

Apunte de Módulos Básicos (v. 0.3 α)

Algoritmos y Estructuras de Datos II, DC, UBA.

1^{er} cuatrimestre de 2019

Índice

1. Diccionario Trie (α)	2
2. Módulo Juego	5
3. Módulo Mapa	10
4. Módulo Dirección	12
5. Módulo Acción	14

1. Diccionario Trie (α)

El módulo Diccionario Trie provee un diccionario básico montado sobre un trie. Solo se definen e implementan las operaciones que serán utilizadas.

Interfaz

parámetros formales

géneros α
función $\text{COPIAR}(\text{in } s : \alpha) \rightarrow \text{res} : \alpha$
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{\text{res} =_{\text{obs}} s\}$
Complejidad: $\Theta(\text{copy}(s))$
Descripción: función de copia de α

se explica con: $\text{DICCIONARIO}(\text{string}, \alpha)$.

géneros: $\text{diccTrie}(\text{string}, \alpha)$.

Operaciones básicas de diccionario

$\text{VACÍO}() \rightarrow \text{res} : \text{diccTrie}(\text{string}, \alpha)$
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{\text{res} =_{\text{obs}} \text{vacío}\}$
Complejidad: $\Theta(1)$
Descripción: genera un diccionario vacío.

$\text{DEFINIR}(\text{in/out } d : \text{diccTrie}(\text{string}, \alpha), \text{in } k : \text{string}, \text{in } s : \alpha)$
Pre $\equiv \{d =_{\text{obs}} d_0\}$
Post $\equiv \{d =_{\text{obs}} \text{definir}(d, k, s)\}$
Complejidad: $\Theta(|k| + \text{copy}(s))$
Descripción: define la clave $k \notin \text{claves}(d)$ con el significado s en el diccionario.
Aliasing: los elementos k y s se definen por copia.

$\text{DEFINIDO?}(\text{in } d : \text{diccTrie}(\text{string}, \alpha), \text{in } k : \text{string}) \rightarrow \text{res} : \text{bool}$
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{\text{res} =_{\text{obs}} \text{def?}(d, k)\}$
Complejidad: $\mathcal{O}(|k|)$
Descripción: devuelve **true** si y sólo k está definido en el diccionario.

$\text{SIGNIFICADO}(\text{in } d : \text{diccTrie}(\text{string}, \alpha), \text{in } k : \text{string}) \rightarrow \text{res} : \sigma$
Pre $\equiv \{\text{def?}(d, k)\}$
Post $\equiv \{\text{alias}(\text{res} =_{\text{obs}} \text{obtener}(d, k))\}$
Complejidad: $\Theta(|k|)$
Descripción: devuelve el significado de la clave k en d .
Aliasing: res es modificable si y sólo si d es modificable.

Representación

Representación del diccionario

$\text{diccTrie}(\text{string}, \alpha)$ se representa con **estr**

donde **estr** es $\text{tupla}(\text{raiz: puntero(nodo)})$

donde **nodo** es $\text{tupla}(\text{significado: } \alpha, \text{siguientes: arreglo}(\text{puntero(nodo)})[256])$

$\text{Rep} : \text{diccTrie} \rightarrow \text{bool}$

$\text{Rep}(d) \equiv \text{true} \iff \text{raiz no está contenido en ninguno de sus siguientes ni sus siguientes}$

$\text{Abs} : \text{diccTrie } d \rightarrow \text{diccTrie}(\text{string}, \alpha)$

$\{\text{Rep}(d)\}$

$Abs(d) \equiv \text{if vacía?}(d.claves) \text{ then vacío else definir}(\text{prim}(d).claves, \text{prim}(d).significado, Abs(\text{fin}(d))) \text{ fi}$

Algoritmos

iVacía() $\rightarrow res : \text{estr}$

1: // Le asigna un nuevo nodo a la raíz
 2: $res \leftarrow \langle raiz : \text{nuevoNodo}() \rangle$ $\triangleright \Theta(1)$

Complejidad: $\Theta(1)$

Justificación: La complejidad de crear un nuevo nodo es $\Theta(1)$

iSignificado(in/out d: estr, in k: string) $\rightarrow res : \alpha$

1: $\text{Nodo actual} \leftarrow d.raiz$ $\triangleright \Theta(1)$
 2: **for** ($\text{char } c : k$) **do** $\triangleright \mathcal{O}(|k|)$
 3: $\text{actual} \leftarrow (\text{actual} \rightarrow \text{siguientes}[\text{toInt}(c)])$ $\triangleright \Theta(1)$
 4: **end for**
 5: $res \leftarrow (\text{actual} \rightarrow \text{significado})$ $\triangleright \Theta(1)$

