初探 Arm-2D

填补空白还是屋上架屋

王卓然

2021-5-21

内容提要

- 什么是Arm-2D
- Arm-2D开发者模型简介
- Arm-2D开发范例
- Q&A

git clone https://github.com/ARM-software/EndpointAI

arm

Arm-2D是什么

Arm-2D是GUI么？

常见GUI基本构成

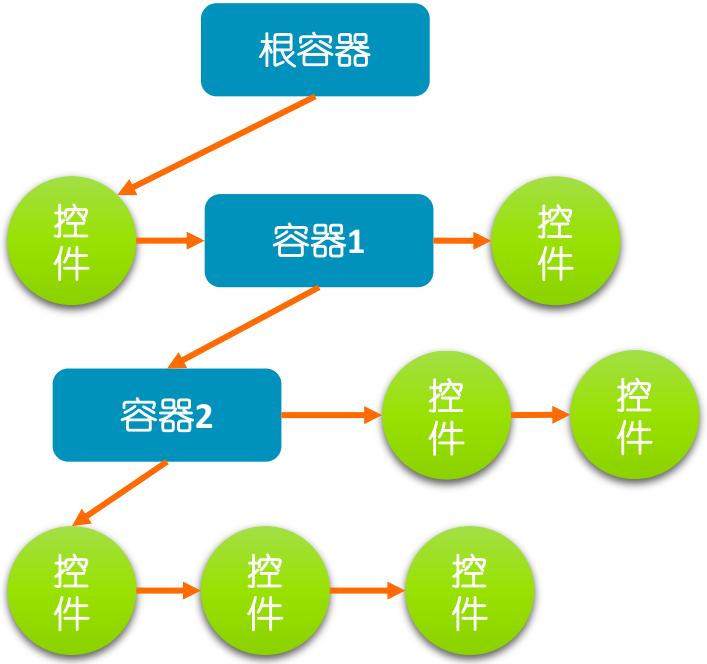
- GUI的基本框架（GUI Software Framework）
  - 控件树（Element Tree）
    - 消息处理机制
    - Boxing Mode
  - 资源管理（字体、图片资源等等）
  - 特效和动画支持服务
  - 硬件适配、抽象和加速

- GUI控件库
  - 常用的控件集合
  - 控件的皮肤和式样库

- 用户接口
  - 设计器
  - 对象库、模板库、例程

控件树

- 容器（Container）和控件（Control）
  - 控件是控件树的基本单位
  - 容器是一种特殊的控件——它可以容纳其它控件
    - 不同的容器对内部的控件可以有完全不同的组织形式
      - “放任不管”式容器
      - 流式布局（Stream Container）
      - 线性布局（Line Stream Container）
      - ……
    - Z-Order

