



APC2017

Realtime Perception for Smarter World!



同芯·共赢
Customer First, Quality First.

RTMapper: 智能时代的环境感知

—— 西北工业大学 布树辉

全志科技2017年生态大会

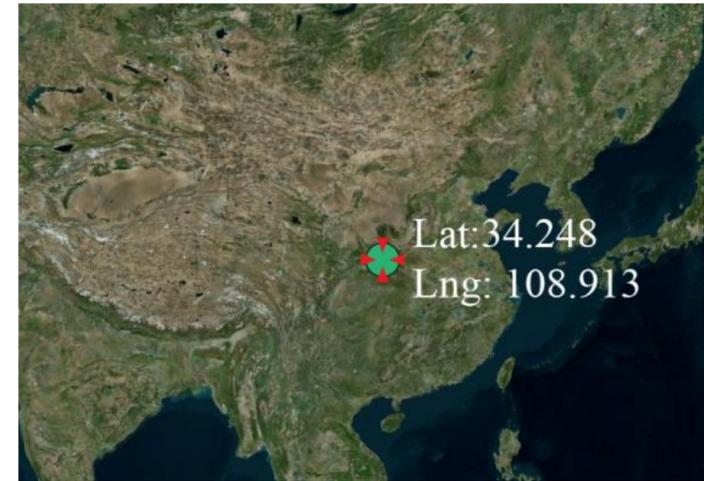
西北工业大学？

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



西北工业大学重点研究**航空、航天、航海**等方面的科学与技术



全志科技 Allwinnertech 股票代码300458

■ 无人机？人工智能的载体

- 体积小、造价低
- 无人化
- 使用方便、对作战环境要求低
- 战场生存能力较强

- 航拍，侦察
- 打击
- 空中平台（中继等）
- 通航

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



■ 无人机 - 自主飞行

APC2017

同芯·共赢

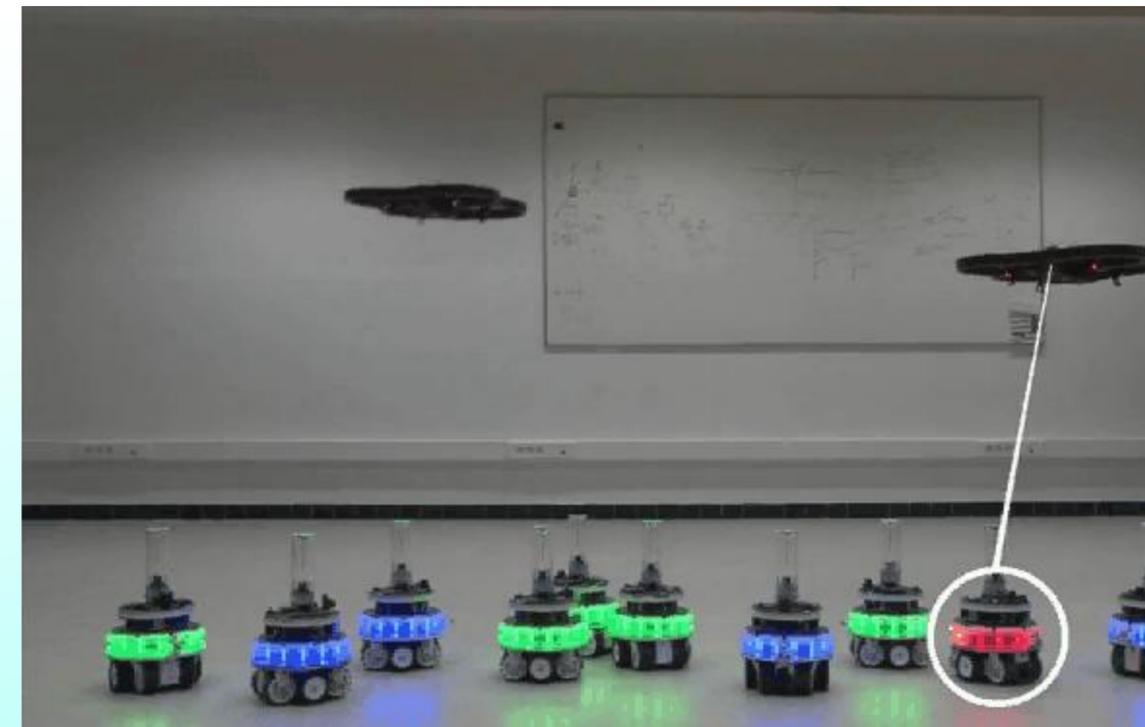
Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

