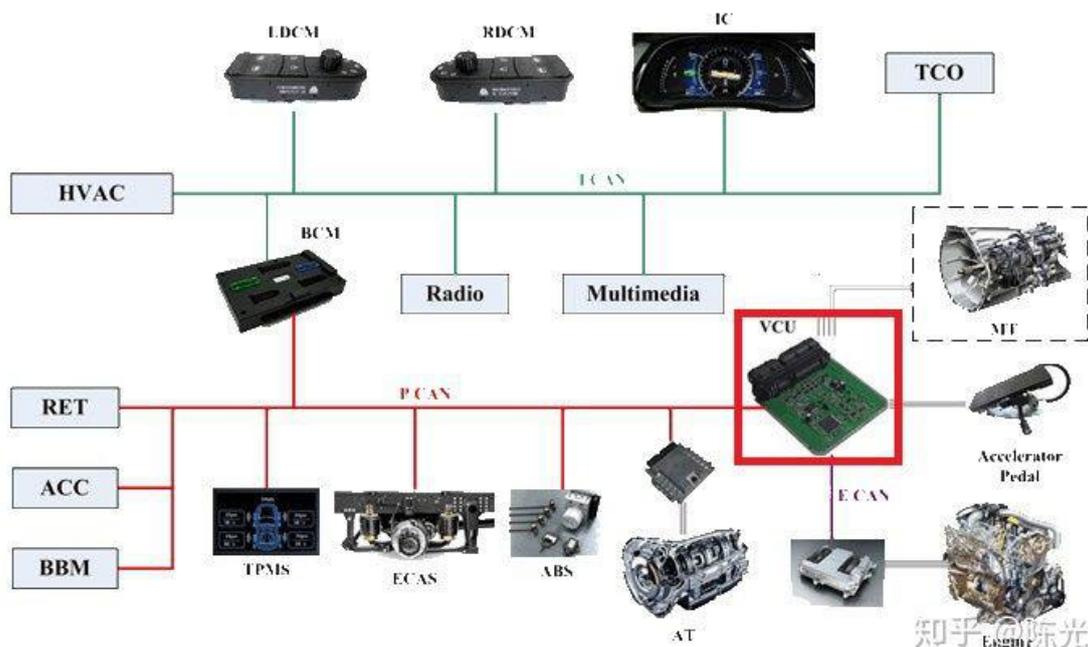


无人驾驶技术入门（九） 与生俱来的 VCU 信号

陈光

在之前的技术分享中，传感器都是安装在汽车外或车内的。而这次要介绍的是汽车生来就具备的传感器信号，即从汽车控制单元 (Vehicle Control Unit, 简称 VCU) 中获取的信号。

VCU 的另外一个名字是“行车电脑”，它通过 CAN 总线与汽车的发动机、变速器、油门踏板、制动踏板、车身控制器等各种电子设备通信，读取各个控制单元的工作状态，并在需要时对它们进行控制。如下图所示。



图片出处: <http://www.hirain.com/sts/136>

如果把汽车比做人，那么 VCU 就是人的大脑。这里记载了汽车底盘的状态（车速、油门踏板开度、制动踏板状态、方向盘转角等）、汽车车身的状态（车门状态、车窗状态、前照灯状态、转向灯状态等）以及发动机的状态（转速，输出扭矩、燃油消耗等）。

汽车的 VCU 作为上层算法和底盘控制的接口，不仅承担着控制汽车加减速、

转向的工作，还承担着将底盘信息精确且及时传递到算法层的工作。接下来我会从 VCU 信号的类型和 VCU 信号的应用两方面进行讲解。

1 VCU 信号的种类

百度 Apollo 2.5 中提供的 VCU 信息（ChassisDetail）如下：

```
message ChassisDetail {
  enum Type {
    QIRUI_EQ_15 = 0;
    CHANGAN_RUICHENG = 1;
  }
  optional Type car_type = 1;           // car type
  optional BasicInfo basic = 2;        // basic info
  optional Safety safety = 3;          // safety
  optional Gear gear = 4;              // gear
  optional Ems ems = 5;                // engine manager system
  optional Esp esp = 6;                // Electronic Stability Program
  optional Gas gas = 7;                // gas pedal
  optional Epb epb = 8;                // Electronic parking brake
  optional Brake brake = 9;           // brake pedal
  optional Deceleration deceleration = 10; // deceleration
  optional VehicleSpd vehicle_spd = 11; // vehicle speed
  optional Eps eps = 12;               // Electronic Power Steering
  optional Light light = 13;          // Light
  optional Battery battery = 14;      // Battery info
  optional CheckResponseSignal check_response = 15;
  optional License license = 16;      // License info
  optional Surround surround = 17;    // Surround information
  optional Gem gem = 18;
}
```