Complejidad: $\Theta(|k|)$

Justificación: Los accesos y las asignaciones de punteros son $\Theta(1)$. Como el ciclo se ejecuta $|k|$ veces, se ejecutarán dichas asignaciones $|k|$ veces. Luego la complejidad será $\Theta(|k|)$.

iDefinido?(in/out d: estr, in k: string) $\rightarrow res : \text{bool}$

1: $\text{Nodo actual} \leftarrow d.raiz$ $\triangleright \Theta(1)$
 2: **for** ($\text{char } c : k$) **do** $\triangleright \mathcal{O}(|k|)$
 3: **if** ($\text{actual} \rightarrow \text{siguientes}[\text{toInt}(c)] \neq \text{NULL}$) $\triangleright \Theta(1)$
 4: **then** $\text{actual} \leftarrow (\text{actual} \rightarrow \text{siguientes}[\text{toInt}(c)])$ $\triangleright \Theta(1)$
 5: **else** $res \leftarrow \text{false}$ $\triangleright \Theta(1)$
 6: **end if**
 7: **end for**
 8: $res \leftarrow \text{true}$ $\triangleright \Theta(1)$

Complejidad: $\mathcal{O}(|k|)$

Justificación: Los accesos y las asignaciones de punteros son $\Theta(1)$. Como el ciclo se ejecuta a lo sumo $|k|$ veces, se ejecutarán dichas asignaciones $|k|$ veces como máximo. Luego la complejidad será $\mathcal{O}(|k|)$.

iDefinir(in/out d: estr, in k: string, in s: α)

1: $\text{Nodo actual} \leftarrow d.raiz$
 2: **for** ($\text{char } c : k$) **do** $\triangleright \Theta(|k|)$
 3: // Si no tengo siguiente, lo creo
 4: **if** ($\text{actual} \rightarrow \text{siguientes}[\text{toInt}(c)] == \text{NULL}$) **then** $\triangleright \Theta(1)$
 5: $\text{actual} \rightarrow \text{siguientes}[\text{toInt}(c)] = \text{nuevoNodo}()$ $\triangleright \Theta(1)$
 6: **end if**
 7: $\text{actual} \leftarrow (\text{actual} \rightarrow \text{siguientes}[\text{toInt}(c)])$ $\triangleright \Theta(1)$
 8: **end for**
 9:
 10: // Estoy parado en el nodo que va a tener el significado.
 11: // Le asigno una copia del provisto.
 12: $\text{actual} \rightarrow \text{significado} \leftarrow \text{copy}(s)$ $\triangleright \Theta(\text{copy}(s))$

Complejidad: $\Theta(|k| + \text{copy}(s))$

Justificación: Siempre se recorre toda la palabra para definirla, entonces el *for* siempre tiene $|k|$ ciclos. La dereferenciación y comparación de punteros, e indexación en arreglos estáticos son $\Theta(1)$.

inuevoNodo() $\rightarrow res$: puntero(nodo) ▷ Función privada que crea un nuevo nodo

1: // Reserva la memoria para un nuevo nodo con significado null y siguientes vacíos

2: $res \leftarrow \&\langle significado : NULL, siguientes : arreglo_estatico[256] \text{ de } \alpha \rangle$ ▷ $\Theta(1)$

Complejidad: $\Theta(1)$

Justificación: El tiempo de creación de un array de 255 posiciones es $\mathcal{O}(255) \in \mathcal{O}(1)$

2. Módulo Juego

Aquí va la descripción

Interfaz

generos: juego.

se explica con: JUEGO.

Operaciones básicas de Juego

INICIAR(**in** m : mapa, **in** pjs : conj(jugador), **in** $eventosFan$: vector(evento)) $\rightarrow res$: juego

Pre $\equiv \{\neg vacio(pjs) \wedge (\forall e : evento)(est?(e, eventosFan) \Rightarrow_L e.pos \in libres(m))\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} nuevo.Juego(m, pjs, eventosFan)\}$

Complejidad: $\Theta(?)$ TODO

Descripción: crea un nuevo juego con el mapa dado, un conjunto de jugadores, y los eventos de un fantasma.

