

## 具有回放功能的机载回波触发数据采集分析设计

谢怡雯

(贵阳学院 数学与信息科学学院, 贵州 贵阳 550005)

**摘 要:** 提出回放功能的机载回波触发数据采集分析设计系统,通过系统的硬件设计和数据挖掘的算法实现,提高了对机载回波触发数据的实时在线采集和回放性能,基于 VXI 总线数据分析采集系统应用层软件结构,设计仪器驱动程序、采集通道组、采集触发设置、数据传输模式、数据端口设置和数据读取子模块等,得到机载回波触发数据挖掘算法改进实现,设计 PXI 总线的数据回放系统.实验结果表明,系统具有较好的机载多源回波触发数据的挖掘性能,数据采集挖掘精度较高,界面友好,具有较强的数据采集和实时分析能力.

**关键词:** 机载多源;回波触发数据;采集系统

中图分类号: V249

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)11-0134-05

## Acquisition and Analysis Design of Airborne Echo Triggering Data with Playback Function

XIE Yi-wen

(College of Mathematics and Information Science, Guiyang University, Guiyang 550005, China)

**Abstract:** A data acquisition and analysis system of airborne echo proposed playback of the trigger is designed, the realization by hardware design and data mining system algorithm is obtained, it improves the trigger data real-time acquisition and playback performance of airborne echo, VXI bus data acquisition system based on application layer software structure is proposed, instrument drivers is designed, acquisition channel group, data transmission mode, the data port settings and data reading module etc. are obtained. Airborne echo triggered data is obtained to improve the implementation of mining algorithm, and data playback system of PXI bus is designed. The experimental results show that the system has good airborne multi echo trigger data mining performance, data mining accuracy is improved, it has friendly interface, data acquisition and real-time analysis ability is better.

**Key words:** multi airborne data; echo triggering data; acquisition system

### 1 引言

本文研究机载多源回波触发数据的数据测试技术,通过数据测试和采集分析,对多源机载飞行数据中的回波触发数据进行采集整理和分析,可以实时记录采集数据,根据需要进行现场数据分析和实时或离线处理,实现对飞机的导航控制,数据管理分析信息系统的设计对提高飞行系统的安全性和稳定性等方面具有重要意义<sup>[1]</sup>.

随着对飞行安全精确导航控制要求的不断提高,研究机载回波触发数据采集分析并进行准确的数据

挖掘和实时处理成为当今数据和信息处理领域研究的重点话题<sup>[2]</sup>.传统的人工测试已经不适应甚至不满足当前测试精度和自动化测试与控制的要求,采用自动测试系统(Automated Test System,ATS)成为计算机操纵的模块化自动仪器的最佳选择,由于 VXI 总线系统采用机箱内的无源背板设计,计算机操纵的模块化集成性高,系统紧凑、体积小、质量小,而逐渐成为具有新一代自动测试系统的首选,基于 VXI 和 PXI 总线技术,由模块化的仪器/设备所组成的虚拟仪器,实现对机载回波触发数据的采集测试,传统的机载多源回波触发数据的采集采用的是基于 VXI 和 PXI 总

线实时数据记录软件实现,数据在回放和在线分析的实时性和准确性不好<sup>[3]</sup>.

## 2 数据采集分析系统总体设计

### 2.1 机载回波触发数据工作原理与系统总体结构

机载回波触发数据采集系统设计一般由5个主要部分构成,包括发射天线、接收天线、发射机、接收机、控制器等.其中由发射机向系统的发射天线回路发射设定频谱和幅度的交变脉冲信号,使发射天线产生可变频率和幅度的交变磁场,HP E1433A有多种方式记录高速瞬变信号,信号被捕获存储到板上RAM.接收天线是通过耦合感应电磁势能,通过调制解调放大处理后,输出交流变量<sup>[4-7]</sup>.

通过FIFO RAM缓冲区连续的发送到主控计算机或通过局部总线发送到HP E1562D/E SCSI数据硬盘或其他局部总线模块,当分析到有机载多源回波触发数据,主控机可以连续的读出数据,并不中断采集过程,通过数据采集,辐射磁场产生畸变,出现电磁变异.接收天线接收到这种变异的不平衡信号,为系统的感应有效信号.数据连续填满缓冲区直到触发发生, RAM将存储预触发数据并连续采集数据直到编程设定的时间,这一发射和数据接收过程以机载回波触发数据工作原理框图表述如图1所示.

