

华清远见

**FARIGHT**<sup>®</sup>  
始于 2004

嵌入式培训专家

# 在线大讲堂

手机驱动开发揭秘之**摄像头驱动揭秘**



专业始于专注 卓识源于远见

# 版权



- 华清远见嵌入式培训中心版权所有；
- 未经华清远见明确许可，不能为任何目的以任何形式复制或传播此文档的任何部分；
- 本文档包含的信息如有更改，恕不另行通知；
- 保留所有权利。



# 内容大纲

- 1、认识摄像头
  - 1.1、摄像头分辨率
  - 1.2、摄像头传感器
  - 1.3、摄像头输出格式
  - 1.4、摄像头传输率
  - 1.5、摄像头应用领域
- 2、摄像头硬件工作原理
  - 2.1、OV9650介绍
  - 2.2、SCCB总线介绍
  - 2.3、CAMIF接口介绍
- 3、摄像头驱动结构及典型代码分析
  - 3.1、v4l2介绍
  - 3.2、v4l2框架分析
  - 3.3、android系统层次介绍
  - 3.4、camera框架分析



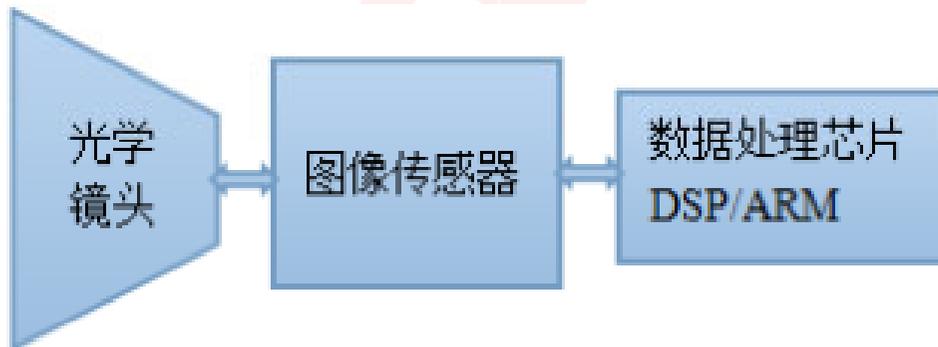
华清远见

**FAR LIGHT**

嵌入式培训专家

始于 2004

# 认识摄像头



# 认识摄像头-摄像头分辨率

- 分辨率（Image resolution，港台译为“解像度”、“解析度”，又称“解像力”）就是显示像素点的数量。常见的分辨率如下：

名称	分辨率	说明
VGA Video Graphics Array	640×480	早期的显示器标准
QVGA Quarter VGA	320×240	VGA 分辨率的四分之一
HVGA Half-size VGA	480×320	VGA 分辨率的一半
WVGA Wide VGA	854×480 800×480	由于很多网页的宽度都是800像素，所以这种分辨率通常用于 PDA 或者高端智能手机
QCIF Quarter CIF	176×144	而 CIF 是视频采集设备的标准采集分辨率，全称 Common Intermediate Format 的意思为常用的标准化图像格式
SVGA Super VGA	800×600	
XGA Extended Graphics Array	800×600 1024×768	随着显示设备行业的发展,1024×768不再基于 VGA 的标准,转为 XGA 成为了新一代显示设备分辨率的基准
WXGA Wide XGA	1280×800	一般12.1英寸、15英寸的笔记本电脑使用。另一种是1366×768,宽高比为16:9,主要应用于37、42、46英寸的平板电视上
WSXGA Wide Super XGA	1680×1050	大多数15英寸以上的宽屏笔记本以外,目前较为流行的大尺寸 LCD-TV 也都采用了这种类型的产品

## 认识摄像头-摄像头分辨率

- 手机应用中常见的屏幕分辨率如下：

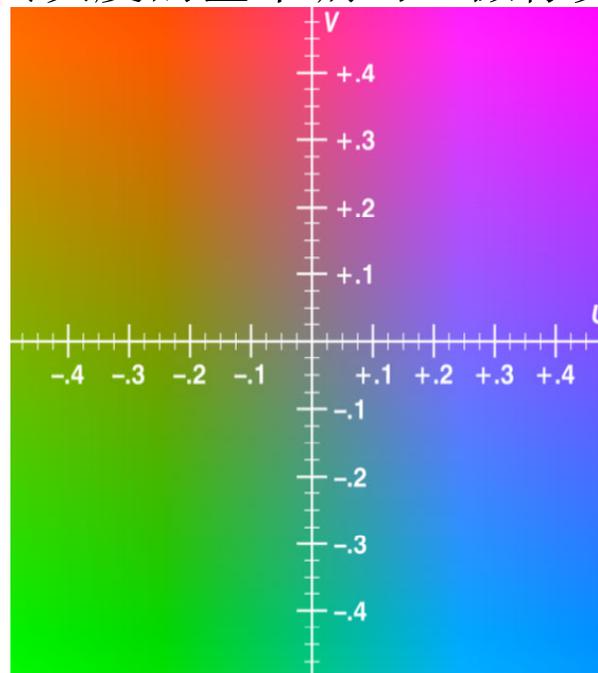
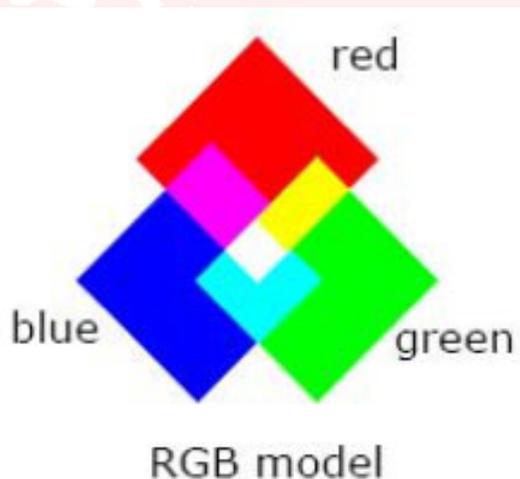
名称	常见应用
QVGA Quarter VGA	很多数的手机都采用这种分辨率，如：诺基亚 E66
HVGA Half-size VGA	常用用于 PDA ，手机应用也比较多，如：iPhone 3GS、T-MobileG1、部分黑莓手机
WVGA Wide VGA	由于很多网页的宽度都是 800 像素，所以这种分辨率通常用于 PDA 或者高端智能手机
QCIF Quarter CIF	大多数能拍摄 QCIF 格式视频的手机采用此分辨率，如：摩托罗拉 V3

# 认识摄像头-摄像头传感器

- 目前主流的图像传感器可分为CCD（Charge Coupled Device，电荷耦合元件）和CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor，金属氧化物半导体元件）两大类。
- CCD图像传感器是一种半导体器件，其基本成像原理是：CCD上植入的微小光敏物质，即CCD上有许多排列整齐的光电二极管，能感应光线，并将光信号转变成电信号，经外部采样放大及模数转换电路转换成数字图像信号。
- CMOS传感器采用CMOS工艺，主要是利用硅和锗两种元素所做成的半导体，带正/负电和带电的晶体管来实现基本的功能，这两个互补效应所产生的电流即可被处理芯片编码或解码成图像。
- CMOS相比于CCD，有体积小、耗电量不到CCD的1/10，售价也比CCD便宜1/3等方面的优点。但是以CMOS技术为基础的百万像素摄像机产品在低照度环境和信噪处理方面存在不足，目前国际大企业正在加大力度解决这两个问题。在安防领域，CMOS的应用多于CCD，尽管相同尺寸的CCD传感器分辨率优于CMOS传感器，如果不考虑尺寸限制，CMOS在量率上的优势可以有效克服大尺寸感光原件制造的困难，这样CMOS在更高分辨率下将更有优势。另外，CMOS响应速度比CCD快，因此更适合高清监控的大数据量特点。

