

Algoritmos y Estructuras de Datos II

Trabajo Práctico 1

Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Pacalgo2

Los inertes

Integrante	LU	Correo electrónico
Valentina Madelaine Saravia Ruiz	257/18	valentina.saraviaruiz@gmail.com
Bruno Robbio	480/09	brobbio@hotmail.com
Nicolas Andres Kinaschuk	248/15	nicolaskinaschuk@gmail.com
Pedro Joel Burgos	804/18	facultadburgospedrojoel@hotmail.com

Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

1. Introducción

1.1. Consideraciones

- No se puede arrancar el mapa ganando o perdiendo
- El mapa puede no tener un camino ganador o perdedor

2. Desarrollo

2.1. Parte 1

TAD CASILLERO¹

extiende Tupla(int, int)

usa Int

géneros casillero

exporta casillero, +, -, aDistanciaMenosDeN

otras operaciones

• + • : casillero \times casillero \longrightarrow casillero

• - • : casillero \times casillero \longrightarrow casillero

aDistanciaMenosDeN : casillero \times nat \longrightarrow conj(casillero)

axiomas

$\pi_1(c1 + c2) \equiv \pi_1(c1) + \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 + c2) \equiv \pi_2(c1) + \pi_2(c2)$

$\pi_1(c1 - c2) \equiv \pi_1(c1) - \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 - c2) \equiv \pi_2(c1) - \pi_2(c2)$

$aDistanciaMenosDeN^2(c, n) \equiv \text{if } n=0? \text{ then } \{c\}$

else

$(aDistanciaMenosDeN(c + \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$

$aDistanciaMenosDeN(c - \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$

$aDistanciaMenosDeN(c + \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$

$aDistanciaMenosDeN(c - \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$

$aDistanciaMenosDeN(c, n - 1))$

fi

Fin TAD

¹ Creamos este TAD para simplificar las operaciones entre casilleros

² Devuelve los casilleros a distancia n Manhattan

TAD MAPA**usa** Casillero, Conjunto, Bool**géneros** mapa**exporta** mapa, observadores, generadores, casillerosLibres**igualdad observacional**

$$(\forall m_1, m_2 : \text{mapa}) \left(m_1 =_{\text{obs}} m_2 \iff \left(\begin{array}{l} \text{conjFantasmas}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjFantasmas}(m_2) \wedge \\ \text{conjParedes}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjParedes}(m_2) \wedge \\ \text{dimensiones}(m_1) =_{\text{obs}} \text{dimensiones}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroInicial}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroInicial}(m_2) \wedge \\ \text{vértice}(m_1) =_{\text{obs}} \text{vértice}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroDeLlegada}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroDeLlegada}(m_2) \end{array} \right) \right)$$

observadores básicosconjFantasmas : mapa \rightarrow conj(casillero)conjParedes : mapa \rightarrow conj(casillero)dimensiones³ : mapa \rightarrow tupla(nat, nat)vértice³ : mapa \rightarrow casillerocasilleroInicial : mapa \rightarrow casillerocasilleroDeLlegada : mapa \rightarrow casillero**generadores**nuevoMapa : tupla(nat, nat) *dimensión* \times casillero *vértice* \times casillero *inicio* \times casillero *fin* \times conj(casillero) *fantasmas* \times conj(casillero) *paredes* \rightarrow mapa

$$\left\{ \begin{array}{l} \emptyset? (fantasmas \cap paredes) \wedge (inicio \neq fin) \wedge \\ dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, inicio) \wedge \\ dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, fin) \wedge \\ (\forall f \in fantasmas) (dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, f) \wedge \\ f \notin aDistanciaMenosDeN(inicio, f, 3)) \wedge \\ (\forall p \in paredes) (dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, p)) \end{array} \right\}$$

otras operacionescasillerosLibres : mapa \rightarrow conj(casillero)dentroDeLasDimensiones : tupla(int \times int) \times casillero \times casillero \rightarrow boolcasillerosADerecha : casillero *c* \times mapa *m* \rightarrow conj(casillero)
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosIzquierda : casillero *c* \times mapa *m* \rightarrow conj(casillero)
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosHorizontales : casillero *c* \times mapa *m* \rightarrow conj(casillero)
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosArriba : casillero *c* \times mapa *m* \rightarrow conj(casillero)
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosAbajo : casillero *c* \times mapa *m* \rightarrow conj(casillero)
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ ³El vértice junto a la dimensión son para delimitar el mapa