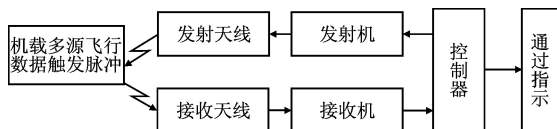


图1 机载回波触发数据工作原理框图

基于VXI总线数据采集系统应用层软件结构如图2所示.

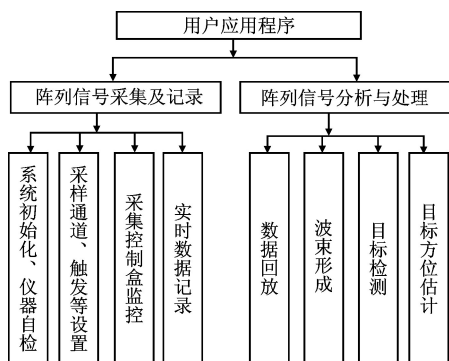


图2 基于VXI总线数据采集系统应用层软件结构

用户应用层软件主要包括机载回波触发数据采集及记录和机载回波触发数据的阵列信号分析处理

两大模块. 以此为基础, 采用基本的波束形成、目标检测方位估计等处理, 方便现场分析, 查看初步数据处理结果.

### 2.2 具有回放功能的机载回波触发数据采集 VXI 软件设计

在上述进行系统的总体结构设计的基础上, 进行具有回放功能的机载回波触发数据采集 VXI 软件设计. 设计的子模块主要包括有仪器驱动程序、采集通道组、采集触发设置、数据传输模式、数据端口设置和数据读取子模块等.

设计流程如图3所示.

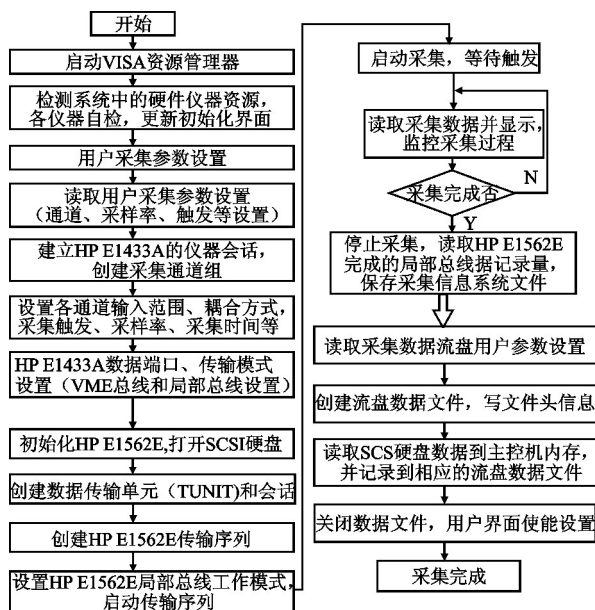


图3 数据采集软件设计流程

(1)仪器驱动程序. 初始化成功后, 首先必须建立主控计算机和仪器间的通信路径, 假设 rscc-Name 是仪器的地址, 用 VI\_TRUE 和 VI\_FALSE 标记数据采集通道组, 通道组包含所有的3种通道类型, 实现采集参数, 包括输入通道、测量初始化和测量循环、采集时间等参数设置等操作. 相应的数据传输模式、数据端口设置等. 调用函数 hpe1432\_setTriggerSlope (ViSession vi, ViInt32 group, ViInt32 trigSlope) 设置触发源触发方向, 创建传输单元和仪器会话, 并设置相应的参数, 当触发源信号负向设置为电平触发模式时, 再建立 HP E1562E 传输序列并设置序列参数. 由此实现仪器驱动程序.

(2)采集通道组. 在机载回波触发数据采集分析系统设计中, 需要构建采集通道组, 一个通道组包含所有的3种通道类型在 HP E1432A

VXIplug&play 仪器驱动中, 通道组 (Channel Groups) 是基本的仪器硬件控制单位. 触发源信号进入触发区间时, 调用 hpe1432\_getGroupInfo() 函数获取通道组的信息, 触发电平的大约为  $-125\% \sim +12\%$ , 从而一些块数据在缓冲区中排队, 结合块模式和连续模式返回通道组的模块列表、通道号等信息.

