Algoritmos y Estructura de Datos 2

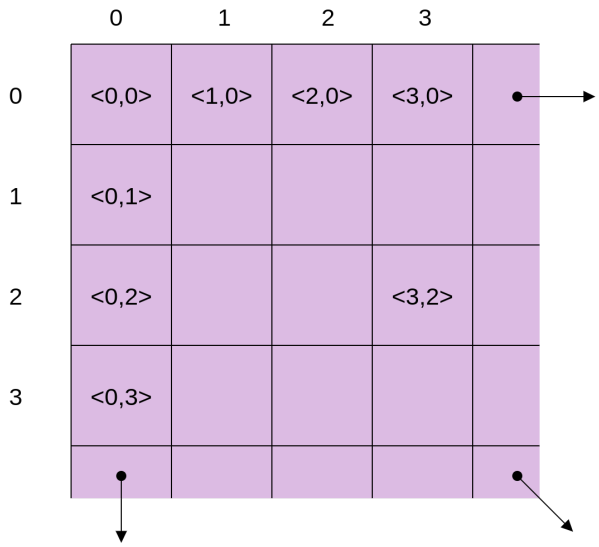
Trabajo Práctico 2

Especificación de *Sokoban Extendido*

Alumno: Leandro Carreira
LU: 669/18
Grupo: 15

Documento online: docs.google.com/document/d/...

Disposición de grilla



TAD Posición **es** tupla(nat, nat)
TAD Personaje **es** Posición
TAD Caja **es** Posición
TAD Depósito **es** Posición
TAD Pared **es** Posición
TAD Bombas **es** Nat

TAD Acción **es** Enum { Arriba, Abajo, Izquierda, Derecha, Explotar }
TAD Estado **es** tupla(Personaje, Bombas, conj(Caja), conj(Depósito), conj(Pared))

TAD Estado(Personaje, Bombas, Cajas, Depósitos, Paredes)

géneros estado

exporta observadores, generadores, agregarTodo

usa Bool, Nat, Conjunto, Posición, Personaje, Caja, Depósito, Pared, Acción, Bombas

igualdad observacional

$$(\forall m1, m2 : \textbf{mapa})\ (m1 =_{obs} m2 \iff (\ (\ personaje(m1) =_{obs} personaje(m2) \land\ bombas(m1) =_{obs} bombas(m2) \land\ cajas(m1) =_{obs} cajas(m2) \land\ depósitos(m1) =_{obs} depósitos(m2) \land\ paredes(m1) =_{obs} paredes(m2) \land\ historial(m1) =_{obs} historial(m2)\ )\ )\ )$$

observadores básicos

personaje : estado → personaje
bombas : estado → nat
cajas : estado → conj(caja)
depósitos : estado → conj(depósito)

generadores

crearEstado : → estado
agregarPersonaje : estado × personaje → estado
agregarBombas : estado × nat → estado
agregarCajas : estado × conj(caja) → estado
agregarDepósitos : estado × conj(depósito) → estado

otras operaciones

```
agregarTodo : estado × personaje × nat × conj(caja) × conj(depósito) → estado
```

axiomas

```
personaje(crearEstado) ≡ tupla<0, 0>
personaje(agregarPersonaje(e, p)) ≡ p
personaje(agregarBombas(e, n)) ≡ personaje(e)
personaje(agregarCajas(e, cs)) ≡ personaje(e)
personaje(agregarDepósitos(e, ds)) ≡ personaje(e)

bombas(crearEstado) ≡ 0
bombas(agregarPersonaje(e, p)) ≡ bombas(e)
bombas(agregarBombas(e, n)) ≡ n
bombas(agregarCajas(e, cs)) ≡ bombas(e)
bombas(agregarDepósitos(e, ds)) ≡ bombas(e)

cajas(crearEstado) ≡ ∅
cajas(agregarPersonaje(e, p)) ≡ cajas(e)
cajas(agregarBombas(e, n)) ≡ cajas(e)
cajas(agregarCajas(e, cs)) ≡ cs
cajas(agregarDepósitos(e, ds)) ≡ cajas(e)

depósitos(crearEstado) ≡ ∅
depósitos(agregarPersonaje(e, p)) ≡ depósitos(e)
depósitos(agregarBombas(e, n)) ≡ depósitos(e)
depósitos(agregarCajas(e, cs)) ≡ depósitos(e)
depósitos(agregarDepósitos(e, ds)) ≡ ds

// Acceso rápido para agregar todos los elementos en una sola operación
agregarTodo(e, p, n, cs, ds) ≡
                    agregarPersonaje(
                        agregarBombas(
                            agregarCajas(
                                agregarDepósitos(e, ds),
                                cs),
                            n),
                        p)
```