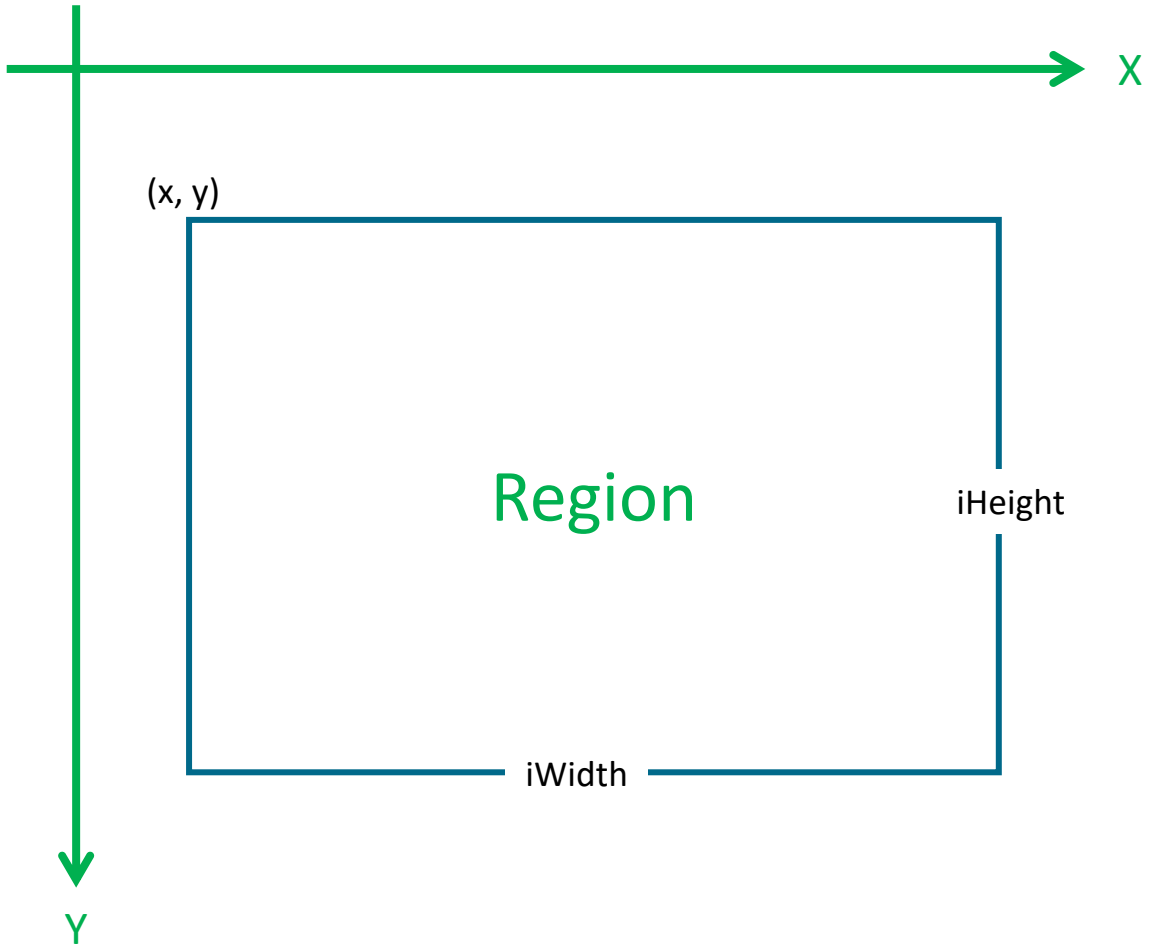


- 对同一个控件树，不同的消息有完全不同的遍历策略
  - 界面绘制（Refresh）通常采用先序遍历或者广度优先遍历
  - 触摸事件处理通常采用深度优先搜索

arm

Boxing Mode

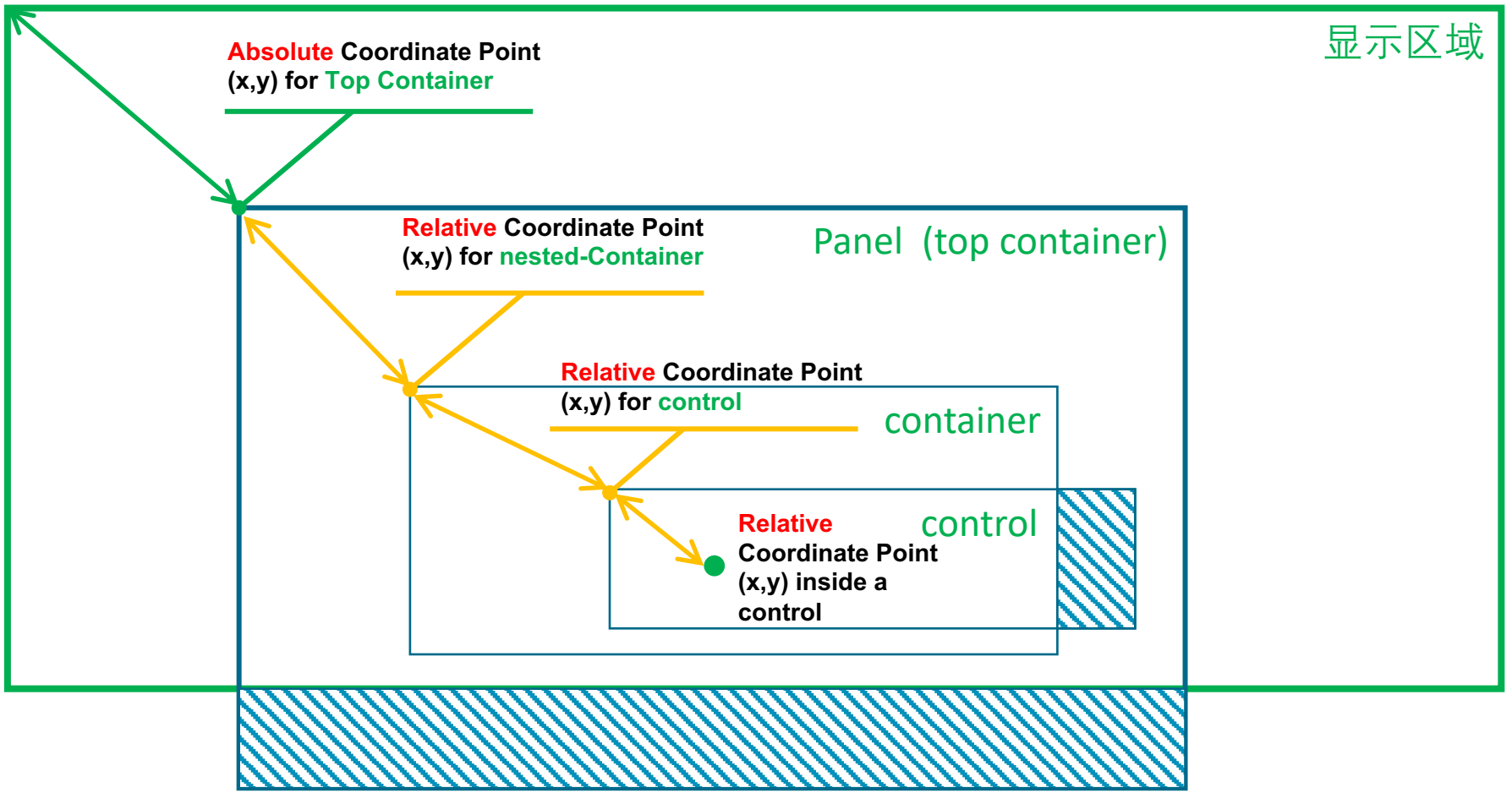
- Boxing Mode 是关于界面布局的模型
- Region 是Boxing Mode的基本单位
  - 位置信息（Location）
    - int16_t
    - 2D环境下使用平面直角坐标系
    - 左上角为（0,0）
    - Y 轴正方向向下
  - 尺寸信息（Size）
    - int16_t
    - 宽度（Width）
    - 高度（Height）



