

参考資料：前回のミニテストにおける
クイックソートの動作について

2014年11月25日 阿萬

1 データ交換の流れ

図中の斜線部分はそれぞれの操作での基準値を意味する。

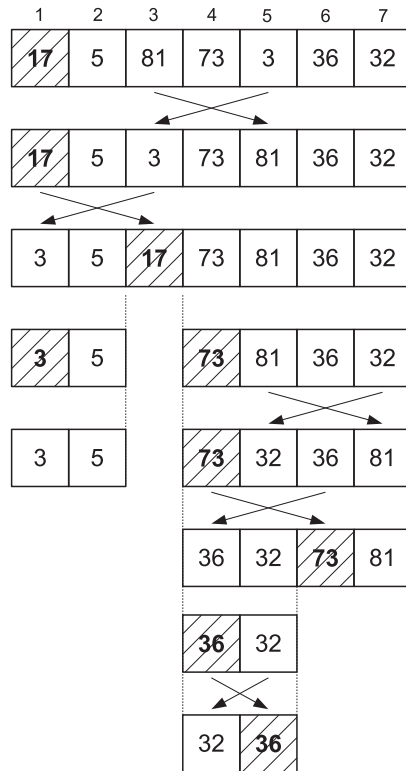


図1 データ交換の流れ

2 動作イメージ

(1) 初期状態

左端の値 ($a_1 = 17$) を基準値とする。

※本来はどの値を基準として選んでも良いが、(既に説明したように) 議論を簡単にするため本講義では常に注目領域内の左端を基準値として採用する。

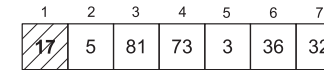


図2 初期状態 (基準値は $a_1 = 17$)

(2) 1 段目：左から基準値以下が連続しているか、右から基準値以上が連続しているかそれぞれ確認

基準値に比べてそれ以下の値が左から連続しているかを確認していく。そして、基準値より大きい値に遭遇したらそこで一時停止する。この例の場合は $a_3 (= 81)$ は基準値 $a_1 (= 17)$ より大きいので、そこで一時停止する (図中の矢印 (左側))。

同様に右からは基準値以上の値が連続しているかを確認する。この例の場合は $a_5 (= 3)$ は基準値 $a_1 (= 17)$ より小さいので、そこで一時停止する (図中の矢印 (右側))。

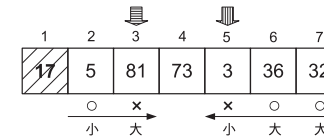


図3 1 段目：左右からそれぞれ“小さい値”と“大きい値”が連続しているか確認 (それぞれ a_3 と a_5 で失敗)

(3) 1 段目：大小関係が崩れたものどうしを交換

(2) での確認において、基準値との大小関係が崩れていた二つの値 a_3 と a_5 を交換する。

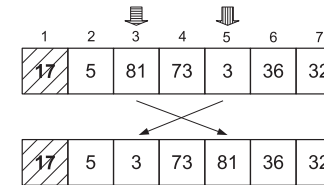


図4 1 段目：大小関係が崩れていた a_3 と a_5 を交換

- (4) 1 段目：(再開) 左から基準値以下が連続 しているか、右から基準値以上が連続 しているかそれぞれ確認

値の交換により基準値との大小関係のねじれが解消されたので (2) で一時停止していた確認を再開する。すると、左からの確認と右からの確認が すれ違う まで進むことになる。このことから $a_2 \sim a_3$ は基準値 a_1 よりも小さく、 $a_4 \sim a_7$ は基準値 a_1 よりも大きいというかたちが二分化されていることが分かる。

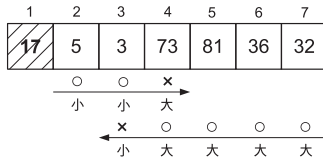


図5 1 段目：左右からそれぞれ“小さい値”と“大きい値”が連続しているか確認（左右からすれ違うまで進む）

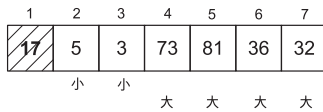


図6 1 段目：二分化された状態

- (5) 1 段目：「小」グループの右端と基準値を交換

1 段目の仕上げとして、「小」グループの右端 a_3 と基準値 a_1 を交換する。これで基準値の位置は確定 ($a_3 = 17$ が確定) となる。残りについては、それより左 (小さいグループ) とそれより右 (大きいグループ) についてそれぞれ引き続き (再帰呼出しを使って) 個別に同じ操作を行っていく。

