



全国大学生集成电路创新创业大赛  
CHINA COLLEGE IC COMPETITION

# 基于Arm Cortex-M0的 视频处理系统

第八届集成电路创新创业大赛东北赛区安谋科技杯答辩

团队编号: CICC4023

团队名称: 爱抚屁寄诶

指导教师: 朱明、马艳华

团队成员: 丁佩一、庞瑜耿、段凯耀

1

系统设计方案

2

ISP算法介绍

3

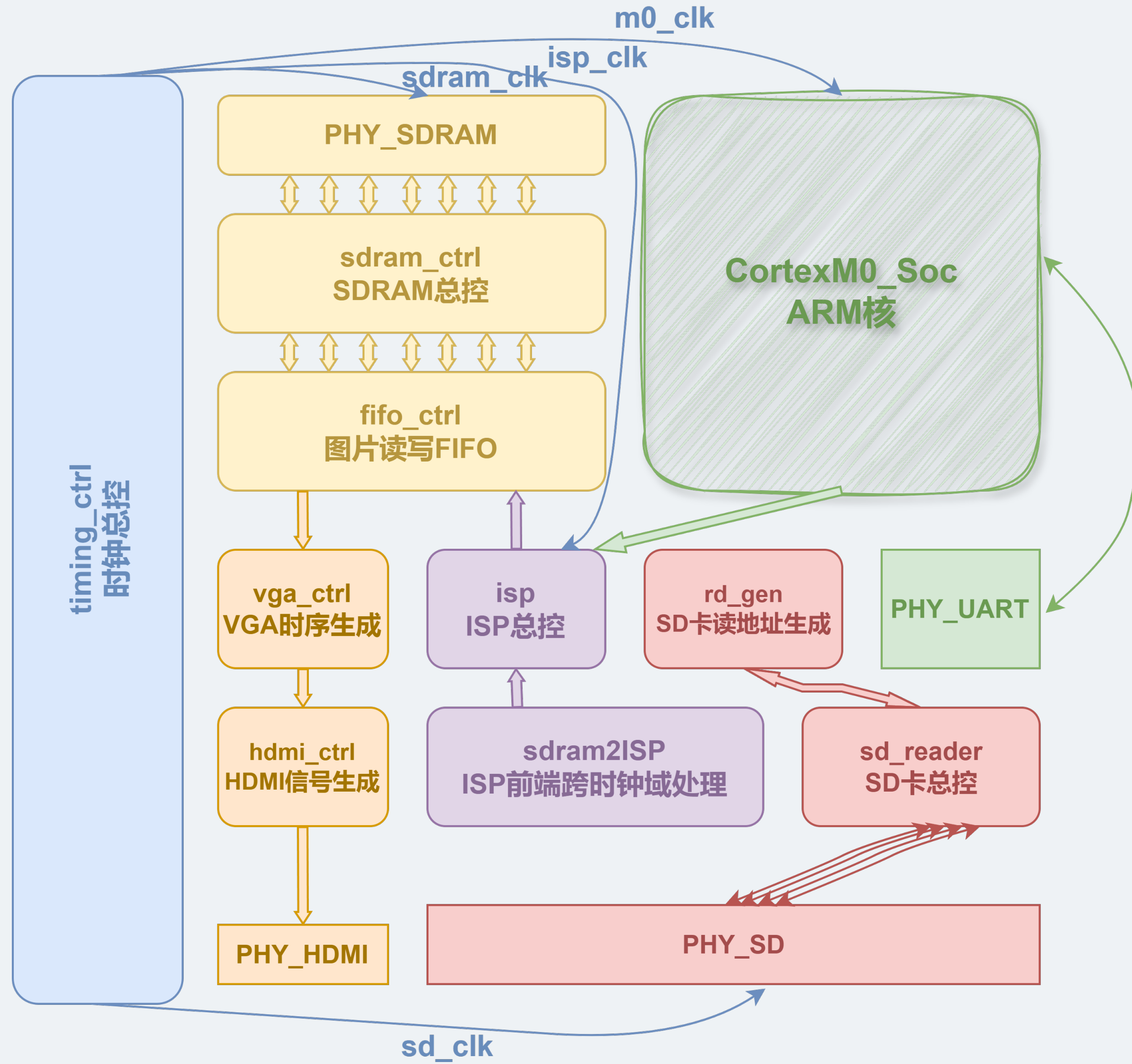
Cortex-M0

4

IP设计细节

5

ISP效果展示





集创赛

