

基于 RFID 的单件生产实验系统的监控系统设计

严 颖, 汪 峥

(东南大学 自动化学院, 江苏 南京 210096)

摘 要:采用面向对象的模块化方式对基于 RFID 的单件生产实验系统的上位机监控系统进行了设计, 目的是通过对于该上位机监控系统的设计, 能够对于生产过程进行实时控制和监控。为此通过多线程技术的应用实现了各模块的并发异步运行与通讯。文中给出了上位机与 PLC 通信模块, 共享内存区服务模块及其访问模块, 上位机与机械手控制程序通信模块, 生产过程调度模块以及监控结果显示模块等 5 个模块的具体实现方法。系统运行良好, 能够完成对整个生产过程的实时监控, 证明了采用多线程技术确实可以很好地解决对于生产过程的实时控制和监控。

关键词:监控; 射频识别; 异步; 并发; 单件生产

中图分类号: TP273⁺.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)03-0234-05

Design of Supervisory Control System on Host Computer in Experimental RFID - Based One - of - a - Kind Production System

YAN Ying, WANG Zheng

(School of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: In this paper, object-oriented modularization approach has been used to design a supervisory control system on the host computer of an RFID-based one-of-a-kind production system. The purpose of designing this kind of monitoring system is that this system can be carried out for real-time controlling and monitoring for production process. The concurrent asynchronous operation of modules and communication between several modules is implemented by using multi-thread method. This paper shows the concrete design method of 5 modules such as the communication module for the host computer and the PLC, the shared memory areas module and its access module, the communication module for the host computer and the manipulator, the production scheduling module and the monitoring module for production data. This system is running well and can complete the real-time supervisory control for the entire production process. The result proves that the multi-thread method can solve the problems of controlling and monitoring production process well.

Key words: supervisory control; RFID; asynchronous; concurrent; one-of-a-kind production

0 引 言

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术对单件生产方式下产品状态数据的及时准确获取有着重要的作用^[1]。很多文献也对 RFID 在生产过程中的应用进行了研究^[2,3]。对于生产过程仿真, 很多文献也做了大量的研究^[4]。为研究基于 RFID 的单件生产过程监控技术, 我们建立了单件生产实验系统, 其目的是在 RFID 技术的支撑下, 建立单件生产过程实时监控, 对制造系统内单个具体产品的生产过程进行

精确控制, 使得每个产品的生产尽可能按照预先制定的生产调度方案在交付期之前完成。本单件生产实验系统主要由可编程控制器(PLC)、上位机、基于 RFID 技术的数据采集终端设备和 GRB3014 四自由度机械手组成。它的系统结构如图 1 所示。

其中, 上位机的功能包括:

1. 运行共享数据内存空间程序, 储存由 PLC 采集到的现场数据。
2. 建立与 PLC 的通信, 并将 PLC 发送来的数据包解析, 并将得到的数据存储到共享数据内存空间中。
3. 运行生产调度程序, 通过获取的生产现场的实时数据, 做出相应的调度, 并下达加工指令。
4. 建立与机械手的通信, 将生成的加工指令传送到机械手控制程序中, 以让机械手完成相应动作。

收稿日期: 2009-07-11; 修回日期: 2009-10-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50505006)

作者简介: 严 颖(1985-), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向为计算机集成制造; 汪 峥, 教授, 硕士生导师, 研究方向为制造系统控制、产品设计过程分析。

