

# 互联网+创业创新大赛

## 项目计划书

作品名称： 最后一公里而喻见  
—— “小小白”纯视觉小型无人配送车

院系全称： 电子信息与通信学院

负责人： 吴栋

指导老师： 王兴刚

# 目录

## 一. 项目摘要

- 1.项目背景与项目概念
- 2.项目阶段
- 3.产品优势，技术关键和主要技术指标
- 4.目标客户和运营范围
- 5.市场概况及竞品分析
- 6.市场规模及盈利预期
- 7.专利申报情况
- 8.创业项目股权与融资

## 二.全球市场分析

- 1.国内外同类课题
- 2.相关企业、产品与服务

## 三. 项目成员、推荐人情况与项目说明

## 一. 项目摘要

### 1.项目背景与项目概念

随着电商和快递产业的蓬勃发展，在末端减少人力成本、在疫情等突发公共卫生事件时提供“非接触式服务业”的新运营模式——即解决“最后一公里”的问题派生出极大的商业价值。本项目致力于解

决快递最后区段运输，缓解诸如疫情期间快递不能进小区、高峰时段校园中领取快递排队等问题。为此我们设计了一款**无人配送车**，用户可预约将商品从服务点运送至指定位置，从而节省快递公司人力成本、减少不必要的接触，实现真正意义上的“送货到家”。

## 2. 项目阶段

项目开发分为三个阶段：

**构建一个能够在嵌入式设备运行的轻量级多任务视觉感知系统。**该神经网络可以同时实现多个任务以提高感知系统运行效率，同时通过任务间的信息共享到达相互促进的效果，在保证模型低参数量和高计算速度的同时，仍保证足够的感知精度。

**完成车辆设计搭建和控制决策系统的撰写。**根据使用场景、易用性等需求设计车辆的机械和电路部分，进行联合调试和组装。编写控制决策系统，利用 GPS 信息规划从起始点到目标地点的全局路径；利用视觉系统获取的信息进行局部机动和状态转移，完成巡航、避障、交规遵守等任务。将视觉系统和决策系统搭载到自主设计的车辆上，进行调试和校内中试阶段。

**开发交互功能、根据中试阶段反馈优化产品。**开发微信小程序，实现预约下单、车辆位置实时反馈、到达提醒等功能。车辆配备的显示屏显示车辆使用状态、电量、导航路径、二维码等信息，便于用户使用。

当前（2021 年 3 月 15 日）项目进行到**第二阶段末期**。

相比于市场上同类型竞品，本产品首次使用**纯视觉**设备收集信息实现局部环境感知，配合 GPS 和磁罗盘传感器实现自身定位和方向确认。本产品使用的视觉感知系统是包含三个任务（目标检测，行车区域划分，车道线检测）的**多任务网络**，能够在嵌入式设备上实时获取并处理视觉信息，这种轻量级的实时多任务网络在学术研究中是罕见的，具有一定创新性。机械、电路、控制决策系统方面，本团队拥有**完整的知识产权**，全部骨架外观、动力控制系统等均为自主设计制造，且针对使用半开放校园场景进行了**定制优化**。

## 3. 产品优势，技术关键和主要技术指标

技术方面，我们的轻量级多任务视觉感知系统能够在不同光照和天气条件下具有**较高鲁棒性**。在 BDD100k 数据集上，我们的视觉系统在“vehicle”目标的检测任务上可以达到 **75.8% AP50**，在行车区域分割任务上可以达到 **91.4% mIoU**，在车道线分割任务上取得 **67.6% Accuracy 25.5% IoU**，在 TX2 上推算可达 **30fps**，于精度和速度方面都达到或远超其他解决方案。车辆的完全自主设计中，我们在安全性、续航、性能方面进行了反复考量，车辆可以在 **0-15km/h 的速度下以最大载重 20kg 巡航超过 4 小时**。控制决策系统利用视觉感知信息、深度信息、GPS 位置信息、磁罗盘方向信息实现，具备**自主规划行驶能力**，必要时也可人工介入遥控，保障其安全性。横向对比自动驾驶汽车接近 SAE 标准下的 **L4 水平**。

