

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	$\{esta?(c, categorias(s)) \wedge ls \subseteq linksCategoriasOHijos(s, c)\}$
β	: 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 linksOrdernadosPorAccesosAux(s, c, linksCategoriaOHijos(s, c))

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

\emptyset

else

linkConMasAccesos(s, c, ls) \bullet linksOrdernadosPorAccesosAux(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=_{obs} categorias(s)

Complejidad : $O(\#categorias(s))$

Descripción : Devuelve el arbol de categorias con todas las categorias del sistema

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

Pre \equiv true

Post \equiv res=_{obs} links(s)

Complejidad : $O(\#links(s))$

Descripción : Devuelve todos los links del sistema

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

Pre \equiv true

Post \equiv res=_{obs} categoriaLink(s,l)

Complejidad : $O(\text{cuanto seria esto? todos los links?})$

Descripción : Devuelve la categoria del link ingresado

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

Pre \equiv true

Post \equiv res=_{obs} fechaActual(s)

Complejidad : O(1)

Descripción : Devuelve la fecha actual

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

Pre \equiv l \in links(s)

Post \equiv res=_{obs} fechaUltimoAcceso(s,l)

Complejidad : O(1)

Descripción : Devuelve la fecha de ultimo acceso al link

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

Pre \equiv l \in links(s)

Post \equiv res=_{obs} accesosRecientesDia(s,l,f)

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

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

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

Pre \equiv true

Post \equiv res=_{obs} iniciar(ac)

Complejidad : O(#categorias(ac))

Descripción : crea un sistema dado un arbol ac de categorias

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

Pre \equiv c \in categorias(s) \wedge s₀ =_{obs} s

Post \equiv s=_{obs} nuevoLink(s₀,l,c)

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

Descripción : Agregar un link al sistema

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

Pre \equiv l \in links(s) \wedge f \geq fechaActual(s) \wedge s₀ =_{obs} s

Post \equiv s=_{obs} acceso(s₀,l,f)

Complejidad : O(|l|)

Descripción : Acceder a un link del sistema

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

Pre \equiv l \in links(s)

Post \equiv res=_{obs} esReciente?(s,l,f)

Complejidad : O(y esto q es??)

Descripción : Chequea si el acceso fue reciente

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

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 : $O(1)$
 Descripción : Devuelve la cantidad de accesos recientes del link ingresado

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

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

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

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

linksCategoriasOHijos (in s: lli, in c: categoria) \longrightarrow res: conj(link)

Pre $\equiv c \in \text{categorias}(s)$
 Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{linksCategoriasOHijos}(s, c)$
 Complejidad : $O(1)$
 Descripción : Devuelve el conjunto de links de la categoria c y sus hijos

filtrarLinksCategoriasOHijos (in s: lli, in c: categoria, in ls: conj(link)) \longrightarrow res: conj(link)

Pre $\equiv c \in \text{categorias}(s) \wedge ls \subseteq \text{links}(s)$
 Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{filtrarLinsCategoriasOHijos}(s, c, ls)$
 Complejidad : $O(\text{no tengo idea})$

Descripción : Devuelve el conjunto de links de la categoria c y sus hijos

diasRecientesParaCategorias (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(es la cantidad de accesos recientes esto??)

Descripción : Devuelve el conjunto de fechas recientes de la categoria c

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

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

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

Complejidad : O(#ls??)

