

Intelligent System

传感器与智能传感器

- **传感器定义**（国家标准GB/T7665-2005）：能感受被测量并按照一定规律转换成可用输出信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。
- **智能传感器**：集感知、信息处理与通信于一体；能提供以数字量方式传播具有一定知识级别的信息，是传感器集成化与微处理器相结合的产物。可定义为基于人工智能理论，利用微处理器实现智能处理功能的传感器。



火灾传感器



温湿度智能传感器

传感器与智能传感器

内部安装的各种传感器不仅可让它根据环境的变化调整行进姿态，还能够保障操作人员实时地跟踪“大狗”的位置并监测其系统状况。

- 智能传感器的主要功能：

1. 自补偿功能
2. 自计算和处理功能
3. 自学习与自适应功能
4. 自诊断功能
5. 其它：用于数据交换通信接口功能、数字和模拟输出功能、使用备用电源的断电保护功能等。



Google无人驾驶汽车



“大狗”机器人（Big Dog）

关键环节

预测、感知、决策、控制

- **预测：** 将历史信息和当前感知数据作为输入，通过模型计算预估未来状态的过程
- **感知：** 利用各种传感器感知周围环境并产生相关反馈的过程
- **决策：** 基于感知数据和先验知识实现路径规划、避障决策、异常处理决策等
- **控制：** 利用计算机、传感器和执行器等设备，实现行进过程中的运动控制、姿态控制、目标追踪、避碰等

激光测距仪

能够及时精确地绘制出周边200米之内的3D地形图并上传至车载电脑中枢。

视频摄像头

用以侦测交通信号灯，以及行人、自行车骑行者等车辆行驶路线上遭遇的移动障碍

车载雷达

微型传感器

负责监控车辆是否偏离了GPS导航仪所制定的路线

电脑资料库

精确地贮存了每条公路的限速标准以及出入口位置，如果处于一名司机的操控下，中央处理系统还会通过扬声器，以柔和悦耳的女声发出类似“接近十字路口，小心行人”的提示

4台标准车载雷达

以三前一后的布局分布，负责探测较远处的固定路障

百度无人驾驶汽车

环境感知的传感系统

主要由机器视觉识别系统、雷达系统、超声波传感器和红外线传感器所组成。

1. 机器视觉识别系统

- 利用CCD等成像元件全方位拍摄车外环境，根据搜集到的信息得到反映真实场景的图像**数据**，综合运用各种道路检测和目标识别等**算法**，提取出车道线、道路边界以及车辆的方位信息，判断汽车是否有驶出车行道的危险，当情况十分危险时，会通过报警系统给驾驶员发出提示和警报
- 同时，图像测控系统还可以根据视觉导航的输出，对车辆的执行机构发出指令，从而自主决定车辆当前的前进方向和控制车辆自身的运动状态。



