

# 偶尔连接模式在航空维修一线管理系统中的应用

郭建胜<sup>1,2</sup>, 李正欣<sup>2</sup>, 李克武<sup>2</sup>

(1.西北工业大学 管理学院, 陕西 西安 710072; 2.空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**针对航空维修一线管理系统的终端——便携式维修支持系统(Portable Maintenance Aids, PMA)在航空维修一线中遇到的脱机工作问题,研究了维修一线管理系统在偶尔连接模式下的数据处理策略,提出了维修一线管理系统偶尔连接模式的数据访问模型。在此基础上,从长期数据缓存的选取和数据同步机制研究了系统的实现。实际运行的效果表明,支持偶尔连接模式的维修一线管理系统能够很好地适应航空维修一线的网络环境,更加充分地发挥功效。

**关键词:**航空维修一线; 便携式维修支持系统; 偶尔连接; 数据缓存

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3516.2009.06.011

**中图分类号:** TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2009)06-0046-04

为了提高航空装备维修保障的信息化水平,有必要借鉴西方发达国家军队信息化建设的经验,建立一个多功能、综合化、系统化、网络化的维修一线管理系统<sup>[1]</sup>。便携式维修支持系统(PMA)是一种现场分析与解决装备问题的信息处理设备,通常由便携式计算机、软件和其他硬件设备组成<sup>[2]</sup>。PMA是一线维修人员查阅技术资料、接收维修指令的客户端装置,也是提供故障信息、备件需求的信息源和预测、掌握装备现状的直接工具<sup>[3-4]</sup>。所以说,PMA是整个信息化建设中最基本的一个环节,是衡量数字化维修发展水平的重要标志,对推动维修一线管理系统的全面建设、提高航空维修保障效能有着重要意义。

在维修一线管理系统中,PMA作为客户端设备,通过无线或有线网络同服务器连接,网络状况对PMA的正常使用至关重要。然而,各维修单位接入网络能力有差异,有时存在网络带宽较小、网络延迟明显等情况。此外,由于复杂的外场维修环境、PMA自身的移动性等因素的影响,使得PMA所处环境不能时刻接入网络。因此,为了保证机务维修工作的正常开展,PMA必须能在离线状态下正常工作,以减轻一线维修工作对网络状态的依赖程度,不会因为暂时的网络问题而影响维修工作进程与维修保障效益。

## 1 偶尔连接模式的数据处理策略

偶尔连接模式是指:当网络通畅时,程序发挥最大的效能、实现全部的功能;当网络条件受限或无网络连接时,程序仍然可以在一定程度上正常工作。偶尔连接模式涉及数据类型的识别、缓存方式的选择、数据并发等基本问题,下面分别从这几个方面分析维修一线管理系统偶尔连接模式的数据处理策略。

### 1.1 数据类型的识别

离线数据处理首先要区分2种数据类型:只读引用数据和瞬态数据<sup>[5]</sup>。只读引用数据是指被客户端用于引用目的并且不会被更改的数据。瞬态数据是指既能够在服务器上更改,也允许被客户端更改的数据。

确定数据类型是离线数据处理的前提,维修一线管理系统中同时包括这2种数据。例如,维修历史数据和维修技术资料信息属于只读引用数据,维修指令卡片信息属于瞬态数据。

### 1.2 缓存方式的选择

离线操作需要在客户端本地缓存数据,用于提供脱机工作所需的数据。基本的缓存方式有2种:①短期

\* 收稿日期:2009-09-10

作者简介:郭建胜(1965-),男,河南灵宝人,教授,主要从事智能信息处理与决策,指挥自动化等研究。

E-mail: amisc@163.com

数据缓存,即在内存中缓存数据;②长期数据缓存,即在持久性存储介质中缓存数据。后者的稳定性较好,能够使应用程序在脱机模式下稳定工作。数据可存储为文本文件、二进制文件和数据库文件等形式。

