Gráficos avanzados

Índice

Hasta este momento hemos visto como crear la interfaz de usuario de nuestra aplicación utilizando una serie de componentes predefinidos. Ahora vamos a ver cómo crear nuestros propios componentes, que muestren unos gráficos y comportamiento personalizados.

En esta sesión estudiaremos cómo mostrar gráficos 2D, 3D y animaciones en estos componentes propios, y en la próxima sesión veremos cómo tratar la entrada del usuario.

1. Gráficos

Para mostrar gráficos a bajo nivel en Android, a diferencia de lo que ocurría en el caso de Java ME, ya no utilizaremos las mismas APIs que teníamos en Java SE, aunque como veremos la forma de trabajar será similar.

De forma similar a Java ME, ya no utilizaremos simplemente componentes predefinidos, sino que ahora deberemos crear un nuevo tipo de vista (`View`) en la que especificaremos exactamente qué es lo que queremos dibujar en la pantalla. Por lo tanto, el primer paso consistirá en crear una subclase de `View` en la que sobrescribiremos el método `onDraw`, que es el que define la forma en la que se dibuja el componente.

```
public class MiVista extends View {
        public MiVista(Context context) {
                super(context);
        }

        @Override
        protected void onDraw(Canvas canvas) {
                // TODO Definir como dibujar el componente
        }
}
```

1.1. Lienzo y pincel

El método `onDraw` recibe como parámetro el lienzo (`Canvas`) en el que deberemos dibujar. En este lienzo podremos dibujar diferentes tipos de elementos, como primitivas geométricas, texto e imágenes.

Importante

No confundir el `Canvas` de Android con el `Canvas` que teníamos en Java ME/SE. En Java ME/SE el `Canvas` era un componente de la interfaz, que equivaldría a `View` en Android, mientras que el `Canvas` de Android es más parecido al objeto `Graphics` de Java ME/SE, que encapsula el contexto gráfico (o lienzo) del área en la que vamos a dibujar.

Además, para dibujar determinados tipos de elementos deberemos especificar también el tipo de pincel a utilizar (`Paint`), en el que especificaremos una serie de atributos como su color, grosor, etc.

Por ejemplo, para especificar un pincel que pinte en color rojo escribiremos lo siguiente:

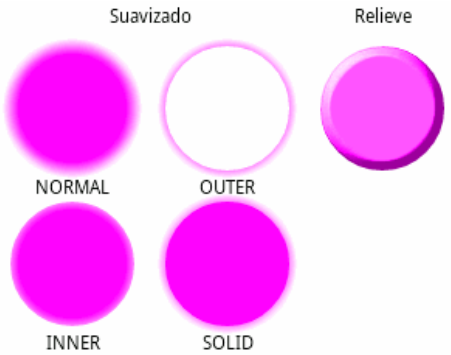
```
Paint p = new Paint();
p.setColor(Color.RED);
```

Las propiedades que podemos establecer en el pincel son:

- **Color plano**: Con `setARGB` o `setColor` se puede especificar el código ARGB del color o bien utilizar constantes con colores predefinidos de la clase `Color`.
- **Gradientes y shaders**: Se pueden rellenar las figuras utilizando shaders de gradiente o de bitmap. Para utilizar un *shader* tenemos el método `setShader`, y tenemos varios *shaders* disponibles, como distintos *shaders* de gradiente (`LinearShader`, `RadialShader`, `SweepShader`), `BitmapShader` para rellenar utilizando un mapa de bits como patrón, y `ComposeShader` para combinar dos *shaders* distintos.

Tipos de gradiente

- **Máscaras**: Nos sirven para aplicar un suavizado a los gráficos (`BlurMaskFilter`) o dar efecto de relieve (`EmbossMaskFilter`). Se aplican con `setMaskFilter`.



Mascaras de suavizado y relieve

- **Sombras**: Podemos crear efectos de sombra con `setShadowLayer`.
- **Filtros de color**: Aplica un filtro de color a los gráficos dibujados, alterando así su color original. Se aplica con `setColorFilter`.
- **Estilo de la figura**: Se puede especificar con `setStyle` que se dibuje sólo el trazo, sólo el relleno, o ambos.

Estilos de pincel

- **Estilo del trazo**: Podemos especificar el grosor del trazo (`setStrokeWidth`), el tipo

de línea (`setPathEffect`), la forma de las uniones en las polilíneas (redondeada/`ROUND`, a inglete/`MITER`, o biselada/`BEVEL`, con `setStrokeJoin`), o la forma de las terminaciones (cuadrada/`SQUARE`, redonda/`ROUND` o recortada/`BUTT`, con `setStrokeCap`).

