

# 自动驾驶智能车控制决策系统开发

---

北京智行者科技有限公司

1

概述

2

多传感器信息融合

3

决策规划技术

4

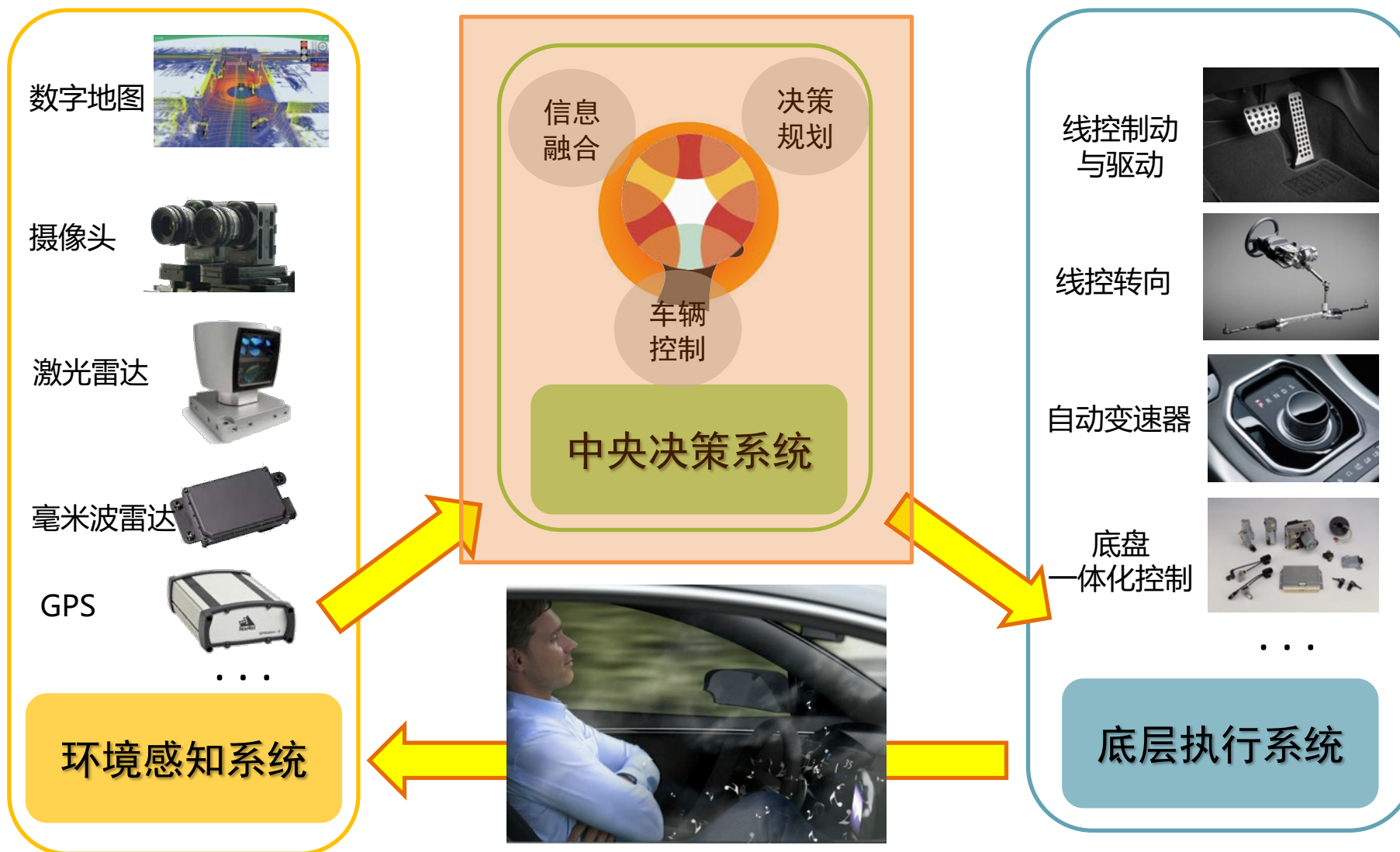
车辆控制决策算法

- 汽车的第一属性：交通和运输
- 无人驾驶时代，汽车将会具备第二属性：随时随地接入网络且**快速移动**的计算中心、通讯中心、娱乐中心和信息交互入口



