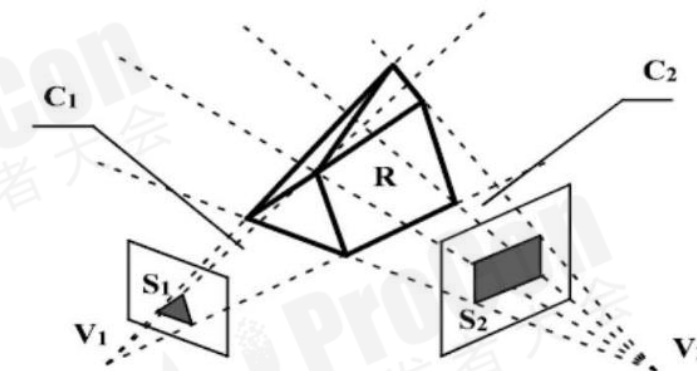
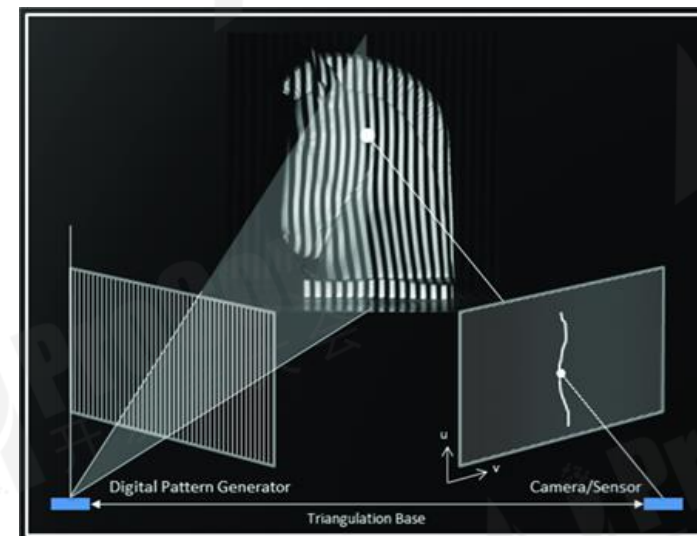


3D机器人视觉在仓储物流和工业自动化领域的应用

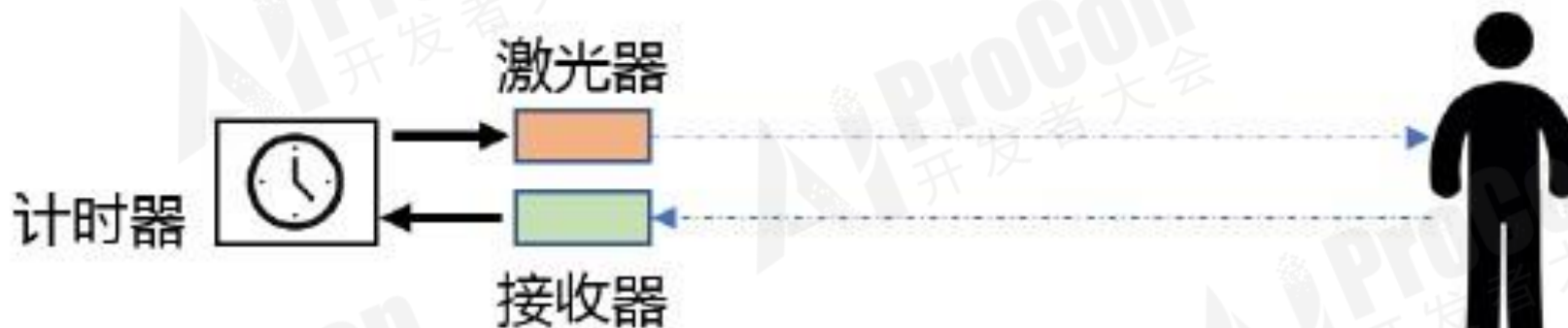
杭州灵西机器人

3D视觉成像原理分类

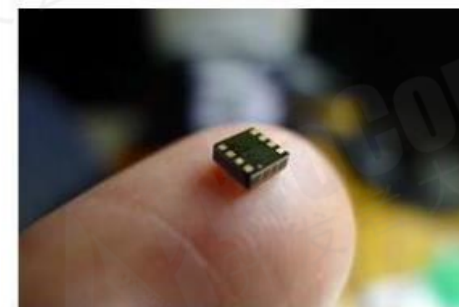
- 飞行时间原理
- 三角测量原理
 - 双目/多目
 - 线结构光
 - 相移结构光
 - 散斑结构光
- 散斑编码原理
- 多光谱共焦原理
- 其他原理
 - 光度测量
 - 干涉测量