车载单目视觉运动物体检测

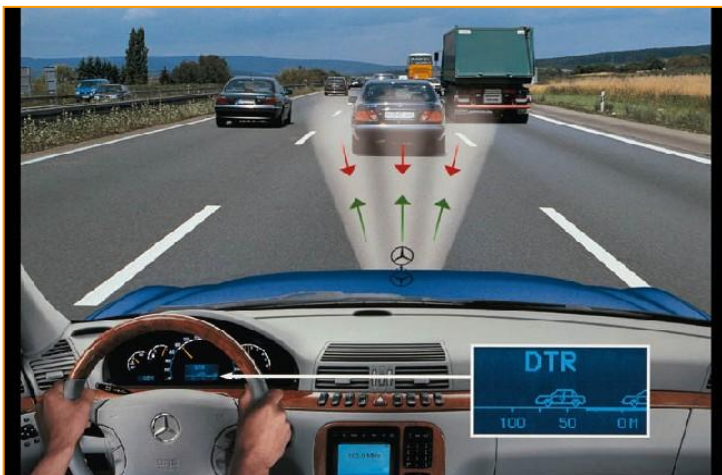


车载双目立体视觉环境感知

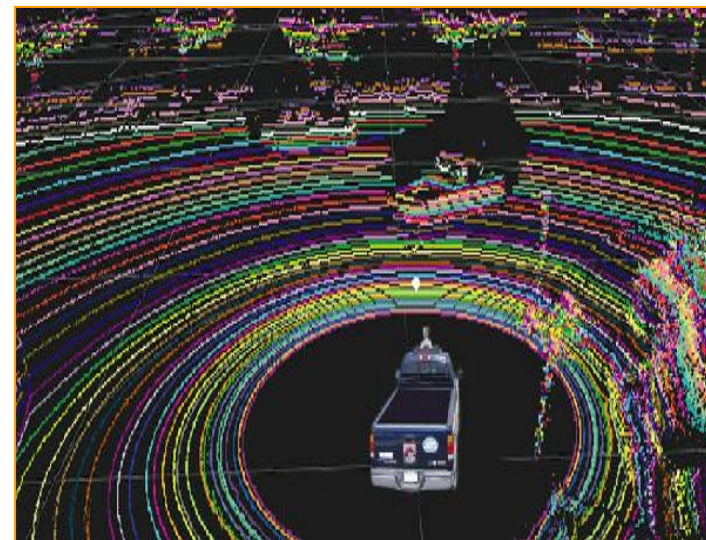
拥有两个摄像头，两者保持着一定的距离，如同人类的双眼视差，可以帮助汽车确定自己的位置以及行进速度，摄像头有激光发射器不可替代的作用，可以辨识道路上的信号灯与信号标示，保证自身运行遵循交通规则。

2. 雷达系统

- 利用电磁波探测目标的距离、速度、方位等。
- 不要复杂的设计与繁复的计算；
- 不受光线、天气等因素的干扰；
- 雷达系统是靠电磁波反射原理工作的，这会导致相近的不同雷达电磁波之间的相互干扰而影响工作效能；
- 提供远距离的车辆和障碍物信息，用在汽车ACC系统、防碰撞系统以及驾驶支援系统中。



车载线扫描激光雷达检测前方障碍物



车载三维激光雷达环境感知

3. 超声波传感器

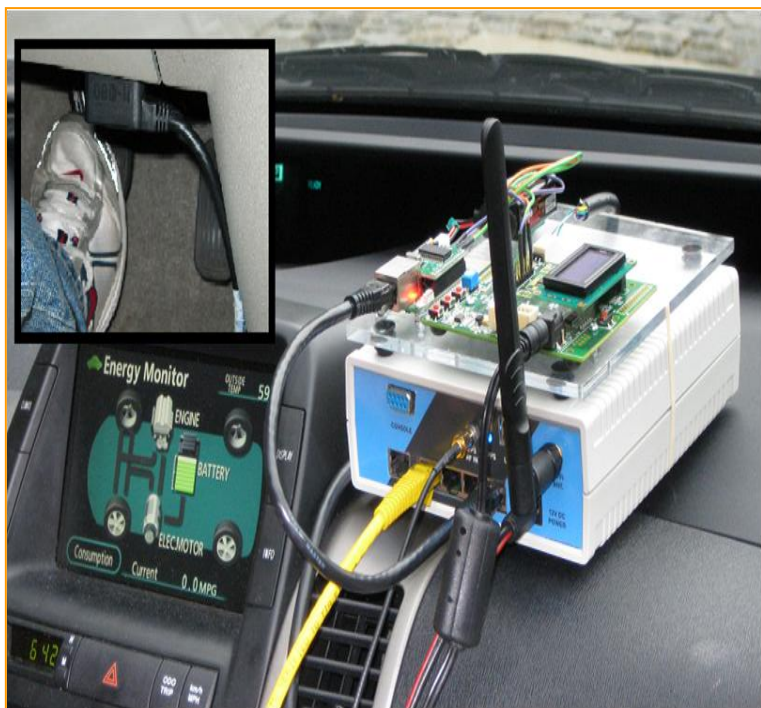
利用超声波为检测方法的传感器。一般检测距离大约1m到5m，但检测不出详细的位置信息，使用超声波探测得来的数据处理简单、快速。主要用于近距离障碍物的检测，比如在倒车防撞系统中。

