DEPARTAMENTO DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Trabajo Práctico 2: Diseño

Primer cuatrimestre - 2016 Algoritmos y Estructuras de Datos II

Grupo 22

Integrante	LU	Correo electrónico
BENZO, Mariano	198/14	marianobenzo@gmail.com
FARIAS, Mauro	821/13	farias.mauro@hotmail.com
GUTTMAN, Martin	686/14	mdg_92@yahoo.com.ar

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
Ciudad Universitaria – Pabellón I (Planta Baja)
Intendente Güiraldes 2160 – C1428EGA
Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Rep. Argentina
Tel/Fax: (++54 +11) 4576-3300
http://www.exactas.uba.ar

Índice

1 Tabla

1.1 Interfaz

se explica con TABLA

usa DiccString(string, alfha), DiccNat(nat, beta),Nat, String, Dato, Campo, Tipo, Registro, ConjString, ConjNat.

géneros `tabla`

Operaciones

NOMBRE(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `string`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} nombre(t)\}$
Descripción: Devuelve el nombre de la tabla ingresada por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se retorna res por copia, por ser un tipo basico.

CLAVES(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `Conj(campo)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} claves(t)\}$
Descripción: Devuelve un conjunto de campos clave en la tabla ingresada por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia, no es modificable.

INDICES(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `ConjString(campo)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} indices(t)\}$
Descripción: Devuelve un conjunto campos con los que se crearon los indices.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia, no es modificable.

CAMPOS(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `ConjString(campo)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} campos(t)\}$
Descripción: Devuelve un conjunto de todos los campos de la tabla.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia, no es modificable.

TIPOCAMPO(**in** c : `campo`, **in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `tipo`
Pre $\equiv$ {c $\in$ campos(t)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} tipoCampo(t)\}$
Descripción: Devuelve el tipo del campo c en la tabla.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia, no es modificable.

REGISTROS(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `itConj(registro)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} registros(t)\}$
Descripción: Devuelve un conjunto a los registros de la tabla.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res referencia.

CANTIDADDEACCCESOS(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `nat`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} cantidadDeAccesos(t)\}$
Descripción: Devuelve la cantidad de modificaciones de la tabla ingresada por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por copia.

NUEVATABLA(**in** *nombre* : `string`, *in claves* : `conjString(campo)`, *in columnas* : `registro`) $\longrightarrow$ res : `tab`
Pre $\equiv$ {$\neg\emptyset$?(claves) $\wedge$ claves$\subseteq$campos(columnas)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} nuevaTabla(t)\}$
Descripción: Crea una tabla sin registros.
Complejidad: O(1)

AGREGARREGISTRO(**in** r : `registro`, *in/out* t : `tab`)
Pre $\equiv$ {t_0=t $\wedge$ campos(r)=$_{\text{obs}}$campos(t) $\wedge$ puedorInsertar?(r,t)}
Post $\equiv$ {agregarRegistro(r,t_0)}
Descripción: Agrega un registro a la tabla pasada por parametro.
Complejidad: O($Log(n)$)
Aliasing: Agrega el registro r por referencia.

BORRARREGISTRO(**in** *crit* : `registro`, *in/out* t : `tab`)
Pre $\equiv$ {t_0=t $\wedge$ #(campos(r))=1 $\wedge_{\text{L}}$ Siguiente(CrearIt(campos(crit)))$\in$claves(t)}
Post $\equiv$ {borrarRegistro(r,t_0)}
Descripción: Borra los registros que cumplan el criterio pasado por parametro.
Complejidad: O(n)

INDEXAR(**in** *crit* : `registro`, *in/out* t : `tab`)
Pre $\equiv$ {t_0=t $\wedge$ puedeIndexar(c,t)}
Post $\equiv$ {indexar(c,t_0)}
Descripción: Crea un indice en base al campo de crit.
Complejidad: O(n)

PUEDOINSERTAR?(**in** r : `registro`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ {$true$}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} puedoInsertar?(r, t)\}$
Descripción: Informa si el registro pasado por parametro no tiene valores repetidos con respectos a los registros existentes, para los campos clave en la tabla pasada por parametro.
Complejidad: O(n)
Aliasing: Retorna res por referencia, no es modificable.

COMPATIBLE(**in** r : `registro`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ {$true$}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} compatible(r, t)\}$
Descripción: Informa si el registro pasado por parametro tiene correspondecia en los tipos de los campos de tabla pasada por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Retorna res por referencia, no es modificable.

MINIMO(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `dato`
Pre $\equiv$ {$\neg\emptyset$?(registro(t)) $\wedge$ c$\in$indices(t)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} minimo(c, t)\}$
Descripción: Retorna el minimo entre los valores de la tabla para el campo c.
Complejidad: O($L + Log(n)$)
Aliasing: Retorna res por referencia.

MAXIMO(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `dato`
Pre $\equiv$ {$\neg\emptyset$?(registro(t)) $\wedge$ c$\in$indices(t)}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} maximo(c, t)$}
Descripción: Retorna el maximo entre los valores de la tabla para el campo c.
Complejidad: O($L + Log(n)$)
Aliasing: Retorna res por referencia.

PUEDEINDEXAR(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv$ {$True$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} puedeIndexar(c, t)$}
Descripción: Informa si se puede crear un nuevo indice.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Retorna res por referencia, no es modificable.

COINCIDENCIAS(**in** r : `registro`, *in cj* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(ItConj(registro))`
Pre $\equiv$ {$True$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} coincidencias(r, cj)$}
Descripción: Devuelve el conjunto de registros de la tabla, que coinciden con los valores de r.
Complejidad: O($Cardinal(cj)$)
Aliasing: Retorna res por referencia.

HAYCOINCIDENCIA(**in** r : `registro`, **in** *cjc* : `Conj(campo)`, *in cjr* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv$ {$True$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} hayCoincidencia(r, cjc, cjr)$}
Descripción: Retorna true si algun registro del conjunto cjr, coincide con r en todos los valores de los campos de cjc.
Complejidad: O($Cardinal(cjr)$)
Aliasing: Retorna res por referencia, no es modificable.

COMBINARREGISTROS(**in** c : `campo`, **in** *cj1* : `Conj(registro)`, *in cj2* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `conj(registro)`
Pre $\equiv$ {$True$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} combinarRegistros(c, cj1, cj2)$}
Descripción: Combina los valores de los registros para el campo dado por parametro.
Complejidad: O($Cardinal(cj1) + Cardinal(cj2)$)
Aliasing: Retorna res por referencia, es modificable.

DAMECOLUMNA(**in** c : `campo`, *in cj* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(dato)`
Pre $\equiv$ {$True$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} dameColumna(c, cj1, cj2)$}
Descripción: Reune en un conjunto los valores del campo pasado por parametro.
Complejidad: O($Cardinal(cj) * Log(Cardinal(cj))$)
Aliasing: Retorna res por referencia, no es modificable.

MISMOSTIPOS(**in** r : `registro`, **in** t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv$ {campos(r)$\subseteq$campos(t)}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} mismosTipos(r, t)$}
Descripción: Compara los tipos correspondientes a los campos del registro y la tabla.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Retorna res por referencia, no es modificable.

BUSCARENTABLA(**in** c : `campo`, **in** t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(ItConj(registro))`
Pre $\equiv$ {c$\subseteq$campos(t)}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} BuscarEnTabla(c, t)$}
Descripción:

Complejidad: O($xxxxx$)
Aliasing: Retorna res por referencia, es modificable.

1.2 Representación

se representa con `Tabla`
donde `tab` **es** `tupla`⟨Nombre : `NombreTabla`,
Registros : `Conj(Registro)`,
Campos : `DiccString(Campo,Tipo)`,
Claves : `Conj(Campo)`,
IndiceS : `tupla`⟨CampoI : `campo`,
EnUso : `bool`,
Indice : `DiccString(string, Conj(ItConj(Registro)))`,
Min : `Dato`,
Max : `Dato`⟩
IndiceN : `tupla`⟨CampoI : `campo`,
EnUso : `bool`,
Indice : `DiccNat(nat, Conj(ItConj(Registro)))`,
Min : `Dato`,
Max : `Dato`⟩
RelacionInd : `tupla`⟨CampoR : `campo`,
ConsultaN : `DiccNat(nat, Acceso))`,
ConsultaS : `DiccString(string, Acceso))`⟩
#Accesos : `Nat`⟩
`donde Acesso es <S: ItConj(ItConj(Registro)),N: ItConj(ItConj(Registro))>`

Invariante de representación

1. t.Claves esta inclido o es igual a t.Campos.
2. t.Nombre es un string acotado.
3. Para todo registro r de t.Registros, entonces Campos(r) es igual al t.Campos.
4. Para todo registro r de t.Registros y para todo campo c de Campos(r), entonces Tipo?(Significado(r,c)) es igual Significado(t.Campos, c).
5. Si t.IndiceS.EnUso es true y t.IndiceS.CampoI pertenece a t.Campos, para todo string d, si Definido?(t.IndiceS.Indice, d) es true, entonces para todo itConj(registro) it que pertenece a
el conj(ItConj(registro)) cj Significado(t.IndiceS.Indice, d), registro r ←Siguiente(it), r pertenece a t.Registros.
6. Si t.IndiceS.EnUso es true y t.IndiceS.CampoI pertenece a t.Campos,
entonces para todo registro R de t.Registros entonces
Definido?(t.IndiceS.Indice, Significado(r, t.IndiceS.CampoI)) es true,
entonces algun ItConj(registro) it que pertenece a
Conj(itConj()) cj Significado(t.IndiceS.Indice, Significado(r, t.IndiceS.CampoI)) entonces Siguiente(it)=R.
7. Si t.IndiceN.EnUso es true y t.IndiceN.CampoI pertenece a t.Campos, para todo string d, si Definido?(t.IndiceN.Indice, d) es true, entonces para todo itConj(registro) it que pertenece a
el conj(ItConj(registro)) cj Significado(t.IndiceS.Indice, d), registro r ←Siguiente(it), r pertenece a t.Registros.

8. Si t.IndiceN.EnUso es true y t.IndiceN.CampoI pertenece a t.Campos,
   entonces para todo registro R de t.Registros entonces
   Definido?(t.IndiceN.Indice, Significado(r, t.IndiceN.CampoI)) es true,
   entonces algun ItConj(registro) it que pertenece a
   Conj(itConj()) cj Significado(t.IndiceN.Indice, Significado(r, t.IndiceN.CampoI)) entonces
   Siguiente(it)=R.
9. El campo de e.RelacionInd.CampoR pertenece a t.claves
10. Si t.IndiceS.EnUso es true y para todo string X, ¬tipoCampo(t.campo, e.RelacionInd.CampoR)
    y Definido?(t.RelacionInd.ConsultaS, X), tal que
    Acceso dataInd ←Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, Y),
    y el registro R ←Siguiente(Siguiente(dataInd.S)), entonces R pertenece a t.registros $\wedge_{\text{L}}$
    ValorString(Significado(R, t.RelacionInd.campoR))=Y
11. Si t.IndiceN.EnUso es true y para todo nat Y, ¬tipoCampo(t.campo, e.RelacionInd.CampoR)
    y Definido?(t.RelacionInd.ConsultaN, Y), tal que el
    Acceso dataInd ←Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, Y),
    y el registro R ←Siguiente(Siguiente(dataInd.N)), entonces R pertenece a t.registros $\wedge_{\text{L}}$
    ValorString(Significado(R, t.RelacionInd.campoR))=Y
12. Si t.IndiceS.EnUso es true y para todo nat Y, tipoCampo(t.campo, e.RelacionInd.CampoR)
    y Definido?(t.RelacionInd.ConsultaN, Y), tal que el
    Acceso dataInd ←Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, Y),
    y el registro R ←Siguiente(Siguiente(dataInd.S)), entonces R pertenece a t.registros $\wedge_{\text{L}}$
    ValorString(Significado(R, t.RelacionInd.campoR))=Y
13. Si t.IndiceN.EnUso es true y para todo nat Y, tipoCampo(t.campo, e.RelacionInd.CampoR)
    y Definido?(t.RelacionInd.ConsultaN, Y), tal que el
    Acceso dataInd ←Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, Y),
    y el registro R ←Siguiente(Siguiente(dataInd.N)), entonces R pertenece a t.registros $\wedge_{\text{L}}$
    ValorString(Significado(R, t.RelacionInd.campoR))=Y
14. El valor de e.#Accesos debe ser la cantidad de registros agregados, la cantidad de registros
    borrados

Función de abstracción

$\text{Abs} : \widehat{\texttt{tab}}\ s \longrightarrow \widehat{\texttt{Tabla}}$ $\{\text{Rep}(s)\}$

$(\forall s : \widehat{\texttt{tab}})$
$\text{Abs}(s) \equiv t : \widehat{\texttt{Tabla}} \mid s.Nombre =_{\text{obs}} nombre(t) \wedge s.Claves =_{\text{obs}} claves(t) \wedge$
$s.Indices =_{\text{obs}} indices(t) \wedge s.Registros =_{\text{obs}} registros(t) \wedge DiccClaves(s.Campos) =_{\text{obs}} campos(t)$
$\wedge\ s.\#Accesos =_{\text{obs}} cantidadDeAccesos(t) \wedge$
$((\forall c : \text{campo}) Definido?(s.Campos, c)\ \Rightarrow_{\text{L}}\ Significado(s.Campos, c) =_{\text{obs}} tipoCampo(c, t))$

