

目录

第 1 章 导论

- 1.0.1 为什么要处理图像?
- 1.0.2 什么是一幅图像?
- 1.0.3 什么是一幅数字图像?
- 1.0.4 什么是一个光谱带?
- 1.0.5 为什么大多数图像处理算法都参照灰度图像进行, 而实际中遇到的都是彩色图像?
- 1.0.6 一幅数字图像是如何形成的?
- 1.0.7 如果一个传感器对应物理世界中的一个薄片, 如何能让多个传感器对应场景中的同一个薄片?
- 1.0.8 什么是图像中一个像素位置亮度的物理含义?
- 1.0.9 为什么图像常用 512×512 , 256×256 , 128×128 等来表示?
- 1.0.10 需要多少个比特以存储一幅图像?
- 1.0.11 什么决定了一幅图像的质量?
- 1.0.12 什么会使得图像模糊?
- 1.0.13 图像分辨率是什么含义?
- 1.0.14 “良好对比度”是什么含义?
- 1.0.15 图像处理的目的是什么?
- 1.0.16 如何进行图像处理?
- 1.0.17 图像处理中使用非线性操作符吗?
- 1.0.18 什么是线性操作符?
- 1.0.19 如何来定义线性操作符?
- 1.0.20 一个成像装置的点扩散函数和一个线性操作符之间有什么联系?
- 1.0.21 一个线性操作符如何变换一幅图像?
- 1.0.22 点扩散函数的含义是什么?
- *B1.1: 在连续空间中一个点源的正式定义
- 1.0.23 实际中如何描述一个线性操作符作用在一幅图像上的效果?
- 1.0.24 对一幅图像可使用多于一个线性操作符吗?
- 1.0.25 线性操作符使用的次序会导致结果的不同吗?
- *B1.2: 因为矩阵运算次序是不能互换的, 如果改变使用移不变线性操作符的次序会发生什么情况?
- *B1.3: 什么是堆叠操作符?
- 1.0.26 对矩阵 H 结构上可分离性的假设意味着什么?
- 1.0.27 如何能将一个可分离变换写成矩阵的形式?
- 1.0.28 可分离性假设的含义是什么?
- *B1.4: 可分离矩阵方程的正式推导
- 1.0.29 本章要点
- 1.0.30 式(1.108)在线性图像处理中的意义是什么?
- 1.0.31 这本书有些什么内容呢?

第 2 章 图像变换

- 2.0.1 本章概况
- 2.0.2 如何能定义一幅基本图像?
- 2.0.3 什么是两个矢量的外积?
- 2.0.4 如何可将一幅图像展开成矢量的外积?
- 2.0.5 如何选择矩阵 \mathbf{h}_c 和 \mathbf{h}_r ?
- 2.0.6 什么是酉矩阵?

- 2.0.7 酉矩阵的逆是什么样的?
- 2.0.8 如何能构建一个酉矩阵?
- 2.0.9 如何选择矩阵 U 和 V 以使表达 g 的比特数比 f 少?
- 2.0.10 什么是矩阵对角化?
- 2.0.11 可以对角化任何矩阵吗?

2.1 奇异值分解

- 2.1.1 如何能对角化一幅图像?
- *B2.1: 可将任何图像都展开成矢量的外积吗?
- 2.1.2 如何计算图像对角化所需的矩阵 U , V 和 $A^{1/2}$?
- *B2.2: 如果矩阵 gg^T 的本征值为负会如何?
- 2.1.3 什么是对一幅图像的奇异值分解?
- 2.1.4 能将一幅本征图像分解成多幅本征图像吗?
- 2.1.5 如何可用 SVD 来近似一幅图像?
- *B2.3: SVD 的直观解释是什么?
- 2.1.6 什么是用 SVD 近似一幅图像的误差?
- 2.1.7 如何能最小化重建误差?
- 2.1.8 任何图像都可以从某一组基本图像扩展出来吗?
- 2.1.9 什么是完备和正交的离散函数集合?
- 2.1.10 存在正交归一化离散值函数的完备集合吗?

2.2 哈尔、沃尔什和哈达玛变换

- 2.2.1 哈尔函数是如何定义的?
- 2.2.2 沃尔什函数是如何定义的?
- *B2.4: 用拉德马赫函数定义的沃尔什函数
- 2.2.3 如何能用哈尔或沃尔什函数来生成图像基?
- 2.2.4 实际中如何用哈尔或沃尔什函数构建图像变换矩阵?
- 2.2.5 哈尔变换的基元图像看起来是什么样的?
- 2.2.6 可以定义元素仅为 +1 或 -1 的正交矩阵吗?
- *B2.5: 对沃尔什函数的排列方式
- 2.2.7 哈达玛/沃尔什变换的基图像看起来是什么样的?
- 2.2.8 沃尔什和哈尔变换的优点和缺点各是什么?
- 2.2.9 什么是哈尔小波?

