绪论

迭代与递归：减而治之

让最后一个数结束这些争吵...
否则我就利用你留给我的权限
像一根一根扯马尾鬃一般
一一删去个位数直至啥也看不见
您也会被我的推理逗着玩

虽我之死，有子存焉；子又生孙，孙又生子；子又有子，子又有孙；子子孙孙无穷匮也，而山不加增，何苦而不平？

邓俊辉
deng@tsinghua.edu.cn

Sum：计算任意n个整数之和

//直觉：逐一取出每个元素，累加之

```
int SumI( int A[], int n ) {
   int sum = 0; //O(1)
   for ( int i = 0; i < n; i++ ) //O(n)
      sum += A[i]; //O(1)
   return sum; //O(1)
}
```

❖ 时间复杂度

$$T(n) = 1 + n \cdot 1 + 1 = n + 2$$
$$= \mathcal{O}(n) = \Omega(n) = \Theta(n)$$

❖ 空间呢?

❖ 首先，何谓“空间复杂度”？

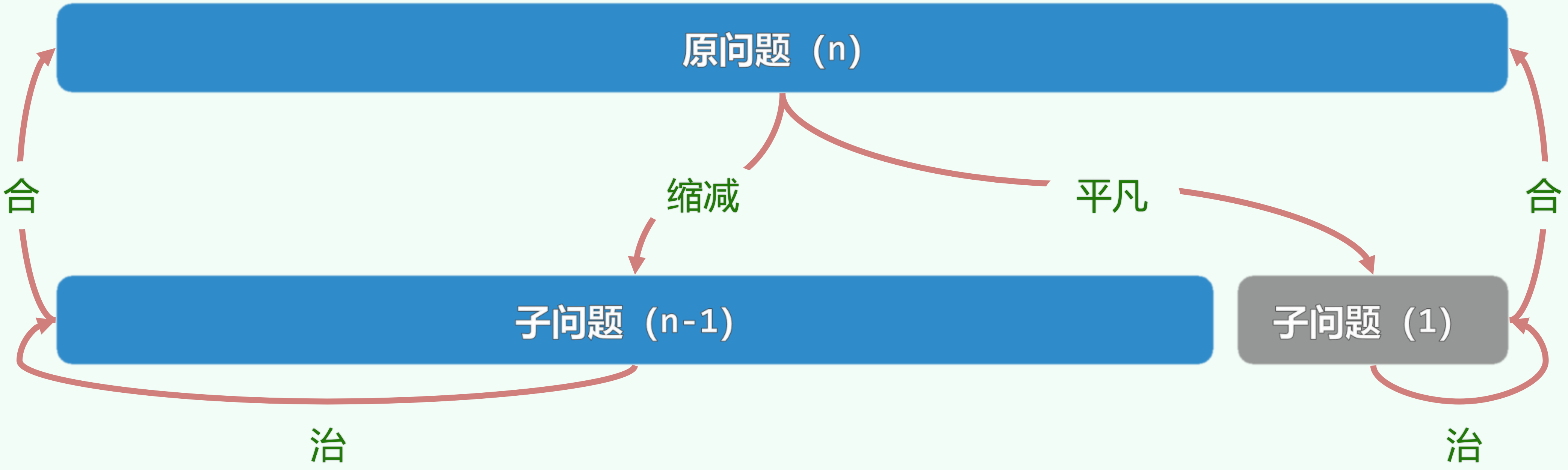
- 除却**输入**数据，算法

  在执行过程中所使用的空间量

- **重复**使用者，只计一次

- 通常**不超过**时间复杂度

Decrease-and-conquer



❖ **为求解一个大规模的问题，可以**

- **将其划分为两个子问题：其一平凡，另一规模缩减** //单调性
- **分别求解子问题；再由子问题的解，得到原问题的解**

Linear Recursion: Tracing

```
sum( int A[], int n )
{  return  n < 1  ?  0 : sum(A, n - 1) + A[n - 1];  }
```

