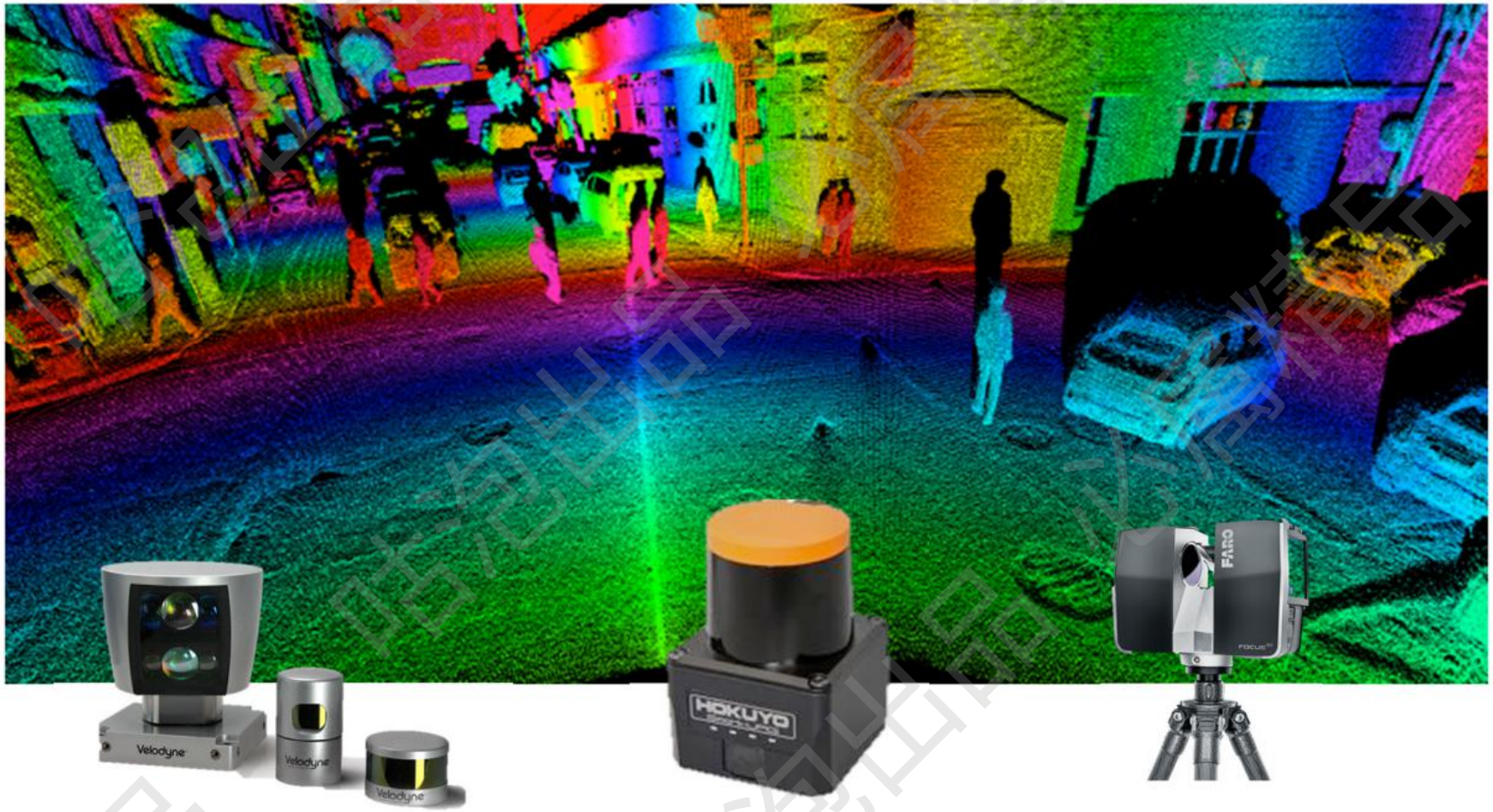
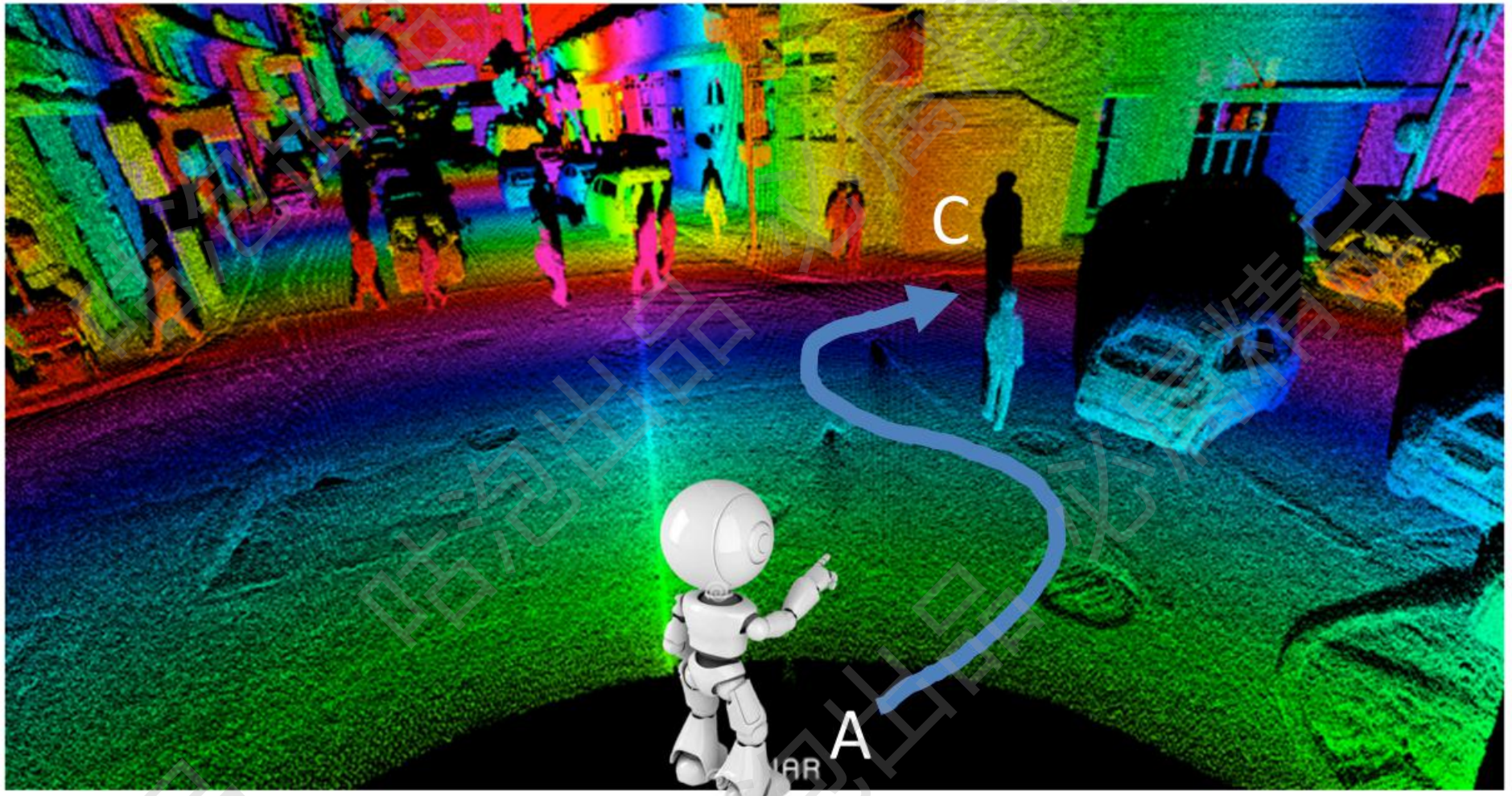
三维重建基础

