

一种 SOE 信息收集算法的设计与实现

荆宇辰¹, 张元岩²

(1. 哈尔滨工业大学(威海) 计算机科学与技术学院, 山东 威海 264209;
2. 中国电子信息产业集团有限公司第六研究所, 北京 100083)

摘要: 事件顺序记录(Sequence Of Event, SOE)在 DCS 分布式控制系统中用于分析生产过程中的停机故障, 从而获取事故原因。设计了一种 SOE 信息的采集方法, 分别介绍了系统总体结构设计、软件部署、控制器通信软件与上位机软件的通信、模板采集软件设计、时统系统设计, 着重介绍了时间标签的算法实现以及跳变测点的定位。该系统实时性高、算法合理, 已经广泛应用于电力工业领域。

关键词: SOE; 分布式控制系统; 时间标签

中图分类号: TN919.5

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200386

中文引用格式: 荆宇辰, 张元岩. 一种 SOE 信息收集算法的设计与实现[J]. 电子技术应用, 2020, 46(10): 102-105.

英文引用格式: Jing Yuchen, Zhang Yuanyan. The design and implementation on the algorithm acquiring SOE data[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(10): 102-105.

The design and implementation on the algorithm acquiring SOE data

Jing Yuchen¹, Zhang Yuanyan²

(1. School of Computer Science and Technology, Harbin Institute of Technology, Weihai 264209, China;
2. The 6th Research Institute of China Electronics Corporation, Beijing 100083, China)

Abstract: SOE(Sequence Of Event) is used to analyze fault in order to find the cause of the accident in the DCS(distributed control system). In this paper, an acquisition way of the SOE information is studied, it introduces the general structure of the distributed control system, the software deployment of the SOE acquisition system, the communication way between the controller and the operation station, the design technique of the timing system, and the capturing software in the card. This paper focuses on the algorithm through which acquiring the time label of the SOE and the tag positioning method. The acquisition system has been widely applied to the field of the electric power industry, which has the characteristics of high real-time performance and the reasonable algorithm.

Key words: SOE; DCS(distributed control system); time label

0 引言

在电力、石化、造纸、水泥等重要工业领域中, DCS 分布式控制系统^[1]被广泛应用。当在系统联调或生产运行过程中发生停机停车故障, 用户需要通过 DCS 平台获取事故原因, 而这些项目的工艺过程复杂、实时性高, 一般的报警记录和历史趋势都是记录到秒级, 无法用来做出准确的事事故原因分析, 因此事件顺序记录(Sequence Of Event, SOE)成为 DCS 系统的必需功能, 且分辨率一般要求达到毫秒级。本文从软件角度介绍了一种 DCS 系统获取 SOE 信息的采集方法, 并详细分析了 SOE 时间标签的生成算法。

1 系统结构

DCS 系统的总体架构围绕着光纤环网构成, 在光纤环网上分布着 DCS 系统的历史站、操作员站、控制器、工程师台、打印机等设备, 上位机软件运行在操作员站

和历史站的 Windows 操作系统上, 数据的上传和下发通过令牌环网进行通信。DCS 的系统结构图如图 1 所示^[2]。

2 SOE 收集软件的部署

SOE 收集软件分为模板采集软件、控制器通信软件和上位机软件三部分。其中模板采集软件固化在 SOE 采集卡的 ROM 里, 它主要完成跳变事件和时统信号的信息采集, 并把采集信息写入控制器的存储器, 以备随时上传; 控制器通信软件负责读取存储器当中的跳变事件和时统信号信息, 并把采集的信息上传至上位机; 上位机软件与控制器进行通信, 把接收到的跳变信息和自己共享内存中的信息进行比对, 通过下文所述的算法计算出是哪个信号、哪个时刻发生的跳变。具体流程如图 2 所示。