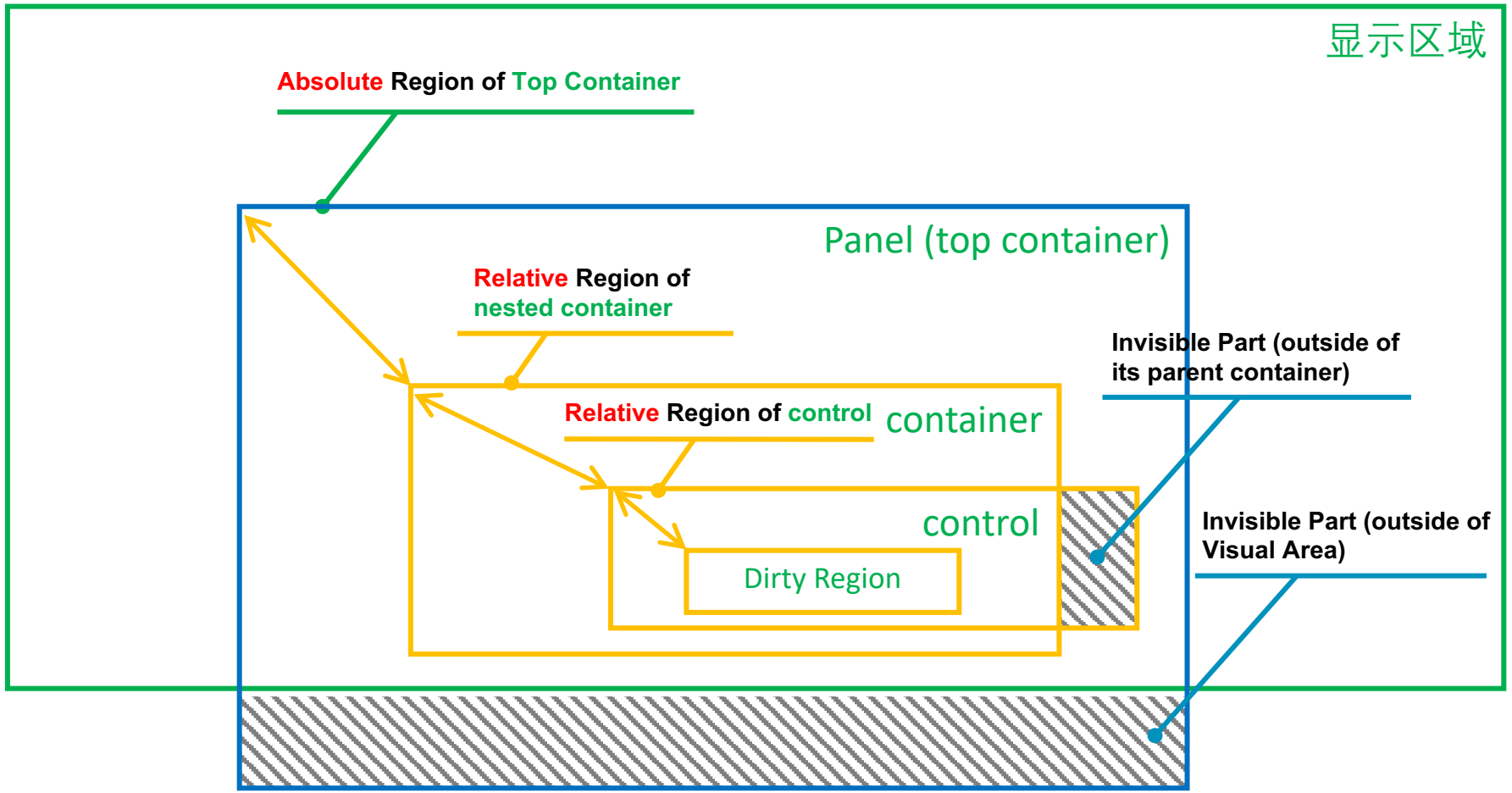
arm

绝对坐标和相对坐标

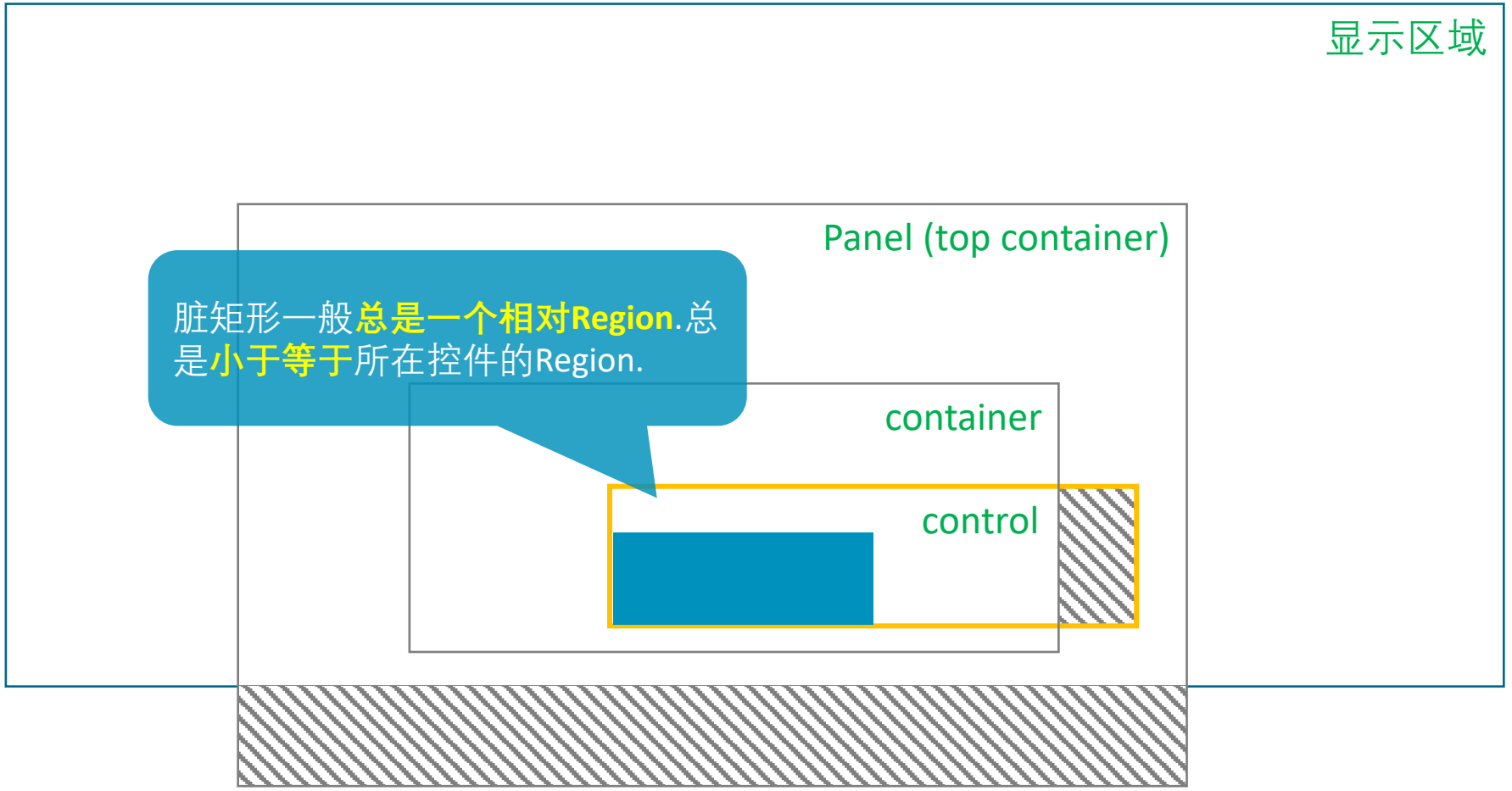
Absolute Base Point (0,0)



相对Region和绝对Region

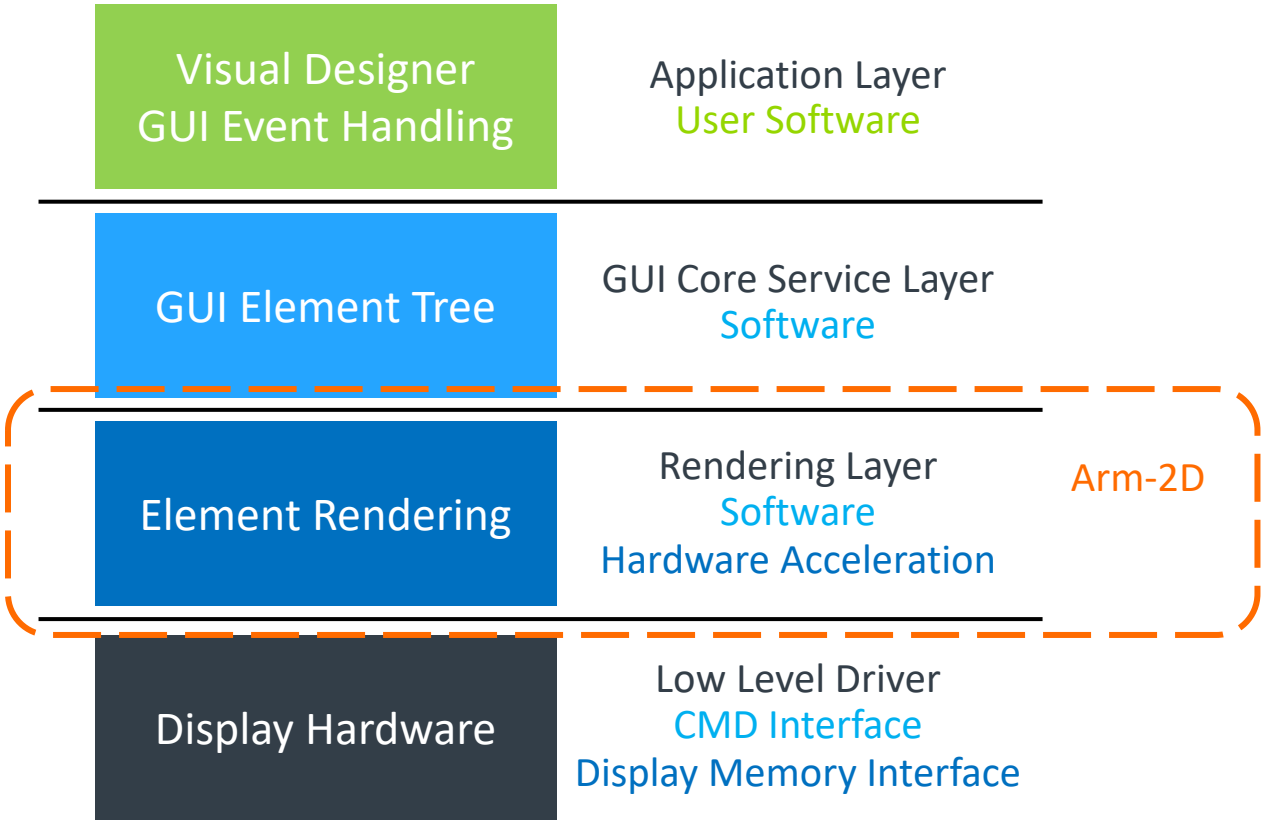


脏矩形（Dirty Region）



常见GUI基本构成

- GUI的基本框架（GUI Software Framework）
  - 控件树（Element Tree）
    - 消息处理机制
    - Boxing Mode
  - 资源管理（字体、图片资源等等）
  - 绘制、特效和动画支持服务
  - 硬件适配、抽象和加速
- GUI控件库
  - 常用的控件集合
  - 控件的皮肤和式样库
- 用户接口
  - 设计器
  - 对象库、模板库、例程



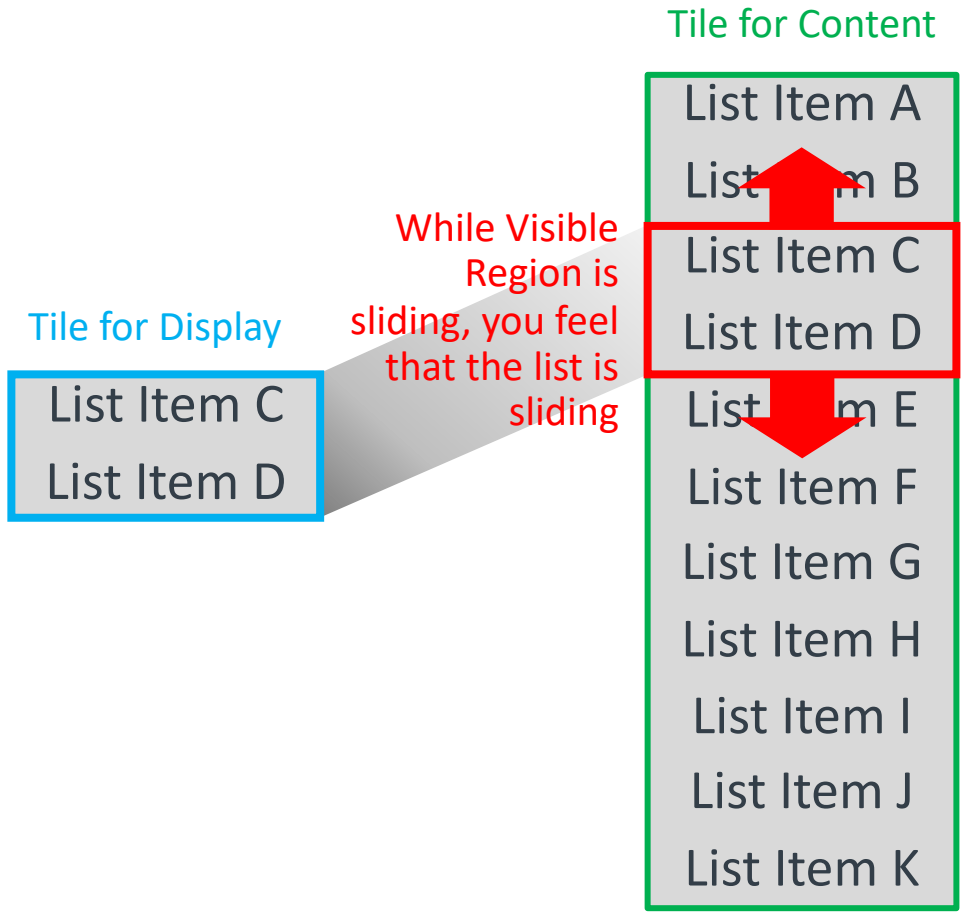
arm

Arm-2D是“标准显卡驱动”