- 应用领域概述



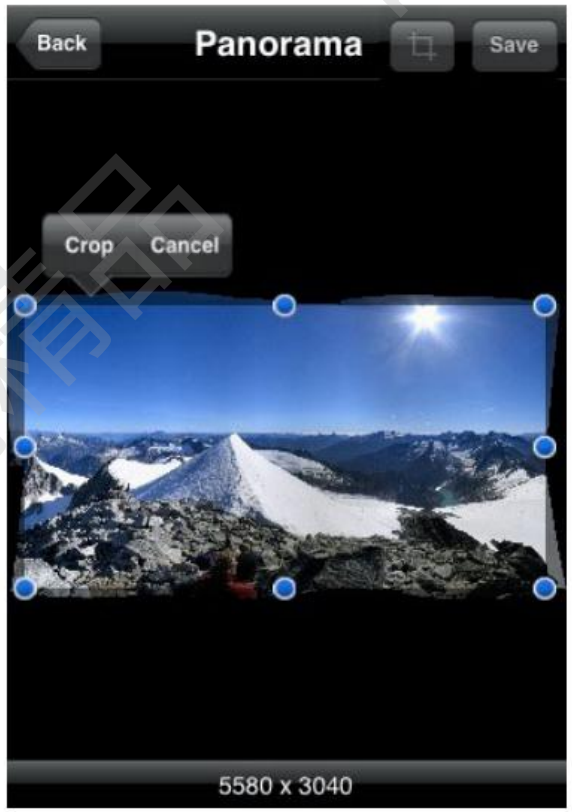
三维重建基础

- 应用领域概述



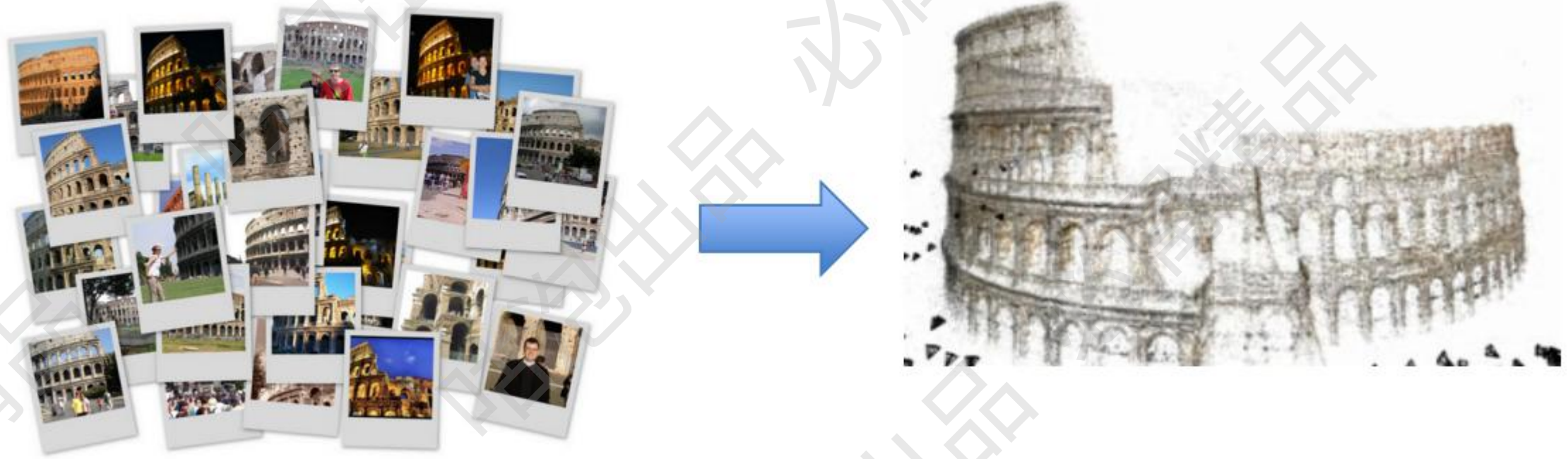
三维重建基础

- 应用领域概述



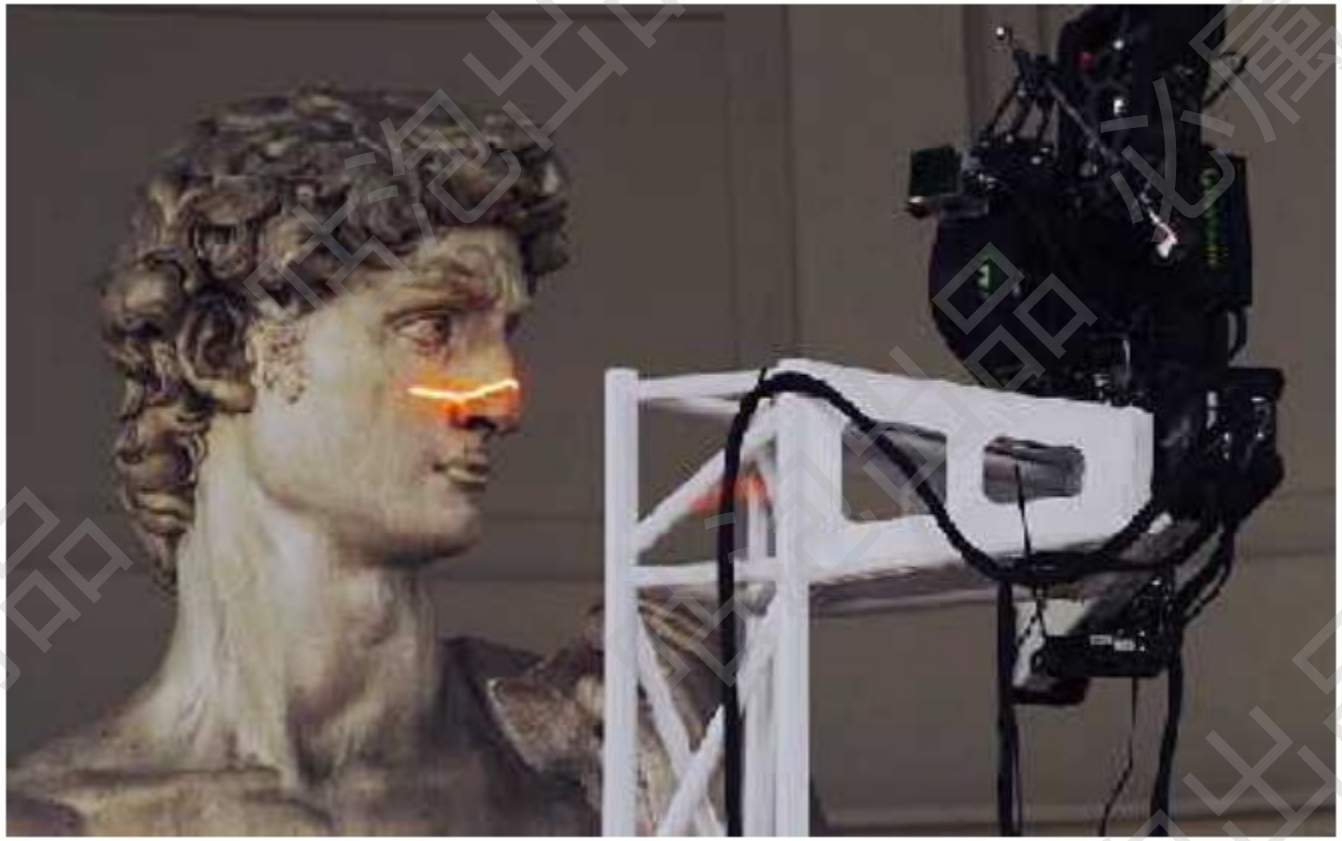
三维重建基础

- 应用领域概述



三维重建基础

- 原型设计

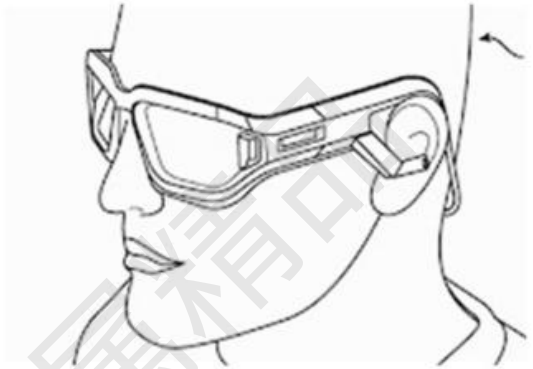


三维重建基础

- 虚拟现实

Mirriad
Advertising for the Skip Generation

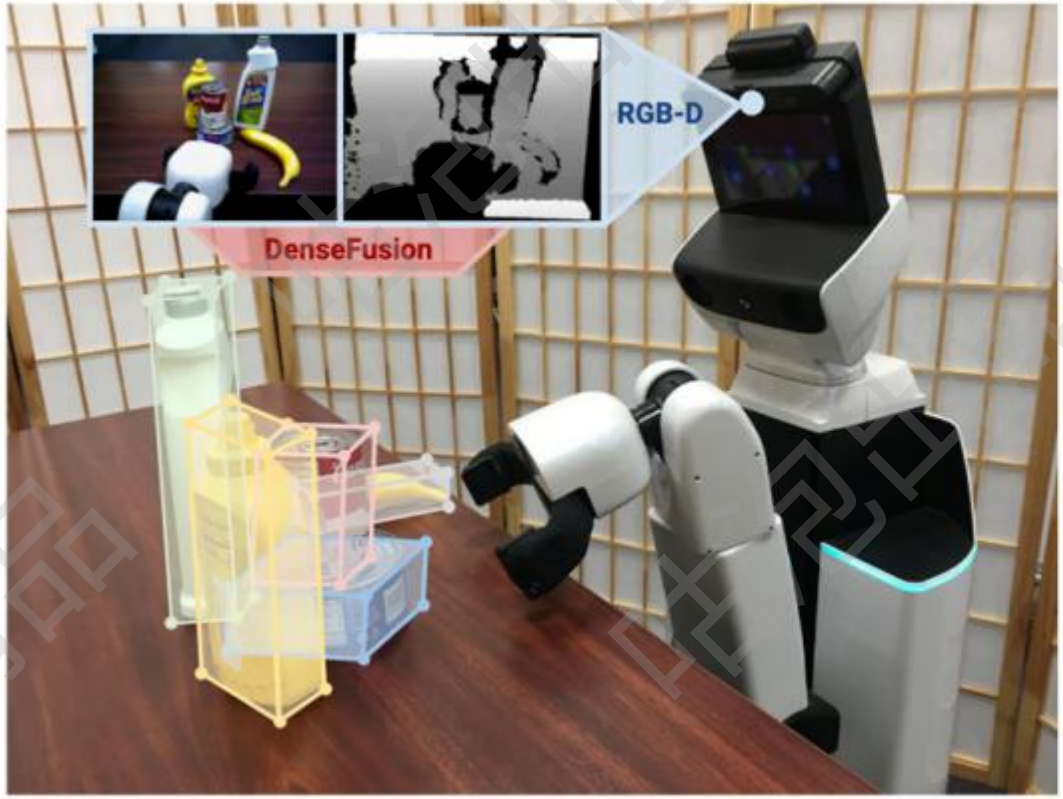
AUGMENT



- Magic leap
- Daqri
- Meta
- Etc…

三维重建基础

- 机械手臂



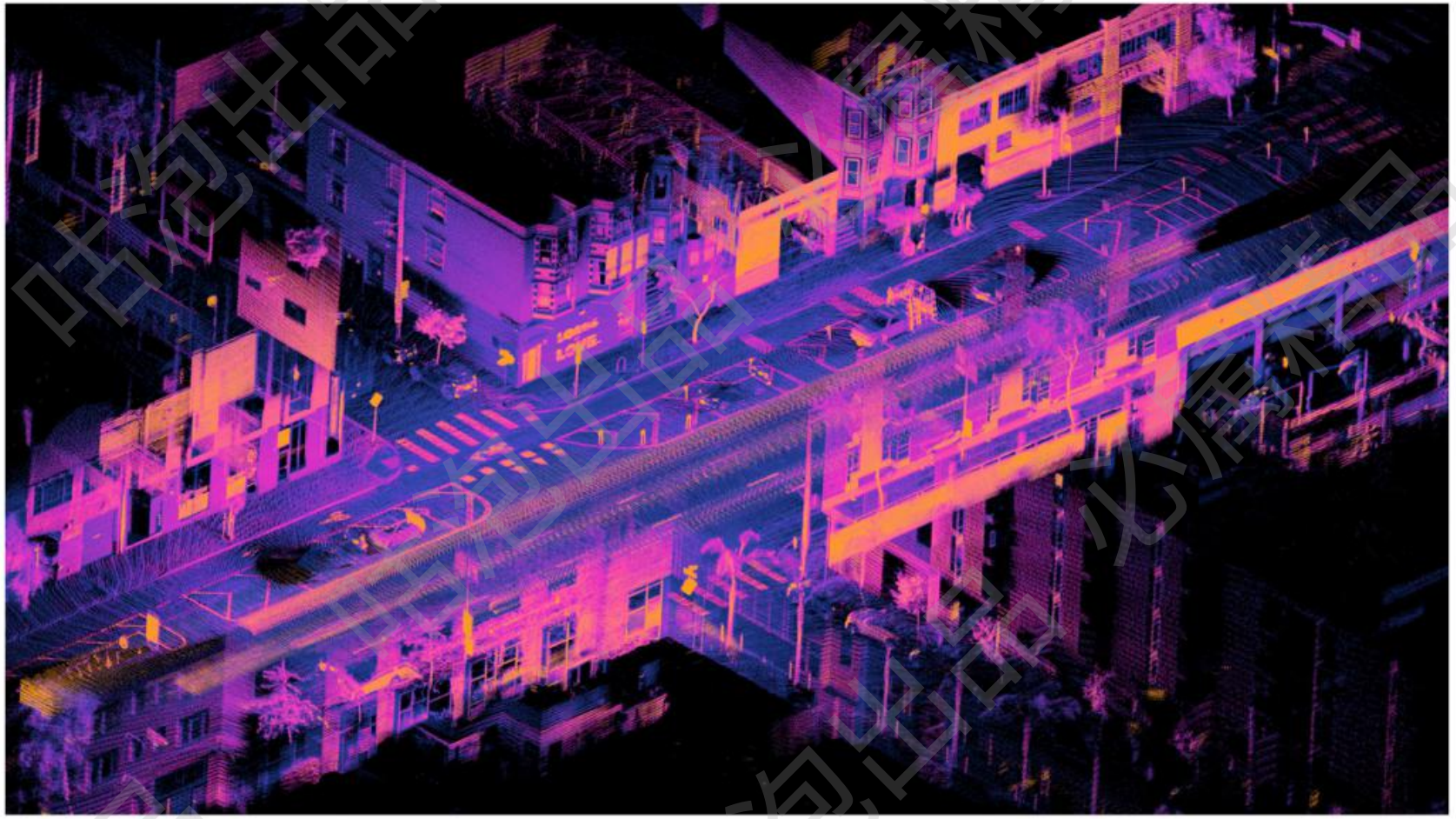
三维重建基础

- 辅助驾驶


manufacturer products
consumer products
Our Vision. Your Safety.
rear looking camera