PMA 在脱机工作时,需要处理大量的关系型数据,因此可以在客户端部署一个小型的数据库引擎,将数据缓存在本地数据库中。

### 1.3 数据并发

数据能够由多个客户端进行更新的能力称为“数据并发”<sup>[6]</sup>。对于数据并发问题,一般有以下 2 种解决方案:①保守式并发:允许一个客户端保持数据上的锁,以禁止任何其他客户端修改数据,直至客户端自己的更改完成为止;②开放式并发:不锁定数据,而是判断是否实际需要更新,可以将原始数据随更新请求和已更改的数据一起发送。

在一线维修工作中,职责划分较为明确,维修机组和飞机一一对应,因此,几乎不存在多个客户端应用程序同时修改同一架飞机信息的情况。这部分瞬态数据可以采用保守式并发策略。当客户端发现服务器端的当前记录与原先下载时的记录不同时,可以同时显示服务器端和客户端的数据,让用户进行对比判断。

## 2 维修一线管理系统偶尔连接模式的结构设计

### 2.1 偶尔连接模式的体系结构

在设计偶尔连接的应用程序体系结构时,有 2 种方法可以选择:面向服务和以数据为中心,见图 1。

#### 2.1.1 面向服务的方法

客户端致力于服务请求本身,而不是直接更改本地保存的数据。该策略的优点是在客户端上不需要本地关系数据库,可以使用与服务器上不同的数据架构;主要缺点是需要编写较多的基础结构代码,以便存储和转发消息,同时检测应用程序何时联机或脱机。

#### 2.1.2 以数据为中心的方法

服务器发布数据,客户端创建它所需要的数据的预订,以便它可以在脱机之前将相应的数据复制到本地数据存储。当客户端脱机时,它将通过调用本地数据存储来对本地数据进行更改;当客户端重新联机后,数据存储将对客户端上数据所做的更改传回服务器。该方法需要在客户端上安装关系数据库管理系统,使用系统的内置功能将本地数据更改传回服务器,并检测 and 解决所有数据冲突,处理数据同步问题。

由于 PMA 选用的硬件配置完全具备部署关系数据库的能力,因此,可以采用以数据为中心的方法,避免编写过多的基础结构代码,直接使用数据库系统处理数据同步问题。

### 2.2 维修一线管理系统的数据库访问模型

图 2 为维修一线管理系统的数据库访问模型,长期数据缓存是供客户端应用程序访问的稳定的数据源,不会受到网络状态的影响,同时它也是客户端应用程序同服务器进行数据交互的中介。

