

# Laboratorio - Tarea 3

## 22 de octubre de 2021

### Índice

<b>1. Objetivo</b>	<b>2</b>
<b>2. Problema</b>	<b>2</b>
<b>3. Materiales</b>	<b>2</b>
<b>4. ¿Qué se pide?</b>	<b>3</b>
<b>5. Entrega</b>	<b>3</b>
5.1. Plazo . . . . .	3
5.2. Corrección . . . . .	3
5.3. Identificación . . . . .	3
<b>6. Lenguaje y sistema operativo</b>	<b>3</b>
<b>7. Individualidad</b>	<b>4</b>
<b>8. Apéndice</b>	<b>4</b>
8.1. Verificación . . . . .	4
8.2. Makefile . . . . .	4
8.3. assert . . . . .	6

## 1. Objetivo

El objetivo de esta tarea es realizar una implementación de la resolución de un problema haciendo uso de la técnica Programación Dinámica.

Se espera que además de cumplir con el orden de tiempo de ejecución solicitado, la implementación realizada también haga un buen uso de memoria.

## 2. Problema

El problema considerado es el planteado en el Ejercicio 2 (Kleinberg & Tardos, Ex. 6.21) del documento “Ejercicios para la semana 13”, que se presenta a continuación:

Una compañía de inversiones está analizando el valor de las acciones de una empresa que cotiza en bolsa a lo largo de  $n$  días consecutivos. Los días considerados están numerados de 1 a  $n$ ; para cada día  $i$ ,  $1 \leq i \leq n$ , cada acción tiene un precio  $p(i)$ .

Para algunos valores, posiblemente grandes, de un parámetro  $k$ , quieren estudiar lo que llaman estrategias de  $k$ -disparos. Una estrategia de  $k$ -disparos es una colección de  $m$  pares de días  $(c_1, v_1), \dots, (c_m, v_m)$  donde  $0 \leq m \leq k$  y

$$1 \leq c_1 < v_1 < c_2 < v_2 < \dots < c_m < v_m \leq n. \quad (1)$$

Podemos interpretar esta secuencia como un conjunto de  $m$  intervalos disjuntos, durante los que los inversores compran 1000 acciones del stock (en el día  $c_i$ ) y luego las venden (en el día  $v_i$ ). Definimos entonces la *ganancia* de una estrategia de  $k$ -disparos como la ganancia obtenida en las  $m$  transacciones de compra-venta realizadas, es decir

$$\text{ganancia}(E) = 1000 \times \sum_{i=1}^m (p(v_i) - p(c_i)), \quad (2)$$

donde  $E$  es una estrategia de  $k$ -disparos para un stock de una acción dada.

**Se pide que:** Diseñe un algoritmo eficiente que, dada una secuencia de precios, determina una estrategia de  $k$ -disparos con la mayor ganancia posible para una acción dada. Asuma que siempre se cuenta con stock suficiente para comprar 1000 acciones en un día  $i$ ,  $1 \leq i \leq n$ . El tiempo de ejecución de su algoritmo debe ser **polinomial en  $n$  y  $k$** , es decir que no debe contener a  $k$  en el exponente de la expresión.

**Sugerencia:** Para cada  $i$ ,  $0 \leq i \leq n$ , calcule la mayor ganancia que es posible obtener mediante una estrategia de  $d$ -disparos,  $0 \leq d \leq k$ , a lo largo de los días 1 hasta  $i$ . Para ello evalúe la conveniencia de vender las acciones del último disparo en el día  $i$  o no hacerlo.

## 3. Materiales

El material se encuentra en el archivo `MaterialesTarea3.tar.gz` que está disponible en la sección **Laboratorio** del sitio EVA del curso. Se desempaqueta usando el comando `tar`:

```
$ tar zxvf MaterialesTarea3.tar.gz
```

Se obtiene un directorio `tarea3` con lo siguiente:

- El subdirectorio `include` que contiene el archivo de definición del módulo `k_disparos` que contiene la definición de algunas estructuras auxiliares junto a la especificación de la operación a ser implementada en el archivo `k_disparos.cpp` disponible en el directorio `src`.
- El archivo `Makefile` con reglas para la compilación y testing (ver sección 8.2).
- El subdirectorio `test` que contiene los casos de prueba para `principal.cpp`.

## 4. ¿Qué se pide?

Dar una implementación de un algoritmo que resuelve el problema, cuyo tiempo de ejecución debe ser polinomial en  $n$  y  $k$ , es decir que no debe contener a  $k$  en el exponente de la expresión. Recordar que en el problema,  $n$  es la cantidad de días y  $k$  es el parámetro asociado a la estrategia de  $k$ -disparos.

