

Algoritmos y Estructuras de Datos II

Segundo Cuatrimestre de 2016

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

Trabajo Practico 1

Especificacion

Grupo De TP Algo2

Integrante	LU	Correo electrónico
Fernando Castro	627/12	fernandoarielcastro92@gmail.com
Philip Garrett	318/14	garrett.phg@gmail.com
Gabriel Salvo	564/14	gabrielsalvo.cap@gmail.com
Bernardo Tuso	792/14	btuso.95@gmail.com

Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

Índice

1. Especificacion	3
2. Renombres de TADs	3
3. TAD Juego	4
4. TAD Mapa	12

1. Especificacion

Esta es una especificacion del Trabajo Practico 1 del 2^{do} cuatrimestre del 2016 presentada por la catedra para la realizacion del Trabajo Practico 2. Ver enunciado:

<http://www.dc.uba.ar/materias/aed2/2016/2c/descargas/tps/tp1/view>

2. Renombres de TADs

TAD TIPO es STRING

TAD POKEMONES es DICCIONARIO(NAT, TIPO)

TAD POKEMON es TUPLA(NAT, TIPO)

TAD COORDENADA es TUPLA(NAT, NAT)

TAD JUGADOR es NAT

TAD ESTADO es ENUM {CONECTADO,DESCONECTADO}

TAD JUGADORES es DICCIONARIO(JUGADOR, ESTADO)

3. TAD Juego

TAD JUEGO

géneros	juego
exporta	juego, generadores, observadores, rareza
usa	NAT, BOOL, JUGADOR, JUGADORES, ESTADO, POKEMON, POKEMONES, TIPO, COORDENADA, CONJUNTO(COORDENADA), CONJUNTO(JUGADOR)

igualdad observacional

$$(\forall pGo, pGo' : \text{juego}) \quad pGo =_{\text{obs}} pGo' \iff \left(\begin{array}{l} (\text{mapa}(pGo) =_{\text{obs}} \text{mapa}(pGo')) \wedge_L \\ (\text{jugadores}(pGo) =_{\text{obs}} \text{jugadores}(pGo')) \wedge_L \\ (\text{pokemones}(pGo) =_{\text{obs}} \text{pokemones}(pGo')) \wedge_L \\ (\forall j: \text{Jugador}) \text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \Rightarrow_L \\ (\text{posicionJugador}(j, pGo) =_{\text{obs}} \text{posicionJugador}(j, pGo')) \wedge \\ \text{cantidadDeSanciones}(j, pGo) =_{\text{obs}} \text{cantidadDeSanciones}(j, pGo') \wedge \\ \text{pokemonesAtrapados}(j, pGo) =_{\text{obs}} \text{pokemonesAtrapados}(j, pGo') \wedge_L \\ (\forall p: \text{Pokemon}) \text{def?}(\Pi_1(p), \text{pokemones}(pGo)) \Rightarrow_L \\ (\text{posicionPokemon}(p, pGo) =_{\text{obs}} \text{posicionPokemon}(p, pGo')) \wedge \\ \text{cuantoLlevaEsperando}(p, pGo) =_{\text{obs}} \text{cuantoLlevaEsperando}(p, pGo') \end{array} \right)$$

observadores básicos

mapa	: Juego	→ Mapa
jugadores	: Juego	→ Jugadores
posicionJugador	: Jugador $j \times$ Juego pGo	→ Coordenada $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{estaConectado?}(j, pGo)\}$
pokemones	: Juego	→ Pokemones
posicionPokemon	: Pokemon $p \times$ Juego pGo	→ Coordenada $\{\text{def?}(\Pi_1(p), \text{pokemones}(pGo)) \wedge_L \text{esSalvaje?}(p, \text{claves}(pGo))\}$
cuantoLlevaEsperando	: Pokemon $p \times$ Juego pGo	→ Nat $\{\text{def?}(\Pi_1(p), \text{pokemones}(pGo)) \wedge_L \text{esSalvaje?}(p, pGo)\}$
pokemonesAtrapados	: Jugador $j \times$ Juego pGo	→ Pokemones $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo))\}$
cantidadDeSanciones	: Jugador $j \times$ Juego pGo	→ Nat $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo))\}$

