لیست پیوندی

سید مهدی وحیدی پور

با تشکر از دکتر جواد سلیمی

دانشگاه کاشان- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

لیستهای پیوندی

- اشاره گرها
- لیست ها
- لیست های دایره ای
- پشته ها و صفهای پیوندی
- چند جمله ای ها
- روابط هم ارزی
- لیستهای دو پیوندی و لیست های تعمیم یافته

مقدمه

- لیست مرتب زیر را در نظر بگیرید
- (*bat, cat, sat, vat*)
  - برای اضافه کردن کلمه mat
    - باید کلمات sat و vat یک مکان به راست شیفت داده شوند.
  - برای حذف کردن کلمه cat
    - باید کلمات sat و vat یک مکان به چپ شیفت داده شوند.

- مشکلات بازنمایی ترتیبی

۱- حذف و درج عناصر در آرایه ها بسیار وقت گیر است

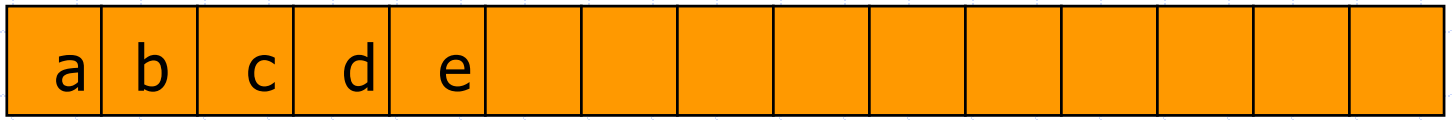
۲- باذخیره کردن هر لیست در آرایه ای با حداکثر اندازه ، حافظه هدر می رود

بازنمایی پیوندی

- راه حل مناسب : استفاده از بازنمایی پیوندی
- عناصر می توانند در هر جای حافظه قرار گیرند.
- در بازنمایی ترتیبی، ترتیب اعضای لیست با ترتیب نگهداری اعضا در حافظه یکسان است ولی در بازنمایی پیوندی لازم نیست ترتیب اعضای لیست با ترتیب نگهداری اعضا یکسان باشد.
- برای دستیابی صحیح به عناصر یک لیست، بایستی به همراه هر عنصر، آدرس یا موقعیت عنصر بعدی نیز ذخیره شود.
- بنابراین برای هر عنصر لیست، یک نود وجود دارد که حاوی فیلدهای داده ای و اشاره گری به عنصر بعدی در لیست می باشد.

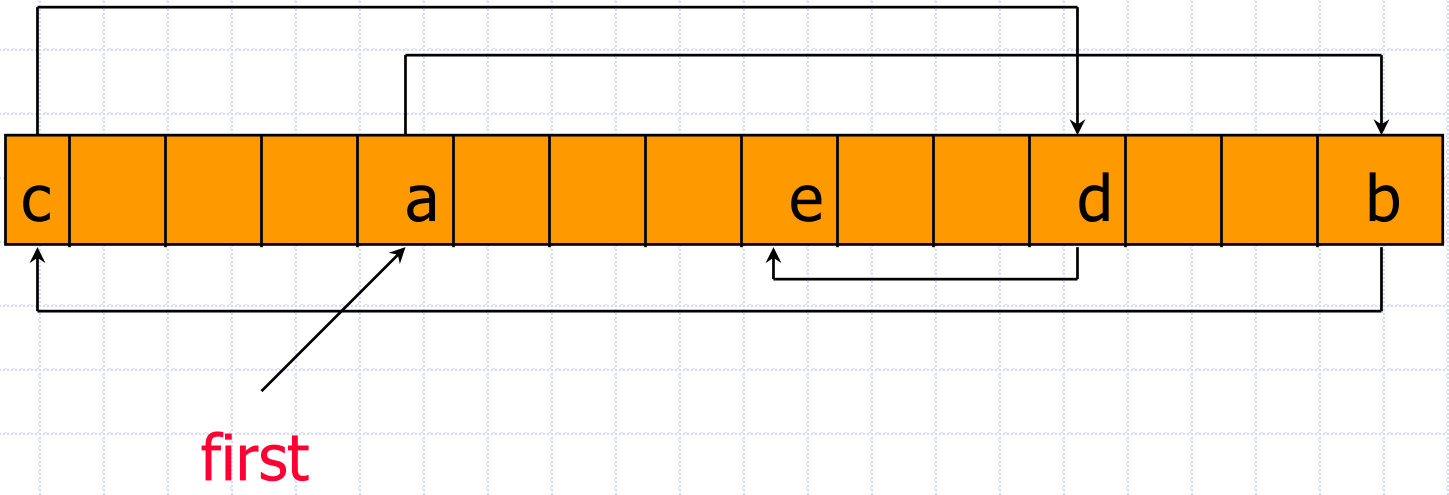
شمای حافظه

- شمای حافظه برای لیست $L = (a,b,c,d,e)$
  - بازنمایی ترتیبی (آرایه)



  - بازنمایی پیوندی

بازنمایی پیوندی



اشاره گر در e برابر NULL است.

از متغیر first برای دسترسی به عنصر اول استفاده می شود.

اشاره گرها

- C به صورت مناسبی از اشاره گرها حمایت می کند.
- دو عملگری که با اشاره گرها به کار می روند:

& the address operator

* the dereferencing (or indirection) operator

مثال

اگر تعریف زیر را داشته باشیم

```
int i, *pi;
```

آنگاه *i* یک متغیر صحیح و pi یک اشاره گر به یک متغیر صحیح است.

و

```
pi = &i;
```

آدرس i را برگردانده و به عنوان مقدار pi نسبت می دهد.. برای مقدار دهی به i

```
i = 10; or *pi = 10;
```

اشاره گرها

- هر زمان که نیاز به حافظه جدیدی باشد می توان تابعی به نام malloc را فراخوانی و مقدار فضای لازم را درخواست کرد. اگر حافظه لازم وجود داشته باشد، اشاره گری به ابتدای ناحیه حافظه مورد نیاز برگردانده می‌شود.
- زمانی که دیگر نیازی به آن حافظه نباشد، می‌توان آن را با فراخوانی تابعی به نام free، آزاد نمود.

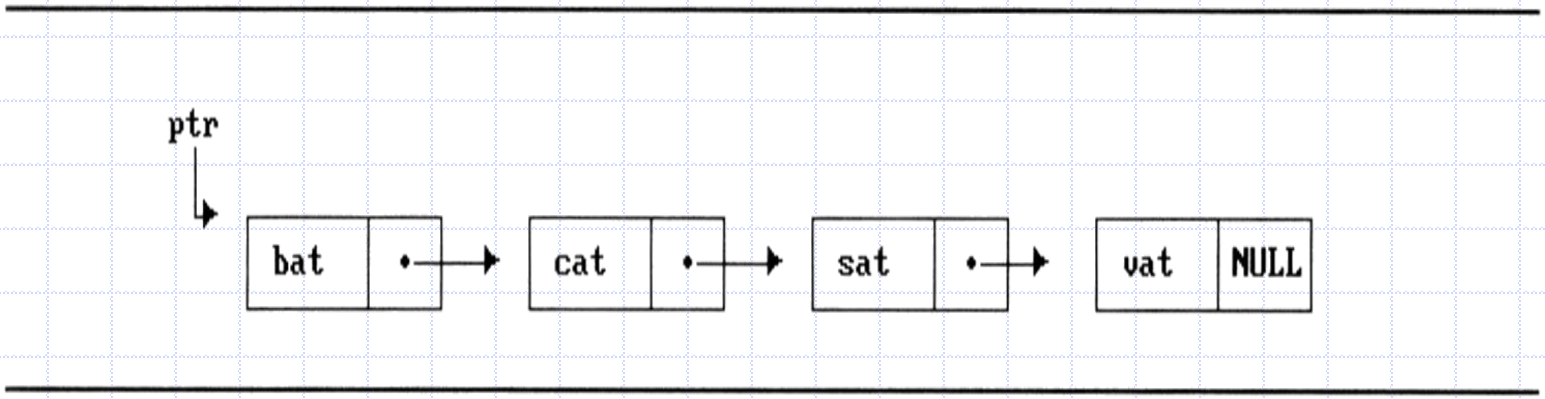
```
int i, *pi;
float f, *pf;
pi = (int *) malloc(sizeof(int));
pf = (float *) malloc(sizeof(float));
*pi = 1024;
*pf = 3.14;
printf("an integer = %d, a float = %f\n", *pi, *pf);
free(pi);
free(pf);
```

