



# 从深度感知到三维识别

# From Deep Perception to 3D Recognition

Presented By



**Dilusense 的卢深视**

崔哲 ( Zhe Cui )

高级算法研究员 ( Senior Algorithm Researcher )

2018.10.16





# 公司简介

的卢深视是一家专注**三维机器视觉**和**人工智能领域**的高新技术企业，成立于2015年8月，总部位于北京，在杭州、合肥两地设有研发中心，致力于为客户提供全栈三维技术解决方案与产品。

“的卢”日行千里，快如闪电。

在面对技术和市场的急速变革，的卢人将以“的卢之速”，帮助行业用户加速实现人工智能应用，赢得商机。

## 数据

建立了全国首个省级三维人脸数据库，百亿级三维原始RGB-D数据，全部来自于实战场景

## 行业应用

目前拥有在线运行前端设备数量近万台，稳定运行超过2万小时

## 技术

技术成果发表在国际一流学术期刊、会议（IEEE、ACMMM、CVPR），发表专利、软件著作权二十余篇

# 目录

01

## 三维视觉

02

## 三维视觉技术栈@的卢

深度感知、三维重建、三维人脸识别

03

## FPGA@的卢

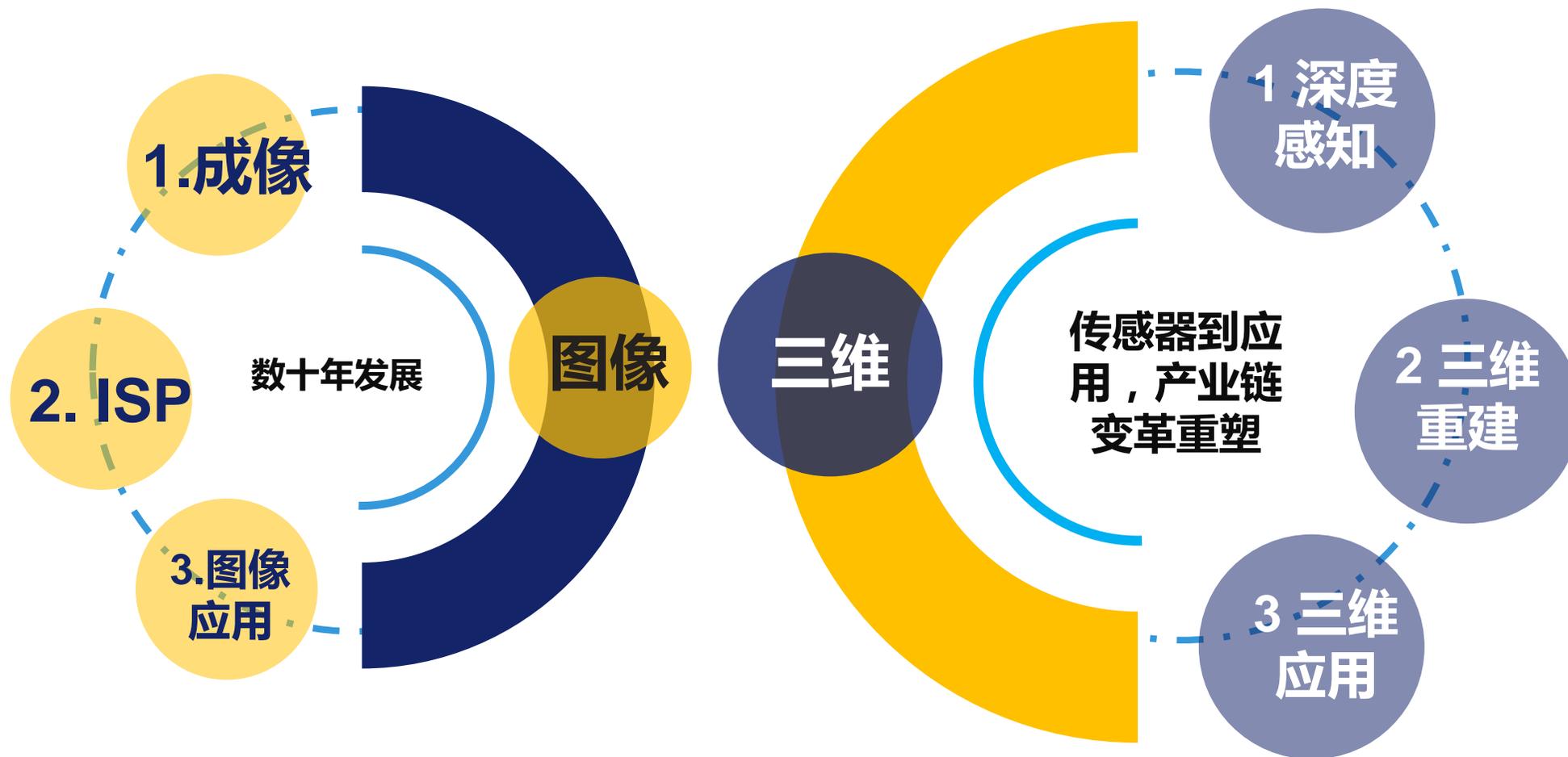


# 01 三维视觉

---

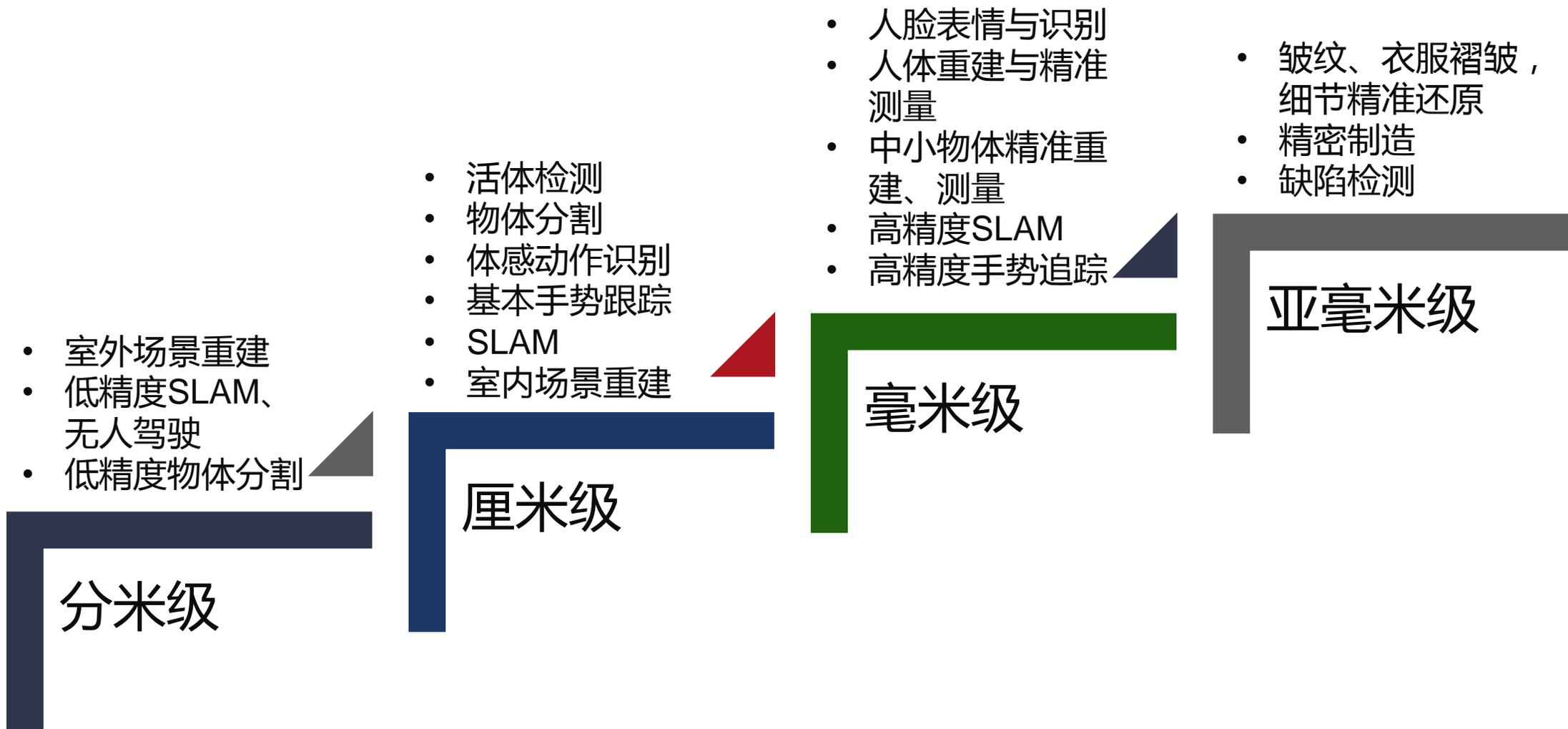
# 三维视觉

Our View On 3D Vision



# 三维视觉

Application



# 02 三维视觉技术栈@的卢

深度感知技术、三维人脸重建技术、三维人脸识别技术

## 深度感知技术



# 深度感知技术

三维视觉技术栈

## 深度感知的定义



通过相机可以直接获取场景中物体的距离信息

# 深度感知技术

三维视觉技术栈

## 深度感知主流技术路线分析

深度感知技术	结构光	ToF (飞行时间)	彩色双目	主动式双目	单目
精度 (Z方向)	-近距离 (2m以内) : 精度1mm -中远距离 : 精度下降快	百分之一, 10mm, 理论上中远距离稳定	-近距离 (2m以内) : 1~3mm左右 -中远距离 : 精度下降快	-近距离 (2m以内) : 精度1mm -中远距离 : 精度下降快	获取Z方向精度低
分辨率 (XY方向)	随算力增强可不断扩展, iphone为640x480, 专用硬件1080P	普遍低于360x240	与算力相关	与算力相关	与算力相关
成本	中	高	较高 (计算复杂)	中高	低
适用环境	白天黑夜都能使用, 阳光直射情况下 (2万Lux以上) 性能会变差	精度极易受到外界环境光影响, 工作距离会受到阳光影响	黑夜、昏暗情况下性能会大打折扣, 同时基本无法处理低纹理表面	白天黑夜都能使用, 性能和散斑结构光基本是一致的	光线影响严重
抗干扰性	设备之间有干扰, 不适合同时使用	设备之间有干扰	设备之间无干扰, 适合同时使用	设备之间无干扰, 适合同时使用	设备之间无干扰, 适合同时使用

