

基于 PDA 的装备维修辅助系统研究与开发

程志君, 郭波

(国防科技大学信息系统与管理学院系统工程系, 长沙 410073)

摘要: 针对装备野外作业时维修保障系统需要解决的快速诊断、实时查询和资源共享等问题, 研究开发了一类基于 PDA 的装备维修辅助系统。该中详细介绍了系统的组成结构、功能模块以及设计开发过程中涉及的关键技术。

关键词: PDA; 故障诊断; 移动数据库; 维修辅助

Study and Implementation of PDA-oriented Maintenance Assistant System for Equipments

CHENG Zhijun, GUO Bo

(Institute of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

【Abstract】 A kind of PDA-oriented maintenance assistant system for equipments is studied and implemented. During the process of equipments fieldwork, the fast fault diagnosis, real-time query and resources share can be realized by this system. This paper presents the structure and function modules of system. Some key technologies in the design and implementation of system are introduced.

【Key words】 Personal digital assistant (PDA); Fault diagnosis; Mobile database; Maintenance assistant

针对具体装备开发其维修辅助系统已经成为装备保障工作研究的重点之一^[1]。但是目前的维修辅助系统大多是在PC平台上开发的, 不便携带, 不能满足维修人员进行野外作业的需要。因此发展适合野外装备维修特点的维修辅助系统, 具有十分重要的现实意义。

本文综合运用嵌入式开发技术、移动数据库服务技术、人工智能与专家系统等现代信息技术^[2-4], 设计开发了一类基于PDA的维修辅助系统, 该系统采用开放式、模块化结构, 以运行Windows CE操作系统的PDA为支撑平台, 具有故障诊断、数据管理和IETM(交互式电子手册)功能, 体积小, 操作简便, 扩展性好, 具有良好的应用前景。

1 系统总体结构与功能

装备维修辅助系统是一类以无线手持终端 PDA 为支撑平台, 针对野外训练或作战情况开发的便携式系统, 系统的总体结构如图 1 所示: 主要包含装备基本信息与维修信息数据库、故障诊断模块、信息管理与查询模块以及备件与库存信息查询模块。

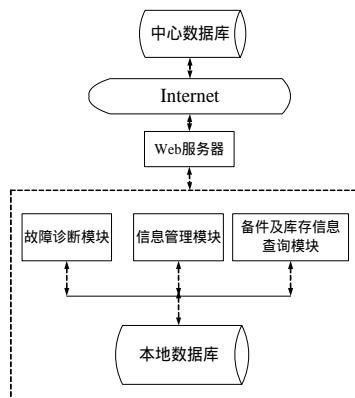


图 1 系统总体结构

装备基本信息与维修信息数据库: 装备维修辅助系统所需的信息类型多样, 数量庞大, 而 PDA 的存储和数据处理能力有限, 必须建立数据库系统, 包括中心数据库与本地移动数据库, 网络连通时, PDA 通过代理作为中心服务器的客户端使用, 利用 PC 平台成熟的数据库技术, 完成数据处理和维护工作, 网络断开时, 本地数据库保证用户能在脱机状态下使用系统, 同时还能完成实时的维修信息记录工作。数据库主要存储 3 类不同的信息: 一类用于故障诊断过程, 包括专家知识和装备结构知识; 另一类用于装备维修过程, 包括各类操作规范、技术文档、维修指南等; 再一类用于备件查询过程, 包括备件库存、备件基本信息、携带数量等。不同的数据信息维护方式和使用权限不同。

故障诊断模块: 根据维修人员对故障现象的描述, 利用知识库中的故障诊断案例进行推理分析, 给出相应的故障原因和维修建议。如果知识库中没有相关案例信息, 则利用网络求助维修中心。诊断结束后要将案例规范化后录入知识库。

信息管理与查询模块: 帮助维修人员获得装备的技术资料、维修文档和维修数据。

装备备件与库存信息查询模块: 在网络连通或断开时都能获得维修所需备件的信息。

2 关键技术研究

2.1 故障诊断技术研究

(1) 知识的表达与知识库建立

专家知识的正确表示和有效存储是进行故障诊断的基础, 在知识库建立时可以根据故障知识的特点采用适合

基金项目: “十五”国防预研基金资助项目

作者简介: 程志君(1978 -), 女, 博士生, 主研方向: 装备可靠性、保障性和维修性; 郭波, 教授、博导

收稿日期: 2006-05-13 E-mail: czj_2002@sina.com.cn

的表示方法。一般来说装备故障知识主要以维修人员积累的经验为主,针对这一特点,本系统以事例的形式来表达和存储故障知识。一个诊断事例就是对一类故障特征及相应诊断过程的描述,其一般包含故障及其诊断内容,对某一给定的事例 c ,可用下列向量表示:

$$c = \{N, E, S, P, Q\}$$

式中: N 为事例编号;

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_i\}$ 是说明性信息集,为一个有限集合,其中, e_j 表示一条说明性信息;

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ 为故障现象集,表示故障事例的各种现象,是一个有限非空集合;

$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ 为故障原因集,表示由故障现象推出的故障原因,其中 $r_i = \{f_{ir}, d_{ir}\}$, f_{ir} 表示故障原因事实, d_{ir} 表示故障原因置信度;

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ 为维修方案集用来表示找出故障原因后对应的维修建议或解决方案, p_j 表示一个维修方案;

