

## Práctica obligatoria sobre C++: Herramienta simple de dibujo

### Normativa de entrega

La entrega de esta práctica es *obligatoria* y debe realizarse *individualmente*. A continuación se detallan otros datos de interés relacionados con la normativa de entrega:

- La fecha límite de entrega de la práctica es el día **20 de Noviembre de 2014 a las 23:59**.
- La entrega de la práctica se hará a través de la herramienta Mooshak en la URL:  
<http://confucio.escet.urjc.es/~mooshak-parprog>
- El alumno recibirá por correo electrónico en la cuenta institucional de la urjc (alumnos.urjc.es) el usuario y clave para acceder al mismo. Cualquier práctica entregada por otros medios **no se evaluará**.
- **Será obligatorio pasar todos los casos de prueba del Mooshak para que la práctica no esté suspensa. En cualquier caso, pasar todos los casos de prueba del Mooshak no garantiza el aprobado (Ver apartado “Nota de la práctica” más adelante).**
- Sobre si es necesario realizar una **defensa de la práctica** se irá informando más adelante de ello a través de una noticia en el Campus Virtual.

### Copias de prácticas:

- La utilización de cualquier mecanismo fraudulento para aprobar la práctica, como la copia de la práctica a otro compañero, supone una falta que se acumulará en el registro de la ETSII y se notificará por carta en el domicilio de los interesados.
- La detección de copia en una práctica implicará el suspenso automático de la asignatura en la convocatoria de diciembre y la aplicación de la normativa de la URJC al respecto.

### Subir una práctica al Mooshak

En Mooshak los programas se prueban leyendo un fichero por la entrada estándar (std::cin en C++) y escribiendo la solución en la salida estándar (std::cout en C++). Por tanto habrá que hacer nuestro programa principal para que se comporte de esa manera. Por tanto, leermos de std::cin la descripción textual del dibujo (ver más adelante) y escribiremos la imagen ppm resultado (ver más adelante) en std::cout.

Para subir una práctica al Mooshak de la asignatura, será necesario poner todos los ficheros .cpp y .h en un fichero .zip y subir el fichero .zip al Mooshak de la asignatura. Por supuesto, el alumno debe de haber compilado y probado su prueba como paso previo a subir al Mooshak.

### **Descripción del trabajo a realizar:**

Se desea desarrollar un programa de dibujo de figuras geométricas. Un color vendrá dado por una tupla de 3 números entre 0 y 255: uno para el rojo - R -, uno para el Verde - V - y el último para el azul. Por ejemplo, el color rojo se representará mediante la tupla RGB (255,0,0), el verde como (0, 255, 0), el blanco como (255,255,255) o el negro como (0,0,0).

Un dibujo vendrá dado por un área de un alto y ancho determinado en puntos. La **esquina superior izquierda del dibujo será la (0,0)** y la **esquina inferior derecha será la (ancho-1, alto-1)**. Sobre el dibujo se podrá establecer el color de fondo con una tupla RGB. También se podrán añadir al dibujo diversas formas geométricas sencillas:

- segmentos de líneas (definidos por el punto inicial y final),
- triángulos y
- rectángulos .

Cada forma geométrica tendrá un identificador numérico entero que será único dentro del dibujo. A cada forma geométrica se le podrá establecer el color en el que se dibuje su contorno con un color definido por una tupla RGB. Se podrán agrupar formas geométricas para aplicar la misma operación a todas las del grupo a la vez (por ejemplo, como se hace en el editor de figuras de MS Word).

Alrededor de cada forma geométrica sencilla se considerará un **área de selección rectangular**. Aunque no vamos a utilizar ratón, ni vamos a construir una interfaz de usuario, el rectángulo de selección sería el área sobre la que, al pulsar con el ratón, la forma geométrica quedaría seleccionada. Este rectángulo será aquel de área mínima que permita incluir completamente en el mismo a la figura geométrica. La forma de calcularlo es tomar todos los puntos de la forma geométrica, calcular la mínima coordenada x, e y, así como la máxima coordenada x e y. Estas cuatro coordenadas delimitarán el rectángulo de selección de una forma geométrica.