Tipos de trazo y límites

- **Antialiasing**: Podemos aplicar *antialiasing* con `setAntiAlias` a los gráficos para evitar el efecto *sierra*.
- **Dithering**: Si el dispositivo no puede mostrar los 16 millones de colores, en caso de haber un gradiente, para que el cambio de color no sea brusco, con esta opción (`setDither`) se mezclan pixels de diferentes colores para dar la sensación de que la transición entre colores es más suave.

Efecto dithering

- **Modo de transferencia**: Con `setXferMode` podemos cambiar el modo de transferencia con el que se dibuja. Por ejemplo, podemos hacer que sólo se dibuje encima de pixels que tengan un determinado color.
- **Estilo del texto**: Podemos también especificar el tipo de fuente a utilizar y sus atributos. Lo veremos con más detalle más adelante.

Una vez establecido el tipo de pincel, podremos utilizarlo para dibujar diferentes elementos en el lienzo, utilizando métodos de la clase `Canvas`.

En el lienzo podremos también establecer algunas propiedades, como el área de recorte (`clipRect`), que en este caso no tiene porque ser rectangular (`clipPath`), o transformaciones geométricas (`translate`, `scale`, `rotate`, `skew`, o `setMatrix`). Si queremos cambiar temporalmente estas propiedades, y luego volver a dejar el lienzo como estaba originalmente, podemos utilizar los métodos `save` y `restore`.

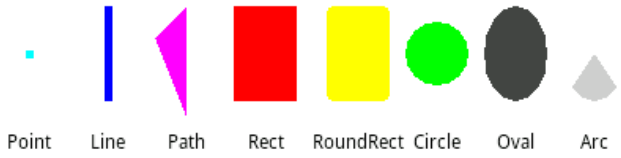
Vamos a ver a continuación como utilizar los métodos del lienzo para dibujar distintos tipos de primitivas geométricas.

1.2. Primitivas geométricas

En la clase `Canvas` encontramos métodos para dibujar diferentes tipos de primitivas

geométricas. Estos tipos son:

- **Puntos**: Con `drawPoint` podemos dibujar un punto en las coordenadas X, Y especificadas.
- **Líneas**: Con `drawLine` dibujamos una línea recta desde un punto de origen hasta un punto destino.
- **Polilíneas**: Podemos dibujar una polilínea mediante `drawPath`. La polilínea se especificará mediante un objeto de clase `Path`, en el que iremos añadiendo los segmentos de los que se compone. Este objeto `Path` representa un contorno, que podemos crear no sólo a partir de segmentos rectos, sino también de curvas cuadráticas y cúbicas.
- **Rectángulos**: Con `drawRect` podemos dibujar un rectángulo con los límites superior, inferior, izquierdo y derecho especificados.
- **Rectángulos con bordes redondeados**: Es también posible dibujar un rectángulo con esquinas redondeadas con `drawRoundRect`. En este caso deberemos especificar también el radio de las esquinas.
- **Círculos**: Con `drawCircle` podemos dibujar un círculo dando su centro y su radio.
- **Óvalos**: Los óvalos son un caso más general que el del círculo, y los crearemos con `drawOval` proporcionando el rectángulo que lo engloba.
- **Arcos**: También podemos dibujar arcos, que consisten en un segmento del contorno de un óvalo. Se crean con `drawArc`, proporcionando, además de los mismos datos que en el caso del óvalo, los ángulos que limitan el arco.
- **Todo el lienzo**: Podemos también especificar que todo el lienzo se rellene de un color determinado con `drawColor` o `drawARGB`. Esto resulta útil para limpiar el fondo antes de empezar a dibujar.



Tipos de primitivas geométricas

A continuación mostramos un ejemplo de cómo podríamos dibujar una polilínea y un rectángulo:

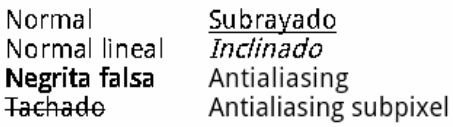
```
Paint paint = new Paint();
paint.setStyle(Style.FILL);
paint.setStrokeWidth(5);
paint.setColor(Color.BLUE);

Path path = new Path();
path.moveTo(50, 130);
path.lineTo(50, 60);
path.lineTo(30, 80);

canvas.drawPath(path, paint);

canvas.drawRect(new RectF(180, 20, 220, 80), paint);
```

1.3. Cadenas de texto

Para dibujar texto podemos utilizar el método `drawText`. De forma alternativa, se puede utilizar `drawPosText` para mostrar texto especificando una por una la posición de cada carácter, y `drawTextOnPath` para dibujar el texto a lo largo de un contorno (`Path`).

