



南开大学  
Nankai University

南 开 大 学

计 算 机 学 院

软件工程需求分析报告

---

车载多模态智能交互系统  
需求分析报告

---

年级：2022 级

专业：计算机科学与技术

学号：2213917

姓名：林逸典

指导教师：李起成

2025 年 4 月 7 日

# 目录

<b>一、 引言</b>	<b>1</b>
(一) 编写目的	1
(二) 项目背景	1
<b>二、 任务概述</b>	<b>1</b>
(一) 任务目标	1
(二) 用户特点	1
(三) 假定与约束	2
<b>三、 业务描述</b>	<b>2</b>
(一) 系统总业务	2
1. 流程图	2
2. 描述	3
(二) 子业务	3
1. 驾驶员和乘客	3
2. 商家	4
3. 车辆维护人员	4
4. 系统管理员	5
<b>四、 数据需求</b>	<b>6</b>
(一) 数据需求描述	6
(二) 数据流图	6
(三) 数据字典	7
<b>五、 功能需求</b>	<b>7</b>
(一) 功能划分	7
(二) 功能描述	8
1. 多模态输入融合模块	8
2. 应用功能模块	8
3. 系统管理功能模块	8
4. 智能决策与响应模块	9
(三) 创新功能	9
1. 场景描述	9
2. 输入	9
3. 输出	9
<b>六、 性能需求</b>	<b>9</b>
(一) 准确性	9
(二) 及时性	9
(三) 可扩充性	10
(四) 易用性	10
(五) 易维护性	10
(六) 标准性	10
(七) 先进性	10

<b>七、 系统运行要求</b>	<b>10</b>
(一) 硬件配置要求 . . . . .	10
(二) 软件配置要求 . . . . .	11

## 一、 引言

### (一) 编写目的

本需求分析报告旨在明确车载多模态智能交互系统软件的各项需求，将详细阐述任务需求、业务需求、数据需求、功能需求、性能需求和系统运行需求。本报告将作为系统开发、测试、验收和提交的正式文档。

### (二) 项目背景

长久以来，车载智能交互系统软件为现代机动车提供各项重要的功能，包括地图导航等实用功能、音乐播放等娱乐功能和智能驾驶等创新功能，旨在为驾驶员和乘客提供更加便捷、安全 and 人性化的交互体验，同时增强了机动车的市场竞争力。

近年来，随着人工智能技术的不断进步，尤其是大模型的应用，车载系统的智能化水平显著提升。这类系统通常结合语音识别、图像处理、自然语言处理等多种技术，从而提供多模态智能交互功能，实现更为自然、高效、安全的交互方式。

因此，我们计划开发一款车载多模态智能交互系统软件，特此编写本需求分析报告。

## 二、 任务概述

### (一) 任务目标

本多模态智能交互系统软件的主要任务目标是提供多模态智能交互功能，实现更为自然、高效、安全的交互方式，为驾驶员和乘客提供更加便捷、安全 and 人性化的交互体验，进一步增强机动车的市场竞争力。

### (二) 用户特点

本多模态智能交互系统软件的主要用户包括驾驶员、乘客、商家、车辆维护人员和系统管理员等。

- 驾驶员: 主要为 18 岁及以上的成年人，持有有效驾照，覆盖广泛的年龄层、性别及教育背景。驾驶员群体对车载系统的需求侧重于操作简便、反应迅速及高度安全性，以确保行车过程中的专注与安心。
- 乘客: 用户群体更加多元化，包括儿童和老人等，对车载系统的需求偏向于便捷的交互体验和娱乐功能。
- 商家: 作为车辆销售方，商家关注车载系统作为车辆卖点之一，期望系统能够提供直观、吸引人的展示效果，如通过多模态交互演示车辆的高级功能，增强购车者的购买意愿，从而提升销售转化率。
- 车辆维护人员: 具备车辆维修专业技能的专业人士。本系统的车辆状态监测功能（如油量、胎压、行驶里程等）将为他们的维护工作提供便利，助力快速诊断与问题解决。
- 系统管理员: 负责系统的日常运维、升级及故障处理。他们需要系统提供易于管理、高效维护的工具与接口，确保系统稳定运行，满足用户持续升级的需求。

