

# 基于 C++Builder 和 USB 的飞机发动机综合警戒系统数据采集与处理研究

严 平 曹同强 周洁敏

(南京航空航天大学民航学院 江苏南京 211100)

**摘 要** C++Builder 以其友好的可视化界面得到了广泛的应用,在工程中方便快速的基于 USB 接口的数据采集卡正在日益普及。文章以飞机发动机指示与机组告警系统为例,介绍了如何在 BCB 中实现 USB 的数据采集与处理。

**关键词** C++Builder USB 数据采集与处理

[中图分类号] TP274,V241.4

[文献标识码] B

C++Builder(以下简称 BCB)是一种优秀的 Windows 快速应用程序开发工具,具有 C++ 的高效率、高性能,BCB 利用 VCL 类库实现了完全的可视化和真正面向对象的结合。用户可以根据自己的需要得到漂亮而又友好的可视化界面,而且操作简单、易于维护。随着计算机技术日益发展,目前计算机一般都采用支持 USB 功能的控制芯片组,而且也安装了 USB 接口插座。许多 Windows 操作系统内置了对 USB 功能的支持,基于 USB 接口的数据采集卡由于其独有的优越性,得到了广泛的应用,也成为将来使用发展的趋势。在实际工程中,经常需要把数据采集卡得到的数据及时输入计算机,在 BCB 友好的界面上实时显示并利用 BCB 进行实时处理。因此,如何在 BCB 中实现基于 USB 的高速实时的数据采集和处理,成为了一个关键问题。

飞机发动机指示和机组告警系统(以下简称 EICAS)是飞机上的一种多功能电子显示设备,它可以在飞行的全部航段上连续自动监控发动机参数和报警系统,具有存储信息的功能,能够在出现故障时利用声音和视觉实现分级报警并自动记录子系统参数。它的使用减轻了驾驶员的工作负担,改善了飞行机组与地面机组之间的联系。

## 1 USB 的优越性

### 1.1 方便稳定

使用 USB 接口可以连接多个不同的设备,支持热插拔,省去了等待漫长的启动过程的烦恼。设备自动检测、自动安装驱动程序,支持动态接入。

### 1.2 应用范围广

目前应用较广的 USB1.1 接口的最高传输率可达 12M b/s,比串口快了整整 100 倍,比并口也快了 10 多倍。而在 USB2.0 规范中,最高的通信速率的速度已提高到 480M b/s,支持同步和异步传输方式。

### 1.3 连接外设多

USB 接口支持多个不同设备的串列连接,一个 USB 口理论上可以连接 127 个 USB 设备,而每个外设间距离(线缆长度)可达 5 m。连接的方式也十分灵活,既可以使用串行连接,也可以把多个设备连接在一起,再同 PC 机的 USB 口相接,减少了对端口的占用。

### 1.4 节省供电

普通使用串口、并口的设备都需要单独的供电系统,而 USB 设备则不需要,因为 USB 接口提供了内置电源。USB 电源能向低压设备提供 5 V、500 mA 的电源,因此新的设备就不需要专门的交流电源了,从而降低了这些设备的成本并提高了性价比。

## 2 基于 BCB 和 USB 的数据采集处理在 EICAS 中的应用

### 2.1 基于 BCB 和 USB 的飞机发动机指示和机组告警系统概述

飞机发动机指示和机组告警系统是飞机上的一种重要的自动化的多功能电子显示设备。传统的飞机故障告警给予指示灯,文字显示,需要飞行人员进行阅读,容易引起视觉疲劳。本项目利用 BCB 和基于 USB 的数据采集与处理,实现在 WINDOWS 操

作平台上的故障的告警、故障的分类级别的划分,优先级排序并提供故障的准确性、实时性,在提供文字、灯光告警的同时,并报以音响警告,以减轻飞行员的负担。通过对硬件和软件的改进,以最简洁的系统,提高报警系统的灵敏度和准确性,达到语音和

屏幕显示的双重效果,实现飞行驾驶员和乘务人员的实时监控,并以减轻飞行员的视觉疲劳。因此在 BCB 中实现基于 USB 的数据采集与处理是关键问题。图 1 为告警系统流程示意图。