Fin TAD

TAD Mapa(Personaje, Bombas, Cajas, Depósitos, Paredes)

géneros mapa

exporta observadores, generadores, nivelVálido?, completado?

usa Bool, Nat, Conjunto, Posición, Personaje, Caja, Depósito, Pared, Acción, Bombas

igualdad observacional

$$
\begin{aligned}
&(\forall m1, m2 : \textbf{mapa}) \\
&\quad (m1 =_{obs} m2 \iff (\\
&\qquad (\ personaje(m1) =_{obs} personaje(m2) \quad \wedge \\
&\qquad\quad bombas(m1) =_{obs} bombas(m2) \quad \wedge \\
&\qquad\quad cajas(m1) =_{obs} cajas(m2) \quad \wedge \\
&\qquad\quad depósitos(m1) =_{obs} depósitos(m2) \quad \wedge \\
&\qquad\quad paredes(m1) =_{obs} paredes(m2) \quad \wedge \\
&\qquad\quad historial(m1) =_{obs} historial(m2) \\
&\qquad) \\
&\quad) \ )
\end{aligned}
$$

observadores básicos

personaje	: mapa	→ personaje
bombas	: mapa	→ nat
cajas	: mapa	→ conj(caja)
depósitos	: mapa	→ conj(depósito)
paredes	: mapa	→ conj(pared)
historial	: mapa	→ secu(Estado)

generadores

crearMapa	: Personaje pe × Nat × Cajas ca × Depósitos de × Paredes pa	→ Mapa	{ nivelVálido?(pe, ca, de, pa) }
moverArriba	: mapa m	→ mapa	{ acciónEjecutable?(m,Arriba) }
moverAbajo	: mapa m	→ mapa	{ acciónEjecutable?(m,Abajo) }
moverIzquierda	: mapa m	→ mapa	{ acciónEjecutable?(m,Izquierda) }
moverDerecha	: mapa m	→ mapa	{ acciónEjecutable?(m,Derecha) }
tirarBomba	: mapa m	→ mapa	{ acciónEjecutable?(m,Explotar) }
retroceder	: mapa m × nat n	→ mapa	{ n ≤ long(historial(m)) }

otras operaciones

agregarAHistorial	: Mapa × Secu(Estado)	→ Secu(Estado)
obtenerElemDeSecu	: nat × secu(α)	→ α
acciónEjecutable?	: mapa × tupla(nat, nat)	→ bool
moverCaja	: Posición × conj(Caja) × tupla(nat, nat)	→ conj(Caja)
borrarCruz	: Posición × Conj(Pared)	→ conj(Pared)
borrarÚltimos	: secu(α) × nat	→ secu(α)
nivelVálido?	: Personaje × conj(Caja) × conj(Depósito) × conj(Pared)	→ bool
esPared?	: conj(Pared) × Posición	→ bool
esCaja?	: conj(Caja) × Posición	→ bool
estáLibre?	: Mapa × Posición	→ bool

```
completado?       : Mapa                          → bool

sumar2Tuplas      : tupla(nat, nat) × tupla(nat, nat) → tupla(nat, nat)
sumar3Tuplas      : tupla(nat, nat) × tupla(nat, nat) × tupla(nat, nat)
                                                  → tupla(nat, nat)
```