Para especificar el tipo de fuente y sus atributos, utilizaremos las propiedades del objeto `Paint`. Las propiedades que podemos especificar del texto son:

- **Fuente**: Con `setTypeface` podemos especificar la fuente, que puede ser alguna de las fuentes predefinidas (*Sans Serif, Serif, Monoespaciada*), o bien una fuente propia a partir de un fichero de fuente. También podemos especificar si el estilo de la fuente será normal, cursiva, negrita, o negrita cursiva.
- **Tamaño**: Podemos establecer el tamaño del texto con `setTextSize`.
- **Anchura**: Con `setTextScaleX` podemos modificar la anchura del texto sin alterar la altura.
- **Inclinación**: Con `setTextSkewX` podemos aplicar un efecto de desencajado al texto, pudiendo establecer la inclinación que tendrán los carácteres.
- **Subrayado**: Con `setUnderlineText` podemos activar o desactivar el subrayado.
- **Tachado**: Con `setStrikeThruText` podemos activar o desactivar el efecto de tachado.
- **Negrita falsa**: Con `setFakeBoldText` podemos darle al texto un efecto de *negrita*, aunque la fuente no sea de este tipo.
- **Alineación**: Con `setTextAlign` podemos especificar si el texto de alinea al centro, a la derecha, o a la izquierda.
- **Subpixel**: Se renderiza a nivel de subpixel. El texto se genera a una resolución mayor que la de la pantalla donde lo vamos a mostrar, y para cada pixel real se habrán generado varios pixels. Si aplicamos *antialiasing*, a la hora de mostrar el pixel real, se determinará un nivel de gris dependiendo de cuantos pixels ficticios estén activados. Se consigue un aspecto de texto más suavizado.
- **Texto lineal**: Muestra el texto con sus dimensiones reales de forma lineal, sin ajustar los tamaños de los caracteres a la cuadrícula de pixels de la pantalla.
- **Contorno del texto**: Aunque esto no es una propiedad del texto, el objeto `Paint` también nos permite obtener el contorno (`Path`) de un texto dado, para así poder aplicar al texto los mismos efectos que a cualquier otro contorno que dibujemos.



Efectos del texto

Con esto hemos visto como dibujar texto en pantalla, pero para poderlo ubicar de forma correcta es importante saber el tamaño en pixels del texto a mostrar. Vamos a ver ahora cómo obtener estas métricas.

Las métricas se obtendrán a partir del objeto `Paint` en el que hemos definido las propiedades de la fuente a utilizar. Mediante `getFontMetrics` podemos obtener una serie de métricas de la fuente actual, que nos dan las distancias recomendadas que debemos dejar entre diferentes líneas de texto:

- `ascent`: Distancia que asciende la fuente desde la línea de base. Para texto con espaciado sencillo es la distancia que se recomienda dejar por encima del texto. Se trata de un valor negativo.
- `descent`: Distancia que baja la fuente desde la línea de base. Para texto con espaciado sencillo es la distancia que se recomienda dejar por debajo del texto. Se trata de un valor positivo.
- `leading`: Distancia que se recomienda dejar entre dos líneas consecutivas de texto.
- `bottom`: Es la máxima distancia que puede bajar un símbolo desde la línea de base. Es un valor positivo.
- `top`: Es la máxima distancia que puede subir un símbolo desde la línea de base. Es un valor negativo.

Los anteriores valores son métricas generales de la fuente, pero muchas veces necesitaremos saber la anchura de una determinada cadena de texto, que ya no sólo depende de la fuente sino también del texto. Tenemos una serie de métodos con los que obtener este tipo de información:

- `measureText`: Nos da la anchura en pixels de una cadena de texto con la fuente actual.
- `breakText`: Método útil para cortar el texto de forma que no se salga de los márgenes de la pantalla. Se le proporciona la anchura máxima que puede tener la línea, y el método nos dice cuántos carácteres de la cadena proporcionada caben en dicha línea.
- `getTextWidths`: Nos da la anchura individual de cada carácter del texto proporcionado.
- `getTextBounds`: Nos devuelve un rectángulo con las dimensiones del texto, tanto anchura como altura.

1.4. Imágenes

Las imágenes se encapsulan en la clase `Bitmap`, y se muestran en el lienzo utilizando el método `drawBitmap`. Los *bitmaps* pueden ser mutables o inmutables, según si se nos permite modificar el valor de sus pixels o no respectivamente.

Si el *bitmap* se crea a partir de un *array* de pixels, de un fichero con la imagen, o de otro *bitmap*, tendremos un *bitmap* inmutable.

Si creamos el *bitmap* vacío, simplemente especificando su altura y su anchura, entonces será mutable (en este caso no tendría sentido que fuese inmutable ya que sería imposible darle contenido). También podemos conseguir un *bitmap* mutable haciendo una copia de un *bitmap* existente mediante el método `copy`, indicando que queremos que el *bitmap* resultante sea mutable.