3 控制器通信软件与上位机软件的通信

SOE 的数据来自于模板采集程序, 模板采集程序把

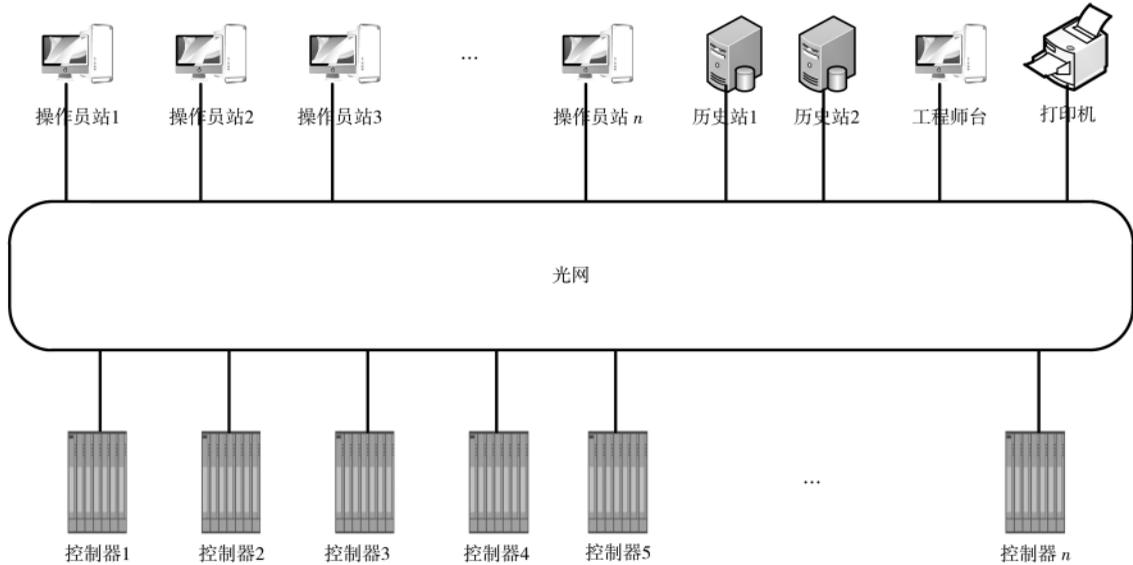


图1 DCS系统总体架构

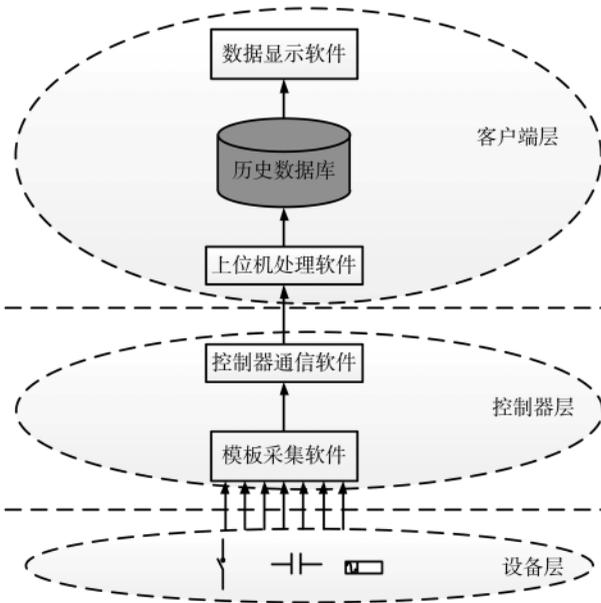


图2 SOE收集软件的处理流程

采集到的SOE跳变信息写入SOE采集卡的双口RAM中,控制器通信软件时刻扫描双口RAM中的数据,当发现有SOE数据需要传输时,通过UDP端口通知上位机,然后与上位机建立可靠安全的TCP连接,进行数据传送。当传送完成后断开TCP连接,以释放网络资源。具体过程如图3所示。

(1)UDP连接,每当控制器发现有SOE数据需要发送时,通过它向上位机发送信号,通知上位机准备接收SOE数据;

(2)上位机收到控制器发来的信号,向控制器请求TCP连接;

(3)TCP连接,SOE数据通过该连接传送到POC;

