字符串乘法计算

通知： **数据结构精品课 V1.7 持续更新中；第九期打卡挑战 开始报名；B 站可查看核心算法框架系列视频。**

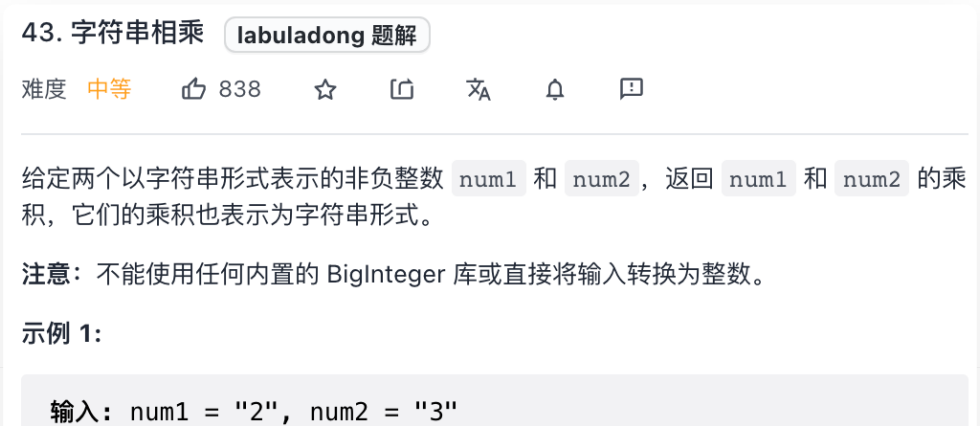
读完本文，你不仅学会了算法套路，还可以顺便解决如下题目：

牛客	LeetCode	力扣	难度
-	43. Multiply Strings	43. 字符串相乘	🟠

——————

对于比较小的数字，做运算可以直接使用编程语言提供的运算符，但是如果相乘的两个因数非常大，语言提供的数据类型可能就会溢出。一种替代方案就是，运算数以字符串的形式输入，然后模仿我们小学学习的乘法算术过程计算出结果，并且也用字符串表示。