4. 红外线传感器

利用红外线来进行测量工作，不受黑暗、风、沙、雨、雪、雾的阻挡，环境适应性好，且功耗低。红外线传感器可以增强机器视觉识别的可靠性，使黑夜如同白昼，因此常被用于智能汽车中的夜视系统中。

5. 信息交换系统

基于无线、网络等近、远程通讯技术让车辆之间信息交换，从而获取车辆行驶周边环境信息。



6. 多传感器信息融合

为了克服传感器的数据可靠性低、有效探测范围小等局限性，保证在任何时刻都能获取完全可靠的环境信息，通常使用多个传感器进行数据采集，利用**传感器信息融合技术**对检测到的数据进行分析、综合、平衡，根据各个传感器互补特性进行容错处理，扩大系统的时频覆盖范围，增加信息维数，避免单个传感器的工作盲区，从而得到所需要的环境信息。



多模态融合（Multimodal Fusion）

- 结合来自**不同模态（如视觉、听觉、文本等）的数据**，以提升信息处理和理解能力的技术方法。**多模态数据**通常具有**不同的物理性质和信息特征**，通过融合这些多模态信息，可以获得更全面和准确的理解。

这种融合过程可以发生在：

- **数据层融合**：直接对不同模态的数据进行融合。
- **特征层融合**：提取不同模态的数据特征后进行融合。
- **决策层融合**：对不同模态的处理结果进行融合。

- **数据层融合的基本方法和步骤：**

- **数据预处理：** 对不同模态的数据进行预处理，包括数据清洗、归一化和对齐等。
- **数据拼接：** 将不同模态的数据在输入层直接拼接或组合在一起，形成统一的输入表示。
- **模型训练：** 使用融合后的数据训练一个单一模型，进行下游任务的执行。

- **特征层融合的基本方法和步骤：**

- **特征提取：** 使用专门的模型从不同模态的数据中提取高维特征表示。
- **特征对齐：** 对提取的特征进行对齐，以确保在融合时能够正确结合。
- **特征融合：** 将对齐后的特征进行融合，形成综合特征表示。
- **模型训练：** 使用融合后的特征训练一个下游任务模型。

- **决策层融合的基本方法和步骤：**

- **独立特征提取：** 分别从每个模态中提取特征。
- **独立模型训练：** 对每个模态分别训练独立的模型。
- **决策结果融合：** 将每个模态的独立决策结果进行融合，形成最终的决策。

应用场景	使用模态	融合方式
图文生成与理解	图像、文本	特征层融合
语音和视觉结合的情感分析	语音、视觉	特征层融合
自动驾驶	视觉、雷达、激光雷达	数据层融合
人机交互	语音、手势、面部表情	决策层融合
医疗影像分析	MRI、CT、超声波	数据层融合
多模态推荐系统	浏览历史、评论、图像、视频	特征层融合

数据集

- **KITTI数据集：**德国卡尔斯鲁厄理工学院（KIT）和丰田美国技术研究院(TTIC)联合创办，是目前国际上最大的自动驾驶场景下的计算机视觉算法评测数据集，用于评测立体图像(stereo)，光流(optical flow)，视觉测距(visual odometry)，3D物体检测(object detection)和3D跟踪(tracking)等计算机视觉技术在车载环境下的性能。
- KITTI包含市区、乡村和高速公路等场景采集的真实图像数据，每张图像中最多达15辆车和30个行人，还有各种程度的遮挡与截断，整个数据集由389对立体图像和光流图，39.2 km视觉测距序列以及超过200k的3D标注物体图像组成，以10Hz的频率采样及同步。

- **KITTI数据集**

- 2011年, Andreas Geiger (KIT)、Philip Lenz (KIT)、Raquel Urtasun (TTIC) 三位年轻人发现, 阻碍视觉感知系统在自动驾驶领域应用的主要原因之一, 是缺乏合适的 benchmark。
- 利用自己的自动驾驶平台, 建立起庞大的基于真实场景下的数据集。