(3) 采集触发设置. 主控计算机未读取数据之前, 前一块数据未结束触发状态由 arm 状态到 trigger 状态的跳变, Sync/Trigger 线由高变为低. 使用局部总线传输数, 适用于整个 HP E1433A 模块, 得到 HP E1433A 提供多种触发方式分析得到机载回波触发数据采集电平触发模式触发示意图如图 4 所示.

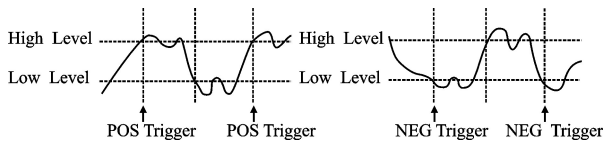


图 4 电平触发模式触发

(4) 数据传输模式. HP E1433A 可以编程为多种数据传输模式, 经过 HP E1433A 触发后采集一块的数据. 主控计算机的速度较慢, 一些块数据在缓冲区中排队, 等待读取, 若 FIFO 将会溢出, 停止采集数据, 进入 IDLE 状态.

数据端口设置和数据读取子模块的关键技术设计不再赘述介绍.

### 3 机载回波触发数据挖掘分析算法与数据回放实现

#### 3.1 算法设计

在上述进行系统设计基础上, 要实现机载回波触发数据采集分析, 核心技术是进行数据挖掘算法实现, 本文针对传统的数据挖掘采用的是粒子群聚类挖掘算法对机载多源回波触发数据的挖掘实时性不好的问题, 进行算法改进, 提出一种基于智能阈值粒子群聚类的数据挖掘算法, 嵌入到硬件系统中, 实现回波触发数据的挖掘采集和实时处理. 算法描述如下.

定义机载回波触发数据采集分析系统云数据在粒子群聚类响应系统表达式为

$$\varphi(i) = \operatorname{argmin}_{j \in B} \|x_i^a - x_j^b, y_i^a - y_j^b\| \quad (1)$$

式中,  $x_i^a$  表示在回波触发数据信息节点下粒子群执行聚类搜索过程中的随机路径,  $x_j^b$  表示改善的粒子

群基因位置. 综上分析得到采集系统系统回波触发数据处理和信息模型构建原型, 针对机载回波触发数据采集中的数据挖掘聚类解的每个基因位, 随机产生一个  $(0 \sim 1)$  的随机数 rand, 根据基因位随机数 rand 的大小决定了输出概率的精度, 在训练数据充分的条件下, 增大混合数 rand. 当新的数据触发事件发生时, 更新粒子群控制参数的充分统计量, 更新类别  $k$  的充分统计量  $S^k = \{\Gamma^k, \Xi^k\}$ , 得到回波触发数据特征观测概率和初始概率, 执行聚类中心更新规则:

$$\Gamma_{\text{new}}^k \leftarrow \alpha_1 \Gamma_{\text{old}}^k + \gamma^k \quad (2)$$

式中,  $\alpha_1$  为每只粒子执行的移动算子,  $\Xi^k$  是  $\xi^k$  的累积概率, 采用智能阈值的方法进行机载回波触发数据的在线检测, 从而得到修正和的粒子群聚类轨迹计算公式为

$$\begin{aligned} k^* &= \arg \max_k p(\theta_{\text{Bnk}} / T) \\ &= \arg \max_k p(T / \theta_{\text{Bnk}}) p(\theta_{\text{Bnk}}) \end{aligned} \quad (3)$$

对正常轨迹模型中的权重做归一化处理:

$$\sum_{k=1}^{Kn} \omega_{nk} = 1 \quad (4)$$

并更新轨迹类  $k^*$  的充分统计量  $S$  和参数  $\theta_{\text{Bnk}^*}$ , 得到修正权重为

$$\omega_{nk}^{\text{new}} = \omega_{nk}^{\text{old}} + \alpha_2 (1 - \omega_{nk}^{\text{old}}) \quad (5)$$

设定每个模式样品到聚类中心的距离作为目标函数, 确定连接顺序和操作聚类中心节点部分, 根据机载回波触发数据采集分析系统触发概率选择关系, 根据每个个体的适应度配合不同的辨别选择方案, 挑选出个别的个体作为选择个体进入下一聚类中心, 实现数据聚类, 达到对数据在线分析和检测的目的. 数据的输入输出挖掘原理框图如图 5 所示, 以图 5 的数据输出为依据, 通过设计数据回放系统完成对机载回波触发数据采集系统的设计.

