

吉林大学吉智无人驾驶方程式车队

2021-2022赛季视觉组寒假培训

2022-01-14

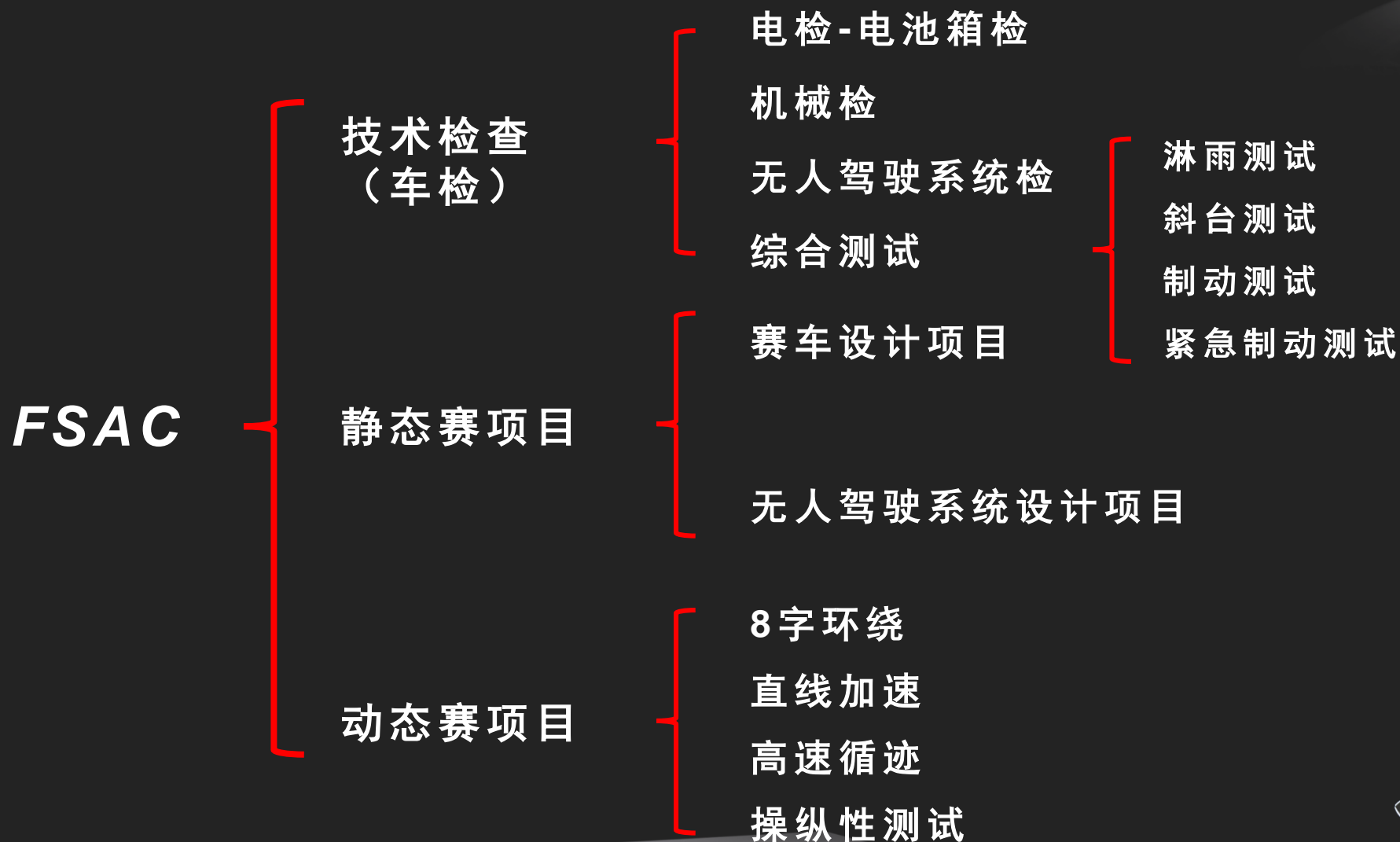


目录

1. 赛事概况
2. 国内外主要车队介绍
3. 视觉组研究内容及关键技术
4. 视觉组技术路线演进及当前研究进展
5. 下一阶段工作安排



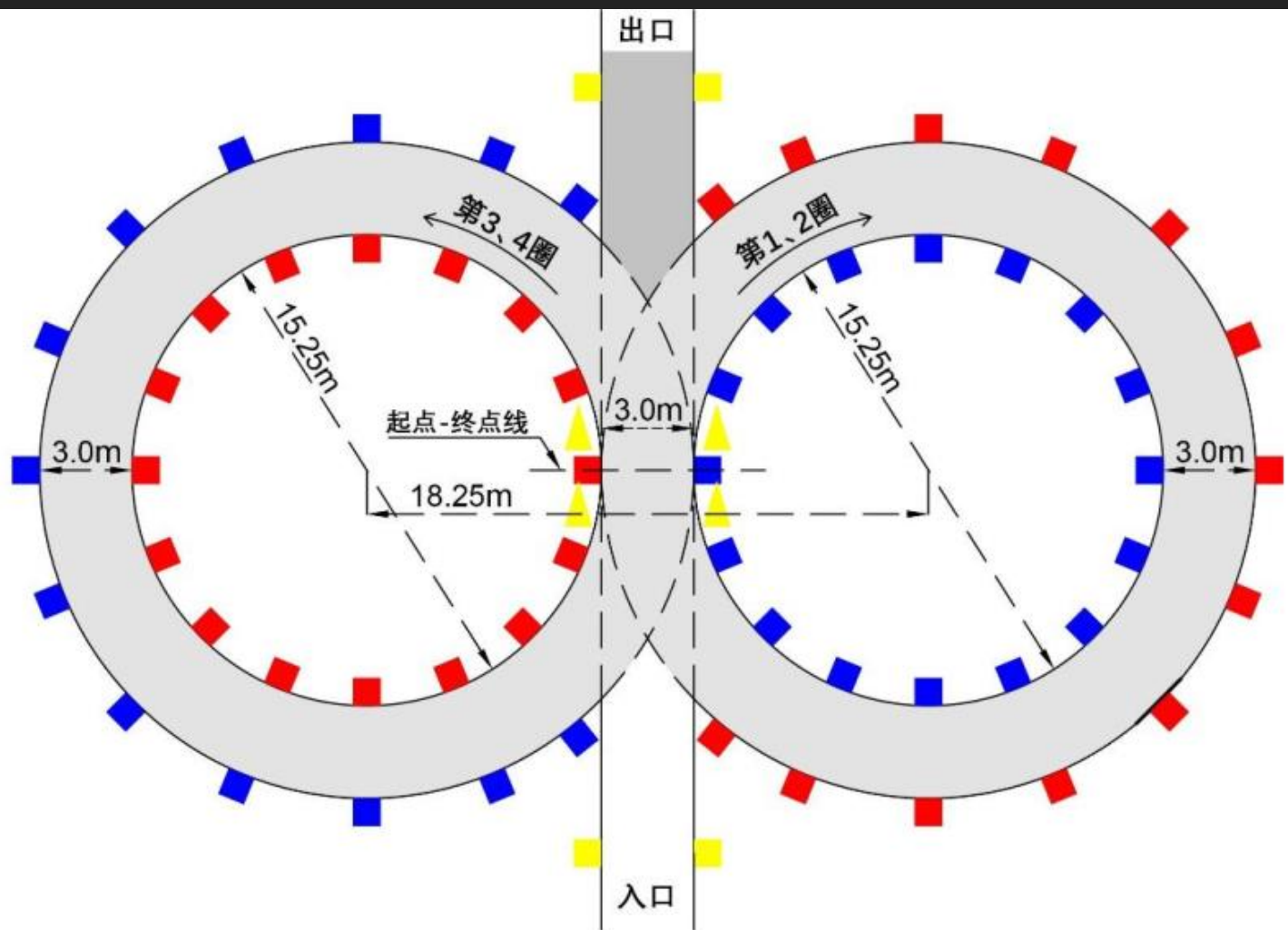
赛事概况



车检不通过则无法继续
进行动态赛项目



动态赛项目-8字环绕

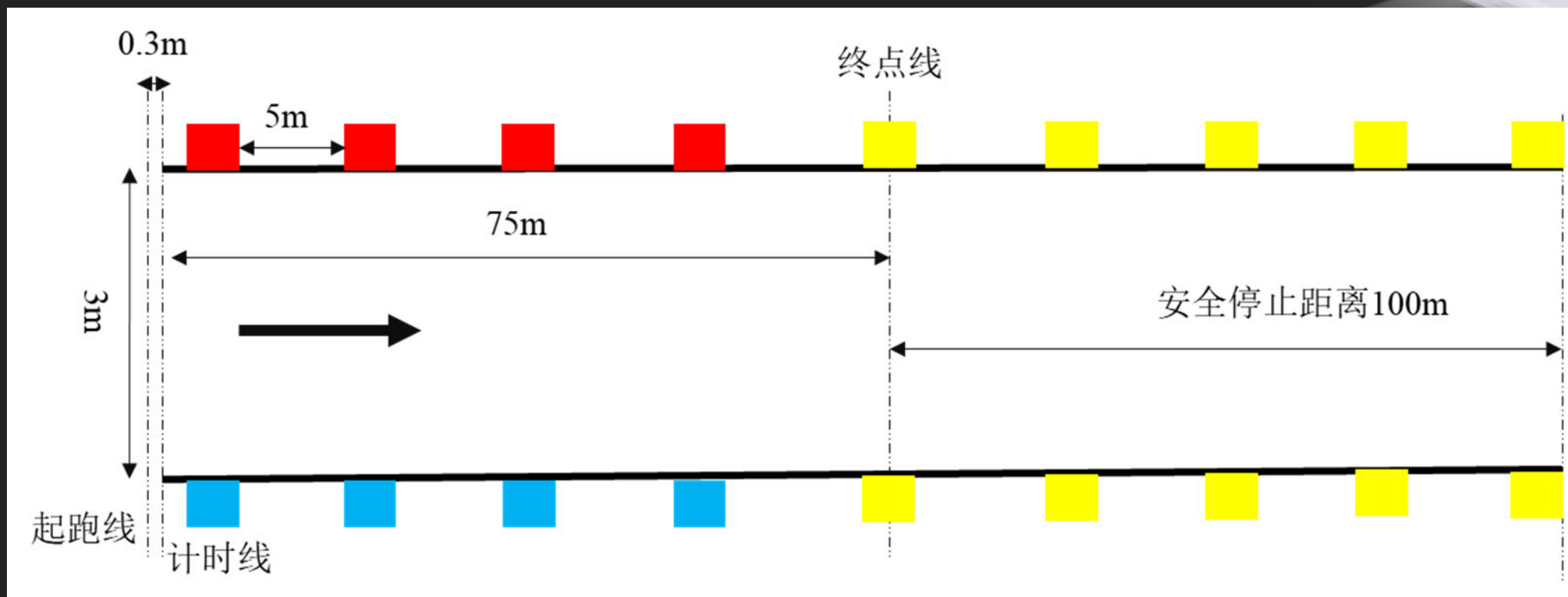


- 跑动次数不做限制
- 首先绕右圆行驶一圈建立转向。接着的第二圈仍绕右圆，并计时。
- 紧接着，赛车将驶入左圆进行第三圈。第四圈仍绕左圆并计时。
- 完成第四圈后，赛车与进入时同向从交叉点处的出口离开赛道。赛车必须在计时线后 25m 内停车并进入完成任务状态。

