

设计模式在调度主站监控系统兼容性处理中的应用

屈志坚¹,徐振清¹,林宏平¹,陈秋琳²

(1. 华东交通大学 电气工程学院,江西 南昌 330013;

2. 北京太格时代自动化系统设备有限公司,北京 100054)

摘要: 针对客户/服务器架构的调度监控系统升级时造成信息集成困难,导致设备难兼容的问题,利用公共信息及其消息交互技术,提出了一种信息集成处理的新方法。设计了量测类与控制类实时交互信息流,建立监控信息的主题队列模型和轮询队列模型,并结合适配器和观察者集成设计模式研究了实时应用信息的信息交互。在西陇海线分布式调度监控系统中进行了工程应用,结果表明调度监控系统实时信息兼容处理的能力得到了提高,主题队列信息流等待时间比轮询队列短。

关键词: 变电站; 调度; 监控; 发布/订阅; 适配器; 观察者; 设计模式; 消息交互

中图分类号: TM 76

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2016.07.024

0 引言

为减少变电站操作的中间环节,避免误操作,提高故障处理的能力和效率,需对某些变电站远程终端单元(RTU)进行综合自动化改造。而变电站自动化监控的基本任务,是将监视点的量测与报警信息传输至监控中心,调度员通过远动信息对运行情况综合监控,因此,综合自动化设备提供了远动接口机与远方主站、通信控制器进行通信。当主站和子站采用不同厂家设备时,由于不同厂家通信协议的具体实现及版本都可能存在一定的差异,规约的实现和私有的数据描述不同,可能导致子站设备与远方主站系统难以兼容,而目前数据库层面解决方案的处理速度和效率不高,急需研究兼容处理过程中能有效保障实时交互能力的技术方法。同时监视控制与数据采集(SCADA)系统服役期限一般在10a以上,早期版本多采用客户服务器紧耦合模式,应用信息不易集成。因此,如何对来自不同厂家系统设备的信息流进行有效的集成,已成为解决变电站监控系统兼容性的一项核心内容,国内外学者对公共信息模型(CIM)和信息接口的具体实现手段开展了研究工作^[1-5]。

CIM用统一建模语言对电力信息进行定义,适用于应用信息和系统设备的建模。对于接口方法,从计算机实现的角度来看,Soap、可扩展标记语言(XML)主要用于非实时或准实时数据处理,实时处理效率不高^[6],CORBA客户服务器体系实现实时数据处理的机制相对复杂,客户服务器端的耦合较为紧密^[7],在实时处理和松耦合应用方面受到一定的限制。文献^[8-9]给出了支撑智能电网的电力系统统一语义模型,但模型应用的信息流快速交互实现手段仍需进一步研究。文献^[10-11]将发布/订阅P/S(Publish/Subscribe)方法用于电网调度自动化系统,研究实时数据消息传输特性的关键指标,文献^[12-13]分别将适配器模式和观察者模式用于解决地理信息系统(GIS)应用软件和通信软件的集成设计,实现信息流解耦,以降低系统的耦合性。已有文献普遍采用在数据库层次进行投影和选择映射的方法实现系统兼容,数据查询和复制处理易导致数据库的负荷更为繁重^[14],而消息服务器消息通信的实时交互性好,更有利于系统的信息交换和兼容处理^[15-16]。

本文以实际工程问题为背景,针对调度主站监控系统兼容处理问题,结合发布/订阅消息技术,研究信息流排队模型,利用适配器设计的观察者模式进行工程系统实现,针对包含不同厂家子站监测装置的量测信息与状态信息,对调度监控主站的不同版本系统的关键信息流进行解耦处理,避免了数据库系统负荷过重、效率低下,实现了实时消息的快速交互,为主站系统改造升级时的兼容处理提供了一种高效的实用化技术方法。

1 调度监控系统设计模式

1.1 CIM 信息流

CIM是一种面向对象的抽象模型,其信息交互

收稿日期:2015-07-19;修回日期:2016-06-06

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51267005,51567008);江西省自然科学基金资助项目(20161BAB206156);江西省杰出青年科学基金人才资助计划;江西省普通本科高校中青年教师发展计划访问学者专项资金资助项目(G201415);华东交通大学博士科研启动基金资助项目(09122014)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(51267005,51567008),Natural Science Foundation of Jiangxi Province(20161BAB206156),Foundation Plan for Distinguished Young Scholars in Jiangxi Province,University Visiting Scholar Special Funds for Young Teacher Development Plan of Jiangxi Province(G201415) and Doctoral Scientific Research Foundation of East China Jiaotong University(09122014)

