

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

$\text{categorias}(\text{iniciar}(\text{ac})) \equiv \text{ac}$

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

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

$\text{links}(\text{iniciar}(\text{ac})) \equiv \emptyset$

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

$\text{links}(\text{acceso}(\text{s}, \text{l}, \text{f})) \equiv \text{links}(\text{s})$

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

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

$\text{fechaActual}(\text{iniciar}(\text{ac})) \equiv 0$

$\text{fechaActual}(\text{nuevoLink}(\text{s}, \text{l}, \text{c})) \equiv \text{fechaActual}(\text{s})$

$\text{fechaActual}(\text{acceso}(\text{s}, \text{l}, \text{f})) \equiv \text{f}$

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

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

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

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

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

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

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

$\text{linksOrdenadosPorAccesos}(\text{s}, \text{c}) \equiv \text{linksOrdenadosPorAccesosAux}(\text{s}, \text{c}, \text{linksCategoriaOHijos}(\text{s}, \text{c}))$

$\text{linksOrdenadosPorAccesosAux}(\text{s}, \text{c}, \text{ls}) \equiv \text{if } \emptyset?(\text{ls}) \text{ then}$

\emptyset

else

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

fi

$\text{linkConMasAccesos}(\text{s}, \text{c}, \text{ls}) \equiv \text{if } \#ls == 1 \text{ then}$

$\text{dameUno}(\text{ls})$

else

$\text{if } \text{accesosRecientes}(\text{s}, \text{c}, \text{dameUno}(\text{ls})) > \text{accesosRecientes}(\text{s}, \text{c}, \text{linkConMasAccesos}(\text{s}, \text{c}, \text{sinUno}(\text{ls}))) \text{ then}$

$\text{dameUno}(\text{ls})$

else

$\text{linkConMasAccesos}(\text{s}, \text{c}, \text{sinUno}(\text{ls}))$

fi

fi

$\text{cantLinks}(\text{s}, \text{c}) \equiv \#\text{linksCategoriaOHijos}(\text{s}, \text{c})$

$\text{diasRecientes}(\text{s}, \text{l}) \equiv \text{diasRecientesDesde}(\text{s}, \text{l}, \text{menorReciente}(\text{s}, \text{l}))$

