Лекция 4: Задача сортировки и функции в языке Си (продолжение)

Д. А. Караваев

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Факультет РТС, Кафедра РОС

Факультатив «Программирование в ЦОС»

Осень 2019

11.11.2019 Санкт-Петербург

Аргументы функций

Существует два способа передачи аргументов в функцию:

1. **По значению**: в качестве аргументов функции выступают соответствующие *копии* значений выражений, переданных в функцию в момент её вызова. Подобный механизм неявно реализован в Си (поведение по-умолчанию).
2. **По ссылке**: в качестве аргументов функции выступают *синонимы* переменных, переданных функцию. Подобный механизм используется в Java. В Си его можно реализовать явно при помощи *указателей*!

Вопрос: Что будет, если мы захотим изменить значение той переменной, которая была передана в функцию в качестве параметра?

Классический пример: функция swap

```c
/* Реализуем функцию, которая меняет значения двух переменных. */
/* Не правильно (оперируем с копиями, а не с самими переменными): */
void swap_error(int x, int y)
{
    int temp = x;
    x = y;
    y = temp;
}
/* Правильно: используем указатели (передаём адреса, а не значения): */
void swap_correct(int* x, int* y)
{
    int temp = *x;
    *x = *y; /* (*x) - синоним переменной x! */
    *y = temp;
}
```

Задача сортировки

Формулировка

Вход: Массив a длины N;
Выход: Массив a длины N: $a[0] \leq a[1] \leq \ldots \leq a[N-1]$ (по *убыванию*).

Fuction `InsertionSort`(a : массив, N : длина a):
    for $n \leftarrow 0$ **to** $N-1$ **do**
        $j \leftarrow$ `MinIndex` $(a,\ n,\ N)$
        `Swap` $(a[n],\ a[j])$
    end

Fuction `MinIndex`(a : массив, $begin$: начало, end : конец):
    // Ваш (псевдо)код тут

Замечание: Простейшим примером сортировки, является сортировка вставками (сложность $O(N^2)$), основанная на поиске минимума.

Частный случай

Посылка: Представим, что правая и левая половины a отсортированы в нужном порядке:

$$mid = \left\lfloor \frac{N}{2} \right\rfloor,$$

$$a[0 \ldots mid - 1] : \; a[0] \leq \ldots \leq a[mid - 1],$$

$$a[mid \ldots N - 1] : \; a[mid] \leq \ldots \leq a[N - 1].$$

Задача: Как получить (*слить*) отсортированный массив a на основе двух его отсортированных половин?

Процедура слияния

Fuction $\texttt{Merge}(a, begin, mid, end)$:

$n_1 \leftarrow mid - begin,\ n_2 \leftarrow end - mid,\ L[n_1 + 1],\ R[n_2 + 1]$

for $i \leftarrow 0$ **to** $n_1 - 1$ **do**

$L[i] \leftarrow a[begin + i]$

end

for $j \leftarrow 0$ **to** $n_2 - 1$ **do**

$R[j] \leftarrow a[mid + j]$

end

$L[n_1] \leftarrow \infty,\ R[n_2] \leftarrow \infty,\ i \leftarrow 0,\ j \leftarrow 0$

