

文章编号: 1000-5013(2012)03-0275-05

采用物联网技术的港口信息化系统

唐雅璇, 余金山

(华侨大学 计算机科学与技术学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 设计一个基于物联网技术的港口信息化系统,研究其集装箱自动堆放算法和拖车自动排载算法. 集装箱的自动堆放运用射频识别(RFID)及电子标签技术感知,通过 3G 网络进行堆场内控制信息的实时交互;拖车自动排载业务通过全球卫星定位系统(GPS)和 3G 网络和多码流视频技术实现,使堆场管理调度中心可以随时掌握拖车的具体位置信息,并通过第 3 方地理信息系统(GIS)技术进行计算与任务调度管理.

关键词: 物联网; 港口; 信息化; 自动堆放算法; 自动排载算法

中图分类号: TP 393; TP 301.6 文献标志码: A

港口信息化是面向半开放式的场所管理,存在着货物种类繁多、来源多样、货物仓储区域范围广等一些特征,如果单纯以数字逻辑模型进行管理,会发生很多管理不到位的问题. 港口业务往往需要关联到堆场的各项业务中,如果和其他信息系统一样依靠人/机交互的模式,信息将无法得到快速有效的采集和计算. 此外,堆场物理区域大、搭建内部局域网困难、区域安全监控和报警需要投入相当多的资源、监控数据无法得到有效的保存,以及主要的核心业务只能依靠人工方式进行处理都是传统港口信息化存在的主要问题<sup>[1-2]</sup>. 要解决以上问题,就必须彻底改变传统的方式,将物联网对物质、物资的状态与属性信息进行传感和遥控的特性<sup>[3-4]</sup>结合到现有的港口信息化系统中,把系统所涵盖的对象由人与事提升到整个作业范围内的人、物、事,使得依赖人工方式进行输入的信息通过物联网实现信息自动传达与控制. 基于此,本文将物联网引入到港口信息化中,实现了一个基于物联网的港口信息化管理系统.

1 系统结构

港口信息化系统的功能结构和逻辑架构,分别如图 1,2 所示. 主要由港口信息管理系统、智能设备

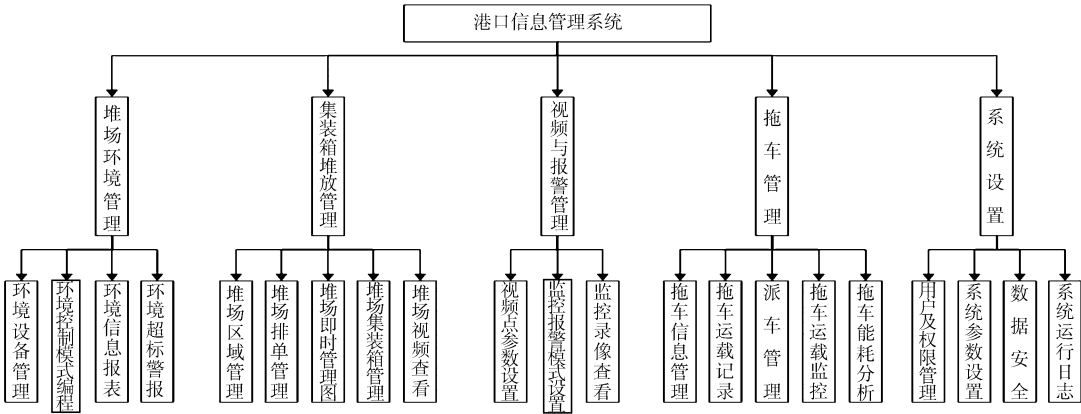


图 1 系统功能结构图

Fig. 1 System function structure diagram

管理终端<sup>[5]</sup>、视频采集系统(CMS)、射频识别采集系统(EPC)、环境信息采集控制系统(ECS)和全球卫星定位系统采集控制系统(GCS)等组成.