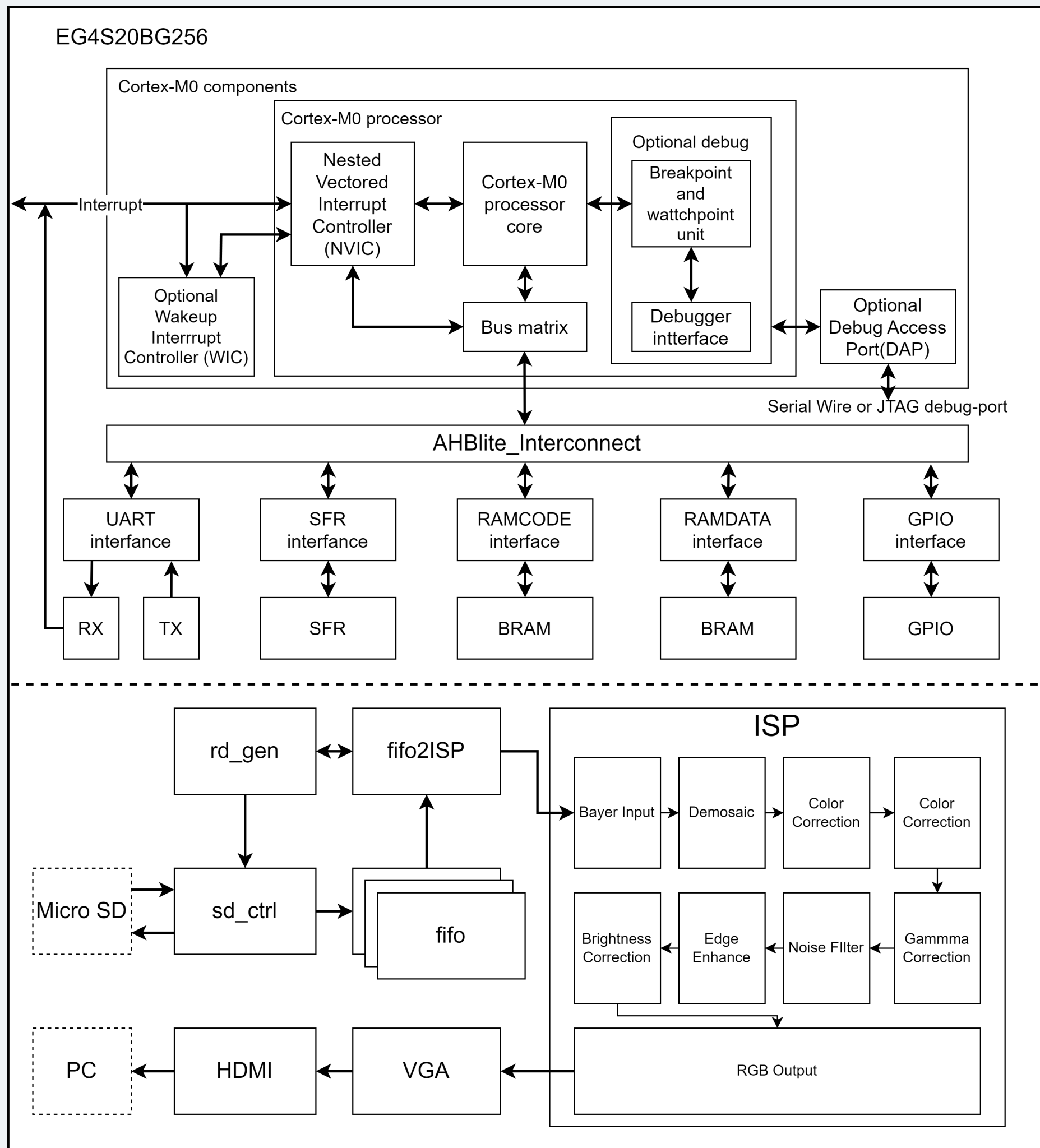
系统设计方案

ISP算法介绍

Cortex-M0

IP设计细节

ISP效果展示



## 1. 色彩转换

色彩转换采用线型插值算法，通过计算3\*3范围内各颜色的平均值，来获得中心像素点的颜色数据，由此输出三通道RGB的色彩。同时针对不同的Bayer，进行算法的适配，保证其色彩转换的通用性。

$$\text{Color} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \text{Color}_{i,j}$$

