

# Algoritmos y Estructuras de Datos II

Departamento de Computación  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

## Trabajo Práctico de Especificación

### Grupo 1

Integrante	LU	Correo electrónico
Bálsamo, Facundo	874/10	facundobalsamo@gmail.com
Lasso, Nicolás	892/10	lasso.nico@gmail.com
Rodríguez, Agustín	120/10	agustinrodriguez90@hotmail.com
Tripodi, Guido	843/10	guido.tripodi@hotmail.com

### Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

# 1. TAD LINKLINKIT

## TAD LINKLINKIT

**géneros**      **lli**

**exporta**      generadores, categorias, links, categoriaLink, fechaActual, fechaUltimoAcceso, accesosRecientesDia, esReciente?, accesosRecientes, linksOrdenadosPorAccesos, cantLinks

**usa**            BOOL, NAT, CONJUNTO, SECUENCIA, ARBOLCATEGORIAS

### observadores básicos

categorias	: lli $s$	$\longrightarrow$ acat	
links	: lli $s$	$\longrightarrow$ conj(link)	
categoriaLink	: lli $\times$ link	$\longrightarrow$ categoria	
fechaActual	: lli	$\longrightarrow$ fecha	
fechaUltimoAcceso	: lli $s \times$ link $l$	$\longrightarrow$ fecha	$\{l \exists links(s)\}$
accesosRecientesDia	: lli $s \times$ link $l \times$ fecha $f$	$\longrightarrow$ nat	

### generadores

iniciar	: acat $ac$	$\longrightarrow$ lli	
nuevoLink	: lli $s \times$ link $l \times$ categoria $c$	$\longrightarrow$ lli	$\{\neg(l \exists links(s)) \wedge esta?(c, categorias(s))\}$
acceso	: lli $s \times$ link $l \times$ fecha $f$	$\longrightarrow$ lli	$\{l \exists links(s) \wedge f \geq fechaActual(s)\}$

### otras operaciones

esReciente?	: lli $s \times$ link $l \times$ fecha $f$	$\longrightarrow$ bool	$\{l \exists links(s)\}$
accesosRecientes	: lli $s \times$ categoria $c \times$ link $l$	$\longrightarrow$ nat	$\{esta?(c, categorias(s)) \wedge l \exists links(s) \wedge esSubCategoria(categorias(s), c, categoriaLink(s, l))\}$
linksOrdenadosPorAccesos	: lli $s \times$ categoria $c$	$\longrightarrow$ secu(link)	$\{esta?(c, categorias(s))\}$
cantLinks	: lli $s \times$ categoria $c$	$\longrightarrow$ nat	$\{esta?(c, categorias(s))\}$
menorReciente	: lli $s \times$ link $l$	$\longrightarrow$ fecha	$\{l \exists links(s)\}$
diasRecientes	: lli $s \times$ link $l$	$\longrightarrow$ fecha	$\{l \exists links(s)\}$
diasRecientesDesde	: lli $s \times$ link $l$	$\longrightarrow$ fecha	$\{l \exists links(s)\}$
linksCategoriasOHijos	: lli $s \times$ categoria $c$	$\longrightarrow$ conj(link)	$\{esta?(c, categorias(s))\}$
filtrarLinksCategoriaOHijos	: lli $s \times$ categoria $c \times$ conj(link) $ls$	$\longrightarrow$ conj(link)	$\{esta?(c, categorias(s)) \wedge ls \subseteq links(s)\}$
diasRecientesParaCategoria	: lli $s \times$ categoria $c$	$\longrightarrow$ conj(fecha)	$\{esta?(c, categorias(s))\}$
linkConUltimoAcceso	: lli $s \times$ categoria $c \times$ conj(link) $ls$	$\longrightarrow$ link	$\{esta?(c, categorias(s)) \wedge \neg \emptyset?(ls) \wedge ls \subseteq linksCategoriasOHijos(s, c)\}$
sumarAccesosRecientes	: lli $s \times$ link $l \times$ conj(fecha) $fs$	$\longrightarrow$ nat	$\{l \exists links(s) \wedge fs \subseteq diasRecientes(s, l)\}$
linksOrdenadosPorAccesosAux	: lli $s \times$ categoria $c \times$ conj(link) $ls$	$\longrightarrow$ secu(link)	$\{esta?(c, categorias(s)) \wedge ls \subseteq linksCategoriasOHijos(s, c)\}$
linkConMasAccesos	: lli $s \times$ categoria $c \times$ conj(link) $ls$	$\longrightarrow$ link	$\{esta?(c, categorias(s)) \wedge ls \subseteq linksCategoriasOHijos(s, c)\}$
$\beta$	: bool $b$	$\longrightarrow$ nat	

**axiomas**       $\forall it, it': linklinkIT$   
 $\forall a: arbolDeCategorias$   
 $\forall c: categoria$   
 $\forall l: link$   
 $\forall f: fecha$   
 $\forall cc: conj(categoria)$

categorias(iniciar(ac))  $\equiv$  ac

categorias(nuevoLink(s,l,c))  $\equiv$  categorias(ac)

categorias(acceso(s,l,f))  $\equiv$  categorias(ac)

links(iniciar(ac))  $\equiv \emptyset$

links(nuevoLink(s,l,c))  $\equiv$  Ag(l,links(s))

links(acceso(s,l,f))  $\equiv$  links(s)

categoriaLink(nuevoLink(s,l,c),l')  $\equiv$  **if**  $l == l'$  **then**  $c$  **else** categoriaLink(s,l') **fi**

categoriaLink(acceso(s,l,f),l')  $\equiv$  categoriaLink(s,l')

fechaActual(iniciar(ac))  $\equiv$  0

fechaActual(nuevoLink(s,l,c))  $\equiv$  fechaActual(s)

fechaActual(acceso(s,l,f))  $\equiv$  f

fechaUltimoAcceso(nuevoLink(s,l,c),l')  $\equiv$  **if**  $l == l'$  **then** fechaActual(s) **else** fechaUltimoAcceso(s,l') **fi**

fechaUltimoAcceso(acceso(s,l,f),l')  $\equiv$  fechaUltimoAcceso(s,l')

menorReciente(s,l)  $\equiv$  max(fechaUltimoAcceso(s, l) + 1, diasRecientes) - diasRecientes

esReciente?(s,l,f)  $\equiv$  menorReciente(s,l)  $\leq$  f  $\wedge$  f  $\leq$  fechaUltimoAcceso(s,l)

accesoRecienteDia(nuevoLink(s,l,c),l',f)  $\equiv$  **if**  $l == l'$  **then** 0 **else** accesoRecienteDia(s,l',f) **fi**

accesoRecienteDia(acceso(s,l,f),l',f')  $\equiv$   $\beta(l == l' \wedge f == f') +$  **if** esReciente?(s,l,f') **then** accesoRecienteDia(s,l',f') **else** 0 **fi**

accesosRecientes(s, c, l)  $\equiv$  sumarAccesosRecientes(s, l, diasRecientesParaCategoria(s, c)  $\cap$  diasRecientes(s, l))

linksOrdenadosPorAccesos(s, c)  $\equiv$  linksOrdenadosPorAccesosAux(s, c, linksCategoriaOHijos(s, c))

linksOrdenadosPorAccesosAux(s,c,ls)  $\equiv$  **if**  $\emptyset?(ls)$  **then**

$\emptyset$

**else**

linkConMasAccesos(s, c, ls)  $\bullet$  linksOrdenadosPorAccesosAux(s, c, ls - linkConMasAccesos(s, c, ls))

**fi**

linkConMasAccesos(s, c, ls)  $\equiv$  **if**  $\#ls == 1$  **then**

dameUno(ls)

**else**

**if** accesosRecientes(s,c,dameUno(ls))  $>$  accesosRecientes(s,c,linkConMasAccesos(s,c,sinUno(ls))) **then**

dameUno(ls)

**else**

linkConMasAccesos(s,c,sinUno(ls))

**fi**

**fi**

cantLinks(s, c)  $\equiv$   $\#$ linksCategoriaOHijos(s, c)

diasRecientes(s, l)  $\equiv$  diasRecientesDesde(s, l, menorReciente(s, l))

diasRecientesDesde(s, l, f)  $\equiv$  **if** esReciente?(s, l, f) **then** Ag(f, diasRecientesDesde(s, l, f+1)) **else**  $\emptyset$  **fi**

```

linksCategoriaOHijos(s, c)  $\equiv$  filtrarLinksCategoriaOHijos(s, c, links(s))
filtrarLinksCategoriaOHijos(s, c, ls)  $\equiv$  if  $\emptyset?(ls)$  then
     $\emptyset$ 
else
    (if esSubCategoria(categorias(s),c,categoriaLink(s,dameUno(ls)))
    then
        dameUno(ls)
    else
         $\emptyset$ 
    fi)  $\cup$  filtrarLinksCategoriaOHijos(s, c, siunUno(ls))
fi
diasRecientesParaCategoria(s, c)  $\equiv$  if  $\emptyset?(linksCategoriaOHijos(s,c))$  then
     $\emptyset$ 
else
    diasRecientes(s, linkConUltimoAcceso(s, c, linksCategoriaOHijos(s,c)))
fi
sumarAccesosRecientes(s, l, fs)  $\equiv$  if  $\emptyset?(fs)$  then
    0
else
    accesosRecientesDia(s, l, dameUno(f )) + sumarAccesosRecientes(s, l,
    sinUno(fs))
fi
 $\beta(b) \equiv$  if b then 1 else 0 fi

