智能机械臂与菜鸟快递驿站存取系统运营分析

林远远　彭宏伟*　职琛瑶　黄晨航　唐润晖
桂林电子科技大学商学院　广西桂林　541004

摘　要：随着电子商务的蓬勃发展，快递行业面临诸多挑战，包括人工成本高、效率低、服务时间有限、用户隐私泄露等问题。为了解决上述问题，本文试图建立一个智能化的快递驿站系统，通过自动化立体仓库与机械臂结合的模式，实现快递包裹的自动分拣、存储和管理以及取件，提高服务效率和自动化水平。在对经营模式上进行阐述，找到实现过程中的主要问题，提出文中所倡导的智能快递驿站与传统驿站的区别，并给出相应的建议。

关键词：菜鸟驿站；智能机械臂；自动分拣与存取；末端物流

引言

在2013-2024年期间快递行业的快速发展、电商行业的热潮，我国快递业已进入千亿件时代。随着快递包裹数量的激增，传统的快递服务方式面临种种问题，快递员配送压力巨大，因此快递行业根据不同的场景设下了大量的快递驿站，比如学校、社区、商业区等场景。在科学技术的快速发展下，基于大数据、物联网、智能设备等技术为快递行业提供了许多便利，但许多问题也随之而来，个人隐私安全、取件时间大多数为白天无法满足夜间取件的需求、快件误取、末端物流经营者的成本增加等问题。目前，快递行业最后一公里的物流末端安全和时效是客户关注的重点，也是末端行业经营者关注的重点，因此本文提出基于智能机械臂与菜鸟驿站相结合末端物流经营模式，提升菜鸟驿站的运作效能，确保在充分满足顾客需求的基础上，进一步增强客户满意度和优化服务体验。

一、末端物流的行业需求分析

（一）行业需求分析

进入21世纪，在电子商务迅猛增长的背景下，特别是在中国，消费者对便捷、快速和高效的快递服务有着日益增长的需求，这一趋势推动了相关技术和服务的飞速进步。智能快递驿站在解决“最后一公里”配送问题方面展现出巨大潜力，它们结合自动化技术、物联网及移动互联网，为用户提供了24小时自助收发包裹的服务，弥补了传统快递服务的时间和空间限制。

根据国家邮政局数据，2023年中国快递业务量达到了1320.7亿件，行业收入达到12074亿元。其中，菜鸟驿站作为末端物流的一种，市场规模在逐年扩大，尤其在人群密集地中的使用率更高，目前市场规模巨大，并且随着快递量的增加持续增长。菜鸟驿站市场的增长趋势非常明显。根据趋势预测，未来几年内，菜鸟驿站的市场规模有望保持良好的增速，结合智能设备的菜鸟驿站也是如此。增长的主要驱动力来自于城市人口密集地区对智能化快递解决方案的需求增加，以及智能物流技术的快速发展。

（二）现存菜鸟驿站配送的特点

菜鸟驿站属于物流中的“最后一公里”服务于不同的客户群体。根据调查发现：（1）人工分拣上架效率不高、误取、用户隐私泄露等。（2）服务时间过于集中且有限：工作人员要在取件高峰期高负荷工作，但是无法满足在营业时间段之外取件和寄件的需求。（3）不同的驿站服务质量存在差异：驿站的经营管理，培训员工标准等不同，导致员工的服务态度，服务方式参差不齐，使得消费者对服务有落差。[1]

尤其体现于高校这一特殊群体：高校的快递量大，小件多，取件的集中度高、智能化应用程度高、大促期间易出现“爆仓”情况。

二、提出智能机械臂与菜鸟快递驿站相结合的经营模式

通过以上分析，基于菜鸟快递驿站基础之上结合智能机械臂的“最后一公里”的物流送模式适合于高校和新兴小区。在这两类群体中多数为年轻人，对于智能设

项目资助：广西壮族自治区大学生创业训练项目：“喻华智派递e科技有限公司”（项目编号：S202410595432X）
通讯作者：彭宏伟，邮箱：penghongwei@guet.edu.cn

