4 \geq 7$ で終了条件が偽なので、⑯へ

1-⑯ 左 $\leftarrow 4 + 1$

1-⑰ $30 \geq 70$ なので終了条件が偽で、⑯へ

注 (⑯と⑰を繰り返し、左7のとき $80 \geq 70$ で⑩の条件式が真になり⑪へ)

1-⑪ 右 $\leftarrow 7 - 1$

軸: 70	左: 7	右: 6
-------	------	------

1-⑫ $10 \leq 70$ なので終了条件が真で、⑬へ

1-⑬ $7 > 6$ なので条件式が偽で、⑭へ

1-⑭ $7 > 6$ で終了条件が真なので、⑮へ

1-⑮ 右の6を返し、1-②へ戻る。(補足: 始は1, 終は8のままである)。

1-⑯ 中 $\leftarrow 6$

1-⑰ $1 < 6$ なので条件式が真で、④へ

1-⑱ クイックソート(1, 6)を再帰的に呼び出す。

2-① $1 < 6$ で繰返し条件が真で、②へ

2-② 分割(1, 6)を呼び出す。

注 (つまり、データ(1)～データ(6)の範囲で振り分けを行う)

(以下の手順は、省略)

続く ▼

3 整列の様子

次のようにして、並べ替えを行っている。

次の図では、クイックソート手続をQSORTで表している。

■ QSORT 入口(1, 8)

■ 分割 入口(1, 8) …… 1～8までを振り分ける。

軸(基準値) = 70で、70未満のデータを左、70以上のデータを右に振り分ける。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
70	60	40	80	30	10	50	20
20	60	40	80	30	10	50	70
20	60	40	50	30	10	80	70

■ 分割 出口(6) …… 1～6までと7～8までに分割した。

■ QSORT 入口(1, 6)

■ 分割 入口(1, 6) …… 1～6までを振り分ける。

20	60	40	50	30	10	80	70
10	60	40	50	30	20	後で整列	

■ 分割 出口(1) …… 1と2～6までに分割した。

■ QSORT 入口(2, 6)

■ 分割 入口(2, 6) …… 2～6までを振り分ける。

10	60	40	50	30	20
20	40	50	30	60	

■ 分割 出口(5) …… 2～5と6に分割した。

■ QSORT 入口(2, 5)

■ 分割 入口(2, 5)

20	40	50	30	60
----	----	----	----	----

いずれも20より大きかったので交換なし。

■ 分割 出口(2) …… 2と3～5までに分割した。

■ QSORT 入口(3, 5)

■ 分割 入口(3, 5)

20	40	50	30
30	50	40	

■ 分割 出口(3) …… 3と4～5までに分割した。

■ QSORT 入口(4, 5)

■ 分割 入口(4, 5)

30

50 40

40 50

■ 分割 出口(4) …… 4と5に分割した。

■ QSORT 出口(4, 5) …… 4～5は整列終了。

■ QSORT 出口(3, 5) …… 3～5は整列終了。

■ QSORT 出口(2, 5) …… 2～5は整列終了。

■ QSORT 出口(2, 6) …… 2～6は整列終了。

■ QSORT 出口(1, 6) …… 1～6は整列終了。

■ QSORT 入口(7, 8) …… 右端の7～8を振り分ける。

■ 分割 入口(7, 8)

80 70

70 80

■ 分割 出口(7)

■ QSORT 出口(7, 8) …… 7～8は整列終了。

■ QSORT 出口(1, 8) …… 1～8は整列終了。

1 軸の決め方にはいろいろな方法がある

そろそろ擬似言語にも慣れてきたはずです。212ページの流れ図と同じプログラムでは芸がないので、下記の文献を参考にして、擬似言語のクイックソートプログラムを作りました。212ページの流れ図の振り分けループを分割という関数にして、一番左のデータを基準値（軸）にして振り分けています。

再帰処理は、慣れないと難しく感じるでしょうが、理解しておきたいテーマです。トレースするときには、209ページで説明したように、同じ関数がたくさんある、と考えます。1回目に呼び出すのをクイックソート1、2回目に呼び出すのをクイックソート2というように目印をつけていくと頭が混乱しません。215ページのトレースでは、丸数字の前に1や2をつけています。上の図では、戻る関数がわかるように、呼び出されたら右側に1つずらしています。



参考文献『アルゴリズム入門』 第1巻 数学的基礎とデータ構造』
(T. コルメン, C. ライザーソン, R. リベスト共著 浅野哲夫, 岩野和生, 梅尾博司, 山下雅史, 和田幸一 共訳 近代科学社)