



机器视觉测量与建模

Machine vision based surveying and modelling



李明磊

南京航空航天大学 电子信息工程学院

E-mail: minglei_li@nuaa.edu.cn

慕课网址 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course/216682762.html>

1



- 课程网站
 - <https://mooc1-1.chaoxing.com/course/216682762.html>
- 参考网站
 - <http://www.cvg.ethz.ch/teaching/compvis/>
 - <http://graphics.cs.cmu.edu/courses/15-463/>
 - <http://www.cs.cmu.edu/~16385/>

先修课程：高等数学、线性代数、概率论、数字图像处理



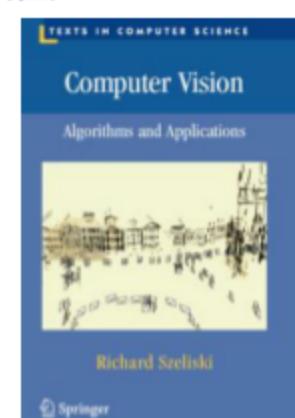
教材：李明磊， 《计算机视觉三维测量与建模》，电子工业出版社，2022.

参考书

《Computer Vision: Algorithms and Applications》
by Richard Szeliski
<http://szeliski.org/Book/>

Also Simon Prince's book, available free online
<http://computervisionmodels.blogspot.com/>

《Computer Vision: A Modern Approach》
by David Forsyth and Jean Ponce.
《Digital Image Processing》
by Rafael Gonzalez and Richard Woods.



2

要求与考核

32学时

平时成绩40% + 课程报告60%

1、平时成绩：选择下列内容中的任意一项，完成并在课堂上进行展示：

1. 课堂考勤提问
2. 一次课后作业
3. 一次课堂报告

2、课程报告：围绕某一个课程主题的综述性分析报告或技术研究报告或文献翻译，图文并茂，含参考文献约1.0万字。报告考察的方面包括：

- 形式检索（科技写作的规范性）；
- 英文阅读能力（文献检索、翻译水平）；
- 理论技术内容的完整性（主题介绍的逻辑性和科学性）；
- 主观思维能力（对相关技术和理论的理解，强调主观分析能力）。

3

课程大纲

1. 绪论

- 1.1 机器视觉的发展
- 1.2 三维测量与建模的应用举例
- 1.3 视觉处理中的挑战问题

2. 图像处理的基础

- 2.1 图像的感知与获取
- 2.2 坐标转换基础
- 2.3 透视投影的相机模型
- 2.4 射影几何基础



3. 摄像机的几何标定

- 3.1 相机标定的基本概念
- 3.2 直接线性变换法标定
- 3.3 棋盘格摄像机标定方法
- 3.4 其它标定算法



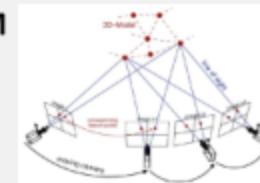
4. 特征提取与匹配

- 4.1 图像梯度信息
 - 4.2 特征点提取
 - 4.3 特征匹配
- 课内实验 --



5. 由运动恢复结构SfM

- 5.1 对极几何
- 5.2 二视图重建
- 5.3 光束法平差



6. 双目立体视觉

- 6.1 双目视觉系统介绍
- 6.2 密集匹配
- 6.3 结构光三维成像



7. 三维点云滤波与表面建模

- 7.1 三维点云的基本特征
- 7.2 点云数据空间结构增强
- 7.3 表面建模概念和方法





1. 绪论

- 1.1 机器视觉的发展
- 1.2 三维测量与建模的应用举例
- 1.3 视觉处理中的挑战问题

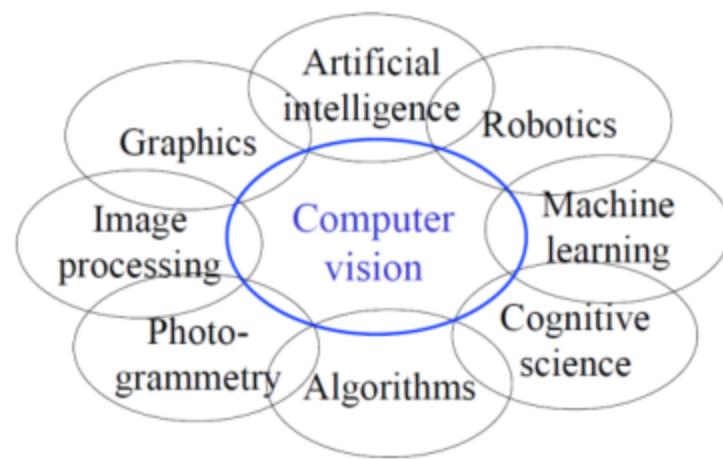
李明磊@nuaa

6



1.1 机器视觉的发展

Related disciplines



1. 几何 (Geometry)