当处于联机状态时,PMA 从服务器数据库中读取数据,存入本地长期数据缓存,应用程序的数据操作先被保存在本地长期数据缓存中,然后再同步到服务器数据库。

当处于脱机模式时,应用程序的数据操作直接被保存在 PMA 本地长期数据缓存中。等网络连接时,再与服务器数据进行同步,实现离线操作功能。

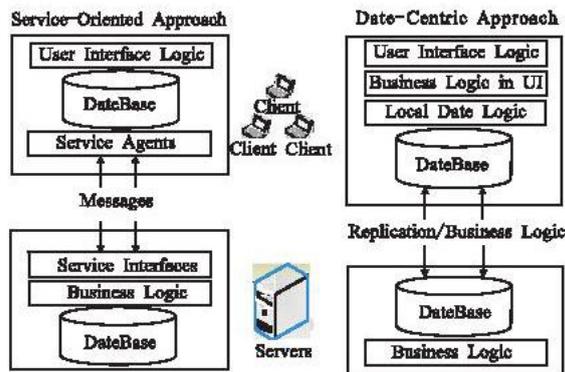


图 1 面向服务和以数据为中心的方法

Fig. 1 Service-oriented approach and data-centric approach

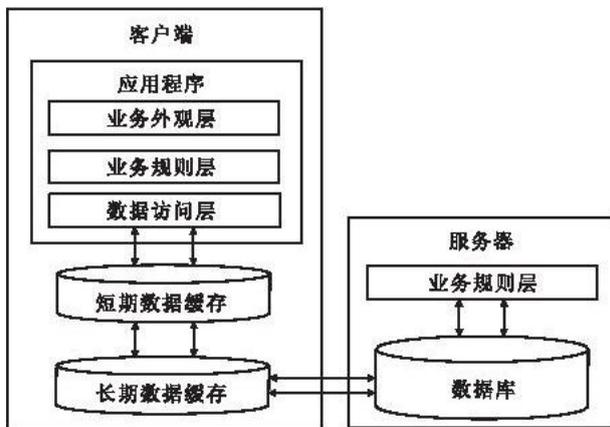


图 2 维修一线管理系统的数据库访问模型

Fig. 2 Data access model in maintenance field management information system

### 3 维修一线管理系统偶尔连接模式的实现

#### 3.1 长期数据缓存的选取

在以数据为中心的体系结构中,客户端本地长期数据缓存同服务器数据库之间的数据交互处于中心环节,因此,选择合适的客户端长期数据缓存方式是实现 PMA 偶尔连接的关键。

SQL Server Compact 3.5 是一种压缩数据库,很适合嵌入到移动应用程序和桌面应用程序中,能够提供与其他 SQL Server 版本通用的编程模型<sup>[7]</sup>。它只需占用很少的客户端资源(大约 2.2 MB - 2.6 MB 的磁盘空间)即可提供关系数据库功能,包括:强大的数据存储、优化查询处理器以及可靠、可扩展的连接等,并且支持与其他版本的 SQL Server 相同的 SQL 语法和 ADO.NET 编程模型。使用 SQL Server Compact 3.5 的应用程序可以创建本地数据库、更新本地数据并将在客户端上所做的更改合并到服务器 SQL Server 数据库中,实现数据同步。因此,可以将其作为 PMA 的长期数据缓存。

SQL Server Compact 3.5 支持主外键关系,却不支持存储过程、触发器、视图和用户定义的函数等,因此,需要通过设置级联删除、级联更新等属性,定制适当的业务规则来保持 PMA 本地长期缓存数据的完整性。

#### 3.2 数据同步机制的实现

与数据缓存相对应的问题是数据同步机制,可采用的方案是 Microsoft Synchronization Services for ADO.NET,它能够提供一个用于在数据服务和本地存储区之间同步数据的组件,对分布在两层、N 层和基于服务的体系结构中的不同来源的数据进行同步。Synchronization Services 使用轮辐式模型,来自每个客户端的所有更改首先与服务器进行同步,然后才会发送到其他客户端(客户端之间不会直接交换更改),这一点非常适合于维修一线管理系统,各个 PMA 之间一般不会直接进行数据交互。

Synchronization Services 提供快照同步、仅下载同步、仅上载同步以及双向同步等 4 种方式。当同步客户端时,快照同步就会刷新数据,仅下载同步将只下载自上一次同步以来发生的增量更改。仅上载同步用于将客户端中进行的数据更改上载到服务器。双向同步可用于在客户端和服务器上更新的数据,在同步过程中,必须处理任何发生冲突的更改。

对于 PMA 中的只读引用数据,例如维修技术资料信息,可以采用仅下载同步方式,当服务器上的相关数据更新后,客户端再进行数据同步。正常情况下,PMA 应用程序可以直接从本地调用数据,这样不仅最大限度地提升了离线工作能力,同时也减轻了网络负荷。

对于 PMA 中的瞬态数据,例如维修指令卡片信息,一般采用双向同步方式。进入外场前,PMA 先进行一次数据同步,服务器中生成的各类维修指令卡片被下载到客户端本地;进入外场后,由于网络条件受限,PMA 进入脱机模式,维修人员填写的与各类指令卡片相关的参数信息被暂时保存在客户端本地;等具备网络连接条件时,PMA 再与服务器进行数据同步,把离线状态下的数据操作上传至服务器。