遥控为主

工作负荷大
专业培训
无法控制集群

自主能力



不忘初心 – 为什么做SLAM与实时地图？

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



我们的梦想是做全自主的飞行器、机器人

Source code at http://www.adv-ci.com/blog/source/ardrone_auto/



全志科技 Allwinnertech

股票代码300458

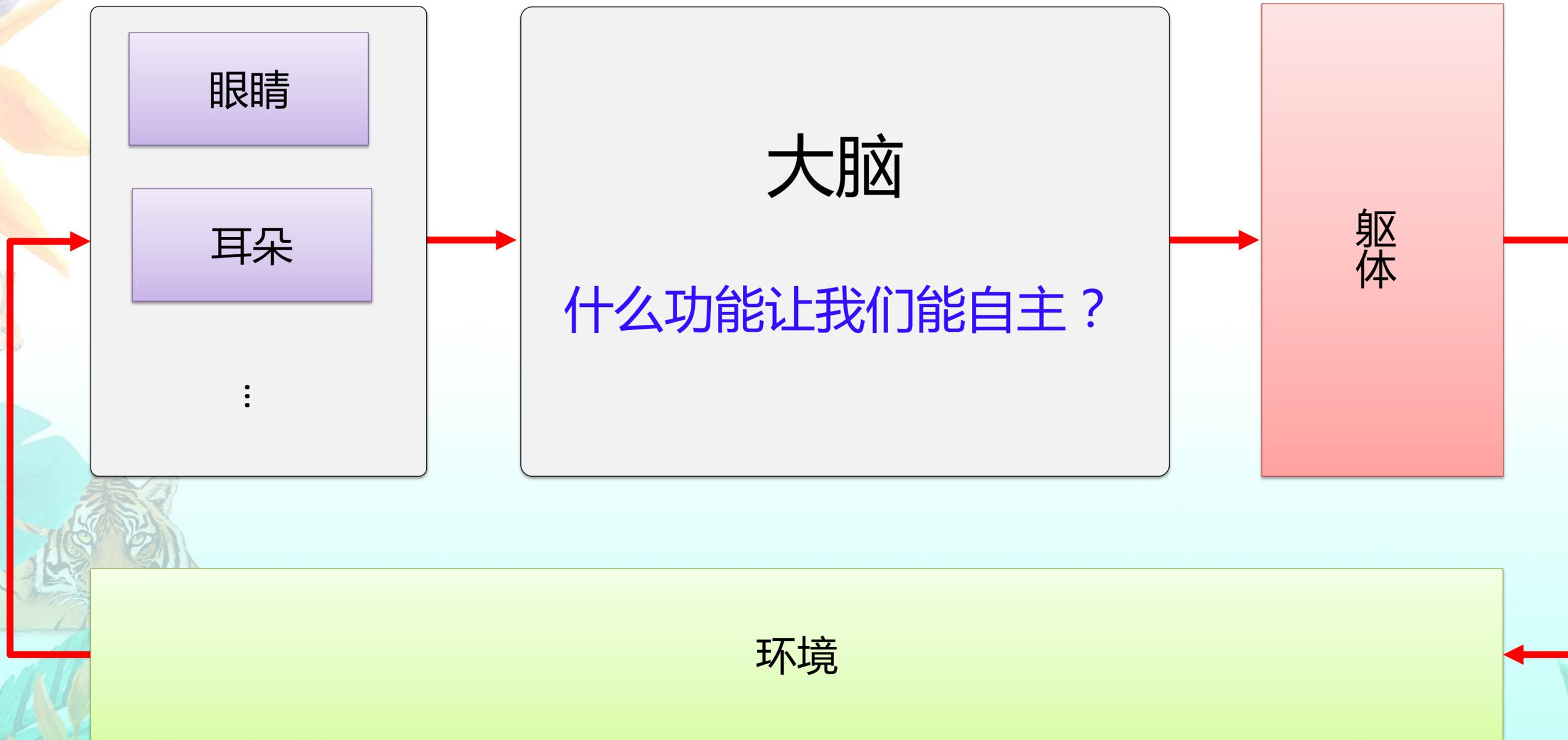
如何实现自主？

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

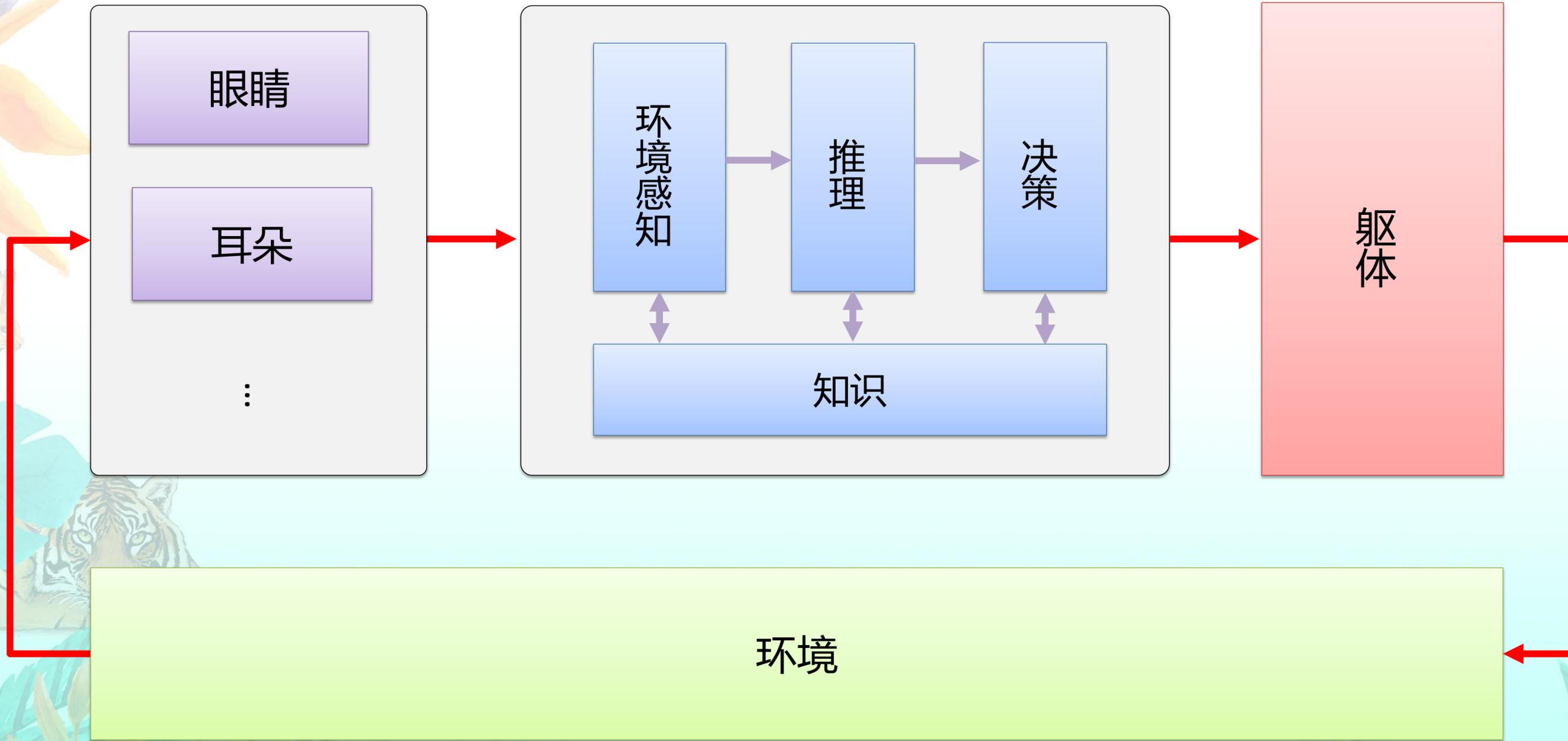
全志科技2017年生态大会



如何实现自主？

APC2017

同芯·共赢
Customer First, Quality First.
全志科技2017年生态大会



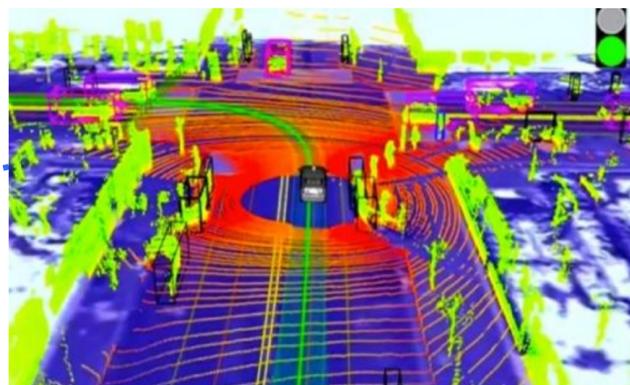
未来？已经到来！

APC2017

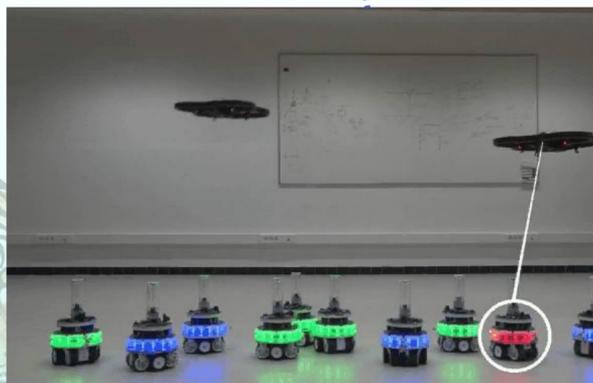
同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



人工智能



人工智能时代的挑战

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

人工智能

环境感知

推理

知识

SLAM

场景理解

决策

多数据源

图像
LiDAR
红外
多光谱, 高光谱
IMU
MAP

实时, 低延时

复杂环境

电磁环境, 气象环境

- 导航定位主要依赖物理、几何手段
- 环境感知的效能与人相比, 差距较大
- 环境感知的结果如何存储、访问?
- 多智能体、动态环境的环境感知有待研究、开发
- 推理、决策使用相对固定的模式
- 知识如何表达、存储、演绎?

SLAM ?

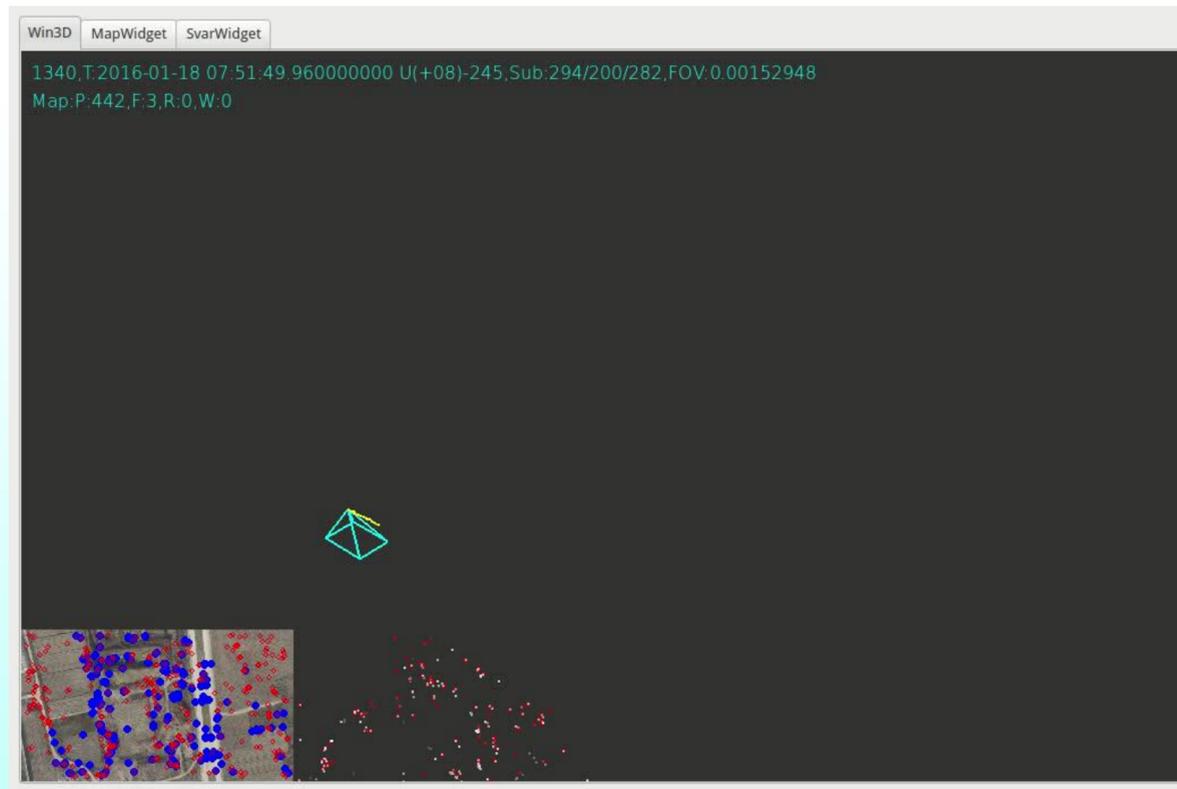
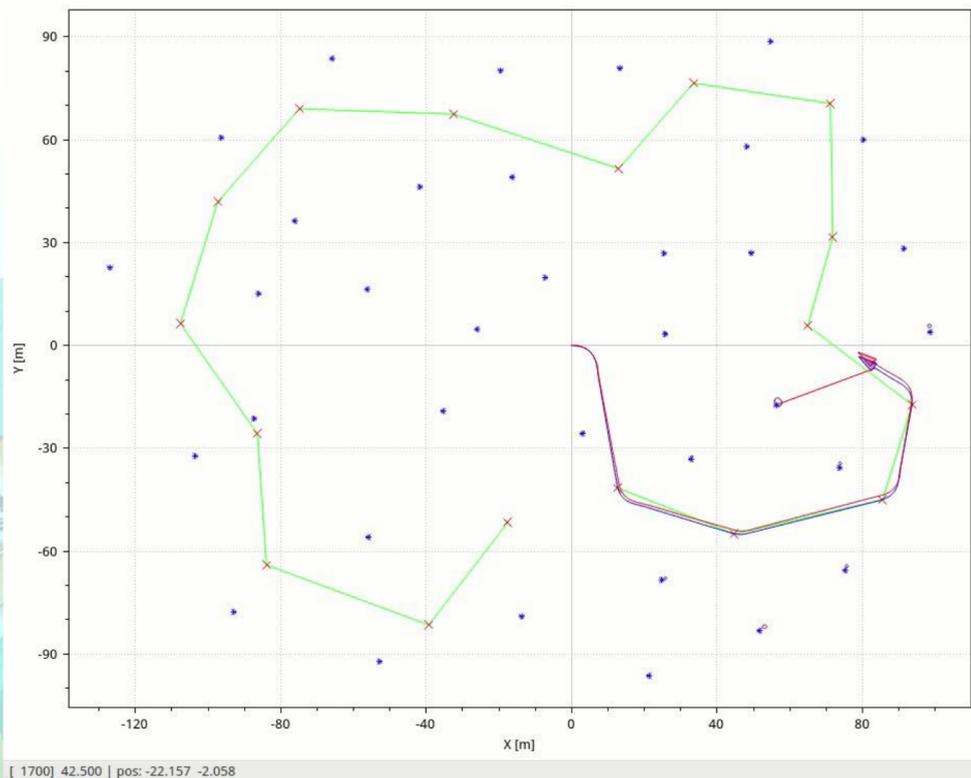
- SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), 即时定位与地图构建
- 最早由美国著名学者Smith于1988年提出，它是解决机器人视觉的关键核心技术，**是实现真正全自主移动机器人的关键。**
- 由于早期SLAM算法设计的局限性，以及传感器技术、计算机处理能力的限制，未能广泛推广应用。

