

车辆目标分类是 V2X 系统中 V2V 功能的基础，系统触发 V2V 场景首先需要确定的就是目标车相对主车的位置，通过目标分类确定需要触发的功能场景。目前世界主要通过主车和远车的航向角、经纬度信息，首先确定车辆相对行驶方向，然后判定车辆前后，最后确定两车横向距离，得出最终的车辆目标分类。

□ 安徽江淮汽车集团股份有限公司 朱先如 关宁

用于 V2V 的车辆目标分类方法研究

车用无线通信技术 (Vehicle to Everything, V2X)，是指将车辆与一切事物相连接的新一代信息通信技术。其中，V 代表车辆，X 代表任何与车交互信息的对象，目前包括 V2V、V2I、V2P 及 V2N，本文所述的车辆目标分类主要用于 V2V 场景应用。

V2V 即车辆与车辆之间通信，主要用于避免或减少交通事故，车辆监督管理等方面。按照《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准》一期要求，目前的 V2V 场景主要包括前向碰撞预警、交叉路口碰撞预警等 9 个场景，其场景触发均需要根据主车与远车的相对位置关系确定目标分类，当目标分类满足条件时，触发相关预警功能。

本文主要利用 V2X 系统获取主车航向角、经纬度，并通过 V2V 通信获取通信范围内的远车的航向角及经纬度。首先利用航向角确定车辆相对行驶行为，再计算主车与远车的前后关系，最后计算主车与远车的左右关系及横向距离，得到目标分类 (即 Target Classification，后面用 TC 表示)。

车辆目标分类及定义

目前按照《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准》对 TC 进行了部分的定义，主要通过目标车辆相对本车的行驶方向、前后关系及左右关系进行分类。根据现有分类结合目标车在本车周边位置可能存在的情况进行补充，最终得到完整的 TC 分类，主要包括 17 个分类，分别为同向行驶 10 类，反向行驶 5 类及交叉行驶 2 类，具体如图 1 所示。

目标分类边界条件定义及计算方法

根据车辆目标分类分解其划分边界，主要包括三个方面，车辆相对行驶方向、车辆相对前后和车辆相对左右，最终得到边界，见表 1。按照表 1 对目标分类边界的设定，计算确定目标分类方法主要分为三步：一是确定车辆相对行驶行为；二是确定车辆前后关系；三是确定车辆左右关系。