# 认识摄像头-摄像头输出格式

- 图像的像素是图像元素，指基本原色素及其灰度的基本编码。摄像头的原始数据的像素编码一般是YUV、RGB。



$$Y' = 0.299 * R' + 0.587 * G' + 0.114 * B'$$

$$U' = -0.147 * R' - 0.289 * G' + 0.436 * B' = 0.492 * (B' - Y')$$

$$V' = 0.615 * R' - 0.515 * G' - 0.100 * B' = 0.877 * (R' - Y')$$

$$R' = Y' + 1.140 * V'$$

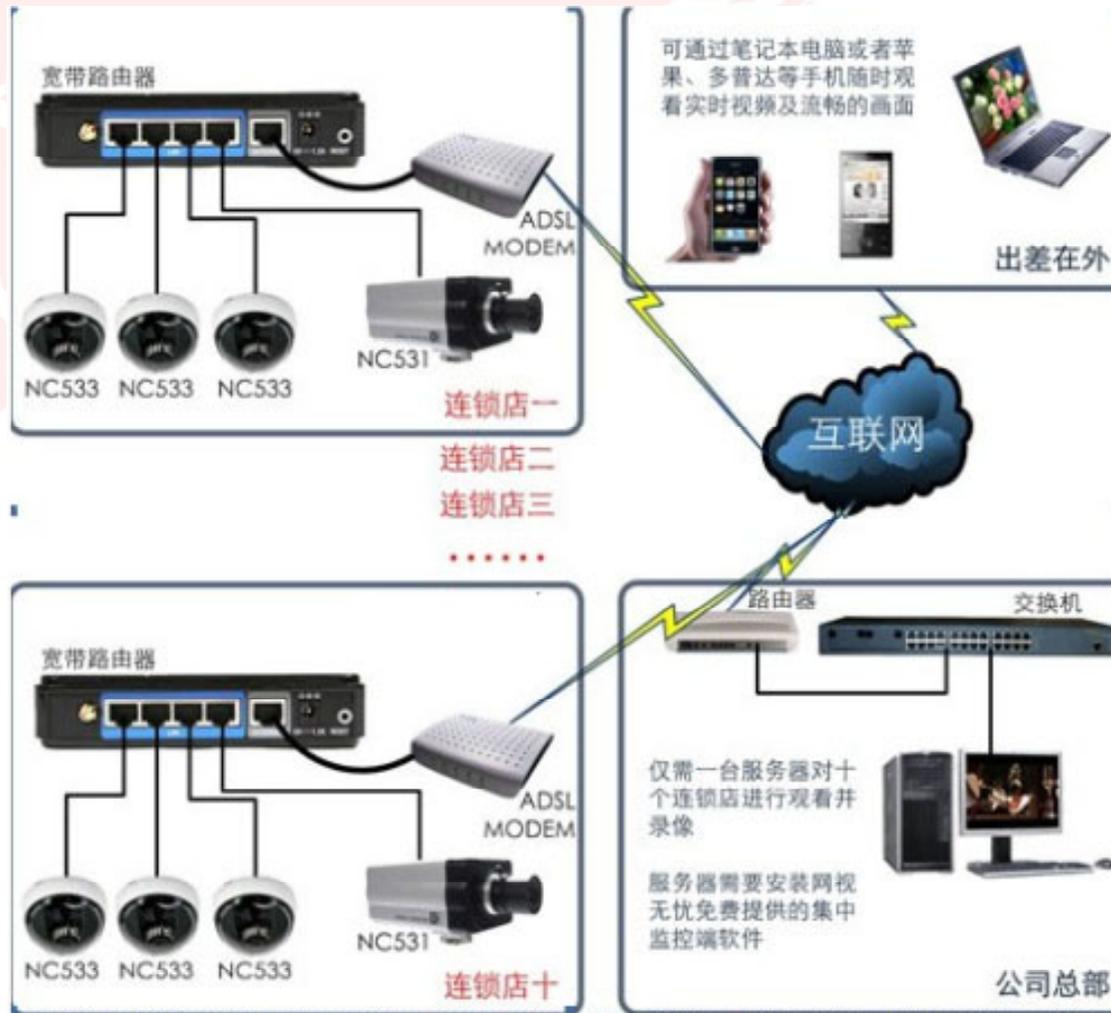
$$G' = Y' - 0.394 * U' - 0.581 * V'$$

$$B' = Y' + 2.032 * U'$$

## 认识摄像头-摄像头传输率

- 传感器采集来的数据一般由专用芯片进行处理，处理后的数据就是视频流，格式也有很多，如：**MPEG**（运动图像专家组Motion Picture Experts Group）、**AVI**(音频视频交错Audio Video Interleaved)、**MOV**（QuickTime影片格式）、**ASF**(高级流格式Advanced Streaming format)、**WMV**(Windows Media Video)、**3GP**（3G流媒体的视频编码格式）、**FLV**（FLASH VIDEO）、**RM**与**RMVB**等等。
- 视频流的传输速度就是传输率，该参数主要对连拍和摄像有影响。一般传输速率越高，视频越流畅。常见的传输速率有**15fps**，**30fps**，**60fps**，**120fps**等。
- 传输速率与图像的分辨率有关，图像分辨率越低，传输速率越高。例如某摄像头在**CIF**（**352x288**）分辨率下可实现**30fps**传输速率，则在**VGA**（**640x480**）分辨率下就只有**10fps**左右。故此传输率的选择会参考到对应的分辨率。一般手机应用的话，一般**30fps**的流畅度就足够了。