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

```

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 : $O(\text{es la cantidad de accesos recientes esto??})$

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 (

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

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)

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

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

categoriaLink (**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)

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

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

fechaUltimoAcceso (**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)

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

$\text{accesos} = (\text{obtener}(l, s.\text{accesosXLink})).\text{accesos}$ while $(\neg \emptyset?(\text{accesos}) \wedge \Pi_1(\text{prim}(\text{accesos})) \neq f)$

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**

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* \longrightarrow *conj(categoria)*

raiz : *acat ac* \longrightarrow *categoria*

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

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

generadores

nuevo : *categoria c* \longrightarrow *acat* $\{\neg vacia?(c)\}$

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

otras operaciones

altura : *acat ac* \longrightarrow *nat*

esta? : *categoria c* \times *acat ac* \longrightarrow *bool*

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

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

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

axiomas $\forall a: arbolDeCategorias$
 $\forall c: categoria$
 $\forall ca: conj(arbolDeCategoria)$
 $\forall cc: conj(categoria)$

categorias(*nuevo*(*c*)) \equiv *c*

categorias(*agregar*(*ac, c, h*)) \equiv *Ag*(*h, categorias*(*ac*))

raiz(*nuevo*(*c*)) \equiv *c*

raiz(*agregar*(*ac, c, h*)) \equiv *raiz*(*ac*)

padre(*agregar*(*ac, c, h*), *h'*) \equiv **if** *h* == *h'* **then** *c* **else** *padre*(*ac, c, h'*) **fi**

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

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

altura(*nuevo*(*c*)) \equiv *alturaCategoria*(*nuevo*(*c*), *c*)

altura(*agregar*(*ac, c, h*)) \equiv *max*(*altura*(*ac*), *alturaCategoria*(*agregar*(*ac, c, h*), *h*))

alturaCategoria(*ac, c*) \equiv **if** *c* == *raiz*(*ac*) **then** 1 **else** 1 + *alturaCategoria*(*ac, padre*(*ac, c*)) **fi**

esta?(*c, ac*) \equiv *c* \in *categorias*(*ac*)

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

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

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

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 categorias 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 raiz del arbol *ac*

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

Pre $\equiv \text{h} \in \text{ac} \wedge \text{raiz}(\text{ac}) \neq \text{h}$

Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{padre}(\text{ac}, \text{h})$

Complejidad : $O(\text{ni idea})$

Descripción : Devuelve el padre de una categoria

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

Pre $\equiv \text{h} \in \text{ac}$

Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{id}(\text{ac}, \text{c})$

Complejidad : $O(|\text{c}|)$

Descripción : Devuelve el id de una categoria *c* en el arbol *ac*

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

Pre $\equiv \neg \text{vacía?}(\text{c})$

Post $\equiv \text{res} =_{\text{obs}} \text{nuevo}(\text{c})$

Complejidad : $O(|c|)$
Descripción : Crea un arbol

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

Pre $\equiv c \in ac \wedge \neg vacia?(h) \wedge ac_0 =_{obs} ac$
Post $\equiv ac =_{obs} agregar(ac_0, c, h)$
Complejidad : $O(|c| + |h|)$
Descripción : Agrega una categoria hija a una padre

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

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

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

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

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

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

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

Pre $\equiv esta?(c, ac)$
Post $\equiv res =_{obs} alturaCategoria(ac, c)$
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. $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \wedge_L y \in (\text{obtener}(x, e.familia)).hijos \Rightarrow (\text{obtener}(y, e.familia)).altura = 1 + (\text{obtener}(x, e.familia)).altura$
8. $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \Rightarrow_L (\text{obtener}(x, e.familia)).id \leq e.cant$
9. $(\forall x, y: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) \wedge (\text{def?}(y, e.familia)) \Rightarrow_L (\text{obtener}(x, e.familia)).id \neq (\text{obtener}(y, e.familia)).id$
10. $(\forall x: \text{string}) (\text{def?}(x, e.familia)) (\exists y: \text{string}) (\text{def?}(y, e.familia)) \iff (\text{obtener}(y, e.familia)).id \leq e.cantidad \wedge (\text{obtener}(x, e.familia)).id < e.cantidad \wedge_L (\text{obtener}(y, e.familia)).id = 1 + (\text{obtener}(x, e.familia)).id$

2.1.3. Función de Abstraccion

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

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

2.1.4. Algoritmos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\text{res} = \text{false} \text{ // O(ALGO)}$
if $c = \text{ac.raiz}$ **then**
 $\text{res} = \text{true}$
else
 $\text{actual} = \text{h}$
 $\text{while}(\text{res} \neq \text{true} \wedge \text{actual} \neq \text{ac.raiz})$
if $\text{actual} \in (\text{obtener}(c, \text{ac.familia})).\text{hijos}$ **then** true **else** $\text{actual} = (\text{obtener}(\text{actual}, \text{ac.familia})).\text{abuelo}$ **fi**
fi

IALTURACATEGORIA (**in** ac: estrAC , **in** c: categoria) $\rightarrow \text{res: nat}$
 $\text{res} \leftarrow (\text{obtener}(c, \text{ac.familia})).\text{altura} \text{ // O(ALGO)}$
IIHIJOS (**in** ac: estrAC , **in** c: categoria) $\rightarrow \text{res: conj(categoria)}$
 $\text{res} \leftarrow (\text{obtener}(c, \text{ac.familia})).\text{hijos} \text{ // O(ALGO)}$ PREGUNTAR!!!

3. Renombres

TAD CATEGORIA

es String

Fin TAD

TAD LINK

es String

Fin TAD

TAD FECHA

es Nat

Fin TAD