主要参考opencv\_python中文手册、计算机视觉算法与应用Szeliski、数字图像处理Gonzalez、计算机视觉算法现代方法FP、计算机视觉模型学习与推断Prince

计算摄影学基础、计算机图形学原理与实践

slam十四讲、多视图几何。

**图像处理与视频处理**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Title | Tag | Notes key word |
|  | **1图像处理** |  |
|  | 1.1图像基础FP |  |
| 摄像机的几何模型 |  | FP1  1图像成像  针孔透视  弱透视  带镜头的照相机  人的眼睛 2内参数和外参数  刚体变换和齐次坐标  内参数  外参数  透视投影矩阵  弱透视投影矩阵 3照相机的几何标定  使用线性方法对照相机进行标定使用非线性方法对照相机进行标定 |
| 光照及阴影 |  | FP2  1像素的亮度  表面反射  光源及其产生的效果  朗伯+镜面反射模型  面光源 2阴影的估算辐射校准和高动态范围图像  镜面反射模型  对亮度和照度的推理  光度立体技术：从多幅阴影图像恢复形状 3对互反射进行建模  源于区域光在一个块上的照度  热辐射和存在性  互反射模型  互反射的定性性质 4一个阴影图像的形状 |
| 颜色 |  | FP3  1人类颜色感知  颜色匹配  颜色感受体 2颜色物理学  颜色的来源  表面颜色 3颜色表示  线性颜色空间  非线性颜色空间 4图像颜色的模型  漫反射项  镜面反射项 5基于颜色的推论  用颜色发现镜面反射  用颜色去除阴影  颜色恒常性：从图像颜色获得表面颜色 |
| 数字图像基础 |  | Gonzalez2  视觉感知要素  1 人眼的结构  2 眼睛中图像的形成  3 亮度适应和辨别  光和电磁波谱  图像感知和获取  1 使用单个传感器获取图像  2 使用条带传感器获取图像  3 使用传感器阵列获取图像  4 简单的图像形成模型  图像取样和量化  1 取样和量化的基本概念  2 数字图像表示  3 空间和灰度分辨率  4 图像内插  像素间的一些基本关系  1 相邻像素  2 邻接性、连通性、区域和边界 38  3 距离度量  数字图像处理中所用数学工具的介绍  1 阵列与矩阵操作  2 线性操作与非线性操作  3 算术操作  4 集合和逻辑操作  5 空间操作  6 向量与矩阵操作  7 图像变换  8 概率方法 |
| 彩色图像处理 |  | Gonzalez6  彩色基础  彩色模型  1 RGB彩色模型  2 CMY和CMYK彩色模型  3 HSI彩色模型  伪彩色图像处理  1 灰度分层  2 灰度到彩色的变换  全彩色图像处理基础  **彩色变换**  1 公式  2 补色  3 彩色分层  4 色调和彩色校正  5 直方图处理  **平滑和锐化**  1 彩色图像平滑  2 彩色图像锐化  基于彩色的图像分割  1 HSI彩色空间的分割  2 RGB向量空间中的分割  3 彩色边缘检测  彩色图像中的噪声  彩色图像压缩 |
| 图像形成 |  | Szeliski2  几何基元和变换  1几何基元  2 2D变换  3 3D变换  4 3D旋转  5 3D到2D投影  6镜头畸变  光度测定学的图像形成  1 照明  2反射和阴影  3 光学  数字摄像机  1 采样与混叠  2 色彩  3 压缩 |
| 图像处理 |  | Szeliski3  点算子  1 像素变换  2彩色变换  3合成与抠图  4直方图均衡化  5应用：色调调整  线性滤波  1 可分离的滤波  2线性滤波示例  3 带通和导向滤波器  更多的邻域算子  1 非线性滤波  2 形态学  3 距离变换  4 连通量  傅里叶变换  1 傅里叶变换对  2二维傅里叶变换  3 维纳滤波  4应用：锐化，模糊和去噪  金字塔与小波  1 插值  2 降采样  3 多分辨率表达  4 小波  5应用：图像融合  几何变换  1 参数化变换  2基于网格的卷绕  3 应用：基于特征的变形  全局优化  1 正则化  2 马尔科夫随机场  3应用：图像的恢复 |
|  | 1.2 滤波 |  |
| 灰度变换与空间滤波 |  | Gonzalez3  背景知识  1 灰度变换和空间滤波基础  2 关于本章中的例子  **一些基本的灰度变换函数**  1 图像反转  2 对数变换  3 幂律(伽马)变换  4 分段线性变换函数  **直方图处理**  1 直方图均衡  2 直方图匹配(规定化)  3 局部直方图处理  4 在图像增强中使用直方图统计  **空间滤波基础**  1 空间滤波机理  2 空间相关与卷积  3 线性滤波的向量表示  4 空间滤波器模板的产生  平滑空间滤波器  1 平滑线性滤波器  2 统计排序(非线性)滤波器  **锐化空间滤波器**  1 基础  2 使用二阶微分进行图像锐化——拉普拉斯算子  3 非锐化掩蔽和高提升滤波  4 使用一阶微分对(非线性)图像锐化——梯度  **混合空间增强法**  使用模糊技术进行灰度变换和空间滤波 |
| 频率域滤波 |  | Gonzalez4  背景  1 傅里叶级数和变换简史  2 关于本章中的例子  基本概念  1 复数  2 傅里叶级数  3 冲激及其取样特性  4 连续变量函数的傅里叶变换  5 卷积  取样和取样函数的傅里叶变换  1 取样  2 取样函数的傅里叶变换  3 取样定理  4 混淆  5 由取样后的数据重建(复原)函数  单变量的离散傅里叶变换(DFT)  1 由取样后的函数的连续变换得到DFT  2 取样和频率间隔间的关系 140  两个变量的函数的扩展  1 二维冲激及其取样特性  2 二维连续傅里叶变换对  3 二维取样和二维取样定理  4 图像中的混淆  5 二维离散傅里叶变换及其反变换  二维离散傅里叶变换的一些性质  1 空间和频率间隔的关系  2 平移和旋转  3 周期性  4 对称性  5 傅里叶谱和相角  6 二维卷积定理  7 二维离散傅里叶变换性质的小结  频率域滤波基础  1 频率域的其他特性  2 频率域滤波基础  3 频率域滤波步骤小结  4 空间和频率域滤波间的对应  **使用频率域滤波器平滑图像**  1 理想低通滤波器  2 布特沃斯低通滤波器  3 高斯低通滤波器  4 低通滤波的其他例子  **使用频率域滤波器锐化图像**  1 理想高通滤波器  2 布特沃斯高通滤波器  3 高斯高通滤波器  4 频率域的拉普拉斯算子  5 钝化模板、高提升滤波和高频强调滤波  6 同态滤波  **选择性滤波**  1 带阻滤波器和带通滤波器  2 陷波滤波器  **实现**  1 二维DFT的可分性  2 用DFT算法计算IDFT  3 快速傅里叶变换(FFT)  4 关于滤波器设计的一些注释 |
| 线性滤波 |  | FP4  线性滤波与卷积  1卷积  移不变线性系统  1离散卷积  2连续卷积  3离散卷积的边缘效应  **空间频率和傅里叶变换**  1傅里叶变换  **采样和混叠**  1采样  2混叠  3平滑和重采样  **滤波器与模板**  1卷积与点积  2基的改变  **技术:归一化相关和检测模式**  1通过归一化相关检测手势的方法来控制电视机  技术:尺度和图像金字塔  1高斯金字塔  2多尺度表示的应用 |
| 图像阈值 |  | 简单阈值  自适应阈值  OTSU二值 |
| 图像平滑 |  | 高斯模糊  中值模糊  双边滤波 |
|  | 1.3图像复原与重建 |  |
| 图像复原与重建 |  | Gonzalez5  图像退化/复原过程的模型 1  **噪声模型**  1 噪声的空间和频率特性  2 一些重要的噪声概率密度函数  3 周期噪声  4 噪声参数的估计  **只存在噪声的复原——空间滤波**  1 均值滤波器  2 统计排序滤波器  3 自适应滤波器  **用频率域滤波消除周期噪声**  1 带阻滤波器  2 带通滤波器  3 陷波滤波器  4 最佳陷波滤波  线性、位置不变的退化  **估计退化函数**  1 图像观察估计  2 试验估计  3 建模估计  **逆滤波**  最小均方误差(维纳)滤波  约束最小二乘方滤波  几何均值滤波  **由投影重建图像**  1 引言  2 计算机断层(CT)原理  3 投影和雷登变换  4 傅里叶切片定理  5 使用平行射线束滤波反投影的重建  6 使用扇形射线束滤波反投影的重建 |
|  |  |  |
|  | 1.4 图像金字塔与小波多分辨率 |  |