# 认识摄像头-摄像头的应用领域



# 摄像头硬件工作原理

- 目前手机摄像头芯片市场主要有国产的、韩系的和美系的。其中最好的是美系芯片，韩系的芯片价格适中，国产芯片最便宜。

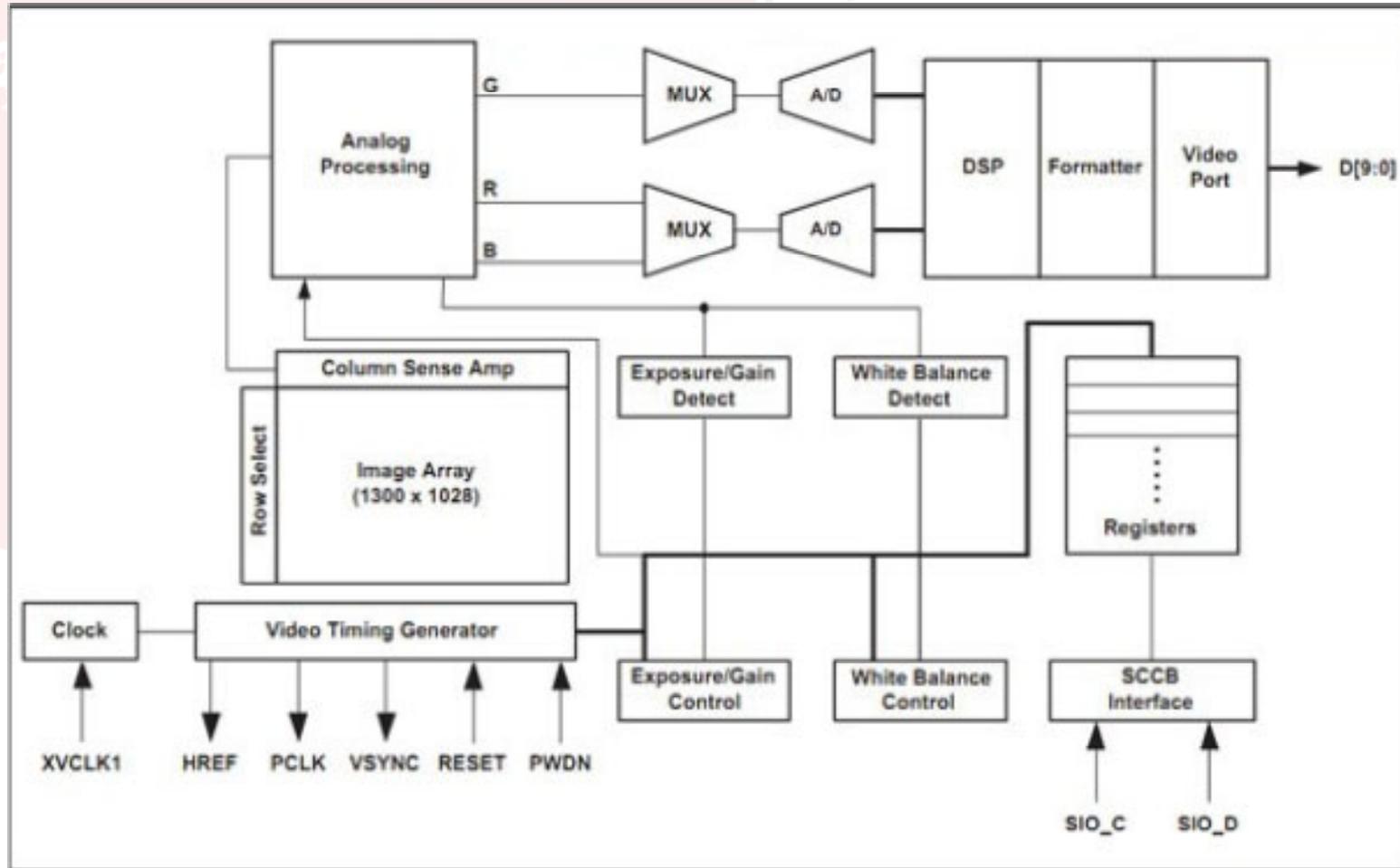


## 摄像头硬件工作原理-OV9650介绍

- OmniVision简称OV，中文名豪威科技，成立于1995，专业设计制造CMOS传感器芯片，是领导市场的独立供应商。
- OV9650就是一款OV公司的传感器芯片，其主要有如下部分：
  - 图像传感器数组
  - 时序产生器
  - 模拟处理模块
  - 输出格式转换器
  - SCCB接口
- 支持分辨率：
  - SXGA
  - VGA
  - CIF
  - .....
- 输出格式：
  - YUV/YCbCr
  - RGB565/RGB555
  - .....



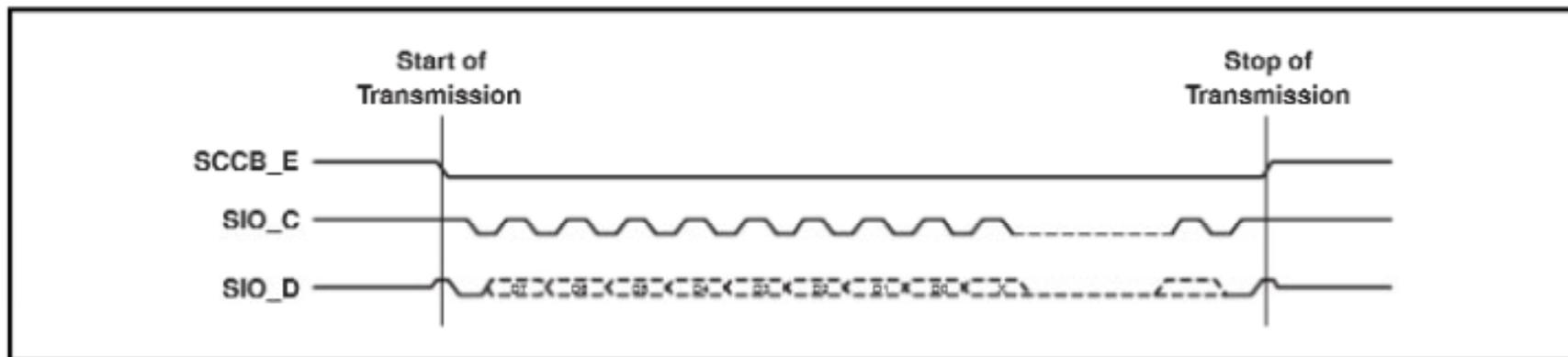
# 摄像头硬件工作原理-OV9650介绍



# 摄像头硬件工作原理-SCCB总线介绍

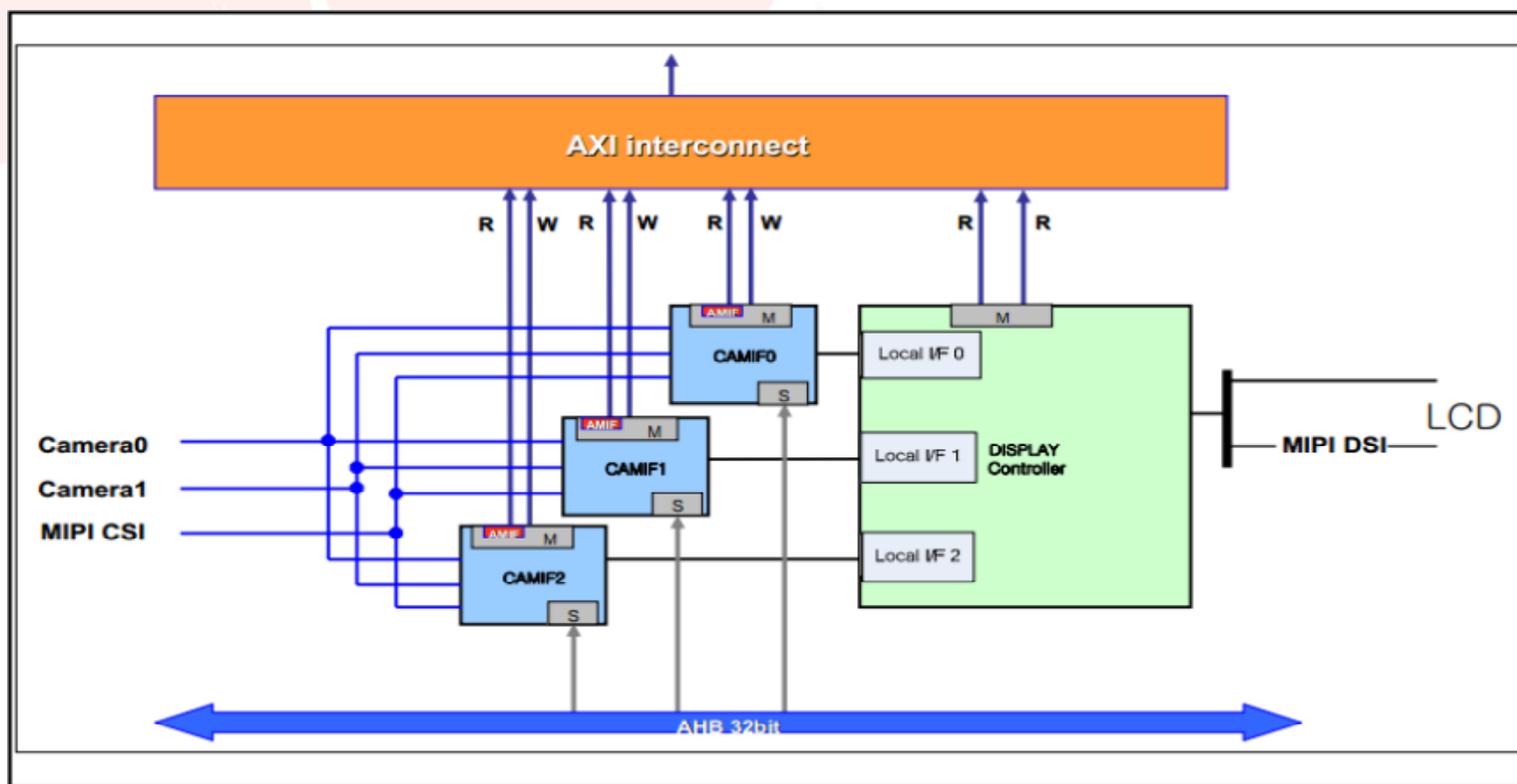
- SCCB (Serial Camera Control Bus) 是简化的I2C协议，专为摄像头传感器而设计的通信总线，大多数是三线，也可以简化为两线工作方式。其中三线定义：SCCB\_E是信号线，SIO\_C是时钟输入线，SIO\_D是串行双向数据线。其三线SCCB总线时序图如下：

