

# 郑州大学

## 创新创业基础与工程设计实践项目

VisionVoyage-基于鱼眼相机与其他感知技术的自动驾驶仿真系统

### 项目开题报告

公司名称: IngenuityDrive-创智行科技有限公司

小组编号: 21 级计算机类 09 组

团队成员: 徐梓航 郭顺 徐梦蝶 郑辰乐 陈自豪

赵柏茗 郭晓卿 蔡从轩 华勇 李景尧

指导老师: 程楠

所属学院: 计算机与人工智能学院

编订日期: 2023 年 11 月



郑州大学  
ZHENGZHOU UNIVERSITY

# 目 录

1 项目概述 .....	1
1.1 项目背景 .....	1
1.2 目的及意义 .....	4
1.3 国内外发展状况 .....	5
1.3.1 国内自动驾驶行业发展现状 .....	5
1.3.2 国外自动驾驶行业发展现状 .....	19
1.4 主要研究内容 .....	24
1.4.1 投影变换算法: .....	24
1.4.2 立方体贴图算法: .....	27
1.4.3 深度学习模型: .....	27
1.4.4 解析传感器数据: .....	28
1.5 创新特征 .....	29
1.5.1 创意来源 .....	29
1.5.2 创新点 .....	29
1.6 可实施性 .....	30
1.7 市场前景与展望 .....	30
2 公司概况 .....	31
2.1 公司简介 .....	31
2.1.1 公司名称 .....	31
2.1.2 研发方向 .....	32
2.1.3 公司目标 .....	32
2.1.4 公司理念 .....	32
2.2 组织机构 .....	32
2.3 团队组成及分工 .....	32
3 系统功能 .....	33
3.1 普通图像鱼眼化 .....	33
3.2 拍摄鱼眼数据集 .....	34
3.3 仿真传感器 .....	34
3.4 驾驶仿真 .....	34
3.5 上传 .....	34

3.6 我的 .....	34
4 主要性能指标确定依据 .....	35
4.1 系统处理能力 .....	35
4.2 可伸缩性 .....	36
4.3 容错性和可靠性 .....	36
4.4 安全性 .....	36
4.5 监控和调优 .....	37
4.6 灵活性和扩展性 .....	37
4.7 合规性和法律风险 .....	37
4.8 易用性和用户体验 .....	37
5 采取的技术路线 .....	37
5.1 硬件 .....	37
5.1.1 客户端硬件 .....	37
5.1.2 云算力硬件 .....	37
5.2 软件 .....	38
5.2.1 系统框图: .....	38
5.2.2 软件模型: .....	38
5.2.3 软件算法 .....	38
5.2.4 语言 .....	39
5.2.5 开发环境及框架 .....	39
5.2.6 用户运行环境/平台 .....	39
5.3 可行性分析 .....	39
5.3.1 技术可行性 .....	39
5.3.2 经济可行性 .....	40
5.3.3 操作可行性 .....	41
5.3.4 法律可行性 .....	41
5.3.5 环境可行性 .....	41
6 社会经济效益分析 .....	42
6.1 社会效益分析 .....	42
6.2 经济效益分析 .....	43
6.3 公司产品经营规划 .....	44

# VisionVoyage-基于鱼眼相机与感知技术的自动驾驶仿真系统

## 1 项目概述

### 1.1 项目背景

“800 万像素”，“250m 测距能力”等字眼频繁出现在自动驾驶相关的宣传报道中，这源于自动驾驶对感知能力“更远、更强”的不懈追求。车上不装十几个摄像头，厂家都没底气宣传新车具备真正的高级辅助驾驶功能。而按照这种硬件堆叠的思路，在走到了自动驾驶量产落地的那一刻，平平无奇的车身不知道会不会更名为“摄像头车身”。

电子电气架构的分久必合，正在将车内几十个 ECU (Electronic Control Unit, 电子控制单元) 往融合为个位数的域控制器方向发展，直至最终演变为一两个高性能计算单元。而智驾域内的传感器大佬阔太太们，虽仍处在数量和性能同时无序增长的阶段，但在可预见的时间节点，也终将走向融合与集中的发展道路。

对于相机一类传感器来说，如果视场角足够大，感知距离也在场景的需求范围内，那么再搭配上训练有素的感知算法，势必将大大减少此种场景下相机的需求数量，同步提高获取感知关联数据的能力。而可能具有此种潜质的选手，便是鱼眼相机，一种已经在环视和泊车场景中成熟应用，并在 ADAS (Advanced Driver Assistance Systems, 高级驾驶辅助系统) 场景中崭露头角的希望之星。

在环视场景中，鱼眼相机通过将大角度范围 ( $180^{\circ}$ ) 内的光线，进行压缩、扭曲之后提供大角度范围内车辆周边环境数据，并通过将多个相机图像的拼接，去扭和变形之后实现低速场景下非常实用的  $360^{\circ}$  全景影像功能。而在泊车场景下，通过和超声波雷达融合，完成对停车线的识别，障碍物的检测，从而实现不同等级的泊车功能。在自动驾驶系统中，鱼眼相机还可以用于实现车道线识别、交通信号灯识别、路况检测等功能。结合计算机视觉和深度学习技术，可以对鱼眼相机获取的图像进行实时处理

和分析，从而使车辆能够更准确地理解并适应不同的交通场景。此外，鱼眼相机在自动驾驶系统中还可以用于实现车辆周围的盲区监测，提高行车安全性。通过将鱼眼相机获取的图像与高精度地图数据进行融合，还可以实现更精准的定位和路径规划，为自动驾驶系统提供更可靠的导航和控制支持。

纵使鱼眼相机有诸多好处，但是公开发布的鱼眼数据集很少，除了仅有的 WoodScape 数据集，几乎没有其他数据集提供真正的语义分割注释。此外，目前针对鱼眼摄像头，还没有一个量产的，基于多摄像头组合的语义分割算法，大部分工作也都集中在独立解决个别任务上。目前，编码器是共享的，但解码器之间没有协同作用。同时，现有的数据集主要是为了方便特定于任务的学习而设计的，并没有为所有的任务提供同时注释。且鱼眼图像存在畸变。传统的语义分割模型分割效果不好。需要针对鱼眼图像中的畸变设计特定的处理模块。

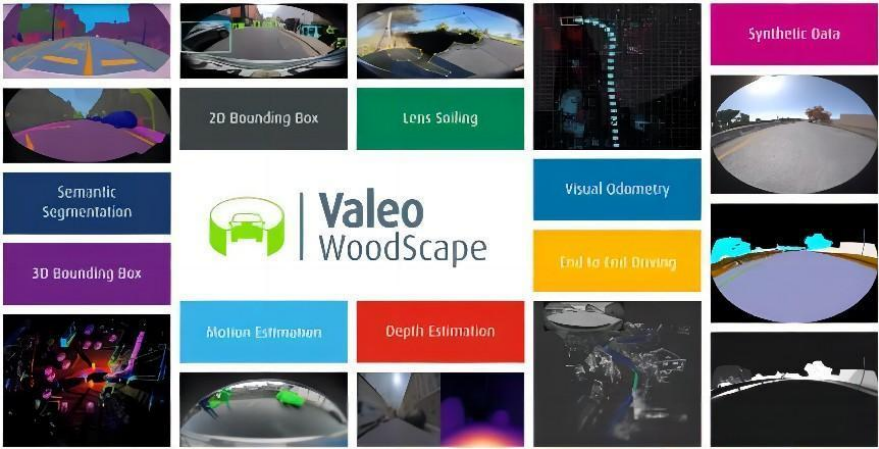


图 1-1 WoodScape 数据集

且目前大众对于自动驾驶的呼声越来越高，在这样的背景下，我们公司开发 VisionVoyage 软件是为了满足自动驾驶领域对于鱼眼相机和感知技术的需求，并推动自动驾驶技术的发展。随着自动驾驶技术的不断成熟和市场需求的增加，人们对于自动驾驶的期待越来越高，希望能够通过先进的技术实现更安全、高效的交通出行方式。

VisionVoyage 软件的开发将有助于解决目前自动驾驶领域存在的一些挑战和问题，例如鱼眼数据集稀缺、鱼眼图像畸变处理、多摄像头组合的

语义分割算法等方面的技术瓶颈。通过提供普通图像转鱼眼图像、仿真环境下各种传感器的图像获取与处理、虚拟驾驶体验和自动驾驶仿真等功能，我们的软件可以帮助研究人员和工程师更好地理解和应用鱼眼相机和其他传感器数据，从而提升自动驾驶系统的感知能力和安全性。

此外，由于当前市场上公开发表的鱼眼数据集相对较少，VisionVoyage 的开发填补了这一空白，为研究人员和开发者提供了更多的实验和模拟环境，促进了自动驾驶领域的创新和进步。我们公司致力于通过 VisionVoyage 软件的推出，为自动驾驶技术的发展做出贡献，并满足大众对于更先进、更安全交通技术的迫切需求。

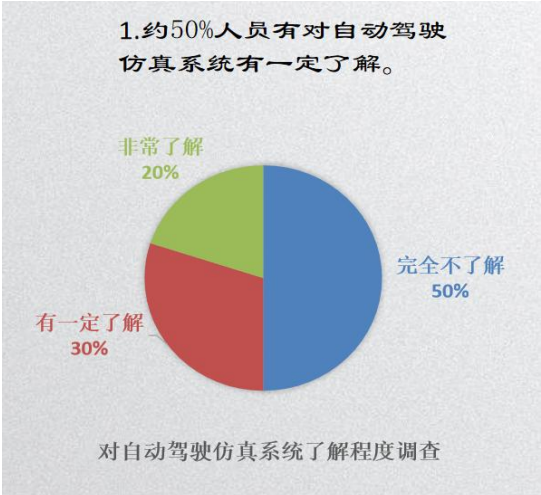


图 1-2 对自动驾驶仿真系统了解程度调查

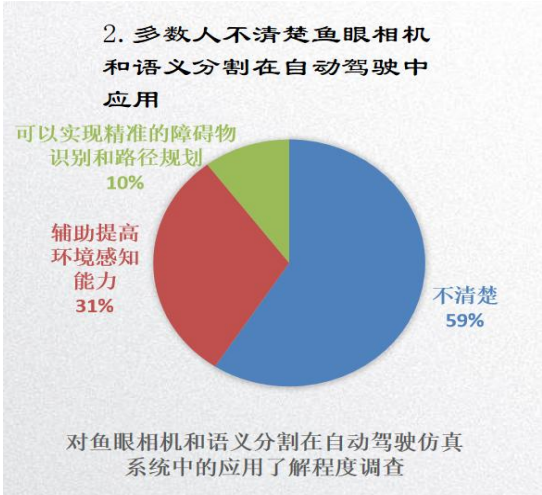


图 1-3 对鱼眼相机和语义分割在自动驾驶仿真系统中的应用了解程度调查

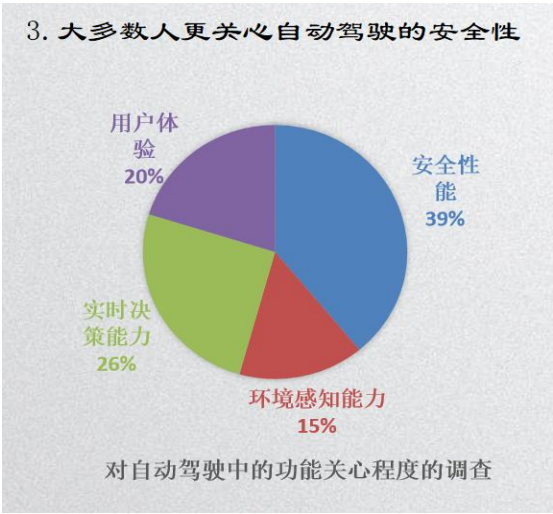


图 1-4 对自动驾驶中的功能关心程度的调查

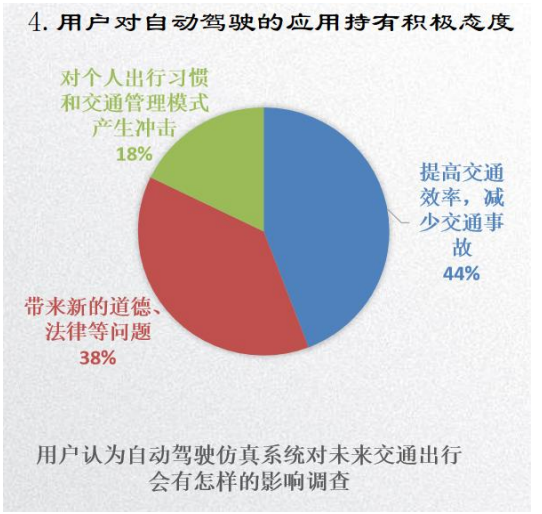


图 1-5 用户认为自动驾驶仿真系统对未来交通出行会有怎样的影响调查





图 1-6 用户对鱼眼数据集所需支持的  
分各类别调查

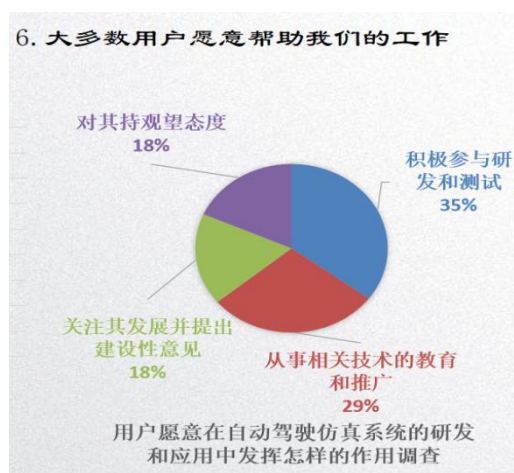


图 1-7 用户在自动驾驶仿真系统研发  
和应用中的参与意愿和方式调查

表 1-1 2023 年参与自动驾驶市场调研的人员占比

调研对象	占比
研究生、大学教授、研究员、博士后	44.44%
工业界研发人员	12.50%
本科生	27.50%
普通汽车车主	10.00%
半自动汽车车主	10.00%