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

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

linksOrdenadosPorAccesosAux (in s: lli, in c: categoria, in ls: conj(link)) \longrightarrow res: secu(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 la secuencia de links ordenados por accesos de mas recientes a menos recientes

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

β (in b: bool) \longrightarrow res: nat

Pre $\equiv \text{true}$

Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \beta(b)$

Complejidad : O(1)

Descripción : Devuelve 1 o 0 dependiendo el valor de verdad de b

1.1. Pautas de Implementación

1.1.1. Estructura de Representación

linkLinkIT se representa con estrILL donde estrILL es:
tupla (

$arbolCategorias: \text{acat},$
 $linksXCat: \text{dicc} (categoria: \text{string}, links: \text{conj}(\text{link})), alturaAC: \text{nat}),$
 $actual: \text{nat},$
 $accesosXLink: \text{dicc}(\text{link}: \text{string}, (\text{catDLink}: \text{string}, \text{accesossecu}((\text{tupla}(\text{dia}: \text{nat}, \text{cantidadAcceso))))))$

1.1.2. Invariante de Representación

1. Para todo ' $link$ ' que exista en ' $accesosXLink$ ' debera existir en algun ' $links$ ' de una clave ' $categoria$ ' de ' $linksXCat$ '
2. Todos los ' dia ' deberan ser menor o igual a ' $actual$ '
3. Para todos los link que existan en ' $links$ ' de una categoria de ' $linksXCat$ ', esa categoria debera aparecer como ' $catDLink$ ' cuando se consulte por algun link del conjunto como clave en ' $accesosXLink$ '

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

1.

1.1.3. Función de Abstraccion

Abs: $\text{estrLLI } e \rightarrow \text{linkLinkIT}$
 $\text{Abs}(e) =_{\text{obs}} s: \text{linkLinkIT} \mid$

$\text{categorias}(s) = \text{CHEQUEAR LA ESTRUCTURA} \wedge$
 $\text{links}(s) = \text{claves}(e.\text{accesosXLink}) \wedge$
 $\forall l: \text{link } \text{categoriaLink}(s, l) = (\text{obtener}(l, e.\text{accesosXLink})).\text{catDLink} \wedge$
 $\text{fechaActual}(s) = e.\text{actual} \wedge$
 $\forall l: \text{link } l \in \text{links}(l) \wedge_L \text{fechaUltimoAcceso}(s, l) = \text{prim}(((\text{obtener}(s, e.\text{accesosXLink})).\text{accesos}).\text{dia}) \wedge$
 $\forall l: \text{link } \forall f: \text{nat } \text{accesoRecienteDia}(s, l, f) = \text{cantidadPorDia}(f, (\text{obtener}(s, e.\text{accesosXLink})).\text{accesos})$

1.1.4. Algoritmos

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

// O(ALGO)

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

$\text{res} = \text{claves}(s.\text{accesosXLink})$ // O(ALGO)

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

$\text{res} = (\text{obtener}(l, s.\text{accesosXLink})).\text{catDLink}$ // O(ALGO)

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

$\text{res} = s.\text{actual}$ // O(ALGO)

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

$\text{res} = (\text{prim}(\text{obtener}(l, s.\text{accesosXLink}))).\text{dia}$ // O(ALGO)

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

$\text{accesos} = (\text{obtener}(l, s.\text{accesosXLink})).\text{accesos}$ O(ALGO)

$\text{while}(\neg \emptyset?(\text{accesos}) \wedge \Pi_1(\text{prim}(\text{accesos})) \neq f) \text{ O(ALGO)}$

if $\Pi_1(\text{prim}(\text{accesos})) == f$ **then** $\text{res} = \Pi_2(\text{prim}(\text{accesos}))$ **else** $\text{accesos} = \text{fin}(\text{accesos})$ **fi** $O(\text{ALGO})$

IIINICIAR (**in** $ac: \text{acat}$) $\longrightarrow \text{res}: \text{estrLLI}$

INUEVOLINK (**in/out** $s: \text{lli}$, **in** $l: \text{link}$, **in** $c: \text{categoria}$) $O(\text{ALGO})$

$s.\text{accesosXLink} = \text{definir}(l, (c, \emptyset), s_0.\text{accesosXlink})$ $O(\text{ALGO})$

