

一种离散制造生产线 RFID 接口控制器

何伟,魏书楷,赵昼辰,张晓华

(北京三博中自科技有限公司,北京 100190)

摘要: RFID 技术应用于离散制造采集监控系统,单靠传统的软件中间件,很难实现众多底层设备与上层应用软件之间的可靠连接。针对该问题可将 RFID 系统中中间件的功能按照单元划分,各功能单元分别由独立的硬件 RFID 接口控制器实现,接口控制器通过统一的现场总线接口与应用层软件连接。接口控制器的引入简化了 RFID 系统中中间件架构设计,提高了 RFID 系统的可靠性和实时性。接口控制器样机已成功应用于服装生产线 RFID 采集监控系统,运行稳定可靠,在其他制造、仓储等领域的 RFID 系统中也具备推广应用价值。

关键词: 无线射频识别;离散制造;生产线;接口控制器;中间件;CAN 总线

中图分类号: TP274+.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)06-0192-04

An RFID Interface Controller for Production Line of Discrete Manufacturing

HE Wei, WEI Shu-kai, ZHAO Zhou-chen, ZHANG Xiao-hua

(Beijing Sciample Technology Co. Ltd., Beijing 100190, China)

Abstract: When RFID used for information collection, control and monitoring system in discrete manufacturing, it is very difficult to realize reliable connection between multiple lower-level readers and the upper-level application by merely relying on traditional software RFID middleware. Divide the main functions of RFID middleware into function units and realize them by multiple independent hardware RFID interface controllers which connect the application software by a uniform fieldbus interface. The introduction of interface controller can not only reduce the complexity of RFID middleware architecture, but also improve the reliability and realtime performance of the system. The interface controller had been successfully applied in a RFID information collection, control, monitoring and scheduling system of clothing manufacturing which proved that it can run stably. The interface controller can also be applied in other RFID system of discrete manufacturing and warehousing.

Key words: RFID; discrete manufacturing; production line; interface controller; middleware; controller area network fieldbus

0 引言

RFID(Radio Frequency Identification, 无线射频识别)是一种非接触式自动识别技术,具备识别速度快、准确率高、耐环境污染等特点^[1,2],在信息实时采集方面有明显优势。

RFID 技术在企业应用中,首先要解决的问题是如何将 RFID 设备与企业的信息化系统互联,而兼容性则是应用的关键,这一问题的解决依靠 RFID 中间件来实现^[3]。传统意义的 RFID 中间件,是面向消息传递的一种中间程序软件^[4],负责对底层 RFID 设备采

集信息进行提取、解析、过滤、格式转换,然后导入上层应用程序用于显示、处理或保存^[5,6]。

但在离散制造领域 RFID 应用中,存在大量过程信息需要实时采集、传输和处理,单靠软件架构的 RFID 中间件实现底层采集设备与上层软件的连接,可靠性和实时性都难以保证。针对该问题,文中提出将中间件主要功能按单元划分,由独立的硬件 RFID 接口控制器实现的方案。文中对接口控制器的设计思路、应用系统架构及软硬件设计进行了介绍。接口控制器已在服装生产线 RFID 采集监控系统成功应用,RFID 设备的接入方式得到简化,设备与系统连接的实时性和可靠性明显提高。

1 设计思路及应用系统架构

在离散制造生产过程中,每个生产车间甚至每条生产线都有大量的生产过程数据信息需要实时采集,

收稿日期:2009-10-19;修回日期:2010-01-25

基金项目:国家“863”高技术研究发展计划基金资助项目(2006AA04A124)

作者简介:何伟(1978-),男,河北邢台人,工程师,硕士,主要从事 RFID 技术、现场总线技术研究与应用。

因此会用到许多不同功能、规格的 RFID 读写器、操作终端等信息采集设备同时工作。要想很好地兼容不同规格的信息采集设备,控制并协调这些设备彼此独立的同时工作,并将采集的信息经过提取过滤后,及时提供有效数据给应用软件,单靠一个纯软件架构的中间件实现很困难。不但繁重的数据采集、通讯和处理工作量会加重软件服务器的负荷^[7],影响应用系统的实时性,而且一旦局部功能模块出现问题可能会影响整个系统的正常运行,难以满足工业系统实时性、稳定性和可靠性的要求。

