Algoritmos y Estructuras de Datos

Guía Práctica 5
Diseño con arreglos

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

1. Estructuras con arreglos

Ejercicio 1. Quizás la forma más simple de implementar un conjunto acotado sea mediante un array de tamaño fijo, utilizando la siguiente estructura:

```
Modulo ConjAcotadoArr<T> implenenta ConjAcotado<T> {
    var datos: Array<T>
    var largo: int
}
```

En la variable *datos* guardaremos los elementos. Como el tamaño del arreglo es fijo, necesitamos otra variable, a la que llamamos *largo*, que indique cuántas posiciones del arreglo *datos* están siendo usadas.

Con esta misma estructura, tenemos dos opciones: permitir que en el arreglo haya elementos repetidos o no permitirlo.

- Escriba el invariante de representación y la función de abstracción para ambos casos (con y sin repetidos)
- ¿Cuál es más eficiente? Cuándo usaría cada una de las dos versiones?
- Escriba los algoritmos para las operaciones de `agregar` un elemento y `sacar` un elemento para ambas versiones
- Respecto de la operación `sacar`, piense un algoritmo que no requiera generar un nuevo arreglo para reemplazar a *datos*, sino que se resuelva modificando alguna de sus posiciones

Ejercicio 2. Cómo implementaría una pila *no acotada* (sin capacidad máxima) utilizando arreglos? Escriba la estructura propuesta, el invariante de representación, la función de abstracción y las operaciones `apilar` y `desapilar`.

Ejercicio 3. Se quiere agregar al TAD Pila una operación `eliminar` que permita eliminar un elemento de cualquier posición de la pila.

```
proc eliminar(inout p: Pila<T>, i: ℤ)
      requiere {p = P_0}
      requiere {0 ≤ i < |p.s|}
      asegura {p.s = concat(subseq(P_0.s, 0, i), subseq(P_0.s, i + 1, |P_0.s|))}
```

(NOTA: Tómese unos minutos para pensar una forma eficiente de implementar esta nueva pila antes de continuar...)

Para implementarlo, se propone una estructura con dos arreglos: un arreglo de tipo T que guarda los elementos de la pila y un arreglo de tipo *bool* que indica si esa posición está siendo usada. Así, para eliminar un elemento de la pila, basta con poner en $false$ dicha posición en el arreglo de bools.

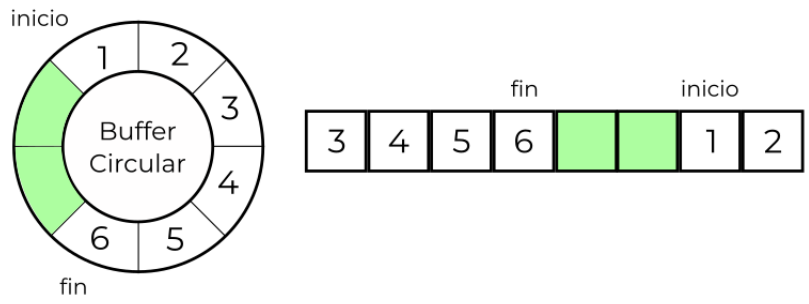
```
Modulo PilaConElimArr<T> implenenta PilaConElim<T> {
    var datos: Array<T>
    var enUso: Array<bool>
    var largo: int
}
```

Se pide:

- Escribir el invariante de representación y la función de abstracción

- Escribir los algoritmos de `apilar`, `desapilar` y `eliminar`

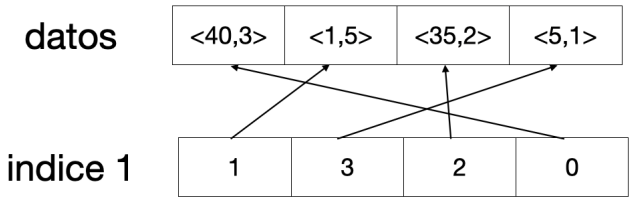
Ejercicio 4. Una forma eficiente de implementar el TAD `Cola` en su versión acotada (con una cantidad máxima de elementos predefinida), es mediante un *buffer circular*. Esta estructura está formada por un array del tamaño máximo de la cola (n) y dos índices (*inicio* y fin), que indican en qué posición empieza y en qué posición termina la cola, respectivamente. Al encolar un elemento, se lo guarda en la posición indicada por el índice *inicio* y se incrementa dicho índice. Al desencolar un elemento, se devuelve el elemento indicado por el índice fin y se incrementa el mismo. En ambos casos, si el índice a incrementar supera el tamaño del array, se lo reinicia a 0.



- Elija una estructura de representación
- Escriba el invariante de representación y la función de abstracción
- Escriba los algoritmos de las operaciones `encolar` y `desencolar`
- ¿Por qué tiene sentido utilizar un buffer circular para una cola y no para una pila?

Ejercicio 5. Un *índice* es una estructura secundaria que permite acceder más rápidamente a los datos a partir de un determinado criterio. Básicamente un índice guarda *punteros* o, en el caso de arreglos, *posiciones* a los elementos en un orden en particular, diferente al orden original.

Imagine un conjunto de tuplas con dos componentes. Algunas veces vamos a querer buscar (rápido) por la primera componente y a veces por la segunda. Podríamos guardar los datos en sí en un arreglo y tener otros dos arreglos: uno con las posiciones de los elementos en el arreglo original pero *ordenados por la primera componente*, y otro con la posición de los elementos *ordenados por la segunda componente*. A estos arreglos se los denomina índices.