Para crear un *bitmap* vacío, a partir de un *array* de pixels, o a partir de otro *bitmap*, tenemos una serie de métodos estáticos `createBitmap` dentro de la clase `Bitmap`.

Para crear un *bitmap* a partir de un fichero de imagen (GIF, JPEG, o PNG, siendo este último el formato recomendado) utilizaremos la clase `BitmapFactory`. Dentro de ella tenemos varios métodos con prefijo `decode` que nos permiten leer las imágenes de diferentes formas: de un *array* de bytes en memoria, de un flujo de entrada, de un fichero, o de un recurso de la aplicación. Por ejemplo, si añadimos una imagen al directorio de *drawables* podemos leerla como recurso de la siguiente forma:

```
Bitmap imagen = BitmapFactory.decodeResource(getResources(),
    R.drawable.titulo);
```

Al crear un *bitmap* a partir de otro, podremos realizar diferentes transformaciones (escalado, rotación, etc). También podremos realizar estas transformaciones directamente al mostrar la imagen en el lienzo con `drawBitmap`, e incluso podemos dibujar el *bitmap* sobre una malla poligonal con `drawBitmapMesh`.

Una vez no se vaya a utilizar más el *bitmap*, es recomendable liberar la memoria que ocupa. Podemos hacer esto llamando a su método `recycle`.

1.5. Elementos drawables

Hasta este momento hemos visto como dibujar directamente los gráficos en el lienzo creando nuestros propios componentes (subclases de `View`). Sin embargo, en Android también tenemos la posibilidad de definir gráficos personalizados a más alto nivel, mediante lo que se conoce como *drawables*.

Un *drawable* es un tipo de recurso que puede ser dibujado en pantalla. Estos *drawables* podrán ser definidos en XML o de forma programática. Entre los diferentes tipos de *drawables* existentes encontramos:

- **Color**: Rellena el lienzo de un determinado color.
- **Gradiente**: Rellena el lienzo con un gradiente.
- **Forma** (*shape*): Se pueden definir una serie de primitivas geométricas básicas como *drawables*.
- **Imágen** (*bitmap*): Una imagen se comporta como *drawable*, ya que podrá ser dibujada y referenciada de la misma forma que el resto.
- **Nine-patch**: Tipo especial de imagen PNG que al ser escalada sólo se escala su parte central, pero no su marco.
- **Animación**: Define una animación por fotogramas, como veremos más adelante.
- **Capa** (*layer list*): Es un *drawable* que contiene otros *drawables*. Cada uno especificará la posición en la que se ubica dentro de la capa.
- **Estados** (*state list*): Este *drawable* puede mostrar diferentes contenidos (que a su vez son *drawables*) según el estado en el que se encuentre. Por ejemplo sirve para definir un botón, que se mostrará de forma distinta según si está normal, presionado, o inhabilitado.

- **Niveles** (*level list*): Similar al anterior, pero en este caso cada *item* tiene asignado un valor numérico (nivel). Al establecer el nivel del *drawable* se mostrará el *item* cuyo nivel sea mayor o igual que el indicado.
- **Transición** (*transition*): Nos permite mostrar una transición de un *drawable* a otro mediante un fundido.
- **Inserción** (*inset*): Ubica un *drawable* dentro de otro, en la posición especificada.
- **Recorte** (*clip*): Realiza un recorte de un *drawable*.
- **Escala** (*scale*): Cambia el tamaño de un *drawable*.

Todos los *drawables* derivan de la clase `Drawable`. Esta nos permite que todos ellos puedan ser utilizados de la misma forma, independientemente del tipo del que se trate.

Por ejemplo, vamos a definir un *drawable* que muestre un rectángulo, creando un fichero XML de nombre`rectangulo.xml` en el directorio `/res/drawable/`. El fichero puede tener el siguiente contenido:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<shape xmlns:android=
    "http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:shape="rectangle">
  <solid android:color="#f00"/>
  <stroke android:width="2dp" android:color="#00f"
    android:dashWidth="10dp" android:dashGap="5dp"/>
</shape>
```

Podremos hacer referencia a este rectángulo mediante `R.drawable.rectangulo` y mostrarlo en la interfaz asignándolo a un componente de alto nivel de tipo `ImageView`, mostrarlo directamente en un `Canvas` mediante el método `draw` definido en la clase `Drawable`, o bien hacer referencia a él desde un campo de otro *drawable*.

Vamos a suponer que tenemos un `ImageView` con identificador `visor`. Podremos obtener una referencia a dicha vista y mostrar en ella nuestro rectángulo de la siguiente forma:

```
ImageView visor = (ImageView)findViewById(R.id.visor);
visor.setImageResource(R.drawable.rectangulo);
```

Otra alternativa para mostrarlo es obtener primero el objeto `Drawable` y posteriormente incluirlo en el `ImageView`:

```
Drawable rectangulo = this.getResources()
    .getDrawable(R.drawable.rectangulo);
visor.setImageDrawable(rectangulo);
```

También podríamos haber especificado directamente en el XML el *drawable* que queremos mostrar en el `ImageView`. Para ello deberemos añadir el atributo `android:src = "@drawable/rectangulo"` en la definición del `ImageView`.

Estas primitivas básicas también se pueden crear directamente de forma programática. En el paquete `android.graphics.drawable.shape` podemos encontrar clases que encapsulan diferentes formas geométricas. Podríamos crear el rectángulo de la siguiente forma:

```
RectShape r = new RectShape();
ShapeDrawable sd = new ShapeDrawable(r);
sd.getPaint().setColor(Color.RED);
sd.setIntrinsicWidth(100);
sd.setIntrinsicHeight(50);

visor.setImageDrawable(sd);
```

2. Animación

Para mostrar una animación deberemos cambiar el contenido del lienzo conforme pasa el tiempo. Una forma de hacer esto es simplemente cambiar mediante un hilo o temporizadores propiedades de los objetos de la escena, y forzar a que se vuelva a redibujar el contenido del lienzo llamando al método `invalidate` de nuestra vista (`View`).

Sin embargo, en Android existen formas con las que definir una animación de forma que no nos tengamos que encargar nosotros de actualizar la escena en cada momento. La forma más sencilla es simplemente mostrar un GIF animado, pero a parte de utilizar este tipo de ficheros podemos definir animaciones por fotogramas o animaciones por interpolación.

2.1. Animación por fotogramas

Este tipo de animaciones se definen mediante objetos de la clase `AnimationDrawable`. Este tipo de animaciones se pueden definir en el XML, o de forma programática. Vamos a comenzar viendo la primera forma:

```
<animation-list
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:oneshot="false">
  <item android:drawable="@drawable/spr0" android:duration="50" />
  <item android:drawable="@drawable/spr1" android:duration="50" />
  <item android:drawable="@drawable/spr2" android:duration="50" />
</animation-list>
```

Podremos obtener la animación de la siguiente forma, considerando que la hemos guardado en un fichero `animacion.xml`:

```
AnimationDrawable animFotogramas =
getResources().getDrawable(R.drawable.animacion);
```

De forma alternativa, podríamos haberla definido de forma programática de la siguiente forma:

```
BitmapDrawable f1 = (BitmapDrawable)getResources()
    .getDrawable(R.drawable.sprite0);
BitmapDrawable f2 = (BitmapDrawable)getResources()
    .getDrawable(R.drawable.sprite1);
BitmapDrawable f3 = (BitmapDrawable)getResources()
    .getDrawable(R.drawable.sprite2);
```

```
AnimationDrawable animFotogramas = new AnimationDrawable();

animFotogramas.addFrame(f1, 50);
animFotogramas.addFrame(f2, 50);
animFotogramas.addFrame(f3, 50);

animFotogramas.setOneShot(false);
```

Podemos observar que para cada fotograma tenemos que especificar su duración en milisegundos. Además, la propiedad *one shot* nos indica si la animación se va a reproducir sólo una vez o en bucle infinito. Al ponerla como `false` especificamos que se reproduzca de forma continuada. Para que comience la reproducción deberemos llamar al método `start` de la animación:

```
animFotogramas.start();
```

De la misma forma, podemos detenerla con el método `stop`:

```
animFotogramas.stop();
```

Importante

El método `start` no puede ser llamado desde el método `onCreate` de nuestra actividad, ya que en ese momento el *drawable* todavía no está vinculado a la vista. Si lo que queremos es que se ponga en marcha nada más cargarse la actividad, el lugar idóneo para invocarlo es el evento `onWindowFocusChanged`. Lo recomendable será llamar a `start` cuando obtengamos el foco, y a `stop` cuando lo perdamos.

2.2. Animación por interpolación

En el caso de las animaciones por interpolación, podemos definir varios tipos de transformaciones (rotaciones, escalados, traslaciones y cambios de transparencia) a aplicar sobre cualquier tipo de elemento *drawable*.

Al igual que ocurría con el tipo anterior, podemos definirlas en XML o de forma programática. Por ejemplo, para definir una rotación en XML que dure 5 segundos haremos lo siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<set xmlns:android=
    "http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:shareInterpolator="false">
  <rotate
    android:fromDegrees="0"
    android:toDegrees="360"
    android:pivotX="50%"
    android:pivotY="50%"
    android:duration="5000" />
</set>
```

