

# Algoritmos y estructuras de datos

## Estructuras Lineales

CEIS

Escuela Colombiana de Ingeniería

2023-1

# Agenda

- ① Pilas y Colas  
Pilas  
Colas
- ② Listas Encadenadas  
Centinela
- ③ Aspectos finales  
Ejercicios

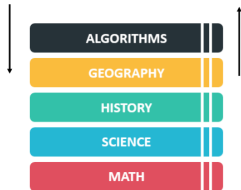
# Agenda

- 1 Pilas y Colas  
Pilas  
Colas
- 2 Listas Encadenadas  
Centinela
- 3 Aspectos finales  
Ejercicios

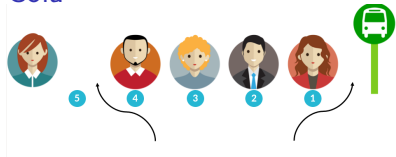
# Pilas y Colas

Las pilas y colas son estructuras lineales dinámicas en las cuales la manera en que se adicionan y eliminan los elementos está predefinida.

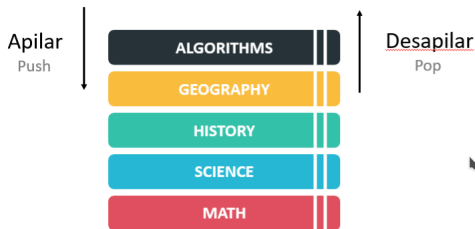
## Pila



## Cola



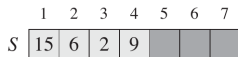
# Pilas



**LIFO**  
Last In First Out

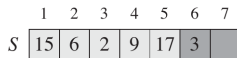
- LIFO: el último en entrar es el primero en salir
- La operación de inserción se denomina PUSH y la operación de eliminación se denomina POP.
- El elemento a eliminar es el que lleva menos tiempo en ella

# Pilas



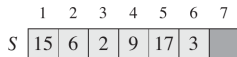
$S.top = 4$  ↑

PUSH( $S, 17$ )  
PUSH( $S, 3$ )



$S.top = 5$  ↑

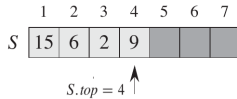
POP( $S$ )



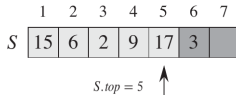
$S.top = 6$  ↑

- Se puede implementar un *stack* de hasta  $n$  elementos con un arreglo  $S[1..n]$ . El arreglo tiene un atributo  $S.top$  que da el índice del último elemento insertado.
- Cuando  $S.top = 0$ , la pila no contiene elementos y se dice que está vacía. El stack consiste de elementos  $S[1..S.top]$

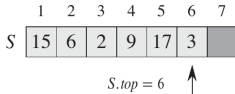
# Pilas



PUSH( $S$ , 17)  
PUSH( $S$ , 3)



POP( $S$ )



---

STACK-EMPTY( $S$ )

```
1  if  $S.top == 0$ 
2      return TRUE
3  else return FALSE
```

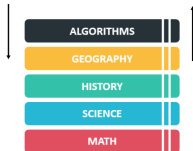
PUSH( $S$ ,  $x$ )

```
1   $S.top = S.top + 1$ 
2   $S[S.top] = x$ 
```

POP( $S$ )

```
1  if STACK-EMPTY( $S$ )
2      error “underflow”
3  else  $S.top = S.top - 1$ 
4      return  $S[S.top + 1]$ 
```

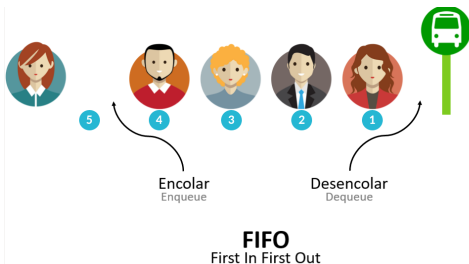
# Pilas



```
>>> stack = [3, 4, 5]
>>> stack.append(6)
>>> stack.append(7)
>>> stack
[3, 4, 5, 6, 7]
>>> stack.pop()
7
>>> stack
[3, 4, 5, 6]
>>> stack.pop()
6
>>> stack
[3, 4, 5]
```