```

**Fin TAD**

### 1.0.1. Modulo de linkLinkIT

**generos:** *lli*  
**usa:** bool, nat, conjunto, secuencia, arbolCategorias  
**se explica con:** TAD linkLinkIT  
**géneros:** lli

### 1.0.2. Operaciones Básicas

**categorias** (in s: lli)  $\longrightarrow$  res: ac

**Pre**  $\equiv$  true  
**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> categorias(s)  
**Complejidad** :  $O(\#categorias(s))$   
**Descripción** : Devuelve el arbol de categorias con todas las categorias del sistema  
**Aliasing:**ALGO

**links** (in s: estrLLI)  $\longrightarrow$  res: conj(link)

**Pre**  $\equiv$  true  
**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> links(s)  
**Complejidad** :  $O(\#links(s))$   
**Descripción** : Devuelve todos los links del sistema  
**Aliasing:**ALGO

**categoriaLink** (in s: estrLLI, in l: link)  $\longrightarrow$  res: categoria

**Pre**  $\equiv$  true  
**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> categoriaLink(s,l)  
**Complejidad** :  $O(\text{cuanto seria esto? todos los links?})$

**Descripción** : Devuelve la categoria del link ingresado

**Aliasing**:ALGO

**fechaActual** (in s: estrLLI)  $\longrightarrow$  res: fecha

**Pre**  $\equiv$  true

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> fechaActual(s)

**Complejidad** : O(1)

**Descripción** : Devuelve la fecha actual

**Aliasing**:ALGO

**fechaUltimoAcceso** (in s: estrLLI, in l: link)  $\longrightarrow$  res: fecha

**Pre**  $\equiv$  l  $\in$  links(s)

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> fechaUltimoAcceso(s,l)

**Complejidad** : O(1)

**Descripción** : Devuelve la fecha de ultimo acceso al link

**Aliasing**:ALGO

**accesosRecientesDia** (in s: lli, in l: link, in f: fecha)  $\longrightarrow$  res: nat

**Pre**  $\equiv$  l  $\in$  links(s)

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> accesosRecientesDia(s,l,f)

**Complejidad** : O(#accesosRecientesDia(s,l,f))

**Descripción** : Devuelve la cantidad de accesos a un link un cierto dia

**Aliasing**:ALGO

**iniciar** (in ac: estrAC)  $\longrightarrow$  res: lli

**Pre**  $\equiv$  true

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> iniciar(ac)

**Complejidad** : O(#categorias(ac))

**Descripción** : crea un sistema dado un arbol ac de categorias

**Aliasing**:ALGO

**nuevoLink** (in/out s: lli, in l: link , in c: categoria)

**Pre**  $\equiv$  c  $\in$  categorias(s)  $\wedge$  s<sub>0</sub> =<sub>obs</sub> s

**Post**  $\equiv$  s=<sub>obs</sub> nuevoLink(s<sub>0</sub>,l,c)

**Complejidad** : O(|l|+|c|+h)

**Descripción** : Agregar un link al sistema

**Aliasing**:ALGO

**acceso** (in/out s: lli, in l: link , in f: fecha)

**Pre**  $\equiv$  l  $\in$  links(s)  $\wedge$  f  $\geq$  fechaActual(s)  $\wedge$  s<sub>0</sub> =<sub>obs</sub> s

**Post**  $\equiv$  s=<sub>obs</sub> acceso(s<sub>0</sub>,l,f)

**Complejidad** : O(|l|)

**Descripción** : Acceder a un link del sistema

**Aliasing**:ALGO

**esReciente?** (in s: lli, in l: link , in f: fecha)  $\longrightarrow$  res: bool

**Pre**  $\equiv$  l  $\in$  links(s)

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> esReciente?(s,l,f)

**Complejidad** : O(y esto q es??)

**Descripción** : Chequea si el acceso fue reciente

**Aliasing**:ALGO

**accesosRecientes** (in s: lli, in c: categoria in l: link)  $\longrightarrow$  res: nat

**Pre**  $\equiv c \in \text{categorias}(s) \wedge l \in \text{links}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{accesosRecientes}(s, c, l)$   
**Complejidad** :  $O(1)$   
**Descripción** : Devuelve la cantidad de accesos recientes del link ingresado  
**Aliasing**:ALGO

**linksOrdenadosPorAccesos** (**in** s: lli, **in** c: categoria)  $\longrightarrow$  res: secu(link)

**Pre**  $\equiv c \in \text{categorias}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{linksOrdenadosPorAccesos}(s, c)$   
**Complejidad** :  $O(n^2)$   
**Descripción** : Devuelve la cantidad de accesos recientes del link ingresado  
**Aliasing**:ALGO

**cantlinks** (**in** s: lli, **in** c: categoria)  $\longrightarrow$  res: nat

**Pre**  $\equiv c \in \text{categorias}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{cantlinks}(s, c)$   
**Complejidad** :  $O(|c|)$   
**Descripción** : Devuelve la cantidad de links de la categoria c  
**Aliasing**:ALGO

**menorReciente** (**in** s: lli, **in** l: link)  $\longrightarrow$  res: fecha

**Pre**  $\equiv l \in \text{links}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{menorReciente}(s, l)$   
**Complejidad** :  $O(\text{no tengo idea})$   
**Descripción** : Devuelve la fecha menor mas reciente  
**Aliasing**:ALGO

**diasRecientes** (**in** s: lli, **in** l: link)  $\longrightarrow$  res: fecha

**Pre**  $\equiv l \in \text{links}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{diasRecientes}(s, l)$   
**Complejidad** :  $O(1)$   
**Descripción** : Devuelve la fecha reciente del link  
**Aliasing**:ALGO

**diasRecientesDesde** (**in** s: lli, **in** l: link)  $\longrightarrow$  res: fecha

**Pre**  $\equiv l \in \text{links}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{diasRecientesDesde}(s, l)$   
**Complejidad** :  $O(1)$   
**Descripción** : Devuelve la fecha reciente del link  
**Aliasing**:ALGO

**diasRecientesParestrACegorias** (**in** s: lli, **in** c: categoria)  $\longrightarrow$  res: conj(fecha)

**Pre**  $\equiv c \in \text{categorias}(s)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{diasRecientesParaCategorias}(s, c)$   
**Complejidad** :  $O(\text{es la cantidad de accesos recientes esto??})$   
**Descripción** : Devuelve el conjunto de fechas recientes de la categoria c  
**Aliasing**:ALGO

**linkConUltimoAcceso** (**in** s: lli, **in** c: categoria, **in** ls: conj(link) )  $\longrightarrow$  res: link

**Pre**  $\equiv c \in \text{categorias}(s) \wedge \text{esVacia??}(ls) \wedge ls \subseteq \text{linksCategoriasOHijos}(s, c)$   
**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{linkConUltimoAcceso}(s, c, ls)$   
**Complejidad** :  $O(\#ls??)$

**Descripción :** Devuelve el link que se accedió por ultima vez del conjunto ls

**Aliasing:**ALGO

**sumarAccesosRecientes** (in s: lli, in l: link,in fs: conj(fecha) )  $\longrightarrow$  res: nat

**Pre**  $\equiv l \in \text{links}(s) \wedge fs \subseteq \text{diasRecientes}(s,l)$

**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{sumarAccesosRecientes}(s,l,fs)$

**Complejidad :**  $O(1?)$

**Descripción :** Devuelve la suma de todos los accesos recientes del link l

**Aliasing:**ALGO

**linkConMasAccesos** (in s: lli, in c: categoria,in ls: conj(link) )  $\longrightarrow$  res: link

**Pre**  $\equiv c \in \text{categorias}(s) \wedge ls \subseteq \text{linksCategoriasOHijos}(s,c)$

**Post**  $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{linksOrdenadosPorAccesosAux}(s,c,ls)$

**Complejidad :**  $O(1?)$

**Descripción :** Devuelve al link con mas accesos

**Aliasing:**ALGO

## 1.1. Pautas de Implementación

### 1.1.1. Estructura de Representación

linkLinkIT se representa con estrILL donde estrILL es:

tupla (  
    *arbolCategorias*: acat,  
    *actual*:nat,  
    *accesosXLink*: diccTrie(link:string,puntero(datosLink)),  
    *listaLinks*:Lista(datosLink),      *arrayCatLinks*:arreglo-dimen(linksFamilia) )

**Donde** datosLink es:

tupla  $\langle$ link:link, *catDLink*puntero(datosCat),*accesosRecientes*:Lista(acceso) $\rangle$

**Donde** acceso es:

tupla  $\langle$ *dia*:nat, *cantAccesos*:nat $\rangle$

**Donde** linksFamilia es:

lista (puntero(datosLink))

### 1.1.2. Invariante de Representación

1. Para todo '*link*' que exista en '*accesosXLink*' la '*catDLink*' de la tupla apuntada en el significado debera existir en '*arbolCategorias*'.
2. Para todo '*link*' que exista en '*accesosXLink*', todos los '*dia*' de la lista '*accesosRecientes*' deberan ser menor o igual a *actual*.
3. '*actual*' serã igual a la fecha mas grande de *accesosRecientes* de todas las claves *accesosXLink*.
4. Para todo '*link*' que exista en '*accesosXLink*' su significado deberã existir en '*listaLinks*'
5. Para todo '*link*' que exista en '*accesosXLink*' su significado deberã aparecer en '*arrayCantLinks*' en la posicion igual al id de '*catDLink*' y en todas las posiciones menores a esta.
6. Para todo '*link*' que exista en '*accesosXLink*', la '*accesosRecientes*' apuntada en el significado debera tener una longitud menor o igual a 3.
- 7.