- 无人驾驶在汽车第一属性中起到的作用将会很快在特定应用场景内实现市场化





1

概述

2

多传感器信息融合

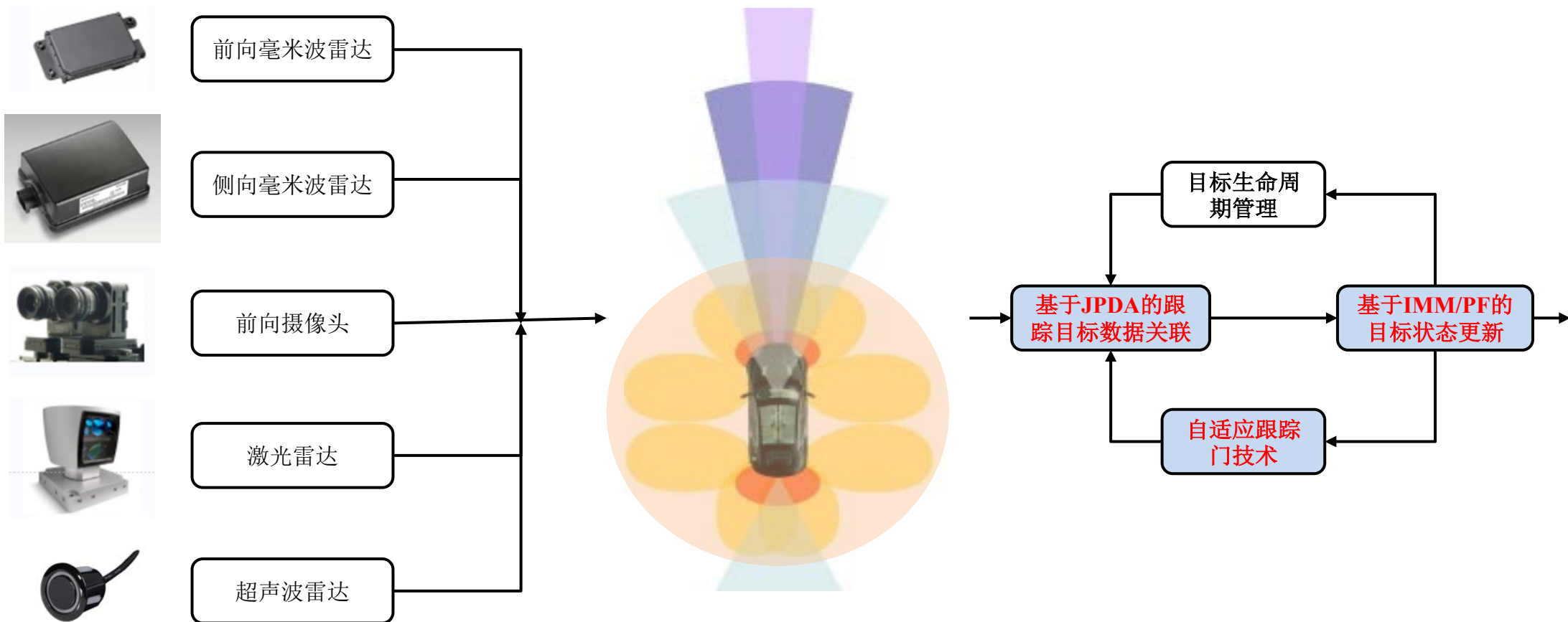
3

决策规划技术

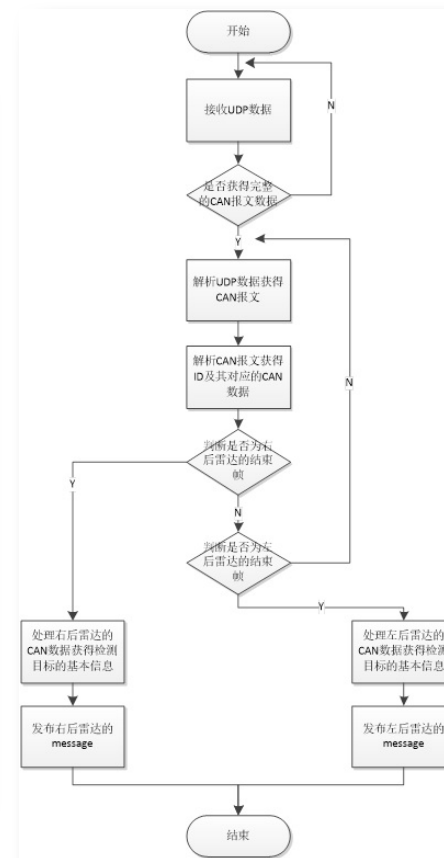
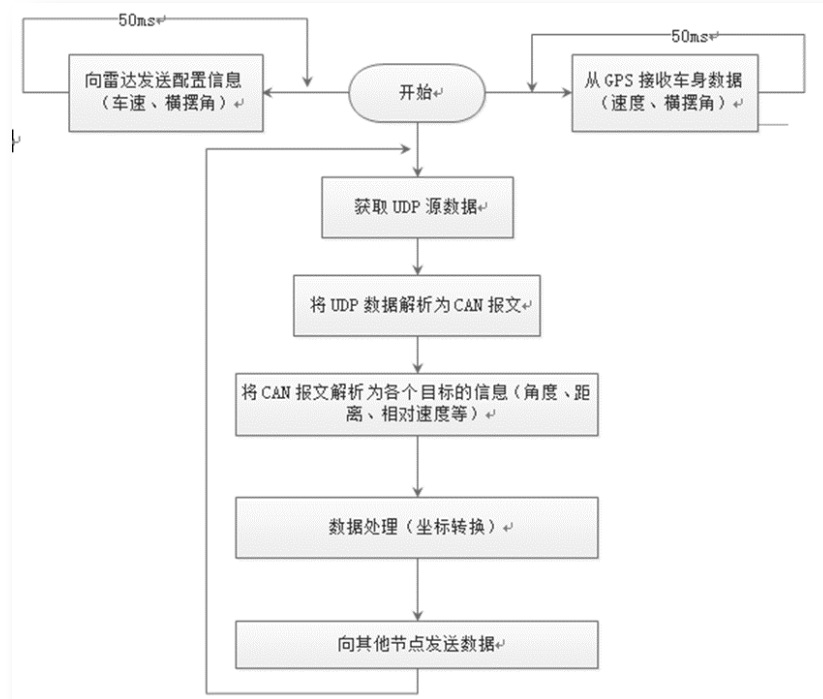
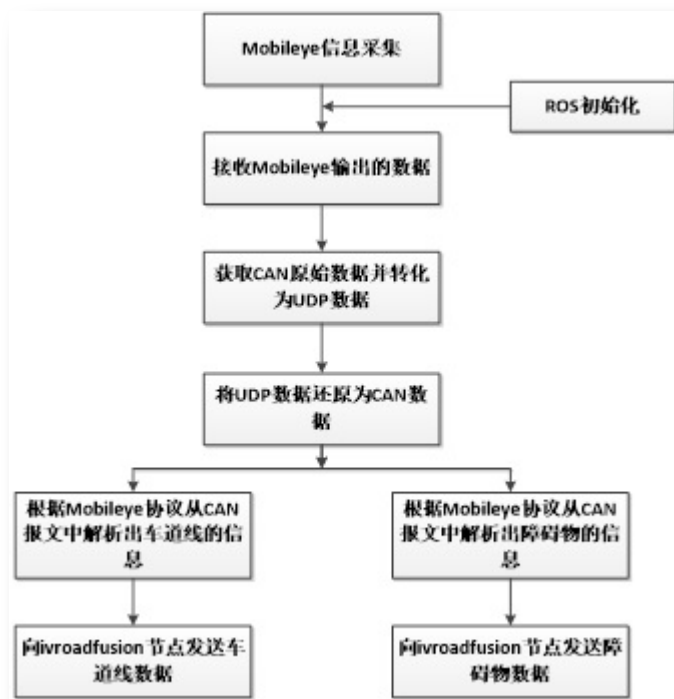
4