2.3 离散傅里叶变换

- 2.3.1 傅里叶变换的离散形式 (DFT) 是怎样的?
- *B2.6: 离散傅里叶反变换是什么样的?
- 2.3.2 如何能将傅里叶变换写成矩阵形式?
- 2.3.3 用于 DFT 的矩阵 U 是酉矩阵吗?
- 2.3.4 DFT 用来扩展图像的基元图像是什么样的?
- 2.3.5 为什么离散傅里叶变换比其他变换得到了更广泛地应用?
- 2.3.6 什么是卷积定理?
- *B2.7: 如果一个函数是两个其他函数的卷积, 它的 DFT 与另两个函数的 DFT 是什么关系?
- 2.3.7 如何显示一幅图像的离散傅里叶变换?
- 2.3.8 当图像旋转后其离散傅里叶变换将会怎么样?
- 2.3.9 当图像平移后其离散傅里叶变换将会怎么样?
- 2.3.10 图像的平均值与其 DFT 有什么联系?
- 2.3.11 一幅图像放缩后其 DFT 会如何变化?
- *B2.8: 什么是快速傅里叶变换?
- 2.3.12 DFT 有哪些优点和缺点?
- 2.3.13 可以有实值的 DFT 吗?

- 2.3.14 可以有纯虚部的 DFT 吗?
- 2.3.15 一幅图像可以有纯实部或纯虚部值的 DFT 吗?

2.4 偶对称离散余弦变换 (EDCT)

- 2.4.1 什么是偶对称离散余弦变换?
- *B2.9: 逆 1-D 偶离散余弦变换的推导
- 2.4.2 2-D 时的逆偶余弦变换是怎样的?
- 2.4.3 用偶余弦变换扩展一幅图像时的基图像是怎样的?

2.5 奇对称离散余弦变换 (ODCT)

- 2.5.1 什么是奇对称离散余弦变换?
- *B2.10: 推导 1-D 逆奇离散余弦变换
- 2.5.2 2-D 时的逆奇余弦变换是怎样的?
- 2.5.3 用奇余弦变换扩展一幅图像时的基图像是怎样的?

2.6 偶反对称离散正弦变换 (EDST)

- 2.6.1 什么是偶反对称离散正弦变换?
- *B2.11: 逆 1-D 偶离散正弦变换的推导
- 2.6.2 2-D 时的逆偶正弦变换是怎样的?
- 2.6.3 用偶正弦变换扩展一幅图像时的基图像是怎样的?
- 2.6.4 如果在计算图像的 EDST 前没有消除其均值会发生什么情况?

2.7 奇反对称离散正弦变换 (ODST)

- 2.7.1 什么是奇反对称离散正弦变换?
- *B2.12: 推导 1-D 逆奇离散正弦变换
- 2.7.2 2-D 时的逆奇正弦变换是怎样的?
- 2.7.3 用奇正弦变换扩展一幅图像时的基图像是怎样的?
- 2.7.4 本章要点

第 3 章 图像的统计描述

- 3.0.1 本章概况
- 3.0.2 为什么需要对图像的统计描述?

3.1 随机场

- 3.1.1 什么是一个随机场?
- 3.1.2 什么是一个随机变量?
- 3.1.3 什么是一个随机试验?
- 3.1.4 如何用计算机做一个随机试验?
- 3.1.5 如何描述随机变量?
- 3.1.6 一个事件的概率是多少?
- 3.1.7 什么是一个随机变量的分布函数?
- 3.1.8 什么是一个随机变量取一个特殊值的概率?
- 3.1.9 什么是一个随机变量的概率密度函数?
- 3.1.10 如何描述许多随机变量?
- 3.1.11 n 个随机变量互相之间有什么联系?
- 3.1.12 如何定义一个随机场?
- 3.1.13 如何能将在同一个随机场中的两个随机变量联系在一起?
- 3.1.14 如何能将在两个不同随机场中的两个随机变量联系在一起?
- 3.1.15 如果仅有系综图像中的一幅图像, 可以计算期望值吗?
- 3.1.16 何时一个随机场相对于均值均匀?
- 3.1.17 何时一个随机场相对于自相关函数均匀?
- 3.1.18 如何计算一个随机场的空间统计?
- 3.1.19 实际中如何计算一幅图像随机场的空间自相关函数?

- 3.1.20 什么时候一个随机场相对于均值遍历?
- 3.1.21 什么时候一个随机场相对于自相关函数遍历?
- 3.1.22 什么是遍历性的含义?
- *B3.1: 遍历性, 模糊逻辑和概率理论
- 3.1.23 如何可以构建一个基元图像的基, 从而用最优的方式描述完整的图像集合?