**Figure 3-1 3-Wire Data Transmission Timing Diagram**



# 摄像头硬件工作原理-CAMIF接口介绍

- ▶ 这里以华清远见研发教学演示平台采用的是三星公司的S5PC100芯片。这里以S5PC100芯片的CAMIF接口来介绍。



Sub\_block of Visual System in S5PC100x

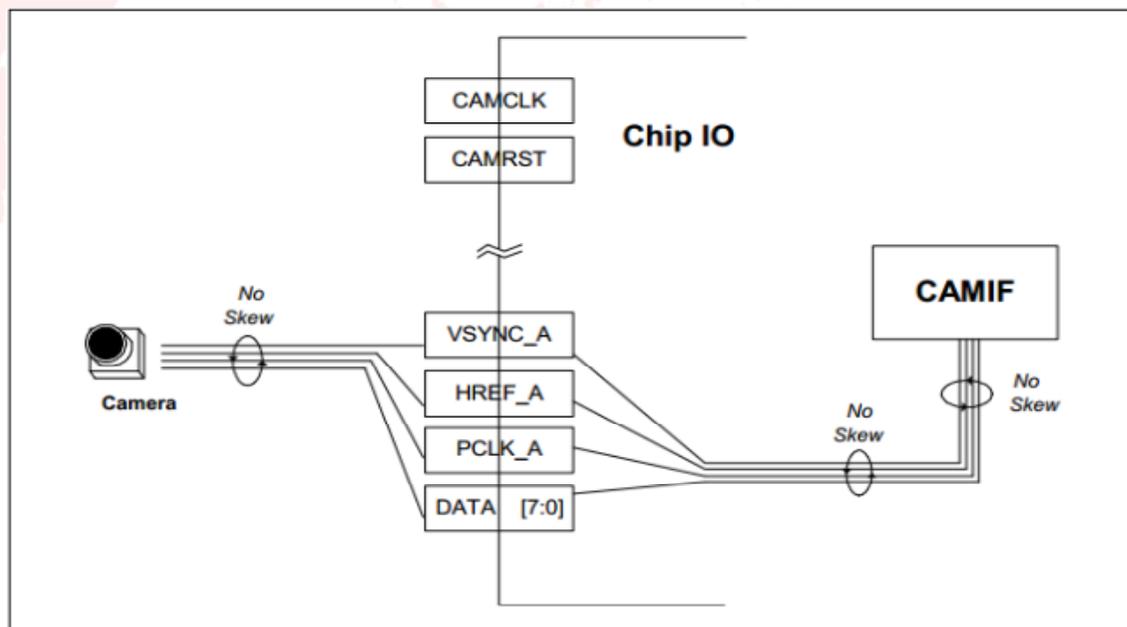
# 摄像头硬件工作原理-CAMIF接口介绍

- ▶ S5PC100芯片的CAMIF接口还有另外一个名字叫FIMC（Fully Interactive Mobile Camera Interface）。在Cortex-A8中，目前的版本是4.0。该接口支持ITU RBT-601/656标准，AXI接口，MIPI接口。最大输入图像尺寸为8192×8192。
- ▶ S5PC100有三个独立的摄像头接口单元，包括时序产生器、DMA通道、本地通道以及图像处理单元等等。
- ▶ 其特点如下：
- ▶ 支持多种输入模式
  - ▶ DMA（AXI64bits接口）模式
  - ▶ MIPI（CSI）模式
- ▶ 支持多种输出模式
  - ▶ DMA（AXI64bits接口）模式
  - ▶ 直接本地FIFO模式
- ▶ 支持数字式图像缩放图像尺寸
- ▶ 可编程的视频同步信号极性
- ▶ 支持最大8192×8192的输入图像分辨率
- ▶ 镜像翻转及旋转
- ▶ 支持帧捕捉功能



# 摄像头硬件工作原理-CAMIF接口介绍

- ▶ CAMIF接口连接摄像头示例：
- ▶ PCLK\_A: 像素点时钟， driven by the external Camera processor A
- ▶ VSYNC\_A: 帧同步， driven by the external Camera processor A
- ▶ HREF\_A: 水平同步， driven by the external Camera processor A
- ▶ DATA[7:0]: 像素点数据， driven by the external Camera processor A

