

机场勤务车辆智能监控系统的研究

房 玮

南京航空航天大学金城学院, 中国·江苏 南京 211156

【摘要】随着中国民用航空产业发展迅速, 机场的规模日益扩大, 勤务车辆日益增多, 当前各机场需要考虑的问题之一就是如何保障勤务车辆的运行安全和高效。本研究的目的是建立一个小规模高精度的智能监控系统, 在短距离内对机场勤务车辆进行监视和控制, 为勤务车辆调度提供多功能信息平台, 包括收集车辆信息, 车辆管理等。

【关键词】机场勤务车辆; 智能监控; 电子地图; 两阶段启发式算法

引言

随着国民经济的发展, 我国对民航的需求也在逐步增加。由于航空公司的扩张, 机场使用的勤务车辆数量有所增加, 每架飞机都需要一系列的勤务车辆提供服务, 包括食品车, 清洁车, 加油车, 行李车, 拖车等。如何在机场内部对各种各样的勤务车辆进行监视和管理, 使勤务车辆更安全、更高效, 降低成本, 保障经济效益, 这是各机场想解决的问题。

全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS) 和通信技术是智能交通系统的重要组成部分。车辆的实时定位功能基于全球定位系统 车辆监控信息的存储和管理功能则是由地理信息系统提供; 而两者之间的通信桥梁就是通信技术。由于GPS的精确定位, 数字地图和通信技术的相互配合, 使得车辆监控系统能够进行合理监控, 从而避免道路拥堵, 缓解交通压力。

在车辆监控系统的实时监控下, 勤务车辆能够运行的方便、快捷, 节约机场工作时间, 降低资源成本, 提高机场的经济效益。因此, 对于勤务车辆的管理, 车辆监控系统尤为关键, 有必要对其进行研究。

1 系统的总体设计

总体规划的合理性决定了系统未来的运行效率、稳定性和便捷性。在制定总体方案时需考虑以下几个方面:

- (1) 全局的整体性。系统的各个功能要相互合作, 相互补充, 完善整体性能。
- (2) 系统的适用性。系统要能适用于机场地面部门的监督和管理, 能为工作人员提供方便快捷的信息咨询。
- (3) 可发展性。针对勤务车辆数量与种类的不断增多, 面对机场勤务车辆监控系统需求和功能的增多, 系统能够兼容及时的更新、完善。
- (4) 可修正性。由勤务车辆负责服务的机场航班可能存在晚点、取消等情况, 导致数据变动频繁, 因此勤务车辆所接收的信息需要及时的修正, 从而更好的完成任务。

1.1 系统架构设计

系统的架构包括车辆智能监控与调度子系统、无线数据传输系统、车载移动终端子系统。数据传输和操作过程如下, 最初先由全球定位系统接收器接收有关勤务车辆的位置信息, 然后由勤务车辆上配备的车载移动终端子系统将机场的交通信息和位置信息连接起来, 整合信息并反馈给无线数据传输系统, 经过其数据处理再传输到监控调度平台子系统。接着, 电子地图上的控制中心根据车辆的运行情况和航班的飞行信息, 显示出车辆与航班的相对位置以及勤务车辆所需要服务的位置信息, 在终端发布相应的调度通知。最后, 数据再传回车载移动终端子系统, 驾驶员根据收到的作业信息进行作业。

1.2 系统功能设计

该系统分为四大子系统: 数据管理子系统、客户端通信子系统、实时监控调度子系统、地理信息子系统。

(1) 数据管理子系统。它涵盖了整个系统的主要信息服务功能。共由六方面组成:

数据备份: 备份整个系统的数据库文件, 防止数据的遗失或因意外情况导致数据清除、系统关闭等。

权限分配管理: 目的是确保与机场地面服务管理相关的五个不同登录身份的独立性。

系统日志管理: 记录系统中的所有操作, 所有模块的访问, 任一服务的调用, 用户登录等, 方便以后的搜索。

人员信息管理: 记录机场地服人员的基本信息。

车辆信息管理: 记录勤务车辆的信息, 运行状态, 包括车辆的车牌号、编号等。

航班信息管理: 记录航班信息, 包括时间表、编号等, 为勤务车辆提供需要的作业信息。

(2) 客户端通信子系统。该系统通过无线技术与勤务车辆上的车载移动终端子系统进行通信, 能够使通信质量提高。

(3) 实时监控调度子系统。对勤务车辆进行完整的监视与控制, 向移动终端实时传输信息, 实时显示车辆位置, 并在电子地图上优化管理。

(4) 地理信息子系统: 包括地图操作、查找和导航。

2 算法设计

为了保障机场运营安全、高效, 尽量避免因地面服务导致航班延误, 系统应该满足这些条件: 在有限的时间内对勤务车辆进行合理调配, 按照勤务车辆可以使用的数量和种类分配任务, 在最短时间内, 有序地完成地面服务工作; 保证航班及时降落和起飞, 利用有限的资源提高系统效率; 执行着陆安全功能时, 应当按照规定的程序及时维护航班, 监管员不仅要考虑每架飞机和其配备的机场勤务车辆服务问题, 还需要进行全局协调。

我们研究了蚁群算法、遗传算法、模拟退火算法以及两阶段启发式算法等算法的优缺点,

遗传算法和模拟退火算法虽然能得到更好的解, 但需要花费的时间比两阶段启发式算法多得多。由于机场内部航班众多, 信息也会随着航班的晚点和取消而改变, 再加上勤务车辆的数量和种类众多, 根据编号与服务距离分配调度的次数众多, 调度环境经常改变, 导致数据的更改和算法的重新计算。因此, 在进行最后的算法选择方面, 我们采用了两阶段启发式算法。

启发式算法旨在找到最适合的解决方案, 并不是常见算法中所得的最优解。它可以从多角度对问题进行考查, 摒弃了只有最优解才能满足需求的局限性; 同时考虑了时间成本, 在高效率下算出合适的解。它能够在机场内部勤务车辆监控和管理时, 提供更快更方便的解决方法, 而且因为有驾驶员和监管员的存在, 勤务车辆的调度不需要特别高的精度要求。

本课题需要解决的问题如下: 对于机场地勤设有各类具有不同服务对象的车辆, 它们功能不同, 如加油车、摆渡车等。车辆种类多, 路线不同, 因此机场管理部门对这些车辆的运行参数要

进行合理规划, 比如在某个时间段内车流量要设定阈值。许多勤务车辆也并不是只执行单一的任务, 中途还需要不止一次的添加物资等, 每类车型作业的时间段也不同。

本文的算法实现计算各类勤务车辆正常工作行驶的先后顺序, 同时勤务车辆本身的特性参数也在考虑范围内, 因此提出通过分类讨论实现启发式算法在这个问题的应用。

第一类情况下, 先把各类勤务车型按照工作先后顺序进行分类, 首先是加油车、行李车等需要先进行作业的车型, 只有他们完成工作才可以对其他车辆进行调度, 同时他们的工作可以共同进行。对于需要单独工作的车型归纳到第二类情况。

第一类情况下的计算参数含义如下: 将 F 定义为在时间 T 内所有需要各类服务车型的航班号集合, 同时把 F 集合包含的所有元素依照可以开始被 s 类车服务的时间点排序。用 VAs 表示对于任意第 s 种服务车中当前可用的车辆集合, 算法实现方法和逻辑如下:

(1) 校核集合 F 是否为空集。若不是空集, 则将航班 i 移出集合 F ; 若是空集, 则程序直接结束;

(2) 校核 VAs 是否为空集。若为空, 也就是说 s 类型的服务没有车辆可以完成, 则计算在所有运作中的 s 类服务车辆能完成当前任务的最快时间, 将该车辆序号采集并在该车完成任务后放入集合 VAs , 进行下一流程;

(3) 校核 VAs 中车辆的服务能力是否满足航班 i 的需求。若存在能够满足航班 i 需求的车辆, 进行第 4 步; 若不存在能够满足航班 i 需求的车辆, 则转入第 5 步;

(4) 从集合 VAs 中汇总所有航班 i 需要的勤务车辆, 并找到这些勤务车辆中运行路线距离服务航班最短且当前工作任务最少的车辆, 记作 k , 进入第 1 步;