综上所述，我们公司开发 VisionVoyage 软件的目的是为了推动自动驾驶技术的发展，解决当前领域存在的技术难题，满足市场和社会对于自动驾驶技术的日益增长的需求。希望通过我们的努力，能够为未来智能交通的实现贡献一份力量。

## 1.2 目的及意义

我们公司开发 VisionVoyage 软件的目的和意义在于满足自动驾驶领域对于鱼眼相机和感知技术的迫切需求，同时推动自动驾驶技术的发展。随着自动驾驶技术的成熟和市场需求的增加，人们对自动驾驶的期待也越来越高，希望通过先进的技术实现更安全、高效的交通出行方式。而我们的软件将有助于解决自动驾驶领域存在的一些挑战和问题，填补了鱼眼数据集稀缺、鱼眼图像畸变处理、多摄像头组合的语义分割算法等方面的技术空白。



图 1-8 软件 Logo

## 1.3 国内外发展状况

### 1.3.1 国内自动驾驶行业发展现状

#### 1.3.1.1 国内自动驾驶的发展现状

汽车产业规模大、先进技术集成度高、产业关联度强，是美国、中国、日本、德国等制造大国的重要支柱产业。自动驾驶作为一项颠覆性技术，其发展水平直接关系各国汽车产业的国际竞争力和全球产业分工格局，因此世界主要国家都高度重视自动驾驶的发展，不少传统汽车大国发布自动驾驶路线图和发展目标，在交通法规、监管政策等方面积极探索，推出一系列支持自动驾驶的产业政策，以重塑汽车产业竞争优势、保持和强化全球竞争地位。例如，美国在联邦和州政府层面发布了一系列法规，逐步对自动驾驶向更高等级发展进行松绑。我国将自动驾驶作为新兴产业发展的重点领域，工信部等相关部委出台了一系列自动驾驶相关的发展战略、规划和标准，一些地方也在积极开展关于自动驾驶的地方立法。随着自动驾驶技术的逐步成熟和性能提升、成本下降，市场接受度不断提高，产业呈现快速发展势头。总体上看，国内自动驾驶汽车呈现以下五个方面发展特点。



图 1-9 我国智能驾驶产业五大发展趋势

一是技术水平快速提升。国际汽车工程学会（SAE）2014 年 1 月发布



的 J3016 标准定义了从无驾驶自动化（L0）到完全驾驶自动化（L5）等 6 个驾驶自动化等级，2021 年 4 月该标准更新到第 4 版。我国 2021 年 8 月发布并于 2022 年 3 月 1 日实施的《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）国家标准与国际汽车工程学会的划分大体一致，将驾驶自动化划分为 6 个等级，0 级是应急辅助，1 级是部分驾驶辅助，2 级是组合驾驶辅助，3 级是有条件自动驾驶，4 级是高度自动驾驶，5 级是完全自动驾驶。自动驾驶的核心硬件主要包括高分辨率摄像头、激光雷达、毫米波雷达、各种专用芯片，软件主要包括智能泊车、导航辅助驾驶（NOA）、高级驾驶辅助系统（ADAS）以及集成各种功能的智能座舱。在国家、企业、科研机构等各种力量的共同推动下，自动驾驶的软硬件性能、车载计算平台的算力持续提高。例如，Mobileye 在 2014 年量产的 EyeQ3 芯片算力为 0.256TOPS，2018 年量产的 EyeQ4 芯片算力为 2.5TOPS，目前的智能驾驶芯片算力已达到 200TOPS。目前，包括自适应巡航控制系统、车道保持辅助、后方及侧方盲点监控、辅助停车、变道辅助等 L1/L2 级自动驾驶功能已经非常成熟，L2+技术方案逐步应用到越来越多的车型。根据工信部的数据，2022 年，L2 级乘用车新车渗透率达到了 34.5%。从 Github 技术社区新建研发项目的数量变化也能看出自动驾驶技术的进步，L3/L4 级自动驾驶新建研发项目占比从 2016 年的 18.2%提高到 2022 年的 55.6%，L1/L2 级占比相应地从 81.8%下降到 44.4%。



图 1-10 2022 年全国智能驾驶测试赛

二是产业和市场持续扩大。自动驾驶的巨大潜力吸引了大量投资进入。在我国，自动驾驶领域的融资在 2015 年出现快速增长，2014 年融资事件 4 起，融资金额 0.45 亿元，2015 年增加到 17 起 5.57 亿元，2015 年至 2021 年间融资事件 402 起，融资金额 939.91 亿元，其中 2021 年融资事件 111 起，融资金额 497.8 亿元。资金的大量投入催化了自动驾驶技术快速发展、市场接受程度提高，越来越多的车型加载了自动驾驶功能，由此也推动了一批重视自动驾驶的车企快速发展。但由于在推广中遇到各种困难，L3 级及以上技术的落地进展较慢，甚至一些投入高级别自动驾驶的明星公司出现经营困难，或被迫转入 L2+级的自动驾驶，整体上自动驾驶的实际应用还处于 L3 以下水平，但 L2、L2+级自动驾驶增长很快。全球乘用车 L0、L1、L2 级智能驾驶上车数量，2020 年分别为 2330 万台、1948 万台、1080 万台；2021 年分别为 1800 万台、3070 万台和 1947 万台。根据“爱普搜汽车”的数据，2022 年 1-11 月我国国内自动驾驶 L1 级销量 256.86 万辆，同比下降 18.7%，渗透率 14.7%，同比下降 2.7%，而 L2 及 L2+级销量 600.96 万辆，同比增长 46.0%，渗透率 34.5%，同比增长 11.8%。自动驾驶装机量快速增长的同时，相对较高级别的自动驾驶所占比重也在持续提高。世界主要国家也在积极推动自动驾驶向无人化的实际应用方向发展。美国已经开展较大规模的无人驾驶试点，有 62 家公司获批在加利福尼亚州进行自动驾驶测试。我国多个城市也开启了无人化探索，例如，2022 年 4 月，北京在经济技术开发区 60 平方公里范围内投放 30 辆车，在全国率先开展“主驾无人、副驾配备安全员”的自动驾驶出租车(Robotaxi)商业化试点。矿山、码头、园区接驳等封闭、低速运行场景下的路况简单、没有行人干扰，在这类半封闭场景或限定场景下初步实现了 L4 级别的高度自动驾驶。

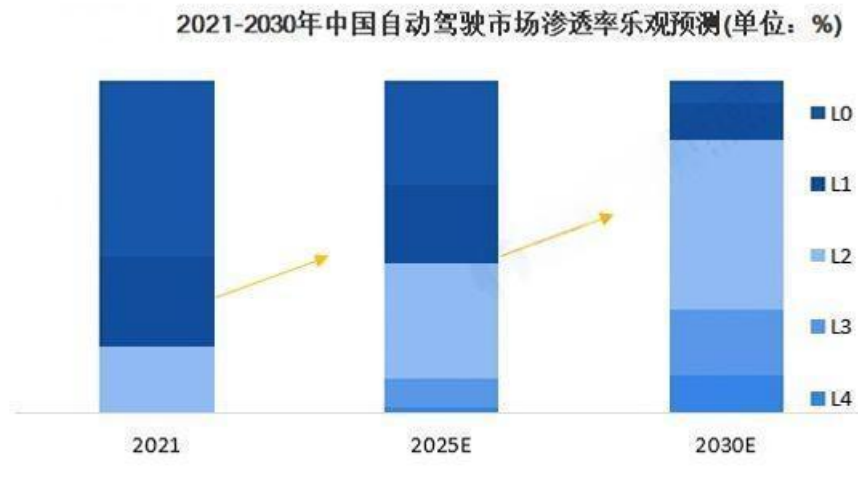


图 1- 11 2021-2030 年中国自动驾驶市场渗透率乐观预测

三是多种类型发展模式并存。推动自动驾驶汽车发展的关键力量是自动驾驶技术。自动驾驶的巨大发展潜力吸引了包括原有汽车主机厂、供应商在内的各种力量的加入。自动驾驶行业的不同参与者各具优势，从而也形成了自动驾驶的多种发展模式。主机厂采取多种不同的进入模式，强势主机厂依靠具有自动驾驶技术的传统一级供应商，投资芯片与算法创业公司，通过内部创新循序渐进发展自动驾驶，或者采取上述几种方案的组合；造车新势力将自动驾驶看作核心竞争力的重要组成部分，往往自研芯片、算法；国内小型主机厂多采取与成熟自动驾驶方案供应商合作的模式；还有一些主机厂与自动驾驶解决方案领先企业以合资或战略合作方式孵化独立自动驾驶整车品牌。自动驾驶第三方供应商也有多种类型，包括以博世为代表的传统汽车电子一级供应商，以 Alphabet 的 WAYMO 和百度的 Apollo 为代表的互联网巨头跨界提供自动驾驶解决方案，以地平线、Mobileye 为代表的以自研芯片为导向的自动驾驶方案集成商，以 Momenta 为代表的算法领先型集成商，以及以图森未来为代表的面向特定场景的集成商。此外，不少出行平台公司也在积极开展 Robotaxi 的技术和方案探索。自动驾驶技术是对汽车产业原有技术路线的颠覆，会引发主机厂、供应商等产业格局的重构，例如，主机厂希望保持传统汽车时代的供应链主导地位，而自动驾驶企业希望拥有更多的供应链话语权甚至控制权，由此主机

厂商、传统供应商、新兴供应商围绕供应链价值链主导权展开激烈竞争。

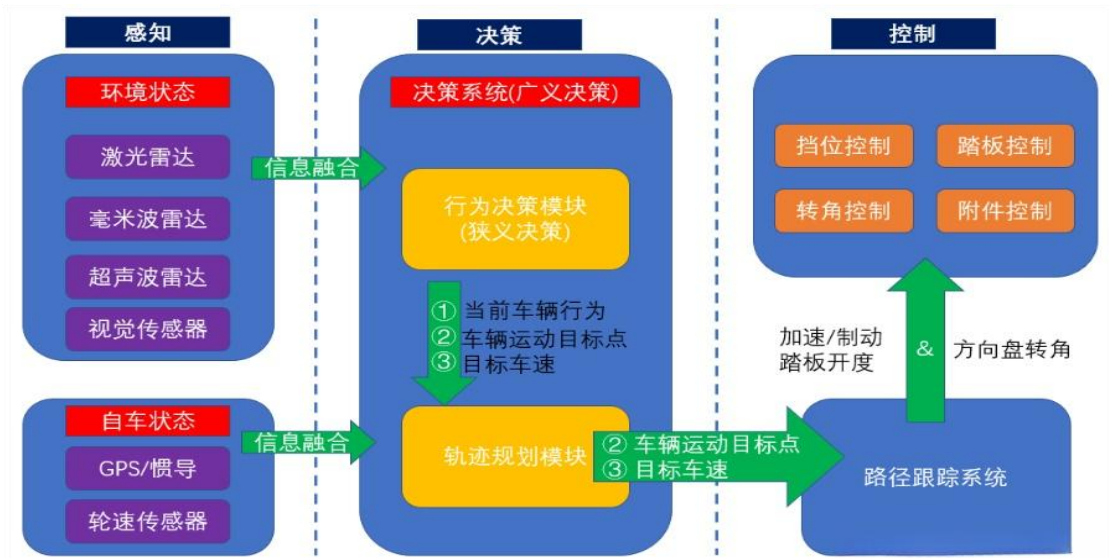


图 1-12 自动驾驶系统

四是中国国际竞争力不断增强。中国政府高度重视自动驾驶发展，各种类型的企业也纷纷加入自动驾驶技术研发、应用试点和商业化推广。电动化和智能化是汽车产业发展的两大趋势，而且这两大趋势是紧密交织在一起的。相比之下，新能源汽车企业特别是国内外造车新势力将自动驾驶作为形成差异化优势的卖点，发展自动驾驶的动力更强，因此新能源汽车企业成为我国自动驾驶发展的重要推动者，并处于行业领先水平。我国电动汽车产销量连续 8 年全球第一，有力地带动了自动驾驶技术的发展和應用。在高速领航领域，2020 年底以来，蔚来汽车、小鹏汽车、理想汽车先后推出各自的辅助导航驾驶功能 NOP、NGP 和 NOA；在市区导航领域，2021 年以来，小鹏汽车推出城市 NGP 功能，蔚来汽车和理想汽车也拟推出市区导航辅助驾驶功能 NAD 和 NOA。年度平均接管里程（MPI，Miles per Intervention）是衡量自动驾驶水平的核心指标。根据美国加州交通管理局发布的 2022 年全年自动驾驶数据，MPI 表现最好的前 10 家公司，美国 5 家，中国 4 家，德国 1 家，其中前五名分别为 Cruise（美国）、AutoX 安途（中国）、Zoox（美国）、WeRide 文远知行（中国）、Didi 滴滴（中国）；在车队规模排名中，美国公司 Waymo、Cruise 和 Zoox 分别 384 辆、350 辆和 106 辆位居前三，中国自动驾驶公司 Pony.ai 小马智行、安途、文

