

手机键盘的印刷质量检验

Adlink Day Seminar

Track C

2008-04-22



ADLINK
TECHNOLOGY INC.

项目需求介绍

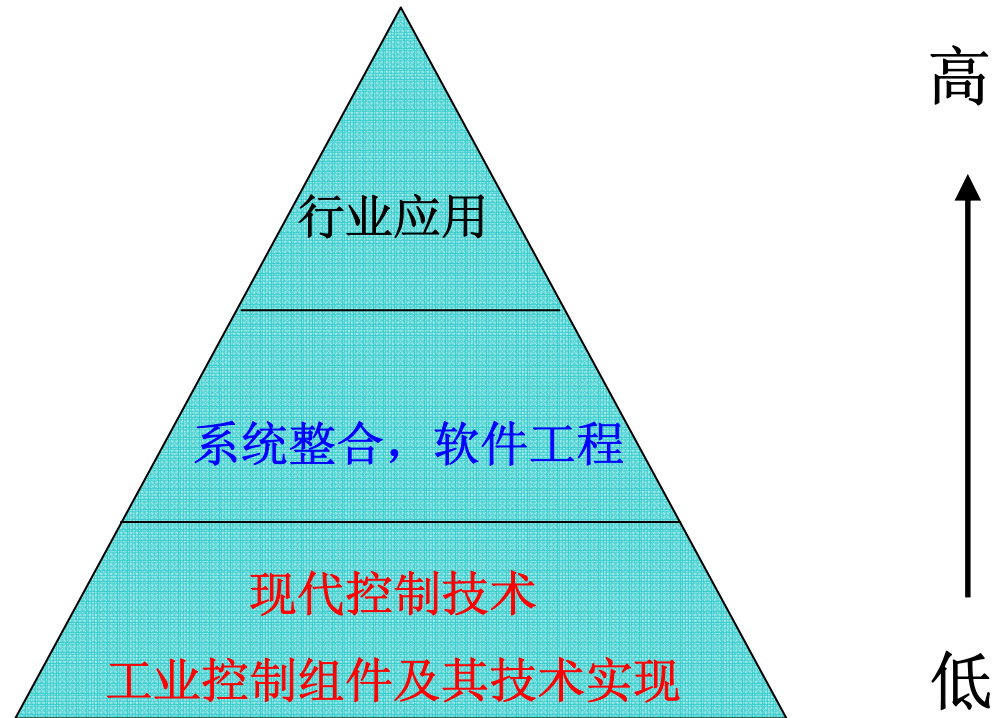
刘玲波

Uler liu

顾问工程师

Uler.liu@adlinktech.com

系统集成的层次



机器视觉技术

- 采像技术
- 图像处理技术
- 运动控制技术



项目需求

项目	具体指标
待测物体的大小	160 x120mm
系统的清晰度	100 um
物体检测速度	60 pcs/min
物体是否透明	透明或不透明
颜色	无法限制
瑕疵标注	喷射标注错误字符
相机的架设距离	200-500 mm

来自我心深处的羁绊

从图像处理的角度来推敲取像技术

一、为什么需要学习算法

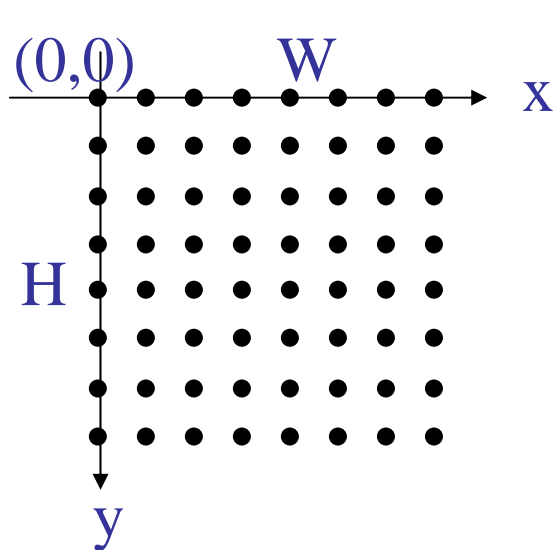
- ❑ 对机器视觉有更深入的理解
- ❑ 便于理解和分析处理结果
- ❑ 更加灵活的选用或设计新算法
- ❑ 对采像技术的成果有科学的检验标准

二、视觉算法的特点

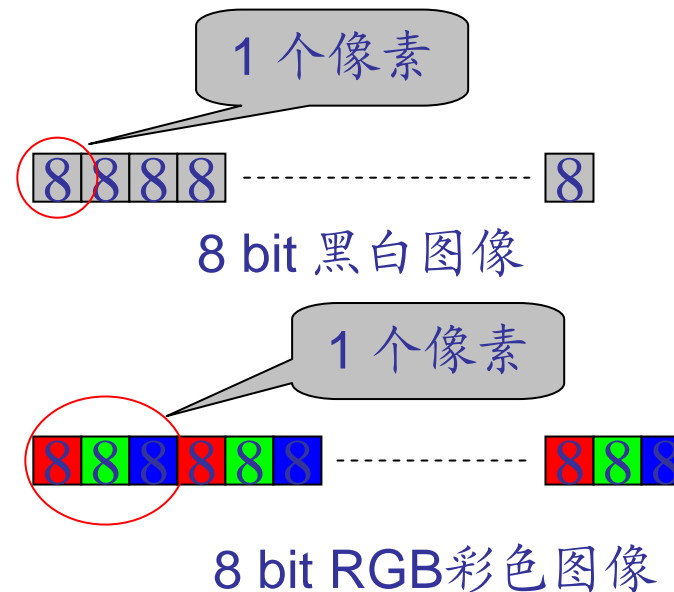
- 机器视觉算法是图像处理算法的子集
- 机器视觉算法针对工业应用的特点：
 - 可控的照明条件
 - 对被检工件有先验知识
 - 需要高效率、高可靠性和高重复性
 - 对智能要求不高

二、视觉算法的特点...

- 视觉算法中所称的图像，是由像素表达出来的明暗信息组成的二维数组，其中每个像素代表该位置的图像的灰度或颜色值。其数字表达式为： $I(x, y)$

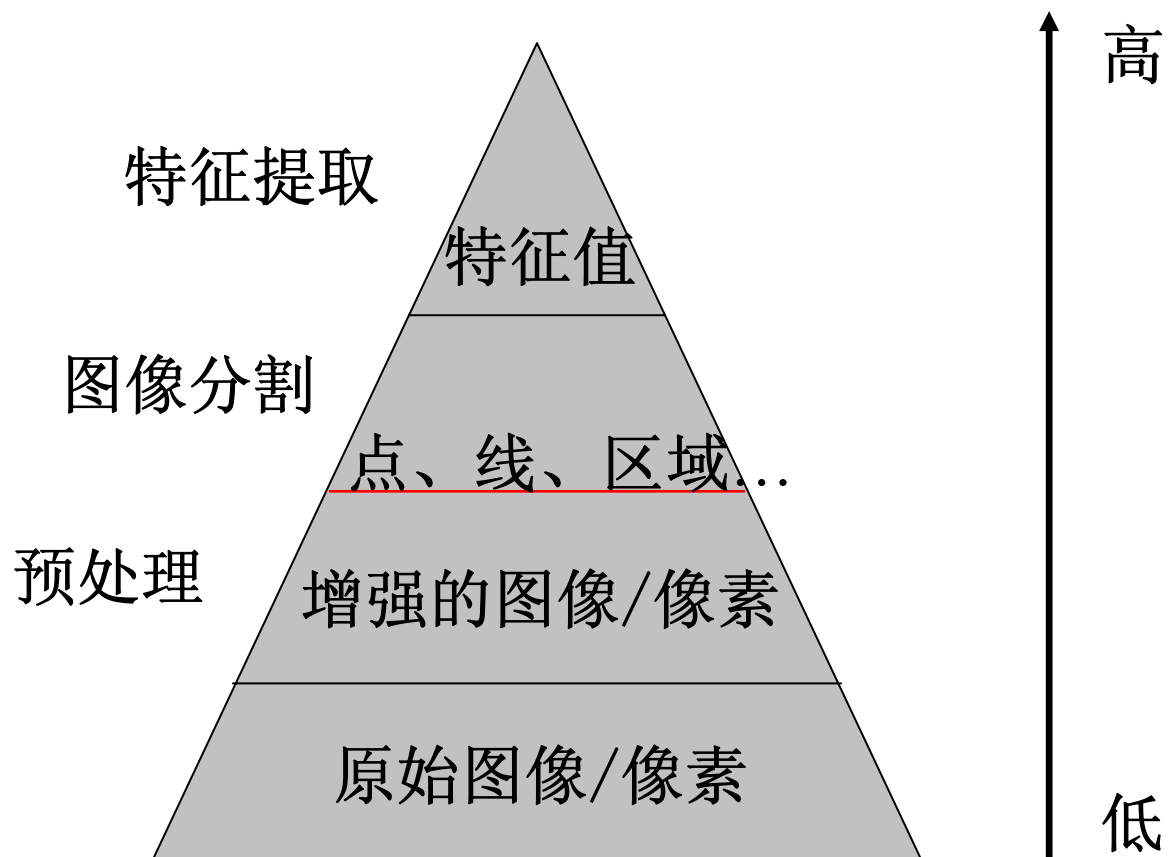


图形表达



内存表达

三、图像处理的基本步骤



四、图像预处理（1），二值处理

□ 门限种类

- 单门限：将图像像素分2类
- 双门限：将图像像素分3类

□ 门限选取方式

- 手动选取：如 绝对值、相对值等
- 自动选取：如 最佳门限…



原图像



单门限



双门限

四、图像预处理（2），图像算数

□ 操作符包括：

- 加、减、乘、除...
- 逻辑算子**AND**、**OR**、**INVERT**、**XOR**...