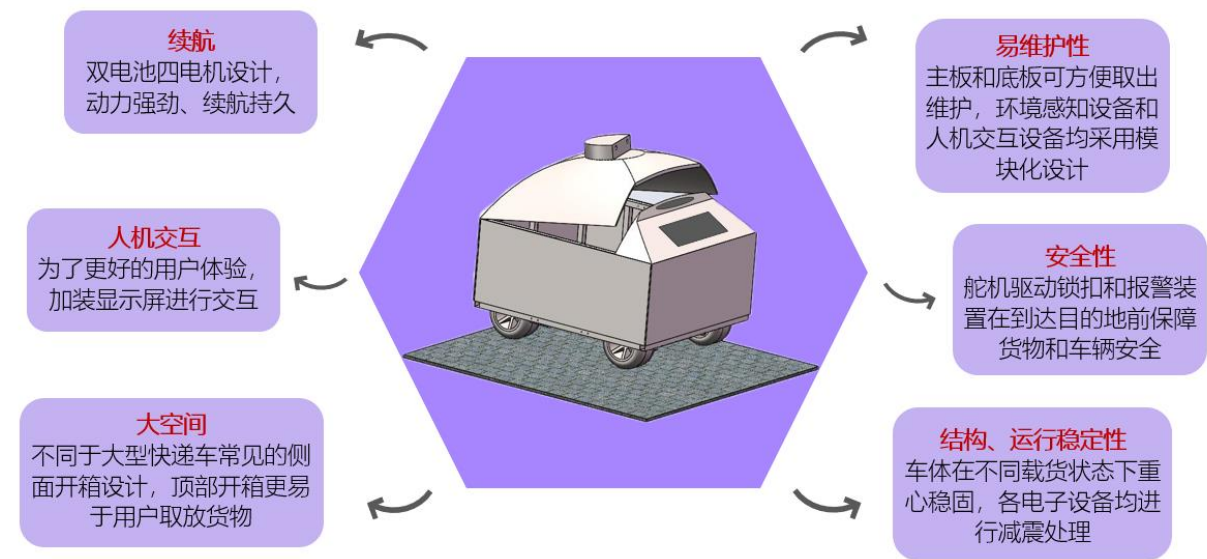
**视觉感知系统方面**，我们构建了一个轻量级多任务神经网络，实现了目标检测，行车区域分割，车道线检测三个任务，并能在嵌入式设备达到实时。该神经网络采用检测框架 yolo 系列作为主干。通过借鉴 MobileNet(Andrew G et al 2017)和 ShuffleNet(Xiangyu Zhang et al 2017)等经典轻量级网络的构建思路，自主设计网络，在满足实时速度的情况下达到较高精度。

目前学术上关于多任务的研究一般仅限于语义分割和目标检测的结合(Marvin Teichmann et al. 2018)或者分割和测距的结合(Alex Kendall et al. 2018)等，将目标检测，行车区域分割和车道线检测三个任务整合成一个系统是罕见的(Y. Qian et al. 2020)，并且没有达到实时，无法搭载到嵌入式设备上。现有的轻量级网络主要用于实现单个任务(Hou et al. 2019)，我们的视觉系统将填补这一方面的空白。

**快递车设计方面**，相比于同类型竞品多采用阿克曼转向结构的复杂设计，本产品使用差速转向底盘，降低车辆主体结构高度以增加稳定性；相比于竞品的侧开式结构，设计顶部开合结构以适应小型化车辆单载体物空间，同时尽可能提高空间利用率；采用舵机锁扣设计拉紧顶盖，保障每次锁死后车顶的传感器姿态准确，采用弹簧阻尼合页在解锁后自动开启顶盖，免去用户手动开启的操作，使用简便的同时保障货物