forward looking camera
side looking camera
EyeQ Vision on a Chip
read more
Vision Applications
Road, Vehicle, Pedestrian Protection and more
read more
AWS Advance Warning System
read more
News
Mobileye Advanced Technologies Power Volvo Cars World First Collision Warning With Auto Brake System
Volvo: New Collision Warning with Auto Brake Helps Prevent Rear-end
all news
Events
Mobileye at Equip Auto, Paris, France
Mobileye at SEMA, Las Vegas, NV
read more

三维重建基础

- 定位与追踪



三维重建基础

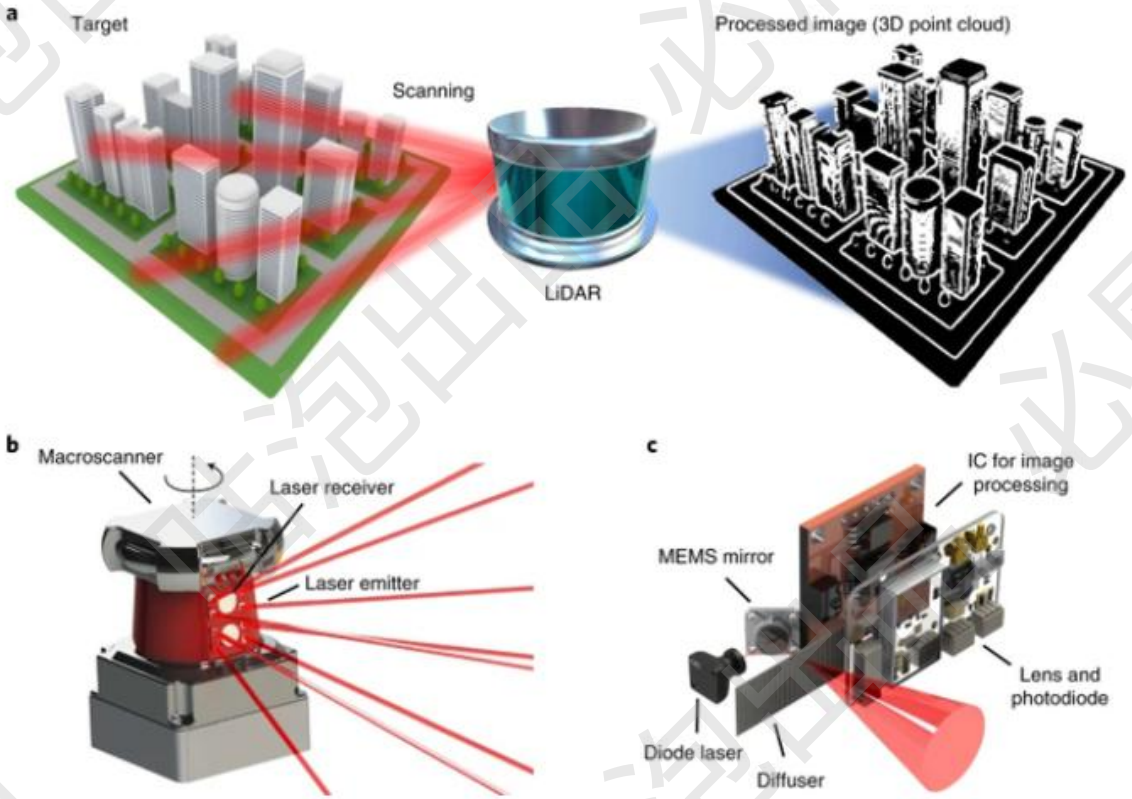
- 如何三维重建？

  - 人工，软件等方法慢慢磨（那是相当的慢啊）

三维重建基础

- 如何三维重建?