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

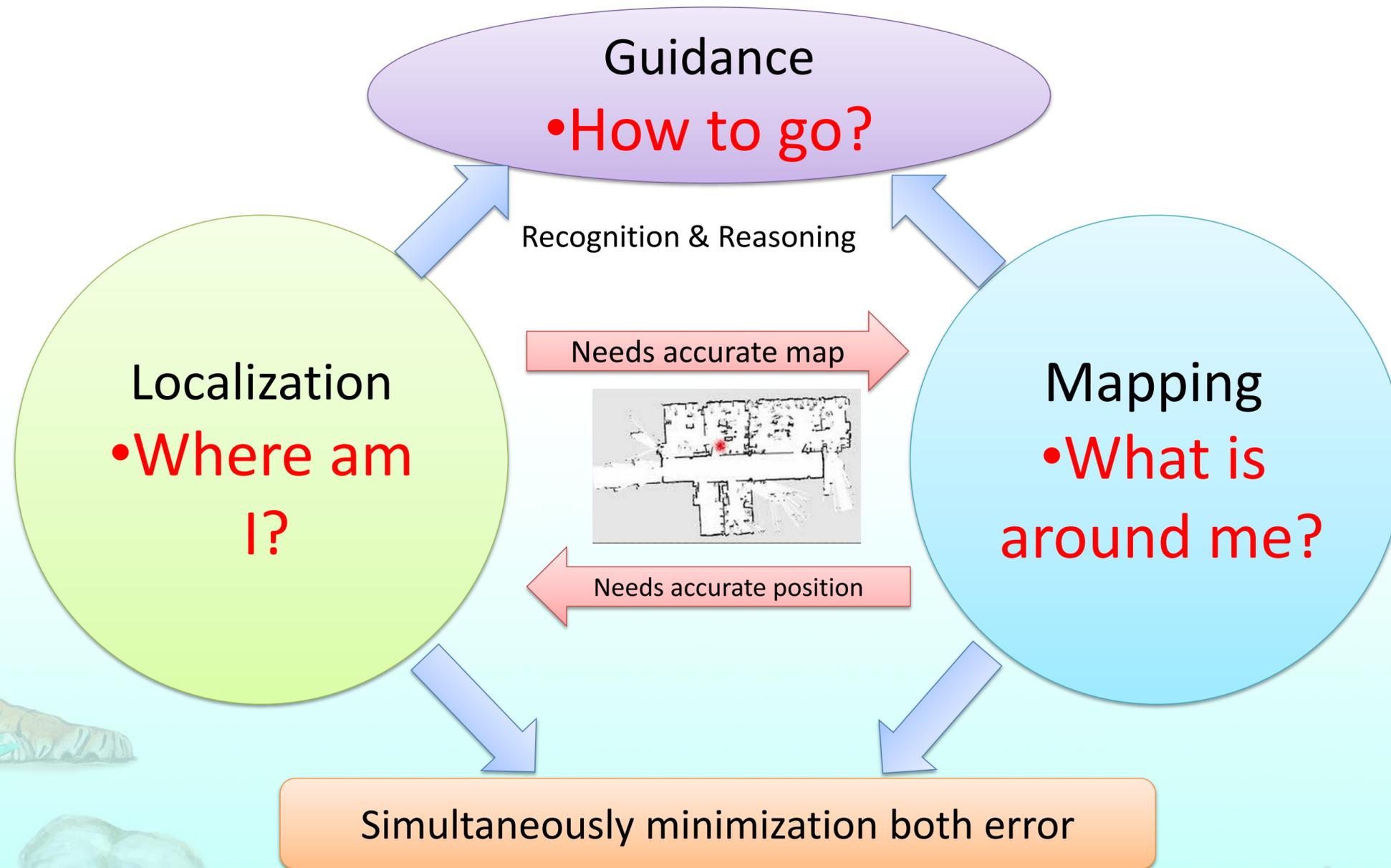


Demo can be downloaded at: <http://www.adv-ci.com/blog/source/fastslam-gui/>



全志科技 Allwinnertech 股票代码300458

SLAM – 自主导航的核心



APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

SLAM – 广阔的应用领域

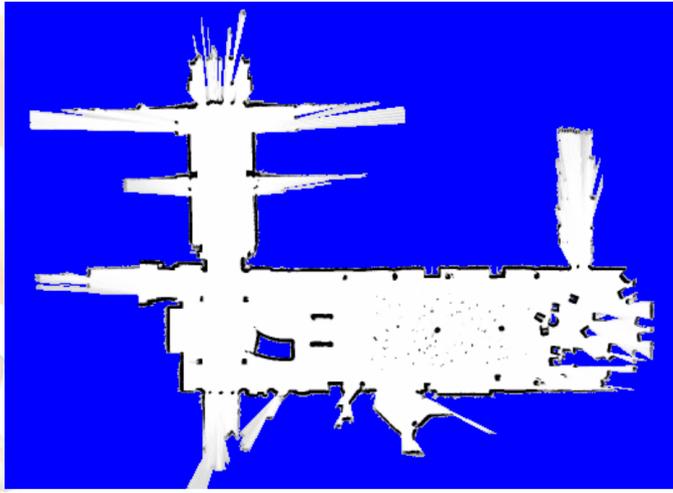
APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

技2017年生态大会

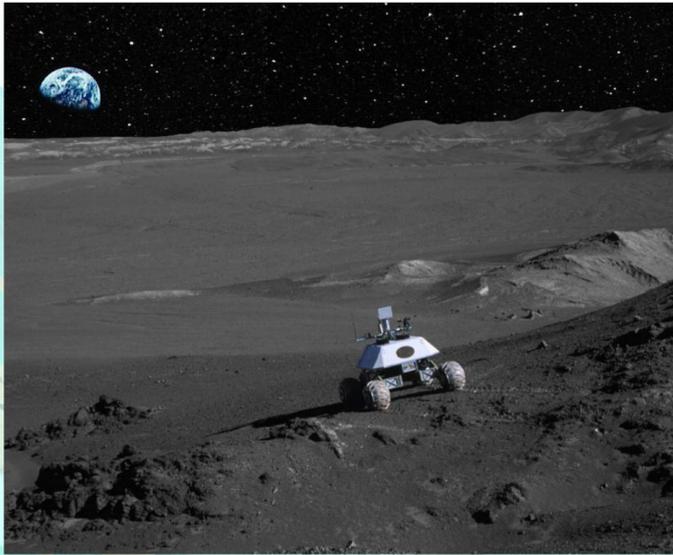
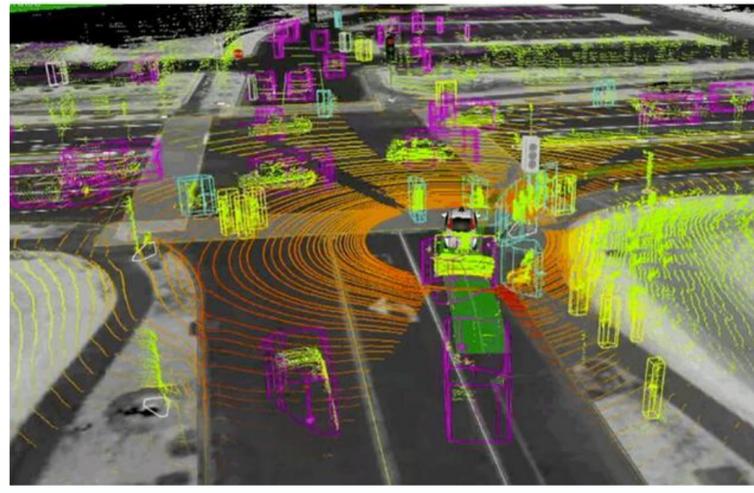
室内机器人



水下航行器/兵器



自动驾驶汽车



太空探险



地下探险



无人机



AR

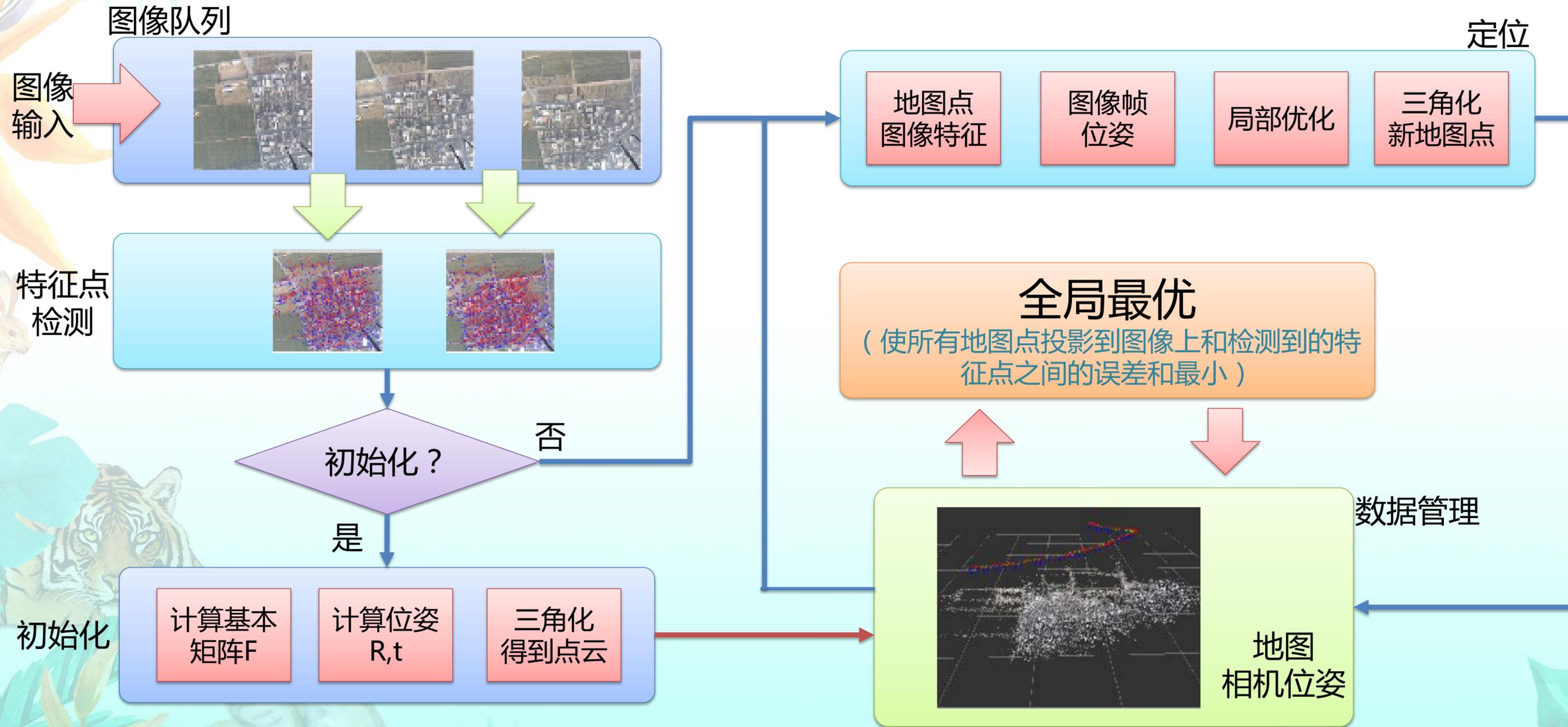
视觉SLAM – 基本流程

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



视觉SLAM – 10年历程

APC2017

同芯·共赢
Customer First, Quality First.
全志科技2017年生态大会

Parallel Tracking and Mapping (PTAM)