casillerosVerticales : casillero $c \times$ mapa $m \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$
 generarCasillerosHorizontales : mapa $m \times \text{conj}(\text{casillero}) \ C \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{(\forall c \in C)(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c))\}$

axiomas

$\text{conjFantasmas}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{fantasmas}$
 $\text{conjParedes}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{paredes}$
 $\text{dimensiones}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{dimensión}$
 $\text{casilleroInicial}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{inicio}$
 $\text{casilleroDeLlegada}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{fin}$
 $\text{vértice}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{vértice}$
 $\text{dentroDeLasDimensiones}^4(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{casilla}) \equiv (0 \leq \pi_1(\text{casilla}) - \pi_1(\text{vértice}) < \pi_1(\text{dimensión})) \wedge$
 $(0 \leq \pi_2(\text{casilla}) - \pi_2(\text{vértice}) < \pi_2(\text{dimensión}))$
 $\text{casillerosLibres}^5(m) \equiv \text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{casillerosVerticales}(\text{vértice}(m), m)) - (\text{conjFantasmas}(m)$
 $\cup \text{conjParedes}(m))$
 $\text{generarCasillerosHorizontales}^6(m, \text{casilleros}) \equiv \text{if } \text{casilleros} = \emptyset \text{ then}$
 $\quad \emptyset$
 $\quad \text{else}$
 $\quad \quad \text{casillerosHorizontales}(\text{dameUno}(\text{casilleros}, m)) \cup$
 $\quad \quad \text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{sinUno}(\text{casilleros}))$
 $\quad \text{fi}$
 $\text{casillerosHorizontales}^7(c, m) \equiv \text{casillerosADerecha}(c, m) \cup \text{casillerosAIzquierda}(c, m)$
 $\text{casillerosADerecha}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$
 $\quad \text{casillerosADerecha}(c + \langle 1, 0 \rangle, m)$
 $\quad \text{else}$
 $\quad \quad \emptyset$
 $\quad \text{fi}) \cup \{c\}$
 $\text{casillerosAIzquierda}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$
 $\quad \text{casillerosAIzquierda}(c - \langle 1, 0 \rangle, m)$
 $\quad \text{else}$
 $\quad \quad \emptyset$
 $\quad \text{fi}) \cup \{c\}$
 $\text{casillerosVerticales}^8(c, m) \equiv \text{casillerosArriba}(c, m) \cup \text{casillerosAbajo}(c, m)$
 $\text{casillerosArriba}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$
 $\quad \text{casillerosArriba}(c + \langle 0, 1 \rangle, m)$
 $\quad \text{else}$
 $\quad \quad \emptyset$
 $\quad \text{fi}) \cup \{c\}$
 $\text{casillerosAbajo}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$
 $\quad \text{casillerosAbajo}(c - \langle 0, 1 \rangle, m)$
 $\quad \text{else}$
 $\quad \quad \emptyset$
 $\quad \text{fi}) \cup \{c\}$

Fin TAD

⁴Validamos que los casilleros esten en las dimensiones del mapa

⁵Devuelve los casilleros no ocupados por fantasmas o paredes

⁶Dado un conjunto de casilleros aplica la función casillerosHorizontales a cada elemento del conjunto

⁷Devuelve la fila de c

⁸Devuelve la columna de c

TAD PACALGO2**usa** Mapa**géneros** pacalgo2**exporta** pacalgo2, observadores, generadores**igualdad observacional**

$$(\forall p_1, p_2 : \text{pacalgo2}) \left(p_1 =_{\text{obs}} p_2 \iff \left(\text{verMapa}(p_1) =_{\text{obs}} \text{verMapa}(p_2) \wedge \text{trayectoria}(p_1) =_{\text{obs}} \text{trayectoria}(p_2) \right) \right)$$

observadores básicosverMapa : pacalgo2 \longrightarrow mapatrayectoria⁹ : pacalgo2 \longrightarrow sec(casillero)**generadores**inicializarJuego : mapa \longrightarrow pacalgo2
 arriba : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$