位置
距离
尺寸
形状
.....

2. 语义 (Semantics)

是什么
做什么
为什么
.....

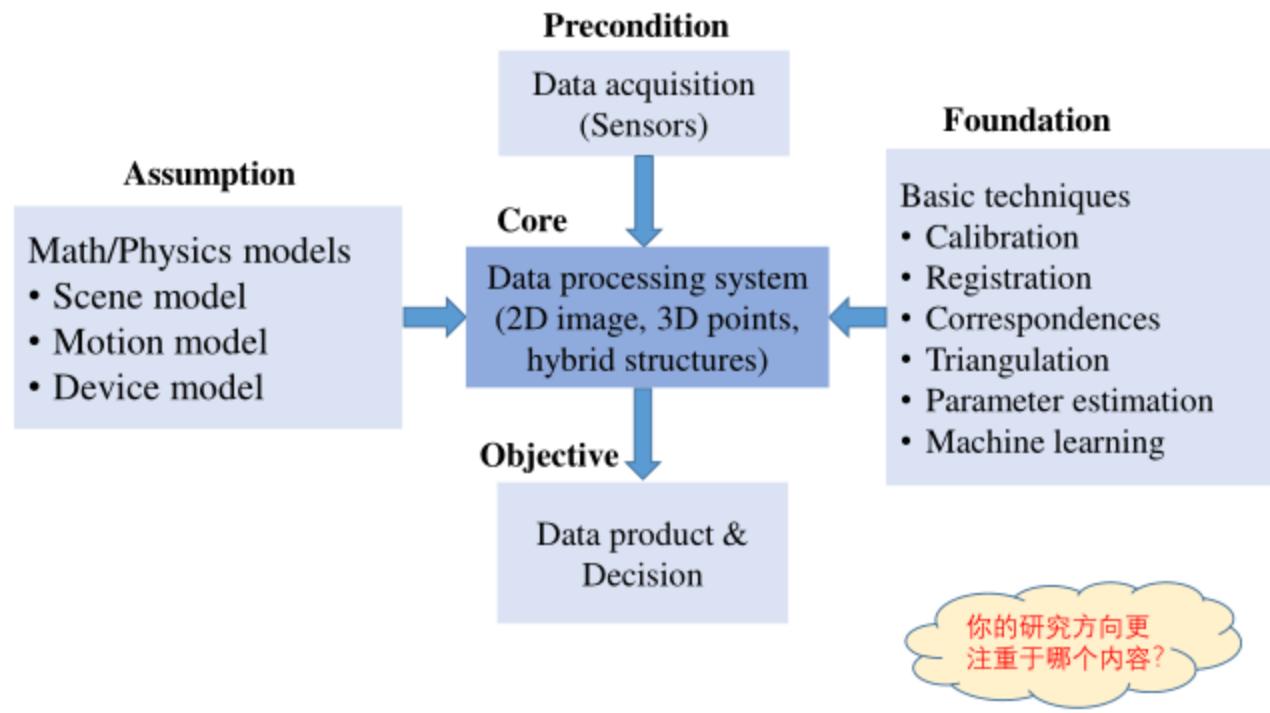
相似课程：计算机视觉、机器视觉、摄影测量与遥感

李明磊@nuaa

7



1.1 机器视觉的发展



李明磊@nuaa

8



1.1 机器视觉的发展

上世纪90年代



3D建模



指纹生物识别



增强现实

李明磊@nuaa

9



1.1 机器视觉的发展

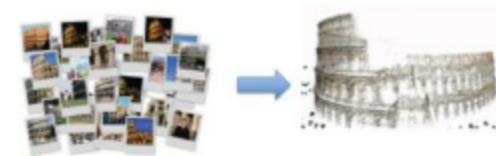
2000年后



人脸自动对焦



全景拼接



大规模三维重建



Photometria

李明磊@nuaa

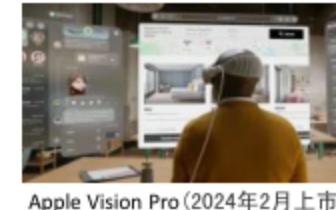
10



1.1 机器视觉的发展

近10年来

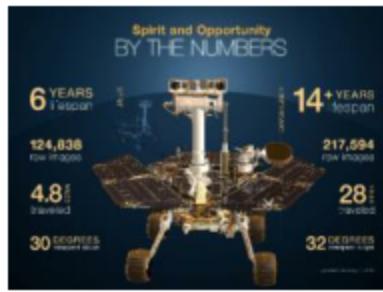
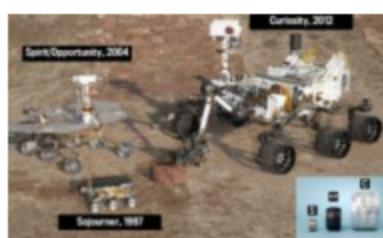
- Efficient SLAM/SFM
- Large scale image repositories
- Deep learning (e.g. ImageNet)
- Better clouds ☺
- More bandwidth
- Increase computational power



Apple Vision Pro (2024年2月上市)



华为问界M9



“毅力号”(NASA Perseverance)
2020年7月30日发射，2021年2月18日落火。



祝融号，为天问一号任务火星车。
2020年7月23日发射升空，2021年5月15日落火成功。



祝融号火星车合影

李明磊@nuaa

11



1. 几何 (Geometry)

位置
距离
尺寸
形状
.....

2. 语义 (Semantics)

是什么
做什么
为什么
.....

“形与意”



