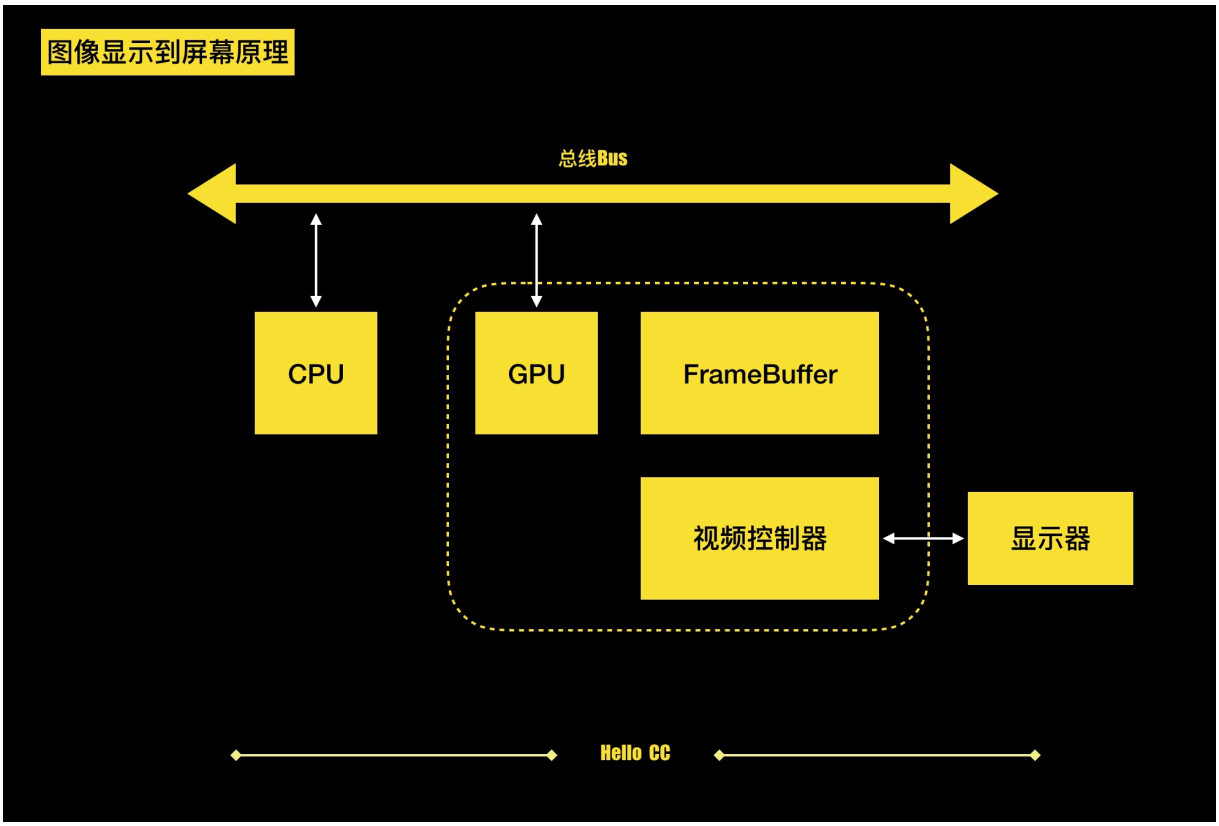
探讨iOS 中图片的解压缩到渲染全过程.

> CC老师

一.图像从文件到屏幕过程



通常计算机在显示是CPU与GPU协同合作完成一次渲染.接下来我们了解一下CPU/GPU等在这样一次渲染过程中,具体的分工是什么?

- **CPU: 计算视图frame，图片解码，需要绘制纹理图片通过数据总线交给GPU**
- **GPU: 纹理混合，顶点变换与计算,像素点的填充计算，渲染到帧缓冲区。**
- **时钟信号：垂直同步信号V-Sync / 水平同步信号H-Sync。**
- **iOS设备双缓冲机制：显示系统通常会引入两个帧缓冲区，双缓冲机制**