1.3 Algoritmos

NOMBRE(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `string`	
$res \leftarrow t.Nombre$	O(1) por ref
	O(1)
CLAVES(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `Conj(campo)`	
res ← t.Claves	O(1) por ref
	O(1)
INDICES(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `ConjString(campo)`	
ConjString(campo) res ← vacio();	O(1)
if t.IndiceS.EnUso **then**	O(1)
AgregarRapido(res, t.IndiceS.CampoI)	O(1) por ref
end if	
if t.IndiceN.EnUso **then**	O(1)
AgregarRapido(res, t.IndiceN.CampoI)	O(1) por ref
end if	
	O(1)
CAMPOS(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `ConjString(campo)`	
$res \leftarrow DiccClaves(t.Campos)$	O(1)
	O(1)
TIPOCAMPO(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `Tipo`	
$res \leftarrow Significado(t.Campos, c)$	O(1)
	O(1)
REGISTROS(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `Conj(registro)`	
$res \leftarrow t.registros$	O(1)
Se retorna el conjunto por referencia	
	O(1)
CANTDEACCESOS(**in** t : `tab`) $\longrightarrow$ res : `nat`	
$res \leftarrow t.cantDeAccesos$	O(1) por ref
	O(1)

NUEVATABLA(**in** *nombre* : `string`, *in claves* : `conj(campo)`, *in columnas* : `registro`) $\longrightarrow$ *res* : `tab`

Conj(registro) Registros $\leftarrow$ Vacio()	O(1)
DiccString(campo, tipo) Campos $\leftarrow$ Vacio()	O(1)
Campo c $\leftarrow$Siguiente(CrearIt(claves))	
Dato d $\leftarrow$ Obtener(columnas, Siguiente(CrearIt(claves)))	
IndiceS $\leftarrow < c, False, Vacio(), d, d >$	O(1)
IndiceN $\leftarrow < c, False, Vacio(), d, d >$	O(1)
#Acessos $\leftarrow$ 0	O(1)
RelacionInd $\leftarrow < c, Vacio(), Vacio() >$	
res $\leftarrow < nombre, Registros, Campos, claves, IndiceS, IndiceN, RelacionInd, 0 >$	O(1) por ref
itcampos $\leftarrow$ crearIt(Campos(columnas))	O(# de campos)
while HaySiguiente(itcampos) **do**	O(# de campos)
Dato valor $\leftarrow$ Significado(columnas, Siguiente(itcampos))	O(L)
Definir(res.Campos, Siguiente(itcampos), Tipo?(valor))	O(1)
Avanzar(itcampos)	O(1)
end while	
Donde L es la longitud del valor string mas largo.	
	O((#(campos(columnas))*L)

```
agregarRegistro(in r : registro, in/out t : tab)
  Para poder acceder al registro en el conj en O(1), guardo el iterador al elemento
  itConj(Registro) nuevo ← AgregarRapido(t.Registros,r)                    O(1)
  t.#Accesos++                                                             O(1)
  Este registro debe ser indexado, si algun indice esta en uso.
  if t.IndiceS.EnUso ∧ t.IndiceN.EnUso then
    Dato valorS ← Significado(r, t.IndiceS.CampoI)                         O(L)
    Dato valorN ← Significado(r, t.IndiceN.CampoI)                         O(Log(n))
    Bool DefinidoS ←Definido?(t.IndiceS.Indice, ValorString(valorS))
    Bool DefinidoN ←Definido?(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valorN))
    if ¬DefinidoS ∧ ¬DefinidoN then
      Ambos no estan definidos
      cjS ← vacio()
      cjN ← vacio()
      newS ←AgregarRapido(cjS, nuevo)
      newN ←AgregarRapido(cjN, nuevo)
      Definir(t.IndiceS.Indice, ValorString(valorS), cjS)
      Definir(t.IndiceN.Indice, ValorString(valorN), cjN)
    else
      if DefinidoS ∧ ¬DefinidoN then
        cjS ← Significado(t.IndiceS.Indice, ValorString(valorS))
        cjN ← vacio()
        newS ←AgregarRapido(cjS, nuevo)
        newN ←AgregarRapido(cjN, nuevo)
        Definir(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valorN), cjN)
      else
        if ¬DefinidoS ∧ DefinidoN then
          cjN ← Significado(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valorN))
          cjS ← vacio()
          newS ←AgregarRapido(cjS, nuevo)
          newN ←AgregarRapido(cjN, nuevo)
          Definir(t.IndiceS.Indice, ValorString(valorS), cjS)
        else
          Caso en que esta definido en los dos indices
          cjN ← Significado(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valorN))
          cjS ← Significado(t.IndiceS.Indice, ValorString(valorS))
          newS ←AgregarRapido(cjS, nuevo)
          newN ←AgregarRapido(cjN, nuevo)
        end if
      end if
    end if
    if t.IndiceS.Min > valorS then                                         O(L)
      t.IndiceS.Min ← valorS                                               O(1)
    end if
    if valorS > t.IndiceS.Max then                                         O(L)
      t.IndiceS.Max ← valorS                                               O(1)
    end if
    if t.IndiceN.Min > valorN then                                         O(1)
      t.IndiceN.Min ← valorN                                               O(1)
    end if
    if valorN > t.IndiceN.Max then                                         O(1)
      t.IndiceN.Max ← valorN                                               O(1)
```

```
    end if
else
    if t.IndiceS.EnUso ∧ ¬t.IndiceN.EnUso then
        Obtengo de r el valor del campo con el que se creo el indice.
        Dato valor ← Significado(r, t.IndiceS.CampoI)                    O(L)
        Bool Def ←Definido?(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor))
        if Def then                                                      O(1)
            Si esta definido, entonces hay varios registros que cumplen
            agrego el iterador al conjunto de que ya estaban.
            viejo ← Significado(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor))
                                                                         O(L)
            itConj(registro) newS ←AgregarRapido(viejo, nuevo)
                                                                         O(L)
            itConj(registro) newN ←CrearIt(vacio())
        else
            Conj(Registro) viejo ← Vacio()                               O(1)
            itConj(registro) newS ←AgregarRapido(viejo, nuevo)
                                                                         O(1)
            itConj(registro) newN ←CrearIt(vacio())
            Definir(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor), viejo)         O(L)
            Como ingresamos un nuevo valor, actualizamos el min y max
            if t.IndiceS.Min > valor then                                O(L)
                t.IndiceS.Min ← valor                                    O(L)
            end if
            if valor > t.IndiceS.Max then                                O(L)
                t.IndiceS.Max ← valor                                    O(L)
            end if
        end if
    else
        if ¬t.IndiceS.EnUso ∧ t.IndiceN.EnUso then
            Obtengo de r el valor del campo con el que se creo el indice.
            Dato valor ← Significado(r, t.IndiceN.CampoI)                O(L)
            Bool Def ← Definido?(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor))
                                                                         O(log(n))
            if Def then                                                  O(1)
                Si esta definido, entonces hay varios registros que cumplen
                agrego el iterador al conjunto de que ya estaban.
                viejo ← Significado(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor))
                                                                         O(L)
                itConj(registro) newN ←AgregarRapido(viejo, nuevo)
                                                                         O(L)
                itConj(registro) newS ←CrearIt(vacio())
            else
                Conj(Registro) viejo ← Vacio()                           O(1)
                itConj(registro) newN ←AgregarRapido(viejo, nuevo)
                                                                         O(1)
                itConj(registro) newS ←CrearIt(vacio())
                Definir(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor), viejo)
                                                                         O(L)
                Como ingresamos un nuevo valor, actualizamos el min y max
                if t.IndiceN.Min > valor then                            O(1)
                    t.IndiceN.Min ← valor                                O(1)
```

```
            end if
            if valor > t.IndiceN.Max then                    O(1)
                t.IndiceN.Max ← valor                        O(1)
            end if
        end if
    end if
end if
Bool BasadoEn ← Significado(t.campos, t.RelacionInd.CampoR)
if BasadoEn then
    Es True entonces es un DiccNat
    Nat elem ←ValorNat(Significado(r, t.RelacionInd.CampoR))
    Definir(t.RelacionInd.ConsultaN, elem, < newS, newN >)
else
    Es False entonces es un DiccString
    String elem ←ValorString(Significado(r, t.RelacionInd.CampoR))
    Definir(t.RelacionInd.ConsultaS, elem, < newS, newN >)
end if
```

O(L+Log(n))

```
borrarRegistro(in crit : registro, in/out t : tab)
  Campo c ← Siguiente(CrearIt(Campos(crit)))                    O(1)
  Dato valor ← Copiar(Significado(crit, c))                     O(L)
  Sabemos que c esta incluido en claves(t) y crit tiene solo un campo.
  Si hay un indice para el campo clave c, borrarRegistro es O(log(n)) u O(L) en peor caso.
  Tenemos en cuenta que se borra en base a un campo clave, se borra solo un registro.
  if t.IndiceS.EnUso ∨ t.IndiceN.EnUso then
     Caso: Hay algun indice en uso.
     Buscamos en la Relacion de Indices segun su campo.
     Primero necesito saber en base a que tipo de campo fue creado.
     Tipo BasadoEn ← Significado(t.campos, t.RelacionInd.CampoR)
     Dato valorR ← Significado(r, t.RelacionInd.CampoR)
     if t.IndiceS.CampoI=c ∨ t.IndiceN.CampoI=c then
        Caso: Hay algun indice basado en el campo c de crit.
        if t.IndiceS.CampoI=c ∧L Definido?(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor)) then
           Sabemos que c es un campo clave. Entonces eliminamos solo un reg.
           ItConj(ItConj(registro)) itr ← CrearIt(Significado(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor)))
           Registro r ← Siguiente(Siguiente(itr))
           Borro el registro de t.registro
           EliminarSiguiente(Siguiente(itr))
           t.#Accesos++
           Borro la clave ValorString(valor) del indice
           Borrar(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor))
           Hecho todo esto puede suceder que el Indice de Nat este en uso
           Si esta en uso, el campo del indice no es c.
           if t.IndiceN.EnUso then
              if BasadoEn then
                 Caso Basado en un Nat
                 ItConj(ItConj(registro)) sig←CreaIt(CrearIt(vacio()))
                 sig ← Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
                 Elimino en el dicc de relacion de indice, la clave del registro.
                 Borrar(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
              else
                 Caso Basado en un String
                 ItConj(ItConj(registro)) sig←CreaIt(CrearIt(vacio()))
                 sig ← Significado(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
                 Elimino en el dicc de relacion de indice, la clave del registro.
                 Borrar(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
              end if
              EliminarSiguiente(sig.N)
              if ¬HaySiguiente?(sig.N) then
                 No hay otro registro para este valorR en el Indice
                 entonces lo elimino.
                 Dato valorInd ← Significado(r, t.IndiceN.campoI)
                 Borrar(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valorInd))
              end if
           else
              Si no esta en uso, solo tengo que eliminar la relacion de indices.
              if BasadoEn then
                 Caso Basado en un Nat
                 Borrar(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
              else
```

```
            Caso Basado en un String
            Borrar(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
        end if
    end if
else
    if t.IndiceN.CampoI=c ∧_L Definido?(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor)) then
        Entonces es el caso de t.IndiceN.CampoI=c.
        Sabemos que c es un campo clave. Entonces eliminamos solo un reg.
        ItConj(ItConj(registro)) itr ← CrearIt(Significado(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor)))
        Registro r ← Siguiente(Siguiente(itr))
        Borro el registro de t.registro
        EliminarSiguiente(Siguiente(itr))
        t.#Accesos++
        Borro la clave ValorNat(valor) del indice
        Borrar(t.IndiceN.Indice, ValorString(valor))
        Hecho todo esto puede suceder que el Indice de String este en uso
        Si esta en uso, el campo del indice no es c.
        if t.IndiceN.EnUso then
            if BasadoEn then
                Caso Basado en un Nat
                ItConj(ItConj(registro)) sig←CreaIt(CrearIt(vacio()))
                sig ← Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
                Elimino en el dicc de relacion de indice, la clave del registro.
                Borrar(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
            else
                Caso Basado en un String
                ItConj(ItConj(registro)) sig←CreaIt(CrearIt(vacio()))
                sig ← Significado(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
                Elimino en el dicc de relacion de indice, la clave del registro.
                Borrar(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
            end if
            EliminarSiguiente(sig.S)
            if ¬HaySiguiente?(sig.S) then
                No hay otro registro para este valorR en el Indice
                entonces lo elimino.
                Dato valorInd ← Significado(r, t.IndiceS.campoI)
                Borrar(t.IndiceS.Indice, ValorString(valorInd))
            end if
        else
            Si no esta en uso, solo tengo que eliminar la relacion de indices.
            if BasadoEn then
                Caso Basado en un Nat
                Borrar(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
            else
                Caso Basado en un String
                Borrar(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
            end if
        end if
    end if
else
    Hay algun indice, pero no esta basado en el campo c de crit
```

```
        itConj(registro) cr ← CrearIt(t.registros)                    O(1)
        Dato valorm ← Significado(Siguiente(cr), c)
        Registro Delr ← Siguiente(cr)
        while HaySiguiente(cr) ∧ ¬(valorm=valor) do                   O(Cardinal(t.registros))
            Delr ← Siguiente(cr)
            valorm ← Significado(Delr, c)                             O(1)
            if valorm=valor then
                EliminarSiguiente(cr);                                O(1)
                Dado que el crit solo tiene un campo clave, siempre elimino solo un registro.
                Ademas tengo que actualizar los indices, usando la relacion de indices
                if t.IndiceS.EnUso ∨ t.IndiceN.EnUso then
                    if BasadoEn then
                        Caso basado en un campo nat
                        key← ValorNat(Significado(Delr, t.RelacionInd.campoR))
                        dataindices ←Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, key)
                        Borrar(t.RelacionInd.ConsultaN, key)
                    else
                        Caso basado en un campo string
                        key← ValorString(Significado(Delr, t.RelacionInd.campoR))
                        dataindices ←Significado(t.RelacionInd.ConsultaS, key)
                        Borrar(t.RelacionInd.ConsultaS, key)
                    end if
                    if t.IndiceS.EnUso ∧ t.IndiceN.EnUso then
                        EliminarSiguiente(dataindices.S)
                        EliminarSiguiente(dataindices.N)
                    else
                        if t.IndiceS.EnUso then
                            EliminarSiguiente(dataindices.S)
                        else
                            if t.IndiceN.EnUso then
                                EliminarSiguiente(dataindices.N)
                            end if
                        end if
                    end if
                    if t.IndiceN.EnUso ∧_L ¬HaySiguiente?(dataindices.N) then
                        valN ← ValorNat(Significado(Delr, t.IndiceN.campoI))
                        Borrar(t.IndiceN.Indice, valN)
                    end if
                    if t.IndiceS.EnUso ∧_L ¬HaySiguiente?(dataindices.S) then
                        valS ← ValorString(Significado(Delr, t.IndiceS.campoI))
                        Borrar(t.IndiceN.Indice, valN)
                    end if
                end if
            end if
            Avanzar(cr)                                               O(1)
        end while
    end if
else
    No hay indices.
    itConj(registro) cr ← CrearItConj(t.registros)                    O(1)
    while HaySiguiente(cr) do                                         O(Cardinal(t.registros))
        Registro Delr ← Siguiente(cr)
```

