

ADAS算法设计（一）：FCW算法设计

ADAS的基础与核心是环境感知，基于环境感知的结果进行不同的算法设计就可以实现一系列的ADAS功能，本系列将针对几种常见的ADAS算法进行介绍。

本文将首先介绍前方碰撞预警FCW的算法设计。

一、FCW算法功能定义

前方碰撞预警FCW能够通过雷达时刻监测前方车辆，判断本车与前车之间的距离、方位及相对速度，当系统判断存在潜在碰撞危险时，将对驾驶者进行警告。FCW系统本身不会采取任何制动措施去避免碰撞或控制车辆。

FCW算法的功能定义如下：

- 1) 使用场景：10km/h~70km/h直道工况；
- 2) 当本车与前方车辆存在追尾风险时，FCW需通过预警方式提醒驾驶员进行制动；
- 3) FCW预警策略分级：
 - 一级预警：声音预警
 - 二级预警：声音预警
- 4) 驾驶员可通过APP进行FCW功能的开启和关闭；
- 5) 驾驶员大角度转向或急打方向盘进行主动干预时，FCW功能需要关闭；当驾驶员主动干预结束后，FCW功能自动恢复；
- 6) 驾驶员打转向灯准备转弯时，FCW功能关闭；当转向灯关闭后，FCW功能自动恢复；
- 7) 开启双闪状态下，FCW功能关闭。