La animación se obtendría desde el código con:

```
Animation rotacion = AnimationUtils
    .loadAnimation(this, R.anim.rotacion);
```

Podemos definir la misma transformación de forma programática con:

```
RotateAnimation rotacion = new RotateAnimation(0, 360,
        RotateAnimation.RELATIVE_TO_SELF, 0.5f,
        RotateAnimation.RELATIVE_TO_SELF, 0.5f);
rotacion.setDuration(5000);
```

Todos los tipos de animaciones por interpolación son subclases de `Animation`. Este tipo de animaciones se aplican a las vistas (`View`), mediante el método `startAnimation` de éstas últimas:

```
vista.startAnimation(rotacion);
```

Además de los cuatro tipos existentes de animaciones (`ScaleAnimation`, `TranslateAnimation`, `RotateAnimation` y `AlphaAnimation`), existe otra subclase de `Animation` llamada `AnimationSet`, que nos permite combinar varias animaciones, para por ejemplo, rotar y escalar al mismo tiempo una vista. En el XML este conjunto de animaciones se define mediante la etiqueta `<set>`.

Las animaciones combinadas pueden ejecutarse en paralelo o secuencialmente. Para ejecutarlas de forma secuencial utilizaremos los parámetros `duration` y `startOffset`. Con este segundo parámetro podemos hacer que el comienzo de una de las subanimaciones se retrase un cierto número de milisegundos, para así dar tiempo a que las animaciones anteriores acaben.

Es también posible definir un *listener* de tipo `Animation.AnimationListener` sobre este tipo de animaciones, y así recibir notificaciones cada vez que la animación comience, finalice, o se repita.

3. Gráficos 3D

Para mostrar gráficos 3D en Android contamos con OpenGL ES, un subconjunto de la librería gráfica OpenGL destinado a dispositivos móviles.

Hasta ahora hemos visto que para mostrar gráficos propios podíamos usar un componente que heredase de `View`. Estos componentes funcionan bien si no necesitamos realizar repintados continuos o mostrar gráficos 3D.

Sin embargo, en el caso de tener una aplicación con una gran carga gráfica, como puede ser un videojuego o una aplicación que muestre gráficos 3D, en lugar de `View` deberemos utilizar `SurfaceView`. Esta última clase nos proporciona una superficie en la que podemos dibujar desde un hilo en segundo plano, lo cual libera al hilo principal de la aplicación de la carga gráfica.

Vamos a ver en primer lugar cómo utilizar `SurfaceView`, y las diferencias existentes con

`View`.

Para crear una vista con `SurfaceView` tendremos que crear una nueva subclase de dicha clase (en lugar de `View`). Pero en este caso no bastará con definir el método `onDraw`, ahora deberemos crearnos un hilo independiente y proporcionarle la superficie en la que dibujar (`SurfaceHolder`). Además, en nuestra subclase de `SurfaceView` también implementaremos la interfaz `SurfaceHolder.Callback` que nos permitirá estar al tanto de cuando la superficie se crea, cambia, o se destruye.

Cuando la superficie sea creada pondremos en marcha nuestro hilo de dibujado, y lo pararemos cuando la superficie sea destruida. A continuación mostramos un ejemplo de dicha clase:

```
public class VistaSurface extends SurfaceView
             implements SurfaceHolder.Callback {
    HiloDibujo hilo = null;

    public VistaSurface(Context context) {
        super(context);

        SurfaceHolder holder = this.getHolder();
        holder.addCallback(this);
    }

    public void surfaceChanged(SurfaceHolder holder, int format,
                               int width, int height) {
        // La superficie ha cambiado (formato o dimensiones)
    }

    public void surfaceCreated(SurfaceHolder holder) {
        hilo = new HiloDibujo(holder, this);
        hilo.start();
    }

    public void surfaceDestroyed(SurfaceHolder holder) {

        hilo.detener();
        try {
            hilo.join();
        } catch (InterruptedException e) { }
    }
}
```

Como vemos, la clase `SurfaceView` simplemente se encarga de obtener la superficie y poner en marcha o parar el hilo de dibujado. En este caso la acción estará realmente en el hilo, que es donde especificaremos la forma en la que se debe dibujar el componente. Vamos a ver a continuación cómo podríamos implementar dicho hilo:

```
class HiloDibujo extends Thread {
    SurfaceHolder holder;
    VistaSurface vista;
    boolean continuar = true;

    public HiloDibujo(SurfaceHolder holder, VistaSurface vista) {
        this.holder = holder;
```

```
        this.vista = vista;
        continuar = true;
    }

    public void detener() {
        continuar = false;
    }

    @Override
    public void run() {
        while (continuar) {
            Canvas c = null;
            try {
                c = holder.lockCanvas(null);
                synchronized (holder) {
                    // Dibujar aqui los graficos
                    c.drawColor(Color.BLUE);
                }
            } finally {
                if (c != null) {
                    holder.unlockCanvasAndPost(c);
                }
            }
        }
    }
}
```