G	B	G	B	G	B	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
R	G	R	G	R	G	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
G	B	G	B	G	B	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
R	G	R	G	R	G	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
G	B	G	B	G	B	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
R	G	R	G	R	G	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB



# 1. 色彩转换 (night)



## 2. 色彩校正

bayer输入的图像可能会有较大的色差，因此我们需要对于输入的图像进行色彩矫正。通过设置三个个矫正系数与原来的RGB数值对应，两者相乘并与色深的最大值作比较，如果超出最大值就输出色深的最大值，小于就输出校正后的RGB数值。

$$\begin{cases} R' = R_{cor} * R \\ G' = G_{cor} * G \\ B' = B_{cor} * B \end{cases}$$

$$\{R'', G'', B''\} = \{\max\{R', R_{max}\}, \max\{G', G_{max}\}, \max\{B', B_{max}\}\}$$



## 2. 色彩校正 (night)





### 3. 白平衡校正

白平衡校正是指在不同光照条件下，将图像的色彩还原为真实色彩，消除光源颜色带来的影响。在此我们使用灰度世界白平衡算法（Gray World Algorithm）。在自然场景中，图像的平均颜色应该是中性的灰色，即红、绿、蓝三个通道的平均值应该相等。根据这个假设，算法通过调整每个通道的增益，使得图像的平均颜色趋向于灰色，从而达到白平衡的目的。以红色通道为例：

1、计算每个通道平均值：

$$\mu_R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i$$

3、计算增益系数：

$$g_R = \frac{\mu_{gray}}{\mu_R}$$

2、计算灰度均值：

$$\mu_{gray} = \frac{\mu_R + \mu_G + \mu_B}{3}$$

4、调整图像通道值：

$$R'_i = R_i \times g_R$$

### 3.白平衡矫正 (night)





## 4. 伽马校正

伽马校正是一种非线性操作，用于对线性亮度或 RGB 值进行编码和解码，以匹配显示设备的非线性特性。伽马校正有助于将数据映射到感知上更均匀的域，从而优化有限信号范围（例如每个 RGB 分量中有限的位数）的感知性能。伽马校正由以下公式定义：

$$V_{\text{out}} = A V_{\text{in}}^{\gamma}$$



## 4. 伽马矫正 (night)





## 5. 饱和度矫正

饱和度矫正算法用于调整图像的饱和度，使其更符合视觉上的舒适度或更接近真实世界中的颜色。本算法主要是利用HSL颜色空间进行饱和度S的上下限控制，对RGB空间进行补丁式调整。调整过程在RGB空间进行，其原理简单地说就是判断每个像素的R、G、B值是否大于或小于平均值，大于加上调整值，小于则减去调整值。本算法主体思想就是利用HSL来计算各点的调整系数。

$$L = \frac{1}{2}(max + min)$$

$$S = \begin{cases} \frac{max - min}{max + min} & \text{if } L \leq \frac{1}{2} \\ \frac{max - min}{2 - (max + min)} & \text{if } L > \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$\alpha = \begin{cases} \frac{1 - s}{s} & \text{if } i + s > 1 \\ \frac{i}{1 - i} & \text{if } i + s < 1 \end{cases}$$