- **数据采集平台：**装配有2个灰度摄像机，2个彩色摄像机，1个Velodyne 64线3D激光雷达，4个光学镜头以及1个GPS导航系统。

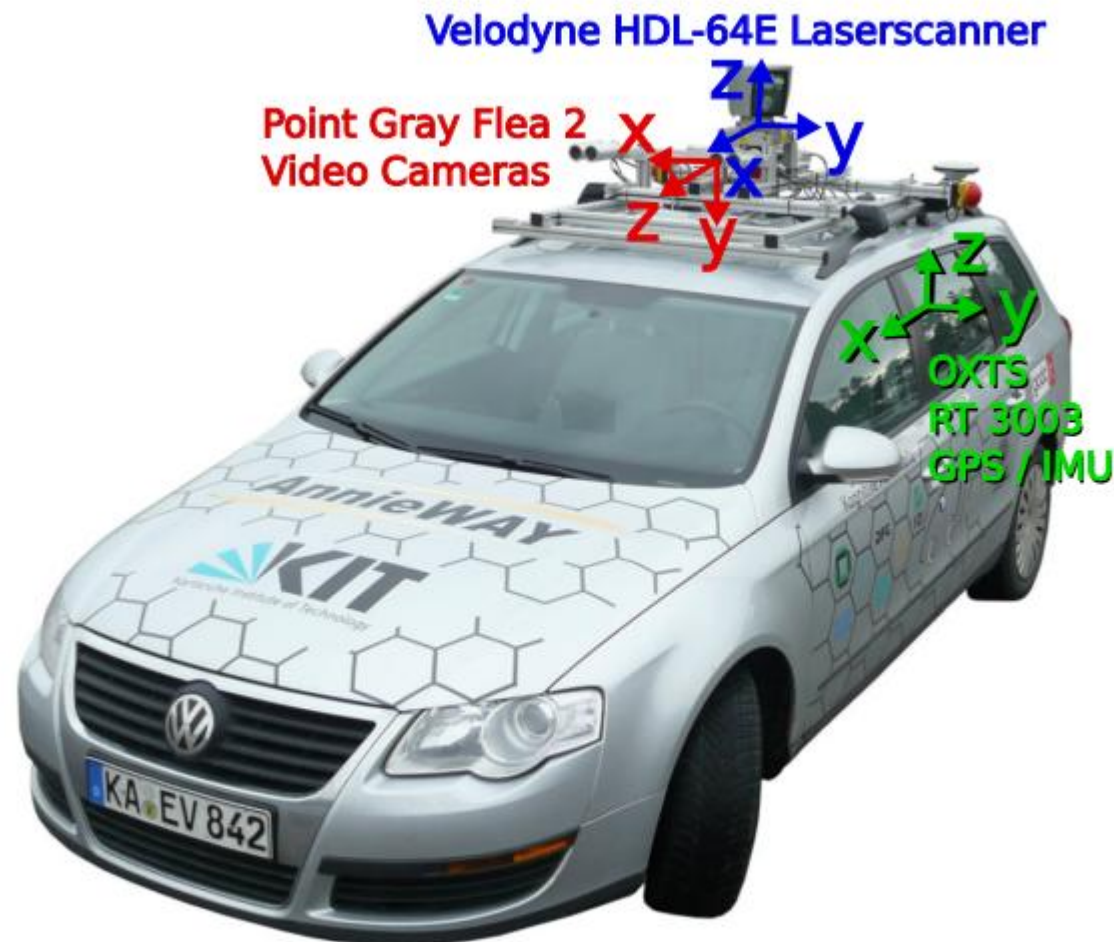


Fig. 1. **Recording Platform.** Our VW Passat station wagon is equipped with four video cameras (two color and two grayscale cameras), a rotating 3D laser scanner and a combined GPS/IMU inertial navigation system.

