

基于 RFID 的零件精细分类管理系统开发

吴 薇 杨继全

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 针对现代大规模制造业需要将产品精细准确分类的现状,提出了基于无线射频识别技术的产品精细分类管理方案,并结合制造执行系统、运动控制技术和图像识别技术构建了零件分类管理系统,进行了系统的软件设计和信息处理系统设计,将零件的信息实时显示在系统的界面上,从而实现了产品的入库、出库及分类的精细化、快速化和准确化管理功能。最后对该系统的应用效果和后续研发工作进行了讨论。

[关键词] 无线射频识别,分类管理,制造执行系统,图像识别,运动控制

[中图分类号] TP391; TP278; TN99 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-4292(2012) 02-0018-06

RFID Based Precise Classification and Management of Industrial Products on Software Design

Wu Wei ,Yang Jiquan

(School of Electrical and Automation Engineering ,Nanjing Normal University ,Nanjing 210042 ,China)

Abstract: According to the precision and efficiency of mass products classification in the modern manufacture ,the paper proposes Radio Frequency Identification technology. An integrated solution is proposed and applied in practice ,which combines with Manufacturing Executive System ,motion control and machine vision. In order to obtain such a fine ,rapid and accurate system on in and out warehouse and classification of products ,its software ,user interface ,and information process subsystem are developed. Moreover ,its results and further development are discussed.

Key words: radio frequency identification ,classification and management ,manufacturing executive system ,image recognition ,motion control

现代制造企业面临着降低生产管理成本、提高生产效率和产品质量的挑战,如何根据客户的需求,在实时准确地掌握库存状况、生产设备的使用状态和工作人员等情况的基础上,实现制造的准时化、准确化以及管理的精细化,已经成为离散制造业的研究和发展方向之一^[1]。无线射频识别 RFID(Radio Frequency Identification)技术作为一种新型识别技术,为现代制造业的生产现场数据采集注入了新的活力^[2]。RFID技术与制造执行系统 MES(manufacturing executive system)相结合,不仅可以适应工厂先进制造技术的需求,优化协调企业内外部自动化技术要素,提高制造系统的整体效益;即使在生产工艺装备自动化水平不高的情况下,也能通过对企业经营战略、生产组织、产品过程优化、质量工程等,在一定程度上提高生产率和企业效益^[3]。本文在研究了基于 RFID 和 MES 的零件精细分类管理技术的基础上,设计了相应的分类管理应用方案,并开发了软件系统、用户界面和信息处理系统等模块。

1 基于 RFID 的零件分类管理系统方案设计

1.1 零件分类管理系统的结构

针对传统的生产管理难以实现精准化管理的问题^[4,5],本文在现有的柔性制造系统 FMS(Flexible Manufacture System)的研究基础上,融合了 RFID 技术和现代管理技术,设计了基于 RFID 的零件分类管理

收稿日期: 2011-11-10.

基金项目: 江苏省高校自然科学基金(09KJD460004)。

通讯联系人: 杨继全,博士,副教授,研究方向: 数字化设计与制造、计算机集成制造等。E-mail: jiquany@126.com

系统, 实现对生产计划的制定、生产优化调度及生产过程进行监控。

在 FMS 的零件分类管理系统工作流程中, 主要有零件出库、入库和任务分配的职责, 并与生产线上的其他系统相应配合, 实现流水线的生产、加工、搬运、安装、分拣的功能。该系统为一有机整体, 由基础平台、应用系统和管理系统组成, 其中的应用系统由产品设计子系统、机器人安装搬运子系统、自动传输子系统、立体仓储子系统、质量检测子系统、数控加工子系统、产品分拣子系统等 7 个应用子系统(单元)构成, 管理系统包含了数据采集子系统、数据分析子系统、数据管理子系统和数据仿真子系统等 4 个管理子系统, 基础平台包括了信息处理与控制平台、网络控制平台和数据库平台等 3 个平台, 各子系统在 3 个平台上可统一控制、协调工作, 系统结构如图 1 所示。