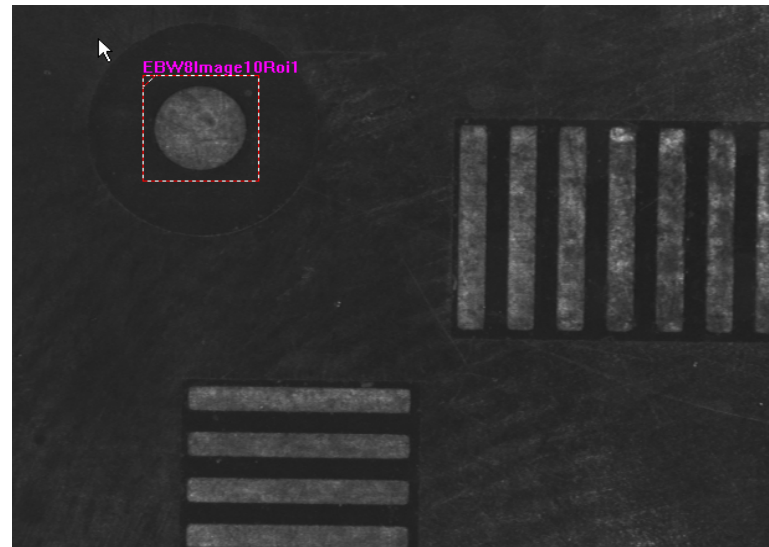
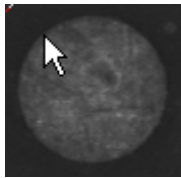
□ 例子：



原图像 — 背景图像 = 结果图像

五、图像处理算法（1）：模版匹配（1）

- 通过学习模板寻找物体
 - 典型应用：视觉对位、寻找物体等

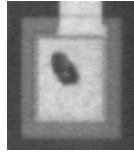


五、图像处理算法（1）：模版匹配（2）

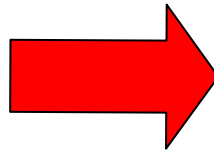
□ 基本原理 - 两个步骤

- 学习
- 寻找

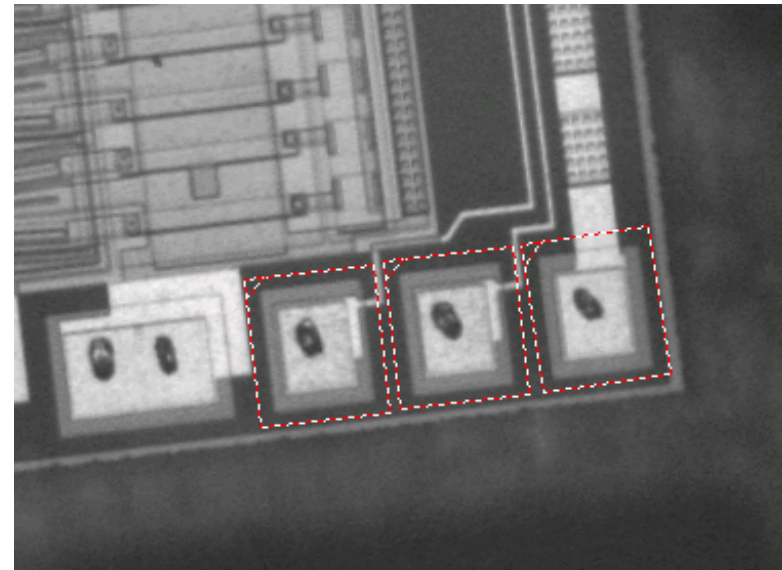
学习



模板图



寻找



□ 模板 = 有唯一特征的物体图像

图像

五、图像处理算法（1）：模版匹配（3）

- 常用的方法：归一化相关 **normalized correlation**
 - 同滤波运算相似：需要原图和模板
 - 匹配参数 **score(x, y)** 表达相似程度

$$score(x, y) = \frac{\sum_m \sum_n [S(x+m, y+n) - \bar{S}(x+m, y+n)][K(m, n) - \bar{K}]}{\left\{ \sum_m \sum_n [S(x+m, y+n) - \bar{S}(x+m, y+n)]^2 \sum_m \sum_n [K(m, n) - \bar{K}]^2 \right\}^{1/2}}$$

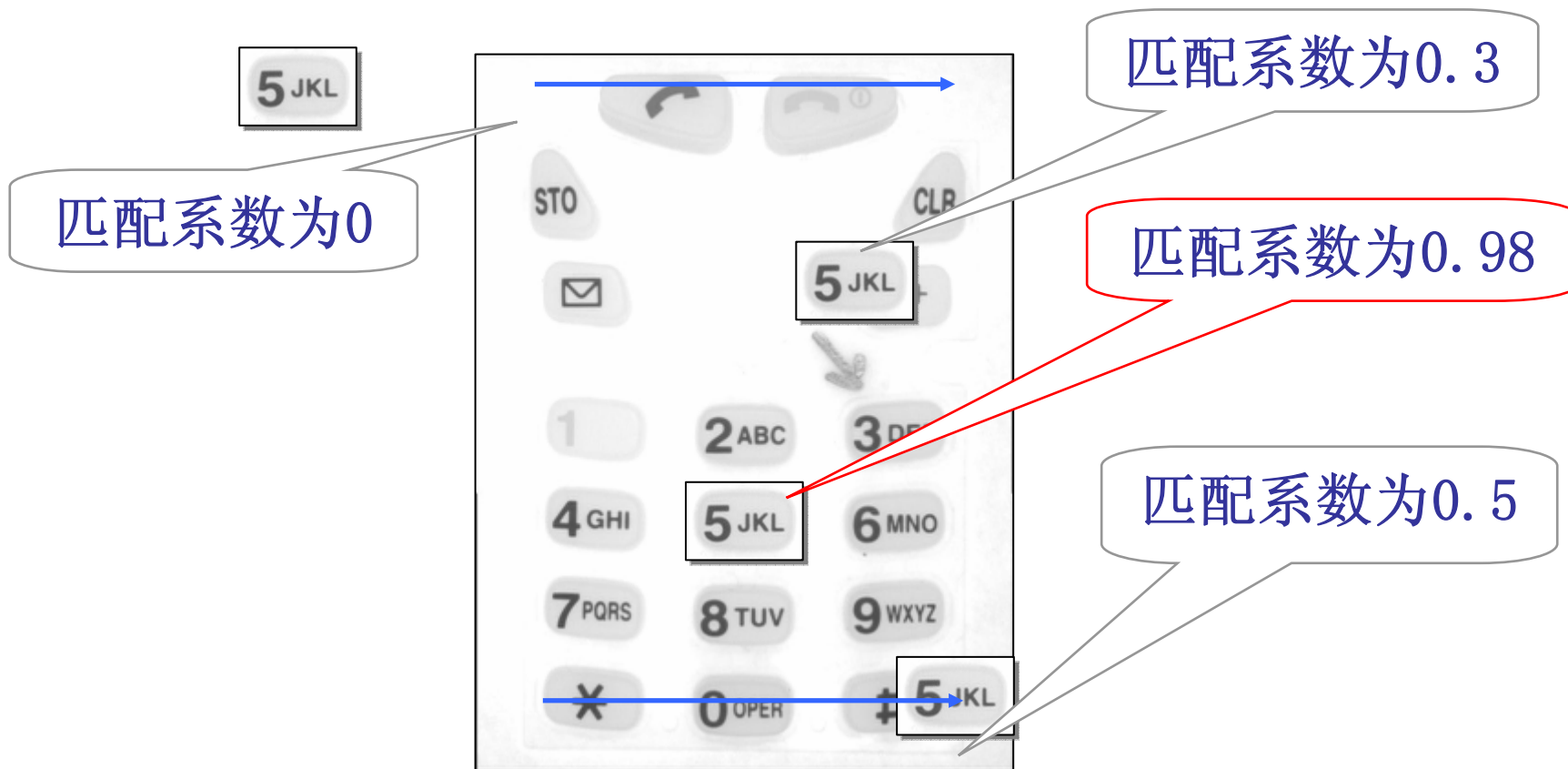
score(x, y) 取值范围： **-1 ~ 1**

1: 完全一样

0: 图像无特征(均匀背景)