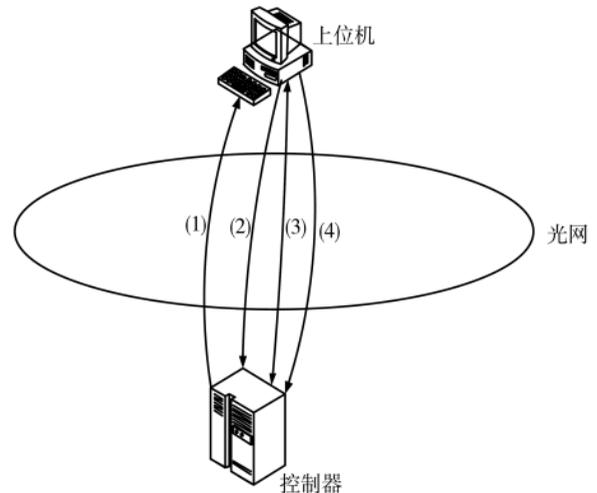


图3 数据通信过程

(4)3 min后,上位机请求断开TCP连接。

4 模板采集软件

SOE采集卡有32路事件分辨率可达1ms的光电耦合隔离型SOE输入,支持32个通道的信息采集,采集卡内带有CPU、硬件计时器和存储器双口RAM。采集卡中的定时器按照1ms的时间间隔周期运行,采集卡的缓冲区中设置两个计数器存储区,一个为毫秒计数区,记录定时器的毫秒值,设定范围为5536~65535ms,每60000ms(即1min)清零一次;一个为分钟计数区,记录定时器的清零次数,设定范围为1~59903min。采集程序高速扫描32个通道的跳变信息,如果发现跳变脉冲,50ms后对此事件进行复检,复检成功后将跳变时刻的毫秒计数器的值记录下来,以备后续计算跳变时间所用^[3]。

5 时统系统设计

为了保证SOE信息的正确与可靠,跳变时刻必须有统一的时间标准,本系统采用GPS作为时统标准^[4],保

计算机技术与应用 Computer Technology and Its Applications

证采集系统的 SOE 模板和上位机都遵循共同的时间标准。因此在 SOE 模板的第 32 通道接入 GPS 脉冲信号,模板采集程序高速扫描该通道,发现正向跳变脉冲(GPS 每分钟的零秒时刻发出的校时脉冲信号)时,记录下当时的毫秒计数器的数据 T_g ,同时 SOE 模板中的分钟计数器的计数相应加 1。接入 GPS 脉冲信号后,毫秒计数器和分钟计数器的对应变化情况如图 4 所示。

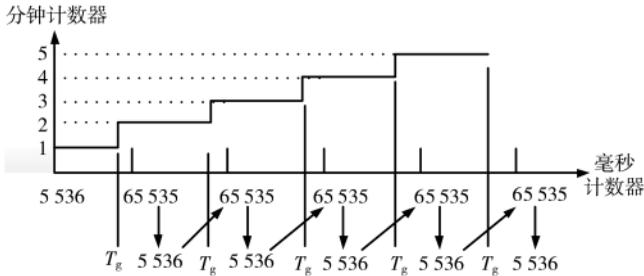


图 4 毫秒计数器和分钟计数器的变化关系图

在上位机的串口接入 GPS 信号,用于接收 GPS 设备发来的时间校正包,GPS 装备在每分钟的零秒时刻发送一次时间信息,接收上位机根据收到的校时包修正本机时间,保证上位机的时钟与 GPS 时间时刻保持一致,图 4 中的 T_g 就对应上位机的每分钟的零秒时刻。通过这样的处理,使得 SOE 采集卡和上位机都有了公共的时间标准,其中一个依靠校时脉冲,一个依靠校时数据包。

6 上位机软件如何计算 SOE 跳变时间

上位机软件计算 SOE 跳变的绝对时间分为两个步骤,首先计算出 SOE 跳变的相对时间 T_{rel} ,然后再计算绝对时间 T_{soe} 。

(1)SOE 跳变的相对时间指的是前次 GPS 对时(也就是每分钟的零秒时刻)后经过多长时间发生的跳变,有如下两种情况:

①如果 $T_{si} \geq T_g$ (即前次 GPS 对时后至该 SOE 跳变发生时毫秒计数器未发生过归零,也就是计数器跳回到 5 536),那么 $T_{rel} = T_{si} - T_g$,其中 T_{si} 为 SOE 跳变时的毫秒计数值, T_g 为 GPS 脉冲到来时的毫秒计数值,如图 5 所示。

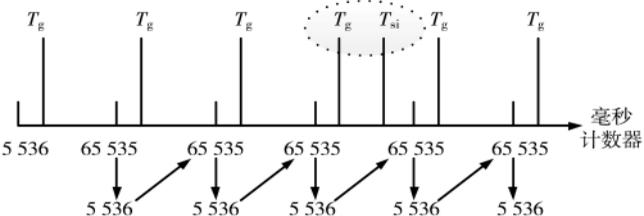


图 5 未发生归零处理的 SOE 相对时间关系图

②如果 $T_{si} < T_g$ (即前次 GPS 对时后至该 SOE 跳变发生时毫秒计数器发生过归零),那么 $T_{rel} = T_{si} - T_g + 60\,000$,如图 6 所示。