axiomas

```
personaje(crearMapa(pe, n, ca, de, pa)) ≡ pe
personaje(moverArriba(m))     ≡ sumar2Tuplas( personaje(m), ⟨0,-1⟩ )
personaje(moverAbajo(m))      ≡ sumar2Tuplas( personaje(m), ⟨0, 1⟩ )
personaje(moverIzquierda(m)) ≡ sumar2Tuplas( personaje(m), ⟨-1,0⟩ )
personaje(moverDerecha(m))    ≡ sumar2Tuplas( personaje(m), ⟨ 1,0⟩ )
personaje(tirarBomba(m))      ≡ personaje(m)
personaje(retroceder(m, n))   ≡
            π₁(obtenerElemDeSecu(long(historial(m)) - n, historial(m)))

historial(crearMapa(pe, n, ca, de, pa)) ≡  ⟨ pe, n, ca, de, pa ⟩
historial(moverArriba(m))     ≡ agregarAHistorial(moverArriba(m), historial(m))
historial(moverAbajo(m))      ≡ agregarAHistorial(moverAbajo(m), historial(m))
historial(moverIzquierda(m)) ≡ agregarAHistorial(moverIzquierda(m), historial(m))
historial(moverDerecha(m))    ≡ agregarAHistorial(moverDerecha(m), historial(m))
historial(tirarBomba(m))      ≡ agregarAHistorial(tirarBomba(m), historial(m))
historial(retroceder(m, r))   ≡ borrarÚltimos( historial(m), r )

cajas(crearMapa(pe, n, ca, de, pa)) ≡ ca
cajas(moverArriba(m))     ≡ moverCaja( sumar2Tuplas(personaje(m),  ⟨0,-1⟩ ),
                                       cajas(m), ⟨0,-1⟩ )
cajas(moverAbajo(m))      ≡ moverCaja( sumar2Tuplas(personaje(m),  ⟨0, 1⟩ ),
                                       cajas(m), ⟨0, 1⟩ )
cajas(moverIzquierda(m)) ≡ moverCaja( sumar2Tuplas(personaje(m),  ⟨-1, 0⟩ ),
                                       cajas(m), ⟨-1, 0⟩ )
cajas(moverDerecha(m))    ≡ moverCaja( sumar2Tuplas(personaje(m),  ⟨1, 0⟩ ),
                                       cajas(m), ⟨1, 0⟩       )
cajas(tirarBomba(m))      ≡ cajas(m)

cajas(retroceder(m, n))   ≡
            π₃(obtenerElemDeSecu(long(historial(m)) - n, historial(m)))

depósitos(crearMapa(pe, n, ca, de, pa)) ≡ de
depósitos(moverArriba(m))      ≡ depósitos(m)
depósitos(moverAbajo(m))       ≡ depósitos(m)
depósitos(moverIzquierda(m))   ≡ depósitos(m)
depósitos(moverDerecha(m))     ≡ depósitos(m)
depósitos(tirarBomba(m))       ≡ depósitos(m)
depósitos(retroceder(m, n))    ≡ depósitos(m)

paredes(crearMapa(pe, n, ca, de, pa)) ≡ pa
```

```
paredes(moverArriba(m))       ≡ paredes(m)
paredes(moverAbajo(m))        ≡ paredes(m)
paredes(moverIzquierda(m))    ≡ paredes(m)
paredes(moverDerecha(m))      ≡ paredes(m)
paredes(retroceder(m, n))     ≡ paredes(m)
paredes(tirarBomba(m))        ≡ borrarCruz(personaje(m), paredes(m))

borrarCruz : Posición × Conj(Pared) → conj(Pared)
borrarCruz(pos, paredes) ≡
            if vacío?(paredes) then
                  paredes
            else
                  if π1(pos) = π1(dameUno(paredes)) ∨
                     π2(pos) = π2(dameUno(paredes))
                  then
                       borrarCruz(pos, sinUno(paredes))
                  else
                       Ag(dameUno(paredes) , borrarCruz(pos, sinUno(paredes)))
                  fi
            fi

bombas(crearMapa(pe, n, ca, de, pa)) ≡ n
bombas(moverArriba(m))     ≡ bombas(m)
bombas(moverAbajo(m))      ≡ bombas(m)
bombas(moverIzquierda(m))  ≡ bombas(m)
bombas(moverDerecha(m))    ≡ bombas(m)
bombas(retroceder(m, n))   ≡ bombas(m)