3.2 卡洛变换

- 3.2.1 什么是卡洛变换?
- 3.2.2 为什么一个图像集合的自协方差矩阵对角化定义了描述集合中图像所需的基?
- 3.2.3 如何变换一幅图像以使其自协方差矩阵成为对角的?
- 3.2.4 如果系综相对于自相关是平稳的, 一组图像的系综自相关矩阵的形式是怎么样的?
- 3.2.5 如何根据一幅图像的矢量表达, 从 1-D 自相关函数得到其 2-D 自相关矩阵?
- 3.2.6 如何能变换图像使其自相关矩阵成为对角的?
- 3.2.7 实际中如何计算一幅图像的卡洛变换?
- 3.2.8 如何计算系综图像的卡洛 (K-L) 变换?
- 3.2.9 遍历性假设切合实际吗?
- *B3.2: 当一幅图像被表示成一个矢量时, 如何计算该图像的空间自相关矩阵?
- 3.2.10 期望变换后图像的均值真正为 0 吗?
- 3.2.11 可以用卡洛变换来近似一幅图像吗?
- 3.2.12 当将卡洛变换截断而近似一幅图像的误差是怎么样的?
- 3.2.13 用卡洛变换展开一幅图像的基图像是什么样的?
- *B3.3: 使用卡洛变换近似一幅图像的误差是多少?

3.3 独立分量分析

- 3.3.1 什么是独立分量分析 (ICA)?
- 3.3.2 什么是鸡尾酒会问题?
- 3.3.3 如何解鸡尾酒会问题?
- 3.3.4 中心极限定理说些什么?
- 3.3.5 当讨论鸡尾酒会问题时说“ $x_1(t)$ 的采样比 $s_1(t)$ 或 $s_2(t)$ 的采样更趋向于高斯分布”是什么含义? 是谈论 $x_1(t)$ 的时间采样还是谈论在给定时间 $x_1(t)$ 的所有可能版本?
- 3.3.6 如何测量非高斯性?
- 3.3.7 如何计算一个随机变量的矩?
- 3.3.8 峰度是如何定义的?
- 3.3.9 负熵是如何定义的?
- 3.3.10 熵是如何定义的?
- *B3.4: 在所有方差相同的概率密度函数中, 高斯函数具有最大的熵
- 3.3.11 如何计算负熵?
- *B3.5: 用矩对负熵的近似推导
- *B3.6: 用非二次函数近似负熵
- *B3.7: 选择非二次函数以近似负熵
- 3.3.12 如何使用中心极限定理来解鸡尾酒会问题?
- 3.3.13 ICA 如何用于图像处理?
- 3.3.14 如何搜索独立分量?
- 3.3.15 如何白化数据?
- 3.3.16 如何从白化数据中选取独立分量?
- *B3.8: 拉格朗日乘数法如何工作?
- *B3.9: 如何选择一个能最大化负熵的方向?
- 3.3.17 实际中如何在图像处理中进行 ICA?
- 3.3.18 如何将 ICA 用于信号处理?
- 3.3.19 什么是独立分量分析的主要特点?

- 3.3.20 将 ICA 应用于图像处理和信号处理有什么不同?
- 3.3.21 本章要点

第 4 章 图像增强

- 4.0.1 什么是图像增强?
- 4.0.2 如何能增强一幅图像?
- 4.0.3 什么是线性滤波器?

4.1 线性滤波器理论基础

- 4.1.1 如何定义一个 2-D 滤波器?
- 4.1.2 频率响应函数和滤波器的单位采样响应是如何联系的?
- 4.1.3 为什么关心在实域中的滤波器函数?
- 4.1.4 $h(k, l)$ 需要满足什么条件才能用作卷积滤波器?
- *B4.1: 2-D 理想低通滤波器的单位采样响应是什么样的?
- 4.1.5 1-D 和 2-D 理想低通滤波器之间有什么联系?
- 4.1.6 如何可在实域中实现无穷延伸的滤波器?
- *B4.2: z -变换
- 4.1.7 可以为了方便而在实域中直接定义一个滤波器吗?
- 4.1.8 可以在实域中定义一个滤波器, 但在频域中没有旁瓣吗?