$\text{obtener}(c, s.\text{linksXCat}) = \text{Ag}(l, \text{obtener}(c, s_0.\text{linksXCat}))$ $O(\text{ALGO})$

acceso (**in/out** $s: \text{lli}$, **in** $l: \text{link}$, **in** $f: \text{fecha}$)

if $s.\text{actual} == f$ **then** $s.\text{actual} = s_0.\text{actual}$ **else** $s.\text{actual} = f$ **fi** $O(\text{ALGO})$

2. TAD ARBOLDECATEGORIAS

TAD ARBOLDECATEGORIAS

géneros acat

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

usa $\text{BOOL}, \text{NAT}, \text{CONJUNTO}$

observadores básicos

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

$\text{raiz} : \text{acat } ac \longrightarrow \text{categoria}$

$\text{padre} : \text{acat } ac \times \text{categoria } h \longrightarrow \text{categoria} \quad \{ \text{está?}(h, ac) \wedge \text{raiz}(ac) \neq h \}$

$\text{id} : \text{acat } ac \times \text{categoria } c \longrightarrow \text{nat} \quad \{ \text{está?}(c, ac) \}$

generadores

$\text{nuevo} : \text{categoria } c \longrightarrow \text{acat} \quad \{ \neg \text{vacía?}(c) \}$

$\text{agregar} : \text{acat } ac \times \text{categoria } c \times \text{categoria } h \longrightarrow \text{acat} \quad \{ \text{está?}(c, ac) \wedge \neg \text{vacía?}(h) \wedge \neg \text{está?}(h, ac) \}$

otras operaciones

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

$\text{está?} : \text{categoria } c \times \text{acat } ac \longrightarrow \text{bool}$

$\text{esSubCategoria} : \text{acat } ac \times \text{categoria } c \times \text{categoria } h \longrightarrow \text{bool} \quad \{ \text{está?}(c, ac) \wedge \text{está?}(h, ac) \}$

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

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

axiomas $\forall a: \text{arbolDeCategorias}$

$\forall c: \text{categoria}$

$\forall ca: \text{conj}(\text{arbolDeCategoria})$

$\forall cc: \text{conj}(\text{categoria})$

$\text{categorias}(\text{nuevo}(c)) \equiv c$

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

$\text{raiz}(\text{nuevo}(c)) \equiv c$

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

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

$\text{id}(\text{nuevo}(\text{c}), \text{c}') \equiv 1$

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

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

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

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

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

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

$\text{hijos}(\text{nuevo}(\text{c1}), \text{c2}) \equiv \emptyset$

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

Fin TAD

2.0.5. Modulo de Arbol de Categorías

generos: *acat*

usa: bool, nat, conjunto

se explica con: TAD ArbolDeCategorías

géneros: *acat*

2.0.6. Operaciones Básicas

categorias (**in** *ac*: *acat*) \longrightarrow *res*: conj(*categoria*)

Pre \equiv true

Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{categorias}(\text{ac})$

Complejidad : $O(\# \text{categorias}(\text{ac}))$

Descripción : Devuelve el conjunto de categorías de un *ac*

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

Pre \equiv true

Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{raiz}(\text{ac})$

Complejidad : $O(1)$

Descripción : Devuelve la raíz del árbol *ac*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\text{Pre} \equiv \text{esta?}(c, \text{ac}) \wedge \text{esta?}(h, \text{ac})$
 $\text{Post} \equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{esSubCategoria}(\text{ac}, c, h)$
 Complejidad : $O(\text{no tengo idea})$
 Descripción : Devuelve si c es descendiente de h

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

$\text{Pre} \equiv \text{esta?}(c, \text{ac})$
 $\text{Post} \equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{alturaCategoria}(\text{ac}, c)$
 Complejidad : $O(\text{no tengo idea})$
 Descripción : Devuelve la altura de la categoria c

hijos (in ac: estrAC, in c: categoria) \longrightarrow res:conj(categoria)

Pre \equiv esta?(c,ac)

Post \equiv res=_{obs} hijos(ac,c)

