Simulación de carreras de coches

Fecha de entrega de la versión 2: 20 de noviembre de 2023

(Imagen extraída de *http://motorsportsimulator.com*)

El objetivo del proyecto es realizar un programa que permita simular carreras de coches. La idea es desarrollar el proyecto, de forma incremental, para ir incluyendo en cada versión los distintos conocimientos que se imparten en la asignatura.

1. La simulación en detalle

Una carrera de coches está compuesta por una carretera con varios carriles, donde en cada carril hay un coche. Es importante matizar que **en esta versión nos centraremos en una carretera con un solo carril**, pero en la versión posterior podremos simular carreras con varios carriles y varios coches. Todos los coches empiezan en la *posición inicial* 0 y en cada turno, si es posible, avanzan. Cada posición de un carril puede ser de tres tipos:

- ✔ **Posición *normal***. Este tipo de posiciones no tiene ningún efecto sobre el coche.
- ✔ **Posición con *clavo***. Las posiciones con clavo hacen que el coche pinche y por tanto permanezca parado un número determinado de turnos, mientras se repara el pinchazo.
- ✔ **Posición *sorpresa***. Las posiciones sorpresa hacen que el coche se mueva a otra posición sorpresa. La forma de calcular a qué posición se traslada el coche es la siguiente: generamos un número aleatorio entre 0 y 1 (ambos incluidos). Si sale 0, se avanza a la siguiente posición sorpresa. Si sale 1, se retrocede hasta la posición sorpresa anterior. En caso de no existir dicha posición sorpresa, el coche se coloca en la posición 0 (posición inicial).

La posición inicial en cualquier carril nunca puede contener ni un clavo ni una sorpresa. Además, cada carril puede tener una configuración distinta, es decir, los clavos y sorpresas de carriles

diferentes, pueden estar en posiciones distintas. Otro aspecto importante es que, en una posición de un carril determinado, no puede haber un clavo y una sorpresa simultáneamente.
La simulación termina cuando todos los coches han llegado a la meta, en cuyo caso se muestra el pódium (orden de llegada de los coches), y se permite, si el usuario lo desea, repetir la simulación.
El avance de los coches se puede hacer en dos modos distintos: *normal* y *depuración*. En el modo normal, un coche avanza un número aleatorio de pasos, que oscilará entre 1 y una constante MAX_PASOS. En el modo depuración será el usuario quien introducirá el número de pasos a avanzar. En este caso no hay límite y se pueden introducir valores negativos que harán que el coche retroceda. Hay que tener cuidado de no mandar el coche a posiciones negativas. Si esto ocurriera, habrá que colocar el coche en la posición inicial. En el modo depuración, al caer en una sorpresa se debe preguntar al usuario si se avanza o retrocede en lugar de hacerlo aleatorio. En secciones posteriores explicaremos cómo generar números aleatorios.

2. Carretera con un único carril

En esta versión simularemos la lógica de una carrera en la que participa un único coche que circula por una carretera de un único carril. La configuración de la carretera se cargará de un archivo de texto. Por ejemplo, el archivo "`carriles.txt`" que suministramos con el código, es de la forma:

```
CLAVO 3 2 6 9
SORPRESA 3 3 5 7
XX
```

donde puedes observar que, en cada línea, se especifican las posiciones en las que hay clavo o sorpresa. El fichero termina con el centinela "XX". Concretamente, en este archivo:

- ✔ La primera línea contiene información sobre posiciones con clavo. Aparece el identificador CLAVO seguido de `3, 2, 6 y 9`. El primer entero 3 indica que habrá tres clavos, colocados en las posiciones `2, 6 y 9`.
- ✔ La segunda línea hace referencia a posiciones sorpresa (identificador SORPRESA). En este caso hay 3 sorpresas en las posiciones `3, 5 y 7`.
- ✔ El resto de posiciones del carril son posiciones normales.

Ten en cuenta que el fichero puede tener más de dos líneas, de ahí el uso del centinela "XX". Por ejemplo, el archivo anterior podría contener también la línea `CLAVO 2 4 8`, que indicaría que además de las posiciones CLAVO de la primera línea, hay otros dos clavos en las posiciones `4 y 8`. Asumiremos que el archivo es correcto, es decir que las posiciones están dentro de la longitud del carril y que en una misma posición no puede haber un clavo y una sorpresa a la vez.