**Rep** : estrLLI  $\rightarrow$  bool  
Rep(e)  $\equiv$  true  $\iff$

1.  $(\forall x: \text{link}) (\text{def?}(x, e.\text{accesosXLink})) \leftrightarrow (*\text{obtener}(x, e.\text{accesosXLink})).\text{catDLink} \exists \text{todasLasCategorias}(e.\text{arbolCategorias}, \text{cate})$
2.  $(\forall x: \text{link}) (\text{def?}(x, e.\text{accesosXLink})) \rightarrow (\text{ultimo}((*\text{obtener}(x, e.\text{accesosXLink})).\text{accesosRecientes})).\text{dia} \leq e.\text{actual}$
- 3.
4.  $(\forall x: \text{link}) (\text{def?}(x, e.\text{accesosXLink})) \rightarrow (*\text{obtener}(x, e.\text{accesosXLink})) \exists \text{todosLosLinks}(\text{listaLinks})$
5.  $(\forall x: \text{link}) (\text{def?}(x, e.\text{accesosXLink})) \rightarrow (*\text{obtener}(x, e.\text{accesosXLink})) \exists \text{linksDeCat}(e.\text{arrayCantLinks}[\text{id}(e.\text{arbolCategorias}, x)])$
6.  $(\forall x: \text{link}) (\text{def?}(x, e.\text{accesosXLink})) \rightarrow \text{longitud}((*\text{obtener}(x, e.\text{accesosXLink})).\text{accesosRecientes}) \leq 3$

### 1.1.3. Función de Abstraccion

**Abs**: estrLLI e  $\rightarrow$  linkLinkIT  
Abs(e) =<sub>obs</sub> s: linkLinkIT |

$$\begin{aligned} & \text{categorias}(s) = e.\text{arbolCategorias} \wedge \\ & \text{links}(s) = \text{todosLosLinks}(s.\text{listaLinks}) \wedge \\ & \forall l: \text{link } \text{categoriaLink}(s, l) = *((\text{obtener}(l, e.\text{accesosXLink}))).\text{catDLink} \wedge \\ & \text{fechaActual}(s) = e.\text{actual} \wedge \\ & \forall l: \text{link } l \in \text{links}(l) \wedge_L \text{fechaUltimoAcceso}(s, l) = \text{ultimo}((*(\text{obtener}(s, e.\text{accesosXLink}))).\text{accesos}).\text{dia} \wedge \\ & \forall l: \text{link } \forall f: \text{nat } \text{accesoRecienteDia}(s, l, f) = \text{cantidadPorDia}(f, *((\text{obtener}(s, e.\text{accesosXLink}))).\text{accesos}) \end{aligned}$$

Auxiliares

$\text{cantidadPorDia} : \text{fecha} \times \text{lista}(\text{acceso}) \rightarrow \text{nat}$   
 $\text{cantidadPorDia}(f, ls) \equiv \text{if } f == (\text{prim}(ls)).\text{dia} \text{ then } \text{cantAccesos} \text{ else } \text{cantidadPorDia}(f, \text{fin}(ls)) \text{ fi}$   
 $\text{listaLinks} : \text{secu}(\text{datosLink}) \rightarrow \text{conj}(\text{link})$   
 $\text{listaLinks}(ls) \equiv \text{Ag}((\text{prim}(ls)).\text{link}, \text{fin}(ls))$

### 1.1.4. Algoritmos

---

#### Algoritmo: 1

---

**ICATEGORIAS** (in s: lli)  $\rightarrow$  res: ac

res  $\leftarrow$  s.arbolCategorias //O(1)

---

**Complejidad: O(1)**

---



---

#### Algoritmo: 2

---

**ILINKS** (in s: estrLLI)  $\rightarrow$  res: conj(link)

itLista iterador  $\leftarrow$  crearIt(s.listaLinks) //O(1)

**while**(haySiguiente(iterador)) //O(|s.listaLinks|)

agregar(res, (\*siguiente(iterador)).link) //O(|l|)

avanzar(iterador) //O(1)

**end while**



---

**Complejidad:**  $O(\sum_{i=1}^{longitud(s.listaLinks)})$

---

---

**Algoritmo: 3**

---

**ICATEGORIALINK** (in s: estrLLI, in l: link)  $\rightarrow$  res: categoria

res  $\leftarrow$  \*((obtener(l,s.accesosXLink))).catDLink

//O(|l|)

---

**Complejidad:**  $O(|l|)$

---

---

**Algoritmo: 4**

---

**IFECHAACTUAL** (in s: estrLLI)  $\rightarrow$  res: fecha

res  $\leftarrow$  s.actual

//O(1)

---

**Complejidad:**  $O(1)$

---

---

**Algoritmo: 5**

---

**IFECHAULTIMOACCESO** (in s: estrLLI, in l: link)  $\rightarrow$  res: fecha

res  $\leftarrow$  ultimo(\*((obtener(l,s.accesosXLink))).accesosRecientes).dia

//O(|l|)

---

**Complejidad:**  $O(|l|)$

---

---

**Algoritmo: 6**

---

**IACCESOSRECIENTESDIA** (in s: estrLLI, in l: link, in f: fecha)  $\rightarrow$  res: nat

lista(acceso) accesos  $\leftarrow$  vacia()

//O(1)

res  $\leftarrow$  0

//O(1)

accesos  $\leftarrow$  \*((obtener(l,s.accesosXLink))).accesosRecientes

//O(|l|)

while( $\neg$ esVacia?(accesos)  $\wedge$  res = 0)

//O(|accesos|)

if (ultimo(accesos).dia == f

//O(1)

then res  $\leftarrow$  (ultimo(accesos)).cantAccesos

//O(1)

else accesos  $\leftarrow$  fin(accesos) FI

//O(1)

end while

---

**Complejidad:  $O(|l|)$** 

---

---

**Algoritmo: 7**

---

**INICIAR** (**in** ac: acat)  $\rightarrow$  res: estrLLI

```
    res.actual  $\leftarrow$  1 //O(1)
    res.arbolCategorias  $\leftarrow$  &ac //O(1)
    var c: nat //O(1)
    c  $\leftarrow$  1 //O(1)
    res.arrayCantLinks  $\leftarrow$  crearArreglo(#categorias(ac)) //O(1)
    res.listaLinks  $\leftarrow$  vacia() //O(1)
    res.accesosXLink  $\leftarrow$  vacio() //O(1)
    while (c  $\leq$  #categorias(ac)) //O(#categorias(ac))
        linksFamilia llist  $\leftarrow$  vacia() //O(1)
        res.arrayCatLinks[c]  $\leftarrow$  llist //O(1)
        c ++ //O(1)
    end while //O(1)
```

---

**Complejidad: ( $\#categorias(ac)$ )**

---

---

**Algoritmo: 8**

---

**INUEVOLINK** (**in/out** s: lli, **in** l: link , **in** c: categoria)

```
    puntero(datosCat) cat  $\leftarrow$  obtener(c,s.arbolCategorias) //O(|c|)
    lista(acceso) accesoDeNuevoLink  $\leftarrow$  vacia() //O(1)
    datosLink nuevoLink  $\leftarrow$  <l,cat,accesoDeNuevoLink> //O(|l|)
    puntero(datosLink) puntLink  $\leftarrow$  nuevoLink //O(1)
    definir(l,puntLink,s.accesosXLink) //O(|l|)
    agregarAtras(s.listaLinks,puntLink) //O(1)
    while(cat  $\neq$  puntRaiz(s.arbolCategorias)) //O(h)
        agregarAtras(s.arrayCatLinks[(cat).id],puntLink) //O(1)
        cat  $\leftarrow$  cat.abuelo //O(1)
    end while
    agregarAtras(s.arrayCatLinks[(cat).id],puntLink) //O(1)
```

