图象工程(下)

## 图象理解

(第4版)

章毓晋 清华大学电子工程系 100084 北京



### 第1单元 采集表达



第2章 摄象机成象

第3章 压缩感知与成象

> 第4章 深度信息采集

第5章 3-D景物表达

✓ 从图象出发,认识和理解世界 需要获得能反映场景内容和本质的图象 需要用尽少的采样精确地重构原信号 需要采集含有全面立体信息的图象 需要有对3-D空间景物的3-D表达方法

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

र्था व सर्व



#### 第4章 深度信息采集



- 4.1 高维图象和成象方式
- 4.2 双目成象模式
- 4.3 深度图象直接采集
- 4.4 显微镜3-D分层成象

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN



#### 4.1 高维图象和成象方式



- 4.1.1 高维图象种类
- 4.1.2 本征图象和非本征图象
- 4.1.3 深度成象方式

第4讲 章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

第4页



#### 4.1.1 高维图象种类



一般的图象表达函数应是一个具有5个变量的矢量函数

 $f(x, y, z, t, \lambda)$ 

其中, x, y, z是空间变量, t代表时间变量,  $\lambda$ 是频谱变量(波长), f是矢量

实际图象是时空有限的,各种辐射的波 长也有一定范围,所以图象表达函数是一个 5-D有限函数

从 f(x, y)到  $f(x, y, z, t, \lambda)$ 

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

र्क हरत

# nitigates

#### 4.1.1 高维图象种类



(1) 从 f(x, y)到 f(x, y, z)

景物表面 ⇒ 将景物沿采集方向分成多片,对每片成象,结合起来就可获得景物完整的3-D信息(包括物体内部)

(2) 从 f(x, y)到 f(x, y, t)

某个给定时刻 ⇒ 沿时间轴连续采集多幅图象可获得一段时间内的完整信息(包括动态信息)

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

第6页



#### 4.1.1 高维图象种类



(3) 从 f(x, y)到  $f(x, y, \lambda)$ 

对应某个波长 ⇒ 利用不同的波长辐射 可获得反映场景不同性质(对应景物表面对 不同波长 2 的反射和吸收特性)的图象

(4) 从 f(x, y)到 f(x, y)

给定空间位置的某一个性质  $\Rightarrow$  场景可有多种性质, 图象在点(x,y)处也可有多个值  $f(x,y) = [f_t(x,y), f_g(x,y), f_h(x,y)]$ 

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

第7页



#### 4.1.1 高维图象种类



(5)  $f(x, y) \neq 1$  z = f(x, y)

一般将f(x, y)看作是将3-D场景进行投影而采集到的图象。在这个过程中,丢失了深度(或距离)信息

性质为深度的图象: z = f(x, y), 由深度 图可进一步获得3-D图象 f(x, y, z)

如果结合对同一个场景在不同视点采集 到的多幅图象也可获得该场景的深度信息

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

fitte o Till



#### 4.1.2 本征图象和非本征图象



图象是场景的(映)象

场景和场景中的物体具有一些与观察者和采集器性质无关的、本身客观存在的特性,称为(场景的)本征特性。例?

表示本征特性的图象称为本征图象

非本征图象所表示的物理量不仅与场景 有关,而且与观察者或采集器的性质或图象 采集的条件或周围环境等有关。例?

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

Min er



#### 4.1.2 本征图象和非本征图象



许多图象理解问题可归结为由非本征图 象去恢复本征特性,即获得本征图象

从图象采集的角度说,要获得本征图象 有两种方法:一种是采集含有本征信息的非 本征图象再通过图象技术恢复本征特性,一 种是直接采集本征图象

- (1) 成象方式 (4.2节, 第6章~第9章)
- (2) 成象装置 (4.3节~4.4节)

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

Man Ti



#### 4.1.3 深度成象方式



成象的方式主要由光源、采集器和景物三者的相互位置和变化情况所决定

	成像方式	光源	采集器	景物
	单目成像	固定	固定	固定
第4,6章	双目(立体)成像	固定	两个位置	固定
第7章	多目(立体)成像	固定	多个位置	固定
第8章	视频/序列成像	固定/运动	固定/运动	运动/固定
	光移 (光度立体) 成像	移动	固定	固定
第13章	主动视觉成像	固定	运动	固定
	主动视觉(自运动)成像	固定	运动	运动
第4章	结构光成像	固定/转动	固定/转动	转动/固定