La distancias de un punto P a una forma geométrica F, se calculará como la **distancia euclídea** de P al **centroide** de F (punto resultante de calcular la media de las coordenadas x e y de los puntos que componen la figura). La distancia de un grupo de formas {F1, ..., Fn} a P será la menor de todas las distancias de P a cada una de las formas geométricas del grupo.

El programa a desarrollar en C++ deberá permitir realizar las siguientes operaciones principales (necesarias para poder probar automáticamente el programa con casos de prueba en ficheros de texto):

- **Guardar imagen** del dibujo y sus formas geométricas en un fichero con formato ppm (<http://netpbm.sourceforge.net/doc/ppm.html>). En este caso las medidas dadas en puntos del dibujo se considerarán coordenadas píxel de la imagen. Por lo que la imagen resultante será del tamaño (ancho y alto) asignado al dibujo. La esquina superior izquierda de la imagen se considerará el (0,0). Si una forma geométrica tiene fuera del

área de dibujo alguna de sus partes (por ejemplo, una esquina de un triángulo tiene coordenadas negativas o mayores del ancho-1 y/o alto-1) también se dibujará la parte visible de la forma geométrica (aunque parte no se pueda dibujar porque está fuera del dibujo). El formato ppm es de texto pero permite guardar imágenes en color (píxel a píxel). Este formato se puede leer y visualizar desde herramientas libres de procesamiento de imágenes como gimp (<http://www.gimp.org/>).

**NOTA IMPORTANTE:** El orden hay que dibujar las formas geométricas, sobre todo si hay solape entre ellas (¿cuál debe tapar a cuál?), es un aspecto importante a la hora de generar la imagen del dibujo. En los programas de dibujo habituales siempre se puede añadir la característica de “profundidad” a la que se encuentra la forma a la hora de elegir en qué orden se dibujan. **En los casos de prueba de la práctica no se incluirán solapes por lo que no hay que tener en cuenta este aspecto.**

- **Leer el dibujo de fichero** en un formato texto sencillo que se describe a continuación. El fichero comenzará por el tamaño del lienzo (ancho y alto), seguido de los valores RGB del color de fondo (R, G y B), a continuación el número de figuras y la definición de esas figuras geométricas y sus atributos (una por línea), a continuación el número de operaciones a aplicar y a continuación las operaciones (una por cada línea). El esquema para un lienzo de 50 píxeles de ancho y 60 de alto, 3 figuras y 4 operaciones sería el siguiente:

```
50 60
255 0 0
3
<definición figura 1>
<definición figura 2>
<definición figura 3>
4
<operación 1>
<operación 2>
<operación 3>
<operación 4>
```

La definición en el fichero de texto de las diferentes formas geométricas se realizará de la siguiente forma (los valores están separados por espacios):

- **Segmento:** coordenadas punto inicial, coordenadas punto final, color línea

```
Seg <x_inicial> <y_inicial> <x_final> <y_final> <valor_R> <valor_G> <valor_B>
```

- **Triángulo:** coordenadas punto 1, coordenadas punto 2, coordenadas punto 3, color línea

```
Tri <x_1> <y_1> <x_2> <y_2> <x_3> <y_3> <valor_R> <valor_G> <valor_B>
```

- **Rectángulo:** coordenadas esquina superior izquierda, ancho, alto, color línea

```
Rec <x> <y> <ancho> <alto> <valor_R> <valor_G> <valor_B>
```

A continuación se muestra la definición de las diferentes operaciones que pueden aparecer en el formato de texto con el dibujo:

- **(Seleccionar) Seleccionar una forma geométrica** mediante un punto P. Esta operación será parecida a pulsar con el ratón para seleccionar en MS Windows. El resultado de la operación será una única forma geométrica seleccionada. Los pasos de la operación serán:

- 1) Se deja vacío en conjunto de formas geométricas seleccionadas y, a continuación,
- 2) Se seleccionará la forma geométrica que tenga P dentro del rectángulo de selección, R. Si hay más de una forma geométrica con el punto dentro de su rectángulo R, se elegirá la que tenga su centroide más cercano a P.