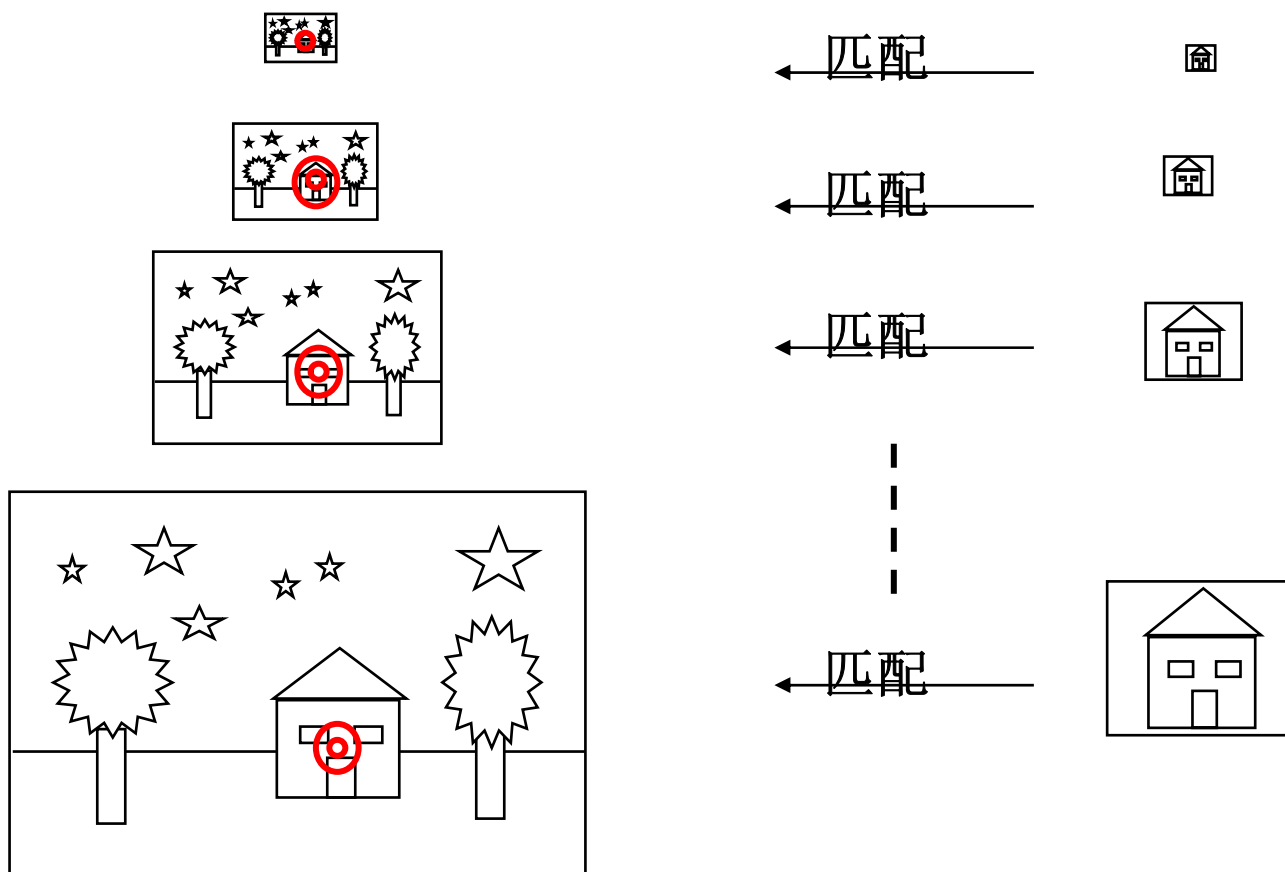
-1: 完全相反

五、图像处理算法（1）：模版匹配（4）



五、图像处理算法（1）：模版匹配（5）

□ 速度优化—多极匹配

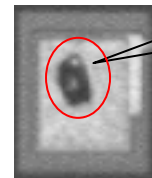


五、图像处理算法（1）：模版匹配（6）

- 旋转变化
- 比例尺变化



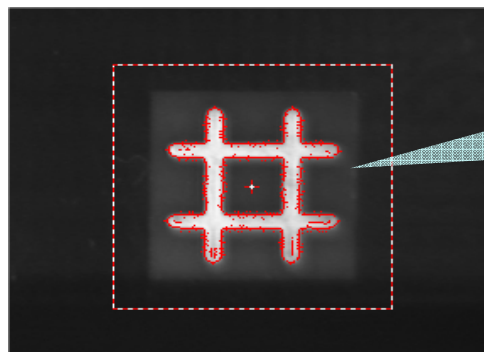
- 无关像素设置



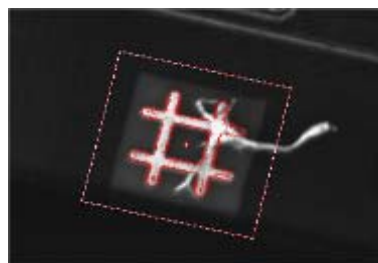
红圈里的像素
不匹配

五、图像处理算法（2）：几何特征匹配（1）

- 通常基于明显的边缘点
 - 在学习及运行的过程中，提取边缘点的几何特征。并对这些几何特征进行比较
 - 可靠性高、快速



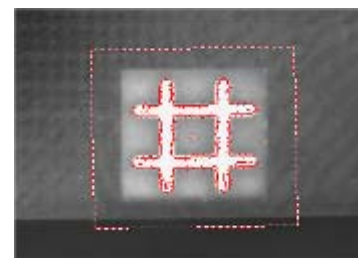
匹配中只采用了有特征的红色点集



部分遮挡



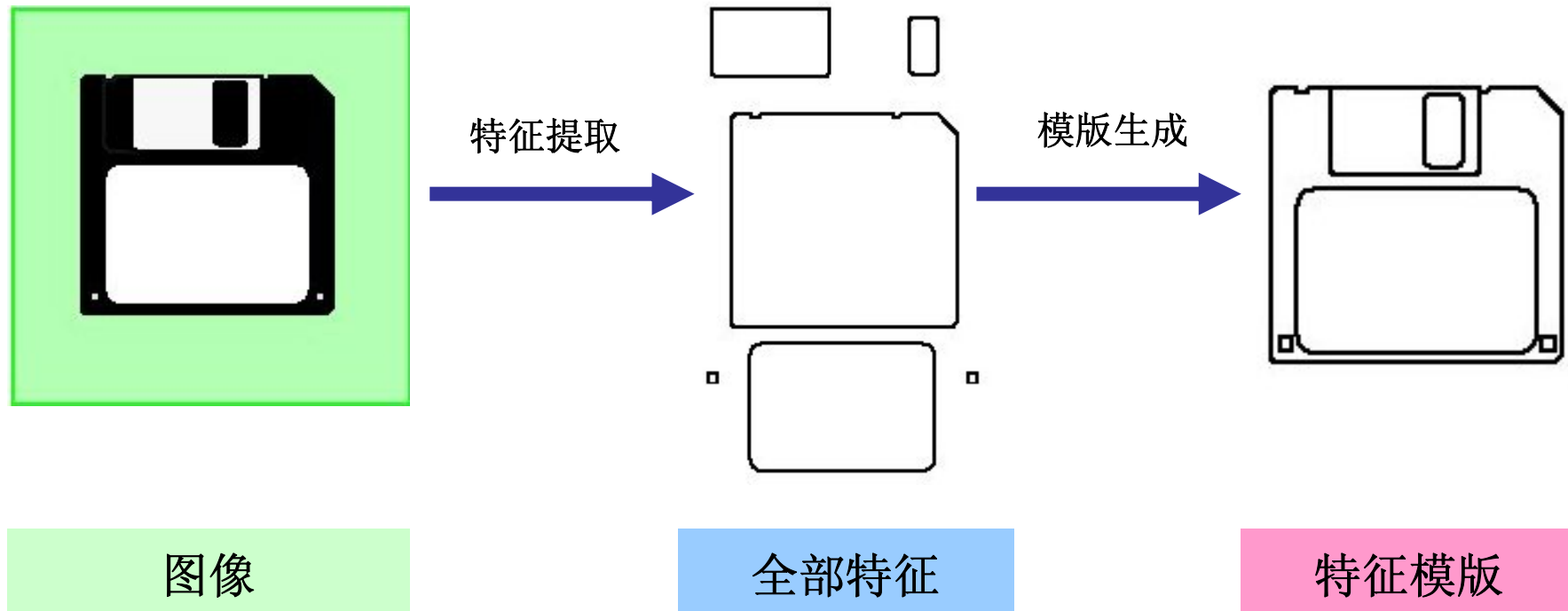
特征不完整



非均匀亮度分布

五、图像处理算法（2）：几何特征匹配（2）

□ 提取几何特征的基本步骤

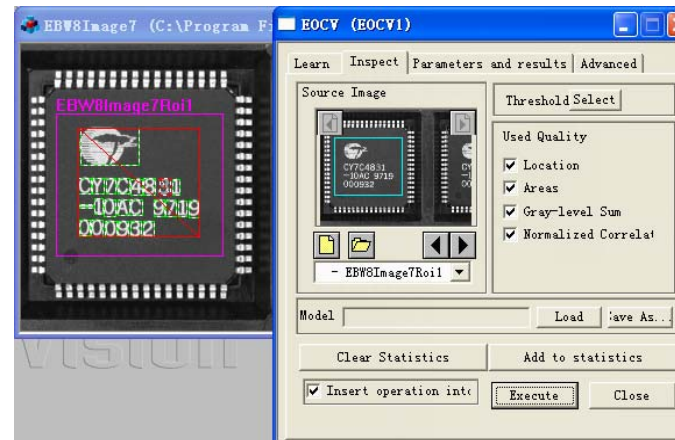


五、图像处理算法（3）：光学标记检验（1）

- ❑ EasyOCV通过自动学习标准模板，并调节质量标准参数设置，最后依靠灰度分析，来在线检验标记的质量。

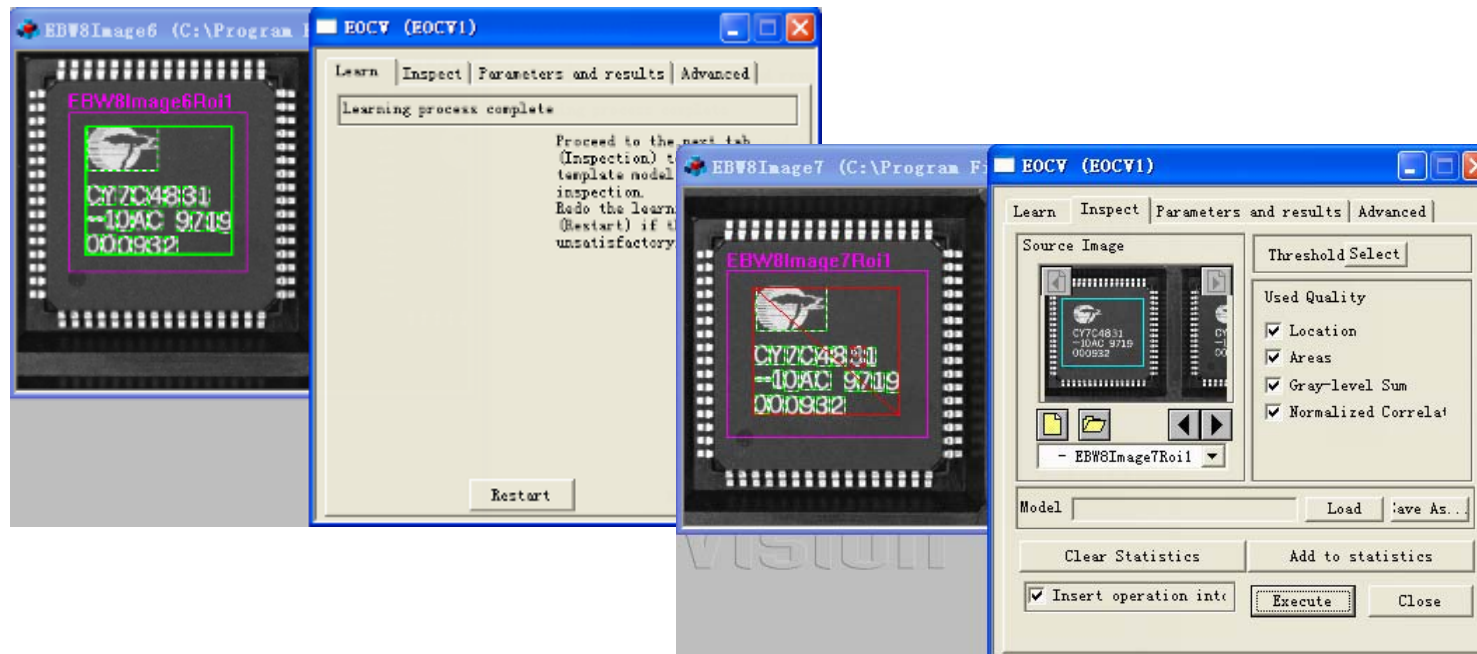
EasyOCV可检验的标记质量包括：模糊、位移、变形、多/少笔画、丢字、多字以及对比度差等问题

- ❑ 典型应用：印刷品字符、标记的检验，PCB检验，LCD检验，IC标记检验以及产品分类效验



五、图像处理算法（3）：光学标记检验（2）

- 基本原理 - 两个步骤
 - 学习
 - 检验

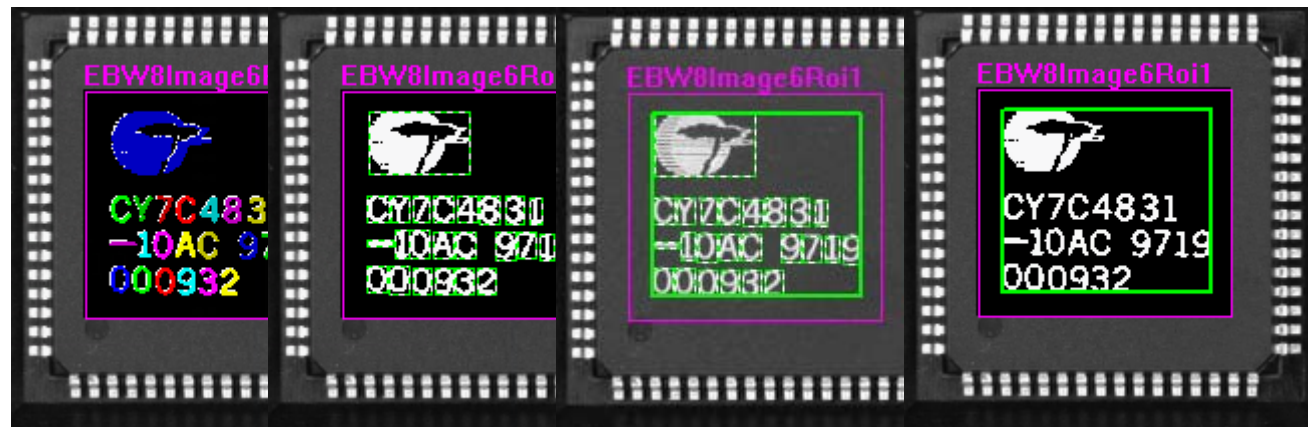


五、图像处理算法（3）：光学标记检验（3）

□ 第一步骤

➤ 学习

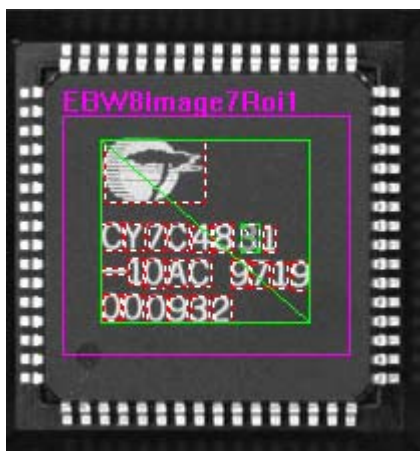
- 二值化
- 分割
- 连通器
- 确立分析对象



五、图像处理算法（3）：光学标记检验（4）

- 第二步骤
 - 检验

Characters & Text



Selected character(s) quality indicators

	Template	Sample	Tolerance	Average	Deviation
Location	139.60	60.12	84.74		
Area					
Background	286	244	88		
Foreground	246	198	108		
Normalized Gray-level					
Background	256.79	238.29	40.04		
Foreground	239.50	145.35	55.20		
Normalized		0.7949	0.4303		