Request memory

Free memory

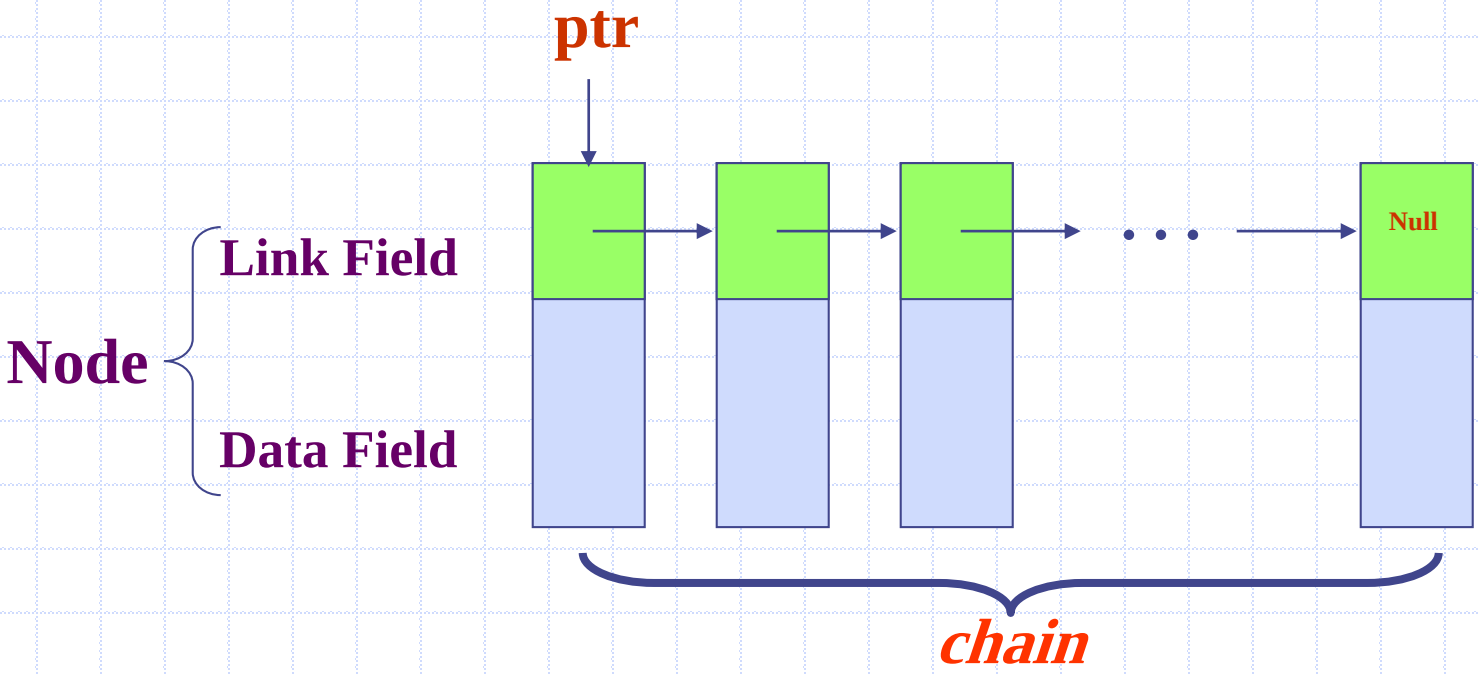
لیست های تک پیوندی

لیست های پیوندی معمولا به وسیله گره هایی متوالی با اتصالاتی که به صورت فلش هایی نشان داده شده اند ارایه می گردند.



لیست های تک پیوندی

- ✓ گره ها واقعا در مکانهای پشت سر هم حافظه قرار نمی گیرند
- ✓ موقعیت گره ها در اجراهای مختلف می تواند تغییر کند.



چرا با استفاده از بازنمایی پیوندی حذف و اضافه ساده تر است؟

لیست های تک پیوندی

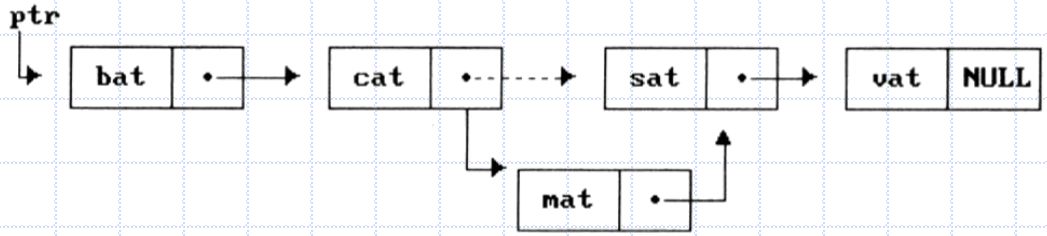
- برای اضافه کردن کلمه mat بین cat و sat :

۱- گره ی استفاده نشده ای را در نظر گرفته ، فرض کنید که آدرس آن paddr باشد.

۲- فیلد داده این گره را برابر با mat قرار دهید

۳- فیلد اتصال paddr را طوری تنظیم کنید که به ادرسی که در فیلد اتصال گره حاوی cat می باشد، اشاره کند

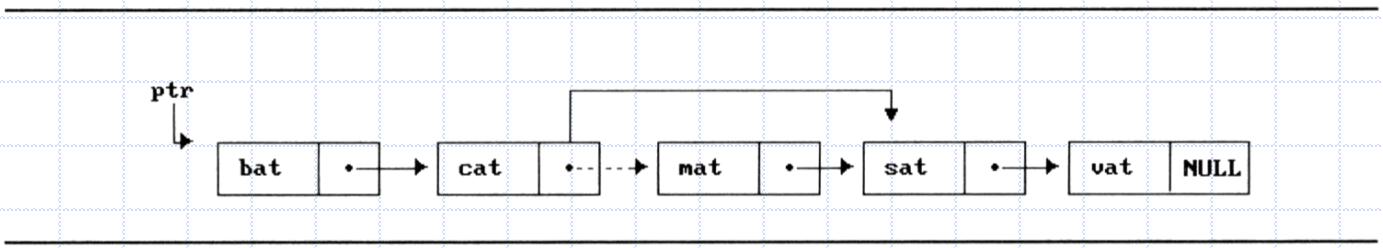
۴- فیلد اتصال گره حاوی cat را طوری تنظیم کنید که به paddr اشاره کند.



لیست های تک پیوندی

حذف mat از لیست

- ✓ برای انجام این کار فقط لازم است که عنصر قبل از mat یعنی cat را پیدا و فیلد اتصال آنرا طوری تنظیم کنیم که به گره ای اشاره کند که در حال حاضر اتصال گره mat به ان اشاره دارد
- ✓ ما هیچ داده ای را جابجا نکرده ایم و با وجود آنکه فیلد اتصال mat هنوز به sat اشاره می کند matدیگر عضو لیست نیست.