valorm ← Significado(Delr, c) O(1)
if valorm=valor **then**
EliminarSiguiente(cr); O(1)
Dado que el crit solo tiene un campo clave, siempre elimino solo un registro.
end if
Avanzar(cr) O(1)
end while
end if
En el peor de los casos no hay indice y eliminar es complejidad O(n).
En caso de que haya algun indice basado en el campo del crit de borrado,
la complejidad es O(L) si es un campo string, y O(Log(n)) si es un campo nat.
Tambien puede suceder que exista algun indice, pero ninguno basado en el campo
del crit de borrado con costo O(n).
La actualizacion de los indices se ve soportada en el Diccionario t.RelacionInd
que nos permite acceder al iterador del conjunto almancenado en su significado,
dicho iterador contiene el iterador del registro dentro de t.registros que es un conj Linea.

O(n)

```
INDEXAR(in c : campo, in/out t : tab)
  if tipoCampo(c,t.campos) then
     t.IndiceN.EnUso ← True
  else
     t.IndiceS.EnUso ← True
  end if
  ItConj(ItConj(registro)) newS ←CrearIt(CrearIt(Vacio()))
  ItConj(ItConj(registro)) newN ←CrearIt(CrearIt(Vacio()))
  < ItConj(ItConj(registro)), ItConj(ItConj(registro)) > dataIndices
  Buscamos en la Relacion de Indices segun su campo.
  Primero necesito saber en base a que tipo de campo fue creado.
  Tipo BasadoEn ← Significado(t.campos, t.RelacionInd.CampoR)
  itConj(registro) cr ← CrearItConj(t.registros)
  while HaySiguiente(cr) do
     if tipoCampo?(c,t) then
        Caso Naturales
        Dato valor ← Significado(Siguiente(cr), c)
        Bool Definido ←Definido?(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor))
        itConj(registro) itr ← Copiar(cr)
        if Definido then
           Significa que para este valor del indice hay mas de un iterador de conj a reg
           regviejos ← Significado(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor))
           itConj(itConj(registro)) newN ← AgregarRapido(regviejos, itr)
        else
           Conj(itConj(registro)) nuevo ← Vacio()
           newN ← AgregarRapido(nuevo, itr)
           Definir(t.IndiceN.Indice, ValorNat(valor), nuevo)
        end if
     else
        Caso Strings
        Dato valor ← Significado(Siguiente(cr), c)
        Bool Definido ←Definido?(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor))
        itConj(registro) itr ← cr
        if Definido then
           Significa que para este valor del indice hay mas de un iterador de conj a reg
           regviejos ← Significado(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor))
           itConj(itConj(registro)) newS ← AgregarRapido(regviejos, itr)
        else
           Conj(itConj(registro)) nuevo ← Vacio()
           newS ← AgregarRapido(nuevo, itr)
           Definir(t.IndiceS.Indice, ValorString(valor), nuevo)
        end if
     end if
     Ahora actualizo la relacion de indices
     Dato valorR ← Significado(Siguiente(cr), t.RelacionInd.CampoR)
     Bool DefinidoR
     if BasadoEn then
        La relacion de indices esta basada en un campo Natural
        DefinidoR ← Definido?(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
     else
        La relacion de indices esta basada en un campo String
        DefinidoR ← Definido?(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
```

```
        end if
        if DefinidoR then
            Significa que el otro indice esta en uso.
            if BasadoEn then
                La relacion de indices esta basada en un campo Natural
                dataIndices ← Significado(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR))
                if tipoCampo?(c,t.campos) then
                    dataIndices.N ← newN
                else
                    dataIndices.S ← newS
                end if
            else
                La relacion de indices esta basada en un campo String
                dataIndices ← Significado(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR))
                if tipoCampo?(c,t) then
                    dataIndices.N ← newN
                else
                    dataIndices.S ← newS
                end if
            end if
        else
            Significa que el otro indice no esta en uso.
            dataIndices ← < newS, newN >
            if BasadoEn then
                Definir(t.RelacionInd.ConsultaN, ValorNat(valorR), dataIndices)
            else
                Definir(t.RelacionInd.ConsultaS, ValorString(valorR), dataIndices)
            end if
        end if
        Avanzar(cr)
    end while                                                    O(1)
```

PUEDOINSERTAR?(**in** r : `registro`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

```
    res ← campatible(r,t) ∧ ¬hayCoincidencia( r, Campo(r), registros(t) )
                                                                 O(calcular))
                                                                 O(calcular)
```

COMPATIBLE(**in** r : `registro`, *int* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

```
    bool valor ← True
    if Cardinal(campos(r))=Cardinal(DiccClaves(t.Campos)) then
        itcampos ← CrearItString(DiccClaves(t.Campos))
        while valor ∧ HaySiguiente(itcampos) do                  O(1)
            Campo c ← Siguiente(itcampos)                        O(1)
            valor ← Definido?(r, c)                              O(1)
        end while
    else
        valor ← False                                            O(1)
    end if
    res ← valor ∧_L mismosTipos(r,t)                             O(1)
    El costo del While es O(1) ya que la cantidad de campos de la tabla es acotado
                                                                 O(1)
```

MINIMO(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `dato`

Si hay indice en el campo c, debe ser de complejidad O(1)	
if t.IndiceS.EnUso $\wedge$ t.IndiceS.CampoI=c **then**	
Sabemos que hay un indice string para el campo c	
res $\leftarrow$ t.IndiceS.Min	O(Cardinal(t.registros))
else	
if t.IndiceN.EnUso $\wedge$ t.IndiceN.CampoI=c **then**	
Sabemos que hay un indice string para el campo c	
res $\leftarrow$ t.IndiceN.Min	O(Cardinal(t.registros))
end if	
end if	
	O(1)

MAXIMO(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `dato`

Si hay indice en el campo c, debe ser de complejidad O(1)	
if t.IndiceS.EnUso $\wedge$ t.IndiceS.CampoI=c **then**	
Sabemos que hay un indice string para el campo c	
res $\leftarrow$ t.IndiceS.Max	O(Cardinal(t.registros))
else	
if t.IndiceN.EnUso $\wedge$ t.IndiceN.CampoI=c **then**	
Sabemos que hay un indice string para el campo c	
res $\leftarrow$ t.IndiceN.Max	O(Cardinal(t.registros))
end if	
end if	
	O(1)

PUEDEINDEXAR(**in** c : `campo`, *in* t : `tab`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

if TipoCampo(c, t) **then**	
res $\leftarrow \neg$(t.IndiceN.EnUso)	
else	
res $\leftarrow \neg$(t.IndiceS.EnUso)	
end if	
	O(1)

HAYCOINCIDENCIA(**in** r : `registro`, *in* cc : `ConjString(campo)`, *in* cr : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

itcr $\leftarrow$ CrearItConj(cr)	O(1)
res $\leftarrow$ false	O(1)
while HaySiguiente(itcr) **do**	O(Cardinal(cr))
res $\leftarrow$ coincideAlguno(r,cc,Siguiente(itcr)) $\vee$res	O(1)
Avanzar(itcr)	O(1)
end while	
	O(Cardinal(cr))

COINCIDENCIAS(**in** *crit* : `registro`, *in* *cr* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(ItConj(registro))`

Conj(registro) salida $\leftarrow$ Vacio()	O(1)
Debemos comparar todos los registros de cr.	
y agregarlos al conjunto de registros salida	
itcr $\leftarrow$ CrearItConj(cr)	
while HaySiguiente?(cr) **do**	O(Cardinal(cr))
if coincidenTodos(crit,campos(crit),Siguiente(itcr)) **then**	O(1)

AgregarRapido(salida, CrearIt(Siguiente(itcr)))	O(1)
AgregarRapido(salida, itcr)	O(1)
end if	
Avanzar(itcr)	O(1)
end while	
res ← salida	O(1)por ref
	O(Cardinal(cr))

combinarRegistros(**in** *c* : `campo`, *in cr1* : `Conj(registro)`, *in cr2* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(registros)`

itcr1 ← CrearItConjString(cr1)	O(1)
Lo malo es que combinarRegistros sera O(Cardinal(cr2)*Log(Cardinal(cr2)))	
if Cardinal(cr2)≥1 **then**	O(1)
Registro rtemp ← Siguiente(CrearIt(cr2))	O(1)
Tipo rac ← Tipo?(Significado(rtemp, c))	O(1)
if rac **then**	O(1)
Caso Natural	
DiccNat(Nat, Conj(registro)) d ← vacio()	O(1)
itcr2 ← CrearIt(cr2)	O(1)
while HaySiguiente?(itcr2) **do**	O(1)
Dato valor ← Obtener(Siguiente(itcr2), c)	O(1)
if Definido?(d, ValorNat(valor)) **then**	O(Cardinal(cr2))
cjViejo ← Significado(d, ValorNat(valor))	O(Cardinal(cr2))
AgregarRapido(d, Siguiente(itcr2))	O(1)
else	
ConjNat(registro) cjNuevo ← vacio()	O(1)
AgregarRapido(d, Siguiente(itcr2))	O(1)
Definir(d, ValorNat(valor), cjNuevo)	O(Cardinal(cr2))
end if	
Avanzar(itcr2)	O(1)
end while	
else	
Caso String	
DiccString(String, Conj(registro)) d ← vacio()	O(1)
itcr2 ← CrearIt(cr2)	O(1)
while HaySiguiente?(itcr2) **do**	O(1)
Dato valor ← Obtener(Siguiente(itcr2), c)	O(1)
if Definido?(d, ValorString(valor)) **then**	O(Cardinal(cr2))
cjViejo ← Significado(d, ValorString(valor))	O(Cardinal(cr2))
AgregarRapido(d, Siguiente(itcr2))	O(1)
else	
ConjString(registro) cjNuevo ← vacio()	O(1)
AgregarRapido(d, Siguiente(itcr2))	O(1)
Definir(d, ValorString(valor), cjNuevo)	O(Cardinal(cr2))
end if	
Avanzar(itcr2)	O(1)
end while	
end if	
itcr1 ← CrearIt(cr1)	O(1)
res ← vacio()	
while HaySiguiente(itcr1) **do**	O(Cardinal(cr1))
AgregarRapido(res, combinarTodos(c,Siguiente(itcr1),cr2))	O(vvv)
Avanzar(itcr1)	O(1)
end while	
else	
res ← vacio()	
end if	O(Cardinal(cr1))

dameColumna(**in** *c* : `campo`, *in cr* : `Conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(dato)`

```
Conj(Dato) cj ← vacio();                                        O(1)
La idea es no agregar el mismo dato dos veces, para eso uso un conj
del tipo de dato de la columna para hacer consulta.
if Cardinal(cr)≥1 then                                          O(1)
    Tvalor ← Tipo?(Significado(Siguiente(CrearIt(cr))), c)      O(1)
    if Tvalor then
        ConjLog(nat) cj ← Vacio()                               O(1)
    else
        ConjString(string) cj ← Vacio()                         O(1)
    end if
    itcr ← CrearItConj(cr)                                      O(1)
    cjd ← Vacio()
    while HaySiguiente(itcr) do                                 O(Cardinal(cr))
        Dato data ← Significado(Siguiente(itcr), c)
        if Tvalor then
            if ¬Pertenece?(cj, valorNat(data)) then             O(Log(n))
                AgregarRapido(cjd, data)                        O(1)
                AgregarRapido(cj, valorNat(data))               O(1)
            end if
        else
            if ¬Pertenece?(cj, valorString(data)) then          O(1)
                AgregarRapido(cjd, data)                        O(1)
                AgregarRapido(cj, valorString(data))            O(1)
            end if
        end if
        Avanzar(itcr);                                          O(1)
    end while
end if
res ← cjd
Si la columna es de tipo String, la complejidad es O(n), en caso de ser
de tipo Nat la complejidad es O(nlog(n)).
Donde n es el cardinal de cr .
                                                                ---------
                                                                O(nlog(n))
```