| 使用金字塔进行图像融合 . |  | 插值  降采样  多分辨率表达 |
| 小波与多分辨率 |  | Gonzalez 7  背景  1 图像金字塔  2 子带编码  3 哈尔变换  多分辨率展开  1 级数展开  2 尺度函数  3 小波函数  一维小波变换  1 小波级数展开  2 离散小波变换  3 连续小波变换  快速小波变换  二维小波变换  小波包 |
|  | 1.5图像压缩 |  |
| 图像压缩 |  | **Gonzalez 8**  **基础知识**  1 编码冗余  2 空间冗余和时间冗余  3 不相关的信息  4 图像信息的度量  5 保真度准则  6 图像压缩模型  7 图像格式、容器和压缩标准  **一些基本的压缩方法**  1 霍夫曼编码  2 Golomb编码  3 算术编码  4 LZW编码  5 行程编码  6 基于符号的编码  7 比特平面编码  8 块变换编码  9 预测编码  10 小波编码  数字图像水印 |
|  |  |  |
|  | 1.6形态学图像处理 |  |
| 形态学图像处理 |  | Gonzalez 9  预备知识  腐蚀和膨胀  1 腐蚀  2 膨胀  3 对偶性  开操作与闭操作  击中或击不中变换  **一些基本的形态学算法**  1 边界提取  2 孔洞填充  3 连通分量的提取  4 凸壳  5 细化  6 粗化  7 骨架  8 裁剪  9 形态学重建  10 二值图像形态学操作小结  **灰度级形态学**  1 腐蚀和膨胀  2 开操作和闭操作  3 一些基本的灰度级形态学算法  4 灰度级形态学重建 |
| 腐蚀 |  |  |
| 膨胀 |  |  |
| 开运算 |  |  |
| 闭运算 |  |  |
| 形态 |  |  |
| 礼帽 |  |  |
| 形态学操作之间的关系 |  |  |
| 分水岭 |  | 分水岭算法 |
|  |  |  |
|  | 1.7平滑的表面及其轮廓FP13 |  |
| 初识轮廓 |  |  |
| 轮廓特征 |  | 矩  轮廓面积  轮廓周长  轮廓近似  凸包  凸性检测  边界矩形  最小外接圆  椭圆拟合  直线拟合 |
| 轮廓的性质 |  | 长宽比  Extent  Solidity  Equivalent Diameter  方向  掩模和像素点  最大值和最小值及它们的位置 .  平均颜色及平均灰度  极点 |
| 更多函数 |  | 凸缺陷  Point Polygon Test  形状匹配 |
| 轮廓的层次结构 |  | OpenCV 中层次结构  轮廓检索模式 |
| 微分几何的元素 |  | 曲线  表面 |
| 表面轮廓几何学 |  | 遮挡轮廓和图形轮廓  图像轮廓的歧点和拐点  Koenderink定理 |
| 视觉事件：微分几何的补充 |  | 高斯映射的几何关系  渐近曲线  渐近球面映射  局部视觉事件  双切射线流形  多重局部视觉事件  外观图 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | 1.8图像变换 |  |
| 傅里叶变换 |  | Numpy 中的傅里叶变换  OpenCV 中的傅里叶变换  DFT 的性能优化  拉普拉斯算子是高通滤波器  维纳滤波 |
| 几何变换 |  | 平移旋转  缩放  透视变换  仿射变换 |
|  |  |  |
| **全局优化** |  | 正则化  马尔科夫随机场 |
|  |  |  |
|  | **1.9图像特征提取与描述** |  |
| 特征检测与匹配 |  | **Szeliski 4**  **点和块**  1特征检测器  2特征描述子  3 特征匹配  4特征跟踪  5应用：表演驱动的动画  **边缘**  1 边缘检测  2 边缘连接  3 应用：边缘编辑和增强  **线条**  1逐次近似  2 Hough变换  3 消失点  4应用：矩形检测 |
| 局部图像特征 |  | **FP5**  计算图像梯度  1差分高斯滤波  对图像梯度的表征  1基于梯度的边缘检测子  2方向  查找角点和建立近邻  1查找角点  2采用尺度和方向构建近邻  通过SIFT特征和HOG特征描述近邻  1 SIFT特征  2 HOG特征  实际计算局部特征 |
| 图像梯度 |  | Sobel 算子  Scharr 算子  Laplacian 算子 |
| Canny 边缘检测 |  | 噪声去除  计算图像梯度  非极大值抑制  滞后阈值 |
| Hough变换 |  | Hough 直线变换  Probabilistic Hough Transform  Hough 圆环变换 |
| 分组与模型拟合 |  | FP10  霍夫变换  1用霍夫变换拟合直线  2霍夫变换的使用  拟合直线与平面  1拟合单一直线  2拟合平面  3拟合多条直线  拟合曲线  鲁棒性  1M估计法  2RANSAC:搜寻正常点  用概率模型进行拟合  1数据缺失问题  2混合模型和隐含变量  3混合模型的EM算法  4 EM算法的难点  基于参数估计的运动分割  1光流和运动  2光流模型  3用分层法分割运动  模型选择:哪个最好  1利用交叉验证选择模型 |
| 直方图 |  | **直方图的计算，绘制与分析**  统计直方图  绘制直方图  使用掩模  直方图均衡化  OpenCV 中的直方图均衡化  CLAHE 有限对比适应性直方图均衡化  2D 直方图  OpenCV& Numpy 中 2D 直方图  直方图反向投影  OpenCV& Numpy |
| Harris 角点检测 |  | OpenCV 中的 Harris 角点检测亚像素级精确度的角点 |
| Shi-Tomasi 角点检测 & 适合于跟踪的图像特征 |  |  |
| SIFT |  | SIFT原理  Scale-Invariant Feature Transform |
| SURF |  | SURF原理  Speeded-Up Robust Features |
| 角点检测的 FAST 算法 |  | 使用 FAST 算法进行特征提取  机器学习的角点检测器  非极大值抑制 |
| BRIEF |  | BRIEF原理 Binary Robust Independent Elementary Features |
| ORB原理 |  | Oriented FAST and Rotated BRIEF |
| 特征匹配 |  | Brute-Force 匹配的基础  对 ORB 描述符进行蛮力匹配  匹配器对象是什么？  对 SIFT 描述符进行蛮力匹配和比值测试  FLANN 匹配器 .  Brute-Force 匹配的基础 |
| 使用特征匹配和单应性查找对象 |  | 模板匹配 |
| 纹理 |  | FP6  利用滤波器进行局部纹理表征  1斑点和条纹  2从滤波器输出到纹理表征  3实际局部纹理表征  通过纹理基元的池化纹理表征  1向量量化和纹理基元  2 k均值聚类的向量量化  纹理合成和对图像中的空洞进行填充  1通过局部模型采样进行合成  2填充图像中的空洞  图像去噪  1非局部均值  2三维块匹配(BM3D)  3稀疏编码学习  4结果  由纹理恢复形状  1在平面内由纹理恢复形状  2从弯曲表面的纹理恢复形状 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | **2视频分析** |  |
|  | 2.1 Meanshift 和 Camshift |  |
| Meanshift原理 |  | 均值漂移，计算均值更新质心，不断聚类 |
| OpenCV 中的 Meanshift |  |  |
| Camshift原理 |  | 均值漂移，收敛质心后，自适应缩放窗口大小。 |
| OpenCV 中的 Camshift |  |  |
|  | 2.2 光流 |  |
| 光流 |  |  |
| Lucas-Kanade 法 |  |  |
| OpenCV中的 Lucas-Kanade 光流 |  |  |
| OpenCV 中的稠密光流 |  |  |
|  | 2.3背景减除 |  |
| BackgroundSubtractorMOG |  |  |
| BackgroundSubtractorMOG2 |  |  |
| BackgroundSubtractorGMG |  |  |
|  | 2.4 图像分割Szeliski 5 |  |
| 活动轮廓 |  | 蛇行  动态蛇行和CONDENSATION  剪刀  水平集  应用：轮廓跟踪和扫描机 |