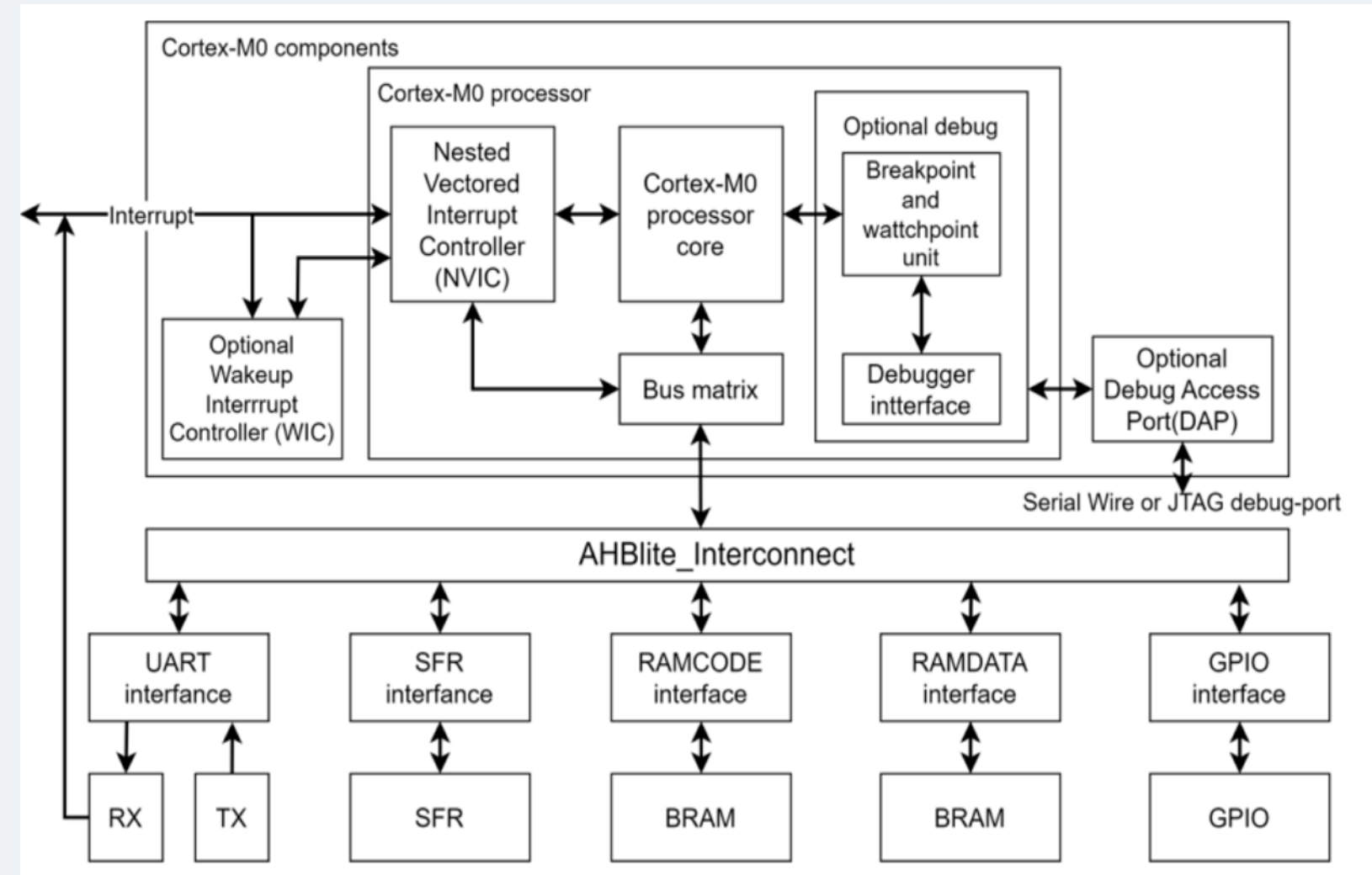
## 5.饱和度矫正 (night)