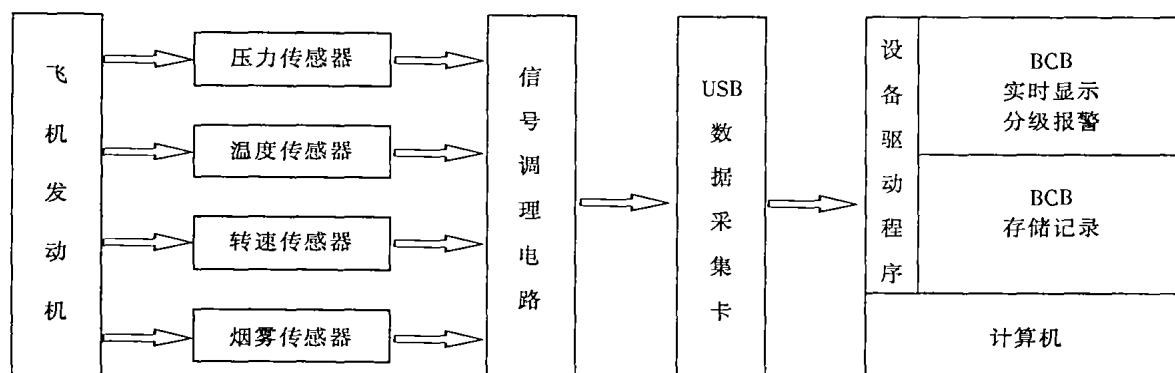


图 1 基于 C++ Builder 和 USB 的 EICAS 流程示意图

我们用的数据采集卡是阿尔泰公司生产的 USB2003,提供了 16 路单端或 8 路双端的模拟输入

通道和 2 路 D/A 输出通道,它的驱动程序中主要的函数如下:

1) HANDLE CreateDevice(int DeviceID = 0)

创建 USB 总线的设备对象

2) BOOL ReleaseDevice(HANDLE hDevice)

释放设备对象所占用的系统资源及设备对象自身

3) BOOL InitDeviceAD( HANDLE hDevice, PUSB2003PARA\_AD pADPara )

初始化设备对象中的 AD 部件,预置 AD 采集通道,采样频率等

4) BOOL ReadDeviceAD (HANDLE hDevice, PSHORT pADBuffer, ULONG nReadSizeWords)

读取 USB 设备 AD 部件上的批量数据,待读过完整指定长度的数据才返回

5) BOOL ReleaseDeviceAD(HANDLE hDevice)

释放设备对象中的 AD 部件所占用的系统资源

## 2.2 实现基于 BCB 和 USB 的数据采集与处理的方法

BCB 的输出显示通常是用一些 VCL 组件来实现的,如 Label、Edit 等,为了能够实现应用程序实时高效的进行数据处理,最好的办法就是采用子线程进行数据采集,即 BCB 界面中的组件只是实现简单的计算和显示,而真正的数据采集过程在后台,这样就可以保证在进行数据采集和传输过程中不占用客户程序的任何时间,在数据处理的同时,驱动程序依然在进行下一批数据的传输,即实现了并行操作,提高了程序的运行效率和数据的处理能力。为

了能够实现不影响应用程序窗口操作的数据采集和处理,分别创建两个子线程 Data Collect Thread 和 Data Show Thread,实现数据的采集和显示。

Data Collect Thread 调用驱动程序的读取函数,每采集得到指定长度的数据,便将数据放入自己定义的数据缓冲区,同时向 Data Show Thread 发出同步事件消息。Data Show Thread 在 Wait For Single Object()的作用下等待所有权的可用,保证了 Data Collect Thread 的充分运行,等到该同步事件消息则 Data Show Threa 即刻恢复运行状态,实现数据的实时处理显示。如图 2 所示。