generadores

nuevoJuego	: Mapa	→ Juego
agJugador	: Jugador $j \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	→ Juego $\{\neg \text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{esPosicionValidaMapa}(c, pGo)\}$
agPokemon	: Pokemon $p \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	→ Juego $\{\neg \text{def?}(\Pi_1(p), \text{pokemones}(pGo)) \wedge_L \text{esPosicionValidaPokemon}(c, pGo)\}$
moverJugador	: Jugador $j \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	→ Juego $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{esPosicionValidaMapa}(c, pGo) \wedge_L \text{estaConectado?}(j, pGo) \wedge_L \text{posicionJugador}(j) \neq c\}$
conectar	: Jugador $j \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	→ Juego $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \neg \text{estaConectado?}(j, pGo) \wedge \text{esPosicionValidaMapa}(c, pGo)\}$
desconectar	: Jugador $j \times$ Juego pGo	→ Juego $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{estaConectado?}(j, pGo)\}$

otras operaciones

esPosicionValidaMapa	: Coordenada $c \times$ Juego pGo	→ bool
esPosicionValidaPokemon	: Coordenada $c \times$ Juego pGo	→ bool
esSalvaje?	: Pokemon $p \times$ Juego pGo	→ Bool $\{\text{def?}(\Pi_1(p), \text{pokemones}(pGo))\}$
esSalvajeAux	: Nat $id \times$ Conj(Nat) $js \times$ Juego pGo	→ Bool $\{\text{def?}(id, \text{pokemones}(pGo)) \wedge js \subseteq \text{claves}(\text{jugadores}(pGo))\}$

$\text{estaEnRangoDeAtrapar}$: Jugador $j \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool
$\text{estaEnRangoDeAtraparAux}$: Jugador $j \times \text{Conj}(\text{Nat}) \text{ } cp \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool
pokemonDelRango	: Jugador $j \times$ Juego pGo	\longrightarrow Pokemon
$\text{pokemonDelRangoAux}$: Jugador $j \times \text{Conj}(\text{Nat}) \text{ } cp \times$ Juego pGo	\longrightarrow Pokemon
jugadoresDelRango	: Coordenada $c \times$ Juego pGo	$\longrightarrow \text{Conj}(\text{Jugador})$
$\text{jugadoresDelRangoAux}$: Coordenada $c \times \text{Conj}(\text{Jugador}) \text{ } js \times$ Juego pGo	$\longrightarrow \text{Conj}(\text{Jugador})$
$\text{estaEnElRangoDeOtroPokemon}$: Coordenada $c \times \text{Conj}(\text{Nat}) \text{ } ps \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool
restaAbsoluta	: Nat $n1 \times$ Nat $n2$	\longrightarrow Nat
rareza	: Tipo $t \times$ Juego pGo	\longrightarrow Nat
$\text{cantidadPokemonesTipo}$: Tipo $t \times \text{Conj}(\text{Nat}) \text{ } ps \times$ Juego pGo	\longrightarrow Nat
dividir	: Nat $n \times$ Nat d	\longrightarrow Nat $\{ \neg(d = 0?) \}$
estaDefTipo	: Tipo $t \times \text{conj}(\text{nat}) \text{ } ps \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool
estaConectado?	: Jugador $j \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool
sacarPokemones	: $\text{Conj}(\text{nat}) \text{ } cp \times$ Juego pGo	$\longrightarrow \text{Pokemones}$

axiomas $\forall m: \text{Mapa } \forall j, j1, j2: \text{Jugador } \forall c: \text{Coordenada } \forall pGo: \text{Juego } \forall p: \text{Pokemon } \forall n: \text{Nat } \forall t: \text{Tipo}$

$\text{mapa}(\text{nuevoJuego}(m))$	$\equiv m$
$\text{jugadores}(\text{nuevoJuego}(m))$	$\equiv \emptyset$
$\text{pokemones}(\text{nuevoJuego}(m))$	$\equiv \emptyset$