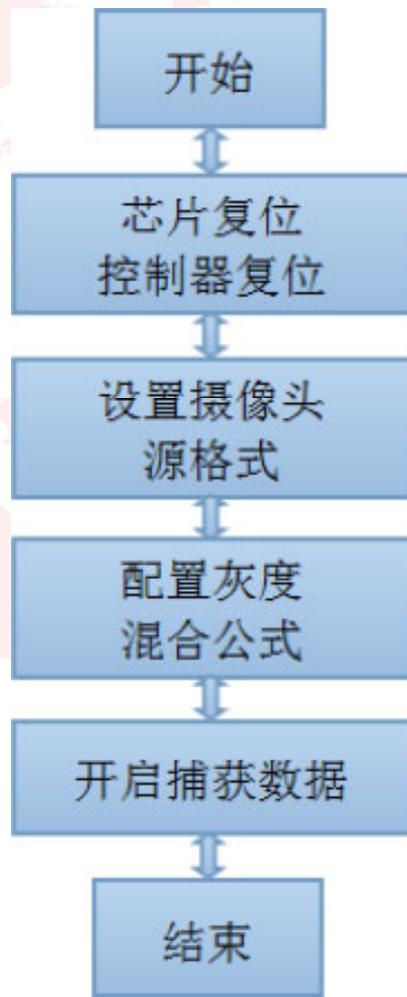


IO Connection Guide



# 摄像头硬件工作原理-CAMIF接口介绍

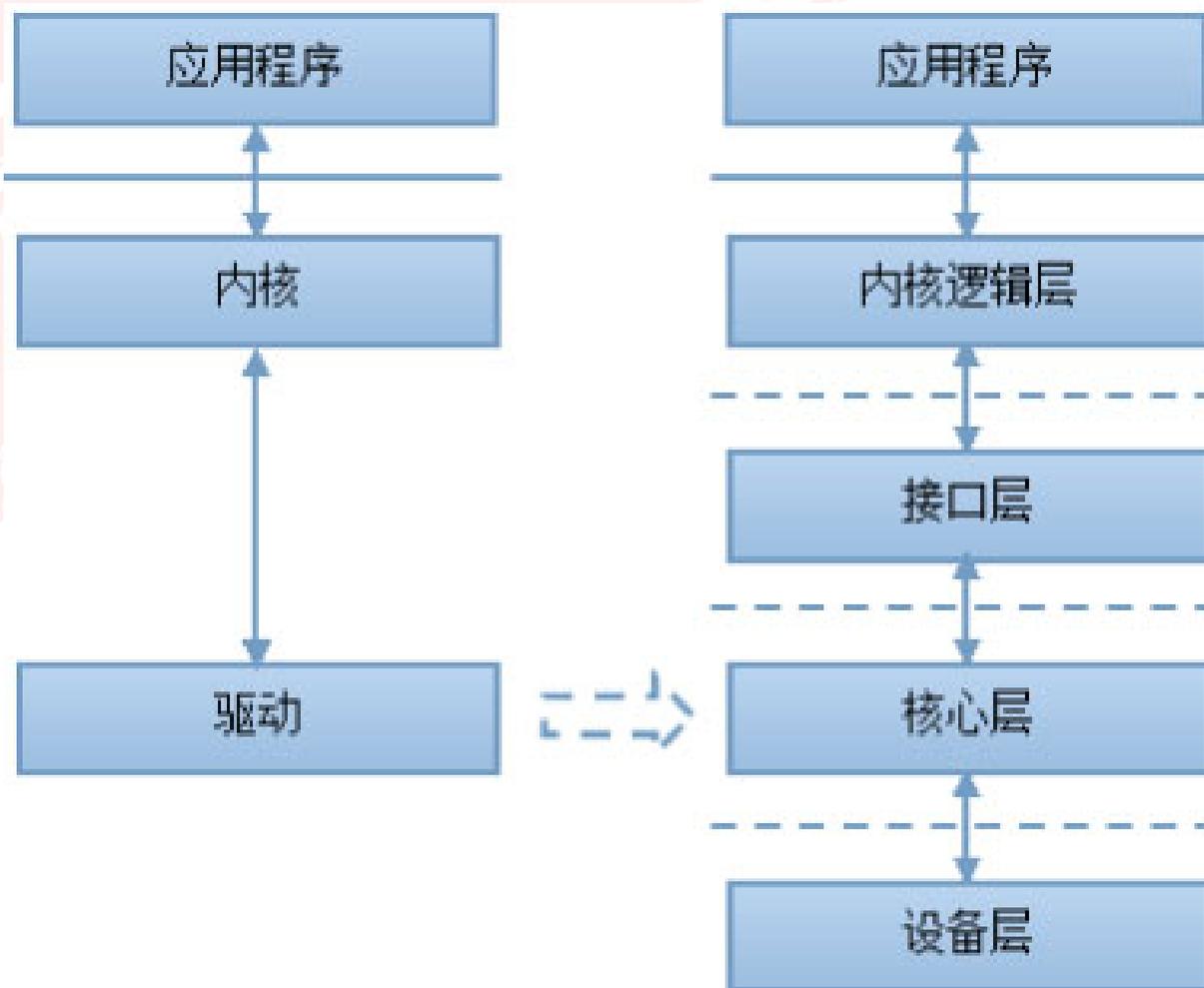
▶ CAMIF驱动流程：



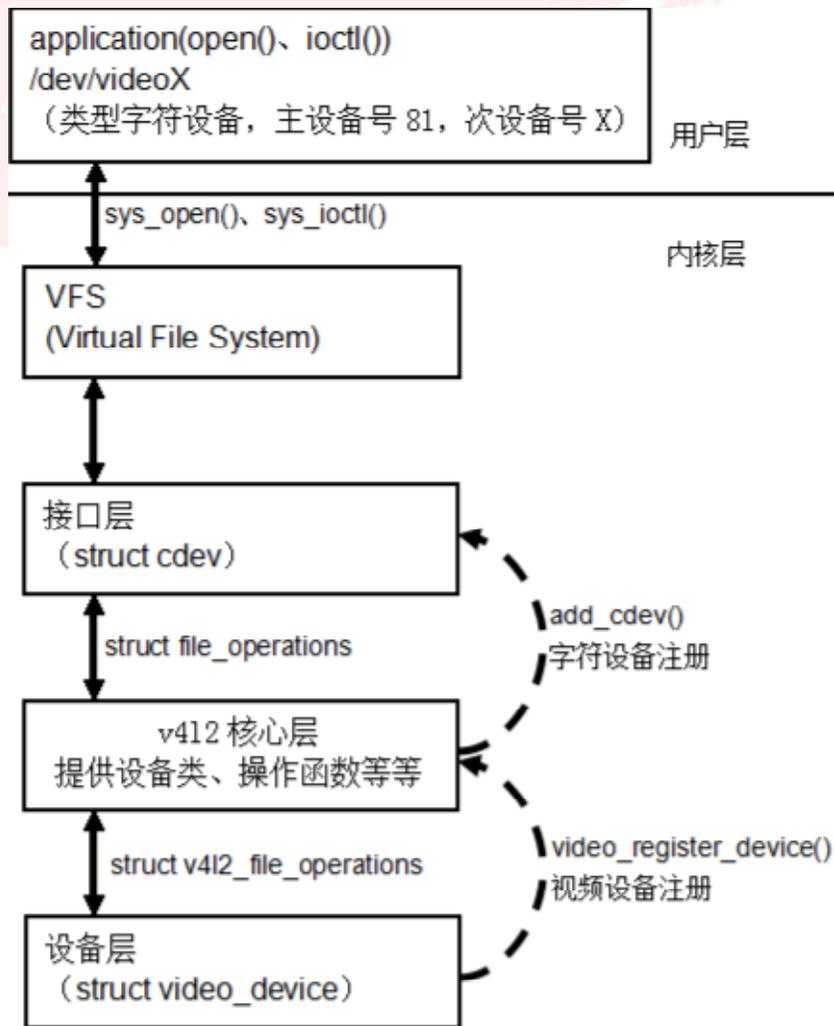
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-v4l2介绍

- ▶ V4L (Video4Linux, Video for Linux) 是从2.1.x版本的内核开始出现的, 是在linux内核中关于视频设备的子系统, 涉及视频设备的操作控制。从2.5.x版本的内核开始, 其改进版本V4L2 (Video4Linux2, Video for Linux Two) 就被集成到内核里面去了, 修复了V4L设计的部分bug。V4L2设计的目的是要支持更多的设备, 其中只有一部分在本质上是真正的视频设备。V4L2提供有如下几种接口:
  - ▶ A、视频采集接口(video capture interface)
    - ▶ 驱动高频头或者摄像头
  - ▶ B、视频输出接口(video output interface)
    - ▶ 驱动计算机外围视频图像设备, 如可以输出电视信号格式的设备
  - ▶ C、直接传输视频接口(video overlay interface)
    - ▶ 驱动把采集的信号直接输出到输出设备的视频采集设备, 而不经CPU
  - ▶ D、视频间隔消隐信号接口(VBI interface)
    - ▶ 应用于可以访问传输消隐期的视频信号
  - ▶ E、收音机接口(radio interface)
    - ▶ 驱动处理音频流的AM或FM高频头设备