➤ 只在第2圈和第4圈进行计时



动态赛项目-直线加速

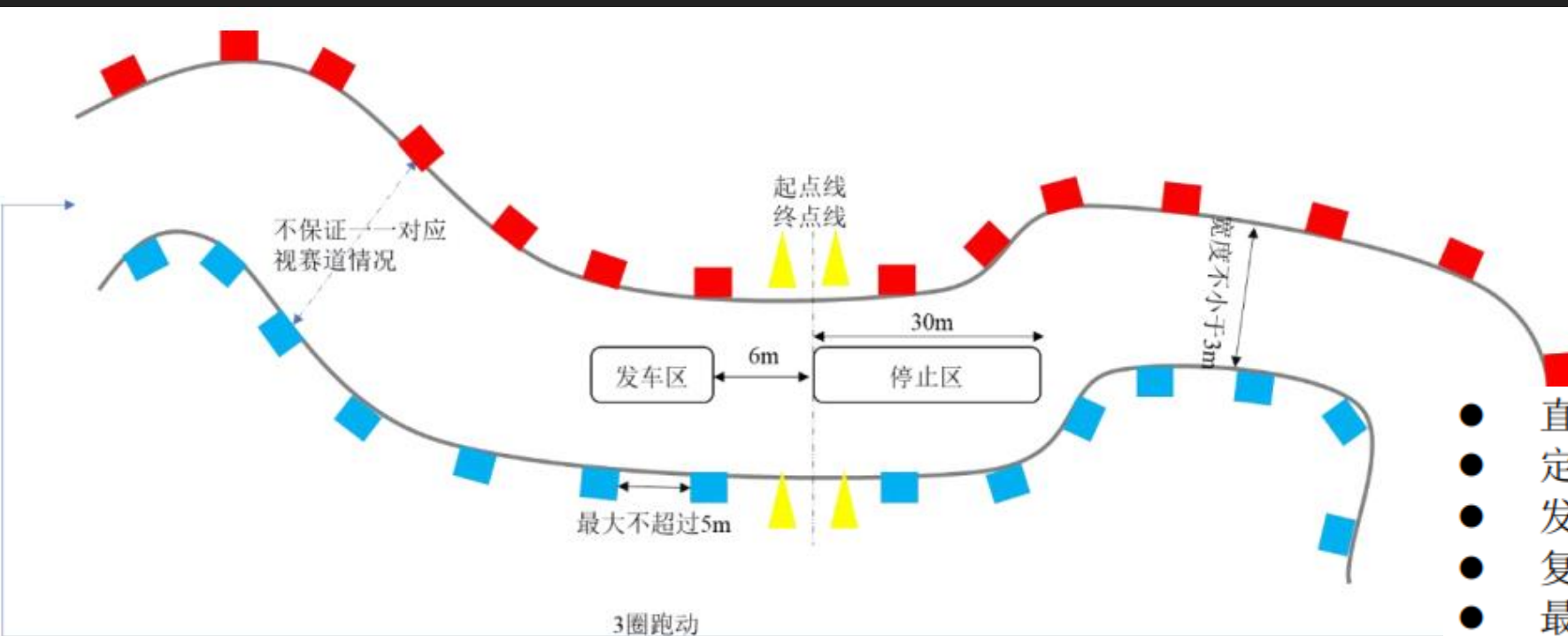


- 跑动次数不做限制
- 发车顺序取决于车队到达时间顺序，因此率先进行并完成车检的车队具有优先权，并有机会进行更多次数的跑动。
- 穿过终点线后，赛车必须在标记的出口车道内 100 m 内完全停止



动态赛项目-高速循迹

➤ 最核心的项目




- 跑动次数不做限制，每次必须完成3圈；
- 赛车应该自主地计算圈数，并在到达终点线后 30 米内完全停止；
- 赛道参数如下：

- 直线：不超过 80m
- 定半径弯：直径最大 50m
- 发夹弯：最小外径 9m（弯折处）
- 复杂赛道：弯道、多圈、减小半径转弯等
- 最小轨道宽度为 3m。



关于锥桶

锥桶图片				
锥桶尺寸	20×20×30 (cm)	20×20×30 (cm)	20×20×30 (cm)	35×35×70 (cm)
锥桶颜色	红	黄	蓝	黄
反光带类型	一条/白色	一条/白色	一条/白色	两条/白色



9.1.7. 动态赛惩罚措施汇总表:

	直线加速	八字环绕	操控性测试	高速循迹
DOO	2s	0.25	2s	2s
OC	DNF	DNF	20s	10s
USS	DNF	DNF	DNF	-50 分

扫桩

- 在比赛期间不会更换/重置倒下或出界的锥体。



3.9. 锥桶和标志

3.9.1. 所有动态赛事的标识锥桶具备下列特征：

- 所有赛道均使用锥桶进行标记；
- 赛道左侧边界标记为红色锥桶；
- 赛道右侧边界标记为蓝色锥桶；
- 赛道终点计时线后安全停车区标记为两侧黄色锥桶；
- 直线加速测试、紧急制动系统测试、高速循迹追踪测试赛道两侧不存在边界线；
- 8 字环绕赛道两侧存在白色边界线；
- 锥桶下方存在定位框线；
- 除规则中定义相关赛道参数外，同侧锥桶间最大距离为 5m；
- 在转角处，同侧锥桶间的距离会略有缩小，以提供更好的识别效果；
- 在可区分的距离范围及以外，赛道区域内可能会存在（堆叠的）备用锥桶；
- 赛道标识锥桶根据具体情况会进行间距与宽度调整（除规定以外部分），且不保证一一对应的状态。

- 此外，还可能会出现反光带缺失的锥桶。

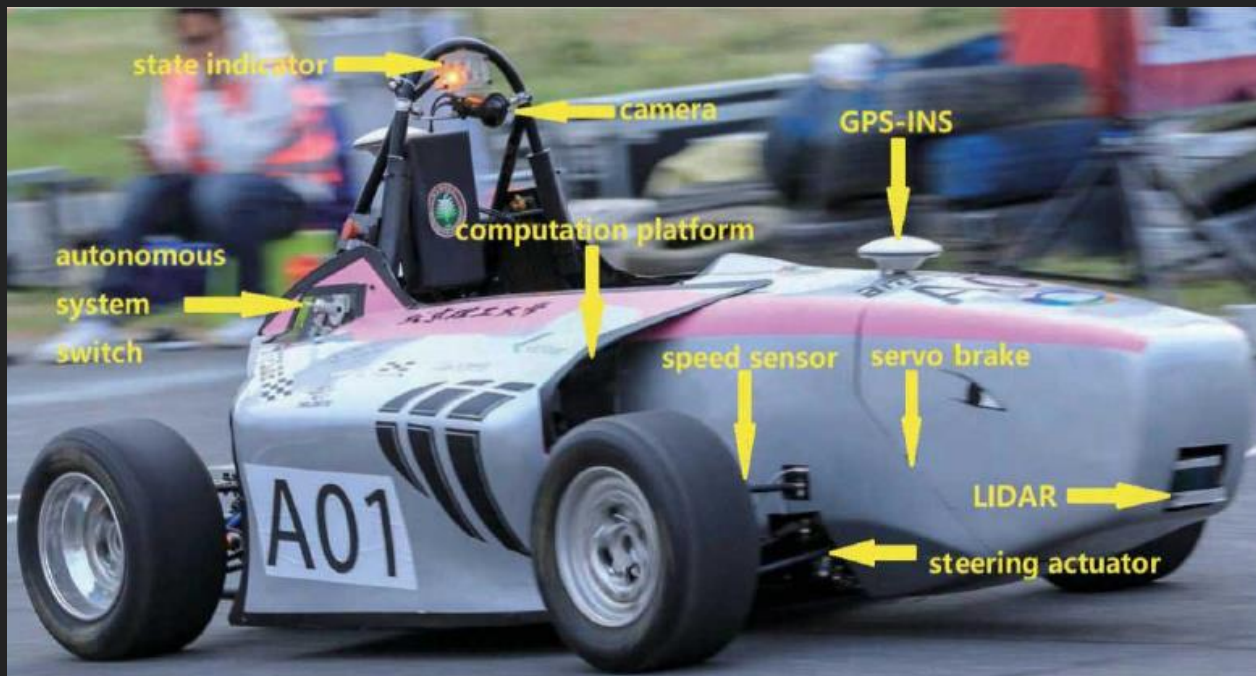


目录

1. 赛事概况
2. 国内外主要车队介绍
3. 视觉组研究内容及关键技术
4. 视觉组技术路线演进及当前研究进展
5. 下一阶段工作安排



2017赛季



传感器：

- 单目摄像头 + Lidar

主要算法：

- 基于Lidar的障碍物检测算法：RANSAC、多帧叠加融合算法
- 基于单目视觉的锥筒检测：基于HOG特征和训练SVM分类器识别锥筒，用过HSV颜色空间阈值法区分锥筒颜色。