为了解决上述问题,可以将 RFID 中间件的主要功能按功能单元进行划分(比如每个加工工位作为一个功能单元),每个单元功能由独立的硬件设备——RFID 接口控制器实现。具体来说,每个 RFID 接口控制器负责对功能单元内关联 RFID 读写器、操作终端等信息采集设备进行功能设定、操作控制、数据提取、过滤、格式转换及故障检测,再通过现场总线将数据以标准的接口方式传送给上位机。

总线接口和上位机应用程序之间通过一个相对简化的软件中间件,将接口协议转换处理后,提供一组标准的接口函数给应用程序,实现底层设备与上层应用软件的信息交互。这样一来,就彻底实现了上层应用软件和现场采集设备的隔离。此外,软硬件结合、分布式和集中式相结合的设计思路,也降低了中间件的设计和实现的复杂程度,提高了现场数据采集和控制的稳定性和可靠性。

基于该思路设计的生产线 RFID 接口控制器应用系统整体架构如图 1 所示。

该系统可实现车间物料、在制品、成品状态,以及人员、设备状态和生产操作等信息的可视化监控,并通过对实时数据的分析、处理对生产物料等资源配送进行优化调度,并生成绩效分析、质量追踪等各种生产管理相关报表,为车间生产管理人员提

供工艺编排等方面优化建议。

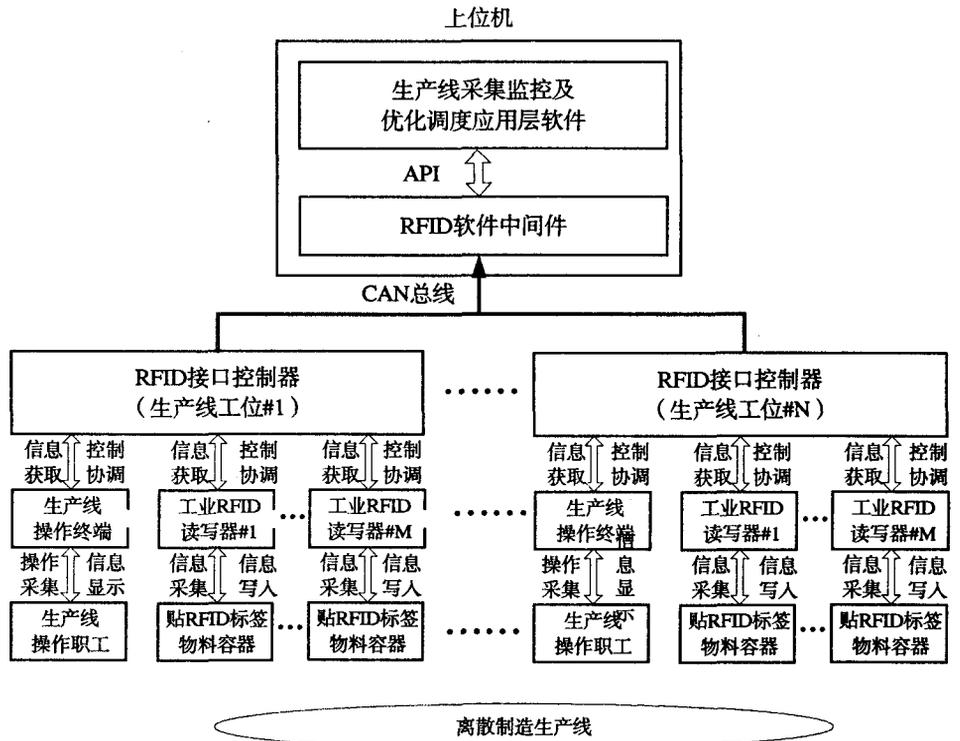


图 1 RFID 接口控制器应用系统整体架构示意图

2 RFID 接口控制器硬件系统设计

RFID 接口控制器(以下简称控制器)硬件系统架构主要包括:核心处理器、RFID 读写器接口、操作终端接口、现场总线接口、电源部分及保护电路。此外为了满足工业级应用要求,电源和通讯接口均采用保护电路设计。

