

# Algoritmos y estructuras de datos

## Estructuras Lineales

CEIS

Escuela Colombiana de Ingeniería

# Agenda

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

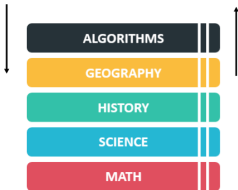
# Agenda

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

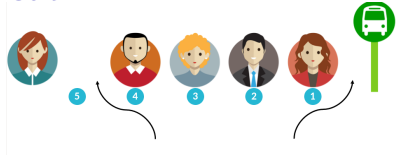
# Pilas y Colas

Las pilas y colas son estructuras lineales dinámicas en las cuales el elemento que se removerá por la operación de DELETE está predefinido.

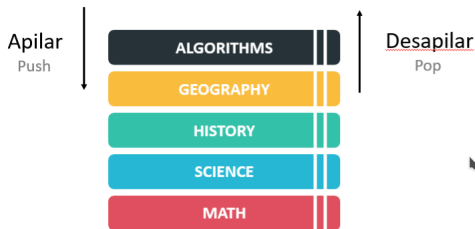
## Pila



## Cola



# Pilas



**LIFO**  
Last In First Out

- En una pila (*stack*) el elemento eliminado es el más reciente en ser insertado: implementa una política LIFO.
- La operación de inserción se denomina PUSH y la operación de eliminación se denomina POP.

# Pilas

	1	2	3	4	5	6	7
S	15	6	2	9			

$S.top = 4$  ↑

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

	1	2	3	4	5	6	7
S	15	6	2	9	17	3	

$S.top = 5$  ↑

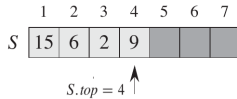
POP( $S$ )

	1	2	3	4	5	6	7
S	15	6	2	9	17	3	

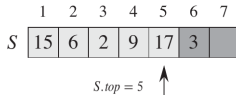
$S.top = 6$  ↑

- 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  $S[1..S.top]$

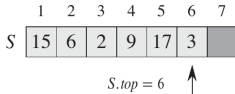
# Pilas



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



POP( $S$ )



STACK-EMPTY( $S$ )

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

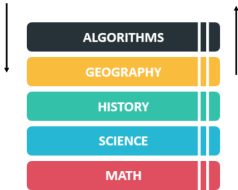
PUSH( $S$ ,  $x$ )

```
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  $S[S.top + 1]$ 
```

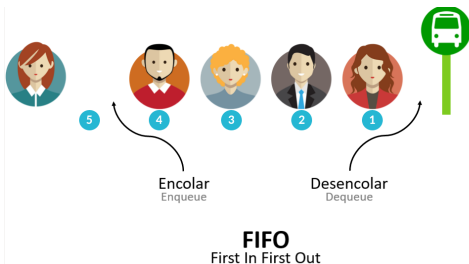
# Pilas



```
>>> 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]
```

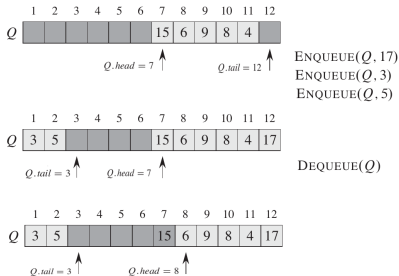


# Cola



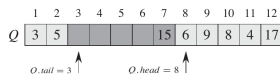
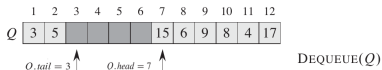
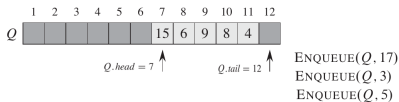
- En una cola (*queue*) el elemento eliminado es el que lleva más tiempo en ella: implementa una política FIFO.
- La operación de inserción se denomina ENQUEUE y la operación de eliminación se denomina DEQUEUE.