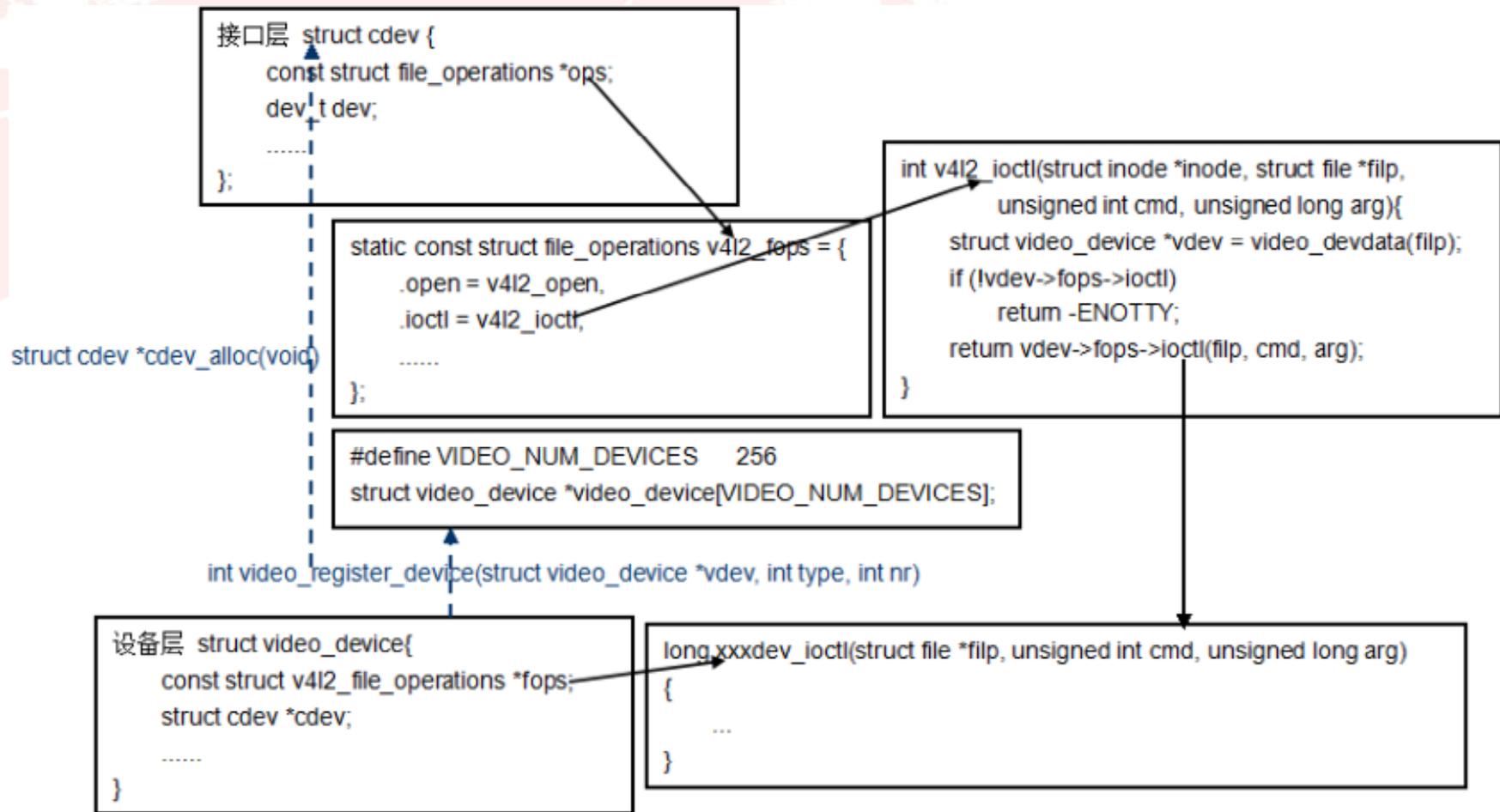
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-v4l2框架分析



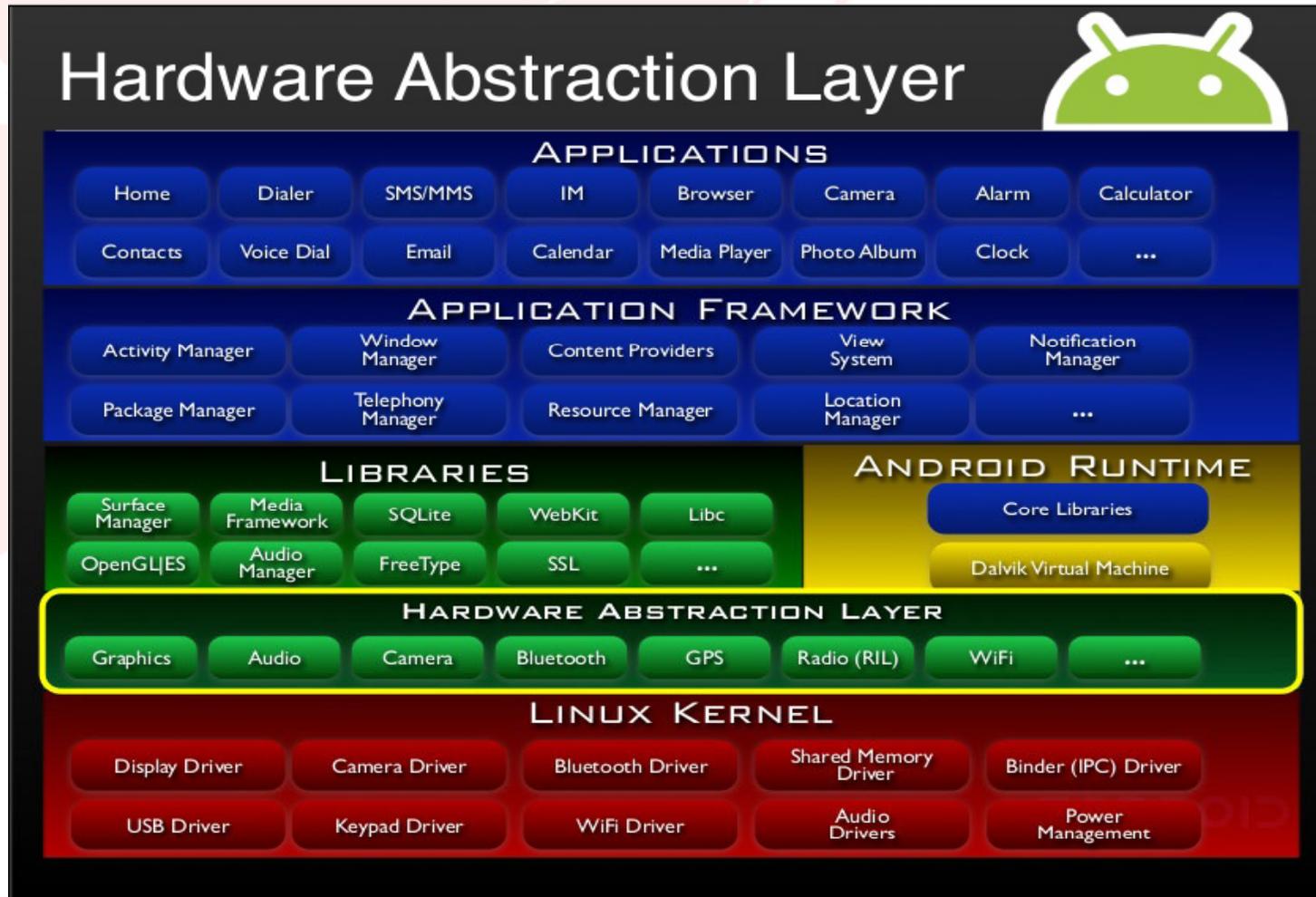
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-v4l2框架分析