Se debe implementar dicho algoritmo en el archivo `k_disparos.cpp` (**con este nombre y extensión**) que implementa la función declarada en `k_disparos.h`.

## 5. Entrega

Se debe entregar el archivo `k_disparos.cpp` (**con este nombre y extensión**), que contenga la implementación realizada. Se deberá realizar la entrega a través del receptor correspondiente, que estará disponible en el sitio EVA del curso.

### 5.1. Plazo

La entrega se podrá realizar hasta el **miércoles 10 de noviembre** a las **18:00 horas**.

### 5.2. Corrección

La corrección se hará en las máquinas de Facultad, con los casos públicos y con casos privados que **se publicarán después de realizada la corrección de la entrega**. Se recomienda verificar el código entregado en las máquinas Linux de Facultad previo a realizar la entrega. La verificación se puede hacer de forma remota conectándose vía `ssh`.

Como se mencionó en la Sección 1 se espera que la implementación realizada haga un buen uso de la memoria, por lo que la corrección incluirá la utilización del analizador `valgrind`.

La entrega se corregirá con los siguientes criterios:

- Quienes tengan todos los casos (públicos y privados) bien **obtendrán 2 puntos**.
- Quienes tengan todos los casos públicos bien, y al menos uno privado mal, **obtendrán 1 punto**.
- Quienes tengan al menos 1 caso público mal, **no obtendrán puntos**.

Quienes obtengan **menos de 2 puntos** en la corrección de la entrega, **podrán realizar una re-entrega**. Para realizar la re-entrega se habilitará un nuevo receptor en la sección correspondiente del EVA. El plazo para la re-entrega será de 24 horas después de comunicados los resultados de la entrega. Los criterios para la corrección de la re-entrega **serán los mismos que para la entrega original**.

### 5.3. Identificación

El archivo a entregar debe tener en la primera línea un comentario con la cédula **sin guión ni dígito verificador**. Ejemplo:

```
/* 1234567 */
```

## 6. Lenguaje y sistema operativo

### Sistema operativo

El sistema operativo es la versión de Linux instalada en las máquinas de la Facultad.

## Lenguaje

El lenguaje que se utiliza es C\*, que es una extensión de C con las siguientes funcionalidades de C++:

- Funciones `new` y `delete`.
- Pasaje por referencia.
- Tipo `bool`.
- Definiciones de variables de tipo `struct` o `enum` al estilo C++.

## Herramientas

Las herramientas que se deben tener instaladas para poder desempaquetar, compilar, ejecutar y testear el laboratorio son: `tar`, `gzip`, `g++`, `make`, `valgrind` y `diff`.

## Compilador

El compilador es la versión de `g++` instalada en las máquinas Linux de la Facultad.

## 7. Individualidad

En la tarea de implementación se debe cumplir el Reglamento sobre no individualidad que está en la sección Laboratorio del sitio web del curso.

## 8. Apéndice

### 8.1. Verificación

La implementación de código es solo una etapa del desarrollo de software. Tras la implementación de cada módulo, de cada función, se debe verificar que se está cumpliendo con los requerimientos establecidos para las funcionalidades implementadas.

Se incluyen como ejemplos algunos casos de prueba (que **NO** necesariamente serán los únicos utilizados para la corrección). En ellos cada archivo `.in` representa lo leído en la entrada estándar y el correspondiente archivo `.out` lo que se escribe en la salida estándar. Se pueden redireccionar la entrada y salida estándar con los operadores de redirección `<` y `>` respectivamente. Por lo tanto se puede ejecutar `principal` con cada archivo `.in` redirigiendo la salida hacia otro archivo (por ejemplo, con extensión `sal`) que luego se compara con el archivo `.out` correspondiente. La comparación se hace con la utilidad `diff`. Si los archivos comparados son iguales no se imprime nada en la salida, por lo que si la salida de la ejecución de `diff` se redirige hacia un archivo, este tendrá tamaño 0. Se muestra un ejemplo de ejecución y comparación exitosa:

```
$ ./principal < test/01.in > test/01.sal
$ diff test/01.out test/01.sal > test/01.diff
```

### 8.2. Makefile

Para automatizar el proceso de desarrollo se entrega el archivo `Makefile` que consiste en un conjunto de reglas para la utilidad `make`.