二、FCW控制系统接口

FCW控制系统接口参见下图1。

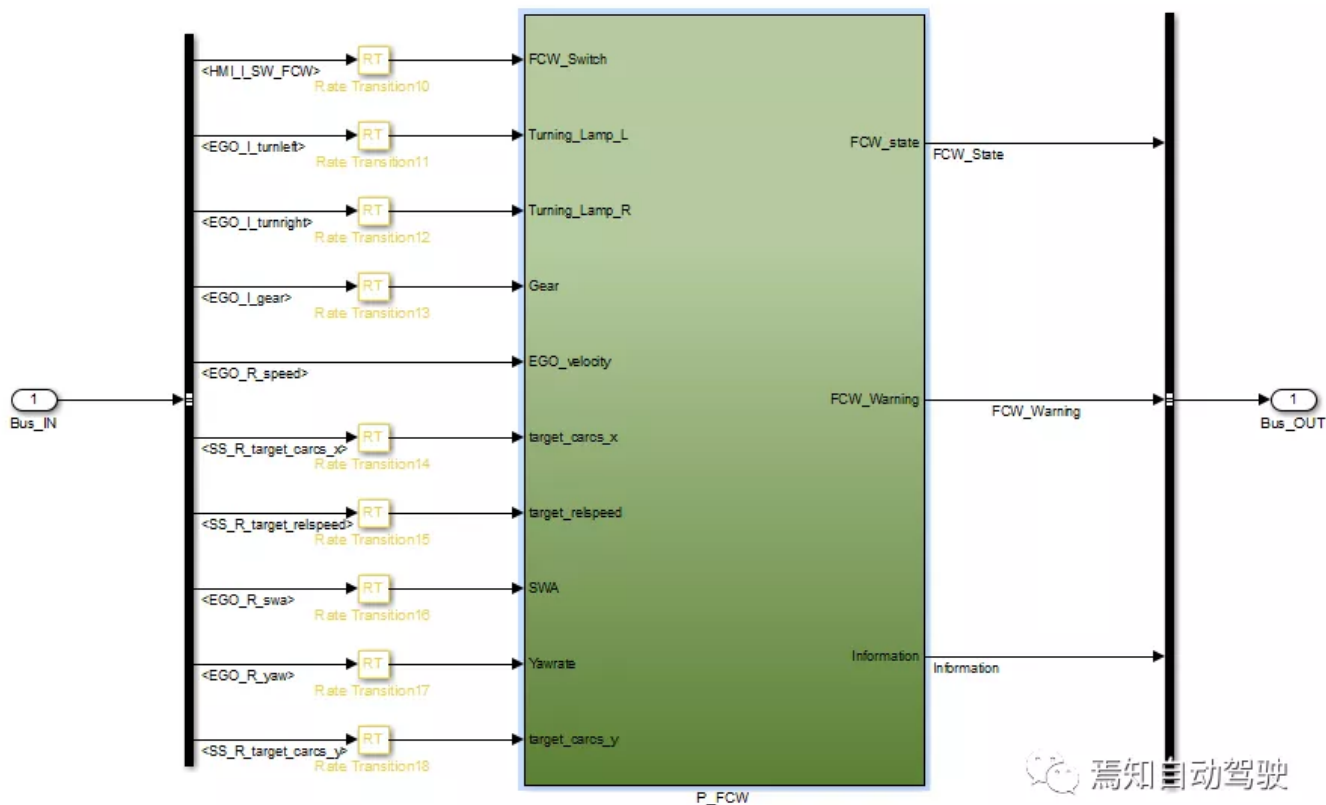


图 1 FCW控制系统接口定义

根据FCW算法功能定义，可知FCW控制系统需输入FCW开关、转向灯、方向盘转角、车速等整车信号及传感器环境感知的目标信息，而需要输出FCW预警信号。具体见下表1

表 1 FCW控制系统接口

| 输入/输出 | 信号 | 备注 |
|-------|---------|------------|
| 输入 | FCW功能开关 | / |
| | 左转向灯信号 | / |
| | 右转向灯信号 | / |
| | 挡位信号 | (P/R/N/D) |
| | 方向盘转角信号 | (degree/s) |
| | 本车车速信号 | (m/s) |
| | 纵向相对距离 | (m) |
| | 侧向相对距离 | (m) |
| | 相对速度 | (m/s) |
| 输出 | FCW状态信号 | / |
| | FCW预警信号 | / |

三、FCW控制系统算法

FCW控制系统主要由模式控制（驾驶员干预）模块、信息处理模块和状态控制逻辑模块三部分组成，以下分别介绍：

1) 模式控制模块

模式控制模块的功能是根据驾驶员相关状态对FCW功能模式进行控制，主要实现FCW功能的使能控制和驾驶员主动干预功能。

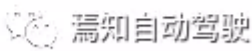
2) 信息处理模块

信息处理模块的功能是对环境感知信息和本车信息进行实时处理，并进行车辆危险程度评估。

目前FCW系统危险程度评估算法大多采用三段式距离判定方法和TTC碰撞事件判别方法，其中三段式距离判定方法应用更多，具体为：第一部分为预警距离（驾驶员反应时间内的距离）；第二部分为制动距离（利用运动学公式，表征系统加速作用距离）；第三部分为预制安全距离（制动结束后本车与前车预留的安全距离，可通过本车速度或相对速度查表）。

距离判别公式如下：

$$Dis = Max\{V_{rel} * Tw, V_{host} * Thw\} + (V_{rel} * Tpr / 2 + V_{rel}^2 / (2 * A_w)) + Safe$$



式中：Vhost —— 本车车速；Vrel —— 相对车速（前车 - 本车）；Tw —— 预警延时1；Thw —— 预警延时2；Tpr —— 升压延时；Aw —— FCW强制制动加速度；Safe —— 安全距离；Dis —— 预设距离。