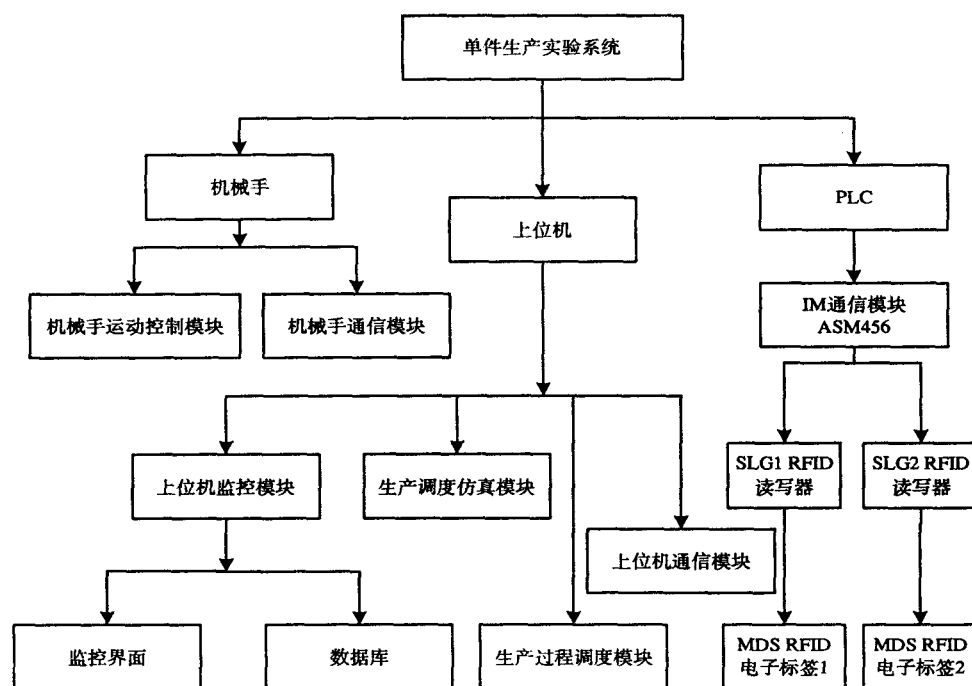


图1 基于 RFID 的单元生产实验系统结构

5. 运行监控结果显示模块, 以将现场数据以直观的形式显示出来。

PLC 通过 STL 语言编程, 将 RFID 终端设备采集到的实时状态数据传输至上位机。而机械手控制程序, 将上位机下达的指令变为具体的动作, 下达给机械手动作, 将工件抓取到相应的位置。

存储在共享数据内存空间中的数据分为静态数据和动态数据两种。静态数据有机器的编号, 工件的编号, 工件的可重入次数, 工件的工序数, 工序的顺序号, 工件的交付期, 工件到达生产线时间, 以及各工序的加工时间。动态数据有机器的状态, 工件当前所在机器, 工件当前所在缓冲区, 工件已加工时间。

文中介绍了如何设计上位机监控系统, 并且给出了上述 5 个功能模块的具体实现方法。

1 上位机监控系统设计

本系统主要由 5 个部分组成: 上位机与 PLC 通信模块, 共享内存区服务模块及其访问模块, 上位机与机械手控制程序通信, 生产线控制模块以及监控结果显示模块。其具体结构如图 2 所示。

1.1 上位机与 PLC 通信模块设计

因为 PLC 和上位机都具有以太网接口, 并且都支持 TCP/IP 协议, 所以采用了

Socket 套接字来完成上位机与 PLC 的通信。同时因为考虑到由于是对生产现场的监控, 必须保证数据传输的准确性, 所以采取了 TCP 协议。由于现场状态在不断发生改变, 数据的传输频率比较高, 所以为了避免频繁的断开再连接, 采用了长连接的通信方式。同时由于本实验系统是在局域网中通信, 可以保证通讯线路稳定, 所以采用长连接的通信方式比较合适。为实现上位机与 PLC 的

通讯, 建立了一个 Socket 套接字类以及一个数据包类。

1.1.1 Socket 套接字类

由于 Microsoft 提供的 CSocket 类以及 CAsyncSocket 类并不支持多线程, 但是为了便于今后系统的二次开发, 希望一个服务端能够对应多个客户端, 必须使用多线程技术, 所以就舍弃了 Microsoft 提供的异步类, 而自行设计了 Socket 异步类。其方法是通过使用 Socket API 中的同步函数, 与多线程技术相结合, 以达到异步通信的效果。为了达到异步通信的目的, 采用