看下力扣第 43 题「字符串相乘」：



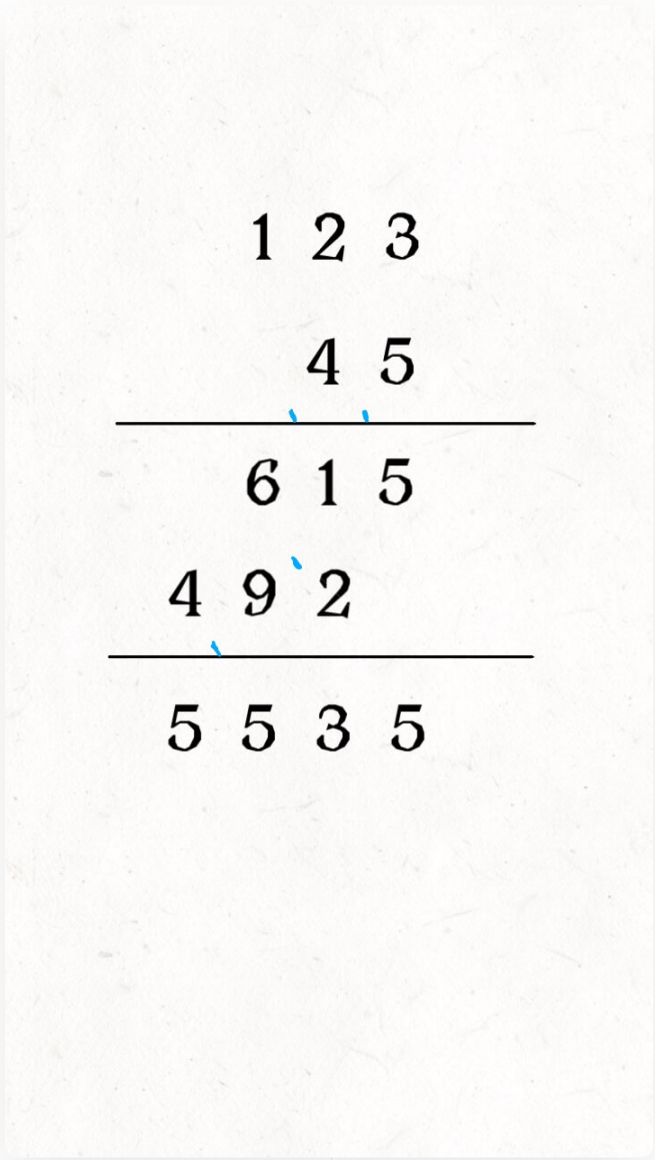
```
输出："6"
```

示例 2：

```
输入：num1 = "123", num2 = "456"
输出："56088"
```

需要注意的是，`num1` 和 `num2` 可以非常长，所以不可以把他们直接转成整型然后运算，唯一的思路就是模仿我们手算乘法。

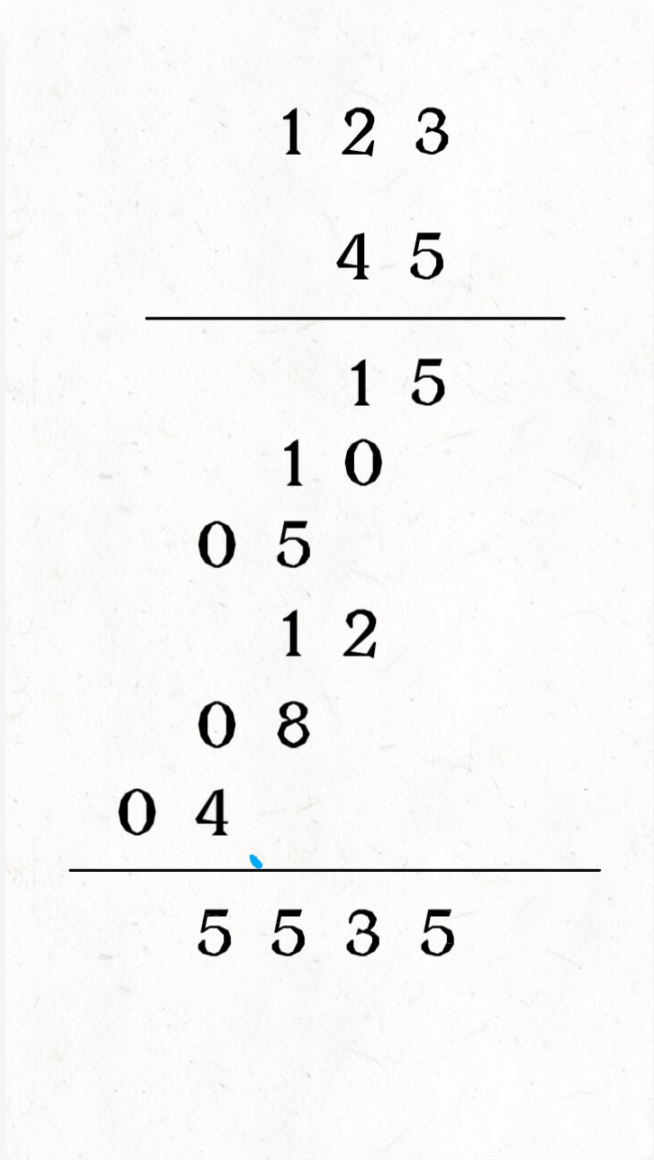
比如说我们手算 `123 × 45`，应该会这样计算：



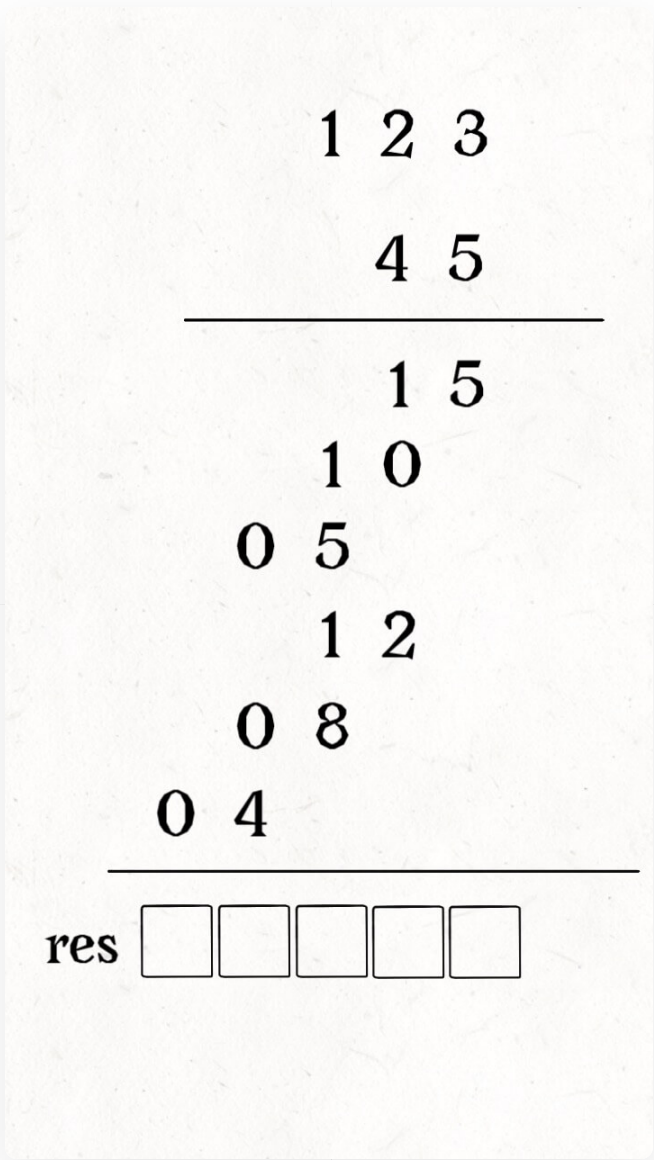
计算 `123 × 5`，再计算 `123 × 4`，最后错一位相加。这个流程恐怕小学生都可以熟练完成，但是你是否能**把这个运算过程进一步机械化**，写成一套算法指令让没有任何智商的计算机来执行呢？

