3.列表

（b）无序列表

邓俊辉

deng@tsinghua.edu.cn

秩到位置

- 可否模仿向量的循秩访问方式？
- 可以，比如，通过重载下标操作符

```
template <typename T> //assert: 0 <= r < size
T List<T>::operator[](Rank r) const { //O(r)，效率低下，可偶尔为之，却不宜常用
   Posi(T) p = first(); //从首节点出发
   while (0 < r--) p = p->succ; //顺数第r个节点即是
   return p->data; //目标节点
} //任一节点的秩，亦即其前驱的总数
```

- 时间复杂度为O(r)，线性正比于待访问节点的秩

  以均匀分布为例，单次访问的期望复杂度为

  (1 + 2 + 3 + ... + n) / n = (n + 1) / 2 = O(n)

查找

❖ 在节点p（可能是trailer）的n个（真）前驱中，找到等于e的最后者

❖
```
template <typename T> //从外部调用时，0 <= n <= rank(p) < _size
Posi(T) List<T>::find(T const & e, int n, Posi(T) p) const { //顺序查找，O(n)
    while (0 < n--) //从右向左，逐个将p的前驱与e比对
        if ( e == ( p = p->pred )->data ) return p; //直至命中或范围越界
    return NULL; //若越出左边界，意味着查找失败
} //header的存在使得处理更为简洁
```

❖ 典型的调用模式：通过返回值判定

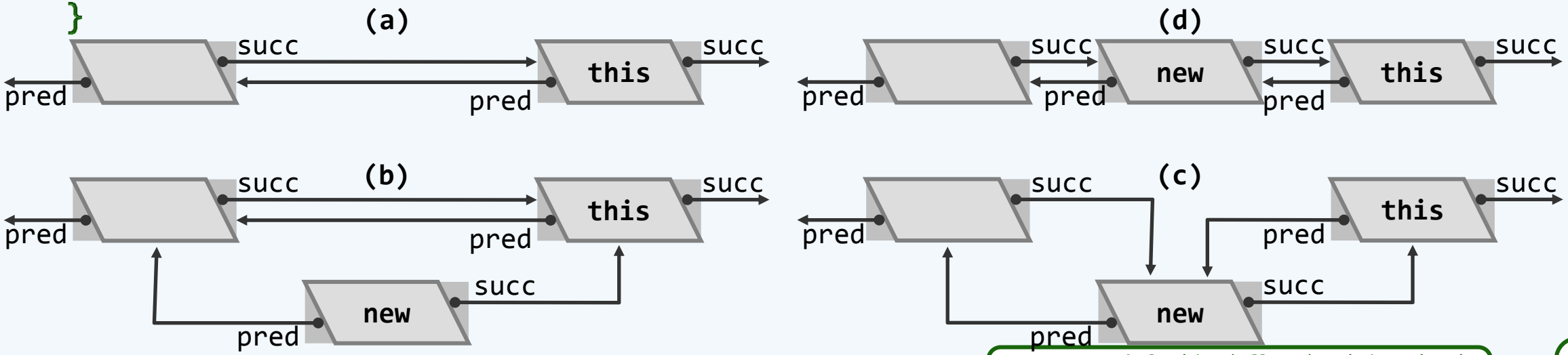
```
    x = L.find(e, n, p) ? cout << x->data : cout << "not found";
```

❖
```
Posi(T) find(T const & e) const //重载全局查找接口
    { return find(e, _size, trailer); } //从内部调用时，rank(trailer) == _size
```

插入

```
❖ template <typename T> Posi(T) List<T>::insertBefore(Posi(T) p, T const& e)
  {  _size++; return p->insertAsPred(e);  } //e当作p的前驱插入

❖ template <typename T> //前插入算法（后插入算法完全对称）
  Posi(T) ListNode<T>::insertAsPred(T const& e) { //O(1)
     Posi(T) x = new ListNode(e, pred, this); //创建（耗时100倍）
     pred->succ = x; pred = x; return x; //建立链接，返回新节点的位置
  }
```



基于复制的构造

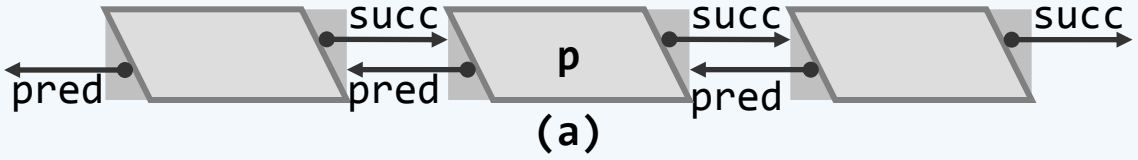
```
❖ template <typename T> //基本接口
  void List<T>::copyNodes(Posi(T) p, int n) { //O(n)
     init(); //创建头、尾哨兵节点并做初始化
     while (n--) //将起自p的n项依次作为末节点插入
        { insertAsLast(p->data); p = p->succ; }
  }
```