Podemos ver que en el bucle principal de nuestro hilo obtenermos el lienzo (`Canvas`) a partir de la superficie (`SurfaceHolder`) mediante el método `lockCanvas`. Esto deja el lienzo bloqueado para nuestro uso, por ese motivo es importante asegurarnos de que siempre se desbloquee. Para tal fin hemos puesto `unlockCanvasAndPost` dentro del bloque `finally`. Además debemos siempre dibujar de forma sincronizada con el objeto `SurfaceHolder`, para así evitar problemas de concurrencia en el acceso a su lienzo.

Para aplicaciones como videojuegos 2D sencillo un código como el anterior puede ser suficiente (la clase `View` sería demasiado lenta para un videojuego). Sin embargo, lo realmente interesante es utilizar `SurfaceView` junto a OpenGL, para así poder mostrar gráficos 3D, o escalados, rotaciones y otras transformaciones sobre superficies 2D de forma eficiente.

El estudio de la librería OpenGL queda fuera del ámbito de este curso. A continuación veremos un ejemplo de cómo utilizar OpenGL (concretamente OpenGL ES) vinculado a nuestra `SurfaceView`.

Realmente la implementación de nuestra clase que hereda de `SurfaceView` no cambiará, simplemente modificaremos nuestro hilo, que es quien realmente realiza el dibujado. Toda la inicialización de OpenGL deberá realizarse dentro de nuestro hilo (en el método `run`), ya que sólo se puede acceder a las operaciones de dicha librería desde el mismo hilo en el que se inicializó. En caso de que intentásemos acceder desde otro hilo obtendríamos un error indicando que no existe ningún contexto activo de OpenGL.

En este caso nuestro hilo podría contener el siguiente código:

```
public void run() {
    initEGL();
    initGL();

    Triangulo3D triangulo = new Triangulo3D();
    float angulo = 0.0f;

    while(continuar) {
        gl.glClear(GL10.GL_COLOR_BUFFER_BIT |
                   GL10.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

        // Dibujar gráficos aquí
        gl.glMatrixMode(GL10.GL_MODELVIEW);
        gl.glLoadIdentity();
        gl.glTranslatef(0, 0, -5.0f);
        gl.glRotatef(angulo, 0, 1, 0);

        gl.glEnableClientState(GL10.GL_VERTEX_ARRAY);
        triangulo.dibujar(gl);

        egl.eglSwapBuffers(display, surface);
        angulo += 1.0f;
    }
}
```

En primer lugar debemos inicializar la interfaz EGL, que hace de vínculo entre la plataforma nativa y la librería OpenGL:

```
EGL10 egl;
GL10 gl;
EGLDisplay display;
EGLSurface surface;
EGLContext contexto;
EGLConfig config;

private void initEGL() {
    egl = (EGL10)EGLContext.getEGL();
    display = egl.eglGetDisplay(EGL10.EGL_DEFAULT_DISPLAY);

    int [] version = new int[2];
    egl.eglInitialize(display, version);

    int [] atributos = new int[] {
        EGL10.EGL_RED_SIZE, 5,
        EGL10.EGL_GREEN_SIZE, 6,
        EGL10.EGL_BLUE_SIZE, 5,
        EGL10.EGL_DEPTH_SIZE, 16,
        EGL10.EGL_NONE
    };

    EGLConfig [] configs = new EGLConfig[1];
    int [] numConfigs = new int[1];
    egl.eglChooseConfig(display, atributos, configs,
                        1, numConfigs);

    config = configs[0];
    surface = egl.eglCreateWindowSurface(display,
                        config, holder, null);
```

```
    contexto = egl.eglCreateContext(display, config,
                         EGL10.EGL_NO_CONTEXT, null);
    egl.eglMakeCurrent(display, surface, surface, contexto);

    gl = (GL10)contexto.getGL();
}
```

A continuación debemos proceder a la inicialización de la interfaz de la librería OpenGL:

```
private void initGL() {
    int width = vista.getWidth();
    int height = vista.getHeight();
    gl.glViewport(0, 0, width, height);
    gl.glMatrixMode(GL10.GL_PROJECTION);
    gl.glLoadIdentity();

    float aspecto = (float)width/height;
    GLU.gluPerspective(gl, 45.0f, aspecto, 1.0f, 30.0f);
    gl.glClearColor(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1);
}
```