图片显示到屏幕上是CPU与GPU的协作完成

对应iOS 应用来说，图片是最占用手机内存的资源，同时也是不可或缺的组成部

分。将一张图片从磁盘中加载出来，并最终显示到屏幕上，中间其实经过了一系列复杂的处理过程，其中就包括了对图片的解压缩。

二.图片加载的工作流程

1. 假设我们使用 `+imageWithContentsOfFile:` 方法从磁盘中加载一张图片，这个时候的图片并没有解压缩；
2. 然后将生成的 `UIImage` 赋值给 `UIImageView` ；
3. 接着一个隐式的 `CATransaction` 捕获到了 `UIImageView` 图层树的变化；
4. 在主线程的下一个 `runloop` 到来时， `Core Animation` 提交了这个隐式的 `transaction` ，这个过程可能会对图片进行 `copy` 操作，而受图片是否字节对齐等因素的影响，这个 `copy` 操作可能会涉及以下部分或全部步骤：
    - 分配内存缓冲区用于管理文件 IO 和解压缩操作；
    - 将文件数据从磁盘读到内存中；
    - 将压缩的图片数据解码成未压缩的位图形式，这是一个非常耗时的 CPU 操作；
    - 最后 `Core Animation` 中 `CALayer` 使用未压缩的位图数据渲染 `UIImageView` 的图层。
    - CPU计算好图片的Frame,对图片解压之后.就会交给GPU来做图片渲染
5. 渲染流程
    - GPU获取获取图片的坐标
    - 将坐标交给顶点着色器(顶点计算)
    - 将图片光栅化(获取图片对应屏幕上的像素点)
    - 片元着色器计算(计算每个像素点的最终显示的颜色值)
    - 从帧缓存区中渲染到屏幕上

我们提到了图片的解压缩是一个非常耗时的 CPU 操作，并且它默认是在主线程中执行的。那么当需要加载的图片比较多时，就会对我们应用的响应性造成严重的影响，尤其是在快速滑动的列表上，这个问题会表现得更加突出。

三.为什么要解压缩图片

既然图片的解压缩需要消耗大量的 CPU 时间，那么我们为什么还要对图片进行解压缩呢？是否可以不经过解压缩，而直接将图片显示到屏幕上呢？答案是否定的。要想弄明白这个问题，我们首先需要知道什么是位图

其实，位图就是一个像素数组，数组中的每个像素就代表着图片中的一个点。我们在应用中经常用到的 JPEG 和 PNG 图片就是位图

大家可以尝试

```
UIImage *image = [UIImage imageNamed:@"text.png"];
CFDataRef rawData = CGDataProviderCopyData(CGImageGetDataProvider(ima
ge.CGImage));
```

打印rawData,这里就是图片的原始数据.

事实上，不管是 JPEG 还是 PNG 图片，都是一种压缩的位图图形格式。只不过 PNG 图片是无损压缩，并且支持 alpha 通道，而 JPEG 图片则是有损压缩，可以指定 0-100% 的压缩比。值得一提的是，在苹果的 SDK 中专门提供了两个函数用来生成 PNG 和 JPEG 图片：

```
// return image as PNG. May return nil if image has no CGImageRef o
r invalid bitmap format
UIKIT_EXTERN NSData * __nullable UIImagePNGRepresentation(UIImage * _
_nonnull image);

// return image as JPEG. May return nil if image has no CGImageRef
or invalid bitmap format. compression is 0(most)..1(least)

UIKIT_EXTERN NSData * __nullable UIImageJPEGRepresentation(UIImage *
__nonnull image, CGFloat compressionQuality);
```

因此，在将磁盘中的图片渲染到屏幕之前，必须先要得到图片的原始像素数据，才能执行后续的绘制操作，这就是为什么需要对图片解压缩的原因。

四.解压缩原理

既然图片的解压缩不可避免，而我们也不想让它在主线程执行，影响我们应用的响应性，那么是否有比较好的解决方案呢?

我们前面已经提到了，当未解压缩的图片将要渲染到屏幕时，系统会在主线程对图片进行解压缩，而如果图片已经解压缩了，系统就不会再对图片进行解压缩。因此，也就有了业内的解决方案，在子线程提前对图片进行强制解压缩。

而强制解压缩的原理就是对图片进行重新绘制，得到一张新的解压缩后的位图。其中，用到的最核心的函数是 CGBitmapContextCreate：

```
CG_EXTERN CGContextRef __nullable CGBitmapContextCreate(void * __nul
lable data,
    size_t width, size_t height, size_t bitsPerComponent, size_t byte
sPerRow,
    CGColorSpaceRef cg_nullable space, uint32_t bitmapInfo)
    CG_AVAILABLE_STARTING(__MAC_10_0, __IPHONE_2_0);
```

