



DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

TP de Especificación

Juego de la vida toroidal

1 de octubre de 2018

Algoritmos y Estructuras de Datos I

Grupo: Java the Hutt;

Integrante	LU	Correo electrónico
Pomsztein, Vladimir	364/18	blastervla@gmail.com
Zinik, Luciano	290/17	lzinik@gmail.com



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2610 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (+54 +11) 4576-3300

<http://www.exactas.uba.ar>

1. Problemas

```

proc esValido (in t: toroide, out result: Bool) {
  Pre {true}
  Post {result = true ↔ esToroideValido(t)}
}

proc posicionesVivas (in t: toroide, out vivas: seq⟨ℤ × ℤ⟩) {
  Pre {esToroideValido(t)}
  Post {(∀i, j : ℤ)(enRango(t, i, j) →L ((i, j) ∈ vivas ↔ estaViva(t[i][j])))}
}

proc densidadPoblacion (in t: toroide, out result: ℝ) {
  Pre {esToroideValido(t)}
  Post {result = cantidadVivas(t)/cantidadTotal(t)}
  aux cantidadTotal (t: toroide) : ℤ = filas(t) × columnas(t);
}

proc evolucionDePosicion (in t: toroide, in posicion: ℤ × ℤ, out result: Bool) {
  Pre {esToroideValido(t) ∧L enRango(t, posicion0, posicion1)}
  Post {result = valorLuegoDeEvolucion(t, posicion)}
}

proc evolucionToroide (inout t: toroide) {
  Pre {esToroideValido(t) ∧L t = T0}
  Post {esEvolucion(T0, t)}
}

proc evolucionMultiple (in t: toroide, in k: ℤ, out result: toroide) {
  Pre {esToroideValido(t) ∧ k ≥ 0}
  Post {esEvolucionMultiple(t, result, k)}
}

proc esPeriodico (in t: toroide, inout p: ℤ, out result: Bool) {
  Pre {esToroideValido(t)}
  Post {result = true ↔ (∃ks : seq⟨ℤ⟩)(length(ks) > 0 ∧L ks[0] > 0 ∧L ordenadaDeMenorAMayor(ks) ∧L
    esListaDePeriodicos(t, ks) ∧L p = ks[0])}
  pred ordenadaDeMenorAMayor (ks: seq⟨ℤ⟩) {(∀i : ℤ)((0 < i < length(ks)) →L (ks[i] -
    1] < ks[i]))}
  pred esListaDePeriodicos (t: toroide, ks: seq⟨ℤ⟩) {
    (∃ts : seq⟨toroide⟩)(length(ts) = length(ks) ∧L t = ts[0]
    ∧L (∀i : ℤ)((0 ≤ i < length(ts)) →L esEvolucionMultiple(t, ts[i], ks[i])))}
}

proc primosLejanos (in t1: toroide, in t2: toroide, out primos: Bool) {
  Pre {esToroideValido(t1) ∧ esToroideValido(t2)}
  Post {primos = true ↔ ((∃k : ℤ)((k > 0) ∧L ((esEvolucionMultiple(t1, t2, k)) ∨L
    (esEvolucionMultiple(t2, t1, k)))))}
}

proc seleccionNatural (in ts: seq⟨toroide⟩, out res: ℤ) {
  Pre {todosToroidesValidos(ts) ∧L algunToroideMuere(ts)}
}