### (三) 假定与约束

本多模态智能交互系统软件在设计、开发、部署及运营的全生命周期中，将严格遵守以下假定与约束：

- 法律与文化假定: 本系统假定在项目的各个阶段，都将严格遵守当地的法律法规，尊重并融入当地的文化习俗，以避免任何可能触犯法律条款或文化忌讳的风险。
- 性能约束: 鉴于车载环境的特殊性，在系统设计时将充分考虑资源限制，如处理器性能、存储能力和功耗要求等。本系统将在不牺牲用户体验的前提下，通过优化算法、精简代码等手段，实现系统的高效运行与节能表现。
- 信息安全约束: 鉴于车载系统可能涉及用户个人信息和行车数据等敏感信息，本系统将严格遵循数据保护法规（例如欧盟的 GDPR 和《车联网个人数据保护指南》等），采用加密技术、匿名化处理等安全措施，确保用户数据的安全性与隐私性，防止任何形式的非法访问、泄露或滥用。

以上假定与约束将作为本项目开发与实施过程中的重要指导原则，确保我们的车载多模态智能交互系统软件能够符合市场需求、技术趋势及法律法规要求，为用户提供安全、高效、便捷的交互体验。

## 三、 业务描述

### (一) 系统总业务

#### 1. 流程图

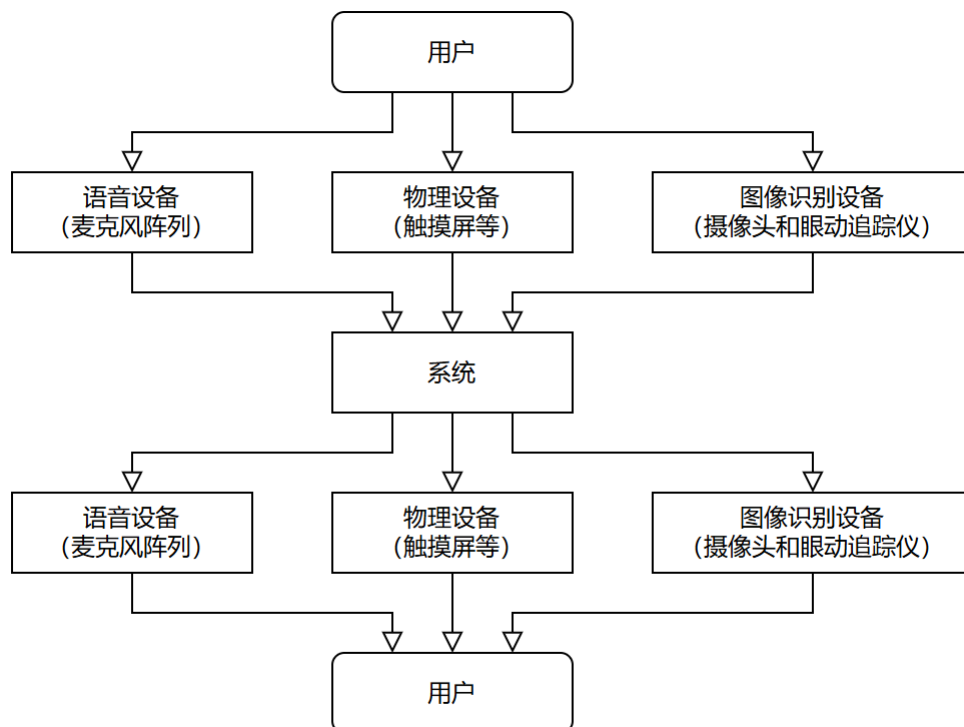


