

光學鏡頭基本參數解釋

新機器視覺 昨天



新機器視覺

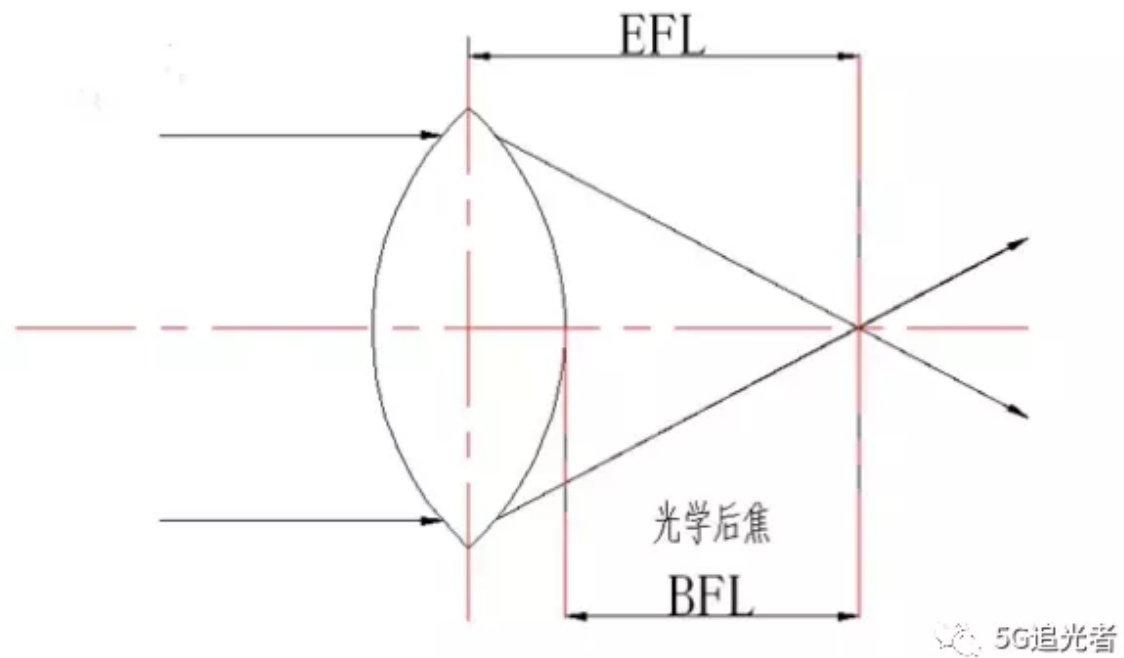
最前沿的機器視覺與計算機視覺技術

206篇原創內容

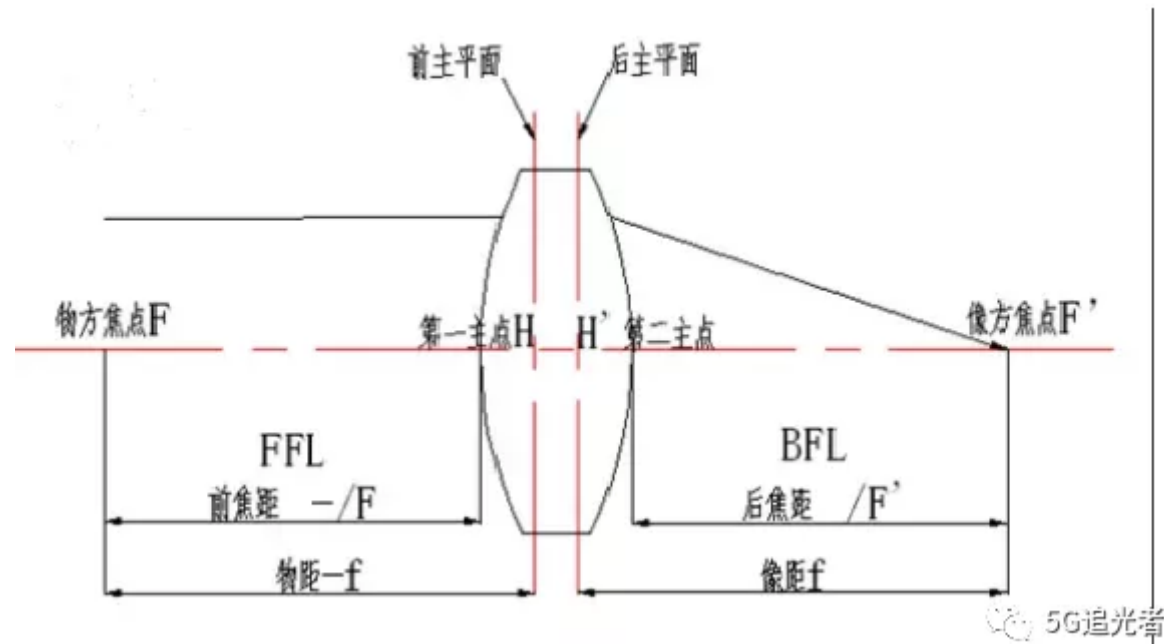


公眾號

1、EFL(Effective Focal Length) 有效焦距
定義：指鏡頭中心到焦點的距離(下圖)。



鏡頭的焦距分為像方焦距和物方焦距(下圖)：