飞行时间原理

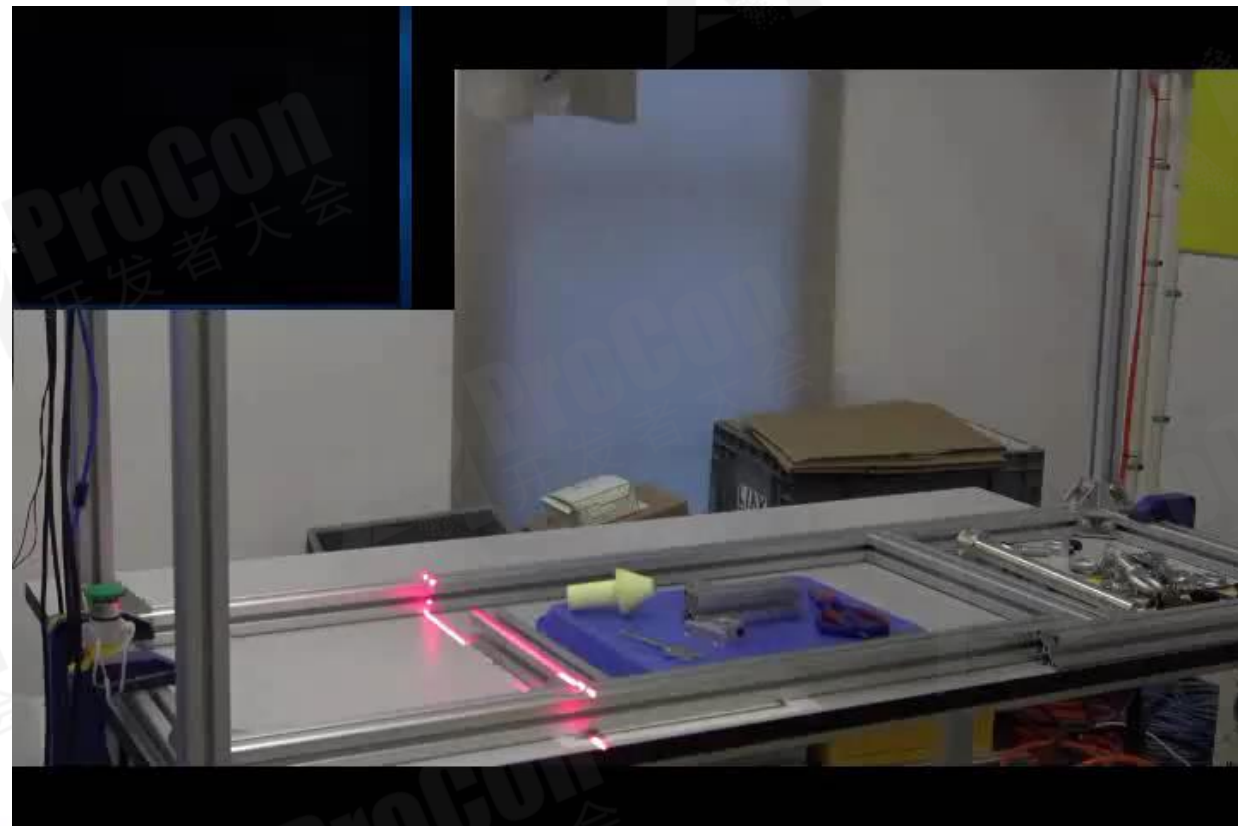
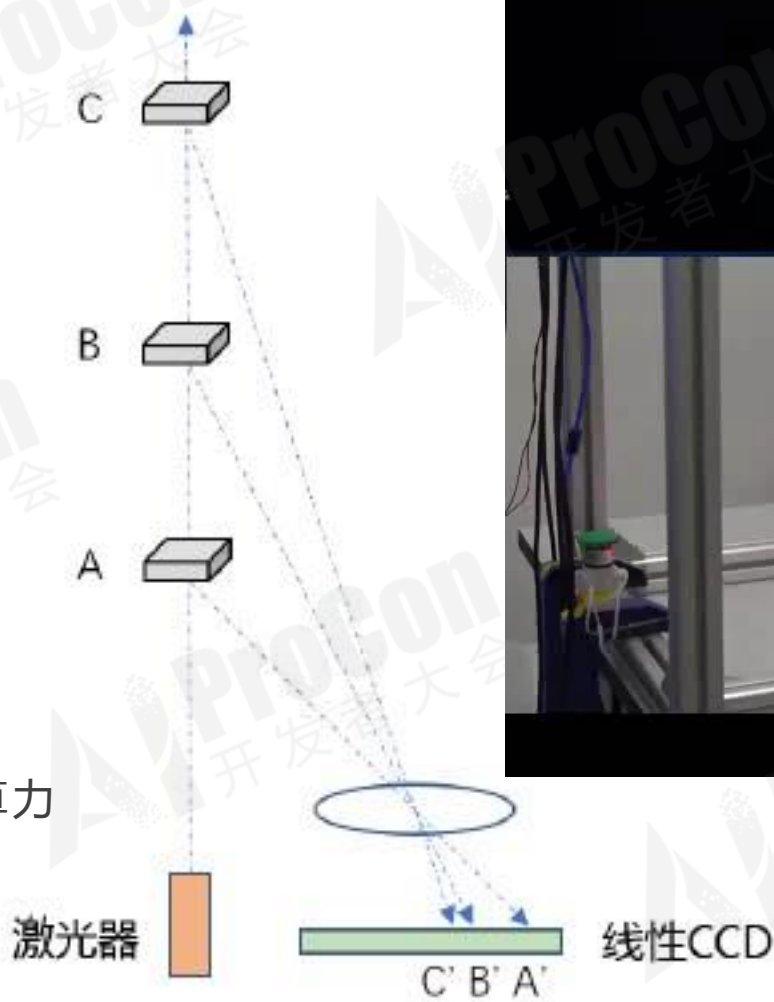