Una vez cargada la carretera, se inicia la simulación desde la posición 0, de forma que en cada turno el coche avanza. La forma de avanzar puede ser aleatoria (*modo normal*) o manual (*modo depuración*). En el modo normal el coche avanza un número aleatorio de pasos, comprendido entre 1 y la constante MAX_PASOS. En el modo depuración, es el usuario el que introduce el número de pasos a avanzar (o retroceder), siempre teniendo cuidado de no alcanzar posiciones negativas. Si esto ocurriera, colocaremos el coche en la posición inicial. Además, en cada turno, el

jugador debe utilizar el teclado, bien para introducir un valor de avance (modo depuración), o simplemente presionando la tecla "Enter" para ejecutar la siguiente acción (modo normal).

La simulación finaliza cuando el coche llega o pasa por la meta, que está ubicada después de la última posición del carril. Entonces será el usuario quien decida si quiere repetir la simulación o terminar definitivamente la ejecución del programa. **En esta versión, al haber sólo un carril, no habrá pódium**.

2.1. Detalles de implementación

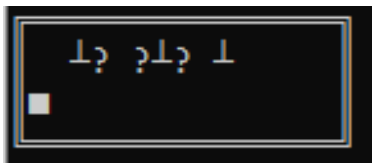
Definiremos las siguientes constantes:

- ✔ LONG_CARRETERA: Representa la longitud del carril por el que circula el coche, es decir, el número de posiciones que tiene. El carril lo forman las posiciones comprendidas entre 0 y LONG_CARRETERA-1. *La posición 0 es la salida de la carrera y no se pueden colocar ni clavos ni sorpresas en esta posición.* Inicializarla al valor 10.
- ✔ MAX_PASOS: Define el número máximo de posiciones que puede avanzar un coche cuando la simulación se lleva a cabo en modo normal. En modo depuración no existe límite para indicar el avance (o retroceso) del coche, pero hay que controlar que el coche no se vaya a posiciones negativas. Inicializarla al valor 2.
- ✔ TIEMPO_PARADO: Representa el número de turnos que un coche permanece parado cuando cae en una posición clavo (ha sufrido un pinchazo). Inicializarla al valor 2.
- ✔ DEBUG: Define el modo de ejecución, normal o depuración. La constante será de tipo *bool* de tal forma que si vale `true` ejecutaremos el modo depuración. En otro caso se ejecutará el modo normal. Pon inicialmente el valor true para realizar pruebas en modo depuración y posteriormente prueba el modo normal.

Definiremos también constantes para representar los valores ASCII de los caracteres que utilizaremos para dibujar la carretera.

- ✔ `CHAR_LINEA_HORIZONTAL = 205;` // ═
- ✔ `CHAR_ESQUINA_SUPERIOR_IZQUIERDA = 201;` // ╔
- ✔ `CHAR_ESQUINA_SUPERIOR_DERECHA = 187;` // ╗
- ✔ `CHAR_ESQUINA_INFERIOR_IZQUIERDA = 200;` // ╚
- ✔ `CHAR_ESQUINA_INFERIOR_DERECHA = 188;` // ╝
- ✔ `CHAR_LINEA_VERTICAL = 186;` // ║
- ✔ `CHAR_COCHE = 254;` // ■
- ✔ `CHAR_CLAVO = 193;` // ┴
- ✔ `CHAR_SORPRESA = 63;` // ?
- ✔ `CHAR_NORMAL = 32;` // ' '

Por ejemplo, la situación inicial para la carretera representada en el fichero "carriles.txt" sería:



Para representar las posiciones de la carretera, definiremos un tipo enumerado `tTipoPosicion` con los valores `NORMAL`, `CLAVO` y `SORPRESA`. La carretera estará representada por el tipo `tCarretera`, un array de elementos del tipo `tTipoPosicion` y longitud `LONG_CARRETERA`. Implementaremos, entre otras, las funciones que se indican a continuación.

Para representar un coche en la carrera utilizaremos el tipo de datos `tCoche` de la siguiente forma:

```
struct tCoche{
      int pos;
      int tiempoParado;
};
```

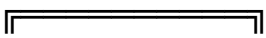
donde `pos` indica la posición del coche en el carril, y `tiempoParado` indica la cantidad de turnos que el coche debe estar parado por un pinchazo. Cuando este número sea 0, podrá moverse como corresponda.