以结构光为基础向外延伸, 根据实际应用选择合适的技术路线

# 深度感知技术@的卢

三维视觉技术栈



## 高精度

精度达到3毫米@3米，处于行业领先水平



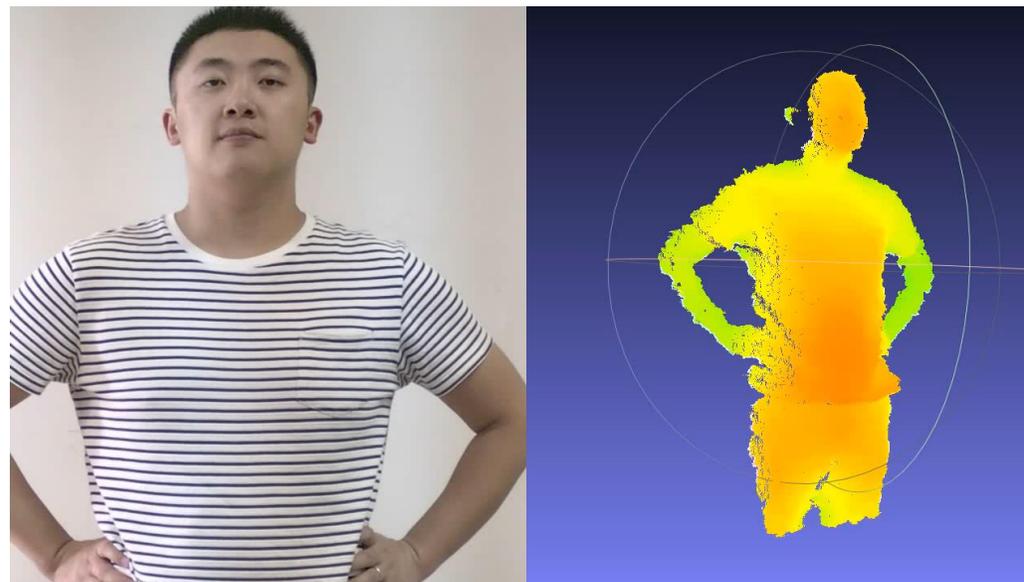
## 具备产品化能力

已掌握实时动态深度图纠正技术，产品已经完成试产



## 平台灵活

有完善的FPGA、ARM、NPU、GPU解决方案

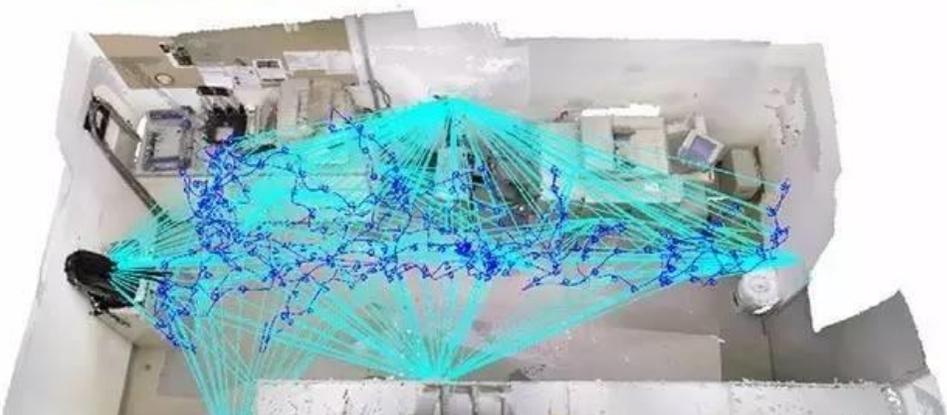
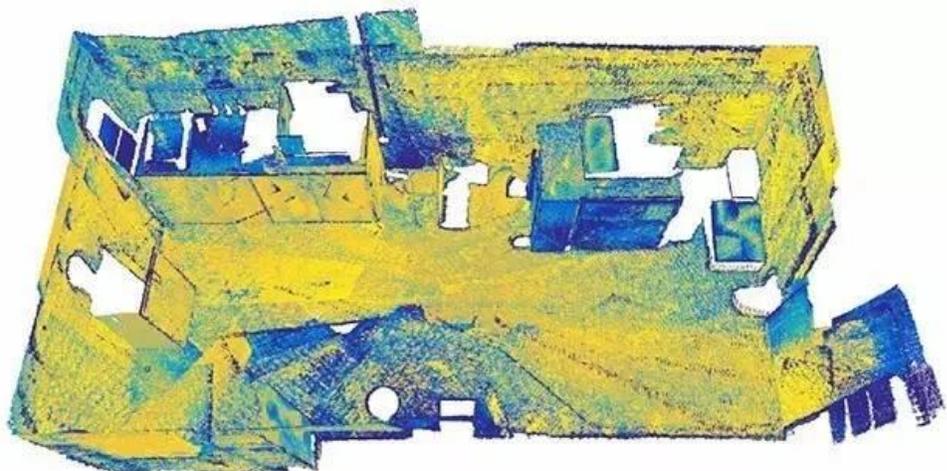