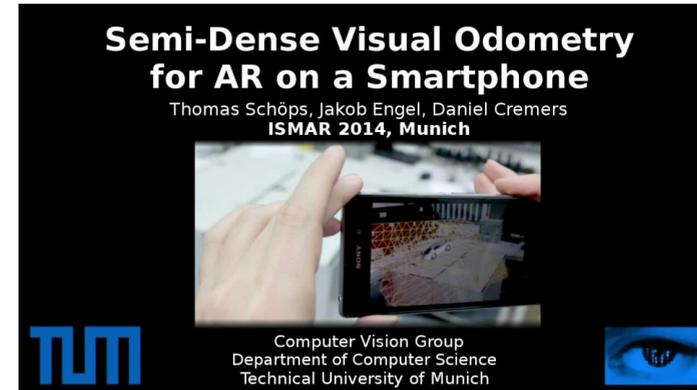
Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces

Extra video results made for ISMAR 2007 conference

Georg Klein and David Murray
Active Vision Laboratory
University of Oxford

优酷

Large-scale Direct Monocular SLAM (LSD-SLAM)



2007

2011

2014

2017

DTAM:
Dense Tracking and Mapping in Real-Time

Dense Tracking and Mapping (DTAM)

ORB-SLAM

Raúl Mur-Artal, J. M. M. Montiel and Juan D. Tardós
{raulmur, josemari, tardos}@unizar.es

Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Universidad Zaragoza

ORB-SLAM



Semi-direct Tracking and Mapping (SDTAM)



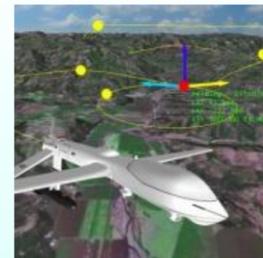
全志科技 Allwinnertech 股票代码300458

SLAM与智能系统

感知
Sense

建图
Mapping

策略
Policy



- SLAM是智能系统的关键技术之一
- 实时建图是连接感知与决策的关键组件
- 感知与建图为机器学习提供数据支撑

APC2017

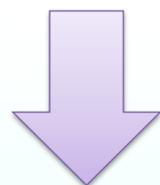
同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

SLAM的问题：（1）复杂系统

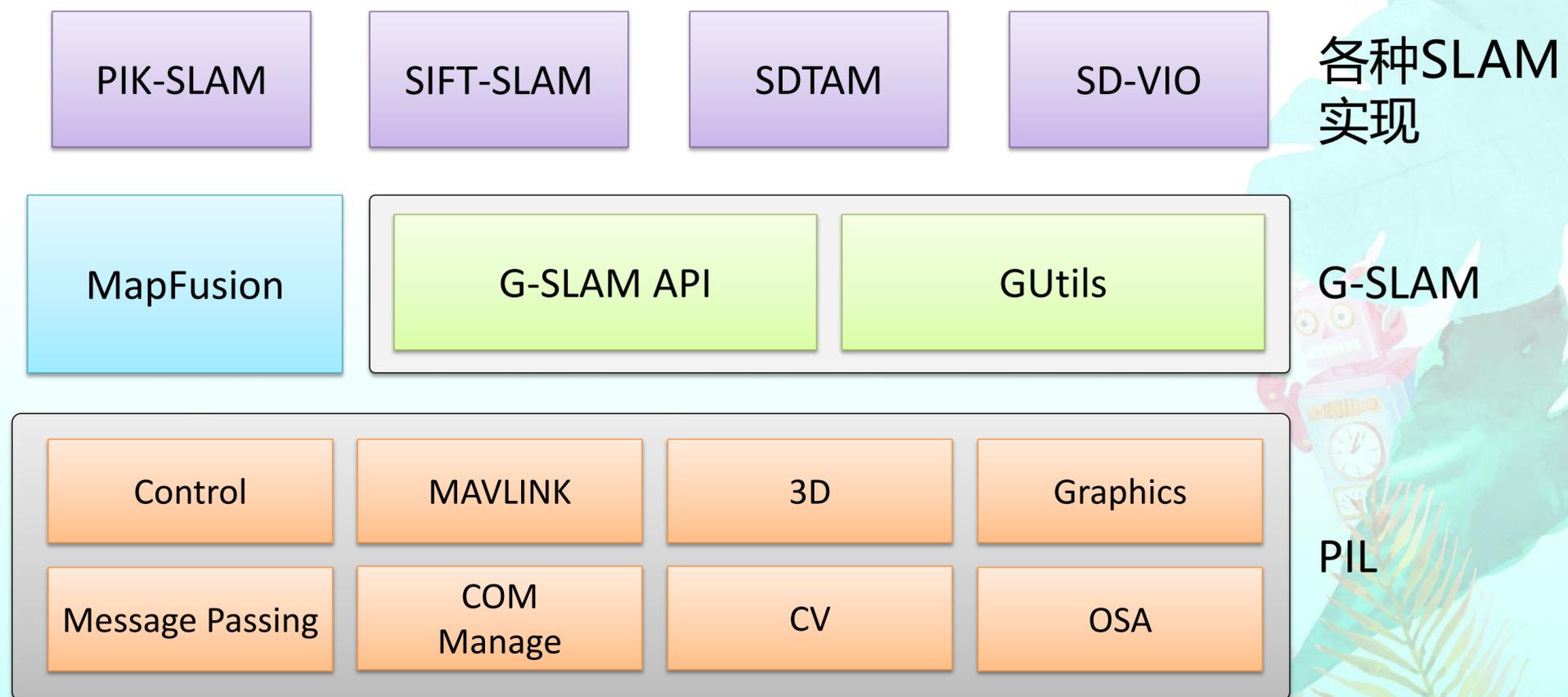
- 需要几何、优化等方面的知识
- 程序结构、流程复杂
- 处理的数据复杂
- 实时性要求高，执行效率高



G-SLAM框架

- 一个框架支持多种SLAM
- 统一的接口设计，插件化设计，复杂度隔离
- 使用PIL (Pilot Intelligent Library)系统支撑库
- 支持MapFusion（实时地图融合）

G-SLAM 框架/多种实现



<https://github.com/zdzaoyong/GSLAM>

<https://github.com/zdzaoyong/PIL2>

<https://github.com/zdzaoyong/Map2DFusion>

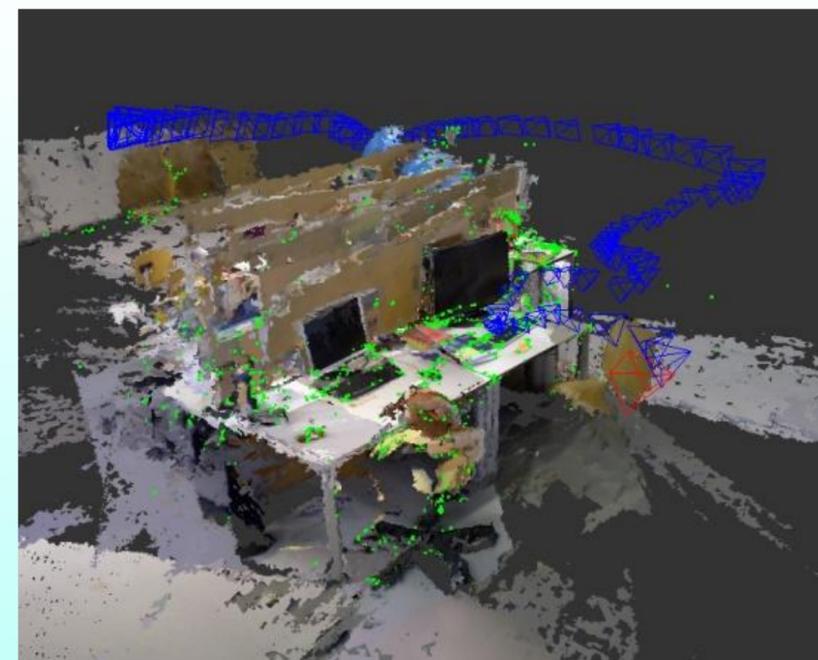
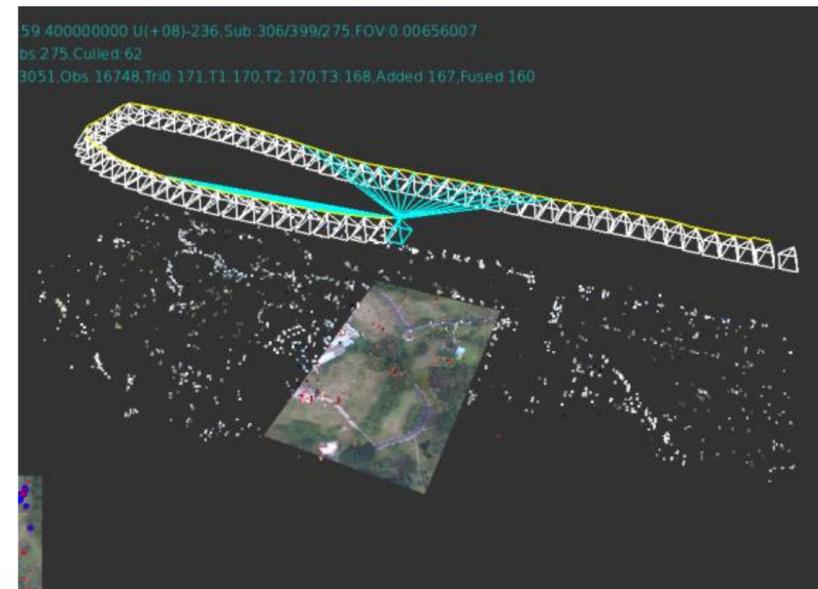
SLAM的问题：（2） Mapping能力不足

