

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

generadores

nuevoJuego	: Mapa	\longrightarrow Juego
agJugador	: Jugador $j \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	\longrightarrow Juego $\{\neg \text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{esPosicionValidaMapa}(c, pGo)\}$
agPokemon	: Pokemon $p \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	\longrightarrow 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	\longrightarrow Juego $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{esPosicionValidaMapa}(c, pGo) \wedge_L \text{estaConectado?}(j, pGo)\}$
conectar	: Jugador $j \times$ Coordenada $c \times$ Juego pGo	\longrightarrow 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	\longrightarrow Juego $\{\text{def?}(j, \text{jugadores}(pGo)) \wedge_L \text{estaConectado?}(j, pGo)\}$

otras operaciones

esPosicionValidaMapa	: Coordenada $c \times$ Juego pGo	\longrightarrow bool
esPosicionValidaPokemon	: Coordenada $c \times$ Juego pGo	\longrightarrow bool
estaEnElRangoDeOtroPokemon	: Coordenada $c \times$ Conj(Nat) $ps \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool $\{\text{esPosicionValidaMapa}(c, pGo) \wedge ps \subseteq \text{claves}(\text{pokemones}(pGo))\}$
esSalvaje?	: Pokemon $p \times$ Juego pGo	\longrightarrow Bool $\{\text{def?}(\Pi_1(p), \text{pokemones}(pGo))\}$

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

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

mapa(nuevoJuego(m))	$\equiv m$
jugadores(nuevoJuego(m))	$\equiv \emptyset$
pokemones(nuevoJuego(m))	$\equiv \emptyset$

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

<p>pokemonesAtrapados(j1, agJugador(j2, c, pGo))</p>	<p>≡ if j1 = j2 then \emptyset 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(jugadoresDelRango(posicionPokemon(pokemonDelRango(j1, pGo), pGo), pGo)) then definir(Π_1(pokemonDelRango(j1, pGo)), Π_2(pokemonDelRango(j1, pGo)), pokemonesAtrapados(j1, pGo)) else pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi else pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi else pokemonesAtrapados(j1, pGo) fi fi</p>
<p>cantidadDeSanciones(j1, agJugador(j2, c, pGo))</p>	<p>≡ fi 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>≡ mapa(pGo) ≡ jugadores(pGo) ≡ posicionJugador(j, pGo) ≡ definir(Π_1(p), Π_2(p), pokemones(pGo)) ≡ if p1 = p2 then c else posicionPokemon(p1, pGo)</p>
<p>cuantoLlevaEsperando(p1, agPokemon(p2, c, pGo))</p>	<p>≡ fi 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>≡ pokemonesAtrapados(j, pGo) ≡ cantidadDeSanciones(j, pGo)</p>
<p>mapa(moverJugador(j, c, pGo))</p>	<p>≡ 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 estanEnElMismoRan- go(posicionPokemon(p,pGo),c,mapa(pGo)) then cuantoLlevaEsperando(p,pGo) else cuantoLlevaEsperando(p,pGo) + 1 fi else if estanEnElMismoRan- go(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(poscionJugador(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(pokemonDelRango(j1,pGo),
                    pGo),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
        else
            pokemonesAtrapados(j1, pGo)
        fi
    fi
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(pokemonDelRango(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
    else
        pokemonesAtrapados(j1,pGo)
    fi
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)

```

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

```

estaEnElRangoDeOtroPokemon(c, ps, pGo)

```

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

```

restaAbsoluta(p1, p2)
 rareza(t, pGo)

cantidadPokemonesTipo(t, ps, pGo)	\equiv if $\emptyset?(ps)$ then 0 else if obtener(dameUno(ps), pokemones(pGo)) = t then cantidadPokemonesTipo(t, sinUno(ps), pGo) + 1 else cantidadPokemonesTipo(t, sinUno(ps), pGo) fi
dividir(n, d) sacarPokemones(ps, pGo)	\equiv fi n \geq d then dividir(n-d, d) + 1 else 0 fi \equiv if $\emptyset?(ps)$ then pokemones(pGo) else borrar(dameUno(ps), sacarPokemones(sinUno(ps),pokemones(pGo))) fi
estaDefTipo(t, ps, pGo)	\equiv if $\emptyset?(ps)$ 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)	\equiv fi \equiv esSalvajeAux($\Pi_1(p)$, claves(jugadores(pGo)), pGo) \equiv if $\emptyset?(js)$ then true else if def?(id,pokemonesAtrapados(dameUno(js),pGo)) then false else esSalvajeAux(id,sinUno(js),pGo) fi
estaEnRangoDeAtrapar(j,pGo)	\equiv fi estaEnRangoDeAtraparAux(j, claves(pokemones(pGo)))
estaEnRangoDeAtraparAux(j,ps,pGo)	\equiv if $\emptyset?(ps)$ then false else estanEnElMismoRango(posicionJugador(j,pGo), posicionPokemon(⟨dameUno(ps),obtener(dameUno(ps),pokemones(pGo))⟩, pGo), mapa(pGo)) \vee estaEnRangoDeAtraparAux(j,sinUno(ps),pGo) fi
jugadoresDelRango(c,pGo)	\equiv jugadoresDelRangoAux(c,claves(jugadores(pGo)),pGo)

jugadoresDelRangoAux(c,js,pGo)

pokemonDelRango(j,pGo)
pokemonDelRangoAux(j,ps,pGo)

estaConectado?(j, pGo)

Fin TAD

```
≡ if ∅?(js) then
    ∅
else
    if estaConectado?(dameUno(js),pGo) then
        if estanEnElMismoRango(c,posicionJugador(
            ⟨dameUno(js), obtener(dameUno(js),
            jugadores(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(ps),obtener(dameUno(ps),pokemones(pGo))⟩,
    pGo)) then
    ⟨dameUno(ps),obtener(dameUno(ps),pokemones(pGo))⟩
else
    pokemonDelRangoAux(j,sinUno(ps),pGo)
fi
≡ if obtener(j, jugadores(pGo)) = Conectado then
    true
else
    false
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 $c1 \times \text{Coordenada } c2 \times \text{Mapa } m \longrightarrow \text{bool}$
 $\{c1, c2 \in \text{posiciones}(m)\}$

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()) $\equiv \emptyset$

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

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

else

if $c=c2$ **then**

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

else

$\text{conexionesDirectas}(c, m)$

fi

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

else

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

fi

existenCaminos(cs, c, m)

movimientoInvalido(c1, c2, m)
distancia(c1, c2)

estanEnElMismoRango(c1, c2)
restaAbsoluta(p1, p2)
territorioOcupado(c1,c2,m)

```
≡ if vacio?(cs) then
    false
  else
    existeCamino(dameUno(cs),c, m) ∨ existenCa-
      minos( sinUno(cs),c, m)
  fi
≡ distancia(c1,c2) ≥ 100 ∨ !existenCaminos(c1,c2,m)
≡ (restaAbsoluta(Π1(c1), Π1(c2))) *
  (restaAbsoluta(Π1(c1), Π1(c2))) +
  (restaAbsoluta(Π2(c1), Π2(c2))) *
  (restaAbsoluta(Π2(c1), Π2(c2))))
≡ distancia(c1,c2) ≤ 2 * 2
≡ if p1 ≤ p2 then p2 - p1 else p1 - p2 fi
≡ if distancia(c1, c2) ≥ 5 * 5 then
    False
  else
    True
  fi
```

Fin TAD