车辆控制决策算法

## 三个功能模块：采集及预处理，坐标转换、信息融合

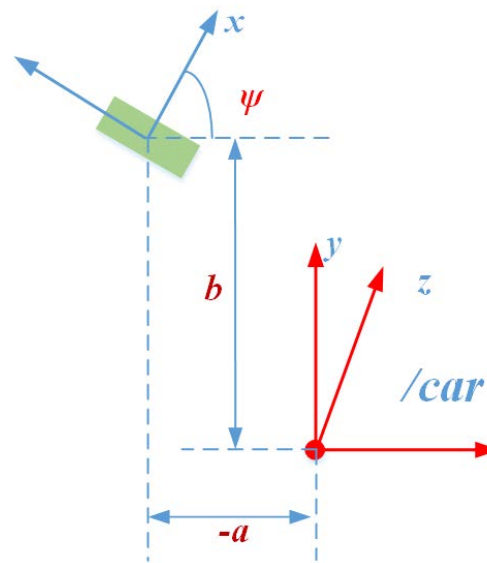
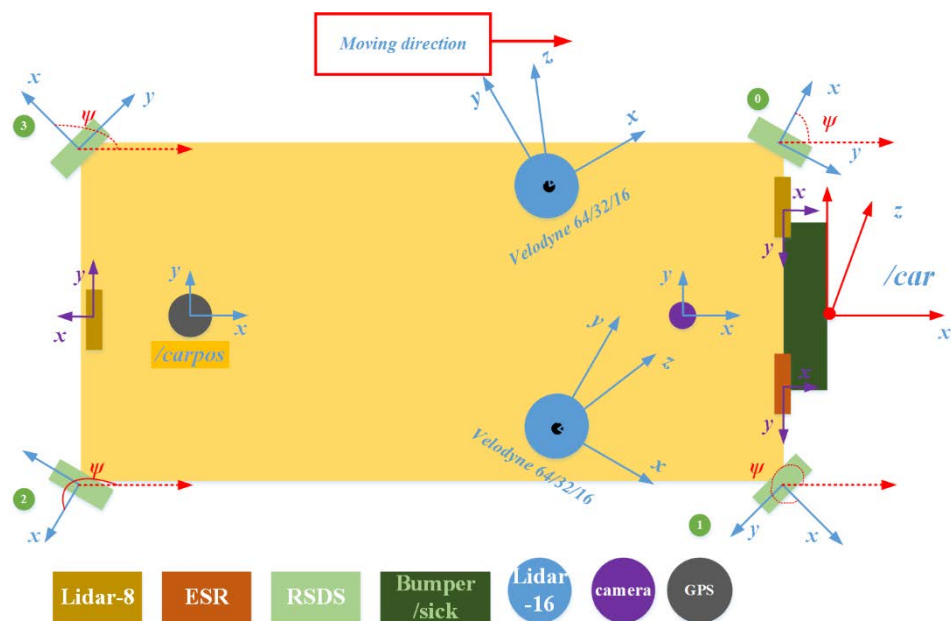


- 在ROS中以单独的节点进行
- 信号解析、信号处理、信号筛选、误差补偿





- 将多个传感器的输出信息转换到统一的车辆坐标系下
  - 选用原点固结于车头的右手坐标系，其中x方向沿着车辆前进方向





## 数据关联

- 利用马氏距离衡量偏差
- 全局最近邻匹配，聚焦ROI

## 数据融合

- 测量值直接融合
- 粒子滤波算法

## 时间标记和时延误差

- 固定时漂
- 随机时漂

## 目标生命周期管理

- 2/2 & 2/3逻辑的M/N逻辑新目标生成方法

1

概述

2

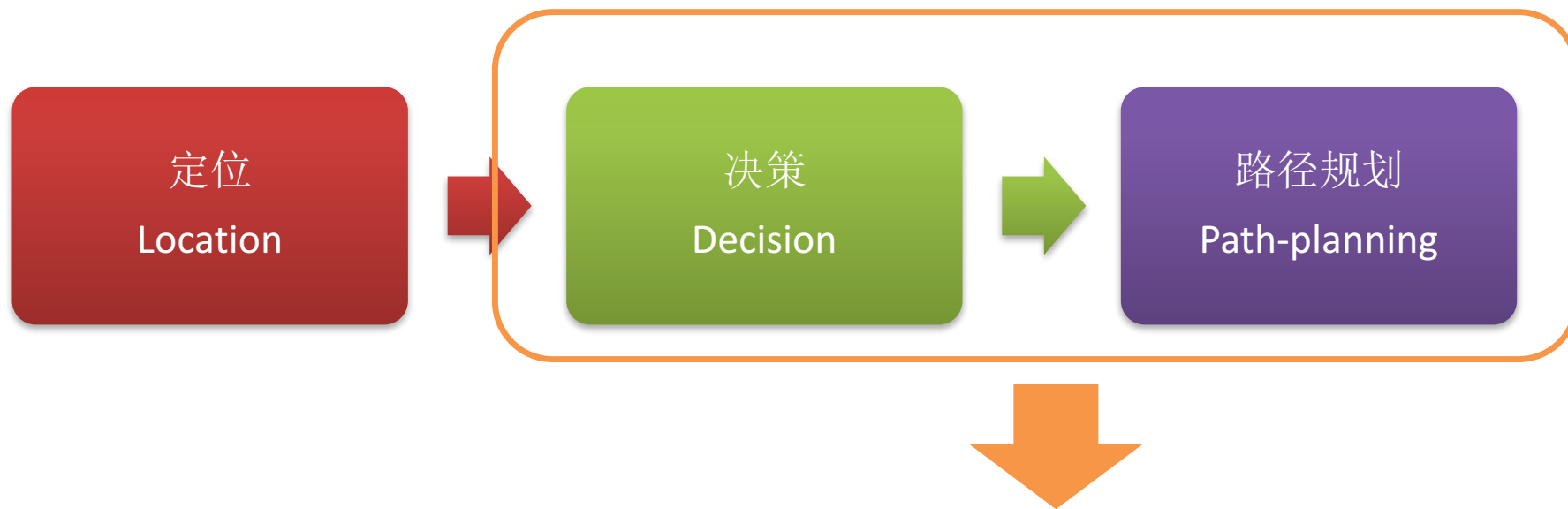
多传感器信息融合

3

决策规划技术

4

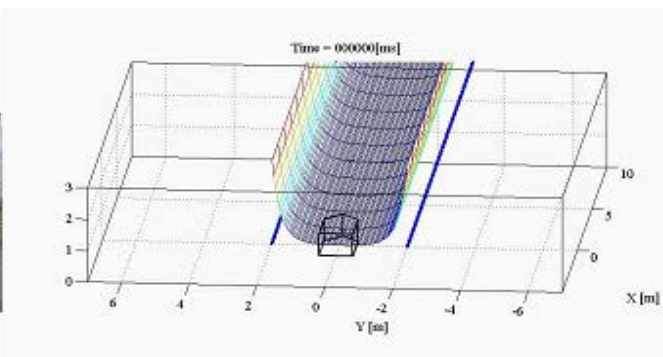
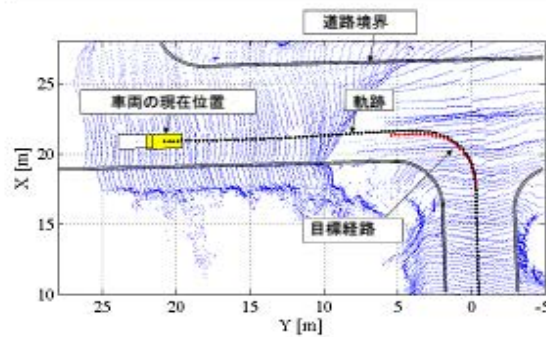
车辆控制决策算法