- Mapping为快速定位服务
- 主要是三维点云
- 环境表达能力较弱
- 有效数据存储效率低
- 较长时间间隔的重定位能力较弱
- 很多时候需要正摄影像地图（DOM）、高程地图（DEM），三维模型，矢量地图



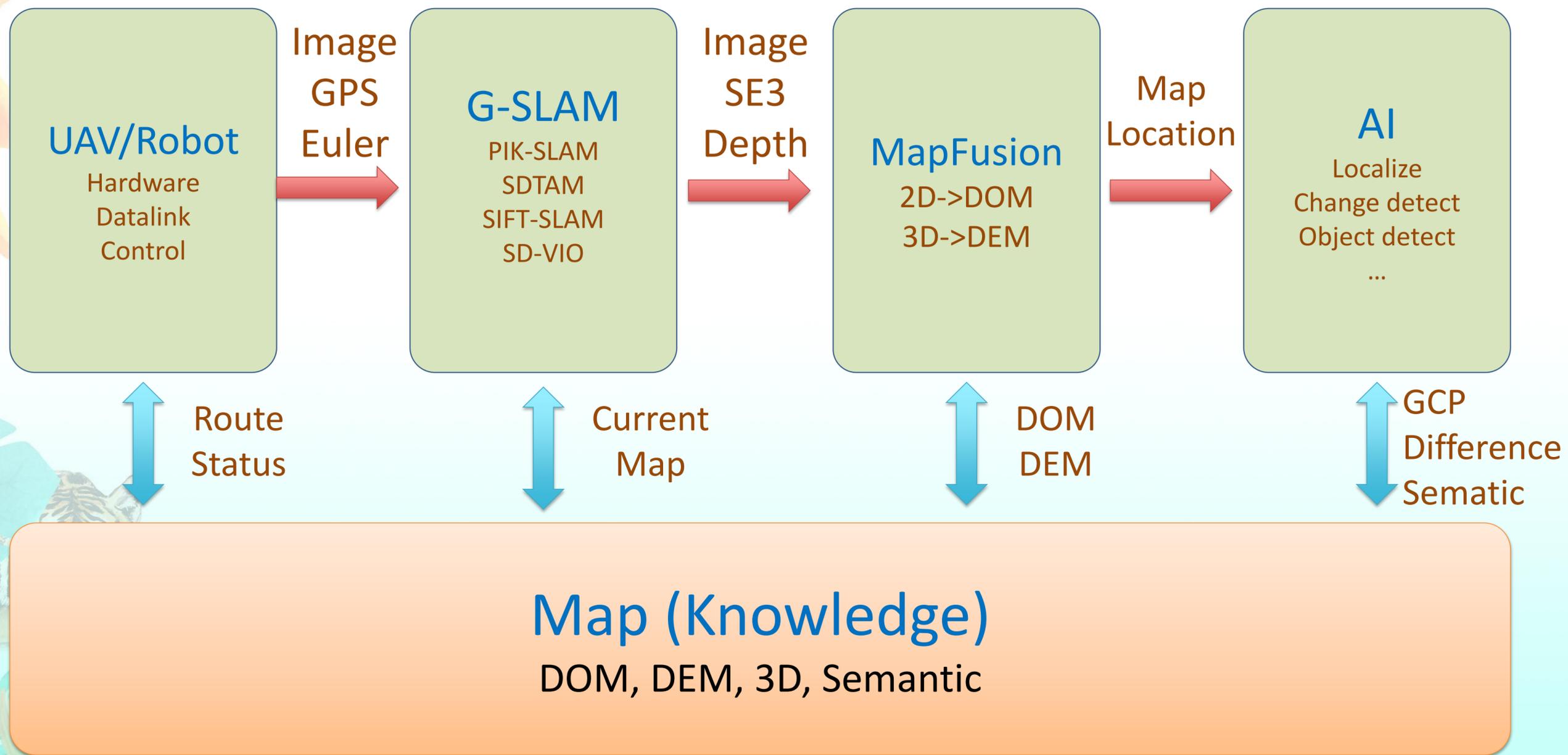
将Mapping增强

实时地图





Realtime Perception for Smarter World!



APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



RTMapper的意义

智能GIS

- 为作战等提供时效性高的信息，降低对卫星的依赖程度，并提高地图的分辨率
- 简单易用的建模工具，能够提高工程、建筑等领域的工作效率
- 农业植保提供简单易用的高分辨率病虫害评估报告

智能控制

- 为机器人提供高智能程度的导航、控制功能
- 提供无人机、机器人等在卫星导航失效下导航定位，并提高自主运行所需要的环境信息
- 全自主农业植保无人机

实时地图



APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

RTMapper: 无人机平台

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

自动飞行控制
实时数据处理



地面站



综合数据链路



手动控制

摇杆控制



- 高可靠性
- 操作简单
- 自动飞行

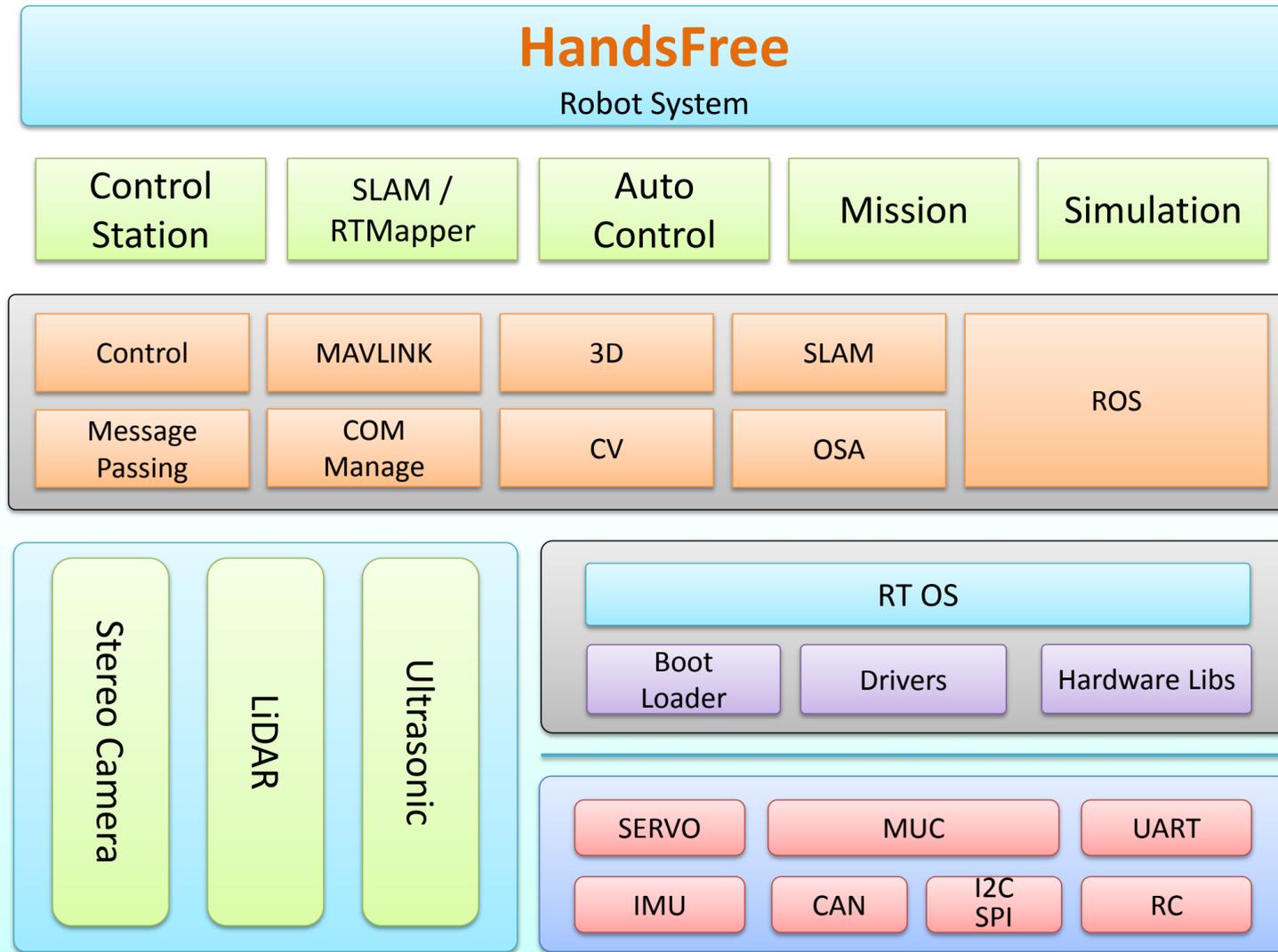
- 实时数据处理
- G-SLAM/RTMapper
- 鲁棒性高

RTMapper: 机器人平台 HandsFree

- 全自主设计
- 优秀的架构设计
- OpenRE (Open Robot Embedded) 开源系统
- 多传感器：立体视觉，LiDAR，RGB-D，超声
- 支持ROS (Robot Operation System)
- 国内最为完整的开源机器人平台
- 软硬件开源
- 全套开发、使用手册



www.hands-free.org.cn



APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

机器人平台

组件库

系统支撑库
PIL

OpenRE

RTMapper: G-SLAM

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

Pilot Intelligent Keyframe SLAM (PIK-SLAM)