远知行和滴滴分别居第 6、第 8、第 10 和第 12 位。在自动驾驶零部件领域，国产化也取得很大进步。虽然国内企业在高级驾驶辅助系统（ADAS）的行车领域差距较大，2021 年来自德国、日本、美国的大陆、博世、电装、采埃孚、安波福占据前装市场约 80% 的份额，但在高级驾驶辅助系统（ADAS）的环视及泊车领域，2021 年国内市场前五名的供应商为博世、同致电子（TTE）、法雷奥、德赛西威(119.990, -2.01, -1.65%)、苏州智华，其中第 2、4、5 名都为中国企业。



图 1-13 中国自动驾驶主要参与者业务布局对比

### 1.3.1.2 自动驾驶仍面临多方面制约与挑战

尽管自动驾驶技术快速发展、市场需求不断成熟，整个行业呈现繁荣发展的景象，但自动驾驶进一步发展需要更好地解决在技术、成本、数据、基础设施等多方面存在的问题，法律法规的缺位与不健全也成为自动驾驶向更高等级发展的掣肘因素。

第一，技术成熟度的制约。自动驾驶的发展水平取决于各种硬件、软件、计算能力等方面的技术进步及其整合效果。尽管自动驾驶的软硬件取得很大进展，但现有技术仍存在不足，对自动驾驶向高阶发展形成制约。



例如，激光雷达穿透雨雾的能力有限，易受强光干扰；摄像头视觉感知的灵敏度在夜间和恶劣天气中会显著下降。近年来，不乏知名品牌自动驾驶车辆或头部自动驾驶公司的测试车型发生事故，不少是因为自动驾驶系统没有对障碍物准确识别造成的，暴露出自动驾驶技术不成熟的问题。由于不同的方案具有各自的优缺点，因此目前自动驾驶的技术路线并未确定，无论在感知层、决策层均有多条不同的技术路线在竞争。例如，在感知层，特斯拉的 Autopilot 坚持视觉主导的方案，且未采用高精度地图，这种方式成本低廉，但是易受环境、天气影响；小鹏汽车的 XPILOT 选择激光雷达主导方案，并配合高精地图，这种方案精度高、探测距离远，受天气、环境影响较小，但成本高。还需要注意到，随着自动驾驶向更高自动化水平发展，车载芯片的数量大幅度增长，对算力的需求也显著提高。当前，我国地平线、华为海思等芯片企业在芯片算力方面与英伟达、特斯拉、Mobileye、高通仍存在较大差距，同时中国大陆的芯片先进制程制造能力相比世界先进水平也存在较大差距，在美国等西方国家加强对芯片产业链控制、将芯片作为大国博弈工具的形势下，我国车载芯片的供应链安全存在较大风险。

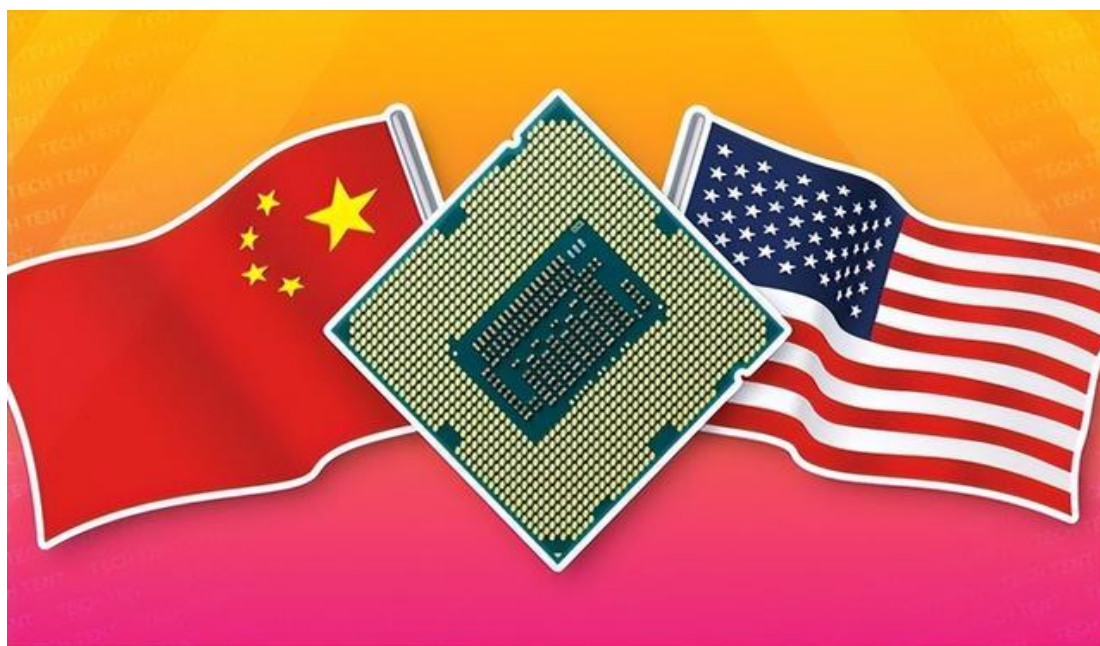


图 1-14 美国限制中国购买和制造高端芯片的能力，并将中国 GPU 企业列入了实体清单



第二，软硬件成本的制约。自动驾驶功能虽然会将车辆驾驶员解放出来、给用户带来更好的用车体验，但是新功能的实现需要付出额外的成本，用户会在新增功能与额外成本之间进行权衡。如果实现自动驾驶的成本过高，只会有少数“领先用户”采用，销量不够大、企业利润不够多，就会缺乏资金进行技术创新投入，迟滞技术的迭代升级进程。自动驾驶高昂的软硬件成本成为其普及和功能升级的重要阻碍。一方面，虽然摄像头、激光雷达、V2V/V2I、处理器等软硬件单位成本有了显著下降，但无人驾驶功能仍然会显著增加车辆成本；另一方面，自动驾驶功能升级将会进一步增加车辆的硬件数量和代码量，L3 级及以上对增加硬件冗余备份的要求更高，会进一步增加成本。L3 级别自动驾驶的算力需求为 20TOPS，是 L2 级的 10 倍，L4 级、L5 级的算力需求分别达到 400TOPS 和 4000+TOPS。罗兰贝格预测，自动驾驶从目前的 L2 级升级到 2030 年的 L3 级时，对应的单车软件价值会从 8000-16000 元提高到 16000-32000 元。有分析表明，单车智能价值的零部件成本在 10-20 万之间，这么高的成本是普通家庭难以承受的，相对而言对商用车总售价的影响较小，目前在商用车领域应用的可能性更大。

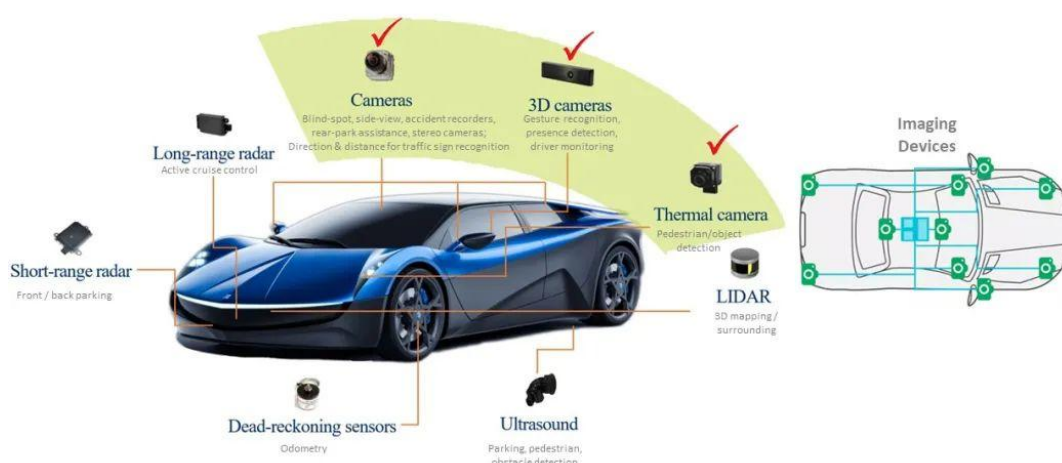


图 1-15 自动驾驶汽车组成部件

第三，基础设施的制约。自动驾驶的技术路线包括单车智能和车路协

同两个方向。自动驾驶向更高水平发展甚至进入到完全无人驾驶阶段，不仅需要单车智能方面的硬件和软件进一步的技术发展和性能提升，还需要通信端、路端、云端等基础设施与车辆形成协同。例如，美国联邦交通运输机构筹资成立的研究所历时数十年发展包括“车辆对车辆通信”（vehicle-to-vehicle，V2V）与“车辆对基础设施通信”（vehicle-to-infrastructure，V2I）在内的“车对外界的信息交换（vehicle-to-everything，V2X）”技术。目前，单车智能路线受到车端传感器安装位置、探测距离、视场角、时间同步等限制，在繁忙路口、恶劣天气、逆光等复杂环境下难以解决精准感知识别和高精度定位问题；而路侧数字基础设施本身具有道路信息感知、道路信号发布和控制等功能，通过无线通信网络实现与车辆的数据交互共享，能够弥补车端感知有限视距、感知盲区等短板，进一步提高自动驾驶车辆对道路环境的感知能力，辅助车辆作出更安全高效的决策，进而提高交通效率、减少交通事故。但总体上看，适应自动驾驶发展的信息基础设施在我国尚处于探索、试点的早期阶段，离大规模商用要求还存在不小差距。

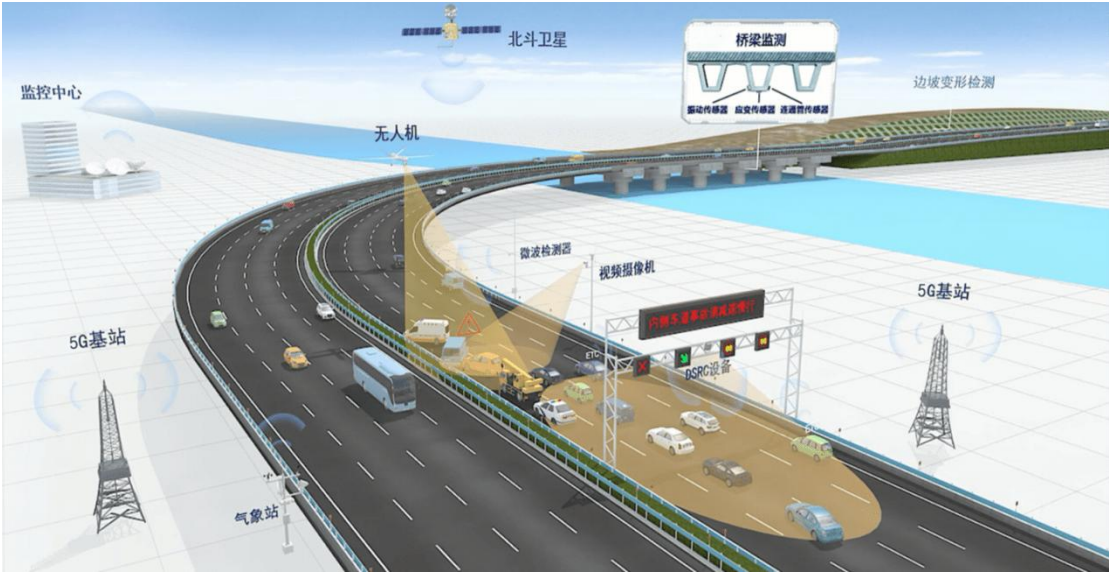


图 1-16 车路协同系统

第四，数据丰富度的制约。自动驾驶是数据驱动的技术，无论是摄像头方案还是激光雷达方案，都需要收集大量且场景丰富的数据，用于自动驾驶算法的训练和迭代升级。车辆是一种对安全性要求非常高的产品，自