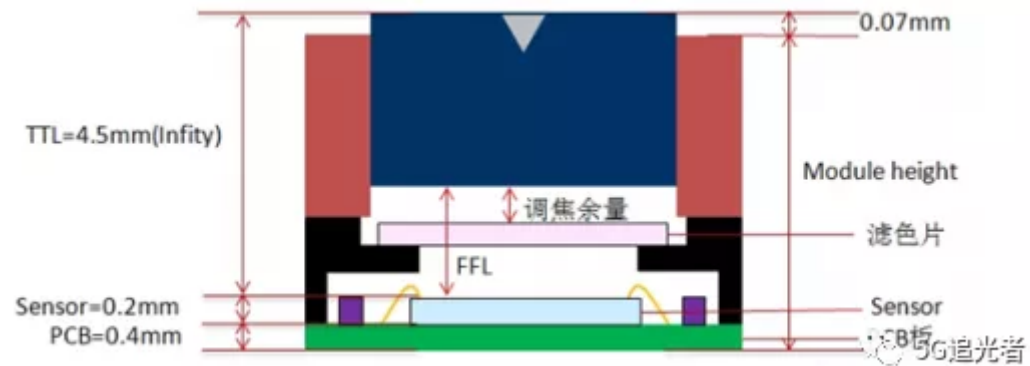
像方焦距是指像方主面（後主面）到像方焦點（後焦點）的距離。

物方焦距是指物方主面（前主面）到物方焦點（前焦點）的距離。

注意事項：

- （1）焦距過短則視場角過大，導致畸變和主光線出射角難以控制，相對照度過低，鏡片彎曲嚴重，相差校正困難，因此難以設計。
- （2）焦距過長鏡頭將過長，不利於系統小型化，而且視場角過小，不能滿足用戶需求（FOV>60°）。