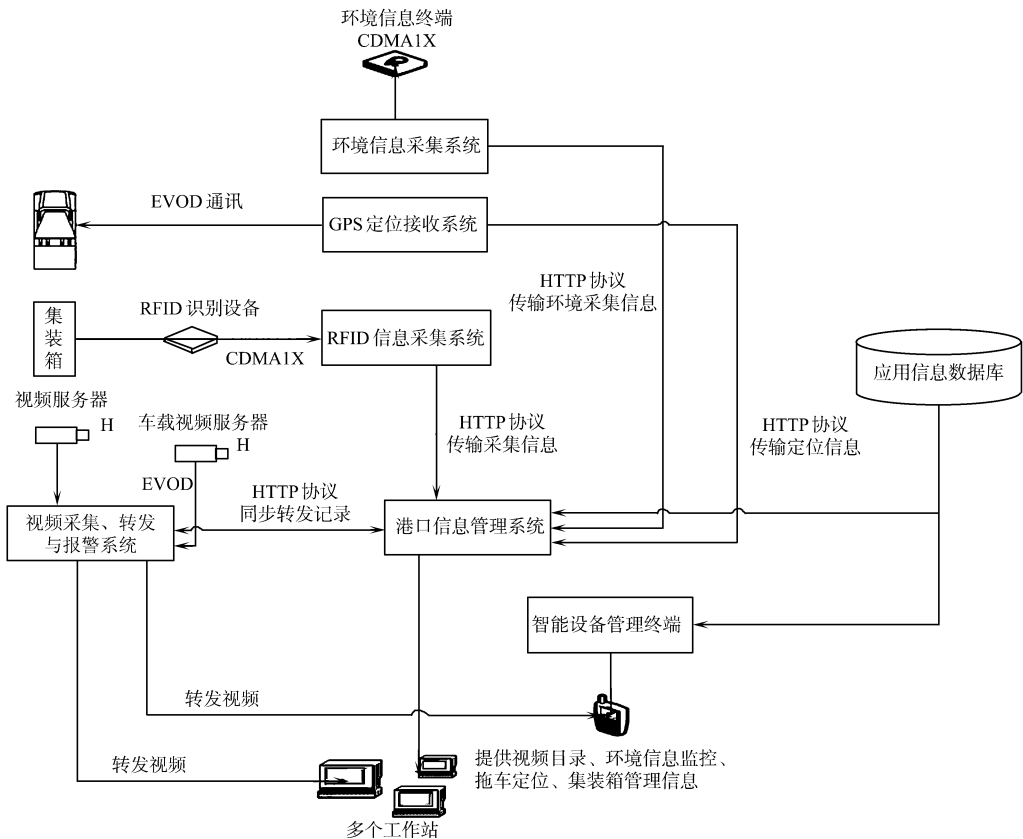


图 2 系统逻辑结构图

Fig. 2 System logic structure diagram

系统中与物联网相关的硬件环境:夜视监控探头,用于堆场各关键区域视频监控;3GPP 网路视频服务器,用于场内无法进行布线区域的视频监控;PDA,PPC,用于视频监控移动查看及手机客户端在线堆场管理(部分功能);有源和无源射频识别(RFID)设备,分别用于闸口拖车和集装箱的识别;EVDO 手机卡,用于车载视频与 GPS 传送的网络支持;专业手持终端,用于集装箱电子铅封信息采集;电子铅封提供集装箱的基本信息;车载智能终端,用于拖车视频采集与 GPS 定位传输.

集装箱入场堆放点的安排和拖车自动排载是港口信息化中急需解决的核心问题<sup>[1,4,6]</sup>. 因此,系统的核心算法是集装箱自动堆放算法和拖车自动排载算法.

2 集装箱自动堆放算法

首先利用物联网,将有源和无源的射频识别(radio frequency identification,RFID)技术<sup>[7]</sup>综合应用在集装箱信息承载与运输监控上,通过在集装箱上粘贴带有货物及运载相关信息的电子标签,随时随地采集集装箱信息,为整个集装箱的自动堆放算法提供数据基础. 然后,结合 3G 网络进行堆场内的控制信息交互,实现集装箱的自动堆放.

集装箱自动堆放算法有如下 6 个主要步骤.

- 1) 对集装箱的存储划分区域,从用途(发货区或到货区)、堆放限高、目的地、堆放集装箱尺寸、货物特性(特殊物品对物理条件有要求)出发,将堆场的存储空间进行逻辑意义上的分区,作为堆放的载体,并利用这部分数据建立正确的数字化模型.
- 2) 考虑集装箱与运载相关的属性,如尺寸、承载货物类型、发货时间、出货船号等由集装箱所携带的标准电子标签所提供,在货物进入堆场时进行采集.
- 3) 通过区域和集装箱信息的输入,使用轮询筛选制的方式,排除掉高度超过区域限制的堆放点.

- 4) 排除掉堆放的出货时间比当前时间早的堆放点。
- 5) 按照货物信息的类型限制(如需冷藏或不能层叠),在剩余的有效堆放点里按照堆放点已堆放集装箱数量、堆放点离此集装箱运载的泊位距离、堆放点最上层集装箱的出货时间、集装箱当前质量等特征进行加权。
- 6) 加权后,对所有有效堆放点按权重值进行排序,可得到集装箱从优到劣的可用堆放点列表。
- 通过 RFID 等物联网技术的信息采集自动建立的支持算法的数据模型,如表 1 所示. 表 1 中的信息只给出算法的核心字段,其余业务及辅助字段未列出。