---

**Complejidad:  $O(|c|+|l|+h)$**

---

---

**Algoritmo: 9**

---

**IACCESO** (**in/out** s: lli, **in** l: link , **in** f: fecha)

```
    if s.actual == f //O(1)
    then s.actual ← s.actual //O(1)
    else s.actual ← f FI //O(1)
    var puntero(datosLink) puntLink ← obtener(l,s.accesosXLink) //O(|l|)
    if (ultimo((*puntLink).accesos)).dia == f //O(1)
    then (ultimo((*puntLink).accesos)).cantAccesos++ //O(1)
    else agregarAtras((*puntLink).accesos), f) FI //O(1)
    if longitud((*puntLink).accesos) == 4 //O(1)
    then fin((*puntLink).accesos) //O(1)
    fi
```

---

**Complejidad:  $O(|l|)$**

---

---

**Algoritmo: 10**

---

**IESRECIENTE?** (**in** s: lli, **in** l: link , **in** f: fecha)  $\rightarrow$  res: bool

```
    res ← menorReciente(s,l) ≤ f ∧ f ≤ fechaUltimoAcceso(s,l) //O(|l|)
```

---

**Complejidad:  $O(|l|)$**

---

---

**Algoritmo: 11**

---

**IACCESOSRECIENTES** (**in** s: lli, **in** c: categoria **in** l: link)  $\rightarrow$  res: nat

```
    res ← sumarAccesosRecientes(s, l, diasRecientesParaCategoria(s, c) ∩ diasRecientes(s, l)) //O(|l|)
```

---

**Complejidad:  $O(|l|)$**

---

---

**Algoritmo: 12**

---

**ILINKSORDENADOSPORACCESOS** (**in** s: lli, **in** c: categoria)  $\rightarrow$  res: itListaUni(lista(link))

```
    nat id ← id(s.arbolCategorias,c) //O(|c|)
```

```
    lista(puntero(datosLink)) listaOrdenada ← vacia() //O(1)
```

```
    itLista(puntero(datosLink)) itMax ← crearIt(s.arrayCantLinks[id])
```

```

//O(1)

if ¬iestaOrdenada?(s.arrayCantLinks[id]) //O(1)

then

while(haySiguiente?(s.arrayCantLinks[id])) //O(1)

itMax ← iBuscarMax(s.arrayCantLinks[id]) //O(n)

agregarAtras(listaOrdenada,siguiente(itMax)) //O(1)

eliminarSiguiente(itMax) //O(1)

end while

res ← crearIt(listaOrdenada) //O(1)

s.arrayCatLinks[id] ← listaOrdenada //O(1)

else

res ← crearIt(s.arrayCantLinks[id]) //O(1)

fi

```

---

**Complejidad:  $O(n^2)$**

---



---

#### Algoritmo: 13

---

**IBUSCARMAX** (in ls: lista(puntero(datosLink)))  $\longrightarrow$  res: itLista(puntero(datosLink))

```

res ← crearIt(ls) //O(1)

itLista(puntero(datosLink)) itRecorre ← crearIt(ls) //O(1)

nat max ← (*siguiente(itRecorre)).cantAccesosRecientes //O(1)

while(haySiguiente(itRecorre)) //O(1)

if max < (*siguiente(itRecorre)).cantAccesosRecientes //O(1)

then //O(1)

max ← (*siguiente(itRecorre)).cantAccesosRecientes //O(1)

res ← itRecorre //O(1)

end while

avanzar(itRecorre) //O(1)

end while //O(1)

```

---

**Complejidad:  $O(n)$**

---



---

#### Algoritmo: 14

---

**IESTAORDENADA** (in ls: lista(puntero(datosLink)))  $\xrightarrow{12}$  res: bool

```

res ← true //O(1)
itLista(puntero(datosLink)) itRecorre ← crearIt(ls) //O(1)
nat aux ← (*siguiente(itRecorre)).cantAccesosRecientes //O(1)
while(haySiguiente(itRecorre) ∧ res == true) //O(1)
  avanzar(itRecorre) //O(1)
  if aux < (*siguiente(itRecorre)).cantAccesosRecientes //O(1)
    then //O(1)
      res ← false //O(1)
  fi //O(1)
  aux ← (*siguiente(itRecorre)).cantAccesosRecientes //O(1)
end while //O(1)

```

---

**Complejidad:  $O(n)$**

---



---

#### Algoritmo: 15

---

**ICANTLINKS** (in s: lli, in c: categoria) → res: nat

```

  puntero(datosCat) cat ← obtener(c,s.arbolCategorias) //O(|c|)
  res ← longitud(arrayCantLinks[(cat).id]) //O(1)

```

---

**Complejidad:  $O(|c|)$**

---



---

#### Algoritmo: 16

---

**IMENORRECIENTE** (in s: lli, in l: link) → res: fecha

```

  res ← max(fechaUltimoAcceso(s,l)+1,diasRecientes) - diasRecientes //O(|l|)

```

---

**Complejidad:  $O(1)$**

---



---

#### Algoritmo: 17

---

**IDIASRECIENTES** (in s: lli, in l: link) → res: conj(fecha)

```

  res ← diasRecientesDesde(s,l,menorReciente(s,l)) //O(|l|)

```

---

**Complejidad:  $O(|l|)$**

---



---

#### Algoritmo: 18

---

**IDIASRECIENTESDESDE** (in s: lli, in l: link, in f: fecha) → res: conj(fecha)

```

while(esReciente?(s,l,f)) //O(|l|)
  Agregar(f,res) //O(1)
  fecha++ //O(1)
end while

```

---

**Complejidad:  $O(|l|)$**

---



---

**Algoritmo: 19**

---

**IDIASRECIENTESPARACATEGORIAS** (in s: lli, in c: categoria)  $\rightarrow$  res: conj(fecha)

```

  itLista(puntero(datosLink)) links  $\leftarrow$  crearIt(arrayCatLinks[id(s.arbolCategorias,c)]) //O(1)
  diasRecientes(s,linkConUltimoAcceso(s,c,links)) //O( $\star|l|$ )

```

---

**Complejidad:  $O(\star|l|)$**

---



---

**Algoritmo: 20**

---

**ISUMARACCESOSRECIENTES** (in s: lli, in l: link,in fs: conj(fecha) )  $\rightarrow$  res: nat

```

  itConj iterador  $\leftarrow$  crearIt(fs) //O(1)
  while(haySiguiende(iterador)) //O(1)
    res  $\leftarrow$  accesosRecientesDia(s,l,siguiente(iterador)) //O(|l|)
    avanzar(iterador) //O(1)
  end while

```

---

**Complejidad:  $O(|l|)$**

---



---

**Algoritmo: 21**

---

**ILINKCONULTIMOACCESO** (in s: lli, in c: categoria,in ls: itLista(puntero(datosLink))  $\rightarrow$  res: link

```

  puntero(datosLink) max  $\leftarrow$  (siguiende(ls)) //O(1)
  while(haySiguiende(ls)) //O(1)
    avanzar(ls) //O(1)
    if (ultimo((*max).accesosRecientes)).dia < (ultimo((*siguiende(ls)).accesosRecientes)).dia //O(1)
      then max  $\leftarrow$  (siguiende(ls)) //O(1)
    fi //O(1)
  end while
  res  $\leftarrow$  (*max).link //O(|(*max).link|)

```

---

**Complejidad:  $O(|(*max).link|)$**

---

## 1.2. Descripcion de Complejidades de Algoritmos

### 1. ICATEGORIAS:

Devuelve el arbol de categorias del sistema, esto cuesta  $O(1)$ .

**Orden Total:** $O(1)=O(1)$

### 2. ILINKS:

Se crea un conjunto vacio, esto tarda  $O(1)$ . Se crea un itLista, esto tarda  $O(1)$ .

Se ingresa a un ciclo preguntando si haySiguiente, esto cuesta  $O(1)$ , se le agrega link apuntado de cada tupla de datosLink de la lista listaLinks, esto tarda  $O(|l|)$ , luego se avanza el it, esto cuesta  $O(1)$ .

Al salir del ciclo, se devuelve el conjunto.

**Orden Total:** $O(1)+O(1)+O(1)+(suma\ O(|l|))+O(1)=O(suma\ O(|l|))$

### 3. ICATEGORIALINK:

Se utiliza la operacion obtener del diccionario accesosXLink, la cual devuelve un puntero a datosLink, se devuelve lo apuntado a catDLink, esto cuesta  $O(|l|)$ .

**Orden Total:** $O(|l|)=O(|l|)$

### 4. IFECHAACTUAL:

Devuelve la fecha actual del sistema, esto cuesta  $O(1)$ .

**Orden Total:** $O(1)=O(1)$

### 5. IFECHAULTIMOACCESO:

Se utiliza la operacion obtener del diccionario accesosXLink, la cual devuelve un puntero a datosLink,

se accede a la lista accesosRecientes dentro de la tupla, se devuelve dia del ultimo elemento, esto cuesta  $O(|l|)$ .