自动驾驶的安全性只有远超过传统汽车的水平才有可能取代人类驾驶。但是自动驾驶场景中的数据呈现出典型的长尾分布特征，即大多数场景会频繁出现，而边缘场景（corner case）出现的概率很低。特别是在当前无人驾驶被限定在相对固定、有限的区域，更是限制了多元化场景数据特别是边缘数据的获取。虽然高阶辅助驾驶功能在相对简单的路况下（如高速公路等车道线清晰、车流适中的场景）能够较好地实现，但是面对城市道路等复杂的场景却难以做到完全让人放心，在一些长尾路况中可能会由于对环境的误判而发生事故。自动驾驶向更高等级发展特别是高等级自动驾驶从测试场地到有限区域再到全天候路况扩张，场景的复杂度不断提高，对数据的规模和质量也提出更高的要求。边缘场景的低概率特征决定了在实际路况下获取数据需要大量行驶里程的积累，这是一件非常耗时、成本高昂的工作。据估计，无人驾驶要超过人类司机的安全性，需要超过 80-100 亿英里的测试里程。测试里程不够，自动驾驶的安全性就无法提高；而安全性不高，高级别自动驾驶就被限制在测试阶段和有限区域，又会制约测试里程的增长。一种替代的办法是构建数字化仿真场景，使用模拟数据进行训练，但仍存在边缘情景收集和标注难度大，仿真场景构建壁垒高等问题。此外，高精地图的覆盖率较低，也需要花费时间和资金用于数据采集和制图。



图 1-17 自动驾驶需要收集大量且场景丰富的数据，用于自动驾驶算法的训练和迭代升级

第五，法律法规不足的制约。当自动驾驶进入到 L3 级之后，车载系

统就在相当大的程度上取代驾驶员实施对车辆的控制，也正因如此，国际汽车工程学会 2021 年更新的标准将 L0-L2 级称为“驾驶员辅助系统”，L3-L5 级称为“自动驾驶系统”，也就是说，达到 L3 级的车辆才真正可称为“自动驾驶”。从 L3 级开始，自动驾驶系统可以在不同程度上驾驶车辆，因此车辆或者其背后的生产厂商需要承担更多的责任。目前，对于 L3 及以上自动驾驶在权责认定、道德伦理等方面存在较大争议和法律缺失的情况。在系统操控车辆的情况下，当车辆发生事故造成损害时，对人类无法诉诸过错侵权，适用于自动驾驶汽车的注意义务标准也不同于人类驾驶者。目前，国内外一些法律法规对自动驾驶车辆中的交通事故责任进行了划分。例如，2022 年 8 月实施的《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》规定，“完全自动驾驶的智能网联汽车在无驾驶人期间发生交通事故造成损害，属于该智能网联汽车一方责任的，由车辆所有人、管理人承担赔偿责任”，因智能网联汽车存在缺陷造成损害的，车辆驾驶人或所有人、管理人在按规定赔偿后，可以依法向生产者、销售者请求赔偿。但是一方面，事故原因的判定还需要更多明确的条例和规范，另一方面，这些法律仍然没有解决当发展到自动驾驶阶段后，由抽象的理论转变为现实的“电车难题”。所谓“电车难题”是指当电车面对突发意外时，如果电车沿原有路线行驶，就会造成更多的人员伤亡；拐向岔路可以比沿既定路线行驶减少伤亡，但会把与电车原本无关的人员卷入其中，在这种情况下如何选择就会面临伦理困境。由人类驾驶的车辆在突发事件发生时，驾驶员会作出判断和应对，并承担由此造成的后果。但是在无人驾驶的情况下，车载系统做出应对方案选择的依据是什么？汽车厂家又是依据什么预先设定算法？算法的设计者即汽车厂家又应该因此承担什么样的责任？因此，为了规避法律方面的风险，即使目前已有企业在技术上实现了 L3 级甚至 L4 级的一些自动驾驶功能，仍然推迟发布 L3 级产品，要求车辆行驶中需要驾驶员配合并随时接管车辆控制权。法律的缺失以及由此造成的不确定性风险，成为自动驾驶发展的制约因素。





图 1-18 自动驾驶相关法律法规不足

### 1.3.1.3 专家对于推动自动驾驶规范化发展的对策建议

不少机构对自动驾驶的发展趋势作出了乐观的判断。例如，甲子光年预测，到 2026 年全球乘用车 L0、L1、L2 级智能驾驶上车数量分别达到 535 万台、2531 万台和 6010 万台；科尔尼预测，L4 级别车型将于 2024/2025 年上市，到 2030 年，L2+级别自动驾驶普及率达到 90%，其中 L3 及以上级别达到 50%；IHS Markit 预测，L3 级自动驾驶与全自动停车、全高速自动巡航等 L4 级功能将于 2025 年在大众市场普及，到 2030 年，L4 级自动驾驶在大众市场普及，L5 级功能在高端车型实现。根据国家发改委预测，2025 年我国智能汽车数量将达 2800 万辆，渗透率 82%，2030 年智能汽车达到 3800 万辆，渗透率达到 95%。但是要实现这些目标，需要采取措施解决自动驾驶在技术、基础设施、数据、法律法规等方面的制约。

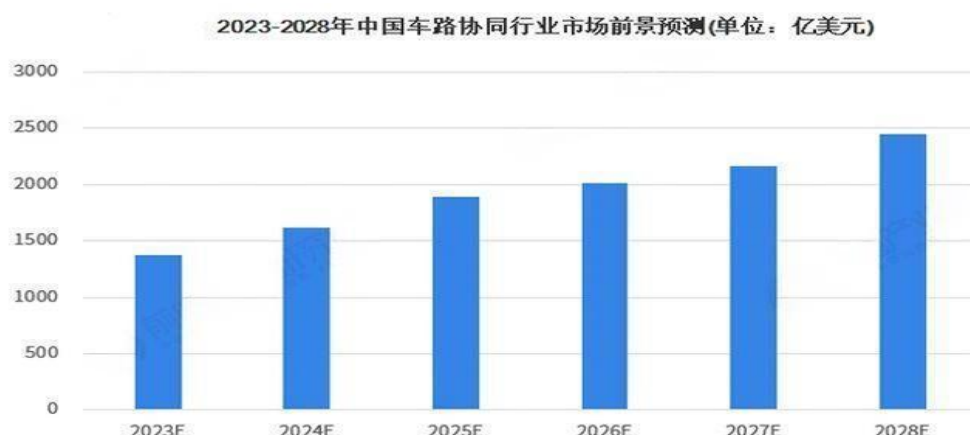


图 1-19 2023-2028 年中国自动驾驶行业前景预测

首先，加快自动驾驶技术发展。将自动驾驶作为国家科技研发重点支持的领域，加大对车规芯片、激光雷达等关键硬件和操作系统、智能座舱等软件系统及其产业链上下游、V2I 基础设施等领域在基础科学、产业共性技术上的研发投入。深化科技体制改革，支持企业与高校、科研机构联合申报国家科技项目，促进科技成果的产业转化和相关科技人才进行科技创业。鼓励整机厂商、零部件供应商、数字科技企业加大对自动驾驶技术的研发投入，组建技术联盟、建立开源社区，积极参与国际技术合作与国际技术标准的制定。



图 1-20 2023 年中国广州自动驾驶技术展览会

其次，推进车路协同基础设施建设。推动车用无线通信网络（如 LTE-V2X）、新一代车用无线通信网络（如 5G-V2X）的建设，在部分城市、高速公路率先应用。逐步推进市政道路的数字化改造，重点在目前开展高等级自动驾驶区域的道路安装智能摄像头、激光雷达、智能信号灯等基础设施，推进车路协同的实现。推动制定高精度地图国家标准，支持自动驾驶企业、地图导航企业、出行服务企业建立战略联盟，共享道路实时数据，推动高精地图的动态更新，提供更精准服务。





图 1-21 苏州 5G 车联网城市级验证与应用项目——国家首批 5G 新基建车路协同项目

再次，促进数据的积累。支持地方政府扩大高等级自动驾驶运行区域，鼓励各类自动驾驶企业增加路测和运营车队规模，积极参与国内外法律法规宽松地区的路测和实际运营。促进自动驾驶仿真技术开发，构建行业性数字化仿真公共平台，鼓励企业采取仿真模拟方式增加数据积累。完善自动驾驶数据采集、存储、传输、交易的相关法律，在保证公共安全的前提下，支持车企采取“影子模式”，通过在有人驾驶状态下开启传感器探测车辆行驶道路周围的数据，支持车企将自动驾驶数据进行交易共享。

最后，推进自动驾驶立法工作。鼓励地方政府制定自动驾驶地方性法规，对自动驾驶的安全设计、开发、测试和应用等方面作出规定，包括具有高等级自动驾驶功能的车辆上路行驶条件，发生事故时的事故原因鉴定流程、事故责任划分依据和赔偿责任，车辆保险政策和赔付规则，对自动驾驶车辆、制造商、供应商、Robotaxi 的监管等。总结国外和地方立法实践中的经验教训，根据技术发展、市场需求，适时制定全国性的自动驾驶法律法规。



图 1-22 推动自动驾驶立法工作

## 1.3.2 国外自动驾驶行业发展现状

### 1.3.2.1 各国政府出台政策积极培育自动驾驶汽车产业

美国交通部最早于 2015 年将智能交通系统上升到国家战略层面，制定了网联化与智能化融合发展的策略；2016 年，美国联邦法律框架中，首次纳入了自动驾驶安全监管相关内容；2017 年，美国交通部鼓励各州修改法律法规为自动驾驶测试部署提供环境；2018 年，美国交通部发布《为未来交通做准备：自动驾驶汽车 3.0》，致力于在确保安全的前提下，推动自动驾驶汽车与现有交通系统深度融合；2020 年 1 月发布《确保美国自动驾驶汽车技术领导地位：自动驾驶汽车 4.0》，意图通过政府努力，保障美国在自动驾驶技术方面的领先。



# PREPARING FOR THE FUTURE OF TRANSPORTATION



图 1-23 美国自动驾驶综合计划

欧盟拥有发展自动驾驶汽车的良好产业基础，也是目前自动驾驶汽车发展最成熟的地区之一。欧盟委员会早在 2010 年就发布了第一个协调欧盟各成员国推动智能交通系统（Intelligent Traffic System, ITS）发展的法律基础性文件。欧盟高度重视和推进高级自动化和网联化的技术研发，在自动驾驶方面出台了明确的时间表，如 2020 年实现高速公路、城市低速行驶等部分场景下的自动驾驶，到 2030 年迈向全自动化出行。

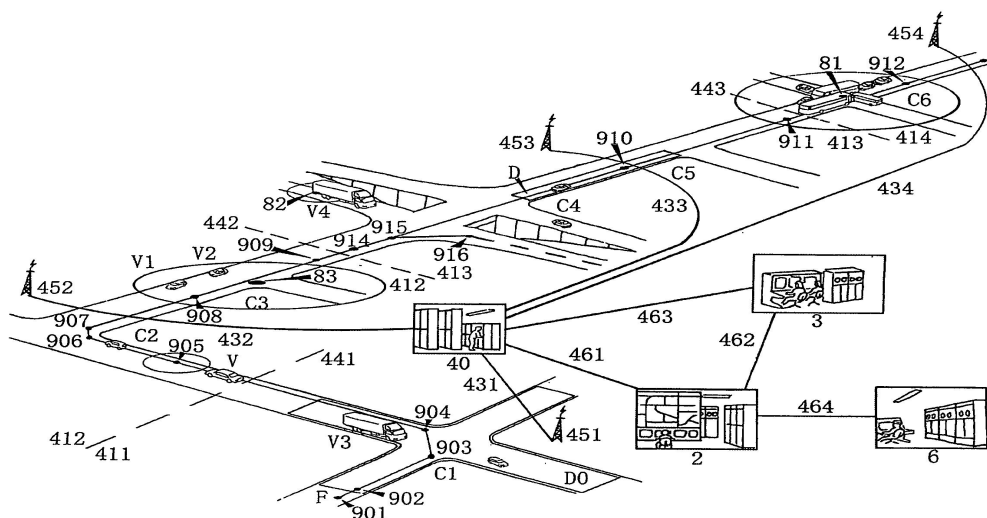


图 1-24 欧盟 Intelligent Traffic System

日本修订自动驾驶汽车规则的方式是循序渐进的，更为强调自动驾驶汽车的落地和产业化。早在 2013 年，自动驾驶汽车便被日本内阁视为是日本复兴计划指导文件的核心之一，并上升到国家战略高度，并在一开始便提出自动驾驶商业化时间表。随后，日本政府实施多个科技项目推进技术协同和产业化。2017 年，日本政府提出 2020 年实现 L4 级特定区域内的自动驾驶配送服务，及 L3 级高速公路自动驾驶。2018 年，日本政府针对自动驾驶实践中的关键的责任划分问题和安全条件问题，发布了《自动驾驶相关制度整備大纲》，将自动驾驶汽车与一般汽车相同对待，自主行驶时的事故赔偿责任原则上由车辆所有者承担，可以利用缴纳“机动车交通事故责任强制保险”进行赔付，由黑客入侵导致的事故则由政府赔偿。日本国土交通省发布了《自动驾驶汽车安全技术指南》，明确规定了 L3、L4 级自动驾驶汽车所必须满足的一系列安全条件，主要分为 10 项。