❖ 重载的接口

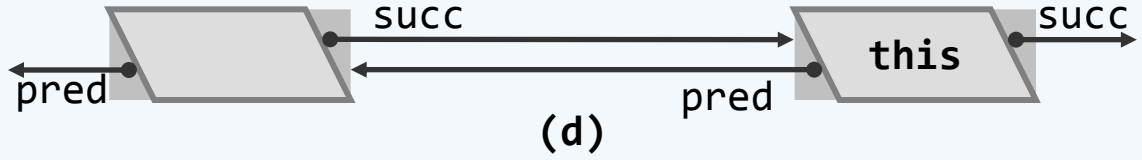
```
  List<T>::List(List<T> const& L) //O(_size)
     { copyNodes(L.first(), L._size); }
  List<T>::List(List<T> const& L, int r, int n) //O(r + n)
     { copyNodes(L[r], n); }
```

删除

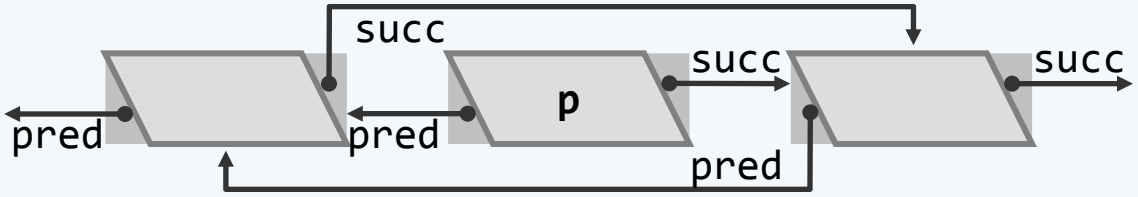
```
template <typename T> //删除合法位置p处节点，返回其数值
T List<T>::remove(Posi(T) p) { //O(1)
   T e = p->data; //备份待删除节点数值（设类型T可直接赋值）
   p->pred->succ = p->succ;
   p->succ->pred = p->pred;
   delete p; _size--; return e; //返回备份数值
}
```



(a)



(d)



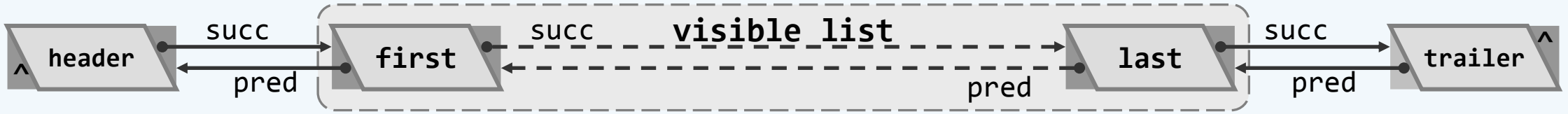
(b)

(c)

析构

```
template <typename T> List<T>::~List() //列表析构
{  clear(); delete header; delete trailer; } //清空列表，释放头、尾哨兵节点

template <typename T> int List<T>::clear() { //清空列表
   int oldSize = _size;
   while (0 < _size) //反复删除首节点，直至列表变空
      remove(header->succ);
   return oldSize;
} //O(n)，线性正比于列表规模
```



❖ 若remove(header->succ)改作remove(trailer->pred)呢？

唯一化

```
❖template <typename T> int List<T>::deduplicate() { //剔除无序列表中的重复节点
    if (_size < 2) return 0; //平凡列表自然无重复
    int oldSize = _size; //记录原规模
    Posi(T) p = first(); Rank r = 1; //p从首节点起
    while ( trailer != ( p = p->succ ) ) { //依次直到末节点
       Posi(T) q = find(p->data, r, p); //在p的r个（真）前驱中，查找与之雷同者
       q ? remove(q) : r++; //若的确存在，则删除之；否则秩递增——可否remove(p)？
    } //assert: 循环过程中的任意时刻，p的所有前驱互不相同
    return oldSize - _size; //列表规模变化量，即被删除元素总数
} //正确性及效率分析的方法与结论，与Vector::deduplicate()相同
```

遍历

```
template <typename T>
void List<T>::traverse(void (*visit)(T&)) { //函数指针
    Posi(T) p = header;
    while ((p = p->succ) != trailer) visit(p->data);
}
```

```
template <typename T>
template <typename VST>
void List<T>::traverse(VST& visit) { //函数对象
    Posi(T) p = header;
    while ((p = p->succ) != trailer) visit(p->data);
}
```