



运行时刻环境

Part2: 非局部名字的访问

李 诚

国家高性能计算中心(合肥)、信息与计算机国家级实验教学示范中心

计算机科学与技术学院

2023年11月27日

非局部名字访问



- ❑ 无过程嵌套 (C语言)
- ❑ 有过程嵌套 (Pascal语言)

□ 无过程嵌套时的数据访问

- 过程体中的非局部引用可以直接使用静态确定的地址（非局部数据此时就是全局数据）
- 局部变量在栈顶的活动记录中，可以通过 *base_sp* 指针来访问
- 无须深入栈中取数据，无须访问链
 - 因此，访问链是optional的

```
int a[11];
void readArray(){};
int partition(int m, int n){};
void quickSort(int m, int n){};
main(){
    readArray();
    a[0] = -9999;
    a[10] = 9999;
    quickSort(1,9);
}
```

□ 有过程嵌套的静态作用域

- PASCAL 中，如果过程 **A** 的声明中包含了过程 **B** 的声明，那么 **B** 可以使用在 **A** 中声明的变量
- 然而，当 **B** 的代码激活执行时，如何找到 **A** 的活动记录呢？
 - 这里需要建立访问链

```
void A() {  
    int x, y;  
    void B() {  
        int b;  
        x = b + y;  
    }  
    void C() { B(); }  
    C();  
    B();  
}
```

当 **A** 调用 **C**，**C** 又调用 **B** 时：

A 的活动记录
C 的活动记录
B 的活动记录

当 **A** 直接调用 **B** 时：

A 的活动记录
B 的活动记录

□ 有过程嵌套的静态作用域

sort
readarray
exchange
quicksort
partition

```
(1) program sort(input, output);  
(2)   var a:array[0..10] of integer;  
(3)   x::integer;  
(4)   procedure readArray;  
(5)     var i:integer  
(6)     begin...a...end{readArray};  
(7)   procedure exchange(i,j:integer);  
(8)     begin  
(9)       x:=a[i];a[i]:=a[j];a[j]:=x  
(10)    end{exchange};  
(11)  procedure quickSort(m,n:integer);  
(12)    var k,v:integer;  
(13)    function partition(y,z:integer):integer;  
(14)      var i,j:integer;  
(15)      begin    ...a...  
(16)                ...v...  
(17)                ...exchange(i,j);...  
(18)      end{partition};  
(19)    begin...end{quickSort};  
(20)  begin...end{sort}.
```

□ 有过程嵌套的静态作用域

- 过程嵌套深度：主程序为1，进入一个被包围的过程时加1
- 变量的嵌套深度：它的声明所在过程的嵌套深度作为该名字的嵌套深度

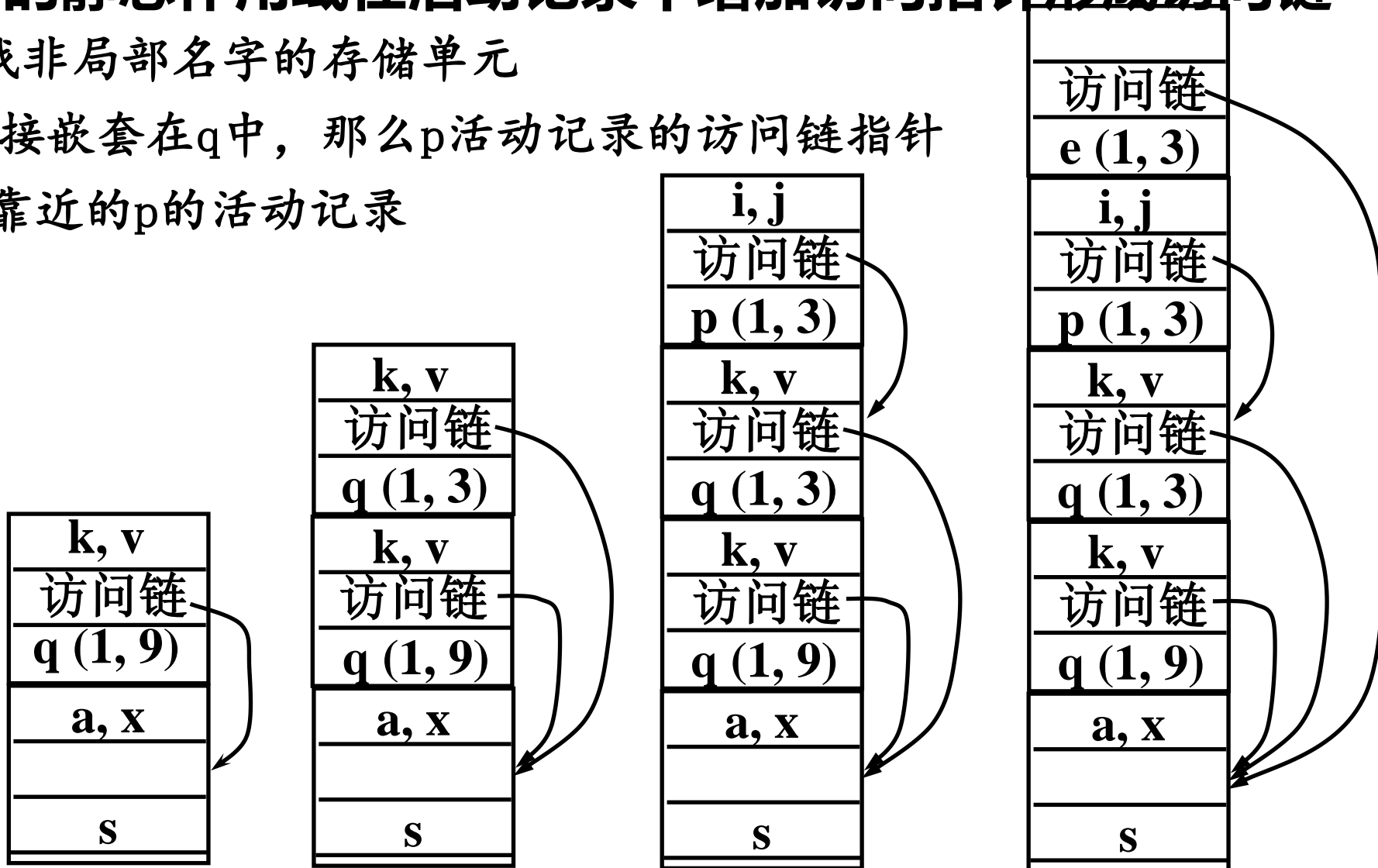
sort	1
 readarray	2
 exchange	2
 quicksort	2
partition	3