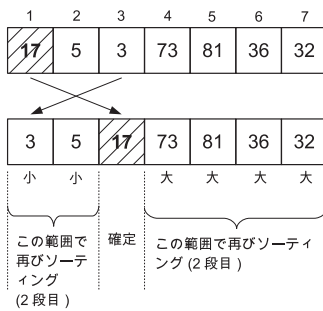


図7 1 段目：完了

- (6) 2 段目 (左)：左端を基準値に設定
左端の値 ($a_1 = 3$) を基準値とする。

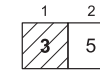


図8 2 段目 (左) の初期状態 (基準値は $a_1 = 3$)

- (7) 2 段目 (左)：左から基準値以下が連続 しているか、右から基準値以上が連続 しているかそれぞれ確認

現状で 1 個しか対象データが存在しておらず (図 9 参照), その値 $a_2 (= 5)$ は基準値 $a_1 (= 3)$ よりも大きいので交換は不要である。そして、この結果として $a_1 = 3$ が確定となる。さらに、残りは a_2 だけになるので必然的に $a_2 = 5$ も確定となる。

- (8) 2 段目 (右)：左端を基準値に設定

左端の値 ($a_4 = 73$) を基準値とする。

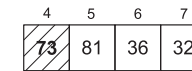


図9 2 段目 (右) の初期状態 (基準値は $a_4 = 73$)

- (9) 2 段目 (右)：左から基準値以下が連続 しているか、右から基準値以上が連続 しているかそれぞれ確認

基準値に比べてそれ以下の値が左から連続しているか確認すると、いきなり $a_5 (= 81)$ が基準値 $a_4 (= 73)$ より大きいためそこで一時停止する (図中の矢印 (左側))。

同様に右からは基準値以上の値が連続しているかを確認すると、こちらもいきなり $a_7 (= 32)$ が基準値 $a_4 (= 73)$ より小さいので、そこで一時停止する (図中の矢印 (右側))。

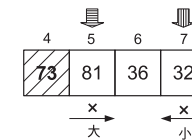


図10 2 段目 (右)：左右からそれぞれ“小さい値”と“大きい値”が連続しているか確認 (それぞれ a_5 と a_7 で失敗)

(10) 2 段目 (右) : 大小関係が崩れたものどうしを交換

(9) での確認において, 基準値との大小関係が崩れていた二つの値 a_5 と a_7 を交換する.

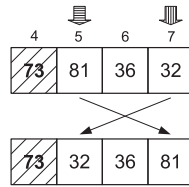


図 11 2 段目 (右) : 大小関係が崩れていた a_5 と a_7 を交換

(11) 2 段目 (右) : (再開) 左から基準値以下が連続 しているか, 右から基準値以上が連続 しているかそれぞれ確認

値の交換により基準値との大小関係のねじれが解消されたので (9) で一時停止していた確認を再開する. すると, 左からの確認と右からの確認が すれ違う まで進むことになる. このことから $a_5 \sim a_6$ は基準値 a_4 よりも小さく, a_7 は基準値 a_4 よりも大きいということちに二分化されていることが分かる.

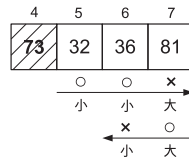


図 12 2 段目 (右) : 左右からそれぞれ “小さい値” と “大きい値” が連続しているか確認 (左右からすれ違うまで進む)

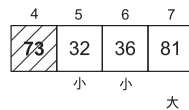


図 13 2 段目 (右) : 二分化された状態

(12) 2 段目 (右) : 「小」グループの右端と基準値を交換

2 段目 (右) の仕上げとして, 「小」グループの右端 a_6 と基準値 a_4 を交換する. これで基準値の位置は確定 ($a_6 = 73$ が確定) となる. 残りについては, それより左 (小さいグループ) とそれより右 (大きいグループ) についてそれぞれ引き続き (再帰呼出しを使って) 個別に同じ操作を行っていく. ただし, 右側は a_7 の 1 個のみなのでこれで確定となる.

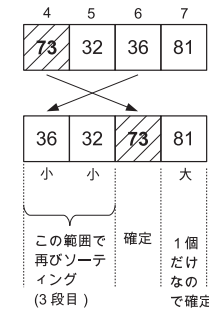


図 14 2 段目 (右) : 完了

(13) 3 段目

同じ操作になるため詳細は割愛するが, $a_4 (= 36)$ を基準値として比較を行うと基準値より小さい $a_5 (= 32)$ だけが残ることになる. つまりこれが「小」グループの右端にも相当する. そのため, 基準値と交換をして全てが確定となる.

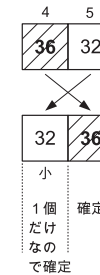


図 15 3 段目 : 完了

3 アルゴリズムとの対応

テキストの第 6 回, 18 ~ 24 ページを参照