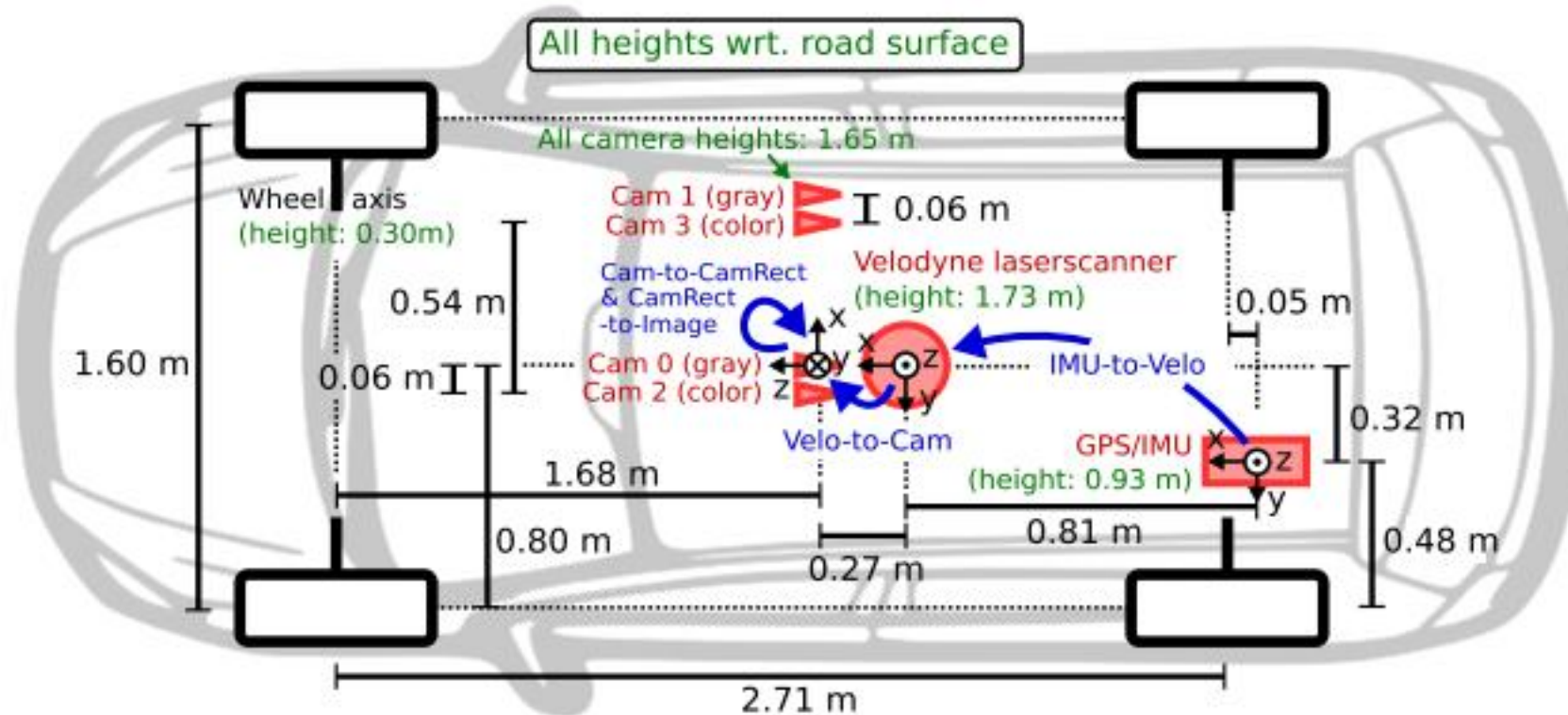


Fig. 3. **Sensor Setup.** This figure illustrates the dimensions and mounting positions of the sensors (red) with respect to the vehicle body. Heights above ground are marked in green and measured with respect to the road surface. Transformations between sensors are shown in blue.

[The KITTI Vision Benchmark Suite \(cvlibs.net\)](http://www.cvlibs.net/datasets/kitti/)

<https://www.cvlibs.net/datasets/kitti/>

Dataset

- KITTI数据集的典型样本，分 ' Road' , ' City' , ' Residential' , ' Campus' 和 ' Person' 五类。原始数据采集于2011年的5天，共有180GB数据。