知乎 @陈光

图片出处：

https://github.com/ApolloAuto/apollo/blob/master/modules/canbus/proto/chassis_detail.proto

- 汽车类型 Type

从图中可以直接看出当前 Apollo 2.5 已经能够支持两种国内车型分别是奇瑞 EQ 和长安睿骋。

由于不同车型的动力系统、尺寸、功能配置都不尽相同，而且安装各种传感器的位置、角度也会存在差异，因此需要根据这个 Type 值向无人驾驶系统中导入不同的参数，这样才能保证计算的准确性。

- **基本信号 BasicInfo**

基本信号包含的信息有当前的车辆驾驶状态、发动机状态、安全气囊状态、里程数、ACC 按钮状态、LKA 按钮状态、GPS 信息。

个人认为在 BasicInfo 中最重要的信息是车辆驾驶状态和 GPS 信息。车辆驾驶状态是“汽车是否处于无人驾驶状态”的一个标志，由于汽车经常需要在有人驾驶和无人驾驶中进行切换，因此需要设置一个标志位来反映这种状态，这样汽车的 VCU 才能更正确地对油门、刹车这类影响安全的机构进行控制。GPS 的信息与无人车的“定位”问题强相关，虽然自车的 GPS 信息有时候不太准，但不能因此动摇了它在无人驾驶系统中的地位。

- **安全相关 Safety**

与安全相关的数据包含车门、引擎盖，后备箱是否关闭，司机和乘客的安全带是否系上、四个轮胎的胎压是否正常、电池是否有电、车辆的驾驶模式。

值得一提的是车辆的驾驶模式。之前的 BasicInfo 中已经有了车辆驾驶状态，分为自动驾驶和人为驾驶。这里的驾驶模式还有一个中间状态，即半自动驾驶模式，即无人驾驶系统只控制方向盘或只控制油门和刹车踏板。比如自适应巡航 (ACC) 功能，就是一种半自动驾驶模式。半自动驾驶模式能够将汽车的横向控制（转弯、换道）和纵向控制（加速、减速）解耦，即单独地进行一个维度的调试，这样可以提升工程师的调试效率。