PASARTIEMPO(**in** j : juego) $\rightarrow res$: juego

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} pasar(j)\}$

Complejidad: $\Theta(?)$

Descripción: ejecuta un paso de tiempo cuando ningún jugador realiza una acción.

EJECUTARACCION(**in** j : juego, **in** a : accion, **in** pj : jugador) $\rightarrow res$: juego

Pre $\equiv \{pj \in jugadores(j) \wedge_L jugadorVivo(pj, j) \wedge \neg esPasar(a)\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} step(j, a, pj)\}$

Complejidad: $\Theta(?)$

Descripción: actualiza con la acción a del jugador pj .

JUGADORESVIVOS(**in** j : juego) $\rightarrow res$: conj(puntero(infoPJ))

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{(\forall p : puntero(infoPJ))(p \in res \Rightarrow_L$
 $(p \rightarrow id \in jugadores(j)) \wedge_L$
 $(p \rightarrow vivo? \wedge jugadorVivo(p \rightarrow id, j)) \wedge$
 $((\forall e : evento)(e \in p \rightarrow eventos \Rightarrow_L$
 $(e.pos =_{obs} posJugador(p \rightarrow id, j)) \wedge$
 $(e.dir =_{obs} dirJugador(p \rightarrow id, j))))\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: devuelve un conjunto con punteros a la información de los personajes que están vivos.

Aliasing: res es no modificable.

FANTASMASVIVOS(**in** j : juego) $\rightarrow res$: conj(infoFan)

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{fantasmaValido(j, res)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: devuelve un conjunto referencias a la información de los fantasmas que están vivos.

Aliasing: las referencias son no modificables.

FANTASMAESPECIAL(**in** j : juego) $\rightarrow res$: infoFan

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} fantasmaEspecial(j)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: devuelve el fantasma especial.

Aliasing: res es una referencia no modificable.

FANTASMASVIVOSQUEDISPARAN(**in** j : juego) $\rightarrow res$: conj(infoFan)

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{fantasmaValido(j, res) \wedge_L$
 $((\forall f : infoFan)(f \in res \Rightarrow_L disparando(f.eventos, step(j))))\}$

Complejidad: $O(\#fv)$

Descripción: devuelve un conjunto con punteros a la información de los fantasmas que están vivos y disparan en el ultimo paso ejecutado en el juego.

Aliasing: res es un conjunto de referencias no modificables.

VIVO?(in j : juego, in pj : string) $\rightarrow res$: bool

Pre $\equiv \{pj \in jugadores(j)\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} jugadorVivo(pj, j)\}$

Complejidad: $O(|j|)$

Descripción: devuelve si un jugador está vivo

POSOCUPADASPORDISPAROS(in j : juego) $\rightarrow res$: conj(posicion)

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} alcanceDisparosFantasmas(fantasmas(j), j)\}$

Complejidad: $O(\#fv * m)$

Descripción: devuelve un conjunto de las posiciones afectadas por disparos de fantasmas en la última *ronda* (TODO: ronda o paso?).

Predicados auxiliares:

fantasmaValido(j , fs):

$$(\forall f : infoFan)(f \in res \Rightarrow_L$$

$$(f.eventos \in fantasmas(j)) \wedge_L$$

$$(fantasmaVivo(f.eventos, j)) \wedge$$

$$((\forall e : evento)(e \in f.eventos \Rightarrow_L$$

$$(e.pos =_{\text{obs}} posFantasma(f.eventos, j)) \wedge$$

$$(e.dir =_{\text{obs}} dirFantasma(f.eventos, j))))$$

Representación

Representación de Juego

juego se representa con estr

donde j es tupla(// General

$paso$: nat,
 $ronda$: nat,
 $mapa$: m,

// Disparos

$mapaDisparos$: arreglo(arreglo(tupla(nat, nat))),
 $disparosUltimoPaso$: conj(posicion),

// Jugadores

$infoJugadores$: diccTrie(string, infoPJ),
 $infoActualJugadoresVivos$: conj(infoActualPJ),
 $infoJugadoresVivos$: conj(puntero(infoPJ)),