控制器硬件结构如图 2 所示,各主要模块描述如下。

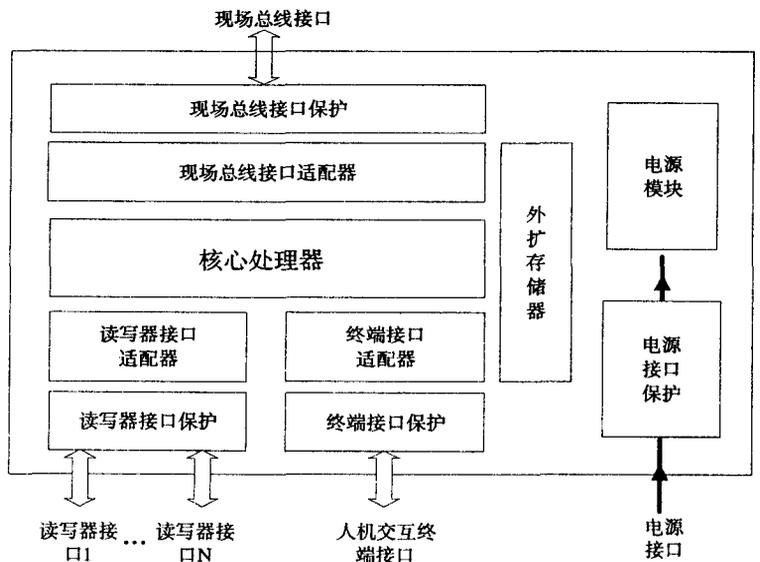


图 2 RFID 接口控制器硬件架构示意图

2.1 核心处理器

综合考虑本设计的功能、性能需求以及成本控制因素,核心处理器选择 NXP 公司的 LPC2134 工业级 ARM 芯片。

LPC2134 芯片具备 16kB 的片内静态 RAM 和 128KB 的片内 Flash 程序存储器,通过片内 PLL 可实现最大为 60MHz 的工作频率;丰富的集成外设资源包括:2 个工业标准 UART、2 个高速 I2C 总线、2 个 SPI 接口、47 路通用 I/O 口;支持片内 boot 装载程序,实现在系统编程/在应用编程(ISP/IAP);支持空闲和掉电两种低功耗模式,可通过外部中断或 BOD 将处理器从掉电模式中唤醒。

LPC2134 芯片加上外围的晶振、复位、电源和调试接口电路构成的最小系统,作为 RFID 接口控制器的核心。

2.2 RFID 读写器和操作终端接口

用于控制器和 RFID 读写器、操作终端的通讯交互,控制器通过此接口对读写器、操作终端进行功能配置、操作控制、故障检测等操作。读写器和操作终端接口采用 RS232 接口或 RS485 接口,可以支持多数主流的 RFID 读写器接入。

其中 RS232 接口为全双工方式通信效率高,缺点是支持的通信距离相对较短;而 RS485 接口采用差分电平传输,支持通信距离远,抗干扰能力强,缺点是半双工方式通信效率较低。具体应用时,可根据现场情况进行针对性选择。

2.3 现场总线接口

用于接口控制器和上位机之间以及不同工位的接口控制器之间通讯交互,这里选择 CAN 总线接口。CAN(Controller Area Network,控制器局域网)总线是一种有效支持分布式实时控制的串行通信网络,具备多主节点的对等结构、非破坏性总线仲裁技术、良好的

出错校验机制以及总线出错保护功能等特点,特别适合工业生产过程数据采集、监控对于通信实时性和可靠性要求高的场合^[8]。

接口控制器的 CAN 接口芯片选择 NXP 公司的 PCA82C251 芯片,设计为标准的 CAN2.0 接口,一路 CAN 总线最多支持 128 个接口控制器,通信速率最大为 250kbps。CAN 总线应选择屏蔽双绞电缆,总线两端的控制器需要加 120 欧终端电阻,以消除信号反射。

2.4 电源部分

为接口控制器内部处理器及外围电路供电,考虑到工业现场通常只提供 DC24V 直流电源,而对于核心处理器等集成电路多采用 3.3V 或 5V 供电,中间需要进行电压转换,且电压转换芯片会存在较大的压降。为了降低电压转换芯片的自身发热损耗,可采用开关电源芯片如 LM2576。

2.5 保护电路

保护电路设计使得接口控制器能够在工业现场电磁兼容环境可靠工作。保护电路主要包括电源保护和通信接口保护,电源保护电路主要是利用二极管、TVS 管、压敏电阻对电源进行防反接、过压、过流等状况保护,确保电源模块稳定工作;通信接口保护主要对 RS232、RS485 和 CAN 总线通信接口进行防静电、快速脉冲群、浪涌电流冲击等保护,确保接口控制器内部电路不会受到来自外部 RFID 读写器、操作终端等关联设备或周围应用环境干扰信号的影响。

