

ADAS算法设计（四）：LDP算法设计

根据GB/T标准《乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求及试验方法》报批稿定义，车道保持辅助系统LKA应至少具备车道偏离抑制LDP或车道居中控制LCC中的一项。

目前市场上量产的LKA大多是LDP，本文将介绍LDP的算法设计。

一、LDP算法功能定义

车道偏离预防LDP通过摄像头实时监测车辆与车道边线的相对位置，在判断车辆即将发生车道偏离时控制车辆横向运动，辅助驾驶员将车辆保持在原车道内行驶。

LDP算法的功能定义如下：

- 1) 使用场景：光照条件良好，车道线清晰可见，且曲率半径大于200m的车道；车速范围20km/h~70km/h；
- 2) LDP可识别车道线，在光线良好及车道线清晰可见情况下，能够根据当前车道线给出相对自车位置的车道，并判断是否满足车道保持功能的条件；
- 3) LDP系统能够根据当前车道线信息，实时计算当前时刻的方向盘期望转角，这个期望转角能使车辆稳定行驶在车道中，当系统使能时，此期望转角就发给EPS，EPS控制方向盘转动使车辆驶回车道中心附近；
- 4) 当车辆在车道内行驶，如果有偏离出本车道的趋势以及已经偏出本车道一部分时，LDP系统会触发并使方向盘自动响应，使车辆驶回车道中心附近；
- 5) 驾驶员可通过APP进行LDP功能的开启与关闭；
- 6) 驾驶员踩刹车或打转向灯进行主动干预时，LDP功能需要关闭；当驾驶员主动干预结束后，LDP功能自动恢复；
- 7) 开启双闪状态下，LDP功能关闭。

LDP通过EPS实现车辆横向控制有转角控制和转矩控制两种方式，目前市场上较为普遍应用的是转矩控制，但转角控制代表了未来技术方向，本文将介绍基于转角控制方式的LDP算法设计。

二、LDP控制系统接口

根据LDP算法功能定义，可知LDP控制系统需输入LDP开关、转向灯、车速、挡位等整车信号及传感器环境感知的车道线信息，而需要输出方向盘期望转角等信号。具体见下表1

表 1 LDP控制系统接口

输入/输出	信号	备注
输入	距离左车道线的偏距	(m)
	距离右车道线的偏距	(m)

	车身宽度的一半	(m)
	LDP开关信号	/
	本车车速信号	(km/h)
	挡位信号	/
	最小使能车速	(km/h)
	左转向灯信号	/
	右转向灯信号	/
	刹车信号	/
	近处预瞄点左侧的x坐标	(m)
	近处预瞄点左侧的y坐标	(m)
	近处预瞄点左侧的航向角	(deg)
	近处预瞄点右侧的x坐标	(m)
	近处预瞄点右侧的y坐标	(m)
	近处预瞄点右侧的航向角	(deg)
	远处预瞄点的x坐标	(m)
	远处预瞄点的y坐标	(m)
	远处预瞄点的航向角	(deg)
	轴距	(m)
	后轴长度	(m)
输出	LDP使能信号	/
	LDP左右车道线预警信号	/
	LDP状态信号	/
	左右车道线信号	/
	方向盘期望转角	(deg)

三、LDP控制系统算法

LDP控制系统主要由使能模块和方向盘期望转角计算模块两部分组成，以下分别介绍：

1) 使能模块

LDP使能模块的功能是根据得到的车道线，计算车辆在一定时间内是否有偏出本车道的趋势，原理与车道偏离预警LDW一致，可参见本系列上一篇文章《ADAS算法设计（三）：LDW算法设计》，本文不再赘述。