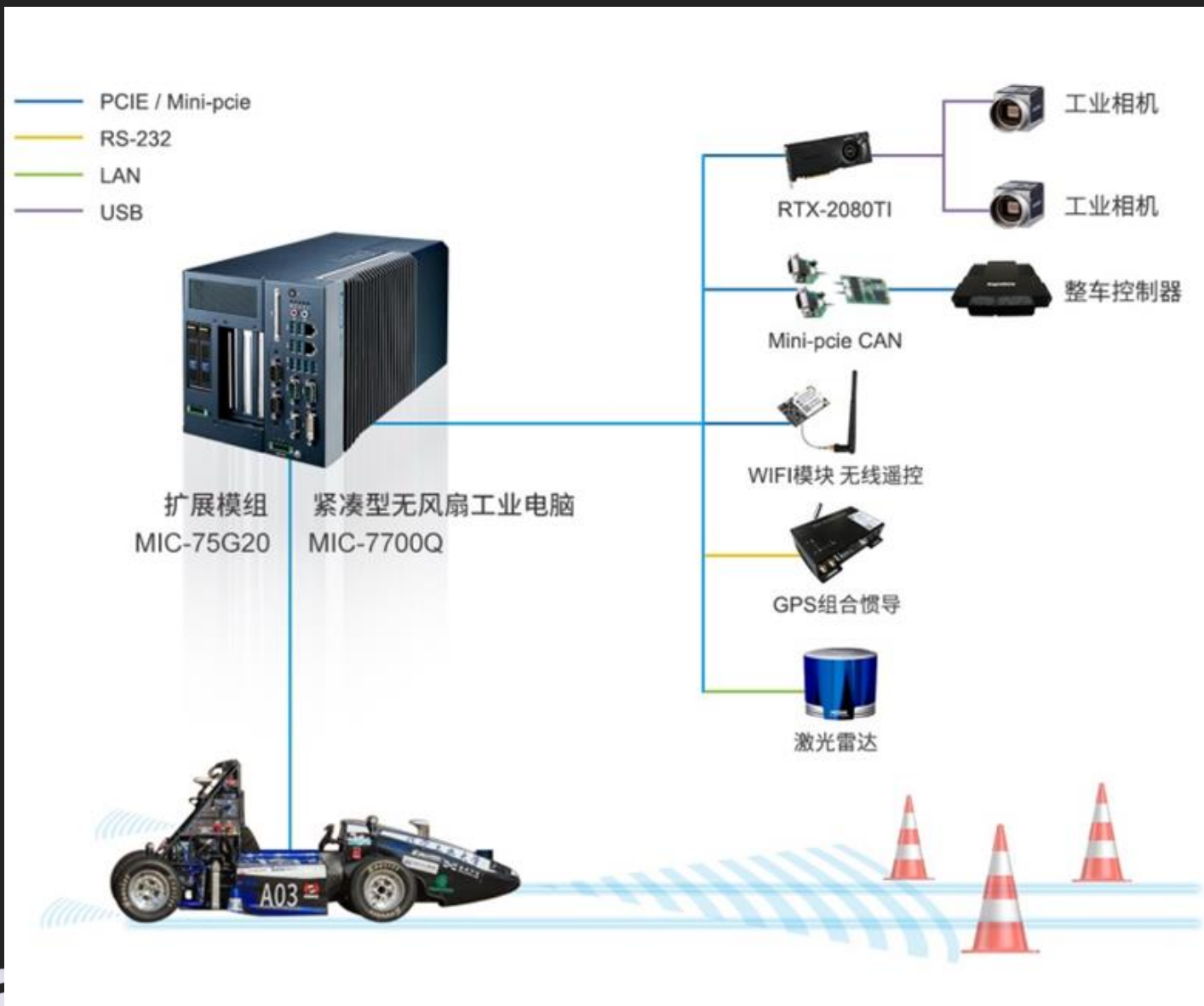


传感器：

- 单目摄像头 + Lidar



吉林大学吉智无人驾驶方程式





传感器

—— 冗余、鲁棒

- 单目摄像头 (12mm长焦, FoV: 64.5°), 定位7-15m范围内的锥筒;
- 立体视觉 (5.5mm短焦, FoV: 64.5°每只), 定位距车较近处的锥筒;
- LiDAR
- 工业级基于激光的非接触式车速传感器 (GSS) 等

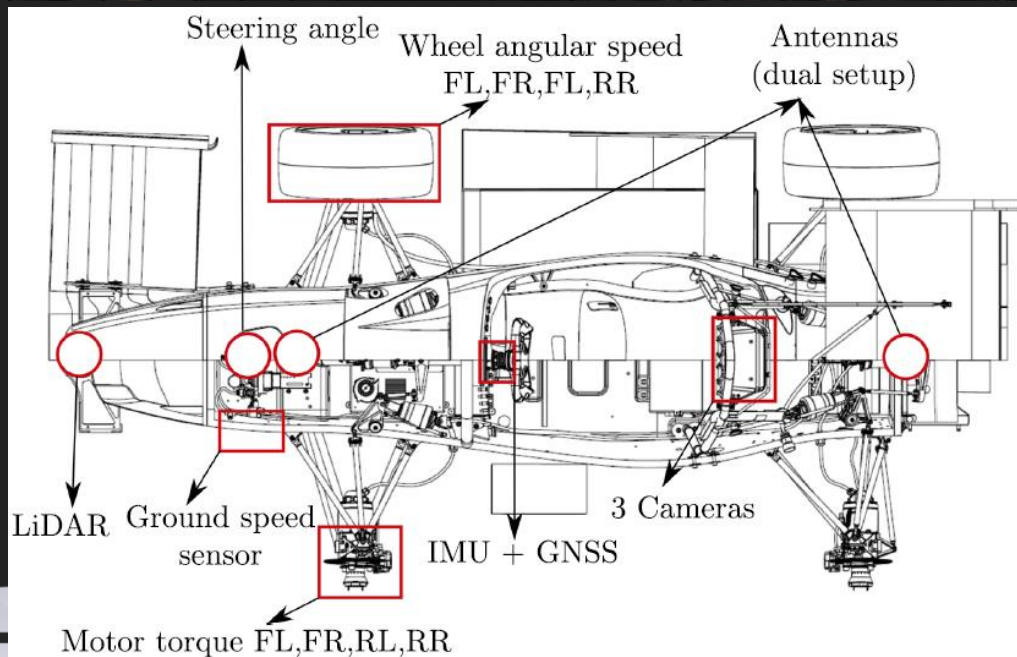
两套独立的感知模块

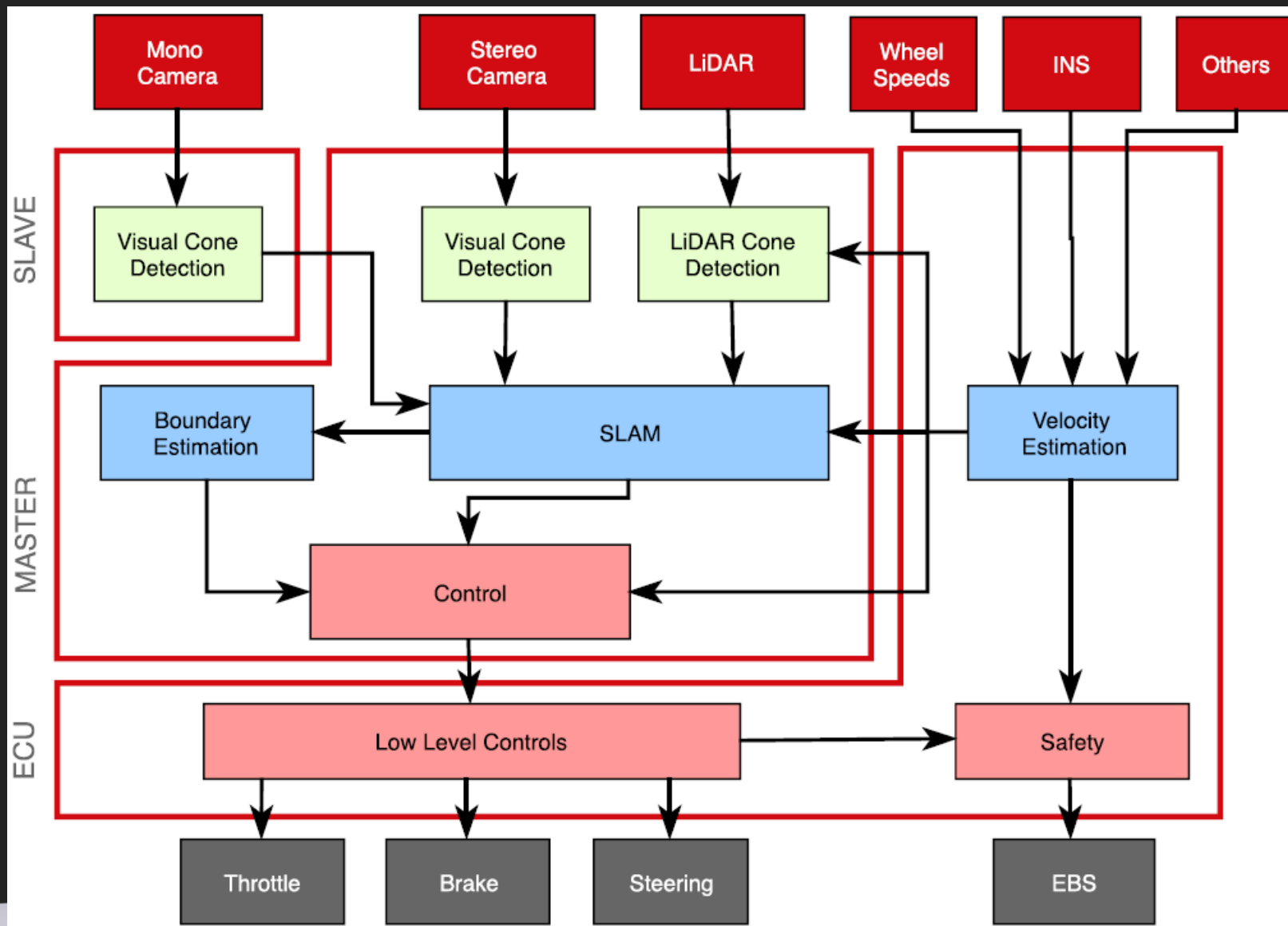
■ 基于LIDAR

根据几何信息识别锥筒, 根据LIDAR反射强度与模式识别方法估计锥筒的颜色;

■ 基于摄像头

- 单目: 多目标检测神经网络、关键点回归、位姿估计;
- 立体: 将特征匹配到边界框中, 并采用三角测量法。





程序架构

```
~/fsd_skeleton
|__ environment.sh
|__ update_dependencies.sh
|__ src
|   |__ 0_fsd_common
|   |   |__ fsd_common_meta
|   |   |   |__ missions
|   |   |   |__ fsd_common_msgs
|   |__ 1_perception
|   |   |__ perception_meta
|   |   |__ lidar_cone_detection
|   |   |   |__ package.xml
|   |   |   |__ CMakeLists.txt
|   |   |   |__ ...
|   |__ 2_estimation
|   |   |__ estimation_meta
|   |   |__ velocity_estimator
|   |__ 3_control
```