MISMOSTIPOS(**in** *r* : `registro`, *in t* : `tab`) ⟶ *res* : `bool`

```
valor ← True                                                    O(1)
itconjClaves ← CrearIt(Campo(r))                                O(1)
while valor ∧L HaySiguiente?(itconjClaves) do                   O(1)
    val1← tipo?(Significado(r, Siguiente(itconjClaves)))        O(1)
    val2← tipoCampo(Siguiente(itconjClaves), t)                 O(1)
    valor ← (val1 = val2)                                       O(1)
    Avanzar(cr);                                                O(1)
end while
res ← valor
                                                                ---------
                                                                O(1)
```

1.4 Algoritmos operaciones auxiliares

BUSCARENTABLA(**in** *criterio* : `registro`, *in t* : `tab`) ⟶ *res* : `Conj(ItConj(registro))`

```
Primero busco que campos de r, estan en los campos de t y son del mismo tipo
itcampos ← DiccClaves(t.campos)
```

```
Bool Encontrado ← false
Campo EncontradoCampoInd
Conj(Campo) cj ← vacio()
while HaySiguiente?(itcampos) ∧ ¬Encontrado do
    Campo c ← Siguiente(itcampos)
    Bool Def ←Definido?(criterio, c)
    if Def then
        bool valorD ← (Tipo?(Significado(criterio, c))=Significado(t.campos, c))
        if valorD then
            El campo esta en ambos y es del mismo tipo, lo agrego al conj lineal
            AgregarRapido(cj, c)
            Vemos tambien si el campo c de criterio esta en los indices
            Bool EncS ← (t.IndiceS.EnUso ∧_L t.IndiceS.CampoI=c)
            Bool EncN ← (t.IndiceN.EnUso ∧_L t.IndiceN.CampoI=c)
            Encontrado ← (EncS ∨ EncN)
            if Encontrado then
                EncontradoCampoInd ← c
            end if
        end if
    end if
    Avanzar(itcri)
end while
Si Encontrado es true entonces uso indice, sino recorro todo los registros
if Encontrado then
    Entonces hay un indice para EncontradoCampoInd
    if t.IndiceN.EnUso ∧_L t.IndiceN.CampoI=EncontradoCampoInd then
        Caso Natural
        Obtengo el valor nat del registro criterio
        Nat valor ← ValorNat(Significado(criterio, EncontradoCampoInd))
        Conj(itConj(registro)) res ← Significado(t.IndiceN.Indice, valor)
    end if
    if ¬Significado(t.campos, EncontradoC) then
        Caso String
        Obtengo el valor nat del registro criterio
        String valor ← ValorString(Significado(criterio, EncontradoCampoInd))
        Conj(itConj(registro)) res ← Significado(t.IndiceS.Indice, valor)
    end if
else res ← Coincidencias(criterio, t.registros)
end if
La complejidad depende de si hay indice para algun campo de criterio,
en ese caso la complejidad es O(#(Campos(criterio))+L + Log(n))
En caso contrario es O(#(Campos(t))+#(Registros(t)))
```

O(1)

2 Tipo es Bool

3 Dato(α)

3.1 Interfaz

se explica con DATO

usa

géneros `nat`, `string`, `tipo`

Operaciones

TIPO?(**in** d : `dato`) $\longrightarrow$ res : `tipo`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} tipo?(d)\}$
Descripción: Devuelve el tipo del dato ingresado por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se retorna res por referencia.

VALORNAT(**in** d : `dato`) $\longrightarrow$ res : `nat`
Pre $\equiv$ {Nat?(d)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} valorNat(t)\}$
Descripción: Devuelve valor numerido del dato por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia.

VALORSTRING(**in** d : `dato`) $\longrightarrow$ res : `string`
Pre $\equiv$ {String?(d)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} valorString(t)\}$
Descripción: Devuelve valor del dato por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia.

DATONAT(**in** n : α, **in** $tipoDelDato$: `tipo`) $\longrightarrow$ res : `dato`
Pre $\equiv$ $\{tipoDelDato\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} datoNat(n, tipoDelDato)\}$
Descripción: Crea un dato de valor numerico.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia.

DATOSTR(**in** n : α, **in** $tipoDelDato$: `tipo`) $\longrightarrow$ res : `dato`
Pre $\equiv$ $\{\neg tipoDelDato\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} datoString(n, tipoDelDato)\}$
Descripción: Crea un dato de valor de letras.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia.

MISMOTIPO?(**in** $d1$: `dato`, *in* $d2$: `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} mismoTipo?(d1, d2)\}$
Descripción: Informa si los datos pasados por parametro son del mismo tipo de valor.
Complejidad: O(1)

STRING?(**in** d : `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} String?(d)\}$
Descripción: Informa si el dato pasado por parametro es de tipo string.
Complejidad: O(1)

NAT?(**in** d : `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} Nat?(d)\}$
Descripción: Informa si el dato pasado por parametro es de tipo nat.
Complejidad: O(1)

MIN(**in** cd : `Conj(dato)`) $\longrightarrow$ res : `dato`
Pre $\equiv$ {¬EsVacio?(cd)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} min(cd)\}$
Descripción: Retorna el minimo entre los valores del conjunto de datos pasado por parametro.
Complejidad: O($Cardinal(cd)$)
Aliasing: Retorna res por referencia.

MAX(**in** cd : `Conj(dato)`) $\longrightarrow$ res : `dato`
Pre $\equiv$ {¬EsVacio?(cd)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} max(cd)\}$
Descripción: Retorna el maximo entre los valores del conjunto de datos pasado por parametro.
Complejidad: O($Cardinal(cd)$)
Aliasing: Retorna res por referencia.

<=(**in** *d1* : `dato`, *in d2* : `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ {mismoTipo?(d1,d2)}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} <= (d1, d2)\}$
Descripción: Retorna el maximo entre los valores del conjunto de datos pasado por parametro.
Complejidad: O($Cardinal(cd)$)
Aliasing: Retorna res por referencia. oincidenTodos(crit,campos(crit),Siguiente(cr))

3.2 Representación

se representa con `datotupla`⟨Valor : α,
TipoValor : `bool`⟩

Invariante de representación

1. El Nombre de la tabla es un String acotado.
2. Indices es un arreglo de tamaño 2, que aloja el Indice correspondiente segun el orden de creacion.
3. Para toda Dato que es clave en Indice, su significado llamemoslo sign esta incluido en Registros.
4.

Función de abstracción

Abs : $\widehat{\texttt{sistema}}$ s $\longrightarrow$ $\widehat{\texttt{CampusSeguro}}$ {Rep(s)}

$(\forall s : \widehat{\texttt{sistema}})$
$\text{Abs}(s) \equiv cs : \widehat{\texttt{CampusSeguro}} \mid s.campus =_{\text{obs}} campus(cs) \wedge$
$s.estudiantes =_{\text{obs}} estudiantes(cs) \wedge$
$s.hippies =_{\text{obs}} hippies(cs) \wedge$
$s.agentes =_{\text{obs}} agentes(cs) \wedge$
$((\forall n : \text{nombre}) s.hippies.definido(n) \Rightarrow_{\text{L}} s.hippies.obtener(n) =_{\text{obs}} posEstYHippie(n, cs) \vee$
$(\forall n : \text{nombre}) s.estudiantes.definido(n) \Rightarrow_{\text{L}} s.estudiantes.obtener(n) =_{\text{obs}} posEstYHippie(n, cs))$
$(\forall pl : \text{placa}) s.agentes.definido(pl) \Rightarrow_{\text{L}} s.estudiantes.obtener(pl).pos =_{\text{obs}} posAgente(pl, cs))$
$(\forall pl : \text{placa}) s.agentes.definido(pl) \Rightarrow_{\text{L}} s.estudiantes.obtener(pl).cantSanciones =_{\text{obs}} cantSanciones(pl, cs))$
$(\forall pl : \text{placa}) s.agentes.definido(pl) \Rightarrow_{\text{L}} s.estudiantes.obtener(pl).cantCapturas =_{\text{obs}} cantCapturas(pl, cs))$

3.3 Algoritmos

TIPO?(**in** a : `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
$res \leftarrow a.TipoValor$ — O(1)

O(1)

VALORNAT(**in** a : `dato`) $\longrightarrow$ res : `nat`
$res \leftarrow a.Valor$ — O(1)

O(1)

VALORSTR(**in** a : `dato`) $\longrightarrow$ res : `string`
$res \leftarrow a.Valor$ — O(1)

O(1)

MISMOTIPO?(**in** $d1$: `dato`, in $d2$: `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
$res \leftarrow tipo?(d1) = tipo?(d2)$ — O(1)

O(1)

NAT?(**in** a : `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
$res \leftarrow tipo?(a)$ — O(1)

O(1)

STRING?(**in** a : `dato`) $\longrightarrow$ res : `bool`
$res \leftarrow \neg Nat?(a)$ — O(1)

O(1)

MIN(**in** cd : `Conj(dato)`) $\longrightarrow$ res : `dato`

```
itcd ← CrearItConj(cd)
minimo ← Siguiente(itcd)

while HaySiguiente(itcd) do

    if Siguiente(itcd)¡=minimo then
        minimo ← Siguiente(itcd);

    end if
    Avanzar(itcr);

end while
```

O(Cardinal(cd))

MAX(**in** cd : `Conj(dato)`) $\longrightarrow$ res : `dato`

```
itcd ← CrearItConj(cd)
maximo ← Siguiente(itcd)

while HaySiguiente(itcd) do

    if maximo¡=Siguiente(itcd) then
        minimo ← Siguiente(itcd);

    end if
```

Avanzar(itcr);

end while

O(Cardinal(cd))

<=(**in** *d1* : `dato`, *in d2* : `dato`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

if String?(d1) **then**
res $\leftarrow$ valorStr(d1)¡=valorStr(d2)

else
res $\leftarrow$ valorNat(d1)¡=valorNat(d2)

end if

O(1)

3.4 Algoritmos operaciones auxiliares

4 Diccionario por Naturales

4.1 Interfaz

se explica con DICCIONARIO(NAT, σ)

usa Bool

géneros `diccNat(nat, σ)`

Operaciones

VACIO() $\longrightarrow$ *res* : `diccNat(nat, σ)`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} vacio()\}$
Descripción: Crea un nuevo diccionario
Complejidad: $O(1)$

DEFINIDO?(**in** *d* : `diccNat(nat, σ)` *in n* : `nat`) $\longrightarrow$ *res* : `Bool`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} def?(n, d)\}$
Descripción: Indica si la clave esta definida
Complejidad: $O(m)$

DEFINIR(**in/out** *d* : `diccNat(nat, σ)` *in n* : `nat`, *in s* : σ)
Pre $\equiv \{\neg def?(n, d) \land d = d_0\}$
Post $\equiv \{d =_{\text{obs}} Definir(n, s, d_0)\}$
Descripción: Se define s en el diccionario
Complejidad: $O(m)$

BORRAR(**in/out** *d* : `diccNat(nat, σ)` *in n* : `nat`)
Pre $\equiv \{d =_{\text{obs}} d_0 \land def?(n, d)\}$
Post $\equiv \{d =_{\text{obs}} Borrar(n, d_0)\}$

Descripción: Elimina el elemento n
Complejidad: $O(m)$

SIGNIFICADO(**in** d : `diccNat(nat, σ)` *in* n : `nat`) $\longrightarrow$ res : σ
Pre $\equiv \{def?(n, d)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} obtener(n, d)\}$
Descripción: Se retornan los significados
Complejidad: $O(m)$
Aliasing: Devuelve res por referencia.

DICCCLAVES(**in** d : `diccNat(nat σ)`) $\longrightarrow$ res : `itLista(nat)`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} claves(d)\}$
Descripción: Se retorna un iterador al primer elemento de la lista de claves del diccionario
Complejidad: $O(1)$

MAXIMO(**in** d : `diccNat(nat σ)`) $\longrightarrow$ res : `nat`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} max(claves(d))\}$
Descripción: Se retorna la clave maxima en forma de dato
Complejidad: $O(m)$

MINIMO(**in** d : `diccNat(nat σ)`) $\longrightarrow$ res : `nat`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} min(claves(d))\}$
Descripción: Se retorna la clave minima en forma de dato
Complejidad: $O(m)$

4.2 Representación

diccNat

se representa con `tupla`⟨dicc : `puntero(estr(nat σ))`,
claves : `lista(nat)`⟩

donde `estr(nat, σ)` **es** `tupla`⟨clave : `nat`,
significado : σ,
hijoDer : `puntero(estr(nat σ))`,
hijoIzq : `puntero(estr(nat σ))`,
itClaves : `itLista(nat)`⟩

donde `claves` **es** `Lista Enlazada del apunte de modulos basicos que contiene todas las claves del diccionario.`

donde `itClaves` **es** `Iterador bidireccional de lista claves que apunta al elemento correspondiente con su clave.`

Invariante de representación

Rep : $\widehat{\texttt{diccNat}} \longrightarrow boolean$

$(\forall e : \widehat{\texttt{diccNat}})$
$\text{Rep}(e) \equiv true \iff ((\forall n_1, n_2 : \text{estr(nat, } \sigma))(n_1 \in arbol(e.dicc) \wedge n_2 \in arbol(e.dicc) \Rightarrow_{\text{L}}$
$(n_1.clave < n_2.clave \Rightarrow n_1 \in arbol(n_2.hijoIzq)) \wedge (n_1.clave > n_2.clave \Rightarrow n_1 \in arbol(n_2.hijoDer)) \wedge$
$(\forall n_1, n_2 : \text{estr(nat, } \sigma))(n_1 \in arbol(e) \wedge n_2 \in arbol(e) \in n_1.clave \neq n_2.clave \Rightarrow_{\text{L}}$

$(n_1.hijoIzq = n_2.hijoIzq \vee n_1.hijoIzq = n_2.hijoDer \Rightarrow n_1.hijoIzq = NULL) \wedge$
$(n_1.hijoDer = n_2.hijoIzq \vee n_1.hijoDer = n_2.hijoDer \Rightarrow n_1.hijoDer = NULL) \wedge$
$((\forall n : \text{estr(nat, } \sigma))(n \in arbol(e.dicc)) \Rightarrow_{\text{L}} Esta?(e.claves, n.clave)) \wedge$
$((\forall k : \text{nat})(k \in e.claves) \Rightarrow (\exists n : estr(nat, \sigma))(n \in arbol(e) \wedge n.clave = k)))$

1. Para todo hijoDer de un estr, si no es NULL, su clave es mayor a la clave de su padre.
2. Para todo hijoIzq de un estr, si no es NULL, su clave es menor a la clave de su padre.
3. No hay ciclos, ni nodos con dos padres.
4. Todos las claves de los elementos del arbos estan en la lista claves y viceversa.