  - 激光雷达等获取深度与3维信息（这个可贼拉贵）



三维重建基础

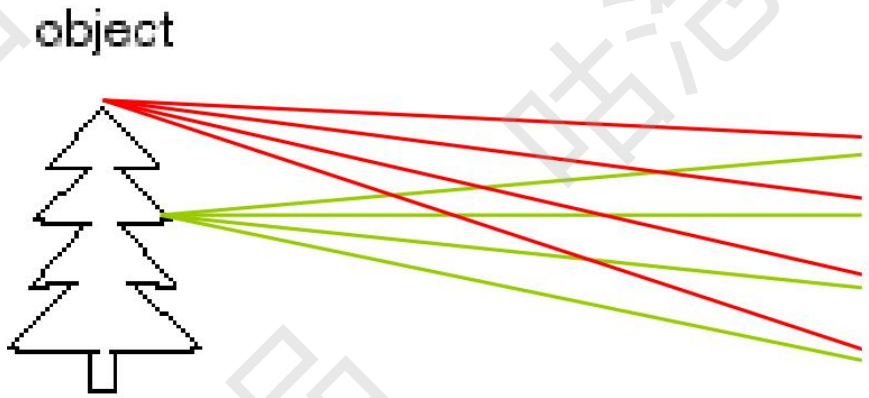
- 如何三维重建？

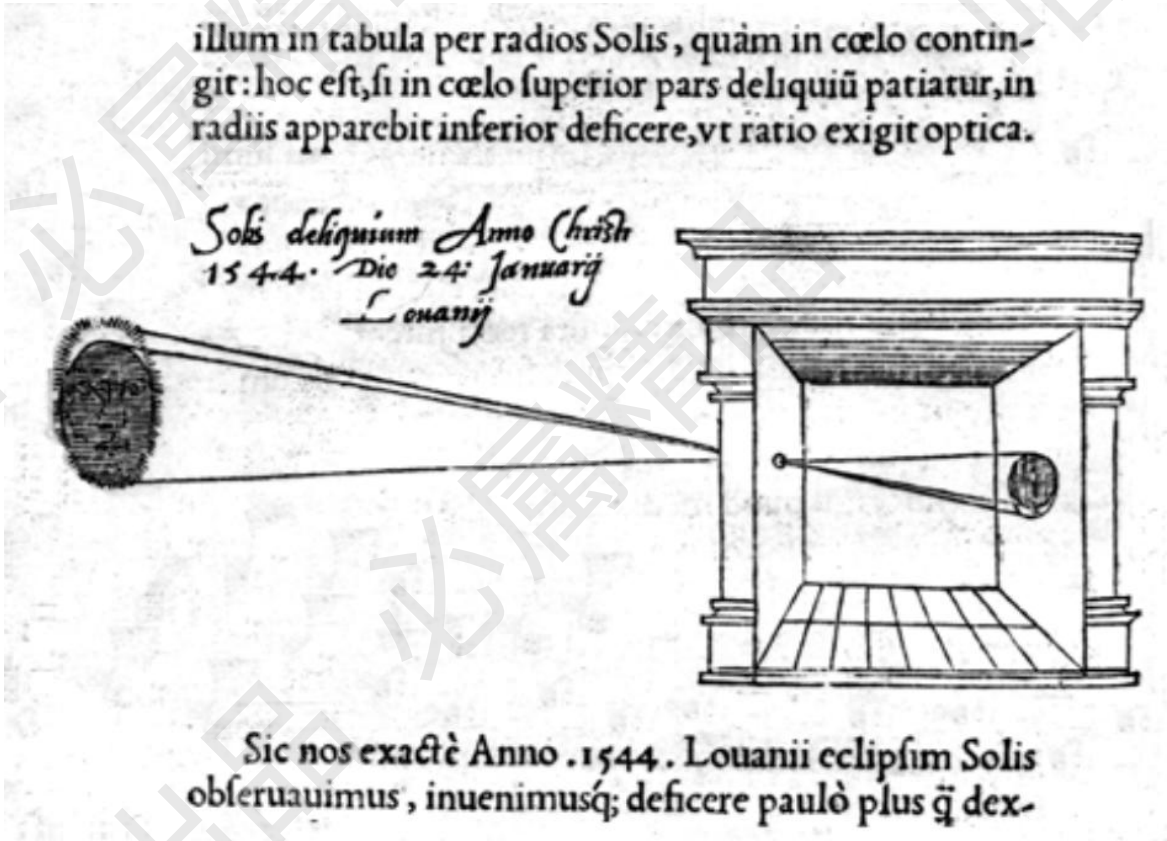
  - 使用各个视角图像进行三维重建（这个便宜还容易）




三维重建基础

- 相机成像
  - 这件事有几百年了！
  - 为啥需要小孔成像？
  - 没有小孔，同一点会落很多




illum in tabula per radios Solis, quàm in cœlo contingit: hoc eſt, ſi in cœlo ſuperior pars deliquiũ patiatur, in radiis apparebit inferior deficere, vt ratio exigit optica.

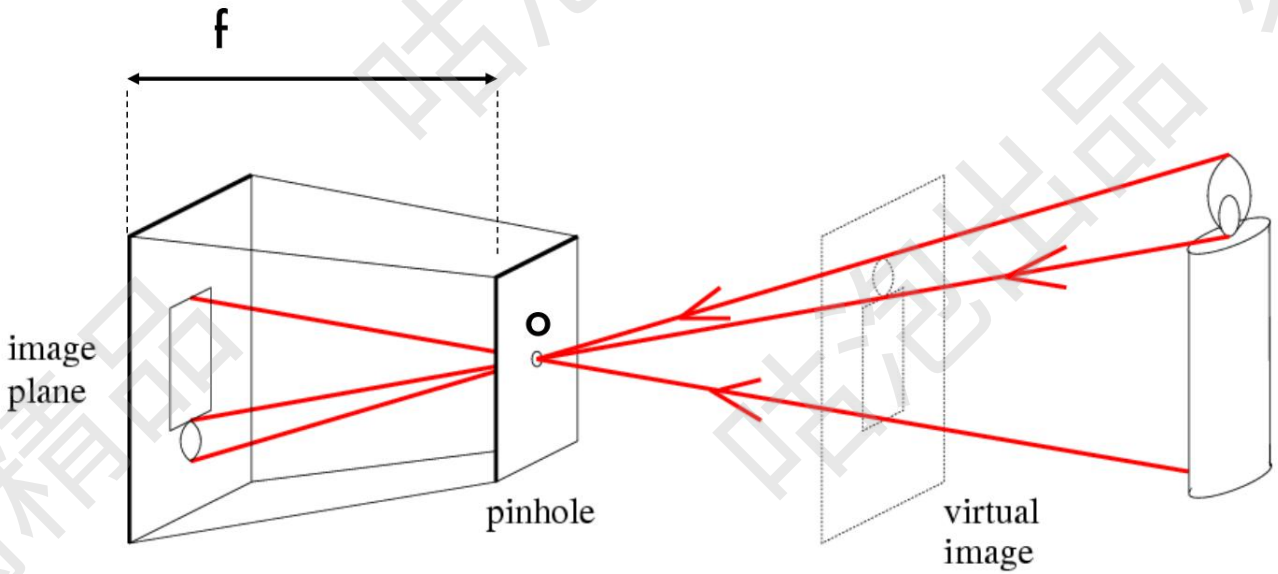
Solis deliquium Anno Christi 1544. Die 24. Januarij Louanij

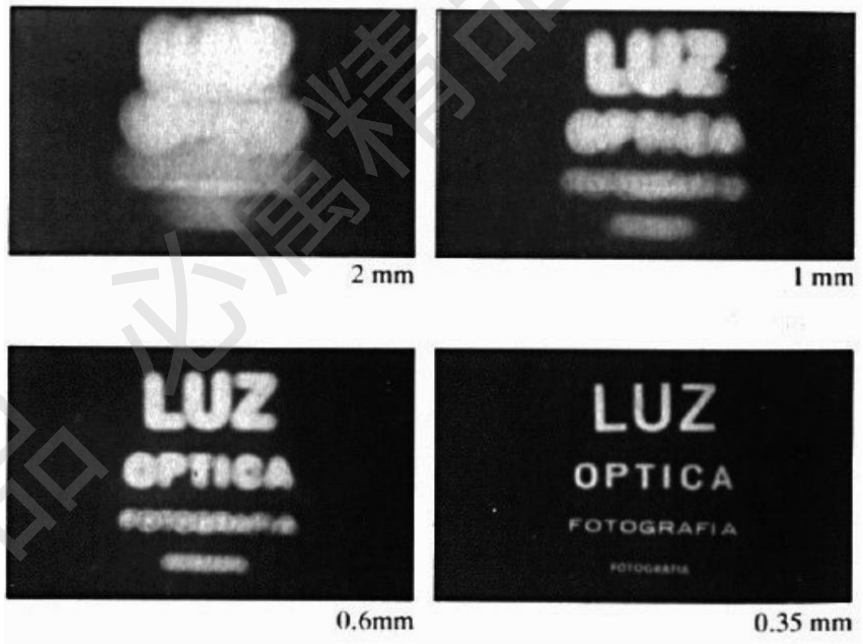
Sic nos exactè Anno .1544. Louanii eclipſim Solis obſeruauimus, inuenimusq; deficere paulò plus q̃ dex-

三维重建基础

- 整体概述：(Truncated Signed Distance Function)

  - f就是焦距，o就是光圈；右图为光圈大小对清晰度的影响



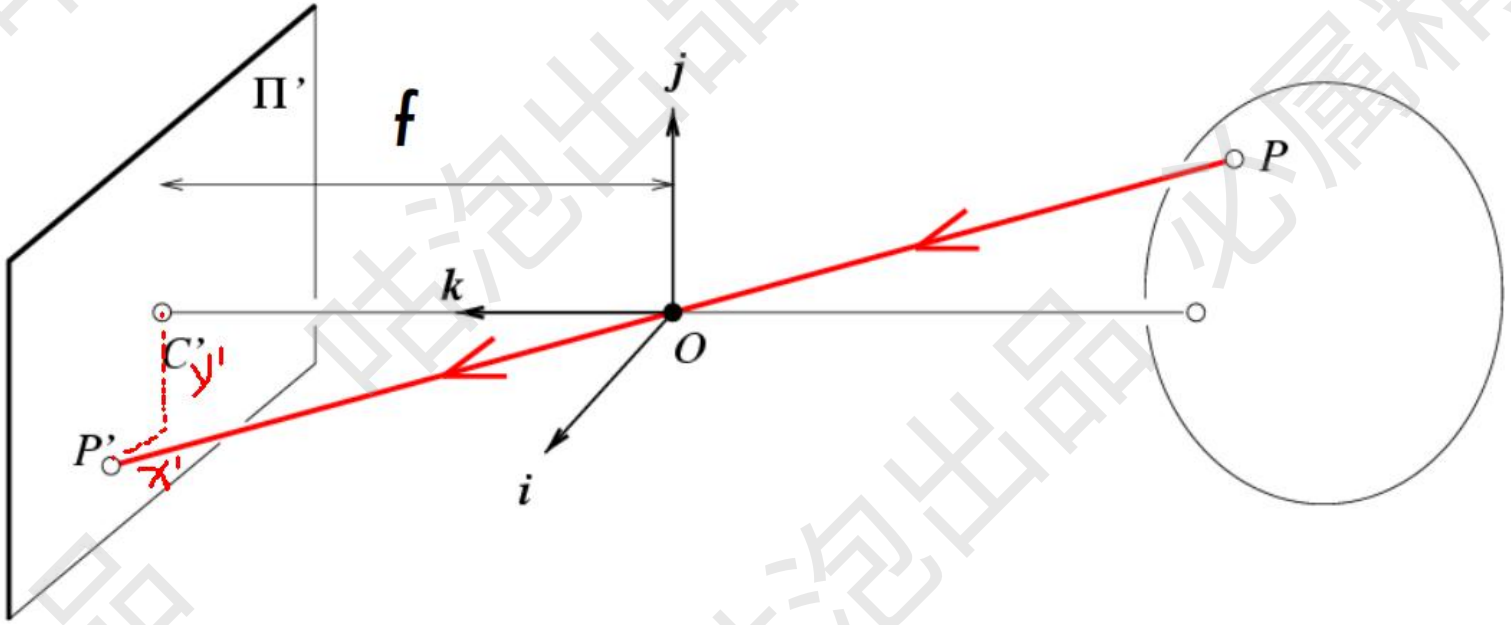


三维重建基础

- 相机坐标系与像平面坐标系

$$P=\begin{bmatrix}x\\y\\z\end{bmatrix}\rightarrow P'=\begin{bmatrix}x'\\y'\end{bmatrix}\qquad \begin{cases}x'=f\dfrac{x}{z}\\[2ex] y'=f\dfrac{y}{z}\end{cases}$$