2、TTL(Total Track Length) 鏡頭總長

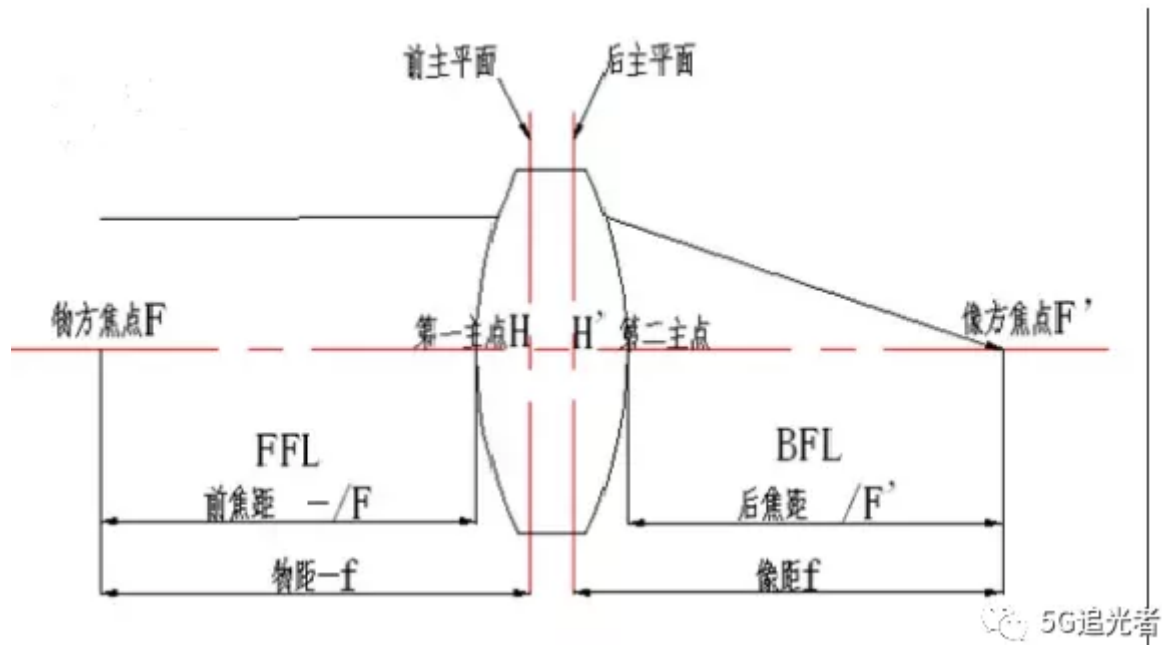


鏡頭總長分為光學總長和機構總長：

光學總長是指由鏡頭中鏡片的第一面到像面的距離。

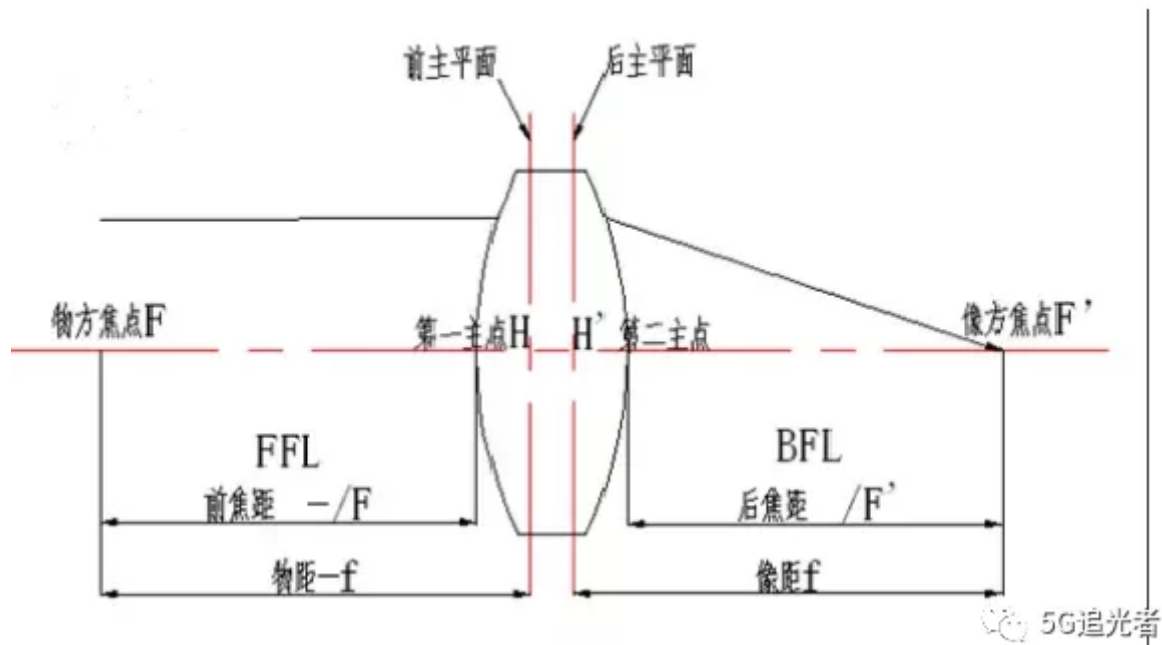
機構總長是指由鏡筒端面到像面的距離，上圖中TTL所示。

3、BFL（Back Focal Length）光學後焦距定義：



由光學系統中鏡片的最後一面到像面的距離，上圖中BFL所示。

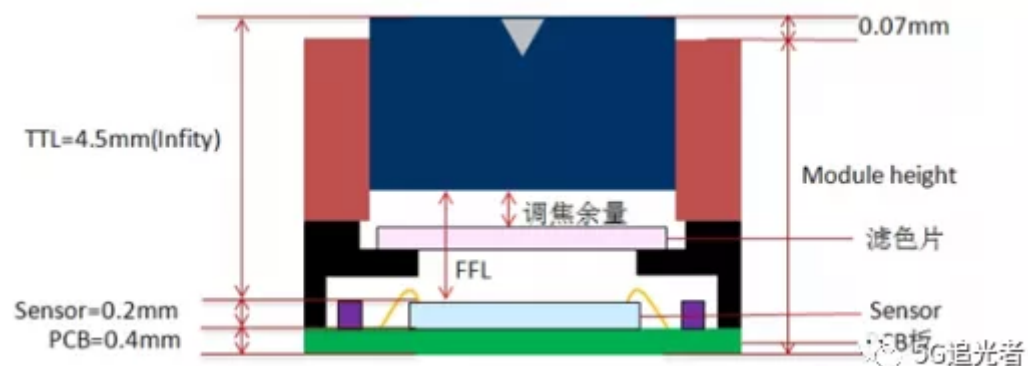
4、FFL(Front Focal Length) 光學前焦距



定義：由光學系統中鏡片的第一面到物面的距離，上圖中FFL所示。

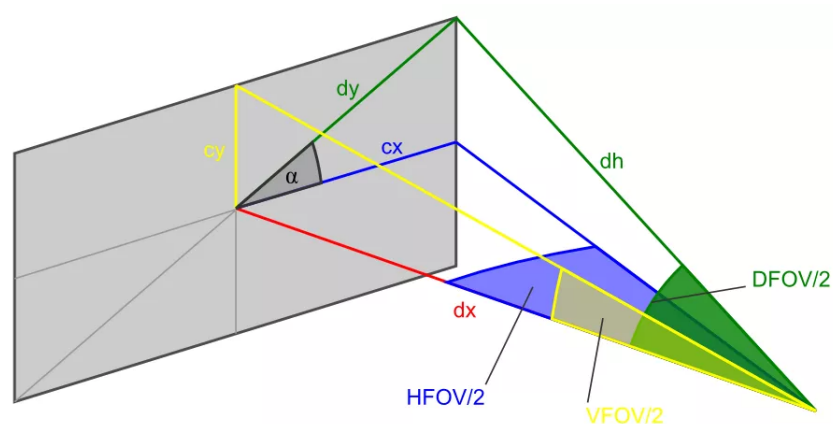
注意事項：要與機構後焦距FFL區分

5、FBL/FFL (Flange Focal Length) 機構後焦（法蘭焦距）