通过对象类、属性等完成,是实现异构系统间集成的基础。CIM 提供了应用信息交互的模型定义,包括模拟类、状态类和控制类等实时交互的信息模型,如建立的实时模拟量测类和控制类接口信息流。

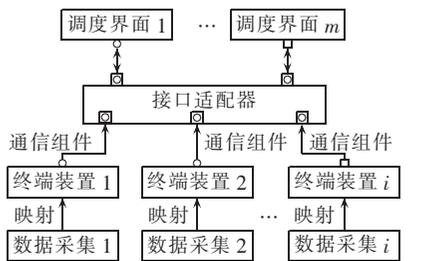
量测类信息流是根据通信组件传输的通信报文,解析量测类报文地址和信号地址,通过量测类、扫描块类定位量测对象,关联到动态量测类中相应的值,将量测原值和动态采集的新值进行比较,若有变化,则记录动态量测新值,并通过界面显示程序动态刷新量测新值。

为了实现量测类信息流的实时交互,需要提供交换信息的途径、要求和接口技术,若以 XML 作为传输实时数据的载体,则将受到 XML 解析和转换处理的限制,实时数据访问速度易受到影响^[17]。因此,有必要通过一定的设计模式来简化实时监控信息流的交互实现。

1.2 监控信息流设计模式

设计模式包括结构型、创建型和行为型模式,用于简化复杂对象的系统设计,其中用于组合对象以实现新功能的适配器属于结构型模式,而对象信息交互的观察者模式属于行为型模式。

适配器模式将一个类和另一个类的不兼容通信接口进行匹配,实现通信接口转换,使不兼容的接口类适配工作。它为了解决调度监控系统中诸如不同厂家的终端装置接口的兼容提供了一种适配手段,通过设计一个新的接口适配器,将不同终端装置间的信息交互交由接口适配器完成,为调度界面提供统一的数据接口,避免终端装置变化对调度界面产生影响,如图 1 所示。



○ 定时轮询, □ 发布/订阅, ◼ 定时轮询/发布/订阅

图 1 适配器模式结构图

Fig.1 Structural diagram of adapter pattern

观察者模式定义主题对象和观察对象的一对多依赖关系,多个观察者同时监听某一个主题消息,当主题消息状态变化时,通知依赖它的观察者自动更新,因此观察者模式适用于采用发布/订阅实现的监控系统。观察者模式将观察对象和消息主题对象分离,其交互关系通过消息传递,消息主题的发布无需知道观察对象的存在,其相互间是相对独立的,从而避免了对象间的直接耦合调用。以量测类信息流

为例说明观察者模式处理过程,如图 2 所示。

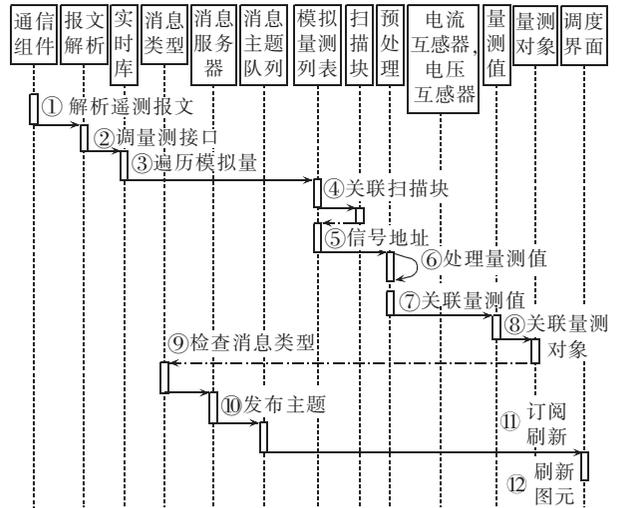


图 2 观察者模式时序图

Fig.2 Sequential diagram of observer pattern

调度界面可作为观察对象,实时库可作为主题发布对象,调度界面观察主题消息的变化,若主题消息变化,则调度界面观察该变化,并刷新主接线界面图元,使调度界面和主题消息发布对象松散耦合。