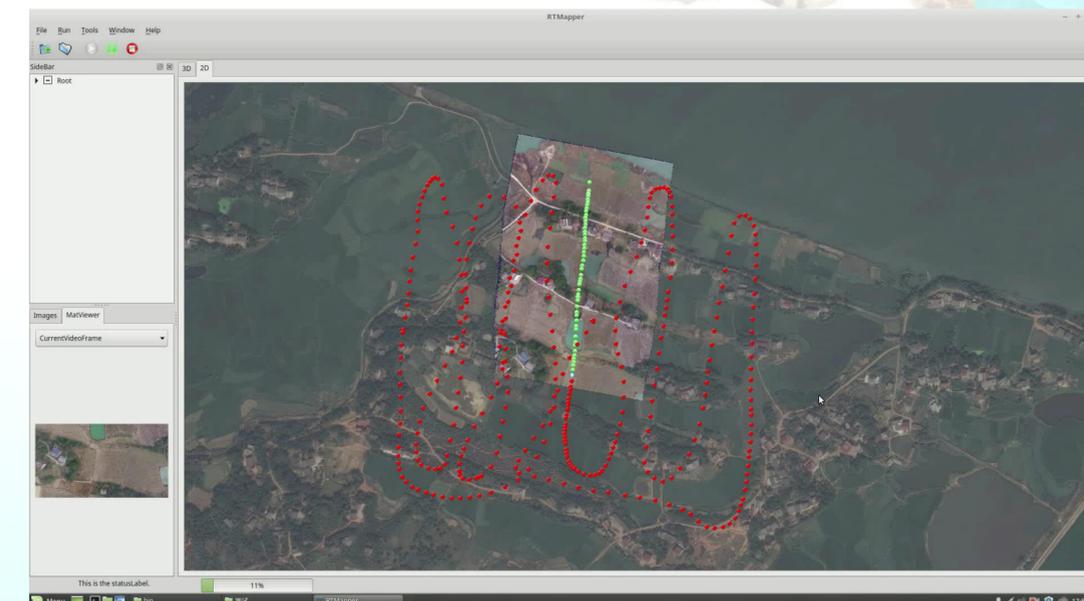
- **高速处理**：1080p 图像能够达到30 Hz
- **自动拟合GPS信息**：视觉与GPS数据融合
- **实时正射影像生成**：使用自适应加权方法融合多帧图像
- **大规模数据支持**：支持数据网格划分，数据热交换

Semi-direct Tracking and Mapping



- **高效**：使用直接法实现快速跟踪、定位，然后使用特征点法优化位姿
- **高精度**：定义了融合深度和几何测量误差的误差函数，能够取得更好精度和鲁棒性
- **优秀的架构**：能够取得更好的精度与速度平衡

SIFT-SLAM



- **鲜明的特点**：支持大的基线距离，替代SfM，能够高速成图
- **高效**：专门针对实时地图设计，能够处理超大尺寸的图像（40M像素以上）
- **多样的功能**：半稠密点云，实时地图融合

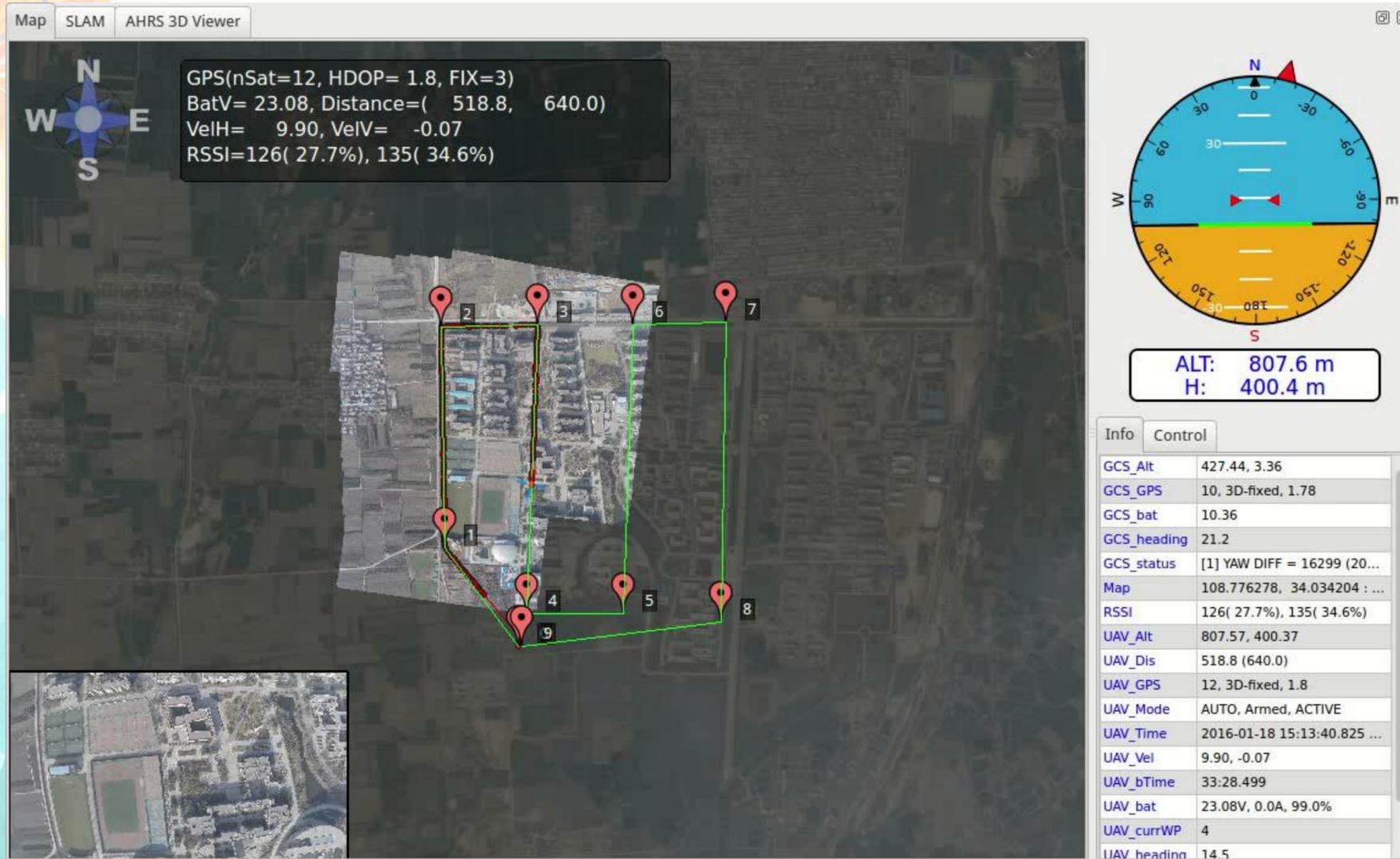
RTMapper: 地图融合 (MapFusion)

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



目标

- 实时二维地图
- 实时高程地图
- 实时三维地图
- 具备扩展能力
- 能够整合数据处理、分析

Shuhui Bu, Yong Zhao, et al., Map2DFusion: Real-time Incremental UAV Image Mosaicing based on Monocular SLAM, IROS, 2016

