

GUI 方案中 ALPHA 通道处理介绍

前言

伴随着 GUI 应用在嵌入式领域比重日益增加，STM32 专门提供了 DMA2D、LTDC 以及 DSI 等外设，能够实现优良的 GUI 解决方案。本文主要围绕 STM32 的 DMA2D 和 LTDC 展开讨论，介绍图片 ALPHA 通道的处理事项。

ALPHA 通道简述

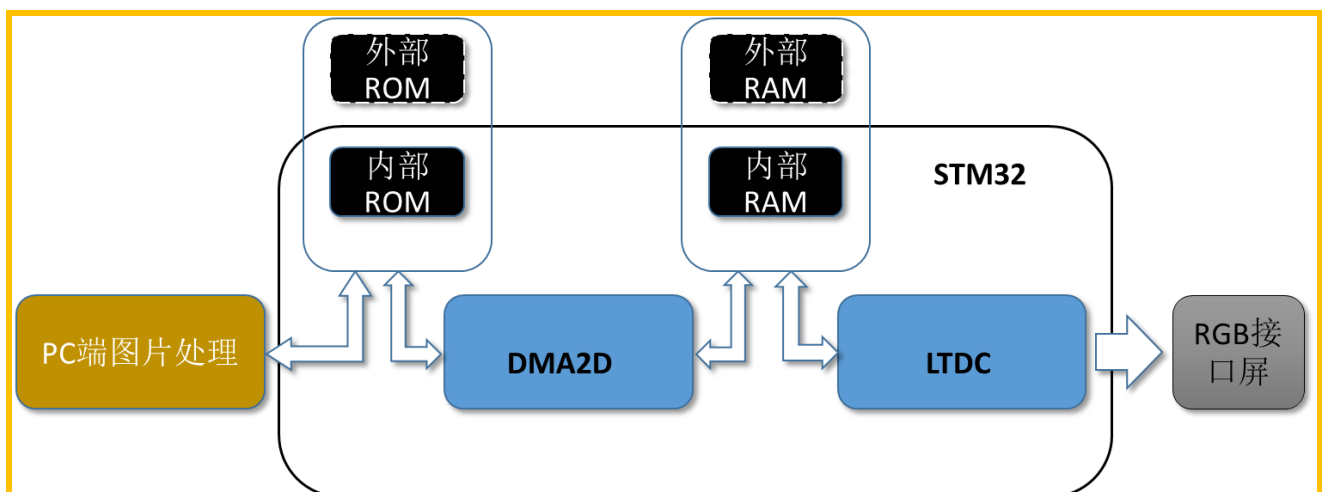
ALPHA 通道是指一张图片的透明和半透明度。不同颜色格式的图片，具备的 ALPHA 通道位数有所区别，本文围绕 8 位的 ALPHA 通道展开介绍。如下图，为 ALPHA 通道的几种实例。其中透明度由 ALPHA 通道值决定。

