

智能驾驶功能软件平台设计规范

第四部分：决策规划功能服务接口

版本：1.0
2020-07-29 发布

目 次

1 规范应用范围.....	1
2 规范引用文件.....	2
3 缩略语.....	3
4 决策规划功能概述.....	4
5 决策规划功能接口.....	7
5.1 任务导航服务接口.....	7
5.2 行为决策服务接口.....	7
5.3 轨迹规划服务接口.....	7
6 数据结构定义.....	9
6.1 标准元数据头.....	9
6.2 几何描述.....	10
6.3 位姿.....	11
6.4 速度.....	11
6.5 加速度.....	12
6.6 车道级导航信息.....	12
6.7 点到点任务决策信号.....	13
6.8 动态驾驶任务决策信号.....	14
6.9 目标决策信号.....	14
6.10 轨迹点信号.....	15
附录 A.....	15
A.1 数据结构描述.....	16
A.2 任务导航服务接口.....	18
A.3 行为决策服务接口.....	18
A.4 轨迹规划服务接口.....	19

编制说明

高级别智能驾驶是一项庞大的系统工程，是多个领域前沿技术的融合体，其中涵盖芯片、操作系统、通信和云等 ICT 技术，感知、推理、决策控制等智能算法技术，以及驱动、转向、制动等车辆底层控制技术。目前，高级别智能驾驶还处于成熟前夜，亟需跨产业紧密合作来解决所面临的技术困难，全产业链合力共同促进智能驾驶产业的发展。

根据《车载智能计算基础平台参考架构 1.0》（2019 年）中关于车载计算平台架构的描述，车载计算平台自底向上可以划分为硬件平台、系统软件、功能软件和应用软件等四层。功能软件层包含感知融合、定位、预测和决策规划等核心功能和算法模块，通过北向 API 接口承载智能驾驶场景应用，是智能驾驶系统的核心部分。

本规范旨在通过联合业内优势企业，构建一个标准化的功能软件平台，定义功能软件层的系统架构以及功能模块和算法组件之间的逻辑服务接口，希望针对行业的紧急需求达成共识，从而可以明确产业分工和边界，缩短智能驾驶系统的开发周期并降低系统集成成本。

本规范参加编制单位：

国汽(北京)智能网联汽车研究院有限公司、华为技术有限公司、中国软件评测中心、中国第一汽车集团公司、东风汽车集团有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、广州汽车集团股份有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、北京汽车研究总院有限公司、开沃新能源汽车集团有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、禾多科技（北京）有限公司、湖南湘江智芯云途科技有限公司、长沙智能驾驶研究院有限公司、畅加风行（苏州）智能科技有限公司

1 规范应用范围

本规范规定了智能驾驶功能软件平台中的决策规划功能服务接口。

本规范适用于设计开发 GB/T 《汽车驾驶自动化分级》[1]所定义的 2 级及以上的驾驶自动化系统即智能驾驶系统。

2 规范引用文件

本规范的引用和参考文件见下表：

- [1] GB/T 《汽车驾驶自动化分级》
- [2] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第一部分：系统架构
- [3] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第二部分：感知融合功能服务接口
- [4] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第三部分：预测功能服务接口
- [5] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第五部分：定位功能服务接口
- [6] CSAE 线控转向及制动系统通讯协议要求及测试规范

3 缩略语

文档中可能使用到的缩写说明如下所示：

缩略语	英文全名	中文解释
AD	Autonomous Driving	自动驾驶
ADAS	Advanced driver-assistance systems	高级辅助驾驶系统
ODD	Operational Design Domain	设计运行区域
APP	Application	应用程序
HMI	Human Machine Interface	人机交互接口

4 决策规划功能概述

智能驾驶功能软件平台基于不同厂商的技术实现方案进行功能抽象，共分为传感器抽象功能、感知融合功能、预测功能、决策规划功能、定位功能和执行器抽象功能等 6 个功能模块。主机厂基于自身策略，在设计和开发功能软件时可以选择不同的功能模块和算法组件，实现拼插式功能组合，灵活构建智能驾驶系统级解决方案。

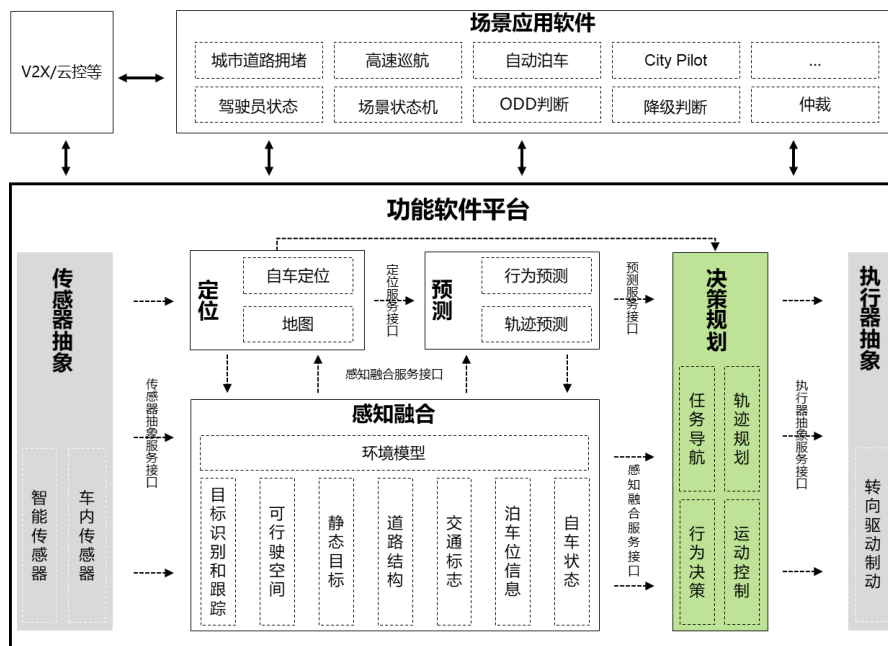


图 1 智能驾驶功能软件平台架构

决策规划功能是自车最终驾驶行为决策和轨迹规划模块，输出对于车辆姿态控制的控制命令。决策规划功能由路点导航，行为决策，轨迹规划和车辆控制等四个算法模块组成。功能软件平台中的感知融合服务，定位服务，预测服务都是决策规划功能的输入信息来源。此外，决策规划功能中的路点导航组件还有另外的信息来源，驾驶员通过 HMI 接口将智能驾驶的目的地信息和用户要求作为信息输入。

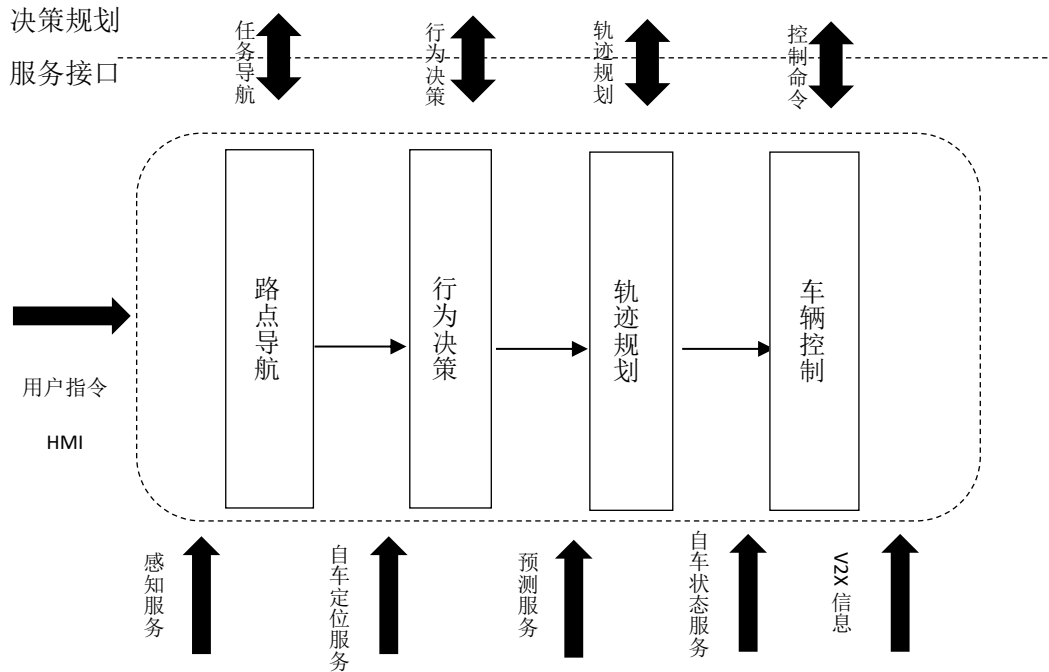


图 2 决策规划功能

表 1 决策规划服务

接口名称	依赖信息	接口信息
导航信息服务接口	高精度地图、自车定位服务接口、HMI 信息	任务级别规划、实现点到点的路径规划
行为决策服务接口	感知融合功能服务接口、高精度地图、自车定位服务接口、自车状态服务接口、V2X、导航信息服务接口、预测功能服务接口	当前动态驾驶任务下自车行驶决策（巡航、变道、左转、右转、掉头、停车、超车、加速、减速、避障等）
轨迹规划服务接口	行为决策服务接口，感知融合功能服务接口、高精度地图、自车定位服务接口、自车状态服务接口、V2X	当前动态驾驶任务下自车行驶未来 n 秒内轨迹规划
执行器抽象服务接口	轨迹规划服务、自车状态服务	根据轨迹规划输出车辆控制命令进行轨迹跟踪，车辆控

		制的相关输出不在本规范中定义，可以参考[6]。
--	--	-------------------------

5 决策规划功能服务接口

本规范规定了决策规划功能对外提供的逻辑接口，定义了服务所提供信息的语义和数据类型，逻辑接口主要由数据包头和数据体两部分组成。

- 数据格式 Integer 表示整数类型，Float 表示实数类型；
- 可选必选列表明信号在接口中是否必选，M 代表必选，O 代表可选。

5.1 任务导航服务接口

任务导航服务提供从起始点到终点的车道级别路径规划服务，如下表所示。

表 2 任务导航服务接口

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	数据包头	6.1			M
RecommendRoadSegments	导航信息推荐道路路段集合	6.6			M

5.2 行为决策服务接口

行为决策服务提供，当前驾驶任务下的自车行驶决策（巡航、变道、左转、右转、掉头、停车、超车、加速、减速、避障等）。集体包括整体任务决策和动态驾驶任务决策两部分。

表 3 行为决策服务接口

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	数据包头	6.1			M
MDecision	点到点任务决策	6.7			M
DDDecision	动态驾驶任务决策	6.8			M

5.3 轨迹规划服务接口

轨迹规划服务提供当前动态驾驶任务下自车在未来一段时间内的轨迹规划。

表 4 轨迹规划服务接口

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	数据包头	6.1			M
TrajectoryType	轨迹类型	枚举	1	UNKNOWN = 0; NORMAL = 1;	M

				FALLBACK = 2;	
TrajectoryLength	轨迹长度	Float	m		M
TrajectoryTime	轨迹时间	Float	s		M
TrajectoryPoints	轨迹点	Trajectory Point 数 组 6.10			M

6 数据结构定义

6.1 标准元数据头

数据包头主要描述了决策规划接口的概要信息，主要包括算法组件名称、版本信息、时间戳、参考坐标系、模块状态信息、定位数据源等。

表 5 数据包头

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	标准元数据头	结构体			
ModuleID	算法组件名称	Integer	1		M
Version ID	模块版本号	结构体			M
>Major	主版本号	Integer	1		M
>Minor	辅版本号	Integer	1		M
>Patch	补丁号	Integer	1		M
SequenceNum	序列号	Integer	1		M
TimeStamp	时间戳	结构体			M
>TimeStampS	时间戳整秒，格林威治时间 1970 年 01 月 01 日 00 时 00 分 00 秒起至当前时刻的时间	Integer	s		M
>TimeStampNs	时间戳纳秒，格林威治时间 1970 年 01 月 01 日 00 时 00 分 00 秒起至当前时刻的时间	Integer	ns		M
Frame	坐标系	枚举	1	0:NA; 1:VCS; 2:WGS84; 3:UTM	M

Status	模块状态	枚举	1	0:GOOD; 1:MED; 2:FAILURE	M
--------	------	----	---	--------------------------------	---

6.2 几何描述

6.2.1 二维坐标

二维坐标信息表示二维平面的点或者向量信息。

表 6 二维坐标

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Point2D	二维坐标	结构体			
>x	X 轴坐标或向量	Float			M
>y	Y 轴坐标或向量	Float			M

6.2.2 三维坐标

三维坐标信息表示三维平面的点或者向量信息。

表 7 三维坐标

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Point3D	三维坐标	结构体			
>x	X 轴坐标或向量	Float			M
>y	Y 轴坐标或向量	Float			M
>z	Z 轴坐标或向量	Float			M

6.2.3 二维曲线

二维空间曲线采样点序列。

表 8 二维曲线信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Curve2D	二维曲线	Point2D 数组			
>Point2D	点序列	6.2.1			M

6.2.4 三维曲线

三维空间曲线采样点序列。

表 9 三维曲线信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Curve3D	三维曲线	Point3D 数组			
>Point3D	点序列	6.2.2			M

6.2.5 四元数

四元数信息用来表示三维空间中的旋转信息。

表 10 四元数

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Quaternion	四元数	结构体			
>qx	X 分量	Float			M
>qy	Y 分量	Float			M
>qz	Z 分量	Float			M
>qw	W 分量	Float			M

6.3 位姿

位姿信息主要提供目标位姿信息，包括位置、姿态和协方差。

表 11 位姿

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Pose	位姿	结构体			
>Position	位置	Point3D 6.2.2	{m,m ,m}		M
>Orientation	姿态	Quaternion 6.2.5			M
>Covariance	协方差	Float 数组			O

6.4 速度

速度信息提供了目标的线速度和角速度信息以及协方差信息。

表 12 速度信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Velocity	速度	结构体			

>linear	线速度	Point3D 6.2.2	{m/s,m/s ,m/s}		M
>Angular	角速度	Point3D 6.2.2	{rad/s,ra d/s,rad/s }		M
>Covariance	协方差	Float 数组			O

6.5 加速度

加速度信息提供了目标的线加速度和角加速度信息以及协方差信息。

表 13 角速度信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Acceleration	加速度	结构体			
>Linear	线加速度	Point3D 6.2.2	{m/s ² , m/s ² , m/s ² }		M
>Angular	角加速度	Point3D 6.2.2	{rad/s ² , rad/s ² , rad/s ² }		M
>Covariance	协方差	Float 数组			O

6.6 车道级导航信息

车道级导航信息主要提供可行驶车道，推荐车道和车道限速信息等。

表 14 车道级导航信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Recommendation	车道级导航信息	结构体			
>CurrentSequenceIDs	当前可行驶车道	Integer 数组			M
>TargetSequenceIDs	当前推荐车道	Integer 数组			M
>SpeedLimits	车道级限速信息	Integer 数组	Km/h		M

6.7 点到点任务决策信息

点到点任务决策信息提供当前车辆的任务决策信息。

表 15 点到点任务决策信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
MissionDecision	点到点任务决策信号	结构体			
>MissionType	任务类型	枚举	1	0: END_POINT; 1: CRUISE; 2: STOP; 3: LANE_CHANGE_LEFT; 4: LANE_CHANGE_RIGHT; 5: PARKING; 6: U_TURN; 7: TURN_LEFT; 8: TURN_RIGHT;	M
>LaneAttached	下一个目标车道 ID	Integer	1		O
>ParkingLotsAttached	目标停车位 ID	Integer	1		O
>HeadingAttached	行为关联的自行车目标朝向	Float			O
>StatusAttached	执行决策中的车辆状态，如正常状态，紧急状态，碰撞风险等。	枚举	1	0: NORMAL; 1: EMERGENCY; 2: COLLISION_WARNING; 3:FAILURE_DECT	M

				ECTED;	
--	--	--	--	--------	--

6.8 动态驾驶任务决策信息

动态驾驶任务决策信息提供针对当前车辆相关的跟踪目标的决策信息。

表 16 动态驾驶任务决策信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
DDTDecision	对感知融合 / 预测服务中的目标进行动态决策	ObjectDecision 数组 6.9			M
>ObjectDecision	目标决策信号	ObjectDecision 6.9			

6.9 目标决策信息

目标决策信息提供相对于单个跟踪目标的自车的决策类型，相对朝向，行为，距离等。

表 17 目标决策信号

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
ObjectDecision	目标决策信号	结构体			
>ObjectID	交通参与者编号，同目标检测和跟踪服务接口中目标编号	Integer	1		M
>ObjectDType	决策类型	枚举	1	0: O_IGNORE; 1: O_STOP; 2: O_FOLLOW; 3: O_OVERTAKE; 4: O_YIELD; 5: O_BYPASS;	M
>HeadingAttached	自车目标朝向	Float			O
>StatusAttached	执行决策中的	枚举	1	0: NORMAL;	M

d	车辆状态，如正常状态，紧急状态，碰撞风险等。			1: EMERGENCY; 2: COLLISION_WARNING; 3:FAILURE_DETECTED;	
>SafetLateralDistance	同目标保持横向安全距离	Float	m		O
>SafetyLongitudinalDistance	同目标保持纵向安全距离	Float	m		O

6. 10 轨迹点信息

轨迹点信息主要提供了规划的轨迹点的信息，包括规划的方向、速度、加速度，时间，曲线信息等。

表 18 轨迹点信号

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
TrajectoryPoint	轨迹点信号	结构体			
>Position	路点位置，车辆坐标系	Point3D 6.2.2	{m,m,m}		M
>Theta	XY 平面上对应方向	Float			M
>Kappa	路点对应曲率	Float			M
>LaneID	对应车道 ID	Integer			M
>TimeRelativeToStart	相对轨迹起始点时间	Float	s		M
>Heading	自车参考航向	Float			M
>Speed	车辆参考速度	Float	m/s		M
>Accel	车辆参考加速度	Float	m/s ²		M

附录 A

(资料性附录)

决策规划功能接口定义 Protobuf 描述

A.1 数据结构描述

```
// common.proto
message Header{
    required uint32 ModuleID=1;
    message VersionID{
        required uint32 major=1;
        required uint32 minor=2;
        required uint32 patch=3;
    }
    required VersionID vid=2;
    required uint32 sequenceNum=3;
    message timeStamp{
        required uint64 timeStamps=1;
        required uint64 timeStampNs=2;
    }
    required timeStamp TimeStamp=4;
    enum FRAMETYPE{
        NA=0;
        VCS=1;
        WGS84=2;
        UTM=3;
    }
    required FRAMETYPE Frame=5;
    enum STATUS{
        GOOD=0;
        MED=1;
        FAILURE=2;
    }
    required STATUS Status =6;
}

message Recommendation{
    repeated uint64 CurrentSequenceIDs=1;
    repeated uint64 TargetSequeceIDs=2;
    repeated uint32 SpeedLimits=3;
}

Message MissionDecision{
    Enum MissionType {
        END_POINT=0;
        CRUISE=1;
    }
}
```

```

    STOP=2;
    LANE_CHANGE_LEFT=3;
    LANE_CHANGE_RIGHT=4;
    PARKING=5;
    U_TURN=6;
    TURN_LEFT=7;
    TURN_RIGHT=8;
}

Required MissionType type=1;
Optional Uint32 LaneAttached=2;
Optional Uint32 ParkingLotsAttached=3;
Optional Double HeadingAttached=4;
Enum StatusMDecision{
    NORMAL=0;
    EMERGENCY=1;
    COLLISION_WARNING=2;
    FAILURE_DETECTED=3;
}
Required StatusMDecision StatusAttached=5;
}

```

```

Message DDTDecision {
    Message ObjectDecision{
        Required Uint32 ObjectID=1;
        Enum type{
            O_IGNORE=0;
            O_STOP=1;
            O_FOLLOW=2;
            O_OVERTAKE=3;
            O_YIELD=4;
            O_BYPASS=5;
        }
        Required type ObjectDType=2;
        Optional double HeadingAttached=3;
        Enum DDTState{
            NORMAL=0;
            EMERGENCY=1;
            COLLISION_WARNING=2;
            FAILURE_DETECTED=3;
        }
        Required DDTState StatusAttached=4;
        Optional double SafetLateralDistance=5;
    }
}

```

```

        SafetLateralDistance SafetyLongitudinalDistance=6;
    }

    Repeated ObjectDecision ObjectsDecisions=1;
}

enum TrajectoryType {
    UNKNOWN = 0;
    NORMAL = 1;
    FALLBACK = 2;
}

Message Point3D {
    Required Double x;
    Required Double y;
    Required Double z;
}

Message TrajectoryPoint{
    Required Point3D position=1;
    Required double theta=2;
    Required double kappa=3;
    Required unit32 laneID=4;
    Required double TimeRelativeToStart=5;
    Required double Heading=6;
    Required double Speed=7;
    Required double Accel=8;
}

```

A. 2 任务导航服务接口

```

//NavigationService.proto
import common.proto
message NavigationService{
    required Header header=1;
    repeated Recommendation RecommendRoadSegments=2;
}

```

A. 3 行为决策服务接口

```

//DecisionService.proto
import common.proto
message DecisionService{
    Required Header header=1;
    Required MissionDecision MDecision=2;
    Required DDTDecision DDecision=3;
}

```

A. 4 轨迹规划服务接口

```
//TrajectoryPlanningService.proto
import common.proto
Message TrajectoryPlanningService{
Required Header header=1;
    Required TrajectoryType TrajType=2;
    Required double TrajectoryLength=3;
    Required double TrajectoryTime=4;
    Repeated TrajectoryPoint TrajectoryPoints=5;
}
```