3) 状态控制逻辑模块

状态控制逻辑模块的功能是根据两车状态信息和危险程度评估的数据实时进行FCW状态控制，参见下图2及图3。

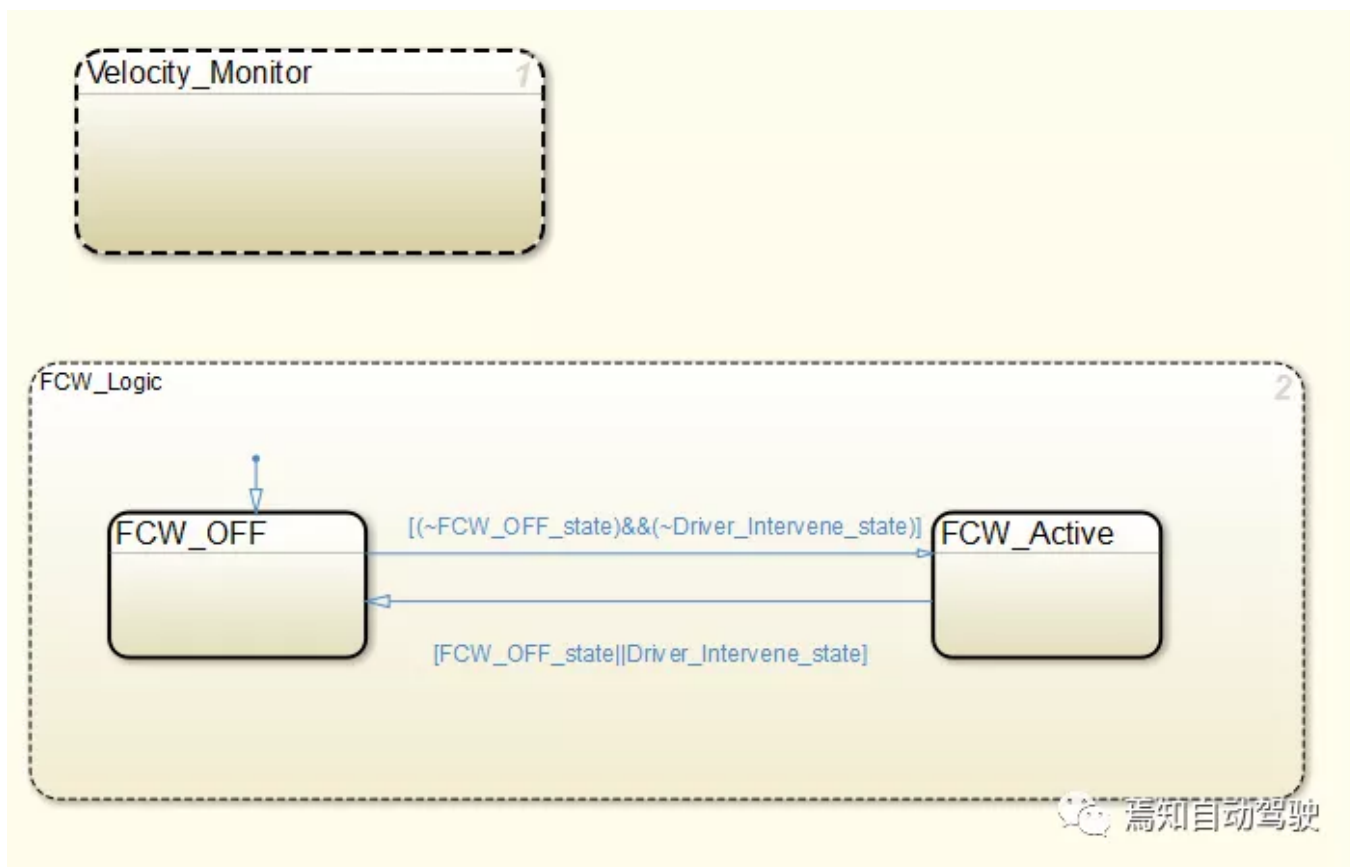


图 2 FCW状态控制逻辑示意图（上层）

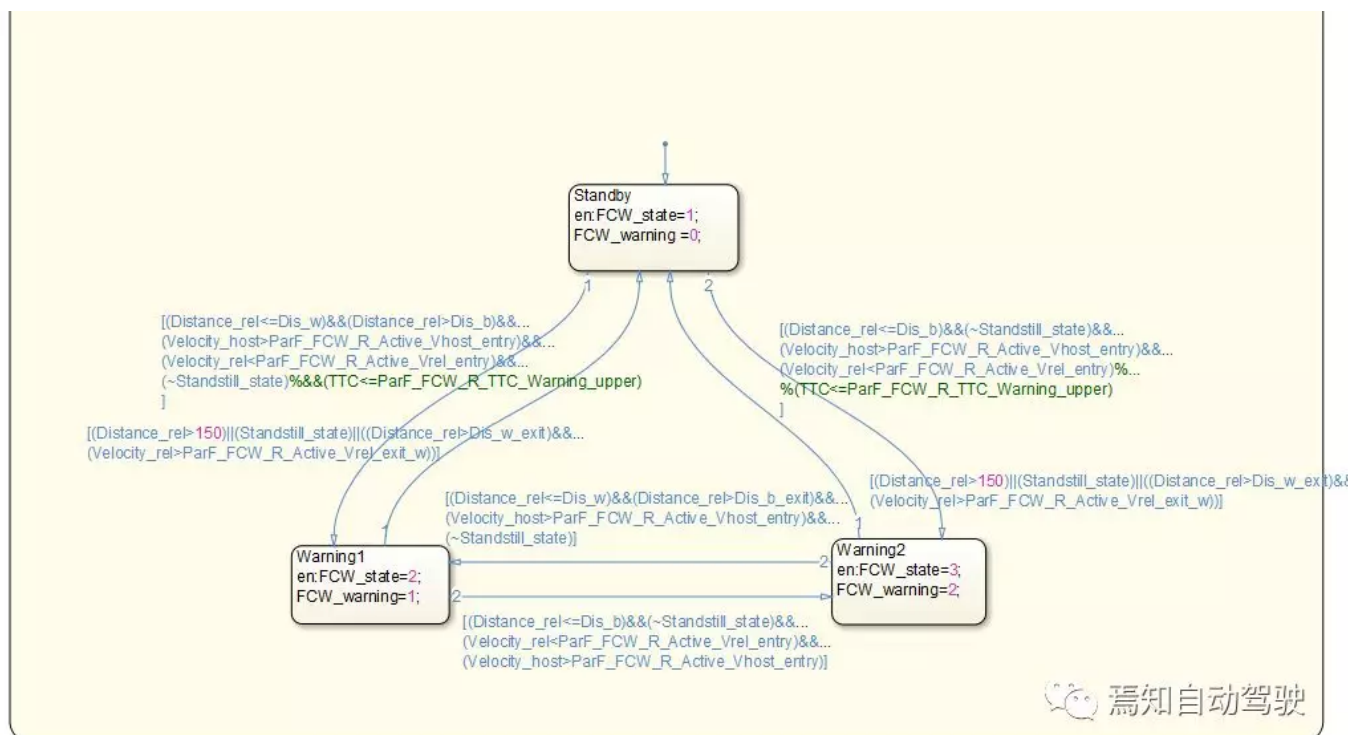


图 3 FCW状态控制逻辑示意图（下层）

FCW的状态定义为：

- OFF：FCW功能关闭；
- Standby：FCW功能开启准备；

- Warning1 : FCW一级预警 ;
 - Warning2 : FCW二级预警。
-