142-环形链表

题述

142. 环形链表 II

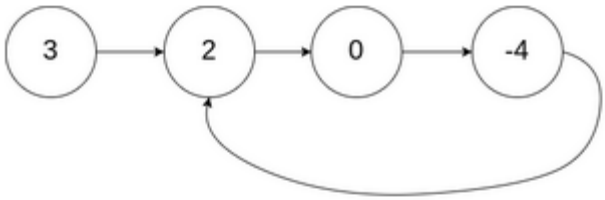
难度 中等 1303

给定一个链表，返回链表开始入环的第一个节点。 如果链表无环，则返回 `null`。

如果链表中有某个节点，可以通过连续跟踪 `next` 指针再次到达，则链表中存在环。 为了表示给定链表中的环，评测系统内部使用整数 `pos` 来表示链表尾连接到链表中的位置（索引从 0 开始）。如果 `pos` 是 `-1`，则在该链表中没有环。**注意：`pos` 不作为参数进行传递**，仅仅是为了标识链表的实际情况。

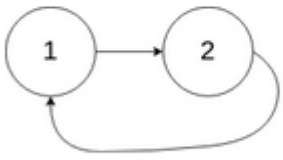
不允许修改 链表。

示例 1：



输入： head = [3,2,0,-4], pos = 1
输出： 返回索引为 1 的链表节点
解释： 链表中有一个环，其尾部连接到第二个节点。

示例 2：



输入： head = [1,2], pos = 0
输出： 返回索引为 0 的链表节点
解释： 链表中有一个环，其尾部连接到第一个节点。

思考

这道题目，不仅考察对链表的操作，而且还需要一些数学运算。

主要考察两知识点：

- 判断链表是否环

- 如果有环，如何找到这个环的入口

判断链表是否有环

可以使用快慢指针法，分别定义 fast 和 slow 指针，从头结点出发，fast指针每次移动两个节点，slow指针每次移动一个节点，如果 fast 和 slow指针在途中相遇 ，说明这个链表有环。

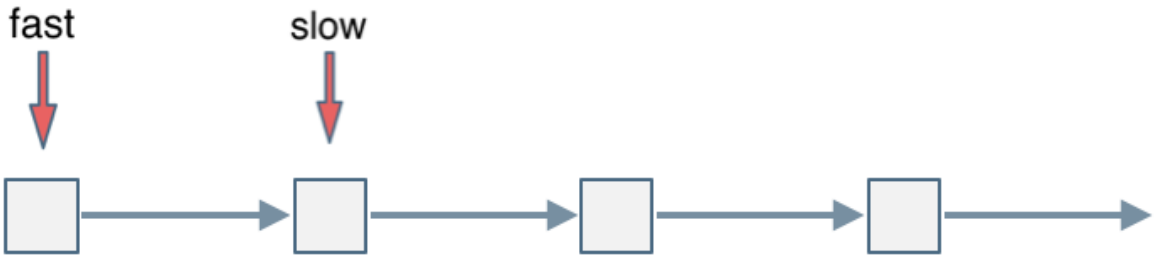
为什么fast 走两个节点，slow走一个节点，有环的话，一定会在环内相遇呢，而不是永远的错开呢