**Orden Total:** $O(|l|)=O(|l|)$

### 6. IACCESOSRECIENTESDIA:

Se crea una lista de acceso vacia, esto cuesta  $O(1)$ . Se le guarda a la lista, la lista de accesosRecientes, la cual se obtiene con la operacion obtener del diccionario accesosXLink consultando por el link dado, esto cuesta  $O(|l|)$ .

Se ingresa a un ciclo, preguntando si no es vacia la lista, esto cuesta  $O(1)$ .

Se pregunta si dia del primer elemento de la lista es igual a f, esto cuesta  $O(1)$ , en caso verdadero se devuelve cantAccesos de esa tupla, esto cuesta  $O(1)$ , en caso falso se modifica la lista sacando el primer elemento, esto cuesta  $O(1)$ . Se sale del ciclo.

**Orden Total:** $O(1)+O(|l|)+O()=O(|l|)$

### 7. IINICIAR:

Se guarda en res.actual la fecha igual a 1, esto cuesta  $O(1)$ . Se pasa por referencia el arbol dado y se lo guarda en res.arbolCategorias, estoy cuesta  $O(1)$ . Se crea una variable del tipo nat, cuesta  $O(1)$ , se inicializa esta variable con 1, esto cuesta  $O(1)$ , se crea un arreglo con tamaño igual a #categorias(ac) y se lo guarda en res.arrayCatLinks, esto cuesta  $O(1)$ ,

se inicializa res.listaLinks como vacia, esto cuesta  $O(1)$ , se inicializa con vacio el diccionario res.accesosXLink.

Se ingresa a un ciclo consultando si c es menor o igual a la cantidad de categorias de ac, esto cuesta  $O(1)$ . Se crea una lista linksFamilia inicializada con vacio, esto cuesta  $O(1)$ .

Se guarda en res.arrayCatLinks[c] la lista linksFamilia, esto cuesta  $O(1)$ , se le suma 1 a c, esto cuesta  $O(1)$ . Se sale del ciclo, esto cuesta  $O(1)$ .

**Orden Total:** $O(1)+O(1)+O(1)+O(1)+O(1)+O(1)+O(1)+O(1)+$

$O(\#categorias(ac)*(O(1)+O(1)+O(1)))=O(\#categorias(ac))$

### 8. INUEVOLINK:

Se crea un puntero a datosCat cat donde se le pasa el puntero obtenido por la operacion obtener del modulo arbolCategorias, esto cuesta  $O(|c|)$ . Se crea una lista de acceso inicializada vacia, que cuesta  $O(1)$ .

Se crea una tupla datosLink, a la cual se le pasa una tupla con el link dado, el puntero a datosCat y la lista de acceso, la cual tarda  $O(|l|)$ . Se crea un puntero a datosLink y se le pasa la tupla datosLink, esto cuesta  $O(1)$ .

Se utiliza la operacion definir del diccTrie en la cual se agrega el link dado al diccionario accesosXLink, lo cual tarda  $O(|l|)$ .

Se utiliza la operacion agregarAtras que agrega el puntero a datosLink a la lista listaLinks, esto demora  $O(1)$ .

Se ingresa a un ciclo si cat es distinto de la operacion puntRaiz de arbolCategorias, esto tarda  $O(1)$ . Se utiliza la operacion agregarAtras que agrega el puntero a datosLink a la lista que esta en la posicion (\*cat).id del arreglo arrayCatLinks, lo cual tarda  $O(1)$ .

Se modifica el puntero a datosCat y se guarda cat.padre, lo cual tarda  $O(1)$ . Se sale del ciclo tardando  $O(1)$ . Se utiliza la operacion agregarAtras que agrega el puntero a datosLink a la lista que esta en la posicion (\*cat).id del arreglo arrayCatLinks, lo cual tarda  $O(1)$ .

**Orden Total:** $O(|c|)+O(1)+O(|l|)+O(1)+O(1)+O(1)+O(h*(O(1)+O(1)))+O(1)=O(|l|+|c|+h)$

9. **IACCESO:**

Se pregunta si la fecha actual del sistema es igual a f, esto demora  $O(1)$ , en caso verdadero se deja actual como esta, en caso negativo se modifica a y se guarda f como fecha actual, esto tarda  $O(1)$ .

Se crea un puntero a datosLink puntLink que se le pasa un puntero obtenido por medio de la operacion obtener del diccionario accesosXLink dando el link que se quiere ingresar al sistema, esto demora  $O(|l|)$ .

Se pregunta si el dia de la tupla del ultimo elemento de la lista accesosRecientes de la tupla apuntada por el puntero puntLink es igual al f dado, esto cuesta  $O(1)$ , en caso positivo, se modifica cantAccesos de la misma tupla del elemento sumandole uno, esto demora  $O(1)$

en caso negativo se utiliza la operacion agregarAtras y se agrega una tupla acceso con la fecha f y cantAccesos igual a 1 a la lista de accesosRecientes, lo cual demora  $O(1)$ .

Por ultimo, se consulta por la longitud de la lista accesosRecientes, consultando si la nueva longitud es igual a 4, esto demora  $O(1)$ , en caso positivo se modificara la lista sacando el primer elemento de la misma. Esto demora  $O(1)$ .

**Orden Total:** $O(1)+O(1)+O(1)+O(|l|)+O(1)+O(1)+O(1)+O(1)+O(1)=O(|l|)$

10. **IESRECIENTE:**

Devuelve un bool dependiendo si el f pasado es mayor o igual a la fecha obtenida por la operacion menorReciente(s,l) la cual tarda  $O(|l|)$  y si es menor o igual a la fechaUltimoAcceso(s,l) la cual tambien tarda  $O(1)$ . Tanto menorReciente como fechaUltimoAcceso son operaciones del modulo LinkLinkIT y se les pasa el sistema y un link.

**Orden Total:** $O(|l|)+O(|l|)=O(|l|)$

11. **IACCESOSRECIENTES:**

Devuelve un nat, el cual proviene de la operacion sumarAccesosRecientes que se le pasa el sistema, el link y la interseccion que demora  $O(1)$  de la operacion diasRecientesParaCategoria(s,c), que demora  $O(|\star l|)$  con la operacion diasRecientes(s,l) que demora  $O(|l|)$ .

Aclaracion:  $\star l$  es el link obtenido de la operacion linkConMasAccesos el cual pertenece al conjunto de links de la categoria c.

**Orden Total:** $O(|l|)+(O(1)*(O(|l|)+O(|l|)))=O(|l|)$

12. **ILINKSORDENADOSPORACCESOS:**

**Orden Total:** $O(|l|)+O(|l|)+O(|l|)+O(1)=O(|l|)$

13. **IBUSCARMAX:**

14. **IESTAORDENADA:**

Se inicializa res con true, esto demanda  $O(1)$ . Se crea un itLista de puntero a datosLink itRecorre al cual se lo inicializa con una lista ls que pasan como parametro, esto cuesta  $O(1)$ .

Se crea un nat aux el cual es inicializado con el valor de cantAccesosRecientes apuntado en la posicion actual del iterador. Esto cuesta  $O(1)$ . Se ingresa con la condicion de que haySiguiente del iterador sea verdadera y que res sea igual a true, esto cuesta  $O(1)$ .

Se avanza el iterador, lo que cuesta  $O(1)$ . Se pregunta si el valor de aux es menor a el valor de cantAccesosRecientes apuntado en la posicion actual del iterador, esto demanda  $O(1)$ , en caso afirmativo se modifica res por false, tardando  $O(1)$ .

Se modifica aux pasandole el valor de cantAccesosRecientes apuntado en la posicion actual del iterador. Luego de las iteraciones correspondientes, se sale del ciclo. **Orden Total:** $O(1)+O(1)+O(1)+[O(|ls|)*O(1)+O(1)+O(1)+O(1)]=O(|ls|)$

15. **ICANTLINKS:**

Se crea un puntero a datosCat cat al cual se le guarda el puntero obtenido por la operacion obtener del modulo arbolCategorias, lo cual tarda  $O(|c|)$ .

Se devuelve la longitud de la lista del arreglo arrayCantLinks[( $\star$ cat).id], lo que demora  $O(1)$

**Orden Total:** $O(|c|)+O(1)=O(|c|)$

16. **IMENORRECIENTE:**

Se devuelve la resta la cual demora  $O(1)$ , del maximo que tarda  $O(1)$ , de la operacion fechaUltimoAcceso(s,l) que demora  $O(|l|) + 1$ , con el valor constante diasRecientes.

**Orden Total:** $O(|l|)+O(1)+O(1)=O(|l|)$

17. **IDIASRECIENTES:**

Devuelve un conjunto de fechas dado por la operacion diasRecientesDesde que demora  $O(|l|)$ , a la cual se le pasa el sistema, un link y la operacion menorReciente que tambien demora  $O(|l|)$ .

**Orden Total:** $O(|l|)+O(|l|)=O(|l|)$



18. **IDIASRECIENTESDESDE:**

Se ingresa a un ciclo consultando por la operacion esReciente chequeando si la fecha es reciente, esta operacion tarda  $O(|l|)$ , dentro del ciclo, se utiliza la operacion Agregar que agrega por copia la fecha al conjunto, esto demora  $O(1)$ .

