

Review Notes of Machine Vision (机器视觉复习笔记)

Author: Kowyo (黄梓峰)

Created Date: May 9th

Exam Date: May 11th

Content (目录)

Review Notes of Machine Vision (机器视觉复习笔记)

- Content (目录)

- Lec 1: Introduction

 - What is Machine Vision?

 - What can Machine Vision do?

 - Key Parts of a Machine Vision System

 - 传统的机器视觉 vs 基于深度学习的机器视觉

- Lec 2: How to design a MV system

 - Specification of the task

- Lec 3: Camera sensors

 - Light and CCD/CMOS sensor

 - Camera Interfaces (相机接口)

- Lec 4: Basic Optics and Lens

 - Lens Mount

 - Image Quality

MTF

Len Curves

焦距和分辨率

Lec 5: Lighting (光源)

Solid Angle (立体角)

Basic Lighting Techniques (打光方式)

Principle of light Source Selection

Example and Applications

Lec 7: Algorithm Fundamentals

Lec 8: Algorithm Fundamentals II

Lec 9: Grayscale Template Matching

Normalized Cross-Correlation (NCC)

Lec 10: Robust Template Matching

R-table

Lec 11: Edge Detection and 1D 2D measurement

Lec 1: Introduction

What is Machine Vision?

The automatic extraction of information from digital images. (机器视觉的定义)

数字图像中信息的自动提取。

What can Machine Vision do?

- Increase profits (增加利润)
- Reduce defects (减少缺陷)

- Increase yield (增加产量)
- Track , Trace and Control (跟踪、追踪和控制)
- Measurement, Counting, Location, Decoding and Inspection (测量、计数、定位、解码和检验)

多选题 1分

设置

此题未设置答案, 请点击右侧设置按钮

自动化系统使用机器视觉的主要优点是什么 (多选)

- A Increase profits
- B Reduce defects
- C Increase yield
- D Track, trace and control
- E More labors

提交

34

答案: ABCD

Key Parts of a Machine Vision System

- Lighting (光源)
- Lens (镜头)
- Sensor (传感器)
- Vision Processing (Algorithm and software) (软件)
- Communication (通信)

此题未设置答案，请点击右侧设置按钮

机器视觉的主要组成结构是什么？

- A 工业相机
- B 镜头
- C 光源
- D 软件



提交

答案：BCD

此题未设置答案，请点击右侧设置按钮

机器视觉系统的主要构成模块有哪些？（多选题）

- A 光源
- B 镜头
- C 相机传感器
- D 视觉处理软件
- E 通讯系统

提交

2

答案：ABCDE

4:33

传统的机器视觉 vs 基于深度学习的机器视觉

当将深度学习与传统机器视觉方法进行比较时，最大的区别在于特征提取的方式。

使用传统方法，视觉工程师必须决定寻找哪些特征来检测图像中的某个物体，他还必须为每个类选择正确的特征集。当可能的班级数量增加时，这很快就会变得繁琐。你在找颜色信息吗？边缘？纹理？根据使用的功能数量，许多参数也必须由工程师手动微调。

相比之下，深度学习使用“端到端学习”的概念。在这里，算法只是被告知要学习每个特定类的查找内容。通过分析示例图像，它会自动为每个类/对象找出最突出和描述性的特征。

应用领域	深度学习	传统方法
应用特点	物体变异性高	刚性物体
	物体方向可变	物体位置和方向固定
	特征不明确	具有特定特征
	“无定形”物体	最大透明度要求
	未知缺陷	-
	图像数据充足	-

参考自 [MvTec](#)

Lec 2: How to design a MV system

Specification of the task

产品或零件的两种运动方式

- **Indexed positioning** (索引定位)
- **Continuous movement**

Lec 3: Camera sensors

Light and CCD/CMOS sensor

Quantum Efficiency: the ratio of light that the sensor converts into charge (量子效率的定义: 传感器将光转换为电荷的比率)

Camera Interfaces (相机接口)

- GigE Vision 标准 (千兆以太网)
- IEEE 1394 (视觉标准: DCAM)
- Camera Link
- USB

Lec 4: Basic Optics and Lens

Lens Mount

回忆版中有一题问的是“工业镜头的两种接口”，经过群友讨论和[搜索引擎](#)给出如下答案：

- C
- CS
- F
- ...