4.2 消减高频噪声

- 4.2.1 一幅图像中会有什么种类的噪声?
- 4.2.2 什么是脉冲噪声?
- 4.2.3 什么是高斯噪声?
- 4.2.4 什么是加性噪声?
- 4.2.5 什么是乘性噪声?
- 4.2.6 什么是齐次噪声?
- 4.2.7 什么是零均值噪声?
- 4.2.8 什么是有偏噪声?
- 4.2.9 什么是独立噪声?
- 4.2.10 什么是不相关噪声?
- 4.2.11 什么是白噪声?
- 4.2.12 零均值不相关噪声与白噪声间有什么联系?
- 4.2.13 什么是 iid 噪声?
- 4.2.14 可能有不是独立同分布的白噪声吗?
- *B4.3: 一个随机变量的函数的概率密度函数
- 4.2.15 为什么噪声常与高频有关?
- 4.2.16 如何对待乘性噪声?
- *B4.4: 德尔塔函数的傅里叶变换
- *B4.5: 维纳-辛钦定理
- 4.2.17 对高斯噪声的假设在图像中合理吗?
- 4.2.18 如何消除散粒噪声?
- 4.2.19 什么是排序滤波器?
- 4.2.20 什么是中值滤波器?
- 4.2.21 什么是最频值滤波?
- 4.2.22 如何减小高斯噪声?
- 4.2.23 可以像加权平均滤波器那样对中值滤波器和最频值滤波器加权吗?
- 4.2.24 可以使用第 2 章中的线性方法来对图像滤波吗?
- 4.2.25 如何处理图像中的混合噪声?
- 4.2.26 能在平滑图像时避免模糊它吗?
- 4.2.27 什么是边缘自适应平滑?
- *B4.6: 有效计算局部方差

- 4.2.28 均移算法是如何工作的?
- 4.2.29 什么是非各向同性扩散?
- *B4.7: 尺度空间和热力方程
- *B4.8: 梯度, 散度和拉普拉斯
- *B4.9: 对一个积分相对于一个参数求导
- *B4.10: 从热力学方程到非各向同性扩散算法
- 4.2.30 实际中如何实现非各向同性扩散?

4.3 消减低频干扰

- 4.3.1 什么时候会产生低频干扰?
- 4.3.2 变化的照明在高频也有体现吗?
- 4.3.3 还有哪些其他情况需要减少低频?
- 4.3.4 理想高通滤波器是什么样的?
- 4.3.5 如何用非线性滤波器来增强图像中的小细节?
- 4.3.6 什么是非锐化掩膜?
- 4.3.7 如何局部地使用非锐化掩膜算法?
- 4.3.8 局部自适应非锐化掩膜是如何工作的?
- 4.3.9 视网膜皮层理论算法是如何工作的?
- *B4.11: 用视网膜皮层理论算法对哪些灰度值拉伸的最多?
- 4.3.10 如何增强受到变化照明影响的图像?
- 4.3.11 什么是同态滤波?
- 4.3.12 什么是光度立体视觉?
- 4.3.13 平场校正是什么意思?
- 4.3.14 平场校正是如何进行的?

4.4 直方图操作

- 4.4.1 什么是一幅图像的直方图?
- 4.4.2 什么时候需要改变图像的直方图?
- 4.4.3 如何改变一幅图像的直方图?
- 4.4.4 什么是直方图操作?
- 4.4.5 什么会影响一幅图像的语义信息内容?
- 4.4.6 如何能执行直方图操作并同时保留图像的信息内容?
- 4.4.7 什么是直方图均衡化?
- 4.4.8 为什么直方图均衡化程序一般并不产生具有平坦直方图的图像?
- 4.4.9 实际中如何进行直方图均衡化?
- 4.4.10 可能得到具有完全平坦直方图的图像吗?
- 4.4.11 如果不希望图像具有平坦的直方图应如何做?
- 4.4.12 实际中如何进行直方图双曲化?
- 4.4.13 如何结合随机加法进行直方图双曲化?
- 4.4.14 为什么在直方图均衡化外还需要其他处理?
- 4.4.15 如果图像具有不均匀的对比度怎么办?
- 4.4.16 可以在增加纯粹亮度过渡区的对比度时避免损坏平坦结构吗?
- 4.4.17 如何能通过仅拉伸纯粹亮度过渡区的灰度值来增强一幅图像?
- 4.4.18 实际中如何执行成对的图像增强?

4.5 通用去模糊算法

- 4.5.1 最频值滤波如何帮助去图像模糊?
- 4.5.2 可以在最频值滤波器中使用边缘自适应窗吗?
- 4.5.3 如何可使用均移作为通用的去模糊算法?
- 4.5.4 什么是滑降对比度增强?
- 4.5.5 实际中如何进行滑降对比度增强?
- 4.5.6 本章要点

第5章 图像恢复

- 5.0.1 什么是图像恢复?
- 5.0.2 为什么图像需要恢复?
- 5.0.3 什么是图像配准?
- 5.0.4 图像恢复是如何进行的?
- 5.0.5 图像增强和图像恢复的区别是什么?