$\text{mapa}(\text{agJugador}(j, c, pGo))$	$\equiv \text{mapa}(pGo)$
$\text{jugadores}(\text{agJugador}(j, c, pGo))$	$\equiv \text{Ag}(j, \text{jugadores}(pGo))$
$\text{posicionJugador}(j1, \text{agJugador}(j2, c, pGo))$	$\equiv \text{if } j1 = j2 \text{ then } c$
	else
	$\text{posicionJugador}(j1, pGo)$
	fi
$\text{pokemones}(\text{agJugador}(j, c, pGo))$	$\equiv \text{pokemones}(pGo)$
$\text{posicionPokemon}(p, \text{agJugador}(j, c, pGo))$	$\equiv \text{posicionPokemon}(p, pGo)$
$\text{cuantoLlevaEsperando}(p, \text{agJugador}(j, c, pGo))$	$\equiv \text{if } \text{estanEnElMismoRango}(\text{posicionPokemon}(p, pGo), c, \text{mapa}(pGo)) \text{ then } 0$
	else
	$\text{cuantoLLevaEsperando}(p, pGo) + 1$
	fi

<p>pokemonesAtrapados(j1, agJugador(j2, c, pGo))</p>	<p>\equiv if j1 = j2 then vacio else if estanEnElMismoRango(posicionJugador(j1, pGo), c, pGo) then pokemonesAtrapados(j1, pGo) else if (estaEnRangoDeAtrapar(j1,pGo)) then if cuantoLlevaEsperando(pokemonDelRango(j1, pGo), pGo) = 9 then if j1 = dameUno(jugadoresPorAtrapar(pokemonDelRango(j1, pGo), pGo)) then definir(Π_1(pokemonDelRango((j1, pGo), Π_2(pokemonDelRango((j1, pGo), pGo)), pokemonesAtrapados(j1, pGo)) else pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi else pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi else pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi ELSE pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi ELSE pokemonesAtrapados(j1, pGo)</p>
<p>cantidadDeSanciones(j1, agJugador(j2, c, pGo))</p>	<p>\equiv if j1 = j2 then 0 else cantidadDeSanciones(j1) fi</p>
<p>mapa(agPokemon(p, c, pGo)) jugadores(agPokemon(p, c, pGo)) posicionJugador(j, agPokemon(p, c, pGo)) pokemones(agPokemon(p, c, pGo)) posicionPokemon(p1, agPokemon(p2, c, pGo))</p>	<p>\equiv mapa(pGo) \equiv jugadores(pGo) \equiv posicionJugador(j, pGo) \equiv definir(Π_1(p), Π_2(p), pokemones(pGo)) \equiv if p1 = p2 then c else posicionPokemon(p1, pGo) fi</p>
<p>cuantoLlevaEsperando(p1, agPokemon(p2, c, pGo))</p>	<p>\equiv if p1 = p2 then 0 else cuantoLlevaEsperando(p1, pGo) fi</p>
<p>pokemonesAtrapados(j, agPokemon(p, c, pGo)) cantidadDeSanciones(j, agPokemon(p, c, pGo))</p>	<p>\equiv pokemonesAtrapados(j, pGo) \equiv cantidadDeSanciones(j, pGo)</p>
<p>mapa(moverJugador(j, c, pGo))</p>	<p>\equiv mapa(pGo)</p>