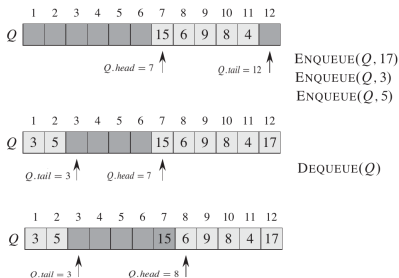


# Cola



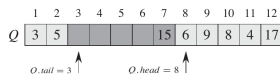
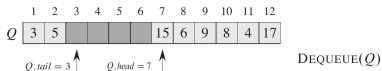
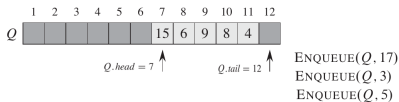
- FIFO: El primero en entrar es el primero en salir
- La operación de inserción se denomina ENQUEUE y la operación de eliminación se denomina DEQUEUE.
- El elemento eliminado es el que lleva más tiempo en ella

# Colas



- La cola tiene un *head* y un *tail*.
- La cola tiene un atributo *Q.head*, que apunta a su cabeza, y un atributo *Q.tail*, apunta al lugar donde se almacenará un nuevo elemento.
- Cuando un elemento es encolado, este toma su posición en el *Q.tail* de la cola. El elemento decolado, siempre es el elemento en el *Q.head* de la cola.
- Cuando  $Q.head = Q.tail$ , la cola está vacía. Si,  $Q.head = Q.tail + 1$ , la cola está totalmente llena.

# Colas



ENQUEUE( $Q, x$ )

```

1   $Q[Q.tail] = x$ 
2  if  $Q.tail == Q.length$ 
3       $Q.tail = 1$ 
4  else  $Q.tail = Q.tail + 1$ 

```

DEQUEUE( $Q$ )

```

1   $x = Q[Q.head]$ 
2  if  $Q.head == Q.length$ 
3       $Q.head = 1$ 
4  else  $Q.head = Q.head + 1$ 
5  return  $x$ 

```

# Colas



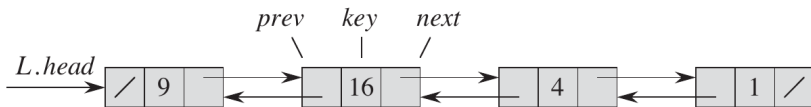
```
>>> from collections import deque
>>> queue = deque(["Eric", "John", "Michael"])
>>> queue.append("Terry")
>>> queue.append("Graham")
>>> queue.popleft()
'Eric'
>>> queue.popleft()
'John'
>>> queue
deque(['Michael', 'Terry', 'Graham'])
```

# Agenda

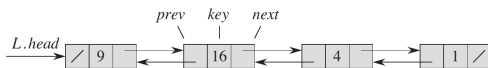
- 1 Pilas y Colas  
Pilas  
Colas
- 2 Listas Encadenadas  
Centinela
- 3 Aspectos finales  
Ejercicios

# Listas Encadenadas

- Una lista doblemente encadenada es una estructura en donde los objetos están organizados de una manera lineal.
- A diferencia un arreglo, en el cuál el orden lineal esta determinado por los índices del arreglo, el orden de una lista doblemente encadenada esta determinado por un apuntador en cada objeto.

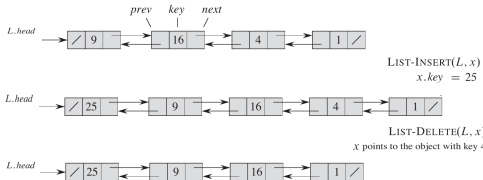


# Listas Encadenadas



- La lista tiene atributo *L.head* que apunta al primer elemento.
- Cada elemento en una lista *L* es un objeto con un atributo *key* y dos atributos apuntadores: *next* y *prev*.
- Dado un elemento *x* en la lista, *x.next* apunta al sucesor en la lista, y *x.prev* apunta a su predecesor.
- Si *L.head* = *NIL*, la lista es vacía.
- Si *x.prev* = *NIL*, el elemento *x* no tiene predecesor y es el primer elemento.
- Si *x.next* = *NIL*, el elemento *x* no tiene sucesor y es por tanto el último elemento.

# Listas Encadenadas



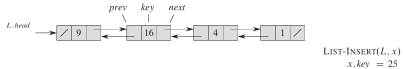
- Dado un elemento  $x$  cuyo atributo `key` ya ha sido definido, el procedimiento `LIST-INSERT` ubica a  $x$  al frente de la lista encadenada.
- El procedimiento `LIST-DELETE` remueve un elemento  $x$  de una lista encadenada  $L$ . El recibe un apuntador a  $x$ , y debe borrar a  $x$  actualizando los punteros.