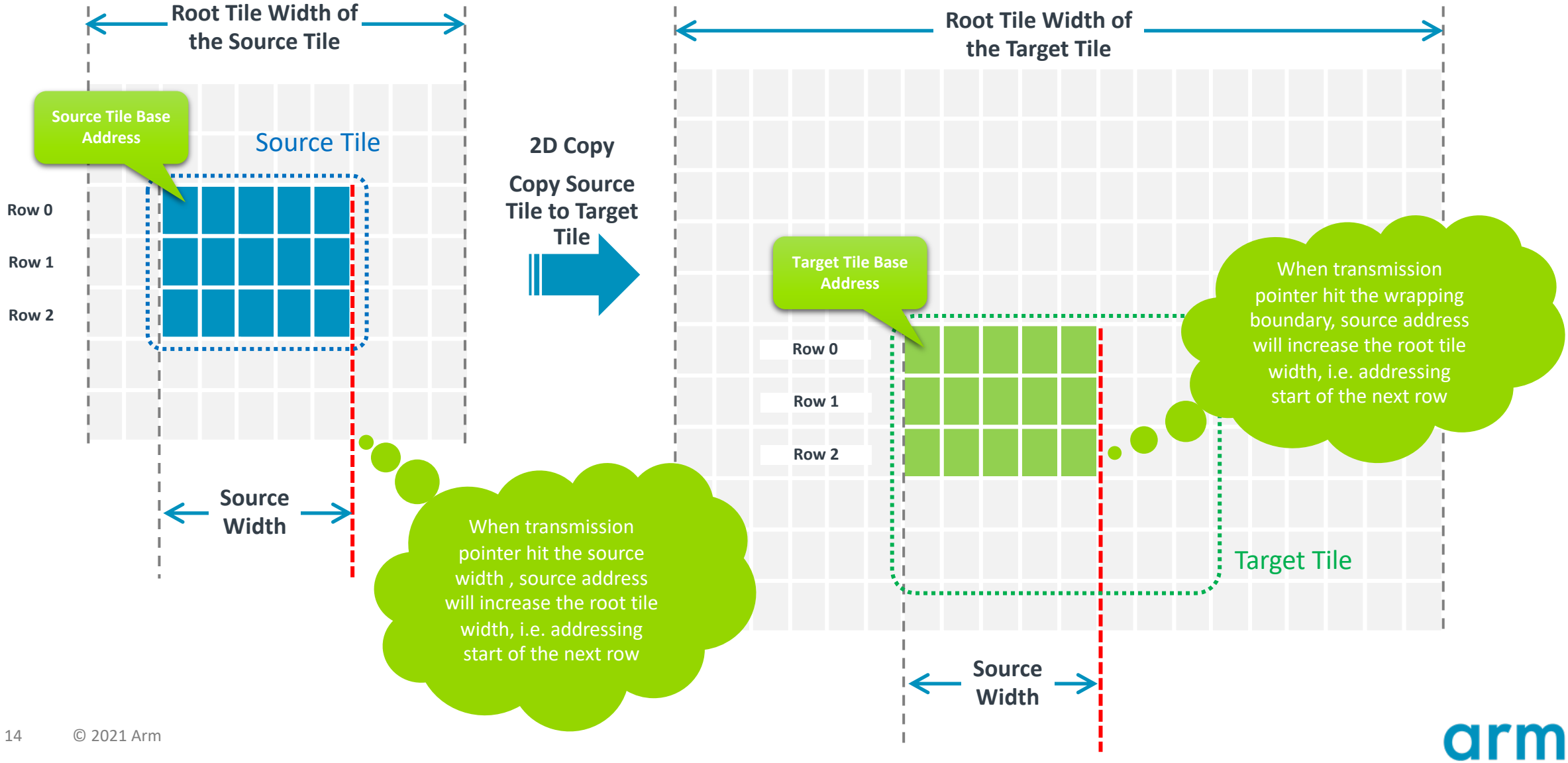
用于加速和支持GUI

MCU上实现2D图形界面的技术可行性

- 2D图形处理所需的常见技术非常成熟
  - 早在6502时代就已经登峰造极
  - 基于贴图技术的精美界面设计在HTML时代已经成熟
  - 核心算法对算力要求不高