- 红外ToF：体积小、直接输出深度信息、亚厘米级精度
- 超声ToF：相对于红外ToF，超声波ToF的优势包括：
 - 可在阳光直射下工作
 - 更低的功耗（超声波ToF为数十个微瓦，而红外ToF需要数十个毫瓦）
 - 更大的视场，仅需一个超声波ToF传感器便能提供高达180°的视场
 - 毫米级精度



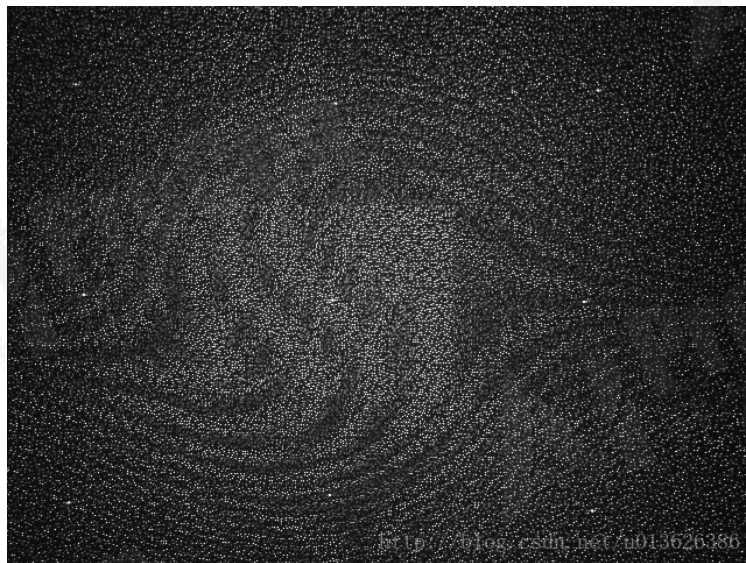
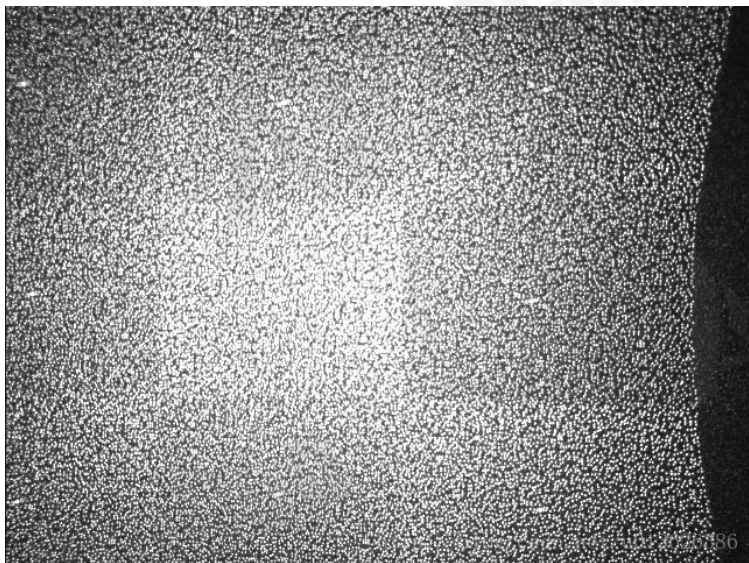
三角测量原理