JLU RACING
GSPEED X CONCEPTION

fast forest



SEKONIX

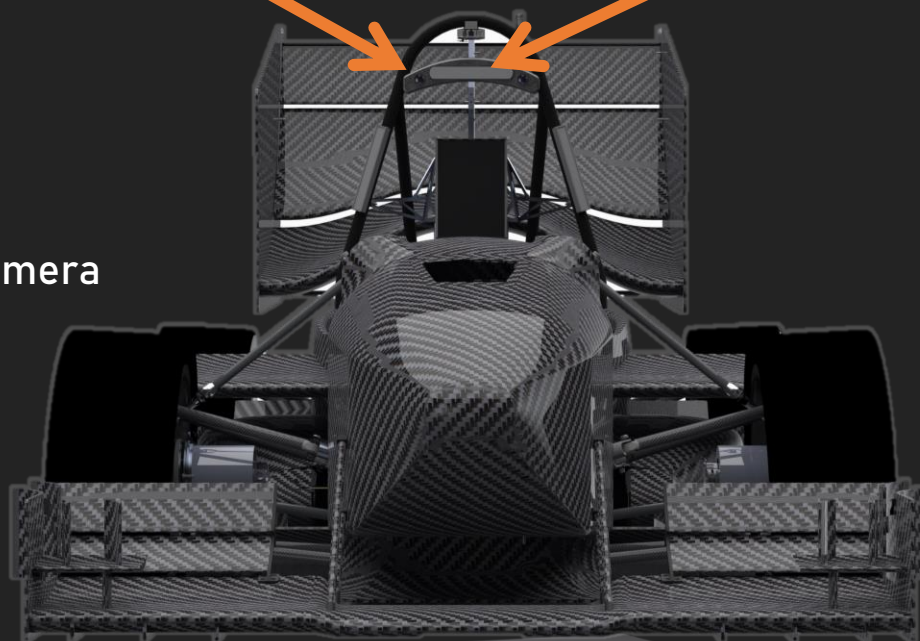
2x 2.3 MPixel @ 30FPS
60° & 120° FOV
Long Range & Wide Angle Camera

 **STEREO LABS**

ZED 2

More performance.
More intelligence.

2K Stereo Camera
for Depth Sensing and Spatial AI.



吉林大学吉智无人驾驶方程式

传感器方案

- 单目摄像头与双目摄像头，布置位置：主环处；
- 激光雷达，布置位置：车首下方。

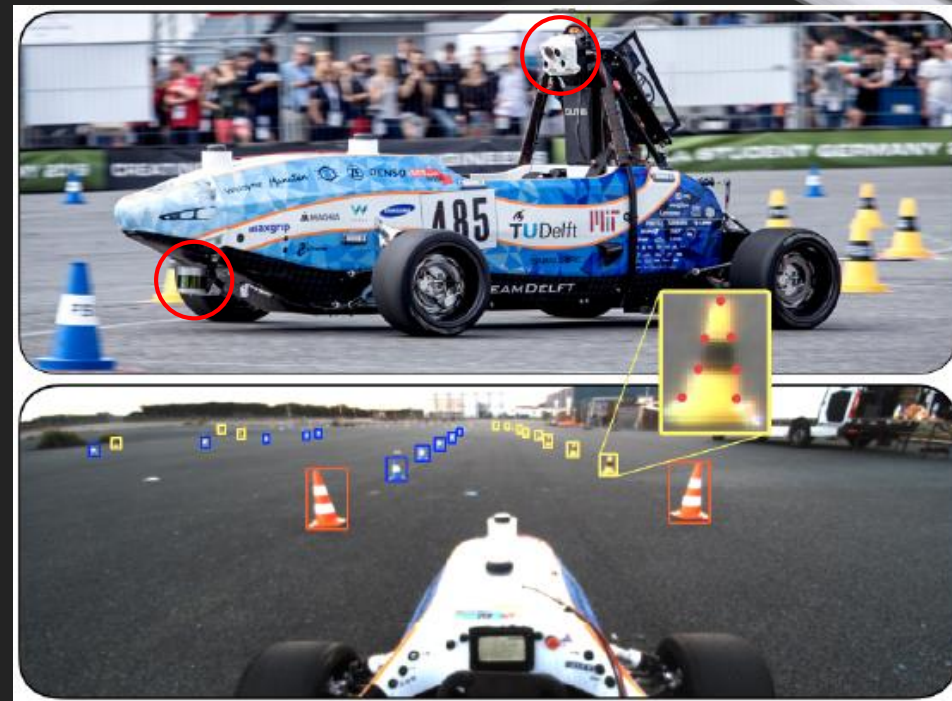
主要工作

1. 采用基于YOLOv3的目标检测算法，并对其进行了改进，包括：对损失函数进行修改以估计锥筒的位姿；对单目与双目摄像头进行微秒级的时间同步。
2. 采用开源模块(C++)对GPU进行加速DNN推理；打造了即插即用的视觉感知系统，并使用包含多种颜色和大小锥筒数据集(10k)进行训练。

感知要求

为使赛车性能不受感知系统的掣肘，对感知系统提出如下4方面要求：

- **低延迟**：延迟指从一个锥筒进入感知系统视野到它被定位的总时间，这关乎系统的效率；
- **定位精度**：锥筒定位的最大容许误差；

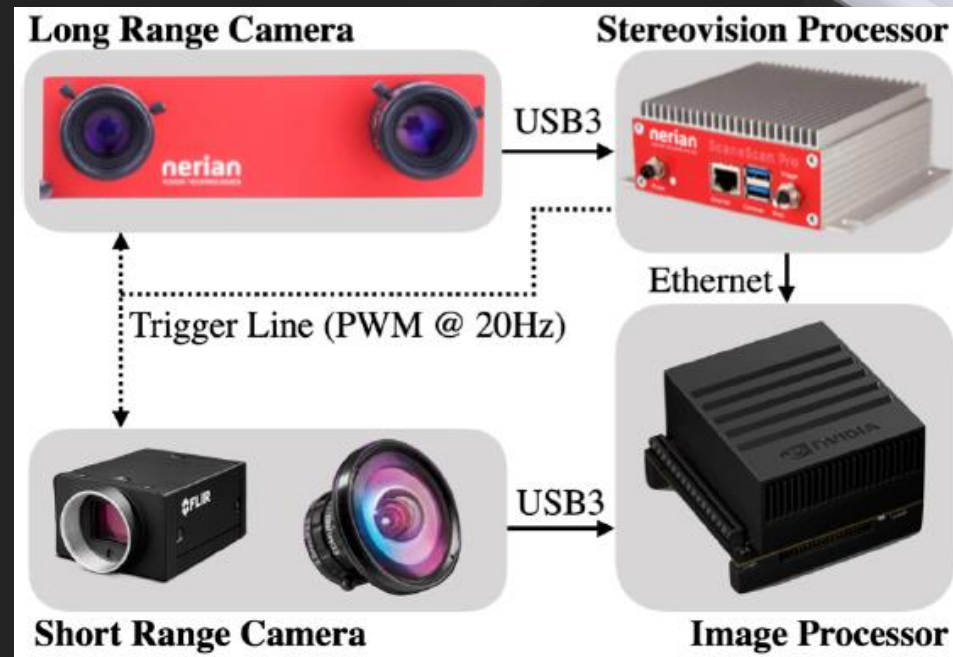
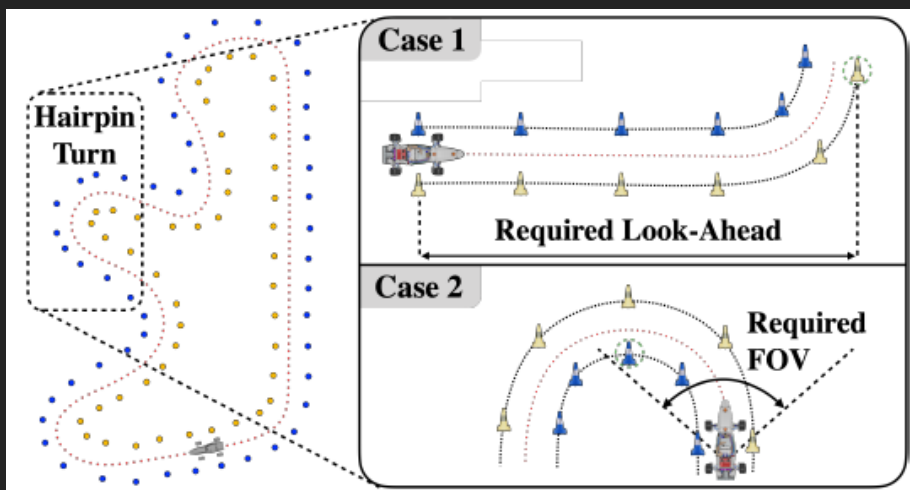


- **水平视场**：感知系统在水平方向上能覆盖的角度；
- **前向探测距离**：能够保持精度的最长直线距离，与FOV一同形成了感知系统的覆盖区域。



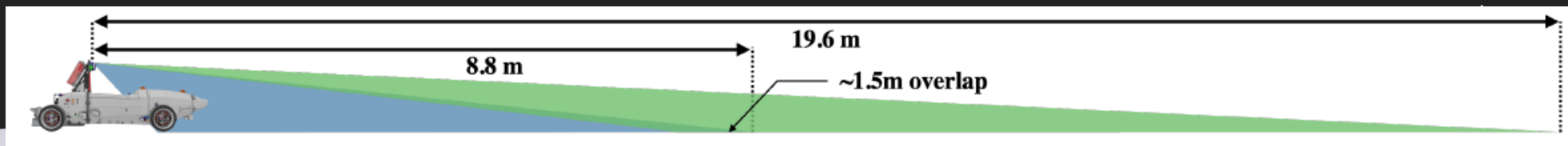
硬件方案

视觉感知方案需要同时满足探测距离与视野的要求。本文提出的方案将一个单目摄像头和一个双目视觉系统布置在主环顶点下方。双目摄像头用于探测并定位远处的锥筒，短焦单目摄像头用于扩展视场以在各种弯道上覆盖近处的锥筒。