- 空间点p在图像中哪呢?
- 要得到其映射关系（通过相似三角形，将摄像机坐标系P->像平面坐标系p’ ）



三维重建基础

- 像素坐标系

$$(x, y, z) \rightarrow (\underbrace{f\,k}_{\alpha}\frac{x}{z} + c_x, \underbrace{f\,l}_{\beta}\frac{y}{z} + c_y)$$

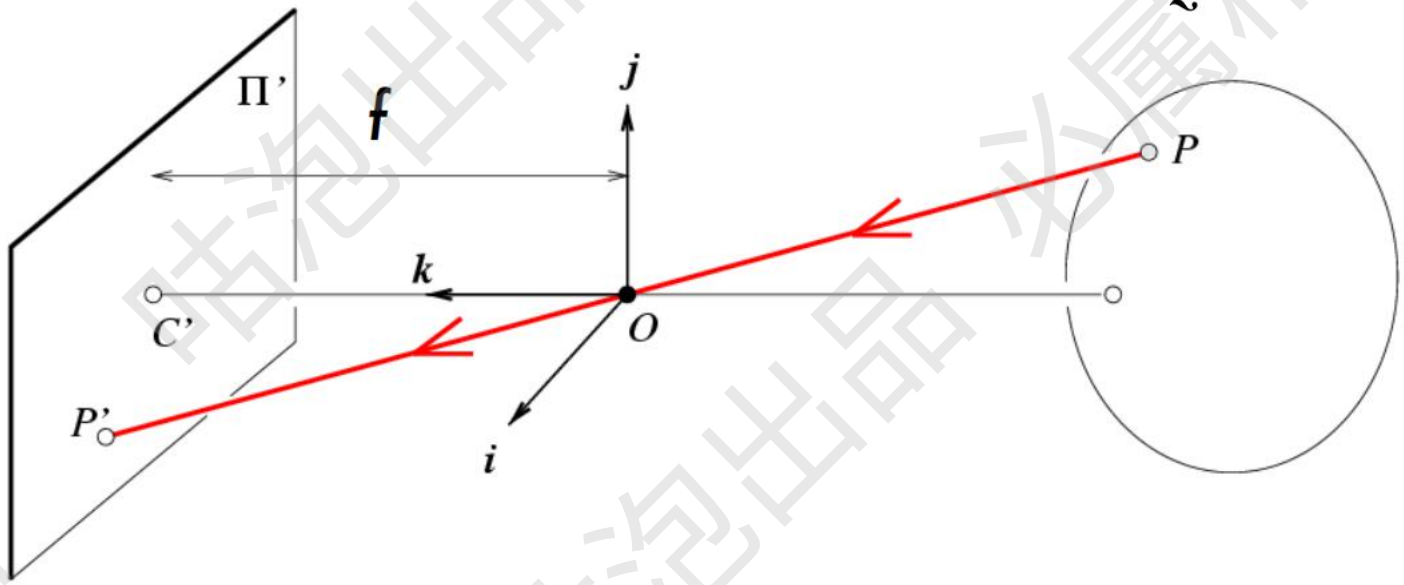
- 注意偏置(像素不是以中心开始)

Units: k,l : pixel/m （看你设备咋样0.01m/像素）

f : m

- 注意还需要转换单位：

$$P = (x, y, z) \rightarrow P' = (\alpha\frac{x}{z} + c_x, \beta\frac{y}{z} + c_y)$$



三维重建基础

- 线性？
  - 对应关系是线性的？（例如两个坐标系X的对应，其中α固定，但是Z呢？）

$$P=(x,y,z)\rightarrow P'=(\alpha\frac{x}{z}+c_x,\beta\frac{y}{z}+c_y)$$

（X变了，Z大概率也变了）

  - 如何解决这个问题呢？（如果非线性的，那就很难转换了）
  - 使用齐次坐标来完成这个任务

三维重建基础

- 齐次坐标
  - 齐次坐标变换：$(x, y) \Rightarrow \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$ $(x, y, z) \Rightarrow \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$
  - 其实就是增加一个维度，欧氏空间->齐次空间
  - 在变换回来：$\begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix} \Rightarrow (x/w, y/w)$ $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix} \Rightarrow (x/w, y/w, z/w)$

三维重建基础

- 坐标转换

  - 齐次坐标中的转换（就是为了得到变换矩阵，且这个矩阵是不变的）

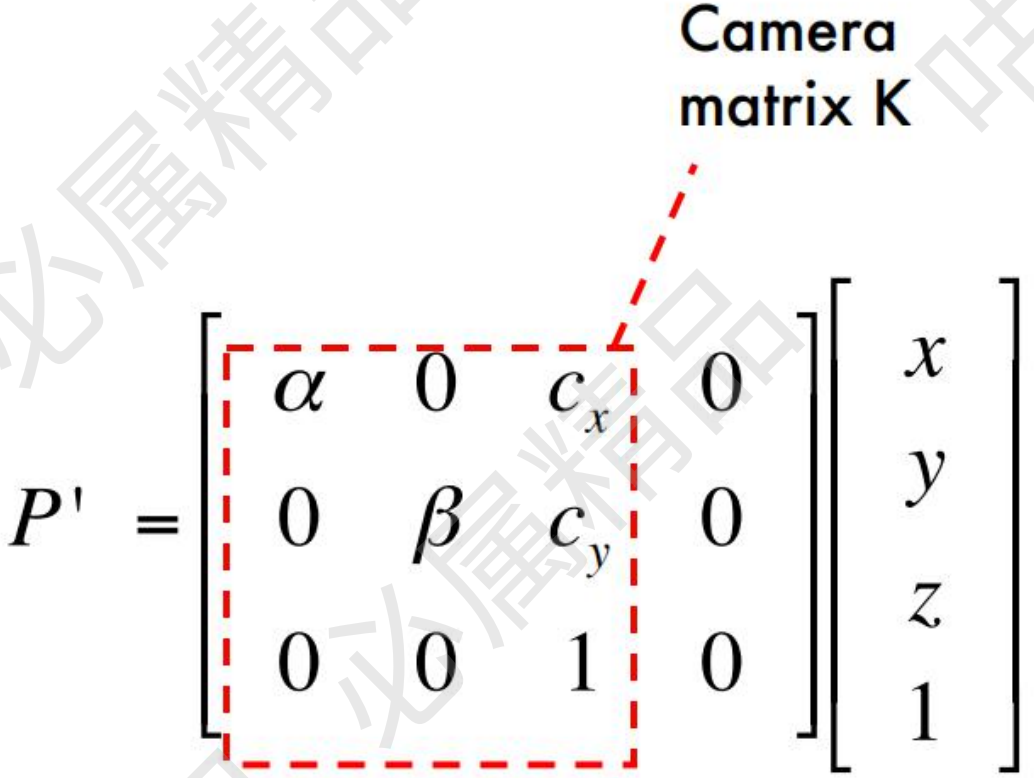
$$P_h' = \begin{bmatrix} \alpha x + c_x z \\ \beta y + c_y z \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & c_x & 0 \\ 0 & \beta & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \quad / P_h$$

Homogenous　　Euclidian

$$P_h' \rightarrow P' = (\alpha \frac{x}{z} + c_x, \beta \frac{y}{z} + c_y)$$

三维重建基础

- 摄像机内参K
  - 表示空间点到图像中的对应关系
  - 相机本身参数，固定的
  - 后续项目中数据集会给出内参
  - 也是三维重建中必须知道的一个指标



三维重建基础

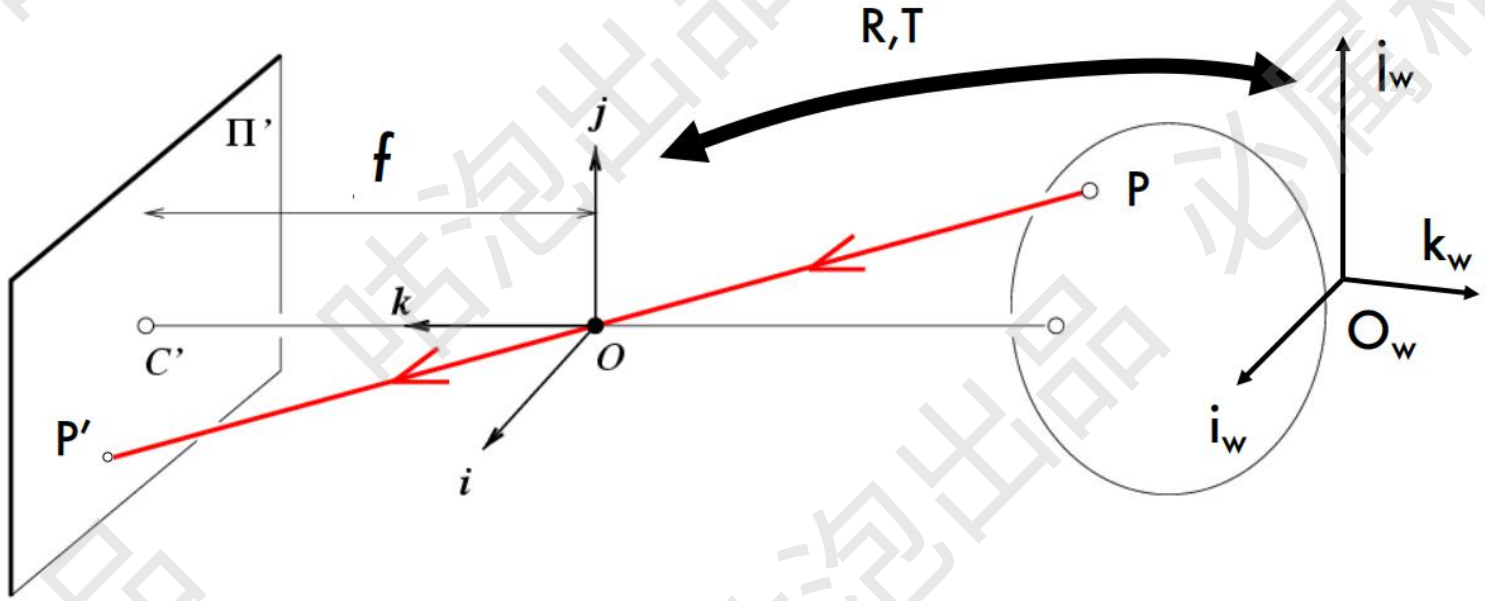
- 任何定义物体的位置呢?
  - 你往左，我往右会撞上吗?
  - 这个就需要世界坐标系了
  - 来捋一捋咱们现在有3个坐标系了
  - 现在还得想办法怎么转换世界坐标