Función de abstracción

$\text{Abs} : \widehat{\texttt{diccNat(nat, } \sigma\texttt{)}}\ d \longrightarrow \widehat{\texttt{dicc(nat, } \sigma\texttt{)}}$ $\{\text{Rep}(d)\}$

$(\forall d : \widehat{\texttt{diccNat(nat, } \sigma\texttt{)}})$
$\text{Abs}(d) \equiv c : \widehat{\texttt{dicc(nat, } \sigma\texttt{)}} \mid ((\forall k : \text{nat})(k \in claves(c) \Rightarrow$
$(\exists n : estr(nat, \sigma))(n \in arbol(d.dicc) \wedge n.clave = k) \wedge (k \in d.Claves)) \wedge$
$((\forall k : \text{nat})(k \in d.Claves) \Rightarrow k \in claves(c)) \wedge$
$((\forall n : \text{estr(nat, } \sigma))(n \in arbol(d.dicc) \Rightarrow n.clave \in claves(c)))) \wedge_{\text{L}}$
$((\forall n : \text{estr(nat, } \sigma))(n \in arbol(d.dicc) \Rightarrow obtener(c, n.clave) =_{\text{obs}} n.significado)$

$arbol : puntero(estr(nat, \sigma)) \leftarrow conj(puntero(estr(nat, \sigma)))$

$arbol(n) \equiv$
if $n.hijoIzq \neq null \wedge n.hijoDer \neq null$ **then**
  $Ag(n, arbol(n.hijoIzq) \cup arbol(n.hijoDer))$
else
  if $n.hijoIzq \neq null$ **then**
    $Ag(n, arbol(n.hijoIzq))$
  else
    if $n.hijoDer \neq null$ **then**
      $Ag(n, arbol(n.hijoDer))$
    else
      $Ag(n, \emptyset)$
    end if
  end if
end if

4.3 Algoritmos

iVacio() $\longrightarrow$ *res* : `estr`
  $res \leftarrow NULL$ — O(1)

iDefinir(**in/out** d : `diccNat`, *in* n : `nat`, *in* $s : \sigma$)
  $auxDefinir(\pi_1(d), \pi_2(d), n, s)$ — O(m)

O(m)

auxDefinir(**in/out** d : `estr`, *in* l : `lista(nat)`, **in** n : `nat`, *in* $s : \sigma$)
  if $d == NULL$ **then**
    $res \leftarrow < n, s, NULL, NULL, AgregarAtras(l, n) >$ — O(1)

end if	
if $d \neq NULL \wedge n < d.clave$ **then**	
$d.hijoIzq \leftarrow iDefinir(d.hijoIzq, n, s)$	O(m)
end if	
if $d \neq NULL \wedge n > d.clave$ **then**	
$d.hijoDer \leftarrow iDefinir(d.hijoDer, n, s)$	O(m)
end if	
	O(m)

iBorrar(**in/out** d : `diccNat`, *in* n : `nat`)

$auxBorrar(\pi_1(d), \pi_2(d), n, s)$	O(m)
	O(m)

auxBorrar(**in/out** d : `estr`, *in* n : `nat`)

if $d == NULL$ **then**	
$FinFuncion$	O(1)
else if $n > d.clave$ **then**	
$d.hijoDer \leftarrow iBorrar(d.hijoDer, n)$	O(m)
else if $n < d.clave$ **then**	
$d.hijoIzq \leftarrow iBorrar(d.hijoIzq, n)$	O(m)
else if $d.hijoIzq == NULL \wedge d.hijoDer == NULL$ **then**	
$d.itClaves.Anterior.Siguiente \leftarrow d.itClaves.Siguiente$	O(1)
$d.itClaves.Siguiente.Anterior \leftarrow d.itClaves.Anterior$	O(1)
$Borrar(d)$	O(1)
$d \leftarrow NULL$	O(1)
else if $d.hijoIzq == NULL$ **then**	
$aux \leftarrow d.hijoDer$	O(1)
while $aux.hijoIzq \neq NULL$ **do**	O(m)
$aux \leftarrow aux.hijoIzq$	O(1)
end while	
$d.hijoDer \leftarrow iBorrar(aux.clave, d.hijoDer)$	
$d.clave \leftarrow aux.clave$	O(1)
$d.significado \leftarrow aux.significado$	O(1)
$d.itClaves \leftarrow aux.itClaves$	O(1)
else	
$aux \leftarrow d.hijoIzq$	O(1)
while $aux.hijoDer \neq NULL$ **do**	O(m)
$aux \leftarrow aux.hijoDer$	O(1)
end while	
$d.hijoIzq \leftarrow iBorrar(aux.clave, d.hijoIzq)$	
$d.clave \leftarrow aux.clave$	O(1)
$d.significado \leftarrow aux.significado$	O(1)
$d.itClaves \leftarrow aux.itClaves$	O(1)
end if	
	O(m)

iSignificado(**in/out** d : `diccNat`, *in* n : `nat`) $\longrightarrow$ $res : \sigma$

$res \leftarrow auxSignificado(\pi_1(d), n)$	O(m)
	O(m)

auxSignificado(**in/out** d : `estr`, *in* n : `nat`) $\longrightarrow$ $res : \sigma$

$nodoActual \leftarrow d$	O(1)

while $\neg(nodoActual == NULL) \wedge \neg res$ **do**	O(m)
if $nodoActual.clave == n$ **then**	
$res \leftarrow nodoActual.significado$	O(1)
else	
if $c < nodoActual.clave$ **then**	
$nodoActual \leftarrow nodoActual.hijoIzq$	O(1)
else	
$nodoActual \leftarrow nodoActual.hijoDer$	O(1)
end if	
end if	
end while	
	O(m)

iDefinido?(**in/out** d : `diccNat`, *in* n : `nat`) $\longrightarrow$ res : `bool`

$res \leftarrow auxDefinido?(\pi_1(d), n)$	O(m)
	O(m)

auxDefinido?(**in/out** d : `estr`, *in* n : `nat`) $\longrightarrow$ res : `bool`

$nodoActual \leftarrow d$	O(1)
$res \leftarrow FALSE$	O(1)
while $\neg(nodoActual == NULL) \wedge \neg res$ **do**	O(m)
if $nodoActual.clave == n$ **then**	
$res \leftarrow TRUE$	O(1)
else	
if $c < nodoActual.clave$ **then**	
$nodoActual \leftarrow nodoActual.hijoIzq$	O(1)
else	
$nodoActual \leftarrow nodoActual.hijoDer$	O(1)
end if	
end if	
end while	
	O(m)

iDiccClaves(**in/out** d : `diccNat`, *in* n : `nat`) $\longrightarrow$ res : `itLista(nat)`

$res \leftarrow CrearIt(\pi_2(d))$	
	O(m)

iMaximo(**in/out** d : `diccNat`) $\longrightarrow$ res : `nat`

if $\pi_1(d).hijoDer \neq NULL$ **then**	
$aux \leftarrow \pi_1(d).hijoDer$	O(1)
while $aux.hijoDer \neq NULL$ **do**	O(m)
$aux \leftarrow aux.hijoDer$	O(1)
end while	
$res \leftarrow aux.clave$	O(1)
else	
$res \leftarrow \pi_1(d).clave$	O(1)
end if	
	O(m)

iMinimo(**in/out** d : `diccNat`) $\longrightarrow$ res : `nat`

if $\pi_1(d).hijoIzq \neq NULL$ **then**	

$aux \leftarrow \pi_1(d).hijoIzq$	O(1)
while $aux.hijoIzq \neq NULL$ **do**	O(m)
$aux \leftarrow aux.hijoIzq$	O(1)
end while	
$res \leftarrow aux.clave$	O(1)
else	
$res \leftarrow \pi_1(d).clave$	O(1)
end if	
	O(m)

m: En peor caso es igual a la cantidad de elementos del arbol. En promedio es log(cantidad de elementos del arbol).

5 Modulo Diccionario Lexicografico($String$, σ)

5.1 Interfaz

se explica con DICCIONARIO(STRING, σ) ITERADOR BIDIRECCIONAL (TUPLA(STRING, σ))

géneros `diccString(String, σ)`, `itDiccString(String, σ)`, `itClavesString`

Operaciones del diccionario

VACIO() $\longrightarrow$ res : `diccString(String, σ)`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} vacio()\}$
Descripción: Crea un nuevo diccionario
Complejidad: $O(1)$

DEFINIDO?(**in** d : `diccString(String, σ)` *in* n : `String`) $\longrightarrow$ res : `Bool`
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} def?(n, d)\}$
Descripción: Indica si la clave esta definida
Complejidad: $O(Longitud(n))$

DEFINIR(**in/out** d : `diccString(String, σ)` *in* n : `String`, *in* $s : \sigma$)
Pre $\equiv \{d = d_0\}$
Post $\equiv \{d =_{\text{obs}} Definir(n, s, d_0)\}$
Descripción: Se define s en el diccionario
Complejidad: $O(Longitud(n))$
Aliasing: s se define por referencia. En caso de ya estar definido n, pisa la definición anterior

BORRAR(**in/out** d : `diccString(String, σ)` *in* n : `String`)
Pre $\equiv \{d =_{\text{obs}} d_0 \wedge def?(n, d)\}$
Post $\equiv \{d =_{\text{obs}} Borrar(n, d_0)\}$
Descripción: Elimina el elemento n
Complejidad: $O(Longitud(n))$

SIGNIFICADO(**in** d : `diccString(String, σ)` *in* n : `String`) $\longrightarrow$ $res : \sigma$
Pre $\equiv \{def?(n, d)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} obtener(n, d)\}$
Descripción: Se retorna el significado de n
Complejidad: $O(Longitud(n))$

DiccClaves(**in** d : `diccString(String` σ`)`) $\longrightarrow$ res : `conj(string)`
Pre $\equiv$ $\{TRUE\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} claves(d)\}$
Descripción: Se retorna el conjunto de claves del diccionario
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: Res un conjunto devuelto por referencia no modificable.

Maximo(**in** d : `diccString(String` σ`)`) $\longrightarrow$ res : `String`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} max(claves(d))\}$
Descripción: Se retorna la clave maxima en orden lexicográfico
Complejidad: $O(longitud(k))$ donde k es la aplabra más larga del diccionario

Minimo(**in** d : `diccString (String` σ`)`) $\longrightarrow$ res : `String`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} min(claves(d))\}$
Descripción: Se retorna la clave minima en orden lexicográfico
Complejidad: $O(longitud(k))$ donde k es la aplabra más larga del diccionario

5.2 Operaciones del iterador

El iterador que presentamos permite modificar el diccionario recorrido. Sin embargo, cuando el diccionario es no modificable, no se pueden utilizar las funciones de eliminacion. Ademas, las claves de los elementos iterados no pueden modificarse nunca, por cuestiones de implementacion. Cuando d es modificable, decimos que it es modificable.

Para simplificar la notacion, vamos a utilizar clave y significado en lugar de Π_1 y Π_2 cuando utilicemos una tupla($String, \sigma$). CrearIt(**in** d : `diccString(String,` σ`)` *in* n : `String`) $\longrightarrow$ res : `itDiccString(`$String, \sigma$`)`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ {alias(esPermutacion(SecuSuby(res), d)) $\wedge$ vacia?(Anteriores(res))}
Descripción: crea un iterador bidireccional del diccionario, que apunta al primer elemento del mismo en orden lexicografico.
Complejidad: $O(CL * long(k))$ Donde CL es la cantidad de claves de d y k la palabra mas larga de d
Aliasing: hay aliasing entre los significados en el iterador y los del diccionario

HaySiguiente(**in** it : `itDiccString(String,` σ`)` *in* n : `String`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}}$ haySiguiente?(it)$\}$
Descripción: devuelve `true` si y solo si en el iterador todavia quedan elementos para avanzar.
Complejidad: $O(1)$

HayAnterior(**in** it : `itDiccString(String,` σ`)` *in* n : `String`) $\longrightarrow$ res : `bool`
Pre $\equiv$ $\{true\}$
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}}$ hayAnterior?(it)$\}$
Descripción: devuelve `true` si y solo si en el iterador todavia quedan elementos para retroceder.
Complejidad: $O(1)$

Siguiente(**in** it : `itDiccString(String,` σ`)` *in* n : `String`) $\longrightarrow$ res : `tupla(String,` σ`)`
Pre $\equiv$ {HaySiguiente?(it)}
Post $\equiv$ {alias($res =_{\text{obs}}$ Siguiente(it))}
Descripción: devuelve el elemento siguiente del iterador.
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: res.significado es modificable si y solo si it es modificable, por aliasing. En cambio, res.clave no es modificable.