 abajo : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$

 derecha : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$

 izquierda : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$
otras operacionesdireccionesPosibles : pacalgo2 \longrightarrow conj(casillero)perdió? : pacalgo2 \longrightarrow boolganó? : pacalgo2 \longrightarrow boolposiciónActual : pacalgo2 \longrightarrow casillero**axiomas**verMapa(inicializarJuego(m)) $\equiv m$ verMapa(arriba(p)) \equiv verMapa(p)verMapa(abajo(p)) \equiv verMapa(p)verMapa(izquierda(p)) \equiv verMapa(p)verMapa(derecha(p)) \equiv verMapa(p)trayectoria(inicializarJuego m) \equiv casilleroInicial(m) $\bullet \langle \rangle$ trayectoria(arriba(p)) \equiv (posiciónActual(p) + $\langle 0, 1 \rangle$) \bullet trayectoria(p)trayectoria(abajo(p)) \equiv (posiciónActual(p) - $\langle 0, 1 \rangle$) \bullet trayectoria(p)trayectoria(izquierda(p)) \equiv (posiciónActual(p) - $\langle 1, 0 \rangle$) \bullet trayectoria(p)trayectoria(derecha(p)) \equiv (posiciónActual(p) + $\langle 1, 0 \rangle$) \bullet trayectoria(p)
 perdió?(p) $\equiv \emptyset?(\text{conjFantasmas}(\text{verMapa}(p)) \cap \text{aDistanciaMenosDeN}(\text{posiciónActual}(p), 3))$
ganó?(p) \equiv posiciónActual(p) = casilleroDeLlegada(verMapa(p))⁹Seguimiento de casilleros del jugador

$\text{posiciónActual}(p) \equiv \text{prim}(\text{trayectoria}(p))$
 $\text{direccionesPosibles}^{10}(p) \equiv \text{aDistanciaMenosDeN}(\text{posiciónActual}(p), 1) \cap \text{casillerosLibres}(\text{verMapa}(p))$
- $\text{posiciónActual}(p)$

Fin TAD

¹⁰Devuelve los casilleros a distancia 1 del mapa sin fantasmas ni paredes

2.2. Parte 2

TAD CASILLERO

extiende Tupla(int, int)

usa Int

géneros casillero

exporta casillero, +, -, aDistanciaMenosDeN

otras operaciones

• + • : casillero \times casillero \longrightarrow casillero

• - • : casillero \times casillero \longrightarrow casillero

aDistanciaMenosDeN : casillero \times nat \longrightarrow conj(casillero)

axiomas

$\pi_1(c1 + c2) \equiv \pi_1(c1) + \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 + c2) \equiv \pi_2(c1) + \pi_2(c2)$

$\pi_1(c1 - c2) \equiv \pi_1(c1) - \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 - c2) \equiv \pi_2(c1) - \pi_2(c2)$

$aDistanciaMenosDeN(c, n) \equiv$ **if** $n=0?$ **then**
 {c}
 else
 ($aDistanciaMenosDeN(c + \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$
 $aDistanciaMenosDeN(c - \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$
 $aDistanciaMenosDeN(c + \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$
 $aDistanciaMenosDeN(c - \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$
 $aDistanciaMenosDeN(c, n - 1)$)
 fi

Fin TAD

TAD MAPA

usa Casillero, Conjunto, Bool
géneros mapa
exporta mapa, observadores, generadores, casillerosLibres

igualdad observacional

$$(\forall m_1, m_2 : \text{mapa}) \left(m_1 =_{\text{obs}} m_2 \iff \begin{pmatrix} \text{conjFantasmas}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjFantasmas}(m_2) \wedge \\ \text{conjParedes}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjParedes}(m_2) \wedge \\ \text{conjChocolates}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjChocolates}(m_2) \wedge \\ \text{dimensiones}(m_1) =_{\text{obs}} \text{dimensiones}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroInicial}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroInicial}(m_2) \wedge \\ \text{vértice}(m_1) =_{\text{obs}} \text{vértice}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroDeLlegada}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroDeLlegada}(m_2) \end{pmatrix} \right)$$

observadores básicos

$\text{conjFantasmas} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\text{conjParedes} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\text{conjChocolates} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\text{dimensiones} : \text{mapa} \rightarrow \text{tupla}(\text{nat}, \text{nat})$
 $\text{vértice} : \text{mapa} \rightarrow \text{casillero}$
 $\text{casilleroInicial} : \text{mapa} \rightarrow \text{casillero}$
 $\text{casilleroDeLlegada} : \text{mapa} \rightarrow \text{casillero}$