bombas(tirarBomba(m))      ≡ bombas(m) - 1
bombas(retroceder(m, n)) ≡
            π2(obtenerElemDeSecu(long(historial(m)) - n, historial(m)))

agregarAHistorial : Mapa × Secu(Estado) → Secu(Estado)
agregarAHistorial(m, h) ≡
                  if vacío?(h) then
                        // Historial vacio => creo un primer estado vacío y lo lleno
                        agregarTodo(crearEstado, personaje(m),
                                                   bombas(m),
                                                    cajas(m),
                                                depósitos(m),
                                                  paredes(m) ) • ∅
                  else
                        // Modifico el último estado
                        agregarTodo(prim(h), personaje(m),
                                                bombas(m),
                                                 cajas(m),
                                             depósitos(m),
                                               paredes(m) ) • h
```

```
                fi

obtenerElemDeSecu : nat x secu(α) → α
obtenerElemDeSecu(n, s) ≡
            if n = 0 then
                prim(s)
            else
                obtenerElemDeSecu(n-1, fin(s))
            fi

borrarÚltimos: secu(α) × nat → secu(α)
borrarÚltimos(s, n) ≡
            if n = 0 ∨ vacía?(s) then
                s
            else
                borrarÚltimos(fin(s), n-1)
            fi

acciónEjecutable? : mapa × tupla(nat, nat) → bool
acciónEjecutable?(m, paso) ≡
                 estáLibre?(m, sumar2Tuplas(personaje(m), paso))          ∨
                 ( esCaja?( cajas(m), sumar2Tuplas(personaje(m), paso) )  ∧
                   estáLibre?( m, sumar3Tuplas(personaje(m), paso, paso) )  )

moverCaja : Posición × conj(Caja) × tupla(nat, nat) → conj(Caja)
moverCaja(posCaja, cajas, paso) ≡
    if dameUno(cajas) = pos then
        Ag(sumar2Tuplas(posCaja, paso), sinUno(cajas))
    else
        Ag(dameUno(cajas), moverCaja(posCaja, sinUno(cajas), paso))
    fi

nivelVálido? : Personaje × conj(Caja) × conj(Depósito) × conj(Pared) → bool
nivelVálido?(personaje, cajas, depósitos, paredes) ≡
                -- requerimientos del enunciado
                ¬(personaje ∈ cajas)        ∧
                ¬(personaje ∈ paredes)      ∧
                #(cajas) = #(depósitos)     ∧
                vacío?(paredes ∩ cajas)     ∧
                vacío?(paredes ∩ depósitos)

esPared? : conj(Pared) × Posición → bool
esPared?(cs, p) ≡ p ∈ cs


esCaja? : conj(Caja) × Posición → bool
esCaja?(cs, a) ≡ a ∈ cs
```

```
estáLibre? : Mapa × Posición → bool
estáLibre?(m, p) ≡ ¬esPared?(paredes(m), p) ∧ ¬esCaja?(cajas(m), p)

completado? : Mapa          → bool
completado?(m) ≡ paredes(m) = depósitos(m)



sumar2Tuplas : tupla(nat, nat) × tupla(nat, nat) →  tupla(nat, nat)
sumar2Tuplas(a, b) ≡ < π1(a) + π1(b) , π2(a) + π2(b) >

sumar3Tuplas : tupla(nat, nat) × tupla(nat, nat) × tupla(nat, nat)
                                                  →  tupla(nat, nat)
sumar3Tuplas(a, b, c) ≡ < π1(a) + π1(b) + π1(c) , π2(a) + π2(b) + π2(c) >
```