(2)SOE 跳变的绝对时间需要读取上位机的系统时间

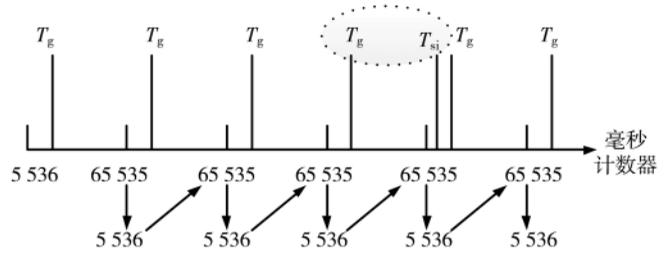


图 6 发生了归零处理的 SOE 相对时间关系图

的秒和毫秒部分,标记为 T_{sys_ms} ,同样存在如下两种情况:

①如果 $T_{sys_ms} > T_{rel}$ (说明在 SOE 跳变发生后至上位机处理时未出现 GPS 脉冲),那么读取上位机的精确到分钟的系统时间 T_{sys_min} (只读取年、月、日、时、分),进行计算: $T_{soe} = T_{sys_min} + T_{rel}$,如图 7 所示。

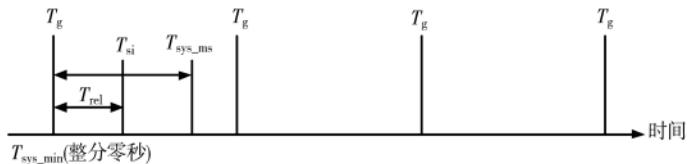


图 7 SOE 跳变后未出现 GPS 脉冲的情况

②如果 $T_{sys_ms} \leq T_{rel}$ (说明在 SOE 跳变发生后至上位机处理时出现过 GPS 脉冲),那么读取上位机的精确到分钟的系统时间 T_{sys_min} (只读取年、月、日、时、分),进行计算: $T_{soe} = T_{sys_min} + T_{rel} - 1\text{ min}$,如图 8 所示。

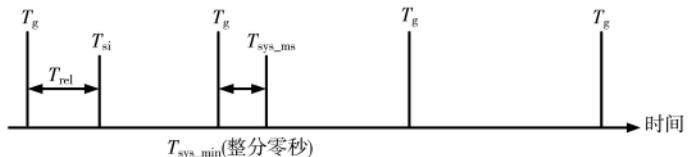


图 8 SOE 跳变后出现了 GPS 脉冲的情况

通过以上所述的算法可以获取每个跳变精确到毫秒的绝对时刻,上位机软件结合实时数据库中的测点信息,把每个跳变定位到具体测点,加上跳变的绝对时刻,进行排序,从而为后续的故障分析提供必要的信息支撑。

7 跳变测点的定位方法

通过以上所述的算法取得测点跳变时刻后,上位机需要定位具体是哪个测点发生了跳变,为此设计了如图 9 所示的索引关系。

图 9 中的 Controller index 表示整个 DCS 系统的控制器列表,总共 32 个控制器,每个控制器中有 8 个插槽,规定 32 个控制器中总共可以安装 32 个 SOE 采集卡。这样的话,在 Tag list buffer 区中分配 32 个存储区,针对这 32 个采集卡,每一个存储区分别存储了 32 个测点的定义信息。同样 Package buffer 存储区也分配了 32 个存储区,分别存储 32 个存储卡上传过来的跳变信息,每个存储区可以存储 32 个数据包,并循环覆盖。通过这样的索