三维重建基础

- 世界坐标系与相机坐标系

  - 世界->相机，需要一个旋转平移矩阵：$P = \begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix}_{4\times4} P_w \leftarrow \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix}$

  - 其中R是3*3矩阵，T是3*1矩阵（X,Y,Z三个方向），RT就是摄像机位姿



三维重建基础

- 坐标系变换

  - 像素与世界坐标系的关系（其实需要我们知道内外参就可以映射）

  - 像素坐标系->相机坐标系->世界坐标系的对应：

Internal parameters　　External parameters

$$P' = K\begin{bmatrix} I & 0 \end{bmatrix} P = K\begin{bmatrix} I & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix}_{4\times4} P_w = K\begin{bmatrix} R & T \end{bmatrix} P_w$$

三维重建基础

- 相机标定
  - 要做一件什么事呢?
  - 就是求解相机的内外参数

$$P' = M P_w = K \begin{bmatrix} R & T \end{bmatrix} P_w$$

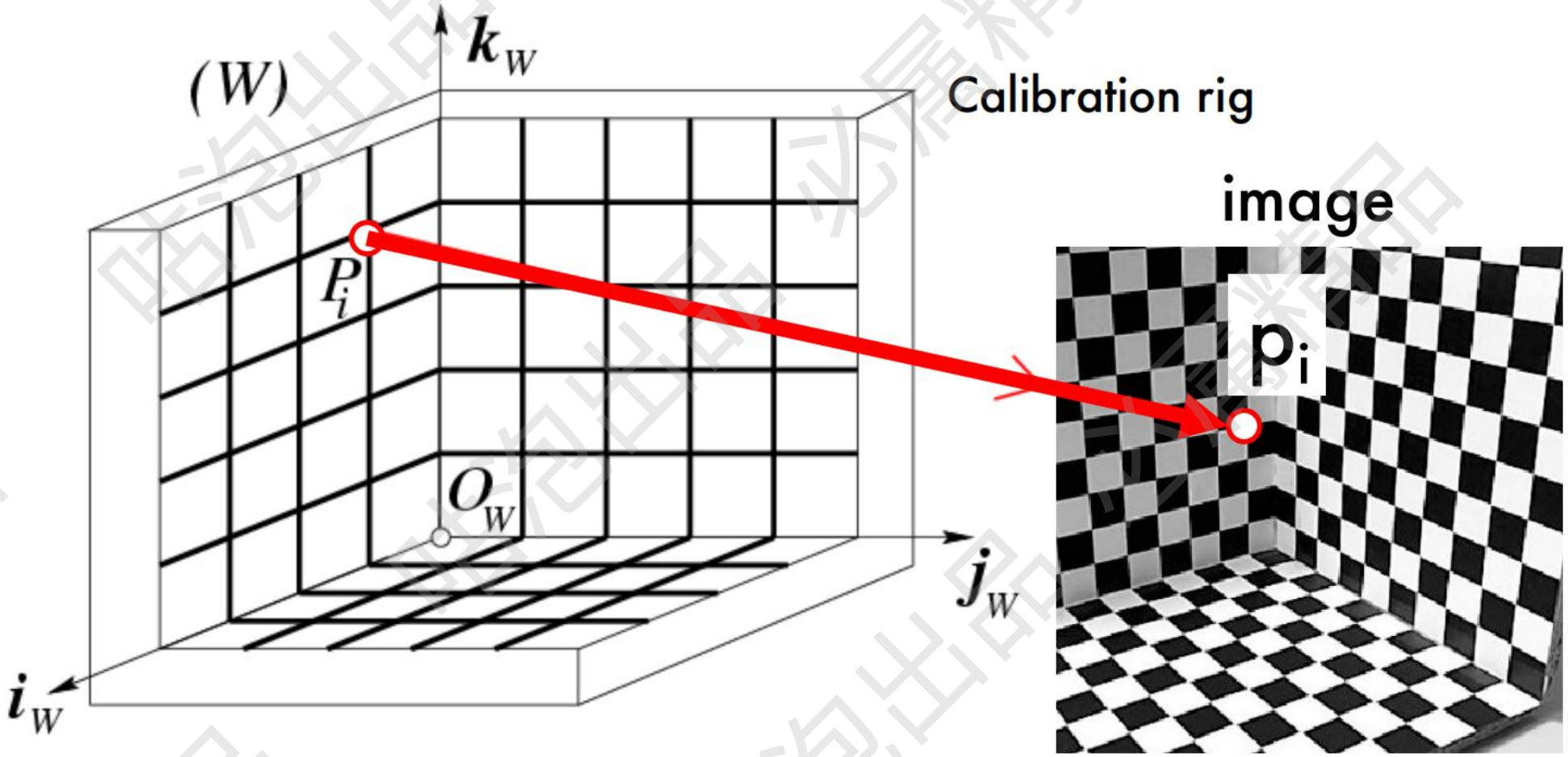
Internal parameters

External parameters

  - 那你就得告诉我像素坐标和世界坐标，才能求解中间的参数
  - 相机标定就是利用多组对应位置，如上图，来求解相机内外参数的过程

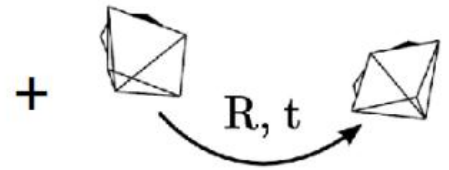
三维重建基础

- 相机标定



三维重建算法

- 商汤：NeuralRecon
  - 矛盾点：落地所需的设备
  - 高端的食材咋地都好吃
  - 但很多应用要集成到普通摄像头中
  - NeuralRecon就是单目解决方案

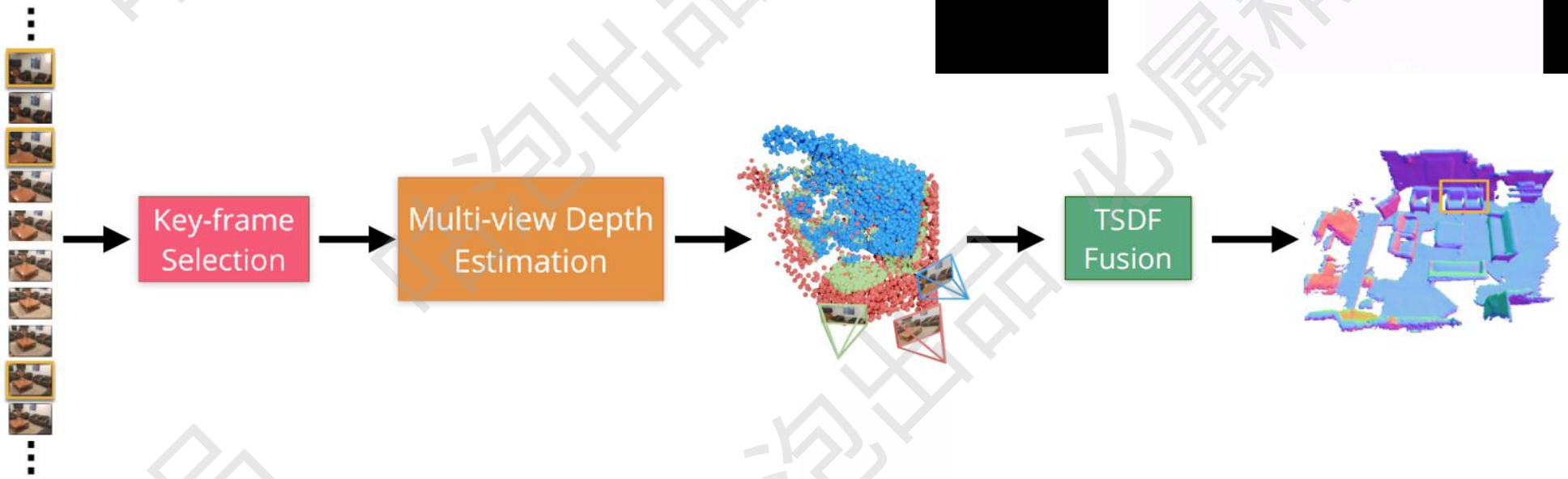


三维重建算法

- 传统任务流程

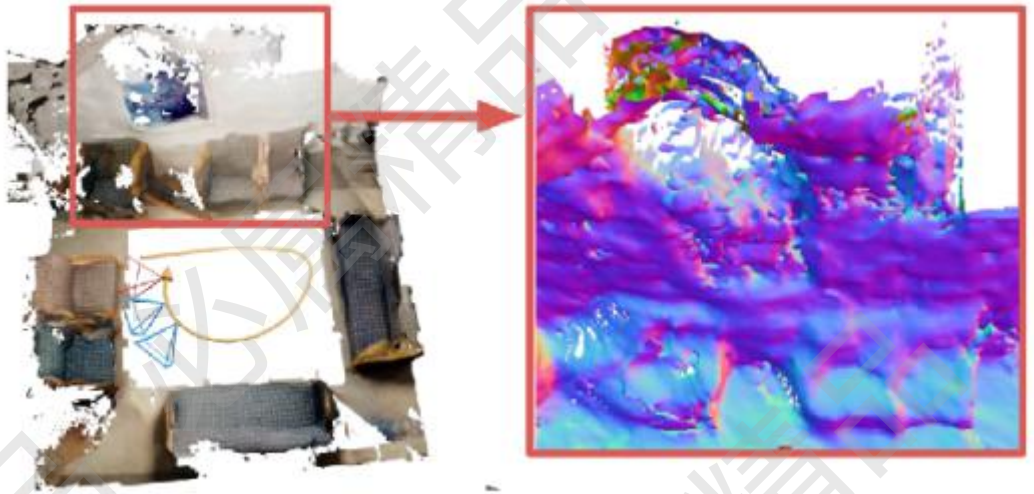
- 输入序列选择，深度估计，点云，融合

- 你能确定每一步都做的准嘛？



三维重建算法

- 可能遇到的问题



- 深度估计结果尺度不一致：
- 各自为政，想玩到一块不容易
- 重复的计算非常多，输入序列中肯定很多位置重复了
- 每个位置都要取计算它的深度信息，速度大打折扣