只答前两个即可。

Image Quality

影响图像质量的五个因素：

- Depth of field（景深）
- Resolution（分辨率）
- Contrast（对比度）
- Perspective（透视）
- Distortion（畸变）

MTF

定义：

MTF曲线图显示的是镜头对对比度的还原情况，纵轴表示对比度的优劣，横轴表示与成像中心的距离。虚、实两条曲线越接近，说明镜头越能够在如实表现被摄体的同时，更易拍出美丽虚化。——佳能

MTF曲线生成过程：

MTF Equation

The equation for MTF is derived from the sine pattern contrast $C(f)$ at spatial frequency f , where

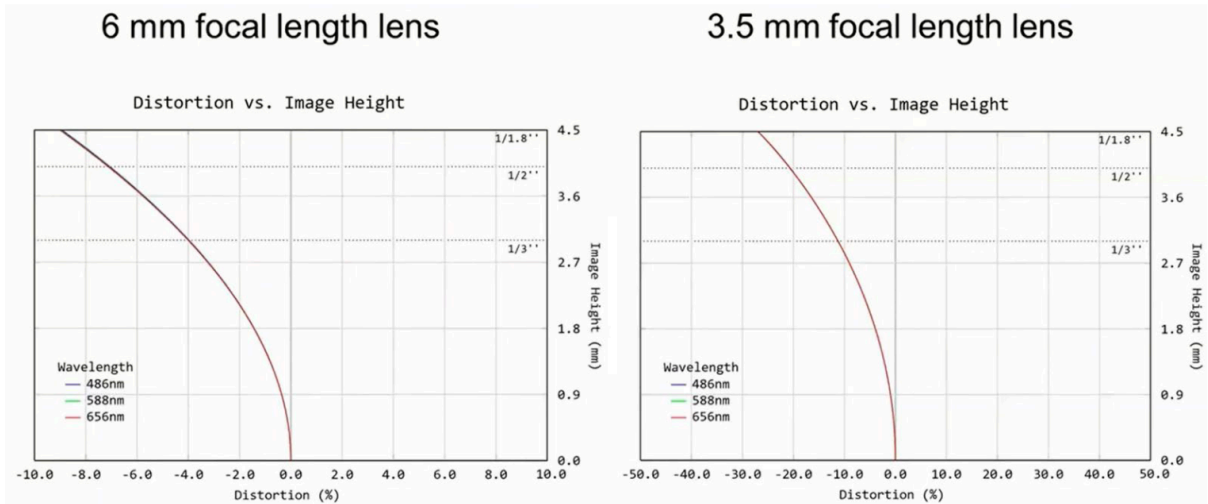
$$C(f) = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}} \quad \text{for luminance ("modulation") } V.$$

$$MTF(f) = 100\% \times \frac{C(f)}{C(0)} \quad \text{Note: this normalizes MTF to 100\% at low spatial frequencies.}$$

其中， V 是亮度， f 是频率（或前述的“与成像中心的距离”）。（参考自 Lec04 Page 26 和 [知乎](#)）

Len Curves

Lens Distortion Curve (镜头畸变曲线) : Distortion describes is how “bent” a straight line would look when imaged through a lens with distortion.



单选题 1分

设置

此题未设置答案，请点击右侧设置按钮

哪个镜头的畸变大？

- A 6mm镜头
- B 3.5mm镜头

提交

答案：A

焦距和分辨率

$$1/f = 1/u + 1/v$$

f 是焦距

名称	符号	单位
空间分辨率	R_s	mm/pixel
相机分辨率	R_c	pixel
待检测特征实际尺寸	S_f	mm
待检测特征对应最小像素	N_f	pixel

关系：

$$R_c = \frac{FOV}{R_s} = FOV \frac{N_f}{S_f}$$

其中，FOV 由实际物体确定， N_f 一般取1， S_f 由要求精度决定

Lec 5: Lighting (光源)

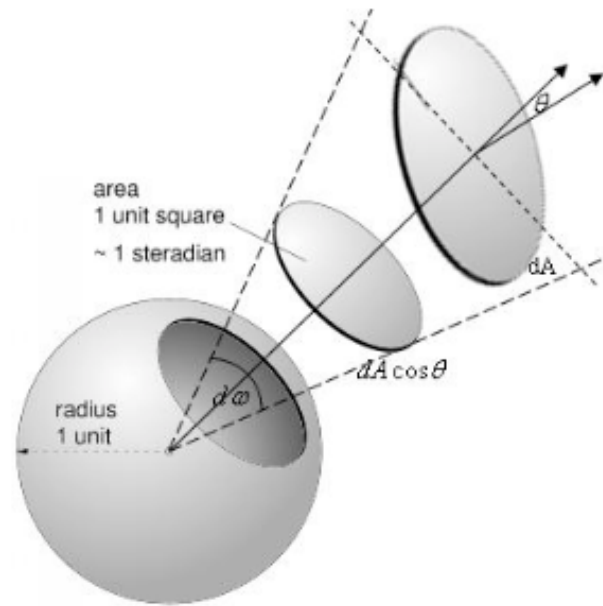
Solid Angle (立体角)