Chars

- Not Found
- Overprint
- Underprint
- Mismatching

Margin

0

Close

Texts results

View

Not Found	Overprinted	Underprinted	Mismatching	Shift X	Shift Y	Skew	Sample Score	Sample Back Area	Sample Fore Area	Sample Back Sum	Sample Fore Sum	Correlation
				1.00	34.00	0.00	134.80	9114	8476	7794.23	8386.69	0.96

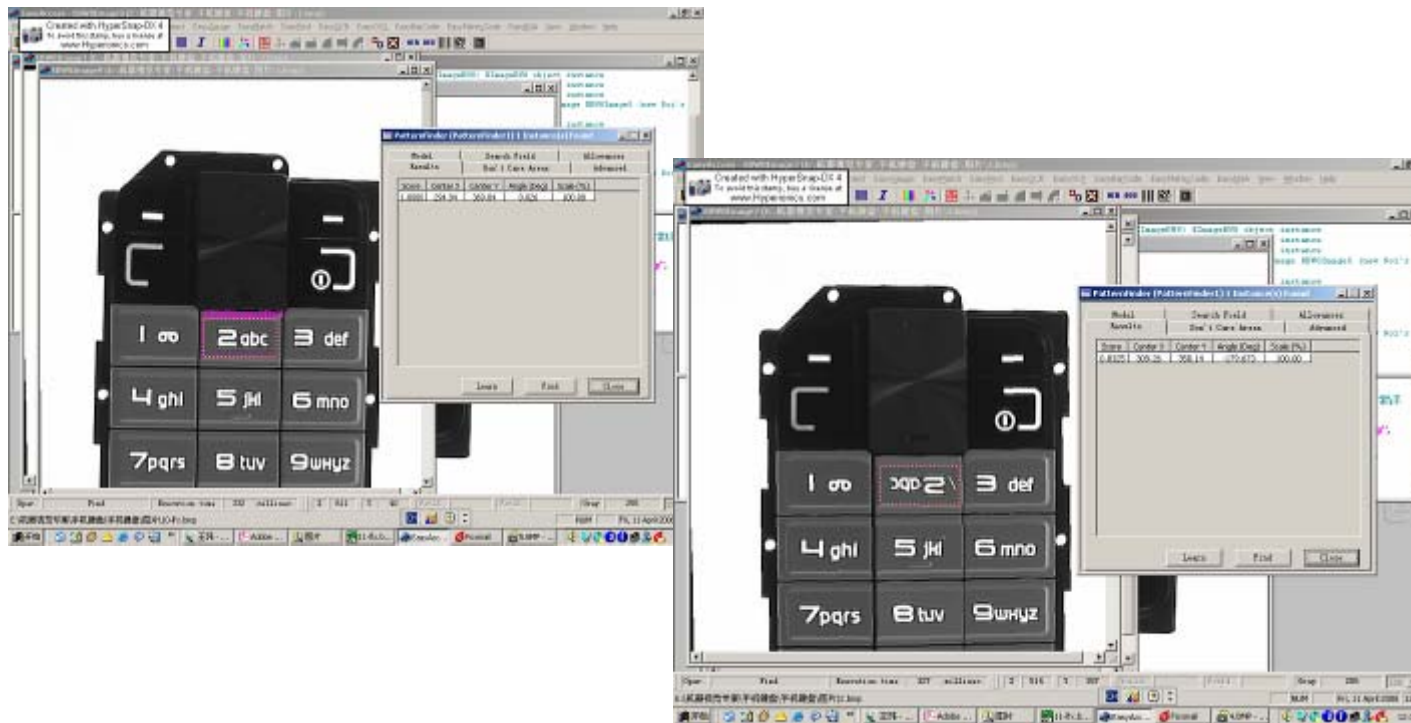
质量检验算法 (I)

- 由于键盘各个键的小字检验的困难性，大小字之间的灰度值往往相差较大，造成难以二值化
- OCV检测——分割成每个按键，并且在每个键上，再作更小的分割，以获得较好的二值化结果



质量检验算法 (I)

- 由于键盘各个键值之间的相似性
匹配算法-----EasyFind



质量检验算法 (II)

- 采用**EasyFind**寻找各个键

图像大小**1620*1220**

CPU 迅驰II 2300

单键处理时间: **18-20 ms**

图像总处理时间:**20*20=0.4s**

质量检验算法（III）

- 采用**EasyOCV**分析其位移，灰度差，相似性

图像大小**1620*1220**

CPU 迅驰II 2300

单键处理时间：**0.8-5 ms**

图像总处理时间： **$20*5/1000=0.1s$**

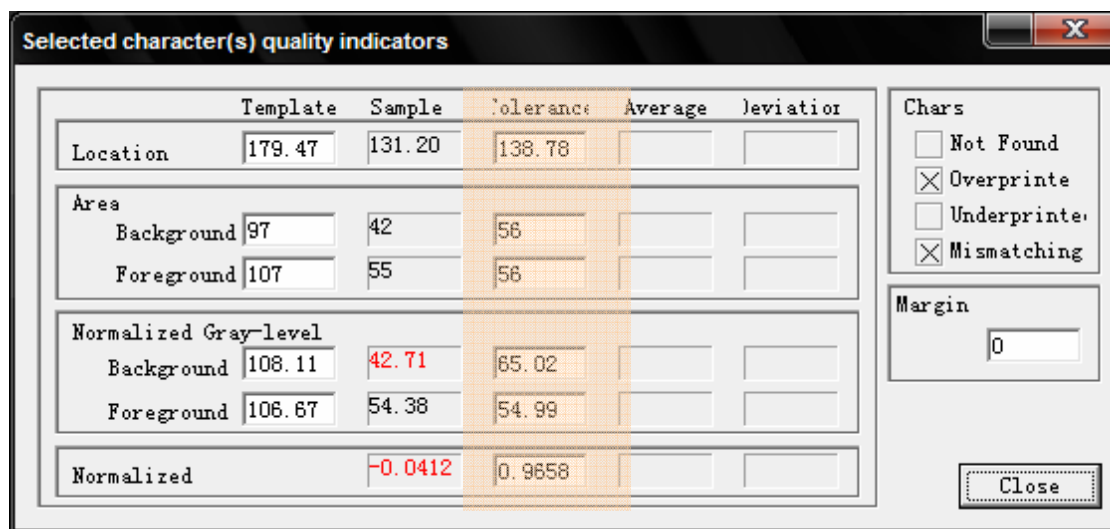
质量检验算法 (IV)

- 最复杂的部分
手机键盘的多样性



质量检验算法（VI）

- 最难调试的部分（最具行业知识的部分）
- OCV检测-----合格与不合格的容差的选择取决于灵活性与重复性的矛盾



The screenshot shows a dialog box titled "Selected character(s) quality indicators" with a table of quality metrics. The table has columns for Template, Sample, Tolerance, Average, and Deviation. The Tolerance column is highlighted in orange. The Sample column contains values in red, indicating a failure. The dialog also includes checkboxes for "Chars" (Not Found, Overprint, Underprint, Mismatching) and a "Margin" input field.

	Template	Sample	Tolerance	Average	Deviation
Location	179.47	131.20	138.78		
Area					
Background	97	42	56		
Foreground	107	55	56		
Normalized Gray-level					
Background	108.11	42.71	65.02		
Foreground	106.67	54.38	54.99		
Normalized		-0.0412	0.9658		

质量检验算法 (VII)

- ❑ 需要图像-----灰度图像
- ❑ 客户期望图像-----彩色图像



质量检验算法（VIII）

□ 彩色图像的转换过程

- 将Bayer制式的彩色图像转成RGB制式的彩色图像
- 将RGB彩色图像转化为灰度图像



质量检验算法 (IX)

- 采用**EasyColor**获得**RGB**图像和灰度图像

图像大小**1620*1220**

CPU 迅驰II 2300

彩色图像处理时间: **40-100 ms**

灰度图像处理时间: **10 -40 ms**



我用心来支持你

成像与图像处理的配合



相机的选择

相机分辨率的相关计算

□ 相机分辨率计算:

- 摄像机分辨率 = 物体视野大小 / 检测精度
- 例如:

检测精度要求 = **0.1mm**

物体视野大小 = **160 mm**

相机分辨率 = **160/0.1 = 1600 Pixel**

线阵摄像机简介

□ 相机选型

STL-CLC232A

色彩：彩色

有效像素：**1620*1236** 个

最大速度：**30 fps**

输出制式：**Bayer**制式

CCD尺寸：**7 mm * 5.3 mm**

数据接口：**CameraLink Base**

镜头接口：**C mount**

□ 共需此类型相机 **1** 颗

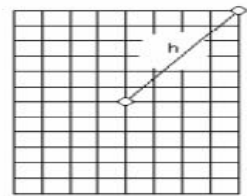
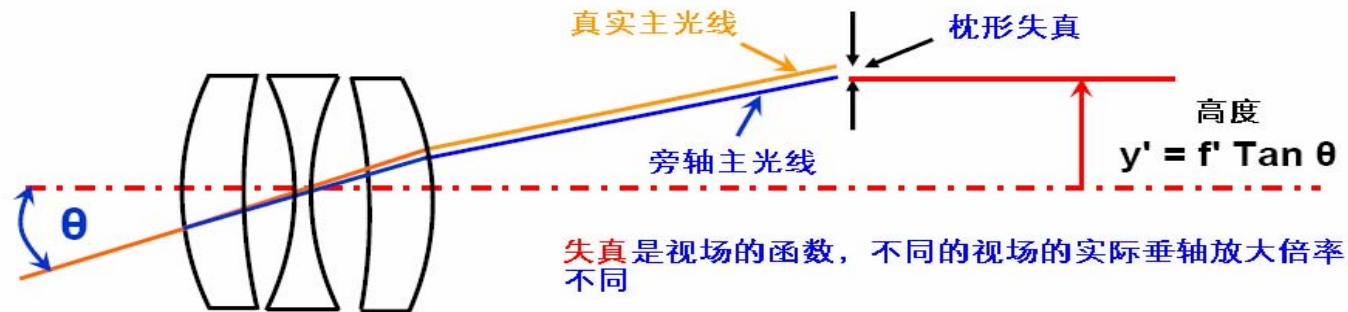


镜头的选择

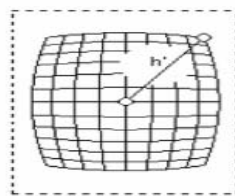
镜头选择 (I)

广角镜头和长焦镜头失真都比较大

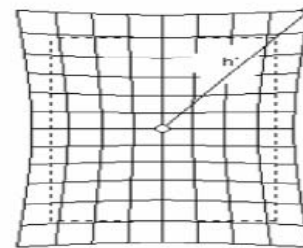
几何失真



零失真



桶形失真



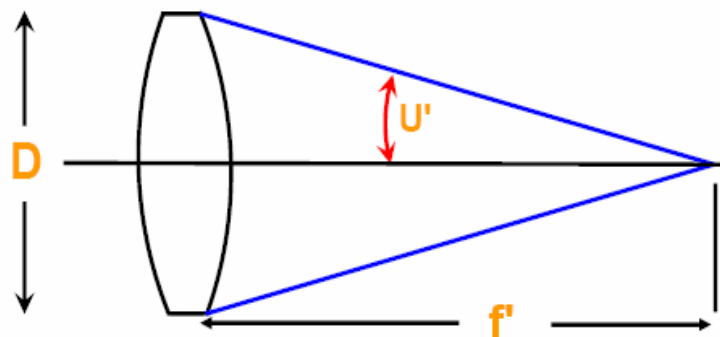
枕形失真

镜头选择 (II)