备和自主取件较为接受。如果能实现智能机械臂与传统菜鸟快递驿站的结合，那么相应减少成本，给客户带来好的体验，增强企业竞争力，因此提出以下建议。

（1）在白天卸货上货采用人工+智能机械臂模式完成，实现省工省力。

（2）利用智能机械臂实现分拣出库，提高工作效率，保护用户隐私。

（3）在晚间通过智能机械臂在闭店后，客户的寄件和取件时，可以软件系统实现在驿站顺利完成寄件或取件。第二天快递公司送货时，将寄件运出，大幅提高时效。

三、智能机械臂结构与控制系统设计

（一）智能机械臂结构

智能机械臂将用6自由度机械臂，其较高的自由度能够提供灵活的运动，足够坚硬的铝合金支架能够承受环境条件。使用最大扭矩为20KG的TBS20舵机作为关节，其能提供足够大的扭矩维持机械臂运动。结合由摄像头和openMV构成视觉定位系统设计、使用STM32作为主控制器的控制负责机械臂的实时控制和运动。配合自动化立体仓库状态监控系统，基于STM32微控制器，实现入库信息采集、盘点信息处理、出库操作、物流车信息采集和环境信息采集。[3]

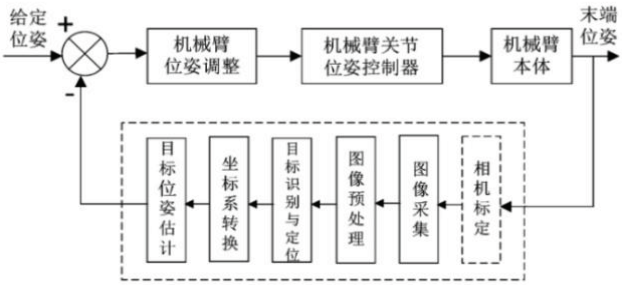

图4–1　视觉定位系统工作流程图

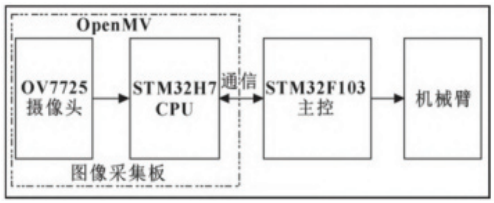

图4–2　openMV构成视觉定位系统设计

（二）控制系统设计

使用STM32作为主控制器，负责机械臂的实时控制和运动。连接电机驱动模块和传感器到STM32，用于控制机械臂的运动和获取反馈信息。在STM32上编写实时控制程序，包括运动规划、电机控制和传感器数据处理等功能；ESP32作为Wi–Fi模块，编写Wi–Fi通信程序，负责与外部设备进行通信，实现远程控制功能，同时提供用户操作界面。最后，设计一个简单的通信协议，用于STM32和ESP32之间的数据传输和指令解析。这样通过Wi–Fi连接后，就可以使用手机App或PC软件远程控制机械臂的运动，实现基本的运动控制功能，如位置控制、速度控制等。

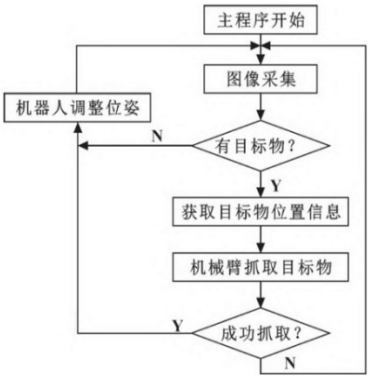

图4–3　控制系统工作流程图

四、智能机械臂与菜鸟快递驿站末端物流运营优势分析

（一）智能设备的发展和技术支持

智能快递驿站采用自动化立体仓库+机械臂技术，结合物联网、人工智能、云计算、移动应用开发和安全技术，实现包裹自动分拣、存储和管理。机械臂发展逐渐智能化，通过嵌入智能程序+运动滑轨实现高精度、高灵活、节能环保、易于集成等目标。未来，智能机械臂+滑轨系统将朝更加智能化、人性化方向发展，提高自主决策能力和作业精度，结合人机交互、虚拟现实等技术，满足个性化需求。智能机械臂在菜鸟驿站日常运作中具有广泛应用前景。

