Trabajo práctico 3: **Pacalgo2**

Normativa

Límite de entrega: Domingo 30 de Mayo, 23:59hs.

Normas de entrega: Ver "Información sobre la cursada" en el sitio Web de la materia. (`http://campus.exactas.uba.ar`)

Versión: 1.0 del 16 de mayo de 2021

El objetivo de este TP es diseñar módulos destinados a implementar el juego Pacalgo2 que se describió en los TPs anteriores. En la siguiente sección pueden encontrar la **especificación formal** del juego provista por la cátedra. El diseño propuesto debe cumplir con las siguientes **complejidades temporales en peor caso**, donde: J representa la cantidad de jugadores en el ranking, c representa la cantidad de chocolates en el mapa, $|J|$ representa el largo del nombre de jugador más extenso en el ranking, F representa la cantidad de fantasmas y A y L es el alto y largo del mapa.

1. Iniciar una partida debe ser $O(c)$.
2. Realizar un movimiento que termina la partida (ya sea ganada o perdida), debe ser $O(|J|)$.
3. El resto de las acciones dentro de una partida (moverse, comer chocolates) deben ser $O(1)$.

La entrega consistirá de un único documento digital con el diseño completo de todos los módulos. Se debe diseñar el módulo principal (`Pacalgo2`) y todos los módulos auxiliares. La única excepción son los módulos disponibles en el Apunte de Módulos Básicos, que se pueden utilizar sin diseñarlos: lista enlazada, pila, cola, vector, diccionario lineal, conjunto lineal y conjunto acotado de naturales. Además, en el caso de usar implementaciones de abstracciones vistos en la materia (e.j.: Trie para Diccionario, AVL para Conjunto, Heap para cola de prioridad), es suficiente con definir un módulo con una interfaz plausible para la abstracción con las complejidades vistas en la teórica. Es decir, no es necesario aclarar estructura de representación, invariante de representación, función de abstracción o algoritmos.

Todos los módulos diseñados deben contar con las siguientes partes.

1. **Interfaz.**
   a) *Tipo abstracto ("se explica con ...").* Género (TAD) que sirve para explicar las instancias del módulo, escrito en el lenguaje de especificación **formal** de la materia. Pueden utilizar la especificación que se incluye en el apéndice.
   b) *Signatura.* Listado de todas las funciones públicas que provee el módulo. La signatura se debe escribir con la notación de módulos de la materia, por ejemplo, apilar(**in**/**out** pila : Pila, **in** x : Elemento).
   c) *Contrato.* Precondición y postcondición de todas las funciones públicas. Las pre y postcondiciones de las funciones de la interfaz deben estar expresadas **formalmente** en lógica de primer orden.[1] Las pre y postcondiciones deben usar los TADs provistos en el apartado **Especificación de la cátedra** más abajo en este documento, y **no** a la especificación escrita por ustedes en el TP2.
   d) *Complejidades.* Complejidades de todas las funciones públicas, cuando corresponda.
   e) *Aspectos de* aliasing. De ser necesario, aclarar cuáles son los parámetros y resultados de los métodos que se pasan por copia y cuáles por referencia, y si hay *aliasing* entre algunas de las estructuras.
2. **Implementación.**
   a) *Representación ("se representa con ...").* Módulo con el que se representan las instancias del módulo actual.
   b) *Invariante de representación.* Puede estar expresado en lenguaje natural o formal.
   c) *Función de abstracción.* Puede estar expresada en lenguaje natural o formal. La función de abstracción debe referirse a los TADs provistos en el apartado **Especificación de la cátedra** más abajo en este documento, y **no** a la especificación escrita por ustedes en el TP2.
   d) *Algoritmos.* Pueden estar expresados en pseudocódigo, usando si es necesario la notación del lenguaje de módulos de la materia o notación tipo C++. Las pre y postcondiciones de las funciones auxiliares pueden estar expresadas en lenguaje natural (no es necesario que sean formales). Indicar de qué manera los algoritmos cumplen con el contrato declarado en la interfaz y con las complejidades pedidas. No se espera una demostración formal, pero sí una justificación adecuada.

[1] Si la implementación requiere usar funciones auxiliares, sus pre y postcondiciones pueden estar escritas en lenguaje natural, pero esto no forma parte de la interfaz.

3. **Servicios usados.** Módulos que se utilizan, detallando las complejidades, *aliasing* y otros aspectos que dichos módulos deben proveer para que el módulo actual pueda cumplir con su interfaz.