立体角 $d\Omega$ 计算公式：

$$d\Omega = \frac{dA \cos\theta}{r^2}$$

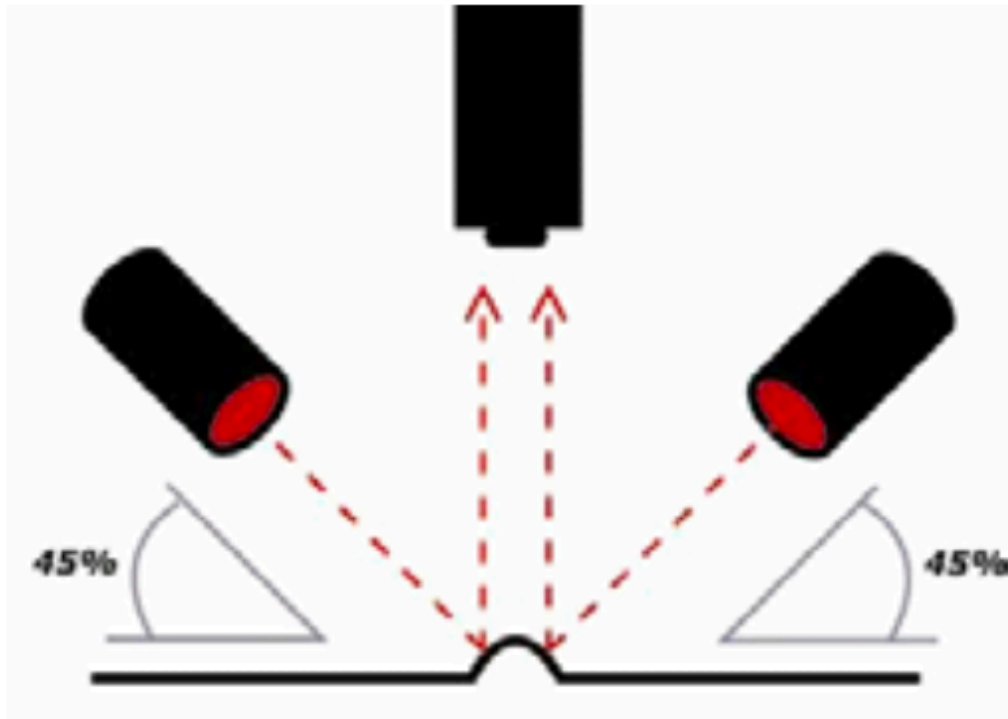
其中 dA 是面积元，如下图所示：

$$d\Omega = dA \cos\theta / r^2$$



Basic Lighting Techniques (打光方式)

- Bright Field (亮场照明) : greater than 45°
- Dark Field Lighting (暗场照明) : less than 45°



暗场照明的特点和光路图？

答：对表面凹凸表现力强。适用于晶片或玻璃基片上的伤痕检查。光路图如上图所示。

- Vertical Lighting（垂直照明）
- Back Lighting（背光照明）
- Multi-angle Lighting（多角度照明）
- Diffuse Dome（积分球照明）
- On-axis Diffuse（同轴照明）
- Flat Diffuse（平面漫射照明）
- Point Source（点光源照明）
- Strobe（频闪）

注：考试可能会让你写出其中4种¹。

Principle of light Source Selection

红光和蓝光哪个更适合做背光光源?

答：背光源一般在检测轮廓时，可以尽量使用波长短的光源，波长短的光源其衍射性弱，图像边缘不容易产生重

影，对比度更高。因此，应该选择波长更短的蓝光。（参考自 Lec06 的 Page 49）

Example and Applications

酒瓶盖字符检测（检测金属瓶上红色字符，选用光源类型，颜色，打光方式）

光源：瓶盖为金属材料，表面有印刷图案，比较光滑，反光度很强，选用同轴光或带角度的环形光比较合适

颜色：选用红色。PPT 上选用蓝色，是为了不让红色背景打白，但是现在是红色字符。可以参考这个[网页](#)

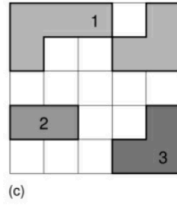
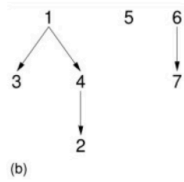
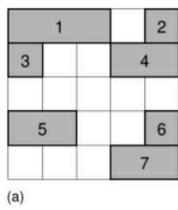
打光方式：根据距离确定，如果瓶盖离纸箱上顶部的距离有80mm，考虑需要留一定的空间，因此，瓶盖离光源需要的距离为100mm或以上，如此高的距离，小同轴光跟小环光以及低角度光就不能满足要求，必须选用大同轴光跟大环光。

Lec 7: Algorithm Fundamentals

使用深度优先搜索，图上标出连通域。做题方法参考下图：

Repeatedly search for the **first unprocessed run**, and then search for **overlapping runs in the adjacent rows** of the image.