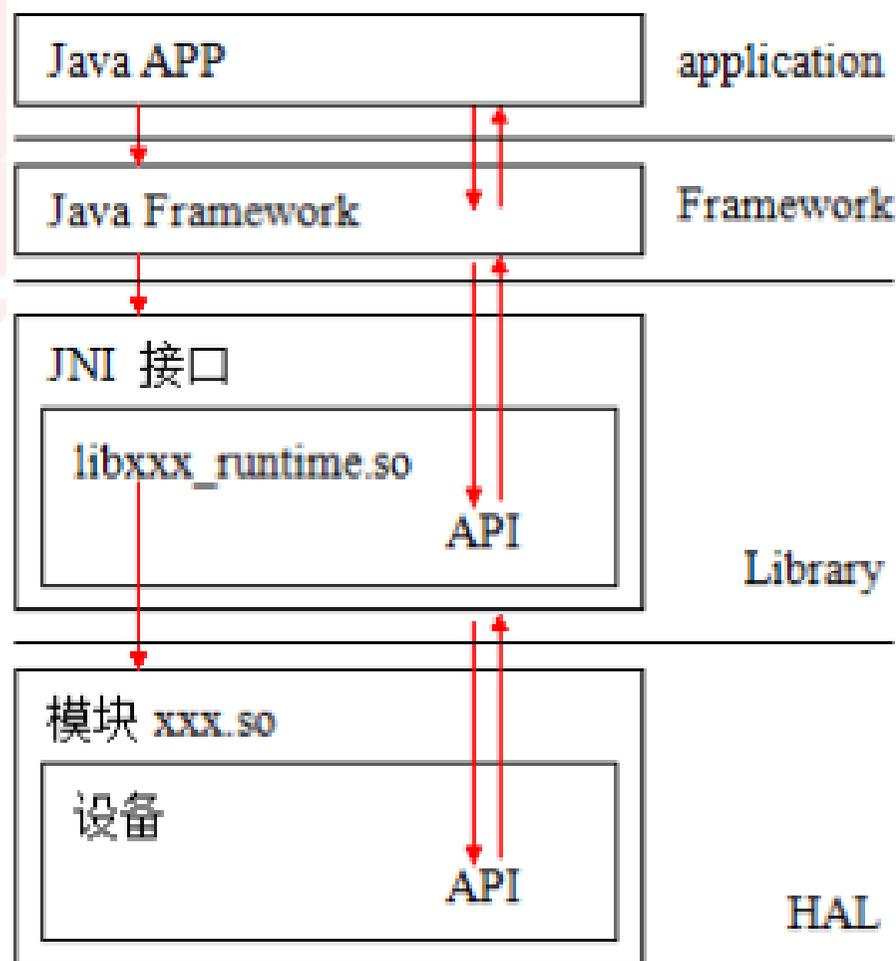
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-v4l2框架分析



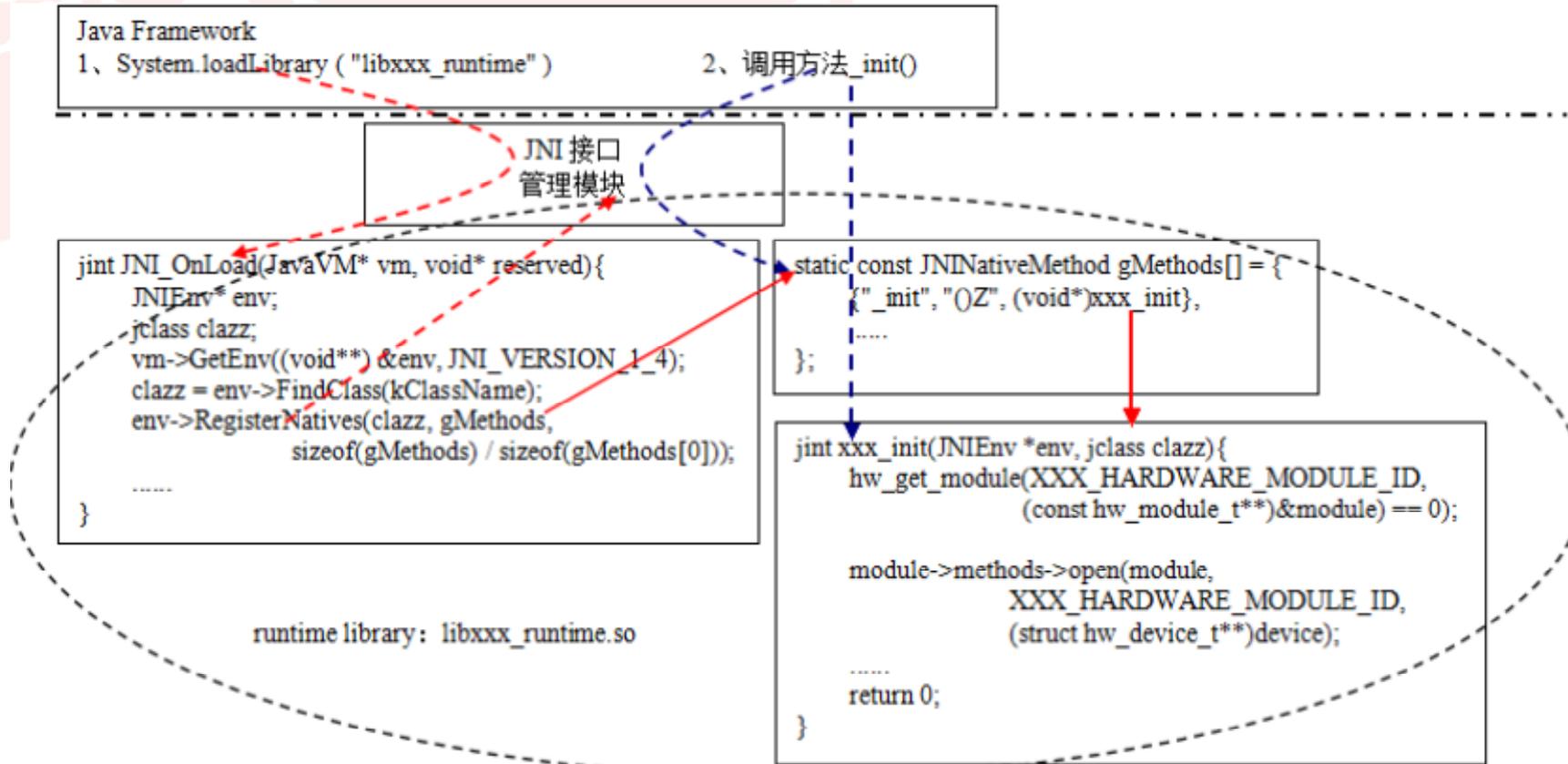
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-android系统层次介绍