- **data**： 如果不为 `NULL` ，那么它应该指向一块大小至少为 `bytesPerRow * height` 字节的内存；如果 为 `NULL` ，那么系统就会为我们自动分配和释放所需的内存，所以一般指定 `NULL` 即可；
- **width** 和**height**： 位图的宽度和高度，分别赋值为图片的像素宽度和像素高度即可；
- **bitsPerComponent**： 像素的每个颜色分量使用的 bit 数，在 RGB 颜色空间下指定 8 即可；
- **bytesPerRow**： 位图的每一行使用的字节数，大小至少为 `width * bytes per pixel` 字节。当我们指定 0/NULL 时，系统不仅会为我们自动计算，而且还会进行 `cache line alignment` 的优化
- **space**： 就是我们前面提到的颜色空间，一般使用 RGB 即可；
- **bitmapInfo**： 位图的布局信息.`kCGImageAlphaPremultipliedFirst`

五.YYImage\SDWebImage开源框架实现

- 用于解压缩图片的函数 `YYCGImageCreateDecodedCopy` 存在于 `YYImageCoder` 类中，核心代码如下

```
CGImageRef YYCGImageCreateDecodedCopy(CGImageRef imageRef, BOOL decod
eForDisplay) {
    ...

    if (decodeForDisplay) { // decode with redraw (may lose some prec
ision)
        CGImageAlphaInfo alphaInfo = CGImageGetAlphaInfo(imageRef) &
kCGBitmapAlphaInfoMask;

        BOOL hasAlpha = NO;
        if (alphaInfo == kCGImageAlphaPremultipliedLast ||
            alphaInfo == kCGImageAlphaPremultipliedFirst ||
            alphaInfo == kCGImageAlphaLast ||
            alphaInfo == kCGImageAlphaFirst) {
```

```
            hasAlpha = YES;
        }

        // BGRA8888 (premultiplied) or BGRX8888
        // same as UIGraphicsBeginImageContext() and -[UIView drawRec
t:]
        CGBitmapInfo bitmapInfo = kCGBitmapByteOrder32Host;
        bitmapInfo |= hasAlpha ? kCGImageAlphaPremultipliedFirst : kC
GImageAlphaNoneSkipFirst;

        CGContextRef context = CGBitmapContextCreate(NULL, width, hei
ght, 8, 0, YYCGColorSpaceGetDeviceRGB(), bitmapInfo);
        if (!context) return NULL;

        CGContextDrawImage(context, CGRectMake(0, 0, width, height),
imageRef); // decode
        CGImageRef newImage = CGBitmapContextCreateImage(context);
        CFRelease(context);

        return newImage;
    } else {
        ...
    }
}
```

它接受一个原始的位图参数 `imageRef` ，最终返回一个新的解压缩后的位图 `newImage` ，中间主要经过了以下三个步骤：

- 使用 `CGBitmapContextCreate` 函数创建一个位图上下文；
- 使用 `CGContextDrawImage` 函数将原始位图绘制到上下文中；
- 使用 `CGBitmapContextCreateImage` 函数创建一张新的解压缩后的位图。

事实上，SDWebImage 中对图片的解压缩过程与上述完全一致，只是传递给 `CGBitmapContextCreate` 函数的部分参数存在细微的差别，如下表所示：

参数		YYKit	SDWebImage
data		NULL	NULL
width		width	width
height		height	height
bitsPerComponent		8	8
bytesPerRow		0	4 * width
space		RGB	RGB
bitmapInfo	CGImageAlphaInfo	kCGImageAlphaPremultipliedFirst kCGImageAlphaNoneSkipFirst	kCGImageAlphaNoneSkipLast
	CGImageByteOrderInfo	kCGBitmapByteOrder32Host	kCGBitmapByteOrderDefault

性能对比:

- 在解压PNG图片, `SDWebImage` > `YYImage`
- 在解压JPEG图片, `SDWebImage` < `YYImage`

总结

1. 图片文件只有在确认要显示时,CPU才会对齐进行解压缩.因为解压是非常消耗性能的事情.解压过的图片就不会重复解压,会缓存起来.

2. **图片渲染到屏幕的过程**: 读取文件->计算Frame->图片解码->解码后纹理图片位图数据通过数据总线交给GPU->GPU获取图片Frame->顶点变换计算->光栅化->根据纹理坐标获取每个像素点的颜色值(如果出现透明值需要将每个像素点的颜色*透明度值)->渲染到帧缓存区->渲染到屏幕