## 三维人脸重建技术



# 三维重建技术

三维视觉技术栈



## 重建的必要性：真实还原

### > 深度并非完整三维

- >> 深度是单一视角下的Z方向信息
- >> 深度图有空洞、噪声

### > 三维重建

- >> 融合多帧多视角深度，重建完整三维物体场景形状
- >> 加上纹理贴合
- >> 重现人所理解的三维物理世界

# 三维重建技术

三维视觉技术栈



场景、刚性物体  
重建



人体重建



人脸重建



柔性物体（头发、  
衣服等）

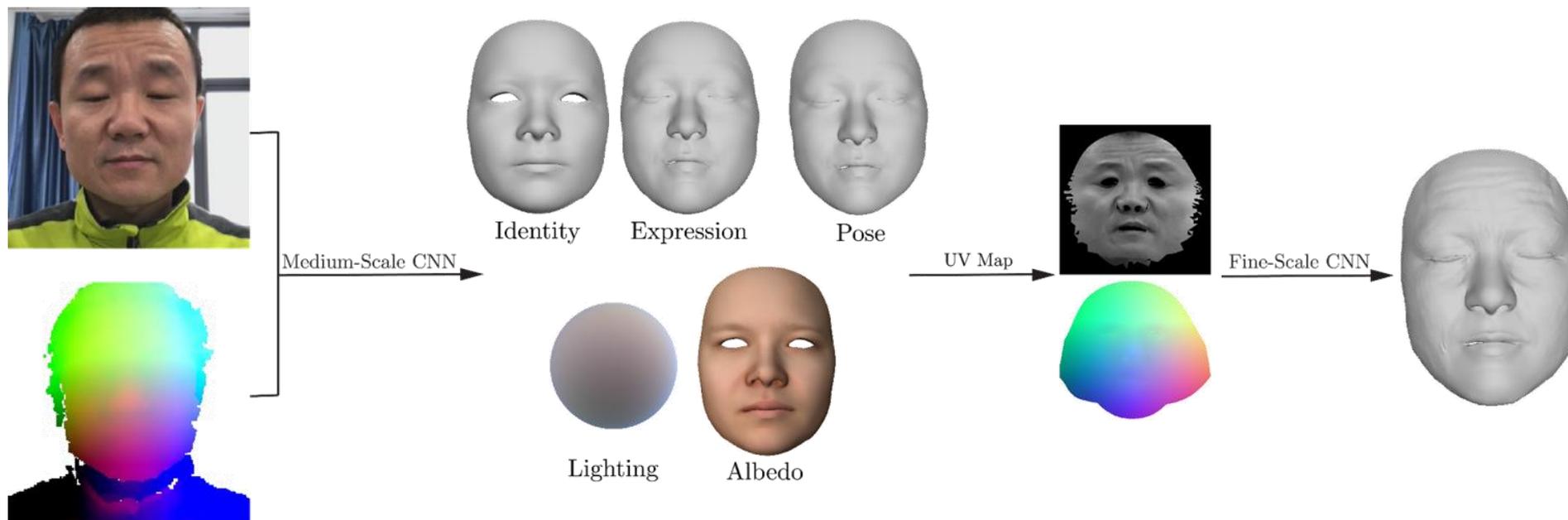
刚体

针对不同对象，自由度从低到高、难度从低到高

非刚体

# 三维重建技术@的卢

三维视觉技术栈



三维人脸重建算法单帧流程@的卢

# 三维重建技术@的卢

三维视觉技术栈

三维重建方法	的卢RGBD人脸高精度重建	苹果(FaceShift) ARKit RGBD人脸重建	的卢二维图像重建三维人脸	某知名教授团队二维图像重建三维人脸	某友商二维图像重建三维人脸
Mesh精度 (平均误差)	1.4mm	1.472mm	2.1mm	2.7~2.8mm	3mm
Mesh精度 (平均标准差)	2.15mm	2.23mm	2.56mm	-	-
人脸细节恢复(如皱纹)	支持	不支持	支持, 通过图象拟合	不支持	不支持
表情数	52+	52	52+	47	-
支撑应用	3D Animoji、高精度的3D人脸贴纸(脸谱)、3D人脸虚拟试妆、3D人脸特效	3D Animoji、高精度的3D脸谱	2.8D Animoji、2.8D人脸贴纸、人脸光影特效	Animoji等	Animoji等