Q 表示该事例归属于哪个事例库。

(2) 知识学习

在知识存储过程中我们发现某些事例存在不确定性,即一个故障现象对应多个故障原因,针对这种情况,如何保证维修人员使用系统方便地获取相关知识,就需要实现知识的自动学习功能。知识学习的方法很多,如记忆学习、传授学习、演绎学习、类比学习和归纳学习^[5]。系统采用归纳学习的方法对运行的事例不断地进行归纳分析,来抽取适应系统运行的最新知识,取消原有过时的知识。主要采用统计回归的方法,在系统每一次运行的过程中,记录维修人员对于故障原因的选择和选择的正确性,来发现故障现象与原因之间的回归关系,并据此调整相应诊断结果的可信度。

(3) 推理机的实现

一般来说,专家系统中有 3 类常用的推理方法^[6]: 1) 基于规则的推理(Rule-based Reasoning, RBR),具有自然性、一致性、完备性等特点,但RBR主要使用的是浅知识,存在解释能力弱、知识库不易维护等缺陷; 2) 基于模型的诊断推理(Model-based Reasoning, MBR),在知识表示与组织上有很大的优势,既可利用基于结构和行为等的深知识,也可利用基于专家启发式经验的浅知识,但模型的构造困难; 3) 基于事例的推理(Cased-based Reasoning, CBR)是一种仿造人的认知过程而发展起来的智能推理技术。它避免了重复的、复杂的推理过程,提高了系统的自学习和自适应能力。

本系统就采用了基于事例的推理方法。基于事例推理的故障诊断技术基本操作是:首先使用者根据情况选择需要的事例库,事例库按归属 Q (这里指属于装备的哪个组成部分)存储,然后通过人机接口输入故障信息,系统根据所提供的故障信息形成故障事例关键词,在选定的事例库中检索是否存在与待诊故障事例相同或相似的事例,系统以相似度依次列出具体的搜索结果,由使用者来选择最为接近的结果,若能检索到与待诊事例相同或相似的事例,则可得到故障诊断结论,如果检索结果中找不到类似事例,则使用者应根据实际情况得到故障原因,并产生一个新的事例,将其存入事例库中。

2.2 移动数据库技术

系统的数据管理是通过移动数据库技术实现的。移动数据库是指移动计算环境中的数据库,它是传统数据库系统的

扩展,是客户与固定服务器节点动态连接的分布式系统^[3]。

(1) 数据交换实现方案

本地数据库采用 SQL Server CE,它将 Microsoft SQL Server 的存储功能扩展到运行 Microsoft Windows CE.NET 或 Pocket PC2002 的手持设备,同时提供了与基本关系数据库功能相似的 SQL Server 编程模型,即数据库存储区、查询处理器以及可靠且可伸缩的连接。SQL Server CE 本地数据库与中心数据库之间的信息交换通过 Web Services 进行。Web Service 用 IIS 承载,可以放置在网络上的任何一台计算机上,网络连接的方式主要有 3 种: 1) 通过网络上的任何一台计算机连接网络; 2) 通过无线网卡连接网络,这种方式的连接距离受限; 3) 通过 GPRS 服务连接网络。

整体实现方案如图 2 所示。

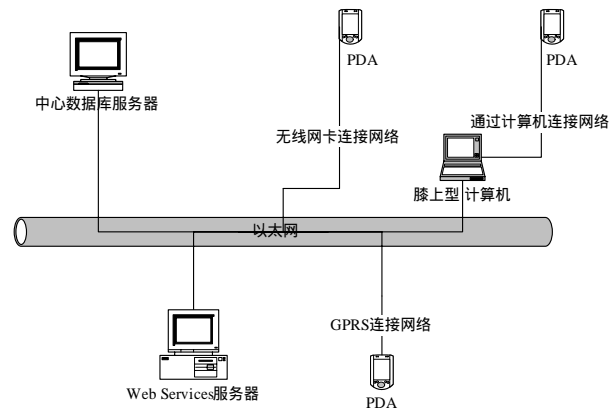


图 2 数据交换实现方案

数据交换方式主要采用数据传输,包括数据上传与下载。数据上传时根据 Web 服务的地址和上传服务名称请求 Web Service 服务器上的 Web 服务,并将上传数据作为参数传给 Web 服务,由 Web 服务将数据写入中心数据库服务器。下载数据的过程与上传类似。

(2) 数据安全性方案

为确保数据在网络传输过程中的安全性,在数据发送端对数据进行加密,数据接收端在接收到数据后再进行解密,本系统采用了 128 位的 Hash 来产生 40 位的密钥,然后用该 40 位密钥对数据进行加密。解密采用同样的方式。

3 系统开发与实现

硬件选用主频 400MHz 的 CPU,内存为 32MB 以上,支持无线通信与网络连接的 PDA,软硬件可靠,操作系统采用微软公司的 Windows CE 4.21 或以上版本,软件运行支撑库为微软的 .NET Compact Framework 1.0。开发语言和工具为 C# 与 Visual Studio.net 2003。PDA 应用软件采用 C/S 模式,在网络连通时,PDA 将作为后端服务器的客户端使用;网络断开时,利用本地数据库支持系统运行。

4 结束语

本文在基于 PDA 的装备维修辅助系统设计和实现上作了有益的探索。该系统根据装备野外作业特点,针对维修保障过程中故障的快速实时诊断、维修资源共享、多系统协调和可靠信息存储等问题,提出了一种基于故障诊断技术、移动数据库技术和嵌入式开发技术的解决方案。经实践表明,该系统降低了对维修人员的技术要求,减轻了维修人员的工作强度,提高了装备维修效率,具有良好的应用和发展前景。

(下转第 282 页)