Sobre uso de tablas de hash.

Recomendamos **no** usar tablas de *hash* como parte de la solución a este TP. El motivo es que, si bien las tablas de *hash* proveen buenas garantías de complejidad *en caso promedio*—asumiendo ciertas propiedades sobre la función de *hash* y condiciones de buena distribución de la entrada—, no proveen en cambio buenas garantías de complejidad *en peor caso*. (En términos asintóticos, una tabla de *hash* se comporta en peor caso tan mal como una lista enlazada).

Sobre el uso de lenguaje natural y formal.

Las precondiciones y poscondiciones de las funciones auxiliares, el invariante y la función de abstracción pueden estar expresados en lenguaje natural. No es necesario que sean formales. Asimismo, los algoritmos pueden estar expresados en pseudocódigo. Por otro lado, está permitido que utilicen fórmulas en lógica de primer orden en algunos lugares puntuales, si consideran que mejora la presentación o subsana alguna ambigüedad. El objetivo del diseño es convencer al lector, y a ustedes mismos, de que la interfaz pública se puede implementar usando la representación propuesta y respetando las complejidades pedidas. Se recomienda aplicar el sentido común para priorizar la **claridad** y **legibilidad** antes que el rigor lógico por sí mismo. Por ejemplo:

Más claro	**Menos claro**
"Cada clave del diccionario D debe ser una lista sin elementos repetidos." ✓ "sinRepetidos?(claves(D))" ✓	"No puede haber repetidos." (¿En qué estructura?).
"Ordenar la lista A usando mergesort." ✓ "A.mergesort()" ✓	"Ordenar los elementos." (¿Qué elementos? ¿Cómo se ordenan?).
"Para cada tupla (x, y) en el conjunto C { x.apilar(y) n++ }" ✓	"Miro las tuplas del conjunto, apilo la segunda componente en la primera y voy incrementando un contador." (Ambiguo y difícil de entender).

Especificación de la cátedra

TAD Coordenada **es** Tupla⟨nat, nat⟩
TAD Direccion **es** ENUM{ARRIBA, ABAJO, IZQUIERDA, DERECHA}
TAD Jugador **es** String
TAD Ranking **es** dicc(jugador, nat)

TAD Mapa

géneros mapa

observadores básicos

largo : mapa ⟶ nat
alto : mapa ⟶ nat
inicio : mapa ⟶ coordenada
llegada : mapa ⟶ coordenada
paredes : mapa ⟶ conj(coordenada)
fantasmas : mapa ⟶ conj(coordenada)
chocolates : mapa ⟶ conj(coordenada)

generadores

nuevoMapa : nat *largo* × nat *alto* × coordenada *inicio* × coordenada *llegada* × conj(coordenada) *paredes* × conj(coordenada) *fantasmas* × conj(coordenada) *chocolates* ⟶ mapa

$$\left\{\begin{array}{l}\text{inicio} \neq \text{llegada} \land \text{todosEnRango(paredes} \cup \text{fantasmas} \cup \text{chocolates} \cup \{\text{inicio, llegada}\},\\ \text{largo, alto)} \land \{\text{inicio, llegada}\} \cap (\text{fantasmas} \cup \text{paredes}) = \emptyset \land \text{disjuntosDeAPares(paredes,}\\ \text{fantasmas, chocolates)}\end{array}\right\}$$

otras operaciones

distancia	: coordenada $pos1$ × coordenada $pos2$	$\longrightarrow$	nat
distConFantasmaMasCercano	: conj(coordenada) $fantasmas$ × coordenada pos	$\longrightarrow$	nat {¬ vacío?(fantasmas)}
enRango	: coordenada pos × nat $largo$ × nat $alto$	$\longrightarrow$	bool
todasEnRango	: conj(coordenada) $posiciones$ × nat $largo$ × nat $alto$	$\longrightarrow$	bool
disjuntosDeAPares	: conj(α) × conj(α) × conj(α)	$\longrightarrow$	bool