generadores

$\text{nuevoMapa} : \text{tupla}(\text{nat}, \text{nat}) \text{ dimensión} \times \text{casillero vértice} \times \text{casillero inicio} \times \text{casillero fin} \times$
 $\text{conj}(\text{casillero}) \text{ fantasmas} \times \text{conj}(\text{casillero}) \text{ paredes} \times \text{conj}(\text{casillero}) \text{ chocolates} \rightarrow \text{mapa}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \emptyset?(\text{fantasmas} \cap \text{paredes}) \wedge (\text{inicio} \neq \text{fin}) \wedge \\ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}) \wedge \\ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{fin}) \wedge \\ (\forall f \in \text{fantasmas})(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, f) \wedge \\ (f \notin \text{aDistanciaMenosDeN}(\text{inicio}, f, 3) \vee (\text{inicio} \in \text{chocolates}))) \wedge \\ (\forall c \in \text{chocolates})(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, c)) \wedge \\ (\forall p \in \text{paredes})(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, p)) \end{array} \right\}$$

otras operaciones

$\text{casillerosLibres} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\text{dentroDeLasDimensiones} : \text{tupla}(\text{int} \times \text{int}) \times \text{casillero} \times \text{casillero} \rightarrow \text{bool}$
 $\text{casillerosADerecha} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$
 $\text{casillerosIzquierda} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$
 $\text{casillerosHorizontales} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$
 $\text{casillerosArriba} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$

$\text{casillerosAbajo} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$
 $\text{casillerosVerticales} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$
 $\text{generarCasillerosHorizontales} : \text{mapa } m \times \text{conj}(\text{casillero}) \ C \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$
 $\{(\forall c \in C)(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c))\}$

axiomas

$\text{conjFantasmas}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{fantasmas}$
 $\text{conjParedes}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{paredes}$
 $\text{conjChocolates}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{chocolates}$
 $\text{dimensiones}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{dimensión}$
 $\text{casilleroInicial}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{inicio}$
 $\text{casilleroDeLlegada}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{fin}$
 $\text{vértice}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{vértice}$
 $\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{casilla}) \equiv (0 \leq \pi_1(\text{casilla}) - \pi_1(\text{vértice}) < \pi_1(\text{dimensión})) \wedge$
 $(0 \leq \pi_2(\text{casilla}) - \pi_2(\text{vértice}) < \pi_2(\text{dimensión}))$
 $\text{casillerosLibres}(m) \equiv \text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{casillerosVerticales}(\text{vértice}(m), m)) - (\text{conjFantasmas}(m)$
 $\cup \text{conjParedes}(m))$
 $\text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{casilleros}) \equiv \text{if } \text{casilleros} = \emptyset \text{ then}$
 \emptyset
 else
 $\text{casillerosHorizontales}(\text{dameUno}(\text{casilleros}, m)) \cup$
 $\text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{sinUno}(\text{casilleros}))$
 fi
 $\text{casillerosHorizontales}(c, m) \equiv \text{casillerosADerecha}(c, m) \cup \text{casillerosAIzquierda}(c, m)$
 $\text{casillerosADerecha}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$
 $\text{casillerosADerecha}(c + \langle 1, 0 \rangle, m)$
 else
 \emptyset
 $\text{fi}) \cup \{c\}$
 $\text{casillerosAIzquierda}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$
 $\text{casillerosAIzquierda}(c - \langle 1, 0 \rangle, m)$
 else
 \emptyset
 $\text{fi}) \cup \{c\}$
 $\text{casillerosVerticales}(c, m) \equiv \text{casillerosArriba}(c, m) \cup \text{casillerosAbajo}(c, m)$
 $\text{casillerosArriba}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$
 $\text{casillerosArriba}(c + \langle 0, 1 \rangle, m)$
 else
 \emptyset
 $\text{fi}) \cup \{c\}$
 $\text{casillerosAbajo}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$
 $\text{casillerosAbajo}(c - \langle 0, 1 \rangle, m)$
 else
 \emptyset
 $\text{fi}) \cup \{c\}$