数据的组织形式

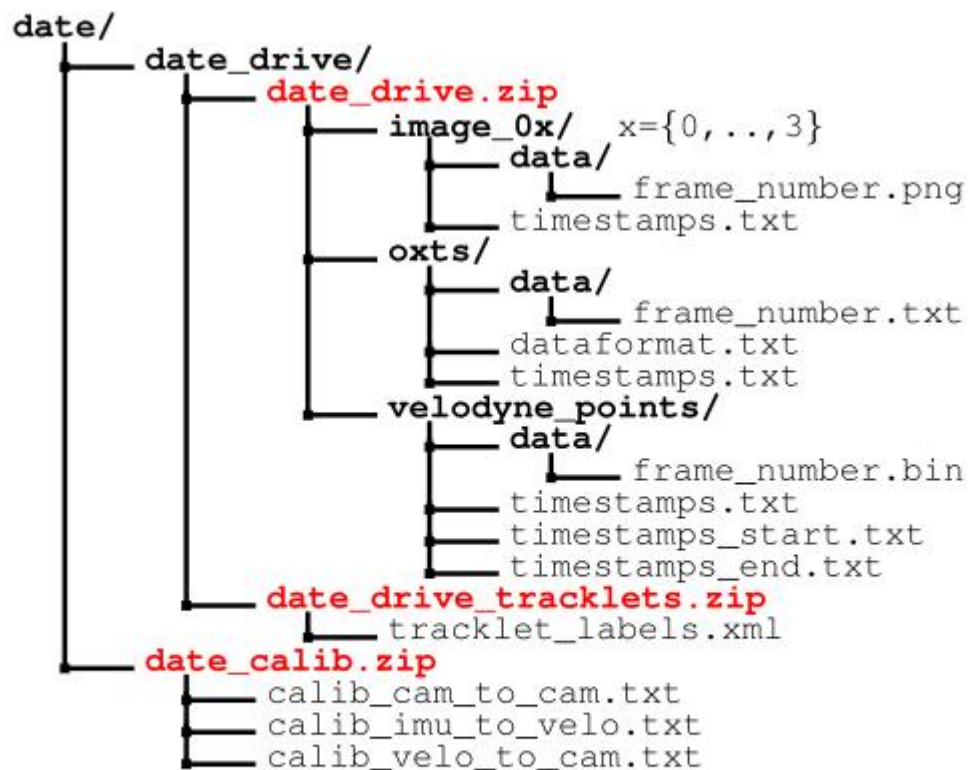


Fig. 4. Structure of the provided Zip-Files and their location within a global file structure that stores all KITTI sequences. Here, 'date' and 'drive' are placeholders, and 'image_0x' refers to the 4 video camera streams.

数据的标注 (Annotations)



```
Car 0.00 0 -1.59 589.01 187.21 668.42 253.27 1.36 1.69 3.38 0.35 1.73 17.14 -1.57
Car 0.00 1 2.04 185.19 184.44 302.47 240.64 1.59 1.72 3.86 -11.47 1.98 22.83 1.58
Cyclist 0.00 3 2.78 888.50 173.04 1019.87 266.61 1.68 0.86 2.01 6.34 1.70 13.46 -3.08
Van 0.00 3 -1.68 682.68 157.58 763.18 235.92 2.12 1.86 4.41 3.27 1.74 21.92 -1.54
Pedestrian 0.00 0 0.08 447.05 168.53 472.39 258.42 1.87 0.64 0.65 -3.25 1.78 15.37 -0.13
Van 0.00 3 1.89 325.53 175.96 390.57 216.45 1.71 1.56 4.12 -11.42 1.87 32.86 1.56
Car 0.00 0 -2.21 409.03 180.12 515.81 231.99 1.59 1.63 3.64 -5.01 1.85 24.07 -2.41
Car 0.00 2 -2.35 445.20 184.58 542.42 220.39 1.39 1.61 4.09 -4.95 1.91 30.30 -2.51
Car 0.00 2 -2.38 485.80 181.56 556.50 211.93 1.50 1.57 3.54 -4.68 1.97 37.56 -2.50
Car 0.00 2 -2.37 520.40 180.16 572.44 200.74 1.40 1.60 3.55 -4.55 1.94 51.13 -2.45
Car 0.00 2 -1.55 579.15 180.82 622.59 220.52 1.52 1.67 3.61 -0.38 1.85 29.71 -1.57
Car 0.00 2 1.96 329.94 179.62 388.01 205.99 1.47 1.77 4.25 -14.86 1.88 42.86 1.63
DontCare -1 -1 -10 555.40 164.60 601.27 188.60 -1 -1 -1 -1000 -1000 -1000 -10
DontCare -1 -1 -10 622.06 164.60 662.73 189.64 -1 -1 -1 -1000 -1000 -1000 -10
```