axiomas

largo(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ l

alto(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ a

inicio(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ ini

llegada(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ fin

paredes(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ p

fantasmas(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ f

chocolates(nuevoMapa(l,a,ini,fin,p,f,c)) $\equiv$ c

distancia(pos1, pos2) $\equiv$ $|+pos1_1 - +pos2_1| + |+pos1_2 - +pos2_2|$

distConFantasmaMasCercano(fantasmas, pos) $\equiv$ **if** $\#fantasmas = 1$ **then**
distancia(pos, dameUno(fantasmas))
else
mín(distancia(pos, dameUno(fantasmas)), distConFantasmaMasCercano(sinUno(fantasmas), pos))
fi

enRango(pos,largo,alto) $\equiv$ $pos_1 > 0 \land pos_1 \leq largo \land pos_2 > 0 \land pos_2 \leq alto$

todosEnRango(posiciones,largo,alto) $\equiv$ vacío?(posiciones) $\lor$ (enRango(dameUno(posiciones), largo, alto) $\land$ todosEnRango(sinUno(posiciones), largo, alto))

disjuntosDeAPares(a, b, c) $\equiv$ #(a) + #(b) + #(c) = #(a $\cup$ b $\cup$ c)

Fin TAD

TAD Partida

géneros partida

observadores básicos

mapa : partida $\longrightarrow$ mapa

jugador : partida $\longrightarrow$ coordenada

chocolates : partida $\longrightarrow$ conj(coordenada)

cantMov : partida $\longrightarrow$ nat

inmunidad : partida $\longrightarrow$ nat

generadores

nuevaPartida : mapa m	$\longrightarrow$	partida
mover : partida p × direccion d	$\longrightarrow$	partida {¬ganó?(p) ∧ ¬perdió?(p)}

otras operaciones

ganó? : partida $\longrightarrow$ bool

perdió? : partida $\longrightarrow$ bool

sigienteMovimiento : partida × direccion $\longrightarrow$ coordenada

posMovimiento : coordenada × direccion $\longrightarrow$ coordenada

restringirMovimiento : partida × coordenada $\longrightarrow$ coordenada

axiomas

mapa(nuevaPartida(m)) $\equiv$ m

mapa(mover(p, pos)) ≡ mapa(p)
jugador(nuevaPartida(m)) ≡ inicio(m)
jugador(mover(p, d)) ≡ posMovimiento(jugador(p), d)
cantMov(nuevaPartida(m)) ≡ 0
cantMov(mover(p,d)) ≡ cantMov(p) + β(posMovimiento(p, d) ≠ jugador(p))
chocolates(nuevaPartida(m)) ≡ chocolates(m) - inicio(m)
chocolates(mover(p,d)) ≡ chocolates(p) - posMovimiento(p, d)
inmunidad(nuevaPartida(m)) ≡ **if** inicio(m) ∈ chocolates(m) **then** 10 **else** 0 **fi**
inmunidad(mover(p,d)) ≡ **if** posMovimiento(p, d) ∈ chocolates(p) **then**
10
else
max(0, inmunidad(p) - 1)
fi
ganó?(p) ≡ jugador(p) = llegada(mapa(p))
perdió?(p) ≡ ¬ganó?(p) ∧ distConFantasmaMasCercano(fantasmas(mapa(p)), jugador(p))≤ 3 ∧ inmunidad(p) = 0
siguienteMovimiento(p, d) ≡ restringirMovimiento(p, posMovimiento(jugador(p), d))
posMovimiento(c, d) ≡ ⟨ c_1 + β(d = DERECHA) - β(d = IZQUIERDA), c_2 + β(d = ARRIBA) - β(d = ABAJO) ⟩
restringirMovimiento(p, c) ≡ ⟨ max(0, min(largo(mapa(p)) - 1, c_1)), max(0, min(alto(mapa(p)) - 1, c_2)) ⟩

Fin TAD

TAD Fichin

géneros fichin

observadores básicos

mapa : fichin ⟶ mapa
alguienJugando? : fichin ⟶ bool
jugadorActual : fichin f ⟶ jugador {alguienJugando?(f)}
partidaActual : fichin f ⟶ partida {alguienJugando?(f)}
ranking : fichin ⟶ ranking

generadores

nuevoFichin : mapa ⟶ fichin
nuevaPartida : fichin f × jugador ⟶ fichin {¬alguienJugando?(f)}
mover : fichin f × direccion ⟶ fichin {alguienJugando?(f)}