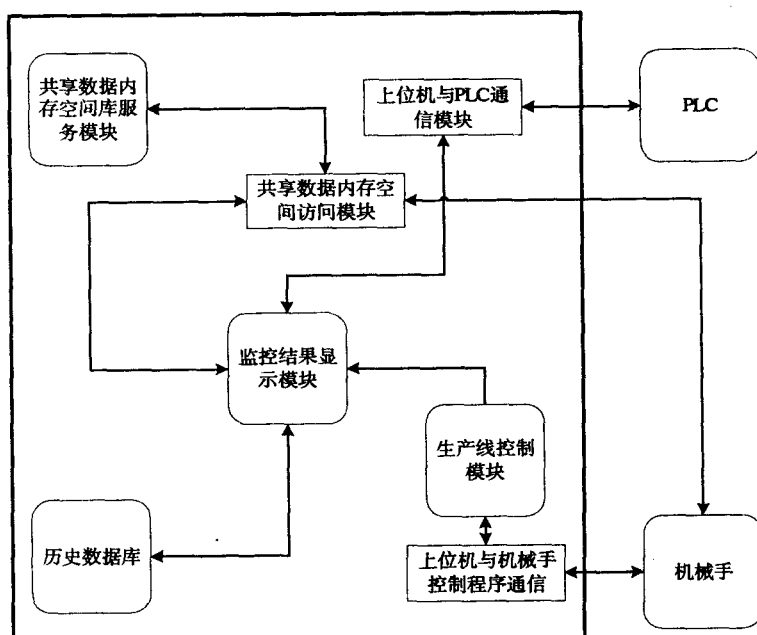


图2 上位机监控系统结构

监听与处理客户端访问相分离的方法,即打开监听线程,在收到一个客户端的连接请求后,打开一个客户处理线程,用来单独处理客户端的请求。因为 Socket 可以处于“阻塞模式”或“非阻塞模式”,处于阻塞模式中的 Socket 函数直到函数执行完毕才会返回。之所以称为阻塞是因为如果一个 Socket 函数被调用,那么该 Socket 在调用返回之前不能做任何事情,相比之下,非阻塞操作可以立即完成^[5]。正因为如此,如果不采取异步非阻塞的方法,一旦同步函数阻塞,整个通信模块进程就会阻塞,如果用多线程的方式,只是对应于某一客户端的客户线程阻塞,并不会阻塞整个进程,从而达到了异步的目的。通信流程如图 3 所示。

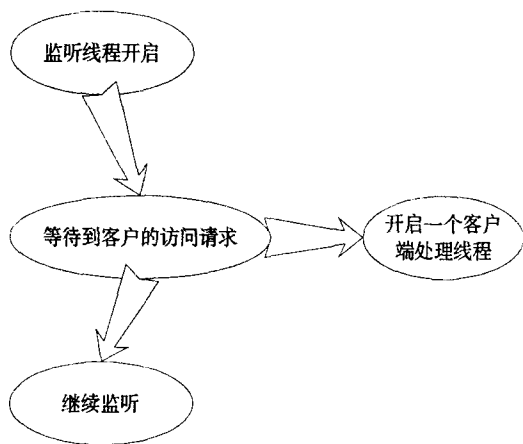


图 3 通信流程简图

1.1.2 数据包类

通过数据包类可以为要传输的数据加上数据包头,按一定的形式封装为一个数据包,在类中封装了对数据封装以及将数据包解封为数据等函数。数据包格式如图 4 所示。

1.2 共享数据内存空间服务模块及其访问模块设计

由于控制网络上分布着不同种类的设备,每个设备会不断地产生不同类型的数据,因此数据平台应当为先进控制、实时在线优化和生产执行系统(Manufacturing Executing System, MES)等提供实时数据的支持^[6]。为了满足实时性的要求,实时数据库是必要的。在本实验系统,采用了基于内存映射文件的数据共享技术的方法^[7]。

在具体实现中分别建了两片共享内存单元,一片存放机器的相关实时数据记录,另一片存放工件的相关实时数据记录。其内存结构如图 5 所示。

1.2.1 服务模块

该模块是在系统开启时通过批处理文件打开运行,而后先是在一片内存区中按一定的格式初始化一片内存单元,并将历史数据库中最近的数据读出,写到该片内存单元中。只要该服务模块进程开启,就可以