لیست های تک پیوندی

- یک یا چند فیلد ساختار اشاره گر به همین ساختار هستند

```
typedef struct list {
  char data;
  list *link;
  }
```

Construct a list with three nodes
item1.link=&item2;
item2.link=&item3;
malloc: obtain a node (memory)
free: release memory

```
list item1, item2, item3;
item1.data='a';
item2.data='b';
item3.data='c';
item1.link=item2.link=item3.link=NULL;
```

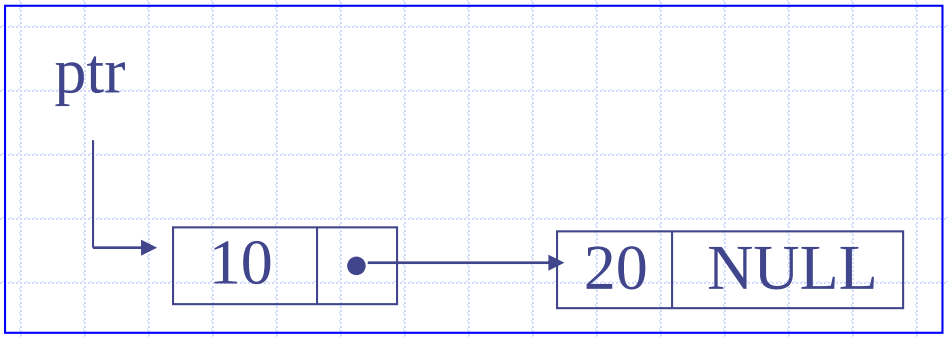
لیست های تک پیوندی

- **Example** [*Two-node linked list*]:

```
typedef struct list_node *list_pointer;
typedef struct list_node {
    int data;
    list_pointer link;
};
list_pointer ptr =NULL;
```

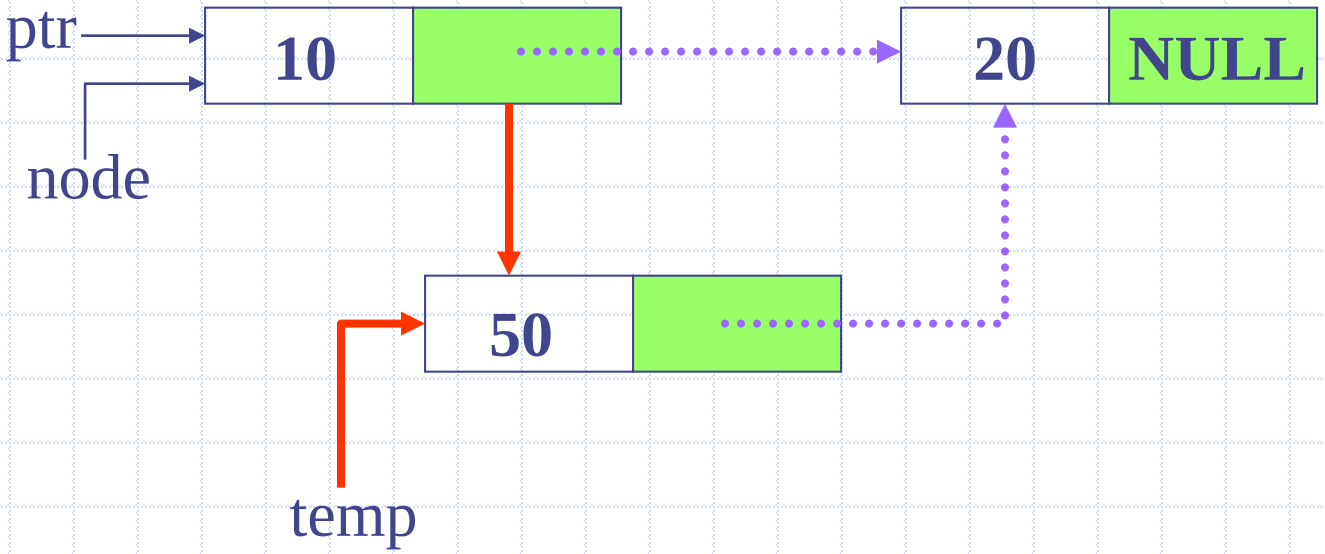
- **Program :** Create a two-node list

```
list_pointer create2( )
{
    /* create a linked list with two nodes */
    list_pointer first, second;
    first = (list_pointer) malloc(sizeof(list_node));
    second = (list_pointer) malloc(sizeof(list_node));
    second -> link = NULL;
    second -> data = 20;
    first -> data = 10;
    first ->link = second;
    return first;
}
```



لیست های تک پیوندی

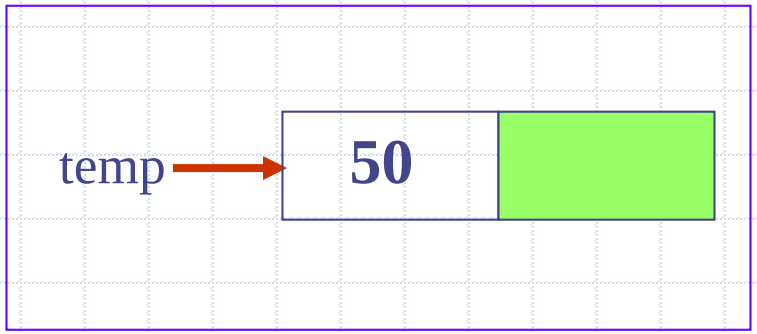
- اضافه کردن
  - یک نود با داده ۵۰ به لیست ptr و بعد از node اضافه کنید.



لیست های تک پیوندی

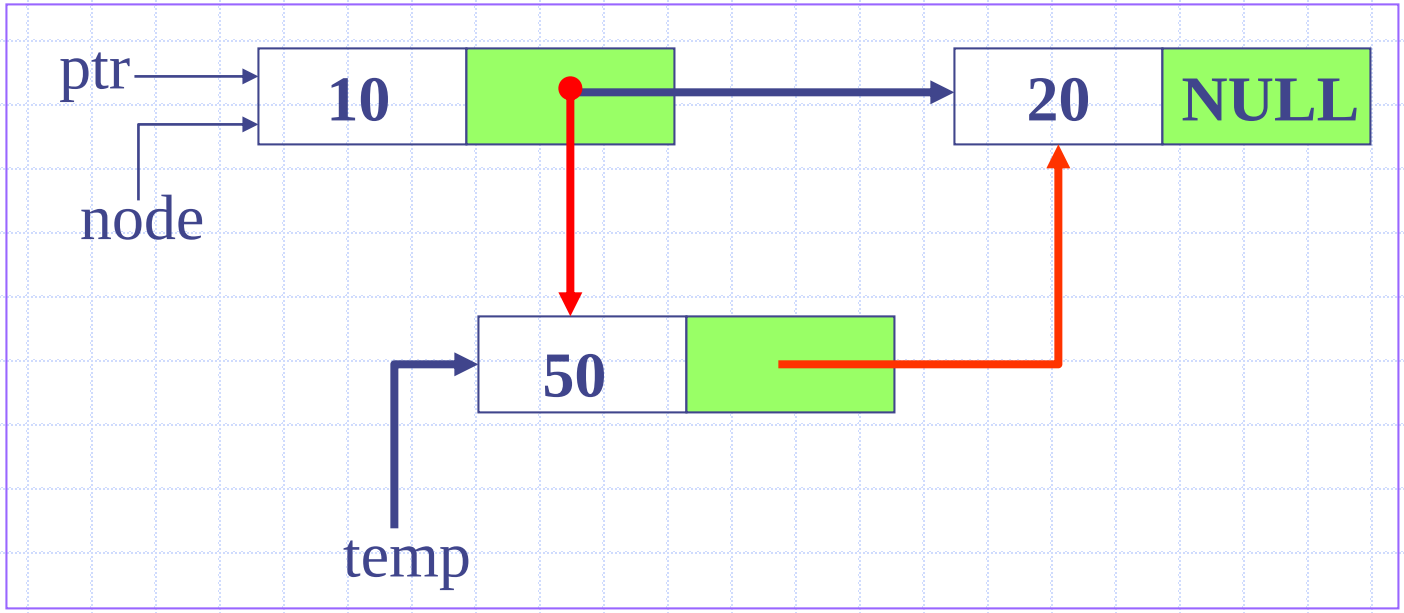
- Implement Insertion:

```
void insert(list_pointer *ptr, List_pointer node)
{
/* insert a new node with data = 50 into the list ptr after
   node */
   list_pointer temp;
   temp=(list_pointer)malloc(sizeof(list_node));
   if(IS_FULL(temp)){
     fprintf(stderr, "The memory is full\n");
     exit(1);
   }
   temp->data=50;
```