SiguienteClave(**in** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : `String`
Pre $\equiv$ {HaySiguiente?(*it*)}
Post $\equiv$ {alias(*res* $=_{\text{obs}}$ Siguiente(*it*).clave)}
Descripción: devuelve la clave del elemento siguiente del iterador.
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: *res* no es modficable.

SiguienteSignificado(**in** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : σ
Pre $\equiv$ {HaySiguiente?(*it*)}
Post $\equiv$ {alias(*res* $=_{\text{obs}}$ Siguiente(*it*).significado)}
Descripción: devuelve el significado del elemento siguiente del iterador.
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: *res* es modificable si y solo si *it* es modficable, por aliasing.

Anterior(**in** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`) $\longrightarrow$ *tupla(clave* : *String*, `significado:` σ`)`
Pre $\equiv$ {HayAnterior?(*it*)}
Post $\equiv$ {alias(*res* $=_{\text{obs}}$ Anterior(*it*))}
Descripción: devuelve el elemento anterior del iterador.
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: *res*.significado es modificable si y solo si *it* es modificable, por aliasing. En cambio, *res*.clave no es modificable.

AnteriorClave(**in** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : *String*
Pre $\equiv$ {HayAnterior?(*it*)}
Post $\equiv$ {alias(*res* $=_{\text{obs}}$ Anterior(*it*).clave)}
Descripción: devuelve la clave del elemento anterior del iterador.
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: *res* no es modficable.

AnteriorSignificado(**in** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : σ
Pre $\equiv$ {HayAnterior?(*it*)}
Post $\equiv$ {alias(*res* $=_{\text{obs}}$ Anterior(*it*).significado)}
Descripción: devuelve el significado del elemento anterior del iterador.
Complejidad: $O(1)$
Aliasing: *res* es modificable si y solo si *it* es modficable, por aliasing.

Avanzar(**inout** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`)
Pre $\equiv$ {$it = it_0 \wedge$ HaySiguiente?(*it*)}
Post $\equiv$ {*it* $=_{\text{obs}}$ Avanzar(it_0)}
Descripción: avanza a la posicion siguiente del iterador.
Complejidad: $O(1)$

Retroceder(**inout** *it* : `itDiccString(String,` σ`)` *in* *n* : `String`)
Pre $\equiv$ {$it = it_0 \wedge$ HayAnterior?(*it*)}
Post $\equiv$ {*it* $=_{\text{obs}}$ Retroceder(it_0)}
Descripción: retrocede a la posicion anterior del iterador.
Complejidad: $O(1)$

5.3 Representacion

diccString

se representa con `dLex)`

donde `dLex` **es** `tupla`⟨raiz : `puntero(nodo)`,
claves : `conj(string)`⟩

nodo

se representa con `enodo)`

donde `enodo` **es** `tupla`⟨dato : σ,
esSig? : `Bool`,
claveEnConj : `itConj(String)`,
continuaciones : `puntero(char)` $\sqsubset 256 \sqsupset$⟩

1. conj(string) esel Conjunto Lineal de los modulos Básicos. itConj(string) es el iterador del mismo

Invariante de representación

1. Todo Nodo, si sus continuaciones son todos punteros a null, es porque es significado.
2. No hay ciclos, ni nodos con dos padres.
3. En el conjunto claves sólo se encuentran definidas las claves del diccionario y se encuentran todas ellas

Función de abstracción

Abs : diccString(string) d $\longrightarrow$ $dicc(String\sigma)$ {Rep (d)}

Abs(d) $\equiv$ AbsAux(d d.claves)

AbsAux : diccString(String) $dconj(String)/c$ $\longrightarrow$ dicc(String σ)$\{Rep(d) \wedge c \subseteq d.claves\}$

AbsAux(d,c) $\equiv$ **if** $\emptyset?(c)$ **then**
$\emptyset$
else
$efinir(dameUno(c), significado(dameUno(c), d), AbsAux(d, sinUno(c)))$
fi

Respresentación del iterador

El iterador del diccionario lo recorre en orden lexicográfico. Los significados están por referencia.Se explica con el iterador bidireccional no modificable. itDiccString($String$, σ)

se representa con `itdLex)`

donde `dLex` **es** `tupla`⟨claves : `Lista(`$String$`)`,
significados : `Lista(`σ`)`⟩

5.4 Algoritmos

5.4.1 Algoritmos del Diccionario

iVacio() $\longrightarrow$ res : `diccString`

$res.raiz \leftarrow NULL$	O(1)
$res.claves \leftarrow Vacio$	O(1)
	O(1)

iDefinir(**in/out** d : diccString, *in* n : String, *in* $s : \sigma$)

$aux \leftarrow d.raiz$	O(1)
$i \leftarrow 0$	O(1)
while $i < Longitud(n)$ **do**	O(Longitud(n))
if $aux == NULL$ **then**	
$nNodo.esSig? \leftarrow false$	O(1)
$j \leftarrow 0$	
while $j < 256$ **do**	O(256)=O(1)
$nNodo.continuaciones[j] \leftarrow NULL$	O(1)
end while	
$aux \leftarrow \&nNodo$	O(1)
end if	
$aux \leftarrow aux.continuaciones[ord(n[i])]$	O(1)
end while	
$aux * .esSig? \leftarrow True$	O(1)
if $aux * .esSig? \neq True$ **then**	
$aux * .claveEnConj \leftarrow AgregarRapido(d.claves, n)$	O(long(n))
end if	
$aux * .esSig? \leftarrow True$	O(1)
$aux * .dato \leftarrow s$	O(1))
	O(Longitud(n)), el último paso se realiza p

iDefinido?(**in/out** d : diccString, *in* n : String) $\longrightarrow$ res : bool

$aux \leftarrow d.raiz$	O(1)
$i \leftarrow 0$	O(1)
while $i < (Longitud(n) - 1) \wedge aux \neq NULL$ **do**	O(Longitud(n))
$aux \leftarrow aux.continuaciones[ord(n[i])]$	O(1)
end while	
if $aux \neq NULL$ **then**	
$res \leftarrow aux * .esSig?$	O(1)
else	
$res \leftarrow false$	O(1)
end if	
	O(Longitud(n))

iSignificado(**in** d : diccString, *in* n : String) $\longrightarrow$ res : σ

$aux \leftarrow d.raiz$	O(1)
$i \leftarrow 0$	O(1)
while $i < Longitud(n)$ **do**	O(Longitud(n))
$aux \leftarrow aux.continuaciones[ord(n[i])]$	O(1)
$i \leftarrow i + 1$	
end while	
$res \leftarrow aux * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(Longitud(n))

iBorrar(**in/out** d : diccString, *in* n : String)

$aux \leftarrow d.raiz$	O(1)
$i \leftarrow 0$	O(1)

$pila(puntero(nodo))p \leftarrow Vacia()$	O(1)
while $i < Longitud(n)$ **do**	O(Longitud(n))
Apilar(p,aux)	O(1)
$aux \leftarrow aux.continuaciones[ord(n[i])]$	O(1)
$i \leftarrow i + 1$	
end while	
$aux * .esSig? \leftarrow false$	
$BorrarSiguiente(aux * .claveEnConj)$	
$aux * esSig? \leftarrow false$	
$i \leftarrow i - 1$	
$j \leftarrow 0$	
while $aux * .continuaciones[j] = NULL \wedge j < 256$ **do**	O(256)=O(1)
$j \leftarrow j + 1$	
end while	
if $j < 256$ **then**	
$p \leftarrow Vacia()$	
end if	
while $\neg EsVacia?(p)$ **do**	
$j \leftarrow 0$	
$Tope(p) * .continuaciones[ord(n[i])] \leftarrow NULL$	
while $Tope(p) * .continuaciones[j] = NULL \wedge j < 256$ **do**	O(256)=O(1)
$j \leftarrow j + 1$	
end while	
if $j < 256$ **then**	
$p \leftarrow Vacia()$	
else	
$Desapilar(p)$	
$i \leftarrow i - 1$	
end if	
end while	
	O(Longitud(n))

iDiccClaves(**in/out** d : `diccString(String` σ`)`) $\longrightarrow$ res : $conj(String)$

$res \leftarrow d.claves$	
	O(1), d.claves se pasa por referencia

Maximo(**in/out** d : `diccString(String` σ`)`) $\longrightarrow$ res : $String$

$aux \leftarrow d.raiz$	O(1)
$res \leftarrow Vacia()$	
$Boolf \leftarrow True$	
while f **do**	
$nati \leftarrow 256$	
while $aux * .continuaciones[i-1] = NULL \wedge i > 0$ **do**	
$i \leftarrow i + 1$	
end while	
if $i = 0$ **then**	
$f \leftarrow false$	
else	
$AgregarAtras(res, ord^{-}1(i-1))$	
$i \leftarrow 0$	
end if	
end while	

O(1) d.claves se pasa por referencia

MINIMO(**in/out** d : `diccString(String` σ`)`) $\longrightarrow$ res : $String$

$aux \leftarrow d.raiz$	O(1)
$res \leftarrow Vacia()$	
$Boolf \leftarrow True$	
while f **do**	
$nati \leftarrow 0$	
while $aux*.continuaciones[i] = NULL \wedge i < 256$ **do**	
$i \leftarrow i + 1$	
end while	
if $i = 256$ **then**	
$f \leftarrow false$	
else	
$AgregarAtras(res, ord^{-}1(i))$	
$i \leftarrow 0$	
end if	
end while	

O(1) d.claves se pasa por referencia

5.4.2 Algoritmos del iterador

ICREARIT(**in/out** d : `diccString`, in n : `String`) $\longrightarrow$ res : `itDiccString`

$lista(String)cs \leftarrow Vacia()$	
$lista(\sigma)ss \leftarrow Vacia()$	
$Stringn \leftarrow Vacio()$	
$auxXrIt(cs, ss, n, d.raiz)$	O(Longitud(k)*tam(d))
$res.claves \leftarrow cs$	
$res.significados \leftarrow ss$	

O(Longitud(k)*tam(d))

1. k es la palabra más larga definida en d y tam(d) es la cantidad de palabras definidas que hay [1].

AUXCRIT(**in/out** cs : `Lista(string) in/out ss:Lista(`σ`) in/out n:String in p:puntero(nodo)`)

if $p \neq NULL$ **then**	
if $p*.esSig?$ **then**	
$AgregarAtras(cs, n)$	
$AgregarAtras(ss, p*.dato)$	O(1)
end if	
$i \leftarrow 0$	
while $i < 256$ **do**	
$AgregarAtras(n, ord^{-}1(i))$	
$auxCrIt(cs, ss, n, p*.continuaciones[i])$	
$TirarUltimos(n, 1)$	
end while	
end if	

[1] Si bien no nos fue posible realizar el calculo de complejidad correspondiente, el algoritmo recursivo recorre una vez cada nodo, y el total de nodos esta acotado por la sumatoria del largo de cada palabra, que a su vez está acotada por la cantidad de palabras multiplicada por la longitud de la palabra más larga, por lo que la cota propuesta a la complejidad es razonable

	Tn desconocido

iHaySiguiente(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : *bool*

$res \leftarrow it.claves.siguiente \neq NULL$	
	O(1)

iHayAnterior(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : *bool*

$res \leftarrow it.claves.anterior \neq NULL$	
	O(1)

iSiguiente(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : `tupla(string,`σ`)`

$res.clave \leftarrow it.claves.siguiente * .dato$	O(1)(es una referencia)
$res.significado \leftarrow it.dignificados.siguiente * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iSiguienteclave(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : *String*

$res \leftarrow it.claves.siguiente * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iSiguienteSignificado(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : σ

$res \leftarrow it.significados.siguiente * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iAnterior(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : `tupla(string,`σ`)`

$res.clave \leftarrow it.claves.anterior * .dato$	O(1)(es una referencia)
$res.significado \leftarrow it.significados.anterior * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iAnteriorClave(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : *String*

$res \leftarrow it.claves.anterior * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iAnteriorSignificado(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`) $\longrightarrow$ *res* : σ

$res \leftarrow it.significados.anterior * .dato$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iAvanzar(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`)

$it.claves \leftarrow it.claves.siguiente$	O(1)(es una referencia)
$it.significados \leftarrow it.significados.siguiente$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

iRetroceder(**in/out** *it* : `itDiccString`, *in n* : `String`)

$it.claves \leftarrow it.claves.anterior$	O(1)(es una referencia)
$it.significados \leftarrow it.significados.anterior$	O(1)(es una referencia)
	O(1)

6 Modulo Campo es String

7 Modulo Registro

7.1 Interfaz

se explica con REGISTRO

géneros `reg`

Operaciones

Cuando se utiliza conj se está utilizando el conjunto lineal provisto por la cátedra. En las complejidades C denota el campo de mayor longitud de un conjunto o registro al que acompaña.

nReg() $\longrightarrow$ *res* : `reg`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ {res $=_{\text{obs}}$ $\emptyset$}
Descripción: Crea un registro nuevo,vacio
Complejidad: O(1)

Definido?(**in** r : `reg in c:campo`) $\longrightarrow$ *res* : `Bool`
Pre $\equiv$ {$true$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} def?(c, r)$}
Descripción: Indica si el campo esta definido
Complejidad: $O(Longitud(c))$

Definir(**in/out** r : `reg in c:campo`, *in* d : `dato`)
Pre $\equiv$ {$r = r_0$}
Post $\equiv$ {$d =_{\text{obs}} Definir(c, d, r_0)$}
Descripción: Se define s en el diccionario
Complejidad: $O(Longitud(c))$
Aliasing: d se define por referencia