2) 方向盘期望转角计算模块

方向盘期望转角是根据车辆与当前车道的相对位置关系得到的，具体是根据车辆阿克曼运动模型计算得到。

车辆以圆弧曲线运动来确定前轮中点转角的方法是选取车辆前方一定距离d处期望路径上的坐标点 (x_t, y_t) ，见下图1。

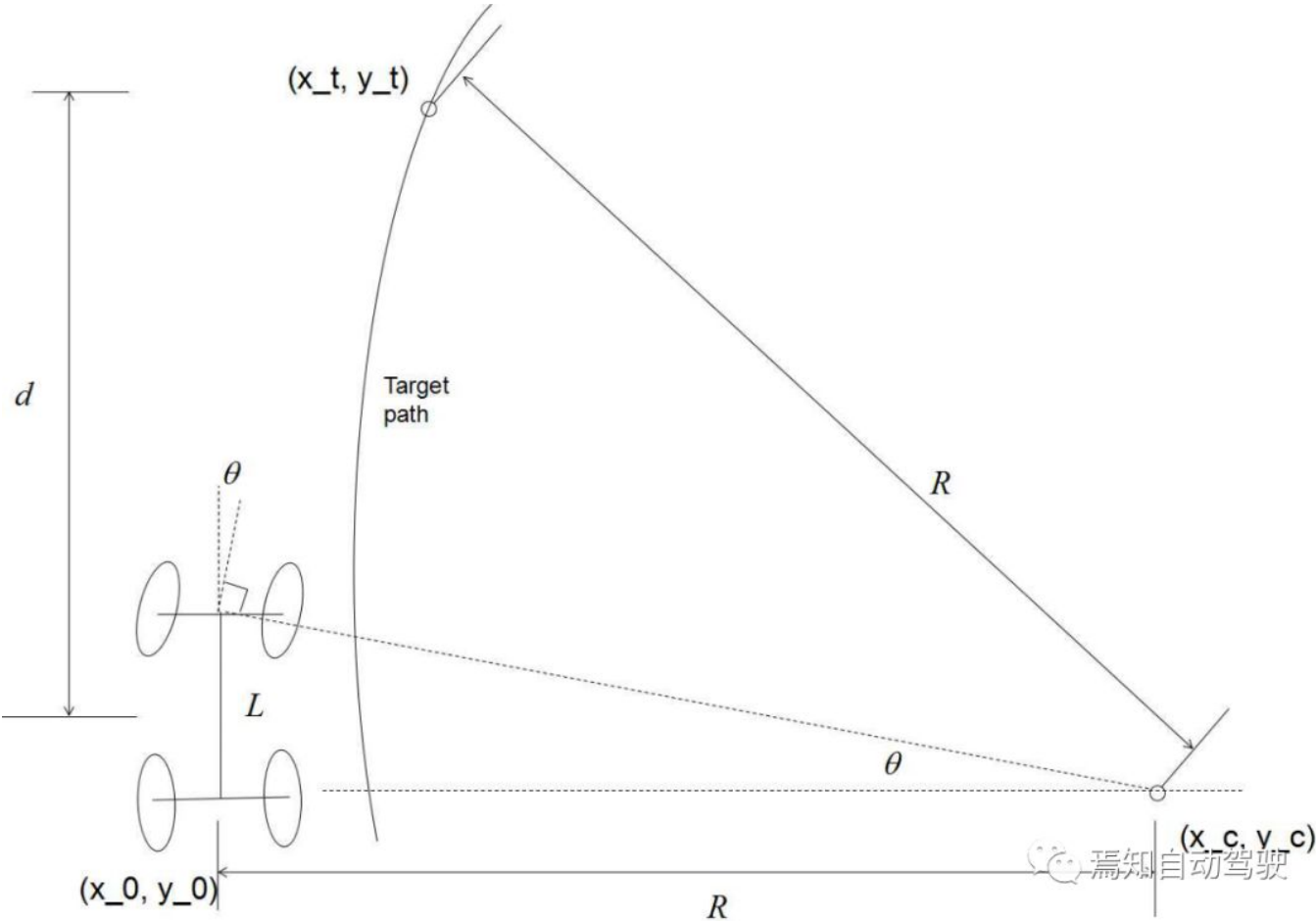


图 1 确定前轮转角

假设以固定转角 θ 进行圆弧转弯运动会刚好到达那个目标点，那么这个前轮转角 θ 就是当前时刻应该发出的期望转角，并在下一个采用时间用同样的方法进行更新。

确定圆弧半径 R 的方法为：

- 如果车身朝向正对着预瞄点，那么 R 为无穷大，期望前轮转角为0；
- 如果车身没有正对着预瞄点，则定义车辆第二轴的中点坐标为 (x_0, y_0) ，预瞄点坐标为 (x_t, y_t) ，这两对坐标值为已知，并且圆弧中心的坐标 (x_c, y_c) 一定是在第二轴两轮连线的延长线上，那么圆心坐标应满足：

$$(x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = (x_c - x_t)^2 + (y_c - y_t)^2$$


$$y_c = k * x_c + b$$

焉知自动驾驶

上式中， k 和 b 由第二轴两轮的坐标来决定。


当得到圆心坐标后，圆弧半径为：

$$R = \sqrt{(x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2}$$

 焉知自动驾驶

则此时前轮中点期望转角为：

$$\theta_t = \arctan(L/R)$$

 焉知自动驾驶

将上式计算结果变成角度值，再考虑方向盘转角与前轮转角之间的传动比，即可得到方向盘的期望转角。

通过以上过程计算得到的转矩是根据车辆和预瞄点的位置准确计算得出，具有一定的物理含义，避免了参数和系数的选取，从而可以适应不同车辆。