视觉感知系统

包含一个基线为10cm、焦距为12mm的双目摄像头，
一个焦距为3.5mm的短焦摄像头



摄像头的安装位置及其探测距离



软件方案

视觉感知方案软件系统的目标是实现低延迟的锥筒定位。通过以下三个步骤予以实现：

- **数据获取：**图像数据流被捕捉、视差匹配(双目视觉)、时间同步并传输到Nvidia Jetson Xavier上进行处理；
- **2维空间定位：**使用基于神经网络的方法与改进的YOLOv3网络，在图像中标出锥筒的边界框；
- **3维空间定位：**通过基于特征点匹配的立体视觉方法提取每个锥筒的位置。

数据获取

基于CNN的目标检测算法的延迟与图像分辨率呈线性（正比）关系。本文单目相机采集原始图像的分辨率为1600X640，存储的图像分辨率为800X320。低分辨率图像用于目标检测，高分辨率图像用于深度估计，以保证目标检测的低延迟和深度估计的高精度。

2D目标检测

本文基于YOLOv3进行单目相机目标检测，主要改进之一定制了数据集的处理方式。

■ 现有系统的问题：

由于基于神经网络的目标检测系统对于目标的视角、位置的泛化能力不强，因此本文收集了来自于不同摄像头和感知系统上的图像。由此产生的问题：训练集不能代表赛车上视觉系统看到的内容。

■ 解决方案：

对每组训练图像均会统一缩放，以使它们的锥筒大小分布与车辆上视觉系统的锥筒大小分布相匹配。如果太小，则填充每个训练图像；如果太大，则分割成多个图像。



AMZ车队系列

<https://github.com/AMZ-Driverless>

AMZ车队论文集

<https://www.driverless.amzracing.ch/en/research-papers>

FSOCO数据集

<https://www.fsoco-dataset.com/>

北理工无人车队

<https://github.com/bitfsd>

MIT无人车车队视觉资料

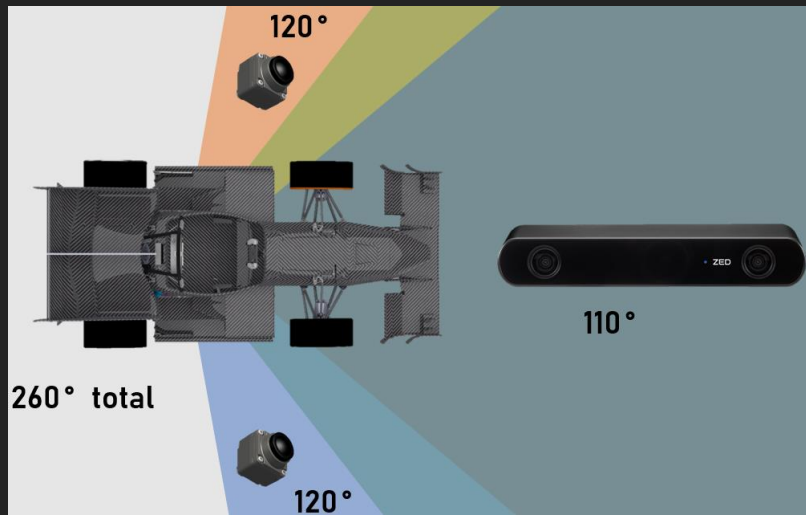
<https://github.com/cv-core/MIT-Driverless-CV-TrainingInfra>