Borrar(**in/out** r : `reg in c:campo`)
Pre $\equiv$ {$r =_{\text{obs}} r_0 \wedge def?(c, r)$}
Post $\equiv$ {$r =_{\text{obs}} Borrar(c, r_0)$}
Descripción: Elimina el campo c
Complejidad: $O(Longitud(c))$

Significado(**in** r : `reg in c:campo`) $\longrightarrow$ *res* : `dato`
Pre $\equiv$ {$def?(c, r)$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} obtener(c, r)$}
Descripción: Se retorna el significado de c
Complejidad: $O(Longitud(c))$

campos(**in** r : `reg`) $\longrightarrow$ *res* : `conj(campo)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} alias(res, claves(r))$}
Descripción: Devuelve un conjunto de campos que son claves del registro ingresado por parametro
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve el conjunto por referencia, hay Aliasing

borrar?(**in** *crit* : `reg`, *in* r : `reg`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv$ {#campos(crit) = 1}

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} borrar?(crit, r)\}$
Descripción: Devuelve true si y solo si todos los campos de crit pertenecen a campos de r.
Complejidad: O($Longitud(dameUno(campos(crit)))$)

COINCIDEALGUNO(**in** r_1 : `reg`, *in* cc : `conj(campo)`, *in* r_2 : `reg`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv \{$cc $\subseteq campos(r_1) \cap$ campos$(r_2)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} coincideAlguno(r_1, r_2)\}$
Descripción: Devuelve true si y solo si alguno de los campos(dato) de cc pertenece a r1 y r2
Complejidad: O($\#cc * C$)

COINCIDENTODOS(**in** r_1 : `reg`, *in* cc : `conj(campo)`, *in* r_2 : `reg`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv \{$cc $\subseteq campos(r_1) \cap$ campos$(r_2)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} coincidenTodos(r_1, cc, r_2)\}$
Descripción: Devuelve ture si y solo si todos los campos(dato) de cc pertenecen a r1 y r2
Complejidad: O($\#cc * C$)

ENTODOS(**in** c : `campo`, *in* cr : `conj(registro)`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv \{$true$\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} enTodos(c, cr)\}$
Descripción: Devuelve true si y solo si campo c pertenece a los campos de cada uno de los registros cr
Complejidad: O($\#(cr)$)

UNIRREGISTROS(**in** c : `campo`, *in* r_1 : `reg`, *in* r_2 : `reg`) $\longrightarrow$ *res* : `registro`
Pre $\equiv \{c \in campos(r_1) \wedge c \in (campos(r_2))\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} combinarTodos(c, r_1, ag(\emptyset, r_2)))\}$
Descripción: Devuelve el registro que combina los valores de r_1 y r_2
Complejidad: O($\#campos(r_1) * C$)
Aliasing: r_1 y r_2 son tomados por referencia

COMBINARTODOS(**in** c : `campo`, *in* r : `reg`, *in* cr : `conj(reg)`) $\longrightarrow$ *res* : `registro`
Pre $\equiv \{c \in campos(r_1) \wedge enTodos(c, cr))\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} combinarTodos(c, r_1, cr)\}$
Descripción: Devuelve el registro que combina los valores de r_1 y un registro apropiado de cr
Complejidad: O($\#campos(r_1) * C * \#(cr)$)
Aliasing: r_1 y r_2 son tomados por referencia

7.2 Representación

se representa con `dlex`
donde `dlex` **es** `subdic: diccString(campo,dato)`

Invariante de representación

Rep : $\widehat{\texttt{Dicc}} \longrightarrow boolean$

$(\forall d : \widehat{\texttt{Dicc}})$
Rep$(d) \equiv$true

Función de abstracción

Abs : $\widehat{\texttt{reg}}\ d \longrightarrow \widehat{\texttt{reg}}$ $\{$Rep$(d)\}$

$(\forall d : \widehat{\texttt{reg}})$
$\mathrm{Abs}(d) \equiv r : \widehat{\texttt{reg}} \,|\mathrm{Abs}(\mathrm{dlex})$

7.3 Algoritmos

iDefinir(**in** r : `reg`, *in* c : `campo`, *in* d : `dato`)

$Definir(r, c, d)$	O(Longitud(c))
	O(Longitud(c))

iDefinido?(**in** r : `reg`, *in* c : `campo`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

$res \leftarrow Definido?(r, c)$	O(Longitud(c))
	O(Longitud(c))

iSignificado(**in** r : `reg`, *in* c : `campo`) $\longrightarrow$ *res* : `dato`

$res \leftarrow significado(c, r.subdic)$	O(Longitud(c))
	O(Longitud(c))

iBorrar(**in/out** r : `reg`, *in* c : `campo`)

$Borrar(r.subdic)$	O(Longitud(c))
	O(Longitud(c))

campos(**in** r : `reg`) $\longrightarrow$ *res* : `Conj(campo)`

res $\leftarrow$ DiccClaves(r.subdic)	O(1)
	O(1)

borrar?(**in** *crit* : `reg in r: reg`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

res $\leftarrow$ coincidenTodos(crit, campos(crit), r):	O(Longitud(dameUno(campos(crit))))
	O(Longitud(dameUno(campos(crit))))

iCoincideAlguno(**in** *r1* : `reg in cc: conj(campo) in r2: reg`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

$it \leftarrow CrearIt(cc)$	O(1)
$res \leftarrow false$	O(1)
while $(\not res) \wedge HaySiguiente(it)$ **do**	O(#cc)
$res \leftarrow Significado(r1, Siguiente(it)) = Significado(r2, Siguiente(it))$	O($longitud(siguiente(it))$)=O(C)
end while	
	O($\#cc * C$)

iCoincidenTodos(**in** *r1* : `reg in cc: conj(campo) in r2: reg`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

$it \leftarrow CrearIt(cc)$	O(1)
$res \leftarrow true$	O(1)
while $res \wedge HaySiguiente(it)$ **do**	O(#cc)
$res \leftarrow Significado(r1, Siguiente(it)) = Significado(r2, Siguiente(it))$	O($longitud(siguiente(it))$)=O(C)
end while	
	O($\#cc * C$)

Donde C es la longitud del campo más largo en cc

iEnTodos(**in** c : `campo in cr: conj(reg)`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`

res $\leftarrow$ True	O(1)
it $\leftarrow$ CrearIt(cr)	O(1)
while haySiguiente(it) $\wedge$ res **do**	O(#(cr))
res $\leftarrow$ Definido?(c,siguiente(it))	O(1)

```
    Avanzar(it)                                                    O(1)
  end while
                                                                   ---------
                                                                   O(#(cr))

iCombinarTodos(in c : campo in r1: reg in cr: conj(reg)) ⟶ res : reg
  it ← CrearIt(cr)                                                 O(1)
  Bool f ← true

  while haySiguiente(it) ∧ f do                                    O(#(cr))
    if Significado(r,c)=Significado(Siguiente(it),c) then          O(1)
      res ← unirRegistros(c,r, siguiente(it))                      O(#campos(r1) * C)
      f ← false                                                    O(1)
    end if
    Avanzar(it)
  end while
                                                                   ---------
                                                                   O(#campos(r1) * C * #(cr))

iUnirRegistros(in c : campo in r1: reg in r2: reg) ⟶ res : reg
  res ← r2
  it ← CrearIt(campos(r1))
  while HaySiguiente(it) do                                        O(#campos(r1))
    Definir(res, Siguiente(it), Significado(r1, Siguiente(it)))
                                                                   O(longitud(siguiente(it)))=O(C)
  end while
                                                                   ---------
                                                                   O(#campos(r1) * C)
```

8 NombreTabla es String

9 Base de Datos

9.1 Interfaz

se explica con Base

usa

géneros `nat`, `string`, `tabla`, `regisro`, `campo`, `dato`

Operaciones

tablas(**in** b : `base`) $\longrightarrow$ res : `ItConjString(NombreTabla)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} nombre(t)\}$
Descripción: Devuelve el nombre de la tabla ingresada por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se retorna res por copia, por ser un tipo basico.

dameTabla(**in** t : `string`, *in* b : `base`) $\longrightarrow$ res : `tabla`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ $\{res =_{\text{obs}} dameTabla(t, b)\}$

Descripción: Devuelve la tabla correspondiente al nombre ingresado por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve la tabla correspondiente por referencia.

HAYJOIN?(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in t* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `bool`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} indices(t)$}
Descripción: Devuelve un conjunto de los indices de la tabla ingresada por parametro.
Complejidad: O(*calcular*)
Aliasing: Se devuelve res por referencia y no es modificable.

CAMPOJOIN(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in t* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `itConjTrie(campo)`
Pre $\equiv$ {true}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} campos(t)$}
Descripción: Devuelve un conjunto a los campos de la tabla ingresada por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se devuelve res por referencia.

NUEVADB() $\longrightarrow$ *res* : `base`
Pre $\equiv$ {$True$}
Post $\equiv$ {$res =_{\text{obs}} nuevaDB()$}
Descripción: Crea una base sin tablas.
Complejidad: O(*calcular*)

AGREGARTABLA(**in** *t* : `tabla`, *in b* : `base`)
Pre $\equiv$ {b_0=b $\wedge$ nombre(t)$\notin$ tablas(b) $\wedge$ Vacio?(t.registros)}
Post $\equiv$ {agregarTabla(t b_0)}
Descripción: Agrega una tabla a la base de datos.
Complejidad: O(*calcular*)
Aliasing: Agrega tabla por referencia.

INSERTARENTRADA(**in** *reg* : `registro`, *in t* : `string`, *in b* : `base`)
Pre $\equiv$ {b_0=b $\wedge$ t$\in$tablas(b) $\wedge_{\text{L}}$ puedoInsertar?(dameTabla(t) reg)}
Post $\equiv$ {insertarEntrada(r t b_0)}
Descripción: Inserta el registro a la tabla que corresponde al string pasado por parametro.
Complejidad: O(*calcular*)

BORRAR(**in** *cr* : `registro`, *in t* : `string`, *in b* : `base`)
Pre $\equiv$ {b_0=b $\wedge$ t$\in$tablas(b) $\wedge$ #(cr.DiccClaves)}
Post $\equiv$ {borrar(cr t b_0)}
Descripción: Borra los registros que cumplan el criterio cr pasado por parametro.
Complejidad: O(*calcular*)

GENERARVISTAJOIN(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in c* : `campo`, *in b* : `base`)
Pre $\equiv$ {b_0=b $\wedge$ t1$\sqsupset$t2 $\wedge$ {t1, t2}$\subseteq$tablas(b) $\wedge_{\text{L}}$ (c$\in$dameTabla(t1, b).diccClaves $\wedge$ c$\in$dameTabla(t2, b).diccCl
Post $\equiv$ {generarVistaJoin(cr, t, b_0)}
Descripción: Borra los registros que cumplan el criterio cr pasado por parametro.
Complejidad: O(*calcular*)

BORRARJOIN(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in b* : `base`)
Pre $\equiv$ {b_0=b $\wedge$ hayJoin?(t1 t2 b)}
Post $\equiv$ {borrarJoin(t1 t2 b_0)}
Descripción: Borra correspondiente a los nombres de tablas, pasados por parametro.
Complejidad: O(*calcular*)

REGISTROS(**in** *t* : `string`, *in b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `conj(registro)`
Pre $\equiv$ {t$\in$tablas(b)}

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} registros(t\,b)\}$
Descripción: Retorna el conjunto de registros correspondientes al nombre de tabla pasado por parametro
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se retorna el conjunto de registros por referencia.

VISTAJOIN(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `conj(registro)`
Pre $\equiv$ {{t1 t2}$\subseteq$tablas(b) $\wedge$ hayJoin?(t1 t2 b)}
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} vistaJoin(t1\,t2\,b)\}$
Descripción: Retorna el conjunto de registros correspondientes al nombre de tabla pasado por parametro
Complejidad: O(*calcular*)
Aliasing: Se retorna el conjunto de registros por referencia.

CANTIDADDEACCESOS(**in** *t* : `string`, *in b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `nat`
Pre $\equiv$ {t$\in$tablas(b)}
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} cantidadDeAccesos(t\,b)\}$
Descripción: Retorna la cantidad de modificaciones correspondientes al nombre de tabla pasado por parametro.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se retorna res por referencia.

TABLAMAXIMA(**in** *b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `string`
Pre $\equiv \{\neg\emptyset?(\text{tablas(b)})\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} tablaMaxima(t\,b)\}$
Descripción: Retorna el nombre de la tabla con la mayor cantidad de modificaciones.
Complejidad: O(1)
Aliasing: Se retorna el nombre de la tabla por referencia.

ENCONTRARMAXIMO(**in** *t* : `string`, *in ct* : `conj(string)`, *in b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `string`
Pre $\equiv$ {{t}$\cup$ct $\subseteq$tablas(b)}
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} tablaMaxima(t\,b)\}$
Descripción: Retorna ...
Complejidad: O(*calcular*)
Aliasing: Se retorna el nombre de la tabla por referencia.

BUSCAR(**in** *criterio* : `registro`, *in t* : `string`, *in b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `conj(registro)`
Pre $\equiv$ {t$\in$tablas(b)}
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} tablaMaxima(t\,b)\}$
Descripción: Retorna ...
Complejidad: O(*calcular*)
Aliasing: Se retorna el nombre de la tabla por referencia.