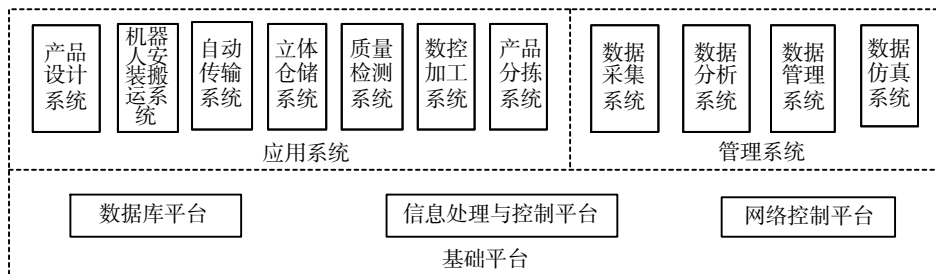


图 1 零件分类管理系统结构

Fig.1 The structure of classification and management system

零件分类管理系统采用以太网通讯方式实现网络控制系统, 它将质量中央控制平台与其他子系统有机地连接在一起, 用于控制各子系统的工作任务和工作安排。该系统的执行系统由西门子 S7-200PLC 及其通讯模块组成。上层管理控制网络由以太网及控制机构成, 实现工作信息管理以及工作状态的监控。

该系统的网络控制方案如下:

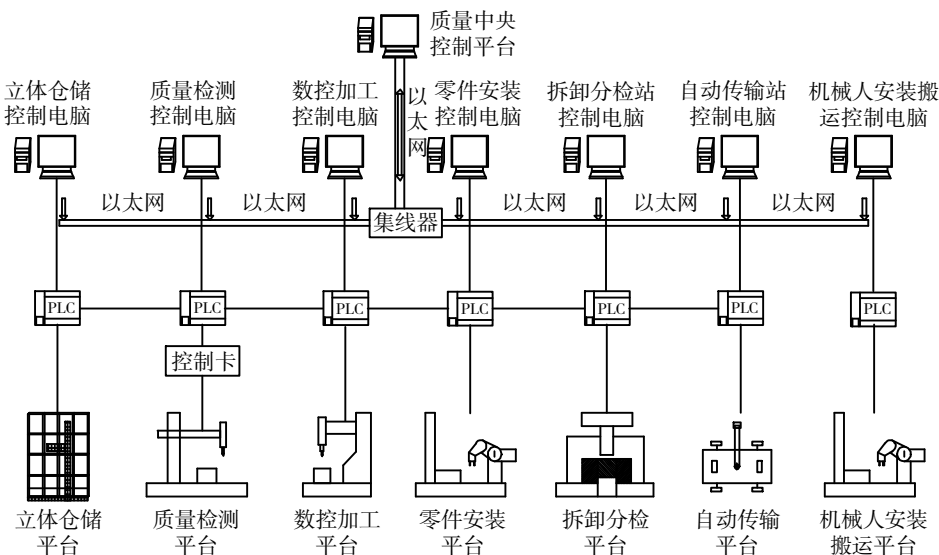


图 2 系统的网络控制方案

Fig.2 The scheme of network control

在整个系统中所需加工的零件的外形都是一致的, 为立方体的工件, 但是零件的加工信息、质量信息等都不相同的, 这些都不体现在外形上, 所以利用 RFID 技术在数据采集、数据传递等方面的优势, 在仓库中采取 RFID 标签作为信息的载体, 可以有效避免人工操作的失误, 大大提高了入库、出库、零件安装、零件拆卸、零件加工等工作的效率, 优化库存, 若应用在实际生产线上将带来直接的经济效益。

立体仓储子系统由立体仓库、堆垛机、RFID 读写器组成, 其中立体仓库的每一个仓位是固定的, 分别对应一个虚拟的二维坐标点, 以便在编程时对零件的存取进行精确定位。含有 RFID 标签的零件由堆垛机存取, 为了保证堆垛机能对仓库中任意仓位的零件进行存取操作, 堆垛机可以在仓库外侧的轨道上沿着仓位水平方向移动, 堆垛机的载物台可沿仓位竖直方向移动。RFID 读写器放置在堆垛机的初始位置, 以便

每次零件出库入库时读取零件信息.