相对孔径和数字孔径

F-Number (f/#)

f/#=镜头焦距与入射光瞳的直径的比值



焦距 $f=100\text{mm}$
镜头直径 $D=25\text{mm}$
 $f/\# = 100/25=4.0$
 $N.A. = 1/2(4)=0.125$

$$f/\# = f' / D$$

$$f/\# = 1 / 2N.A.$$

$$N.A. = N' \sin U'$$

空气的折射率=1.0

数值孔径=平行激光通过透镜后聚焦成一直径有限的光点时最外光线与光轴间的夹角 U' 的正弦值与透镜折射系数 N' 的乘积

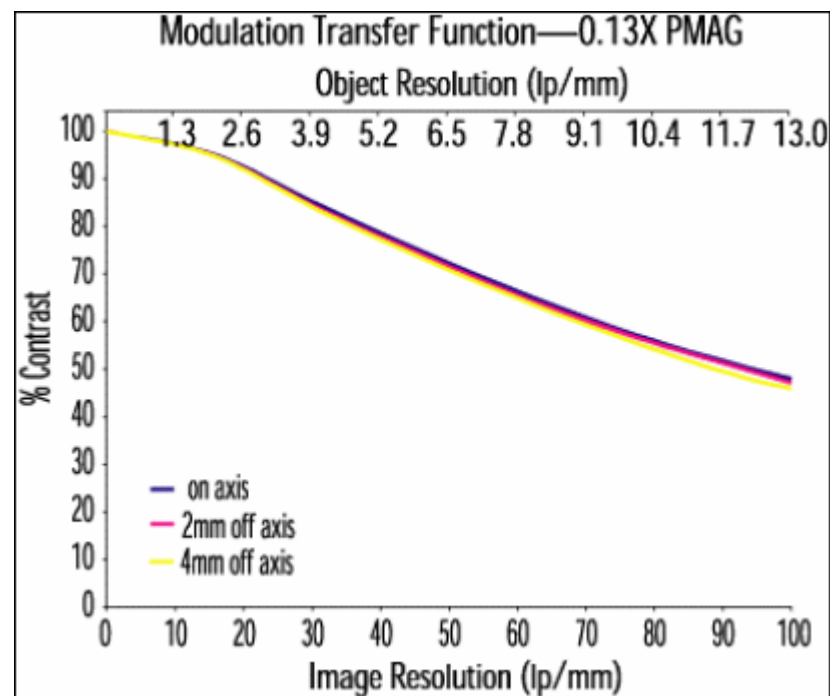
镜头选择（III）

□ 镜头的调制传递参数（MTF）

MTF：同时表征系统重现物方空间的几何和灰度细节能力，是衡量成像系统性能的最佳方式。对于一个实际的成像系统，细节密集地方的对比度要小于细节稀疏位置的对比度

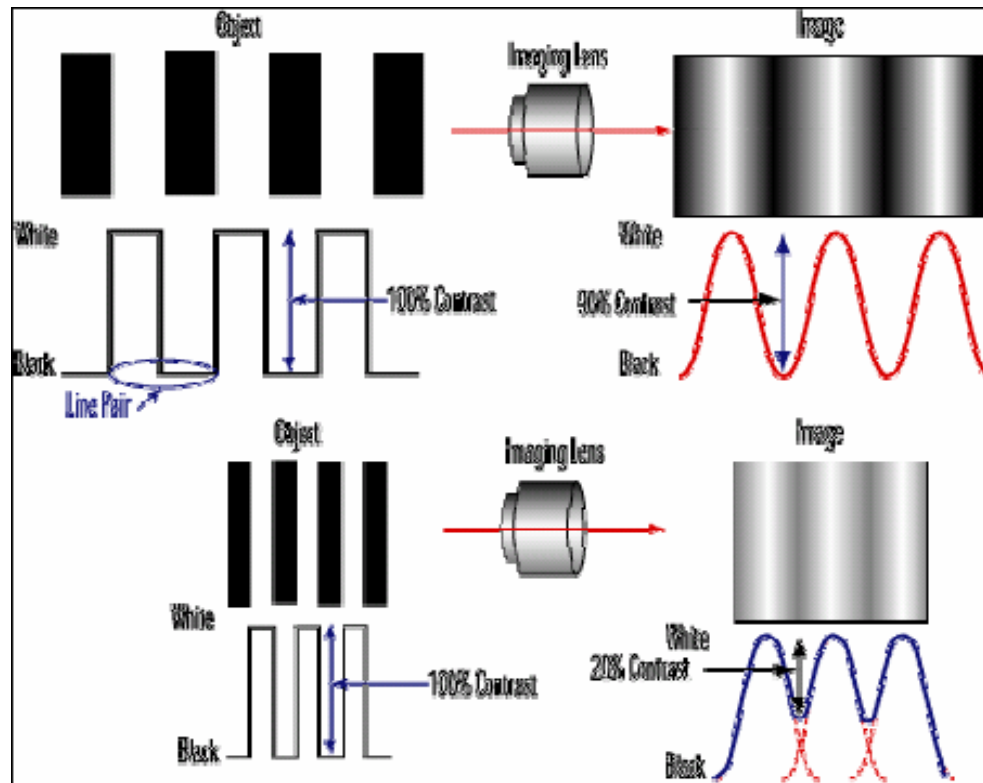
镜头选择 (IV)

□ 镜头的调制传递参数 (MTF)



镜头选择 (V)

□ 镜头的调制传递参数 (MTF)

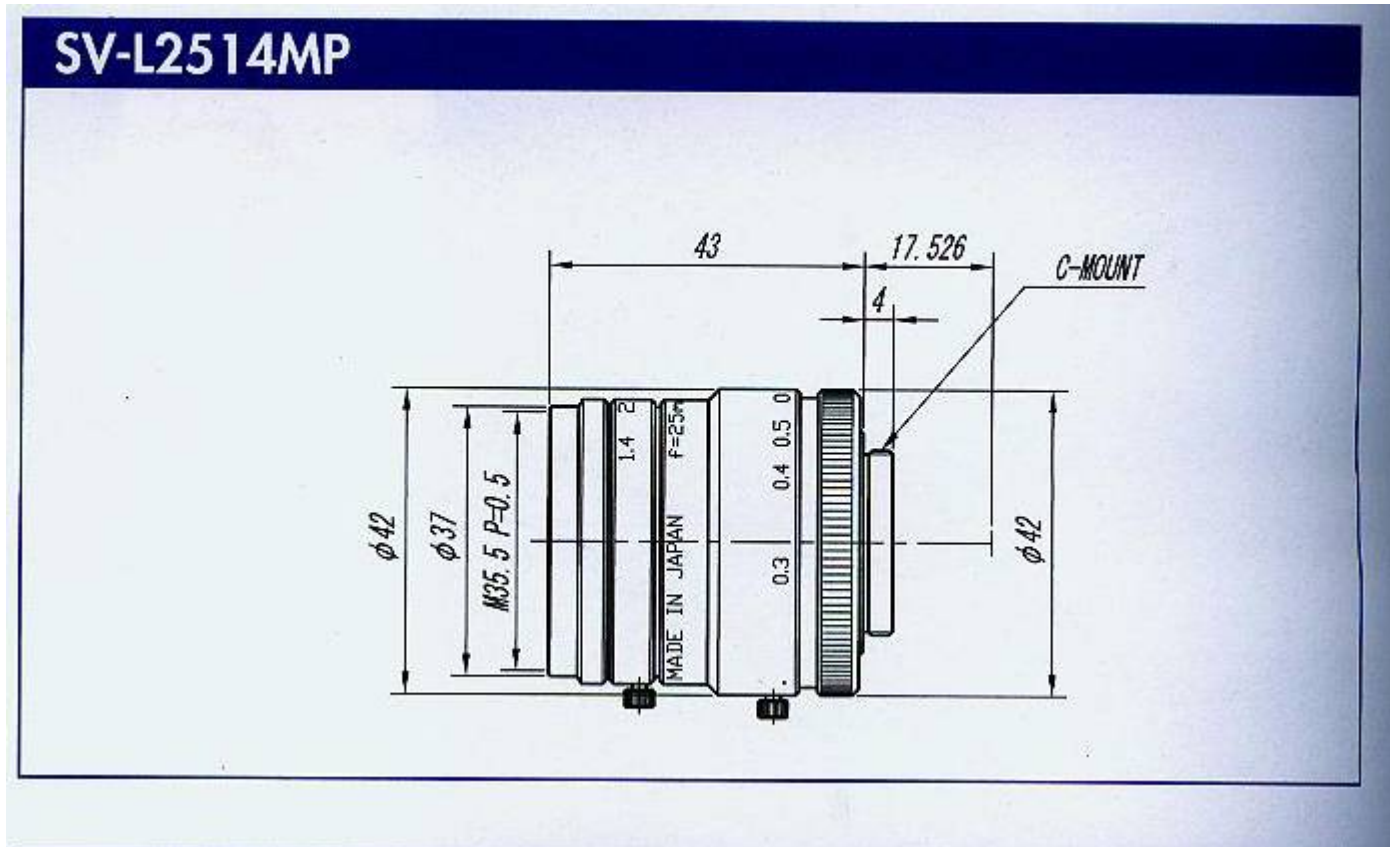


镜头选择 (VI)

- 相机工作距离范围 (200-500mm)
 - 低几何失真
 - 高NA值
 - MTF曲线
 - VS Tech的大尺寸的高分辨率的机器视觉检测镜头
- 光学放大倍数计算:
 - 摄像机像素尺寸/物理空间清晰度:
 - $7 / 160 \approx 0.04375$
- 镜头的具体型号
 - ◆ SV-L2514MP
 - ◆ WD: 401-481

镜头选择 (VII)

镜头实际尺寸:





光源的选择

光源选择 (I)

□ 光源的作用

- 将被测物与背景尽量明显区分开
- 将运动目标“凝固”在图像上
- 增强待测目标边缘清晰度
- 消除阴影
- 抵消噪光
- 提高检测精度、运行速度和工作效率

光源选择 (II)