Development Kit

- KITTI各个子数据集都提供开发工具 development kit, 主要由cpp文件夹, matlab文件夹, mapping文件夹和 readme.txt组成。以object detection 任务的文件夹devkit_object为例:

```
devkit_object
├── cpp
│   ├── evaluate_object.cpp
│   └── mail.h
├── mapping
│   ├── train_mapping.txt
│   └── train_rand.txt
├── matlab
│   ├── computeBox3D.m
│   ├── computeOrientation3D.m
│   ├── drawBox2D.m
│   ├── drawBox3D.m
│   ├── projectToImage.m
│   ├── readCalibration.m
│   ├── readLabels.m
│   ├── run_demo.m
│   ├── run_readWriteDemo.m
│   ├── run_statistics.m
│   ├── visualization.m
│   └── writeLabels.m
```

评价准则Evaluation Metrics

1. *Andreas Geiger and Philip Lenz and Raquel Urtasun. **Are we ready for Autonomous Driving? The KITTI Vision Benchmark Suite**. CVPR, 2012*
2. *Andreas Geiger and Philip Lenz and Christoph Stiller and Raquel Urtasun. **Vision meets Robotics: The KITTI Dataset**. IJRR, 2013*

智能无人系统

军事：地区冲突、反恐战争、

战场利器：智能无人系统

- **陆地无人系统：** 侦察无人车、运输无人车、作战无人车、破障无人车、排爆无人车、无人车编队与指挥系统
- **空中无人系统：** 侦察无人机、作战无人机、后勤运输无人机及无人机编队
- **海洋无人系统：** 侦察无人艇、作战无人艇、后勤运输无人艇、巡逻搜救无人艇、侦察无人潜航器、作战无人潜航器以及岸基支持系统



(a) “角斗士”无人车



(b) “蝎子”机器人



(c) “魔爪”机器人



(a) “斯巴达侦察兵”无人艇



(b) “海上猎人”无人艇



(a) “斯巴达侦察兵”无人艇



(b) “海上猎人”无人艇



(a) X-47B 无人机



(b) RQ4 “全球鹰”



(a) “翼龙”系列无人机



(b) “彩虹”系列无人机



(c) 攻击 11 无人机



(c) “哈比”无人机



(d) MQ1 “捕食者”

智能无人系统

- 复杂环境下**自主感知与理解**技术
 - 多模态传感融合自主感知、复杂场景目标识别与理解
- **行为决策与轨迹规划**技术
 - 多源异构环境下的行为决策、动/静环境下的轨迹规划、复杂场景下的轨迹跟踪
- 自主**导航定位**技术
 - 基于惯性/卫星深度信息融合的导航定位、基于惯性/天文信息融合的导航定位、基于视觉跟踪的导航、地球物理辅助导航技术
- 多场景**自主学习与智能控制**技术
 - 任务的自主技能学习技术、自主作业交互控制技术、类人智能控制的无人系统运动控制技术
- 无人**集群协同控制**技术
 - 智能无人系统集群局部规则控制技术、智能无人系统集群软控制技术、智能无人系统集群领航控制技术、智能无人系统人工势场控制技术
- 自然**人机交互**技术
 - 人机交互技术、增强现实与混合现实技术、脑机接口技术

智能无人集群系统

- **智能化管理与控制：** 采用人工智能技术实现群体智能化管理和控制，支持智能路径规划、智能避障、智能充电等功能。
- **高可靠性和稳定性：** 采用分布式控制算法，支持多任务协作和多节点管理。
- **高效率和高精度：** 采用高精度传感器技术和优化控制算法实现精准定位和高效执行，提高系统的工作效率和任务执行质量
- **可扩展性和灵活性：** 采用模块化设计和开放式接口，适应各种应用场景和需求变化。

应用场景

- 工业检测
- 智能制造
- 智能建造
- 智慧电网
- 智能家居
- 智慧医疗
-