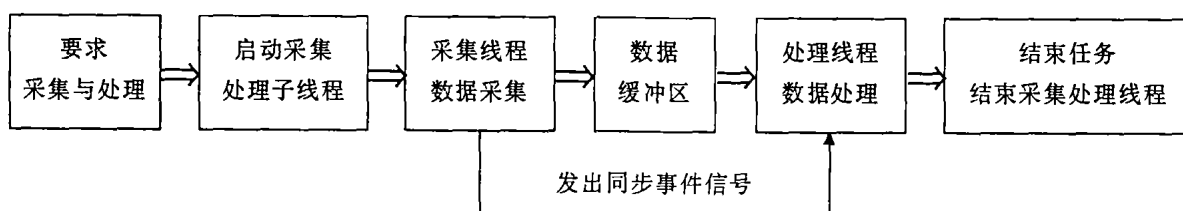


图 2 利用子线程进行数据采集与处理流程图

以下是创建子线程和实现BCB中调用驱动函数的方法:

1) 应用程序工程中包含驱动程序函数接口输入库文件。选择BCB集成开发环境中的工程[Project]菜单中的[Add to Project]命令,在弹出的对话框中分别选择文件类型:(\*.lib),在根目录下选择USB2003.Lib文件。

2) 创建子线程。打开[File],选择[New]中的[ThreadObject],在弹出的对话框中的[ClassName]栏内输入子线程名,打开[File],选择[Include]包含主界面的头文件Unitmain.h,也可将主界面的头文件拷贝到该子线程的源代码中。在主界面中同样需要包含子线程以及USB驱动程序的头文件。

3) 在主窗体中使用子线程。在主窗体的头文件声明:

**Private:**

DataCollectThread \* pDataCollectThread;

DataShowThread \* pDataShowThread;

4) 子线程与VCL主线程同步。为了在DataShowThread中实现EICAS面板的数字显示,必须使用Synchronize()函数,Synchronize方法使该子线程与VCL主线程同步,它的参数是一个子函数,

该子函数是没有参数和返回值的TThreadMethod类型的函数,能够实现具体的实时处理显示功能。

## 2.3 实现利用BCB和USB的飞机发动机指示及机组告警系统

发动机是飞机运行的核心,来自飞机发动机和飞机各系统的技术数据多而复杂,大约有400多个输入信号,本项目研究的主要是滑油温度(OIL TEMP)、滑油压力(OIL PRESS)、滑油油量(OIL QTY)、发动机转速比(N1)、发动机压力比(EPR)等,限于篇幅这里只介绍滑油压力(OIL TEMP)的数据采集与处理,其他物理量的实现过程也相同。

### 2.3.1 窗口面板设计

1) EICAS面板。本面板要生动形象的显示较多的画面,所以主要用了TChart、TImage来加载图片,并在它们上面通过TLabel以数字显示,通过编程实现运行时的指针动态显示;通过TBitbtn实现按钮功能;通过TShape实现报警灯;通过TMediaPlayer实现声音报警。如图3所示。