// Fantasmas

$infoFantasmas$: conj(infoFan),
 $infoActualFantasmasVivos$: conj(infoActualFan),
 $infoFantasmasVivos$: conj(itConj(infoFan)),
 $infoFantasmaEspecial$: itConj(infoActualFan))

donde infoPJ es tupla($eventos$: vector(evento),

$vivo?$: bool,

$infoActual$: itConj(infoActualPJ))

donde infoActualPJ es tupla($identidad$: string,

$posicion$: pos,

$direccion$: dir)

donde infoFan es tupla($infoActual$: itConj(infoActualFan),

$eventos$: vector(evento))

donde `infoActualFan` es `tupla(posicion: pos,`
`direccion: dir)`

$\text{Rep} : \text{mapa} \longrightarrow \text{bool}$

$\text{Rep}(m) \equiv \text{true} \iff$

$\text{Abs} : \text{mapa } m \longrightarrow \text{hab}$

$\text{Abs}(m) =_{\text{obs}} h : \text{hab} \mid$

$\{\text{Rep}(m)\}$

Algoritmos

En esta sección se hace abuso de notación en los cálculos de álgebra de órdenes presentes en la justificaciones de los algoritmos. La operación de suma “+” denota secuencialización de operaciones con determinado orden de complejidad, y el símbolo de igualdad “=” denota la pertenencia al orden de complejidad resultante.

Algoritmos del módulo

```

iniciar(in m : mapa, in pjs : conj(jugador), in eventosFan : vector(evento))  $\rightarrow$  res : estr
1: // Inicializo la estructura
2: res :  $\langle$ 
3:   // Inicializo contadores
4:   paso : 0,  $\triangleright \Theta(1)$ 
5:   ronda : 0,  $\triangleright \Theta(1)$ 
6:
7:   // Seteo el mapa
8:   mapa : m,  $\triangleright \Theta(1)$ 
9:
10:  // Inicializo el mapa de disparos con el mismo tamaño que el mapa
11:  mapaDisparos : arreglo(arreglo(tupla(nat, nat))[Tam(m)])[Tam(m)],  $\triangleright \Theta(Tam(m)^2)$ 
12:  disparosUltimoPaso : Vacio(),  $\triangleright \Theta(1)$ 
13:
14:  // Inicializo estructuras de jugadores y fantasmas como vacías
15:  infoActualJugadoresVivos : Vacio(),
16:  infoJugadoresVivos : Vacio(),
17:  infoJugadores : Vacia(),
18:  infoFantasmas : Vacio(),
19:  infoActualFantasmasVivos : Vacio(),
20:  infoFantasmasVivos : Vacia(),
21:  infoFantasmaEspecial : CrearIt(Vacio())
22:  $\rangle$ 
23:
24: // Suponemos la existencia de la función
25: // dict(jugador, tupla(pos, dir)) localizarJugadores(m, conj(jugador) pjs)
26:
27: // Obtengo las posiciones y direcciones de jugadores
28: localPJs  $\leftarrow$  localizarJugadores(m, pjs)
29:
30: // Lleno las estructuras de jugadores
31: for (j, localizacion : localPJs) do
32:   // Creo la infoActual y la agrego a su conjunto
33:   infoActual  $\leftarrow$   $\langle$ identidad : j, posicion : localizacion.pos, direccion : localizacion.dir $\rangle$ 
34:   itInfoActual  $\leftarrow$  AgregarRapido(res.infoActualJugadoresVivos, infoActual)
35:
36:   // Creo la infoPJ con la actual
37:   info  $\leftarrow$  iNuevaInfoPJ(j, localizacion, itInfoActual)
38:   // La agrego al trie y me guardo el puntero a la info guardada
39:   infoPtr  $\leftarrow$  &Definir(res.infoJugadores, j, info)
40:
41:   // Agrego al conjunto de jugadores vivos el puntero a la info del PJ
42:   AgregarRapido(res.infoJugadoresVivos, infoPtr)
43: end for
44:
45: // Lleno las estructuras de fantasmas
46: // Creo la infoActual y la agrego a su conjunto
47: infoActualFan  $\leftarrow$   $\langle$ posicion : eventosFan[0].pos, direccion : eventosFan[0].dir $\rangle$ 
48: itInfoActualFan  $\leftarrow$  AgregarRapido(infoActualFan, res.infoActualFantasmasVivos)
49:
50: // Hago que el fantasma especial sea este
51: res.infoFantasmaEspecial  $\leftarrow$  itInfoActualFan
52:
53: // Creo la infoFan con la actual
54: infoFan  $\leftarrow$   $\langle$ infoActual : itInfoActualFan, eventos : eventosFan $\rangle$ 
55: // La agrego al conjunto de información de fantasmas y me guardo su iterador
56: itInfoFan  $\leftarrow$  AgregarRapido(infoFan, res.infoFantasmas)
57:
58: // Agrego al conjunto de fantasmas vivos el interador a la info del Fan
59: AgregarRapido(itInfoFan, res.infoFantasmasVivos)