图 1-25 日本从 2023 年 4 月 1 日起允许 L4 级自动驾驶汽车上路

总体来说，各国政府积极为自动驾驶汽车发展营造良好环境。美国强调自动驾驶汽车作为交通系统的一部分，深度融入现有交通系统。欧盟强

调车路协同和欧洲一体化。日本则重视自动驾驶汽车的落地和产业化，政府大力扫清政策法规的障碍。

1.3.2.2 各国自动驾驶汽车技术快速发展

全球自动驾驶汽车相关技术快速发展，并表现出跨学科、跨行业的特点。

美国交通部重点支持技术标准、人因工程技术、核心基础系统、测试平台等方面的网联技术研究，以及数字化使能、安全保障、交通系统性能提升等方面的自动驾驶技术。当前美国自动驾驶汽车基础技术开发基本完成，侧重于标准、测试技术和实际应用模式。

欧盟聚焦清洁出行、智能出行、安全出行，搭建自动驾驶汽车 5 大平台，推动公路、物流、智能交通系统领域的技术研究。欧盟更为强调欧洲一体化范围内的协作和数据与标准的共享。

日本近年来积极开发先进的安全驾驶、驾驶员监控技术，开发基于 V2X 协同通信的车辆驾驶辅助系统技术，推进先进技术的商业化应用和社会接受度。在日本政府的引导下，协同式自动驾驶技术快速发展，高级驾驶辅助系统（ADAS）逐渐与车与基础设施通信（V2I）深度融合，逐渐应用落地。



图 1-26 自动驾驶汽车发展史

1.3.2.3 自动驾驶汽车商业模式不断创新

随着自动驾驶汽车技术的快速发展，应用于各类场景的商业模式不断



创新。现阶段围绕物流配送、园区清扫、矿区等商用市场及出行服务的无人驾驶商业模式优先落地。欧洲积极探索商业化物流服务。沃尔沃与挪威 Kalk 矿场合作，开展矿山无人驾驶商业化物流业务，做出商业模式创新。日本，大型出租车公司 Hinomaru Kotsu 与自动驾驶技术开发商 ZMP 联合在公共道路上测试载有乘客的无人驾驶汽车。

需要关注的是，自动驾驶出租车（RoboTaxi）逐渐成为高级自动驾驶技术的落地应用热点。在美国，通用等传统整车厂、谷歌等 ICT 企业等都在 RoboTaxi 研发和市场应用上加大投入，加州率先允许无安全员的自动驾驶汽车上路测试，谷歌的车队拥有世界领先的规模、商业化载客测试、服务人数。在德国，戴姆勒联手博世开发无人驾驶 RoboTaxi 汽车，双方联合在美国圣何塞试点无人驾驶 RoboTaxi 商业运行和服务；大众和 Mobileye 联合研制的 RoboTaxi 计划 2022 年在特拉维夫投入商业运行。自动驾驶汽车应用示范与商业模式逐渐落地。

综上所述，当前世界先进国家和地区都在大力支持汽车产业向高级别自动驾驶发展，各大车企也纷纷推出自己的自动驾驶产品落地时间表。面对这一趋势，我国应当把握机遇，出台相关政策，推动行业内合作、跨行业协同，培育自动驾驶技术研发和应用的良好生态。同时，发挥集中力量办大事的制度优势，积极推动车联网基础设施建设，实践网联式自动驾驶技术路线。

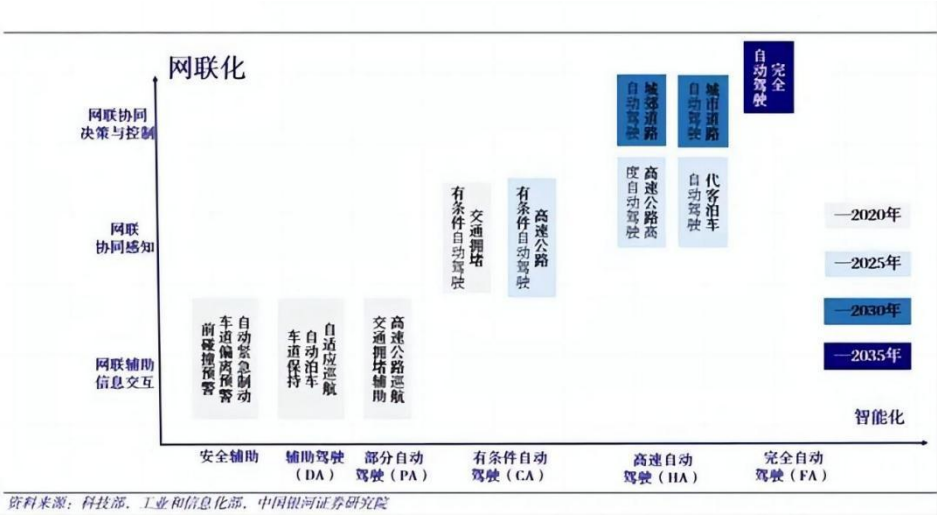


图 1-27 自动驾驶汽车商业模式



## 1.4 主要研究内容

本项目的研究内容为基于鱼眼相机与感知技术的自动驾驶仿真系统。

### 1.4.1 投影变换算法

研究投影变换算法将透视图像上的像素重新映射到鱼眼图像上。面对鱼眼数据集缺乏的问题，可以利用已有的普通图像，将普通图像中的像素重映射到鱼眼图像上，由于普通图像的视场角相对较小，会导致生成的鱼眼图像的视场角进一步缩小。因为普通图像无法完全捕捉到鱼眼镜头的广角特性，所以在重映射过程中，部分细节和广阔的场景可能会受到限制，导致鱼眼图像的质量和准确性出现折损。如果应用场景中只需要获得大致的视野范围或者对细节要求不高，那么通过重映射可以提供适用的数据。

常见的语义分割数据集都是使用针孔相机拍摄的，其原理也就是我们所熟悉的小孔成像。针孔相机模型采用直线投影方式，简单来说，如果物体的线条原本是直的，那么按照直线投影在拍出来的照片里，它的线条也是直的，不会变弯。

直线投影的缺点就是视场角受限。在现实里，符合直线投影的无畸变的全画幅超广角镜头，焦距差不多只能做到 10mm，视场角最广大概为 130°，再往上会变得非常困难。可以从公式的角度来理解这一点。公式(1)为 $\theta$ 为主轴与入射光线的夹角， $r$ 为像点与主点的距离， $f$ 为焦距。

$$r = f \tan \theta \quad (1)$$

因为  $\tan 90^\circ$  是无穷大，也就是说半视场角越接近  $90^\circ$ ，像高会越来越大，直到变成无穷。因此在直线投影下，如果要做  $180^\circ$  的广角镜头，那么你的物平面和像平面都需要无穷大，这是无法实现的。如果我们还想要再

广的视野，那就要摆脱直线投影的约束，对视角进行压缩。这就来到了鱼眼镜头的领域。

鱼眼镜头视角比普通的超广角镜头还要更广，常常可以超过  $180^\circ$ 。在大众摄影里，鱼眼镜头因为夸张的变形而不怎么受待见，但是它在工业、科研、安防、军事等领域却有着非常广泛的运用。因为机器对于符合人眼观感没有需求，它只是需要更大的视角。在针孔相机模型里，成像是从物平面到像平面。也就是直线投影是一种从平面到平面的投影。而在鱼眼相机模型里，通过引入桶形畸变，其成像是从物球面到像平面。也就是鱼眼投影是从球面到平面的投影。

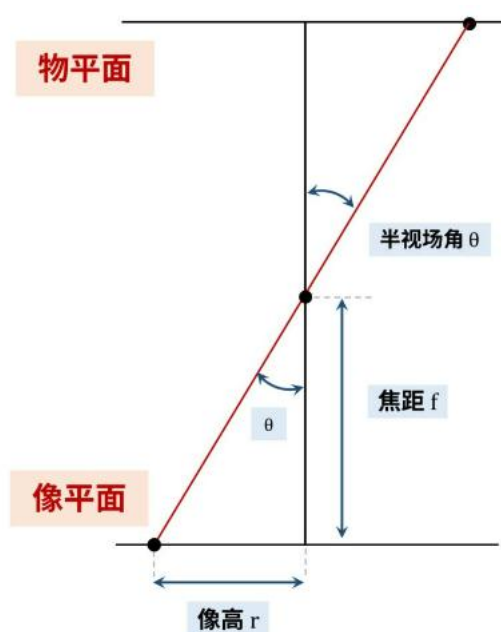


图 1-28 针孔相机模型

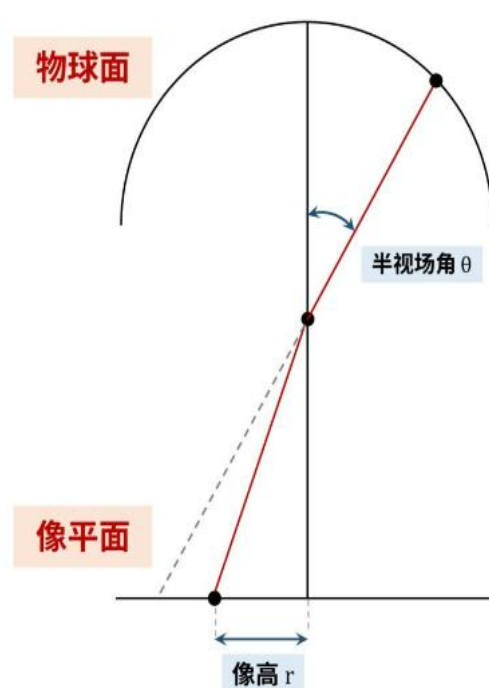


图 1-29 鱼眼相机模型

鱼眼镜头有很多种投影模型，常见的鱼眼投影有等距投影、体视投影、等积投影，正交投影。

我们的鱼眼镜头均采用最常用的等矩投影。其公式如(2)所示，从图 1-30

可以看出当半视场角超过  $90^\circ$  时，像高并不会无线大，所以制作出的鱼眼镜头的视场角可以超过  $180^\circ$ 。

$$r = f\theta \tag{2}$$

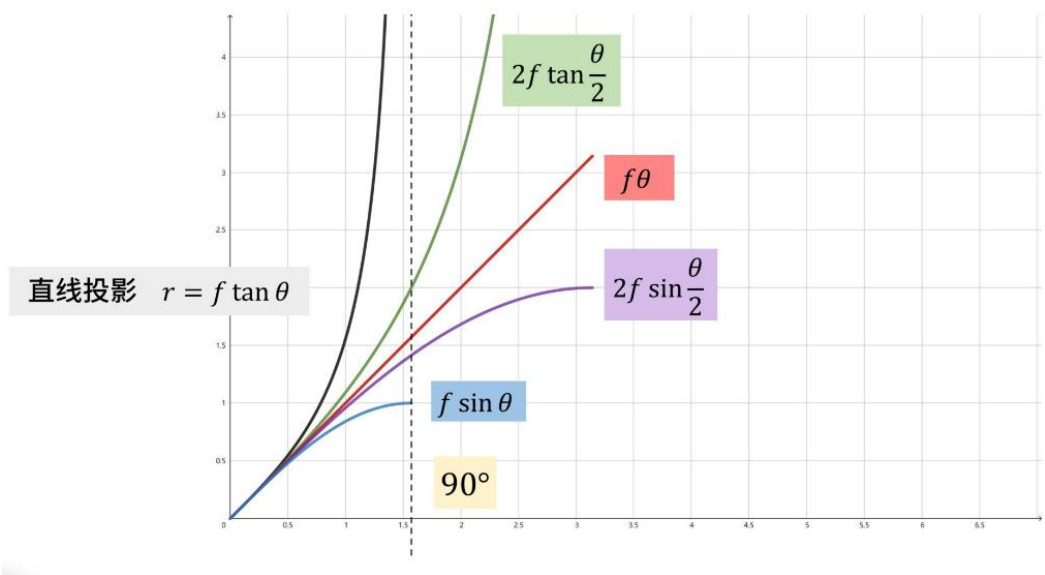


图 1-30 直线投影与四种经典的鱼眼投影模型公式

我们的投影变换算法假设直线投影模型与鱼眼投影模型的焦距  $f$ ，通过两者投影公式之间的关系，将普通图像上的像素重新映射到了鱼眼图像上，通过改变焦距，还可以得到畸变程度不同的鱼眼图像，改变焦距的方式又分为随机变焦和固定变焦，效果图如图 1-31 所示。