- 双目/多目
 - 受限于物体表面纹理
 - 可工作于室外大场景
- 线结构光
 - 受限于运动机构精度
 - 精度相对较高
- 相移结构光
 - 受限于结构光模组、算力
 - 精度相对较高
- 散斑结构光
 - 受限于点云密度、散斑投射精度



散斑编码原理 (Light Coding)

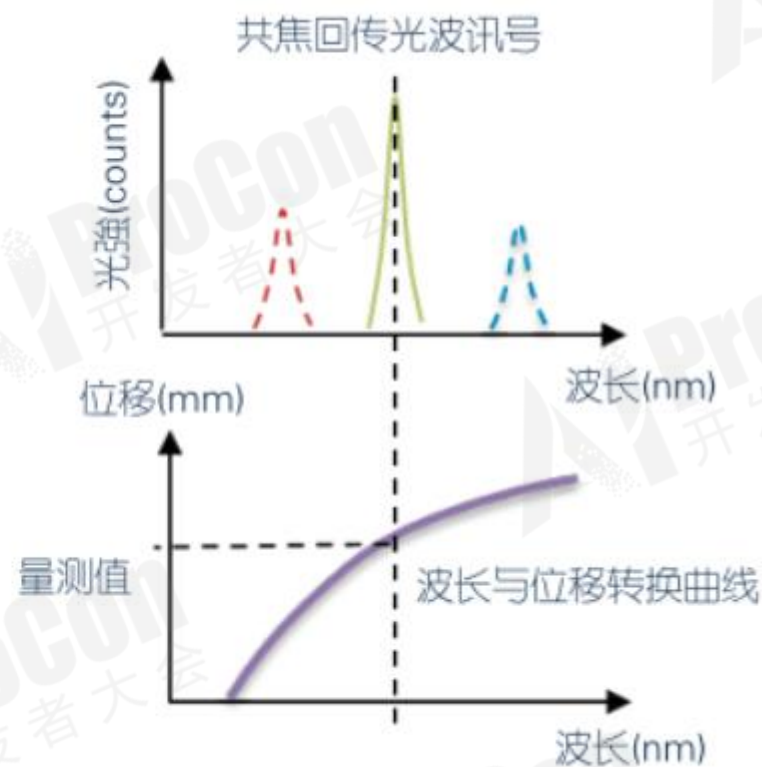
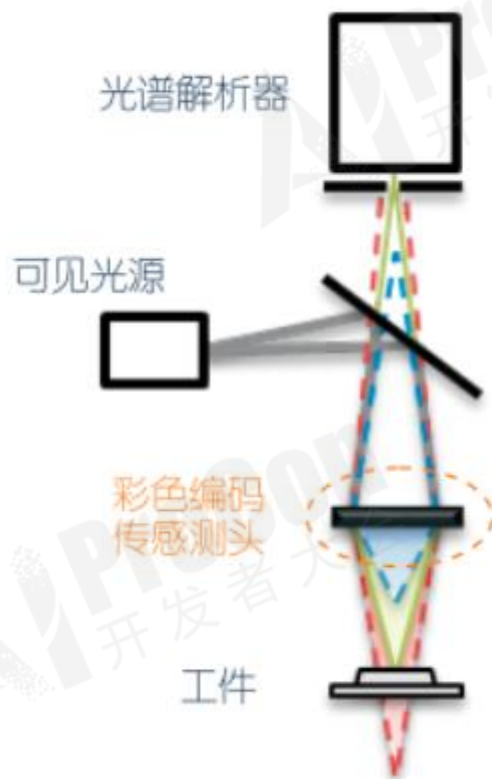
- 散斑编码原理，通常被称为light coding技术，该原理与传统的编码结构光不同（coded structure light）
- 传统编码结构光（空间编码，时间编码）实际中通常最终使用的是三角测量原理计算深度信息；
- Light coding通过投射具有高度伪随机性的激光散斑，会随着不同距离变换不同的图案，对三维空间直接标记，通过观察物体表面的散斑图案就可以判断其深度。