Si la forma geométrica es un grupo, la selección de todo el grupo sólo se producirá si alguna de las formas geométricas agrupadas en él (segmento, triángulo o rectángulo) tiene el punto dentro de su rectángulo R y su distancia P es la menor de todas las formas geométricas del dibujo.

Si no hay ninguna forma geométrica con P dentro del rectángulo, R, contenedor de la forma, la selección queda vacía.

La definición de la operación en el fichero será:

```
Seleccionar <x_punto> <y_punto>
```

- **(AgregarSel) Agregar forma geométrica a la selección** mediante un punto. Esta operación será parecida a, manteniendo la tecla Ctrl presionada, pulsar con el ratón para seleccionar en MS Windows. El resultado será que se añadirá a la selección aquella forma geométrica que cumpla lo mismo que en la operación (Seleccionar). Si no hay ninguna forma que cumpla la condición la selección se vacía. La definición de la operación en el fichero será:

AgregarSel <x\_punto> <y\_punto>

- **(Deseleccionar) Dejar la selección vacía.** Dejar la selección de formas geométricas vacía. La definición de la operación en el fichero será:

Deseleccionar

- **(MoverSel) Mover la forma o formas geométricas seleccionadas** en el dibujo. El movimiento se definirá mediante una traslación en píxeles (p. ej. 3 a la derecha y 4 hacia arriba). No se tendrá en cuenta si cualquier parte de la forma o formas queden fuera del dibujo después de trasladar. La definición de la operación en el fichero será:

MoverSel <traslación\_x> <traslación\_y>

- **(BorrarSel) Borrar la forma o formas geométricas seleccionadas** del dibujo. La definición de la operación en el fichero será:

BorrarSel

- **(AgruparSel) Agrupar varias formas geométricas seleccionadas.** Si hay una o cero formas seleccionadas no se hace nada. En otro caso, las formas seleccionadas pasarán a formar parte de una forma “grupo” y las formas originales dejan de pertenecer al dibujo para pertenecer al grupo (idea: usar en el patrón de diseño *Composite*). El grupo tendrá que soportar cualquier operación aplicable a las individuales (Seleccionar, AgregarSel, MoverSel, BorrarSel, AgruparSel). A continuación el grupo se introduce como figura en el dibujo y grupo queda como única forma seleccionada. La definición de la operación en el fichero será:

AgruparSel

- **(DesagruparSel) Romper grupo de formas seleccionado.** Si hay más de una forma seleccionada esta operación no hará nada. Si hay una única forma seleccionada y esta es una forma sencilla (segmentos, triángulos y rectángulos) no se hará nada más. Si hay una única forma seleccionada, y esta es un grupo, el grupo se “romperá” en las formas más sencillas (segmentos, triángulos y rectángulos). La consecuencia será que las formas

geométricas sencillas se añadirán de nuevo al dibujo como formas individuales. Todas las figuras individuales quedarán seleccionadas. La definición de la operación en el fichero será:

DesagruparSel

### **Algoritmo de Bresenham para dibujar segmentos**

Para generar la imagen en formato .ppm del lienzo es necesario establecer cómo dibujar las líneas entre las coordenadas de dos píxeles. Dibujar una línea aproximando a coordenadas enteras (las de los píxeles) lo que deberían ser coordenadas reales se soluciona con el algoritmo de Bresenham. La versión a utilizar será la proporcionada como material adicional con la práctica. No se debe de utilizar otra porque las ligeras diferencias entre implementaciones pueden hacer que no se pueda probar automáticamente la práctica comparando los ficheros de salida.

### **Evaluación de la práctica:**

La práctica se evaluará automáticamente mediante un programa de prueba que debe de proporcionar el alumno. El programa de prueba del alumno deberá:

- Leer un fichero de la entrada estándar con el formato de texto sencillo explicado anteriormente.
- Escribir en la salida estándar la imagen en formato .ppm del lienzo

La práctica **se considerará suspensa si no se pasan los casos de prueba** del conjunto propuesto **en el Mooshak de la asignatura.**

**NOTA IMPORTANTE:** Al final del enunciado se muestran algunos ejemplos de ejecución correcta de la práctica.

### **Nota de la práctica:**

- **Si no se pasan los casos de prueba en Mooshak:** Nota práctica C++ = 0
- El profesor se reserva el derecho de **llamar a examen oral** a cuantos alumnos considere necesario para garantizar la autoría de las prácticas.