<http://www.adv-ci.com/blog/projects/map2dfusion/>

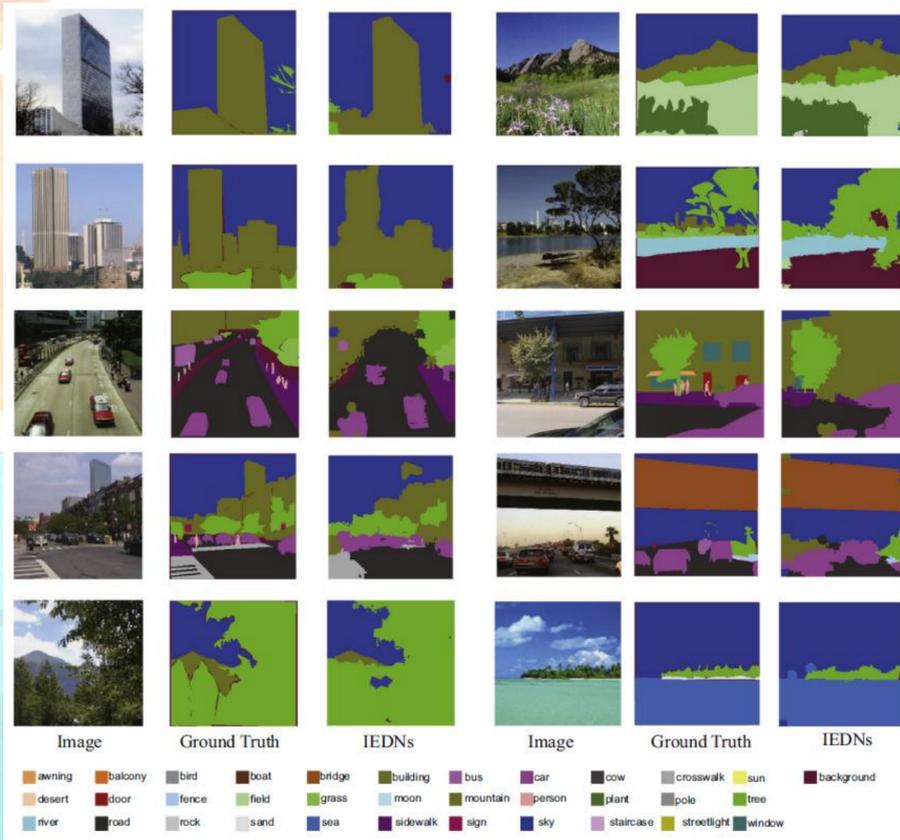


全志科技 Allwinnertech 股票代码300458

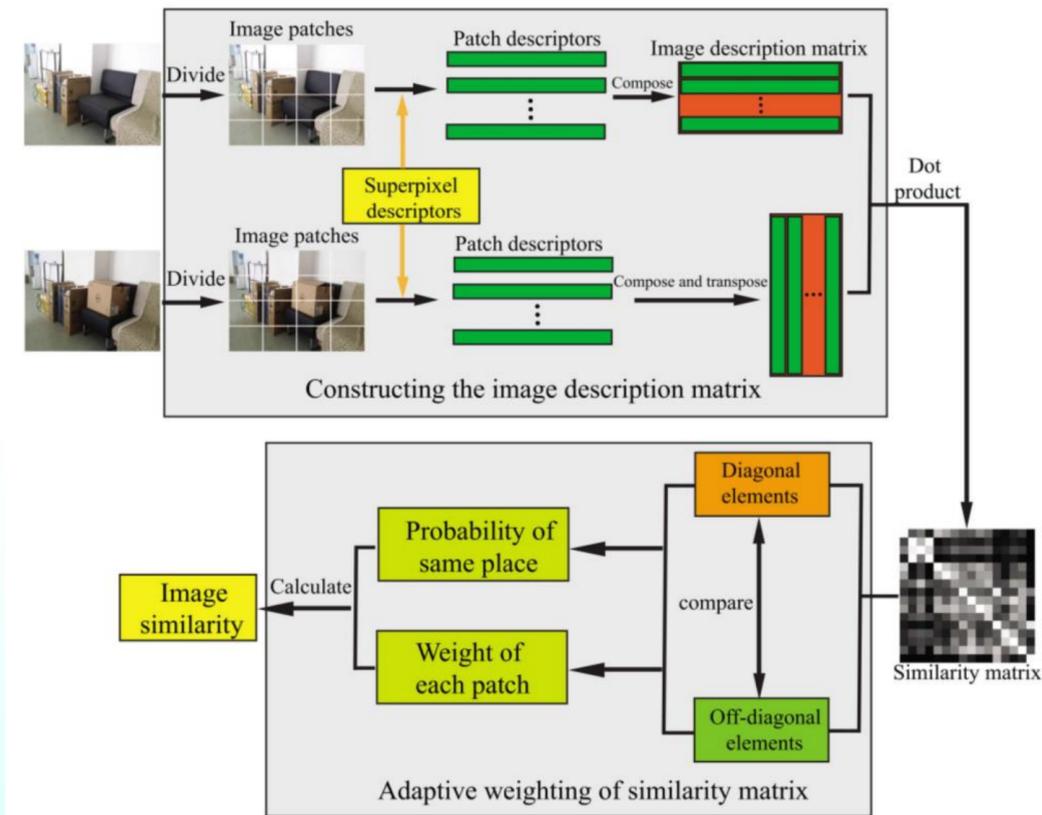
RTMapper: 数据处理

APC2017

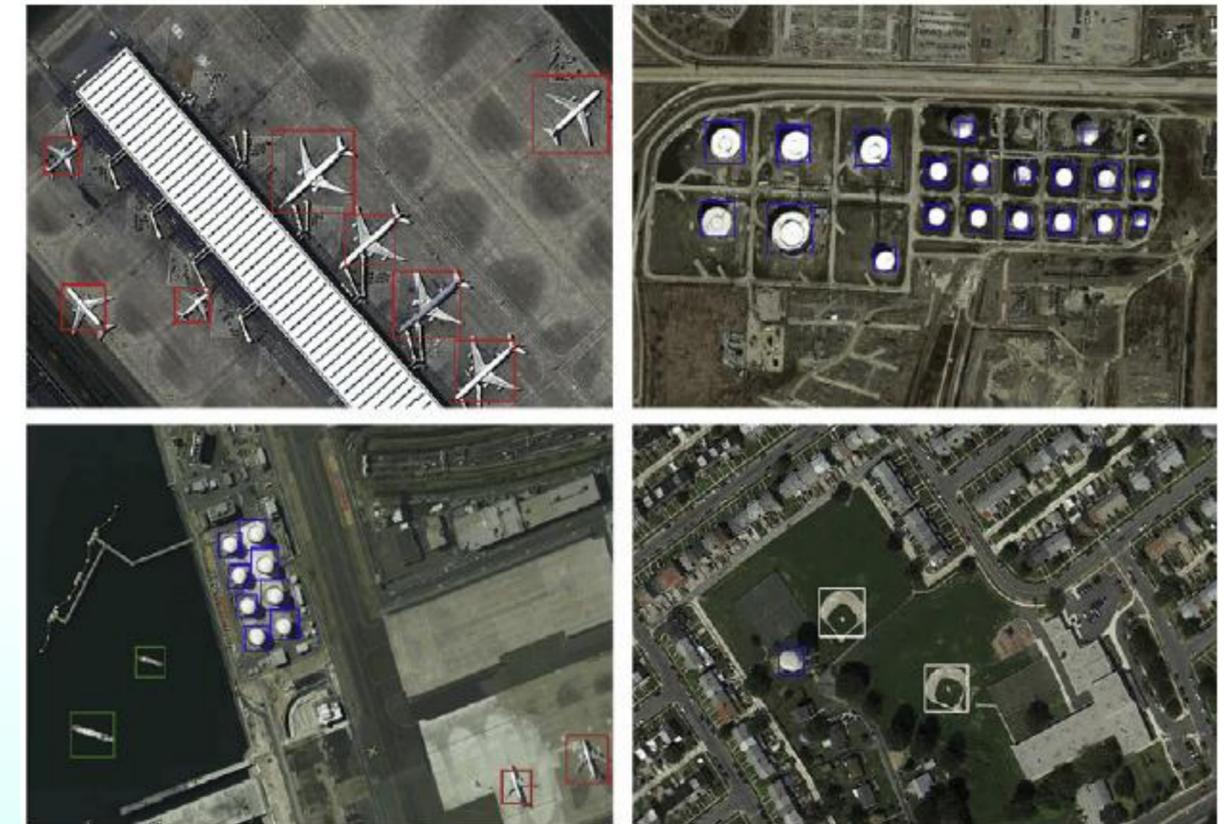
同芯·共赢
Customer First. Quality First.



场景解析



场景认识



关键物体识别

Shuhui Bu, et al. Pattern Recognition, 2016.

Qing Li, et al., Place Recognition Based on Deep Feature and Adaptive Weighting of Similarity Matrix, Neurocomputing, 2016.

Part of source codes: <http://www.adv-ci.com/blog/source/pi-cnn> and <http://www.adv-ci.com/blog/source/pi-slic>



全志科技 Allwinnertech

股票代码300458

RTMapper – 相关软件对比

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



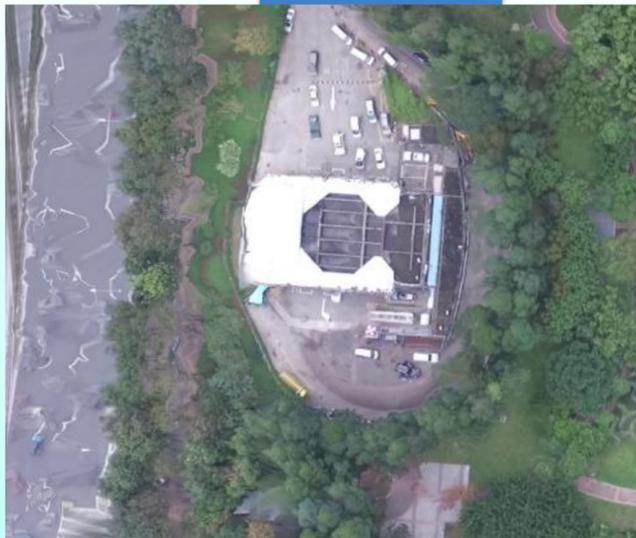
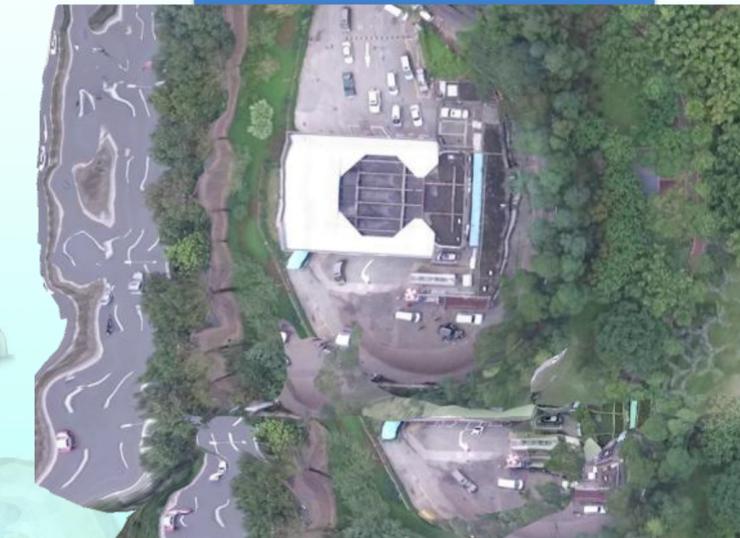
PhotoScan



Pix4D



RTMapper



RTMapper – 特点

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会



RTMapper – 相关方法的对比

APC2017

同芯·共赢
Customer First, Quality First.
全志科技2017年生态大会

	Pix4D PhotoScan	DroneDeploy	航空摄影 测绘 倾斜摄影测量	本系统 RTMapper
实时性	离线计算（数小时）	网络云计算（需要联网）	离线计算（数天）	在线实时
安全性	一般	较低	一般	高
测量精度	中	中	高	中
多信息源融合	无	无	具备	具备
地面站整合能力	无	无	无	具备
系统硬件要求	低	较低	高	较低
二次开发能力	无	无	无	具备
使用成本	高	高	很高	低
功能	DEM, DOM, 三维重建	DEM, DOM, 三维重建	DEM, DOM, 三维重建	DEM, DOM, 三维重建 无GPS导航定位