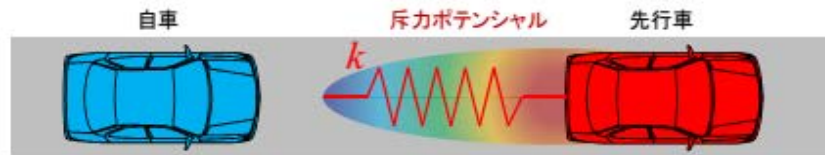
- 基于传统规则的方法+基于安全场的深度学习方法
- 用rule-based保障安全;
- 用深度学习实现拟人化决策;
- 实际道路中影响驾驶的因素非常多，如果对所有因素都单独描述作为深度学习神经网络的输入，几乎是无穷无尽 — 安全场！

## □ Tokyo Univ.of Agricultureand Technology(东京农工大)--Masumi Nakaoka (永井正夫)

### ① Fundamental Driver Model of Longitudinal and Lateral Direction, i.e. car following and lane keeping, based on Risk Potential Field

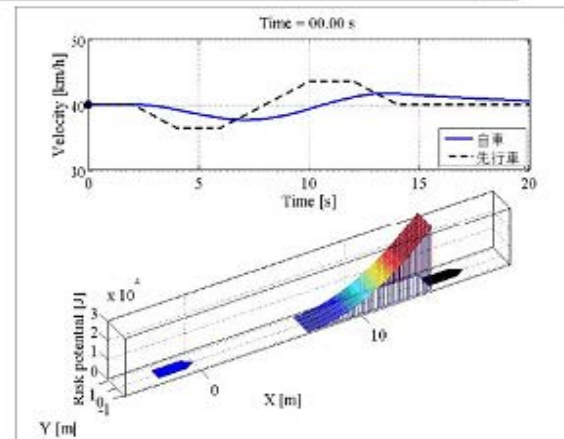


Sensing the position of the ego-car using the curb measured by laser radar, combined with GPS / digital map



Car following control by using repulsive and attractive forces in Risk Potential Field

Speed control due to curvature and lane tracking



## ✓ 系统原理

在驾驶过程中，任何干扰因素（车辆、行人、道路、交通标志甚至天气）都将直接或间接的影响驾驶动作，如这些因素以某种能量进行描述的话，那么理想驾驶状态应遵循这些能量的某种平衡。

## ✓ 关键技术

### 安全场模型

- 综合考虑目标、道路及环境等因素；

### 能量平衡态模型

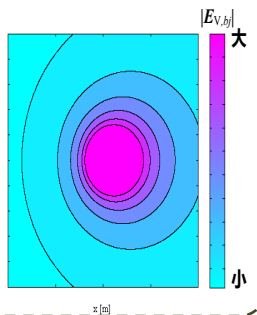
- 基于多能量场的平衡态模型；

### 工程化实现

- 考虑工程化的模型实现；

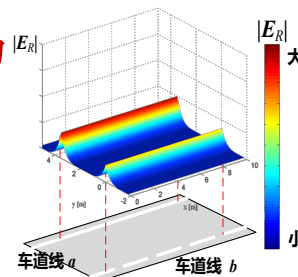
### ● 运动要素：动能场

$$E_{V,bj} = \frac{K \cdot R_b \cdot M_b \cdot k_3}{(k_3 - |v_b| \cos \theta_b) \cdot |r_{bj}|^{k_1}}$$



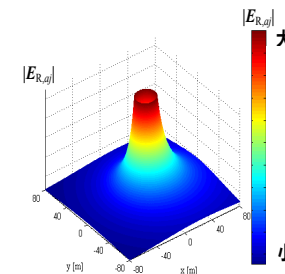
### ● 静态要素：势能场

$$E_{R1,aj} = \frac{K \cdot R_a \cdot M_a}{|r_{aj}|^{k_1}} \cdot \frac{r_{aj}}{|r_{aj}|}$$