1) funciones para leer del archivo de texto y cargar la carretera.

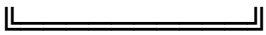
- `void iniciaCoche(tCoche& coche)`: inicializa un coche, estableciendo su posición inicial y el número de turnos que debe permanecer parado a 0.
- `void iniciaCarretera(tCarretera carretera)`: inicializa un carril indicando que todas sus posiciones son de tipo `NORMAL`.
- `tTipoPosicion stringToEnum(string s)`: transforma el string `s` en su correspondiente elemento del tipo enumerado `tTipoPosicion`.
- `bool cargaCarretera(tCarretera carretera)`: pide el nombre del archivo al usuario. Lo abre y carga los datos en `carretera`. Devuelve `true` sí y sólo sí la apertura del archivo ha sido correcta.

2) funciones de visualización de la carretera:

- `void dibujaLineaHorizontalSuperior()`: dibuja la línea superior de la carretera, teniendo en cuenta la longitud de la misma.

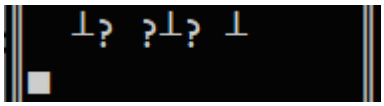


- `void dibujaLineaHorizontalInferior()`: dibuja la línea inferior de la carretera, teniendo en cuenta la longitud de la misma.



- `void dibujaCarril(const tCarretera carretera, int posCoche)`: dibuja el contenido del carril, es decir los clavos (⊥), las sorpresas (?) y el coche (■), que está en la posición `posCoche`. El carril realmente ocupa dos líneas. En la primera se colocan las

posiciones clavo y sorpresa, y en la segunda línea se coloca el coche. De esta forma la visualización es más representativa. Observa además que cada línea empieza y acaba con ‖. El siguiente dibujo muestra el carril del archivo "`carriles.txt`", donde el coche está en la posición inicial.



- `void dibujaCarretera(const tCarretera carretera, int posCoche)`: utiliza las funciones anteriores para dibujar la carretera completa.

3) funciones que verifican si una posición es de un tipo especial:

- `bool esSorpresa(const tCarretera carretera, int posCoche)`: devuelve `true` sí y sólo sí la posición `posCoche` es una posición sorpresa en la carretera.
- `bool esClavo(const tCarretera carretera, int posCoche)`: devuelve `true` sí y sólo sí la posición `posCoche` contiene un clavo en la carretera.

4) función que calcula la siguiente/anterior posición sorpresa:

- `bool enCarretera(int n)`: devuelve `true` si la posición `n` está en la carretera (0 ≤ `n` < `LONG_CARRETERA`) o `false` en otro caso.

- `int buscaPosicionSorpresa(const tCarretera carretera, int posIni, int incr)`: localiza, partiendo de `posIni`, la siguiente/anterior posición sorpresa donde debe situarse el coche. El parámetro `incr` (que será `1` o `-1` en la llamada) indica el incremento realizado en cada iteración para localizar la siguiente posición `sorpresa`. Si ésta no se encuentra en el tramo correspondiente de carril, se devuelve 0.

5) funciones que realizan la simulación:

- `int avanza(int posCoche)`: dada la posición actual del coche `posCoche`, devuelve la nueva posición del coche tras el avance. Si estamos en el modo normal, entonces se genera un número aleatorio entre 1 y `MAX_PASOS`, ambos valores incluidos, que se suma a la posición actual del coche `posCoche`, devolviendo dicho valor como resultado. En el modo depuración, el número de pasos a avanzar lo introduce el usuario, de forma que, si al calcular la nueva posición del coche nos sale un valor negativo, entonces se devuelve 0.
- `bool haLlegado(int posCoche)`: devuelve `true` sí y sólo sí `posCoche` es mayor o igual a `LONG_CARRETERA`.
- `bool calculaPosicion(const tCarretera carretera, tCoche& coche)`: analiza la posición del coche. Si dicha posición contiene un clavo, entonces actualiza el valor del tiempo de parada del coche a la constante correspondiente. En caso de ser una

posición sorpresa, decide, de forma aleatoria, si hay que avanzar o retroceder. En modo depuración se pedirá al usuario si se avanza o retrocede con la sorpresa. Posteriormente invoca a la función `buscaPosicionSorpresa` para actualizar la posición del coche. Además, esta función devuelve `true` sí y solo sí la posición del coche es posición sorpresa.