5.1 齐次线性图像恢复：逆滤波

- 5.1.1 如何对齐次线性图像退化建模?
- 5.1.2 图像恢复问题可如何解决?
- 5.1.3 如何可以获得退化过程的频率响应函数 $\hat{H}(u, v)$ 的信息?
- 5.1.4 如果已知退化过程的频率响应函数, 解决图像恢复的问题是否很容易?
- 5.1.5 在频率响应函数为零处, 频率会发生什么情况?
- 5.1.6 频率响应函数和图像的零点总相同吗?
- 5.1.7 如何避免噪声的放大?
- 5.1.8 实际中如何使用逆滤波?
- 5.1.9 可以定义一个自动考虑模糊图像中噪声的滤波器吗?

5.2 齐次线性图像恢复：维纳滤波

- 5.2.1 如何能将图像恢复问题描述成一个最小均方误差估计问题?
- 5.2.2 图像恢复问题有线性最小均方解吗?
- 5.2.3 什么是图像恢复问题的线性最小均方误差解?
 - *B5.1: 最小均方误差解
 - *B5.2: 从图像相关函数的傅里叶变换到它们的频谱密度
 - *B5.3: 维纳滤波器的推导
- 5.2.4 维纳滤波和逆滤波之间有什么联系?
- 5.2.5 如何确定噪声场的频谱密度?
- 5.2.6 如果不知道未知图像的统计特性, 还有可能使用维纳滤波器吗?
- 5.2.7 实际中如何使用维纳滤波?

5.3 齐次线性图像恢复：约束矩阵求逆

- 5.3.1 如果假设退化过程是线性的, 为什么要使用卷积定理而不通过解线性方程组来反演其效果?
- 5.3.2 式(5.146)看起来非常直观, 为什么还需要考虑其他方法?
- 5.3.3 有可以对矩阵 \mathbf{H} 求逆的方法吗?
- 5.3.4 什么时候矩阵块轮换?
- 5.3.5 什么时候矩阵轮换?
- 5.3.6 为什么块轮换矩阵可以方便地求逆?
- 5.3.7 什么是一个轮换矩阵的本征值和本征矢量?
- 5.3.8 有关一个矩阵本征值和本征矢量的知识如何帮助对矩阵的求逆?
- 5.3.9 如何确定描述线性退化过程的矩阵 \mathbf{H} 是块轮换的?
- 5.3.10 如何对角化一个块轮换矩阵?
 - *B5.4: 式(5.189)的证明
 - *B5.5: 矩阵 \mathbf{H} 的转置是怎么样的?
- 5.3.11 如何克服矩阵求逆对噪声的极度敏感性?
- 5.3.12 如何将约束结合进矩阵的求逆?
 - *B5.6: 约束矩阵求逆滤波器的推导
- 5.3.13 维纳滤波器和约束矩阵求逆滤波器有什么联系?
- 5.3.14 实际中如何使用约束矩阵求逆?

5.4 非齐次线性图像恢复：旋转变换

- 5.4.1 如何对线性但非齐次的图像退化建模?

- 5.4.2 当退化矩阵不是轮换矩阵时如何使用约束矩阵求逆?
- 5.4.3 如果矩阵 H 非常大不能求逆怎么办?
- *B5.7: 用于对大线性方程组求逆的雅克比法
- *B5.8: 用于对大线性方程组求逆的高斯-赛德尔法
- 5.4.4 在例 5.41、例 5.43、例 5.44 和例 5.45 中构建的矩阵 H 满足使用高斯-赛德尔法或雅克比法的条件吗?
- 5.4.5 如果矩阵 H 不满足高斯-赛德尔法所需的条件会怎么样?
- 5.4.6 实际中如何使用梯度下降算法?
- 5.4.7 如果不知道矩阵 H 怎么办?

5.5 非线性图像恢复: MAP 估计

- 5.5.1 MAP 估计是什么意思?
- 5.5.2 如何将图像恢复问题公式化为一个 MAP 估计问题?
- 5.5.3 给定退化模型和退化图像如何选择最可能的恢复像素值的组合?
- *B5.9: 概率: 先验, 后验, 条件
- 5.5.4 代价函数的最小值是唯一的吗?
- 5.5.5 如何从能最小化代价函数的所有可能解中选出一个来?
- 5.5.6 可以对一个组态 x 结合后验和先验概率吗?
- *B5.10: 巴斯维尔定理
- 5.5.7 一般如何模型化需要最小化以恢复图像的代价函数?
- 5.5.8 当模型化联合概率密度函数时, 温度参数并不改变概率取最大值的组态, 那为什么要使用它?
- 5.5.9 温度参数是如何在解空间中允许聚焦或离焦的?
- 5.5.10 如何模型化组态的先验概率?
- 5.5.11 如果图像具有真正的不连续性会发生什么情况?
- 5.5.12 如何最小化代价函数?
- 5.5.13 如何从前一个解构建一个可能的解?
- 5.5.14 如何知道何时停止迭代?
- 5.5.15 在模拟退火中如何减小温度?
- 5.5.16 实际中如何利用重要中心采样器进行模拟退火?
- 5.5.17 实际中如何利用吉布斯采样器进行模拟退火?
- *B5.11: 如何根据给定的概率密度函数取出一个随机数?
- 5.5.18 为什么模拟退火很慢?
- 5.5.19 如何能加快模拟退火?
- 5.5.20 如何能粗化组态空间?