1.2 系统实现的关键技术

实现本方案涉及4项关键技术: RFID、运动控制技术、图像识别技术和MES.

1.2.1 RFID技术

基于RFID的分类管理系统主要涉及RFID技术和管理技术. 其中RFID识别技术一般由3部分构成: RFID标签、RFID读写器和计算机网络. RFID标签应放置要在识别的物体上; RFID读写器可以是读或写/读装置, 取决于所使用的结构和技术; 计算机通信网络通常用于对数据进行管理, 完成通信传输功能.

1.2.2 运动控制技术

本系统需要能准确地取放零件, 根据系统的功能要求, 使用的是S7-200 CPU, 具有继电器逻辑控制、计数和计时控制, 并能进行复杂的数学运算、处理模拟量信号, 并可支持多种协议和形式与其他智能设备进行数据通讯.

1.2.3 图像识别技术

图像识别是近20年发展起来的一门模式识别技术, 可将人的视觉认知和理解过程用现代信息处理技术和计算机技术来完成, 它以研究根据提取图像的特征进行识别和分类为主要内容, 广泛应用于文字识别、指纹识别、遥感、医学诊断、工业产品检测、卫星航空图片解释等领域. 图像识别通常包括预处理、图像分割、图像特征提取和选择以及图像分类4个步骤. 系统中图像技术与RFID技术共同为零件的分类处理获取数据.

1.2.4 MES技术

本系统中的MES是位于企业上层的计划管理系统与底层的工业控制之间的面向车间层的管理信息系统, 它为操作人员、管理人员提供计划的执行、跟踪以及所有实时状态. 生产过程中的自动化与MES的结合使得生产管理更加准确、时效.

1.3 系统工作流程设计

在零件分类管理系统中, 采用RFID技术结合以太网方式完成数据传输共享实现物料信息跟踪^[6]. RFID读写器放置在堆垛机的起始位置, 在每次零件入库和出库的时候, RFID读写器分别对零件进行读写信息.

在零件分类管理系统中, 每个零件在使用前, 都利用RFID设置软件进行物料初始信息的设置. 每个物料都有独立编号, 实现识别跟踪; 在出仓库时, 系统将RFID标签数据发送到以太网中, 每个子系统在实行操作时都会读取当前物料RFID标签数据, 并建立历史数据文件记录物料生成信息; 在入库时, 立体仓储子系统读取RFID标签数据识别其身份并根据以太网数据更新其内容; 并且RFID管理软件对各子系统数据进行收集和管理分析. 系统设计的流程如图3所示. 基于上述方案开发的系统实物如图4所示.