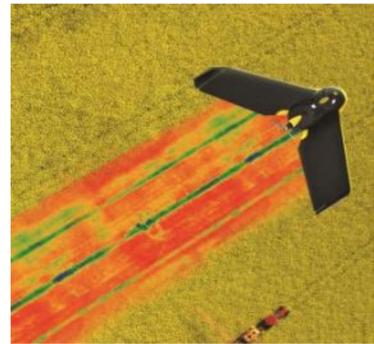
RTMapper – 广阔的应用领域

APC2017

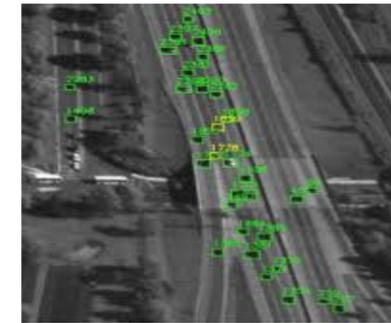
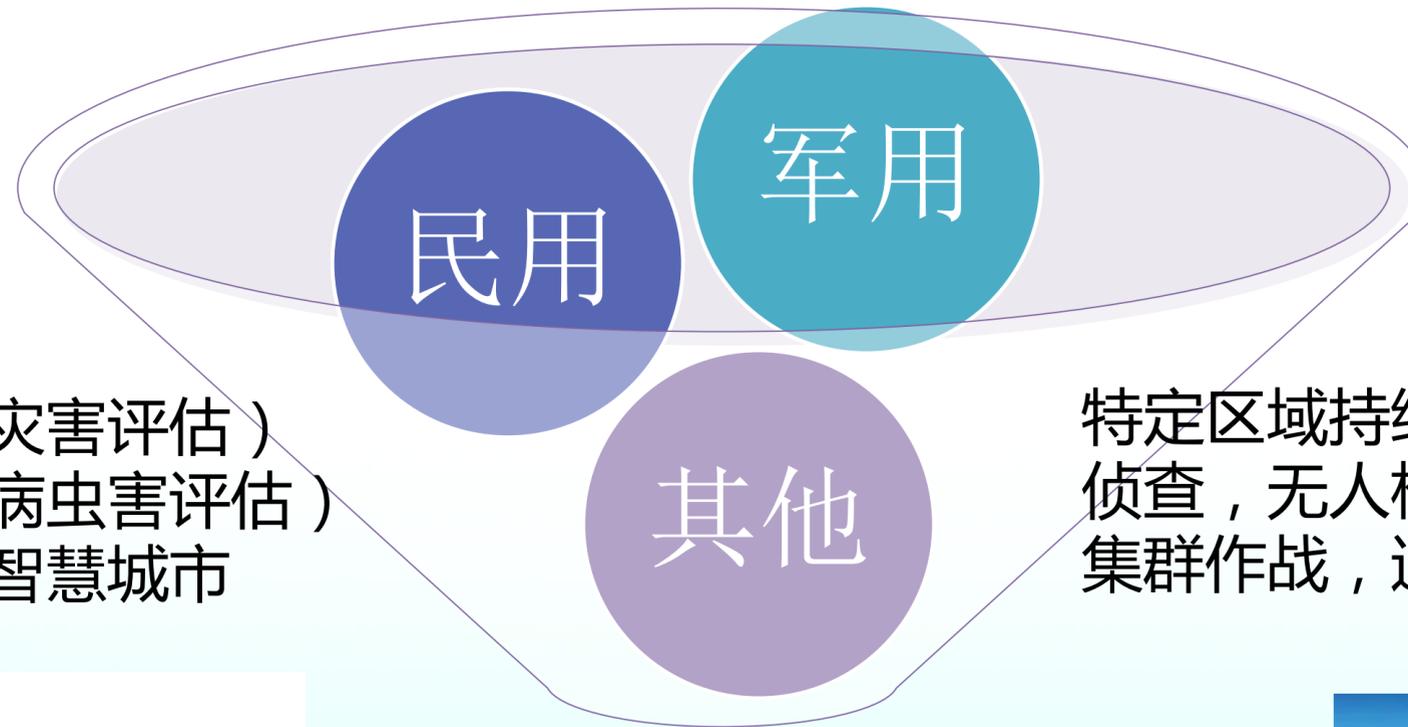
同芯·共赢

Customer First, Quality First.

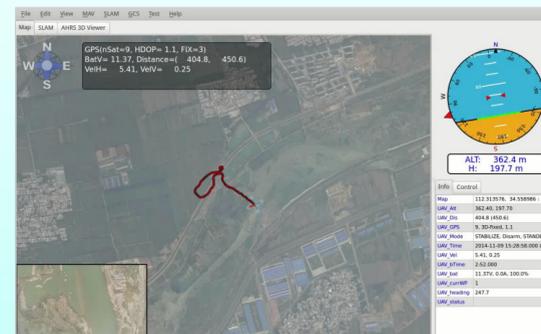
全志科技2017年生态大会



抗震救灾（灾害评估）
农业植保（病虫害评估）
自动驾驶，智慧城市



特定区域持续监视
侦查，无人机作战
集群作战，过饱和攻击



未来之路

人工智能

环境感知

推理

知识

SLAM

场景理解

决策

多数据源

图像
LiDAR
红外
多光谱, 高光谱
IMU
MAP

实时, 低延时

复杂环境
电磁环境, 气象环境

- 鲁棒性高、精度高的SLAM
- 语义层面的地图
- 认知层面的场景理解方法
- 推理、策略的学习
- 智能多机协同系统

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

机器与地图

- 地图不仅仅是为人提供空间信息的工具
- 更多是为机器提供空间信息，导航定位、环境感知
- 智能机器不仅仅是地图的使用者，也是地图的生成者，两者相互依赖
- 要求更高的实时性，更多样的表达形式

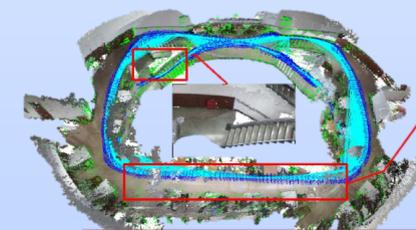
智能机器



机器地图



影像地图



三维点云地图



语义地图

APC2017

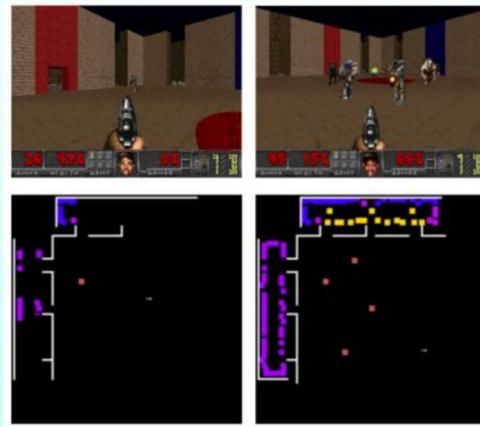
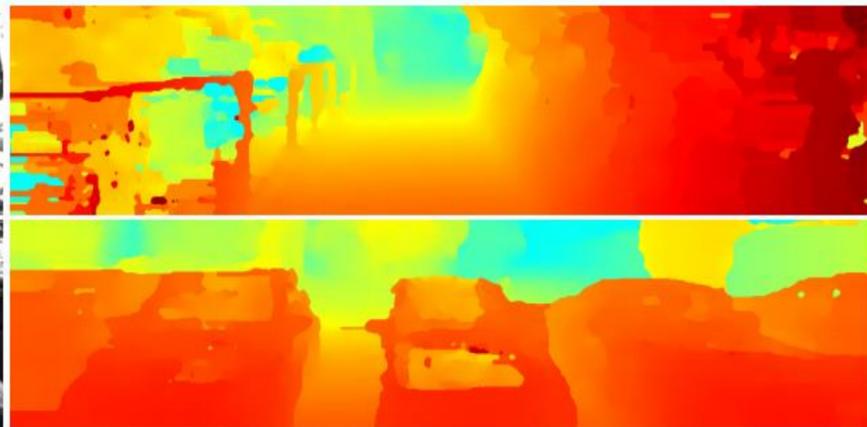
同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

SLAM的发展方向

- 语义层面的信息能够实现更大规模、更可靠的SLAM系统
- 基于直接优化的方法，基于深度学习的光流
- SLAM为深度学习提供学习数据
- 端到端的学习实现导航、制导，全神经网络的机器人系统
- 实现无人机、机器人的全自主导航



APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

关于我们



<http://www.adv-ci.com>



Hands Free
开源社区

<http://www.hands-free.org.cn>



中国人民解放军
信息工程大学

APC2017

同芯·共赢

Customer First, Quality First.

全志科技2017年生态大会

我们的理念

探索
explore

成长
grow

分享
share

智能系统实验室

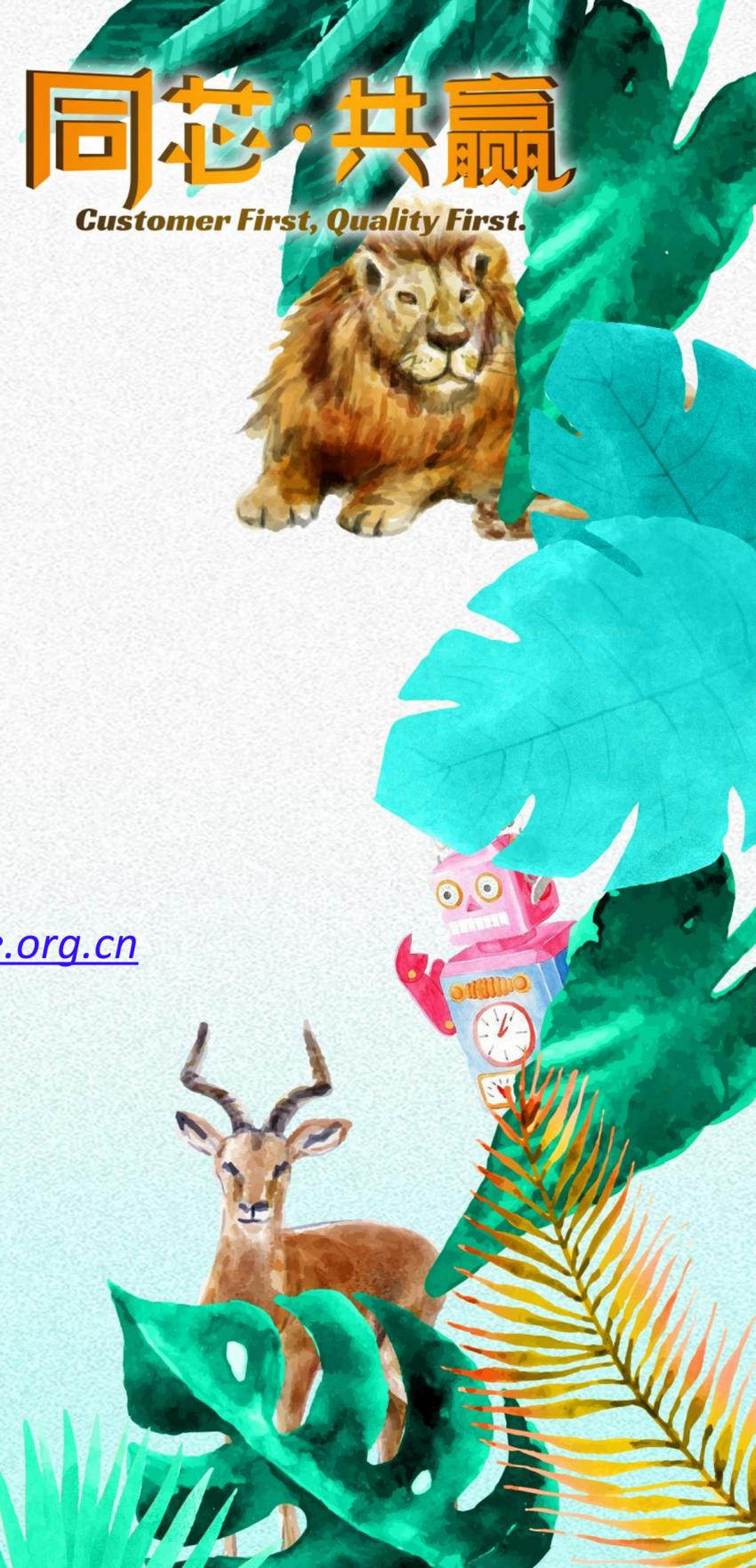


舞蹈机器人基地





APC2017



同芯·共赢
Customer First, Quality First.

THANKS

Detailed information can be found at <http://www.adv-ci.com> and <http://www.hands-free.org.cn>



全志科技2017年生态大会