□ 光源的种类

高频荧光灯，光纤卤素灯，LED灯



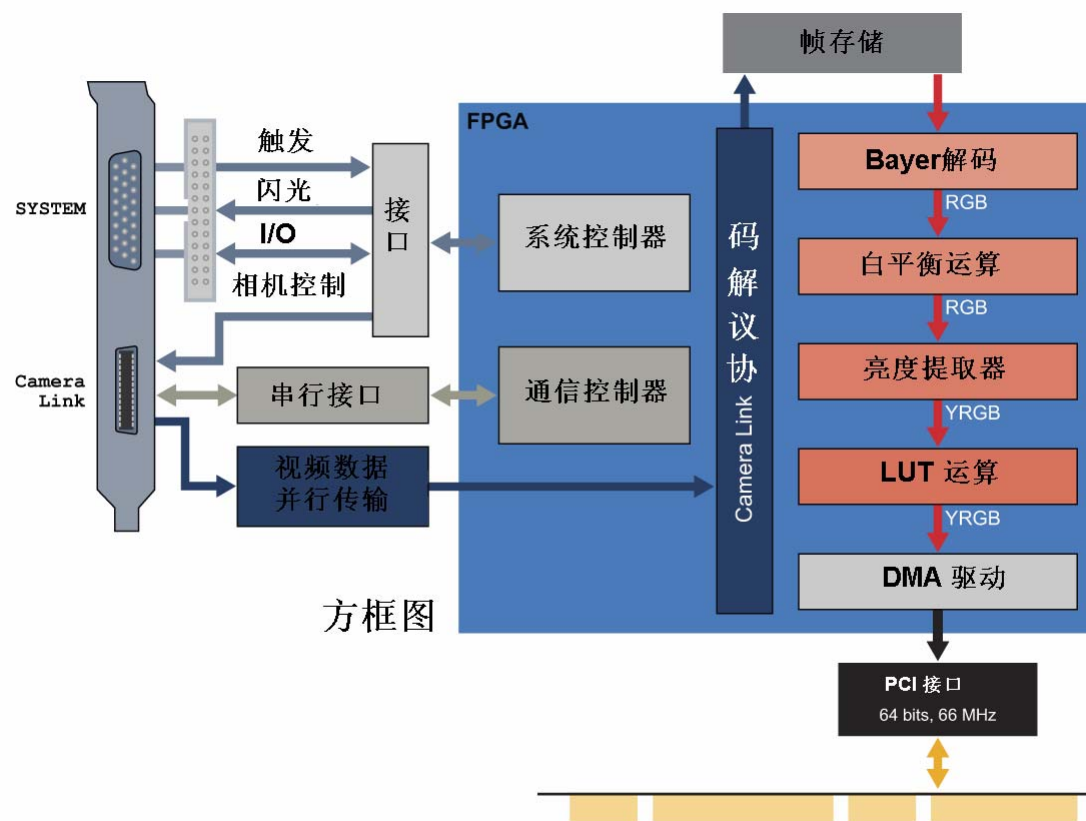
光源选择（III）

- 检测物体在运动中检测
 - 比较理想的是采用闪光模式，以延长光源的寿命
 - 因此坚定使用LED光源
- 检测物体包含透明和不透明两种
 - 因此在光源选择上必须选择两种类型
 - 背光光源：LFL-180-SW
 - 正光光源：LFX200-SW
- 检测物体颜色变化复杂，且使用彩色相机
 - ◆ 因此光源的颜色选择上以白色为最佳

板卡的选择

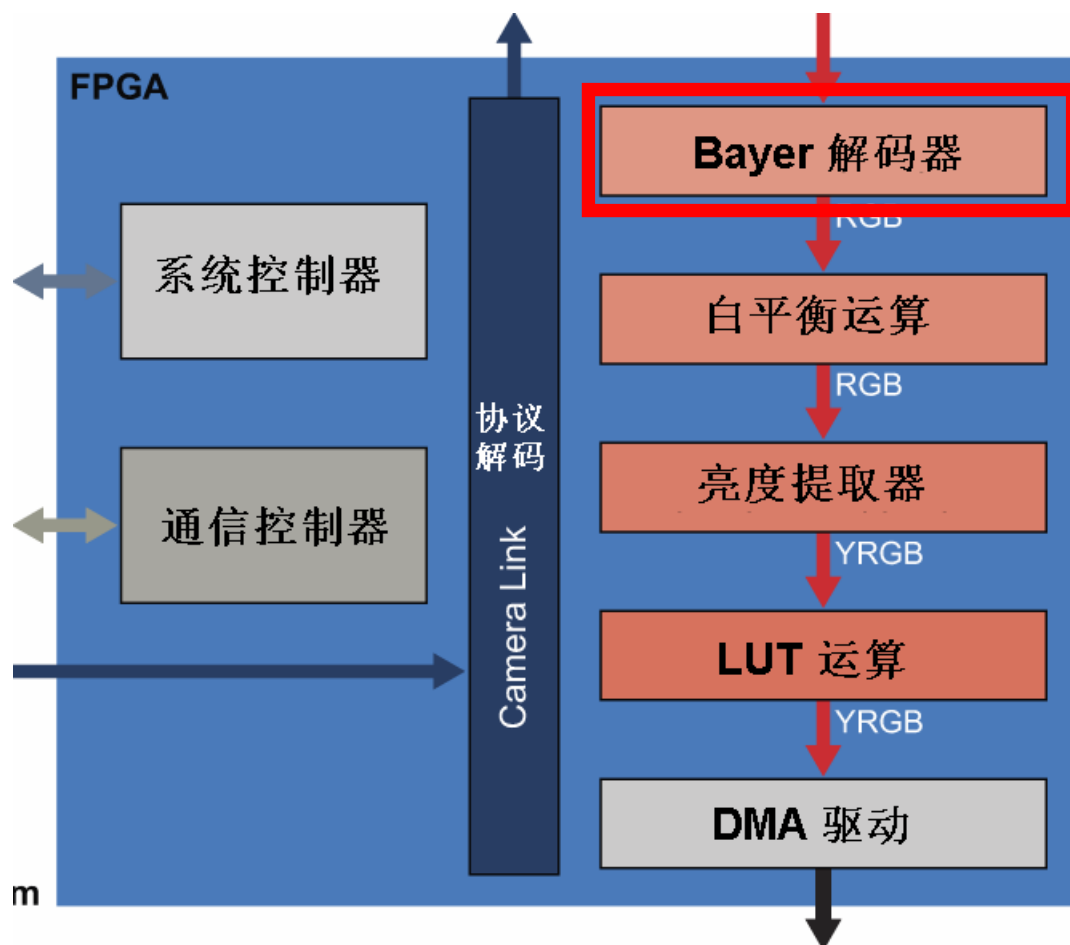
板卡选择 (I)

需要板卡提供的图像预处理功能列表



板卡选择 (II)

所需图像预处理功能列表



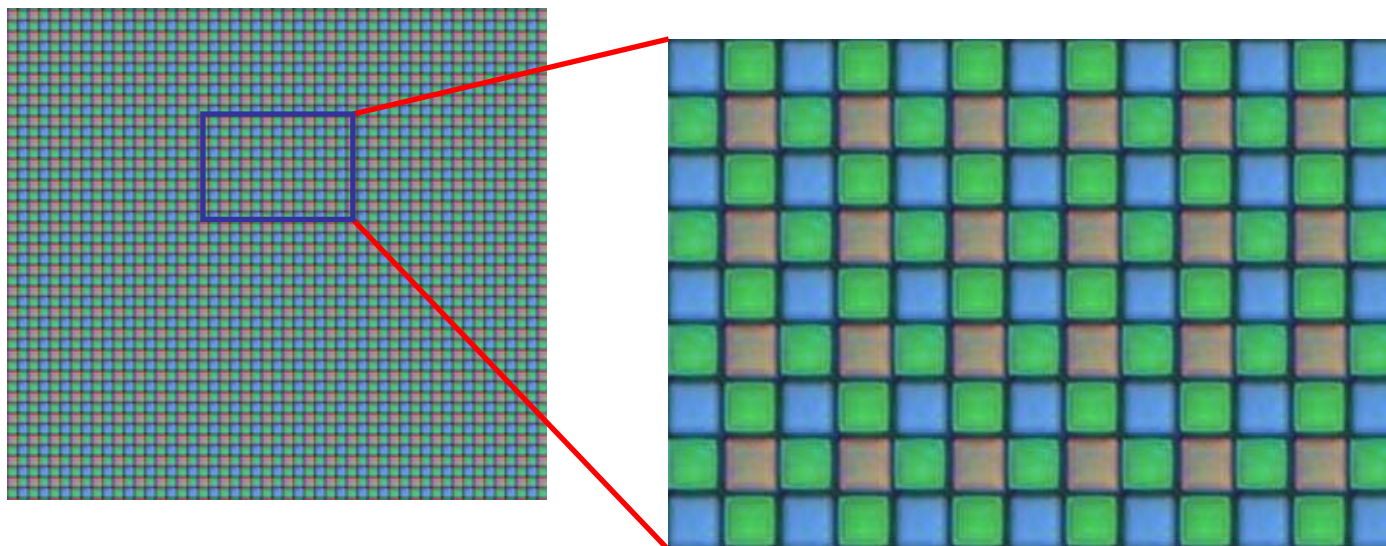
板卡选择 (III)

□ 预处理功能-Bayer解码器

➤ 拜尔 (Bayer) 制式



- ◆ **Color Filter Array (CFA)** 是 排列在光电传感器阵列上的 **RGB** 彩色滤色片矩阵模组.



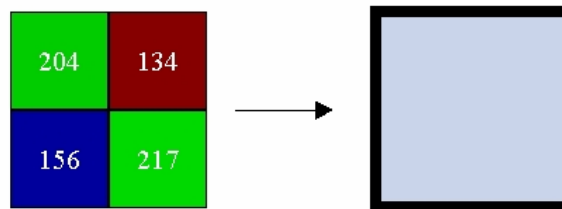
板卡选择 (IV)

□ 预处理功能-Bayer解码器

➤ Bayer制式到RGB制式彩色的解码器

- ◆ 从相机传输的原始的Bayer制式的图像解码得到全彩色信息的RGB图像
- ◆ 算法与eVision软件图像处理算法相似(EasyColor)

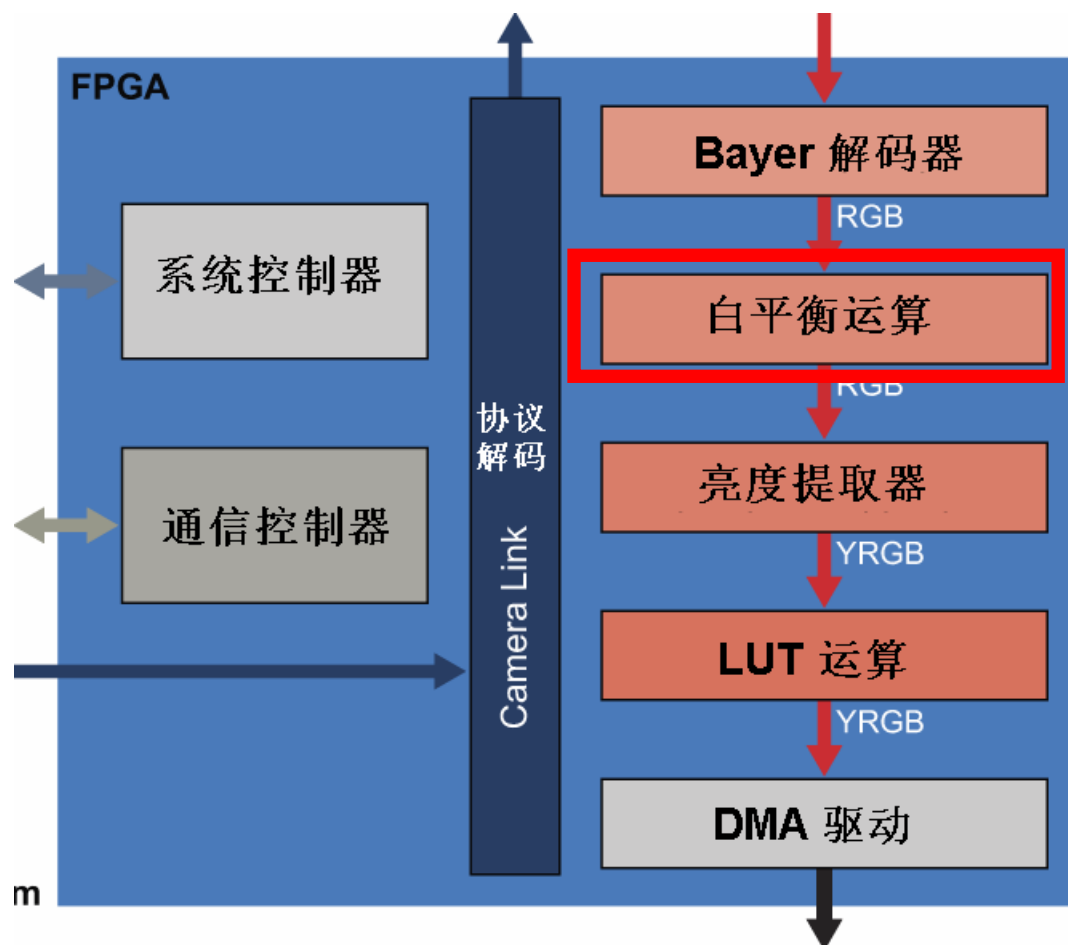
2x2 Bayer Pattern to RGB Pixel



$$\text{RGB} = ((134 * 1.5), (217 + 204) / 2, (156 * 1.5))$$
$$\text{RGB} = (201, 211, 234)$$