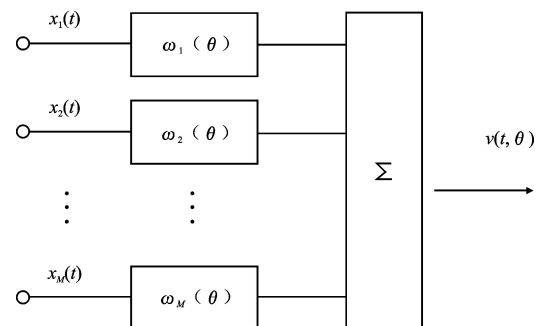


图 5 数据输入输出系统框图

#### 3.2 PXI 总线的数据回放系统

对于 VXI 总线机载回波触发数据采集的现场

实测数据,由于数据回放过程数据量较大,因此要求能够在实验室重新还原出来,真实的模拟实际环境,本文采用 PXI 总线机载回波触发数据采集系统的回放系统组建,采用双缓冲区重复使用同一个缓冲区,设计采用 NI 公司 8 插槽 PXI-1000B 机箱、嵌入式控制器 PXI-8155 中,由此可以回放无限多的数据.数据回放系统双缓冲区工作模式如图 6 所示.

采用 PXI 数据回放软件得到数据回放系统的设计流程如图 7 所示,综上分析的,得到具有回放功能的机载回波触发数据采集分析设计.

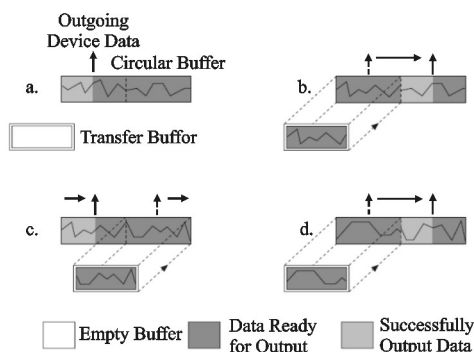


图 6 数据回放系统双缓冲区工作模式

#### 4 系统调试测试与结果分析

为了测试本文设计的多源机载回波触发数据采集分析设计系统性能,进行系统测试,系统开发设

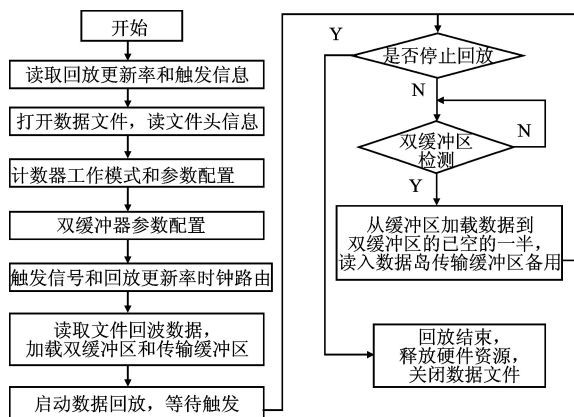


图 7 PXI 数据回放软件设计流程

计中,软件开发采用 ANSI C 语言编写程序,以提高并行执行效率,使用 4 通道任意波形发生器作信号源,调用 GPCTR\_Control 启动计数器,输出回放更新率时钟.进行机载回波触发数据采集中,首先设置参数,参数设置具有重要意义,当参数设置错误或超出范围时,不能完成采样设置,本文的采集信道参数为 4 个输入通道为 4 块采集卡的任意通道,分别接信号源的输出,每块采集卡的输入范围不同,耦合方式为直流耦合,数字抗混叠启动,采样率为 50 kHz,使用 A1 输入通道模拟触发,触发电平为 3 V. 系统的机载回波触发数据通道选择和参数设置面板如图 8 所示.