```

iPasarTiempo(in j : estr)

1: // Aumentas paso // Por cada fantasma // Si dispara // Agregar disparo // Agregas el disparo al conjunto (inteligentemente) // Agregas las pos afectadas al mapa de disparos // // Actualizo la info actual // Por cada jugador // Te fijas si muere // Actualizas la info actual

iEjecutarAccion(in j : estr, in a : accion, in pj : jugador) $\rightarrow res$:estr

1:

3. Módulo Mapa

El módulo Mapa provee una habitación en la que se puede ocupar y consultar por una posición en $\Theta(1)$.

Interfaz

generos: mapa.

se explica con: HABITACIÓN.

Operaciones básicas del mapa

NUEVOMAPA(**in** $n : \text{nat}$) $\rightarrow res : \text{mapa}$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{nuevaHab}(n)\}$

Complejidad: $\Theta(n^2)$

Descripción: genera un mapa de tamaño $n \times n$.

OCUPAR(**in/out** $m : \text{mapa}$, **in** $c : \text{tupla}(\text{int}, \text{int})$)

Pre $\equiv \{m =_{\text{obs}} m_0 \wedge c \in \text{casilleros}(m) \wedge_{\text{L}} \text{libre}(m, c) \wedge \text{alcanzan}(\text{libres}(m) - c, \text{libres}(m) - c, m)\}$

Post $\equiv \{m =_{\text{obs}} \text{ocupar}(c, m_0)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: ocupa una posición del mapa siempre y cuando éste no deje de ser conexo.

TAM(**in** $m : \text{mapa}$) $\rightarrow res : \text{nat}$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{tam}(m)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: devuelve el tamaño del mapa.

LIBRE(**in** $m : \text{mapa}$, **in** $c : \text{tupla}(\text{int}, \text{int})$) $\rightarrow res : \text{bool}$

Pre $\equiv \{c \in \text{casilleros}(m)\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{libre}(c, m)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: devuelve si una posición está ocupada.

Representación

Representación del mapa

El objetivo de este módulo es implementar una matriz de tamaño n con vectores de booleanos que indican si una posición está ocupada. La estructura de representación, su invariante de representación y su función de abstracción son las siguientes.

mapa se representa con map

donde **map** es $\text{tupla}(\text{tamano} : \text{nat}, \text{casilleros} : \text{vec}(\text{vec}(\text{bool})),)$

Rep : $\text{mapa} \rightarrow \text{bool}$

Rep(map) $\equiv \text{true} \iff$ La longitud de map.casilleros es igual a $\text{tamano} \wedge$

La longitud del vector m.casilleros es igual a la de todo otro vector dentro de el \wedge

Toda posición libre debe ser alcanzable por todo el resto de las posiciones libres a través de un camino de posiciones libres (conexo).

Abs : $\text{mapa map} \rightarrow \text{hab}$

$\{\text{Rep}(\text{map})\}$

Abs(map) $=_{\text{obs}} h : \text{hab} \mid m.\text{tamano} =_{\text{obs}} \text{tam}(h) \wedge_{\text{L}}$

$(\forall t : \text{tupla}(\text{nat}, \text{nat}))(0 \leq \Pi_1(t), \Pi_2(t) < \text{map.tamano} - 1 \Rightarrow_{\text{L}}$

$\text{libre}(h, t) =_{\text{obs}} \text{map.casilleros}[\Pi_1(t)][\Pi_2(t)])$

Algoritmos

Algoritmos del módulo

iTam(**in** $m : \text{map}$) $\rightarrow res : \text{nat}$
1: $res \leftarrow m.tamano$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$

iOcupar(**in/out** $m : \text{map}$, **in** $p : \text{pos}$)
1: $m[\Pi_1(p)][\Pi_2(p)] \leftarrow true$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$ Justificación: El acceso a una posición de un vector y su modificación es $\Theta(1)$

iLibre(**in** $m : \text{map}$, **in** $p : \text{pos}$) $\rightarrow res : \text{bool}$
1: $res \leftarrow \neg m[\Pi_1(p)][\Pi_2(p)]$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$ Justificación: El acceso a una posición de un vector es $\Theta(1)$

iNuevoMapa(**in** $n : \text{nat}$) $\rightarrow res : \text{map}$

1: // Inicializo el tamaño, el vector y el mapa.