2) 滑油温度面板。本面板主要是辅助显示。用到的组件主要是TChart、TLabel、TrichEdit、TBitbtn等。如图4所示。

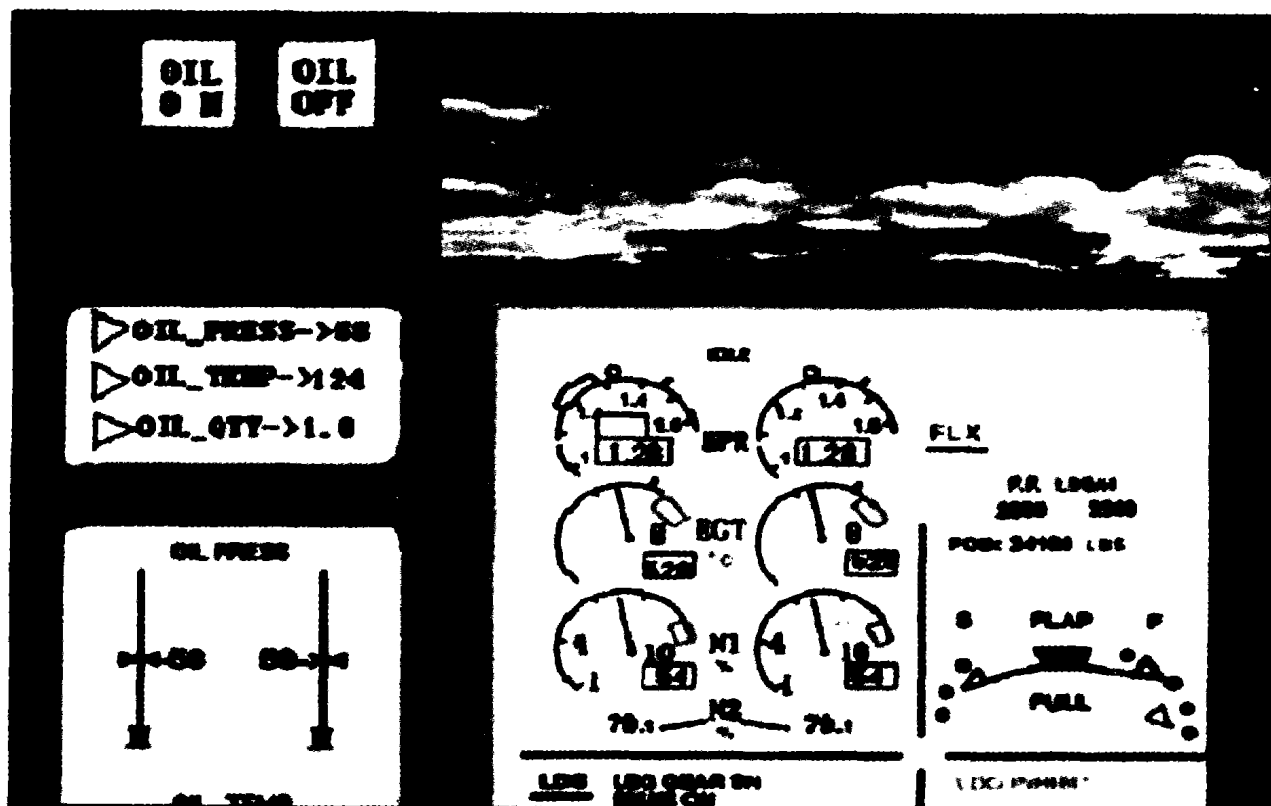


图3 EICAS面板的部分显示

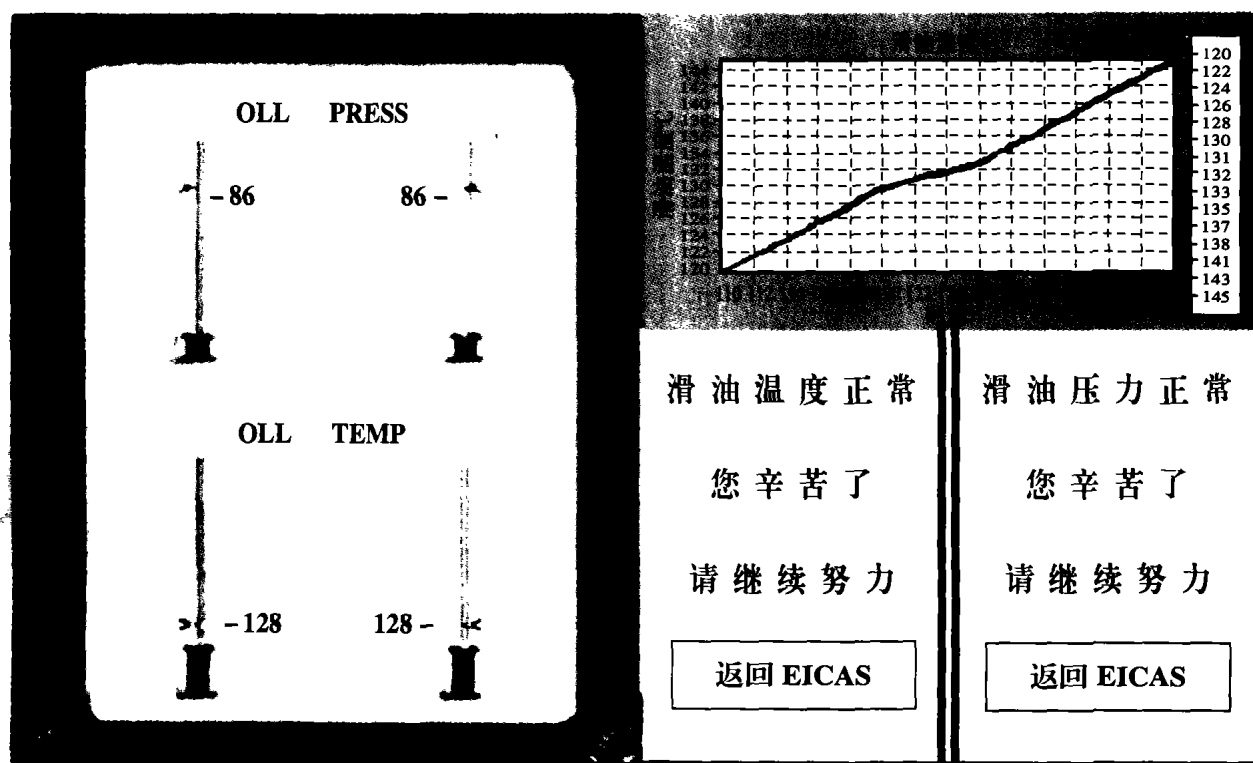


图 4 滑油温度面板的全屏显示

### 2.3.2 飞机发动机滑油温度的显示格式

1) 当初次点击 EICAS 面板中的 TBitbtn 按钮 [OIL ON] 时, 系统开始进行滑油温度的采集, 并在 EICAS 面板中通过 TLabel 组件和指针分别进行数字和模拟实时显示。

2) 当鼠标右击 EICAS 面板中左部的 OIL 画面或按下相应快捷键时, 实现该部分的全屏显示, 并在滑油温度面板的右上方通过 TChart 组件以波形显示飞机最近 20 s 的滑油温度记录, 并可以据此统计出滑油温度的平均值及其他误差数据。

3) 发动机滑油温度正常时, 滑油量部分的界面是隐藏的, 数字和指针均为白色。当飞行员再次按下 [OIL ON] 时或者滑油温度超限时, 滑油温度部分的界面才显示。