安全；模块化设计，合理分隔组件，减少发热堆积的同时容易维护。

**控制决策系统方面**，使用有限状态机作为解决方案，采用 GPS 粗略定位+局部精确控制的思路。对于后者，本方案相比于 slam 建图进行决策的传统方案节省了算力，但相应的对驱动状态机状态转移所需逻辑的完备性要求更高。



本项目意在设计出一款低成本、能实现半开放道路中自主行驶的小型无人配送车。该无人配送车的系统综合运用了计算机视觉、自动控制、自主导航等技术，可操作配送车在复杂道路环境中安全稳定的抵达目的地。

该项目的主要优势在于团队设计了一款纯粹利用视觉信息而不依靠激光雷达的**感知-控制决策系统**，大幅度降低了车辆建造成本，该感知系统的优势体现在以下两个方面：

在任务分布上，该车的环境感知系统以深度学习神经网络为主体，辅助以数字图像处理的形态学变换来完善神经网络的学习结果，能够同时完成目标检测、行车区域分割和车道线检测三个任务；

在时效性上，本网络在低计算量、低参数量的情况下能够在嵌入式设备上满足实时性需求。目前团队查找国内外相关课题研究与初创企业研发案例得知该感知系统是十分少见的。同时，本车的感知系统与决

策系统具有很强的可移植性，可以在大多数嵌入式设备上运行。后续团队将同步开发微信小程序、建立线下客服服务与用户反馈机制来通过手机预定小车递送服务、实时查看小车位置与优化配送服务等，以此提升用户体验与小车人性化服务质量。

#### **4.目标客户和运营范围**

团队计划将产品的适应范围由华中科技大学校区推广至更广阔的场景，如社区、园区等交通流状况相对简单的场景，进行快递、外卖、邮件、本地商超配送等运营区域的转运服务。

#### **5.市场概况与竞品分析**

“智能城市”的概念在近几年变的越来越受到关注，分布在城市各个角落的智能配送需求也随之愈发强烈。与此同时，计算机视觉技术处理图像（视频）能力逐渐成熟、智能城市建设逐步完善，多种驾驶感知技术和行驶决策技术得到发展，智能车辆最终成为交通工具已是发展的必然趋势。目前低速无人配送车市场参与者纷纷探索实际可落地的商业化场景，例如：智行者在清洁卫生、物流配送及出行领域等多场景进行布局，产品有无人清扫车、无人物流车等；新石器除布局快递物流场景外，还开始布局无人零售场景，产品有无人零售车、无人快递配送车；行深智能主要攻破末端物流的配送场景，并在此基础上探索新的配送体系，具体包括智慧社区，智慧校园、集中配送的方式等，具体产品有用于快递、外卖、邮件配送的无人配送车，也有用于物资转运的无人配送车。

与其他竞品横向对比可知，本车辆成本低廉、体积小、轻便、视觉模型鲁棒性强的特点，使得其适合在多种半封闭或简单交通流情况下使用：**点对点快递外卖配送、疫情期间点对点非接触式快递投送、彼此相距较远的单件货物投递**等工作，具有较好的推广前景。包括第一代小型无人配送车在内的智能交通将会提高社会的信息化水平，真正让民众在潜移默化中享受人工智能为生活带来真切的变化。

#### **6.市场规模及盈利预期**

本项目的无人配送车所瞄准的市场是连接快递集散点到用户的“最后一公里”。从科技研究权威平台 36Kr 上可知，自 2010 年起中国历年快递业务量不断增加，截至 2019 年全年业务量达 635.2 亿件，日平均业务量达 1.74 亿件(假设全年无休)。根据市场平均水平，一个快递员的工作效率为 100 单/日，截至 2019 年日均所需快递员的数量至少 174(万)。根据市场调研，理想情况下两辆无人配送车可替代一位快递员的工作量，则意味着市场所需求的无人配送车达到 87 万辆，参考市场上无人配送车售价 20-30 万元/台计算，市场空间约为 1740-2610 亿元。按照配送人员平均月薪 6200 元计算，全年可替代快递行业劳动力成本为 1294 亿元。而实际情况是，无人配送车目前只能在全封闭或半封闭的园区、社区、校区中落地，因此我们以华中科技大学校内应用为例，大致测算其在本校校区这一应用场景的市场规模及可以替代人工的成本如下：