图 8 机载回波触发数据通道选择与参数设置面板

然后基于本文设计的机载回波触发数据挖掘分析算法和数据回放系统设计,得到挖掘的多源机载

回波触发数据,数据信号源产生 1 kHz 的 4 种不同波形,分别为 CW 波,锯齿波,三角波和方波,得到

机载回波触发数据采集系统实时分析会数据回放结果如图 9 所示。

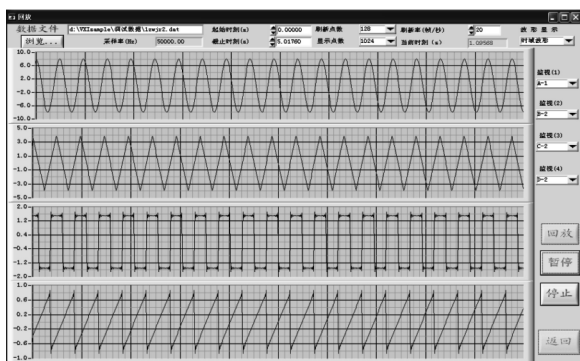


图 9 机载回波触发数据采集分析与回放

右下方提供数据回放的控制按钮。点击“回放”按用户设定的参数回放采集的数据波形,并在当前时刻栏更新当前数据的时间,用户可以实时切换时域波形显示或功率谱显示。点击“暂停”暂停回放,方便用户仔细查看采集到的数据,再点击继续开始数据回放。点击“停止”停止整个回放,可以重新设置回放参数再次回放数据。点击“返回”回到主界面。分析结果可见,采用本文方法,具有较好的机载多源回波触发数数据的挖掘性能和实时分析性能,精度较高,界面友好,使用 PXI 总线的数据采集系统进行多源机载目标信号分析,由 VXI 总线采集系统采集数据,并通用阵列信号处理,查看处理结果,与模拟器模拟的信号对比,评估系统性能,从而有效提高现场数据分析和实时或离线处理能力,实现对飞机的导航控制。

## 5 结束语

机载多源回波触发数据的数据测试和采集分析子系统设计是构建飞性安全数据信息管理系统,实现飞机飞行控制与精确导航的重要内容。对多源机

载飞行数据中的回波触发数据进行采集整理和分析,可以实时记录采集数据,根据需要进行现场数据分析和实时或离线处理,实现对飞机的导航控制。本文开发了一种具有回放功能的机载回波触发数据采集分析设计系统,通过系统的硬件设计和数据挖掘的算法实现,实现实时在线采集和回放,系统实验表明,本系统对多源机载回波触发数据具有较好的数据挖掘性能,精度较高,界面友好,达到预期设计指标。

## 参考文献:

- [1] 刘燕. 基于云计算采集数据处理系统体系结构设计[J]. 科技通报, 2012, 28(18): 100-102.
- [2] 代亮, 谢晓尧改进的量子遗传进化激励的快速数据分类算法[J]. 计算机仿真, 2014, 2(31): 340-343.
- [3] 孙健, 杜永. RSSI-神经网络在无线传感网络定位中的应用[J]. 科学技术与工程, 2013, 13(6): 1479-1482.
- [4] 欧世峰, 高颖, 赵晓晖. 自适应组合型盲源分离算法及其优化方案[J]. 电子与信息学报, 2011, 33(5): 1243-1247.
- [5] 刘强, 汪斌强, 徐恪. 基于构件的层次化可异构网络构建及异构方法[J]. 计算机学报, 2010, 33(9): 1557-1568.
- [6] 姜柯, 崔宝同, 李纹. 基于蜂拥控制的移动传感器网络目标跟踪算法[J]. 控制与决策, 2013, 28(11): 1637-1642.
- [7] 王雪松, 程玉虎, 郝名林. 基于细菌觅食行为的分布估计算法在预测控制中的应用[J]. 电子学报, 2010, 38(2): 333-338.

## 作者简介:

谢怡雯 女, (1982-), 硕士研究生, 讲师. 研究方向为软件工程.

(上接第 133 页)

- [6] 郭进利. 供应链型网络中双幂律分布模型[J]. 物理学报, 2006, 55(8): 3916-3921.
- [7] 高能, 冯登国, 向继. 一种基于数据挖掘的拒绝服务攻击检测技术[J]. 计算机学报, 2006, 29(6): 944-951.
- [8] 郑纪彬, 朱文涛, 苏涛. 一种新的高速多目标快速参数化检测算法[J]. 电子与信息学报, 2013, 35(2): 381-387.
- [9] 陈靖, 王冬海, 彭武. 基于动态攻击图的网络安全实时评估[J]. 计算机科学, 2013, 40(2): 133-138.

- [10] Alfaro V M, Vilanovab R. Robust tuning of 2DoF five-parameter PID controllers for inverse response controlled processes[J]. Journal of Process Control, 2013, 23(4): 453-462.

## 作者简介:

陈宏明 男, (1965-), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机网络应用等.