Se modifica f y se le suma uno, esto demora tambien  $O(1)$ . Se sale del ciclo.

**Orden Total:**  $O(|l|) + O(1) + O(1) = O(|l|)$

19. **IDIASRECIENTESPARACATEGORIAS:**

Se crea un iterador itLista de puntero a datosLink links el cual se inicializa con arrayCatLinks[id(s.arbolCategorias,c)], o sea la lista listaLinks de la posicion id(s.arbolCategorias,c) del arreglo arrayCatLinks, esto demora  $O(1)$ .

Se devuelve un conjunto de fechas dado por la operacion diasRecientes que demora  $O(\star|l|)$  a la cual se le pasan el sistema, y la operacion linkConMasAccesos que demora  $O(\star|l|)$  a la cual se le pasan, el sistema, la categoria c y el itLista links.

Aclaracion:  $\star l$  es el link obtenido de la operacion linkConMasAccesos el cual pertenece al conjunto de links de la categoria c.

**Orden Total:**  $O(1) + O(\star|l|) + O(\star|l|) = O(\star|l|)$

20. **ISUMARACCESOSRECIENTES:**

Se crea un itConj iterador al cual se le pasa un conjunto de fechas, lo que demora  $O(1)$ . Se ingresa a un ciclo consultando por si haySiguiente del itConj, esto demora  $O(1)$ .

Se modifica res sumandole, la cual demora  $O(1)$ , al valor anterior que tenia, el valor de la operacion accesosRecientesDia que demora  $O(|l|)$ , pasandole el sistema, el link, y el valor de la posicion actual del iterador.

Luego se avanza el iterador que demora  $O(1)$ . Se sale del ciclo

**Orden Total:**  $O(|l|) + O(1) + O(1) = O(|l|)$

21. **ILINKCONULTIMOACCESO:**

Se crea un puntero a datosLink nombrado max que se le pasa la posicion actual el itLista que se ingresa, esto demora  $O(1)$ , se ingresa a un ciclo consultando si hay siguiente del itLista, lo que demora  $O(1)$ .

Se avanza el iterador, lo que cuesta  $O(1)$ . Se pregunta si el dia de la tupla del ultimo elemento de la lista de acceso de accesosRecientes de la tupla apuntada en el puntero max es menor a el dia de la tupla del ultimo elemento de la lista de acceso de accesosRecientes de la tupla apuntada en la posicion actual del iterador, esto demora  $O(1)$ .

En caso afirmativo, se modifica max guardando la posicion actual del iterador, esto demora  $O(1)$ . Se sale del ciclo. Se devuelve el link de la tupla apuntada por max. Esto demora  $O(|l|)$ .

**Orden Total:**  $O(1) + O(1) + O(1) + O(1) + O(1) + O(1) + O(|l|) = O(|l|)$

## 2. TAD ARBOLDECATEGORIAS

### TAD ARBOLDECATEGORIAS

**géneros**      acat

**exporta**      generadores, categorias, raíz, padre, id, altura, esta?, esSubCategoria, alturaCategoria, hijos

**usa**            BOOL, NAT, CONJUNTO

#### observadores básicos

categorias : acat  $ac \rightarrow \text{conj}(\text{categoria})$

raíz : acat  $ac \rightarrow \text{categoria}$

padre : acat  $ac \times \text{categoria } h \rightarrow \text{categoria}$   $\{esta?(h, ac) \wedge raiz(ac) \neq h\}$

id : acat  $ac \times \text{categoria } c \rightarrow \text{nat}$   $\{esta?(c, ac)\}$

#### generadores

nuevo : categoria  $c \rightarrow \text{acat}$   $\{\neg vacia?(c)\}$

agregar : acat  $ac \times \text{categoria } c \times \text{categoria } h \rightarrow \text{acat}$   $\{esta?(c, ac) \wedge \neg vacia?(h) \wedge \neg esta?(h, ac)\}$

#### otras operaciones

altura : acat  $ac \rightarrow \text{nat}$

esta? : categoria  $c \times \text{acat } ac \rightarrow \text{bool}$

esSubCategoria : acat  $ac \times \text{categoria } c \times \text{categoria } h \rightarrow \text{bool}$   $\{esta?(c, ac) \wedge esta?(h, ac)\}$

alturaCategoria :  $\text{acat } ac \times \text{categoria } c \longrightarrow \text{nat}$   $\{esta?(c, ac)\}$

hijos :  $\text{acat } ac \times \text{categoria } c \longrightarrow \text{conj}(\text{categoria})$   $\{esta?(c, ac)\}$

**axiomas**     $\forall a: \text{arbolDeCategorias}$   
                $\forall c: \text{categoria}$   
                $\forall ca: \text{conj}(\text{arbolDeCategorias})$   
                $\forall cc: \text{conj}(\text{categoria})$

categorias(nuevo(c))  $\equiv c$

categorias(agregar(ac,c,h))  $\equiv \text{Ag}(h, \text{categorias}(ac))$

raiz(nuevo(c))  $\equiv c$

raiz(agregar(ac,c,h))  $\equiv \text{raiz}(ac)$

padre(agregar(ac,c,h),h')  $\equiv \text{if } h == h' \text{ then } c \text{ else padre}(ac,c,h') \text{ fi}$

id(nuevo(c), c')  $\equiv 1$

id(agregar(ac,c,h), h')  $\equiv \text{if } h == h' \text{ then } \# \text{categorias}(ac) + 1 \text{ else id}(ac,h2) \text{ fi}$

altura(nuevo(c))  $\equiv \text{alturaCategoria}(\text{nuevo}(c), c)$

altura(agregar(ac,c,h))  $\equiv \max(\text{altura}(ac), \text{alturaCategoria}(\text{agregar}(ac,c,h), h))$

alturaCategoria(ac, c)  $\equiv \text{if } c == \text{raiz}(ac) \text{ then } 1 \text{ else } 1 + \text{alturaCategoria}(ac, \text{padre}(ac, c)) \text{ fi}$

esta?(c,ac)  $\equiv c \exists \text{categorias}(ac)$

esSubCategoria(ac,c,h)  $\equiv c == h \vee L (h = \text{raiz}(ac) \wedge L \text{esSubCategoria}(ac, c, \text{padre}(ac, h)))$

hijos(nuevo(c1), c2)  $\equiv \emptyset$

hijos(agregar(ac,c,h), c')  $\equiv \text{if } h == c' \text{ then } \emptyset \text{ else } (\text{if } c == c' \text{ then } h \text{ else } \emptyset \text{ fi}) \cup \text{hijos}(ac,c,c') \text{ fi}$

**Fin TAD**

## 2.0.1. Modulo de Arbol de Categorías

**generos:** *acat*

**usa:** bool, nat, conjunto

**se explica con:** TAD ArbolDeCategorias

**géneros:** *acat*

## 2.0.2. Operaciones Básicas

**categorias** (in ac: acat)  $\longrightarrow \text{res: conj}(\text{categoria})$

**Pre**  $\equiv \text{true}$

**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  categorias(ac)  
**Complejidad** :  $O(\# \text{categorias}(\text{ac}))$   
**Descripción** : Devuelve el conjunto de categorias de un ac  
**Aliasing:ALGO**

**raiz** (in ac: acat)  $\longrightarrow$  res: categoria

**Pre**  $\equiv \text{true}$   
**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  raiz(ac)  
**Complejidad** :  $O(1)$   
**Descripción** : Devuelve la raiz del arbol ac  
**Aliasing:ALGO**

**padre** (in ac: estrAC, in h: categoria)  $\longrightarrow$  res: categoria

**Pre**  $\equiv h \in \text{ac} \wedge \text{raiz}(\text{ac}) \neq h$   
**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  padre(ac,h)  
**Complejidad** :  $O(\text{ni idea})$   
**Descripción** : Devuelve el padre de una categoria  
**Aliasing:ALGO**

**id** (in ac: estrAC, in c: categoria)  $\longrightarrow$  res:nat

**Pre**  $\equiv h \in \text{ac}$   
**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  id(ac,c)  
**Complejidad** :  $O(|c|)$   
**Descripción** : Devuelve el id de una categoria c en el arbol ac  
**Aliasing:ALGO**

**nuevo** (in c: categoria)  $\longrightarrow$  res:estrAC

**Pre**  $\equiv \neg \text{vacía?}(c)$   
**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  nuevo(c)  
**Complejidad** :  $O(|c|)$   
**Descripción** : Crea un arbol  
**Aliasing:ALGO**

**agregar** (in/out ac: estrAC, in c: categoria, in h: categoria )

**Pre**  $\equiv c \in \text{ac} \wedge \neg \text{vacía?}(h) \wedge \text{ac}_0 =_{\text{obs}} \text{ac}$   
**Post**  $\equiv \text{ac}=\text{obs}$  agregar(ac<sub>0</sub>,c,h)  
**Complejidad** :  $O(|c|+|h|)$   
**Descripción** : Agrega una categoria hija a una padre  
**Aliasing:ALGO**