一直接受各进程对其的访问。

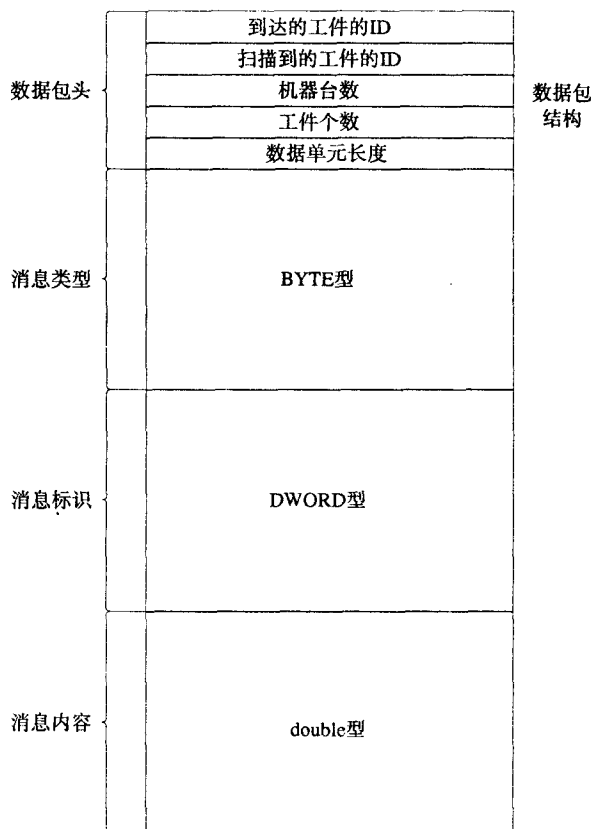


图 4 数据包结构示意图

1.2.2 访问模块

该模块可以让各进程对实时数据库进行实时访问,为此提供了诸如游标指针以及许多函数可以对实时数据库中的数据进行读写、修改、更新等操作。

1.3 上位机与机械手控制程序通信模块设计

在本生产实验系统中是由上位机的生产线控制模块对机械手发出动作指令,由于机械手的动作需要时间,其与上位机下达的指令是无法做到同步的,所以两者的通信采用的是异步的方式。

为此,先在内存区中创建一片共享内存区,以用来存放上位机生产线控制模块发送过来的指令,而后生产线控制模块在运行时不断产生指令,并依次存放到该内存区中,一旦发送了一个指令就通知机械手控制模块去内存区中取该指令,然后将已取走的指令用后面的指令覆盖掉,为了达到异步目的,机械手控制模块的主线程会另开一个线程专门负责接收指令:在接受线程接收到指令后,会通过线程通信,将数据发送至主线程执行。其流程如图 6 所示。

1.4 生产过程调度模块设计

该模块用于对生产过程的精确控制。通过获取由 PLC, RFID 电子标签和读写器,机械手以及接近开关等设备的控制程序写入共享数据内存空间中的生产现

场状态数据,该控制模块对这些数据进行研判,并生成相应的调度指令,并将指令发送给机械手控制程序,让其控制机械手做相应动作。

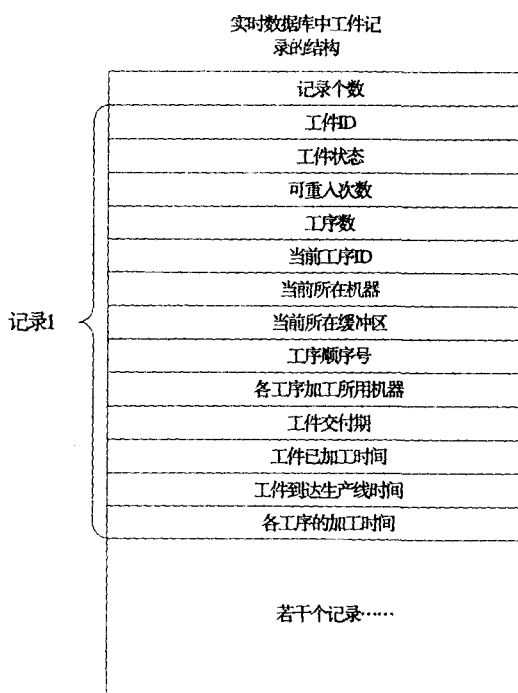
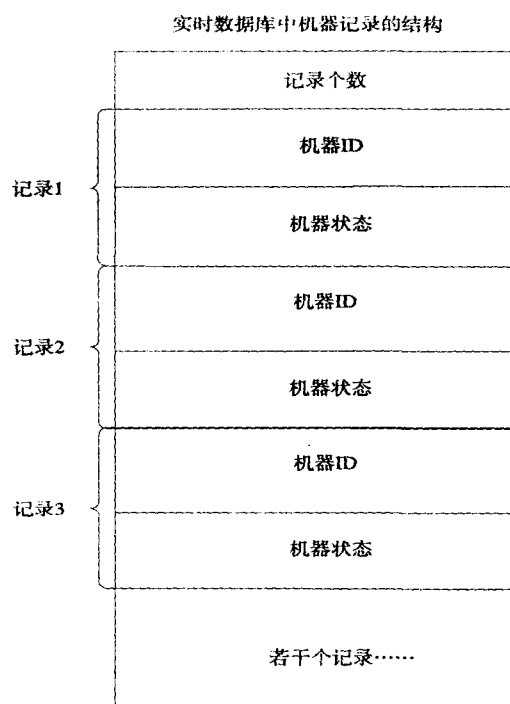