表 1 集装箱自动堆放算法的数据模型

Tab. 1 Data model of containers automatic piled up algorithm

项目	信息名称	数据类型	存储特性	说明
堆场	区域编号	文本	唯一,自动生成,不可修改	堆区域识别码
	区域名称	文本	唯一,用户控制	堆区域助记名
	区域行数	数值	用户控制,一旦存在货物则无法进行修改	区域能储放的最多集装箱行数
	区域列数	数值	用户控制,一旦存在货物则无法进行修改	区域能储放的最多集装箱列数
	区域层数	数值	用户控制,一旦存在货物则无法进行修改	区域集装箱堆叠最高能达到的层数
	区域特性	编码	标识堆放区域的特殊类型,必须是以下编码范围内的值(可组合):NL(普通区域);FZ(冷藏区域);CK(需验关区域);PT(需特殊堆放区域);FD(食品区域);SP(特殊品区域);NT(保税区域)	算法的重要标识字段. 根据堆场及海关管理政策对该堆放区域所能堆放的集装箱类型进行设定.
	对应泊位	文本	用户设定	区域到达某泊位的距离
仓位	区域管理员	文本	用户设定,可设置一到多个管理员	管理员通过电子封签设备对所辖区域的集装箱信息进行采集和校验
	区域代码	文本	自动生成,不可修改	仓位所属区域
	行编号	数值	自动生成,不可修改	仓位在区域的行位置
	列编号	数值	自动生成,不可修改	仓位在区域的列位置
集装箱	是否禁用	逻辑	可用户设置	仓位的可用情况
	编号	文本	唯一,不可修改	根据采集到的 RFID 进行映射
	尺寸类型	文本	不可修改	根据集装箱长宽高进行编码
	质量	数值	不可修改	集装箱的整备质量
	出港泊位	文本	不可修改	集装箱要出港的泊位编号
	出港时间	时间	不可修改	集装箱出港时间
	货物类型	文本	不可修改	承载货物的类型. 将关联到区域信息表的区域特性
	所在仓位	文本	可用户设置	集装箱目前所存储的位置,对于由闸口进入堆场的集装箱,此字段为空
	堆放次序	数值	不可修改	进行堆放时自动计算的次序,值越大堆放得越高
	堆放时间	时间	不可修改	将集装箱堆放到此位置的具体时间
	堆放类型	文本	系统编码	分为入场和调整两种类型

### 3 拖车自动排载算法

首先,利用全球卫星定位系统(global positioning system,GPS)和多码流视频技术,通过计算机动态获取正在执行运载任务拖车的执行情况与预计返场时间,并结合 3G 网络实现与堆场管理调度中心的双向互动,使得堆场管理调度中心可以随时掌握拖车的具体位置信息;然后,通过第 3 方的地理信息系统(geographic information system,GIS)技术将任务执行提醒、任务下达等信息及时与司机进行沟通并执行任务调度管理,从而实现了拖车的自动排载。

拖车自动排载算法有如下 3 个主要步骤。

1) 算法的输入数据是近期已定单的运输任务,包含货主信息(以此确认此客户的物理位置)、货物信息(货物的类型,对应集装箱的尺寸与数量,是否需要特殊车辆执行,运载的时间,出货的时间,预计装

载时间)等。

2) 根据各车辆所在的物理位置与当前所执行的任务,以距离为限定条件安排未执行任务的拖车并下达此任务执行。

3) 拖车一旦进入执行状态,系统可以通过 GPS 计算出其当前的运动速度并通过 GIS 系统得出预计的到达时间。当拖车的运载时间比预计时间有较大偏差时,系统将提示管理员及时联络司机,了解拖车的状况;而当车辆出现特殊状况无法完成任务时,系统将会自动将任务进行调整。

相应的调整算法:a) 若要调整的任务有空闲车辆可以承载,则直接调度此任务给该车辆;b) 若此任务需要等待车辆,则优先计算所有任务中在最短时间有送货的车辆(返程为空车的车辆)中距离与此任务所在地最近的车辆,调度此任务给该车辆;c) 若此任务无顺路空车,则按每辆有任务车辆里插入此调度任务所造成时间影响最小的车辆调度给该任务。

通过 RFID 等物联网技术的信息采集自动建立的支持算法的数据模型,如表 2 所示。由于道路交通状况存在着较大的不可预测性,自动排载任务未能达到很好的效果。因此,在系统中加入了人工调整的机制,允许在任务执行开始之前,由管理员手工调整排载计划。