Una vez hecho esto, ya sólo nos queda ver cómo dibujar una malla 3D. Vamos a ver como ejemplo el dibujo de un triángulo:

```
public class Triangulo3D {

    FloatBuffer buffer;

    float[] vertices = {
        -1f, -1f, 0f,
        1f, -1f, 0f,
        0f, 1f, 0f };


    public Triangulo3D() {
        ByteBuffer bufferTemporal = ByteBuffer
                   .allocateDirect(vertices.length*4);
        bufferTemporal.order(ByteOrder.nativeOrder());
        buffer = bufferTemporal.asFloatBuffer();
        buffer.put(vertices);
        buffer.position(0);
    }

    public void dibujar(GL10 gl) {
        gl.glVertexPointer(3, GL10.GL_FLOAT, 0, buffer);
        gl.glDrawArrays(GL10.GL_TRIANGLES, 0, 3);
    }
}
```

Para finalizar, es importante que cuando la superficie se destruya se haga una limpieza de los recursos utilizados por OpenGL:

```
private void cleanupGL() {
    egl.eglMakeCurrent(display, EGL10.EGL_NO_SURFACE,
            EGL10.EGL_NO_SURFACE, EGL10.EGL_NO_CONTEXT);
    egl.eglDestroySurface(display, surface);
    egl.eglDestroyContext(display, contexto);
```

```
    egl.eglTerminate(display);
}
```

Podemos llamar a este método cuando el hilo se detenga (debemos asegurarnos que se haya detenido llamando a `join` previamente).

A partir de Android 1.5 se incluye la clase `GLSurfaceView`, que ya incluye la inicialización del contexto GL y nos evita tener que hacer esto manualmente. Esto simplificará bastante el uso de la librería. Vamos a ver a continuación un ejemplo de como trabajar con dicha clase.

En este caso ya no será necesario crear una subclase de `GLSurfaceView`, ya que la inicialización y gestión del hilo de OpenGL siempre es igual. Lo único que nos interesará cambiar es lo que se muestra en la escena. Para ello deberemos crear una subclase de `GLSurfaceViewRenderer` que nos obliga a definir los siguientes métodos:

```
public class MiRenderer implements GLSurfaceView.Renderer {

    Triangulo3D triangulo;
    float angulo;

    public MiRenderer() {
        triangulo = new Triangulo3D();
        angulo = 0;
    }

    public void onSurfaceCreated(GL10 gl, EGLConfig config) {
    }

    public void onSurfaceChanged(GL10 gl, int w, int h) {
        // Al cambiar el tamaño cambia la proyección
        float aspecto = (float)w/h;
            gl.glViewport(0, 0, w, h);

        gl.glMatrixMode(GL10.GL_PROJECTION);
        gl.glLoadIdentity();
        GLU.gluPerspective(gl, 45.0f, aspecto, 1.0f, 30.0f);
    }

    public void onDrawFrame(GL10 gl) {
        gl.glClearColor(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1.0f);
        gl.glClear(GL10.GL_COLOR_BUFFER_BIT |
                   GL10.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

        // Dibujar gráficos aquí
        gl.glMatrixMode(GL10.GL_MODELVIEW);
        gl.glLoadIdentity();
        gl.glTranslatef(0, 0, -5.0f);
        gl.glRotatef(angulo, 0, 1, 0);

        gl.glEnableClientState(GL10.GL_VERTEX_ARRAY);
        triangulo.dibujar(gl);

        angulo += 1.0f;
    }
}
```

Podemos observar que será el método `onDrawFrame` en el que deberemos escribir el código para mostrar los gráficos. Con hacer esto será suficiente, y no tendremos que encargarnos de crear el hilo ni de inicializar ni destruir el contexto.

Para mostrar estos gráficos en la vista deberemos proporcionar nuestro *renderer* al objeto `GLSurfaceView`:

```
vista = new GLSurfaceView(this);
vista.setRenderer(new MiRenderer());
setContentView(vista);
```

Por último, será importante transmitir los eventos `onPause` y `onResume` de nuestra actividad a la vista de OpenGL, para así liberar a la aplicación de la carga gráfica cuando permanezca en segundo plano. El código completo de la actividad quedaría como se muestra a continuación:

```
public class MiActividad extends Activity {
    GLSurfaceView vista;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        vista = new GLSurfaceView(this);
        vista.setRenderer(new MiRenderer());
        setContentView(vista);
    }

    @Override
    protected void onPause() {
        super.onPause();
        vista.onPause();
    }

    @Override
    protected void onResume() {
        super.onResume();
        vista.onResume();
    }
}
```