# Listas Encadenadas

## LIST-INSERT( $L, x$ )

- 1  $x.next = L.head$
- 2 **if**  $L.head \neq \text{NIL}$
- 3      $L.head.prev = x$
- 4  $L.head = x$
- 5  $x.prev = \text{NIL}$



## LIST-DELETE( $L, x$ )

- 1 **if**  $x.prev \neq \text{NIL}$
- 2      $x.prev.next = x.next$
- 3 **else**  $L.head = x.next$
- 4 **if**  $x.next \neq \text{NIL}$
- 5      $x.next.prev = x.prev$



# Listas Encadenadas



- La función LIST-SEARCH(*L*, *k*) encuentra el primer elemento con una llave *k* en una lista *L*, usando una búsqueda lineal. Si no se encuentra un objeto con llave *k* en la lista, el procedimiento retorna NIL.

# Listas Encadenadas



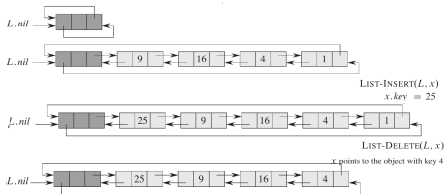
LIST-SEARCH( $L, 4$ )  
returns a pointer to the third element

LIST-SEARCH( $L, 7$ )  
returns NIL.

LIST-SEARCH( $L, k$ )

```
1   $x = L.head$ 
2  while  $x \neq \text{NIL}$  and  $x.key \neq k$ 
3       $x = x.next$ 
4  return  $x$ 
```

# Listas Encadenadas-Centinelas



- Un centinela es un objeto que permite simplificar las condiciones de borde.
- El atributo `L.nil` es un centinela que representa `NIL` pero tiene todos los atributos de los demás objetos de la lista. Cada vez que se tiene una referencia a `NIL`, se reemplaza por una referencia al centinela `L.nil`.
- El atributo `L.nil.next` apunta al head de la lista, y `L.nil.prev` apunta al tail de la lista.

# Agenda

- 1 Pilas y Colas  
Pilas  
Colas
- 2 Listas Encadenadas  
Centinela
- 3 Aspectos finales  
Ejercicios

# Ejercicios

1. Considere una pila  $S$  y una cola  $Q$ , ambas vacías en un principio. Ilustre el paso a paso de las siguientes operaciones:
  - $S.push(2) \rightarrow S.push(8) \rightarrow S.push(11) \rightarrow S.pop() \rightarrow S.push(-3) \rightarrow S.push(7) \rightarrow S.pop() \rightarrow S.pop()$
  - $Q.enqueue(4) \rightarrow Q.enqueue(17) \rightarrow Q.enqueue(20) \rightarrow Q.enqueue(6) \rightarrow Q.dequeue(\boxed{\phantom{00}}) \rightarrow Q.dequeue(\boxed{\phantom{00}}) \rightarrow Q.enqueue(-5) \rightarrow Q.dequeue(\boxed{\phantom{00}})$
2. Desarrolle un algoritmo que identifique si una cadena de texto contiene una lista de paréntesis correctamente anidados y balanceados, por ejemplo:
  - Correcto:  $\{(((())())())\}\{\}\}$
  - Correcto:  $\{(\{\})\}\{\}$
  - Incorrecto:  $\{(\{\})\}$
  - Incorrecto:  $\{(\{\}\{\})\}$

**Bonus:** identifique la posición del primer paréntesis mal ubicado en caso de que los paréntesis no estén correctamente anidados y balanceados.
3. Diseñe una función para invertir la dirección de una lista enlazada simple, es decir, una función que invierta todos los punteros entre los elementos de la lista. El algoritmo debe tener complejidad lineal  $O(n)$
4. Modifique el código de la lista enlazada para que sea una doble lista enlazada, e implemente la siguientes funciones:
  - Insertar un nuevo elemento
  - Eliminar un elemento dado su valor (considere el caso de borrar la cabeza de la lista)
  - Eliminar los elementos duplicados
  - Unir dos listas

# Ejercicios

## 10-1 Comparisons among lists

For each of the four types of lists in the following table, what is the asymptotic worst-case running time for each dynamic-set operation listed?

	unsorted, singly linked	sorted, singly linked	unsorted, doubly linked	sorted, doubly linked
SEARCH( $L, k$ )				
INSERT( $L, x$ )				
DELETE( $L, x$ )				
SUCCESSOR( $L, x$ )				
PREDECESSOR( $L, x$ )				
MINIMUM( $L$ )				
MAXIMUM( $L$ )				