Kinect V1 在0.5m、1.0m和1.5m处投射的激光散斑图案

光谱共焦测量原理

- 优点：
 - 精度高，微米级精度
- 缺点：
 - 测量慢
 - 对光学设计、工艺要求高
 - 多为单点，线阵比较难做



3D视觉：传统方法 VS 学习方法

- 光测度算法

光测度方法通过分析一个像素点的亮度变化来恢复三维结构

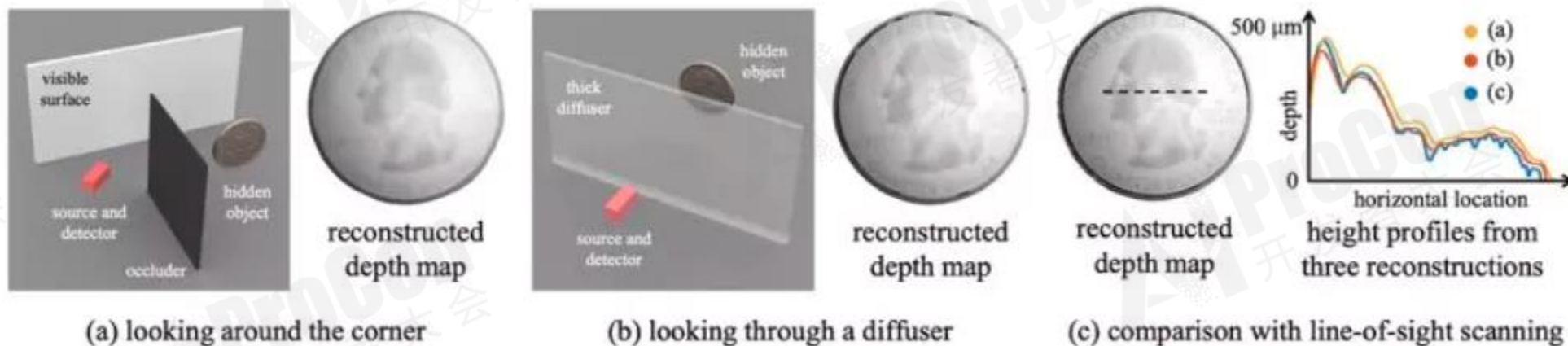
- 几何方法

主要依靠视差，或者说同一个三维点在不同相机中的投影位置的差异，来恢复三维结构

- 学习方法

基于先验统计，试图从单幅图像中恢复三维结构













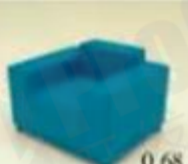















3D视觉：传统方法 VS 学习方法



CVPR 2019 最佳论文的非可视区域成像方法。研究人员考虑了一些重建物体表面的情况：a) 处于传感器的视野之外；b) 被漫射器遮挡。在 c) 中，研究人员对比了他们的重建结果，和对物体进行深度扫描的真实结果。

- 首先，论文研究者发现，光强度在时间上的极值点对应反射物体局部几何形状的极值点。
- 其次，作者论证了极值点到相机的光线的长度场梯度可用于重建反射物的三维形状，可以获得毫米级精度。
- 局限性：论文使用的算法要求场景中物体是均一材料，对光源要求很高，相机可见范围内不能有其他物体遮挡。

3D视觉：传统方法 VS 学习方法

Input	Ground truth	AtlasNet	OGN	Matryoshka	Clustering	Retrieval	Oracle NN
		 0.69	 0.78	 0.77	 0.73	 0.75	 0.93
		 0.15	 0.59	 0.71	 0.58	 0.68	 0.72
		 0.62	 0.77	 0.67	 0.81	 0.92	 0.98
		 0.26	 0.42	 0.69	 0.44	 0.39	 0.47

CVPR2019论文 [What Do Single-view 3D Reconstruction Networks Learn?] 中几类三维重建方法的对比

作者分析，对于测试集中的每一个物体，训练集中都有一个非常像的物体，所以基于 IoU 的评价指标，搜索 (Retrieval) 方法可以获得很高的得分。而神经网络会被这样的评价指标和数据集误导，没有学会三维重建，反而学会了搜索、聚类。