图 1: 系统总业务流程图

## 2. 描述

车载多模态智能交互系统软件的总业务架构主要包括：

- 用户与外部设备系统之间的交互。
- 外部设备系统与内部系统之间的交互。

前者实现用户输入数据的采集和输出信息的呈现，后者通过与外部设备系统的协同工作确保系统功能的完整性。

本节中的用户群体包含第二章任务概述第二节用户特点中的各类用户，在后续的章节中，我们将详细介绍不同用户类型与子业务交互的流程。

### (二) 子业务

#### 1. 驾驶员和乘客

驾驶员与乘客作为车载多模态智能交互系统的主要用户群体，其交互行为具有显著的时空共存性与设备共享性特征。

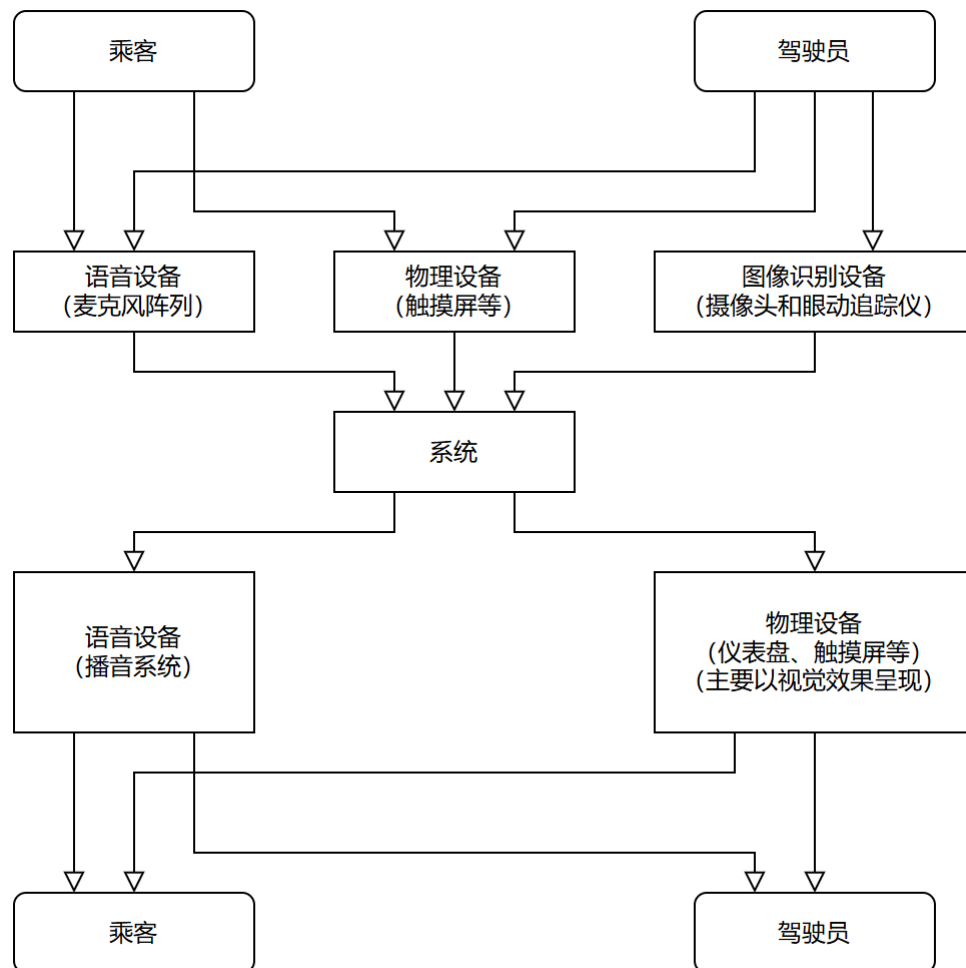


图 2: 驾驶员和乘客与子业务交互的流程图

驾驶员与乘客可共享车载多模态输入系统的硬件设备，系统通过用户身份识别与权限管理机制，确保不同用户对设备的操作互不干扰。

内部系统根据用户调用的具体功能，将反馈信息定向呈现给相应用户。例如，驾驶员对车辆状态监测的调用仅通过仪表盘反馈给驾驶员；乘客对触摸屏的操作仅在触摸屏界面反馈给乘客。