首先第一点：**fast指针一定先进入环中，如果fast指针和slow指针相遇的话，一定是在环中相遇，这是毋庸置疑的。**

那么来看一下，**为什么fast指针和slow指针一定会相遇呢?**

可以画一个环，然后让 fast指针在任意一个节点开始追赶slow指针。

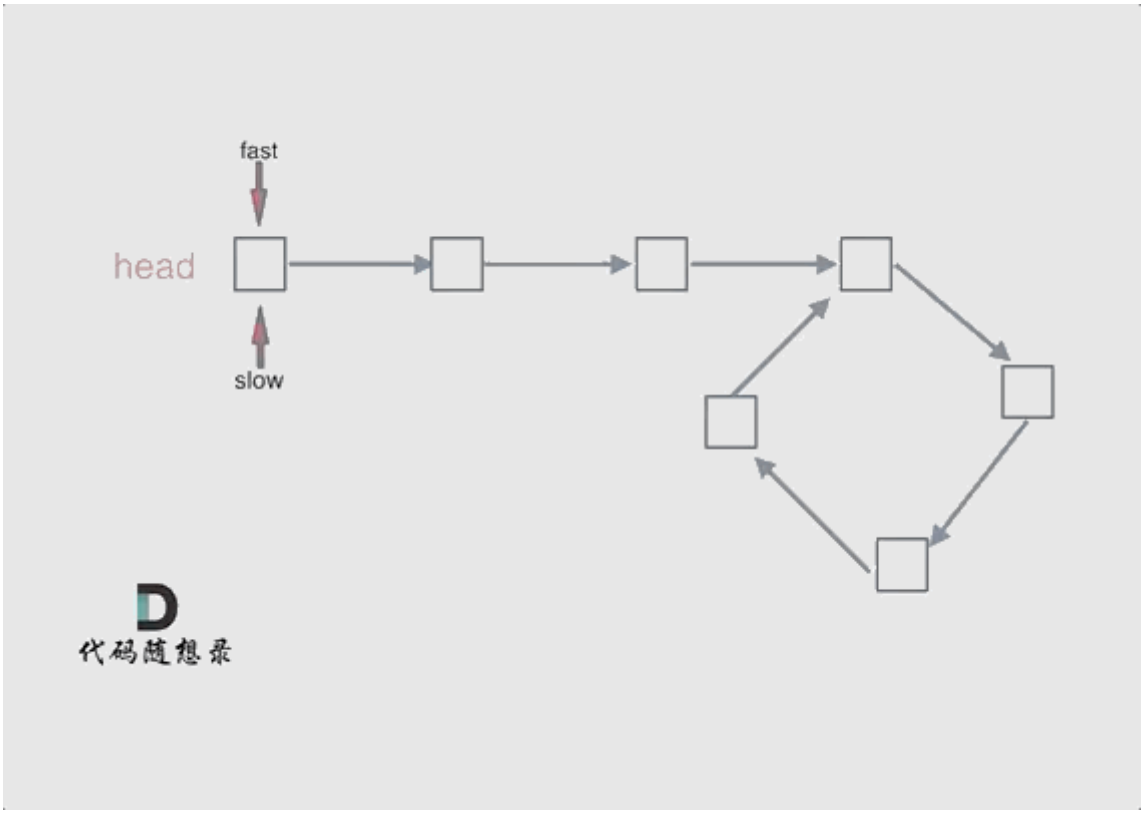
会发现最终都是这种情况， 如下图：



fast和slow各自再走一步， fast和slow就相遇了

这是因为fast是走两步，slow是走一步，**其实相对于slow来说，fast是一个节点一个节点的靠近slow的**，所以fast一定可以和slow重合。

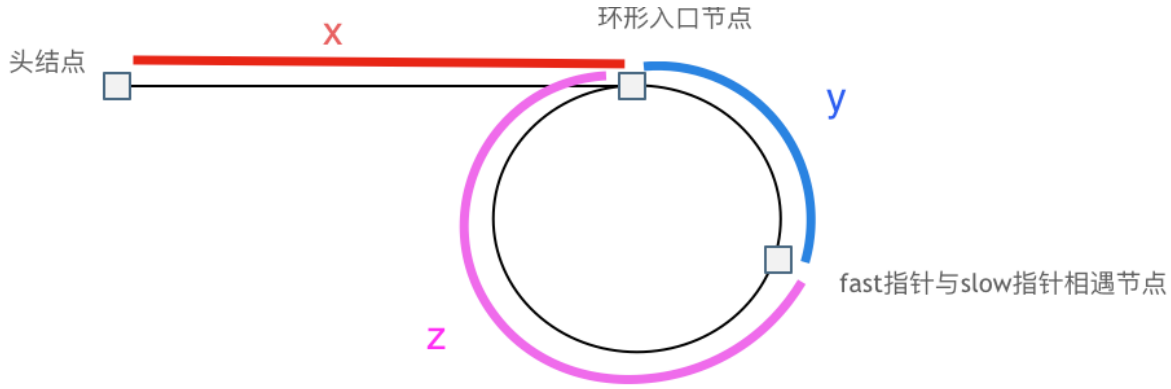
动画如下：



如果有环，如何找到这个环的入口

此时已经可以判断链表是否有环了，那么接下来要找这个环的入口了。

假设从头结点到环形入口节点 的节点数为x。 环形入口节点到 fast指针与slow指针相遇节点 节点数为y。 从相遇节点 再到环形入口节点节点数为 z。 如图所示：



那么相遇时： slow指针走过的节点数为: `x + y`， fast指针走过的节点数：`x + y + n (y + z)`，n为fast指针在环内走了n圈才遇到slow指针， （y+z）为 一圈内节点的个数A。

因为fast指针是一步走两个节点，slow指针一步走一个节点， 所以 fast指针走过的节点数 = slow指针走过的节点数 * 2：

```
(x + y) * 2 = x + y + n (y + z)
```

两边消掉一个（x+y）：`x + y = n (y + z)`

因为要找环形的入口，那么要求的是x，因为x表示 头结点到 环形入口节点的的距离。

所以要求x ，将x单独放在左面：`x = n (y + z) - y`，

再从n(y+z)中提出一个 （y+z）来，整理公式之后为如下公式：`x = (n - 1) (y + z) + z` 注意这里n一定是大于等于1的，因为 fast指针至少要多走一圈才能相遇slow指针。

这个公式说明什么呢?