Fin TAD

TAD Juego(conj(Mapa))

géneros juego

exporta observadores, generadores

usa Bool, Nat, Acción, Mapa, Conjunto(Mapa)

igualdad observacional

$$(\forall j1, j2 : \textbf{juego}) \; (j1 =_{obs} j2 \iff ((\; mapaActual(j1) =_{obs} mapaActual(j2) \; \wedge \; completados(j1) =_{obs} completados(j2) \; \wedge \; incompletos(j1) =_{obs} incompletos(j2) \;) \;) \;)$$

observadores básicos

```
mapaActual  : juego  → mapa
completados : juego  → conj(mapa)
incompletos : juego  → conj(mapa)
```

generadores

```
iniciar   : conj(Mapa) cm    → juego                        { nivelesVálidos?(cm) }
accionar  : juego j × Acción → juego                  { ¬completado?(mapaActual(j)) }
undo      : juego j × Nat    → juego           { n ≤ long(historial(mapaActual(j))) }
```

otras operaciones

```
computarMapa              : Juego × Mapa → Mapa
```

```
    todosLosMapas            : Juego        → conj(Mapa)
    computarMapasCompletados : Juego × Mapa → conj(Mapa)
    computarMapasIncompletos : Juego × Mapa → conj(Mapa)

    nivelesVálidos?          : conj(Mapa)   → bool

axiomas
    mapaActual(iniciar(cm)) ≡ dameUno(cm) -- comienza en algún nivel
    mapaActual(accionar(j, a)) ≡
            -- uso generadores de TAD Mapa
            if a = Arriba then
                computarMapaActual(j, moverArriba(mapaActual(j)))
            else if a = Abajo then
                computarMapaActual(j, moverAbajo(mapaActual(j)))
            else if a = Izquierda then
                computarMapaActual(j, moverIzquierda(mapaActual(j)))
            else if a = Derecha then
                computarMapaActual(j, moverDerecha(mapaActual(j)))
            else if a = Explotar then
                computarMapaActual(j, tirarBomba(mapaActual(j)))
            else fi fi fi fi fi
    mapaActual(undo(j, n)) ≡ retroceder(mapaActual(j), n)


    computarMapaActual(juego, mapa) ≡
            if completado?(mapa) then
                if ¬∅?(incompletos(juego)) then
                    dameUno(incompletos(juego))
                else
                    -- Devuelvo alguno al azar, pues ganó todos
                    -- NO puede seguir jugando por la Pre de accionar
                    dameUno(todosLosMapas(juego))
                fi
            else
                mapa
            fi

    todosLosMapas(j) ≡ Ag(mapaActual(j), completados(j) U incompletos(j))

    completados(iniciar(cm))    ≡ 0
    completados(accionar(j, a)) ≡
            -- uso generadores de TAD Mapa
            if a = Arriba then
                computarMapasCompletados(j, moverArriba(mapaActual(j)))
            else if a = Abajo then
                computarMapasCompletados(j, moverAbajo(mapaActual(j)))
            else if a = Izquierda then
```

```
                        computarMapasCompletados(j, moverIzquierda(mapaActual(j)))
                  else if a = Derecha then
                        computarMapasCompletados(j, moverDerecha(mapaActual(j)))
                  else if a = Explotar then
                        -- no se puede completar un mapa por explotar una bomba
                        completados(j)
                  else fi fi fi fi fi
      completados(undo(j, n)) ≡ completados(j)

      computarMapasCompletados(juego, mapa) ≡
                  if completado?(mapa) then
                        Ag(mapa, completados(juego))
                  else
                        completados(juego)
                  fi

      incompletos(iniciar(cm))    ≡ cm
      incompletos(accionar(j, a)) ≡
                  -- uso generadores de TAD Mapa
                  if a = Arriba then
                        computarMapasIncompletos(j, moverArriba(mapaActual(j)))
                  else if a = Abajo then
                        computarMapasIncompletos(j, moverAbajo(mapaActual(j)))
                  else if a = Izquierda then
                        computarMapasIncompletos(j, moverIzquierda(mapaActual(j)))
                  else if a = Derecha then
                        computarMapasIncompletos(j, moverDerecha(mapaActual(j)))
                  else if a = Explotar then
                        -- no se puede completar un mapa por explotar una bomba
                        incompletos(j)
                  else fi fi fi fi fi
      incompletos(undo(j, n)) ≡ incompletos(j)

      computarMapasIncompletos(juego, mapa) ≡
                  if completado?(mapa) then
                        incompletos(juego) - mapa
                  else
                        incompletos(juego)
                  fi

      nivelesVálidos?(c) ≡ #(c) > 0 ∧
                  if #(c) = 1 then
                        nivelVálido?(dameUno(c)) -- uso de Mapa
                  else
                        nivelVálido?(dameUno(c)) ∧ nivelesVálidos?(sinUno(c))
                  fi
Fin TAD
```