for $k \leftarrow begin$ **to** $end - 1$ **do**

if $L[i] \leq R[j]$ **then**

$a[k] \leftarrow L[i],\ i \leftarrow i + 1$

else

$a[k] \leftarrow R[j],\ j \leftarrow j + 1$

end

end

Сортировка слиянием

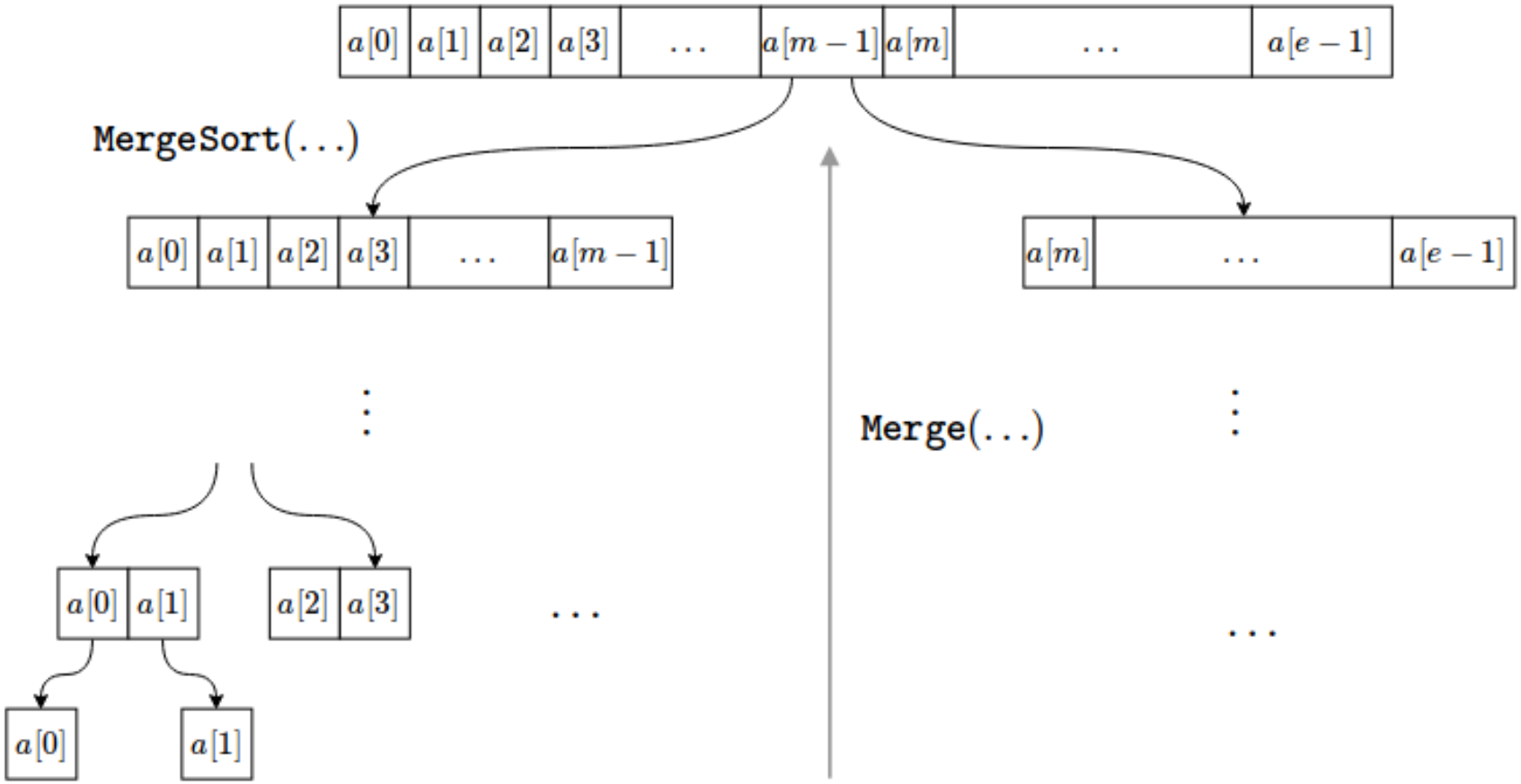
Рекурсивный переход: Когда a состоит из двух элементов, то обе его части отсортированы (начальное условие).
Следовательно, рекурсивно разбивая массив на части до единичных элементов, можно отсортировать массив, применяя процедуру слияния для каждого этапа разбиения.

Fuction MergeSort(a : массив, $begin$: начало, end : конец):

```
if (end − begin) ≠ 1 then
    mid = ⌊(begin+end)/2⌋
    MergeSort (a, begin, mid)
    MergeSort (a, mid, end)
    Merge (a, begin, mid, end)
end
```

Сложность: Временная $\Theta(N \log_2 N)$, *пространственная* (память): $\Theta(N)$.

Иллюстрация сортировки слиянием



Другие виды сортировок

1. **Быстрая сортировка***: Временная сложность $O(N \log_2 N)$ (в среднем), память - *in-place*;
2. **Пирамидальная сортировка**: Временная сложность $O(N \log_2 N)$, память - *in-place* (основана на структуре данных - пирамида);
3. **Подсчётом**: Временная сложность $\Theta(k)$, где k - максимально возможное значение элемента, память - $\Theta(k)$;
4. **Сортровка пузырьком**: Временная сложность $O(N^2)$, память - *in-place*.

Задания

В файле проекта `Sort/source/main.c`

1. Реализовать сортировку вставками (3 процедуры);
2. Реализовать сортировку слиянием (2 процедуры).

Замечание: Для сборки используйте те же команды, что и для прокетов `Convolution` и `Search`. Для проверки результатов воспользуйтесь функцией `printf(...)`.

Спасибо за внимание!