先拿n为1的情况来举例，意味着fast指针在环形里转了一圈之后，就遇到了 slow指针了。

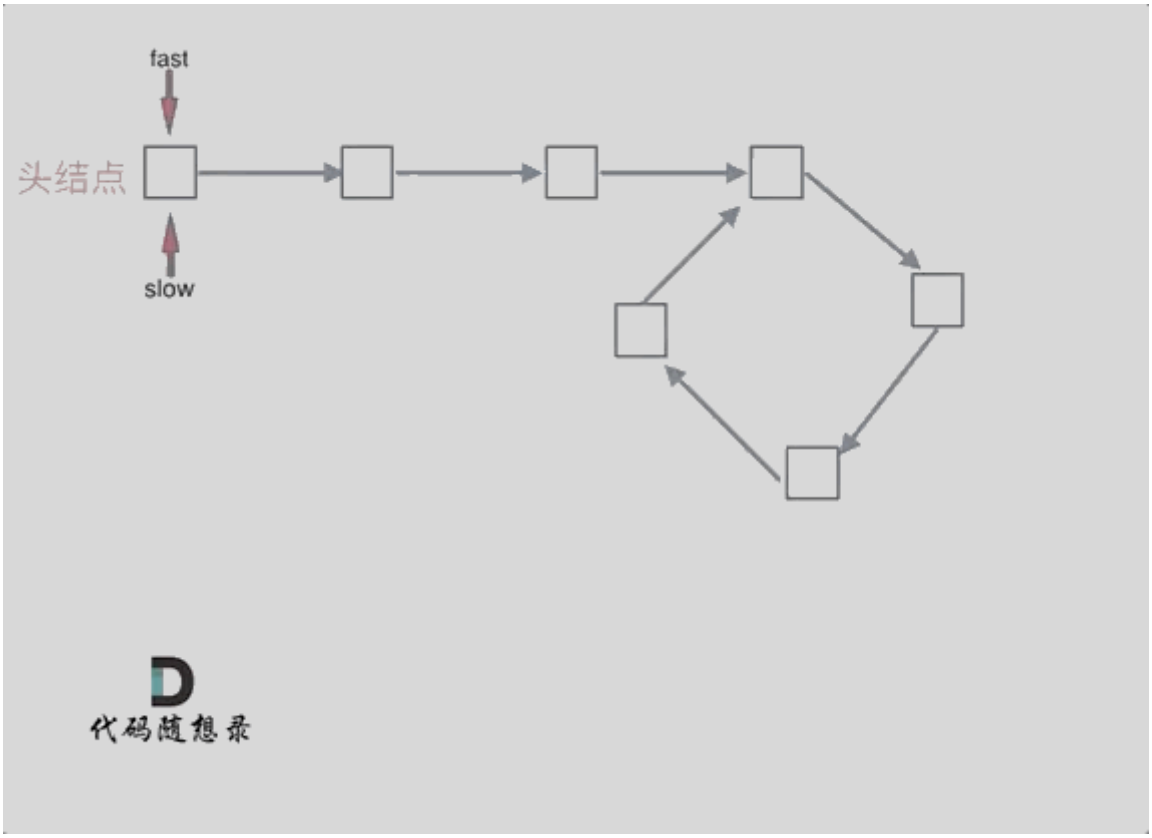
当 n为1的时候，公式就化解为 `x = z`，

这就意味着，**从头结点出发一个指针，从相遇节点 也出发一个指针，这两个指针每次只走一个节点， 那么当这两个指针相遇的时候就是 环形入口的节点。**

也就是在相遇节点处，定义一个指针index1，在头结点处定一个指针index2。

让index1和index2同时移动，每次移动一个节点， 那么他们相遇的地方就是 环形入口的节点。

动画如下：



那么 n如果大于1是什么情况呢，就是fast指针在环形转n圈之后才遇到 slow指针。

其实这种情况和n为1的时候 效果是一样的，一样可以通过这个方法找到 环形的入口节点，只不过，index1 指针在环里 多转了(n-1)圈，然后再遇到index2，相遇点依然是环形的入口节点。

题解

```
/**
 * Definition for singly-linked list.
 * struct ListNode {
 *     int val;
 *     ListNode *next;
 *     ListNode(int x) : val(x), next(NULL) {}
 * };
 */
class Solution {
public:
    ListNode *detectCycle(ListNode *head)
    {
        //题目不允许修改原链表
        //使用双指针法
        ListNode* fast=head;
        ListNode* slow=head;
        while(fast!=nullptr && fast->next!=nullptr)
        {
            slow=slow->next;
            fast=fast->next->next;

            //若快慢指针相遇 此时从head和相遇点开始，同时查找直至下次相遇
            if(slow==fast)
            {
                ListNode* index1=fast;
                ListNode* index2=head;
                while(index1!=index2)
```

```
                {
                    index1=index1->next;
                    index2=index2->next;
                }
                return index2;  //返回环的入口
            }
        }
        return nullptr;
    }
};
```

总结

双指针法太重要了！