非局部名字的访问



过程嵌套的静态作用域在活动记录中增加访问指针形成访问链

- 用来寻找非局部名字的存储单元
- 假设p直接嵌套在q中，那么p活动记录的访问链指针指向最靠近的p的活动记录



非局部名字访问



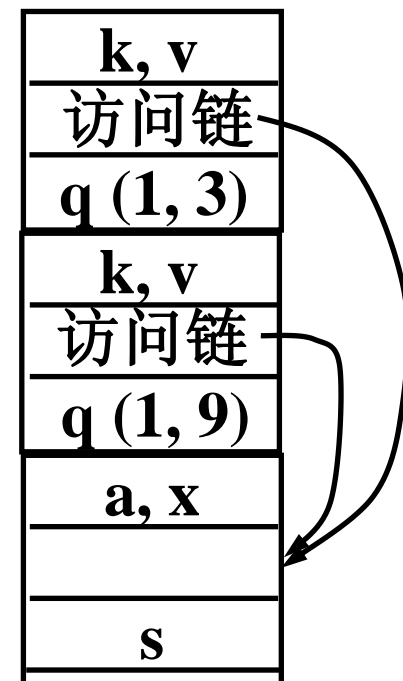
□ 两个关键问题需要解决:

- 通过访问链访问非局部引用
- 访问链的建立

访问非局部名字的存储单元

- 假定过程 p 的嵌套深度为 n_p ，它引用嵌套深度为 n_a 的变量 a ， $n_a \leq n_p$ ，如何访问 a 的存储单元？

sort	1
readarray	2
exchange	2
quicksort	2
partition	3

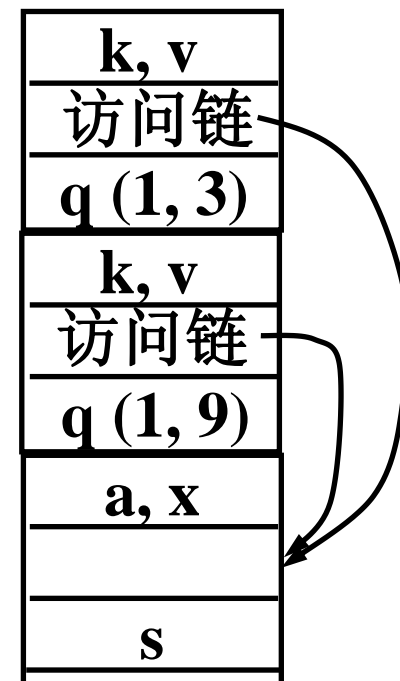


访问非局部名字的存储单元

■ 假定过程 p 的嵌套深度为 n_p ，它引用嵌套深度为 n_a 的变量 a ， $n_a \leq n_p$ ，如何访问 a 的存储单元？

- 从栈顶的活动记录开始，追踪访问链 $n_p - n_a$ 次
- 到达 a 的声明所在过程的活动记录
- 访问链的追踪可用间接操作完成

sort	1
readarray	2
exchange	2