对于驾驶员与乘客均可使用的共享功能（如音乐播放），系统通过车载音响系统将音频信息同步呈现给双方，实现协同体验。

## 2. 商家

商家与车载多模态智能交互系统子业务进行交互，向购车者展示相关的结果。

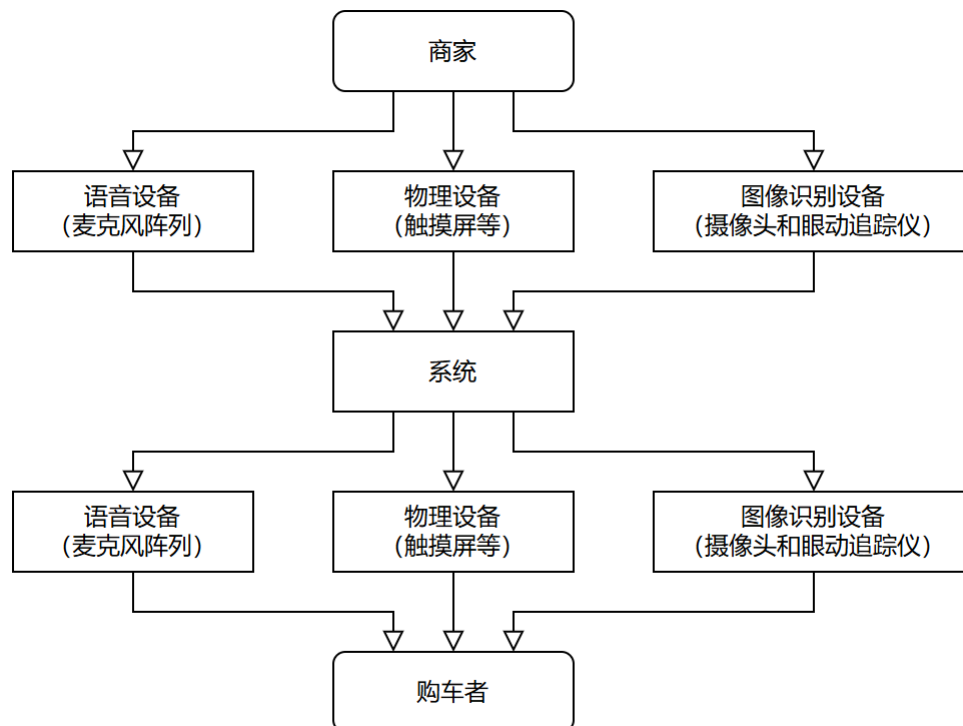


图 3: 商家与子业务交互的流程图

## 3. 车辆维护人员

车辆维护人员主要通过物理设备和语音设备与车辆维护相关子业务进行交互，准确、方便和快捷地获取车辆状态监测相关的数据。

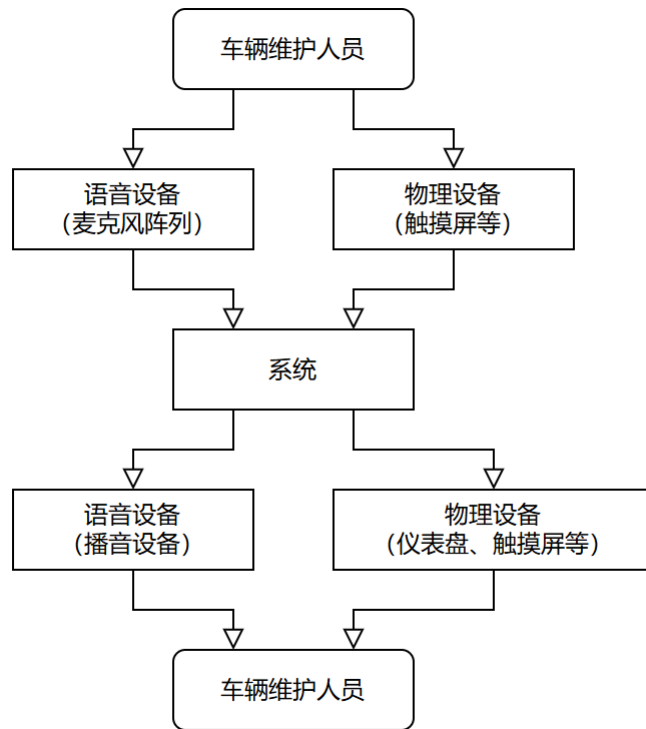


图 4: 车辆维护人员与子业务交互的流程图

#### 4. 系统管理员

系统管理员主要通过物理设备（特别是网络设备）与系统子业务进行交互，完成系统的日常运维、升级及故障处理。

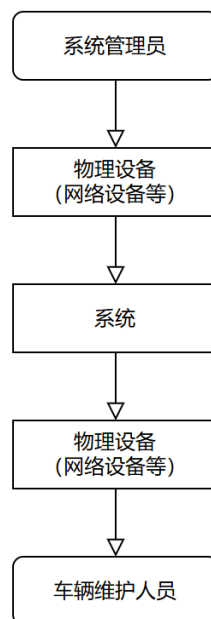


图 5: 系统管理员与子业务交互的流程图



## 四、 数据需求

### (一) 数据需求描述

本车载多模态智能交互系统开发过程中需要车辆智能交互物理模态、语音模态和视觉模态的各种数据以训练模型和进行测试。