你看这个简单过程，其中涉及乘法进位，涉及错位相加，还涉及加法进位；而且还有一些不易察觉的问题，比如说两位数乘以两位数，结果可能是四位数，也可能是三位数，你怎么想出一个标准化的处理方式？这就是算法的魅力，如果没有计算机思维，简单的问题可能都没办法自动化处理。

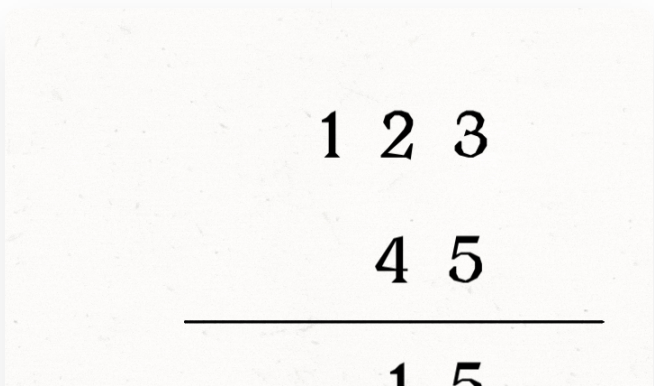
首先，我们这种手算方式还是太「高级」了，我们要再「低级」一点，`123 × 5` 和 `123 × 4` 的过程还可以进一步分解，最后再相加：