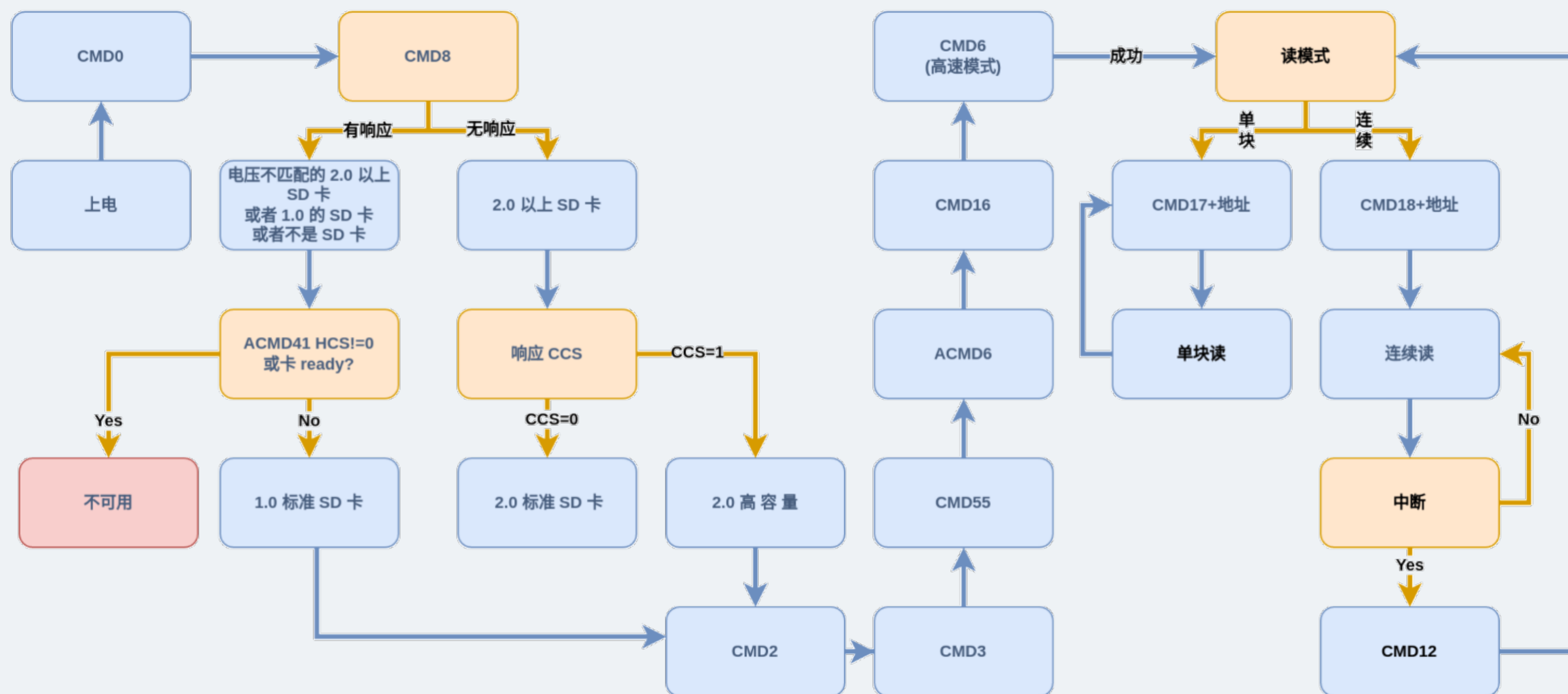
# Cortex-M0处理器架构与功能

- 1、搭载32KB的ROM和8KB的RAM
- 2、利用特殊功能寄存器控制ISP系统
- 3、利用DAP接口实现现场可编程调试
- 4、利用中断和UART实现串口收发，与上位机通信



## High Speed mode:

SD卡读写模块使用4线SDIO模式读取SD卡内容，3.3V供电，时钟频率50MHz下，读写速度达到25MB/sec，每秒显示6帧画面





## Cortex-M0 SFR：软硬件协同

M0处理器可以通过修改SFR的值调整ISP模块的参数，使得可以对比不同ISP 算法下的效果展示。

### 上位机

尽管已经利用DAP接口实现了现场编程调试，下载程序。但为了更加简洁、便利的进行控制，我们设计了上位机与Cortex-M0进行通信，简洁明了的UI界面让控制系统更加便利。



## 原视频只经过bayer转换后 (night)





## 原视频经ISP处理后 (night)





# 答辩结束

## 恳请老师批评指正



指导教师/朱明 马艳华



团队成员：丁佩一、庞瑜耿、段凯耀