| 基于像素点聚类的图像分割 |  | 1 分裂与归并  分水岭  区域分裂(区分式聚类)  区域归并(凝聚式聚类)  基于图的分割  概率聚集  2 Mean-shift和模态发现  k-均值和高斯混合  均值移位 |
| 分割、聚类和图论 |  | 图论术语和相关事实  根据图论进行凝聚式聚类  根据图论进行分解式聚类  归一化切割  规范图割和基于能量的方法 |
| 基于聚类的分割方法 |  | FP9  人类视觉:分组和格式塔原理  重要应用  1背景差分  2镜头的边界检测  3交互分割  4形成图像区域  基于像素点聚类的图像分割  1基本的聚类方法  2分水岭算法  3使用k均值算法进行分割  4均值漂移:查找数据中的局部模型  5采用均值漂移进行聚类和分割  分割、聚类和图论  1图论术语和相关事实  2根据图论进行凝聚式聚类  3根据图论进行分解式聚类  4归一化切割  图像分割在实际中的应用 |
| GrabCut |  | graphcut  GrabCut 算法进行交互式前景提取 |
|  |  |  |
|  | 2.5 配准（基于特征的配准）Szeliski 6 |  |
| 基于2D和3D特征的配准 |  | 使用最小二乘的2D配准  应用：全景图  迭代算法  鲁棒最小二乘和RANSAC  3D配准 |
| 姿态估计 |  | 线性算法  迭代算法  应用：增强现实 |
| 几何内参数标定 |  | 标定模式  消失点  应用：单视图测量学  旋转运动  径向畸变 |
| Szeliski 12刚性物体配准 |  | 迭代最近点  通过关联搜索转换关系  应用：建立图像拼接 |
| 基于模型的视觉：使用投影配准刚性物体 |  |  |
| 配准可形变目标 |  |  |
|  |  |  |
|  | 2.6图像拼接Szeliski 9 |  |
| 运动模型 |  | 平面透视运动  应用：白板和文档扫描  旋转全景图  缝隙消除  应用：视频摘要和压缩  圆柱面和球面坐标 |
| 全局配准 |  | 光束平差法  视差消除  认出全景图  直接配准和基于特征的配准 |
| 合成 |  | 合成表面的选择  像素选择和加权(去虚影)  应用：照片蒙太奇  融合 |
|  | 2.7 跟踪FP11 |  |
| 简单跟踪策略 |  | 基于检测的跟踪  基于匹配的平移跟踪  使用仿射变换来确定匹配 |
| 匹配跟踪 |  | 匹配摘要表征  流跟踪 |
| 基于卡尔曼滤波器的线性动态模型跟踪 |  | 线性测量值和线性动态模型  卡尔曼滤波  前向后向平滑 |
| 数据相关 |  | 卡尔曼滤波检测方法  数据相关的关键方法 |
| 粒子滤波 |  | 概率分布的采样表示  最简单的粒子滤波器  跟踪算法  可行的粒子滤波器  创建粒子滤波器中的粒子问题 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | **3 摄像机标定和 3D 重构** |  |
|  | 3.1摄像机标定 |  |
| 基础 |  |  |
| 设置 |  |  |
| 标定 |  |  |
| 畸变校正 |  |  |
| 反向投影误差 |  |  |
|  | 3.2 立体视觉FP7 |  |
| 双目摄像机的几何属性和对极约束 |  | 对极几何  本征矩阵  基础矩阵 |
| 双目重构 |  | 图像矫正 |
| 双目融合的局部算法 |  | 相关  多尺度的边缘匹配 |
| 双目融合的全局算法 |  | 排序约束和动态规划  平滑约束和基于图的组合优化 |
|  | 3.3由运动到结构Szeliski 7 |  |
| 三角测量 |  |  |
| 二视图由运动到结构 |  | 投影(未标定的)重建  自标定  应用：视图变形 |
| 因子分解 |  | 透视与投影因子分解  应用：稀疏3D模型提取 |
| 光束平差法 |  | 挖掘稀疏性  应用：匹配运动和增强现实  不确定性和二义性  应用：由因特网照片重建 |
| 限定结构和运动 |  | 基于线条的方法  基于平面的方法 |
|  | 3.4稠密运动估计Szeliski 8 |  |
| 平移配准 |  | 分层运动估计  基于傅里叶的配准  逐次求精 |
| 参数化运动 |  | 应用：视频稳定化  学到的运动模型 |
| 基于样条的运动 |  |  |
| 光流 |  | 多帧运动估计  应用：视频去噪  应用：去隔行扫描 |
| 层次运动 |  | 应用：帧插值  透明层和反射 |
|  | 3.5 从运动中恢复三维结构FP8 |  |
| 内部标定的透视摄像机 |  | 问题的自然歧义性  从两幅图像估计欧氏结构和运动  从多幅图像估计欧氏结构和运动 |
| 非标定的弱透视摄像机 |  | 问题的自然歧义性  从两幅图像恢复仿射结构和运动  从多幅图像恢复仿射结构和运动  从仿射到欧氏图像 |
| 非标定的透视摄像机 |  | 问题的自然歧义性  从两幅图像恢复投影结构和运动  从多幅图像恢复投影结构和运动  从投影到欧氏图像 |
|  | 3.6立体视觉对应 |  |
| 极线几何学 |  | 矫正  平面扫描 |
| 稀疏对应 |  |  |
| 稠密对应 |  |  |
| 局部方法 |  | 亚像素估计与不确定性  应用：基于立体视觉的头部跟踪 |
| 全局优化 |  | 动态规划  基于分割的方法  应用：z-键控与背景 |
| 多视图立体视觉 |  | 体积与3D表面重建  由轮廓到形状 |
|  | 3.7 3D重建Szeliski 12 |  |
| 由X到形状 |  | 由阴影到形状与光度测量立体视觉  由纹理到形状  由聚焦到形状 |
| 主动距离获取 |  | 距离数据归并  应用：数字遗产 |
| 表面表达 |  | 表面插值  表面简化  几何图像 |
| 基于点的表达 |  |  |
| 体积表达 |  |  |
| 基于模型的重建 |  | 建筑结构  头部和人脸  应用：脸部动画  完整人体建模与跟踪 |
| 恢复纹理映射与反照率 |  | 估计BRDF  应用：3D摄影学 |
|  | 3.8深度数据FP14 |  |
| 主动深度传感器 |  |  |
| 深度数据的分割 |  | 分析微分几何学的基本元素  在深度图像中寻找阶跃和顶边  把深度图像分割为平面区域 |
| 深度图像的配准和模型获取 |  | 四元组  使用最近点迭代方法配准深度图像  多幅深度图像的融合 |
| 物体识别 |  | 使用解释树匹配分段平面表示的表面  使用自旋图像匹配自由形态的曲面 |
| Kinect |  | 特征  技术：决策树和随机森林  标记像素  计算关节位置 |
|  | 3.9 基于图像的建模与渲染FP19 |  |
| 可视外壳 |  | 可视外壳模型的主要元素  跟踪相交曲线  分割相交曲线  锥带三角化 |
| 基于贴片的多视立体视觉 |  | PMVS模型的主要元素  初始特征匹配  扩张  过滤 |
| 光场 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**计算摄影学与机器学习应用**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Title | Tag | Notes key word |
|  | **4 计算摄影学Szeliski 10** |  |
| 光度学标定 |  | 辐射度响应函数  噪声水平估计  虚影  光学模糊(空间响应) |
| 高动态范围成像 |  | 色调映射  应用：闪影术 |
| 超分辨率和模糊去除 |  | 彩色图像去马赛克  应用：彩色化 |
| 图像抠图和合成 |  | 蓝屏抠图  自然图像抠图  基于优化的抠图  烟、阴影和闪抠图  视频抠图 |
| 纹理分析与合成 |  | 应用：空洞填充  与修图  应用：非真实感绘制 |
|  |  |  |
|  | 计算摄影学基础 |  |
|  | 1 概述 |  |
| 计算摄影学的起源 |  |  |
| 计算摄影学的相关概念 |  |  |
| 计算摄影学涉及的研究领域 |  |  |
| 计算摄影学的未来 |  |  |
|  | 2摄影学基础知识 |  |
| 传统摄影学基础 |  | **摄影是用光的艺术**  **可见光与红外光谱**  **镜头与焦距**  镜头接口制式  **快门与曝光**  快门 光圈大小f值（焦距/镜头直径） 前后景深（允许弥撒圆）  曝光（光圈与快门大小决定）：控制景深（光圈优先）、拍摄运动物体（快门优先） |