目录

1. 赛事概况
2. 国内外主要车队介绍
3. 视觉组研究内容及关键技术
4. 视觉组技术路线演进及当前研究进展
5. 下一阶段工作安排





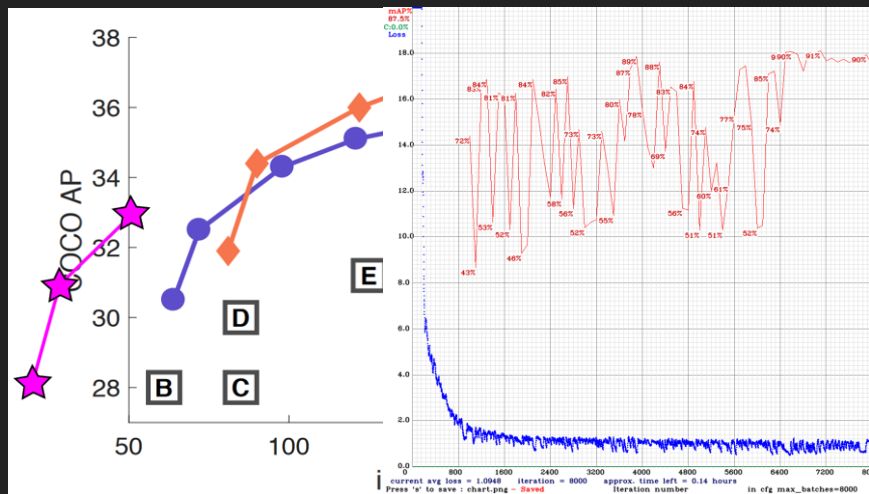
1. 摄像头的选型及搭载方案



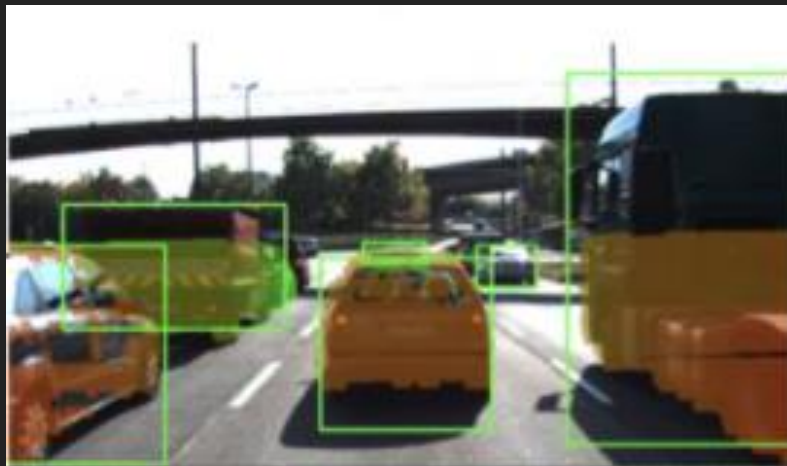
2. 数据集的采集



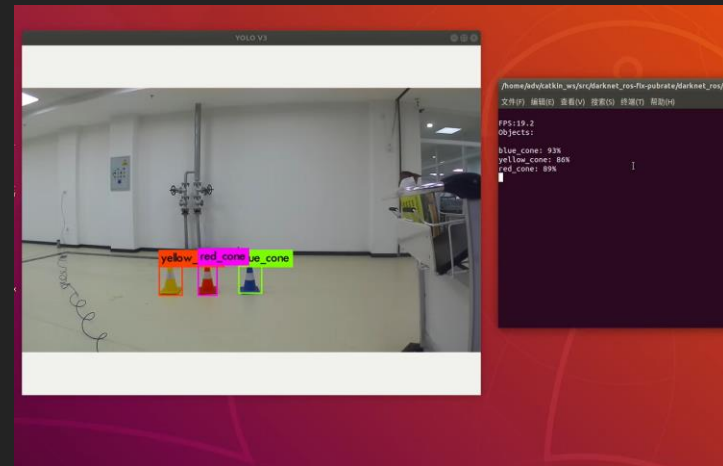
3. 数据集处理与标注



4. 模型的选取与训练



5. 与激光雷达进行融合

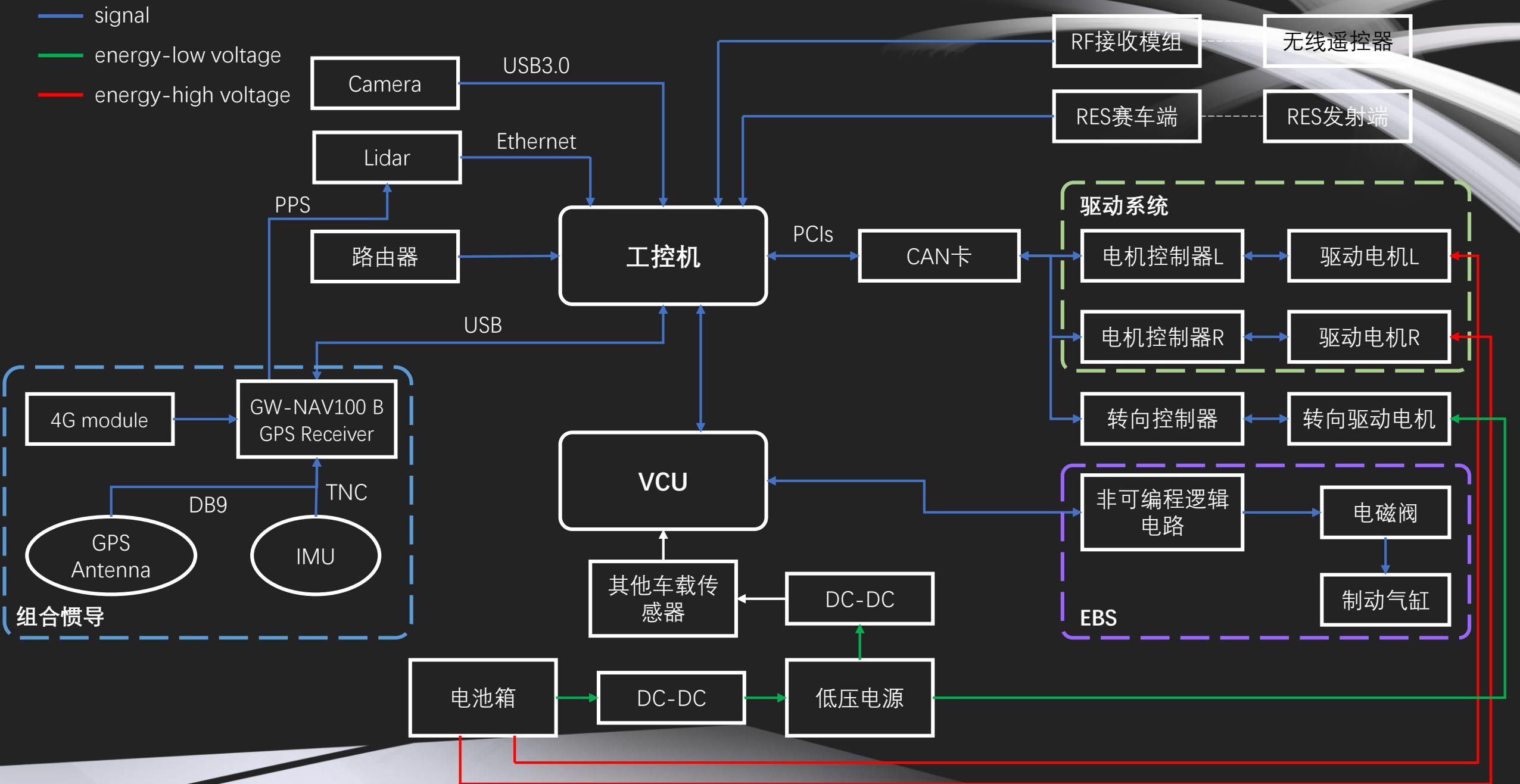


6. 算法的实车部署与测试

目录

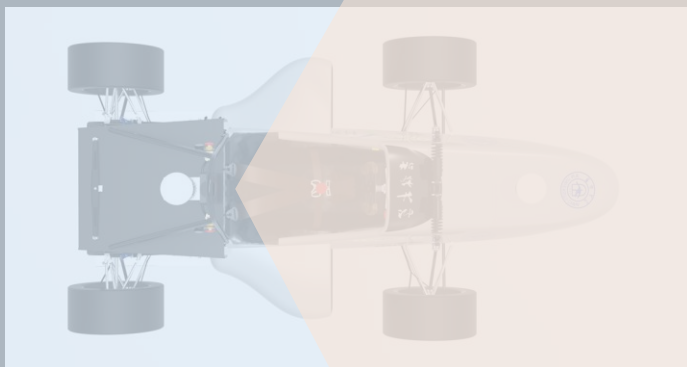
1. 赛事概况
2. 国内外主要车队介绍
3. 视觉组研究内容及关键技术
4. 视觉组技术路线演进及当前研究进展
5. 下一阶段工作安排





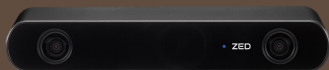


360°



110°

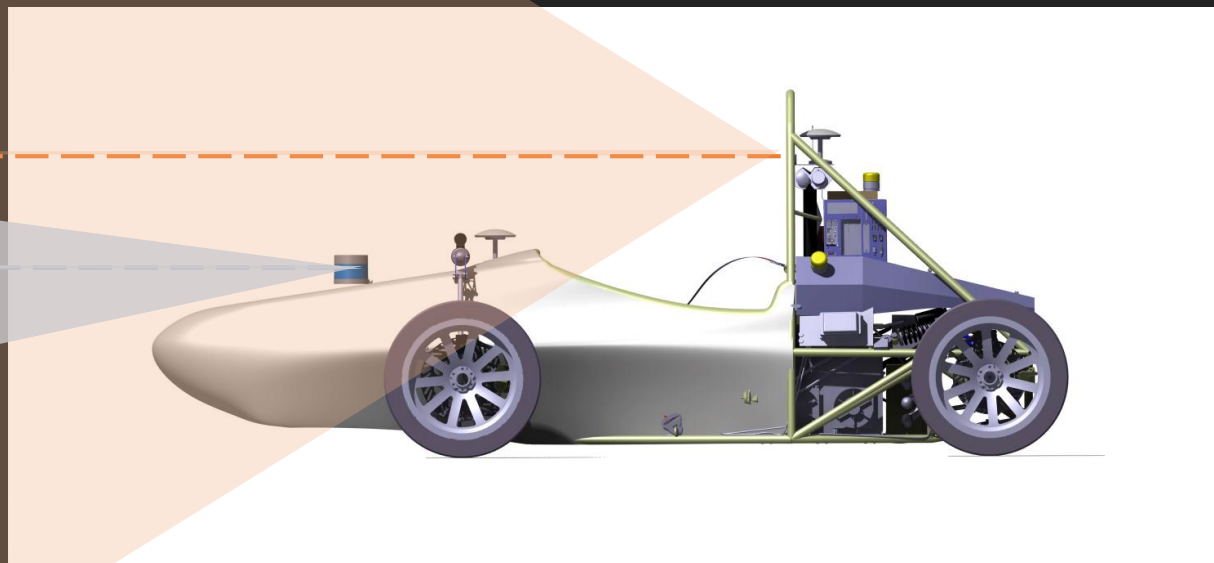




70°



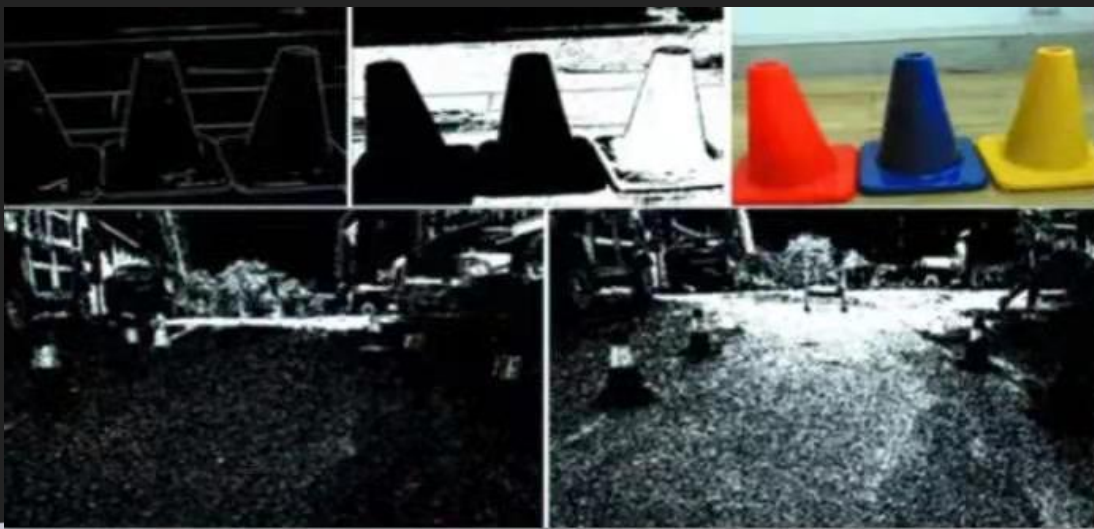
-25 to +15°



2017

- 摄像头：罗技C270单目摄像头
- 计算平台：研华ARK-3500工控机
- 锥筒检测方法：

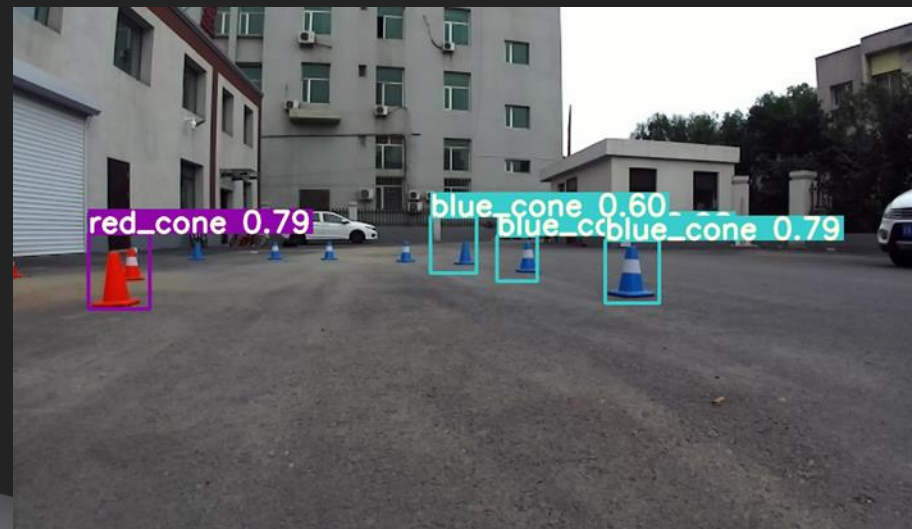
借助OpenCV视觉库以及前期采集的大量锥筒数据集，分析场景环境及锥筒的特征参数，通过边缘检测和形态学算法采集目标检测特征及分布特性。对前方ROI区域内路况信息进行分析，在此基础上作出危险判断，将预警信息传输到决策层。



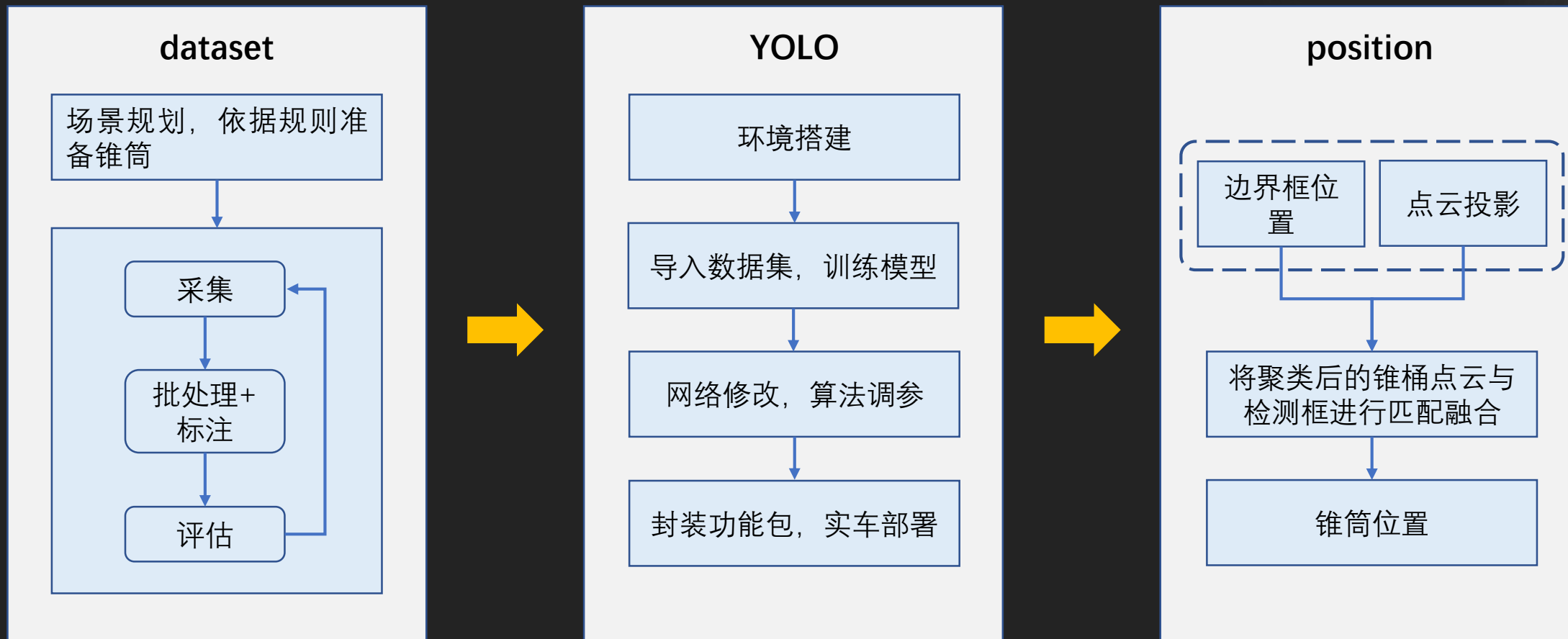
2018

- 摄像头：ZED双目摄像头
- 计算平台：研华ARK-3500工控机
- 锥筒检测方法：

双目视觉障碍物检测算法充分考虑了赛车实际行驶工况和规则要求。借助opencv视觉库和主流目标监测网络yolov3，以实地拍摄照片以及互联网照片制作训练集和测试集进行网络微调，最终在兼顾检测速度的情况下实现了良好的检测效果。并通过zed双目视觉感知获取锥桶位置坐标。