- **变速箱状态 Gear**

变速箱状态直接影响车辆的行驶。例如车辆停车时，需要给变速箱置位 P 档的消息；当汽车泊车时，需要在 D 挡、R 挡之间来回切换。

- **发动机管理系统 EMS**

EMS 用于查看当前发动机的状态，比如发动机的转速。

- **车辆电子稳定系统 ESP**

用于查看和控制车辆电子稳定系统的状态。

- **油门踏板开度 GAS**

通过控制油门踏板的开度,可以实现加减速。同时可以反馈无人驾驶状态下,测试员是否接管了油门踏板。

- **电子手刹 EPB**

用于查看电子手刹的状态。一般会在控制车辆运动时,查看电子手刹是否释放。

- **制动踏板开度 Brake**

用于查看和控制制动踏板的开度。反馈无人驾驶状态下,测试员是否接管了刹车踏板。

- **制动压力 Deceleration**

用于查看当前制动器制动压力的大小。

- **汽车速度 VehicleSpd**

汽车速度信号除了包含速度数值外,还包含当前汽车的行驶方向、四个轮胎的速度、偏航角的变化率(YawRate)等。

- **电动助力转向 EPS**

电动助力转向信号包含了当前方向盘的转角、转角的变化率和驾驶员施加的扭矩。当处于无人驾驶状态时,控制器需要给 EPS 系统输入转动方向和转动角度。

- **信号灯 Light**

描述车身上某些电器设备的信号,比如前大灯、左右转向灯、雨刮器的档位开关、喇叭开关。特斯拉就是通过读取拨杆(左右转向灯)状态获取驾驶员换道意图的。

- **电池状态 Battery**

用于查看电池电量的百分比,燃油量信息。

- **周边环境状态 Surround**

某些具备 ADAS 功能(如盲点辅助预警,偏离车道预警)的车型,会有将部分预警信息存于该信号中。安装在汽车车身上的超声波雷达的消息也存在该信号中。

以上列出了大部分汽车 VCU 所具有的信号。VCU 的信号因车而异,越豪华的汽车,由于其具备的传感器越丰富,所能提供的 VCU 信号也将越丰富。

2 VCU 信号的应用

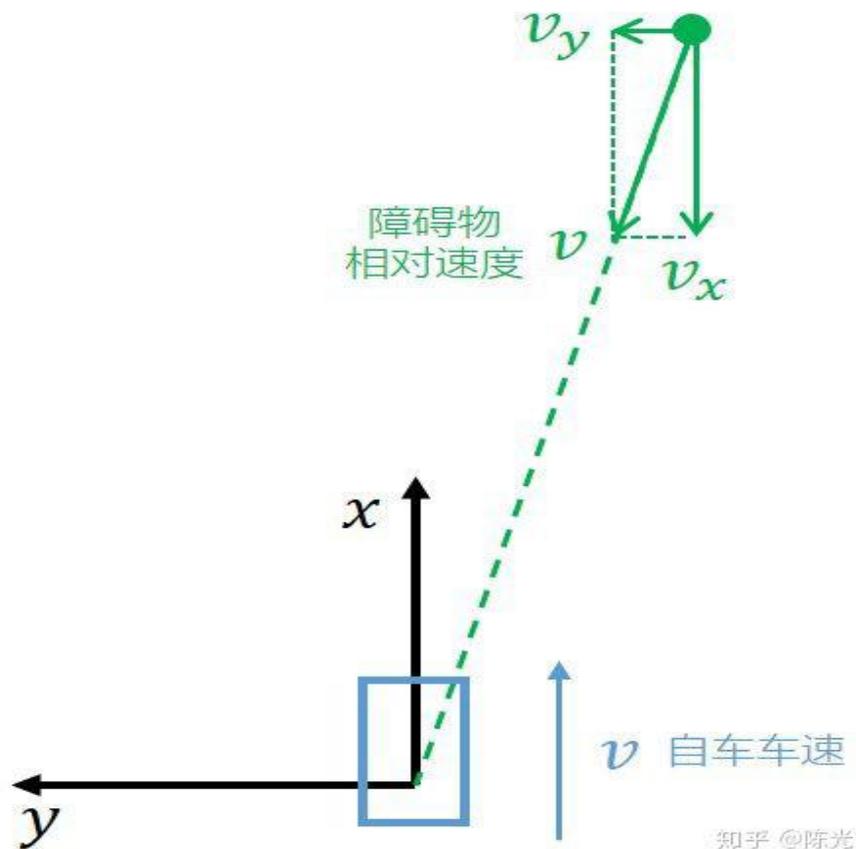
无人驾驶中常用的 VCU 信号有如下几个：汽车车速、汽车方向盘转角、汽车航向角变化率、油门踏板开度、制动踏板开度等。

不同的场景，会对数据有不同的应用方式。这里主要介绍两大类应用方式：障碍物运动状态计算和航位推算。

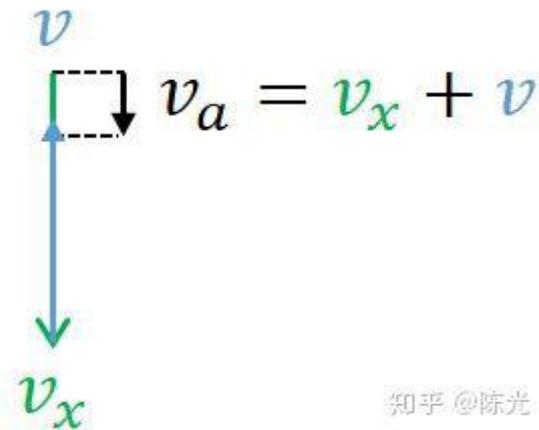
2.1 障碍物运动状态计算

车载传感器（激光雷达、毫米波雷达、摄像机）检测的障碍物速度都是相对速度，因此需要结合自车车速才能确定障碍物的绝对速度，进而根据绝对速度确定障碍物的运动状态（静止、靠近、远离）。