以 RS485 通信接口为例,保护电路如图 3 所示。

3 RFID 接口控制器软件系统设计

RFID 接口控制器软件系统架构主要包括:设备接口处理模块、总线接口处理模块、系统管理调度协调模块以及故障检测模块等。控制器软件结构如图 4 所示,各主要模块描述如下。

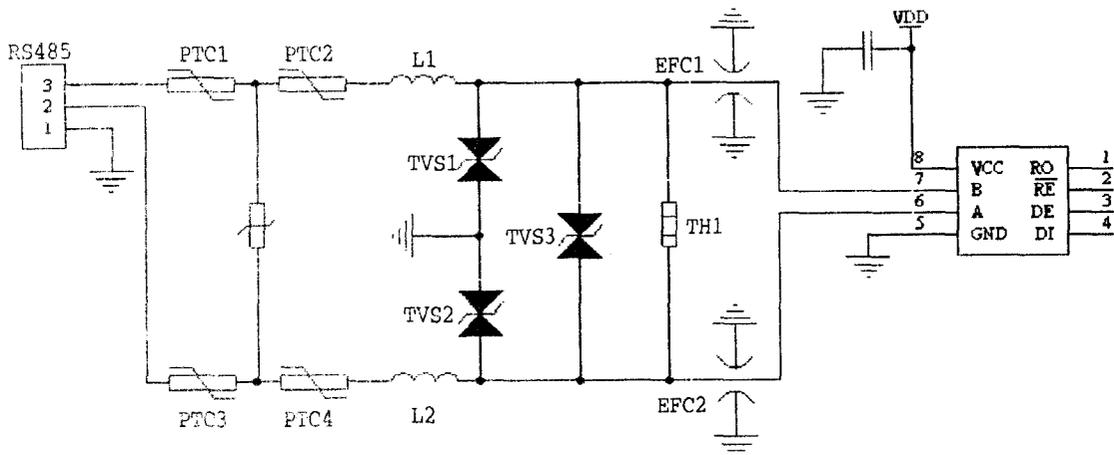


图 3 通信接口保护电路图

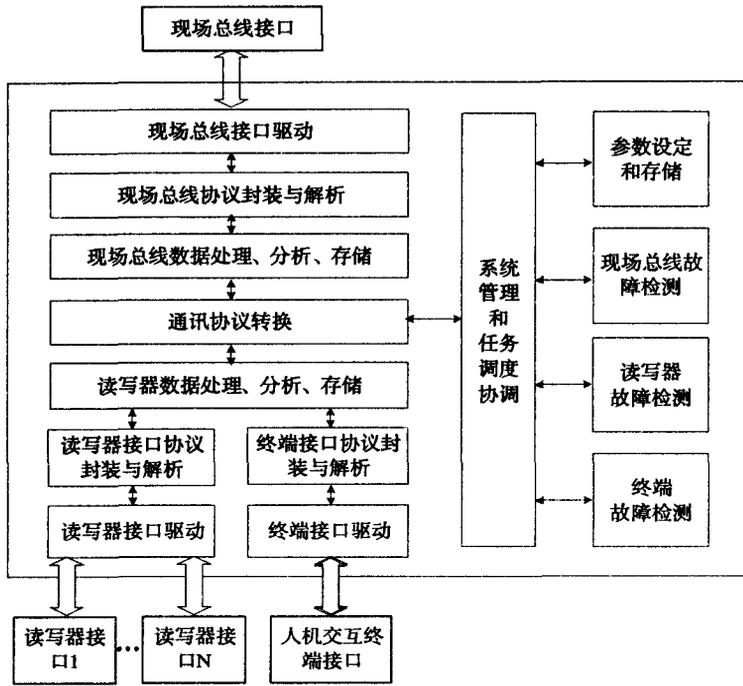


图 4 RFID 接口控制器软件架构示意图

3.1 设备接口处理模块

该模块包括读写器、操作中中断等设备的接口驱动、协议封装与解析、数据处理分析三个部分,其中:接口驱动主要实现对多个设备的功能设定、状态检测、读取或写入等操作控制;接口协议封装与解析主要实现对采集数据进行协议解析和有效数据提取,对待写入数据按照协议格式进行封装;数据处理分析主要是针对读取并解析后的有效数据,结合具体的功能实现进行处理。

控制器和设备之间通信帧格式如下:

| | | | | |
|-----|-----|-----|--------|-----|
| 帧起始 | 控制域 | 参数域 | CRC 校验 | 帧结束 |
|-----|-----|-----|--------|-----|