- Si se pasan los casos de prueba y, si el profesor lo considera oportuno, se supera el examen oral, la puntuación de la práctica vendrá dada por las siguientes reglas:

+3 puntos – Ejecución correcta de la práctica con los casos de prueba propuestos.  
+1 punto – Limpieza, estilo de código uniforme, comentarios y organización del código.  
+2 puntos – Diseño orientado a objetos que utiliza polimorfismo dinámico en C++  
+1 punto – Utilización de la obrecarga del operator>> y/o operator<< cuando sea necesario.  
+1 punto – Utilización de al menos 1 estructura de datos de la STL.  
+1 punto – Utilización de al menos 1 algoritmo de la STL.  
+1 punto – Utilización de patrones de diseño como Composite, Builder, Factory, etc.  
Con explicación en comentarios del código.

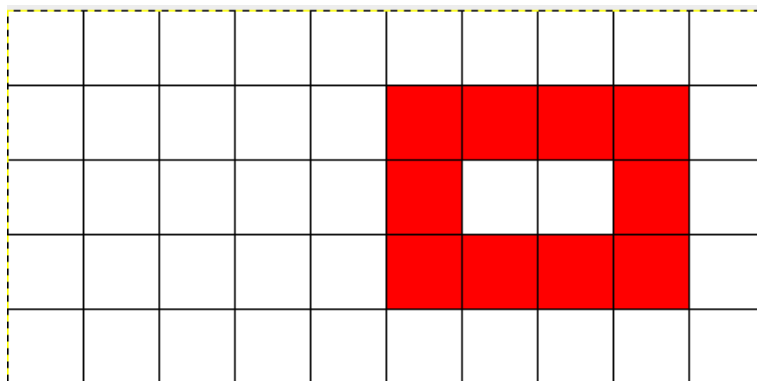
**OPCIONAL:** Como extra para mejorar la media de la asignatura, se podrán añadir los siguientes puntos opcionales (a entregar junto con el resto de la práctica):

+1 punto – Utilización de smart pointers de boost (smart\_ptr principalmente) para evitar los *delete*. No lo hemos visto en clase pero es sencillo de utilizar.  
+2 puntos – Diseño e implementación de un mecanismo que permita añadir más formas de guardar el dibujo codificando alguna clase más (idea, pensar en el patrón de diseño Bridge). La solución no deberá cambiar el código de lo ya programado y la implementación deberá permitir guardar el dibujo en formato SVG (<http://www.w3schools.com/svg/>) y poder visualizarse en el navegador firefox.

En este caso el fichero de entrada es de esta forma:

10 5  
255 255 255  
1  
Rec 5 1 4 3 255 0 0  
0

Por tanto el resultado en forma gráfica, obtenido al abrir el fichero ppm en el Gimp, será el siguiente (los cuadrados son los píxeles de la imagen, 10 x 5):



Y el fichero de salida ppm, que es formato texto, contendrá lo siguiente:

[illegible]



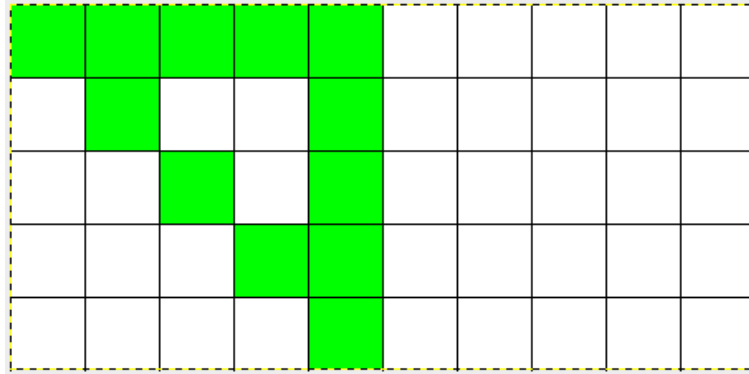
[illegible]