华中科技大学所有在校师生以及工作人员约 6 万人，以平均每人每 14 天 1 件快递来算，每天则有 4285 件快递，假设顾客愿意为运送一件快递上门付 3 元的费用，一年按 300 天计算，则一年有 385 万元的市场规模，以一辆无人配送小车平均 7 分钟送达一件快递计算，从早上 8 点到晚上 10 点，小车一天可工作 14 个小时，则一辆车一天可以配送  $14 \times 60 / 7 = 120$  件快递。每天按 4285 件快递计算，则每天需要 35 辆小车配送快递以满足华中科技大学一天的配送需求。小车的成本不到 1 万，按 1 万计算，每个小车按照 1 年的寿命计算，每天的电费按照 35 元计算，每天小车的维护成本按 500 元计算，一年按照 300 天计算，则每年的成本为： $10000 \times 35 + (35 + 500) \times 300 = 51.05$  万。经计算每年可获得的利润为 334 万。

## 7. 专利申报情况

计划在 4 月完成视觉感知系统的论文撰写和投递

计划在项目第二阶段（中试阶段）后对整车申请专利

计划在项目第三阶段（交互功能开发）后对整套系统申请专利，包括人机交互系统、可移植的视觉感知和控制决策系统

## 二. 全球市场分析


国内同类课题:			
企业	相关产品	产品图例	应用情况
阿里	达摩院小蛮驴		2020 年 9 月首次推出,之后在浙江各校区园区试用。
京东	京东无人配送车		2020 年 2 月完成在武汉将医疗和生活物资从京东物流武汉仁和站运送至武汉第九医院的首单配送。
百度	Apollo 物流车		2018 年发布,并在常州,雄安等地落地试运营。
新石器	新石器无人车		2016 年开始研发,目前已经在多地办公园区、公园、校园、CBD 核心区应用。
<p>目前在国内,阿里、京东等本身自带物流配送业务的巨头公司纷纷入局无人配送领域,但产品定位多在中大型无人车,体积较为庞大;由于传感器搭载较多,成本难以降低。各大厂商产品当前都处在中期试验阶段,并没有实际投入广泛使用,本产品小型化、价格低廉的特点有助于更快的在大范围进行推广。</p>			



虽然国内市场应用的产业、政策等问题亟待完善，但仍有着明显的场景优势，仅就配送业务量级而言，国内的物流业务需求规模巨大，远超其它任何一个国家，无人配送车拥有极大的市场，性价比高的纯视觉小型无人配送车更有望成为配送链中的重要组成部分。

国外同类课题：

企业	相关产品	产品图例	应用情况
Nuro	R-2		2018 年展示,载重 100 公斤以上,在市政道路运行。 采用激光雷达和视觉作为环境感知设备。
ZMP	CariRo Delivery		2017 年发布 CarriRo Delivery,最多能承载 100 公斤货物,在人行道运行。 采用激光雷达和视觉作为环境感知设备。
Kiwi Campus	Kiwibots		2017 年开始在校园和伯克利的部分城区试运行。 采用激光雷达和视觉作为环境感知设备。

Robby	Robby-2		2018 年发布,在人行道试点运行。 采用激光雷达和视觉作为环境感知设备。
-------	---------	--	--

国外虽然在无人配送车领域布局较早,且在大、小型车上均进行了尝试,但由于小型车本身产品定位的缘故,使用激光雷达带来的成本增加使其带来的经济效益反而不及大型无人配送车。本产品创新性采用纯视觉进行环境感知,弥补了此项缺陷,而可移植性强的系统为后续车辆设计方面的升级改进提供了便利。