2: $res \leftarrow \langle tamano : n, casilleros : Vacía() \rangle$ $\triangleright \Theta(1)$ 3: $m.tamano \leftarrow n$ $\triangleright \Theta(1)$ 4: $v \leftarrow Vacía()$ $\triangleright \Theta(1)$

5:

6: // Genero un vector de booleanos en falso con n posiciones.

7: $i \leftarrow 0$ $\triangleright \Theta(1)$ 8: **while** $i < n$ **do** $\triangleright \mathcal{O}(n^2)$ 9: $v.AgregarAtras(false)$ $\triangleright \mathcal{O}(n)$ 10: $i \leftarrow i + 1$ 11: **end while**

12:

13: // Genero la matriz de n x n posiciones haciendo n copias del vector de booleanos antes creado.

14: $i \leftarrow 0$ 15: **while** $i < n$ **do** $\triangleright \mathcal{O}(n^2)$ 16: $res.AgregarAtras(v.Copiar())$ $\triangleright \mathcal{O}(n)$ 17: $i \leftarrow i + 1$ $\triangleright \Theta(1)$ 18: **end while**Complejidad: $\mathcal{O}(n^2)$ Justificación: Copiar un vector de n booleanos es $\mathcal{O}(n * copy(bool))$ y copiar un bool es $\Theta(1)$. Luego, agregar n veces la copia del vector es $\mathcal{O}(n^2)$, puesto que AgregarAtras es $\mathcal{O}(n)$ y copiarlo es $\mathcal{O}(n)$ por lo antes visto. Luego la complejidad de la operación de la línea 10 es $\mathcal{O}(n)$ y, por lo tanto, todo el while es $\mathcal{O}(n^2)$.

4. Módulo Dirección

Aquí va la descripción

Interfaz

generos: dir.

se explica con: DIRECCIÓN.

Operaciones básicas de Dirección

ARRIBA() $\rightarrow res : dir$

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} \uparrow\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera la dirección arriba.

ABAJO() $\rightarrow res : dir$

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} \downarrow\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera la dirección abajo.

IZQUIERDA() $\rightarrow res : dir$

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} \leftarrow\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera la dirección izquierda.

DERECHA() $\rightarrow res : dir$

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} \rightarrow\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera la dirección derecha.

INVERTIR(in/out $d : dir$)

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} invertir(d)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: invierte la dirección.

Representación

Representación de Dirección

dir se representa con string

$Rep : dir \rightarrow bool$

$Rep(d) \equiv true \iff$

$d =_{obs} "arriba" \vee$

$d =_{obs} "abajo" \vee$

$d =_{obs} "izquierda" \vee$

$d =_{obs} "derecha"$

$Abs : dir \rightarrow dir$

$Abs(d) =_{obs} d_{tad} : dir \mid (d =_{obs} "arriba" \wedge d_{tad} =_{obs} \uparrow) \vee$
 $(d =_{obs} "abajo" \wedge d_{tad} =_{obs} \downarrow) \vee$
 $(d =_{obs} "izquierda" \wedge d_{tad} =_{obs} \leftarrow) \vee$
 $(d =_{obs} "derecha" \wedge d_{tad} =_{obs} \rightarrow)$

$\{Rep(d)\}$

Algoritmos

Algoritmos del módulo

iArriba() $\rightarrow res : \text{dir}$ 1: $res \leftarrow \text{"arriba"}$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$

iAbajo() $\rightarrow res : \text{dir}$ 1: $res \leftarrow \text{"abajo"}$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$

iIzquierda() $\rightarrow res : \text{dir}$ 1: $res \leftarrow \text{"izquierda"}$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$

iDerecha() $\rightarrow res : \text{dir}$ 1: $res \leftarrow \text{"derecha"}$ $\triangleright \Theta(1)$ Complejidad: $\Theta(1)$

iInvertir(in/out d: dir)1: $switch(d)$ $\triangleright \Theta(1)$ 2: $case \text{"arriba"} :$ 3: $d \leftarrow \text{"abajo"}$ 4: $case \text{"abajo"} :$ 5: $d \leftarrow \text{"arriba"}$ 6: $case \text{"izquierda"} :$ 7: $d \leftarrow \text{"derecha"}$ 8: $case \text{"derecha"} :$ 9: $d \leftarrow \text{"izquierda"}$ Complejidad: $\Theta(1)$

5. Módulo Acción

Aquí va la descripción

Interfaz

generos: accion.

se explica con: ACCIÓN.

