LatCtrl控制算法

1. 车辆运动学的状态空间模型

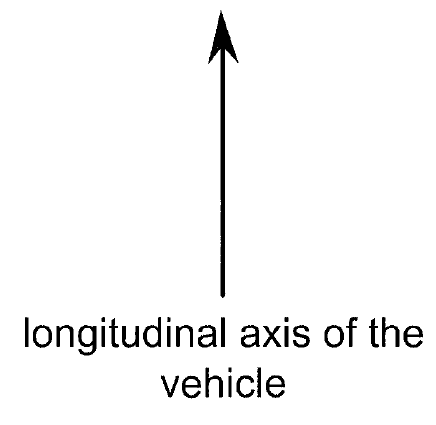
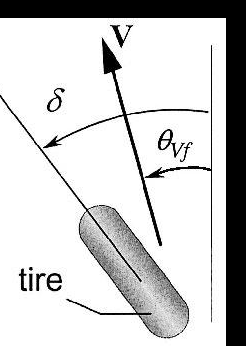
1.1车辆动力学模型（二自由度模型）

侧向力平衡方程：

绕Z轴力矩平衡方程：

其中为前轮转角，设前轮侧偏刚度为Cαf，后轮侧偏刚度为Cαr。

前轮侧偏角为αf，后轮侧偏角为αr，质心侧偏角为β。



假设单位时间内前轮转角较小，故，则上述公式可等价为：

整理公式为：

侧向力也可以采用质心侧偏角来来表示，公式如下：

则将上述公式带入，可得质心侧偏角与横摆角速率之间的关系：

车辆在作稳态转向运动时，其质心侧偏角和横摆角速率不变，因此，将稳态条件和分别带入上述公式，可以得到前轮转角与汽车横摆角速率之间的关系：

求得前轮转角和横摆率角速率

1.2 横向预瞄的运动学模型

横向控制的变量描述图

汽车当前点距离为Δy

预瞄点到轨迹的距离为YL2

侧偏角和航向角行驶的距离为L\*sin(ΔΨ)

在当前汽车坐标系下，预瞄一段距离由于道路曲率造成的距离为ΔyL2

1.3 道路偏差与期望角速率之间的关系

汽车做阿克曼转角图

因为汽车运动做圆周运动，故：

并且按照上图，可以得到公式：

则，带入方程可以得到期望角速率与道路偏差和预瞄距离之间的关系：

1. Linear Parts of the Lateral Controller

横向控制系统的线性部分和物理系统描述在下图：

其中图中描述的VDDM为二自由度自行车模型，车辆传动比Gain是前轮转角与车身横摆角速率之间的增益比，Lateral Controller控制器的线性部分如图所示主要有Δy和ΔyL2两个控制回路组成，具体的描述在下文描述。



2.1、控制系统的前馈控制



ΔyL2-控制回路通过lookahead的前视距离计算出道路曲率造成的位移偏差ΔyL2= YL2-Δy- L\*sin(ΔΨ)

，然后通过一个增益比例值2/Leff2转换到期望角速率，这部分的控制只与预瞄点的道路曲率影响有关。

2.2、控制系统的反馈控制



Δy-控制回路通过车辆到期望路径的距离Δy通过一个外环P控制和内环PID控制来消除当前点的稳态误差。当前距离，通过增益调度表设计比例映射侧向速度

Vset和反馈的侧向速度Vlat,计算Error\_V通过PID映射侧向加速度

侧向加速度除以纵向速度，得到受位置偏差影响的转动角速率YawRateAdditional

1. 控制系统增益表

3.1 在本文中，控制系统在除了系统在增益表设计初始值以外，系统还设计了一个自适应调参算法，主要的算法步骤如下：

1、将PinionAngle通过高通滤波器，取1s中的均方差值，通过查表映射乘方向盘的活跃度，与设定的目标活跃度相减，设定为一个动态变量eActivity

2、根据驾驶员是否介入、位置Δy的大小和动态变量eActivity，计算出动态参数的变化率

3、计算动态参数，采用一阶积分，得到动态参数值

4、将系数与设定的Koffset、Kp、Ki、Kd系数相乘、得到最后用于控制的参数列表

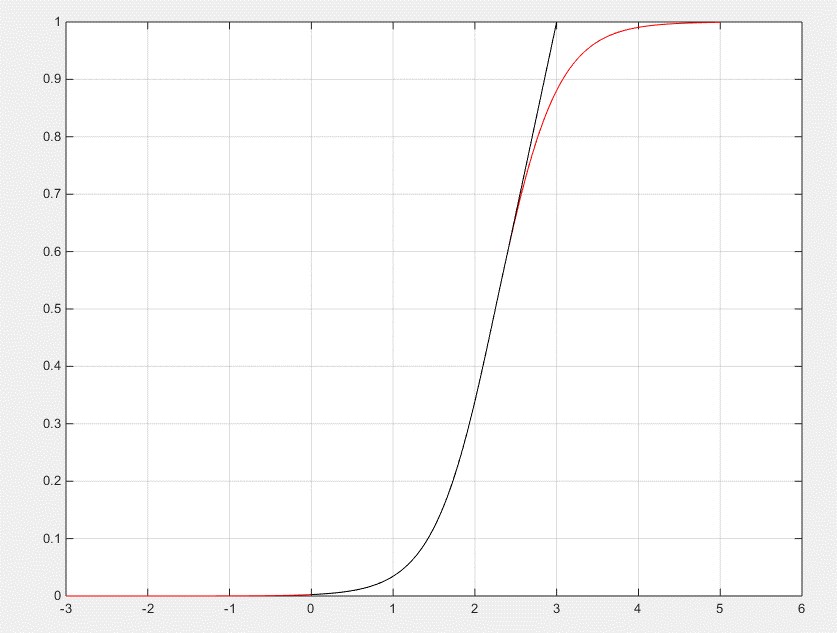
四、控制环路PID设计

4.1 控制算法-位置环P控制



Vset=Koffset\*Δy，带入上述的约束条件，使位置环控制的速度在约束条件内

4.2 控制算法-速度环PID控制

系统设计了一个ramp over的控制策略，对PID的积分项进行了动态的比例系数控制，在LKA控制3s内，积分项不是按照比例系数进行计算，PID的控制步骤如下：

1、左图为PID控制中积分项的比例系数控制策略

2、右图黑线是时间映射成比例系数的图形

3、控制算法

附录

Cubic Spline算法

设：

当

当

因为

因为

通过上述公式，可以计算出K的值，进而得到a和b的值，就可以计算出P（x）的值