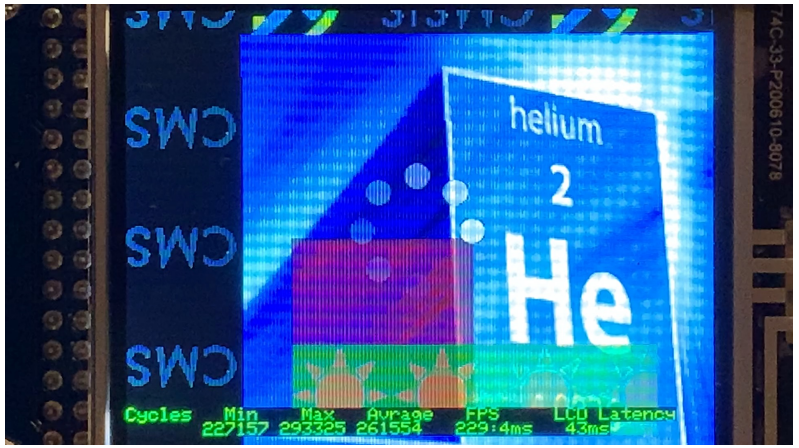


贴图的基本原理

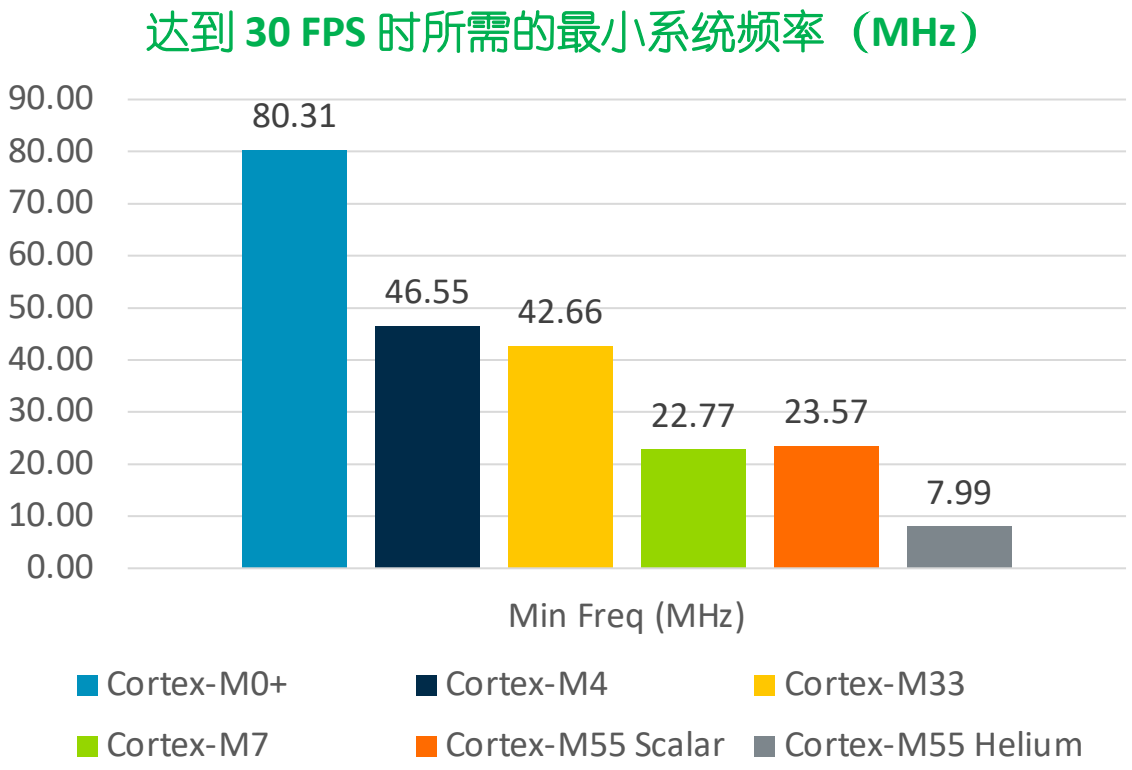


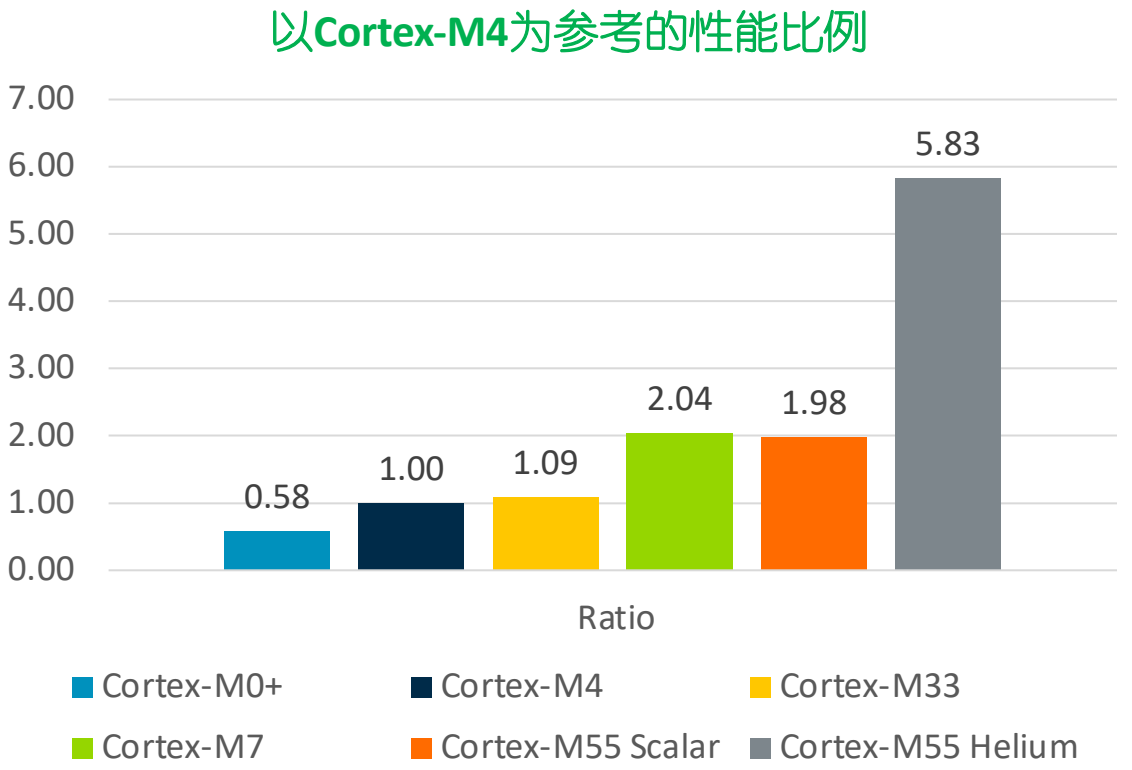
典型负载参考例程

- 背景图层:
  - 在黑色幕布上填充CMSIS图标.
  - 每隔4秒钟切换一下填充时所使用的镜像模式（无镜像、X镜像、Y镜像、XY镜像）
- 浮动的图片:
  - 通过一个会飘出显示范围的图片来展示Region切割功能以及对负数坐标的支持.
- 一个浮动的半透明红色色块
- 一个浮动、带有纹理填充的半透明绿色色块
  - 填充的太阳使用了抠图技术
- 一个浮动的太阳图标
  - 它用来展示如何使用抠图技术来实现常见的指针和图标功能
- 一个典型的“系统忙”指示
  - 这是使用“支持透明的抠图”技术实现的
  - 白色的小圆圈实际上是一个黑底白面的小图片（ ）。