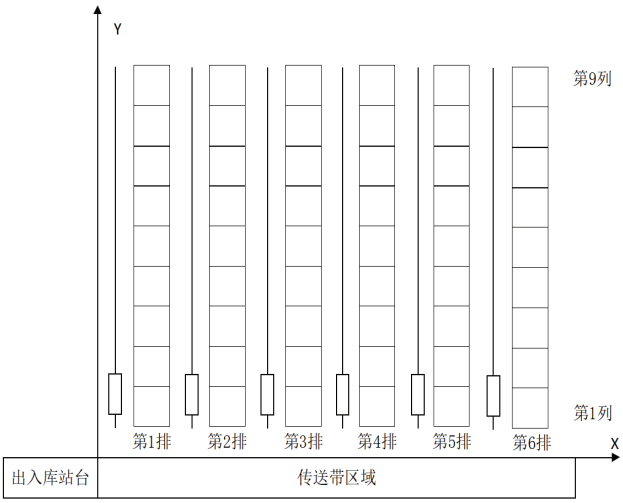

图5–1　自动化立体仓库空间布局俯视图

（二）入库分拣流程的实现

在快递物品入库过程中，采用智能机械臂与传送带相结合的方式，实现了货物的快速分拣与上架，显著提高了入库效率。当包裹抵达驿站，通过人工与机械臂的协同作业进行卸货，随后智能机械臂负责拆包和分拣工作，将包裹按类别导向不同的传送带。接着，利用智能机械臂结合滑轨系统，快速将包裹分配至指定区域，进一步提升了操作效率。

（三）出库取件分拣的实现

在常规的快递取件过程中，收件人通过扫描取件二维码来查询待领取的包裹，并提交取件请求。快递驿站的管理系统接收到取件请求后，通过控制单元指令智能机械臂执行任务。智能机械臂接到指令后，自动且迅速移动至相应的货架区域，从货架上取出快递，并将其递交给在前台等候的收件人。

五、日常运营与维护

智能机械臂与菜鸟快递驿站的结合实现了快递最后一公里的高效率和长时间运作，即减少了运营成本又能满足客户的取件要求。

第一，建立快递驿站的定期巡检制度，指派专人周期性对驿站进行巡视，确保各项设施设备运作无异常。第二，实施对驿站运营现场的实时监控及流程数据的动态跟踪。在快递驿站安装360度无死角的监控摄像头，以便实时监控驿站的运营状态，及时发现并处理潜在问题。同时，利用系统对流程数据进行监控，以便检测任何异常情况，确保无人值守的快递驿站能够顺畅且高效地运行。第三，在白天工作时间中，安排1–2个工作人员协助快递物品出入库，在一定基础上提高出入库的效率且节约相对少的人工成本。

总结

中国是全球电子商务物流最大的国家之一，也是全球电子商务物流系统最为完善的国家之一。而且随着科学技术的发展以及网络电商的普及，快递行业正逐渐上升，快递行业的成本压力也渐渐显现，我国主要的快递配送方式是快递驿站+快递员配送的模式，消耗人力较大，且对个人隐私和快递乱取、误取等无法得到一定保证。

本文提出的智能机械臂和传统菜鸟快递驿站相结合的模式，是对传统菜鸟快递驿站运作流程模式的对比，并对该模式下的需求进行分析，并给出相应的运营保障措施。

参考文献

[1]常兰，田帅辉，李书阁.基于智能物流设备的无人值守菜鸟驿站运作流程设计[J].科技视界，2022，（31）：78−81.DOI：10.19694/j.cnki.issn2095−2457.2022.31.21.

[2]陈思宇.基于机器视觉的六自由度机械臂分拣系统设计[J].内燃机与配件，2022，（11）：43−45.DOI：10.19475/j.cnki.issn1674−957x.2022.11.033.

[3]刘建升.自动化立体仓库状态监控及货物智能存取问题研究[D].沈阳工业大学，2022.DOI：10.27322/d.cnki.gsgyu.2022.000650.

[4]凌浩.自动化立体仓库研究[J].科技与企业，2013，（23）：162.DOI：10.13751/j.cnki.kjyqy.2013.23.154.