```

```

Post {( $\exists is : seq(\mathbb{Z})$ )( $(\forall i : \mathbb{Z})((i \in is) \wedge_L (0 < i < length(is)))$ 
 $\rightarrow_L (cantidadDeTicksHastaMuerte(ts[i-1]) \geq cantidadDeTicksHastaMuerte(ts[i])) \wedge_L$ 
 $res = is[0])$ }
pred todosToroidesValidos (ts: seq<toroide>) {( $\forall t : toroide$ )( $(t \in ts) \rightarrow_L esToroideValido(t)$ )}
pred algunToroideMuere (ts: seq<toroide>) {( $\exists t : toroide$ )( $(t \in ts) \wedge_L (muere(t))$ )}
aux cantidadDeTicksHastaMuerte (t: toroide) :  $\mathbb{Z}$  =
  if ( $\exists tx : toroide$ )( $(\forall x \in tx) \rightarrow_L \neg estaViva(x) \wedge_L (\exists is : seq(\mathbb{Z}))((\forall i : \mathbb{Z})((0 < i < length(is)) \rightarrow_L ((is[i-1] < is[i]) \wedge_L esEvolucionMultiple(t, tx, is[i-1])))$ )) then  $is[0]$ 
  else -1 fi;
pred muere (t: toroide) {cantidadDeTicksHastaMuerte(t)  $\neq$  -1}
}

proc fusionar (in t1: toroide, in t2: toroide, out res: toroide) {
  Pre {( $esToroideValido(t1) \wedge esToroideValido(t2) \wedge_L (filas(t1) = filas(t2) \wedge_L columnas(t1) = columnas(t2))$ )}
  Post { $res = tf \leftrightarrow (\exists tf : toroide)((filas(tf) = filas(t1) \wedge_L columnas(tf) = columnas(t1) \wedge_L$ 
 $(\forall i, j : \mathbb{Z})((enRango(tf, i, j)) \rightarrow_L (estaViva(tf, i, j) \leftrightarrow estaViva(t1, i, j) \wedge_L estaViva(t2, i, j))))$ )}
}

proc vistaTrasladada (in t1: toroide, in t2: toroide, out res: Bool) {
  Pre {( $esToroideValido(t1) \wedge esToroideValido(t2) \wedge_L mismaDimension(t1, t2)$ )}
  Post {
 $res = true \leftrightarrow esVistaTrasladada(t1, t2)$ 
}

proc enCrecimiento (in t: toroide, out res: Bool) {
  Pre { $esToroideValido(t)$ }
  Post { $res = true \leftrightarrow$ 
 $(\exists te : toroide)(esEvolucion(t, te) \wedge_L crecio(t, te))$ }
  pred crecio (t: toroide, te: toroide) {( $\exists s, se : \mathbb{Z}$ )
 $((esMenorSuperficie(t, s) \wedge esMenorSuperficie(te, se)) \wedge_L s < se)$ }
  pred esMenorSuperficie (t: toroide, s:  $\mathbb{Z}$ ) {
 $(\exists ts : seq<toroide>)((compuestoPorVistasTrasladadas(ts, t) \wedge_L ordenadoSuperficieAscendente(ts))$ 
 $\wedge_L s = ts[0])$ }
  pred compuestoPorVistasTrasladadas (ts: seq<toroide>, t: toroide) {( $\forall tx : toroide$ )
 $((tx \in ts) \rightarrow_L esVistaTrasladada(tx, t))$ }
  pred ordenadoSuperficieAscendente (ts: seq<toroide>) {( $\forall i : \mathbb{Z})((0 < i < length(ts))$ 
 $\rightarrow_L (esSupMayorOIgual(ts[i], ts[i-1])))$ }
  pred esSupMayorOIgual (t1: toroide, t2: toroide) {( $\exists s1, s2 : \mathbb{Z}$ )
 $((esSuperficie(t1, s1) \wedge esSuperficie(t2, s2)) \wedge_L s1 \geq s2)$ }
  pred esSuperficie (t: toroide) {( $\exists rs : seq((\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}))$ )
 $(compuestoPorEquivalentes(rs, t) \wedge_L ((\forall i : \mathbb{Z})((0 < i < length(rs)) \rightarrow_L$ 
 $((0 \leq rs[i]_{0_0} \leq rs[i]_{1_0} \leq columnas(t)) \wedge (0 \leq rs[i]_{0_1} \leq rs[i]_{1_1} \leq filas(t)))$ 
 $\wedge_L (area(rs[i]) \geq area(rs[i-1]))))$ }
  pred compuestoPorRangosEquivalentes (rs: seq<(( $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ )  $\times$  ( $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ ))>, t: toroide) {( $\forall rect :$ 
 $(\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}))((rect \in rs) \rightarrow_L (contarVivasEnArea(t, rect) = cantidadVivas(t)))$ }
  /*  $rect = (xStart, yStart) \times (xEnd, yEnd) *$  /
  aux contarVivasEnArea (t: toroide, rect: ( $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ )  $\times$  ( $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ )) :  $\mathbb{Z}$  =
 $\sum_{i=rect_{0_1}}^{rect_{1_1}} ( \sum_{j=rect_{0_0}}^{rect_{1_0}}$  if  $estaViva(t[i][j])$  then 1 else 0 fi );
  aux area (rect: ( $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ )  $\times$  ( $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ )) :  $\mathbb{Z}$  =