The used connectivity (4-C or 8-C) determines whether two runs overlap.



(a) Run-length representation of a region containing seven runs. (b) Search tree when performing a depth-first search for the connected components of the region in (a) using **8-connectivity**. The numbers indicate the runs. (c) Resulting connected components.

Lec 8: Algorithm Fundamentals II

简述 Blob 分析的原理，适用的图像：

原理：

Blob 是指从图像中获取的二值区域，Blob 分析是指对该二值区域，进行面积、周长、重心等特征的分析。

适用的图像：

- 二维目标图像
- 高对比度图像
- 场景简单图像

Application

Blob analysis

Blob是指一个提取所得的Region，是指对该二值区域进行面积、周长、重心等特征的分析过程。

Blob分析包含的图像处理技术：

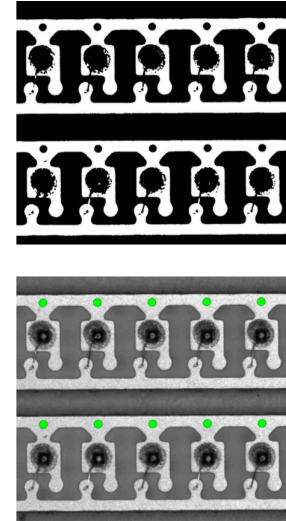
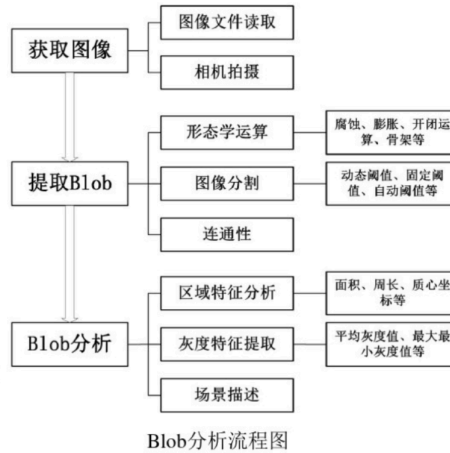
- (1) 图像分割；
- (2) 形态学操作；
- (3) 连通性分析；
- (4) 特征值计算；
- (5) 场景描述；

Blob分析主要适用于以下图像：

- (1) 二维目标图像；
- (2) 高对比度图像；
- (3) 场景简单图像；

Blob分析并不适用于以下情况：

- (1) 低对比度图像；
- (2) 必要的图像特征不能用2个灰度级描述；
- (3) 按照模版检测 (图形检测需求)；



Lec 9: Grayscale Template Matching

Normalized Cross-Correlation (NCC)

NCC的原理，加速方式，优缺点？

原理：

归一化互相关算法(NCC)是一种常用的图像特征点匹配算法，其原理是根据两幅图像中特征点邻域像素灰度值的相似性来匹配的，对于左图像中的一点，计算其与右图像中所有特征点的归一化互相关系数，当得到其中最大值的点就为最佳匹配位置。——《哈尔滨工程大学学报》

加速方式：Lec 10 部分提到的方法。Lec 9 里面重点讲了图像金字塔的方法。

Lec 10: Robust Template Matching

基于形状的模板匹配的3种加速计算方式:

- Early termination
- Using image pyramid
- Using image ROI
- Using offline template training
- Edge Point Reduction

R-table

步骤如下:

1. At each boundary point, compute the edge,location vector: $r = o - e$ and θ
2. Store these vectors in a table indexed by gradient orientation (edge location) ϕ

说人话就是: 图形里选一个参考点, 把边缘点和参考点连起来形成一个向量得到长度 r 和角度 θ , 梯度方向是 ϕ , 然后把所有边缘点的数对 (r, θ) 建立成以 ϕ 为索引的表 —— 自救群群友, 21 自动化 R.G

Index	Edge direction		r
0	0	ϕ_0	$r_0^0(r_0, \theta_0), r_1^0(r_1, \theta_1), \dots$
1	$\Delta\phi$	ϕ_1	$r_0^1(r_0, \theta_0), r_1^1(r_1, \theta_1), \dots$
2	$2\Delta\phi$	ϕ_2	$r_0^2(r_0, \theta_0), r_1^2(r_1, \theta_1), \dots$
\vdots		\vdots	$\vdots r_k^i$
n	$n\Delta\phi$	ϕ_n	$r_0^n(r_0, \theta_0), r_2^n(r_1, \theta_1), \dots$

Lec 11: Edge Detection and 1D 2D measurement

拟合边缘直线: Page 58