4) 当滑油温度超限时, 系统将通过 TMediaPlayer 组件发出嘟嘟的声响报警, 指针和数字相应变成黄色或红色, 在 EICAS 面板上弹出报警的对话框, 并在滑油温度面板的右下方通过 TRichEdit 组件将所有可能引起的原因和对应的正确操作以相应颜色的文字显示 (图 4 中 TRichEdit 显示的是滑油量正常状态), 帮助飞行员实施正确的操作。

### 3 结论

BCB 以其强大的功能和生动活泼的界面, 轻松实现了传统的 EICAS 的各种功能, 并增强了数据处理功能, 进一步减轻了飞行员和机组人员的负担。在 C++ Builder 中利用子线程, 可方便高速的对基于 USB 的数据采集进行实时高效的采集处理, 是保持数据连续不间断的最佳方案, 能够满足用户对数据容量大、采样速度高的要求。界面友好易于操作维护的 C++ Builder 和快速方便的 USB 数据采集的完美结合必将得到广泛的应用。

### 参考文献

- 1 许永和, 健莲科技改编. USB 与外围设备设计与应用. 北京: 中国电力出版社, 2002
- 2 刘滨. C++ Builder 5 高级编程实例精解. 北京: 国防工业出版社, 2001
- 3 洪国胜, 张建原, 洪月里. C++ Builder 5 程序设计轻松上手. 北京: 清华大学出版社, 2001
- 4 康向东, 汪浩, 黄金才, 等译. C++ Builder 5 程序设计大全. 北京: 机械工业出版社, 2002
- 5 杜建勋. 发动机指示和机组警告原理及应用. 北京: 国防工业出版社, 1994