3.列表

（a）接口与实现

Don't lose the link.

- Robin Milner

邓俊辉

deng@tsinghua.edu.cn

从静态到动态

❖ 根据是否修改数据结构，所有操作大致分为两类方式

1） 静态： 仅读取，数据结构的内容及组成一般不变：get、search

2） 动态： 需写入，数据结构的局部或整体将改变：insert、remove

❖ 与操作方式相对应地，数据元素的存储与组织方式也分为两种

1） 静态： 数据空间整体创建或销毁

数据元素的物理存储次序与其逻辑次序严格一致

可支持高效的静态操作

比如向量，元素的物理地址与其逻辑次序线性对应

2） 动态： 为各数据元素动态地分配和回收的物理空间

逻辑上相邻的元素记录彼此的物理地址，在逻辑上形成一个整体

可支持高效的动态操作

从向量到列表

❖ 列表（list）是采用动态储存策略的典型结构

其中的元素称作节点（node）

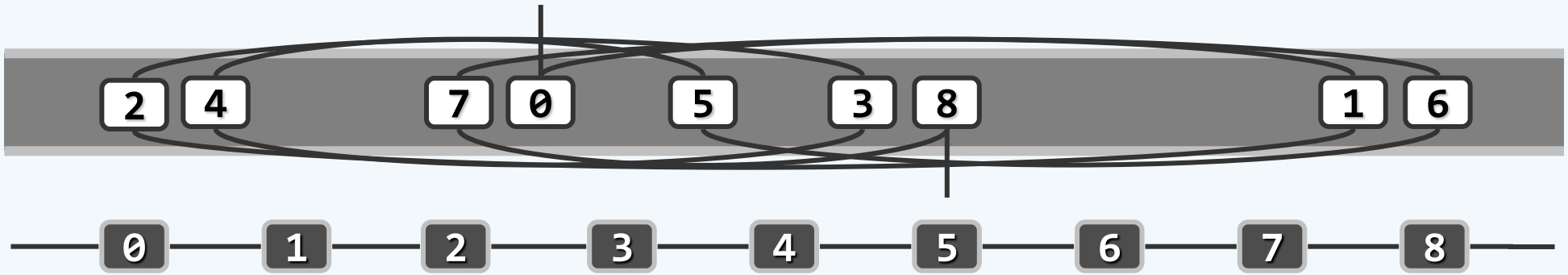
各节点通过指针或引用彼此联接，在逻辑上构成一个线性序列

$L = \{ a_0, a_1, \ldots, a_{n-1} \}$

❖ 相邻节点彼此互称前驱（predecessor）或后继（successor）

前驱或后继若存在，则必然唯一

没有前驱/后继的唯一节点称作首（first/front）/末（last/rear）节点



从秩到位置

- 向量支持循秩访问（call-by-rank）的方式

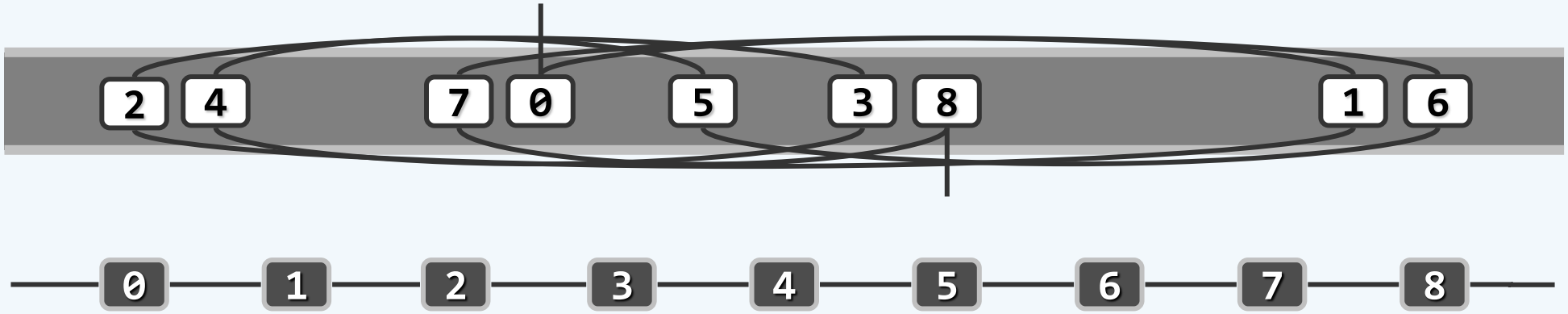
  根据数据元素的秩，可在$O(1)$时间内直接确定其物理地址

  V[i]的物理地址 = V + i × s，s为单个单元占用的空间量

- 比喻： 假设沿北京市海淀区的街道V，各住户的地理间距均为s

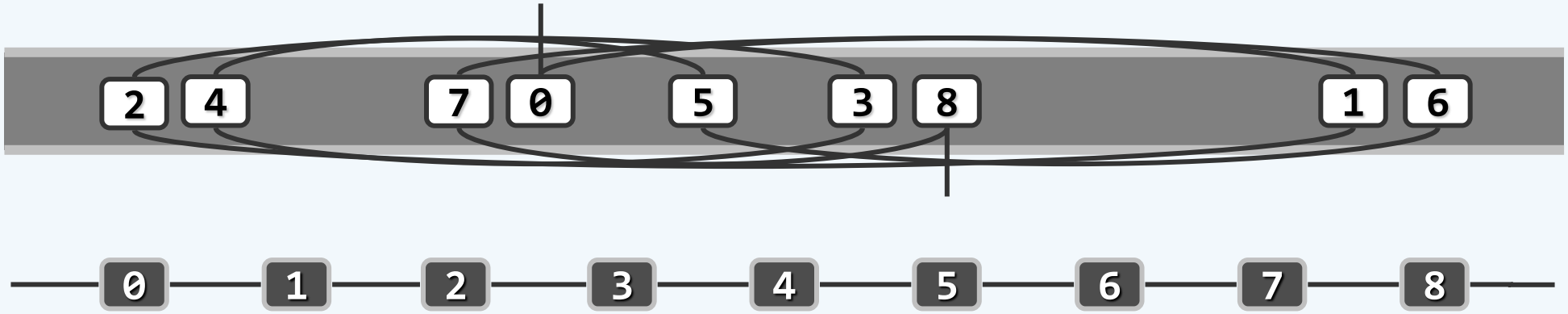
  则对于门牌号为i的住户，地理位置 = V + i × s

- 这种高效的方式，可否被列表沿用？



从秩到位置

- 既然同属线性序列，列表固然也可通过秩来定位节点：从头/尾端出发，沿后继/前驱引用...
- 然而，此时的循秩访问成本过高，已不合时宜　　//List::operator[](Rank r)，下节详解
  //兼顾两种访问方式的skiplist，第九章
- 因此，应改用循位置访问（call-by-position）的方式
  亦即，应转而利用节点之间的相互引用，找到特定的节点
- 比喻：找到 我的朋友A 的亲戚B 的同事C 的战友D ... 的同学Z

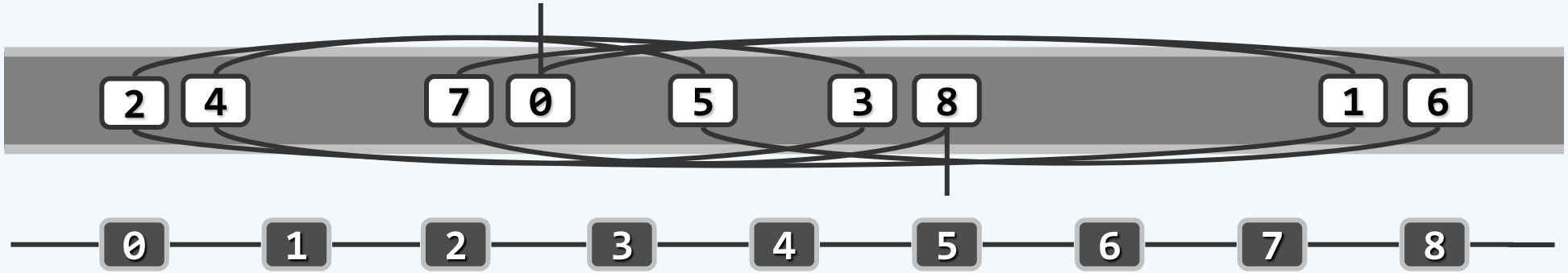


列表节点：ADT接口

❖ 作为列表的基本元素，列表节点首先需要独立地“封装”实现

为此，可设置并约定若干基本的操作接口

操作	功能
pred()	当前节点前驱节点的位置
succ()	当前节点后继节点的位置
data()	当前节点所存数据对象
insertAsPred(e)	插入前驱节点，存入被引用对象e，返回新节点位置
insertAsSucc(e)	插入后继节点，存入被引用对象e，返回新节点位置



列表节点：ListNode模板类