Complejidad : $O(|c|)$

Descripción : Devuelve el conjunto de categorias hijos de c

2.1. Pautas de Implementación

2.1.1. Estructura de Representación

arbolDeCategorias se representa con estrAC donde estrAC es:

```
tupla (
  raiz: string,
  cantidad: nat,
  alturaMax: nat,
  familia:diccTrie(padre:string,tupla(abuelo:string,hijos:conj(string),id:nat,altura:nat)),
)
```

2.1.2. Invariante de Representación

1. Para todo '*padre*' que exista en '*familia*' debera ser o raiz o pertenecer a algun conjunto de hijos de alguna clave '*padre*'
2. Todos los elementos de '*hijos*' de una clave '*padre*', cada uno de estos hijos tendran como '*abuelo*' a ese '*padre*' cuando sean clave.
3. '*cantidad*' sera igual a la cantidad de elementos del conjunto de todas las claves del dicc '*familia*'.
4. Cuando la clave es igual a '*raiz*' la '*altura*' es 1.
5. La '*altura*' de cada clave es menor o igual a '*alturaMax*'.
6. Existe una clave en la cual su '*altura*' es igual a '*alturaMax*'.
7. Los '*hijos*' de una clave tienen '*altura*' igual a $1 + \text{'altura de la clave'}$.
8. Todos los '*id*' de significado de cada clave deberan ser menor o igual a '*cant*'.
9. No hay '*id*' repetidos en el '*familia*'.
10. Todos los '*id*' son consecutivos.

Rep : estrAC \longrightarrow bool

Rep(e) \equiv true \iff

1. $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \iff (x == e.raiz) \vee (\text{def?}(y, e.familia)) \wedge_L x \in (\text{obtener}(y, e.familia)).hijos$
2. $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \Rightarrow_L y \in (\text{obtener}(x, e.familia)).hijos \iff (\text{obtener}(y, e.familia)).abuelo = x$
3. $e.cantidad = \#(\text{claves}(e.familia))$
4. $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge x = e.raiz \Rightarrow_L (\text{obtener}(x, e.familia)).altura = 1$
5. $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \Rightarrow_L (\text{obtener}(x, e.familia)).altura \leq e.alturaMax$
6. $(\exists x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge_L (\text{obtener}(x, e.familia)).altura = e.alturaMax$

7. $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \wedge_L y \in (\text{obtener}(x, e.familia)).\text{hijos} \Rightarrow (\text{obtener}(y, e.familia)).\text{altura} = 1 + (\text{obtener}(x, e.familia)).\text{altura}$
8. $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \Rightarrow_L (\text{obtener}(x, e.familia)).\text{id} \leq e.\text{cant}$
9. $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \Rightarrow_L (\text{obtener}(x, e.familia)).\text{id} \neq (\text{obtener}(y, e.familia)).\text{id}$
10. $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) (\exists y: \text{string}) (\text{def?}(y, e.familia)) \Leftrightarrow (\text{obtener}(y, e.familia)).\text{id} \leq e.\text{cantidad} \wedge (\text{obtener}(x, e.familia)).\text{id} < e.\text{cantidad} \wedge_L (\text{obtener}(y, e.familia)).\text{id} = 1 + (\text{obtener}(x, e.familia)).\text{id}$

2.1.3. Función de Abstraccion

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

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

2.1.4. Algoritmos

ICATEGORIAS (**in** $\text{ac}: \text{estrAC}$) $\rightarrow \text{res}: \text{conj}(\text{categoria})$
 $\text{res} \leftarrow \text{claves}(\text{ac.familia}) \text{ // O(ALGO)}$

IRAIZ (**in** $\text{ac}: \text{estrAC}$) $\rightarrow \text{res}: \text{categoria}$
 $\text{res} \leftarrow \text{ac.raiz} \text{ // O(1)}$