**altura** (in ac: estrAC)  $\longrightarrow$  res:nat

**Pre**  $\equiv \text{true}$   
**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  altura(ac)  
**Complejidad** :  $O(|\text{ac}|)$   
**Descripción** : Devuelve la altura del arbol ac  
**Aliasing:ALGO**

**esta?** (in c: categoria, in ac: estrAC)  $\longrightarrow$  res:bool

**Pre**  $\equiv \text{true}$   
**Post**  $\equiv \text{res}=\text{obs}$  esta?(c,ac)  
**Complejidad** :  $O(|\text{ac}|)$   
**Descripción** : Devuelve si esta o no en el arbol la categoria c  
**Aliasing:ALGO**

**esSubCategoria** (in ac: estrAC, in c: categoria, in h: categoria)  $\rightarrow$  res:bool

**Pre**  $\equiv$  esta?(c,ac)  $\wedge$  esta?(h,ac)

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> esSubCategoria(ac,c,h)

**Complejidad** : O(no tengo idea)

**Descripción** : Devuelve si c es descendiente de h

**Aliasing**:ALGO

**alturaCategoria** (in ac: estrAC, in c: categoria)  $\rightarrow$  res:nat

**Pre**  $\equiv$  esta?(c,ac)

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> alturaCategoria(ac,c)

**Complejidad** : O(no tengo idea)

**Descripción** : Devuelve la altura de la categoria c

**Aliasing**:ALGO

**hijos** (in ac: estrAC, in c: categoria)  $\rightarrow$  res:conj(categoria)

**Pre**  $\equiv$  esta?(c,ac)

**Post**  $\equiv$  res=<sub>obs</sub> hijos(ac,c)

**Complejidad** : O(|c|)

**Descripción** : Devuelve el conjunto de categorias hijos de c

**Aliasing**:ALGO

## 2.1. Pautas de Implementación

### 2.1.1. Estructura de Representación

arbolDeCategorias se representa con estrAC donde estrAC es:  
tupla <  
    *raiz*: puntero(datosCat),  
    *cantidad*: nat,  
    *alturaMax*: nat,  
    *familia*: diccTrie(*padre*:string,puntero(datosCat)),  
    *categorias*: Lista(datosCat)>  
**Donde** datosCat es:  
tupla <  
    *categoria*:string,  
    *id*:nat,  
    *altura*:nat,  
    *hijos*:conj(puntero(datosCat)),  
    *abuelo*:puntero(datosCat)>

### 2.1.2. Invariante de Representación

1. Para cada '*padre*' obtener el significado devolvera un puntero(datosCat) donde '*categoria*' es igual a la clave
2. Para toda clave '*padre*' que exista en '*familia*' debera ser o raiz o pertenecer a algun conjunto de punteros de '*hijos*' de alguna clave '*padre*'
3. Todos los elementos de '*hijos*' de una clave '*padre*', cada uno de estos hijos tendran como '*abuelo*' a ese '*padre*' cuando sean clave.
4. '*cantidad*' sera igual a la longitud de la lista '*categorias*'.
5. Cuando la clave es igual a '*raiz*' la '*altura*' es 1.

6. La '*altura*' del puntero a datosCat de cada clave es menor o igual a '*alturaMax*'.
7. Existe una clave en la cual, la '*altura*' del significado de esta es igual a '*alturaMax*'.
8. Los '*hijos*' de una clave tienen '*altura*' igual a  $1 + \text{'altura de la clave'}$ .
9. Todos los '*id*' de significado de cada clave deberan ser menor o igual a '*cant*'.
10. No hay '*id*' repetidos en el '*familia*'.
11. Todos los '*id*' son consecutivos.

**Rep** :  $\text{estrAC} \rightarrow \text{bool}$   
 $\text{Rep}(e) \equiv \text{true} \iff$

1.  $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \leftrightarrow (*\text{obtener}(x, e.familia)).\text{categoria} = x$
2.  $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \leftrightarrow (x == e.raiz \vee (\text{def?}(y, e.familia)) \wedge_L x \in \text{hijosDe}(*(\text{obtener}(y, e.familia))).\text{hijos})$
3.  $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \Rightarrow_L y \in (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{hijos} \Leftrightarrow (*(*(\text{obtener}(y, e.familia))).\text{abuelo}).\text{categoria} = x$
4.  $e.\text{cantidad} = \text{longitud}(e.\text{categorias})$
5.  $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge x = e.raiz \Rightarrow_L (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{altura} = 1$
6.  $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \Rightarrow_L (*\text{obtener}(x, e.familia)).\text{altura} \leq e.\text{alturaMax}$
7.  $(\exists x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge_L (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{altura} = e.\text{alturaMax}$
8.  $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \wedge_L y \in \text{hijosDe}(*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{hijos} \Rightarrow (*(\text{obtener}(y, e.familia))).\text{altura} = 1 + (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{altura}$
9.  $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \Rightarrow_L (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{id} \leq e.\text{cant}$
10.  $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \Rightarrow_L (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{id} \neq (*(\text{obtener}(y, e.familia))).\text{id}$
11.  $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) (\exists y: \text{string}) (\text{def?}(y, e.familia)) \Leftrightarrow (*(\text{obtener}(y, e.familia))).\text{id} \leq e.\text{cantidad} \wedge (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{id} < e.\text{cantidad} \wedge_L (*(\text{obtener}(y, e.familia))).\text{id} = 1 + (*(\text{obtener}(x, e.familia))).\text{id}$

### 2.1.3. Función de Abstraccion

**Abs**:  $\text{estr } e \rightarrow \text{arbolDeCategorias}$   
 $\text{Abs}(e) =_{\text{obs}} \text{ac}: \text{arbolDeCategorias} \mid$

$$\begin{aligned} \text{categorias}(\text{ac}) &= \text{todasLasCategorias}(e.\text{categorias}) \wedge_L \\ &\quad \text{raiz}(\text{ac}) = (*e.\text{raiz}).\text{categoria} \wedge_L \\ (\forall c: \text{categoria}) \text{esta?}(c, \text{ac}) \wedge c \neq \text{raiz}(\text{ac}) &\Rightarrow_L \text{padre}(\text{ac}, c) = (*(*(\text{obtener}(c, e.familia))).\text{abuelo}).\text{categoria} \wedge_L \\ (\forall c: \text{categoria}) \text{esta?}(c, \text{ac}) &\Rightarrow_L \text{id}(\text{ac}, c) = (*(\text{obtener}(c, e.familia))).\text{id} \end{aligned}$$

Auxiliares

$\text{todasLasCategorias} : \text{secu}(\text{datosCat}) \rightarrow \text{conj}(\text{categoria})$   
 $\text{Ag}((\text{prim}(\text{cs})).\text{categoria}, \text{fin}(\text{cs})) \equiv$

### 2.1.4. Algoritmos

---

**Algoritmo: 1**

---

**ICATEGORIAS** (**in**  $\text{ac}: \text{estrAC}$ )  $\rightarrow \text{res}: \text{conj}(\text{categoria})$

$\text{res} \leftarrow \text{vacío}()$

//O(1)

$\text{itLista iterador} \leftarrow \text{crearIt}(\text{ac}.\text{categorias})$

---

```

                                //O(1)

while(haySiguiente(iterador))
                                //O(longitud(ac.categorias))
    agregar(res, siguiente(iterador).categoria)
                                //O(|c|)
end while
                                //O(1)

```

---

**Complejidad: sumatoria**

---

**Algoritmo: 2**

---

**IRAIZ** (in ac: estrAC)  $\rightarrow$  res: categoria

```

    res  $\leftarrow$  (*ac.raiz).categoria
                                //O(|c|)

```

---

**Complejidad:  $O(|c|)$**

---

**Algoritmo: 3**

---

**IPADRE** (in ac: estrAC, in h: categoria)  $\rightarrow$  res: puntero(categoria)

```

    res  $\leftarrow$  (*(*(obtener(h,ac.familia))).abuelo).categoria
                                //O(|h| + |res|)

```

---

**Complejidad:  $O(|h| + |res|)$**

---

**Algoritmo: 4**

---

**IID** (in ac: estrAC, in c: categoria)  $\rightarrow$  res:nat

```

    res  $\leftarrow$  (*(obtener(c,ac.familia)) ).id
                                //O(|c|)

```

---

**Complejidad:  $O(|c|)$**

---

**Algoritmo: 5**

---

**INUEVO** (in c: categoria)  $\rightarrow$  res:estrAC

```

    res.cantidad  $\leftarrow$  1
                                //O(1)
    datosCat tuplaA
                                //O(|c|)
    puntero(datosCat) punt  $\leftarrow$  &tuplaA
                                //O(1)
    tuplaA  $\leftarrow$  tupla(c,1,1,vacio(), punt)
                                //O(|c|)
    res.raiz  $\leftarrow$  punt
                                //O(1)
    res.alturaMax  $\leftarrow$  1
                                //O(1)
    res.familia  $\leftarrow$  definir(c, punt, res.familia)
                                //O(|c|)