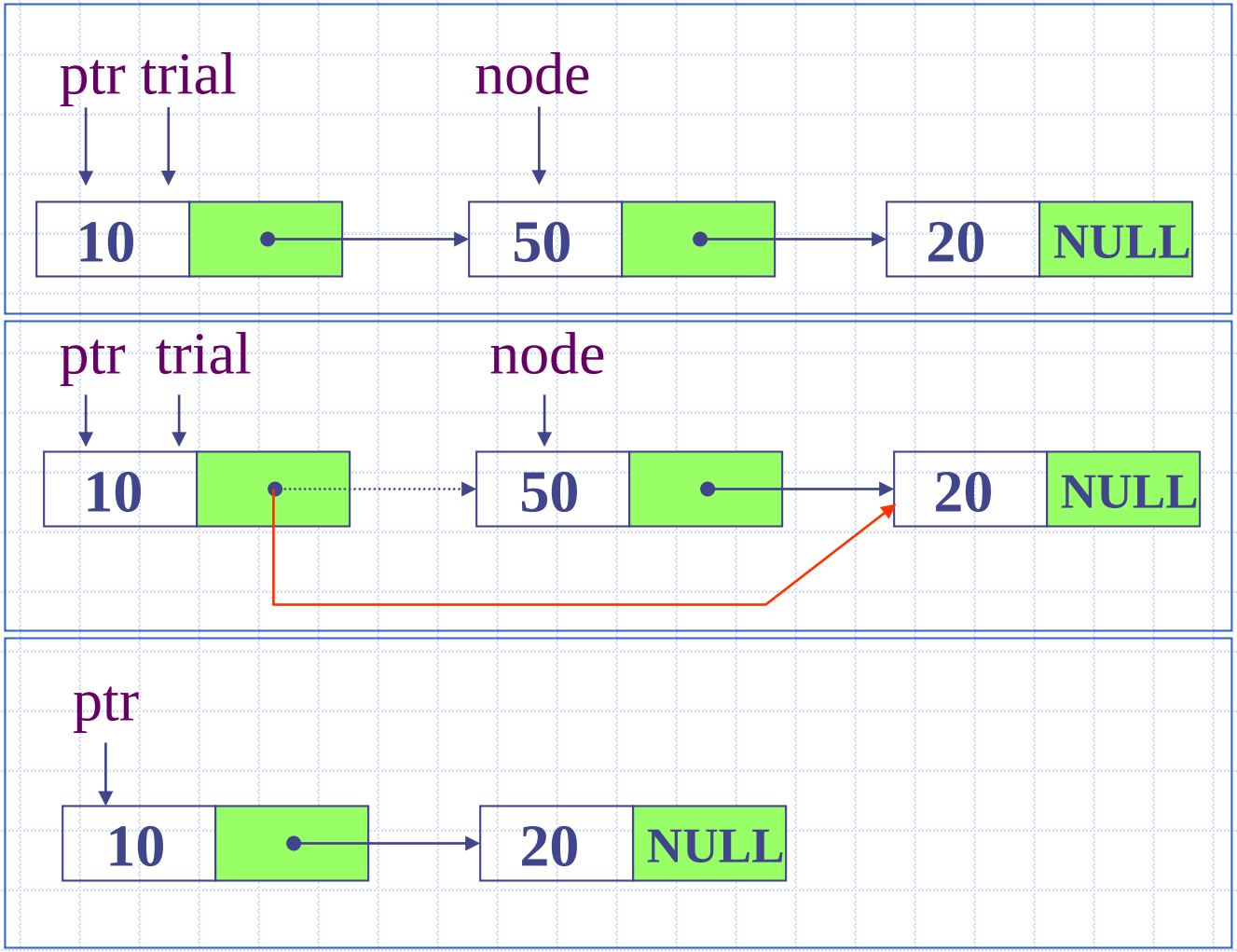
لیست های تک پیوندی

```
if(*ptr){    //nonempty list
        temp->link = node->link;
        node->link = temp;
}
else{        //empty list
        temp->link = NULL;
        *ptr = temp;
}
}
```



لیست های تک پیوندی

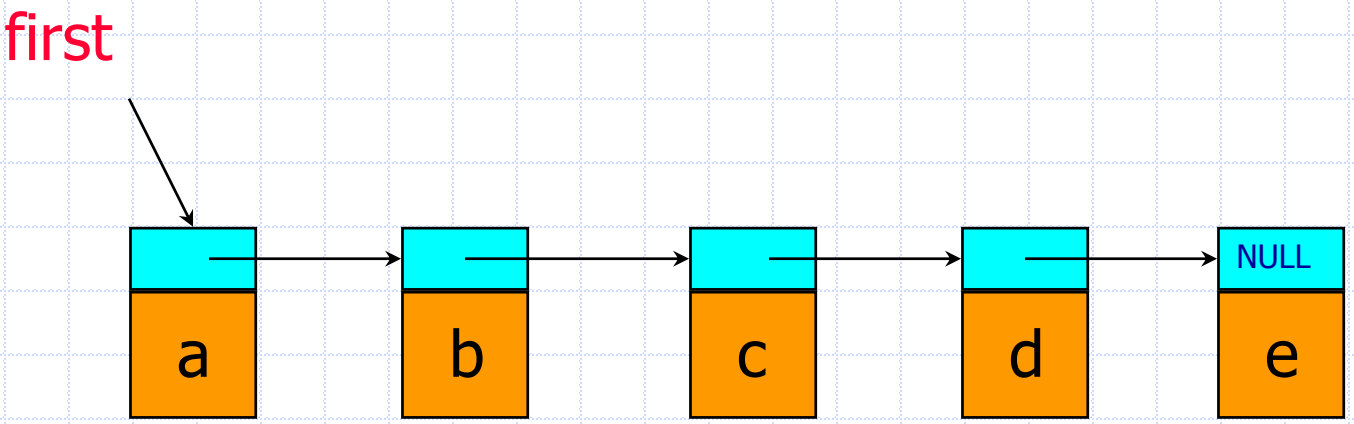
- حذف کردن عضوی که node به آن اشاره می کند را حذف کنید



لیست های تک پیوندی

- پیمایش (چاپ) یک لیست پیوندی

Get(0)