图5 共享数据内存区中机器与工件记录的结构

为了实现对生产过程的实时控制,采用了多线程的方式实现,即将每台机器,每个工件都看做一个智能体(agent),为每个智能体都创建一个线程,线程之间并行执行,通过消息队列相互通信。具体实现方法见文献[8]。

1.5 监控结果显示模块设计

监控模块的作用主要有:

1. 将共享数据内存空间中的数据以一种可视化的方式显示出来,便于对于生产过程的实时监控;
2. 通过该模块可以启动上位机与 PLC 的通信模块,上位机与机械手通讯模块以及生产过程调度模块;
3. 可以对 PLC 上的触点进行监控,以判断触点的通断;
4. 可以将得到的实时数据存入历史数据库,便于通过表格进行查看。

当前各种各样的数据库软件层出不穷,在不同的数据库之间的相互访问非常困难,开放式数据库链接 ODBC(Open DataBase Connectivity)成功地解决了这一问题,它使应用程序通过统一的接口去访问不同类型的数据库管理系统^[5]。在本模块中,利用 MFC 通过 ODBC 技术对历史数据库进行访问,可以显示出生产线当前各个资源的状态,包括工件当前所在机器,所在缓冲区,机器当前处于空闲状态或是加工状态。

2 实验结果

以下是基于 RFID 的单件生产实验系统的上位机监控系统运行实例。

实例 1:3 台机器,1 个工件,工件有 3 道工序,其 3 道工序依次在机器 1,机器 2,机器 3 上完成。工件未到达时是在缓冲区 0 中,工件在并未完成所有工序时,一旦当前工序加工完毕进入公共缓冲区 1,之所以使用一个公共缓冲区是由于现场空间有限,为了防止读写器发生误读,所以所有的工件都共用一个缓冲区,如果工件完成其所有工序的加工会进入缓冲区 2,也即成品缓冲区。工件当前缓冲区编号为 300 时,表示当前工件不在缓冲区中。工件当前所在机器为 0,说明工件不在机器上加工。工件到达生产系统,PLC 通过 RFID 读写器可以读到工件到达生产系统的信息,并将该消息通过数据包发送至上位机与 PLC 的通讯模块中,该模块将数据包解析得到到达生产系统的工件的 ID,并将其写入共享数据内存区中,同时存放工件信息的共享数据内存单元中的数据也会相应发生变化,这些通过监控系统可以看到。

工件刚进入生产系统,此时工件所在机器编号为 0,所在缓冲区的编号为 1,即工件此时已经进入公共缓冲区中了。此时生产过程控制模块会对当前生产现场的状况做出判断,因为此时机器 1 空闲,所以生产过程控制模块会向机械手下达加工指令,机械手将工件从公共缓冲区中抓取出来,在读写器处扫描后放入机器 1 对应的位置。