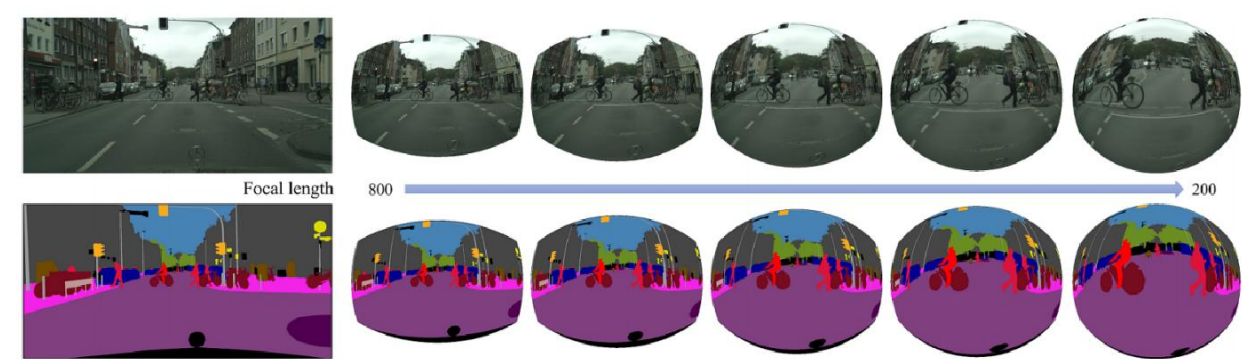


图 1-31 图像变换结果。左边是原始的彩色图像和注释。右边是焦距从 200 到 800 的变换后的鱼眼图像和注释

### 1.4.2 立方体贴图算法

通过在 UE4 搭建的仿真三维场景中，为三维场景中的鱼眼相机标定参数，进一步模拟鱼眼相机按照标定参数在所述三维场景中按照相应位置和角度采集多个预定方向上的图片，并将这些图片渲染成一个立方体贴图，从而根据预定的鱼眼成像模型模拟光线的真实路线，来确定立方体贴图中的采样点与成像平面上的鱼眼成像位置之间的关系，进而完成鱼眼图像各个像素的颜色采样，并渲染成鱼眼图像。

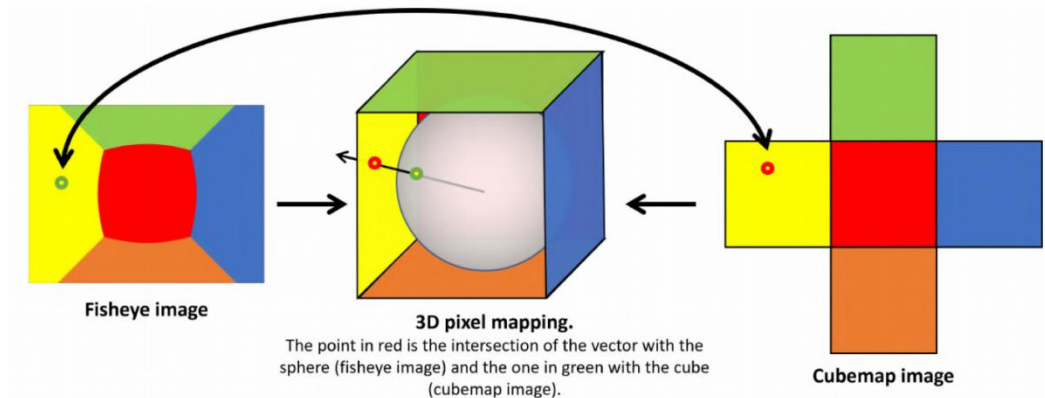


图 1-32 立方体贴图

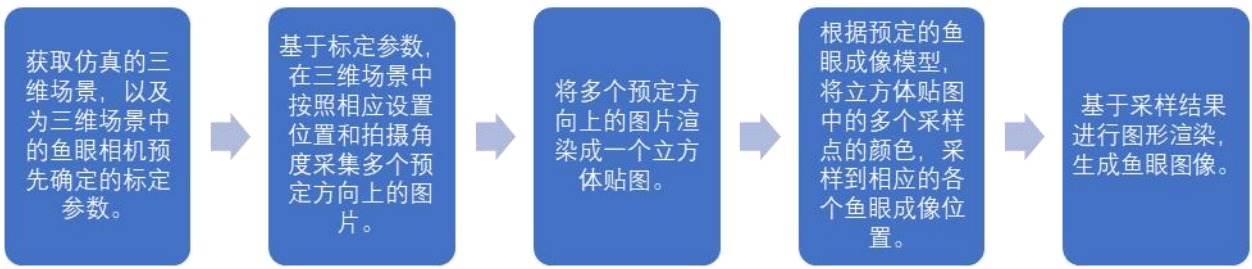


图 1-33 鱼眼图像生成流程图

### 1.4.3 深度学习模型

语义分割是图像分割中的基本任务，将图像中每个像素都标注上对应的类别，可以理解成分类任务，对每一个像素进行分类。我们的系统很多支持常见的语义分割模型，如基于像素分类的 FCN、U-Net、SegNet、

PSPNet、DeepLab v1/v2/v3/v3+、Upernet、SETR、SegFormer、SegFormer 模型，基于 mask 分类：MaskFormer、Mask2Former 模型。下面详细介绍 Mask2Former 模型。

Mask2Former 是近几年较为经典的一个基于 Mask 的语义分割模型，该网络是一种将图像分割和分类问题分离开的分割方法，不是简单的对每个像素进行分类，而是基于 mask 分类的方法预测一组二进制掩码，每个掩码都与单个类预测相关联。基于 mask 的模型在语义分割上不仅比基于像素分类模型的结果好，而且需要更少的参数和计算量。

掩码(Mask)是一个二维矩阵，用来标记要提取的目标区域。掩码中非零元素表示要提取的目标区域，零元素表示不要提取的区域。掩码通常与输入图像相同的尺寸，且在目标区域内填充全一的值。。

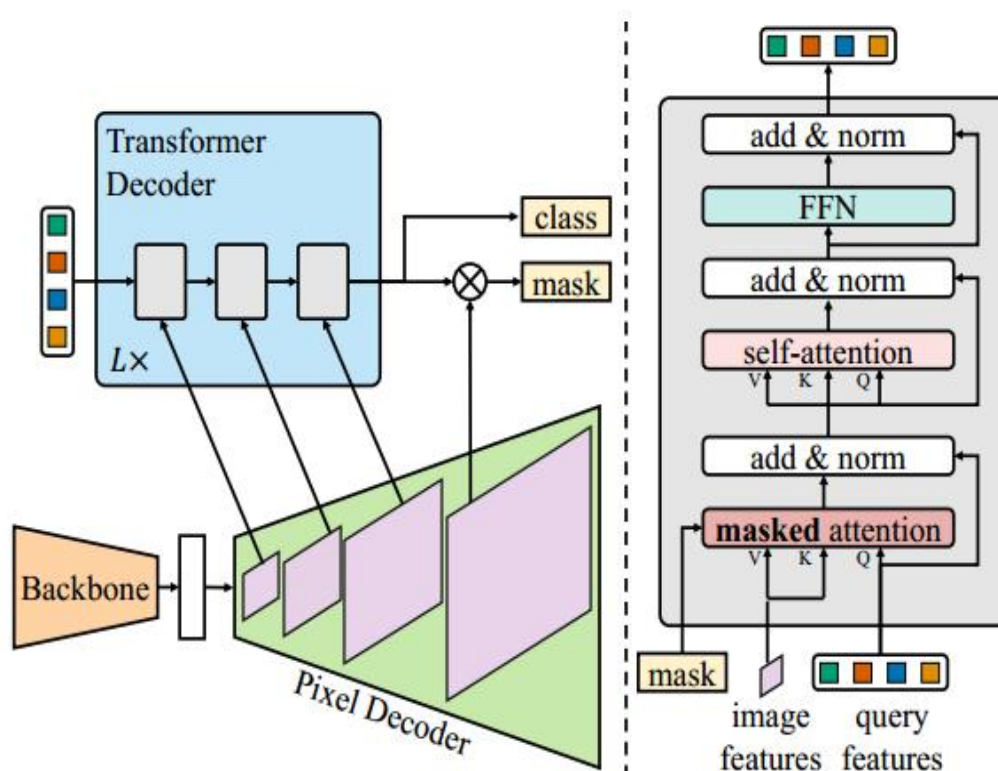


图 1-34 Mask2Former



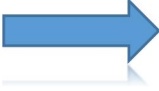
#### 1.4.4 解析传感器数据

将各种传感器获取的数据解析并设计仿真环境下的自动驾驶。

1.5 创新特征

1.5.1 创意来源

表 1-2 创意来源

目前存在的问题		我们的产品要解决的
普通图像视场小，需要十几个摄像头才能无死角覆盖车辆 360°		采用视场角更大鱼眼相机替代传统的针孔相机，仅需四个摄像头即可覆盖车辆 360°
缺少环视鱼眼数据集训练深度模型，采集标注环语义分割图像费时费力、枯燥		搭建三维仿真环境，模拟鱼眼相机模型，轻松生成有标注的大规模环视鱼眼数据集
语义分割模型众多，模型调试困难		设计了语义分割等感知技术系统，支持大量训练好的语义分割模型。方便用户操作

1.5.2 创新点

1.用户分组

根据用户的具体需求，将用户的目的分为以下几类：



图 1-35 用户分组

根据用户的实际情况，本系统将用户分为以下几类：

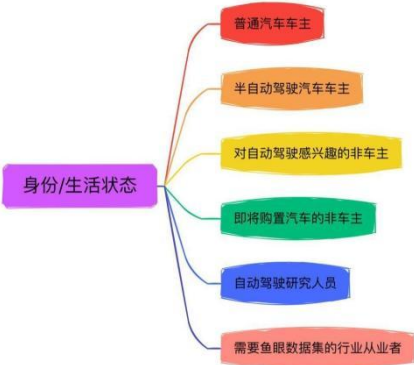


图 1-36 用户职业分类



2.深度学习需要大量的数据训练模型，由于缺乏鱼眼数据集，获取数据集成本高，费时费力 枯燥 阻碍了自动驾驶感知算法的发展，VisionVoyage 的出现就是为了解决这个问题。

3.自动驾驶开发人员设计的自动驾驶感知算法在真实场景下测试耗费大量人力物力财力，所以可以先在我司 VisionVoyage 仿真环境测试。

4.根据客户的需求，我们可以利用 UE4 Editor 进行个性化设计、定制所需的仿真地图和车辆模型等 UE 资产，从而为他们提供独特的自动驾驶仿真体验。可以进一步扩展我司盈利模式。

5.通过 UE4 摄像机系统，设计各种感知技术所需传感器，使得使用我司 VisionVoyage 的研究人员更便捷的使用传感器来开发自动驾驶相关算法。

6.提供 API 接口给开发人员，可直接通过接口拍摄所需鱼眼数据集。

7.提供测试平台，开发好的自动驾驶算法可直接在我司 VisionVoyage 仿真环境下测试。

8.提供便捷分割功能，用户可上传自己的道路实拍或仿真图片和视频到 VisionVoyage 平台来进行分割相关处理，返回给用户相关结果与数据。

## 1.6 可实施性

- 后台系统：UE4 服务器。
- 客户端：软件。
- 市场方面：当前市场上已经有一些软件，存在不足的地方，也有很多经验值得我们参考。
- 财务方面：成本稍高，后续有其他需求再考虑。
- 技术方面：倾向于采用本地客户端，性能好。基于 UE4 开发后打包发布 Release，在多种主流操作系统都可以运行，无需为适配某系统而专门改写源代码。

## 1.7 市场前景与展望

由于当前市场上公开发布的鱼眼数据集相对较少，VisionVoyage 的开

发填补了这一空白，为研究人员和开发者提供了更多的实验和模拟环境，促进了自动驾驶领域的创新和进步。我们公司致力于通过 VisionVoyage 软件的推出，为自动驾驶技术的发展做出贡献，并满足大众对于更先进、更安全交通技术的迫切需求。

VisionVoyage 将致力与自动驾驶领域，通过不断的技术创新，形成自主技术，保持行业技术领先，获取市场竞争优势，不断进行管理改进，造就一支工作高效，身心健康的员工队伍，作为企业持续发展的原动力。为提高自动驾驶安全性而不断努力！

## 2 公司概况

### 2.1 公司简介

#### 2.1.1 公司名称

IngenuityDrive，这个名字取自“Ingenuity”和“Drive”两个词的结合。“Ingenuity”在英文中意味着创新、独创性，而“Drive”则传达了驾驶、动力、前进的含义。结合起来，IngenuityDrive 表达了公司不断推动创新，以实现自动驾驶仿真系统的愿景。

对于“创智行”，这个名字可以理解为“创新”和“智慧”的结合。“创新”强调了公司不断开发新技术、追求卓越的理念，而“智慧”则暗示了公司利用先进的技术和算法，为客户提供智能、高效的解决方案。创智行科技有限公司，寓意着公司以创新为动力，以智慧为指引，致力于为客户提供最佳的自动驾驶仿真系统。



图 2-1 公司 Logo

## 2.1.2 研发方向

主要项目为研发一款名为 VisionVoyage 的基于鱼眼相机与感知技术的自动驾驶仿真系统

## 2.1.3 公司目标

打造对客户友好、科学性的软件，全心全意为客户服务，借助软件技术研发产品，帮助。

## 2.1.4 公司理念

创智行科技有限公司成立以来，一直秉承“创新，真诚，专业，尊重”的理念和“桃李不言，下自成蹊”的匠心精神，低调着做高调的产品,我们只要深耕于技术，解决大众的需求，即使我们不过多的宣传，也可以得到市场和大众的认可。