otras operaciones

objetivo : fichin f ⟶ tupla⟨jugador, nat⟩ {alguienJugando?(f) ∧ definido?(jugadorActual(f), ranking(f))}
oponente : fichin f ⟶ jugador {alguienJugando?(f) ∧ definido?(jugadorActual(f), ranking(f))}
oponentes : fichin f ⟶ conj(jugador) {alguienJugando?(f) ∧ definido?(jugadorActual(f), ranking(f))}
mejoresQue : ranking r × conj(jugador) ch × nat ⟶ conj(jugador) {cj ⊆ claves(r)}
peoresJugadores : ranking r × conj(jugador) cj ⟶ conj(jugador) {cj ⊆ claves(r)∧ ¬∅?(cj)}
jugadoresConPuntaje : ranking r × conj(jugador) cj × nat ⟶ conj(jugador) {cj ⊆ claves(r)∧ ¬∅?(cj)}
peorPuntaje : ranking r × conj(jugador) cj ⟶ nat {cj ⊆ claves(r) ∧ ¬∅?(cj)}

axiomas

mapa(nuevoFichin(m)) ≡ m
mapa(nuevaPartida(f, j)) ≡ mapa(f)
mapa(mover(f, d)) ≡ mapa(f)
alguienJugando?(nuevoFichin(m)) ≡ false

alguienJugando?(nuevaPartida(f, j)) ≡ true
alguienJugando?(mover(f, d)) ≡ ¬ (ganó?(mover(partidaActual(f), d)) ∨ perdió?(mover(partidaActual(f), d))
jugadorActual(nuevaPartida(f, j)) ≡ j
jugadorActual(mover(f, d)) ≡ jugadorActual(f)
partidaActual(nuevaPartida(f, j)) ≡ nuevaPartida(mapa(f))
partidaActual(mover(f, d)) ≡ mover(partidaActual(f), m)
ranking(nuevoFichin(m)) ≡ vacío
ranking(nuevaPartida(f, j)) ≡ ranking(f)
ranking(mover(f, d)) ≡ **if** ganó?(mover(partidaActual(f), d)) **then**
  if def?(jugadorActual(f), ranking(f)) **then**
    definir(jugadorActual(f),
    min(obtener(jugadorActual(f), ranking(f)),
    cantMov(mover(partidaActual(f), d)))
)
  else
    definir(jugadorActual(f),
    cantMov(mover(partidaActual(f), d)))
  fi
else
  ranking(f)
fi
objetivo(f) ≡ ⟨oponente(f), obtener(ranking(f), oponente(f))⟩
oponente(f) ≡ **if** #oponentes(f) = 0 **then**
  jugadorActual(f)
else
  dameUno(oponentes(f))
fi
oponentes(f) ≡ **if** ∅?(mejoresQue(ranking(f), claves(ranking(f)), obtener(ranking(f), jugadorActual(f))) **then**
  ∅
else
  peoresJugadores(r, mejoresQue(ranking(f), claves(ranking(f)), obtener(ranking(f), jugadorActual(f))))
fi
mejoresQue(r, cj, n) ≡ **if** vacio?(cj) **then**
  ∅
else
  mejoresQue(r, sinUno(cj), n) ∪
  if obtener(dameUno(cj), r) > n **then**
    {dameUno(cj)}
  else
    ∅
  fi
fi
peoresJugadores(r, cj) ≡ jugadoresConPuntaje(r, cj, peorPuntaje(r, cj))
jugadoresConPuntaje(r, cj, n) ≡ **if** vacio?(cj) **then**
  ∅
else
  jugadoresConPuntaje(sinUno(cj), n) ∪
  if obtener(dameUno(cj), r) = n **then**
    {dameUno(cj)}
  else
    ∅
  fi
fi

```
peorPuntaje(r, cj)  ≡ if #cj = 1 then
                        obtener(dameUno(cj), r)
                      else
                        if obtener(dameUno(cj), r) < peorPuntaje(sinUno(cj), r)
                        then
                          obtener(dameUno(cj), r)
                        else
                          peorPuntaje(sinUno(cj), r)
                        fi
                      fi
```

Fin TAD

Entrega

Para la entrega deben hacer `commit` y `push` de un único documento digital en formato `pdf` en el repositorio **grupal** en el directorio `tpg3/`. El documento debe incluir el diseño completo del enunciado incluyendo todos los módulos, cada uno con su interfaz, estructuras de representación, invariante de representación, función de abstracción, implementación de los algoritmos y descripción de los servicios usados. Se recomienda el uso de los paquetes de LaTeX de la cátedra para lograr una mejor visualización del informe.