| 数字摄影学基础 |  | 数码相机的基本原理：  画幅  图像分辨率  图像信号处理器： ISP 前端图像传感器信号后期处理  压缩与存储： TIFF 不失真  RAW ，不需要ISP处理 |
| 摄影学的技术性与艺术性 |  | 背景虚化对比 |
|  | 3 颜色与颜色空间 |  |
| 颜色知觉与可见光 |  | 三要素：光源 被照射物体 观察者  可见光波段  复色光 |
| 颜色视觉理论 |  | 阶段学说 |
| 颜色感知特性 |  | 格拉斯曼四条定律  人的视觉只能分辨颜色三种变化（明度 色调 饱和度）  颜色外貌相同的光，无关光谱是否相同，颜色混合中有相同的效果。  混合色光的亮度等于组成混合色的各种色光的亮度总和。 |
| 颜色空间 |  | RGB颜色空间，立方体，0-255表示强度，越大越强  HSV颜色空间，圆周，强度 色调和饱和度  YCbCr 电视系统优化视频传输，三分量分离，可以压缩CbCr采样率，压缩数据量。4：4：4；4：2：2 类似YUV。  CMY：打印机和印刷材料，C青色，M品红色，Y黄色。  Lab：均匀颜色空间，色差与人感知差异一致。 |
| 基于彩色滤镜阵列的彩色感知 |  | Bayer格式的CFA彩色滤镜阵列设计：1红2绿1蓝  其他创新的CFA彩色滤镜阵列设计：其他滤波。 |
|  | 4数字感光器件 |  |
| 数字感光器件的发展历程 |  | CCD：电荷耦合器件  CMOS：互补式金属氧化物半导体 |
| 数字感光器件的结构 |  | CCD的结构：微透镜 滤色层 感光层  滤光片：RGB原色分色法 CMYG互补分色法  感光层：感光二级管把光子转电荷。  行间传输模式和全帧传输模式  CCD采用总放大器  **CMOS的结构**：感光层差异大，每个感光单元都有一个放大器，这样可以并行读出，但放大效果难一致。  快门：电子卷帘快门 全局快门  前照式 |
| 数字感光器件的指标 |  | 感光度：照相机对光线的敏感程度  ISO值越高越敏感，暗光线需要大的ISO值胶卷。  ISO大噪声也大。  **成像质量的衡量指标**：  量子效率：QE 不同波长光子撞击感光器件产生的光电子与入射光子数量比。  采光方式：前照 背照  动态范围：画面中最亮亮度除以最暗亮度再求对数。CMOS 40-60 CCD：60-70 人：90db  填充因子：实际感光面和像素面比值。  井深：像素可堆积电荷数 |
|  | 5自动聚焦技术 |  |
| 概述 |  | AF：自动聚焦  主动聚焦和被动聚焦  被动聚焦：相位检测聚焦 对比度检测聚焦 |
| 对比度检测自动聚焦 |  | **聚焦值计算**：  对比度检测自动对焦系统框架  焦距 物距 像距 成像公式  散斑半径，PSF点扩散函数，衡量模糊散斑。  PSF相当于低通滤波器，图像=理想成像 卷积PSF  **锐度评价函数**：空间域：sobel梯度、基于阈值的绝对梯度、laplacian和函数。频率域：中频系数DCT（dirdct）、低高频比值DCT(rdct)、基于中频系数方向性选择的DCT、系数重组DCT(rogdct)  特性：单峰性、精确性、陡峭性、可实现性。  **聚焦峰值搜索**：全行程搜索、二分搜索、爬山搜索、自适应规则搜索。 |
| 图像模糊度评估 |  | 模糊度与锐度的关系：相关但存在差别。  基于视觉模糊阈的模糊度量：JNB：视觉可分辨模糊阈  JND：视觉可分辨差异。  B=D/L |
|  | 6 自动曝光与自动白平衡技术 |  |
| 概述 |  | 自动曝光与自动白平衡的必要性  **曝光的基本概念**: 自动曝光，首先会估计当前场景的亮度，然后调节摄像机的光圈、曝光时间和感光度，使得到图像的亮度与预设的目标亮度一致。三种方式：光圈优先、快门优先和不同亮度等级设定固定的光圈快门组合方式。  **白平衡的基本概念**：人的颜色恒常性、色温（表示光源光色的尺度。  手动白平衡  自动白平衡：摄像机根据不同色温下的白颜色进行调整。 |
| 自动曝光技术 |  | **常用测光技术**：中央重点平均测光、中央部分测光、点测光。  **更先进的自动曝光控制**：人工反光板  分区加权测光、基于亮度直方图的测光、两者结合。 |
| 自动白平衡技术 |  | **基于图像统计特征的方法**：  郎伯特反射模型：光源、物体反射的材质属性和摄像机的光谱响应函数。  白光对应某一特定的光谱，定义为标准光源。  基于图像统计特征：灰世界法、白斑法、灰边缘法、1阶灰边缘法（简化）。  基于学习训练的方法：贝叶斯方法、色域匹配、SVF（基于数据驱动的自动白平衡）  （对光源的特征参数的估计可以转化为将光源照射下的色域数据映射超平面后，对该平面法向量的估计） |
|  | 7 高动态范围成像技术 |  |
| 概述 |  | HDRI技术：高动态范围成像技术  色调映射之后才能在普通CRT上显示。 |
| HDRI技术的处理机制和步骤 |  | HDR图像的获取简介：照度图（32位），采集不同曝光度下同一场景的低动态范围图像合成合成。  全亮度图的合成简介：HDR图（照度图 浮点型）  色调映射技术简介：32位浮点数格式映射成8位格式普通图像。 |
| HDR图像的获取 |  | 辐照度E和场景亮度L关系  照相机响应函数f：数字值Z=f(X),X 曝光度 |
| 全亮度图合成 |  | 多曝光度图像序列合成照度图：  **照相机响应曲线的估计：Z=f(E)** 像素灰度值Z，拟合点求得  HDR**合成图像存储格式**：RGBE SGILOG  **照度图的合成方法**：权重函数加权  彩色图像：加入彩色信息，  可以将HDR转HSV，V代表高动态。 |
| 色调映射技术 |  | **全局色调映射算法**：色阶重建曲线  指数映射、对数映射（不同对数函数理想部分提取出来，组合成一个映射函数）、快速色调映射（求图像亮度对数均值、求关键值、求t）  **局部色调映射算法**：色阶重建算子  基于规则分块的色调映射算法。  边界效应：距离权重  解决光晕效应：双边权重，考虑像素与块中心几何距离、块与块对应点在值上的相似度。 |
|  | 8全景成像技术 |  |
| 概述 |  | 全景图像:水平和垂直方向上180度-360度超大视角。  全景成像方法：拼接式、鱼眼、折反射 |
| 拼接式全景成像 |  | 基于单相机旋转拍摄的全景成像  基于多相机同时拍摄的全景成像  投影算法：柱面投影和反投影，球面投影和反投影。 |
| 鱼眼全景成像 |  | 鱼眼镜头：焦距极短并且视角接近或等于180度。长景深  成像投影模型：体式投影、等距投影、等立体角投影。  鱼眼图像的校正算法 |
| 折反射全景成像技术 |  | **折反射全景成像原理**：利用曲面反射镜把水平360范围内物体的光线反射到成像传感器。  **单视点折反射全景成像**：图像中每个像素都对应经过视点的一条入射光线。  **全向图像的展开**：对成像点进行光路追踪和投影变换，建立单视点全向图到柱面全景图像素点之间的坐标映射关系。  **互补结构折反射全景成像系统**：圆锥面镜+环形平面镜+双曲面镜。 |
|  | 9图像拼接技术 |  |
| 概述 |  |  |
| 图像配准 |  | **基于特征的图像配准**：自动角点检测配准、基于SIFT的配准（检测尺度空间极值点、确定关键点位置和尺度、确定关键点方向、生成关键点描述子、关键点欧式距离作为相似性判断得到匹配点对、计算变换参数）  基于区域的图像配准：对数极坐标变换、最大互信息 |
| 最佳缝合线查找 |  | **静态图像的最佳缝合线查找**：基于优化能量函数（优化马尔可夫随机场能量函数，有Graph Cuts图割（最小割，平滑项和数据项））、基于计算最小差异  **视频拼接的最佳缝合线查找**：首先在梯度域计算重叠区域中的**梯度光滑性**（图像中的梯度光滑程度）和**梯度相似性**（重叠区域对应像素点梯度相似性），并用这两个参数描述两幅图像重叠部分的差异大小，作为缝合优化准则，然后使用改进动态规划算法（5个点搜索）来查找最优缝合线，并加入帧间一致性约束。  帧间一致性：利用前一帧计算的最优缝合线信息，生成一个一致性约束矩阵，结合当前帧计算得到的梯度差异，计算当前帧最优缝合线。 |
|  | 10图像融合技术 |  |
| 概述 |  | 像素级融合 |
| 加权平均融合法 |  | 高斯分布：查表 |
| 金字塔融合法 |  | 算法思想：高斯金字塔，拉普拉斯金字塔（高斯金字塔图像和滤波后图像做差得到）  算法流程：建立拉普拉斯金字塔和高斯金字塔，然后对图像进行复原。 |
| 梯度域融合法 |  | 算法思想：求possion方程。 |
| 结构变形 |  | 最优拼缝查找，一维特征点提取和匹配，形变的量化和传播，梯度域融合。 |