Ejemplo de triángulo (E3):

En este caso el fichero de entrada es de esta forma:

```
10 5
255 255 255
1
Tri 0 0 4 0 4 4 0 255 0
0
```

Por tanto el resultado en forma gráfica, obtenido al abrir el fichero ppm en el Gimp, será el siguiente (los cuadrados son los píxeles de la imagen, 10 x 5):



Y el fichero de salida ppm, que es formato texto, contendrá lo siguiente:

```
P3
10 5
255
0 255 0 0 255 0 0 255 0 0 255 0 255 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 0 255 0 255 255 255 255 255 255 0 255 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 0 255 0 255 255 255 0 255 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 255 0 0 255 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 255 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
```

[illegible]

Ejemplo de operación de Seleccionar + BorrarSel (E5):

En este caso el fichero de entrada será el del ejemplo E3 añadiendo 2 comandos:

```
10 5
255 255 255
1
Tri 0 0 4 0 4 4 0 255 0
2
Seleccionar 6 2
BorrarSel
```

Como el punto (6,2) no está dentro del rectángulo de selección del triángulo verde entonces no se seleccionará el triángulo y por tanto BorrarSel no hará nada. El resultado será como el del ejemplo E2.

Ejemplo de operación de Seleccionar + AgregarSel + Agrupar + BorrarSel (E6):

En este caso el fichero de entrada será el triángulo de ejemplo E3, el rectángulo del ejemplo E1 al que añadimos los comandos necesarios:

```
10 5
255 255 255
2
Tri 0 0 4 0 4 4 0 255 0
Rec 5 1 4 3 255 0 0
4
Seleccionar 1 3
AgregarSel 6 2
AgruparSel
BorrarSel
```

Como el punto (1,3) está dentro del rectángulo de selección del triángulo verde la selección es el triángulo. Como el punto (6,2) está dentro del rectángulo de selección del rectángulo rojo, "AgregarSel 6 2" añade el rectángulo a la selección. A continuación se agrupan las figuras seleccionadas en una sola figura compuesta y se añade al dibujo esta última quedando la forma agrupada como única seleccionada. A continuación el grupo, que contiene al triángulo y al rectángulo, se eliminará del dibujo porque está seleccionado. Y el resultado será un dibujo vacío con fondo blanco (como el del ejemplo E4).

Ejemplo de operación de Seleccionar + Seleccionar + Agrupar + BorrarSel (E7):

En este caso el fichero de entrada será el triángulo de ejemplo E3, el rectángulo del ejemplo E1 al que añadimos los comandos necesarios:

```
10 5
255 255 255
2
Tri 0 0 4 0 4 4 0 255 0
Rec 5 1 4 3 255 0 0
4
Seleccionar 1 3
Seleccionar 6 2
AgruparSel
BorrarSel
```

Como el punto (1,3) está dentro del rectángulo de selección del triángulo verde la selección es el triángulo. Como el punto (6,2) está dentro del rectángulo de selección del rectángulo rojo, "Seleccionar 6 2" deja como única selección al rectángulo rojo (ese comportamiento es diferente a AgregarSel). A continuación la agrupación (AgruparSel) no hace nada porque sólo hay un elemento seleccionado. A continuación el rectángulo se eliminará del dibujo porque está seleccionado (recordar que AgruparSel no hizo nada, ni siquiera modificó la selección). Y el resultado será un dibujo vacío con fondo blanco (como el del ejemplo E4).