前景图		透明度	0%	50%	100%
背景图		合成效果			

STM32 图片显示方案介绍

为了更好的阐述 ALPHA 通道的作用及相关处理，先对 STM32 的图片显示进行简单介绍。

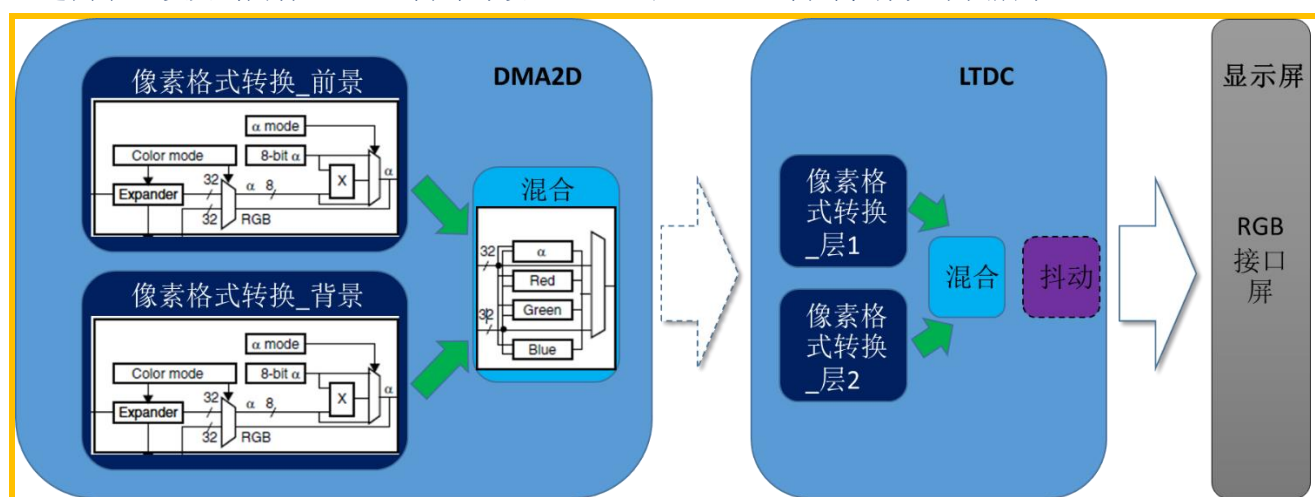
以支持 DMA2D 和 LTDC 的 STM32 为例，图片的数据流如下图所示（为简化介绍，仅以图片生成像素数据，直接对像素数据进行显示的图片显示方案为例）。



首先利用 PC 端工具，将图片转为包含像素数据的文件(例如 STemWin 中提供的 bmpCvt.exe 或者 bmpCvtST.exe 工具，能够将图片导出为包含像素数据的.c 文件)。编译链接生成烧录文件，烧录时，对应的像素数据保存到 ROM 中。然后利用 DMA2D 实现图片资源的转移，转移到在 RAM 中开辟的显示缓存空间中。最后，LTDC 访问对应的显示缓存空间，实现对 RGB 接口显示屏的内容刷新，从而实现图片的显示。

STM32 ALPHA 通道处理

上述例中，涉及到两种 STM32 内部外设 DMA2D 和 LTDC，内部框架如下图所示。



从图中可以了解到，ALPHA 通道在 DMA2D 和 LTDC 中都能进行处理。具体在像素格式转化和混合中处理。

下面围绕 ALPHA 通道处理，分环节进行描述。

PC 端处理

ALPHA 通道在电脑端的处理，除了应用效果上的处理外，主要注意图片导出像素信息时，与硬件平台匹配。

例如，bmpCvtST.exe 工具为 32 位真彩色图片，提供了如下两种导出类型。bmpCvtST.exe 是 bmpCvt.exe 的 ST 版，能够更好的支持 STM32 平台上图片应用开发。

导出类型	ALPHA 通道 (范围: 0x00 ~ 0xFF)	透明度
ABGR	0x00	不透明
	0xFF	全透明
ARGB	0x00	全透明
	0xFF	不透明

具体导出何种类型的图片数据.c 文件，需要根据采用的 STM32 DMA2D 外设支持情况进行确定。将在 DMA2D 处理小结进行说明。一般情况下，ARGB 格式与全部支持 DMA2D 和 LTDC 的 STM32 硬件平台匹配。

DMA2D 上处理

如上图，在利用 DMA2D 进行数据的转移、填充等过程中，支持对 ALPHA 通道值的更改。在像素格式转换环节，通过 DMA2D_xxFCCR 寄存器的配置实现，支持如下三种形式：

1. 保留像素信息原 ALPHA 通道值
2. 利用 ALPHA@DMA2D_xxFCCR 替换原 ALPHA 通道值
3. 利用原 ALPHA 通道值 * ALPHA@DMA2D_xxFCCR / 255 替换原 ALPHA 通道值