# Colas



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

# Colas



ENQUEUE( $Q, x$ )

```

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

```

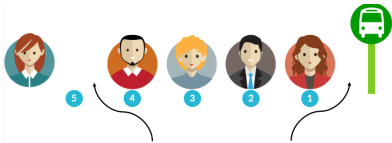
DEQUEUE( $Q$ )

```

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 encadenada es una estructura en donde los objetos están arreglados 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 encadenada esta determinado por un apuntador en cada objeto.

# Listas Encadenadas



- Cada elemento en una lista  $L$  doblemente encadenada es un objeto con un atributo `key` y dos atributos apuntes: `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  $x.prev = \text{NIL}$ , el elemento  $x$  no tiene predecesor y es el primer elemento. Si  $x.next = \text{NIL}$ , el elemento  $x$  no tiene sucesor y es por tanto el último elemento.
- Un atributo `L.head` apunta al primer elemento de la lista. Si `L.head = \text{NIL}`, la lista es vacía.

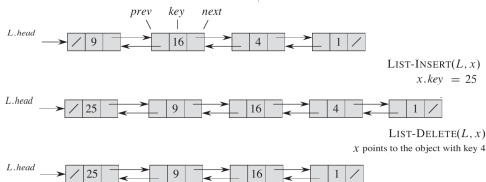
# Listas Encadenadas



- Cada elemento en una lista  $L$  doblemente encadenada es un objeto con un atributo  $key$  y dos atributos apuntes:  $next$  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  $x.prev = NIL$ , 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.
- Un atributo  $L.head$  apunta al primer elemento de la lista. Si  $L.head = NIL$ , la lista es vacía.



# Listas Encadenadas

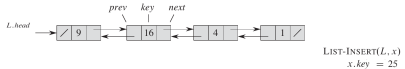


- Dado un elemento  $x$  cuyo atributo llave ya ha sido definido, el procedimiento LIST-INSERT ubica a  $x$  al frente de la lista encadenada.
- El procedimiento LIST-DELETE remueve un elemento  $x$  de una lista encadenada  $L$ . El recibe un apuntador a  $x$ , y debe borrar a  $x$  al actualizar los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



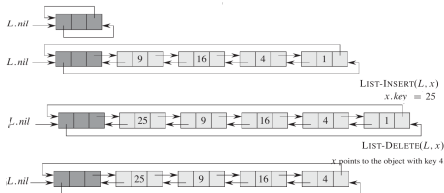
LIST-SEARCH( $L, 4$ )  
returns a pointer to the third element

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

LIST-SEARCH( $L, k$ )

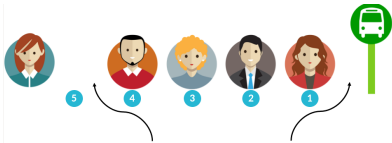
```
1   $x = L.head$ 
2  while  $x \neq \text{NIL}$  and  $x.key \neq k$ 
3       $x = x.next$ 
4  return  $x$ 
```

# Listas Encadenadas-Centinelas



- Un centinela es un objeto que permite simplificar las condiciones de borde.
- Supongamos, que se provee a la lista `L` un objeto `L.nil` 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.

# 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

# Ejercicios

1. Considere una pila  $S$  y una cola  $Q$ , ambas vacías en un principio. Ilustre el paso a paso de las siguientes operaciones:
  - $S.push(2) \rightarrow S.push(8) \rightarrow S.push(11) \rightarrow S.pop() \rightarrow S.push(-3) \rightarrow S.push(7) \rightarrow S.pop() \rightarrow S.pop()$
  - $Q.enqueue(4) \rightarrow Q.enqueue(17) \rightarrow Q.enqueue(20) \rightarrow Q.enqueue(6) \rightarrow Q.dequeue() \rightarrow Q.dequeue() \rightarrow Q.enqueue(-5) \rightarrow Q.dequeue()$
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