表 2 拖车自动排载算法的数据模型  
Tab. 2 Data model of trailer automatic vent load algorithm

项目	信息名称	数据类型	存储特性	说明
运载任务	任务编号	文本	唯一,系统编码,不可修改	运载任务标识
	预计开始时间	时间	由用户修改	任务预定开始的时间
	集装箱信息	列表	由用户修改	包含尺寸、数量和货物类型(特殊货物类型需由特定拖车运载)
	出发地点	数值	由用户修改	运载出发地点经度与纬度
	目的地	数值	由用户修改	运载目的地的经度与纬度
	里程数	数值	不可修改	根据出发与目的地调用地图接口自动计算
	预计时间	数值	不可修改	根据出发与目的地调用地图接口自动计算
	运载类型	文本	由用户修改	分为出场和进场两种运载类型
承载任务	任务编号	文本	由用户修改	所要执行的任务编号
	负责拖车	文本	由用户修改	负责进行此任务的拖车
	任务状态	文本	不可修改	执行中、已完成、超时未执行、超时完成、预订中、已取消等
	拖车所在地点	数值	不可修改	实时从车载智能终端采集的 GPS 定位信息
	已经执行时间	数值	不可修改	开始执行此任务的时间
	预计剩余时间	数值	不可修改	预计完成此任务的时间

4 堆场安全监控管理

在堆场安全监控管理中,使用 3G 网络技术和多码流流媒体安防技术。3G 网络技术支持数据高速传输的蜂窝移动通讯,同时能够传送声音及数据信息;而多码流流媒体,即在视频采集终端嵌入多码流格式的视频压缩芯片。

集成两种技术的视频服务器可以做到在接入电源的情况下,向远程的监控终端根据网络及终端类型传输不同格式的视频信息,不仅可以在港口堆场较大物理范围内以较低的施工难度和成本实现堆场监控报警,同时也实现了除电脑以外的智能联网终端(手机、平板电脑、iPad 等)对监控视频的访问,使得对堆场的报警监控不再局限于固定的物理地点与单一的监控设备,使监控作业更灵活更人性化。

5 结论

将物联网技术与港口信息系统进行有机的结合,成功地解决了港口信息化中存在的几个难以解决的核心问题,如堆场环境集中监控、堆场环境信息监控及报警、堆场集装箱自动排载作业、拖车任务自动

管理作业等. 该系统已在某港口应用, 系统的运行减少 20% 的堆场管理人员, 集装箱堆放作业时间周期缩短 17%, 堆场集装箱日吞吐能力提高 12%, 拖车平均油耗节省 8%, 运输按时达成率提高 8%.

物联网技术给港口信息化带来的不只是一种功能上的叠加, 完全可以利用这些新技术实现之前未能实现的信息化功能. 下一步, 将考虑夜视监控及报警联动、环境信息的报警联动、RFID 的可透传自行组网算法, 以及系统的大容量灾难恢复与集群化运行等的实现.

参考文献：

[1] 张永明, 刘艳琴. 中国港口信息化 30 年辉煌建设及其展望[J]. 港口科技, 2009, 31(1): 1-7.  
[2] 杨元飞, 陈树辉, 张嘉. 基于 GIS 的保税港区信息管理系统设计与实现[J]. 微计算机信息, 2011, 27(1): 147-149.  
[3] ZOUGANELI E, SVINNSET I E. Connected objects and the internet of things: A paradigm shift[C]. International Conference on Photonics in Switching. Pisa: IEEE Computer Society, 2009: 1-4.  
[4] 刘强, 崔莉, 陈海明. 物联网关键技术与应用[J]. 计算机科学, 2010, 37(6): 1-10.  
[5] KORTUEM G, KAWSAR F, FITTON D, SUNDRAMOORTHY V. Smart objects as building blocks for the internet of things[J]. IEEE Internet Computing, 2010, 14(1): 44-51.  
[6] 张宏宇, 柴逸飞, 涂时亮. 基于传感器网络和有源 RFID 的集装箱管理系统[J]. 计算机工程, 2009, 35(1): 245-252.  
[7] 孔宁, 李晓东, 罗万明, 等. 物联网资源寻址模型[J]. 软件学报, 2010, 21(7): 1657-1666.

Design of Port Informationization System Based on  
the Internet of Things Technology

TANG Ya-xuan YU Jin-shan

(College of Computer Science and Technology, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** Using the containers automatic piled up algorithm and trailer automatic vent load algorithm to design a port informationization system that based on the Internet of things. The automatic stack of containers is used radio frequency identification (RFID) and electronic tag technology for perception information. The real-time interaction of control information in storage yard is realized by 3G network. The business of trailer automatic vent load is implement by several technology: global position system (GPS), 3G network and multiple streaming video technology. With this business the management dispatching center of storage yard becomes better informed. They are able to get the accurate and timely information about the position of vent. Moreover they can calculate and manage tasks by third part geographic information system (GIS).

**Keywords:** internet of things; port; informationization; automatic piled up algorithm; trailer automatic vent load algorithm

(责任编辑：黄晓楠 英文审校：吴逢铁)