本文主要通过 V2X 系统获取 GNSS 天线信息进行目标分类计算，GNSS 天线信息包括车辆的经纬度和航向角信息，方法如下：

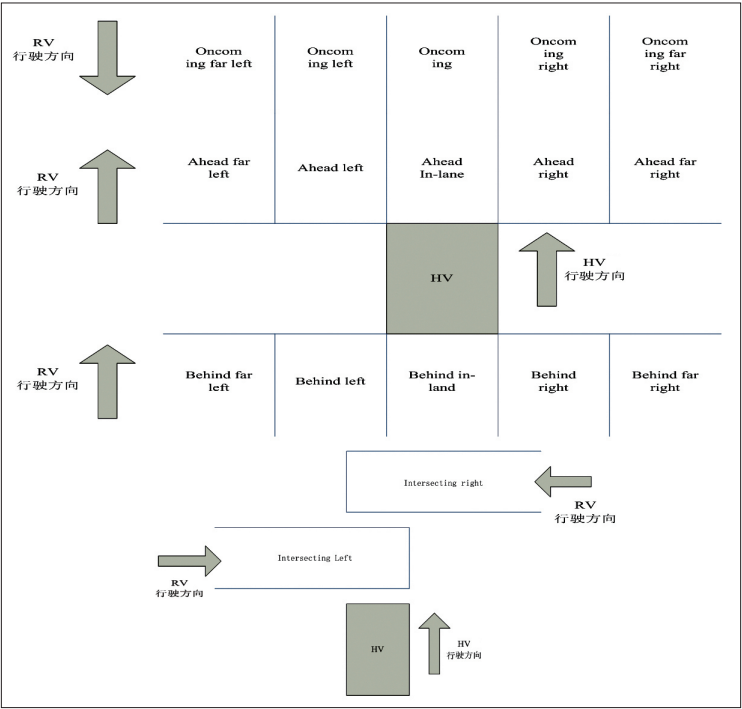


图 1 TC 分类



表 1 TC 边界条件

序号	区域定义	判定条件		
1	Ahead in-lane	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 前方	HV 与 RV 处于相同车道
2	Ahead left	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 左侧相邻车道
3	Ahead right	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 右侧相邻车道
4	Ahead far left	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 左侧相邻车道外
5	Ahead far right	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 右侧相邻车道外
6	Behind in-lane	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 后方	HV 与 RV 处于相同车道
7	Behind left	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 后方	RV 处于 HV 左侧相邻车道
8	Behind right	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 后方	RV 处于 HV 右侧相邻车道
9	Behind far left	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 后方	RV 处于 HV 左侧相邻车道外
10	Behind far right	HV 与 RV 同向行驶	RV 位于 HV 后方	RV 处于 HV 右侧相邻车道外
11	Oncoming	HV 与 RV 反向行驶	RV 位于 HV 前方	HV 与 RV 处于相同车道
12	Oncoming left	HV 与 RV 反向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 左侧相邻车道
13	Oncoming right	HV 与 RV 反向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 右侧相邻车道
14	Oncoming far left	HV 与 RV 反向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 左侧相邻车道外
15	Oncoming far right	HV 与 RV 反向行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 右侧相邻车道外
16	Intersecting Left	HV 与 RV 左交叉行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 左侧
17	Intersecting right	HV 与 RV 右交叉行驶	RV 位于 HV 前方	RV 处于 HV 右侧

首先将 HV、RV 转换至平面坐标系中,以 HV 为中心点, HV 航向角为方向,建立车道线,车道线宽度可以配置,本文取标准车道宽度 3.5m,如图 2 所示。设置 HV 车辆信息为 (x_1, y_1, θ_1) 和 RV 车辆信息为 (x_2, y_2, θ_2) ,其中 x 为纬度, y 为经度, θ 为航向角, HV 与 HV 连线与正北夹角为 ϕ , HV 与 HV 连线与 HV 航向角夹角为 θ_3 , HV、RV 之间距离为 d , HV、RV 横向距离为 d_0 。

1. 确定车辆相对行驶行为

HV 与 RV 相对行驶行为共 4 类,分别为同向行驶、反向行驶,左交叉行驶和右交叉行驶,通过主车与远车的航向角确定车辆相对行驶行为。计算 HV、RV 航向角差值:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 \quad (1)$$

计算结果判定如下:

1) $-45^\circ \leq \Delta\theta \leq 45^\circ$: HV、RV 同向行驶。

2) $\Delta\theta \geq 135^\circ$ 或 $\Delta\theta \leq -135^\circ$

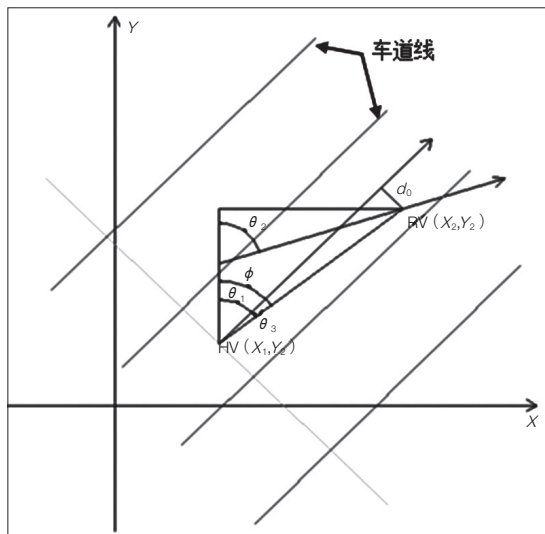


图 2 HV 与 RV 关系

: HV、RV 反向行驶。

3) $45^\circ < \Delta\theta < 135^\circ$: HV、RV 左交叉行驶。

4) $-135^\circ < \Delta\theta < -45^\circ$: HV、RV 右交叉行驶。

注: 此处角度可根据实际情况设置,文中数值仅表示判定方法。

2. 确定车辆前后关系

HV 与 RV 的前后关系,通过两车连线与主车航向角夹角判定,即图 2 中的 θ_3 。如图 3 所示,

将地球近似为一个半径为 R 的球体, A 点设置为 HV, B 点设置为 RV, C 点经度与 HV 相同, 纬度与 RV 相同, D 点经度与 RV 相同, 纬度与 HV 相同, 则 $ABCD$ 可以组成一个等腰梯形, 则 HV、RV 之间距离即为 AB 之间弧长, HV、RV 连线与正北方向夹角即为 AB 与 AC 夹角。