- `void avanzaCarril(const tCarretera carretera, tCoche& coche)`: Si el coche no ha llegado a la meta y no está parado por un pinchazo, se calcula su avance (utilizando la función `avanza`). Seguidamente, se analiza la nueva posición alcanzada. Si se ha llegado a la meta, colocamos el coche en la posición `LONG_CARRETERA`. En otro caso, se dibuja la carretera y se invoca a `calculaPosicion`. Si ha caído en una posición sorpresa, la función anterior devuelve `true` y calcula la nueva posición a la que salta el coche. Por tanto, para visualizar dicho salto, se vuelve a dibujar la carretera.
- `void simulaCarrera(const tCarretera carretera, tCoche& coche)`: mientras no llegue el coche a la meta, invoca a la función `avanzaCarril`.

2.1.1. Generación de números aleatorios

Ten en cuenta que para generar los números aleatorios usaremos las funciones `srand(semilla)` y `rand()` de la biblioteca `cstdlib`. Una secuencia de números aleatorios comienza en un primer número entero que se denomina semilla.

Para establecer la semilla el programa deberá invocar a la función `srand()` con el argumento deseado. Lo que hace que la secuencia se comporte de forma aleatoria es precisamente la semilla. Una semilla habitual es el valor de la hora del sistema que se obtiene con una invocación a `time(NULL)` (biblioteca `ctime`), ya que así es siempre distinta para cada ejecución. Así pues, el programa deberá ejecutar `srand(time(NULL))` (una sola vez, al principio del programa principal).

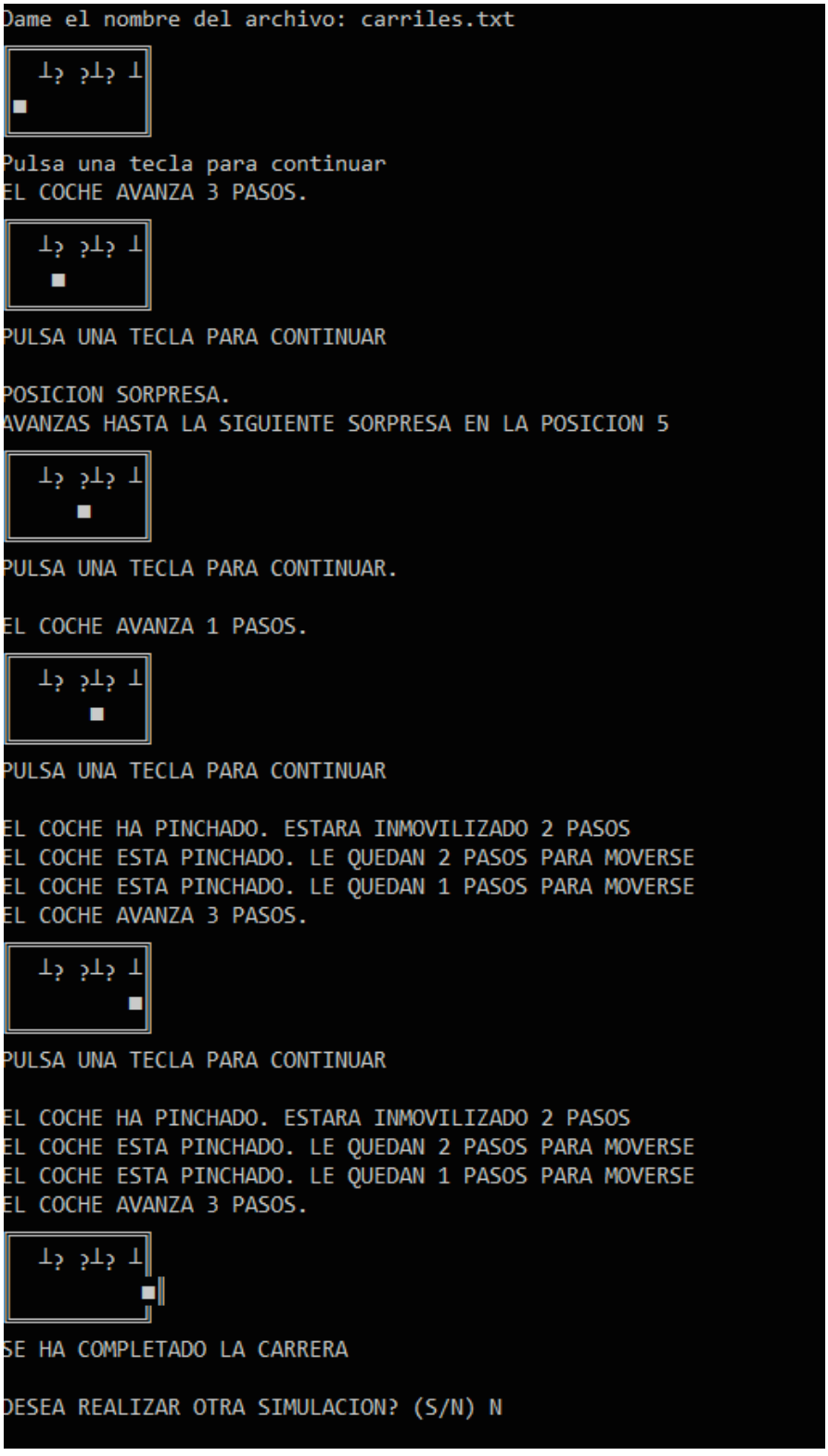
Una vez establecida la semilla, la función `rand()` genera, de forma pseudoaleatoria, un entero positivo a partir del anterior. Por ejemplo, si quieres que los números aleatorios generados estén en un determinado intervalo, deberás utilizar el operador %. Así, para obtener un entero aleatorio en el intervalo `[limiteInferior, limiteSuperior]` hay que usar la expresión `limiteInferior + rand() % (limiteSuperior+1-limiteInferior)`.