定義：由鏡組的最後一個機構面到像面的距離，上圖中FFL所示。

6、FOV(Field Of View) 視場角定義：



$$\begin{aligned}
 dx &= dh \cdot \cos(DFOV/2); \quad dh = dx / \cos(DFOV/2) \\
 dy &= dh \cdot \sin(DFOV/2) \\
 \alpha &= \arctan(9/16) \\
 cx &= dy \cdot \cos(\alpha) \\
 cy &= dy \cdot \sin(\alpha) \\
 HFOV/2 &= \arctan(cx/dx) = \arctan\left(\left(\left(dx / \cos(DFOV/2)\right) \cdot \sin(DFOV/2)\right) \cdot \cos(\alpha) / dx\right); \\
 VFOV/2 &= \arctan(cy/dx) = \arctan\left(\left(\left(dx / \cos(DFOV/2)\right) \cdot \sin(DFOV/2)\right) \cdot \sin(\alpha) / dx\right); \\
 HFOV &= 2 \cdot \arctan(\tan(DFOV/2) \cdot \cos(\arctan(9/16))) \\
 VFOV &= 2 \cdot \arctan(\tan(DFOV/2) \cdot \sin(\arctan(9/16)))
 \end{aligned}$$

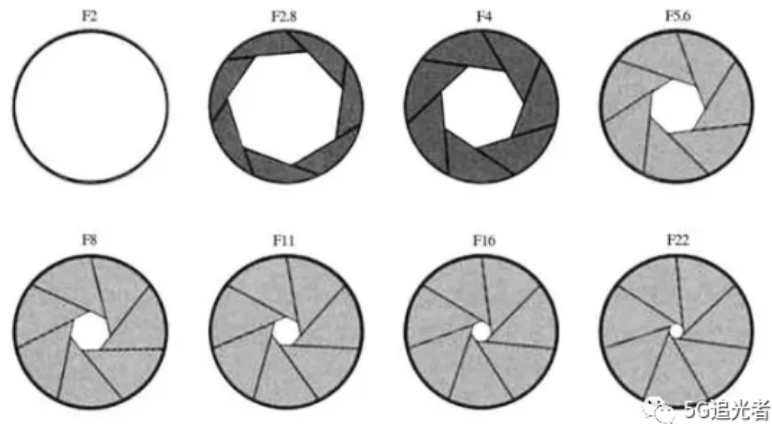
5G追光者
https://blog.csdn.net/weixin_39675633

是指镜头能拍摄到的最大视场范围。

视场角可分为对角线视场角（FOV-D）、水平视场角（FOV-H）、以及垂直视场角（FOV-V）。

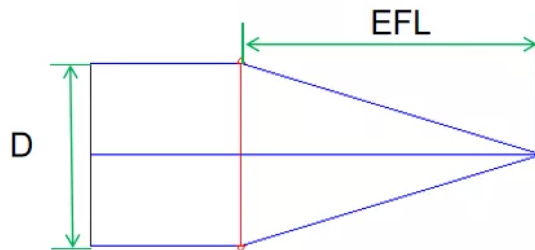
对角线视场角最大，水平视场角次之，垂直视场角最小。通常我们所讲的视场角一般是指数码摄像模组的对角线视场角。