IPADRE (**in** $\text{ac}: \text{estrAC}$, **in** $\text{h}: \text{categoria}$) $\rightarrow \text{res}: \text{categoria}$
 $\text{res} \leftarrow (\text{obtener}(\text{h}, \text{ac.familia})).\text{abuelo} \text{ // O(ALGO)}$

IID (**in** $\text{ac}: \text{estrAC}$, **in** $\text{c}: \text{categoria}$) $\rightarrow \text{res}: \text{nat}$
 $\text{res} \leftarrow (\text{obtener}(\text{c}, \text{ac.familia})).\text{id} \text{ // O(ALGO)}$

INUEVO (**in** $\text{c}: \text{categoria}$) $\rightarrow \text{res}: \text{estrAC}$
 $\text{res.cantidad} = 1 \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{res.raiz} = \text{categoria} \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{res.alturaMax} = 1 \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{padre} = \text{c} \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{abuelo} = \text{c} \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{hijos} = \emptyset \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{res.familia} = \text{definir}(\text{padre}, (\text{abuelo}, \text{hijos}, 1, 1), \text{vacio}) \text{ // O(ALGO)}$

IAGREGAR (**in/out** $\text{ac}: \text{estrAC}$, **in** $\text{c}: \text{categoria}$, **in** $\text{h}: \text{categoria}$)

if $(\text{obtener}(\text{c}, \text{ac}_0.familia).\text{altura}) == \text{ac}_0.\text{alturaMax}$ **then**
 $\text{ac.alturaMax} = \text{ac}_0.\text{alturaMax} + 1$
else
 $\text{ac.alturaMax} = \text{ac}_0.\text{alturaMax}$
fi
 $(\text{obtener}(\text{c}, \text{ac.familia})).\text{hijos} = \text{Ag}(\text{h}, (\text{obtener}(\text{c}, \text{ac}_0.familia)).\text{hijos}) \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{ac.familia} = \text{definir}(\text{h}, (\text{c}, \emptyset, \text{ac}_0.\text{cantidad} + 1, (\text{obtener}(\text{c}, \text{ac}_0.familia)).\text{altura} + 1), \text{ac}_0.familia) \text{ // O(ALGO)}$
 $\text{ac.cantidad} = \text{ac}_0.\text{cantidad} + 1 \text{ // O(ALGO)}$

IALTURA (**in** $\text{ac}: \text{estrAC}$) $\rightarrow \text{res}: \text{nat}$
 $\text{res} \leftarrow \text{ac.alturaMax} \text{ // O(ALGO)}$

IESTA? (**in** $\text{c}: \text{categoria}$, **in** $\text{ac}: \text{estrAC}$) $\rightarrow \text{res}: \text{bool}$
 $\text{res} \leftarrow \text{def?}(\text{c}, \text{ac.familia}) \text{ // O(ALGO)}$

IESSUBCATEGORIA (**in** $\text{ac}: \text{estrAC}$, **in** $\text{c}: \text{categoria}$, **in** $\text{h}: \text{categoria}$) $\rightarrow \text{res}: \text{bool}$
 $\text{res} = \text{false} \text{ // O(ALGO)}$

```

    if c = ac.raiz then
      res = true
else
  actual = h
  while(res  $\neq$  true  $\wedge$  actual  $\neq$  ac.raiz)
    if actual  $\in$  (obtener(c,ac.familia)).hijos then true else actual = (obtener(actual,ac.familia)).abuelo fi
fi

IAITURACATEGORIA (in ac: estrAC, in c: categoria)  $\longrightarrow$  res:nat
res  $\leftarrow$  (obtener(c,ac.familia)).altura // O(ALGO)
IIHIJOS (in ac: estrAC, in c: categoria)  $\longrightarrow$  res:conj(categoria)
res  $\leftarrow$  (obtener(c,ac.familia)).hijos // O(ALGO) PREGUNTAR!!!

```

3. Renombres

TAD CATEGORIA

es String

Fin TAD

TAD LINK

es String

Fin TAD

TAD FECHA

es Nat

Fin TAD