IN SECURITY OF

#### 4.2 双目成象模式

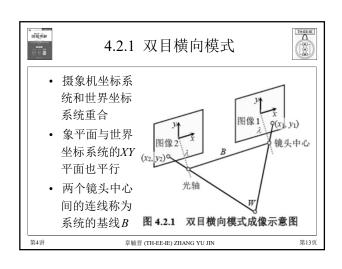


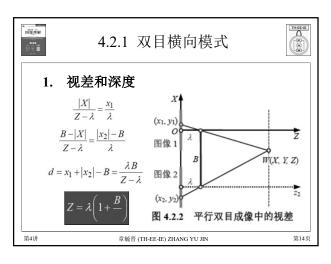
{获得同一场景的两幅视点不同的图象}

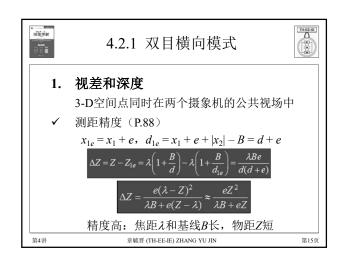
- 4.2.1 双目横向模式
- 4.2.2 双目会聚横向模式
- 4.2.3 双目轴向模式

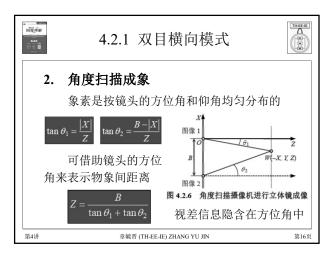
章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