|  | 11 光场成像技术 |  |
| 概述 |  | 光场：描述空间中每个点和每个方向的方程。  光场照相机：可以捕捉一个场景中来自所有方向的光线。  先拍照后对焦。 |
| 光场的数学定义 |  | 2PP： L（u,v,x,y）  其他方案：掩模、编程遮光板 |
| 照相机阵列光场成像技术 |  | 照相机阵列的结构和图像采集  **照相机阵列的数字重聚焦原理**：图像合成，基于校正板和视差的阵列照相机配准校正合成。  对遮挡物的透视功能。 |
| 微透镜光场成像技术 |  | 微透镜光场照相机计算成像原理：主透镜、微透镜阵列和数字感光芯片。  微透镜光场照相机的数字重聚焦原理 |
|  | 12 图像去噪技术 |  |
| 概述 |  |  |
| 图像去噪的基本概念 |  | **图像噪声的分类**：内部噪声和外部噪声；加性和乘性；按照PDF概率密度函数分类（高斯、瑞利、伽马、指数和脉冲）  **去噪效果评价指标**：PSNR(峰值信噪比)和SSIM(结构相似度测量) |
| 传统去噪算法 |  | 基于空间域的中值滤波  **基于小波域的小波阈值去噪**：小波萎缩法（阈值萎缩和比例微缩）；全局阈值和局部适应阈值；  **基于PDE的图像去噪**： 建立噪声图像为某非线性PDF的初始条件，然后求解PDE，得到不同时刻的解为滤波结果；**P-M**(非线性各向异性，图像特征强的地方减少扩散系数，图像特征弱的地方增强扩散系数)  **全变分图像去噪**：基于变分法思想确定图像的能量函数，通过对图像的能量函数进行最小化来达到平滑去噪的目的。 |
| 非局域均值去噪算法 |  | **NLM**：非局部平均图像去噪（Non-local Means），当前像素点的灰度值由图像中所有与其结构相似的像素点的灰度值加权平均得到，结构越相似，权重越大。  两个领域相似度：通过高斯加权的欧式距离来衡量。  所有图像块都参与计算，计算量大，噪声图像块影响效果；指数型加权核函数。  **BM3D**：（block-Matching3D）块匹配三维协同滤波。同时利用了局部变换域和非局部平均的优点。去噪性能主要来源于该方法对于图像增强的稀疏表示。  **思想**：首先将图像分成特定大小(比如 8X8) 的分块，用距离(如 欧氏距离等)来衡量图像块之间的相似性。根据距离的差别对所有的图像分块进行分组，组合处于同一组内的二维图像分块，生成个三维数组；再运用联合滤波对生成的数组进行处理；最后通过逆变换，把处理后的结果返回到原图像中，从而得到去噪图像。  **步骤**：  第一步**基础估计**：对含噪图像中的每一块，找到它的相似块，然后将他们聚集到一个三维数组中，对得到的三维数组进行三维变换，通过对变换域的系数进行硬阈值处理而减弱噪声，然后逆变换得到组中所有图像块的估计，然后把这些估计值返回到它们的原始位置对得到的有重叠的块估计，通过对它们进行加权平均得到真实图像的基础估计。  第二步**最终估计**：对基础估计中的每个图像块，通过块匹配找到与它相似的相似块。在基础估计图像中的位置，通过这些位置得到两个三维数组，一个是从含噪图像中得到的， 个是从基础估计图像中得到的。对形成的两个三维数组均进行**三维变换**，以基础估计图像中的能量谱作为能量谱对含噪三维数组进行**维纳滤波**，然后逆变换得到组中有图像块的估计，再把这些估计值返回到它们的原始位置。对得到的有重叠的局部块估计，通过对它们进行加权平均得到真实图像的最终估计。 |
| 基于稀疏模型的去噪算法 |  | 稀疏表示简介  **稀疏去噪原理及模型**：图像中有用的信息一般具有一定结构，是图像的稀疏成分，可以用过完备字典中的某些原子来表示 噪声是随机分布且没有结构的，因此无法用字典中的原子表示。  稀疏性：自适应、不相关性、原子性  **字典构建算法**：选择目前己有的某种变换域中的正交基作为字典；根据训练样本学习得到过完备字典。  字典训练：K-SVD 算法法利用噪声图像本身提取训练样本得到过完备字典。稀疏编码—>字典更新。  **稀疏分解算法**：贪婪法、正交匹配追踪 Orthogonal Matching Pursuit, OMP )、  稀疏表示去噪效果 |
|  | 13 压缩成像技术 |  |
| 概述 |  | **压缩感知**：建立在信号的稀疏性或可压缩性基础上，其主要目标是从少量的非自适应线性测量集中准确且有效地重建一个信号 。  压缩成像 |
| 压缩感知基本理论 |  | **稀疏表示**：指将信号投影到某个变换基时，如果变换系数中只有K个非素，而其他 N-K 个系数为0者绝对值非常小， 则称信号是K稀疏的。  测量矩阵：  **重构算法**：由压缩采样得到的长度为M的观测向量y 恢复 出长度为N( M<<N) 的高维原始信号x，其实质是求解一个最小l0范数问题。 |
| 压缩成像技术 |  | 单像素照相机  基于编码孔径的压缩成像  CMOS压缩成像：模拟信号光电转换之后，直接进行压缩感知采样，将信号采集和压缩同时进行，然后对压缩采样的数据进行 AID 转换。 |
|  | 14 模糊图像复原技术 |  |
| 概述 |  |  |
| 图像模糊的类型 |  | 大气模糊  散焦模糊  **运动模糊**：在一次曝光时间内，由于运动使得整个场景或者拍摄目标产生了拖影。拍摄目标的快速移动，或者是拍摄过程中照相机本身的晃动。平行焦面内的位移、径向模糊（机在垂直焦平面的方向上的相对位移造成的模糊） |
| 图像复原的数学模型 |  | **盲卷积**：分离方法（模糊核估计 和非盲卷积）、联合方法（交替对模糊核和原图像进行估计）  **模糊核的估计**：参数模型、核约束（非负性（模糊核的值）、能量守恒性、稀疏性（模糊核的值）、平滑性、具体性）、先验图像（图像梯度分布、A1pha 通道约束）。  **非盲卷积** ：贝叶斯方法：带有高斯噪声的最大似然（非迭代方法和迭代方法）、带有泊松噪声的最大似然（Richardson-Lucy）、采用不同先验的最大后验（正则化Tikhonov-Miller、Total Variation (TV)正则） |
| 计算摄影中的技术应用 |  | **编码曝光技术**：多次曝光，解决点扩展函数离散傅里叶变换幅值存在 "0" 点问题。10110101，"1" 表示打开， "0" 表示关闭。  **编码孔径技术**：普通孔径下，不同模糊尺度信号的"过零点"重合程度高导致区分不同尺度较困难。相反，编码孔径下，不同模糊尺度信号的"过零点"相互错开，区分度明显，可以很好区分开不同模糊尺度信号。 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | **5 机器学习视觉应用** |  |
|  | 5.1 用于分类的学习FP15 |  |
| 分类、误差和损失函数 |  | 基于损失的决策  训练误差、测试误差和过拟合  正则化  错误率和交叉验证  受试者工作特征曲线(ROC) |
| 主要的分类策略 |  | 示例：采用归一化类条件密度的马氏距离  示例：类条件直方图和朴素贝叶斯  示例：采用最近邻的非参分类器  示例：线性支持向量机  示例：核机器  示例：级联和Adaboost |
| 构建分类器的实用方法 |  | 手动调整训练数据并提升性能  通过二类分类器构建多类分类器  求解SVM和核机器的方案 |
|  | 5.2图像分类FP16 |  |
| 构建好的图像特征 |  | 示例应用  采用GIST特征进行编码布局  采用视觉单词总结图像  空间金字塔  采用主分量进行降维  采用典型变量分析进行降维  示例应用：检测不雅图片  示例应用：材料分类  示例应用：场景分类 |
| 分类单一物体的图像 |  | 图像分类策略  图像分类的评估系统  固定类数据集  大量类的数据集  花、树叶和鸟：某些特定的数据集 |
| 在实践中进行图像分类 |  | 关于图像特征的代码  图像分类数据库  数据库偏差  采用众包平台进行数据库收集 |
|  | 5.3 检测图像中的物体FP17 |  |
| 滑动窗口法 |  | 人脸检测  行人检测  边界检测 |
| 检测形变物体 |  |  |
|  | 5.4物体识别FP18 |  |
| 物体识别应该做什么 |  | 物体识别系统应该做什么  目前物体识别的策略  什么是类别  选择：应该怎么描述 |
| 特征问题 |  |  |
| 几何问题 |  |  |
| 语义问题 |  | 属性和不熟悉  部分、姿态部件和一致性  块的意义：部分、姿态部件、物体、短语和场景 |
|  | 5.5对人的观察FP20 |  |