jugadores(moverJugador(j,c,pGo))	\equiv if movimientoInvalido(posicionJugador(j,pGo),c,mapa(pGo)) then if cantidadDeSanciones(j,pGo) = 4 then borrar(j,jugadores(pGo)) else jugadores(pGo) fi else jugadores(pGo) fi
posicionJugador(j1, moverJugador(j2,c,pGo))	\equiv if j1 = j2 then c else posicionJugador(j1,pGo) fi
pokemones(moverJugador(j,c,pGo))	\equiv if movimientoInvalido(posicionJugador(j,pGo),c,mapa(pGo)) then if cantidadDeSanciones(j,pGo) = 4 then sacarPokemones(claves(pokemonesAtrapados(j,pGo)),pGo) else pokemones(pGo) fi else pokemones(pGo) fi
posicionPokemon(p,moverJugador(j,c,pGo))	\equiv posicionPokemon(pGo)
cuantoLlevaEsperando(p,moverJugador(j,c,pGo))	\equiv if estanEnElMismoRango(posicionPokemon(p,pGo),posicionJugador(j,pGo),mapa(pGo)) then if estanEnElMismoRango(posicionPokemon(p,pGo),c,mapa(pGo)) then cuantoLlevaEsperando(p,pGo) else cuantoLlevaEsperando(p,pGo) + 1 fi else if estanEnElMismoRango(posicionPokemon(p,pGo),c,mapa(pGo)) then 0 else cuantoLlevaEsperando(p,pGo) + 1 fi
cantidadDeSanciones(j1,moverJugador(j2,c,pGo))	\equiv if j1 = j2 then if movimientoInvalido(posicionJugador(j1),c,pGo) then cantidadDeSanciones(j1,pGo) + 1 else cantidadDeSanciones(j1,pGo) fi else cantidadDeSanciones(j1,pGo) fi

```

pokemonesAtrapados(j1, moverJugador(j2, c, pGo))  ≡  if j1 = j2 then
    pokemonesAtrapados(j1, pGo)
else
    if estaEnRangoDeAtrapar(j1, pGo) then
        if estanEnElMismoRango(posicionJugador(j1,
            pGo), c, mapa(pGo)) then
            pokemonesAtrapados(j1, pGo)
        else
            if
                cuantoLlevaEsperando(pokemonDelRango(j1,
                    pGo), pGo)
                = 9 then
                if j1 = dameUno(jugadoresDelRango(posicionPokemon(pok
                    then
                        definir(Π1(pokemonDelRango(j1,
                            pGo)), Π2(pokemonDelRango(j1,
                            pGo)), pokemonesAtrapados(j1,
                            pGo))
                    else
                        pokemonesAtrapados(j1, pGo)
                fi
            else
                pokemonesAtrapados(j1, pGo)
            fi
        fi
    fi
    pokemonesAtrapados(j1, pGo)
fi

mapa(conectar(j,c,pGo)) ≡ mapa(pGo)
jugadores(conectar(j,c,pGo)) ≡ definir(j,conectado,jugadores(pGo))
posicionJugador(j1,conectar(j2,c,pGo)) ≡ if j1 = j2 then
    c
else
    posicionJugador(j1,pGo)
fi

pokemones(conectar(j,c,pGo)) ≡ pokemones(pGo)
posicionPokemon(p,conectar(j,c,pGo)) ≡ posicionPokemon(p,pGo)
cuantoLlevaEsperando(p,conectar(j,c,pGo)) ≡ if
    estanEnElMismoRango(posicionPokemon(p),c,mapa(pGo)) then
    0
else
    cuantoLlevaEsperando(p,pGo) + 1
fi

```


pokemonesAtrapados(j1,conectar(j2,c,pGo))

```

≡ if j1 = j2 then
    pokemonesAtrapados(j1,pGo)
else
    if estaEnRangoDeAtrapar(j1,pGo) then
        if estanEnElMismoRango(
            posicionJugador(j1,pGo),c,mapa(pGo))
        then
            pokemonesAtrapados(j1,pGo)
        else
            if cuantoLlevaEsperando(
                pokemonDelRango(j1,pGo),pGo)
            = 9 then
                if j1 = dameUno(
                    JugadoresDelRango(
                        posicionPokemon(pGo),
                        pokemonDelRango(j1,pGo)),
                    pokemonesAtrapados(j1,pGo))
                then
                    definir(Π1(pokemonDelRango(j1,pGo)),
                        Π2(pokemonDelRango(j1,pGo)),
                        pokemonesAtrapados(j1,pGo))
                else
                    pokemonesAtrapados(j1,pGo)
            fi
        else
            pokemonesAtrapados(j1,pGo)
    fi
fi
pokemonesAtrapados(j1,pGo)
fi
≡ cantidadDeSanciones(j1,pGo)

```

cantidadDeSanciones(j1,conectar(j2,c,pGo))

mapa(desconectar(j, pGo))
 jugadores(desconectar(j, pGo))
 posicionJugador(j1, desconectar(j2, pGo))
 pokemones(desconectar(j, pGo))
 posicionPokemon(p, desconectar(j, pGo))
 cuantoLlevaEsperando(p, desconectar(j, pGo))
 pokemonesAtrapados(j1, desconectar(j2, pGo))
 cantidadDeSanciones(j1, desconectar(j2, pGo))

```

≡ mapa(pGo)
≡ definir(j, Desconectado, jugadores(pGo))
≡ posicionJugador(j1, pGo)
≡ pokemones(pGo)
≡ posicionPokemon(p, pGo)
≡ cuantoLlevaEsperando(p, pGo)
≡ pokemonesAtrapados(j1, pGo)
≡ cantidadDeSanciones(j1, pGo)