其中控制域包括:源地址、目的地址、命令代码、参数长度等信息。

3.2 总线接口处理模块

该模块同样包含接口驱动、协议封装与解析、数据分析处理三个部分,模块主要实现控制器和上位机之间的双向通信交互,上位机软件通过现场总线对生产线上的控制器功能角色进行设定,控制器根据设定功能将生产线所采集的物料 RFID 信息和终端操作信息通过现场总线发送给上位机,上位机软件根据采集的物料和操作信息进行处理后,可以实现对生产线物料的实时监控和优化配送调度,并根据历史数据进行统计分析。

控制器和上位机之间通信帧格式如下:

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|-----|
| 帧起始 | 站点域 | 类型域 | 参数域 | CRC 校验 | 帧结束 |
|-----|-----|-----|-----|--------|-----|

3.3 系统管理调度协调模块

该模块负责控制器各个功能模块的调度协调,按照各模块功能实现的优先级别,将优先级高的如上位机软件指令采用中断方式处理,优先级较低的如 RFID 读写器数据获取的分时查询处理。此外,该模块还负责协调多个接口之间的协议转换,比如读写器的数据要传送给上位机软件要按照总线接口协议进行转换,上位机发送的指令要在操作终端显示也需要按照操作终端接口协议进行转换。

3.4 故障检测模块

该模块包括设备通信故障检测、设备工作故障检测、设备数据出错检测、总线故障检测等部分,分别针对外接设备的状态进行实时检测,如果出现异常状态将驱动故障指示灯,并向上位机软件报告相应的故障状态。

4 结束语

文中从 RFID 技术在离散制造生产过程的应用实际出发,突破了 RFID 中间件的纯软件架构局限,引入并设计出具备中间件功能、适合离散制造 RFID 系统应用的硬件 RFID 接口控制器。

按照上述架构设计的 RFID 接口控制器样机,已成功应用于服装缝制自动化生产线。生产线安装多台接口控制器,作为 RFID 技术应用的核心枢纽,外接 RFID 读写器和操作终端等信息采集设备,并配合相应的机械传动机构和上位监控调度软件,构建出一套基于 RFID 的采集监控和智能调度系统。该系统已在江苏某服装企业缝制车间生产线实际投入运行,RFID 设备与系统连接稳定性好、实时性高,生产线总体效率提高 30% 以上,产品质量问题降低 50% 以上,企业信息化管理程度有明显提升。目前接口控制器和 RFID 监控调度系统已进入产品化和推广应用阶段。

参考文献:

- [1] 谭 民,刘 禹,曾隽芳. RFID 技术系统工程及应用指南 [M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [2] Finkenzeller K. 射频识别(RFID)技术——无线电感应的应答器和非接触 IC 卡的原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [3] 邓海生,李军怀,刘红英. 基于 RFID 的数据采集中间件 [J]. 计算机技术与发展,2007,17(9):188-191.
- [4] 梁昌勇,曹 镭,张俊岭. 基于事件通知服务的 RFID 数据