常见Cortex-M处理器的性能对比





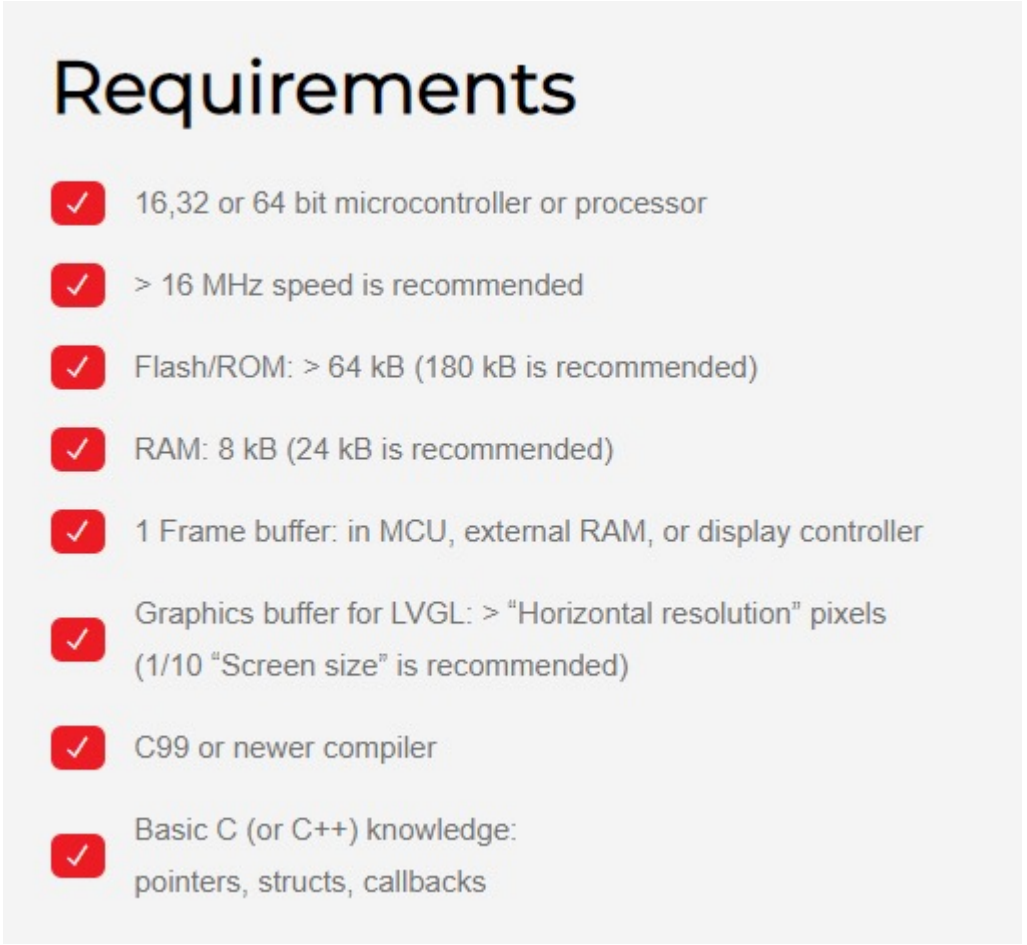
arm

嵌入式GUI的灯下黑

- 常见的嵌入式GUI都注意到了MCU资源受限的特点

- 很多主打小资源MCU的GUI仍然无法覆盖很大一部分常用MCU的资源范围
  - Flash： 32K ~ 64K
  - SRAM： 4K ~ 32K

- 支持Partial Framebuffer成为必须
  - 用户自己实现PFB非常困难

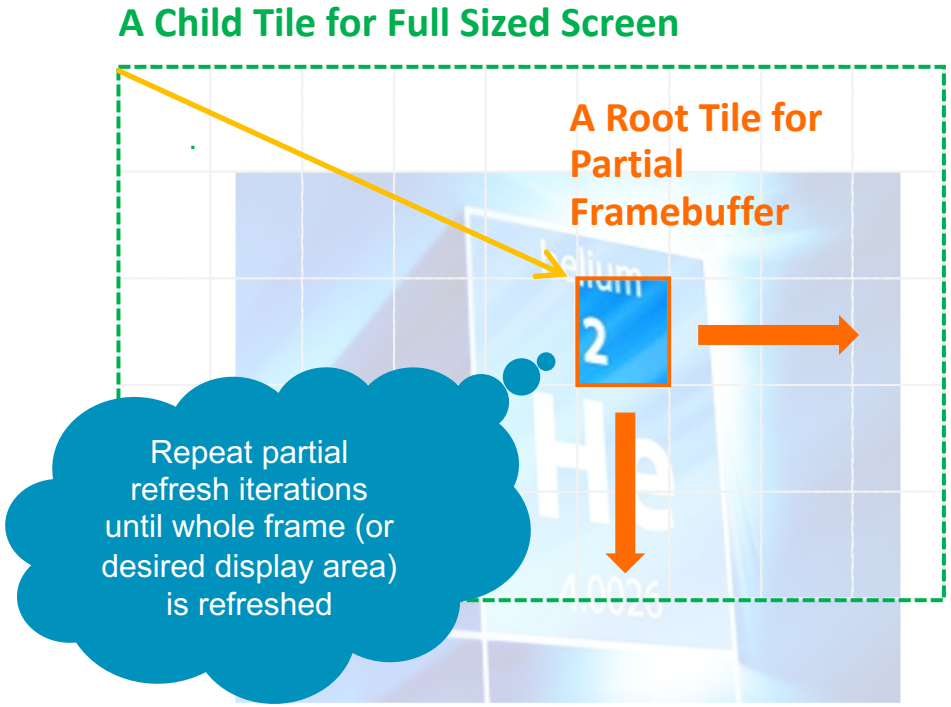


Arm-2D也意味着“从无到有”

为小资源MCU 实现精美GUI界面提供了可能

简单通用的PFB支持

- 背景:
  - 很多单片机的SRAM通常都不是很大（4K ~ 32K）
  - 一个常见的低成本320*240 的16位色LCD屏幕就要消耗150KB RAM作为显示缓冲.
  - 很多嵌入式应用对显示的帧率要求都不高.
- Arm-2D为所有Cortex-M处理器都提供了PFB
  - **高层API可以假装拥有完整的Framebuffer**
  - **哪怕你只有8*8大小的豆腐块（PFB）你也可以支持任意大小的大屏幕.**
    - 实际上PFB的大小和形状可以任意.
    - 用PFB来刷新的屏幕大小没有限制
  - 提供傻瓜式的PFB辅助模块
  - **支持局部刷新**
    - **要刷新的一连串目标区域由用户提供.**



常见的2D图形操作分类

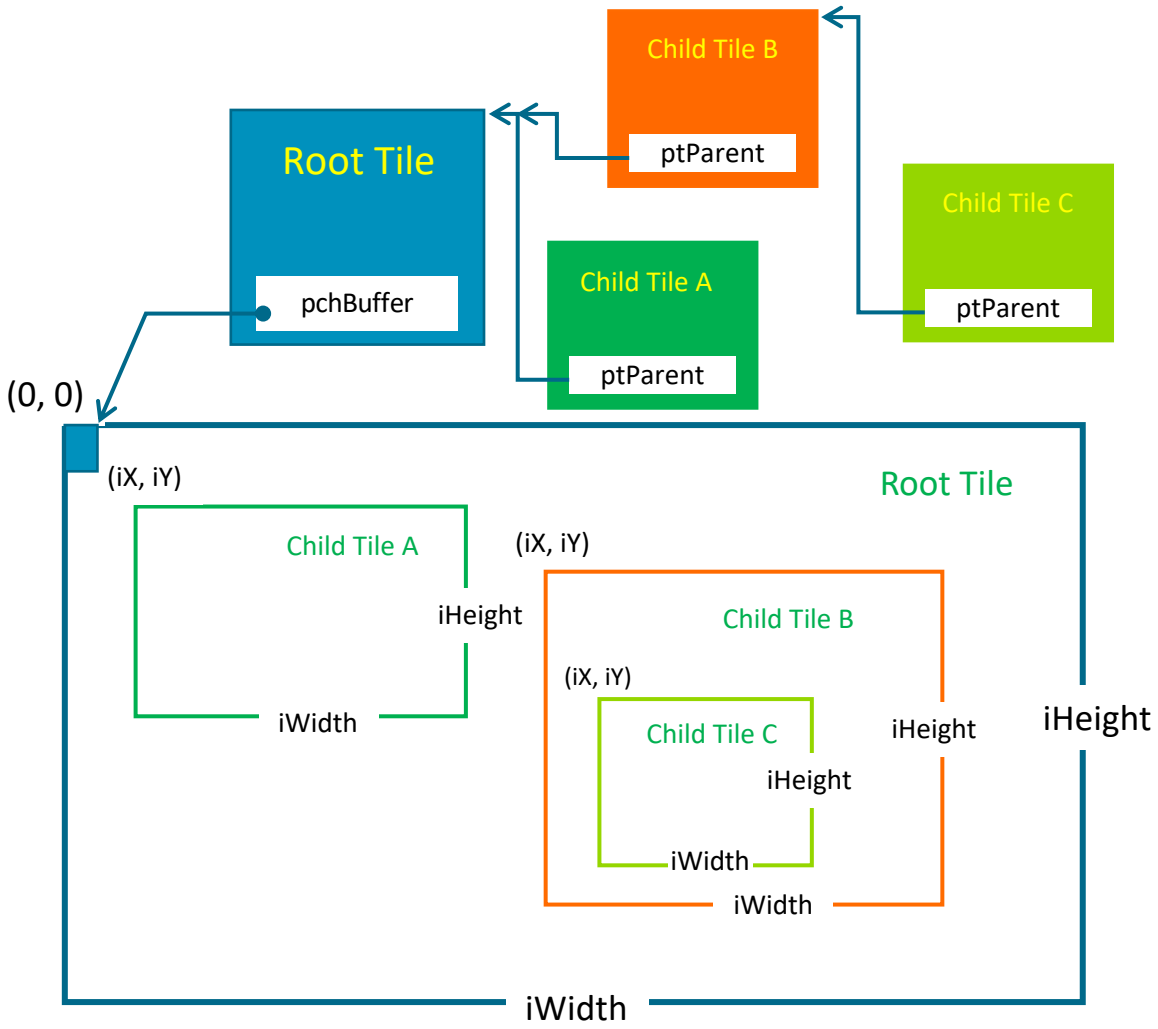
操作类型	分类	性能要求	重要性	SW/HW	ACI	MVE	DMA	Comments
Tile Operations	基础	低	标配	X		X	X	图片的拷贝和纹理的填充
Colour Space Conversion	典型	看情况	一般都有	X	X	X	X	颜色格式的转换
Drawing	典型	还好	一般都有	X		X		画点、画线、颜色填充等等
Alpha Blending	典型	较高	一般都有	X	X	X	X	透明效果（抠图、透明蒙版等等）、图层合成等等
Mirroring	典型	低	一般都有	X		X		镜像
Rotation	高级功能	吃力	选配	X	X	X		图片的旋转
Zooming/ Stretching	高级功能	吃力	选配	X	X	X		缩放和拉伸
Filtering	高级功能	吃力	比较少见	X	X	X	X	各种滤镜效果（抗锯齿等等）