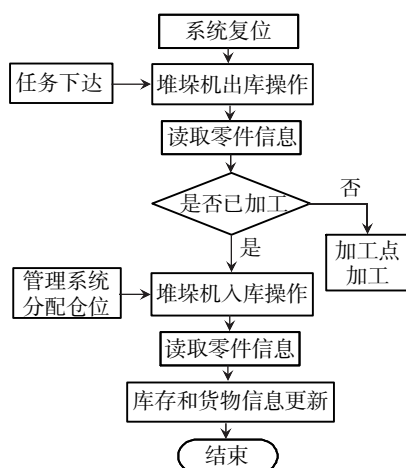


图3 设计流程图

Fig.3 Programming flowchart



图4 系统实物图

Fig.4 System real figure

2 基于 RFID 的零件分类管理软件系统开发

2.1 分类管理软件功能设计

随着 RFID 技术日趋成熟, RFID 技术的应用已逐渐从供应链管理、库存管理延伸到制造企业生产与管理的核心。制造执行系统 MES(Manufacturing Executive System) 是制造系统中的关键环节之一。美国先进制造研究机构 AMR(Advanced Manufacturing Research) 将 MES 定义为“位于上层的计划管理系统与底层的工业控制之间的面向车间层的管理信息系统”。许多企业通过实施企业资源计划 ERP(Enterprise Resource Planning) 来管理, 然而上层生产计划管理受市场影响越来越大, 面对更多产品的改型和订单的不断调整, 必须提高计划的实时性和灵活性, 同时又能改善生产线的运行效率。MES 填补了这些不足, 它适用于不同行业, 能够对单一的大批量生产和既有多品种小批量生产又有大批量生产的混合型制造企业提供良好的企业信息管理^[7]。

在开发的本管理软件系统中, ERP 处于应用企业的最高层, 其核心管理思想是实现对整个供应链的有效管理; 零件分类管理软件处在 MES 层, 它主要由生产作业指派、设备管理、物料管理、质量管理等模块构成; 而控制系统处于最底层, 它执行由 MES 发出的信息。软件系统的结构如图 5 所示。

在生产作业指派方面, RFID 技术可以通过对生产现场的设备、工人、物料或零配件的跟踪与标识, 来监控其可用状态。MES 根据生产现场状态和产品工艺规程单、生产计划等进行车间内实时计划排程。通过对绑定有 RFID 标签的零配件和在制品的跟踪, 可以实时控制零配件和在制品的加工路径和加工方法, 从而确保零配件能够到达正确的位置, 指导装配工人正确完成生产^[7]。

在设备管理方面, 操作员可以通过读取标签上的信息来检查设备及其所在位置, 对设备进行保养或维修, 然后写入最新的数据更新 RFID 标签, 有助于提高设备价值, 优化设备性能和最大化设备利用率。

在物料管理方面, RFID 技术能帮助实现对产品从原材料到最终产品的全面跟踪。只要零件进入生产线或到达完工区, 将自动记录工序、设备和操作者编号、加工时间, 避免了后期人工数据输入、条码扫描等操作产生的不精确数据或误差。

在质量管理方面, RFID 技术可以帮助提供不断更新的实时数据流, 来保证对劳动力、机器、工具和部件等的正确使用, 以保证可靠性和高质量, 能准确无误地将装配零部件送达指定区域, 从而减少了出错率。另外, RFID 技术能够支持对如产品标识符、物理属性、订货号等信息的搜集, 有助于 MES 自动建立支持质量保证体系所要求的质量跟踪和工作历史文档, 实现复杂的批次跟踪以及分析^[8]。

2.2 零件分类管理系统中的 RFID 采集数据结构

RFID 在整个系统结构中起到了数据补充和采集的作用, 弥补了 ERP 和控制系统之间的信息管理断层和信息反馈延迟, 实现车间生产数据的传递通畅, 可以大大缩短生产准备时间和生产周期、车间资源得以有效利用、车间管理能力和管理效率快速提升、制品追溯速度和准确性大幅度提高以及工时管理将更加科学合理。

RFID 读写器读取产品的标签信息时, 一方面把数据由以太网传递给中央控制台的电脑上进行处理和显示, 存放在数据库中作为产品的基本信息, 另一方面它将显示在立体仓储的电脑上, 以便工作人员给予相应的操作, 或者由控制系统给予自动操作。图 6 为 RFID 数据采集的网络结构。

2.3 面向零件分类管理的 RFID 读写应用软件二次开发

在零件分类管理系统中使用 RFID 技术识别产品, 达到零件的分类管理任务。本系统使用的为 AOSID 系列一体化读写器, 读写距离为 1 ~ 12 m, 呈 45°斜放置在所要读写的标签一侧。AOSID 读写器同时支持