从图 3 可以知道两车连线与正北方向夹角即 $\angle BAC$, 可以求出 AC 长度和 BC 长度。当 A 、 B 两点足够接近时 (300m 范围), 梯形 $ABCD$ 几乎为矩形, 故 C 点和 H 点几乎重合。由于 A 、 B 两点足够接近 (300m 范围), 因此 d_{lon} 、 d_{lat} 趋近于 0。因此, B 指向 A 与正北方向的夹角为 $\phi = -\angle BAC$, 求得 HV 与 HV 连线与正北夹角为 ϕ , 可以求出两车连线与主车航向角夹角:

$$\theta_3 = \phi - \theta_1 = \arctan(\cos x_2 \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}) - \theta_1 \quad (2)$$

RV 与 HV 前后关系判定如下:

1) $-90^\circ < \theta_3 < 90^\circ$: RV 处于 HV 前方; 当

2) $\theta_3 < -90^\circ$ 或 $\theta_3 > 90^\circ$: RV 处于 HV 后方。

3. 确定车辆左右关系

HV、RV 的左右关系可以根据 HV、RV 横向距离确定, 由图 2 可知:

$$d_0 = d \sin \theta_3 \quad (3)$$

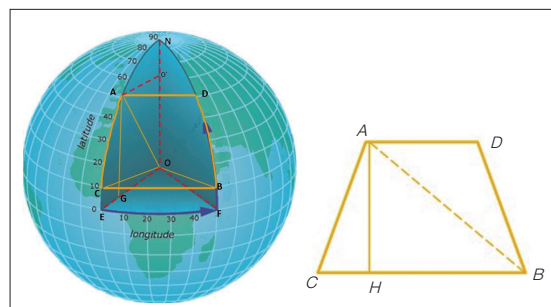


图 3 HV 与 RV 位置

θ_3 可由公式(2)求出, HV、RV两车之间距离即图3中的AB弦长。然后采用已知圆半径及弦长求弧长, 设圆半径为1, 弦长AB为 d , 见式(4), 如图4所示, 可以求得AC长为 $d/2$, $\angle AOC = \arcsin(d/2)$, 则 $\angle AOB = 2\arcsin(d/2)$ 。

将地球半径 R 和AB两点长度带入, 则HV、RV两车距离:

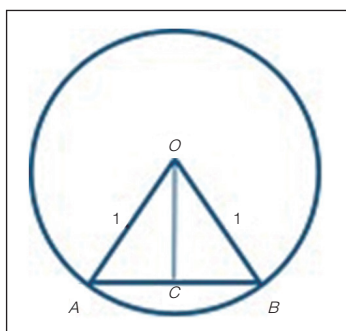


图4 弦长求弧长示例

$$d = \frac{2\pi R}{180} \arcsin \sqrt{\sin^2\left(\frac{y_1 - y_2}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{x_2 - x_1}{2}\right) \cos y_1 \cos y_2} \quad (4)$$

根据公式(2)(4)求出的 d 和 θ_3 代入(3)即可求出主车与远车的横向距离 d_0 。其左右关系判定如下:

- 1) 当HV、RV为左交叉或右交叉行驶时,判定HV、RV左右关系;
- 2) 当HV、RV为同向行驶或反向行驶时,判定RV、RV所处左右车道关系。

总结

本文主要对V2V场景的车辆目标分类进行定义, 并对其边界条件进行分解确认, 最终通过计算, 得到车辆的目标分类, 用于V2V场景的判定。

本文所述的车辆目标分类

方法在没有RSU、高精度地图和高精度定位的情况下, 利用V2X系统中的GNSS天线获取经纬度及航向角通过计算实现, 由于数据计算的局限性, 故该方法只可适用直道, 对于弯道、高架桥及下穿道路等特殊道路暂不适用。

弯道、高架桥及下穿道路等在道路具有RSU时, 可利用RSU存储的道路信息确定车辆所处车道, 然后再进行目标分类, 也可通过增加车辆海拔判定结合车辆网络信息(如转向盘转角等), 增加弯道判定等手段实现, 由于篇幅所限, 具体实现及计算方法本文不做详细描述。 AI

VOGEL 机工弗戈

看行业动态
享技术干货



扫码关注网站



想要获得快速有效的传播解决方案, 请与我们联系

AUTOMOBIL INDUSTRIE
AI 汽车制造业
融媒体平台

联系我们

☎ 010-63326095~98
📍 北京市西城区白云路1号白云大厦11层
🌐 auto.vogel.com.cn



在线一对一

广告