# 三维重建技术@的卢

三维视觉技术栈



换脸DEMO展示

## 三维人脸识别技术



# 三维人脸识别技术

三维视觉技术栈

## 基于二维图像现阶段面临的三个问题



### 准确率不足

特别在大库（百万级）上的准确率严重不足，不能做到既准又全



### 鲁棒性差

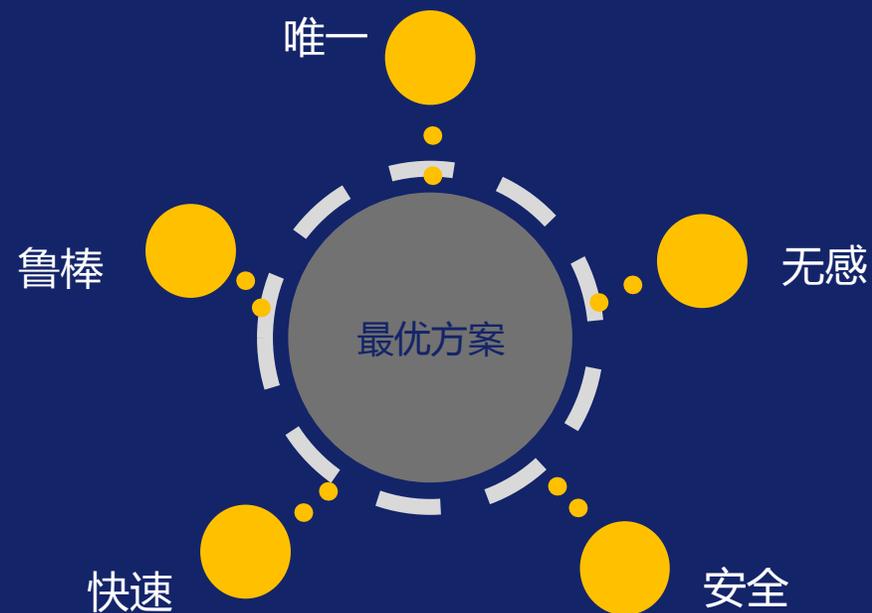
受光照影响严重，侧光、逆光、暗光条件下准确率严重下降，动态情况下角度也严重影响准确率



### 安全性无法全面保障

无法有效防止低成本的照片、视频攻击

## 理想方案应具备5个特点



# 三维人脸识别技术@的卢

三维视觉技术栈

## 三维人脸与各种生物识别技术比较

各种生物识别技术	唯一性 (误识率)	是否无感	作用距离	鲁棒性	安全性 (防伪装)
的卢动态 三维人脸	1:1-百万分之一FAR, 通过率>98% 1:百万-万分之一虚警率, 首位识别通过率>97%	无感	非接触	不受光照影响、角度60度以内、遮挡1/3以内	高, 天然抵御照片视频攻击
二维人脸	1:1-万分之一	无感	非接触	光照需无逆光、侧光、暗光, 角度需30甚至20度以内, 遮挡影响严重	中
指纹	1:1-五万分之一	有感	接触	指纹易磨损、脏污	差
虹膜	1:1-十万分之一	有无感之间	非接触, 近距离	美瞳、眼镜影响严重	差

