

assignment7

Xiaoma

2022 年 11 月 13 日

题目 1.

解答. 使用桶排序，基于元素的位数对元素进行分组，每个分组的排序方法为基数排序。

Algorithm 1: SORT

Input: The array : $A[0...A.length - 1]$; The decimal of elements : r

Output: The array sorted : $C[0...C.length - 1]$;

Initialized $d[0...d.length - 1]$;

$d_{max} = 0$;

for $i = 0; i < A.length; ++i$ **do**

$d[i] = -1$;

$t = A[i]$;

while $t \neq 0$ **do**

$++d[i]$;

$t = t / r$;

if $d[i] > d_{max}$ **then**

$d_{max} = d[i]$;

create a new array $B[0...d_{max}]$;

for $i = 0; i < d_{max}; ++i$ **do**

$_ \text{make } B[i] \text{ an empty list;}$

for $i = 0; i < A.length; ++i$ **do**

$_ \text{insert } A[i] \text{ into list } B[d[i]]$;

for $i = 0; i < d_{max}; ++i$ **do**

$_ \text{RADIX-SORT}(B[i])$;

concatenate lists $B[0]...B[d_{max} - 1]$ together in C ;

return C

第 i 个操作的代价为

$$d_i \begin{cases} i & \text{if } i = 2^k, k \in \mathbb{N} \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

n 个操作序列的总代价为

$$\sum_{i=1}^n a_i$$

1. 聚合分析:

$$\sum_{i=1}^n a_i \leq \sum_{i=1}^{\lceil \log n \rceil} 2^i + n \leq 5n \in O(n)$$

摊还代价为 $O(1)$

2. 核算法:

假设每个操作的摊还代价为 3

(a) 第一个操作的代价为 1, 剩余信用为 2

(b) 假设在前 2^i 次操作后, 信用不为负值, 那么在进行后续 $2^{i+1} - 1$ 次操作时, 每次操作的代价为 1, 在进行第 2^{i+1} 次操作时, 信用值至少为 $2^{i+1} + 1$, 代价为 2^{i+1} , 信用为 1。

摊还代价为 $O(1)$

3. 势能法:

设 k 为满足 $2^k \leq i$ 的最大整数, 则势函数为

$$\Phi(D_i) = \begin{cases} k + 3 & i = 2^k \\ \Phi(D_{2^k}) + 2(i - 2^k) & else \end{cases}$$

则

$$\Phi(D_i) - \Phi(D_{i-1}) = \begin{cases} -2^k + 3 & i = 2^k \\ 2 & else \end{cases}$$

所以

$$\sum_{i=1}^n a_i = 3n = O(n)$$

摊还代价为 $O(1)$

题目 2.

解答. 当一个元素进入队列的时候，它前面的所有比它大的元素都不会对结果产生影响。

所以我们使用一个普通队列来存储队列中的元素，另外需要一个单调的双端队列存储其最小值的变化。

规定最小元素在双端队列的队头，在有新元素入队时，首先检查新元素是否小于当前队列最小值，若小于，则将当前双端队列清空，再将新元素插入双端队列，因为当前双端队列中元素相对于新元素在队列中较为靠前，故出队顺序优先，已知新元素为最小值，则原双端队列出队与否对整个队列的最小值不产生影响。若大于，则直接将元素插入双端队列。

Algorithm 2: My_Queue

Initialized : deque as d

Initialized : queue as q

Algorithm 3: ENQUEUE

Input: The number : $value$;

while $!d.empty()$ **AND** $d.back() > value$ **do**

$d.pop_back()$;

$d.push_back(value)$;

$q.push(value)$;

Algorithm 4: DEQUEUE

Output: The number : *value*;

```

if q.empty() then
  | return ERROR;
value = q.front();

if value == d.front() then
  | d.pop_front();
  q.pop();

return value;

```

Algorithm 5: FIND_MIN

Output: The min number : *value*;

```

if d.empty() then
  | return ERROR;
value = d.front();

return value;

```

聚合分析：

对于 n 个操作序列，ENQUEUE 与 DEQUEUE 的操作次数相同，而对于双端队列，其出队与入队次数也应该相同，则总的操作代价

$$\sum_{i=1}^n a_i \leq \sum_{i=1}^x 1 + \sum_{i=1}^x d_i + \sum_{i=1}^x 1 + (x - \sum_{i=1}^x d_i) + (n - 2x) \leq 3n$$

则每个操作的摊还复杂度为 $O(1)$