视觉组-技术路线拟定



ZED 一代



ZED 二代



 **STEREOLABS**

ZED 2 Camera

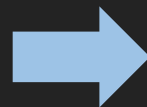


吉林大学吉智无人驾驶方程式

MIC-770 +MIC-75G20



- ❑ 尺寸: 110 X 192 X 350 mm
- ❑ 功耗: 362-716 W
- ❑ 架构: x86
- ❑ 环境: Ubuntu18.04 CUDA11.0

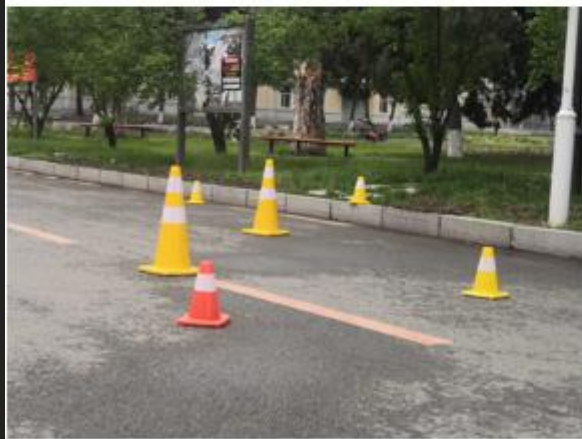


NVIDIA Jetson AGX Xavier

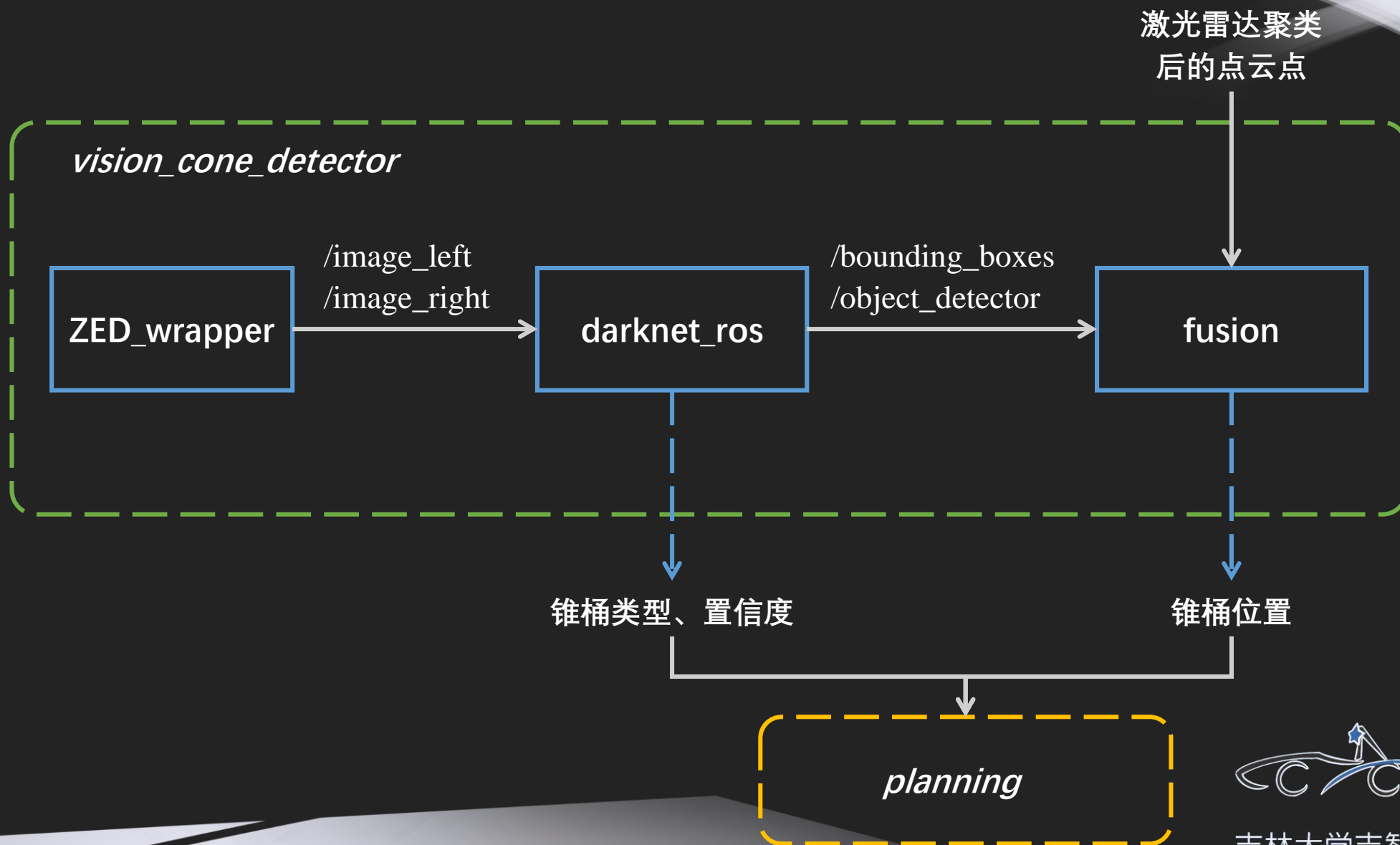


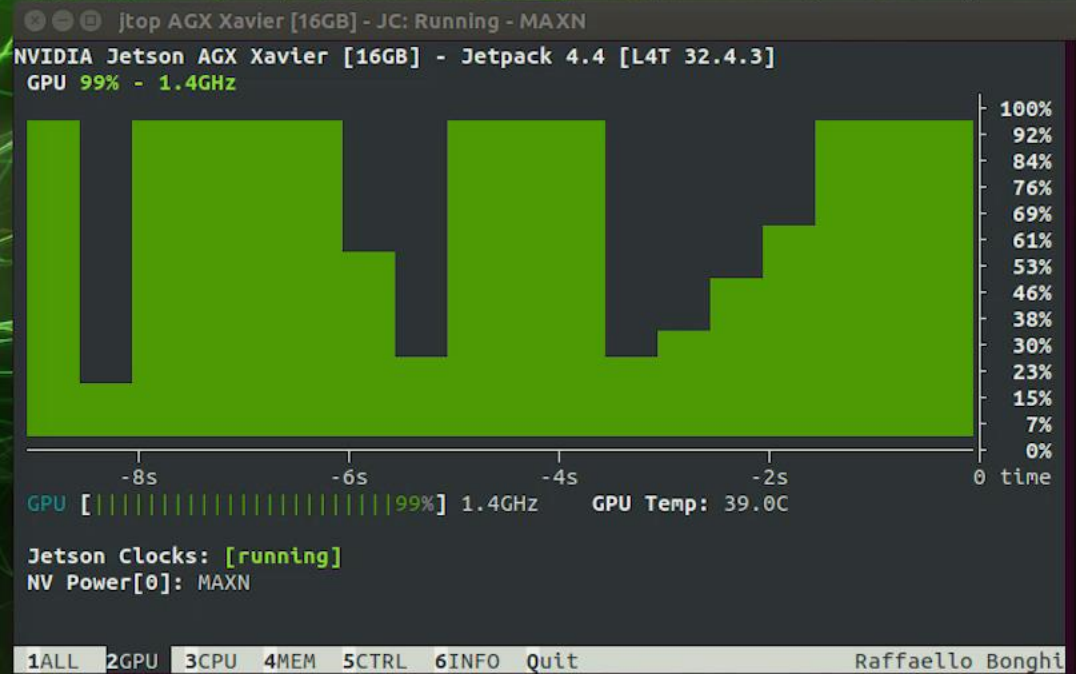
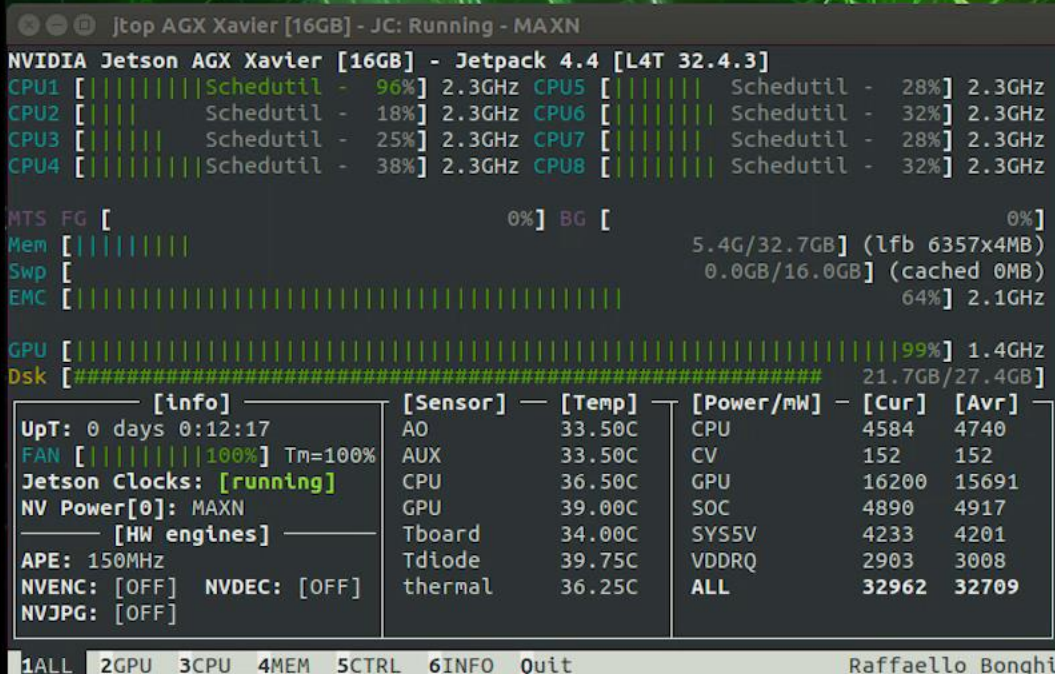
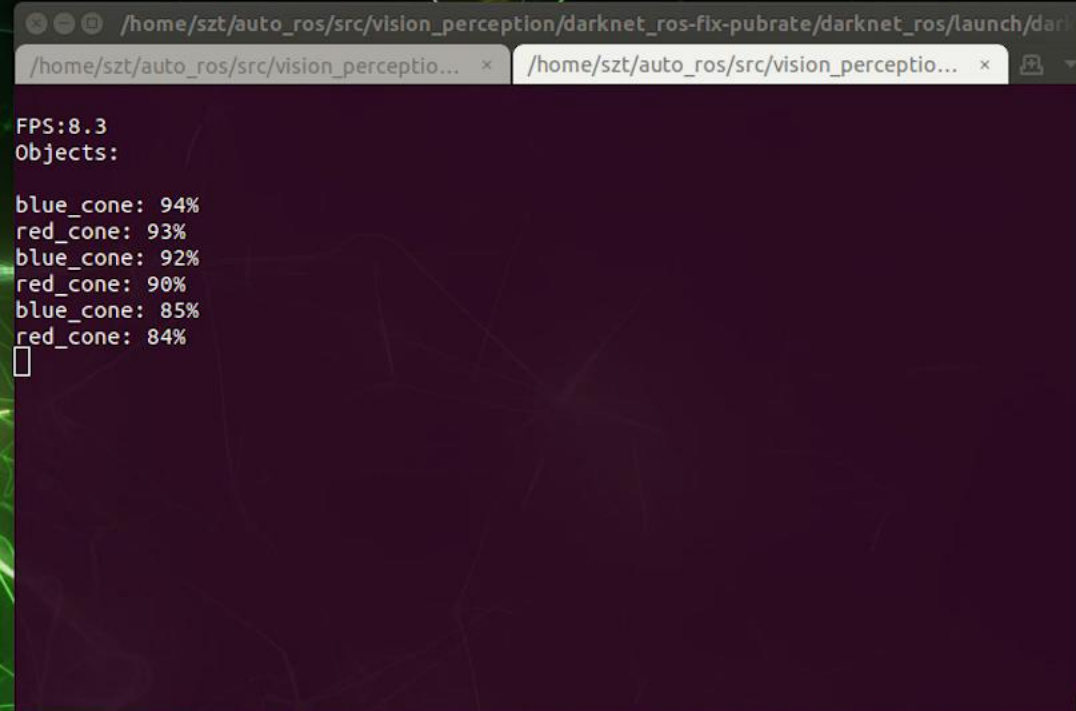
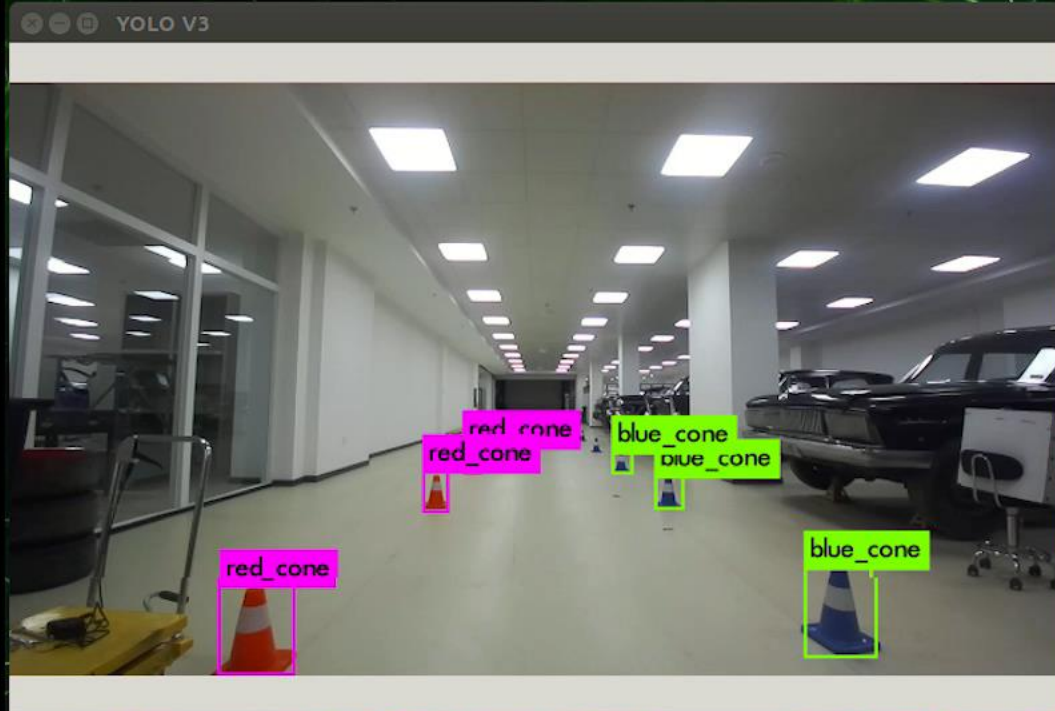
- ❑ 尺寸: 105 X 105 X 65 mm