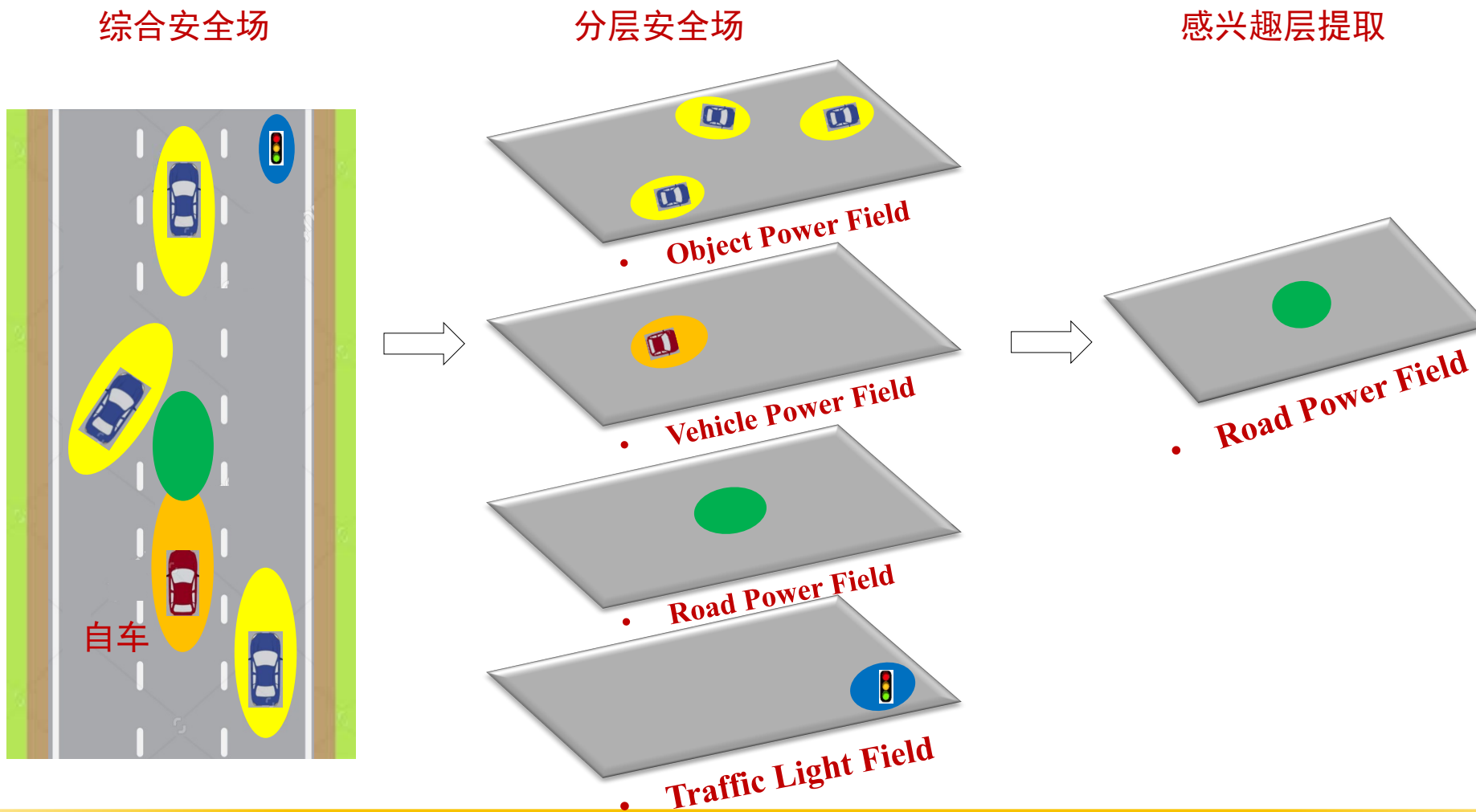


### ● 驾驶员：行为场

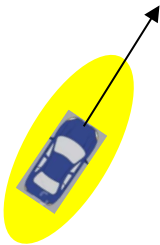


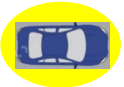




$$E_{D,cj} = E_{V,cj} \cdot DR_c$$



## □ 分层安全场架构+感兴趣层提取



## 障碍物安全场设计

方向	速度	行为	类别
<ul style="list-style-type: none"><li>安全场分布方向同速度方向一致</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>速度越大能量越大；</li><li>速度为0（目标静止），则收敛为碰撞安全边界；</li><li>高速示意图：</li><li>中速示意图：</li><li>静止示意图：</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>采用目标速度对行为进行刻画；</li><li>匀速：行为良好，可预计，其能量场较小；</li><li>大速度方差：行为难以预测，能量场较大；</li><li>...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>不同类别目标具有不同风险度：例如卡车具有较大风险，而轿车具有较小风险；</li><li>由于难以通过传感器检测目标类别，可近似以目标大小表示风险度大小；</li></ul>