7、F/NO.（F-Number）焦数（相对孔径）



定义：有效焦距与入射瞳孔径的比值。

$$FNO = EFL(\text{焦距}) / D(\text{光圈直径})$$

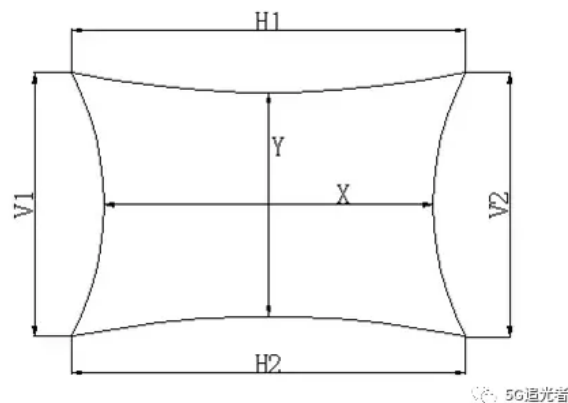


作用：用来决定镜头之明暗。

备注：在保证同样通光孔径的前提下，焦距越短相对孔径应越小。

一般情况下F/#越小通光孔径越大。

8、Distortion 畸变



畸变是轴外相差。而且是轴外细光束的像差。它是轴外点与主光线在像面上交点的高度同理想（近轴）像面的高度差。它是视场的函数，与孔径没有关系，初级畸变随视场（像高）的三次方变化，而百分比畸变随像高平方增加，所以视场不同畸变也不同。畸变的变化不是线性的，仅是像的变形，不影响像的清晰度。

畸变分为TV畸变和光学畸变两种：

TV畸变：TV-Distortion

光学畸变：Optical-Distortion

TV畸变分为枕型与筒型两种。

$$(\text{Vertical}) \text{ TV-Distortion} = [(V1+V2)/2-Y]/Y \times 100\%$$

$$(\text{Horizontal}) \text{ TV-Distortion} = [(H1+H2)/2-X]/X \times 100\%$$

注意事项：

畸变是用户很容易感觉到的成像质量。

畸变是用户要求很严的镜头指标，

Optical-Distortion<3% 人眼不容易察觉

Optical-Distortion<2% 摄影物镜的畸变要求

一般要求：

CIF TV-Distortion<2.0%

VGATV-Distortion<1.5%

1.3M/2.0M/3.0MTV-Distortion<1%

9、RI(Relative Illumination) 相对照度

照度的定义：物体或被照面上被光源照射所呈现的光亮程度称为照度。

相对照度则是中心照度与外围照度的比值。

注意事项：相对照度过低表现为图像中心较亮，而四周较暗，即渐晕现象，俗称暗角（Shading）。相对照度过低还会导致色彩失真。

RI与 $\cos^4(\text{semi-FOV})$ 成正比： $RI \propto \cos^4(\text{semi-FOV})$

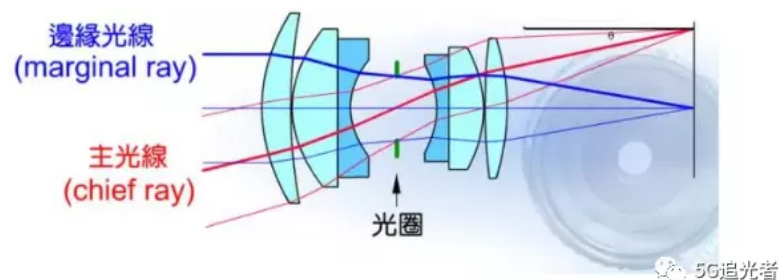
Semi-FOV=30°，从理论上RI<56%

Semi-FOV=35°，从理论上RI<45%

当RI<50%时人眼是能分辨的，严重时会出现画面四角全黑的“缺角”现象。

因此RI的基本要求为：RI>50%

10、CRA(ChiefRay Angle) 主光线角度

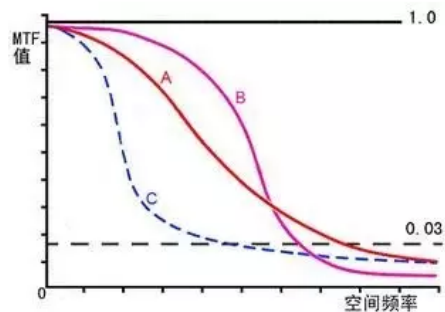


定义：主光线角度为主光线与平行光线的角度。

主光线就是光线由物体的边缘出射，通过孔径光阑的中心最后到达像的边缘。

注意事项：主光线出射角度不合适会暗角严重，对比度下降，偏色。

11、MTF(Modulation TransferFunction) 光学调制传递函数



5G追光者

Modulation (M) 的定义: Modulation是I的Maximum减去I的Minimum除以I的Maximum加上I的Minimum; 也就是(光的最亮度减去光的最暗度)与(光的最亮度加上光的最暗度)的比值。所以得出来的结果M就是光的对比度。