在双向同步过程中,当出现数据冲突时,需要记录下服务器和客户端的数据,让用户进行对比判断<sup>[8]</sup>。处理数据冲突的部分代码可表示如下:

```
//adapter 为 SqlDataAdapter 类型的对象,changedDataSet 为 DataSet 类型的对象
//为 SqlDataAdapter 的行更新加载事件处理函数
adapter.RowUpdated +=
new SqlRowUpdatedEventHandler( this, PMA.RowUpdated );
//如果已经改变的数据集不为空,就开始更新
if( changedDataSet != null )
{
    adapter.Update( changedDataSet );
}
...
//下面是 PMA.RowUpdated 函数的代码
private void PMA.RowUpdated( object sender, SqlRowUpdatedEventArgs e )
{
    //当更新出错,就表明有冲突发生
    if ( e.Status == UpdateStatus.ErrorsOccurred )
```

```

    //需记下冲突项,供用户处理
    //m_conflicts 是一个 DataTable 类型的对象
    m_conflicts.Rows.Add(e.Row.ItemArray);
    //继续更新
    e.Status = UpdateStatus.Continue;
}
}

```

## 4 结束语

实际运行的效果表明,支持偶尔连接模式的维修一线管理系统能够适应航空维修一线的复杂环境,具有很好的稳定性与可靠性,对提高维修一线保障能力具有积极的促进作用。

### 参考文献:

- [1] 吴松林,汪晓程,张凤鸣.集成维修信息系统[J].空军工程大学学报:自然科学版,2000,1(1):22-24.  
WU Songlin, WANG Xiaocheng, ZHANG Fengming. Integrated Maintenance Information System[J]. Journal of Air Force Engineering University: Natural Science Edition, 2000, 1(1): 22-24. (in Chinese)
- [2] Bapst Gerald W, Butcher Steven W, Jordan Robert L. Portable Maintenance Aids[R]. LG005T2, 2004.
- [3] 张恒喜.数字化维修理论与技术[M].北京:国防工业出版社,2006.  
ZHANG Hengxi. Digital Maintenance Theory and Technology[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2006. (in Chinese)
- [4] 张晓丰.便携式维修支持系统研究[D].西安:空军工程大学,2003.  
ZHANG Xiaofeng. Research on Portable Maintenance Aids[D]. Xi'an: Air Force Engineering University, 2003. (in Chinese)
- [5] 马玉梅.基于智能客户端的电气操作票系统的设计与实现[D].济南:山东大学,2006.  
MA Yumei. Design and Implementation of Electric Operating - Sheet System Based on Smart Client[D]. Jinan: Shandong University, 2006. (in Chinese)
- [6] 张伟,赵止德,刘宜宁.网络环境下多数据源并发控制的研究[J].中国国家图形学报,2006,11(11):1543-1546.  
ZHANG Wei, ZHAO Zhide, LIU Yining. The Research on the Technology of Concurrency Control under More Data Source Based on GRID[J]. Journal of Image and Graphics, 2006, 11(11): 1543-1546. (in Chinese)
- [7] Microsoft Corporation. SQL Server Compact 3.5 Online Series[M]. Redmond WA: Microsoft Corporation, 2003.
- [8] 李正欣.基于智能客户端的便携式维修支持系统设计与实现[D].西安:空军工程大学,2008.  
LI Zhengxin. Design and Implementation of Portable Maintenance Aids Based on Smart Client[D]. Xi'an: Air Force Engineering University, 2008. (in Chinese)

(编辑:姚树峰,徐敏)

## Application Research on Occasional Connect Mode of Aircraft Maintenance Field Management Information System

GUO Jian - sheng<sup>1,2</sup>, LI Zheng - xin<sup>2</sup>, LI Ke - wu<sup>2</sup>

(1. School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China; 2. Engineering Institute, Air force Engineering University, Xi'an 710038, China)

**Abstract:** To solve problems of PMA's offline - work in the field of aircraft maintenance, the paper researches strategy of data processing in occasional connect mode is researched and a data accessing model of "occasional connect" is proposed. On the basis of the model, the paper expatiated the process of its implementation from two aspects which are the choice of long - term data cache and synchronization mechanism. The primary application proves that it can be adapted to complex network condition in the field and can greatly enhance the ability of aircraft maintenance support.

**Key words:** Aircraft maintenance field; PMA; occasional connect; data cache