5.6 几何图像恢复

- 5.6.1 如何会产生几何失真?
- 5.6.2 为什么镜头会导致失真?
- 5.6.3 如何恢复一幅几何失真的图像?
- 5.6.4 如何执行空间变换?
- 5.6.5 如何模型化镜头失真?
- 5.6.6 如何模型化非均匀失真?
- 5.6.7 如何确定空间变换模型的参数?
- 5.6.8 为什么需要灰度插值?
- *B5.12: 检测线的哈夫变换
- 5.6.9 本章要点

第 6 章 图像分割和边缘检测

- 6.0.1 本章概况
- 6.0.2 图像分割和边缘检测的准确目的是什么?

6.1 图像分割

- 6.1.1 如何将一幅图像分成均匀的区域?
- 6.1.2 “标记”一幅图像是什么含义?
- 6.1.3 如果直方图中的谷没有被很明确地定义应怎么办?
- 6.1.4 如何最小化误分像素的数量?
- 6.1.5 如何选择最小误差阈值?
- 6.1.6 什么是目标和背景像素正态分布时的最小误差阈值?
- 6.1.7 什么是最小误差阈值方程两个解的含义?
- 6.1.8 如何估计代表目标和背景的高斯概率密度函数的参数?
- 6.1.9 最小误差阈值化方法的缺点是什么?
- 6.1.10 有能不依赖于目标和背景像素分布模型的方法吗?
- *B6.1: 天津方法的推导
- 6.1.11 天津方法有什么缺点吗?
- 6.1.12 如何能对在照明变化的场合下获得的图像取阈值?
- 6.1.13 如果根据 $\ln f(x, y)$ 的直方图来对图像取阈值, 是根据成像表面的反射性质来阈值化吗?
- *B6.2: 两个随机变量和的概率密度函数
- 6.1.14 如何解决照明变化情况下直接阈值化算法会失败的问题?
- 6.1.15 如果直方图只有一个峰应如何办?
- 6.1.16 灰度阈值化方法有什么缺点吗?
- 6.1.17 如何分割包含不均匀但感觉均匀区域的图像?
- 6.1.18 可以通过考虑像素的空间接近度来改进直方图化方法吗?
- 6.1.19 有考虑像素空间接近度的分割方法吗?
- 6.1.20 如何选择种子像素?
- 6.1.21 分裂和合并法如何工作?
- 6.1.22 什么是形态学图像重建?
- 6.1.23 如何用形态学图像重建确定水线算法所需的种子?
- 6.1.24 如何计算梯度幅度图?
- 6.1.25 在用 g 对 f 的形态学重建中, 为生成模板 g 而从 f 中减去的数起什么作用?
- 6.1.26 结构元素的形状和尺寸在用 g 对 f 的形态学重建中起什么作用?
- 6.1.27 如何使用梯度幅度图像以帮助用水线算法分割图像?
- 6.1.28 在水线算法中使用梯度幅度图像有什么缺点吗?
- 6.1.29 可以用滤波来分割图像吗?
- 6.1.30 如何使用均移算法去分割图像?
- 6.1.31 什么是一个图?
- 6.1.32 能用一个图表示一幅图像吗?
- 6.1.33 如何借助一幅图像的图表达来分割它?
- 6.1.34 什么是归一化割算法?
- *B6.3: 归一化割算法作为一个本征值问题
- *B6.4: 如何最小化瑞利商?
- 6.1.35 实际中如何使用归一化图割算法?
- 6.1.36 与考虑像素间的相似性相对, 可以通过考虑区域间的不相似性来分割图像吗?

6.2 边缘检测

- 6.2.1 如何测量相邻像素间的不相似性?
- 6.2.2 什么是最小可选的窗?
- 6.2.3 当图像中有噪声时会怎么样?
- *B6.5: 如何选择用于边缘检测的 3×3 模板的权重?
- 6.2.4 参数 K 的最优值是什么?
- *B6.6: 索贝尔滤波器的推导