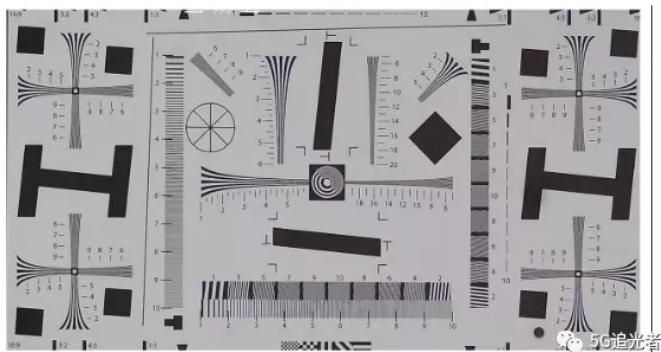
$$\text{Modulation (M)} = (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) / (I_{\text{max}} + I_{\text{min}})$$

I: Intensity 光强度

I_{max}: 最亮之光强度

I_{min}: 最暗之光强度

12、解像力（分辨率）



5G追光者

解像力的定义: 为每1mm可解析的线对 (line-pair)。单位为本 (lp/mm)

备注：Sensor MTF的需求计算公式如下，

Sensor全频解像力：

$$1000/2.8/2=1791\text{p/mm}$$

$$(2.8\mu\text{m Pixel Size}) \text{ 或 } 1/(2f)$$

f ：SensorPixel Size

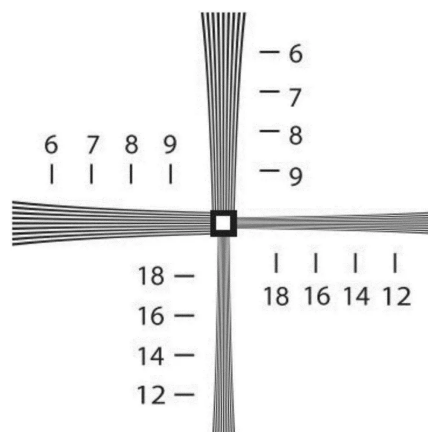
Sensor 全频解像力（黑白）：1000/2.8/2=1791p/mm.

但对彩色(RGB)而言，Sensor是以每4pixel解析1点，所以Sensor所需要的本数计算为：中心 1000/2.8/2/sqrt 2=1261p/mm — 1601p/mm(中心通常解析会较高)

外围 1000/2.8/2/sqrt 3=1031p/mm — 1001p/mm(外围为0.7F)

(sqrt 2为一般计算方式，但不同厂牌或型号Sensor处理逻辑不同，会有差异)