公司致力于通过 VisionVoyage 软件的推出，为自动驾驶技术的发展做出贡献，并满足大众对于更先进、更安全交通技术的迫切需求。

## 2.2 组织机构

创智行科技有限公司一共十位成员，岗位及相关人数设置如下表所示

表 2-1 岗位设置表

岗位	经理	办公文秘	财务部	开发部	质控部	市场部
人数	1 人	1 人	1 人	2 人	3 人	2 人

## 2.3 团队组成及分工

表 2-2 成员职务分配表

姓名	专业	职位	主要职责
徐梓航	计科	经理兼技术开发	负责产品的研发工作，领导项目团队，人员分工，确保队员正确履行职责，组织召开每周例会，确保项目顺利完成，向上级汇报项目的进展工作。
郭顺	计科	秘书兼技术开发	配合徐梓航的产品研发工作，收集整理素材，起草报告，做好会议记录，联络其他队伍。
郑辰乐	软工	技术开发	配合徐梓航和郭顺的产品研发工作，解决大多数软件方面的难题，完成软件前端不同功能的实现。
李景尧	软工	技术开发	配合徐梓航和郭顺的产品研发工作，负责

			前端设计工作，编写整理软件方面的项目设计文档。
郭晓卿	软工	质量控制兼技术开发	配合徐梓航和郭顺的产品研发工作，负责项目模块划分，制定进度计划和控制节点以及产品的测试工作。
陈自豪	软工	质量控制兼技术开发	配合徐梓航和郭顺的产品研发工作，负责项目模块划分，制定进度计划和控制节点以及产品的测试工作。
华勇	计科	质量控制	负责项目模块划分，制定进度计划和控制节点以及产品的测试工作。
蔡从轩	软工	市场兼技术开发	配合徐梓航和郭顺的产品研发工作，负责市场调研，分析和营销。按时给出市场调研报告，及时反馈用户需求与体验。
赵柏茗	计科	市场	负责市场调研，分析和营销。按时给出市场调研报告，及时反馈用户需求与体验。
徐梦蝶	计科	财务	管理项目使用的经费和虚拟经费，随时监控财务使用情况和给出报告。

### 3 系统功能

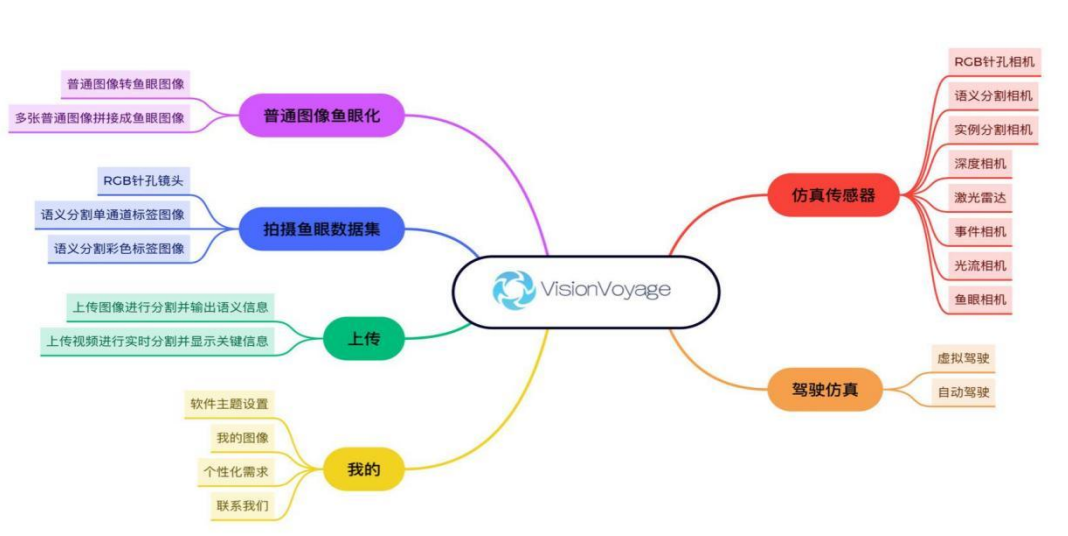


图 3-1 系统功能图

#### 3.1 普通图像鱼眼化

我司计划设计一个投影变换算法来将普通图像转为鱼眼图像，一个立方体贴图算法将前后左右上五个视角的图像拼接成一个鱼眼图像，供用户大致了解鱼眼图像和普通真空相机图像的区别，为 VisionVoyage 后续功能的使用铺路。



## 3.2 拍摄鱼眼数据集

由于当前市场上公开发布的鱼眼数据集相对较少，VisionVoyage 的开发填补了这一空白，为研究人员和开发者提供了更多的实验和模拟环境，用户可以根据自己的需求选择需要拍摄鱼眼数据集类型。

## 3.3 仿真传感器

VisionVoyage 提供了 RGB 针孔相机、语义分割相机、实例分割相机、深度相机、激光雷达、事件相机、光流相机、鱼眼相机等众多自动驾驶感知技术所需传感器，供用户选择自己所需传感器来进行学习研究。

## 3.4 驾驶仿真

VisionVoyage 提供了仿真环境，用户可以选择用键盘控制汽车行驶或者自动驾驶，汽车压线或者碰撞时，VisionVoyage 会根据激光雷达和相机返回的数据来判断并提醒用户，汽车时速、帧率、坐标等关键信息也会展示在窗口上，也提供天气转换、转换摄像头视角、更换车辆等功能。

自动驾驶功能是我司集成前后左右四个鱼眼相机和激光雷达等传感器返回的信息优化自动驾驶算法并部署到 VisionVoyage 仿真环境上，能有效避障，且遵循交通规则，为开发人员自己设计的自动驾驶算法提供了一个蓝图。

## 3.5 上传

用户使用我司的拍摄鱼眼数据集功能或自己的数据集或车辆行驶视频，可以直接上传到我司 VisionVoyage 接口上，通过处理，最终呈现给用户的是一个分割好的图像并输出所包含的语义信息或视频流实时分割。

## 3.6 我的

“我的”模块是软件中的个性化定制中心，为用户提供定制化服务和个性化体验。首先，用户可以根据自己的喜好选择适合自己的软件主题，实现暗色和亮色两种风格的切换。其次，用户可以通过“我的图像”功能查看经过软件图像转鱼眼操作的图片以及原始图片，带来全新的视觉体验。此

外，用户还可以提交个性化需求，我司会使用 UE4 Editor 进行需求定制所需的仿真地图和车辆模型等 UE 资产，以获得独特的自动驾驶仿真体验。最后，用户可以通过“联系我们”功能方便快捷地与我们取得联系，提出需求、问题或意见，我们将及时回复并为用户提供所需的支持和帮助。

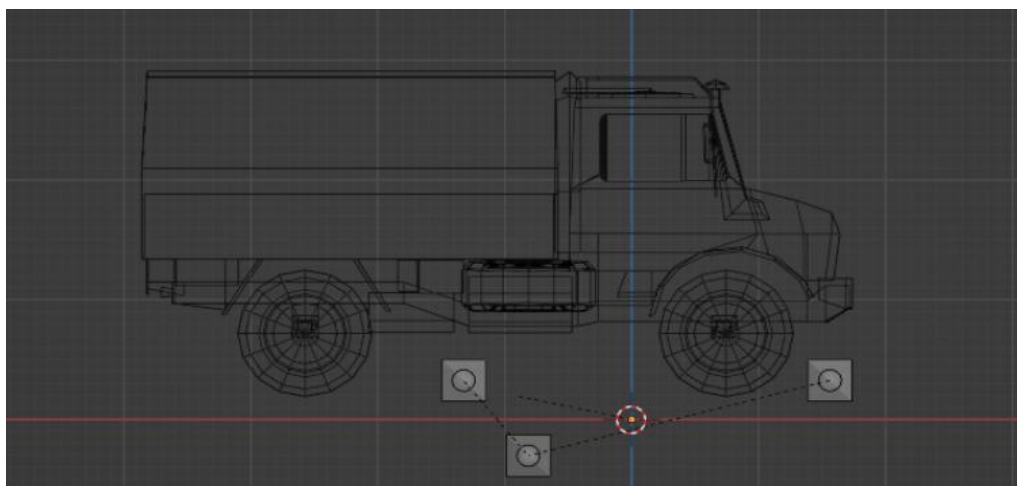


图 3-2 定制车辆模型

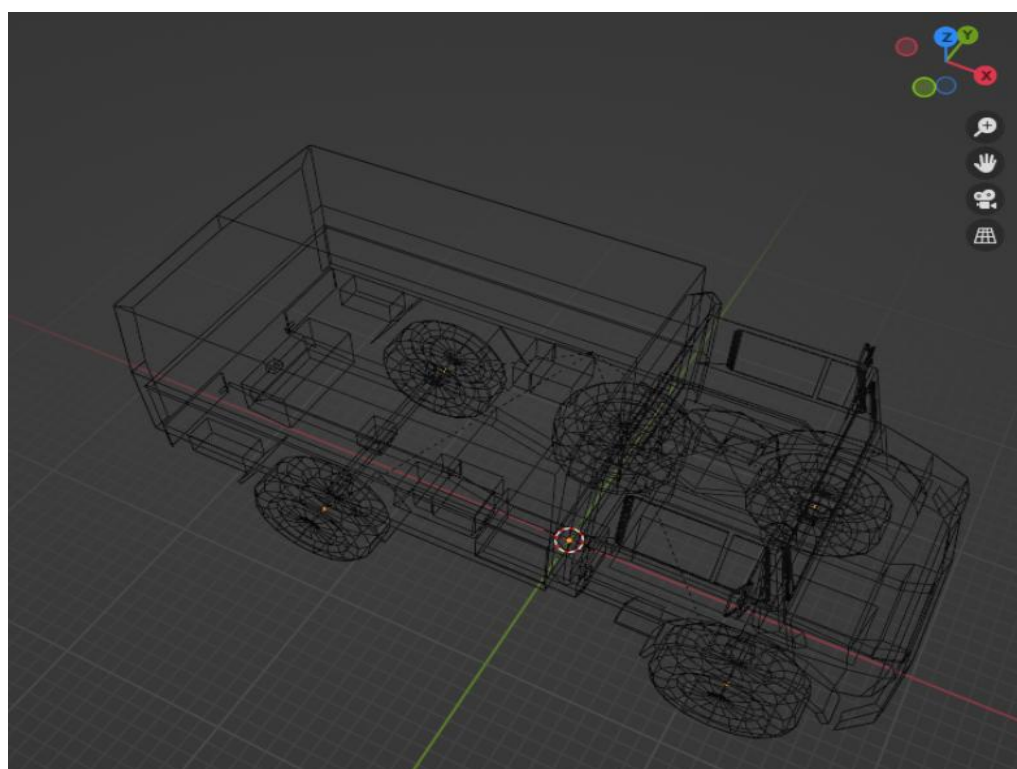


图 3-3 定制车辆模型

## 4 主要性能指标确定依据

### 4.1 系统处理能力

系统处理能力是指系统在利用系统硬件平台和软件平台进行信息处理的能力。系统处理能力通过系统每秒钟能够处理的交易数量来评价。一般用以下三个方面指标来评价：

①响应时间（Response Time）：系统对每个请求的响应时间，单位是毫秒。响应时间越短，用户体验越好。

②吞吐量（Throughput）：系统每秒钟能够处理的交易数量，单位是笔/秒。吞吐量越高，系统处理能力越强。

③并发数（Concurrency）：系统能够同时处理的请求数量，单位是请求/秒。并发数越高，系统能够承受的负载越大。

在业务中，一般有且仅有一个请求连接，那么吞吐量=并发数=响应时间，下面统一用吞吐量衡量系统处理能力。业内对于本地软件，标准为：1000 笔/秒~50000 笔/秒。

我们最终处理能力应达到本地软件的标准，并向更高标准靠拢。如果处理能力达不到本地软件的标准，那么可能会对用户在处理方面造成不好的体验，甚至系统会产生风险。

## 4.2 可伸缩性

随着用户量和业务需求的增长，系统是否能够方便地扩展和适应变化。在设计系统架构时，应该考虑到系统的可伸缩性，以便将来可以通过增加硬件资源或者进行系统优化来应对不断增长的业务需求，确保系统能够长期稳定地运行。

## 4.3 容错性和可靠性

系统在面对异常情况时的表现，例如网络故障、硬件故障等。我们需要确保系统具有良好的容错性和可靠性，能够在出现故障的情况下保持正常运行，避免因单点故障导致整个系统的崩溃，从而保障用户的使用体验。

## 4.4 安全性

系统的安全性对于用户数据和信息至关重要。我们需要确保系统具备强大的安全机制，包括数据加密、访问控制、防火墙等，以保护用户数据

的安全，防范各类网络攻击和恶意行为。

## **4.5 监控和调优**

系统上线后，需要建立完善的监控系统，实时监测系统的性能指标、用户行为等，及时发现问题并进行调优。通过监控系统，可以及时发现并解决系统瓶颈和性能问题，确保系统始终处于最佳状态。