Arm-2D的开发者模型

The Programmers' Model of Arm-2D

贴图（Tile）

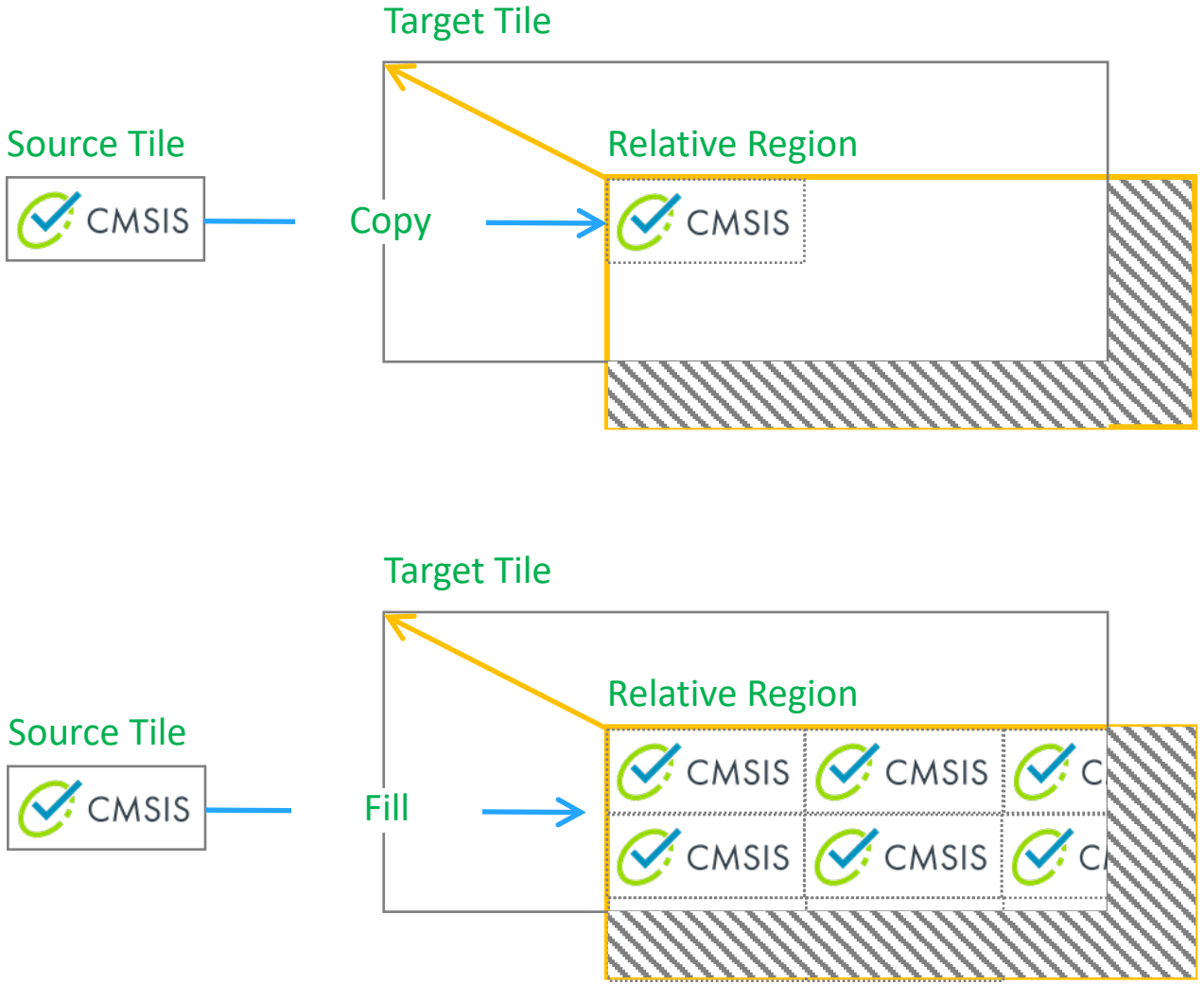
- 贴图 是Arm-2D操作的基本单位。它可以用来描述所有的资源：
  - 图片
  - 显示缓冲区
  - 字体
  - ……
- 根贴图（Root Tile）意味着它真正的拥有资源
  - 资源的尺寸信息
  - 资源缓冲区的地址
  - 像素的色彩信息
- 在任何贴图的基础上都可以派生出子贴图.
  - 子贴图中的位置信息标（Location）注了自己在父贴图中的相对坐标（Relative Coordinates）
  - 包含了一个指向父贴图的指针



注意：上述所有的贴图（包括子贴图）实际上共享了同一片缓冲区.

贴图的拷贝和填充

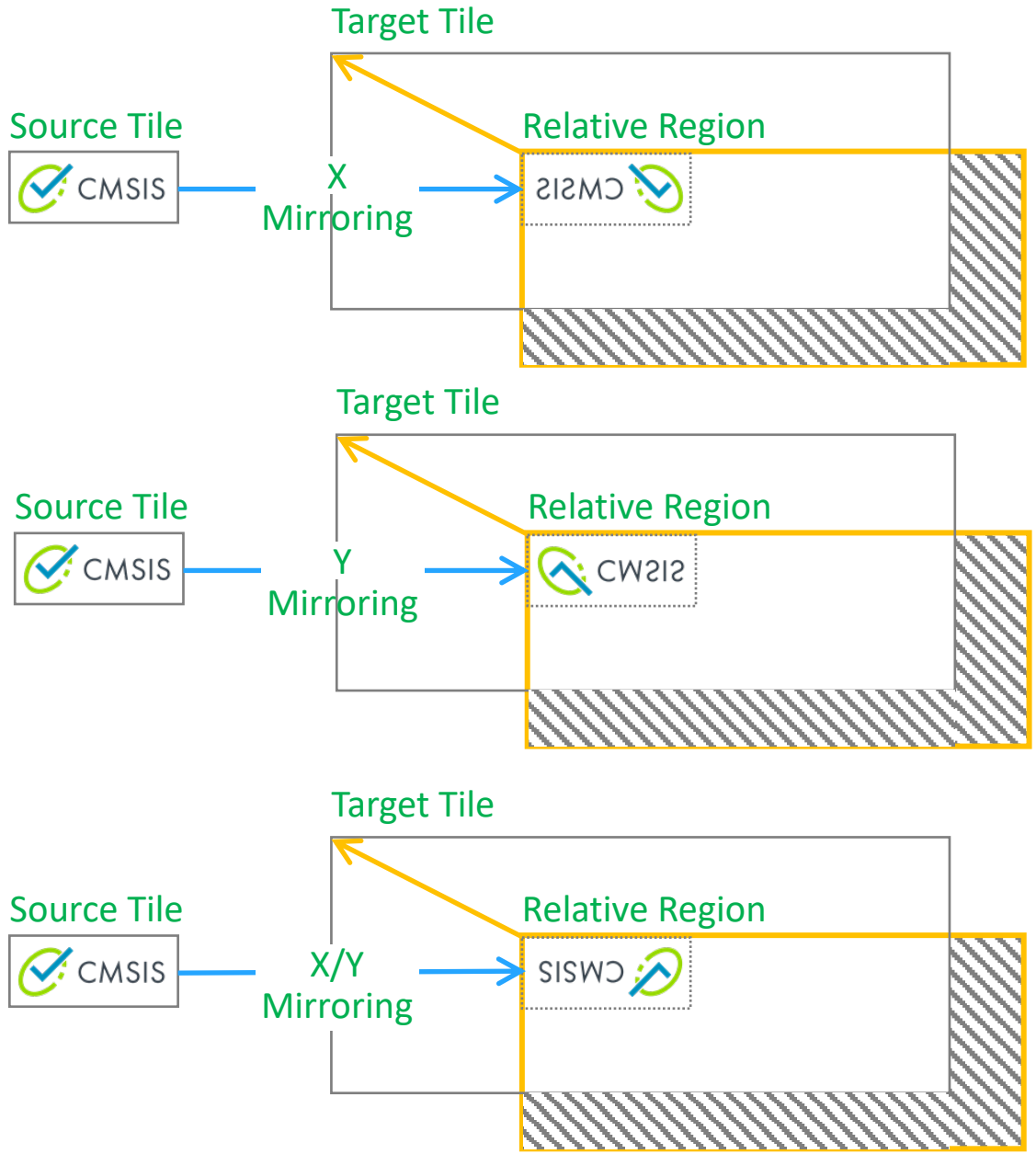
- arm_2d_rgb16_tile_copy / arm_2d_rgb32_tile_copy
- Input:
  - Source Tile
  - Target Tile
  - Relative Region in Target Tile
  - 拷贝还是填充
- Output:
  - An Updated Target Tile