结合适配器模式对调度监控系统升级时不同版本的系统进行实时监控信息统一化处理,并通过观察者模式实现遥测、遥信信息流的发布/订阅,见图 3。

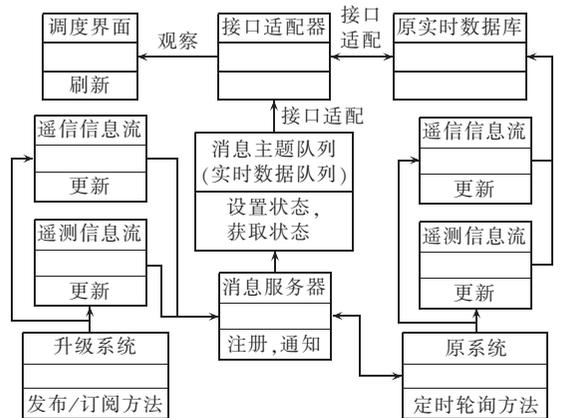


图 3 设计模式的融合实现

Fig.3 Implementation of design pattern integration

首先,通过适配器模式让遥信、遥测接口继承原系统与升级系统双方的方法,使遥信、遥测接口统一,实现调度监控系统适配工作。然后,采用观察者模式实现消息主题队列,并以消息监听方式完成消息的发布和订阅,从而保证调度监控信息流处理的松耦合性。

2 监控信息的实时订阅模型

2.1 SCADA 实时信息订阅与监听

在发布/订阅模式中,发布者通过消息中间件以

主题的方式将待传信息发布为消息,订阅者通过消息中间件订阅感兴趣的主题消息,不同类型的消息按照不同的主题进行预订和分发,发布者和订阅者以中间件为基础^[18-20],实现主题消息的传递和通信。利用消息主题通信的发布/订阅方法,不仅可以对监控系统的遥信、遥测信息流进行传输交互,而且可以对若干主题信息进行监听和回调。

以 SCADA 系统中数据采集信息流的发布/订阅为例,其原理如图 4 所示。发布者 1、发布者 2 通过消息通信系统的消息路由,与订阅者 1、订阅者 2、订阅者 3 连接,订阅者可以是分布式监控系统中的多台调度主机应用系统,也可以是不同的监控应用程序。遥信信息流通过消息主题 1 向遥信队列发布消息,遥测信息流通过消息主题 2 向遥测队列发布消息。调度监控系统 1 通过订阅者 1 订阅消息主题 1 和消息主题 2,调度监控系统 2 通过订阅者 2 订阅消息主题 1,调度监控系统 3 通过订阅者 3 订阅消息主题 2。

考虑图 5 中遥测信息流队列的监听和回调过程,当 SCADA 遥测信息流到达时,如果与 S 个监听事件的订阅主题相匹配,则 S 个监听事件将创建 SCADA 遥测信息流队列。当订阅遥测信息流时,SCADA 遥测信息流队列的分发器触发相应的回调函数,并将 SCADA 遥测信息流传送给回调函数。若取消订阅,则直接删除对遥测信息流的监听事件。

为了比较发布/订阅模式与客户机轮询服务器模式,分别建立调度监控系统信息流的主题队列模型和轮询队列模型,进行信息流的消息交互比较分析。

2.2 信息排队论模型

2.2.1 主题队列模型

文献[21-22]在研究变电所远动通信单元和通信节点设计时,指出通信服务具有随机性,报文到达相互独立,单位时间内到达的通信报文数和服务时间都服从一定的分布。

设调度监控系统设置 2 台数据服务器,各服务器相互独立且平均服务率相同($\mu_1 = \mu_2 = \mu$),整个系统的信息流平均到达率为 2λ ,处理信息流的平均服务率为 2μ 。令 $\rho = \lambda / (2\mu)$ 为系统服务强度,若 $\rho < 1$,则

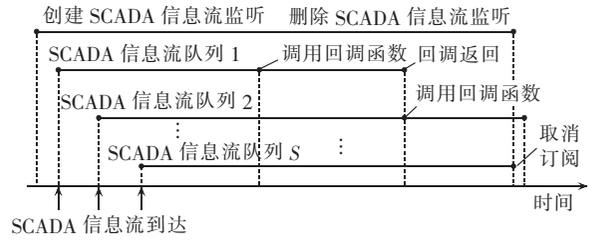


图 5 遥测信息队列的监视

Fig.5 Monitoring of telemetry information queue

不会形成无限队列。考虑到调度监控系统的调度工作站、维护工作站、通信工作站和模拟屏工作站等,令系统工作站数量为 $N(N > 2)$ 。主题队列状态转移如图 6 所示。当 $n < 2$ 时,状态转移率为 $n\mu P_n$ (P_n 为有 n 个订阅者已经订阅了消息的概率);当 $2 \leq n \leq N$ 时,因为只有 2 台服务器,故有 $n-2$ 个进程在等待服务,状态转移率为 $2\mu P_n$ 。