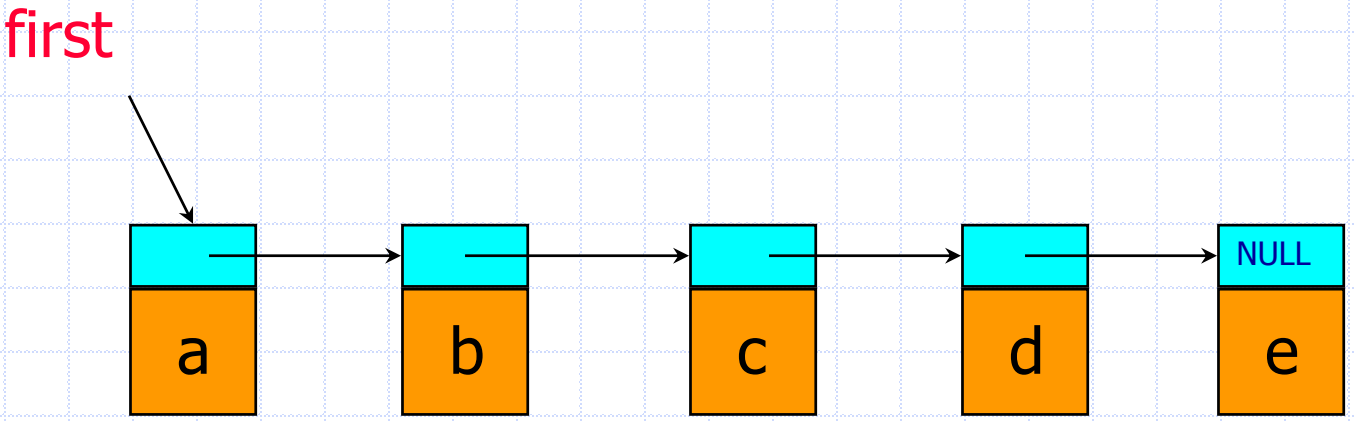



```
desiredNode = first; // gets you to first node
return desiredNode–>data;
```

لیست های تک پیوندی

- پیمایش (چاپ) یک لیست پیوندی

Get(1)

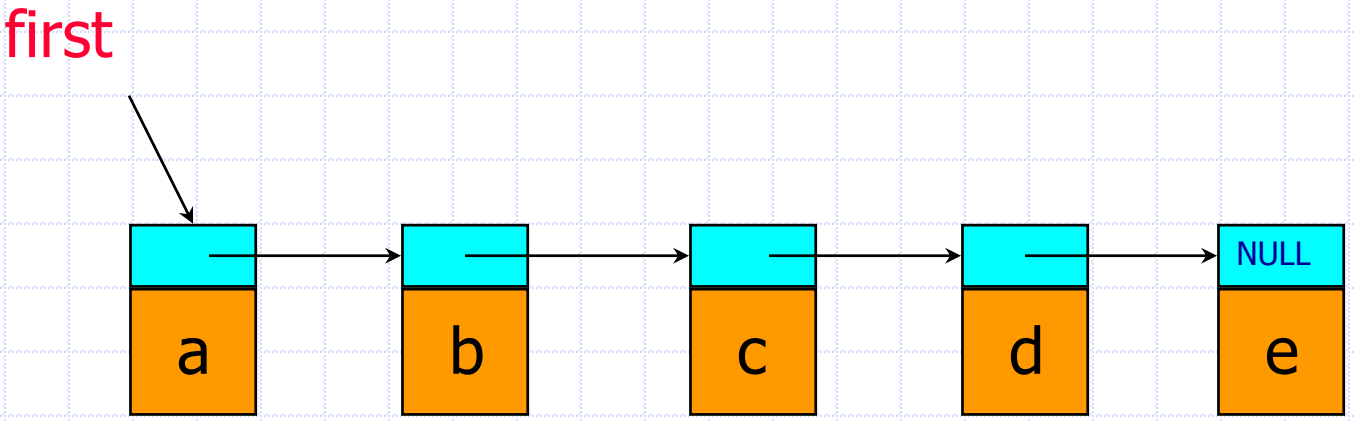



```
desiredNode = first–>link; // gets you to second node
return desiredNode–>data;
```

لیست های تک پیوندی

- پیمایش (چاپ) یک لیست پیوندی

Get(2)

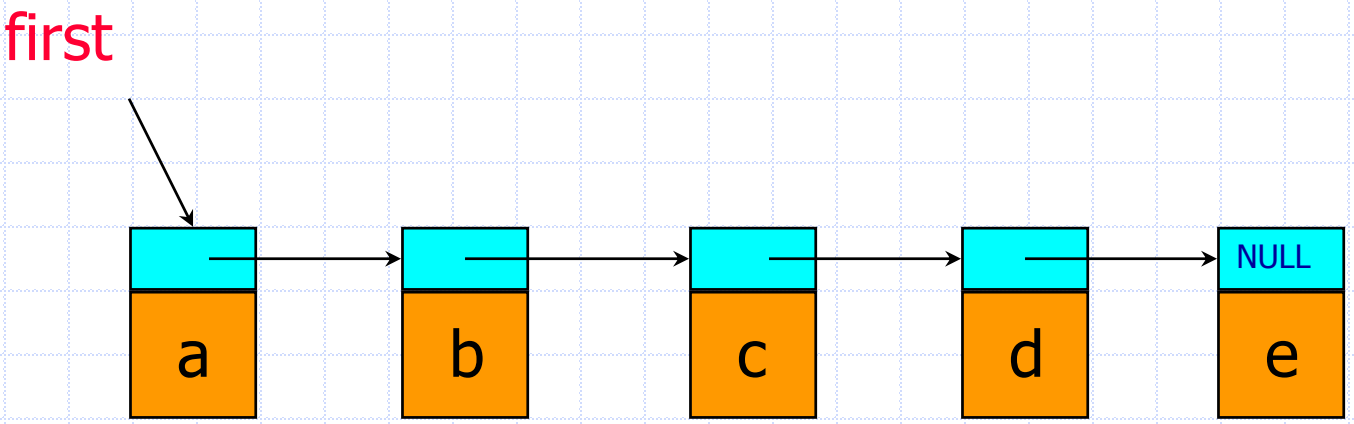



```
desiredNode = first–>link–>link; // gets you to third node
return desiredNode–>data;
```

لیست های تک پیوندی

- پیمایش (چاپ) یک لیست پیوندی

Get(5)




```
desiredNode = first–>link–>link–>link–>link–>link;
                                  // desiredNode = NULL
return desiredNode–>data;   // NULL.element
```

لیست های تک پیوندی

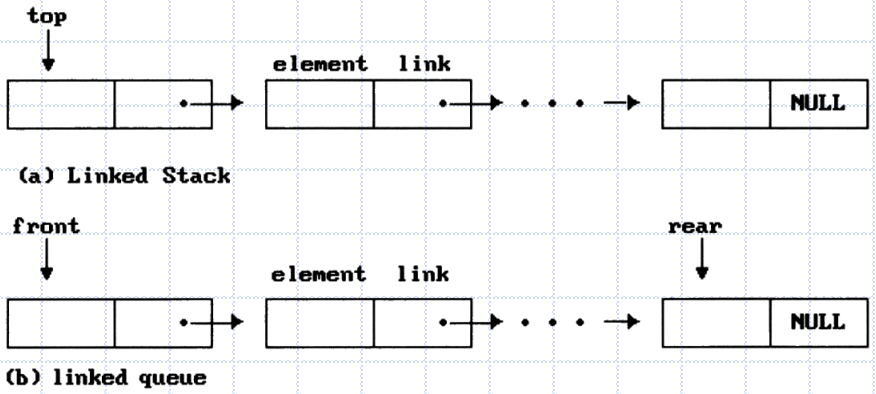
- پیمایش (چاپ) یک لیست پیوندی

- **Program :** Printing a list

```
void print_list(list_pointer first)
{
  printf("The list contains: ");
  for ( ; first; first= first->link)
  printf("%4d", first->data);
  printf("\n");
}
```

پشته ها و صف های پیوندی (مطالعه توسط دانشجویان)