```

```

    / * base × altura * /
    (rect10 - rect00) × (rect11 - rect01);
}

```

2. Predicados y Auxiliares generales

```

pred noEsVacia (t: toroide) {(length(t) > 0) ∧L (∀x : seq⟨Bool⟩)((x ∈ t) →L (length(x) > 0))}
pred esMatriz (t: toroide) {(∀x, y : seq⟨Bool⟩)((x, y ∈ t) →L (length(x) = length(y)))}
pred esToroideValido (t: toroide) {(noEsVacia(t) ∧ esMatriz(t))}
pred filas (t: toroide) {length(t)}
pred columnas (t: toroide) {if filas(t) > 0 then length(t[0]) else 0 fi}
pred estaViva (x: Bool) {x = true}
pred enRango (t: toroide, i: ℤ, j: ℤ) {if (0 ≤ i < filas(t)) ∧L (0 ≤ j < columnas(t)) then true else false fi}

aux cantidadVivas (t: toroide) : ℤ = ∑i=0filas(t)-1 ( ∑j=0columnas(t)-1 if estaViva(t[i][j]) then 1 else 0 fi );

aux valorLuegoDeEvolucion (t: toroide, pos: ℤ × ℤ) : Bool =
if seMantieneViva(t, pos) ∨L vivePorReproduccion(t, pos) then true else false fi;
pred seMantieneViva (t: toroide, pos: ℤ × ℤ) {estaViva(t[posicion0][posicion1]) ∧L 2 ≤
vivasAdyacentes(t, posicion) ≤ 3}
pred vivePorReproduccion (t: toroide, pos: ℤ × ℤ) {(¬estaViva(t[posicion0][posicion1]) ∧L
vivasAdyacentes(t, posicion) = 3)}
aux vivasAdyacentes (t: toroide, pos: ℤ × ℤ) : ℤ =
( ∑i=-11 ∑j=-11 if valorPosicionNormalizada(t, (pos0 + i, pos1 + j)) = true then 1 else 0 fi )
- (if estaViva(t, pos0, pos1) then 1 else 0 fi);
aux valorPosicionNormalizada (t: toroide, pos: ℤ × ℤ) : Bool =
t[normalizarIndice(filas(t), pos0)] [normalizarIndice(columnas(t), pos1)]
;
aux normalizarIndice (limite: ℤ, i: ℤ) : ℤ = if i < 0 then (i + limite) else
(if i ≥ limite then (i - limite) else i fi) fi;
pred mismaDimension (t1: toroide, t2: toroide) {filas(t1) = filas(t2) ∧L columnas(t1) =
columnas(t2)}
pred esEvolucion (t: toroide, te: toroide) {mismaDimension(t, te) ∧L (∀i, j : ℤ)(enRango(t, i, j) →L
(te[i][j] = valorLuegoDeEvolucion(t, (i, j))))}
pred esEvolucionMultiple (t: toroide, te: toroide, k: ℤ) {(∃ts : seq⟨toroide⟩)((length(ts) =
k + 1) ∧L ts[0] = t ∧L ordenadaPorEvolucion(ts) ∧L te = ts[k])}
pred ordenadaPorEvolucion (ts: seq⟨toroide⟩) {(∀i : ℤ)((0 < i ≤ k) →L
esEvolucion(ts[i - 1], ts[i]))}
pred esVistaTrasladada (t1: toroide, t2: toroide) {(∃i, j : ℤ)(
(∀x, y : ℤ)(enRango(t1, x, y) →L (t1[x][y] = valorPosicionNormalizada(t2, (x + i, y + j))))}

```

3. Decisiones tomadas

Intuimos que una posición tiene 8 adyacentes independientemente del tamaño del toroide, implicando esto que dentro de las adyacentes a una posición se pueden contar posiciones repetidas