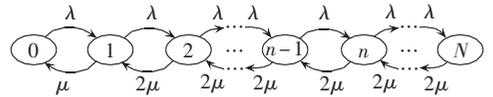


图 6 主题队列状态转移图

Fig.6 State transition of topic queue

参考排队论中的 $(M/M/c/N/\infty)$ 模型^[23-24],有:

$$P_n = \begin{cases} 2\rho P_0 & n=1 \\ 2\rho^n P_0 & n=2,3,\dots,N \end{cases} \quad (1)$$

服务器空闲概率为:

$$P_0 = \left[1 + \frac{2\rho(1-\rho^N)}{1-\rho} \right]^{-1} \quad (2)$$

主题队列长度的平均期望 L_q 、信息流等待时间的平均期望 W_q 分别为:

$$L_q = \frac{2P_0\rho^3}{(1-\rho)^2} [\rho^{N-2}(N\rho - 2\rho - N + 1) + 1] \quad (3)$$

$$W_q = L_q / \left\{ \lambda \left[1 - 2 \left(\frac{\lambda}{2\mu} \right)^N P_0 \right] \right\} \quad (4)$$

$$\rho = \lambda / \mu$$

同理,当只有 1 台数据服务器时,服务器空闲概率为:

$$\bar{P}_0 = \frac{1-\rho}{1-\rho^{N+1}} \quad (5)$$

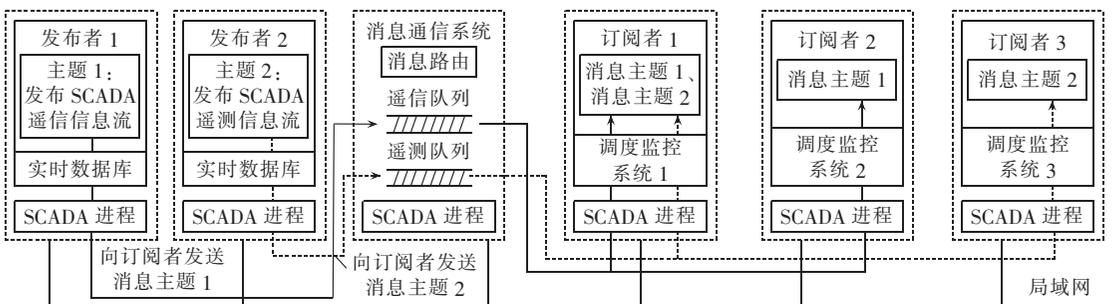


图 4 SCADA 实时信息的发布/订阅原理

Fig.4 Publish/subscribe principle of real-time SCADA information

主题队列长度的平均期望 \bar{L}_q 、信息流等待时间的平均期望 \bar{W}_q 分别为:

$$\bar{L}_q = \frac{\rho^2 P_0}{(1-\rho)^2} [1 - \rho^{N-1} - (N-1)\rho^{N-1}(1-\rho)] \quad (6)$$

$$\bar{W}_q = \bar{L}_q / \left\{ \lambda \left[1 - \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^N P_0 \right] \right\} \quad (7)$$

2.2.2 轮询队列模型

若轮询队列中工作站应用进程数为 N , 数据服务器仍为 2 台, 当 $n < 2$ 时, 将有 $N-2$ 台服务器处于空闲状态; 当 $2 \leq n \leq N$ 时, 将有 $N-2$ 个应用进程等待服务。设其调用相同的信息服务接口, 信息流到达的时间服从平均到达率 λ' 的负指数分布, 处理信息流的时间服从平均服务率 μ' 的负指数分布; ρ' 为其服务强度, 令 $\rho' = \lambda'N / (2\mu)$, 则状态转移如图 7 所示, 图中 $x_m = (N-m)\lambda' (m=0, 1, \dots, n, \dots, N-1)$ 。