- Escriba la estructura propuesta
- Escriba el invariante de representación y la función de abstracción, en castellano y en lógica
- Escriba los algoritmos de `BuscarPorPrimera` y `BuscarPorSegunda` que busca por la primera o la segunda componente respectivamente
- Escriba los algoritmos de `agregar` y `sacar`

2. Invariante de representación y función de abstracción en modelado de problemas

Tenemos un TAD que modela las ventas minoristas de un comercio. Cada venta es individual (una unidad de un producto) y se quieren registrar todas las ventas. El TAD tiene un único observador:

```
TAD Comercio {
    obs ventasPorProducto: dict<Producto, seq<tupla<Fecha, Monto>>>
}

Producto es string
Monto es int
Fecha es int (segundos desde 1/1/1970)
```

ventasPorProducto contiene, para cada producto, una secuencia con todas las ventas que se hicieron de ese producto. Para cada venta, se registra la fecha y el precio. Se puede considerar que todas las fechas son diferentes. Este TAD lo vamos a implementar con la siguiente estructura:

```
Modulo ComercioImpl implementa Comercio {
    var ventas: SecuenciaImpl<tupla<Producto, Fecha, Monto>>
    var totalPorProducto: DiccionarioImpl<Producto, Monto>
    var ultimoPrecio: DiccionarioImpl<Producto, Monto>
}
```

- **ventas** es una implementación de secuencia con todas las ventas realizadas, indicando producto, fecha y monto.
- **totalPorProducto** asocia cada producto con el dinero total obtenido por todas sus ventas.
- **ultimoPrecio** asocia cada producto con el monto de su última venta registrada.

Se pide:

- Escribir en forma coloquial y detallada el invariante de representación y la función de abstracción.
- Escribir ambos en el lenguaje de especificación.

Ejercicio 6. Considere la siguiente especificación de una relación uno/muchos entre alarmas y sensores de una planta industrial: un sensor puede estar asociado a muchas alarmas, y una alarma puede tener muchos sensores asociados.

```
TAD Planta {
      obs alarmas: conj<Alarma>
      obs sensores: conj<tupla<Sensor, Alarma≫

      proc nuevaPlanta(): Planta
            asegura {res.alarmas = {}}
            asegura {res.sensores = {}}

      proc agregarAlarma(inout p: Planta, in a: Alarma)
            requiere {p = P_0}
            requiere {a ∉ p.alarmas}
            asegura {p.alarmas = P_0.alarmas ∪ {a}}
            asegura {p.sensores = P_0.sensores}

      proc agregarSensor(inout p: Planta, in a: Alarma, in s: Sensor)
            requiere {p = P_0}
            requiere {ainp.alarmas}
            requiere {⟨s, a⟩ ∉ p.sensores}
            asegura {p.alarmas = P_0.alarmas}
            asegura {p.sensores = P_0.sensores + {⟨s, a⟩}}
}
```

Se decidió utilizar la siguiente estructura como representación, que permite consultar fácilmente tanto en una dirección (sensores de una alarma) como en la contraria (alarmas de un sensor).

```
modulo PlantaImpl implementa Planta {
    var alarmas: Diccionario<Alarma, Conjunto<Sensor>>
    var Sensores: Diccionario<Sensor, Conjunto<Alarma>>
}
```

Se pide:

- Escribir formalmente y en castellano el invariante de representación.
- Escribir la función de abstracción.

2.1. Anexo: TADs acotados

Todos los TADs básicos van a contar con una versión acotada, es decir, que acepta un número limitado de elementos. A modo de ejemplo, esta sería la versión acotada del TAD `Conjunto`:

```
TAD ConjuntoAcotado<T> {
      obs elems: conj<T>
      obs cap: int

      proc conjVacío(c: int): ConjuntoAcotado<T>
            asegura {res.cap = c ∧ res.elems = ⟨⟩}

      proc pertenece(in c: ConjuntoAcotado<T>, in e: T): bool
            asegura {res = true ↔ e ∈ c.elems}

      proc agregar(inout c: ConjuntoAcotado<T>, in e: T)
            requiere {c = C_0}
            requiere {|c.elems| < c.cap}
            asegura {c.elems = C_0.elems ∪ ⟨e⟩}

      proc sacar(inout c: ConjuntoAcotado<T>, in e: T)
            requiere {c = C_0}
            asegura {c.elems = C_0.elems − ⟨e⟩}

      proc unir(inout c: ConjuntoAcotado<T>, in c': ConjuntoAcotado<T>)
            requiere {c = C_0}
            requiere {|c.elems| + |c'.elems| ≤ c.cap}
            asegura {c.elems = C_0.elems ∪ c'.elems}

      proc restar(inout c: ConjuntoAcotado<T>, in c': ConjuntoAcotado<T>)
            requiere {c = C_0}
            asegura {c.elems = C_0.elems − c'.elems}

      proc intersecar(inout c: ConjuntoAcotado<T>, in c': ConjuntoAcotado<T>)
            requiere {c = C_0}
            asegura {c.elems = C_0.elems ∩ c'.elems}

      proc agregarRápido(inout c: ConjuntoAcotado<T>, in e: T)
            requiere {c = C_0 ∧ e ∉ c.elems}
            requiere {|c.elems| < c.cap}
            asegura {c.elems = C_0.elems ∪ ⟨e⟩}

      proc tamaño(in c: ConjuntoAcotado<T>): ℤ
            asegura {res = |c.elems|}
}
```