(5) 令集合 VAs 中的服务车返回指定位置进行物资添加, 选择当前位置到指定位置行驶路线最短且当前服务任务最少的车辆, 记作 k , 进入第 1 步;

第二类情况: 把需要单独调度的拖车放在这一类情况考虑。将 F 定义为时间 T 内所有需要被服务的航班集合, 并把第一类情况下所有工作任务完成的最长时间作为第二类情况下待服务航班接受服务的初始时间, 套用第一类情况的解决流程即可。

3 软件设计

3.1 数据库系统设计

为满足机场勤务车辆智能监控和调度中心的要求, 数据库提供的数据库需满足以下要求:

- (1) 将不同服务类型的所有机场勤务车辆进行编号;
- (2) 可以实时记录终端的运行状态, 当一个终端登陆时, 可以对其信息进行实时监控;
- (3) 调度中心可以实时监控各终端, 并实时对其信息进行反馈。

3.2 电子地图设计

本设计的电子地图使用矢量地图。主控平台可以对矢量地图进行放缩、移动、拖拽等操作。在此基础上加上地物单位的属性数据就形成了数字地图。

本设计根据已有的百度地图信息在 GIS 中创建工作空间,

将已有地图数据信息导入。

用户的工作空间是一对一的, 其在工作空间中执行所有的数据操作。工作空间与数据源集合、地图集合、布局集合、场景集合和资源集合也是一一对应的。数据源统筹了工作空间中所有的数据。地图集合用来管理工作空间中的所有地图。操作结果的保存顺序, 是先保存到地图、布局和场景中, 然后是工作空间。下次操作的时候, 只需要打开工作空间, 即可获取上次保存的工作环境和相应的操作结果。

4 应用举例和结果分析

机场勤务车辆的类型主要包括: 加油车、清水车、食品车、清洁车、行李车以及拖车。假设在某个时间段内到达机场的飞机数量为 18 架, 应用两阶段启发式算法分别对这 18 个航班进行不同类型、不同编号的勤务车辆的调度, 这里将正点的 01-08 号航班和延误的 18 号航班的勤务车辆实验结果进行列出并进行分析。

表 1 所有航班预计到达和离开时间

航班号	1	2	3	4	5	6	7	8	18
预计到达时间	15:00	15:00	15:05	15:05	15:10	15:15	15:20	15:30	17:55
服务结束时间	15:45	15:55	16:00	15:50	16:05	16:10	16:25	16:48	18:48
预计离开时间	16:10	16:20	16:20	16:15	16:20	16:30	16:40	16:48	18:45

从表 1 可以看出通过二阶段启发式算法进行勤务车辆的合理调度, 所有 18 个航班中只有 18 号航班起飞晚了三分钟, 其他所有航班都能正点离港, 尽可能减少了航班的延误问题, 在安全工作的同时提高了机场的运行效率, 从而提高机场的经济效益。

5 结论

本文将机场的勤务车辆作为研究对象, 通过与 GPS、GIS、无线通信、数据库和电子地图等技术结合, 设计出了智能监控系统, 最后对系统进行测试, 验证系统的有效性。能够实现机场勤务车辆进行动态监控和实时优化, 但是本次设计仍然存在一定的不足: (1) 本研究是针对机场内部小型的智能监控系统, 主要对象为勤务车辆, 范围小, 功能也较简单。(2) 关于勤务车辆的监控与管理的研究是静态的, 对于动态问题无法解决。希望能够进一步研究优化。

参考文献:

- [1] 刘晓琳, 刘胜飞, 魏江龙, 石旭东. 机场勤务车辆指挥调度系统设计[J]. 自动化与仪表, 2010, 25(3): 456-459.
- [2] 程一沛. 基于 GPS/GIS/GPRS 的车辆监控管理系统的设计与开发[D]. 西安: 西安科技大学, 2009.
- [3] 宁恒, 冯增才, 刘丙发. 基于 GPS/GIS/GPRS 车辆监控系统设计与实现[J]. 微计算机信息(测控自动化), 2010(26): 117-119.
- [4] 龚如良, 邵惠鹤. 机场加油车指挥与调度系统的设计与实现[J]. 控制工程, 2009, 15(4): 456-459.
- [5] 樊琳琳. 大型机场地勤服务中的车辆调度问题的初步研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2009.