三维重建算法

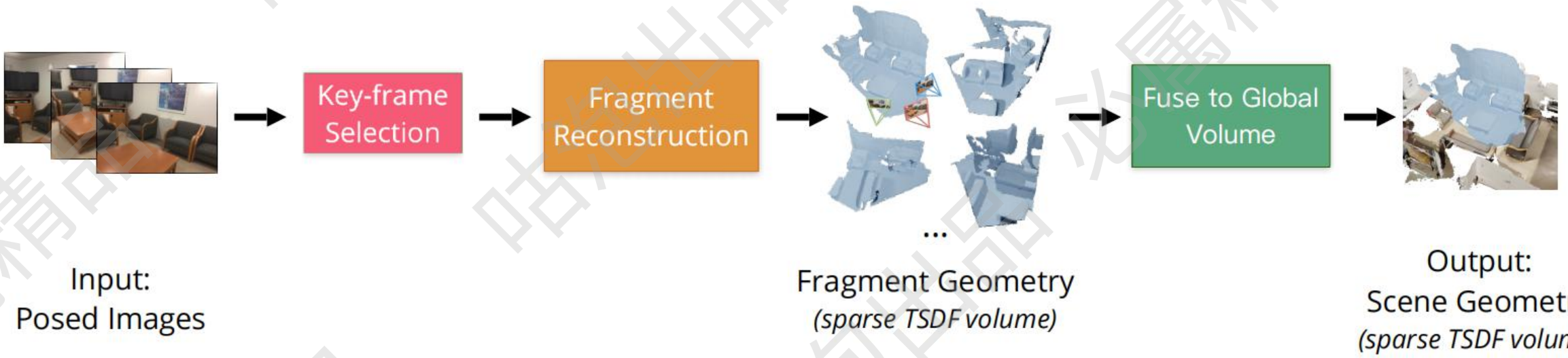
- NeuralRecon要做的事
  - 一句话总结就是：擒贼先擒王，省略掉中间过程，直接预测想要的
  - 中间过程就相当于深度信息，点云信息等统统不需要，直接输出结果
  - 那中间的事谁管呢？爱谁谁吧，交给神经网络就得了
  - 既不用高端设备，也不计算中间结果，直接End2End的一个框架

三维重建算法

- 整体框架

- 1.关键帧选择；2.输入序列(9张图)；3.片段重建；4.全局合成

- 核心就是中间的网络，如何利用图像信息估计TSDF值

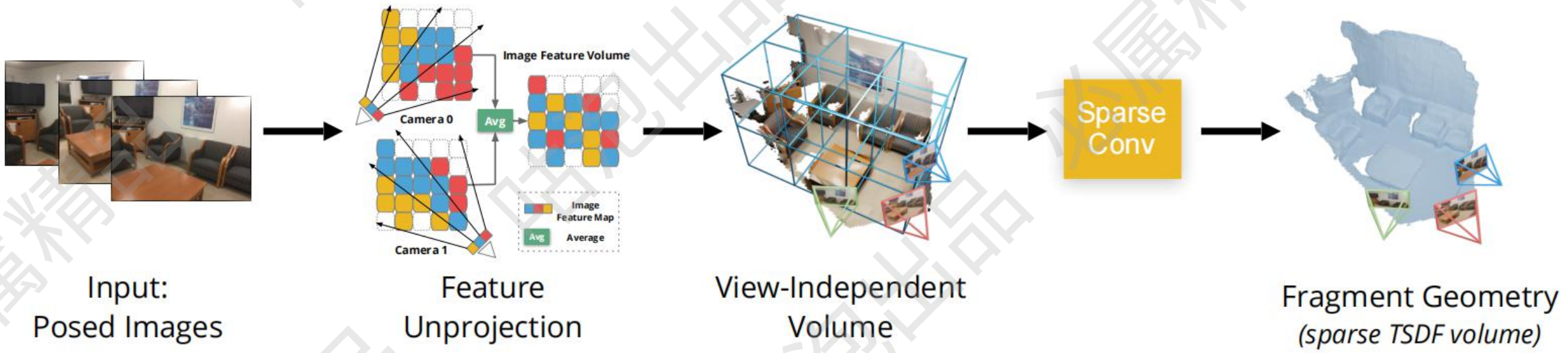


三维重建算法

- NeuralRecon框架

  - 核心就是特征映射，如何将图像中的特征映射到重建的结果上

  - 其实就是通过相机的内外参将像素坐标系与世界坐标系对应



三维重建算法

- 映射细节

  - 例如输入特征图：40*40*80

  - 体素一共有1W个小方块（可以自己设置）

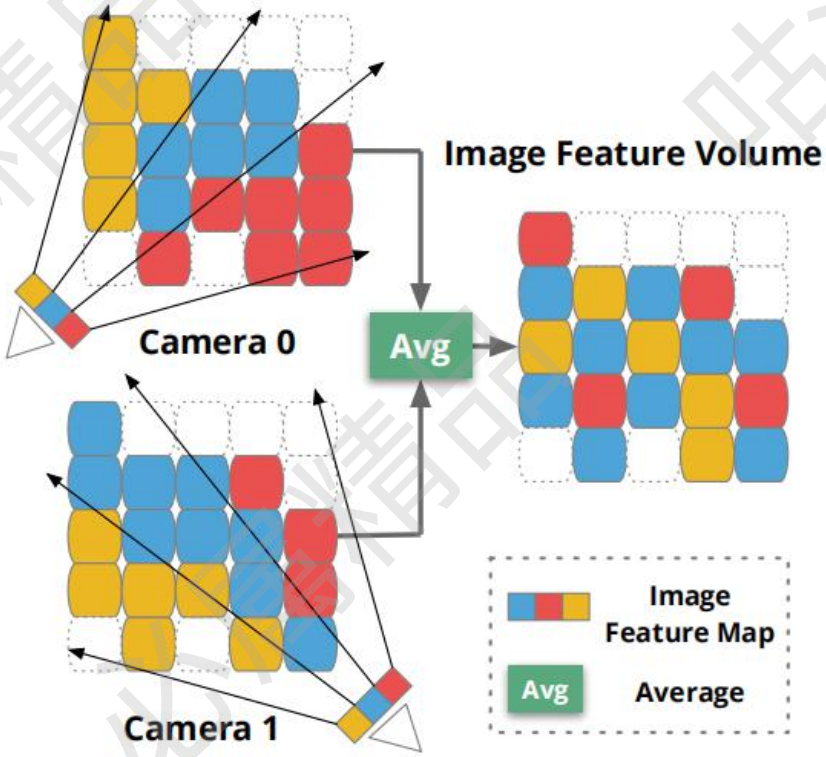
  - 映射方法：

$$P' = M P_w = K[R \quad T] P_w$$

Internal parameters

External parameters

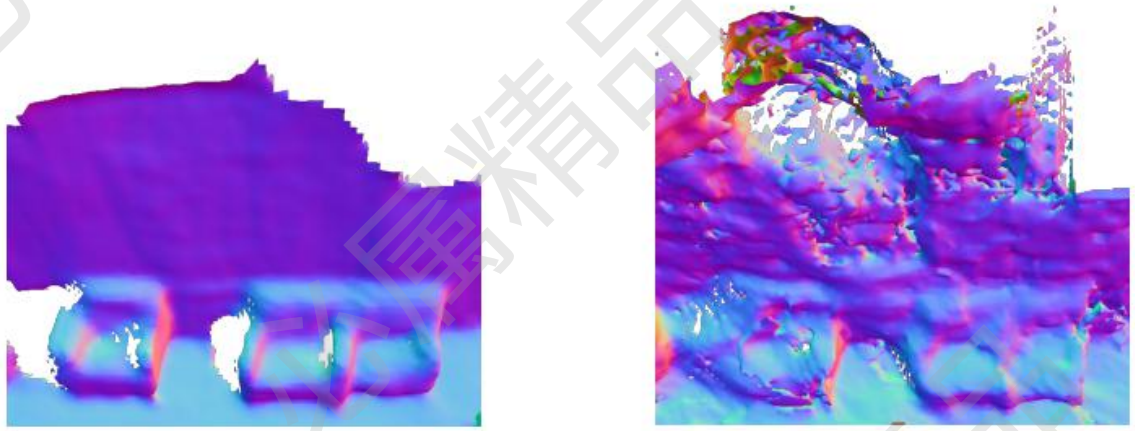
  - 平均的意思就是1W的小块中可能每一个对应不同图像（例如9个）的特征，那就求个平均