## □ 其他安全场设计

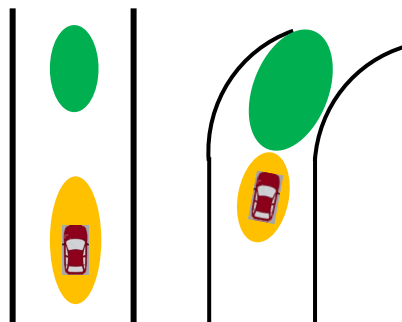
### 智能车

- 智能车安全场主要同运动方向及速度相关



### 道路

- 用于刻画由道路条件、限速及天气等驾驶环境因素产生的虚拟安全场；
- 道路条件包括：道路曲率及宽度；
- 天气等因素可通过参数进行调整；

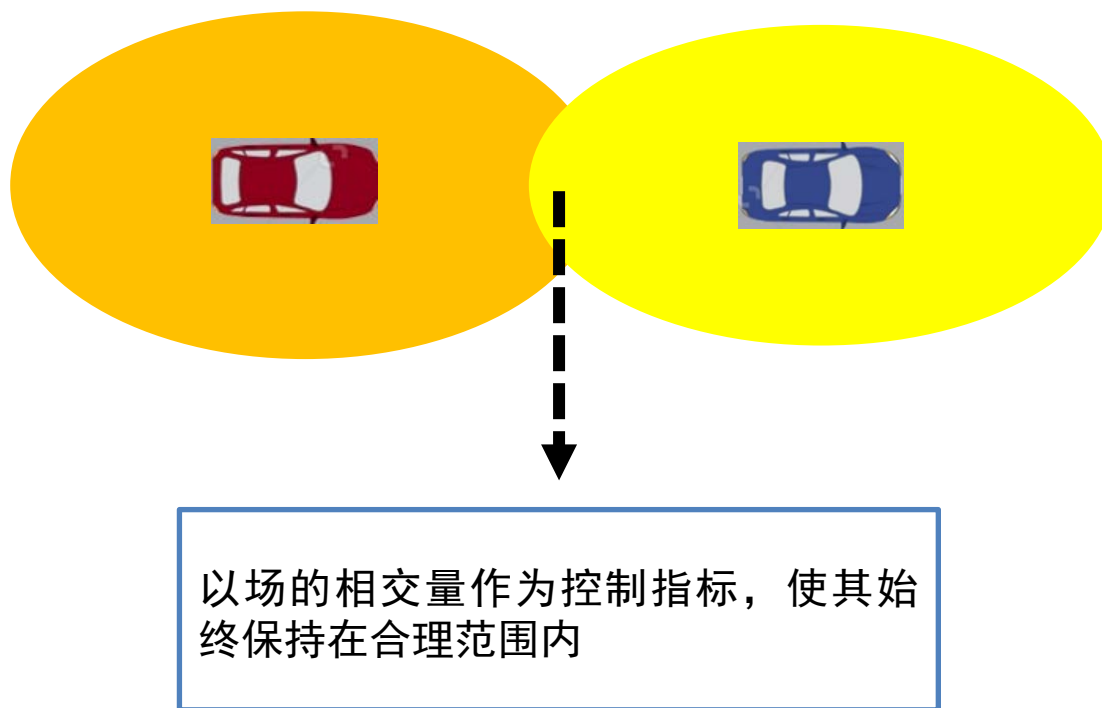


### 交通灯/标示

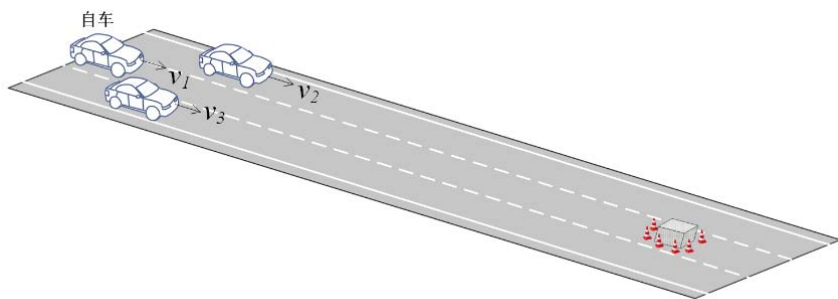
- 用于刻画红绿灯/禁行等交通标志产生的安全场；
- 红灯：产生同停车线相关的静态安全场，使得车辆能够缓慢的停在停车线内；
- 绿灯：不产生安全场

## □ 安全场平衡态

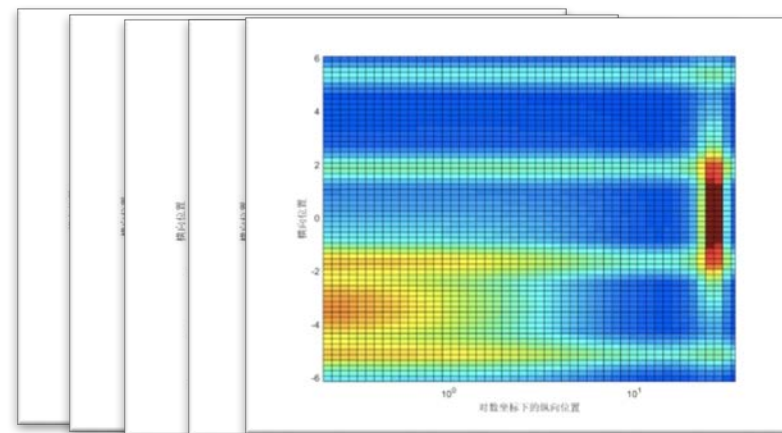
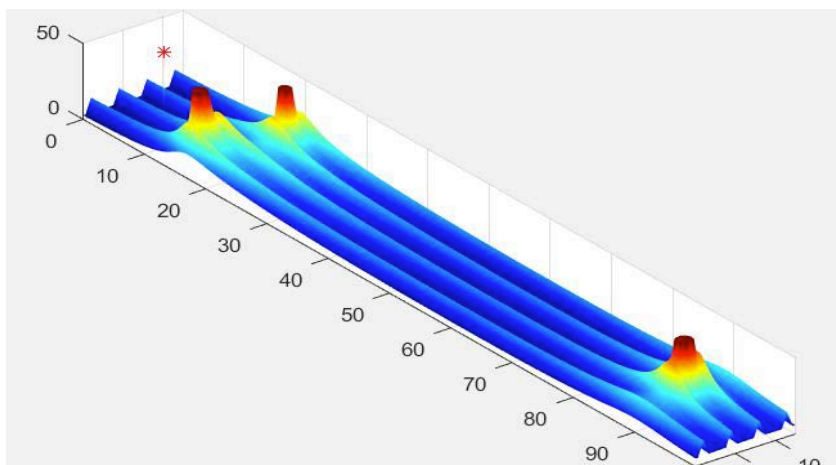
- 在定义了各交通参与因素安全场基础上，通过深度学习的训练获取平衡指标，使得智能车安全场同周围安全场保持一定的平衡



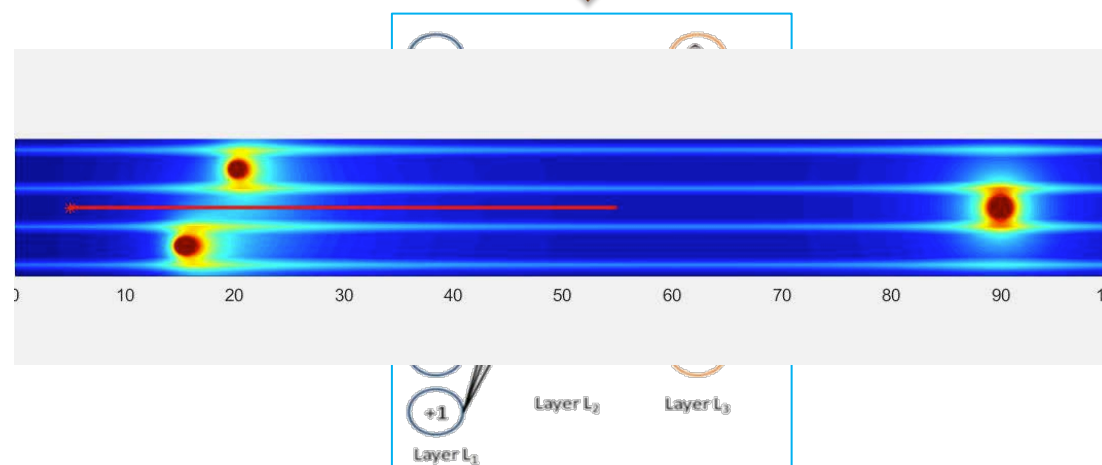
## 基于安全场理论的自动驾驶车辆决策规划深度学习训练方法



安全场



训练集



1

概述

2

多传感器信息融合

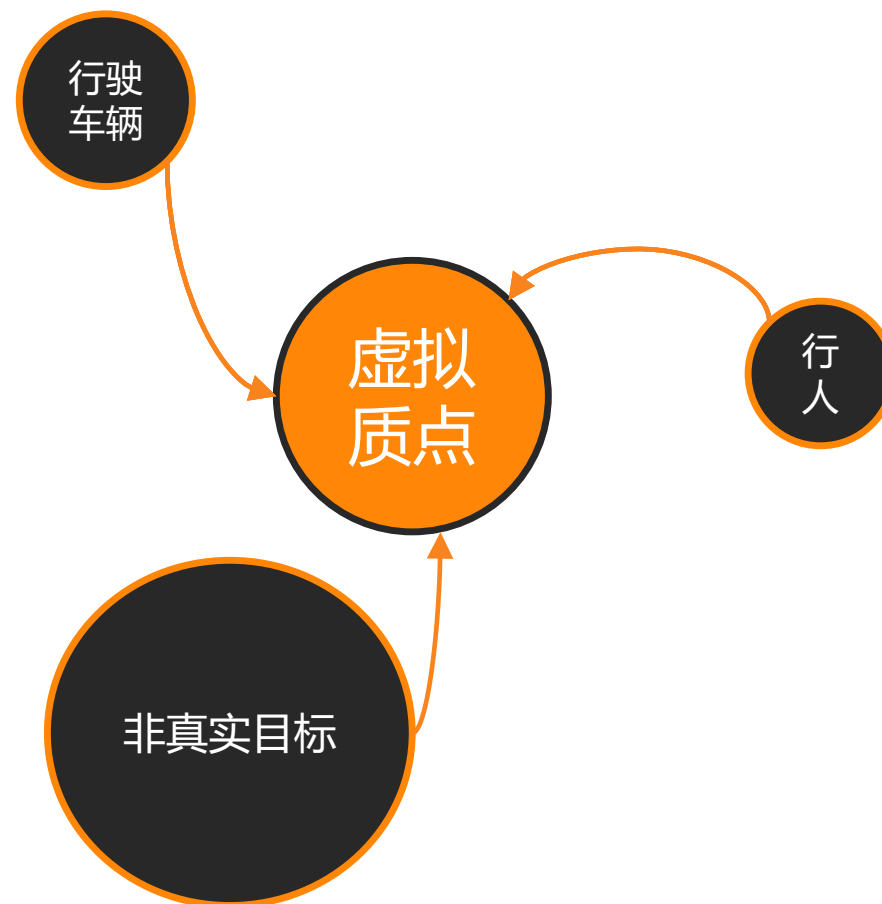
3

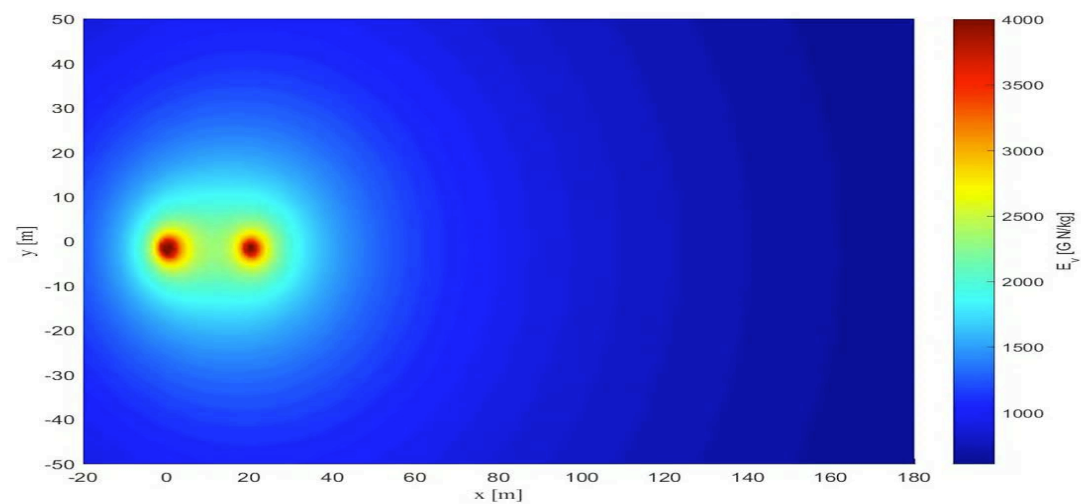
决策规划技术

4

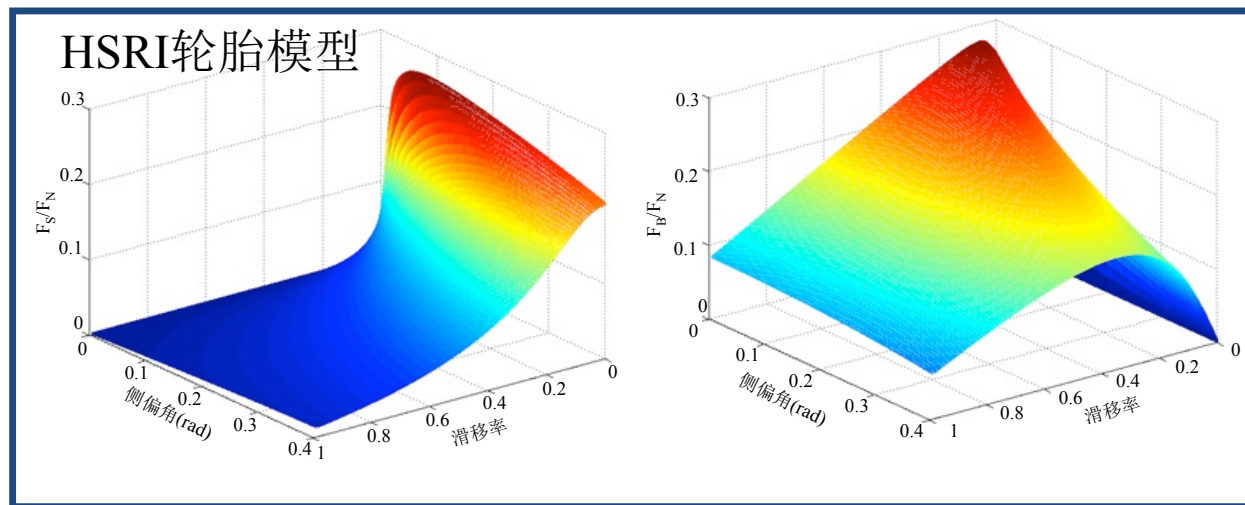
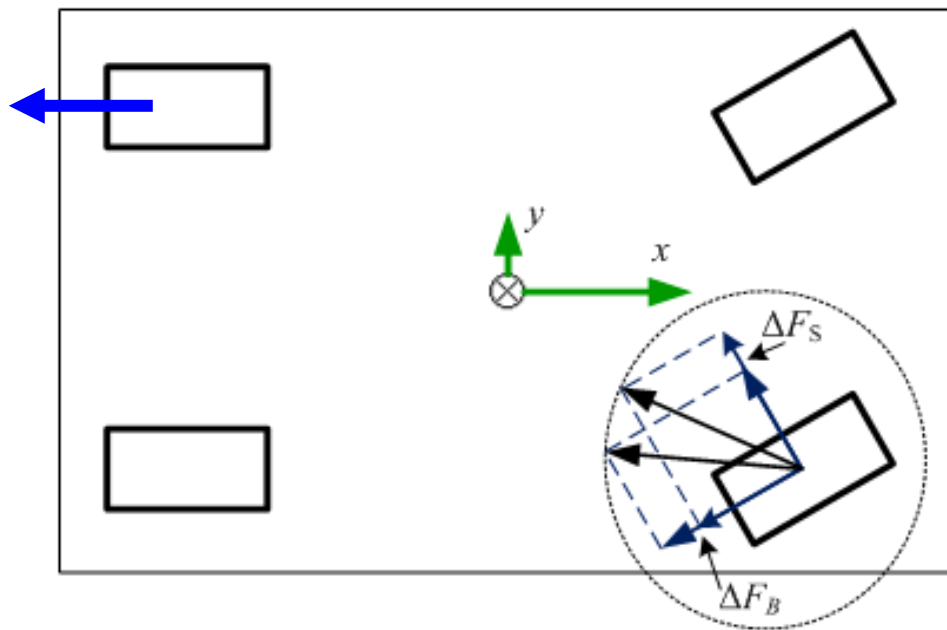
车辆控制决策算法

- 交通环境中所用影响约束车辆速度的因素、特征都可以定义为虚拟质点
- 非真实目标包括限速、红灯、停车点、道路曲率、天气等等
- 基于虚拟质点模型的方法可以使算法模型统一，有效避免了传统控制算法中因目标或控制模式切换产生的车辆加减速跳变问题
- 跟决策规划中的安全场方法一脉相承

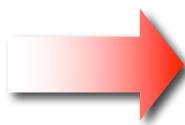




- 由于摩擦圆的约束，在车轮的纵向力发生变化时，其侧向力也要随之改变；



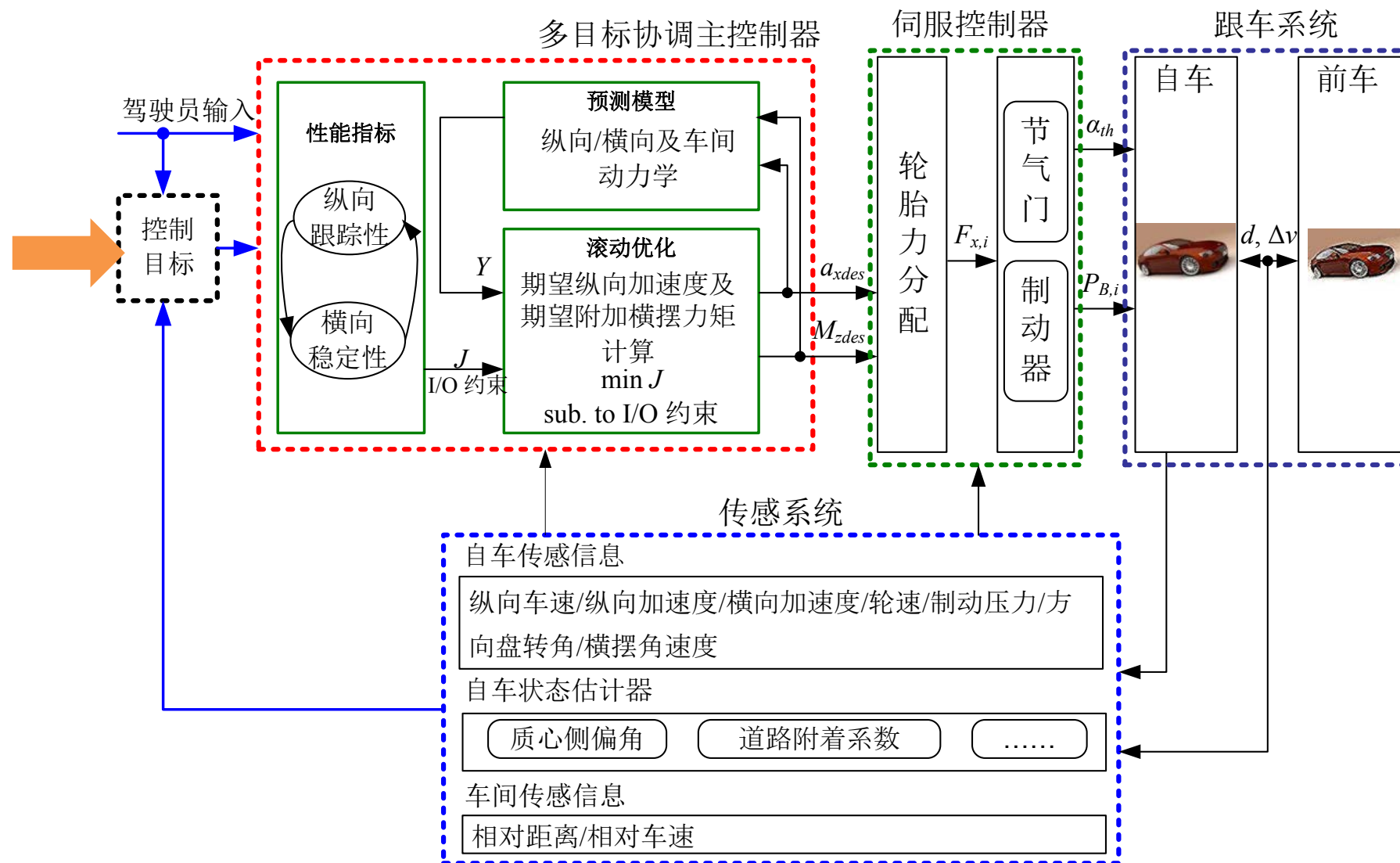
智能车的纵向安全性能(车速控制)和横向轨迹跟踪性能(转向控制)相互制约



过于追求纵向跟踪性，大纵向加减速度导致横向跟踪性能差，甚至引起横向失稳

过于追求横向稳定性裕量，纵向加减速能力受制约





# 谢谢关注

智行者，一家专注于智能车开发的公司

敬请关注微信公众号：