9.2 Representación

se representa con `Base`
donde `estr` **es** `tupla`⟨TablaMaxima : `Tmax`,
Tablas : `DiccTrie(NombreTabla; info_tabla)`⟩
donde `info_tabla` **es** `tupla`⟨TActual : `tabla`,
Joins : `DiccTrie(NombreTabla; info_join)`⟩

donde `info_join` **es** `tupla`⟨Rcambios : `Cola(DatoCambio)`,
campoJ : `campo`,
campoT : `tipo`,
JoinS : `DiccTrie(string; itConj(registro))`,
JoinN : `DiccNat(nat; itConj(registro))`,
JoinC : `Conj(registro)`⟩
donde `Tmax` **es** `tupla`⟨NomTabla : `NombreTabla`,
#Modif : `Nat`⟩
donde `DatoCambio` **es** `tupla`⟨Reg : `Registro`,
NomOrigen : `NombreTabla`,
Accion : `Bool`⟩

Invariante de representación

1. El Nombre de la tabla es un String acotado.
2. Indices es un arreglo de tamaño 2, que aloja el Indice correspondiente segun el orden de creacion.
3. Para toda Dato que es clave en Indice, su significado llamemoslo sign esta incluido en Registros.
4.

Función de abstracción

9.3 Algoritmos

TABLAS(**in** b : `estr`) $\longrightarrow$ res : `ConjTrie(string)`

$res \leftarrow b.tablas.DiccClaves$	O(1)
	O(1)

DAMETABLA(**in** t : `string`, *in* b : `estr`) $\longrightarrow$ res : `tabla`

$info \leftarrow Significado(b.tablas, t)$	O(1)
$res \leftarrow info.TActual$	O(1)
	O(1)

HAYJOIN?(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in* b : `estr`) $\longrightarrow$ res : `bool`

res ←Definido?(Obtener(b, t1).Joins,t2) ← Definido?(Obtener(b, t2).Joins,t1)	
	O(1)

CAMPOJOIN(**in** *t1* : `string`, *in t2* : `string`, *in* b : `estr`) $\longrightarrow$ res : `campo`

res← Obtener(Obtener(b, t1).Joins, t2).campoJ	
	O(1)

NUEVADB() $\longrightarrow$ res : `estr)`

String s	
Nat n ← 0	
res ← $\langle\langle s, 0\rangle, vacio()\rangle$	O(1)
	O(1)

AGREGARTABLA(**in** t : `tabla`, *in/out* b : `estr`)

info_tabla ← $\langle t.cantidadDeAccesos, t, vacio()\rangle$	O(1)
Definir(b.tablas, nombre(t), info_tabla)	O(1)
	O(1)

INSERTARENTRADA(**in** *reg* : `registro`, *in* t : `string`, *in/out* b : `estr`)

Obtenemos la tabla es O(1) porque su nombre esta acotado.	
info_tabla infoT ← Obtener(b.tablas, t).TActual	O(1) Por referencia
Agrego el registro a la tabla.	O(1)
Tabla T ← infoT.TActual	O(1)
agregarRegistro(reg, T)	O(1)
Ahora si hay Joins actualizo la informacion temporal de cada Join.	
if ¬∅?(infoT.Joins) **then**	O(1)
ItConjString(String) itNomTab ← CrearIt(Claves(infoT.Joins))	O(1)
while HaySiguiente?(itNomTab) **do**	O(1)
info_join infoJ ← Obtener(infoT.Joins, Siguiente(NomTab))	O(1)
Encolar(infoJ.Rcambios, $\langle reg, Siguiente(NomTab), true\rangle$)	O(L)
Encolar es O(L) porque se copia un registro con su cantidad de campos acotada y los valores string copiarlos tiene costo O(L), siendo L el valor string mas largo.	
Avanzar(itClaves)	O(1)
end while	
end if	
if CantidadDeAccesos(T) b.TablaMaxima.#Modif **then**	

```
    b.TablaMaxima.NomTabla ← Copiar(Nombre(T))                    O(L)
    b.TablaMaxima.#Modif ← Copiar(CantidadDeAccesos(T))
                                                                  O(1)
  end if
                                                                  ---
                                                                  O(T*L + Log(n)) siendo n la cantidad de r

BORRAR(in cr : registro, in t : string, in/out b : estr)
  info_tabla infoT ← Obtener(b.tablas, t).TActual                 O(1) por ref
  Tabla T ← infoT.TActual                                         O(1) por ref
  NombreTabla NomTab ← NombreTabla(T)
  La eliminacion en primera etapa depende de si hay
  joins con la tabla pasada por parametro
  if ¬∅?(Claves(infoT.Joins)) then                                O(1)
    Creo el iterador, para navegar los nombres de tablas con los que tiene Join
    itNom ← CrearIt(Claves(infoT.Joins))                          O(1)
    while HaySiguiente?(itNom) do                                 O(Cant de tablas)
      info_join infoJ ← Siguiente(itNom)                          O(1)
      Verifico si el Join esta creado en base al
      campo del cr pasado por parametro.
      if infoJ.campoJ=DameUno(Campos(cr)) then                    O(1)
        Entonces solo actualizo la cola temporal del join
        Registro reg ← Buscar(cr, T)                              O(L + Log(n))
        Encolar(infoJ.Rcambios, ⟨reg, Siguiente(itNom), False⟩)
                                                                  O(L)
      else
        Si el campo del criterio de borrado, es distinto que el campo del Join.
        Primero busco que registros coinciden con el criterio
        en el peor caso con complejidad O(cantidad de registros de t) sin indices.
        Conj(Registro) cjc ← Buscar(cr, T)                        O(L + Log(n))
        ItConj(Registro) itReg ← CrearIt(cjc)
        Luego agrego estos registros a la cola temporal de cambios del join
        while HaySiguiente?(itReg) do
          Encolar(infoJ.Rcambios, ⟨Siguiente(itReg), NomTab, False⟩)
                                                                  O(L)
          Avanzar(itReg)                                          O(1)
        end while
      end if
    end while
  end if
  Habiendo actualizado las colas temporales de los joins con los
  registros que cumplen con el criterio de borrado
  de los joins correspondientes.
  Elimino del conjunto de registros, aquellos que cumplen el criterio de borrado.
  Siendo n la cantidad de registros de t y T la cantidad de tablas en la base
  En peor caso con costo O(n)
  borrarRegistro(r, T_actual)                                     O(T*L + n)
  if CantidadDeAccesos(T)  b.TablaMaxima.#Modif then
    b.TablaMaxima.NomTabla ← Copiar(Nombre(T))                    O(L)
    b.TablaMaxima.#Modif ← Copiar(CantidadDeAccesos(T))
                                                                  O(1)
  end if
                                                                  ---
                                                                  O(T*L + n)
```

```
generarVistaJoin(in t1 : string, in t2 : string, in c : campo, in/out b : estr)
  Join ← vacio()
  T_actual1 ← Obtener(b.tablas, t1).Tactual                                  O(1)
  T_actual2 ← Obtener(b.tablas, t2).Tactual                                  O(1)
  if Pertenece?(Indices(T_actual1), c) ∧ Pertenece?(Indices(T_actual1), c) then
                                                                             O(1)
    ind1 ← Obtener(T_actual1.Indices, c)                                     O(calcular)
    if tipoCampo(T_actual1, c) then
      ConjNat(Nat) cjNat ← vacio()
      itvalores ← CrearItConjNat(ind1.PorNat.DiccClaves)
      while HaySiguiente(itvalores) do
        Registro r ← Obtener(ind1.PorNat, Siguiente(itvalores))
        Nat n ← ValorNat(Obtener(r, c))
        if ¬ Pertenece?(cjNat, n) then
          AgregarRapido(cjNat, r)
        end if
        Avanzar(itvalores)
      end while
      ind2 ← Obtener(T_actual2.Indices, c)
      itvalores ← CrearItConjNat(ind2.PorNat.DiccClaves)
      while HaySiguiente(itvalores) do
        Registro r ← Obtener(ind2.PorNat, Siguiente(itvalores))
        Nat n ← ValorNat(Obtener(r, c))
        if ¬ Pertenece?(cjNat, n) then
          AgregarRapido(cjNat, r)
        end if
        Avanzar(itvalores)
      end while
    else
      itvalores ← CrearItConjString(ind1.PorString.DiccClaves)
      while HaySiguiente(itvalores) do
        r1 ← Obtener(ind1.PorString, Siguiente(itvalores))
        r2 ← Obtener(ind2.PorString, Siguiente(itvalores))
        cj1 ← AgregarRapido(vacio(), r1)
        cj2 ← AgregarRapido(vacio(), r2)
        nuevor ← combinarRegistros(c, cj1, cj2)
        AgregarRapido(Join, DameUno(nuevor))
        Avanzar(itvalores)
      end while
    end if
  else
    cjr1 ← T_actual1.registros
    cjr2 ← T_actual1.registros
    Join←combinarRegistros(c, cjr1,cjr2)
  end if
  info_join ← ⟨0, vacio(), vacio(), c, tipoCampo(T_actual1, c), Join⟩
  Definir(b.Joins, ⟨t1, t2⟩ , info_join)
                                                                             O(1)

borrarJoin(in t1 : string, in t2 : string, in/out b : estr)
  if Pertenece?(b.Joins, ⟨t1, t2⟩ ) then
    Borrar(b.Joins, ⟨t1, t2⟩ )
```

else
if Pertenece?(b.Joins, $\langle t2, t1 \rangle$) **then**
Borrar(b.Joins, $\langle t2, t1 \rangle$)
end if
end if

O(1)

BUSCAR(**in** *criterio* : `registro`, *in* *t* : `string`, *in* *b* : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `conj(ItConj(registro))`

Busco los datos de la tabla.
info_tabla infot ← Significado(b.tablas, t) O(1) por ref
Tabla tab ← infot.TActual O(1) por ref
res ← BuscarEnTabla(criterio, tab)

O(1)

```
REGISTROS(in t : string, in b : base) ⟶ res : Conj(registros)
  info ← Significado(b.tablas, t)                                  O(1)
  tab ← info.TActual                                               O(1)
  res ← registros(tab)                                             O(1)
                                                                   ---
                                                                   O(1)

VISTAJOIN(in t1 : string, in t2 : string, in/out b : estr)
  info_tabla infot1 ← Significado(b.Tablas, t1)                    O(1) por ref
  Tabla tab1 ← infot1.TActual                                      O(1) por ref
  info_tabla infot2 ← Significado(b.Tablas, t1)                    O(1) por ref
  Tabla tab2 ← infot2.TActual                                      O(1) por ref
  info_join infoj ← Significado(infot1.Joins, t2)                  O(1) por ref
  Campo c ← infoj.campoJ                                           O(1) por ref
  if ¬EsVacia?(infoj.Rcambios) then                                O(1)
    Hubo cambios desde la generacion del join o del ultimo vistaJoin
    while ¬EsVacia?(infoj.Rcambios) do
      DatoCambio data ← Proximo(infoj.Rcambios)                    O(1)
      Desencolar(infoj.Rcambios)                                   O(1) por ref
      Registro r ← data.Reg                                        O(1) por ref
      if data.Accion then
        Si es True entonces la accion es agregar un registro al join
        Para hacer esto necesito saber a que tabla se agrego el registro
        NombreTabla NomTorigen ← data.NomOrigen                    O(1) por ref
        Sabiendo la tabla de origen, necesito identificar la otra tabla para ver si
        hay un registro con el mismo valor para el campo del join.
        Armo un registro auxiliar regModelo con el campo
        Dicc(campo,dato) regModelo ← vacio()
        Definir(regModelo, c, Significado(r, c))
        Si hay indice en la tabla para el campo c y ademas es campo clave
        BuscarEnTabla(tab2, regModelo) tiene complejidad O(L) u O(Log(n))
        dependiendo del tipo del campo c.
        Si no hay indice para el campo c entonces BuscarEnTabla(tab2, regModelo)
        tiene complejidad O(n+m)
        if NomTorigen=t1 then
          Entonces el otro registro lo tengo que buscar en t2
          Registro rotro ← Siguiente(BuscarEnTabla(tab2, regModelo))
        else
          Entonces el otro registro lo tengo que buscar en t1
          Registro rotro ← Siguiente(BuscarEnTabla(tab1, regModelo))
        end if
        Registro rnuevo ← UnirRegistros(r, rotro)
        if info_join.campoT then
          El tipo del campo es Natural.
          itConj(registro) itnew ← AgregarRapido(info_join.JoinC, rnuevo)
          Definir(info_join.JoinN, key, itnew)
        else
          El tipo del campo es String.
          itConj(registro) itnew ← AgregarRapido(info_join.JoinC, rnuevo)
          Definir(info_join.JoinS, key, itnew)
        end if
      elseCasoBorrado
        if info_join.campoT then
```

```
                El tipo del campo es Natural.
                itConj(registro) itcjr ← Significado(info_join.JoinN, key)
                Borrar(info_join.JoinN, key)
                EliminarSiguiente(itcjr)
            else
                El tipo del campo es String.
                itConj(registro) itcjr ← Significado(info_join.JoinN, key)
                Borrar(info_join.JoinS, key)
                EliminarSiguiente(itcjr)
            end if
        end if
    end while
end if
res ← info_join.JoinC
```

O(1)

CANTIDADDEACCESOS(**in** t : `string`, *in* b : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `nat`

$info \leftarrow Significado(b.tablas, t)$	O(1)
$tab \leftarrow info.TActual$	O(1)
$res \leftarrow cantidadDeAcccesos(tab)$	O(1)
	O(1)

TABLAMAXIMA(**in** b : `base`) $\longrightarrow$ *res* : `string`

$res \leftarrow b.TablaMaxima$	O(1)
	O(1)