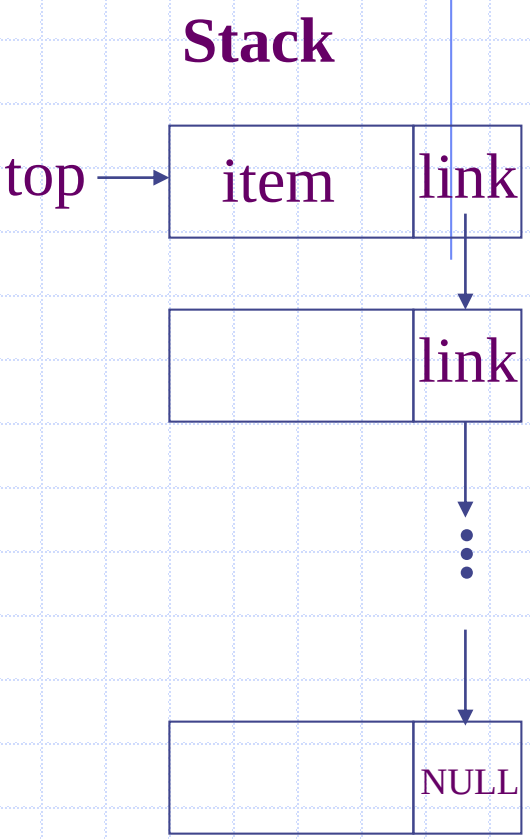
- هنگامی که چندین صف و پشته وجود داشته باشد روش ترتیبی کارایی برای بازنمایی آنها وجود ندارد.
- در بازنمایی پیوندی جهت اشاره گر برای پشته و صف به صورتی است که عملیات حذف کردن و اضافه کردن گره ها در انها به اسانی انجام شود.
  - به اسانی می توانید یک گره را به بالای پشته اضافه و یا از آن حذف کنید.
  - به اسانی می توانید یک گره به آخر صف اضافه کنید یا عمل اضافه کردن و حذف کردن را در اول صف انجام دهید (هر چند اضافه کردن گره در اول صف معمولا انجام نمی شود)



پشته ها و صف های پیوندی

- بازنمایی n پشته

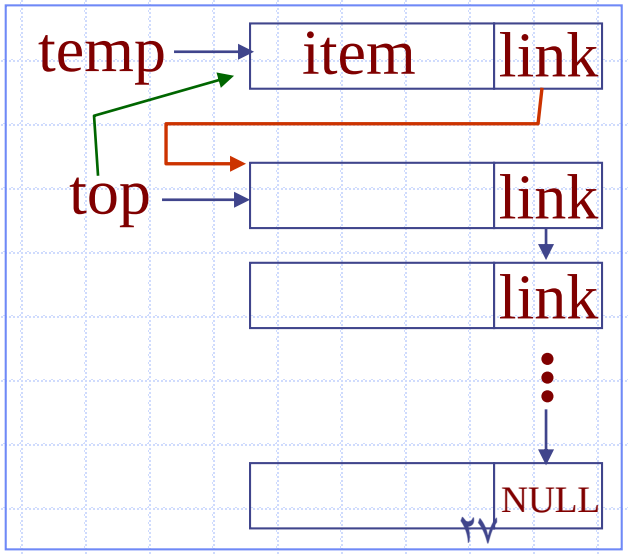
```
#define MAX_STACKS 10 /*maximum number of stacks*/
typedef struct {
        int key;
        /* other fields */
        } element;
typedef struct stack *stack_pointer;
typedef struct stack {
        element item;
        stack_pointer link;
        };
stack_pointer top[MAX_STACKS];
```



پشته ها و صف های پیوندی

- Push in the linked stack

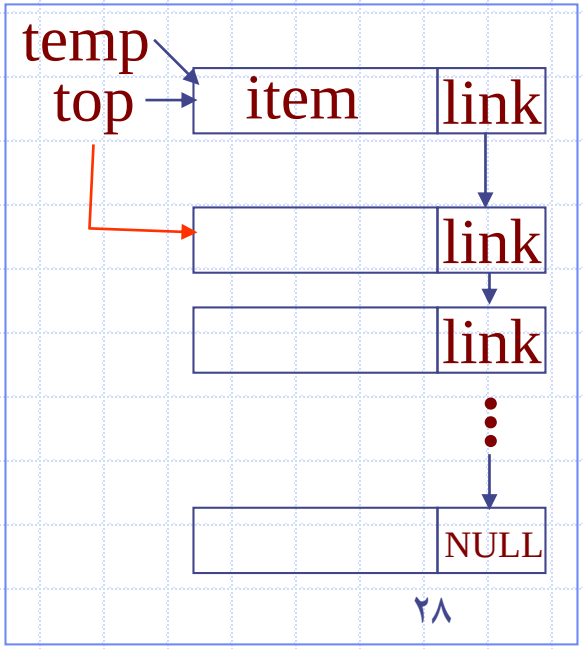
```
void add(stack_pointer *top, element item){
   /* add an element to the top of the stack */ Push
   stack_pointer temp = (stack_pointer) malloc (sizeof (stack));
   if (IS_FULL(temp)) {
     fprintf(stderr, " The memory is full\n");
     exit(1);
   }
   temp->item = item;
   temp->link = *top;
   *top= temp;
}
```



پشته ها و صف های پیوندی

- Pop from the linked stack

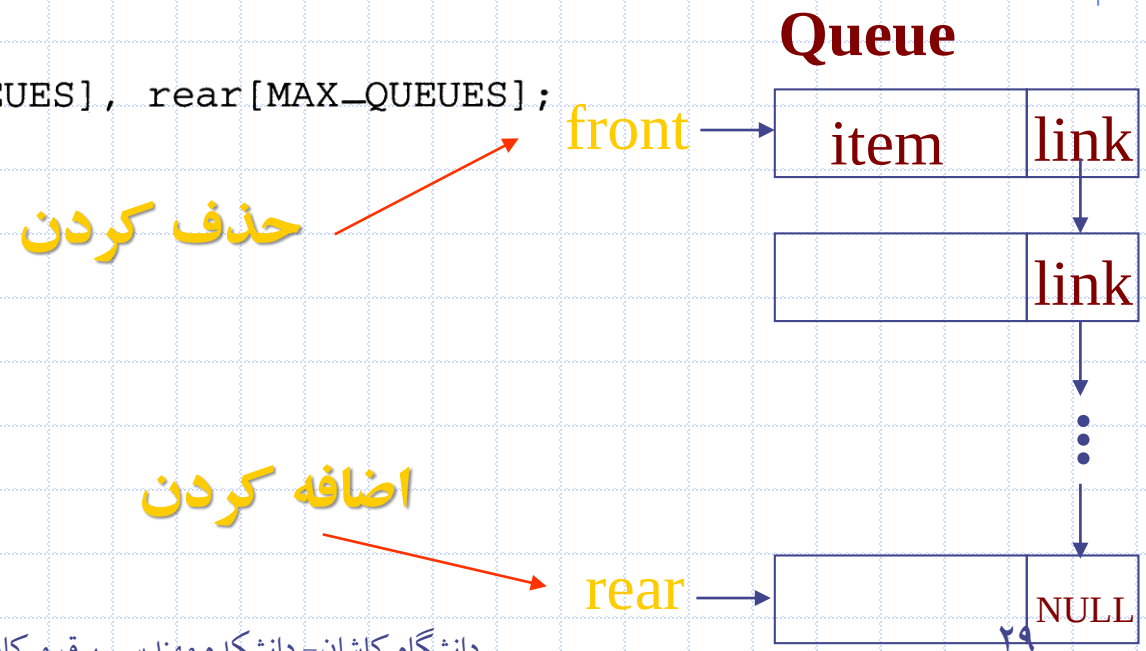
```
element delete(stack_pointer *top) {
/* delete an element from the stack */    Pop
   stack_pointer temp = *top;
   element item;
   if (IS_EMPTY(temp))  {
     fprintf(stderr,  "The stack is empty\n");
     exit(1);
   }
   item = temp->item;
   *top = temp->link;
   free(temp);
   return item;
}
```