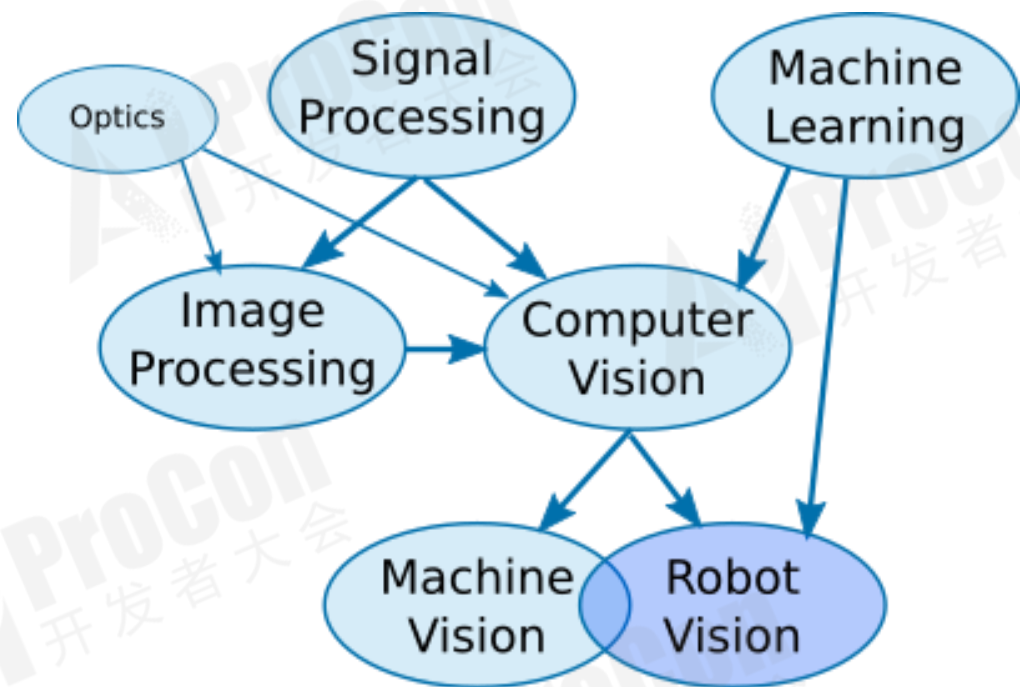
3D视觉：几何方法 VS 学习方法

- 传统方法不会被学习方法所取代，融合是趋势
 - CodeSLAM — Learning a Compact, Optimisable Representation for Dense (CVPR 2018 年的 best paper 提名奖, 研究使用了深度学习的方法从单张图中用神经网络提取出若干个 basis function (基函数) 来表示场景的深度, 这些基函数表示可以极大简化传统几何方法中的优化问题。
 - BA-Net: Dense Bundle Adjustment Network, (ICLR2019, OpenReview Rank 6), 研究将 Bundle Adjustment 优化算法做成神经网络的一层, 以便训练出更好的基函数生成网络, 并且训练更适合作为优化目标函数的特征。
- 在工业领域, 依旧需要传统方法来保证其可靠性、可控性

机器人视觉

- 机器人视觉，是指不仅要把视觉信息作为输入，而且还要对这些信息进行处理，进而提取出有用的信息提供给机器人（引导机器人作用于外部世界）

Technique	Input	Output
Signal Processing	Electrical signals	Electrical signals
Image Processing	Images	Images
Computer Vision	Images	information/features
Pattern Recognition/Machine Learning	Information/features	information
Machine Vision	Images	information
Robot Vision	Images	Physical Action



3D机器人视觉的必要性

- 3D机器人视觉真正让机器人具有人类的视角
- 机器人感知三维物体，确定其在三维空间中的位置
- 机器人作用于三维世界，在三维空间中进行轨迹规划

自动规划与拼装



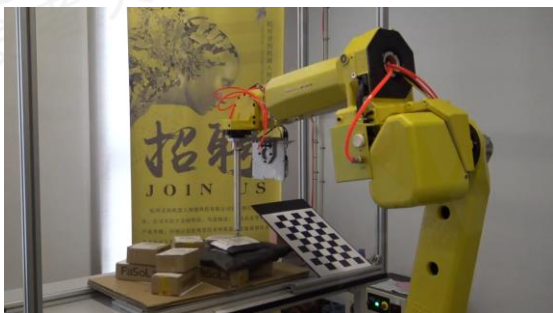
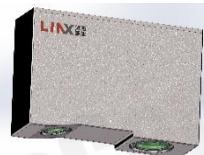
装箱