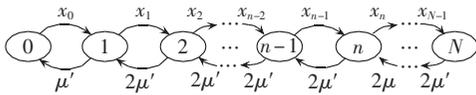


图 7 轮询队列状态转移图

Fig.7 State transition of polling queue

根据轮询队列状态转移图有:

$$\begin{aligned} N\lambda'P'_0 &= \mu'P'_1 \\ N\lambda'P'_0 + 2\mu'P'_2 &= [\mu' + (N-1)\lambda']P'_1 \\ &\vdots \\ 2\lambda'P'_{N-2} + 2\mu'P'_N &= (\lambda' + 2\mu')P'_{N-1} \end{aligned}$$

则轮询队列状态转移关系方程为:

$$\begin{cases} P'_1 = \frac{N\lambda'}{\mu'} P'_0 & n=1 \\ 2\mu'P'_n + (N-n+2)\lambda'P'_{n-2} = \\ \quad [(N-n+1)\lambda' + 2\mu']P'_{n-1} & n=2, 3, \dots, N \end{cases} \quad (8)$$

参考排队论生灭过程方程^[24]代入计算, 得:

$$P'_n = \begin{cases} N(\lambda'/\mu')^n P'_0 & n=1 \\ \frac{N!}{(N-n)!2^{n-1}} (\lambda'/\mu')^n P'_0 & n=2, 3, \dots, N \end{cases} \quad (9)$$

根据

$$\sum_{k=0}^N P'_k = P'_0 + \sum_{k=1}^N \frac{N!}{(N-k)!2^{k-1}} (\lambda'/\mu')^k P'_0 = 1 \quad (10)$$

服务器的空闲概率为:

$$P'_0 = \left[1 + \sum_{k=1}^N \frac{N!}{(N-k)!2^{k-1}} (\lambda'/\mu')^k \right]^{-1} \quad (11)$$

在轮询队列中队列长度的平均期望 L'_q 为:

$$L'_q = \sum_{k=3}^N \frac{(k-2)N!}{(N-k)!2^{k-1}} (\lambda'/\mu')^k P'_0 \quad (12)$$

根据排队论李特尔公式^[23], 得到信息流等待时间的平均期望 W'_q 和信息流延迟时间的平均期望 W'_s 分别为:

$$W'_q = \frac{L'_q(\mu' + \lambda')}{\lambda'\mu'(N-L'_q)} \quad (13)$$

$$W'_s = \frac{\mu'L'_q + \lambda'N}{\lambda'\mu'(N-L'_q)} \quad (14)$$

按以上分析方法, 在仅设置 1 台数据服务器工作时, 服务器的空闲概率为:

$$\bar{P}'_0 = \left[\sum_{k=0}^N \frac{N!}{(N-k)!} (\lambda'/\mu')^k \right]^{-1} \quad (15)$$

轮询队列长度的平均期望 \bar{L}'_q 、信息流等待时间的平均期望 \bar{W}'_q 和信息流延迟时间的平均期望 \bar{W}'_s 分别为:

$$\bar{L}'_q = \sum_{k=2}^N \frac{(k-1)N!}{(N-k)!} (\lambda'/\mu')^k \bar{P}'_0 \quad (16)$$

$$\bar{W}'_q = \frac{\bar{L}'_q(\mu' + \lambda')}{\lambda'\mu'(N-\bar{L}'_q)} \quad (17)$$

$$\bar{W}'_s = \frac{\mu'\bar{L}'_q + \lambda'N}{\lambda'\mu'(N-\bar{L}'_q)} \quad (18)$$

因此, 对于订阅者, 信息流等待时间的平均期望越小, 服务器处理效率就越高; 信息流延迟时间的平均期望小, 说明成功订阅一组消息的时间就短, 实时性也就越好。

2.3 发布/订阅的消息体

一组消息由消息头、可选消息属性和消息体构成; 消息头用于记录消息的验证信息和路由信息, 包含消息标识 MessageID、消息类型 MessageType 和消息发送目的地 Destination 等; 可选消息属性中进行 JMS 应用所需的新属性定义, 如主题名称 TopicName、消息状态 MessageState; 消息体包括简单文本 TextMessage、键值对集合 MapMessage、字节流 BytesMessage、序列化对象 ObjectMessage 以及原始值数据流 StreamMessage 类型, 消息体决定消息中数据的组织结构。

以 ObjectMessage 消息体封装一个监控系统接线图中对应的开关量图元信息为例, 在可选消息属性中定义消息的主题名称为“Realtimehandle”, 并在消息体中封装该开关量的设备标识及其状态, 然后通过类型转换为 Object 序列化对象, 得到该开关量状态的消息体, 如图 8 所示。