```

esPosicionValidaMapa(c, pGo)

esPosicionValidaPokemon(c, pGo)

estaEnElRangoDeOtroPokemon(c, ps, pGo)

```

≡ c ∈ posiciones(mapa(pGo))
≡ esPosicionValidaMapa(c, pGo) ∧L ¬ estaEnElRangoDeOtroPokemon(
    c, claves(pokemones(pGo)),pGo)
≡ if ∅?(ps) then
    false
else
    territorioOcupado(c,dameUno(ps),pGo) ∨ estaEnElRangoDeOtroPokemon(
        c,sinUno(ps),pGo)
fi

```

restaAbsoluta(p1, p2)

rareza(t, pGo)

```

≡ if p1 ≤ p2 then p2 - p1 else p1 - p2 fi
≡ 100 - dividir(cantidadPokemonesTipo(t,(claves(pokemones(pGo),
    #claves(pokemones(pGo)))) * 100

```

cantidadPokemonesTipo(t, ps, pGo)

```
≡ if 0?(ps) then
  0
else
  if obtener(dameUno(ps)) == t then
    cantidadPokemonesTipo(t, sinUno(ps), pGo)
    + 1
  else
    cantidadPokemonesTipo(t, sinUno(ps), pGo)
  fi
```

dividir(n, d)
sacarPokemones(cp, pGo)

```
≡ if n ≥ d then dividir(n-d, d) + 1 else 0 fi
≡ if 0?(cp) then
  pokemones(pGo)
else
  borrar(dameUno(cp), sacarPokemo-
    nes(sinUno(cp),pokemones(pGo)))
```

estaDefTipo(t, ps, pGo)

```
≡ if 0?(ps) then
  false
else
  if t = obtener(dameUno(ps),pokemones(pGo))
  then
    true
  else
    estaDefTipo(t,sinUno(ps),pGo)
  fi
```

esSalvaje?(p, pGo)
esSalvajeAux(id,js,pGo)

```
≡ esSalvajeAux(II1(p), claves(jugadores(pGo)), pGo)
≡ if 0?(js) then
  true
else
  if def?(id,pokemonesAtrapados(dameUno(js),pGo))
  then
    false
  else
    esSalvajeAux(id,sinUno(js),pGo)
  fi
```

estaEnRangoDeAtrapar(j,pGo)

```
≡ estaEnRangoDeAtraparAux(j, cla-
  ves(pokemones(pGo)))
```

estaEnRangoDeAtraparAux(j,cp,pGo)

```
≡ if 0?(cp) then
  false
else
  estanEnElMismoRango(posicionJugador(j,pGo),
    posicionPokemon((dameUno(cp),obtener(dameUno(cp),pok
    mapa(pGo)) ∨ estaEnRangoDeAtraparA-
    ux(j,sinUno(cp),pGo)
  fi
```

jugadoresDelRango(c,pGo)

```
≡ jugadoresDelRangoAux(c,claves(jugadores(pGo)),pGo)
```

jugadoresDelRangoAux(c,js,pGo)

pokemonDelRango(j,pGo)
pokemonDelRangoAux(j,cp,pGo)

Fin TAD

```
≡ if ∅?(js) then
    ∅
else
    if estaConectado?(dameUno(js),pGo) then
        if estanEnElMismoRango(c,posicionJugador(dameUno(js)),mapa(pGo))
            then
                Ag(dameUno(js),jugadoresDelRangoAux(c,sinUno(js),pGo))
            else
                jugadoresDelRangoAux(c,sinUno(js),pGo)
        fi
    else
        jugadoresDelRangoAux(c,sinUno(js),pGo)
    fi
fi
≡ pokemonDelRangoAux(j,claves(pokemones(pGo)),pGo)
≡ if estanEnElMismoRango(posicionJugador(j,pGo),
    posicionPokemon(⟨dameUno(cp),obtener(dameUno(cp),pokemones(pGo))⟩)
    then
        ⟨dameUno(cp),obtener(dameUno(cp),pokemones(pGo))⟩
    else
        pokemonDelRangoAux(j,sinUno(cp),pGo)
    fi
```