李明磊@nuaa



图像或视频
Image/Video

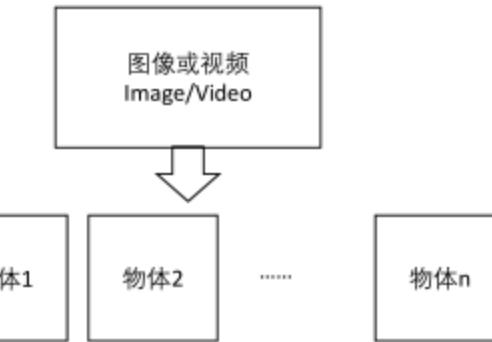


李明磊@nuaa

13

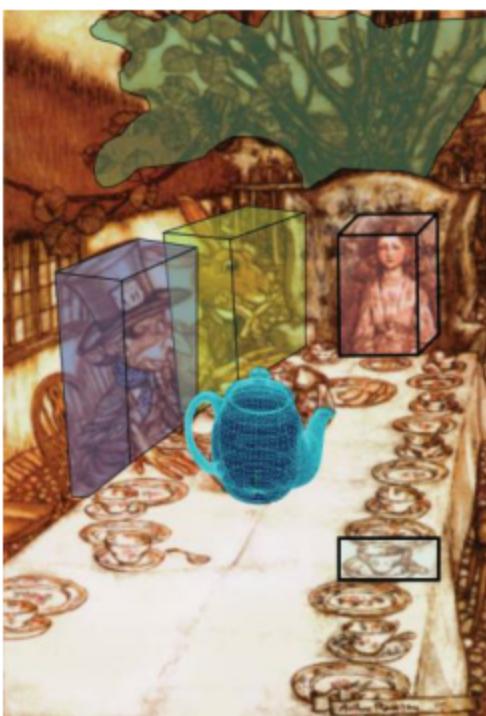


语义识别

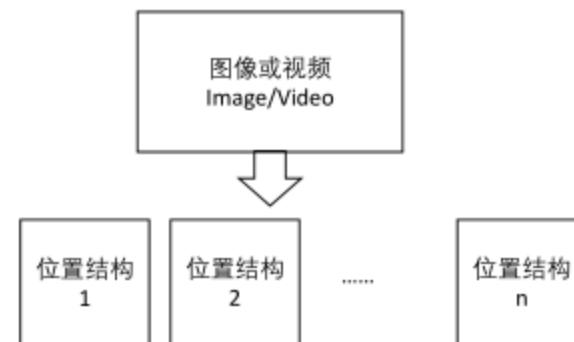


李明磊@nuaa

14

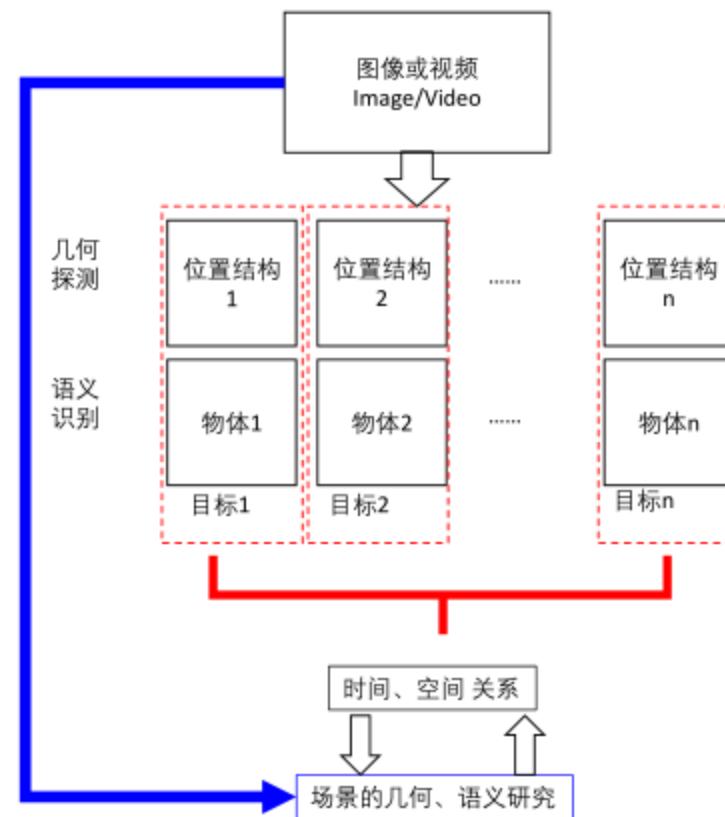


几何探测



李明磊@nuaa

15



李明磊@nuaa

16

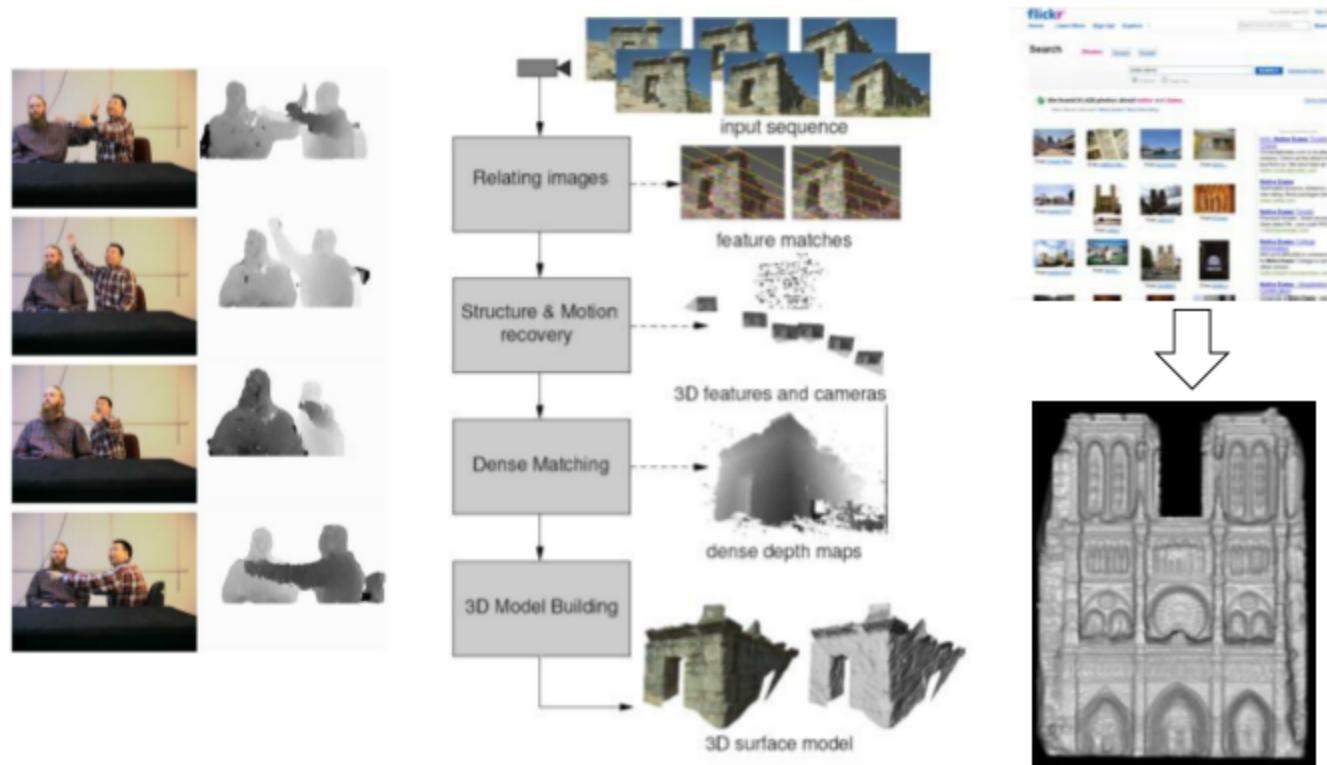


1.2 三维测量与建模的应用举例

李明磊@nuaa

17