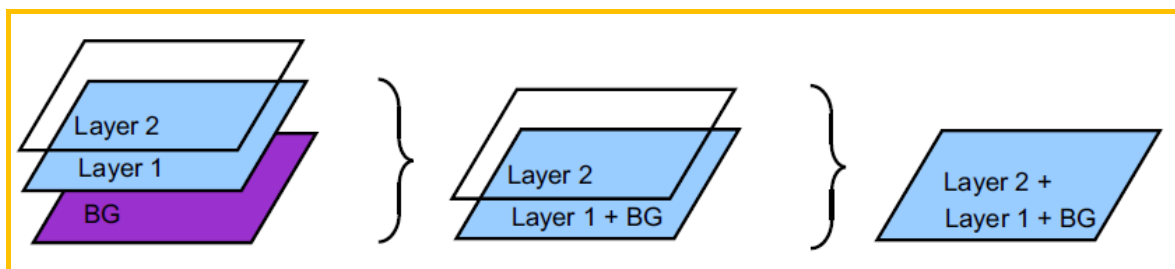
另外，某些 STM32 的 DMA2D 提供了 ALPHA 通道值取反、RED 通道与 BLUE 通道互换的功能，具体请根据对应 STM32 的参考手册了解是否支持。具有这种功能的 STM32 能够匹配上面描述的 ABGR 类型。

在混合环节，虽然涉及到 ALPHA 通道，但表现为遵循固定的混合公式进行通道混合。在这里不做讨论，详情请参考对应参考手册的 DMA2D blender 章节。

LTDC 上处理

像素格式转化环节，并不涉及可配置的 ALPHA 通道处理，这里不做讨论。

在混合环节，能够根据不同的混合因子，对各层混合时 ALPHA 通道进行不同的处理，实现不同的效果。各层混合流程如下图，采用自下而上的混合方式。



层间混合遵循如下公式：

$$BC = BF1 \times C + BF2 \times Cs$$

其中：BC = 混合颜色

BF1 = 混合因子 1

C = 当前层颜色

BF2 = 混合因子 2

Cs = 下层混合颜色

涉及到的参数，可以进行如下可选的配置，从而执行不同的层级颜色混合。其中 BF1、BF2 因子决定了对应 ALPHA 通道处理。

BF1[2 :0]@ LTDC_LxBFCR	BF2[2 :0]@ LTDC_LxBFCR	CONSTA@ LTDC_LxCACR
100 CONSTA/255	100 1- CONSTA/255	0~255 (层 ALPHA 常数, Alpha 常数值 = CONSTA/255)
100 CONSTA/255	110 1- 原像素 Alpha * CONSTA /255	
110 原像素 Alpha * CONSTA /255	100 1- CONSTA /255	
110 原像素 Alpha * CONSTA /255	110 1- 原像素 Alpha * CONSTA /255	

例如：当配置层 2 参数 BF1 = 0b100，BF2= 0b100，CONSTA=0xFF 时，BC = C。显示效果为不论图片中 ALPHA 通道值，只显示对应区域上层 2 的图片，其它层颜色不显示。

总结

图片的转化显示虽然简单，但由于涉及到不同平台，需要注意匹配性问题。实际实现过程中，需要对各环节有一定程度的了解，从而实现同样的显示效果。需知，上述的 **STM32 GUI** 方案描述，是针对支持 **DMA2D** 和 **LTDC** 的 **STM32**。同时，为了聚焦于 **ALPHA** 通道的介绍，仅以图片生成的.c 文件为例，介绍图片显示方案。除此之外，**STM32** 还提供了其他丰富的 **GUI** 方案，能够直接支持各种格式的图片，例如.bmp，.png，.jpg 等。

重要通知 – 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对ST 产品和/ 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关ST 销售条款。

买方自行负责对ST 产品的选择和使用， ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和ST 徽标是ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。