Operaciones básicas de Acción

MOVER(in d : dir) $\rightarrow res$: accion

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} mover(d)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera una acción de mover en la dirección especificada.

PASAR() $\rightarrow res$: accion

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} pasar\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera la acción de pasar.

DISPARAR() $\rightarrow res$: accion

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} disparar\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera la acción de disparar.

APLICAR(in a : acción, in j : juego, in e : evento) $\rightarrow res$: evento

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} aplicar(a, j, e)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera el evento a partir de la acción a realizar.

INVERTIR(in e : evento) $\rightarrow res$: evento

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} invertir(e)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: invierte un evento.

INVERSA(in/out es : vector(evento))

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} inversa(es)\}$

Complejidad: $\Theta(1)$

Descripción: genera una secuencia que contiene a la inicial, le suma 5 pasos de espera y le agrega la secuencia original invertida.

Representación

Representación de Acción

El objetivo de este módulo es implementar una lista doblemente enlazada con punteros al principio y al fin. Para simplificar un poco el manejo de la estructura, vamos a reemplazarla por una lista circular, donde el siguiente del último apunta al primero y el anterior del primero apunta al último. La estructura de representación, su invariante de representación y su función de abstracción son las siguientes.

acción se representa con a

donde a es `tupla(acción: string, dir: dir,)`

$Rep : acción \rightarrow bool$

$$\begin{aligned} \text{Rep}(a) &\equiv \text{true} \iff \\ &\quad \text{a.acción} =_{\text{obs}} \text{"disparar"} \vee \\ &\quad \text{a.acción} =_{\text{obs}} \text{"pasar"} \vee \\ &\quad \text{a.acción} =_{\text{obs}} \text{"mover"} \wedge \text{Rep}(a.\text{dir}) \\ \text{Abs} : \text{acción } a &\longrightarrow \text{acción} && \{\text{Rep}(a)\} \\ \text{Abs}(a) =_{\text{obs}} a_{\text{tad}} : \text{acción} & \mid (\text{a.acción} =_{\text{obs}} \text{"disparar"} \wedge a_{\text{tad}} =_{\text{obs}} \text{esDisparar}(a_{\text{tad}})) \vee \\ &\quad (\text{a.acción} =_{\text{obs}} \text{"pasar"} \wedge a_{\text{tad}} =_{\text{obs}} \text{esPasar}(a_{\text{tad}})) \vee \\ &\quad (\text{a.acción} =_{\text{obs}} \text{"mover"} \wedge a_{\text{tad}} =_{\text{obs}} \text{esMover}(a_{\text{tad}})) \wedge_{\text{L}} \text{a.dir} =_{\text{obs}} \text{direccion}(a_{\text{tad}}) \end{aligned}$$

Algoritmos

En esta sección se hace abuso de notación en los cálculos de álgebra de órdenes presentes en la justificaciones de los algoritmos. La operación de suma "+" denota secuencialización de operaciones con determinado orden de complejidad, y el símbolo de igualdad "=" denota la pertenencia al orden de complejidad resultante.

Algoritmos del módulo

iPasar() $\rightarrow res : \text{acción}$

1: // "" es el constructor por defecto del tipo que sea dirección en su Representación Interna" $\triangleright \Theta(1)$

2: $res \leftarrow \langle \text{accion} : \text{"pasar"}, \text{dir} : \text{""} \rangle$

Complejidad: $\Theta(1)$

iDisparar() $\rightarrow res : \text{acción}$

1: // "" es el constructor por defecto del tipo que sea dirección en su Representación Interna" $\triangleright \Theta(1)$

2: $res \leftarrow \langle \text{accion} : \text{"disparar"}, \text{dir} : \text{""} \rangle$

Complejidad: $\Theta(1)$

iMover(in d: dir) $\rightarrow res : \text{acción}$

1: $res \leftarrow \langle \text{accion} : \text{"mover"}, \text{dir} : \text{"d"} \rangle$ $\triangleright \Theta(1)$

Complejidad: $\Theta(1)$

iInvertir(in e: evento) $\rightarrow res : \text{evento}$

1: $res \leftarrow \langle \text{pos} : \text{"e.pos"}, \text{dir} : \text{"invertir(e.dir)"}, \text{disparo?} : \text{"e.disparo?"} \rangle$ $\triangleright \Theta(1)$

Complejidad: $\Theta(1)$

)

iInversa(in/out es: vector(evento))

1: **for** ($i = 0, \dots, 5$) **do** $\triangleright \mathcal{O}(\text{long}(es) * 5)$