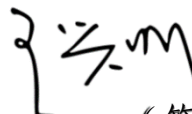
### 三. 项目成员、推荐人情况与项目说明


#### 推荐者情况及对作品的说明

推荐者 情况	姓 名	何顶新	性别	男	年龄	54	职称	教授
	工作单位	华中科技大学 人工智能与自动化学院						
	通讯地址	武汉市洪山区珞喻路 1037 号				邮政编码	430074	
	单位电话	027-87543730				住宅电话	027-87543730	
推荐者所在 单位签章		 (签章) 2021 年 3 月 14 日						
请对申报者申报情况的真实性作出阐述		本项目制作的配送无人车为魏雨飞等几位本科生分析国内外同类型产品定位空缺后自主设计研发的,具有实用性和创新性,与申报材料中描述相符。						

请对作品的意义、技术水平、适用范围及推广前景作出您的评价

该作品从环境感知系统、控制决策系统到机械、电路部分全部为初创，在各方面进行了比较详尽的考量和测试。与其它无人配送车相比，仅使用视觉进行局部环境感知，大大降低了车辆成本，为目前价格高昂的无人驾驶车辆提供了新的思路，在无人配送应用场景中拥有较快普及的可能，具有广阔的市场前景。

推荐者 情况	姓 名	王兴刚	性别	男	年龄	33	职称	副教授
	工作单位	华中科技大学 电子信息与通信学院						
	通讯地址	华中科技大学南一楼西 205				邮政编码	430074	
	单位电话	18802729359				住宅电话	18802729359	
推荐者所在 单位签章		 (签章) 2021 年 3 月 14 日						
请对申报者申报情况的真实性作出阐述		为了解决快递最后一公里的配送问题，该学生团队计划设计制造了一款纯视觉小型无人配送车，项目具有良好的实用价值和创新性。申报情况属实。						
请对作品的意义、技术水平、适用范围及推广前景作出您的评价		该作品是一款由学生自主研发并独立设计的无人配送车，搭载了视觉感知系统和控制决策系统，有望在校园、小区等环境下使用。该作品使用轻量级多任务神经网络构成视觉感知系统的主体，完成了目标检测、行车区域分割、车道线检测三项任务，在公开数据集 BDD100k 三项任务均达到了业内领先水平，目前已经可以实现在嵌入式设备上的部署并达到实时预测。该项目对解决快递最后一公里的运输问题提供了自己的解决方案，具有广阔的市场前景。						

推荐者 情况	姓 名	周瑜	性别	男	年龄	37	职称	副教授
	工作单位	华中科技大学 电子信息与通信学院						
	通讯地址	华中科技大学南一楼东 216				邮政编码	430074	
	单位电话	027-87543236				住宅电话	027-87543236	
推荐者所在 单位签章		 (签章) 2021 年 3 月 14 日						
请对申报者申报情况的真实性作出阐述		该团队给出的物流配送机器人解决方案具有小型化、造价低廉的特点，充分利用了深度学习对视觉图像的处理最大化获取信息，同时完全自主设计车辆的机械和电路结构，对于初创作品而言拥有较高自主完成度，申报情况真实。						
请对作品的意义、技术水平、适用范围及推广前景作出您的评价		该团队针对快递最后一公里的配送问题，设计了一款适用于半封闭区域的纯视觉小型无人配送车。小车采用双目摄像头作为环境感知设备而没有采用激光雷达，使用单网络多任务的设计赋予机器类似人双眼对于交通流情况、交通标志、可行驶区域、车道线等信息的感知，与同类型产品相比大大降低了整车的成本，配送无人车的纯视觉解决方案，可能成为该应用场景未来发展的方向。						