# 三维视觉的其他应用 @的卢

三维视觉技术栈



## 人脸识别

- 人脸检测
- 人脸跟踪
- 人脸姿态估计
- 人脸比对
- 人脸搜索
- 人脸关键点检测
- 人脸属性分析
- 非配合式活体检测



## 人体识别

- 人体关键点检测
- 人体姿态估计
- 人体跟踪
- 人体体貌特征测量
- 人体属性分析
- 高精度人流客流统计



## AR特效

- 人脸Avatar表情驱动
- 实时川剧变脸
- 实时真人换脸
- 人体Avatar动作驱动



## 物体识别

- 物体测量
- 物体追踪

# 03 FPGA@的卢

---

# FPGA的优势@的卢

产品应用情况



## 高并发、无延迟

流水线作业，可实现1080P@30FPS



## 低功耗、低成本

性价比最优方案



## 灵活高效

可以按照实际场景配置成多种工作模式

火眼智能三维  
开发平台



天眼高清三维  
网络摄像机

# FPGA的优势@的卢

产品应用情况

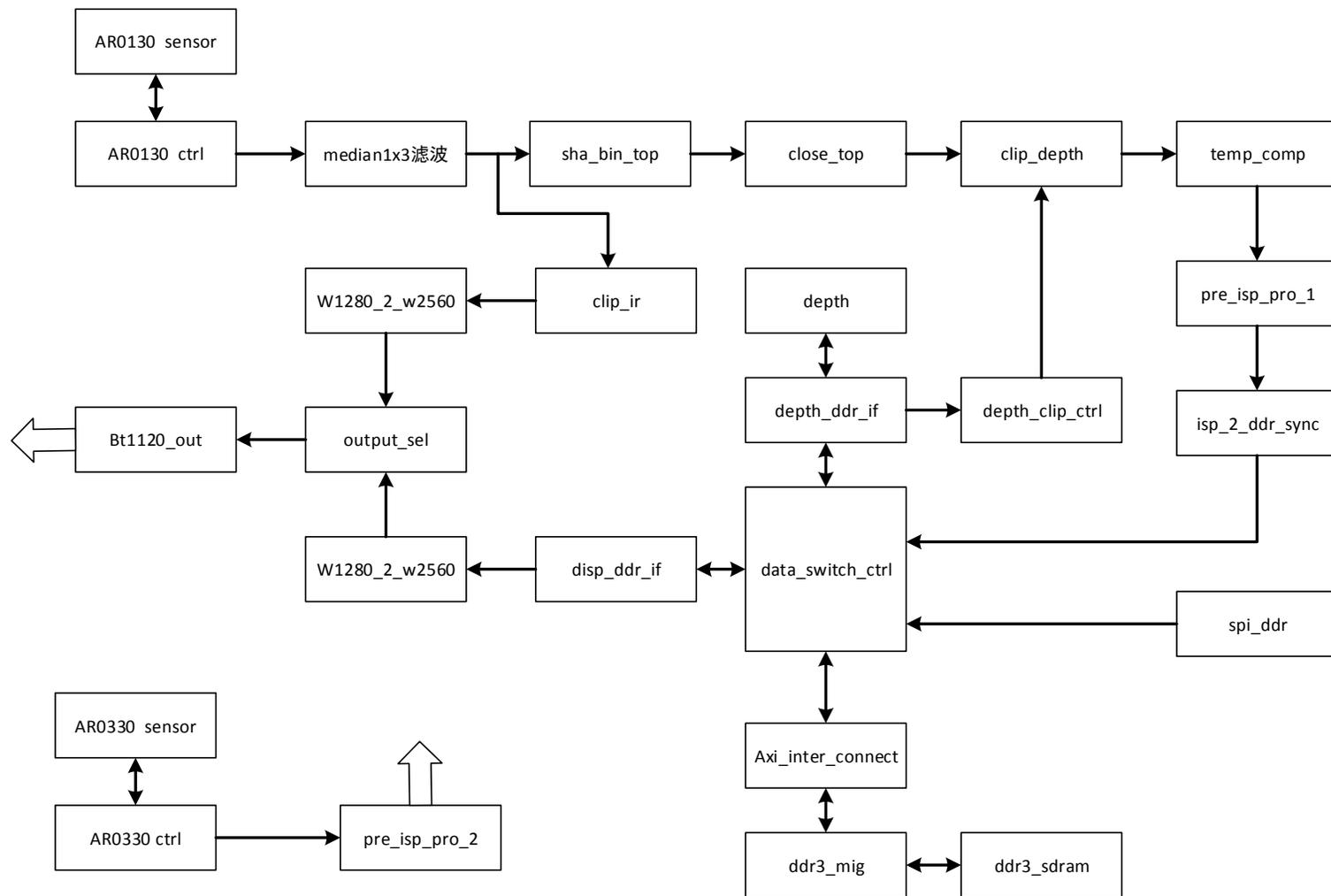
## 深度感知算法（结构光）在主流平台下的性能对比

平台	实时性	延迟	功耗	成本
FPGA	720P@60FPS 1080P@30FPS	几乎没有	低	低
GPU	720P@30FPS	低	高	高
CPU ( ARM )	720P@10FPS	高	低	中低

★ FPGA综合性能最优

# FPGA的优势@的卢

产品应用情况



结构光算法框图@FPGA

# 谢谢



官方网站

北京地址：北京市海淀区学院路768创意产业园B座6号门3032

杭州地址：杭州市西湖区石祥西路859号紫金创业园C座15楼1501-1502

合肥地址：合肥市蜀山区金寨路91号立基大厦A座2210

联系电话：010-56235726

联系邮箱：bd@dilusense.com

[www.dilusense.com](http://www.dilusense.com)

北京的卢深视科技有限公司

---

**Adaptable.**  
**Intelligent.**



**Dilusense 的卢深视**