- 6.2.5 在通常情况下，如何确定一个像素是否为边缘像素呢？
- 6.2.6 实际中如何执行线性边缘检测？
- 6.2.7 索贝尔模板对所有图像都合用吗？
- 6.2.8 如果由于图像中有很显著的噪声而需要一个较大的模板，如何选择模板的权重？
- 6.2.9 可以使用对边缘的最优滤波器以一种最优方式检测图像中的直线吗？
- 6.2.10 什么是阶跃边缘和直线间的基本差别？
- *B6.7: 将一个随机噪声与一个滤波器卷积
- *B6.8: 将一个有噪边缘信号与一个滤波器卷积后的信噪比计算
- *B6.9: 良好局部性测度的推导
- *B6.10: 虚假极值计数的推导
- 6.2.11 边缘检测能导致图像分割吗？
- 6.2.12 什么是滞后边缘连接？
- 6.2.13 滞后边缘连接能导致封闭的边缘轮廓吗？
- 6.2.14 什么是拉普拉斯-高斯边缘检测法？
- 6.2.15 有可能同时检测边缘和直线吗？

6.3 相位一致性和单基因信号

- 6.3.1 什么是相位一致性？
- 6.3.2 什么是 1-D 数字信号的相位一致性？
- 6.3.3 如何能借助相位一致性检测直线和边缘？
- 6.3.4 为什么相位一致性与信号的局部能量最大值重合？
- 6.3.5 如何测量相位一致性？
- 6.3.6 能否简单地平均谐波分量的相位来测量相位一致性？
- 6.3.7 实际中如何测量相位一致性？
- 6.3.8 如何测量信号的局部能量？
- 6.3.9 为什么需要与两个基信号卷积以得到局部信号在基信号上的投影？
- *B6.11: 连续傅里叶变换的一些性质
- 6.3.10 如果只需计算信号的局部能量，为什么不在实域的局部窗口中用帕赛瓦尔定理来计算？
- 6.3.11 如何决定使用哪个滤波器计算局部能量？
- 6.3.12 实际中如何计算一个 1-D 信号的局部能量？
- 6.3.13 如何能判断局部能量的最大值对应一个对称或反对称的特征？
- 6.3.14 如何计算 2-D 时的相位一致性和局部能量？
- 6.3.15 什么是解析信号？
- 6.3.16 如何推广希尔伯特变换到 2-D？
- 6.3.17 如何计算一幅图像的里斯变换？
- 6.3.18 如何使用单基因信号？
- 6.3.19 如何选择要使用的偶滤波器？
- 6.3.20 本章要点

第 7 章 多光谱图像处理

- 7.0.1 什么是多光谱图像？
- 7.0.2 多光谱图像有哪些特殊的问题？
- 7.0.3 本章概述

7.1 多光谱图像处理

- 7.1.1 为什么会希望用其他带来替换多光谱图像的带？
- 7.1.2 一般如何从多光谱图像构建一幅灰度图像？
- 7.1.3 如何从一幅包含最大量图像信息的多光谱图像构建单个带？
- 7.1.4 什么是主分量分析？
- *B7.1: 如何测量信息？
- 7.1.5 实际中如何进行主分量分析？

- 7.1.6 使用一幅图像的主分量而不是原始带的优点是什么？
- 7.1.7 使用一幅图像的主分量而不是原始带的缺点是什么？
- 7.1.8 如果对其他分量不感兴趣，有可能仅计算出一幅多光谱图像的第 1 个主分量吗？
- *B7.2: 用于估计一个矩阵的最大本征值的功率法
- 7.1.9 什么是光谱恒常性问题？
- 7.1.10 什么影响一个像素的光谱标记？
- 7.1.11 什么是反射函数？
- 7.1.12 成像几何影响一个像素的光谱标记吗？
- 7.1.13 成像几何如何影响一个像素所接收的光能量？
- 7.1.14 如何对朗伯表面的成像过程建模？
- 7.1.15 如何能消除一个像素的光谱对成像几何的依赖性？
- 7.1.16 如何能消除一个像素的光谱对照明源光谱的依赖性？
- 7.1.17 如果有不止一个照明源会发生什么情况？
- 7.1.18 如何能消除一个像素的光谱标记对成像几何和照明光谱的依赖性？
- 7.1.19 如果成像表面不是由相同材料构成时怎么办？
- 7.1.20 什么是光谱分解问题？
- 7.1.21 如何解决线性光谱分解问题？
- 7.1.22 可以对纯材料使用光谱库吗？
- 7.1.23 当已知纯分量的光谱时如何解线性光谱分解问题？
- 7.1.24 有可能不计算矩阵 Q 的逆吗？
- 7.1.25 如果库光谱是在与混合光谱不同的波长进行的采样会发生什么问题？
- 7.1.26 如果不知道在混合物质中有哪些纯物质可能存在会发生什么问题？
- 7.1.27 如果不知道纯材料的光谱如何解线性光谱分解问题？