| 隐马尔可夫模型、动态规划和基于树形结构的模型 |  | 隐马尔可夫模型  关于HMM的推理  通过EM拟合HMM  树形结构的能量模型 |
| 对图像中的人进行解析 |  | 图形结构模型的解析  估计衣服的表面 |
| 人的跟踪 |  | 为什么人的跟踪如此困难  通过表面进行运动跟踪  采用模板进行运动人体跟踪 |
| 从二维到三维：提升 |  | 在正视图进行重构  利用外貌进行精确重构  利用运动进行精确重构 |
| 行为识别 |  | 背景：人类运动数据  人体结构和行为识别  采用外貌特征识别人类行为  采用组合的模型识别人类行为 |
|  | 5.6 Prince |  |
|  | 机器视觉的机器学习 |  |
|  | 5.6.1视觉学习和推理Prince 6 |  |
| 计算机视觉问题 |  |  |
| 模型的种类 |  | 判别模型  生成模型 |
| 示例1：回归 |  | 判别模型  生成模型 |
| 示例2：二值分类 |  |  |
|  |  | 皮肤检测  背景差分 |
| 应用 |  |  |
|  | 5.6.2复杂数据密度建模  Prince 7 |  |
| 正态分类模型 |  |  |
| 隐变量 |  |  |
| 期望最大化 |  |  |
| 混合高斯模型 |  | 混合高斯边缘化  基于期望最大化的混合模型拟合 |
| t分布 |  | 学生t分布边缘化  拟合t分布的期望最大化 |
| 因子分析 |  | 因子分析的边缘分布  因子分析学习的期望最大化 |
| 组合模型 |  |  |
| 期望最大化算法的细节 |  | 期望最大化算法的下界  E步  M步 |
| 应用 |  | 人脸检测  目标识别  分割  正脸识别  改变人脸姿态（回归）  作为隐变量的变换 |
|  | 5.6.3回归模型Prince 8 |  |
| 线性回归 |  | 学习  线性回归模型的问题 |
| 贝叶斯线性回归 |  |  |
| 非线性回归 |  | 最大似然法  贝叶斯非线性回归 |
| 核与核技巧 |  |  |
| 高斯过程回归 |  |  |
| 稀疏线性回归 |  |  |
| 二元线性回归 |  |  |
| 相关向量回归 |  |  |
| 多变量数据回归 |  |  |
| 应用 |  | 人体姿势估计  位移专家 |
|  | 5.6.3分类模型  Prince 9 |  |
| 逻辑回归 |  | 学习：最大似然估计  逻辑回归模型的问题 |
| 贝叶斯逻辑回归 |  | 学习  推理 |
| 非线性逻辑回归 |  |  |
| 对偶逻辑回归模型 |  |  |
| 核逻辑回归 |  |  |
| 相关向量分类 |  |  |
| 增量拟合和boosting |  |  |
| 分类树 |  |  |
| 多分类逻辑回归 |  |  |
| 随机树、随机森林和随机蕨分类器 |  |  |
| 与非概率模型的联系 |  |  |
| 应用 |  | 性别分类  脸部和行人检测  语义分割  恢复表面布局  人体部位识别 |
|  | 连接局部模型 |  |
|  | 5.6.4图模型  Prince10 |  |
| 条件独立性 |  |  |
| 有向图模型 |  |  |
| 无向图模型 |  |  |
| 有向图模型与无向图模型的对比 |  |  |
| 计算机视觉中的图模型 |  |  |
| 含有多个未知量的模型推理 |  | 求最大后验概率的解  求后验概率分布的边缘分布  最大化边缘  后验分布的采样 |
| 样本采样 |  | 有向图模型的采样  无向图模型的采样 |
| 学习 |  | 有向图模型的学习  无向图模型的学习 |
|  | 5.6.5链式模型和树模型Prince11 |  |
| 链式模型 |  | 有向链式模型  无向链式模型  模型的等价性  隐马尔可夫模型在手语中的应用 |
| 链式MAP推理 |  |  |
| 树的MAP推理 |  |  |
| 链式边缘后验推理 |  | 求解边缘分布  前向后向算法  置信传播  链式模型的和积算法 |
| 树的边缘后验推理 |  |  |
| 链式模型和树模型的学习 |  |  |
| 链式模型和树模型之外的东西 |  |  |
| 应用 |  | 手势跟踪  立体视觉  形象化结构  分割 |
|  | 5.6.6 网格模型  Prince12 |  |
| 马尔可夫随机场 |  | 网格示例  离散成对MRF图像去噪 |
| 二值成对马尔可夫随机场的MAP推理 |  | 最大流/最小割  MAP推理：二值变量 |
| 多标签成对MRF的MAP推理 |  |  |
| 非凸势的多标签MRF |  |  |
| 条件随机场 |  |  |
| 高阶模型 |  |  |
| 网格有向模型 |  |  |
| 应用 |  | 背景差分  交互式分割  立体视觉  图像重排  超分辨率  纹理合成  合成新面孔 |
|  | 5.6.7 图像预处理与特征提取  Prince13 |  |
| 逐像素变换 |  | 白化  直方图均衡化  线性滤波  局部二值模式  纹理基元映射 |
| 边缘、角点和兴趣点 |  | Canny边缘检测器  Harris角点检测器  SIFT检测器 |
| 描述子 |  | 直方图  SIFT描述子  方向梯度直方图  词袋描述子  形状内容描述子 |
| 降维 |  | 单数值近似  主成分分析  二元主成分分析  K均值算法 |
|  | 几何模型 |  |
|  | 5.6.7针孔摄像机  Prince14 |  |
| 针孔摄像机简介 |  | 归一化摄像机  焦距参数  偏移量和偏移参数  摄像机的位置与方向  全针孔摄像机模型  径向畸变 |
| 三个几何问题 |  | 问题1：学习外在参数  问题2：学习内在参数  问题3：推理3D世界点  解决问题 |
| 齐次坐标 |  |  |
| 学习外在参数 |  |  |
| 学习内在参数 |  |  |
| 推理3D世界点 |  |  |
| 应用 |  | 结构光的深度  剪影重构 |
|  | 5.6.8变换模型  Prince15 |  |
| 二维变换模型 |  | 欧氏变换模型  相似变换模型  仿射变换模型  投影变换模型  增加不确定性 |
| 变换模型中的学习 |  | 学习欧氏参数  学习相似参数  学习仿射参数  学习投影参数 |
| 变换模型中的推理 |  |  |
| 平面的三个几何问题 |  | 问题1：学习外在参数  问题2：学习内在参数  问题3：与摄像机相关的3D位置推理 |
| 图像间的变换 |  | 单应性的几何特征  计算图像间的变换 |
| 变换的鲁棒学习 |  | RANSAC  连续RANSAC  PEaRL |
| 应用 |  | 增强现实追踪  视觉全景 |
|  | 5.6.9多摄像机系统Prince16 |  |
| 双视图几何学理论 |  | 极线约束  极点 |
| 实矩阵 |  | 实矩阵的属性  实矩阵的分解 |
| 基础矩阵 |  | 基础矩阵的估计  8点算法 |
| 双视图重构的流程 |  |  |
| 校正 |  | 平面校正  极面校正  校正后处理 |
| 多视图重构 |  |  |
| 应用 |  | 三维重构  图片浏览  立体图割 |
|  | 视觉模型 |  |
|  | 5.6.10形状模型Prince17 |  |
| 形状及其表示 |  |  |
| snake模型 |  | 推理  snake模型中存在的问题 |
| 形状模板 |  | 推理  用迭代最近点算法进行推理 |
| 统计形状模型 |  | 学习  推理 |
| 子空间形状模型 |  | 概率主成分分析  学习  推理 |
| 三维形状模型 |  |  |
| 形状和外观的统计模型 |  | 学习  推理 |
| 非高斯统计形状模型 |  | 回归PPCA  高斯过程隐变量模型 |
| 铰接式模型 |  |  |
| 应用 |  | 三维形变模型  三维人体模型 |
|  | 5.6.11身份与方式模型  Prince18 |  |
| 子空间身份模型 |  | 学习  推理  在其他识别任务中的推理  身份子空间模型的局限性 |
| 概率线性判别分析 |  | 学习  推理 |
| 非线性身份模型 |  |  |
| 非对称双线性模型 |  | 学习  推理 |
| 对称双线性和多线性模型 |  | 学习  推理  多线性模型 |
| 应用 |  | 人脸识别  纹理建模  动画合成 |
|  | 5.6.12时序模型Prince19 |  |
| 时序估计框架 |  | 推理  学习 |