板卡选择 (V)

□ 所需图像预处理功能列表



板卡选择 (VI)

□ 预处理功能-自动白平衡

➤ 白平衡运算

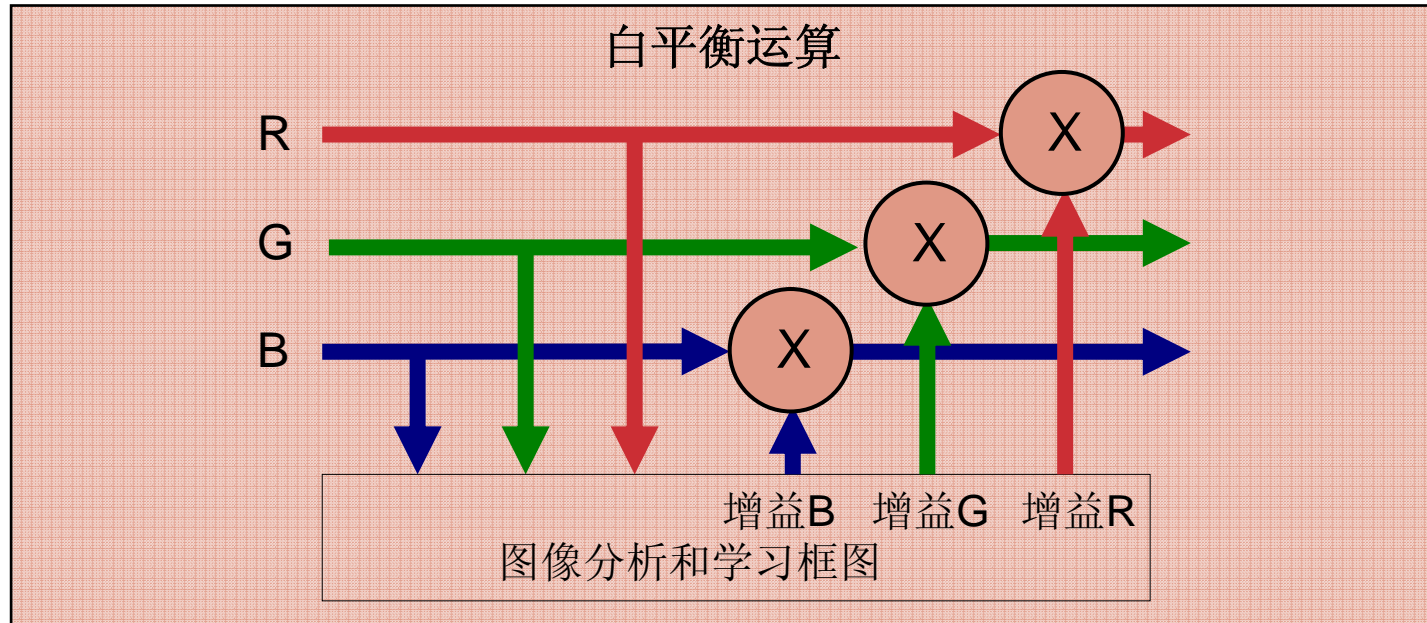
◆ 色彩平衡

◆ 由于以下原因，需要补偿不平衡的RGB色彩分量

- 光的频谱在介质中透过率不同
- 镜头与相机的构造

板卡选择 (VII)

□ 预处理功能-自动白平衡



板卡选择 (VIII)

□ 预处理功能-自动白平衡

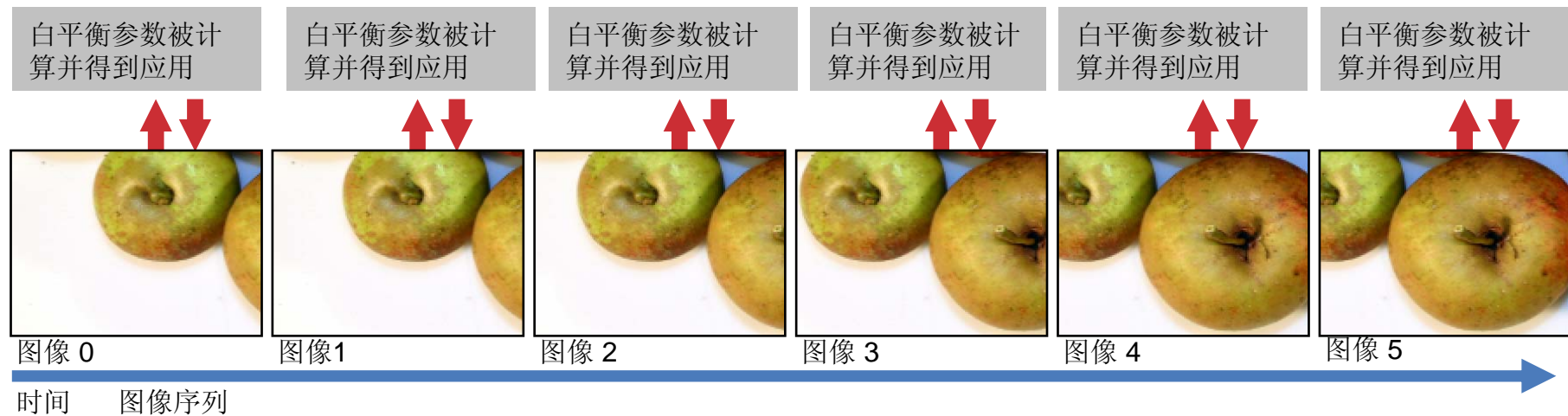
➤ 白平衡运算

- 白平衡的三个参数 (增益**R**, 增益**G** 和增益**B**) 可以由以下方法获得:
 - 用户通过参数设置: 指定某一幅图像获得
 - 自动由即时图片而计算: 指定某一个区域

板卡选择 (IX)

□ 预处理功能-自动白平衡

白平衡运算 - 连续模式 - (根据实际获取的每一张图片计算)



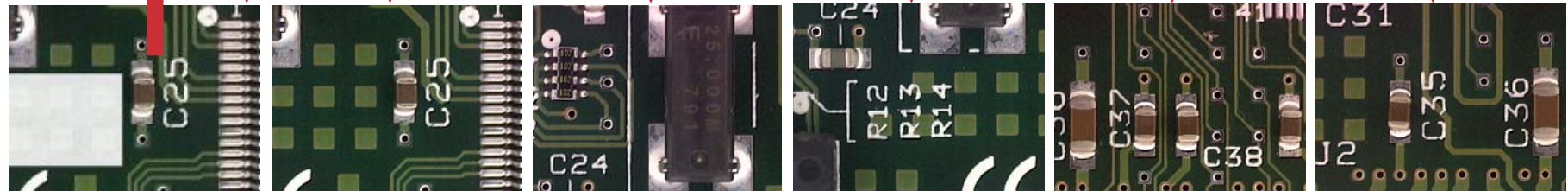
板卡选择(X)

□ 预处理功能-自动白平衡

白平衡运算 - 单幅图像模式 - (用户指定的特定一张图片计算)

白平衡参数是从这幅图像中计算出来的

它们会自动应用于所有的图像



图像 0

图像 1

图像 2

图像 3

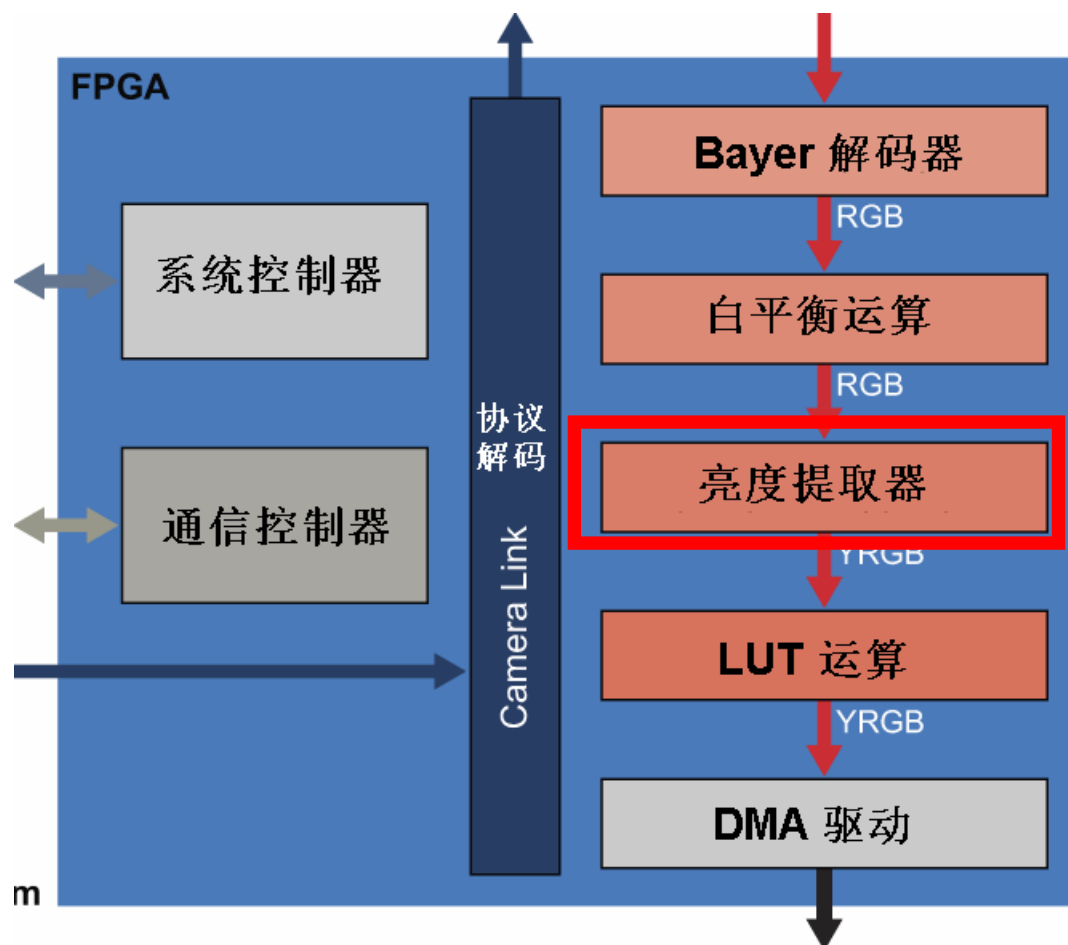
图像 4

图像 5

时间 图像序列

板卡选择(XI)