本车载多模态智能交互系统工作过程中从用户处获取输入数据，经多模态输入融合模块分发至各应用功能模块，处理产生输出数据后经多模态输出融合模块返回给用户。

### (二) 数据流图

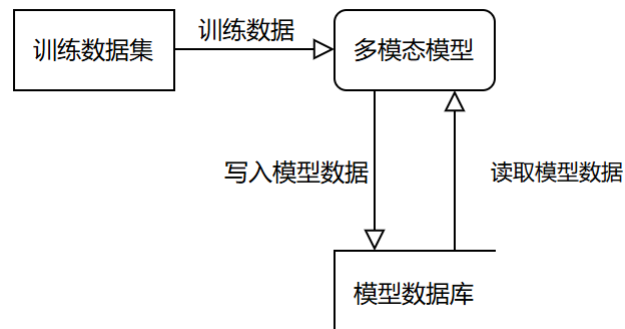


图 6: 训练过程数据流图

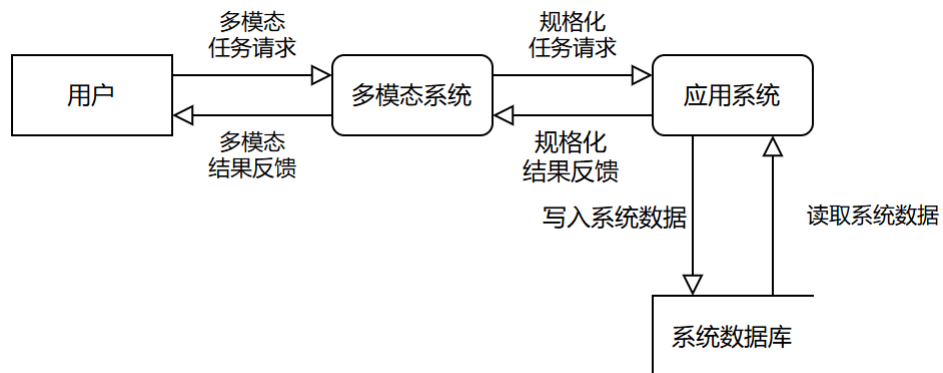


图 7: 工作过程数据流图

## (三) 数据字典

编号	名称	来源	去向	所含数据结构	说明
F1	训练数据	训练数据集	多模态模型	多模态模型训练数据	无
F2	写入模型数据	多模态模型	模型数据库	多模态模型数据	无
F3	读取模型数据	模型数据库	多模态模型	多模态模型数据	无
F4	多模态任务请求	用户	多模态系统	多模态任务请求数据	无
F5	规格化任务请求	多模态系统	应用系统	规格化任务请求数据	无
F6	写入系统数据	应用系统	系统数据库	系统数据	无
F7	读取系统数据	系统数据库	应用系统	系统数据	无
F8	规格化结果反馈	应用系统	多模态系统	规格化结果反馈数据	无
F9	多模态结果反馈	多模态系统	用户	多模态结果反馈数据	无