## **4.6 灵活性和扩展性**

系统应当具备灵活性和可扩展性，以便快速适应不断变化的业务需求和新的技术发展。通过模块化的设计和合理的架构规划，系统能够方便地引入新功能、调整现有功能，以满足用户不断变化的需求，同时支持未来的技术升级和业务扩展。

## **4.7 合规性和法律风险**

在系统设计和运营过程中，需要充分考虑合规性和法律风险，确保系统的设计和运行符合相关的法律法规和标准。同时，需要建立健全的风险管控机制，及时了解并适应法律政策的变化，以降低潜在的法律风险。

## **4.8 易用性和用户体验**

除了系统的性能和安全性外，系统的易用性和用户体验也是至关重要的。系统应当设计简洁直观的用户界面，提供良好的交互体验，降低用户的学习成本，从而提升用户满意度和忠诚度。

# **5 采取的技术路线**

## **5.1 硬件**

### **5.1.1 客户端硬件**

处理器 2GHz 以上

内存：4G 以上

### **5.1.2 云算力硬件**

NVIDIA RTX 4090



CPU: AMD EPYC 7542 8 核  
内存: 48G  
公网带宽: 10M  
硬盘: 200G

5.2 软件

5.2.1 系统框图

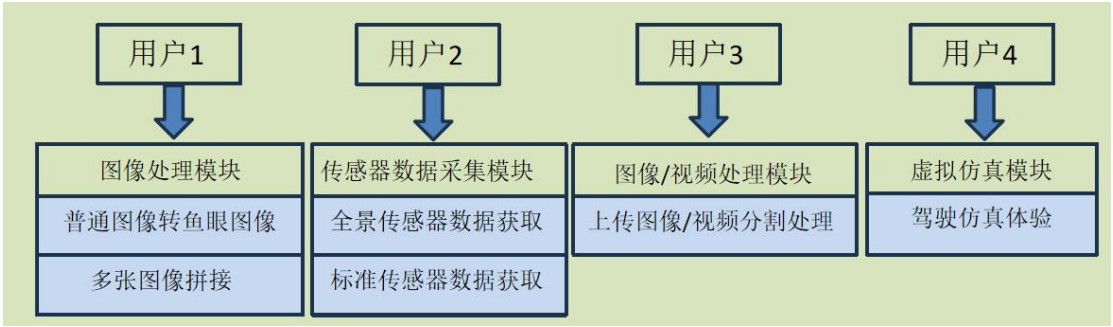


图 5-1 系统框图

5.2.2 软件模型

由于软件产品需要不断修改完善，各个功能较为独立，因此决定采用增量过程模型结合 RUP（统一软件开发过程），先设计初始版本满足用户基本需求，再不断增添完善需求，逐步逼近最终结果。并把本产品按功能划分为一系列模块。

5.2.3 软件算法

投影变换算法：通过将图像投影到一个虚拟的投影平面上，然后对图像进行畸变校正和透视变换，最终得到鱼眼图像。该算法需要确定投影中心和投影平面，并根据鱼眼相机的参数计算出畸变系数，然后对原始图像进行畸变校正，再将其透视变换到投影平面上，最后将变换后的图像映射到鱼眼图像上。投影变换算法需要一定的计算量和存储空间，但可以生成高质量的鱼眼图像。然而，由于鱼眼相机的特殊性质，转换后的图像可能会产生一些畸变和失真，需要进行额外的校正和优化。搜索算法：如二分搜索，广度优先搜索（BFS），深度优先搜索（DFS）。根据业务的不同功能，考虑搜索时间和数据量大小，选择合适的搜索算法。

立方体贴图算法：通过将每张图像作为球体表面的一部分，并将这些图像映射到鱼眼图像的六个面上，从而将多张图像拼接成一个鱼眼图像。该算法首先确定每张图像在球体表面上的位置和方向，然后根据鱼眼相机的参数计算出每个面上的畸变系数，并对每张图像进行畸变校正。接下来，算法将每张图像映射到鱼眼图像的对应面上，并将这些面组合成一个完整的鱼眼图像。然而，该算法需要处理大量的图像数据，并且需要进行复杂的计算和优化。此外，由于鱼眼相机的特殊性质，转换后的图像可能会产生一些畸变和失真，需要进行额外的校正和优化。

#### 5.2.4 语言

前端界面采用 PyQt6 及 PySide6，后端采用 Python3.9，符合 PEP8 标准，软件前端开发采用 QRC 来整合本地资源。

#### 5.2.5 开发环境及框架

克隆 Epic Unreal Engine 4 官方 GitHub 仓库源码用 clang++-10 编译后生成 UE4Editor，其支持主流操作系统平台，如 Linux、Windows、Mac OS 等，实际使用的是 Ubuntu 20.04.6 LTS Desktop 以及 CUDA 11.7，CUDNN 8.4.1.50 等 GPU 加速开发环境，使用 MM Segmentation v1.1.1 作为语义分割框架，使用 Mask2Former 和 Seg2Former 等作为深度学习模型。。

#### 5.2.6 用户运行环境/平台

Ubuntu 18.04/20.04 LTS Desktop

(Recommended) 、Windows 10/11

### 5.3 可行性分析

#### 5.3.1 技术可行性

公司拥有 10 名成员，都是计算机科学与技术专业与软件工程专业的学生，具备相应的专业背景知识，动手能力较强，拥有不断学习的意识和应对突发情况的能力，并且有导师进行技术指导。

本项目采用 C/S 架构，并采用前后端分离方案。

项目采用的是 PyQt6 和 PySide6 框架。PyQt6 和 PySide6 都是用于在 Python 中进行桌面应用程序开发的框架，它们都是 Qt 框架的 Python 绑定。Qt 是一个跨平台的 C++ 框架，专注于开发图形用户界面应用程序。这两个框架使得开发者能够利用 Python 语言的简洁性和 Qt 框架的强大功能，从而创建具有良好可移植性的桌面应用程序。代码简洁、上手容易，在市场上也得到大量应用。

后端项目采用的是主流的 Python3 技术。Python3 技术已成为解决大型应用的事实标准，符合 PEP8 规范。

此外，项目运行环境简单，只需要一台正常配置能上网的计算机即可。

经过对项目具体技术的分析，项目具有技术方面的可行性，可以完成预期的业务功能。后续还可以通过合理优化，减少项目整体的开销，更加充分的利用项目采用的技术和所处的环境的优势，并提高性能。

综上，本产品在技术上是可行性的。

### 5.3.2 经济可行性

对于研发该项目需要的费用大概分为两类：第一类产品开发前做准备工作产生的费用。如我们自己学习相关开发技术需要产生的费用、公司和产品 logo 设计所需要的费用、进行市场调研发放问卷所需要的费用等。第二类是在构建项目和维护项目所必须花费的费用。如要使用的相关的 API 和软件的费用，素材费用等。

对于第一类费用来说，我们给出的预算不高。由于目前网上有许多免费的或者低价收费的课程，也有许多低价的二手书籍，学习技术方面我们可以能省则省。对于 Logo 设计和市场调研，目前价格并不昂贵，都在 ¥30 之内。

目前占主要费用的是第二类费用。我们需要 AnyGPU 云算力以便将项目进行部署，由于项目构建初期所需要的运算能力要求高，我们倾向选择较高配置的云算力。通过查询可得，官网上的云服务器 NVIDIA RTX 4090 费用在 ¥2.61/小时左右，性能完全可以满足训练需求，后续将根据具体情

况选择合适的云算力平台。

为了规避风险，采用模块化开发方法，即每个模块可以单独开发和销售，放到整个系统中又可以与其它模块协同工作，所以在开发与销售中机动灵活，保证了项目的经济效益。

项目开发前进行了详细的市场分析、业务方案投资预算、技术方案投资预算找到最佳方案，保证了项目的经济可行性。

综上，本产品在经济上是可行的。

### **5.3.3 操作可行性**

本公司产品 VisionVoyage 是一款基于鱼眼相机与感知技术的自动驾驶仿真系统，我们设计的系统和网页界面简洁美观，功能友好，采用 C/S 架构，无论是 Windows 桌面用户还是 Linux 桌面用户，不同年龄段的用户都可以便捷地操作。同时我们的界面生动有趣，可以丰富用户在使用软件过程中的体验感。

综上，本产品在操作上是可行的。

### **5.3.4 法律可行性**

本产品开发遵守《计算机软件著作权保护法》、《计算机软件知识产权保护法》，尊重知识产权，开发所用到的不属于本公司的相关资源均从网上购买授权。本产品不存在任何侵权、妨碍等责任的问题，产品开发前和开发过程中不存在合同纠纷等问题，产品的运行方式在用户组织内可以行通，用户组织的管理模式及规范符合法律法规。

综上，本产品在法律上是可行的。

### **5.3.5 环境可行性**

在项目建设过程中，公司严格贯彻执行国家有关环境保护、能源节约方面的法律法规，对项目可能造成周边环境影响（例如项目开发产生的废纸，废弃电子元件）或劳动者健康和安全的因素（例如消防安全等）都提出了防治措施。针对软件项目的资源利用和能耗方面，我们采取的开发工具和使用的资源始终坚持低能耗，节约用电的原则，充分利用现有的资源，



对于铺张浪费等行为制定了相应的处罚措施。凡是对环境有影响的开发行为都必须严格执行环境影响报告书的审批制度。选取技术可行，经济，且布局合理，对环境的影响较小的最佳方案。

综上，本产品对环境上是可行的。

## 6 社会效益分析

### 6.1 社会效益分析

VisionVoyage 软件的开发将为自动驾驶技术的发展和社會带来有利影响。首先，该软件的推出填补了自动驾驶领域中存在的技術空白，为研究人员和工程师提供了更多实验和模拟环境，促进了自动驾驶领域的创新和进步。通过提供普通图像转鱼眼图像、仿真环境下各种传感器的图像获取与处理、虚拟驾驶体验和自动驾驶仿真等功能，VisionVoyage 软件使得研究人员和工程师能够更好地理解和应用鱼眼相机和其他传感器数据，从而提升自动驾驶系统的感知能力和安全性。

其次，在当前市場上公开发布的鱼眼数据集相对較少的情况下，VisionVoyage 软件的开发为研究人员和开发者提供了更多的实验和模拟环境，为自动驾驶技术的发展提供了更广阔的空间。这将推动自动驾驶技术的不断创新，提高自动驾驶系统的准确性和可靠性，进而促进交通安全水平的全面提升。

另外，随着自动驾驶技术的不断完善和普及，我们可以期待未来在交通事故和交通拥堵方面会有显著的改善。自动驾驶技术的普及可以降低交通事故的发生率，减少人员伤亡和财产损失，进而为社会减少了巨大的治安压力和医疗资源消耗。同时，自动驾驶技术还有望改善交通拥堵问题，提高道路利用效率，减少燃料消耗和环境污染，为城市的可持续发展做出贡献。

总之，VisionVoyage 软件的推出不仅将促进自动驾驶技术的创新和发展，提高自动驾驶系统的感知能力和安全性，同时也有望对社会产生深远的积极影响，包括减少交通事故、改善交通拥堵、节约资源和保护环境等

方面。因此，该软件的推出将为社会带来长远的积极效益，推动整个交通领域的发展和进步。

## 6.2 经济效益分析

VisionVoyage 软件的开发将为自动驾驶技术的发展和社会带来良好的经济效益。首先，通过提供普通图像转鱼眼图像、仿真环境下各种传感器的图像获取与处理、虚拟驾驶体验和自动驾驶仿真等功能，VisionVoyage 软件为研究人员和工程师提供了更好地理解和应用鱼眼相机和其他传感器数据的工具，从而降低了研发成本。传统上，自动驾驶系统的研发过程需要大量的实地测试和数据收集，而 VisionVoyage 软件的仿真环境可以在更短的时间内完成大量测试，节约了昂贵的实地测试成本，同时减少了潜在的安全风险和资源浪费。

其次，由于当前市场上公开发布的鱼眼数据集相对稀缺，VisionVoyage 填补了这一空白，为研究人员和开发者提供了更多的实验和模拟环境。通过提供更多的实验数据和仿真环境，VisionVoyage 软件促进了自动驾驶领域的创新和进步。这将有助于加速自动驾驶技术的研发进程，缩短技术落地的时间，进而推动整个自动驾驶产业链的发展。

此外，随着自动驾驶技术的不断成熟和普及，VisionVoyage 软件的推出也将为相关行业带来更多商业机会。例如，自动驾驶车辆的研发和推广可能会带动相关硬件设备、软件系统、地图数据等产业的增长，进一步促进整个交通和智能城市领域的发展。同时，提升自动驾驶系统的感知能力和安全性也将为城市交通管理、车辆保险等领域带来更多的商业机会。

总的来说，VisionVoyage 软件的推出将为自动驾驶技术的发展做出重要贡献，降低研发成本、加速技术创新和推广，并推动相关产业链的发展，为整个交通和智能城市领域带来更多商业机会，有望成为一个具有长期影响力的经济增长点。

6.3 公司产品经营规划

为了把公司做好，持续稳步地发展。把产品做精，更加吸引用户，拥有更长的寿命，我们考虑了一下几个方面，如下图所示。



图 6-1 公司产品经营规划