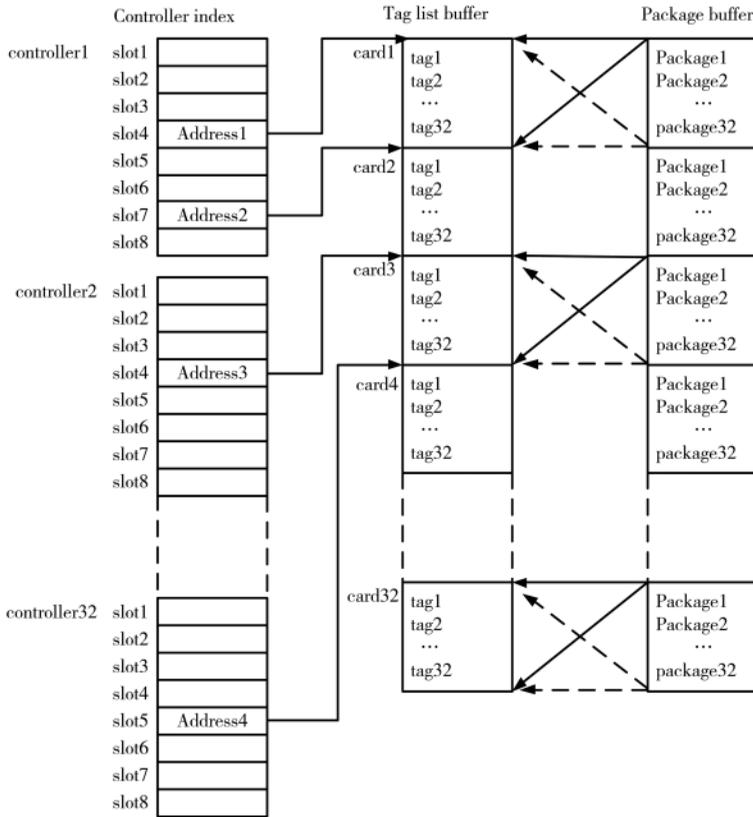


图9 测点索引关系图

引,上位机软件通过解析收到的数据包,从而准确定位

(上接第101页)

远心镜头,本文所用方案成本更低,操作简单,能够准确识别工件类型,识别精度和识别效率上符合生产要求,可以应用于本文连接器生产线的工件识别,具有较高的应用价值。

参考文献

[1] 贾丙西,刘山,张凯祥,等.机器人视觉伺服研究进展:视觉系统与控制策略[J].自动化学报,2015,41(5):861-873.
 [2] 高正中,赵晨晖,薛寒,等.基于图像处理的产品表面缺陷检测系统研究[J].电子技术应用,2017,43(5):64-66.
 [3] 徐德.单目视觉伺服研究综述[J].自动化学报,2018,44(10):1729-1746.
 [4] 乔景慧,李岭.基于机器视觉的电视机背板检测及自适应抓取研究[J].工程设计学报,2019,26(4):452-460.
 [5] 俞洋,陈佐政,陈祝洋,等.机器视觉在电容器外观缺陷检测中的应用[J].电子技术应用,2019,45(9):97-100,105.
 [6] 李佩宇,董蓉,李勃.基于机器视觉的食用油装箱自动清点系统的设计及实现[J].现代制造工程,2018(5):17-20.
 [7] 王才东,李志航,王新杰,等.基于手眼关系的机器人TCP自标定方法[J].机床与液压,2019,47(17):6-11.

具体跳变的测点。

8 结论

本文结合工程实践,设计了一套 SOE 跳变信息的收集方法,主要从算法上详细介绍了 SOE 时间标签的计算方法。该套系统实时性高、算法合理、准确,成为 DCS 系统故障原因分析的一个必要工具,已在电力行业获得广泛应用。

参考文献

[1] 王常力,罗安.分布式控制系统设计与应用实例[M].北京:电子工业出版社,2004.
 [2] 徐一凤,丰大军,王皓,等.基于麒麟系统的 SCADA 状态诊断系统的设计与实现[J].电子技术应用,2018,44(5):134-136,143.
 [3] 张志良.单片机原理与控制技术[M].北京:机械工业出版社,2008.
 [4] 李泽智.基于 GPS 授时同步技术的小型 SOE 系统的研究[D].太原:太原理工大学,2015.

(收稿日期:2020-05-14)

作者简介:

荆宇辰(1999-),男,本科,主要研究方向:计算机算法、软件开发技术。

张元岩(1970-),男,本科,高级工程师,主要研究方向:大型 DCS 控制系统、PLC 系统、智能控制系统等。

[8] 刘畅.基于匹配定位的目标尺寸测量算法[J].控制工程,2018,25(5):729-732.
 [9] 周科杰,冯常.基于双目视觉的三维测量技术研究[J].计算机测量与控制,2019,27(1):22-25,31.
 [10] 陈春谋.基于机器视觉与图像分割的工件表面残胶识别算法[J].电子测量技术,2019,42(15):74-78.
 [11] 王颖,王鹏飞,杨余旺.基于图像分割的目标尺寸特征测量[J].计算机技术与发展,2018,28(2):191-195.
 [12] 化春键,熊雪梅,陈莹.基于 Sobel 算子的工件圆弧轮廓特征提取[J].激光与光电子学进展,2018,55(2):239-246.
 [13] 陈璐,关立文.基于改进 Zernike 矩的亚像素钻铆圆孔检测方法[J].清华大学学报(自然科学版),2019,59(6):438-444.

(收稿日期:2019-12-30)

作者简介:

乔景慧(1976-),男,博士,副教授,主要研究方向:复杂工业过程/机电系统建模与控制、机器学习。

赵校伟(1994-),通信作者,男,硕士研究生,主要研究方向:机电系统控制、图像处理,E-mail:1434809445@qq.com。

何鑫达(1994-),男,硕士研究生,主要研究方向:机电系统控制、图像处理。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所