4. TAD Mapa

TAD MAPA

géneros mapa

exporta mapa, generadores, observadores, movimientoInvalido, estanEnElMismoRango, territorioOcupado

usa NAT, BOOL, COORDENADA, CONJUNTO(COORDENADA)

igualdad observacional

$$(\forall m, m' : \text{Mapa}) \left(m =_{\text{obs}} m' \iff \left(\begin{array}{l} (\text{posiciones}(m) =_{\text{obs}} \text{posiciones}(m')) \wedge \\ (\forall c1: \text{Coordenada}) \\ (\text{conexionesDirectas}(c1, m) =_{\text{obs}} \text{conexionesDirectas}(c1, m')) \end{array} \right) \right)$$

observadores básicos

posiciones : Mapa $m \longrightarrow \text{Conj}(\text{Coordenada})$

conexionesDirectas : Coordenada $c \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{Conj}(\text{Coordenada})$

generadores

crear : $\longrightarrow \text{Mapa}$

agCoordenada : Coordenada $c \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{Mapa}$

conectarCoordenadas : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{Mapa}$
 $\{c \notin \text{posiciones}(m)\}$
 $\{c1 \neq c2 \wedge c1, c2 \in \text{posiciones}(m)\}$

otras operaciones

existeCamino : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{bool}$
 $\{c1, c2 \in \text{posiciones}(m)\}$

existenCaminos : Coordenada $c1 \times \text{Conj}(\text{Coordenada}) \text{ } cs \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{bool}$
 $\{\text{Ag}(c1, cs) \subseteq \text{posiciones}(m)\}$

movimientoInvalido : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{bool}$
 $\{c1, c2 \in \text{posiciones}(m)\}$

distancia : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \longrightarrow \text{Nat}$

estanEnElMismoRango : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \longrightarrow \text{bool}$

restaAbsoluta : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \longrightarrow \text{Nat}$

territorioOcupado : Coordenada $c1 \times \text{Coordenada } c2 \times \text{Mapa } m \longrightarrow c1, c2 \in \text{posiciones}(m)$

axiomas $\forall c, c1, c2: \text{Coordenada } \forall cs: \text{conj}(\text{Coordenada}) \forall m: \text{Mapa}$

posiciones(crear()) $\equiv \emptyset$

posiciones(agCoordenada(c, m)) $\equiv \text{Ag}(c, \text{posiciones}(m))$

posiciones(conectarCoordenadas(c1, c2, m)) $\equiv \text{posiciones}(m)$

conexionesDirectas(c, crear()) $\equiv \text{vacío}$

conexionesDirectas(c, agCoordenada(c1, m)) $\equiv \text{conexionesDirectas}(c, m)$

conexionesDirectas(c, conectarCoordenadas(c1, c2, m)) \equiv **if** $c=c1$ **then**
 $\text{Ag}(c2, \text{conexionesDirectas}(c, m))$
else
if $c=c2$ **then**
 $\text{Ag}(c1, \text{conexionesDirectas}(c, m))$
else
 $\text{conexionesDirectas}(c, m)$
fi

existeCamino(c1, c2, m) \equiv **if** $c2 \in \text{conexionesDirectas}(c1, \text{mapa}) \vee c1 \in \text{conexionesDirectas}(c2, \text{mapa})$ **then**
true

else

$\text{existenCaminos}(\text{conexionesDirectas}(c1, m), c2, m) \vee \text{existenCaminos}(\text{conexionesDirectas}(c2, m), c1, m)$

fi

existenCaminos(cs, c, m) \equiv **if** $\text{vacío?}(cs)$ **then**
false

else

$\text{existeCamino}(\text{dameUno}(cs), c, m) \vee \text{existenCaminos}(\text{sinUno}(cs), c, m)$

fi

```

movimientoInvalido(c1, c2, m)  $\equiv$  distancia(c1,c2)  $\geq$  100  $\vee$  !existenCaminos(c1,c2,m)
distancia(c1, c2)  $\equiv$  (restaAbsoluta( $\Pi_1$ (c1),  $\Pi_1$ (c2))) * (restaAbsoluta( $\Pi_1$ (c1),  $\Pi_1$ (c2))) +
    (restaAbsoluta( $\Pi_2$ (c1),  $\Pi_2$ (c2))) * (restaAbsoluta( $\Pi_2$ (c1),  $\Pi_2$ (c2))))
estanEnElMismoRango(c1, c2)  $\equiv$  distancia(c1,c2)  $\leq$  2 * 2
restaAbsoluta(p1, p2)  $\equiv$  if p1  $\leq$  p2 then p2 - p1 else p1 - p2 fi
territorioOcupado(c1,c2,m)  $\equiv$  if distancia(c1, c2)  $\geq$  5 * 5 then False else True fi

```

Fin TAD