□ 所需图像预处理功能列表



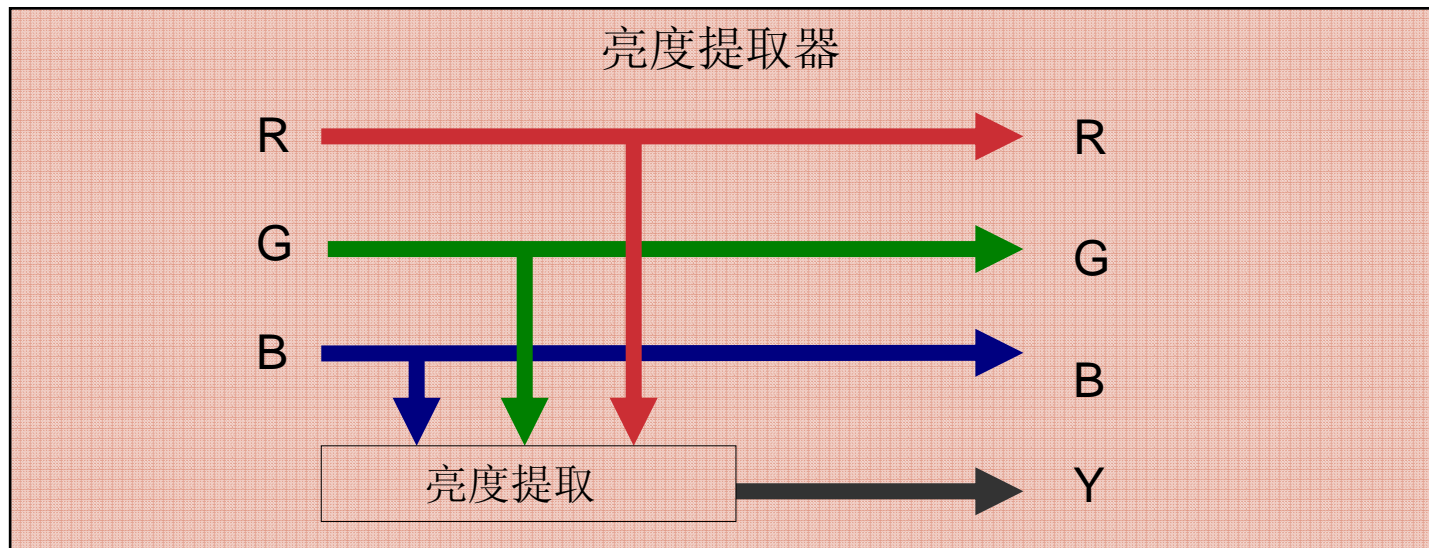
板卡选择(XII)

□ 预处理功能-亮度摄取器

➤ 亮度摄取器

- ◆ 依据图象中RGB的色彩分量数据计算Y分量的值

Y分量 = 亮度 = “灰度图像”

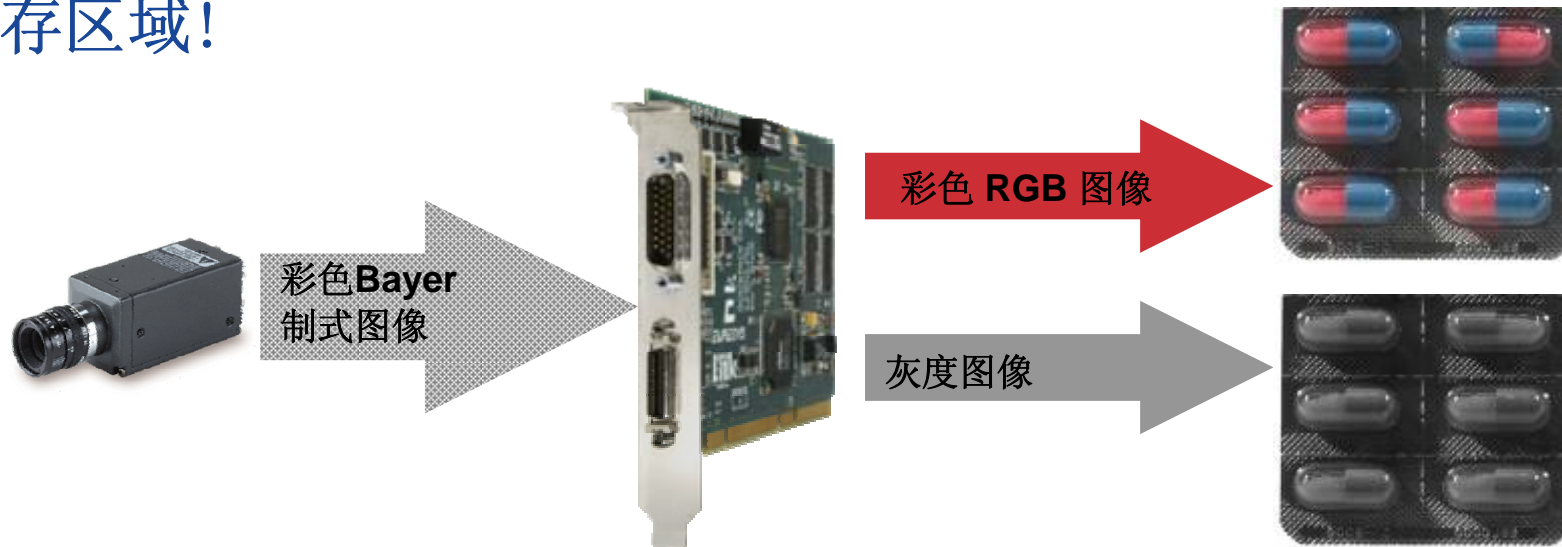


板卡选择(XIII)

□ 预处理功能-亮度摄取器

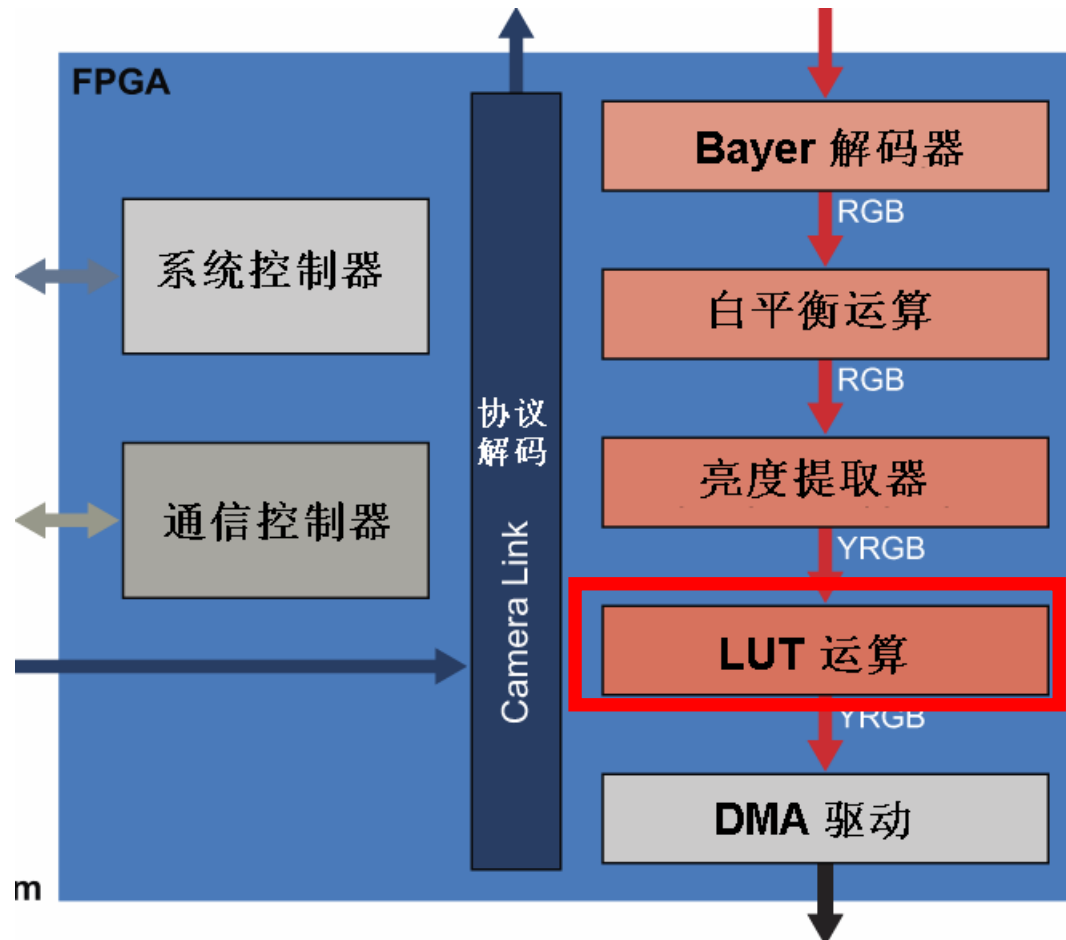
➤ 亮度提取器

同时将 RGB制式的彩色图像和Y分量的灰度图像传送到PC内存区域!



板卡选择(XIV)

□ 所需图像预处理功能列表



板卡选择(XV)

□ 预处理功能-LUT转换

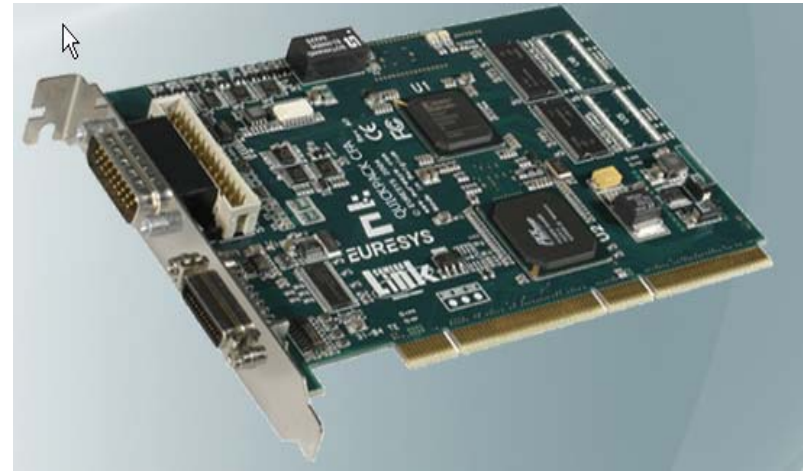
- 高精度 LUT转换，相当于矩阵运算
 - 针对R, G, B, Y四个色彩分量有四个独立的 LUT算子
 - 常用的转化函数
 - 调节增益和偏移
 - 黑白反转
 - 二值化
 - 增加暗区域的对比度或者亮区域的灰度动态变化
 - Gamma的加入或者取消
 - 智能将10- or 12-位的动态灰阶图像提取成 8-位的图像数据
 - 也可以实现客制化变换

板卡选择(XVIII)

□ GrabLink QuickPack CFA

➤ 硬件指标

- CameraLink Base设置
- 24bit 最高85MHz
- 最大支持4K X 4K的彩色面阵相机
- 8- 10- 12-位数据传输
- PCI-X数据接口，兼容PCI
- 也可以接驳黑白或RGB彩色相机



最终产品建议

项目	建议产品
光源	LFX200-SW +LFL-180-SW
镜头	SV-L2514MP
相机	STC-CLC232A
相机工作模式	P30RG+闪光控制
图像采集卡	QuickPack CFA
图像处理软件	EasyImage+EasyFind+EasyOCV
运动控制卡	PCI-8164
IO卡	PCI-7442
平台	工业控制平台

谢谢大家!

希望此次讲座对大家今后的工作，能有所帮助!