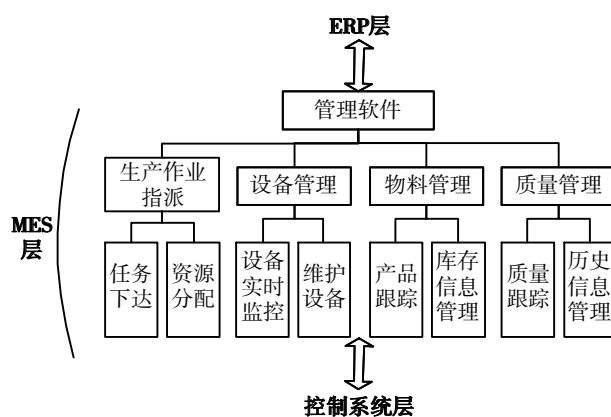


图 5 管理软件设计结构图

Fig.5 The structure of designing management software

ISO18000—6B 和 ISO18000—6C(EPC GEN 2) 两种国际通用协议,选择 EPC(GEN 2) 协议进行读写操作.

在零件分类管理系统中使用 RFID 技术识别产品,达到产品的分类管理任务.针对本系统的实际情况,在对 RFID 读写器应用软件进行二次开发,以 Visual C++ 6.0 作为开发环境,C++ 作为开发语言,采用 ADOX 连接数据库操作模型,并采用 OPC 标准模式作为访问接口.而 AOSID 系列的 RFID 读写软件提供的动态库是以 Microsoft Windows 的接口标准,包含了软件二次开发所需要的函数库.首先打开串口,再打开接口后读取设备序列号,然后识别 EPC 卡号,其中读取和写入 EPC 数据分别有相对应的函数,最后是关闭串口 int _stdcall Close_Port().图

7 所示为软件设计的运行结果,可以看到,在此软件上,可以完成设备管理、历史查询、订单管理、物料管理 4 项任务.图中下方显示每个经过 RFID 扫描的零件的信息,包括是否加工、是否拆卸、是否加工完好、是否入库等信息.

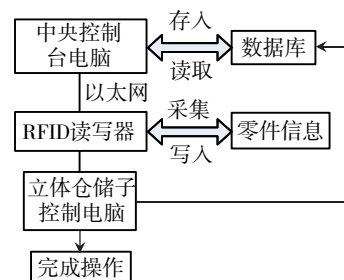


图 6 RFID 采集数据结构

Fig.6 The structure of data acquisition structure



图 7 分类管理系统软件界面

Fig.7 The interface of classification management system software

2.4 零件分类管理系统数据库的建立

RFID 读出和写入的信息要存储在数据库里,数据库的性能对系统性能有重要的影响,数据库设计是否合理在很大程度上决定软件代码整体质量,本系统采用 Access 数据库.首先引入 ADOX 的动态链接库 msadox.dll,然后初始化 COM 对象,在 VC++ 的环境中,可以采用 Open 方式创建表格:

```
ADODB: _ConnectionPtr m_pConnection;
_variant_t RecordsAffected;
try
{
    m_pConnection.CreateInstance( __uuidof( ADODB: _Connection ) );
    m_pConnection -> Open( _bstr_t( DBName ), "", "", ADODB: _adModeUnknown );
    catch( _com_error e )
    {
        CString errorMessage;
        errorMessage.Format( "连接数据库失败! \r 错误信息: %s" , e.ErrorMessage() );
        AfxMessageBox( errorMessage );
        return;
    }
}
```

在此系统的软件开发中通过 JET 数据库引擎对 ACCESS 2000 数据库的连接, m_pConnection -> Open (" Provider = Microsoft. Jet. OLEDB. 4. 0; DataSource = C: \\test. mdb" , "" , "" , adModeUnknown). 读写数据的方式有同步读写、异步读写和订阅的方式,系统采用订阅方式读取服务器的数据.历史数据解析界面是在数据库应用的基础上完成的功能.