存在最优,如何找到最优的布局,还需要进一步研究。

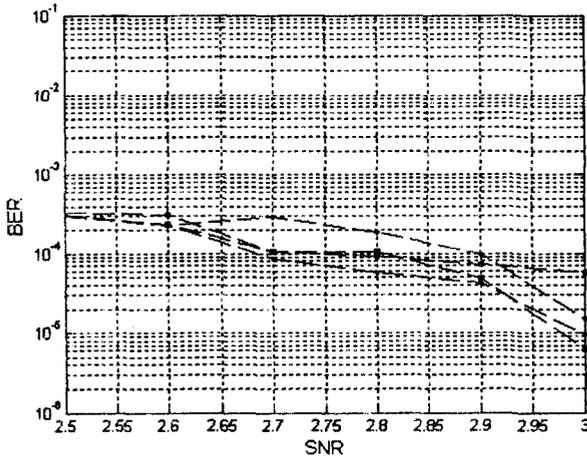


图 3 码长 576 时不同原始 Q 矩阵性能对比

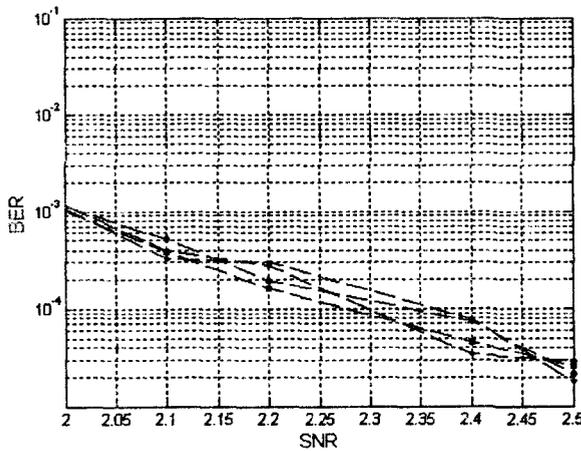


图 4 码长 1056 时不同原始 Q 矩阵性能对比

4 结束语

文中介绍的由 Q 矩阵构成 LDPC 码的方法,不需

要生成 G 矩阵,只需由 H 矩阵就可以进行编码。其中 H^d 矩阵的构成,即 Q 矩阵的排列规则对整个 LDPC 码的性能有重要的影响。通过顺序排列、随机排列、变换公差等差数列排列法,以及其改进排列法这四种排列方法的对比,总结出了一定的排列规律并得到了较好的性能。文中只给出了一种相对较好的排列方案,如何排列这些正交的 Q 矩阵得到最优的布局并且分析是否最优布局对编码器性能的影响,是未来一个很好的研究方向。

参考文献:

- [1] Gallager R. Low Density Parity Check Codes[D]. Cambridge, MA:Massachusetts Institute of Technology,1960.
- [2] 孙韶辉,慕建君,王新梅. 低密度校验码研究及其新进展[J]. 西安电子科技大学学报,2001,28(3):393-397.
- [3] 彭立,朱光喜. Q-矩阵准规则 LDPC 码编码器方案的研究[J]. 计算机工程与科学,2005,27(6):81-82.
- [4] 彭立,朱光喜. 基于 Q-矩阵的 LDPC 码编码器设计[J]. 电子学报,2005,33(10):1734-1739.
- [5] Susic R, Gu Jun. Fast Search Algorithms for the Q-queens Problem[J]. IEEE Transactions System, Man, and Cybernetics, 1991,21(6):1572-1576.
- [6] Susic R, Gu Jun. Efficient Local Search Conflict Minimization: A case Study of the n-Queens Problem[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1994, 6(5):661-668.
- [7] 王哲,栾英姿. N 皇后问题的快速搜索算法[J]. 计算机技术与发展,2009,19(6):72-75.
- [8] 彭立,朱光喜. 不同置换矩阵对基于分块 H 矩阵的 LDPC 码性能的影响[J]. Chinese Journal of Computers,2008, 31(5):783-954.

(上接第 195 页)

- 处理框架[J]. 计算机技术与发展,2009,19(8):74-79.
- [3] 萧荣兴,苏伟仁,许育嘉. RFID 技术运作的神经中枢——RFID 中间件[J]. 信息与电脑,2005,19(9):35-37.
- [6] Hoag J E, Thompson C W. Architecting RFID middleware [J]. Internet Computing,2006,10(5):88-92.

- [7] 蒋邵岗,谭杰. RFID 中间件数据处理与过滤方法的研究[J]. 计算机应用,2008,28(10):2613-2615.
- [8] 饶涛涛,邹继军,郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007:18-20.

(上接第 200 页)

- 应用研讨会(SPCA06). 中国新疆乌鲁木齐:[出版者不详],2006:306-310.
- [4] 贾雯,贺栋. 面向服务的开发方式在普适计算领域中的应用[J]. 计算机应用与软件,2008,25(8):123-125.
- [5] 郭朝珍,林志虹,郭昆. 协同综合预报 IGDSS 通用模型的研究与应用[J]. 通信学报,2006,27(11):42-47.
- [6] 刘少林. 台风综合预报群决策支持系统的研究与实现[D]. 福州:福州大学,2009.

- [7] 王伟,张正兰. 基于 J2ME 平台的手机实时监视系统的设计[J]. 计算机技术与发展,2007,17(12):182-186.
- [8] 任晓尘,孙涌. 基于 J2ME/J2EE 移动预约挂号系统的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2006,16(12):187-189.
- [9] 张俊妍,陈启买. SOAP 协议性能与安全的研究进展[J]. 计算机技术与发展,2009,19(6):163-166.
- [10] 赵阳. 基于 Web Service 的群体决策支持系统的研究[D]. 南京:南京理工大学,2008.