Feature Unprojection

三维重建算法

- 直接预测的优势
  - 不需要中间结果
  - 看来更平滑稳定



Volume-based　　Depth-based

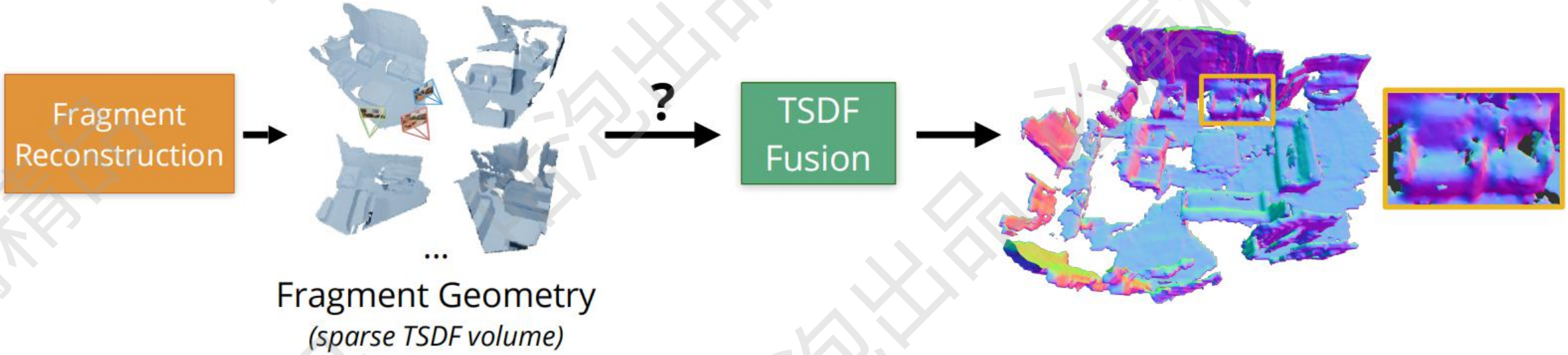
- 更大的优势就是简单方便，一步搞定；（要把大象放冰箱里，第一步。。。）
- 但是现在咱们只说了一个片段该怎么做，那实际场景中多个片段呢?

三维重建算法

- 片段合并

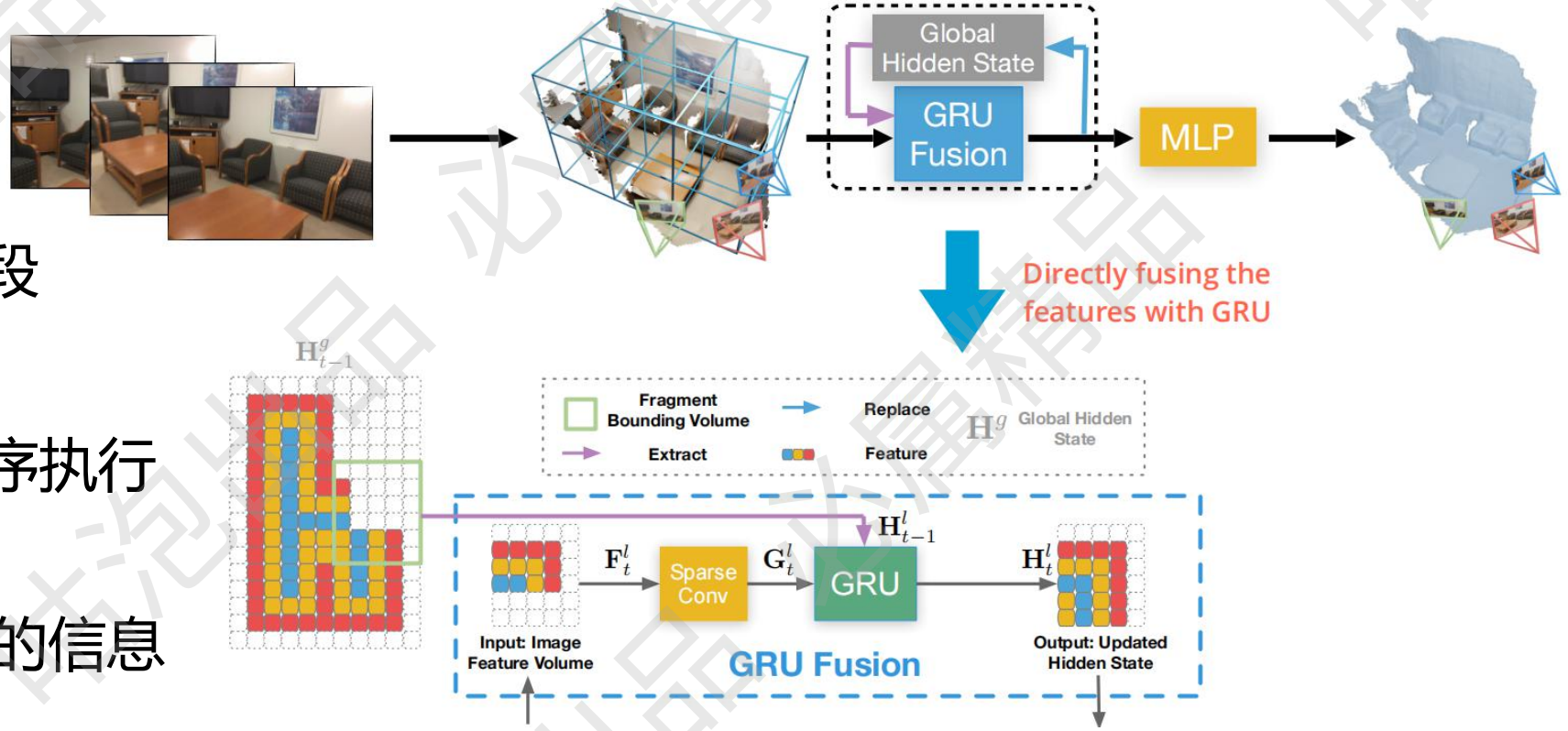
  - 直接合并到一起，每个片段都挺好，但是整体来说还有挺多瑕疵

  - 因为每个片段都单独做的，他们没交流啊，所以配合不咋地



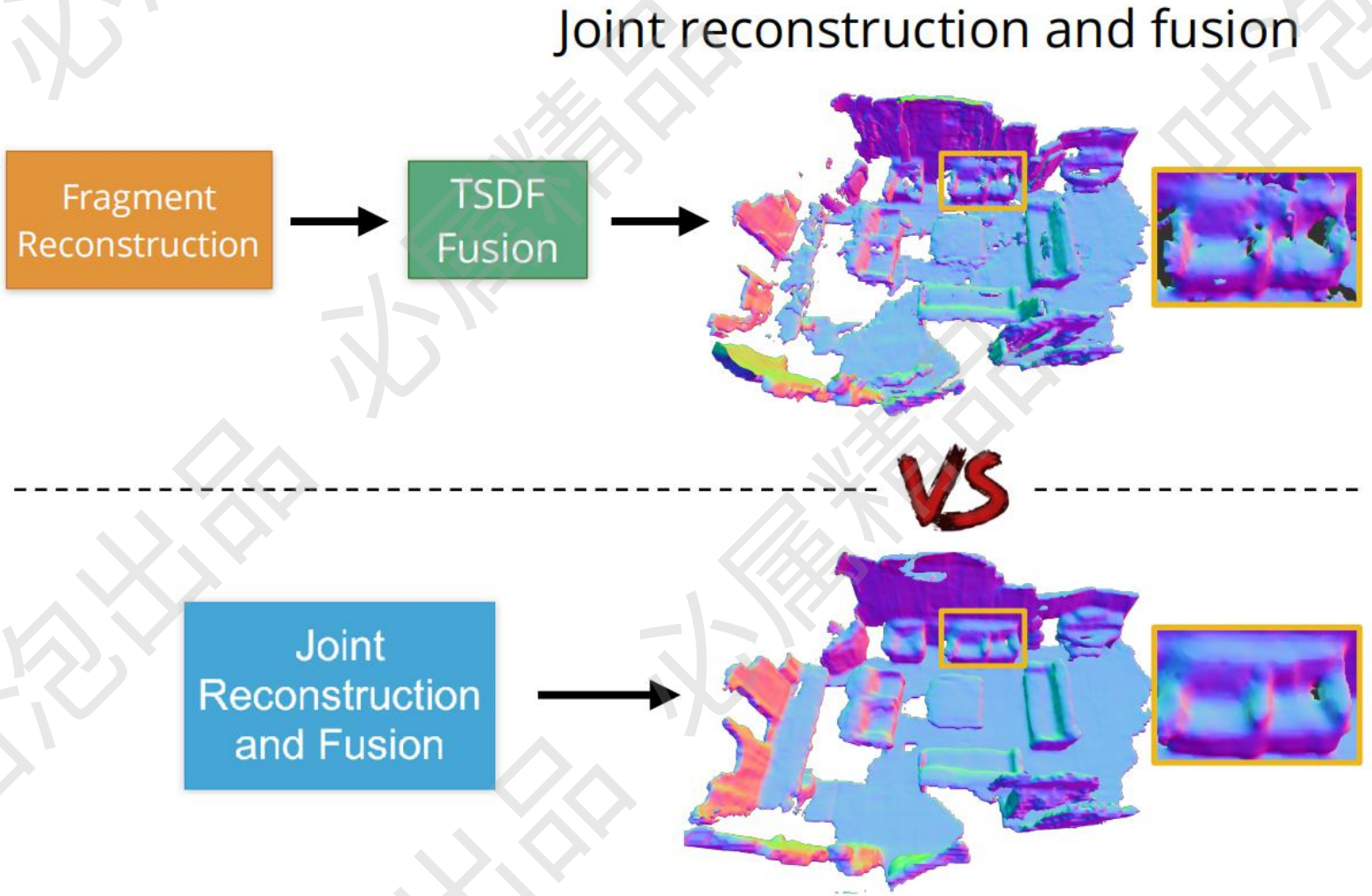
三维重建算法

- 整体融合思路:
  - 类似RNN的思想
  - 迭代式融合输入片段
  - 一个个搞定，按顺序执行
  - GRU就是利用前面的信息



三维重建算法

- 效果分析
  - 全局的效果更好
  - 传统的是窗口加权
  - 现在是GRU自动分配
  - 手动挡换自动挡



三维重建算法

- 整体架构
- 粗到细的过程
- 这招挺眼熟的
- GRU不断融合
- 输出最终结果