1.2 三维测量与建模的应用举例



李明磊@nuaa

18

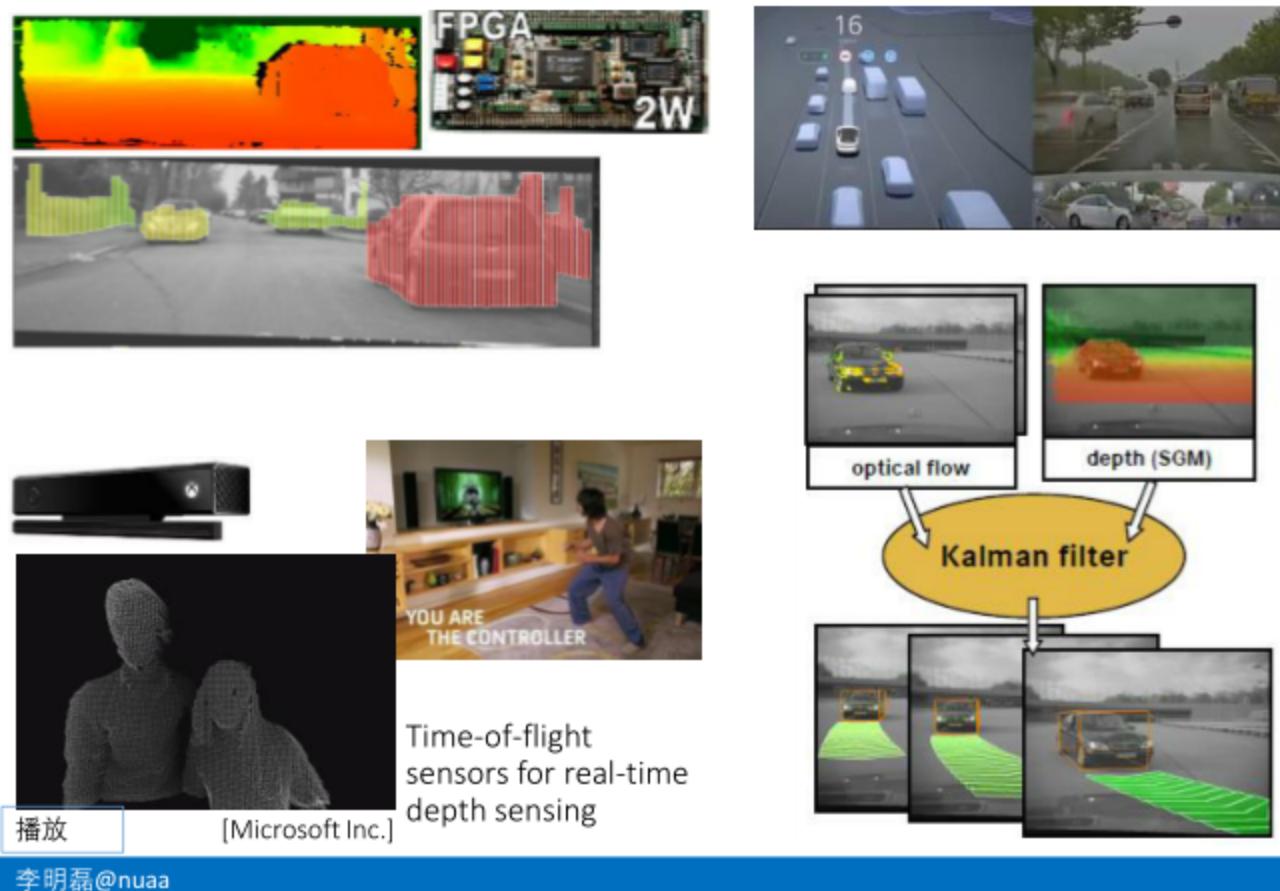
1.2 三维测量与建模的应用举例



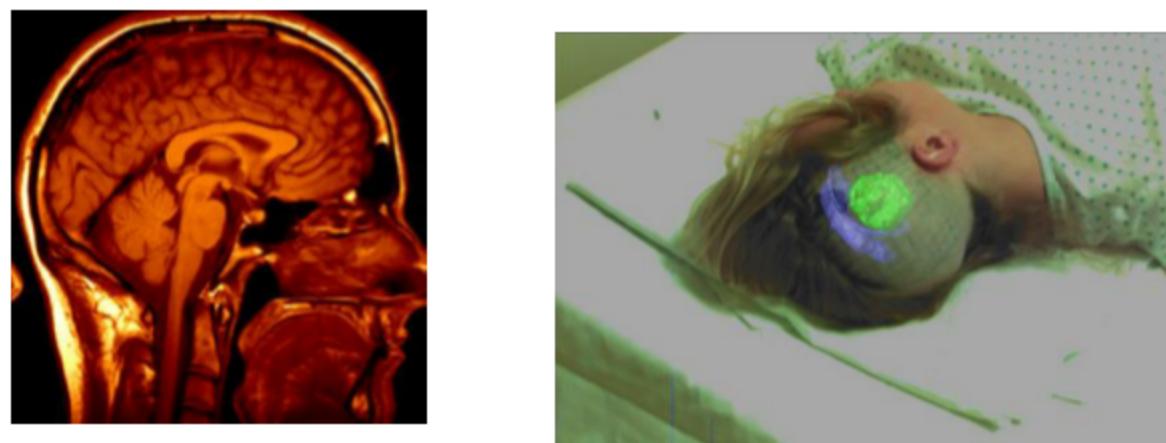
李明磊@nuaa

19

1.2 三维测量与建模的应用举例



1.2 三维测量与建模的应用举例



3D imaging
MRI, CT

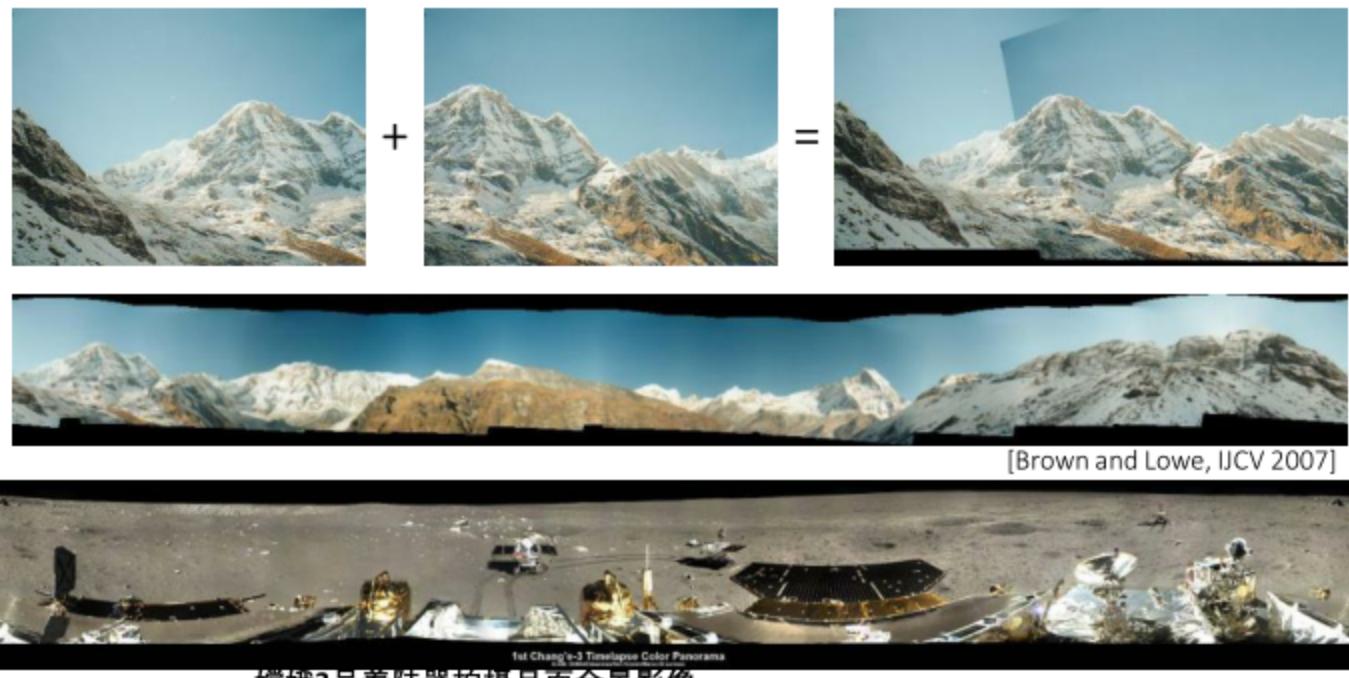
Image guided surgery
Grimson et al., MIT

1.2 三维测量与建模的应用举例

22

Process image collections

Auto-stitching images into panoramas