| 卡尔曼滤波器 |  | 推理  改写测量合并阶段  推理总结  示例  示例  滤波  时序和测量模型  卡尔曼滤波器的问题 |
| 扩展卡尔曼滤波器 |  |  |
| 无损卡尔曼滤波器 |  | 状态演化  测量合并过程 |
| 粒子滤波 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**计算机多视图几何与Slam**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y? | Title | Tag | Notes key word | Notes |  |
|  |  | **计算机视觉中的多视图几何** |  |  |  |
|  |  | 1概论——多视图几何之旅 |  |  |  |
|  | 引言——无处不在的射影几何 |  |  |  |  |
|  | 摄像机投影 |  |  |  |  |
|  | 由一幅以上的视图重构 |  |  |  |  |
|  | 三视图几何 |  |  |  |  |
|  | 四视图几何和n视图重构 |  |  |  |  |
|  | 转移 |  |  |  |  |
|  | 欧氏重构 |  |  |  |  |
|  | 自标定 |  |  |  |  |
|  | 收获I：3D图形模型 |  |  |  |  |
|  | 收获Ⅱ：视频增强 |  |  |  |  |
|  |  | **第0篇 基础知识：射影几何、变换和估计** |  |  |  |
|  |  | 2 2D射影几何与变换 |  |  |  |
|  | 平面几何 |  |  |  |  |
|  | 2D射影平面 |  |  |  |  |
|  | 射影变换 |  |  |  |  |
|  | 变换的层次 |  |  |  |  |
|  | 1D射影几何 |  |  |  |  |
|  | 射影平面的拓扑 |  |  |  |  |
|  | 从图像恢复仿射和度量性质 |  |  |  |  |
|  | 二次曲线的其他性质 |  |  |  |  |
|  | 不动点与直线 |  |  |  |  |
|  |  | 3 3D射影几何与变换 |  |  |  |
|  | 点和射影变换 |  |  |  |  |
|  | 平面、直线和二次曲面的表示和变换 |  |  |  |  |
|  | 三次绕线 |  |  |  |  |
|  | 变换的层次 |  |  |  |  |
|  | 无穷远平面 |  |  |  |  |
|  | 绝对二次曲线 |  |  |  |  |
|  | 绝对对偶二次曲面 |  |  |  |  |
|  |  | 4 估计—2D射影变换 |  |  |  |
|  | 直接线性变换（DLT）算法 |  |  |  |  |
|  | 不同的代价函数 |  |  |  |  |
|  | 统计代价函数和最大似然估计 |  |  |  |  |
|  | 变换不变性和归一化 |  |  |  |  |
|  | 迭代最小化方法 |  |  |  |  |
|  | 算法的实验比较 |  |  |  |  |
|  | 鲁棒估计 |  |  |  |  |
|  | 单应的自动计算 |  |  |  |  |
|  |  | 5 算法评价和误差分析 |  |  |  |
|  | 性能的上下界 |  |  |  |  |
|  | 估计变换的协方差 |  |  |  |  |
|  | 协方差估计的蒙特卡洛法 |  |  |  |  |
|  |  | **第1篇 摄像机几何和单视图几何** |  |  |  |
|  |  | 6摄像机模型 |  |  |  |
|  | 有限摄像机 |  |  |  |  |
|  | 射影摄像机 |  |  |  |  |
|  | 无穷远摄像机 |  |  |  |  |
|  | 其他摄像机模型 |  |  |  |  |
|  |  | 7 摄像机矩阵P的计算 |  |  |  |
|  | 基本方程 |  |  |  |  |
|  | 几何误差 |  |  |  |  |
|  | 受限摄像机的估计 |  |  |  |  |
|  | 径向失真 |  |  |  |  |
|  |  | 8 进一步讨论单视图几何 |  |  |  |
|  | 射影摄像机对平面、直线和二次曲线的作用 |  |  |  |  |
|  | 光滑曲面的图像 |  |  |  |  |
|  | 射影摄像机对二次曲面的作用 |  |  |  |  |
|  | 摄像机中心的重要性 |  |  |  |  |
|  | 摄像机标定与绝对二次曲线的图像 |  |  |  |  |
|  | 消影点与消影线 |  |  |  |  |
|  | 仿射3D测量和重构 |  |  |  |  |
|  | 由单视图确定摄像机标定K |  |  |  |  |
|  | 单视图重构 |  |  |  |  |
|  |  | **第2篇 两视图几何** |  |  |  |
|  |  | 9 对极几何和基本矩阵 |  |  |  |
|  | 对极几何 |  |  |  |  |
|  | 基本矩阵F |  |  |  |  |
|  | 由特殊运动产生的基本矩阵 |  |  |  |  |
|  | 基本矩阵的几何表示 |  |  |  |  |
|  | 恢复摄像机矩阵 |  |  |  |  |
|  | 本质矩阵 |  |  |  |  |
|  |  | 10 摄像机和结构的3D重构 |  |  |  |
|  | 重构方法概述 |  |  |  |  |
|  | 重构的多义性 |  |  |  |  |
|  | 射影重构定理 |  |  |  |  |
|  | 分层重构 |  |  |  |  |
|  | 直接重构——利用地面知识 |  |  |  |  |
|  |  | 11 基本矩阵F的计算 |  |  |  |
|  | 基本方程 |  |  |  |  |
|  | 归一化8点算法 |  |  |  |  |
|  | 代数最小化算法 |  |  |  |  |
|  | 几何距离 |  |  |  |  |
|  | 算法的实验评估 |  |  |  |  |
|  | F的自动计算 |  |  |  |  |
|  | 计算F的特殊情形 |  |  |  |  |
|  | 其他元素的对应 |  |  |  |  |
|  | 退化 |  |  |  |  |
|  | 计算F的几何解释 |  |  |  |  |
|  | 对极线的包络 |  |  |  |  |
|  | 图像矫正 |  |  |  |  |
|  |  | 12 结构计算 |  |  |  |
|  | 问题陈述 |  |  |  |  |
|  | 线性三角测量法 |  |  |  |  |
|  | 几何误差代价函数 |  |  |  |  |
|  | Sampon近似（一阶几何矫正） |  |  |  |  |
|  | 最优解 |  |  |  |  |
|  | 估计3D点的概率分布 |  |  |  |  |
|  | 直线重构 |  |  |  |  |
|  |  | 13 场景平面和单应 |  |  |  |
|  | 给定平面的单应和逆问题 |  |  |  |  |
|  | 给定F和图像对应下平面诱导的单应 |  |  |  |  |
|  | 由平面诱导的单应计算F |  |  |  |  |
|  |  | 14仿射对极几何 |  |  |  |
|  | 仿射对极几何 |  |  |  |  |
|  | 仿射基本矩阵 |  |  |  |  |
|  | 由图像点对应估计FA |  |  |  |  |
|  | 三角测量 |  |  |  |  |
|  | 仿射重构 |  |  |  |  |
|  | Necker反转和浅浮雕多义性 |  |  |  |  |
|  |  | **第3篇 三视图几何** |  |  |  |
|  |  | 15 三焦点张量 |  |  |  |
|  | 三焦点张量的几何基础 |  |  |  |  |
|  | 三焦点张量和张量记号 |  |  |  |  |
|  | 转移 |  |  |  |  |
|  | 三幅视图的基本矩阵 |  |  |  |  |
|  |  | 16三焦点张量T的计算 |  |  |  |
|  | 基本方程组 |  |  |  |  |
|  | 归一化线性算法 |  |  |  |  |
|  | 代数最小化算法 |  |  |  |  |
|  | 几何距离 |  |  |  |  |