2: $e \leftarrow \langle \text{pos} : \text{Ultimo}(es).\text{pos}, \text{dir} : \text{Ultimo}(es).\text{dir}, \text{disparo?} : \text{false} \rangle$ $\triangleright \Theta(1)$

3: $\text{AgregarAtras}(es, e)$ $\triangleright \mathcal{O}(\text{long}(es))$

4: **end for**

5: **for** ($i = \text{long}(es) - 5, \dots, 0$) **do** $\triangleright \mathcal{O}(\text{long}(es)^2)$

6: $e \leftarrow \text{invertir}(es[i])$ $\triangleright \Theta(1)$

7: $\text{AgregarAtras}(es, e)$ $\triangleright \mathcal{O}(\text{long}(es))$

8: **end for**

Complejidad: $\mathcal{O}(\text{long}(es)^2)$

Justificación: Crear una tupla y acceder al vector es $\Theta(1)$. $\mathcal{O}(\text{long}(es) * 5) + \mathcal{O}(\text{long}(es)^2) = \mathcal{O}(\text{long}(es)^2)$.

iAplicar(in a : acción, in j : juego, in e : evento) $\rightarrow res$: evento

```

1: if ( $a.accion = disparar$ )  $\triangleright \Theta(1)$ 
2:   then  $res \leftarrow \langle pos : e.pos, dir : e.dir, disparo? : true \rangle$   $\triangleright \Theta(1)$ 
3: end if
4:
5: if ( $a.accion = pasar$ )  $\triangleright \Theta(1)$ 
6:   then  $res \leftarrow \langle pos : e.pos, dir : e.dir, disparo? : false \rangle$   $\triangleright \Theta(1)$ 
7: end if
8:
9: if ( $a.accion = mover$ ) then  $\triangleright \Theta(1)$ 
10:   if ( $a.dir = Arriba() \wedge \Pi_1(e.pos) + 1 < Tam(j.mapa) \wedge_L$ 
11:      $Libre(j.mapa, \langle \Pi_1(e.pos) + 1, \Pi_2(e.pos) \rangle)$  )  $\triangleright \Theta(1)$ 
12:     then  $res \leftarrow \langle pos : \langle \Pi_1(e.pos) + 1, \Pi_2(e.pos) \rangle, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$   $\triangleright \Theta(1)$ 
13:     else  $res \leftarrow \langle pos : e.pos, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$ 
14:   end if
15:   if ( $a.dir = Abajo() \wedge \Pi_1(e.pos) - 1 < Tam(j.mapa) \wedge_L$ 
16:      $Libre(j.mapa, \langle \Pi_1(e.pos) - 1, \Pi_2(e.pos) \rangle)$  )  $\triangleright \Theta(1)$ 
17:     then  $res \leftarrow \langle pos : \langle \Pi_1(e.pos) - 1, \Pi_2(e.pos) \rangle, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$   $\triangleright \Theta(1)$ 
18:     else  $res \leftarrow \langle pos : e.pos, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$ 
19:   end if
20:   if ( $a.dir = Derecha() \wedge \Pi_2(e.pos) + 1 < Tam(j.mapa) \wedge_L$ 
21:      $Libre(j.mapa, \langle \Pi_1(e.pos), \Pi_2(e.pos) + 1 \rangle)$  )  $\triangleright \Theta(1)$ 
22:     then  $res \leftarrow \langle pos : \langle \Pi_1(e.pos), \Pi_2(e.pos) + 1 \rangle, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$   $\triangleright \Theta(1)$ 
23:     else  $res \leftarrow \langle pos : e.pos, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$ 
24:   end if
25:   if ( $a.dir = Izquierda() \wedge \Pi_2(e.pos) - 1 < Tam(j.mapa) \wedge_L$ 
26:      $Libre(j.mapa, \langle \Pi_1(e.pos), \Pi_2(e.pos) - 1 \rangle)$  )  $\triangleright \Theta(1)$ 
27:     then  $res \leftarrow \langle pos : \langle \Pi_1(e.pos), \Pi_2(e.pos) - 1 \rangle, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$   $\triangleright \Theta(1)$ 
28:     else  $res \leftarrow \langle pos : e.pos, dir : a.dir, disparo? : false \rangle$ 
29:   end if
30: end if

```

Complejidad: $\Theta(1)$ Justificación: Crear una tupla, comparar sus elementos y las operaciones del mapa son $\Theta(1)$.