```

```
res.categorias ← agregarAtras(tuplaA,res.categorias) //O(1)
```

---

**Complejidad:  $O(|c|)$**

---

---

**Algoritmo: 6**

---

**IAGREGAR** (in/out ac: estrAC,in c: categoria, in h: categoria )

```
puntero(datosCat) puntPadre ← obtener(c,ac.familia) //O(|c|)
```

```
if (*puntPadre).altura == ac.alturaMax //O(1)
```

```
then ac.alturaMax ← ac.alturaMax + 1 //O(1)
```

```
ELSE ac.alturaMax ← ac.alturaMax FI //O(1)
```

```
datosCat tuplaA ← (h,ac.cantidad +1,(*puntPadre).altura +1,vacio(),puntPadre) //O(|h|)
```

```
puntero(datosCat) punt ← & tuplaA //O(1)
```

```
Agregar((*puntPadre).hijos,punt) //O(1)
```

```
definir(h,punt,ac.familia) //O(|h|)
```

```
ac.cantidad ++ //O(1)
```

```
agregarAtras(tuplaA,res.categorias) //O(1)
```

---

**Complejidad:  $O(|c|+|h|)$**

---

---

**Algoritmo: 7**

---

**IALTURA** (in ac: estrAC) → res:nat

```
res ← ac.alturaMax //O(1)
```

---

**Complejidad:  $O(1)$**

---

---

**Algoritmo: 8**

---

**UESTA?** (in c: categoria,in ac: estrAC) → res:bool

```
res ← def?(c,ac.familia) //O(|c|)
```

---

**Complejidad:  $O(|c|)$**

---

---

**Algoritmo: 9**

---

**IESSUBCATEGORIA** (in ac: estrAC, in c: categoria,in h: categoria) → res:bool

```

    puntero(datosCat) puntPadre ← (obtener(c,ac.familia)) //O(|c|)
    res ← false //O(1)
    puntero(datosCat) actual //O(1)
    if c == ac.raiz //O(|c|)
    then res ← true //O(1)
    ELSE actual ← (obtener(h,ac.familia)) //O(|h|)
    while(res ≠ true ∧ actual ≠ ac.raiz) //O(★(h))
    if PERTENECE?((*puntPadre).hijos,actual) //O(1)
    then res ← true //O(1)
    ELSE actual ← (*(obtener(actual,ac.familia)) ).abuelo FI FI //O(1)

```

---

**Complejidad:**  $O(|c| + |h| + \star(h))$

---



---

**Algoritmo: 10**

---

**IAALTURACATEGORIA** (**in** ac: estrAC, **in** c: categoria)  $\rightarrow$  res:nat

```

    res ← (*(obtener(c,ac.familia))).altura //O(|c|)

```

---

**Complejidad:**  $O(|c|)$

---



---

**Algoritmo: 11**

---

**IHIJOS** (**in** ac: estrAC, **in** c: categoria)  $\rightarrow$  res:itConj(punero(datosCat))

```

    res ← crearIt((*obtener(c,ac.familia)).hijos) //O(|c|)

```

---

**Complejidad:**  $O(|c|)$

---



---

**Algoritmo 12**

---

**IOBTENER** (**in** c: categoria, **in** ac: estrAC)  $\rightarrow$  res:punero(datosCat)

```

    res ← obtener(c,ac.familia) //O(|c|)

```

---

**Complejidad:**  $O(|c|)$

---



---

**Algoritmo: 13**

---

**IPUNTRAIZ** (**in** ac: estrAC)  $\rightarrow$  res:punero(datosCat)

```

    res ← ac.raiz //O(1)

```

---

**Complejidad:**  $O(1)$

---



## 2.2. Descripción de Complejidades de Algoritmos

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.

$\text{DiccTrie}(\alpha)$  se representa con  $\text{estrDT}$ , donde  $\text{estrDT}$  es  $\text{Puntero}(\text{Nodo})$

$\text{Nodo}$  es  $\text{tupla}(\text{arreglo}(\text{Puntero}(\text{Nodo}))[27], \text{significado}(\text{Puntero}(\alpha)))$

### 2.2.1. Invariante de Representación

#### El Invariante Informalmente

1. No hay repetidos en arreglo de  $\text{Nodo}$  salvo por  $\text{Null}$ . Todas las posiciones del arreglo están definidas.
2. No se puede volver al  $\text{Nodo}$  actual siguiendo alguno de los punteros hijo del actual o de alguno de los hijos de estos.
3. O bien el  $\text{Nodo}$  es una hoja, o todos sus punteros hijo no-nulos llevan a hojas siguiendo su recorrido.

#### El Invariante Formalmente

$\text{Rep} : \text{estrAC} \longrightarrow \text{bool}$   
 $\text{Rep}(e) \equiv \text{true} \iff$

- 1.
- 2.
- 3.

#### Funciones auxiliares

EncAEstrDTEnNMov : estrDT  $\times$  estrDT  $\times$  Nat  $\longrightarrow$  Bool

EncAEstrDTEnNMov(buscado,actual,n)  $\equiv$  **if** (n = 0) **then**  
     EstaEnElArregloActual?(buscado,actual,26)  
**else**  
     RecurrenciaConLosHijos(buscado,actual, n-1,26)  
**fi**

EstaEnElArregloActual? : estrDT  $\times$  estrDT  $\times$  nat  $\longrightarrow$  Bool

EstaEnElArregloActual?(buscado,actual,n)  $\equiv$  **if** (n=0) **then**  
     ((\*actual).Arreglo[0] = buscado)  
**else**  
     ((\*actual).Arreglo[n] = buscado)  $\vee$  (EstaEnElArregloActual?  
     (buscado,actual,n-1))  
**fi**

RecurrenciaConLosHijos : estrDT  $\times$  estrDT  $\times$  nat  $\times$  nat  $\longrightarrow$  Bool

RecurrenciaConLosHijos(buscado,actual,n,i)  $\equiv$  **if** (i = 0) **then**  
     EncAEstrDTEnNMov(buscado,(\*actual).Arreglo[0],n)  
**else**  
     EncAEstrDTEnNMov(buscado, (\*actual).Arreglo[i],n)  $\vee$   
     (RecurrenciaConLosHijos(buscado,actual,n,i-1))  
**fi**

SonTodosNullOLosHijosLoSon : estrDT  $\longrightarrow$  Bool

SonTodosNullOLosHijosLoSon(e)  $\equiv$  Los27SonNull(e,26)  $\vee$  BuscarHijosNull (e, 26)

Los27SonNull : estrDT  $\times$  nat  $\longrightarrow$  Bool

Los27SonNull(e,i)  $\equiv$  **if** (i = 0) **then**  
     ((\*e).Arreglo[0] = null)  
**else**  
     ((\*e).Arreglo[i] = null)  $\wedge$  Los27SonNull(e, i-1)  
**fi**

BuscarHijosNull : estrDT  $\times$  nat  $\longrightarrow$  Bool

BuscarHijosNull(e,i)  $\equiv$  **if** (i = 0) **then**  
     ((\*e).Arreglo[0] = null)  $\vee$  SonTodosNullOLosHijosLoSon((\*e).Arreglo[0])  
**else**  
     (((e).Arreglo[i] = null)  $\vee$  SonTodosNullOLosHijosLoSon((\*e).Arreglo[i]))  $\wedge$   
     BuscarHijosNull(e,i-1)  
**fi**

### 2.2.2. Función de Abstracción

**Abs:** estr e  $\rightarrow$  diccT(c, $\alpha$ )

$$(\forall \text{clave: } c) \text{def?}(c,d) =_{\text{obs}} \text{estaDefinido?}(c,e) \wedge_L$$

### Funciones auxiliares

estaDefinido? : string  $\times$  estrDT  $\longrightarrow$  bool

estaDefinido?(c,e)  $\equiv$  **if** (e==Null) **then** false **else** NodoDef?(c,\*e) **fi**

NodoDef? : string  $\times$  Nodo  $\longrightarrow$  bool

NodoDef?(c,n)  $\equiv$  **if** (vacía?(c)) **then**  
    true  
    **else**  
        **if** (n.arreglo[numero(prim(c))]  $\neq$  Null) **then**  
            NodoDef?(fin(c),\*(n.arreglo[numero(prim(c))]))  
        **else**  
            false  
    **fi**  
**fi**

numero : char  $\longrightarrow$  nat

numero(char)  $\equiv$  char - a

ObtenerS : string  $\times$  Nodo  $\longrightarrow$   $\alpha$

ObtenerS(c,n)  $\equiv$  **if** (vacía?(c)) **then** \*(n.significado) **else** ObtenerS(fin(c),\*(n.arreglo[numero(prim(c))])) **fi**

### 3. Renombres

**TAD CATEGORIA**

es String

**Fin TAD**

**TAD LINK**

es String

**Fin TAD**

**TAD FECHA**

es Nat

**Fin TAD**