❖ #define Posi(T) ListNode<T>* //列表节点位置（ISO C++.0x, template alias）

❖ template <typename T> //简洁起见，完全开放而不再过度封装

```
struct ListNode { //列表节点模板类（以双向链表形式实现）
   T data; //数值
   Posi(T) pred; //前驱
   Posi(T) succ; //后继
   ListNode() {} //针对header和trailer的构造
   ListNode(T e, Posi(T) p = NULL, Posi(T) s = NULL)
      : data(e), pred(p), succ(s) {} //默认构造器
   Posi(T) insertAsPred(T const& e); //前插入
   Posi(T) insertAsSucc(T const& e); //后插入
};
```

列表：ADT接口

操作接口	功能	适用对象
size()	报告列表当前的规模（节点总数）	列表
first(), last()	返回首、末节点的位置	列表
insertAsFirst(e), insertAsLast(e)	将e当作首、末节点插入	列表
insertA(p, e), insertB(p, e)	将e当作节点p的直接后继、前驱插入	列表
remove(p)	删除位置p处的节点，返回其引用	列表
disordered()	判断所有节点是否已按非降序排列	列表
sort()	调整各节点的位置，使之按非降序排列	列表
find(e)	查找目标元素e，失败时返回NULL	列表
search(e)	查找e，返回不大于e且秩最大的节点	有序列表
deduplicate(), uniquify()	剔除重复节点	列表/有序列表
traverse()	遍历列表	列表

列表：List模板类

```
#include "listNode.h" //引入列表节点类

template <typename T> class List { //列表模板类
   private:   int _size; //规模
              Posi(T) header; Posi(T) trailer; //头、尾哨兵
   protected: /* ... 内部函数 */
   public:    /* ... 构造函数、析构函数、只读接口、可写接口、遍历接口 */
   };
```

- 等效地，头、首、末、尾节点的秩可分别理解为-1、0、n-1、n

构造

```
❖template <typename T> void List<T>::init() { //初始化，创建列表对象时统一调用
    header  = new ListNode<T>; //创建头哨兵节点
    trailer = new ListNode<T>; //创建尾哨兵节点
    header->succ = trailer; header->pred = NULL; //互联
    trailer->pred = header; trailer->succ = NULL; //互联
    _size = 0; //记录规模
}
```