7.2 彩色视觉的物理学和心理物理学

- 7.2.1 什么是彩色？
- 7.2.2 从工程的观点看彩色有什么感兴趣的地方？
- 7.2.3 哪些因素影响从一个暗物体感知到的彩色？
- 7.2.4 什么导致日光的变化？
- 7.2.5 如何能模型化日光的变化？
- *B7.3: 标准光源
- 7.2.6 什么是天然材料的观测变化？
- 7.2.7 一旦光线到达传感器会发生什么情况？
- 7.2.8 一个传感器有可能对不同的材料产生相同的记录吗？
- 7.2.9 人类视觉系统是如何实现彩色恒常性的？
- 7.2.10 彩色视觉的三基色理论讲了什么？
- 7.2.11 用什么来定义一个彩色系统？
- 7.2.12 三刺激值是如何确定的？
- 7.2.13 所有的单色参考刺激都可以通过简单调节基色光的强度来匹配吗？
- 7.2.14 所有人都需要相同强度的基色光以匹配同样的单色参考刺激吗？
- 7.2.15 谁是具有正常彩色视觉的人？
- 7.2.16 什么是最常用的彩色系统？
- 7.2.17 什么是 CIE-RGB 彩色系统？
- 7.2.18 什么是 XYZ 彩色系统？
- 7.2.19 如何在 3-D 空间中表达彩色？
- 7.2.20 如何在 2-D 空间中表达彩色？
- 7.2.21 什么是色度图？
- *B7.4: 一些 3-D 几何中有用的定理
- 7.2.22 CIE-RGB 彩色系统中的色度图是什么样的？
- 7.2.23 人的大脑是如何感知彩色强度的？
- 7.2.24 在 CIE-RGB 彩色系统中是如何定义零发光线的呢？

- 7.2.25 XYZ 彩色系统是如何定义的?
- 7.2.26 XYZ 彩色系统中的色度图是什么样的?
- 7.2.27 实际中可能用虚的基色生成一个彩色系统吗?
- 7.2.28 如何模型化一个特定人观察彩色的方式?
- 7.2.29 如果不同的观察者需要不同强度的基色光以看到白色, 如何在不同观察者间校正彩色?
- 7.2.30 如何使用参考白色?
- 7.2.31 sRGB 彩色系统是如何定义的?
- 7.2.32 如果将一个彩色的所有三刺激值都翻倍它会变化吗?
- 7.2.33 用彩色系统的语言对一个彩色的描述与用日常语言的描述有什么联系?
- 7.2.34 如何比较彩色?
- 7.2.35 什么是一个测度?
- 7.2.36 能用欧氏测度来测量两个彩色的差别吗?
- 7.2.37 哪些是感知均匀的彩色空间?
- 7.2.38 *Luv* 彩色空间是如何定义的?
- 7.2.39 *Lab* 彩色空间是如何定义的?
- 7.2.40 如何选择(X_n, Y_n, Z_n)的值?
- 7.2.41 如何从 *Luv* 的值计算 RGB 的值?
- 7.2.42 如何从 *Lab* 的值计算 RGB 的值?
- 7.2.43 如何测量感知的饱和度?
- 7.2.44 如何测量饱和度感知的差别?
- 7.2.45 如何测量感知的色调?
- 7.2.46 色调角是如何定义的?
- 7.2.47 如何测量色调感知的差别?
- 7.2.48 什么影响人感知彩色的方式?
- 7.2.49 彩色的时间上下文是什么意思?
- 7.2.50 彩色的空间上下文是什么意思?
- 7.2.51 为什么当谈论空间频率时与距离有关系?
- 7.2.52 如何解释对彩色感知的空间依赖性?

7.3 实用彩色图像处理

- 7.3.1 对人类彩色视觉的研究如何影响进行图像处理的方式?
- 7.3.2 感知均匀彩色空间实际中有多感知均匀?
- 7.3.3 应如何将图像的 RGB 值转换到 *Luv* 或 *Lab* 彩色空间中?
- 7.3.4 在图像处理应用中如何测量色调和饱和度?
- 7.3.5 如何能在图像处理中模仿彩色感知的空间依赖性?
- 7.3.6 同色异谱现象与图像处理有什么联系?
- 7.3.7 如何解决一个工业监视应用中的同色异谱问题?
- 7.3.8 什么是蒙特卡洛方法?
- 7.3.9 如何从多光谱图像中消除噪声?
- 7.3.10 如何对矢量排序?
- 7.3.11 如何处理多光谱图像中的混合噪声?
- 7.3.12 如何增强一幅彩色图像?
- 7.3.13 如何恢复多光谱图像?
- 7.3.14 如何压缩彩色图像?
- 7.3.15 如何分割多光谱图像?
- 7.3.16 实际中如何使用 k -均值聚类方法?
- 7.3.17 如何提取多光谱图像的边缘?
- 7.3.18 本章要点