Ejemplo de operación de Seleccionar + AgregarSel + Agrupar + Desagrupar + BorrarSel (E8):

En este caso el fichero de entrada será el triángulo de ejemplo E3, el rectángulo del ejemplo E1 al que añadimos los comandos necesarios:

```
10 5
255 255 255
2
Tri 0 0 4 0 4 4 0 255 0
Rec 5 1 4 3 255 0 0
4
Seleccionar 1 3
AgregarSel 6 2
AgruparSel
DesagruparSel
BorrarSel
```

Como el punto (1,3) está dentro del rectángulo de selección del triángulo verde la selección es el triángulo. Como el punto (6,2) está dentro del rectángulo de selección del rectángulo rojo, “AgregarSel 6 2” añade el rectángulo a la selección. A continuación se agrupan las figuras seleccionadas en una sola figura compuesta y se añade al dibujo esta última quedando la forma agrupada como única seleccionada. A continuación el grupo, que contiene al triángulo y al rectángulo, se romperá en sus componentes (DesagruparSel) y estas componentes pasarán a formar parte del dibujo (y el grupo dejará de existir como tal en el dibujo). El paso importante es que al desagrupar el triángulo y el cuadrado pasan a formar parte del dibujo y a estar seleccionados. Por tanto, el BorrarSel, eliminará tanto el triángulo como el cuadrado. Y el resultado será un dibujo vacío con fondo blanco (como el del ejemplo E4).

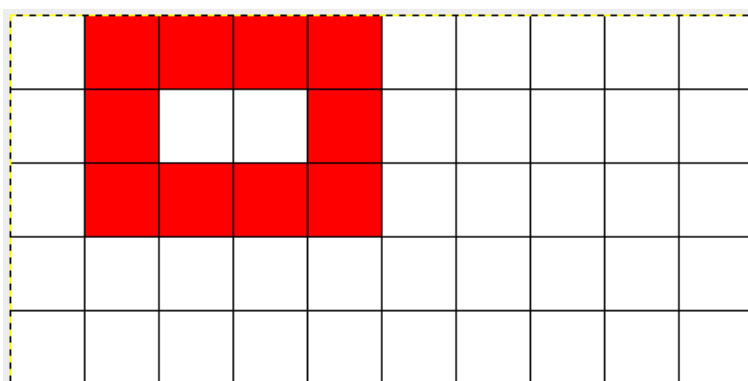
#### Ejemplo de operación de Seleccionar + MoverSel (E9):

En este caso el fichero de entrada será el rectángulo del ejemplo E1 al que añadimos los comandos necesarios:

```
10 5
255 255 255
1
Rec 5 1 4 3 255 0 0
2
Seleccionar 6 2
MoverSel -4 -1
```

Como el punto (6,2) está dentro del rectángulo de selección del rectángulo rojo, “Seleccionar 6 2” deja como única selección al rectángulo. A continuación se mueven todos los puntos del rectángulo 4 puntos a la izquierda y un punto hacia arriba.

Por tanto el resultado en forma gráfica, obtenido al abrir el fichero ppm en el Gimp, será el siguiente (los cuadrados son los píxeles de la imagen, 10 x 5):



Y el fichero de salida ppm, que es formato texto, contendrá lo siguiente:

```
P3
10 5
255
255 255 255 255 0 0 255 0 0 255 0 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 0 0 255 255 255 255 255 255 0 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 0 0 255 0 0 255 0 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
```

Ejemplo de operación de Seleccionar + AgregarSel + Agrupar + MoverSel (E10):

En este caso el fichero de entrada será el triángulo de ejemplo E3, el rectángulo del ejemplo E1 al que añadimos los comandos necesarios:

```
10 5
255 255 255
2
Tri 0 0 4 0 4 4 0 255 0
Rec 5 1 4 3 255 0 0
4
Seleccionar 1 3
AgregarSel 6 2
AgruparSel
MoverSel 2 -1
```

Como el punto (1,3) está dentro del rectángulo de selección del triángulo verde la selección es el triángulo. Como el punto (6,2) está dentro del rectángulo de selección del rectángulo rojo, "AgregarSel 6 2" añade el rectángulo a la selección. A continuación se agrupan las figuras seleccionadas en una sola figura compuesta y se añade al dibujo esta última quedando la forma agrupada como única seleccionada. A continuación el grupo, que contiene al triángulo y al rectángulo, se mueve 2 puntos a la derecha y 1 punto hacia arriba (MoverSel).

[illegible]