以毫米波雷达的数据为例，在自车坐标系下自车的车速用蓝色的箭头和字母表示，障碍物位置和障碍物速度和速度在 x 方向与 y 方向的分量用绿色表示。



将自车车速 v 和障碍物速度在 x 方向上的分量进行叠加，即可得到障碍物在 x 方向上速度量的绝对值。如下图中黑色的 v_a 所示。



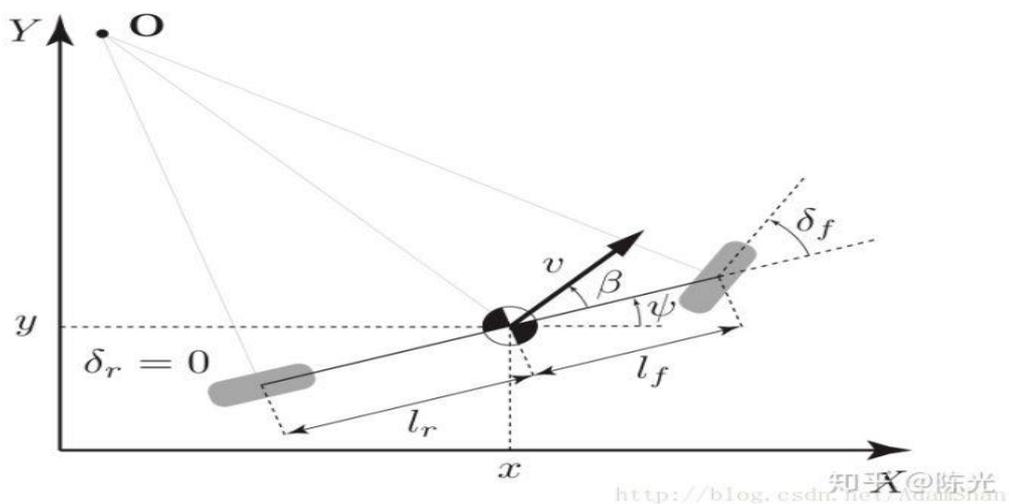
接下来可以通过判断 v_a 的大小和方向，进而得到当前的障碍物在实际的交通场景中的运动趋势。

2.2 航位推算

航位推算 (Dead reckoning, 简称 DR) 是指在丢失定位的情况下，使用自车传感器的信息，推测当前时刻，自车所在位置与上一时刻所在位置的相对关系。

在介绍航位推算时，先需要了解汽车的运动学模型。汽车的运动学模型一般是四轮模型，不过为了计算的方面，很多情况下，工程师会将四轮模型简化成两轮模型，即自行车模型。

借用 CSDN 博主 AdamShan 所绘制的自行车模型，如下图所示。



图片出处:

<https://link.zhihu.com/?target=https%3A//blog.csdn.net/AdamShan/article/details/79083755>

由图可见汽车的车轮转角为 δ_f ，但这并不意味着汽车的运动角度为 δ_f 。

分别做垂直于后轮和前轮的射线，这两根射线会交于 O 点，两轮模型会绕 O 点进行运动，在短时间 dt 内，可以认为 O 点不动。连接 O 点和汽车的质心成一条线段，实际汽车的运动方向 v 将垂直于该线段。运动方向 ψ 与车身方向所成的夹角 β ，这个角度一般称为偏航角。

基于先前的假设可以推导出 β 和 δ_f 的近似关系如下：

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{l_r}{l_f + l_r} \tan(\delta_f) \right)$$

假设 t 时刻的汽车的状态为 x_t, y_t ，经过 dt 时间后的 $t+1$ 时刻，状态为 x_{t+1}, y_{t+1} ，则他们之间的关系为：

$$x_{t+1} = x_t + v_t \cos(\psi_t + \beta) \times dt$$

$$y_{t+1} = y_t + v_t \sin(\psi_t + \beta) \times dt$$

根据以上理论即可在丢失定位信息后的短时间内，依靠自身的传感器信息，进行位置和位姿估计。

当然 VCU 信号不止以上两种应用，更多的应用会在后续传感器信号处理时介绍，请持续关注~

3 结语

以上内容对汽车 VCU 的信号做了简单介绍。作为汽车与生俱来的传感器，好好使用这些信号不仅能极好的控制汽车，还能够通过车载信号灯与外界进行交互。

好了(^o^)/~，这篇汽车 VCU 信号的分享就到这里啦。

本文原载：知乎号“陈光”，作者授权转载。



临菲信息技术港



临菲信息技术港公众号



临菲学堂