arm

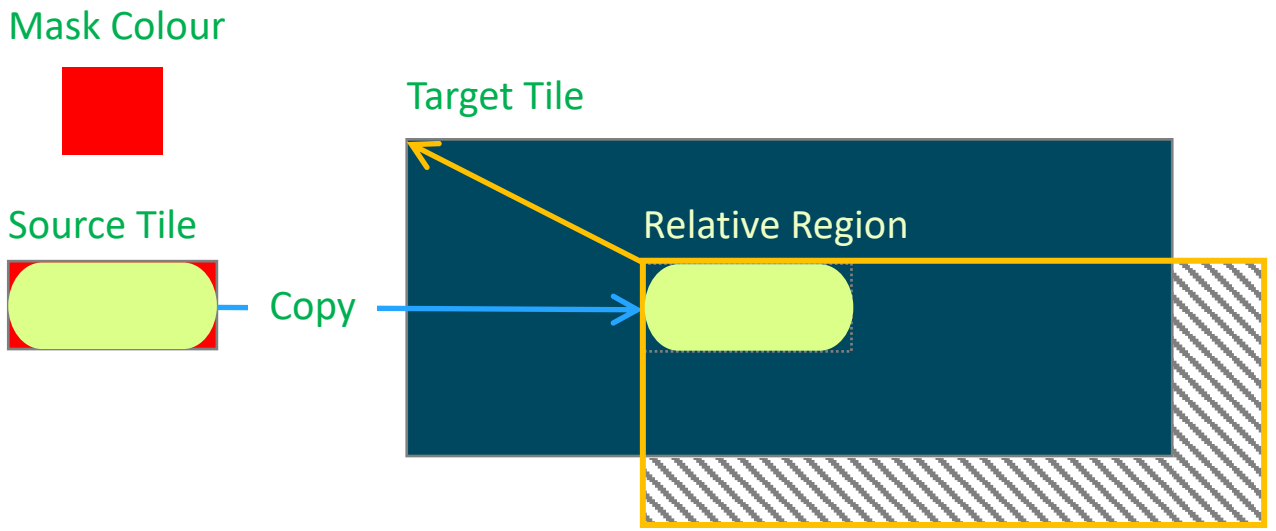
带镜像模式的拷贝和填充

- arm_2d_rgb16_tile_copy / arm_2d_rgb32_tile_copy
- Input:
  - Source Tile
  - Target Tile
  - Relative Region in Target Tile
  - 镜像模式
- Output:
  - An Updated Target Tile



抠图

- arm_2d_rgb16_tile_copy_with_colour_masking/ arm_2d_rgb32_tile_copy_with_colour_masking
- Input:
  - Source Tile
  - Target Tile
  - Relative Region in Target Tile
  - Mask colour
- Output:
  - An Updated Target Tile



arm

实际操作演示

Tile 的数据结构

- 属性信息
- Region信息
- 指针区域

```
typedef struct arm_2d_tile_t arm_2d_tile_t;
struct arm_2d_tile_t {
    implement_ex(struct {
        uint8_t    bIsRoot              : 1;    //!< is this tile a root tile
        uint8_t    bHasEnforcedColour   : 1;    //!< does this tile contains enforced colour info
        uint8_t                         : 6;
        uint8_t                         : 8;
        uint8_t                         : 8;
        arm_2d_color_info_t    tColourInfo;     //!< enforced colour
    }, tInfo);

    implement_ex(arm_2d_region_t, tRegion);

    union {
        /*! when bIsRoot is true, phwBuffer is available,
         *! otherwise ptParent is available
         */
        arm_2d_tile_t       *ptParent;
        uint16_t            *phwBuffer;
        uint32_t            *pwBuffer;
        uint8_t             *pchBuffer;
    };
};
```

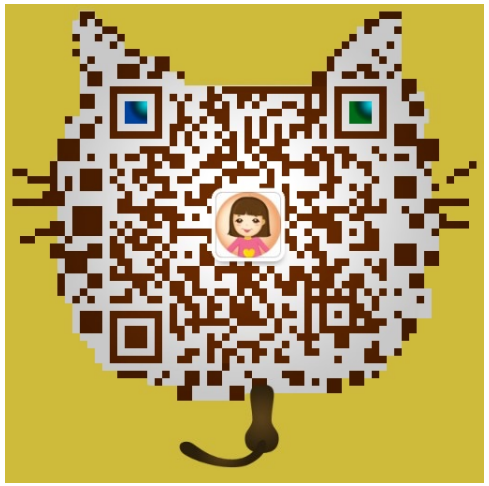
arm

提问环节

极术社区

更多极术公开课请关注极术社区

关注极术社区微信号



添加小助手加入技术群

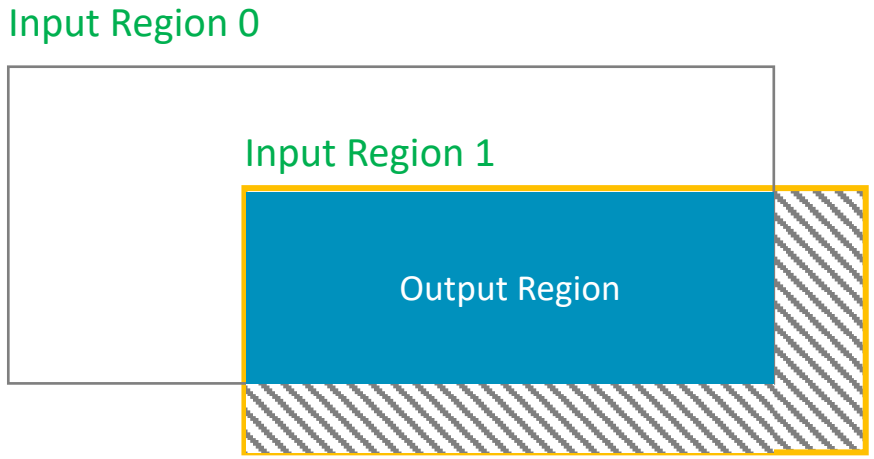
arm

arm

Thank You
Danke
Gracias
谢谢
ありがとう
Asante
Merci
감사합니다
धन्यवाद
Kiitos
شكرًا
ধন্যবাদ
תודה

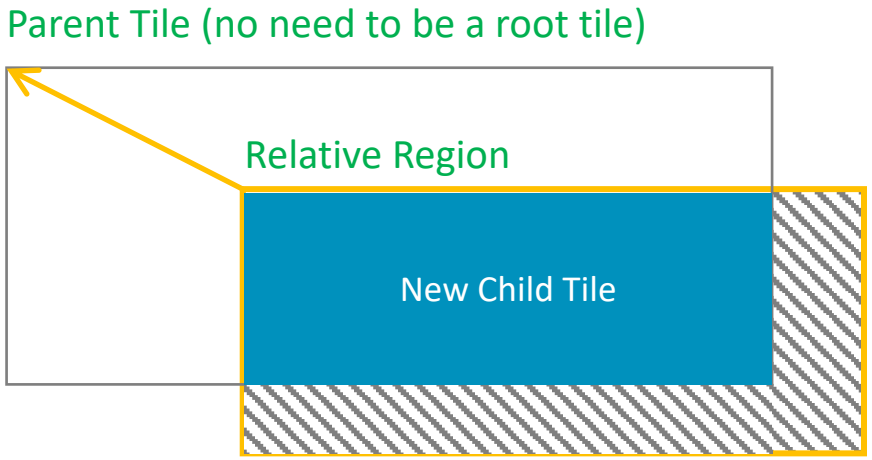
Region求交集

- arm_2d_region_intersect
  - Input:
    - Input Region 0
    - Input Region 1
  - Output:
    - A clipped region



如何动态生成一个子贴图

- arm_2d_tile_generate_child
  - Input:
    - Parent Tile
    - A relative region of the given parent tile
  - Output:
    - A new child tile with clipped region



如何找到根贴图

- arm_2d_tile_get_root
  - Input:
    - A given tile
    - A buffer to store the valid region info
  - Output:
    - The root tile