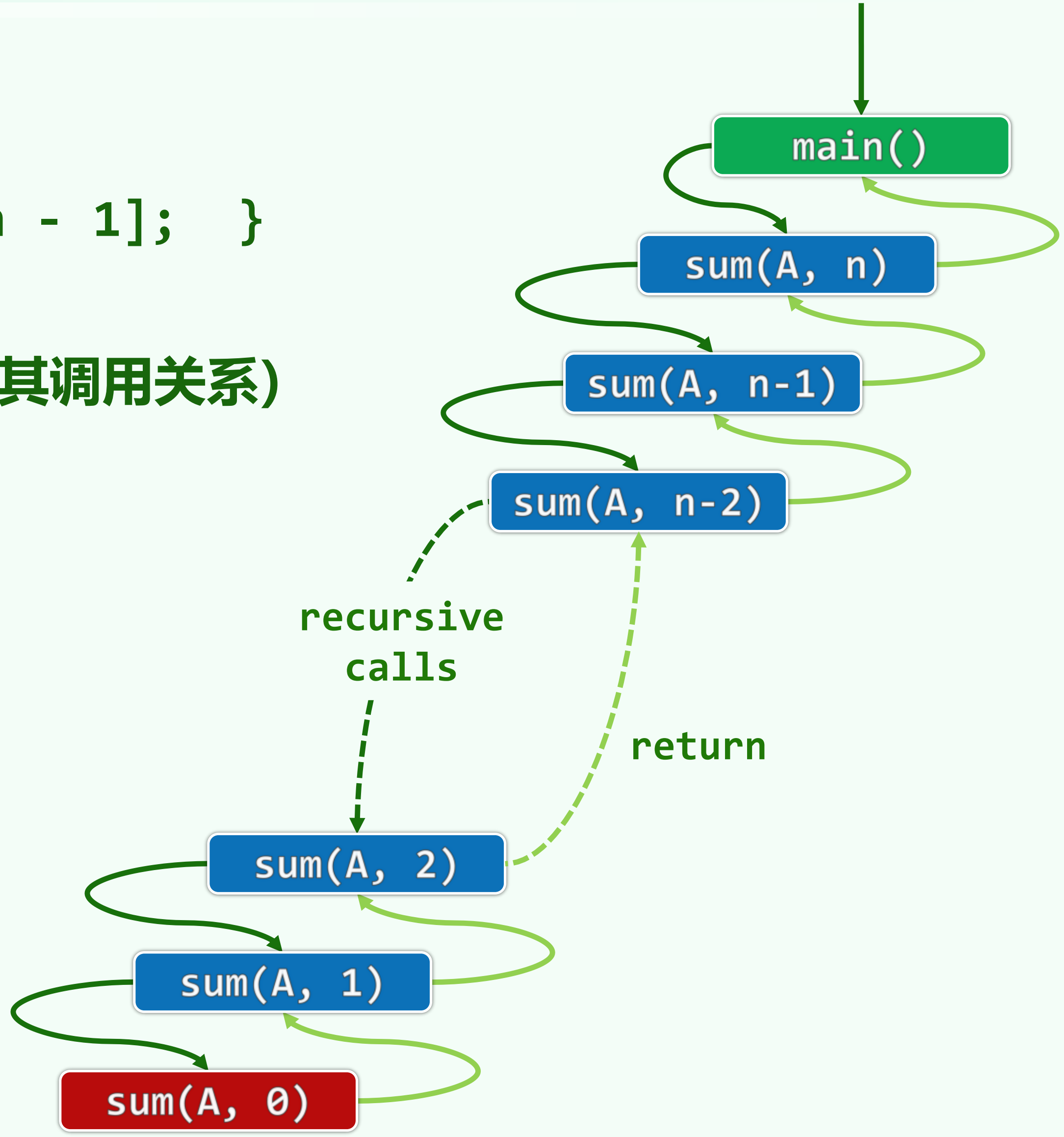
❖ 递归跟踪：绘出计算过程中出现过的所有递归实例（及其调用关系）

- 它们各自所需时间之总和，即为整体运行时间
- （调用操作本身的成本，如何处理？）

❖ 本例中，共计n+1个递归实例，各自只需$\mathcal{O}(1)$时间

故总体运行时间为：$T(n) = \mathcal{O}(1) \times (n+1) = \mathcal{O}(n)$

❖ 空间复杂度呢？



Linear Recursion: Recurrence

❖ 对于大规模的问题、复杂的递归算法，递归跟踪不再适用

此时可采用另一**抽象**的方法...

❖ 从递推的角度看，为求解规模为n的问题sum(A, **n**)，需 //T(n)

- 递归求解规模为n-1的问题sum(A, **n-1**)，再 //T(n-1)
- 累加上A[**n-1**] //$\mathcal{O}(1)$

❖ 递推方程： $T(n) = T(n-1) + \mathcal{O}(1)$ //recurrence

$T(0) = \mathcal{O}(1)$ //base: sum(A, 0)

❖ 求解： $T(n) = T(n-2) + \mathcal{O}(2) = T(n-3) + \mathcal{O}(3) = \ldots = T(0) + \mathcal{O}(n) = \mathcal{O}(n)$

Reverse：将数组前后颠倒

❖ 减而治之

❖
```
void reverse( int * A, int n ) {
    if ( n < 2 ) return;
    swap( A[0], A[n - 1] );
    reverse( A + 1, n - 2 );
}
```

❖ 线性递归：$\mathcal{O}(n)$

❖ 稍后：尾递归 ~ 迭代化