无序抓取



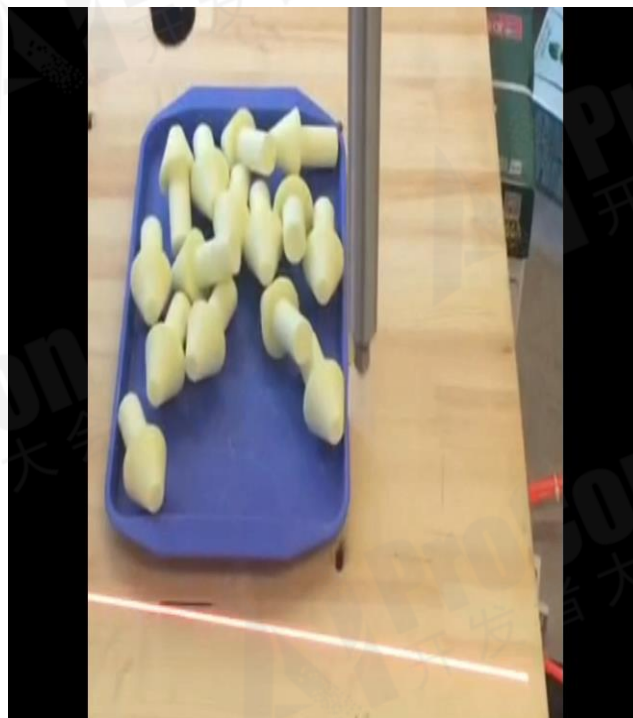
LINX



双目散斑相机



线结构光相机



面结构光相机



仓储物流领域的应用



仓储案例：多SKU品类混合拆垛码垛

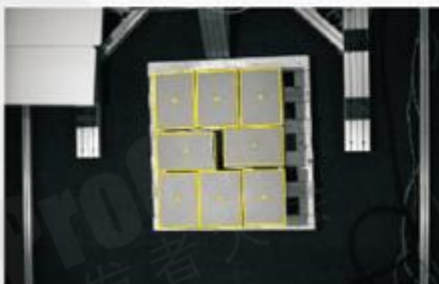
LINX



单一SKU垛型



混合SKU垛型



■自主视觉系统



■可视化操作界面

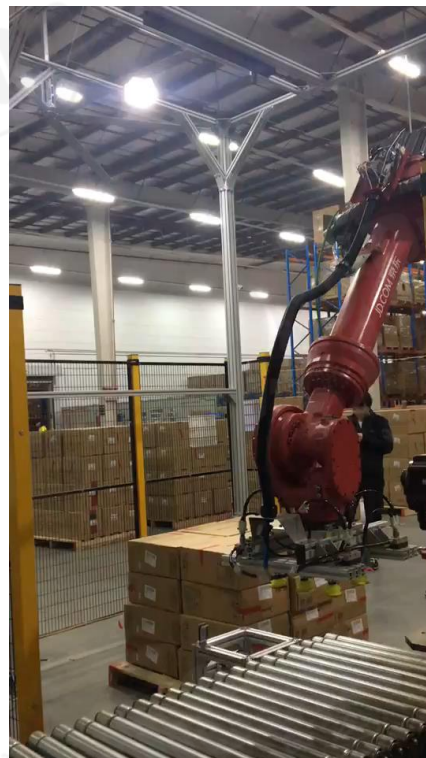
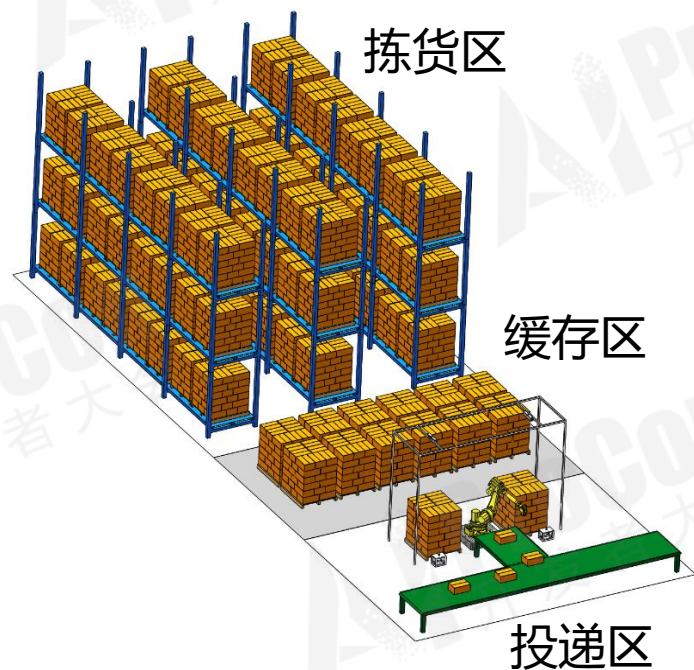
案例介绍