表 1: 数据流字典

编号	名称	插入数据流	输出数据流	内容	说明
D1	模型数据	F2 (多模态模型-模型数据库)	F3 (模型数据库-多模态模型)	模型数据	无
D2	系统数据	F6 (应用系统-系统数据库)	F7 (系统数据库-应用系统)	系统数据	无

表 2: 数据存储字典

编号	名称	来源	处理逻辑概括	输出数据流	说明
P1	任务请求	多模态任务请求	将多模态任务请求处理为规格化任务请求	模型数据	无
P2	结果反馈	应用系统	将规格化结果反馈处理为多模态结果反馈	系统数据	无

表 3: 数据处理字典

编号	名称	类型	长度	说明
D1-01	模型数据	比特型	无限制	多模态模型的数据
D2-01	系统配置	枚举类型	4 字节	系统配置数据
D2-02	用户配置	枚举类型	4 字节	用户配置数据

表 4: 数据项字典

## 五、 功能需求

## (一) 功能划分

本车载多模态智能交互系统的主要功能模块包括:

- 多模态输入融合模块
  - 物理模态模块
  - 语音模态模块

- 视觉模态模块

- 应用功能模块
- 系统管理功能模块
- 智能决策与响应模块

## (二) 功能描述

### 1. 多模态输入融合模块

多模态输入融合模块作为系统的核心，能够同时接收并整合来自不同模态的输入信息。它依据输入数据的类型与紧迫性，智能地分配至相应的处理模块，并在任务完成后，选择最合适的模态进行信息输出，确保用户体验的流畅与高效。

- 物理模态：精准捕捉用户对物理按键、旋钮及触摸屏的操作，确保即时响应与精确控制。
- 语音模态：利用先进的语音识别技术，准确识别并解析用户语音指令，支持自然语言处理，提升交互自然度。
- 视觉模态：通过摄像头捕捉并分析用户手势或面部表情，实现非接触式交互，同时监测驾驶环境，增强安全性。

针对多模态输入冲突情况，系统内置优先级算法，依据用户习惯、驾驶安全及任务紧急程度，智能决策处理顺序，确保交互体验的一致性与安全性。

### 2. 应用功能模块

应用功能模块集成了丰富的车载服务，提升驾驶过程中的便捷性和趣味性：

- 地图导航：提供实时路况、最优路径规划及目的地搜索功能。
- 音乐播放：支持在线音乐播放、本地音乐库管理。
- 广播播放：支持广播播放、个性化广播频道推荐。
- 紧急救援：一键呼叫救援服务，自动发送车辆位置信息。
- 车辆状态监测：实时监控车辆健康状态，包括油量、胎压、行驶里程等
- 违章查询：定期查询并通知用户车辆违章信息。
- 天气预报：提供实时天气信息及未来几天的天气预报。
- 哨兵模式：车辆停放时启动，监控周围环境，增强安全性。

### 3. 系统管理功能模块

系统管理功能模块确保系统稳定运行与个性化服务的实现：

- 用户个性化配置：允许用户自定义界面布局、偏好设置及语音助手唤醒词。
- 多模态交互日志：记录并分析用户交互行为，为优化系统性能与提升用户体验提供数据支持。
- 系统权限管理：实施严格的权限控制，保护用户隐私与数据安全。

#### 4. 智能决策与响应模块

智能决策与响应模块利用先进的算法与数据分析技术，实现情境感知与智能响应：

- 多模态指令优先级管理：根据用户意图、上下文信息及驾驶安全原则，智能调整指令处理顺序。
- 驾驶场景自适应：根据当前驾驶环境（如高速公路、城市拥堵路段）自动调整系统行为，如音量调节、信息提示频率等，减少驾驶干扰。
- 异常状态反馈：实时监测车辆状态与用户行为，一旦发现异常（如疲劳驾驶、超速行驶），立即通过合适模态发出警告，确保行车安全。

### （三） 创新功能

本系统将实现创新功能——多模态哨兵功能。

#### 1. 场景描述

当车辆处于停放状态时，多模态哨兵功能自动激活，实时监测车辆安全状态。一旦检测到潜在威胁，系统会立即向驾驶员手机发送警报信息，通过语音警告潜在破坏者，并启动视频录制功能以留存证据。