Cada regla consiste en un *objetivo*, las *acciones* para conseguir el objetivo y las *dependencias* del objetivo. Cuando el objetivo y las dependencias son archivos, las acciones se ejecutan cuando el objetivo no está actualizado respecto a las dependencias (o sea, es un archivo que no existe o su fecha de modificación es anterior a la de alguna de las dependencias). Por más información ver el manual de `make` y el Instructivo Makefile que está en la Sección **Laboratorio** del sitio web del curso.

En el Makefile entregado las reglas incluidas son:

- `principal`: para compilar y enlazar.
- `clean`, `clean_bin` y `clean_test`: para borrar archivos.
- `testing`: para hacer pruebas.

**make principal** La regla principal compila y luego genera el ejecutable principal. Esta regla es la predefinida, o sea que es la que se invoca si no se especifica ninguna.

**make testing** Con la regla `testing` se ejecuta el programa con los casos de entrada (`in`) generando archivos con la extensión `sal` y estos se comparan con las salidas esperadas (`out`), obteniendo archivos con extensión `diff`.

El hecho de que en la salida no haya referencias al proceso de ejecución y comparación indica que las comparaciones fueron exitosas.

```
$ make testing
./principal < test/00.in > test/00.sal
./principal < test/01.in > test/01.sal
./principal < test/02.in > test/02.sal
./principal < test/03.in > test/03.sal
./principal < test/04.in > test/04.sal
./principal < test/05.in > test/05.sal
```

Una nueva ejecución no hará nada:

```
$ make testing
```

Si los archivos a comparar no son iguales se indica en la salida estándar. Y se puede comprobar que en el directorio `test` los archivos `diff` no tienen tamaño 0.

```
$ make testing
./principal < test/00.in > test/00.sal
---- ERROR en caso test/01.diff ----
./principal < test/02.in > test/02.sal
./principal < test/03.in > test/03.sal
---- ERROR en caso test/03.diff ----
./principal < test/04.in > test/04.sal
./principal < test/05.in > test/05.sal
-- CASOS CON ERRORES --
03
01

$ stat --print="%n %s \n" test/*.diff
%test/00.diff 0
%test/01.diff 59
%test/02.diff 0
%test/03.diff 143
```

```
%test/04.diff 0
%test/05.diff 0
%
```

**Observación:** la ejecución anterior es una simplificación de la ejecución completa que se muestra a continuación.

```
$timeout 6 valgrind -q --leak-check=full ./principal < test/00.in > test/00.sal 2>&1
```

Donde `timeout 6` significa que la ejecución del caso se cortaría en caso de demorar más de 6 segundos y `valgrind -q -leak-check=full` es la aplicación que analiza la correcta utilización de la memoria.

**make clean** En ocasiones puede ser útil borrar los archivos generados. Esto se hace con `make clean`. Si sólo se desea borrar los archivos generados por la compilación se debe invocar `make clean_bin`. Para borrar sólo los archivos generados por la ejecución de `principal` se debe invocar `make clean_test`.

### 8.3. assert

Para realizar diagnósticos durante el proceso de desarrollo se puede usar la macro `assert`, que toma como parámetro una expresión booleana. Si el resultado de la expresión es `true` no hace nada, pero si el resultado es `false` termina la ejecución del programa indicando el error. Se puede usar para verificar el cumplimiento de pre o post condiciones, de invariantes en un bucle, etc. Para usarla se debe incluir el archivo de encabezamientos correspondiente:

```
#include <assert.h>
```

Ejemplo: Mediante el código

```
int cant_scanf = scanf("%s", nom_com);
assert(cant_scanf == 1);
```

se controla que la lectura desde la entrada estándar asigne exactamente un valor a una variable.

El uso de `assert` debe limitarse a la etapa de desarrollo porque enlentece la ejecución del programa. Por ejemplo, si se quiere comprobar que se cumple una precondition de pertenencia a una lista se puede incluir:

```
assert(pertenece_a_lista(num, lst));
```

Pero esto implica una recorrida a una lista, que no es necesaria, ya que debe asumirse como precondition. Para evitar tener que remover del código todas las instancias de `assert` se dispone de la directiva `DNDEBUG` como opción de compilación. Su uso se puede ver en la línea 56 del `Makefile`.

**Precaución.** La expresión pasada como parámetro a `assert` no debe tener efectos secundarios, ya que estos no se producirán cuando se compile con la directiva `DNDEBUG`. La siguiente invocación será removida del código al incluir esta directiva al compilar:

```
assert(scanf("%s", nom_com));
```

Por lo tanto se remueve la lectura y asignación del valor de la variable. La forma correcta de uso es la que está al inicio de esta sección.