2.1.2. La función `main`

Declara un coche e inicialízalo a la posición cero y tiempo parada cero. Posteriormente se carga la configuración de la carretera de un archivo de texto, cuyo nombre se pide por consola. Si la carga ha sido correcta, se invoca a `simulaCarrera` para realizar la simulación. Una vez terminada la simulación, se pregunta al usuario si desea ejecutar una nueva simulación. En caso afirmativo se inicializan los valores del coche y se repite el proceso. En otro caso el programa termina.

2.1.3. Ejemplos de ejecución

En la siguiente ejecución hemos utilizado las constantes: `LONG_CARRETERA =10`, `MAX_PASOS =3` y `TIEMPO_PARADO=2`, así como el modo normal.



Mostramos otro ejemplo, usando las mismas constantes, pero en modo depuración.

```
Dame el nombre del archivo: carriles.txt
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║■      ║
╚═══════╝

Pulsa una tecla para continuar
EL COCHE AVANZA 1 PASOS.
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║ ■     ║
╚═══════╝

PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR

EL COCHE AVANZA 1 PASOS.
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║  ■    ║
╚═══════╝

PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR

EL COCHE HA PINCHADO. ESTARA INMOVILIZADO 2 PASOS
EL COCHE ESTA PINCHADO. LE QUEDAN 2 PASOS PARA MOVERSE
EL COCHE ESTA PINCHADO. LE QUEDAN 1 PASOS PARA MOVERSE
EL COCHE AVANZA 3 PASOS.
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║    ■  ║
╚═══════╝

PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR

POSICION SORPRESA.
RETROCEDES HASTA LA SIGUIENTE SORPRESA EN LA POSICION 3
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║   ■   ║
╚═══════╝

PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR.

EL COCHE AVANZA 3 PASOS.
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║     ■ ║
╚═══════╝

PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR

EL COCHE HA PINCHADO. ESTARA INMOVILIZADO 2 PASOS
EL COCHE ESTA PINCHADO. LE QUEDAN 2 PASOS PARA MOVERSE
EL COCHE ESTA PINCHADO. LE QUEDAN 1 PASOS PARA MOVERSE
EL COCHE AVANZA 3 PASOS.
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║       ■║
╚═══════╝

PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR

EL COCHE HA PINCHADO. ESTARA INMOVILIZADO 2 PASOS
EL COCHE ESTA PINCHADO. LE QUEDAN 2 PASOS PARA MOVERSE
EL COCHE ESTA PINCHADO. LE QUEDAN 1 PASOS PARA MOVERSE
EL COCHE AVANZA 1 PASOS.
╔═══════╗
║  ┴┐ ┌┴┐ ┴ ║
║        ■║
╚═══════╝

SE HA COMPLETADO LA CARRERA

DESEA REALIZAR OTRA SIMULACION? (S/N)
```