3 结论与分析

针对现代企业车间在传统模式下大批量生产效率低,信息管理困难等问题^[9],本文开发的基于 RFID 的产品分类管理系统采用了非接触式的读取技术,与现代管理技术相结合.在经过多次试验后,能够完成零件分类管理系统中的零件分类管理任务.在生产线上负责零件出库、入库和任务分配的职责,而且在生产设备的管理界面上能看到设备的使用情况.而在管理系统中,RFID 技术解决了来自生产过程和管理中大量数据自动录入的问题,有助于 MES 实现质量管理、车间作业调度、生产过程监控、物流管理等功能,有助于企业管理层根据车间生产现场情况制定生产计划.目前开发的 RFID 分类管理软件在系统中运行稳定,能很好地对产品进行信息的获取及分析,具有良好的应用前景.

致谢:感谢苏州工业职业技术学院的杨培生老师和其他多位工程师在方案设计和软件开发等方面的指导与支持,感谢南京师范大学计算机科学与技术学院的刘清教授在软件设计及系统实施中的指导.

[参考文献](References)

- [1] 杨继全,朱玉芳.先进制造技术[M].北京:化学工业出版社,2004:202-205.
Yang Jiquan, Zhu Yufang. Advanced Manufacturing Technology [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004: 202-205. (in Chinese)
- [2] 谭民,刘禹,曾隽芳,等.RFID 技术系统工程及应用指南[M].北京:电子工业出版社,2007:15-48.
Tan Min, Liu Yu, Ceng Juanfang, et al. RFID Technology System Engineering and Application Guidelines [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2007: 15-48. (in Chinese)
- [3] 银国超.基于 RFID 的离散制造业 MES 方案及应用研究[D].重庆:重庆大学自动化学院,2008:16-26.
Yin Guochao. Study on scheme and Application of RFID based MES in discrete manufacturing industry [D]. Chongqing: College of Automation of Chongqing University, 2008: 16-26. (in Chinese)
- [4] 郎为民,李建军,吴帆.射频识别技术在工业领域的应用[J].商品储运与养护,2007,29(5):29-30.
Lang Weimin, Li Jianjun, Wu Fan. The RFID application in industry field [J]. Storage Transportation and Preservation of Commodities, 2007, 29(5): 29-30. (in Chinese)
- [5] 徐轶群,万隆君.基于 RFID 的流程工业物流管理与产品质量管理系统[J].CAD/CAM 与制造业信息化,2003(1):15-19.
Xu Yiqun, Wan Longjun. RFID based process industry logistics management and product quality management system [J]. CAD/CAM and Manufacturing Informationization, 2003(1): 15-19. (in Chinese)
- [6] 秦沛.基于 RFID 技术的离散 MES 设计与实施[J].大众商务,2010,114(6):175-176.
Qin Pei. RFID based the discrete MES design and implementation [J]. Popular Business, 2010, 114(6): 175-176. (in Chinese)
- [7] 尹超,尹胜,刘飞.车用空调装配车间集成化生产作业管理系统[J].计算机集成制造系统,2009,13(3):544-552.
Yin Chao, Yin Sheng, Liu Fei. Integrated production operation management system for assembly workshop of automotive air-conditioning [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2009, 13(3): 544-552. (in Chinese)
- [8] Zhou S Q, Ling W Q, Peng Z X. An RFID-based remote monitoring system for enterprise internal production management [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2007, 33(7): 837-844.
- [9] 刘巍.先进机械制造技术模式初探[J].南京师范大学学报:工程技术版,2005,5(1):65-67.
Liu Wei. Initial exploration of mode of advanced mechanical manufacturing technology [J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2005, 5(1): 65-67. (in Chinese)

[责任编辑:刘 健]