quicksort	2
partition	3

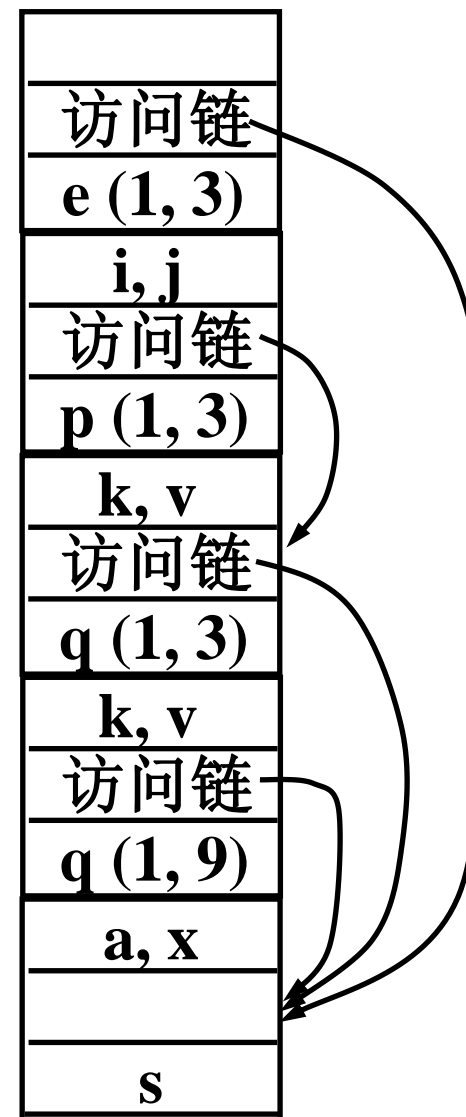
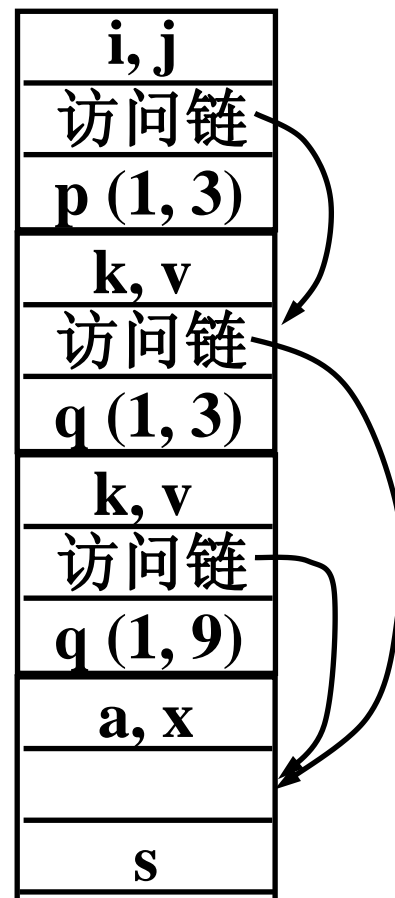
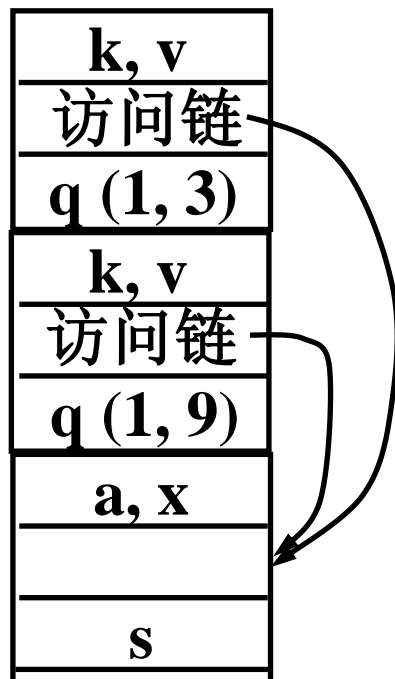
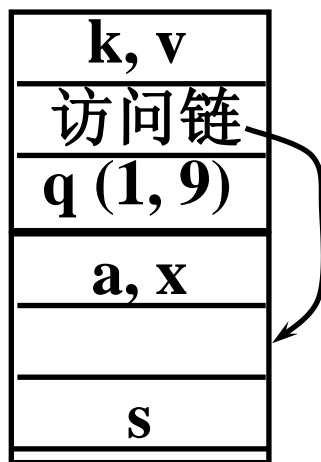


非局部名字的访问——举例



访问非局部名字的存储单元

sort 1
readarray 2
exchange 2
quicksort 2
partition 3



□ 建立访问链(过程调用序列代码的一部分)

■ 假定嵌套深度为 n_p 的过程 p 调用嵌套深度为 n_x 的过程 x

(1) $n_p < n_x$ 的情况

sort	1
readarray	2
exchange	2
quicksort	2
partition	3

这时 x 肯定就
声明在 p 中

建立访问链

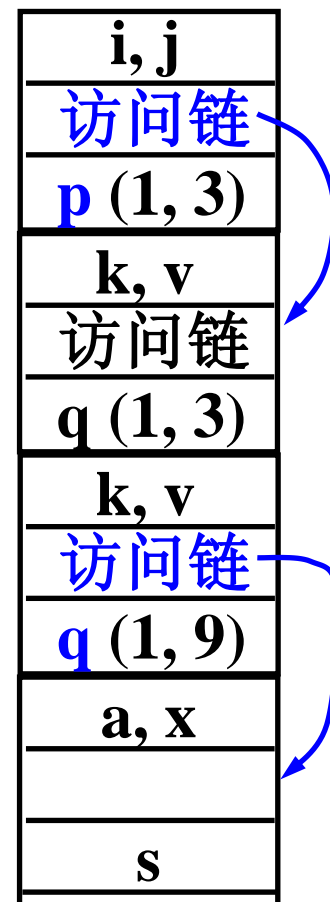
■ 假定嵌套深度为 n_p 的过程 p 调用嵌套深度为 n_x 的过程 x

(1) $n_p < n_x$ 的情况

■ 这时 x 肯定就声明在 p 中 (嵌套)

■ 被调用过程的访问链必须指向调用过程的活动记录 (次栈顶) 的访问链

■ `sort` 调用 `quicksort`、`quicksort` 调用 `partition`



□ 建立访问链

■ 假定嵌套深度为 n_p 的过程 p 调用嵌套深度为 n_x 的过程 x

(2) $n_p \geq n_x$ 的情况

sort	1
readarray	2
exchange	2
quicksort	2
partition	3

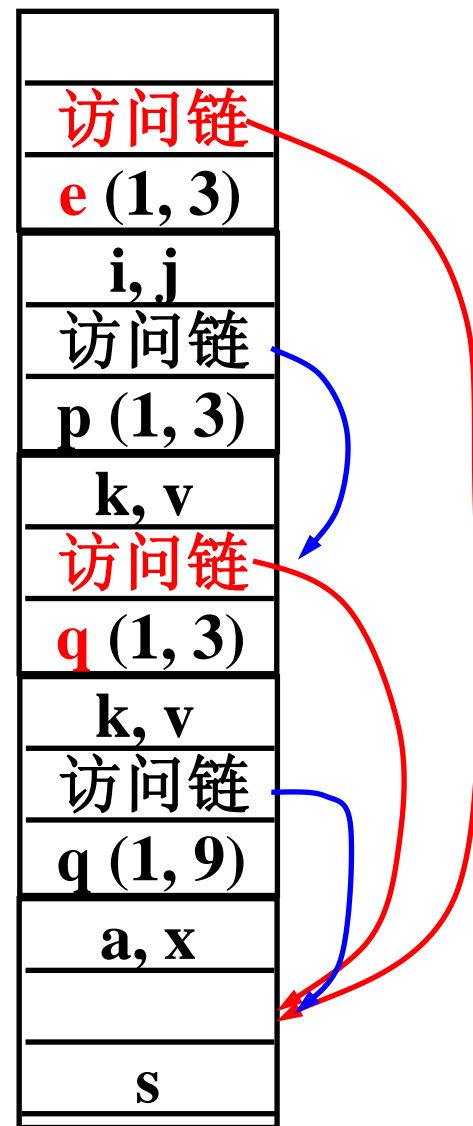
这时 p 和 x 的嵌套深度
分别为 $1, 2, \dots, n_x - 1$
的外围过程肯定相同

建立访问链

- 假定嵌套深度为 n_p 的过程 p 调用嵌套深度为 n_x 的过程 x

(2) $n_p \geq n_x$ 的情况

- 沿着访问链追踪 $n_p - n_x + 1$ 次，到达了静态包围 x 和 p 的且离它们最近的那个过程的最新活动记录
- 所到达的活动记录就是 x 的活动记录中的访问链应该指向的那个活动记录
- **partition** 调用 **exchange**, **quicksort** 调用自身



□ 实参与形参

- 存储单元（左值）
- 存储内容（右值）

根据所传递的实参的“内容”，参数传递可分为：

- 传值调用：传递实参的右值到形参单元；
- 引用调用：传递实参的左值到形参单元。


```
procedure swap( a , b )  
  a, b : int; temp : int;  
begin  
  temp := a ;  
  a := b;  
  b := temp;  
end.
```

讨论下面程序在不同参数
传递方式下输出：

```
x := 10 ; y := 20;  
swap( x,y );  
print ( x, y );
```

参数传递举例



讨论下面程序在不同参数传递方式下输出：

1) `x := 10 ; y := 20;`

`swap(x,y);`

`print (x, y);`

5000: x → 10

4000: y → 20

2004: a →

2000: b →

1990: temp →

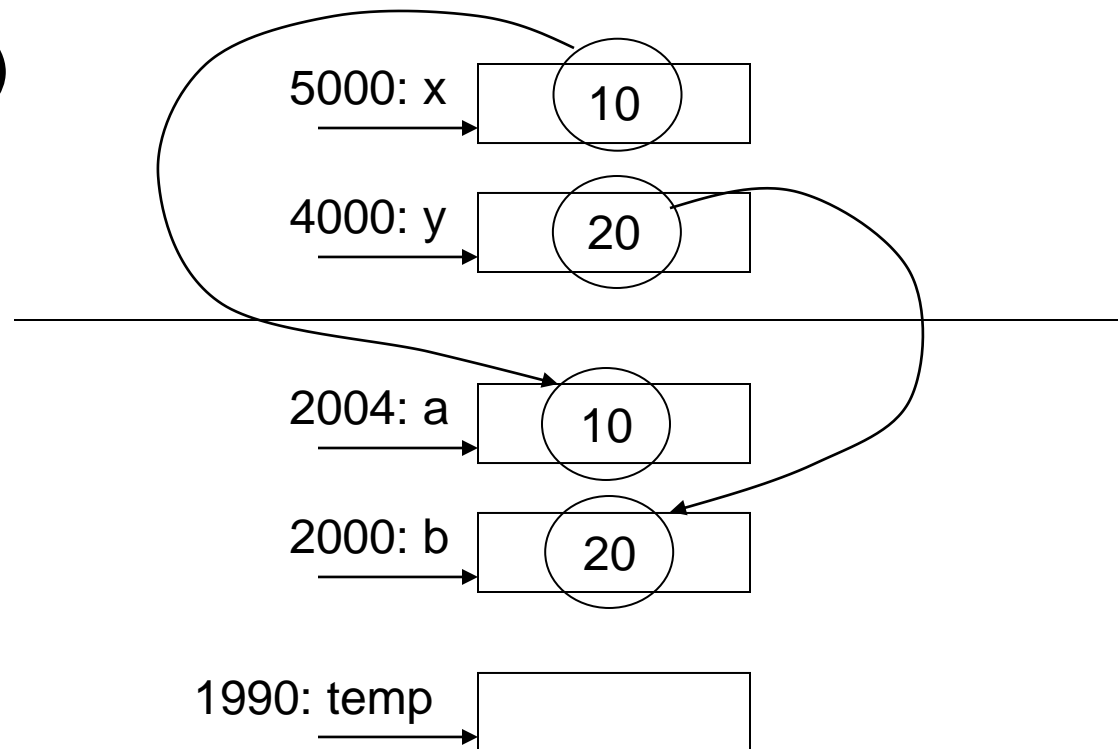
栈



实参`x,y`和过程`swap`中形参`a,b`,和局部数据`temp`的存储分布示意

过程调用—swap(x,y)

- 传参一形、实结合



参数传递 - 传值调用



过程调用—swap(x,y)

- 过程执行

temp := a

5000: x →

10

4000: y →

20

2004: a →

10

2000: b →

20

1990: temp →

10

参数传递 - 传值调用



过程调用—swap(x,y)

- 过程执行

$a := b$

5000: x →

10

4000: y →

20

2004: a →

20

2000: b →

20

1990: temp →

10

过程调用—swap(x,y)

- 过程执行

b := temp

5000: x →

10

4000: y →

20

2004: a →

20

2000: b →

10

1990: temp →

10

参数传递 - 传值调用



过程swap(x,y)执行后

- print(x, y)

5000: x →

10

4000: y →

20

10, 20

2004: →

20

2000: →

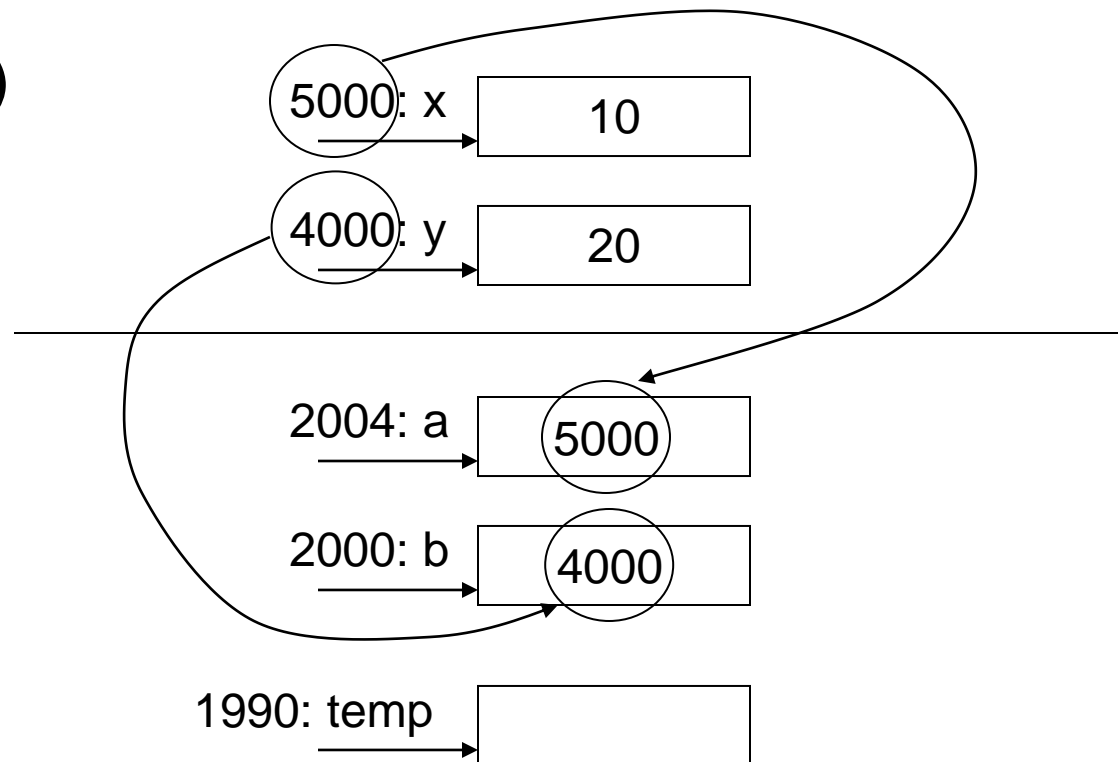
10

1990: →

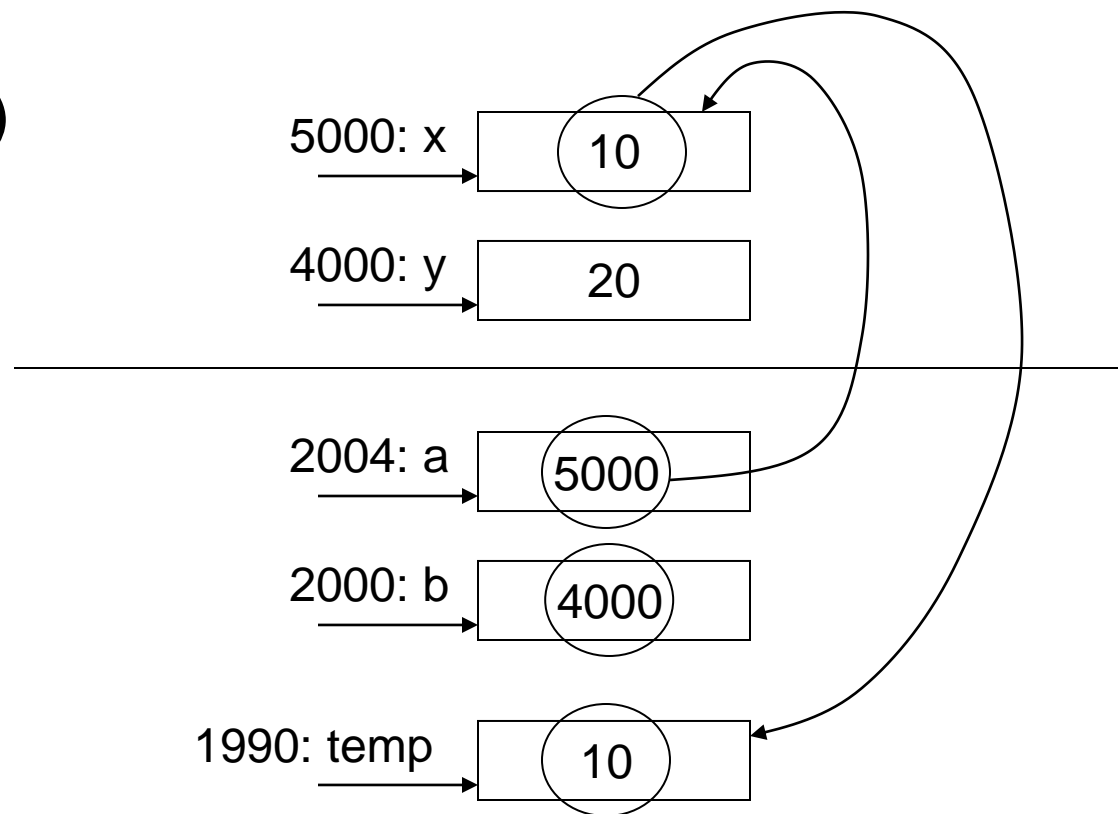
10

过程调用—swap(x,y)

- 传参一形、实结合



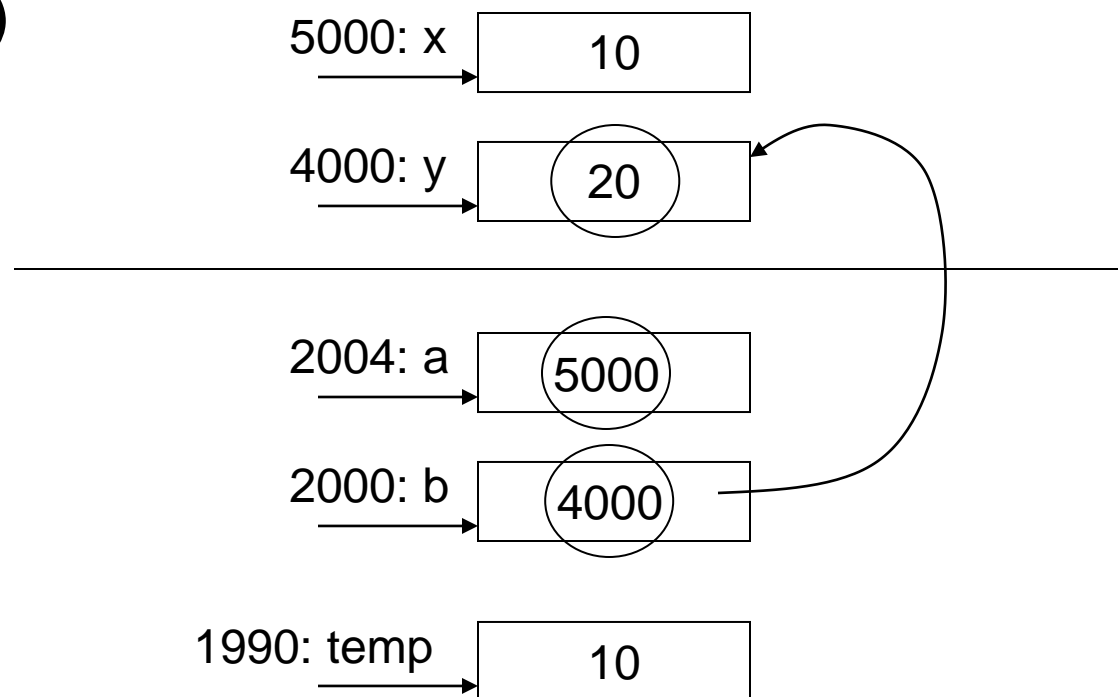
- 过程调用—swap(x,y)
- 过程执行
- temp := a



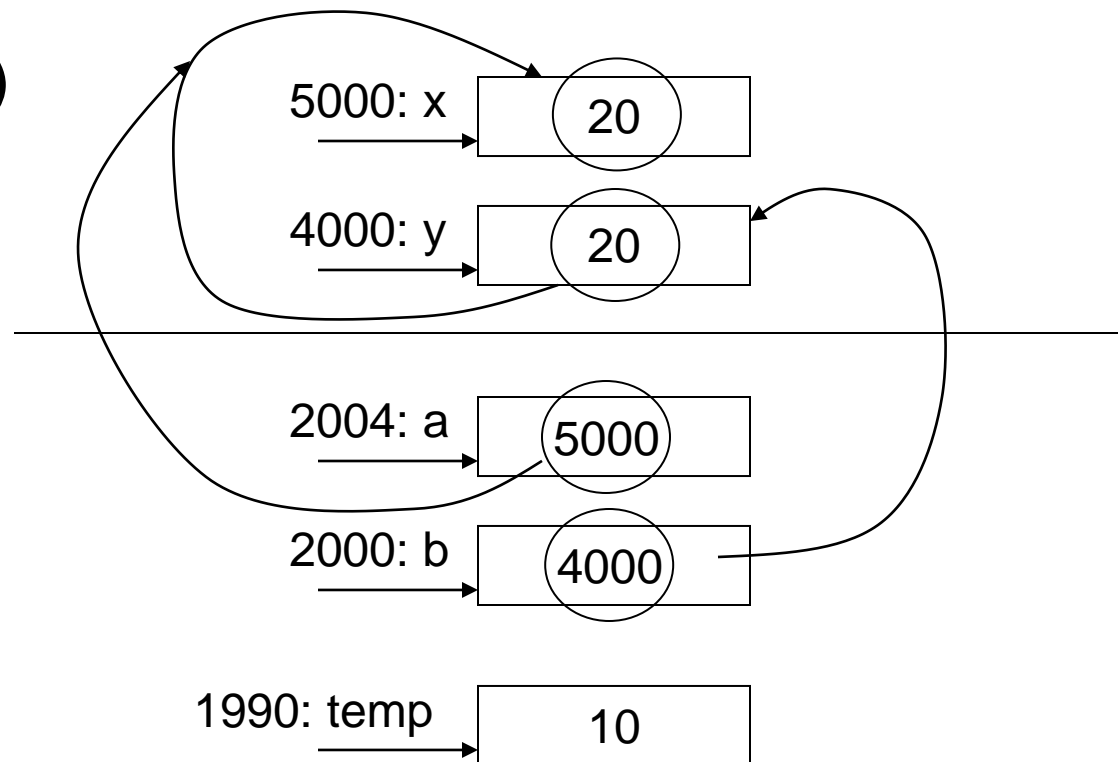
过程调用—swap(x,y)

- 过程执行

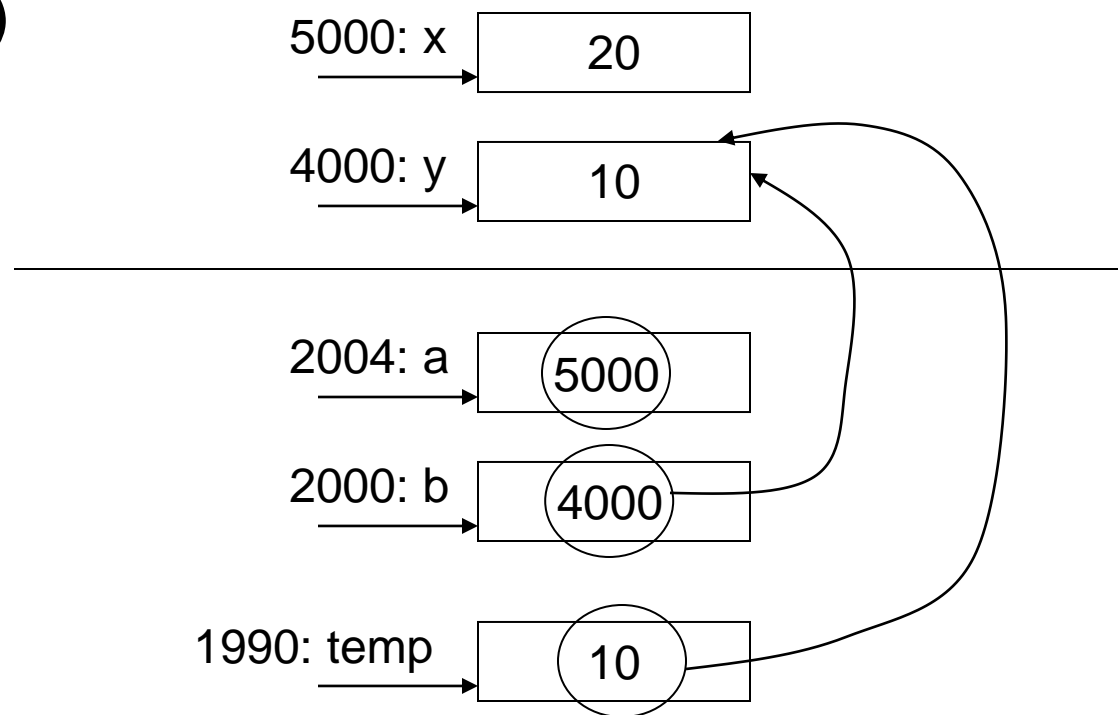
$a := b$



- 过程调用—swap(x,y)
- 过程执行
- $a := b$



- 过程调用—swap(x,y)
- 过程执行
- $b := temp$



过程swap(x,y)执行后

- print(x, y)

5000: x →

4000: y →

20, 10

2004: →

2000: →

1990: →

以下c程序的输出是什么?

```
void func(char *s){s = (char*)malloc(10);}  
int main()  
{  
    char *p = NULL;  
    func(p);  
    if(!p)printf("error\n");else printf("ok\n");  
    return 0;  
}
```

参数传递 swap



```
void swap1(int p,int q)
{
    int temp;
    temp = p;
    p = q;
    q = temp;
}
```

```
pushl %ebp
movl  %esp, %ebp
subl  $4, %esp
movl  8(%ebp), %eax
movl  %eax, -4(%ebp)
movl  12(%ebp), %eax
movl  %eax, 8(%ebp)
movl  -4(%ebp), %eax
movl  %eax, 12(%ebp)
leave
ret
```

参数传递 swap



```
void swap2(int *p,int *q)
```

```
{
```

```
    int    temp;
```

```
    temp = *p;
```

```
    *p    = *q;
```

```
    *q    = temp;
```

```
}
```

```
    pushl  %ebp
```

```
    movl   %esp, ebp
```

```
    subl   $4, %esp
```

```
    movl   8(%ebp), %eax
```

```
    movl   (%eax), %eax
```

```
    movl   %eax, -4(%ebp)
```

```
    movl   8(%ebp), %edx
```

```
    movl   12(%ebp), %eax
```

```
    movl   (%eax), %eax
```

```
    movl   %eax, (%edx)
```

```
    movl   12(%ebp), %edx
```

```
    movl   -4(%ebp), %eax
```

```
    movl   %eax, (%edx)
```

```
    leave
```

```
    ret
```


参数传递 swap



```
void swap3(int *p, int *q)
```

```
{
```

```
    int *temp    ;
```

```
    temp = p     ;
```

```
    p     = q    ;
```

```
    q     = temp ;
```

```
}
```

```
    pushl %ebp
```

```
    movl  %esp, ebp
```

```
    subl  $4, %esp
```

```
    movl  8(%ebp), %eax
```

```
    movl  %eax, -4(%ebp)
```

```
    movl  12(%ebp), %eax
```

```
    movl  %eax, 8(%ebp)
```

```
    movl  -4(%ebp), %eax
```

```
    movl  %eax, 12(%ebp)
```

```
    leave
```

```
    ret
```

参数传递 swap



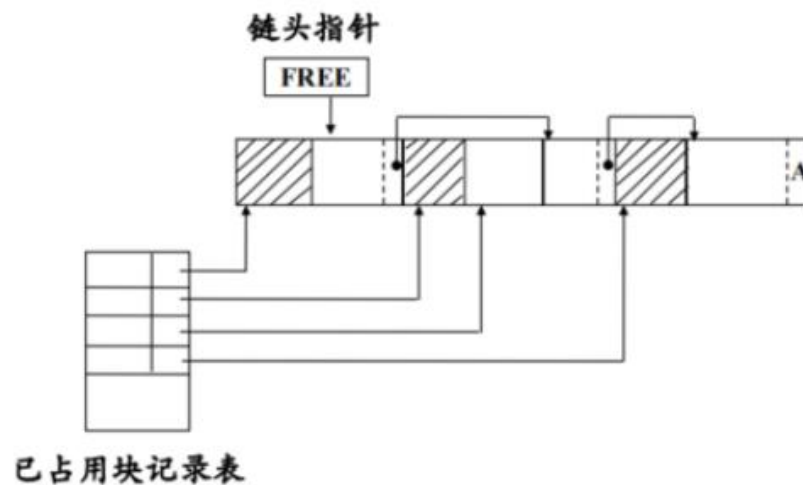
```
void swap4(int &p, int &q)
```

```
{  
    int temp;  
    temp = p;  
    p     = q;  
    q     = temp;  
}
```

```
pushl %ebp  
movl  %esp,%ebp  
subl  $4, %esp  
movl  8(%ebp), %eax  
movl  (%eax), %eax  
movl  %eax, -4(%ebp)  
movl  8(%ebp), %edx  
movl  12(%ebp), %eax  
movl  (%eax), %eax  
movl  %eax, (%edx)  
movl  12(%ebp), %edx  
movl  -4(%ebp), %eax  
movl  %eax, (%edx)  
leave  
ret
```

堆空间

- 用于存放生命周期不确定、或生存到被明确删除为止的数据对象
- e.g., **new**生成的对象可以生存到被**delete**为止
malloc申请的空间生存到被**free**为止



分配/回收堆空间的子系统

■ 分配：为内存请求分配一段连续、适当大小的堆空间

- 首先从空闲的堆空间选择
- 如内存紧张，可以回收一部分内存
 - ◆ C、C++需要手动回收空间
 - ◆ Java可以自动回收空间

■ 评价指标

- 空间效率
- 程序效率
- 管理效率

2023年秋季学期 《编译原理和技术》



一起努力 打造国产基础软硬件体系！

李 诚

国家高性能计算中心(合肥)、信息与计算机国家级实验教学示范中心

计算机科学与技术学院

2023年11月27日