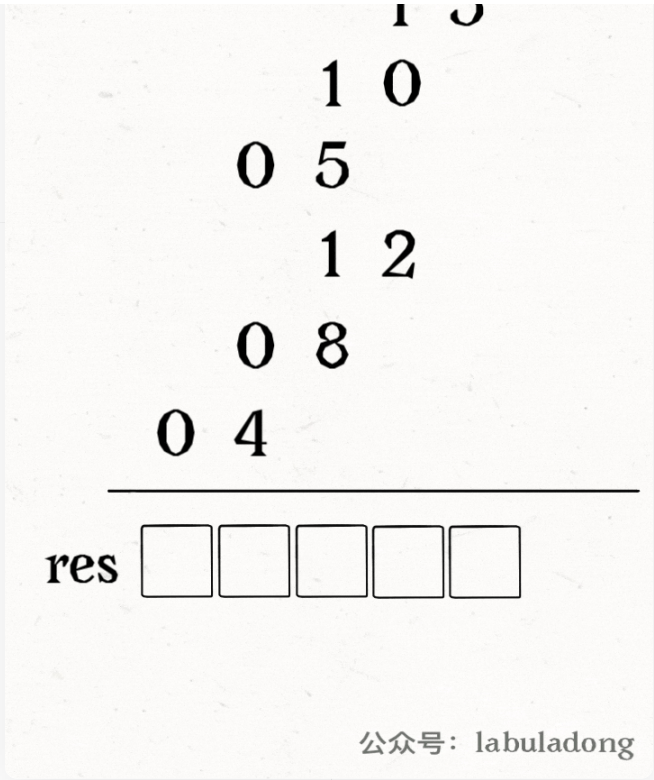


现在 `123` 并不大，如果是个很大的数字的话，是无法直接计算乘积的。我们可以用一个数组在底下接收相加结果：



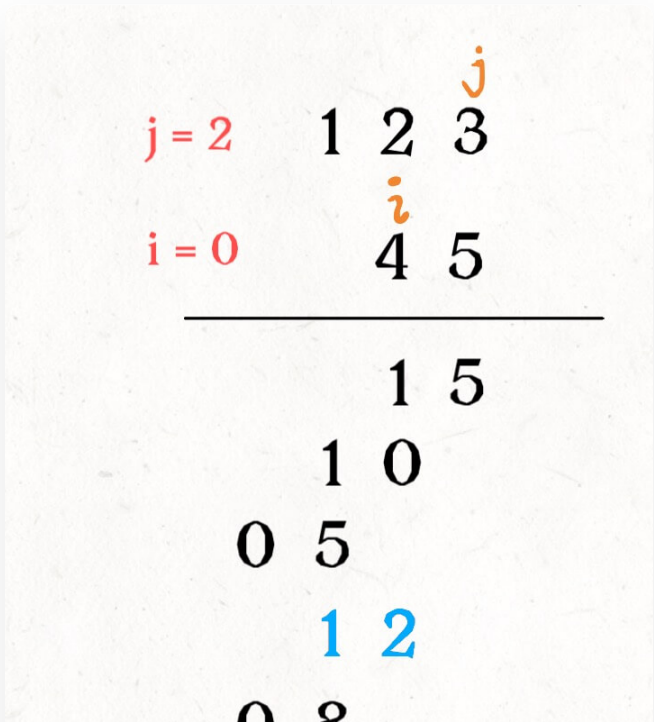
整个计算过程大概是这样，**有两个指针 `i, j` 在 `num1` 和 `num2` 上游走，计算乘积，同时将乘积叠加到 `res` 的正确位置**，如下 GIF 图所示：

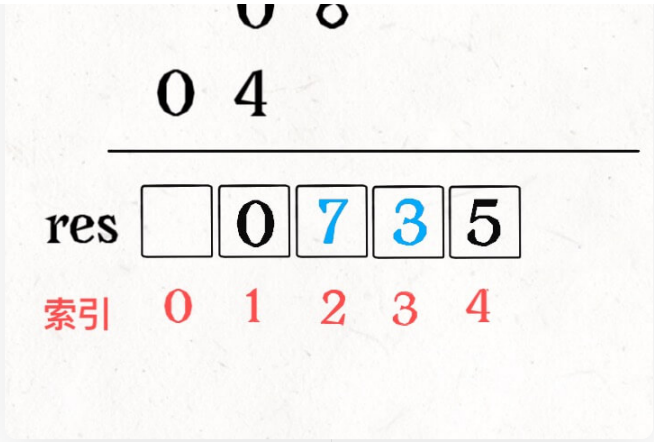




现在还有一个关键问题，如何将乘积叠加到 `res` 的正确位置，或者说，如何通过 `i，j` 计算 `res` 的对应索引呢？

其实，细心观察之后就发现，**`num1[i]` 和 `num2[j]` 的乘积对应的就是 `res[i+j]` 和 `res[i+j+1]` 这两个位置**。





明白了这一点，就可以用代码模仿出这个计算过程了：

```
string multiply(string num1, string num2) {
    int m = num1.size(), n = num2.size();
    // 结果最多为 m + n 位数
    vector<int> res(m + n, 0);
    // 从个位数开始逐位相乘
    for (int i = m - 1; i >= 0; i--)
        for (int j = n - 1; j >= 0; j--) {
            int mul = (num1[i]-'0') * (num2[j]-'0');
            // 乘积在 res 对应的索引位置
            int p1 = i + j, p2 = i + j + 1;
            // 叠加到 res 上
            int sum = mul + res[p2];
            res[p2] = sum % 10;
            res[p1] += sum / 10;
        }
    // 结果前缀可能存的 0（未使用的位）
    int i = 0;
    while (i < res.size() && res[i] == 0)
        i++;
    // 将计算结果转化成字符串
    string str;
    for (; i < res.size(); i++)
        str.push_back('0' + res[i]);

    return str.size() == 0 ? "0" : str;
}
```

至此，字符串乘法算法就完成了。

总结一下，我们习以为常的一些思维方式，在计算机看来是非常难以做到的。比如说我们习惯的算术流程并不复杂，但是如果让你再进一步，翻译成代码逻辑，并不简单。算法需要将计算流程再简化，通过边算边叠加的方式来得到结果。

俗话教育我们，不要陷入思维定式，不要程序化，要发散思维，要创新。但我觉得程序化并不是坏事，可以大幅提高效率，减小失误率。算法不就是一套程序化的思维吗，只有程序化才能让计算机帮助我们解决复杂问题呀！

也许算法就是一种**寻找思维定式的思维**吧，希望本文对你有帮助。

- - - - - - - - - - - - - -