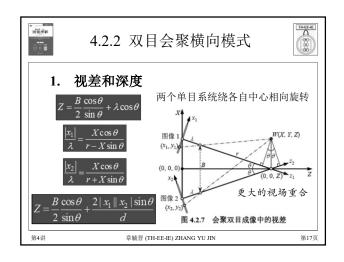
第12页

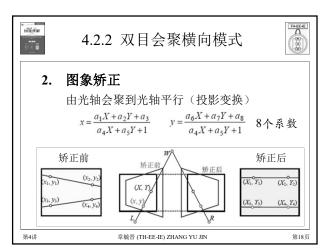


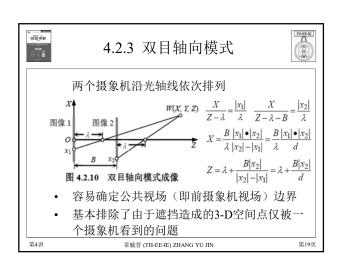




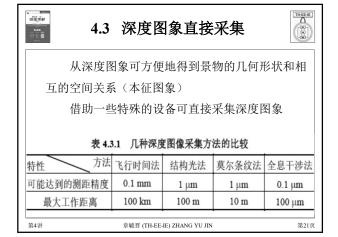


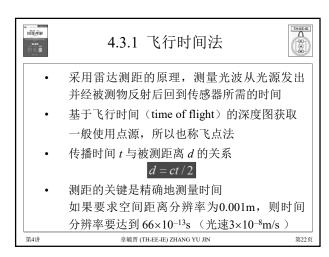


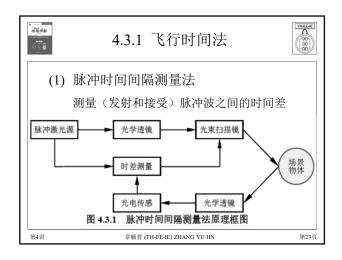


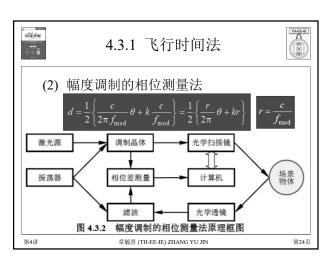


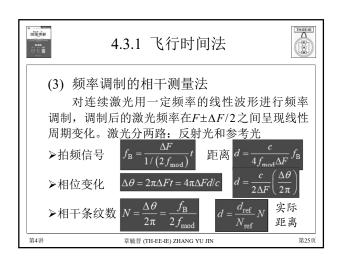


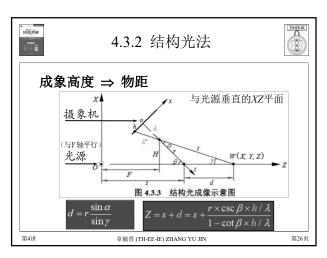


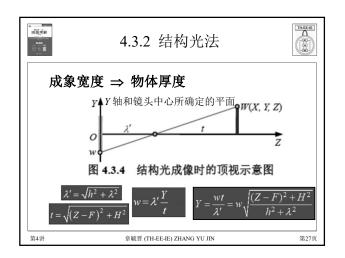


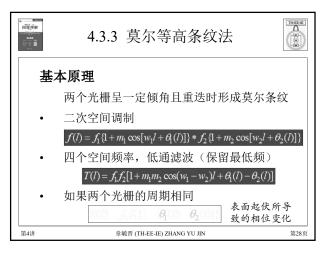


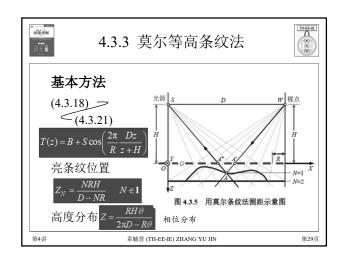


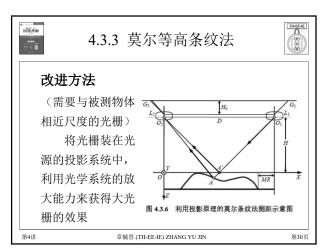


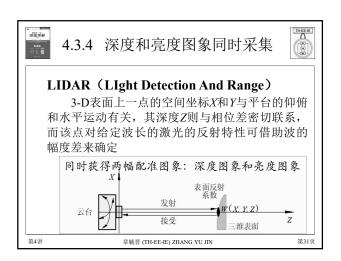


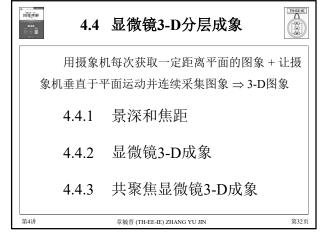


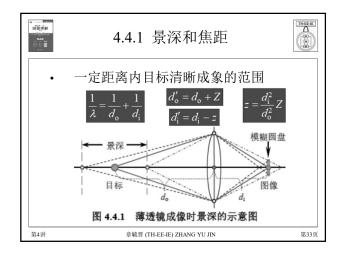


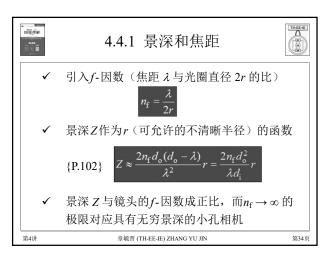


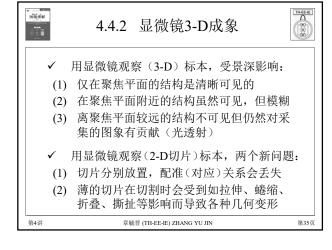


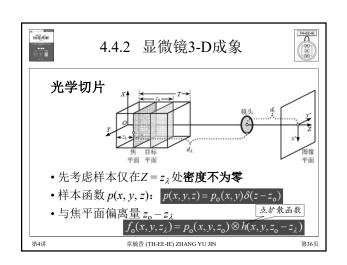














#### 4.4.2 显微镜3-D成象



#### 光学切片

- 将3-D样本模型化  $\sum p(x,y,i\Delta z)\Delta z$
- 在z,得到的目标平面图象

$$f(x, y, z_{\lambda}) = \sum_{i=1}^{N} p(x, y, i\Delta z) \otimes h(x, y, z_{\lambda} - i\Delta z) \Delta z$$

- 将求和转为积分  $(\Delta z \rightarrow 0)$
- 对厚样本用显微镜成象就是用样本函数与点 扩散函数进行3-D卷积(可用反卷积恢复p)

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN



#### 4.4.2 显微镜3-D成象



#### 消除光学切割图象带来的模糊

- 利用反卷积来恢复p(x, y, z), 其频谱
  - $P(u, v, w) = F(u, v, w)H'(u, v, w) = \frac{F(u, v, w)}{F(u, v, w)}$
- 变换回空域

 $p(x, y, j\Delta z) = \sum_{i}^{\infty} f(x, y, i\Delta z) \otimes h'(x, y, j\Delta z - i\Delta z) \Delta z$ 

用有限和来逼近(求2-D卷积的有限和)

 $f(x, y, i\Delta z) \otimes h'(x, y, j\Delta z - i\Delta z) \Delta z$  $p(x, y, j\Delta z) =$ 

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN



#### 4.4.2 显微镜3-D成象



用3-D逆卷积来恢复样本函数时会遇到 3个计算问题:

- (1) 计算3-D的PSF频谱比较复杂
- (2) 需要计算H'(u, v, w)的3-D反变换
- (3) 当N+2K较大时,有限和逼近式 的计算量也会相当大

第4讲

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN



#### 4.4.3 共聚焦显微镜3-D成象



#### 要点:

- •每次仅照明聚焦平面, 仅获得聚焦平面处的图象
- •用一个激光束对显微镜的光学聚焦平面进行扫描
- •引入检测针孔,有效抑制不在焦平面的散焦问题
- •在焦平面外的贡献以与焦平面的距离平方而衰减
- •共聚焦显微镜的总点扩散函数是普通显微镜的点 扩散函数的平方

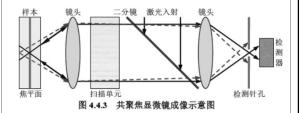
章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN 第4讲



#### 4.4.3 共聚焦显微镜3-D成象



聚焦正确的反射光 (实线) 通过检测针孔被 检测器检测到,而不在焦平面的散焦光线(虚 线)则以与焦平面距离的平方成比例地扩散



章罐晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN

## E E E

#### 联系 信 息



- ☞ 通信地址: 北京清华大学电子工程系
- ☞ 邮政编码: 100084
- ☞ 办公地址:清华大学,罗姆楼,6层305室
- ☞ 办公电话: (010) 62798540
- ☞ 传真号码: (010)62770317
- ☞ 电子邮件: zhang-yj@tsinghua.edu.cn
- ☞ 个人主页: oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/

章毓晋 (TH-EE-IE) ZHANG YU JIN