图 8 开关状态量的消息模型

Fig.8 Message model of binary variable

对于开关闭合、断开的变位处理, 在调度监控界面图元刷新进程中进行消息监听, 根据实时数据库中获取到的开关设备标识和变位后的状态值, 创建一个字符串数组对象, 将字符串数组转换为 Object-

Message 序列化对象,通过消息监听者,按主题名称将该序列化对象发送至指定目的地的主题队列中,实时数据库作为发布者,只负责发布主题消息,无需关心订阅者是否存在,从而使消息发布者和订阅者相互独立。因此,利用发布/订阅的松耦合特性,可以实现主题消息与订阅者的解耦。

3 工程应用与分析

3.1 工程实例与应用

西陇海线电力调度监控系统设于西安铁路电力调度中心,调度自动化系统采用分布式网络配置 3 个调度台,并设置主备调度工作站管辖 19 个站所,分别监管宝鸡东—罗敷村站、兴平—纺织城站、窑村—潼关站。其电网的供电示意图如图 9 所示。



图 9 西陇海线的供电示意图

Fig.9 Schematic diagram of power supply for west Longhai line

根据设计的联络,华山变电所采用的综合自动化设备对原有的 RTU 控制终端进行改造,要求改造后华山变电所可通过综合自动化设备与主站通信,完成与 TG 型远动系统(2.0 版本)的连接。其余站所仍设置原有 RTU,与原 HY 型远动系统(1.0 版本)主站通信。最终确定的系统整合方案如图 10 所示。

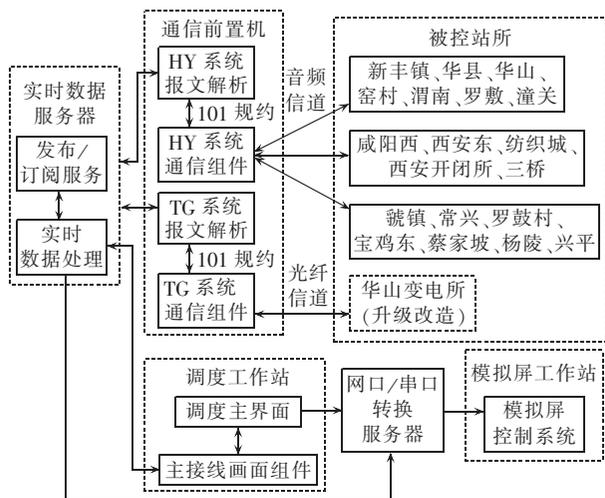


图 10 系统整合的方案

Fig.10 Scheme of system integration

利用 JORAM4(一种 JMS 实现)消息服务器作为消息中间件,对 TG 系统进行发布/订阅服务,并通过数据服务接口与 HY 系统实时数据的处理进行接口封装。

通过适配器模式让数据处理接口继承 TG 系统发布/订阅服务和 HY 系统的数据处理接口方法,使系统协同工作。TG 系统的通信程序和报文解析程序处理改造后的华山变电所的信息,而 HY 系统的通信程序和报文解析程序处理其他站所的信息。

采用观察者模式实现消息主题的发布/订阅,建立对模拟类、状态类实时量测对象的消息主题和消息发布者,通过监控系统的调度主接线画面组件,如触发开关图元的位置状态变化,电压、电流等信息的动态刷新等,建立消息监听和消息订阅者。

3.2 兼容性验证和工程测试

以 HY 系统和 TG 系统中开关量的调度端操作为例,对 HY 系统西安东站的 TEST 试验继电器进行遥控操作,对 TG 系统华山站的 1002 号手动开关进行模拟置位操作,接线图中用红色图元表示闭合状态,用绿色图元表示断开状态。

在调度工作站上通过 HY 操作界面控制西安东站试验继电器触点断开,在该试验继电器的遥信信号返回时,使其实时数据处理程序作为发布者,向消息服务器的主题“Realtimhandle”发布 ObjectMessage (TEST,0)消息体,由监听进程启动图元刷新处理程序作为订阅接收者,通过消息服务器的相应主题订阅变位后的主题,将试验继电器图元刷新为绿色。