李明磊@nuaa

22

1.3 视觉处理中的挑战问题

李明磊@nuaa

23

1.3 视觉处理中的挑战问题

视角 viewpoint variation



光照 illumination



李明磊@nuaa

24

1.3 视觉处理中的挑战问题

25

The arrow illusion

Prof. Kokichi Sugihara has many other amazing illusions involving perspective distortion, check them out on YouTube or on his website:
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~kokichis/>



@physicsfun

播放

李明磊@nuaa

25

1.3 视觉处理中的挑战问题

尺度 Scale



变形 deformation



徐悲鸿 1943

李明磊@nuaa

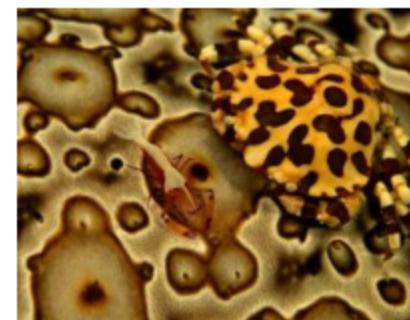
26

1.3 视觉处理中的挑战问题

遮挡 occlusion



复杂背景 background clutter



运动 motion



李明磊@nuaa

27

1.3 视觉处理中的挑战问题

28

Process (very) large image collections

Using the Internet as your camera



reconstructing cities from Internet photos

播放

Mining Time-Lapse Videos from Internet Photos

Ricardo Martin-Brualla¹ David Gallup² Steve Seitz^{1,2}

¹University of Washington ²Google



time-lapse from Internet photos

[Agarwal et al., ICCV 2009] [Martin-Brualla et al., SIGGRAPH 2015]

李明磊@nuaa

28

1.3 视觉处理中的挑战问题

29

Vertigo effect 眩晕



How would you
create this effect?