13、TV-Line 扫描线



TV-Line就是在画面水平影像中可解析多少条线，可由解像力来换算：

TV-Line=lp/mm*2*Sensor宽。例1/4' ' 1.3M Sensor：

中心 1000/2.8/2/sqrt2=1261p/mm

— $1261\text{p/mm} \times 2 \times 1024 \times 2.8 / 1000 = 722$ — 700 TV-Line

外围 $1000 / 2.8 / 2 / \sqrt{3} = 1031\text{p/mm}$

— $1031\text{p/mm} \times 2 \times 1024 \times 2.8 / 1000 = 590$ — 600 TV-Line

14、Flare/Ghost 杂散光/鬼影

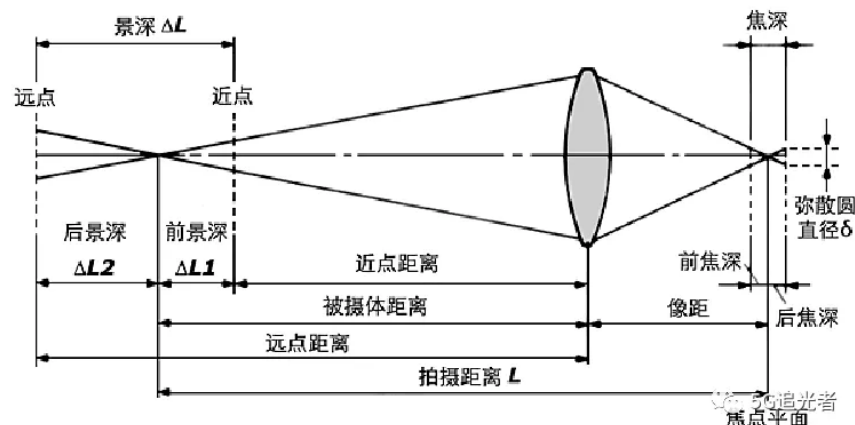


定义：指在一个光学系统里由于光在像面上随意的散射形成的相反的缩影或雾状像，也就是光学系统中的非成像光束。镜头表面的散射光、元件中的气泡、镜框及镜筒内壁的散射和反射光以及其它非成像光束入射到像面上的光都成为杂光。

它的直接影响是形成噪音，使图像的信噪比降低，甚至使信号光淹没在噪声中。

杂光的消除：在结构中增加遮光罩、辅助光阑、镜片边缘染黑、镜座发黑或贴消光布，以及镀制减反膜等。

15、景深



前景深 $\Delta L_1 = F\delta L^2 / (f^2 + F\delta L)$

后景深 $\Delta L_2 = F\delta L^2 / (f^2 - F\delta L)$

景深 $\Delta L = 2f^2 F\delta L^2 / (f^4 - F^2 \delta^2 L^2)$

δ -容许弥散圆直径,

f -镜头焦距,

F -镜头的拍摄光圈值,

L -对焦距离,

ΔL_1 -前景深,

ΔL_2 -后景深,

ΔL -景深,

從公式可以看出，後景深 > 前景深。由景深計算公式可以看出，景深與鏡頭使用光圈、鏡頭焦距、拍攝距離以及對像質的要求(表現為對容許彌散圓的大小)有關。

超焦深的計算： $f^2 - F\delta L = 0$ 時，後景深為無窮遠。在聚焦時，最好能將焦點聚在能產生超焦深的焦點處，從前焦深處開始聚焦，這樣，畫面處所有的畫面都能清晰聚焦。

鏡頭規格參數例子：

ITEM		VALUE	
E.F.L		0.81±5%	
B.F.L		2.32	
F.F.L		1.9±0.2	
F.NO		2.0±5%	
Structure		1G4P+IRF	
Sensor(5.6um)		3.58×2.69=4.48	
Distortion		-128%	
FOV	HFOV	195°±3°	
	VFOV	148°±2°	
	DFOV	≥ 200°(φ3.7)	
RE-ILL		47%	
UV/IR Filter		410±10nm	
		690±10nm	
CRA		19.5°	
MTF TESTING			
Frequency	AXIS	FOV100°	FOV170°
45lp/mm	≥0.65	≥0.50	≥0.45

來源：光學影像與鏡頭

■ ■ ■ End ■ ■ ■

聲明：部分內容來源於網絡，僅供讀者學術交流之目的。文章版權歸原作者所有。如有不妥，請聯繫刪除。

走进新机器视觉 · 拥抱机器视觉新时代

新机器视觉 —— 机器视觉领域服务平台
媒体论坛/智库咨询/投资孵化/技术服务

商务合作：
投稿咨询：
产品采购：



(微信号)

长按扫描右侧二维码关注“新机器视觉”公众号



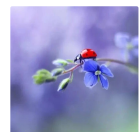
新机器视觉
New machine vision



喜歡此內容的人還喜歡

光學系統景深 (DOF) 概念及原理說明

新機器視覺



一文梳理2020年大熱的對比學習模型

深度學習與圖網絡



不想擰螺絲,所以我徒手做了個工作流引擎!

Java學習之道