Fin TAD

TAD PACALGO2**usa** Mapa**géneros** pacalgo2**exporta** pacalgo2, observadores, generadores**igualdad observacional**

$$(\forall p_1, p_2 : \text{pacalgo2}) \left(p_1 =_{\text{obs}} p_2 \iff \left(\text{verMapa}(p_1) =_{\text{obs}} \text{verMapa}(p_2) \wedge \text{trayectoria}(p_1) =_{\text{obs}} \text{trayectoria}(p_2) \right) \right)$$

observadores básicosverMapa : pacalgo2 \longrightarrow mapatrayectoria : pacalgo2 \longrightarrow sec(casillero)**generadores**inicializarJuego : mapa \longrightarrow pacalgo2
 arriba : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$

 abajo : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$

 derecha : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$

 izquierda : pacalgo2 $p \longrightarrow$ pacalgo2
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$
otras operacionesdireccionesPosibles : pacalgo2 \longrightarrow conj(casillero)perdió? : pacalgo2 \longrightarrow boolganó? : pacalgo2 \longrightarrow boolposiciónActual : pacalgo2 \longrightarrow casilleropuntaje : pacalgo2 \longrightarrow nat $\{\text{ganó?}(p)\}$ nivelDeChocolate : pacalgo2 \longrightarrow natchocolatesRestantes : pacalgo2 \longrightarrow conj(casillero)**axiomas**verMapa(inicializarJuego(m)) $\equiv m$ verMapa(arriba(p)) $\equiv \text{verMapa}(p)$ verMapa(abajo(p)) $\equiv \text{verMapa}(p)$ verMapa(izquierda(p)) $\equiv \text{verMapa}(p)$ verMapa(derecha(p)) $\equiv \text{verMapa}(p)$ trayectoria(inicializarJuego m) $\equiv \text{casilleroInicial}(m) \bullet \langle \rangle$ trayectoria(arriba(p)) $\equiv (\text{posiciónActual}(p) + \langle 0, 1 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(abajo(p)) $\equiv (\text{posiciónActual}(p) - \langle 0, 1 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(izquierda(p)) $\equiv (\text{posiciónActual}(p) - \langle 1, 0 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(derecha(p)) $\equiv (\text{posiciónActual}(p) + \langle 1, 0 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(inicializarJuego(m)) $\equiv \text{casilleroInicial}(m) \bullet \langle \rangle$

```

nivelDeChocolate(inicializarJuego( $m$ ))   $\equiv$  if casilleroInicial( $m$ )  $\in$  conjChocolates( $m$ ) then
    10
    else
    0
    fi

nivelDeChocolate(arriba( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

nivelDeChocolate(abajo( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

nivelDeChocolate(izquierda( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 1, 0 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

nivelDeChocolate(derecha( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 1, 0 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

chocolatesRestantes(inicializarJuego( $m$ ))   $\equiv$  if casilleroInicial( $m$ )  $\in$  conjChocolates( $m$ ) then
    conjChocolates( $m$ ) - { casilleroInicial( $m$ ) }
    else
    conjChocolates( $m$ )
    fi

chocolatesRestantes(arriba( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    chocolatesRestantes( $p$ ) - { (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ ) }
    else
    chocolatesRestantes( $p$ )
    fi

chocolatesRestantes(abajo( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    chocolatesRestantes( $p$ ) - { (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ ) }
    else
    chocolatesRestantes( $p$ )
    fi

```

chocolatesRestantes(izquierda(p))	\equiv if (posiciónActual(p) - $\langle 1, 0 \rangle$) \in chocolatesRestantes(p) then chocolatesRestantes(p) - { (posiciónActual(p) - $\langle 1, 0 \rangle$) } else chocolatesRestantes(p) fi
chocolatesRestantes(derecha(p))	\equiv if (posiciónActual(p) + $\langle 1, 0 \rangle$) \in chocolatesRestantes(p) then chocolatesRestantes(p) - { (posiciónActual(p) + $\langle 1, 0 \rangle$) } else chocolatesRestantes(p) fi
perdió?(p)	\equiv $\emptyset?$ (conjFantasmas(verMapa(p)) \cap aDistanciaMenosDeN(posiciónActual(p),3)) \wedge 0?(nivelDeChocolate(p))
ganó?(p)	\equiv posiciónActual(p)=casilleroDeLlegada(verMapa(p))
posiciónActual(p)	\equiv prim(trayectoria(p))
direccionesPosibles(p)	\equiv if 0?(nivelDeChocolate(p)) then (aDistanciaMenosDeN(posiciónActual(p),1)–posiciónActual(p)) \cap casillerosLibres(verMapa(p)) else (aDistanciaMenosDeN(posiciónActual(p),1)–posiciónActual(p)) \cap (casillerosLibres(verMapa(p)) \cup conjFantasmas(verMapa(p))) fi
puntaje(p)	\equiv long(trayectoria(p))

Fin TAD