箱内货物	厨卫小家电
单箱重量	2KG~25KG
箱子尺寸	100mm-800mm
箱子外形	有膨胀
难点	<ol style="list-style-type: none"> 1. SKU种类多 2. 包装情况复杂 3. 输入信息不足

实际效果

速度快	拆垛速度最高达600件/小时
作业时间长	24小时连续作业
支持大垛型	最大垛型尺寸可达1.6m*1.6m，高度达1.8m
混合拆垛码垛	SKU达20000个 支持多品类包裹的拆垛码垛操作
易于操作	可视化操作平台，非常简便的操作流程
易于部署	可以快速、稳定的能够无缝对接各厂家机器人

产品案例

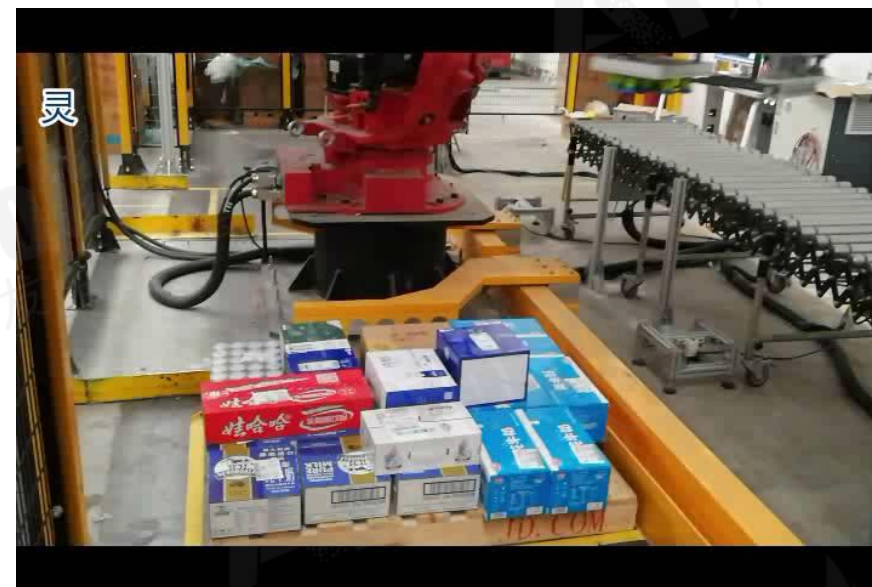


单一SKU垛型



混合SKU垛型





产品案例



物流案例——快速识别、高抓取率、高协调性

LINX

与AGV配合进行快递分拣



快递供包系统



快递外包装要求繁杂
(按不同重量、商品种类、运输要求等)

ZTO 中通快递
ZTO EXPRESS



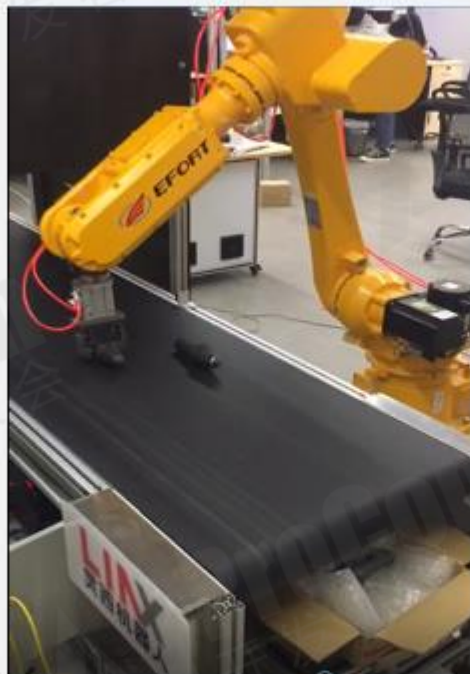
时效要求极高
(每小时抓件近千件)

实际效果

易于操作	可视化操作平台, 简便的操作流程
快速识别	视觉对包裹的响应速度为20ms以内
高抓取率	单机器人效率1200件/小时 最多支持30台机器人同时抓取 多机器人效率达36000件/小时

工业领域案例——零部件混乱分拣，实现傻瓜式应用

LINX



某界500强企业工件上下料环节



颜色黑色&
反光液体



同一工件仅尺寸
就达几十种

实际效果

易于操作	傻瓜式操作，无需人工干预
准确率高	抓取成功率高达99.99%以上
速度快	分拣速度最高达1000件/小时
适用性广	适用36种不同尺寸规格的零部件



产品案例



ProCon

开发者大会

Thank
You



LINX

机器人视觉完整解决方案



谢谢观看