播放

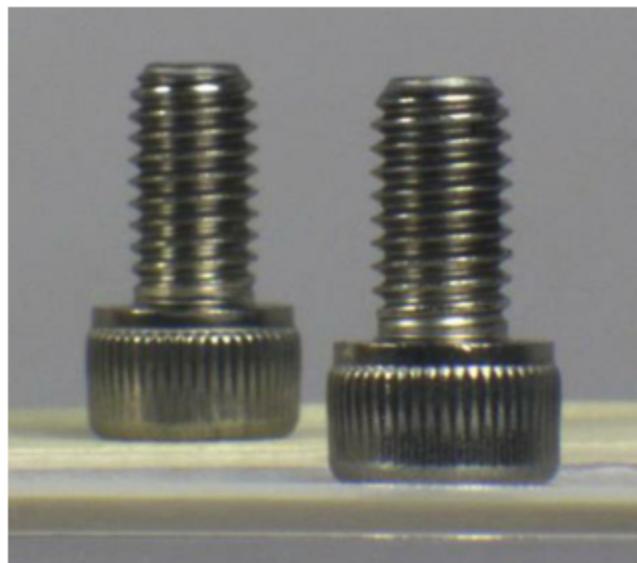
李明磊@nuaa

29

1.3 视觉处理中的挑战问题

30

Regular vs telecentric lens



regular lens



telecentric lens (远心镜头)

李明磊@nuaa

30

1.3 视觉处理中的挑战问题

31

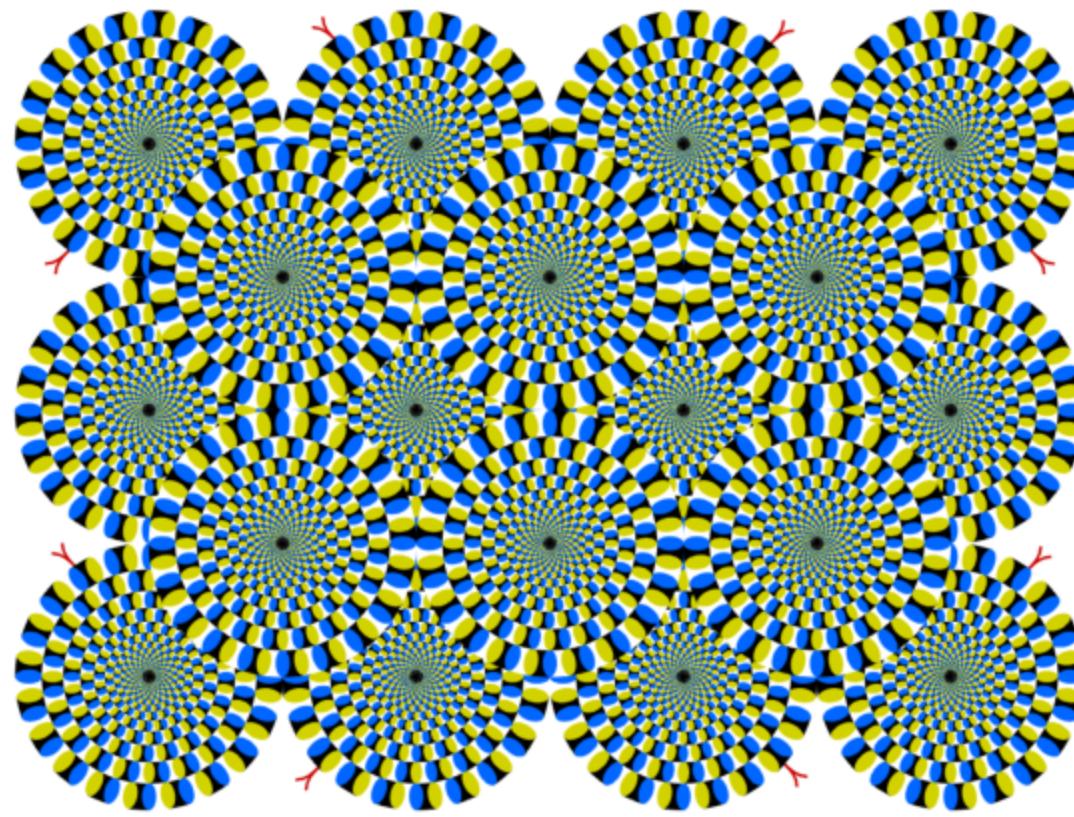
Forced perspective



李明磊@nuaa

31

1.3 视觉处理中的挑战问题



李明磊@nuaa

32

1.3 视觉处理中的挑战问题

33

The Ames room illusion



李明磊@nuaa

33