پشته ها و صف های پیوندی

بازنمایی n صف

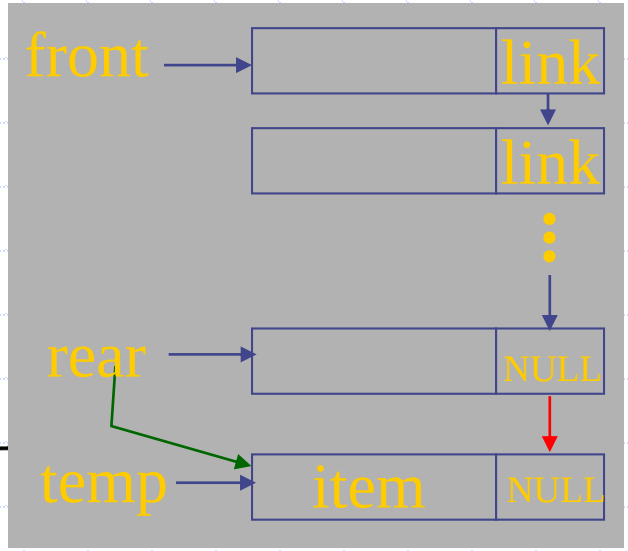
```
#define MAX_QUEUES 10 /* maximum number of queues */
typedef struct queue *queue_pointer;
typedef struct queue {
        element item;
        queue_pointer link;
        };
queue_pointer front[MAX_QUEUES], rear[MAX_QUEUES];
```



پشته ها و صف های پیوندی

- اضافه کردن به صف پیوندی

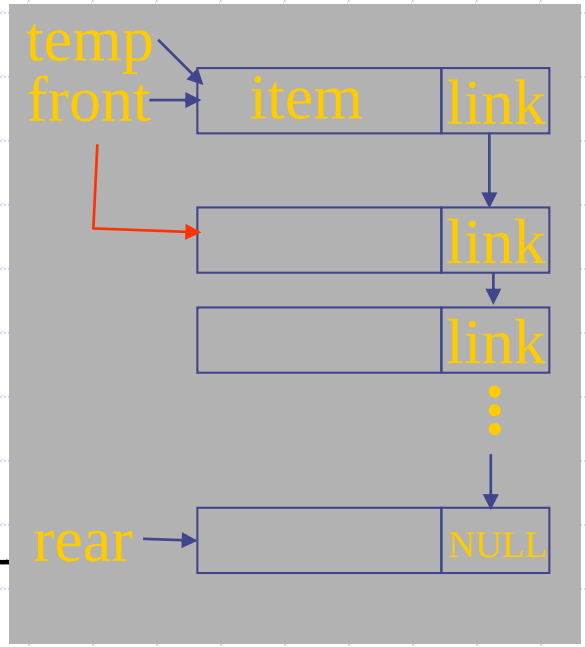
```
void addq(queue_pointer *front, queue_pointer *rear,
                                element item)
{
/* add an element to the rear of the queue */
   queue_pointer temp =
                     (queue_pointer) malloc(sizeof(queue));
   if (IS_FULL(temp)) {
      fprintf(stderr, "The memory is full\n");
      exit(1);
   }
   temp->item = item;
   temp->link = NULL;
   if (*front) (*rear)->link = temp;
   else *front = temp;
   *rear = temp;
}
```



پشته ها و صف های پیوندی

- حذف کردن از صف پیوندی

```
element deleteq(queue_pointer *front)
{
/* delete an element from the queue */
   queue_pointer temp = *front;
   element item;
   if (IS_EMPTY(*front)) {
      fprintf(stderr, "The queue is empty\n");
      exit(1);
   }
   item = temp->item;
   *front= temp->link;
   free(temp);
   return item;
}
```



پشته ها و صف های پیوندی

- راهکار ارائه شده برای مسائل n-stack و m-queue هم از نظر محاسباتی و هم از نظر مفهومی ساده هستند.
  - لازم نیست برای ایجاد فضای خالی پشته ها و یا صف ها شیفت داده شوند.
  - تا زمانی که حافظه وجود داشته باشد می توان از آن استفاده کرد.

عملیات روی لیست های پیوندی

- اضافه کردن یک گره به انتهای لیست پیوندی

```
void attach(list_pointer first, list_pointer last,
   List_pointer newnode)
{
   if(first==0) first=last=newnode;
   else
   {
        last->link=newnode;
        last=newnode;
   }
}
```

فرض می کنیم عضو داده ای last وجود دارد که به گره آخر لیست پیوندی اشاره می کند

عملیات روی لیست های پیوندی

- معکوس کردن لیست پیوندی

```
void Invert(list_pointer first)
{
   list_pointer p=first, q=0, r=0;      //q trails p
   while( p) {
         r=q; q=p;                      //r trails q
         p=p->link;                     //p moves to next node
         q->link=r;                     //link q to preceding node
   }
   first =q;
}
```

برای لیست به طول m زمان اجرا o(m)

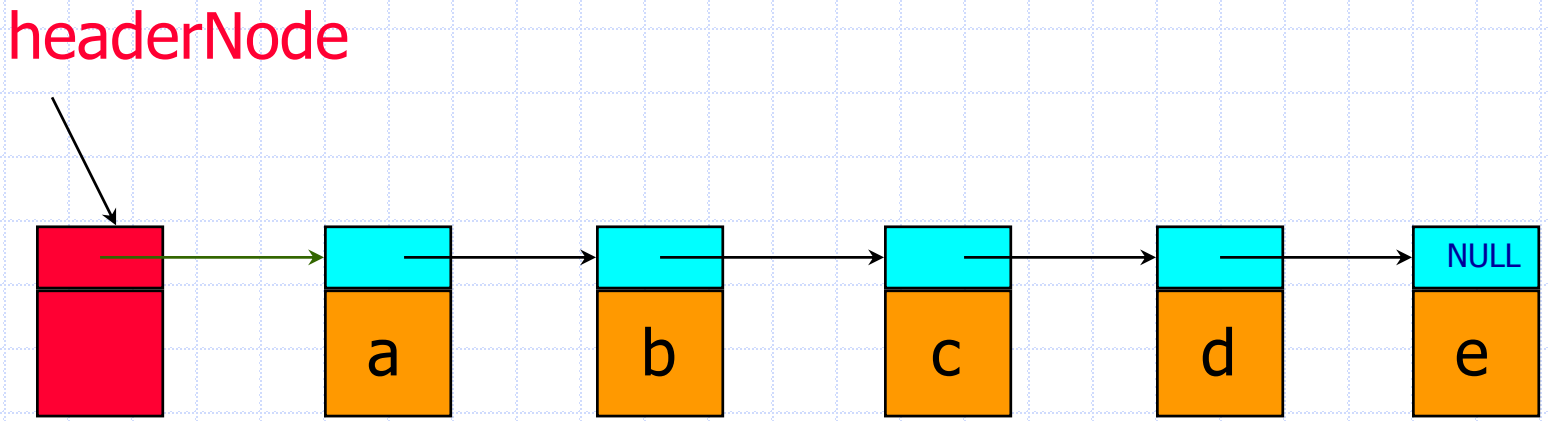
عملیات روی لیست های پیوندی

- اتصال دو زنجیر

```
void Concatenate(list_pointer first_a, list_pointer first_b)
{
   if (!first_a) { first_a=first_b; return;}
   if (first_b) {
         for (list_pointer  p=first; p->link; p=p->link); no
   body
         p->link=first_b;
   }
}
```

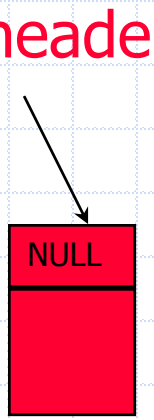
زمان اجرا بر حسب طول زنجیر اول خطی است

زنجیر با گره سر

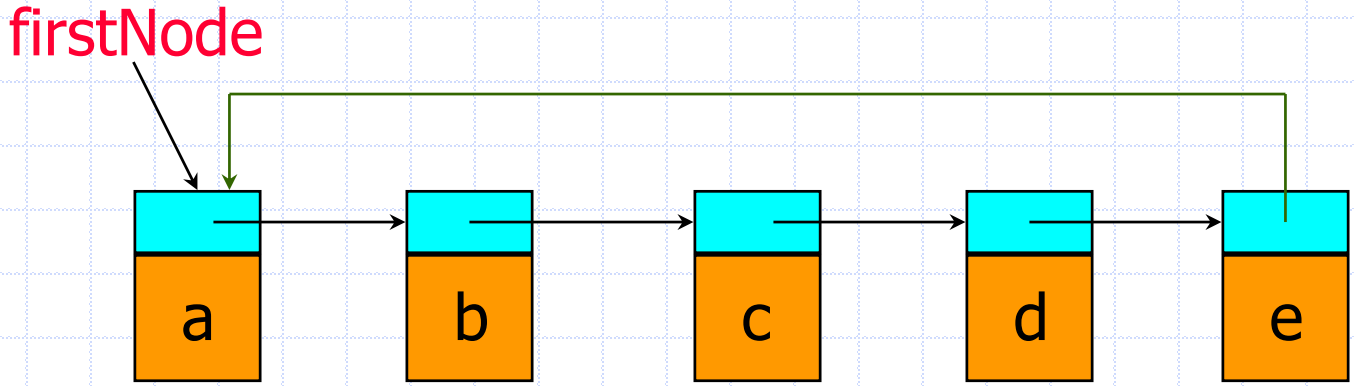


- حال اضافه/حذف از سمت چپ (اندیس صفر) متفاوت با حذف و اضافه کردن بقیه نودها نیست و کد حذف/ اضافه ساده تر می شود.

زنجیر خالی با گره سر

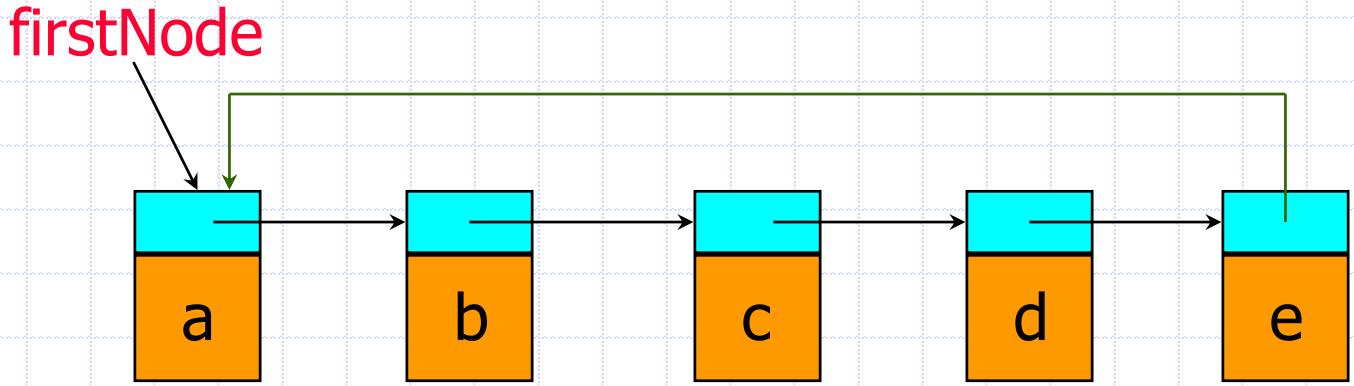


لیست دایره ای



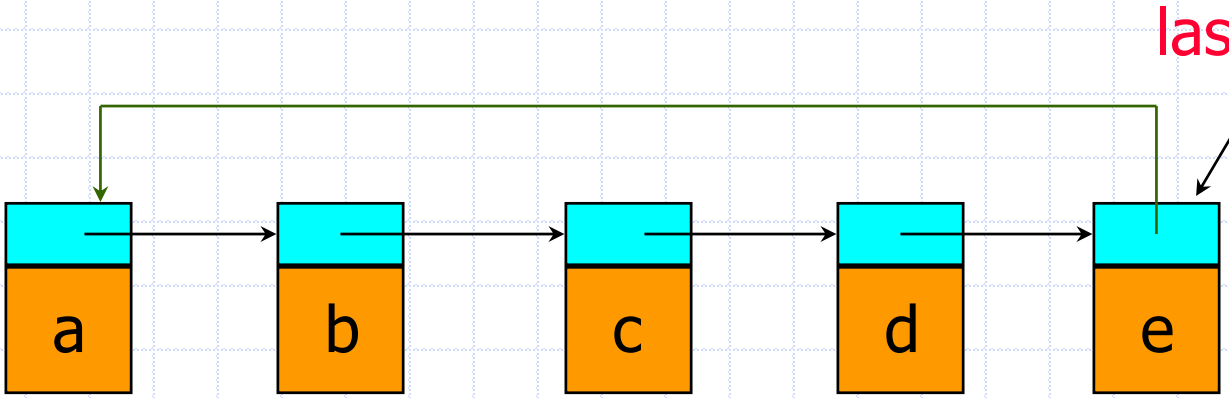
- برای بررسی اینکه ایا اشاره گر current به گره آخر لیست دایره ای اشاره می کند به جای مقایسه (current->link==0) مقایسه ی (current->link==first) انجام می شود.
- الگوریتم های حذف/ اضافه کردن از/ به لیست دایره ای باید تضمین کند که فیلد اشاره گر گره آخر به گره اول لیست اشاره کند.

لیست دایره ای



- می خواهیم گره جدیدی به اول لیست بالا اضافه کنیم
  - باید اشاره گر گره آخر (گره ای که حاوی e است) را تغییر دهیم.
  - باید تا پیدا نشدن گره آخر در طول لیست حرکت کنیم.

لیست دایره ای



- هنگامی که از گره سر استفاده نمی کنیم بهتر است اشاره گر دسترسی به لیست دایره ای به جای گره اول به گره آخر لیست اشاره کند.
- در اینصورت اضافه کردن یک گره در اول و یا در آخر لیست دایره ای در مدت زمان ثابتی انجام می شود.

لیست دایره ای

اضافه کردن گره ای که X به آن اشاره می کند در اول لیست

```
void InsertFront(list_pointer last, list_pointer x)
// insert the node pointed at by x at the front of the circular list
// last points to the last node in the list
{
   if (!last) {  // empty list
         last=x; x->link=x;
    }
    else {
         x->link=last->link; last->link=x;
   }
}
```

زمان اجرا O(1) است

لیست دایره ای

اضافه کردن گره ای که X به آن اشاره می کند در انتهای لیست

```
void InsertRear(list_pointer last, list_pointer x)
// insert the node pointed at by x at the rear of the circular list
// last points to the last node in the list
{
   if (!last) {  // empty list
         last=x; x->link=x;
    } else {
         x->link=last->link; last->link=x;
         last=x;
   }
}
```

تفاوت با کد قبلی

زمان اجرا O(1) است