#### 2. 输入

- 物理模态：检测到车辆遭受异常剧烈震动。
- 语音模态：识别到车辆周边环境存在异常嘈杂声或潜在危险语音关键字。
- 视觉模态：通过摄像头捕捉到车辆周围的可疑人员或异常行为。

#### 3. 输出

- 物理模态：即时向驾驶员手机推送警告信息。
- 语音模态：车辆内置音响系统发出清晰警告：“本车已启动哨兵模式，您的行为已被记录！”
- 视觉模态：自动激活车载摄像头，全方位记录车辆周围环境，确保视频证据完整保存。

## 六、性能需求

### （一） 准确性

多模态输入融合模块需确保各种输入方式的准确性。在复杂或特定驾驶环境下，应至少保证物理模态的绝对准确性，以避免误操作。当某种模态因环境或设备状态而不可用时，系统应即时发出清晰提示，引导用户切换至其他有效模态，确保交互连续性。

### （二） 及时性

为保证用户体验和驾驶安全，多模态输入融合模块的所有功能响应需控制在 1 秒以内，确保用户在交互过程中感受到流畅无阻的体验。

### (三) 可扩充性

系统应采用模块化架构，各功能模块间实现高内聚低耦合，便于后续根据技术发展和用户需求增加新的模式输入方式或扩展更多应用功能，通过良好的接口设计和数据交换协议，确保系统的灵活性和长期可扩展性。

### (四) 易用性

系统应遵循人性化原则，界面布局直观易懂，操作流程简洁明了，减少用户学习成本。采用自然语言处理和智能推荐技术，优化交互体验，使用户能够通过自然对话或简单动作完成复杂指令。同时，提供清晰的帮助文档和即时反馈机制，进一步增强系统的易用性。

### (五) 易维护性

系统通过解耦设计，确保各功能模块独立运行，便于故障排查和升级维护。采用日志记录、异常捕获和远程监控等技术手段，实现对系统状态的实时监控和快速响应。此外，提供详尽的开发文档和测试框架，支持开发团队高效地进行代码修改和功能迭代，确保系统的持续稳定运行。

### (六) 标准性

系统应严格遵守关于车载信息系统、数据安全、隐私保护等方面的法律法规和行业标准，确保系统的通信协议、数据格式、用户接口等方面的高度标准化。

### (七) 先进性

系统应采用最新的人工智能算法、深度学习模型和高性能计算技术，实现高效的多模态信息处理、精准的用户意图识别和快速响应。同时，积极探索和应用新兴技术，保持系统的技术领先性，为用户提供前沿的智能交互体验。

## 七、 系统运行要求

### (一) 硬件配置要求

为确保车载多模态智能交互系统的高效稳定运行，系统应满足以下关键硬件配置要求：

- 计算机系统: 核心计算单元需具备强大的处理能力和充足的存储空间，推荐采用专为车载环境设计的高性能嵌入式处理器，搭配大容量的固态硬盘或具备快速读写能力的嵌入式内存设备。
- 摄像头: 应具备高分辨率（至少 1080P，推荐 4K 及以上）、宽广的视角（ $\geq 120^\circ$ ）。除此之外，摄像头还需在低光照条件下保持良好的成像质量，具备快速响应的自动对焦功能，以及支持高速数据传输的接口。
- 麦克风: 应配备高灵敏度和低噪声的麦克风阵列，以捕捉清晰、准确的语音指令。麦克风阵列应具备方向识别能力，以减少背景噪音干扰。

## (二) 软件配置要求

为确保车载多模态智能交互系统的高效稳定运行，系统应满足以下软件配置要求：

- 操作系统: 系统应基于稳定、高效且专为嵌入式环境设计的操作系统，从而提供任务调度、资源管理和设备驱动等功能，确保系统的稳定运行。
- 中间件与框架: 系统应集成必要的中间件和框架，以支持图像识别、语音识别、自然语言处理和网络通信等核心功能。