|  | 算法的实验评价 |  |  |  |  |
|  | T的自动计算 |  |  |  |  |
|  |  | **第4篇 N视图几何** |  |  |  |
|  |  | 17 N线性和多视图张量 |  |  |  |
|  | 双线性关系 |  |  |  |  |
|  | 三线性关系 |  |  |  |  |
|  | 四线性关系 |  |  |  |  |
|  | 四张平面的交 |  |  |  |  |
|  | 计数讨论 |  |  |  |  |
|  | 独立方程数 |  |  |  |  |
|  |  | 18 N视图计算方法 |  |  |  |
|  | 射影重构——捆集调整 |  |  |  |  |
|  | 仿射重构——分解算法 |  |  |  |  |
|  | 非刚性分解 |  |  |  |  |
|  | 射影分解 |  |  |  |  |
|  | 利用平面的射影重构 |  |  |  |  |
|  | 由序列重构 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  | Slam十四讲 |  |  |  |
|  |  | 2初识SLAM |  |  |  |
|  | 引子：小萝卜的例子 |  |  |  |  |
|  | 经典视觉SLAM 框架 |  | 视觉里程计  后端优化  回环检测  建图 |  |  |
|  | SLAM 问题的数学表述 |  |  |  |  |
|  | 实践：编程基础 |  | 安装Linux 操作  Hello SLAM  使用cmake  使用库  使用IDE |  |  |
|  |  | 3 三维空间刚体运动 |  |  |  |
|  | 旋转矩阵 |  | 点和向量，坐标系  坐标系间的欧氏变换  变换矩阵与齐次坐标 |  |  |
|  | 实践：Eigen |  |  |  |  |
|  | 旋转向量和欧拉角 |  | 旋转向量  欧拉角 |  |  |
|  | 四元数 |  | 四元数的定义  四元数的运算  用四元数表示旋转  四元数到旋转矩阵的转换 |  |  |
|  | 相似、仿射、射影变换 |  |  |  |  |
|  | 可视化演示 |  |  |  |  |
|  |  | 4 李群与李代数 |  |  |  |
|  | 李群与李代数基础 |  | 群  李代数的引出  李代数的定义  李代数so(3)  李代数se(3) |  |  |
|  | 指数与对数映射 |  | SO(3) 上的指数映射  SE(3) 上的指数映射 |  |  |
|  | 李代数求导与扰动模型 |  | BCH 公式与近似形式  SO(3) 李代数上的求导  李代数求导  扰动模型（左乘）  SE(3) 上的李代数求导 |  |  |
|  | 实践：Sophus |  |  |  |  |
|  |  | 5 相机与图像 |  |  |  |
|  | 相机模型 |  | 相机模型  畸变  双目相机模型  RGB-D 相机模型 |  |  |
|  | 图像 |  |  |  |  |
|  | 实践：图像的存取与访问 |  |  |  |  |
|  |  | 6 非线性优化 |  |  |  |
|  | 状态估计问题 |  | 大后验与大似然  小二乘的引出 |  |  |
|  | 非线性小二乘 |  | 一阶和二阶梯度法110  高斯牛顿法111  列文伯格—马夸尔特方法 |  |  |
|  | 实践：Ceres |  | Ceres 简介  安装Ceres  使用Ceres 拟合曲线 |  |  |
|  | 实践：g2o |  | 图优化理论简介  g2o 的编译与安装  使用g2o 拟合曲线 |  |  |
|  |  | 7 视觉里程计 |  |  |  |
|  | 特征点法 |  | 特征点  ORB 特征  特征匹配 |  |  |
|  | 实践：特征提取和匹配 |  |  |  |  |
|  | 2D-2D: 对极几何 |  | 对极约束  本质矩阵  单应矩阵 |  |  |
|  | 实践：对极约束求解相机运动 |  |  |  |  |
|  | 三角测量 |  |  |  |  |
|  | 实践：三角测量 |  | 三角测量代码 |  |  |
|  | 3D-2D：PnP |  | 直接线性变换  P3P  Bundle Adjustment |  |  |
|  | 实践：求解PnP |  | 使用EPnP 求解位姿  使用BA 优化 |  |  |
|  | 3D-3D：ICP |  | SVD 方法  非线性优化方法 |  |  |
|  | 实践：求解ICP |  | SVD 方法  非线性优化方法 |  |  |
|  |  | 8 视觉里程计2 |  |  |  |
|  | 直接法的引出 |  |  |  |  |
|  | 光流（Optical Flow） |  |  |  |  |
|  | 实践：LK 光流 |  | 使用TUM 公开数据集  使用LK 光流 |  |  |
|  | 直接法（Direct Method） |  | 直接法的推导  直接法的讨论 |  |  |
|  | 实践：RGB-D 的直接法 |  | 稀疏直接法  定义直接法的边  使用直接法估计相机运动  半稠密直接法  直接法的讨论  直接法优缺点总结 |  |  |
|  |  | 9 实践：设计前端 |  |  |  |
|  | 搭建VO 框架 |  | 确定程序框架  确定基本数据结构  Camera 类  Frame 类  MapPoint 类  Map 类  Config 类 |  |  |
|  | 基本的VO：特征提取和匹配 |  | 两两帧的视觉里程计 |  |  |
|  | 改进：优化PnP 的结果 |  |  |  |  |
|  | 改进：局部地图 |  |  |  |  |
|  |  | 10 后端1 |  |  |  |
|  | 概述 |  | 状态估计的概率解释  线性和KF  非线性和EKF  EKF 的讨论 |  |  |
|  | BA 与图优化 |  | 投影模型和BA 代价函数  BA 的求解  稀疏性和边缘化  鲁棒核函数 |  |  |
|  | 实践：g2o |  | BA 数据集  g2o 求解BA  求解 |  |  |
|  | 实践：Ceres |  | Ceres 求解BA  求解 |  |  |
|  |  | 11后端2 |  |  |  |
|  | 位姿图（Pose Graph） |  | Pose Graph 的意义  Pose Graph 的优化 |  |  |
|  | 实践：位姿图优化 |  | g2o 原生位姿图  李代数上的位姿图优化 |  |  |
|  | 因子图优化初步 |  | 贝叶斯网络  因子图  增量特性 |  |  |
|  | 实践：gtsam |  |  |  |  |
|  |  | 12回环检测 |  |  |  |
|  | 回环检测概述 |  | 回环检测的意义  方法  准确率和召回率 |  |  |
|  | 词袋模型 |  |  |  |  |
|  | 字典 |  | 字典的结构  实践：创建字典 |  |  |
|  | 相似度计算 |  | 理论部分  实践：相似度的计算 |  |  |
|  | 实验分析与评述 |  | 增加字典规模  相似性评分的处理  关键帧的处理  检测之后的验证  与机器学习的关系 |  |  |
|  |  | 13建图 |  |  |  |
|  | 概述 |  |  |  |  |
|  | 单目稠密重建 |  | 立体视觉  极线搜索与块匹配  高斯分布的深度滤波器 |  |  |
|  | 实践：单目稠密重建 |  |  |  |  |
|  | 实验分析与讨论 |  | 像素梯度的问题  逆深度  图像间的变换  并行化：效率的问题  其他的改进 |  |  |
|  | RGB-D 稠密建图 |  | 实践：点云地图  八叉树地图  实践：八叉树地图 |  |  |
|  |  | 14 SLAM：现在与未来 |  |  |  |
|  | 当前的开源方案 |  | MonoSLAM  PTAM  ORB-SLAM  LSD-SLAM  SVO  RTAB-MAP |  |  |
|  | 未来的SLAM |  | 视觉+ 惯性导航SLAM  语义SLAM  SLAM 的未来 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |