

团 体 标 准

T/CSAE ××—20××

智能网联汽车 自然驾驶场景 采集道路选取方法及要求

Intelligent connected vehicles — Methods and requirements of road selection
for naturalistic driving scenario collection

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	1
5 道路选取方法	2
5.1 总体流程	2
5.2 分解智能网联功能	2
5.3 基于 ODD 推导量化指标	3
5.4 划分评估时空区域	3
5.5 构建评估矩阵	3
5.6 数据准备	4
5.7 区域选取	5
5.8 路径规划	5
6 道路选取要求	6
附录 A（资料性）量化指标	8
附录 B（资料性）指标量化方式及数据来源	10
附录 C（资料性）文字类信息提取方法	11
附录 D（资料性）区域选取求解方法	13
附录 E（资料性）路段数据集	14
附录 F（资料性）路径规划方法	15
参考文献	17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国智能网联汽车产业创新联盟提出。

本文件由中国汽车工程学会归口。

本文件起草单位：中国第一汽车股份有限公司、国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司、中汽智联技术有限公司、中国汽工程研究院股份有限公司、北京四维图新科技股份有限公司、中汽创智科技有限公司、北京赛目科技股份有限公司、阿里云计算有限公司、北京百度网讯科技有限公司、苏州英特模汽车科技有限公司、中汽研汽车工业工程（天津）有限公司。

本文件主要起草人：郑建明、覃斌、裴世康、王瑶、赵帅、纪东方、周孝吉、陈雨菲、徐杨、张强、杨彦召、秦伟、薛晓卿、白智敏、石佩鑫、王琳、刘彦斌、程周、彭伟、张虎、徐高鹏、孔晓霜、王树达、屈雁宝、周凌宇、薛朋杰。

智能网联汽车 自然驾驶场景采集道路选取方法及要求

1 范围

本文件描述了智能网联汽车自然驾驶场景采集道路选取的方法及要求。
本文件适用于M₁类车辆，其他类型车辆可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 15089-2001 机动车辆及挂车分类

GB/T 39263-2020 道路车辆 先进驾驶辅助系统(ADAS) 术语及定义

GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级

ISO 34501 道路车辆 自动驾驶系统的测试场景 词汇 (Road vehicles — Test scenarios for automated driving systems — Vocabulary)

ISO 34504 道路车辆 自动驾驶系统的试验场景 场景分类 (Road vehicles — Test scenarios for automated driving systems — Scenario categorization)

3 术语和定义

GB/T 39263-2020、GB/T 40429-2021、ISO 34501、ISO 34504界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

要素 element

用于描述路段或车道等的单一维度特征。

3.2

要素 element

用于描述路段或车道等的单一维度特征。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

A: 区域集合

ACC: 自适应巡航控制 (adaptive cruise control)

C: 通行能力权值的总体描述维度

D: 道路集合

EO: 用于评估的量化指标集合，既是ODD条件又是可量化指标

L: 自定义的归一化后的量化指标的限值

LCC: 车道居中保持 (lane centering control)

ODD: 设计运行域 (operational design domain)

R : 选择地区的集合

RS : 路段组合的集合

S : 路段集合

T : 由区域 A 与用于评估的量化指标 EO 两个维度构建的评估矩阵

TJA: 交通拥堵辅助 (traffic jam assist)

TR : 首次选取的代表性量化指标值的集合

5 道路选取方法

5.1 总体流程

智能网联汽车自然驾驶场景采集区域及道路选取流程应包括分解智能网联功能、基于 ODD 推导量化指标、划分评估时空区域、构建评估矩阵、数据准备、区域选取、路径规划六部分，流程见图1。

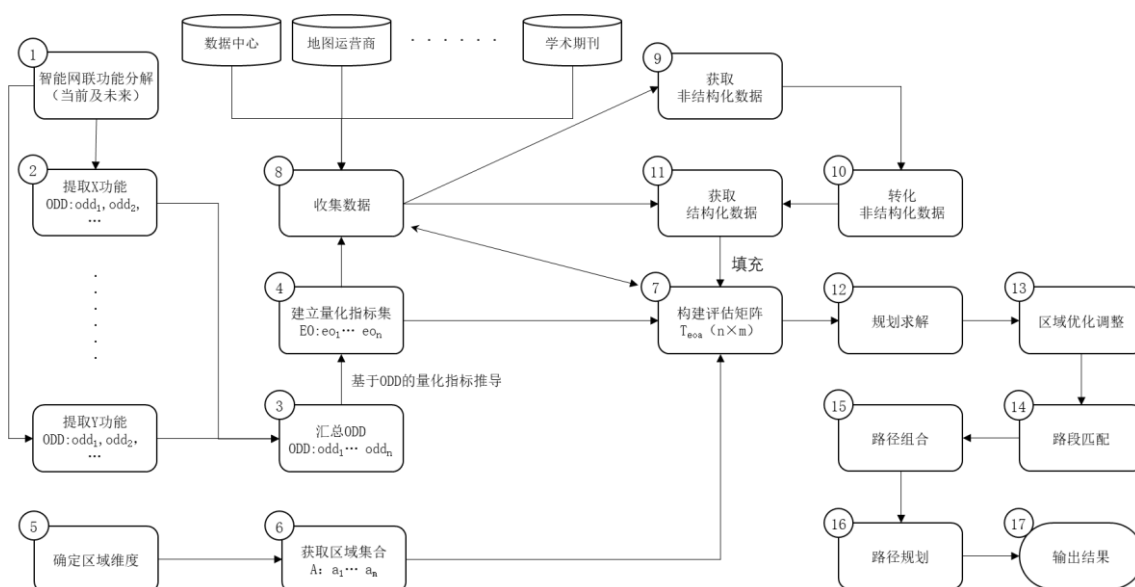


图1 采集区域及道路选取流程

5.2 分解智能网联功能

应针对不同智能网联汽车功能分别提取，最终形成代表车型的条件集合ODD，见公式（1）。部分ODD示例见附录A. 1。

注 1：一辆智能网联汽车搭载一项或多项功能，且每个功能的 ODD 会有不同的条件组合，见公式（2）。

注 2：ODD 的取值范围从数据类型角度分为离散型和连续型。离散型常为列项描述，如功能允许的道路等级为高速公路、城市快速路。连续型常为可测量值，如横坡、纵坡、曲率半径等。

$$ODD_k = \{odd_1, odd_2, odd_3, \dots\} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ODD_k ——某项功能设计运行域集合， k 表示功能类型；

odd_k ——设计运行域中一项条件。

$$ODD = \{ODD_{LCC}, ODD_{ACC}, ODD_{TJA}, \dots\} = \{odd_1, odd_2, odd_3, \dots\} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- ODD ——设计运行域的总集合；
- ODD_{LCC} ——LCC功能的设计运行域；
- ODD_{ACC} ——ACC功能的设计运行域；
- ODD_{TJA} ——TJA功能的设计运行域；
- odd_k ——设计运行域中一项条件。

5.3 基于 ODD 推导量化指标

统计各类要素在单位时间、单位里程、单位面积等条件下的密度或出现的概率。
基于ODD推导量化指标的示例见附录A.2。量化指标集合 EO ，见公式（3）。

$$EO = \{eo_1, \dots, eo_j, \dots, eo_m\} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- eo ——单项量化指标；
- j ——量化指标的索引；
- m ——量化指标的总数量。

5.4 划分评估时空区域

评估区域宜按照省（市）或者由经纬度作为区域的划分依据，其默认的时间颗粒度应为年度。
对季候性的量化指标，按照可获取的数据宜以季度或月度为单位调整时间颗粒度，包括但不限于降雨、雾霾、沙尘天气的历史月度统计。
若评估的时空区域为 n 个，其命名宜用区域代号加时间代号的方式，若时间颗粒度为年时可忽略，例如“XX地区”、“XX地区-1月”，其集合表达见公式（4）。

$$A = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- A ——单项时间空间区域；
- a ——单项时间空间区域；
- i ——时间空间区域的索引；
- n ——时间空间区域的总数量。

5.5 构建评估矩阵

以 A 、 EO 为维度建立二维评估矩阵，给定时间空间区域的量化指标值用 t 表示，见表1。构建评估矩阵后，应进行按照5.6的步骤进行数据准备，若不能完成对应数据填充，应对 A 和 EO 进行优化，以保证矩阵条目有对应数据填充，并满足以下要求：

- a) 矩阵中的每个单元格均有数据填充；
- b) 总行数应等于划分的地区数量与时间维度（最小到月度）数量的乘积；
- c) 非季候性的指标，各时间维度下的值应保持一致，见图2。

表1 评估矩阵

时间空间区域	量化指标				
	eo_1		eo_j		eo_m

a_1	t_{11}		t_{1j}		t_{1m}
.....					
a_i	t_{i1}		t_{ij}		t_{im}
.....					
a_n	t_{n1}		t_{nj}		t_{nm}

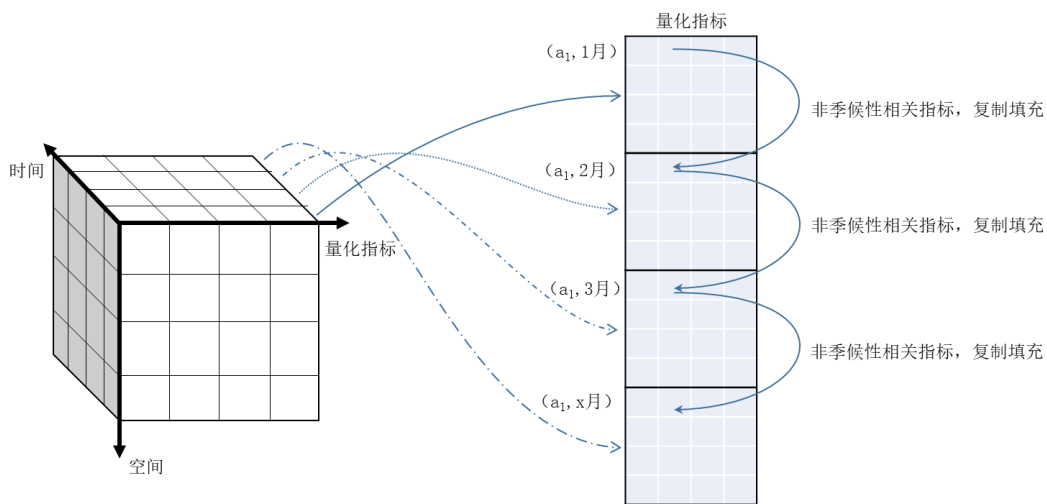


图2 三维数据转化为二维评估矩阵

5.6 数据准备

- 数据准备包含以下步骤：
- a) 获取原始数据，其来源主要为各类数据中心、地图运营商以及学术期刊，包括但不限于国家统计局、国家气象科学数据中心、国家地球系统科学数据中心、中国科学院资源环境科学与数据中心，相关示例见附录B；
 - b) 结构化处理，对非结构化信息应对其进行额外的处理：
 - 1) 图像类信息结构化处理，主要指将特征分布图形，如地貌、风沙侵蚀、降雨等分布图形，匹配到评估区域，宜采用图像的仿射变换及像素点的交叉匹配的方法来实现图像信息向二维矩阵表的转化；
 - 2) 文字类信息结构化处理，主要指通过网络获取的事件描述性，包括但不限于通过交通事故新闻提取事故发生的时间、地点、车型、伤亡程度等信息，作为结构化输出。文字类信息提取方法见附录C。
 - c) 匹配评估矩阵内容，完成对应数据填充；
 - d) 归一化处理。以列为单位进行归一化处理，越靠近1则代表特征越明显。在进行归一化时，应根据相关性的正负选取不同的归一化方法，正相关归一化见公式（5）、负相关归一化见公式（6）。

$$t_{ij} = (t_{ij} - \min(t_j)) \div (\max(t_j) - \min(t_j)) \dots\dots\dots (5)$$

$$t_{ij} = (\max(t_j) - t_{ij}) \div (\max(t_j) - \min(t_j)) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

t ——给定时间空间区域中量化指标对应的值；

i ——时间空间区域的索引；

j ——量化指标的索引。

5.7 区域选取

设定一个指标限值 L ，将大于等于限值 L 的特征作为区域的代表性特征，将其他值置为0，见公式(7)。

$$t_{ij} = \begin{cases} t_{ij}, & t_{ij} \geq L \\ 0, & t_{ij} < L \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

t ——给定时间空间区域中量化指标对应的值；

i ——时间空间区域的索引；

j ——量化指标的索引。

设最终选取的区域集合为 R ，首次被选取作为某地区代表性量化指标值的集合为 TR ，应满足公式(8)的要求，区域选取求解方法见附录D。

$$\max \text{sum}(TR)/\text{card}(R) \text{ s.t. } \begin{cases} TR = \{t_{ij}\}, j \in 1, 2, \dots, m, i \in 1, 2, \dots, n \\ R = \{a_i | t_{ij} \in TR\} \\ EO = \{eo_j | t_{ij} \in TR\} \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

t ——给定时间空间区域中量化指标对应的值；

i ——时间空间区域的索引；

j ——量化指标的索引；

m ——量化指标的总数量；

n ——时间空间区域的总数量；

a ——单项时间空间区域；

eo ——单项量化指标。

5.8 路径规划

5.8.1 建立路段数据集

对已选区域范围内的道路，以路段为单位建立数据集，每条路段数据包含以下内容：

- a) 索引、上级索引；
- b) 路段起点经纬度、终点经纬度；
- c) 时段信息用小时标记；
- d) 路段所含要素、要素值，路段数据集示例见附录E。

注：路段所含要素可为多个。

5.8.2 人工路径规划

适用于少量的路段选取及路径规划，方法如下：

- a) 将路段数据集中的“要素&值”与ODD中的“要素&值”进行匹配，获取路段坐标以及时段信息；

- b) 宜用一笔画方式，连接各路段点，形成路径规划；
- c) 将点按照先后顺序，输入到导航地图中，生成导航路径发布给采集者使用；
- d) 对行驶时间进行估计以满足有时段要求的特殊路段采集需求；
- e) 当路段较多，无法完成一笔画时，对采集区域进行栅格划分，按照平移式方法在每个栅格中重复b)～d)的操作即可，针对不同区域网格规格/道路长度有区别，见表2。

表2 各类区域网格/路段划分

序号	区域	道路长度
1	城区道路	5 km
2	城郊道路	10 km
3	广域高速与国省道范围	20 km

5.8.3 自动路径规划

适用于大量的路段选取及路径规划，方法如下：

- a) 路段匹配，将路段数据集中的“要素&值”与ODD中的“要素&值”进行匹配，ODD中的每一条“要素&值”匹配到路段数据集中的“要素&值”时，均记录一次路段索引；
- b) 路段组合，路段组合的“要素&值”集合应等于ODD的“要素&值”的集合；
- c) 路径规划，对选出的路段进行路径规划，计算出路径，路径规划方法可参见附录F，最后按照最短路径值从小到大依次排序；
- d) 展示引导，基于最短路径值排序，依次搜索导航信息并发布给采集者使用，可以满足一条或多条采集路线的制定；
- e) 范围边界穿过起终点信息时，按照凹包的原则处理。即一组场景信息必须起终点都在采集范围内；
注：凹包指一个点集的最小凹多边形，即包含所有点的最小凹多边形。
- f) 根据导航点空间信息，根据不同场景确定网格并进行导航点分块；
- g) 根据车辆所在位置，定位最近导航点为首个引导位置，按照区块完成各区块导航点之间的路径规划。按照相邻区块最近导航点计算原则完成区块间的路径规划。

6 道路选取要求

区域选取和路径规划结果应满足以下要求。

- a) 区域选取和路径规划应覆盖采集需求中所包含的全部要素。
- b) 区域选取需考虑的维度包括但不限于气象条件（晴天、雾天、雨天等）、季节（春、夏、秋、冬）、交通流量（自由流、顺畅流、拥堵流）和光照角度等。
- c) 宜将单位里程能覆盖的要素点最全的方案作为首选方案，其次考虑单位里程的要素点数量。
- d) 区域选取和路径规划所包含的要素逻辑参数空间应覆盖产品设计运行域边界。
- e) 区域选取和路径规划应规避涉密/敏感区域，包括但不限于涉军类、公共安全涉密类。
 - 1) 涉军类：涉密敏感信息主要指涉及军事禁区、军事管理区，包括其内部所有单位与设施，以及直接服务于军事目的的各种军事设施等的相关信息；
 - 2) 公共安全涉密类：与公共安全相关的单位和对人民生产（监狱、劳动教养所等）、生活有重大影响的民用设施（水利、电力、通信设施等）。
- f) 能够获取较精细的市级别数据时，宜以市作为较大范围的区域限定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/318027113127006123>