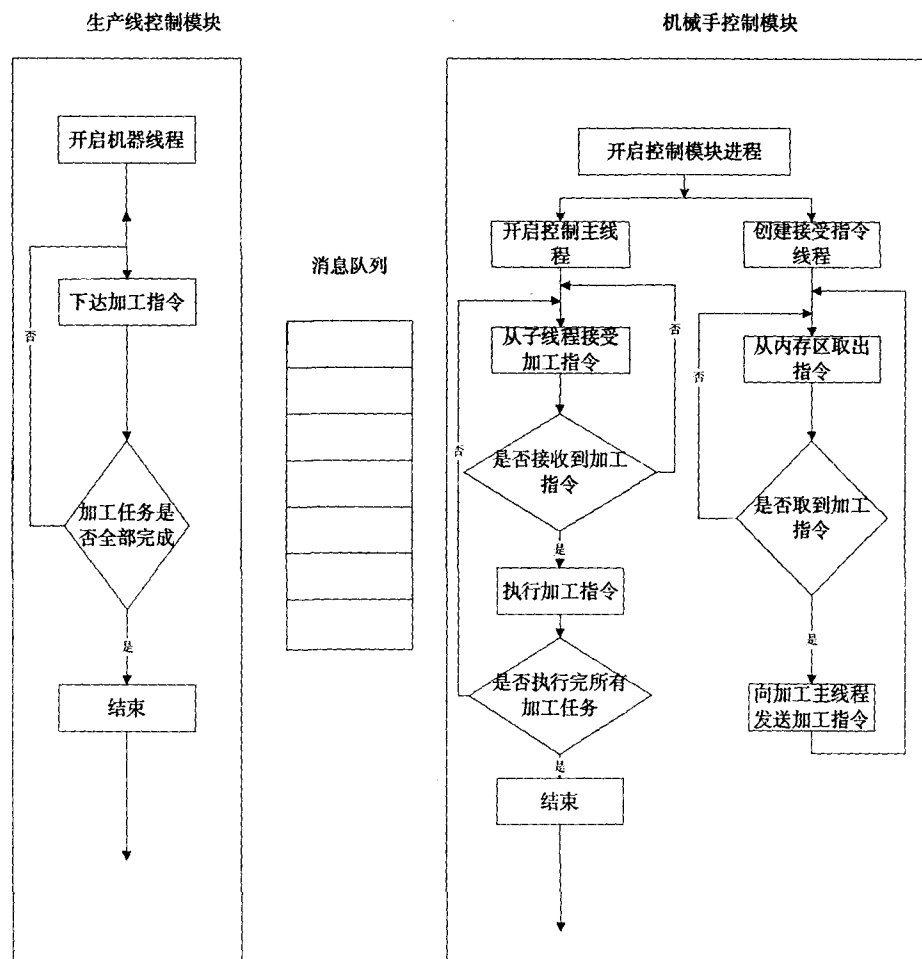


图 6 上位机与机械手控制程序通信流程图

此时工件当前工序为 1, 所在机器编号为 1, 所在缓冲区编号为 300, 也即工件此时正在机器 1 上加工。当生产过程控制模块的机器线程休眠一段时间表示正在加工之后, 经过判断, 生产过程控制模块发现工件加工完毕, 则会向机械手发送工件加工完毕的消息, 机械手会将工件从机器 1 的位置中取出, 在读写器上扫描后放入公共缓冲区中。

此时工件的当前的工序为 2, 所在机器编号为 0, 所在缓冲区编号为 1, 这是因为工件的工序 1 已经完成, 即将进行工序 2 的加工, 并且当前在公共缓冲区中。

当工件在 3 台机器上的加工依次完成之后, 会被放入成品缓冲区中。

工件此时的工序为 3, 工件所在机器的编号为 0, 所在缓冲区的编号为 2, 即工件的所有工序都已加工完毕, 存放于成品缓冲区中。

3 结束语

针对基于 RFID 支撑的生产实验系统完成了上位

机监控系统的设计。该系统可以实时捕捉生产现场数据, 对数据进行判读, 并由此得到相应的调度, 而后向机械手下达相应的指令。另外可以将现场数据存入共享数据内存区与数据库中, 并在监控模块中将生产现场的实时的数据以表格的形式显示出来, 以达到对生产现场监控的目的。

参考文献:

- [1] Tzeng Shiou - Fen, Chen Wun - Hwa, Pai Fan - Yun. Evaluating the business value of RFID: Evidence from five case studied[J]. International Journal of Production Economics, 2008, 112 (1): 601 - 613.
- [2] Kim J, Kumara S R T, Yee Shang - Tae, et al. Dynamic Shipment Planning in an Automobile Shipment Yard Using Real - Time Radio Frequency Identification (RFID) Information[C]//Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering. [s. l.]: [s. n.], 2005: 148 - 153.
- [3] Rekik Y, Sahin E, Dallery Y. Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores[J]. International Journal of Production Economics, 2008, 112(1): 264 - 278.
- [4] 王国新, 宁汝新, 王爱名. 基于仿真的生产线控制规则性能评估技术研究[J]. 中国机械工程, 2007, 18(13): 1566 - 1570.
- [5] 梅杓春, 许世民. Windows 环境下的 Socket 编程技术[J]. 通讯世界, 1998, 4(7): 28 - 30.
- [6] 叶健位, 苏宏业. 实时数据库系统关键技术及实现[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(3): 45 - 47.
- [7] 孙文庆, 刘秉权, 肖镜辉. 基于内存映射文件的数据共享技术研究与应用[J]. 微计算机应用, 2005, 26(2): 44 - 48.
- [8] 陈夕松, 李 昀. 基于 MFC 的 ODBC 数据库访问与编程[J]. 微计算机信息, 1999, 10(1): 11 - 13.