- ❑ 功耗: 65 W
- ❑ 架构: ARM64
- ❑ 环境: Ubuntu18.04 CUDA10.2

2021赛季数据集含有1219张图片。包括多种场景、光线、天气和一天中的不同时段；考虑到比赛现场可能出现的各种情况（加入倒伏锥桶和无标签锥桶）；平衡四种锥桶的数量比例；同时在类别设置上反映了2021年规则的变化。

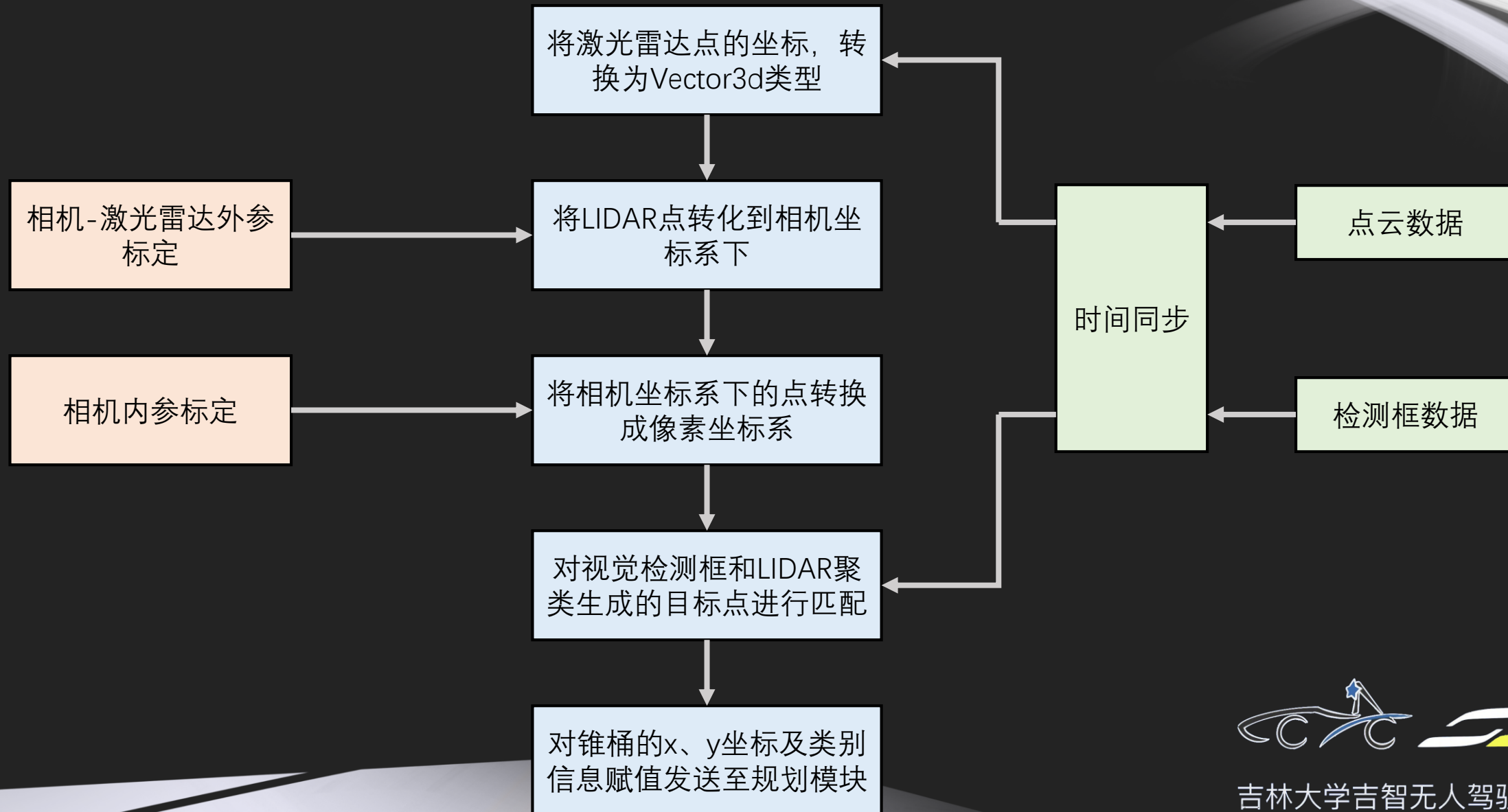


视觉部分程序框架





融合方案



目录

1. 赛事概况
2. 国内外主要车队介绍
3. 视觉组研究内容及关键技术
4. 视觉组技术路线演进及当前研究进展
5. 下一阶段工作安排



下一阶段工作安排

本

- 调研国内外其他车队的技术进展;
- 学习Ubuntu基本操作, ROS(Robot Operating System), C++编程基础;
- 学习yolo系列模型;
- 数据集收集;

硕

- 建立代码仓库;
- 视觉与激光雷达的融合算法;
- 如何提高darknet_ros的性能, 包括帧率与检测精度;
- 视觉的其他技术方案的调研与实现, 如: 新的网络结构或模型, yolo系列模型的部署。



感谢观看