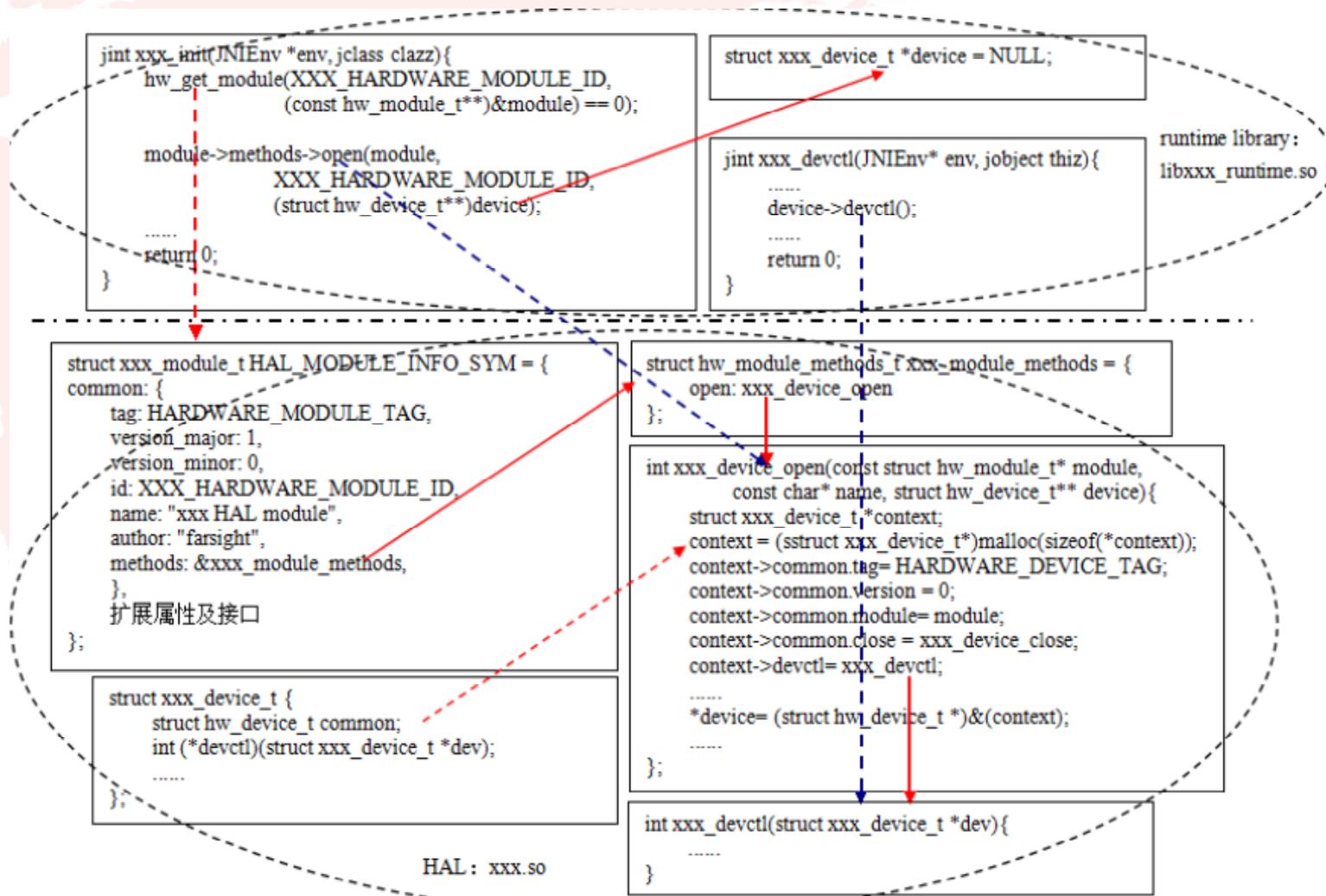
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-android系统层次介绍



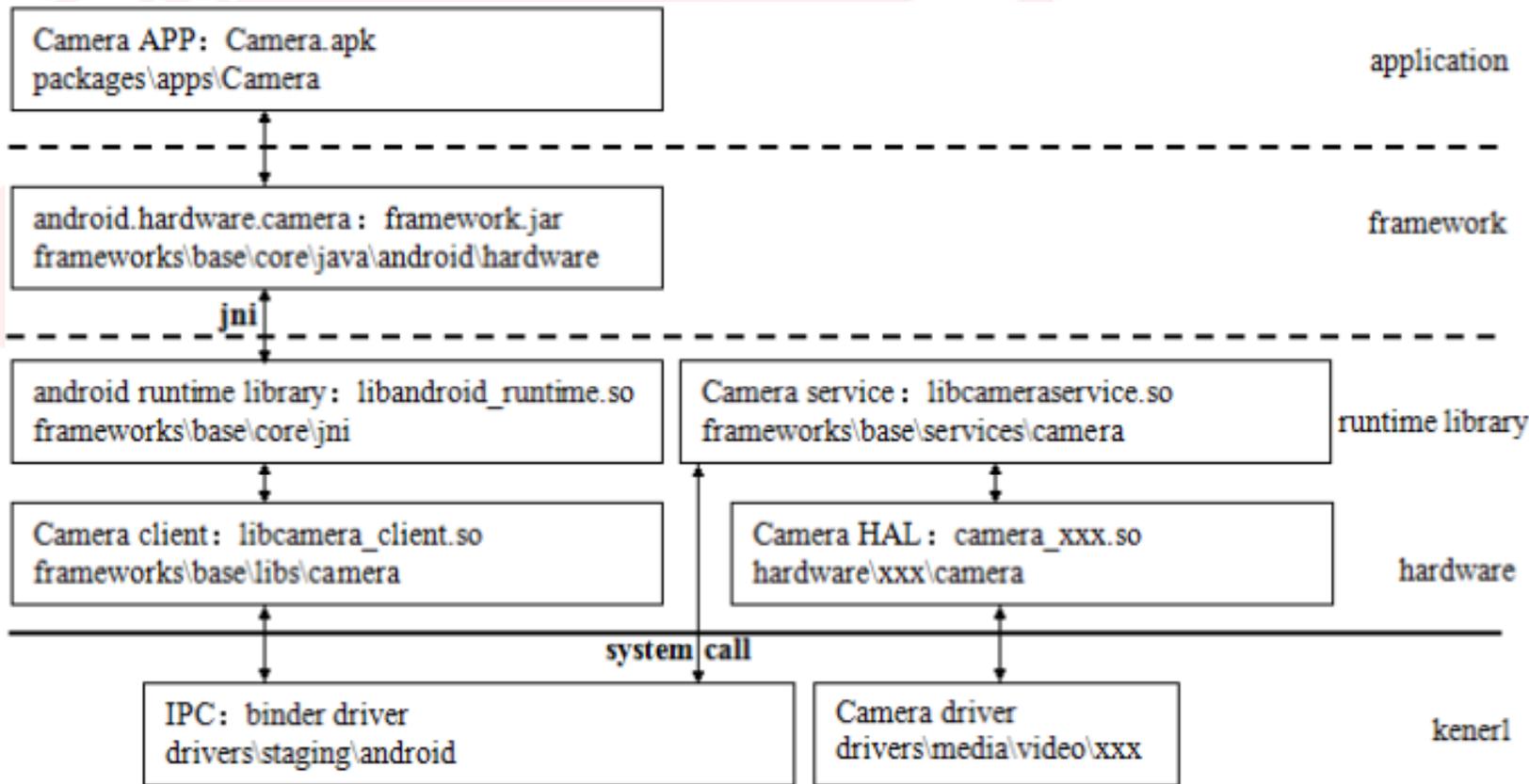
# 摄像头驱动结构及典型代码分析-android系统层次介绍



# 摄像头驱动结构及典型代码分析-android系统层次介绍



# 摄像头驱动结构及典型代码分析-camera框架分析



华清远见

**FAR** **IGHT** 嵌入式培训专家

始于 2004

Q & A



华清远见教育集团官网 <http://www.hqyj.com/>

华清远见

**FAR** **IGHT** 嵌入式培训专家

始于 2004

谢谢!



华清远见教育集团官网 <http://www.hqyj.com/>