按照同样的操作步骤,在调度工作站上通过 TG 操作界面对华山变电所的 1002 号手动开关进行模拟置位操作,由“分位”置“合位”,向主题“Realtimhandle”发布 ObjectMessage (1002,1)消息体,然后通过监听和图元处理,使 1002 号手动开关图元刷新显示红色,工程测试的结果如表 1 所示,表中“■”和“●”对应操作界面中的红色图元,“□”和“○”对应操作界面中的绿色图元。

表 1 测试结果

Table 1 Test results

操作界面	发布设备号	消息状态	主题名称	消息体	图元订阅结果
HY	TEST	0	Realtimhandle	ObjectMessage (TEST,0)	■ → □
TG	1002	1	Realtimhandle	ObjectMessage (1002,1)	○ → ●

上述实现方法通过发布/订阅消息机制和消息服务器处理实时数据,突破了客户机定时轮询服务器紧密耦合的限制,实现了主题消息发布和订阅的松散耦合,从总体上提升了调度监控系统实时信息兼容处理的能力。

3.3 分析

根据西陇海线电力调度监控实例,调度监控系统有 6 台调度工作站、1 台维护工作站、1 台通信工作站、1 台模拟屏工作站(N=9),按工作站 2 s 间隔刷

新形式,从数据服务接口调用一次实时数据服务器(即 $\lambda=0.5$ 次/s),服务器以10次/s的速率处理调用接口并返回信息。分别针对单台和2台数据服务器的情况,进行调度监控信息流的主题队列和轮询队列的比较分析,根据式(2)—(7)和(11)—(17)计算得到的结果如表2所示。

表2 测试结果分析
Table 2 Analysis of test results

队列模型	数据服务器数量/台	空闲概率/%	平均等待时间/ms
主题队列	1	95.0	5.26
轮询队列		58.2	53.96
主题队列	2	95.1	0.06
轮询队列		64.2	3.23

结果表明:调度工作站主题队列信息流等待时间较轮询队列短,主题队列服务器空闲概率高,说明成功订阅监控信息流的时间比传统轮询信息方式所用时间短;在单台、2台数据服务器的主题队列条件下,实时数据交互的平均等待时间降至毫秒级,提高了实时处理的性能。

4 结语

a. 利用适配器、观察者集成设计模式和发布/订阅技术,实现了主题消息的实时发布和消息的订阅监听,达到了工程系统的松散耦合目的,投入工程应用后效果良好,为调度主站系统的兼容性研究提供了一种新的模式化处理方法。

b. 通过主题队列和轮询队列模型推导,得到信息流等待时间、延时时间和服务器空闲概率的计算公式。具体工程应用和实例测试结果表明,主题队列实时信息流处理的时间比传统轮询模式短。

参考文献:

- [1] 马强,荆铭,梁成辉. 基于CIM/CIS的省地调电网模型拼接与数据交换[J]. 电力自动化设备,2012,32(6):116-119.
MA Qiang, JING Ming, LIANG Chenghui. CIM CIS-based model connection and data exchange for provincial and regional power networks[J]. Electric Power Automation Equipment, 2012, 32(6): 116-119.
- [2] IEC. IEC61970-301:2010 Energy Management System Application Program Interface(EMS-API)-part 301; Common Information Model (CIM) base[S]. [S.l.]: IEC, 2010.
- [3] 郑建辉,孟昭勇,林馨. 基于IEC61970/61968的发电厂资源CIM建模[J]. 电力自动化设备,2010,30(1):106-109.
ZHENG Jianhui, MENG Zhaoyong, LIN Xin. CIM of power plant resource based on IEC61970/61968[J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(1): 106-109.
- [4] 张少敏,张帆,王保义. 基于REST和IEC61970的智能电网数据集成方法[J]. 电力自动化设备,2012,32(8):124-129.
ZHANG Shaomin, ZHANG Fan, WANG Baoyi. Data integration based on REST and IEC61970 for smart grid[J]. Electric Power Automation Equipment, 2012, 32(8): 124-129.
- [5] LOCKE G, GALLAGHER P D. NIST framework and roadmap for smart grid interoperability standards, release 1.0[EB/OL]. [2010-01-25]. <http://www.nist.gov/smartgrid/upload/FinalSGDoc2010019-corr010411-2.pdf>.
- [6] 陈志伟,徐丙垠,韩国政. IEC61850的Web Services映射及实现[J]. 电力自动化设备,2013,33(3):136-140.
CHEN Zhiwei, XU Bingyin, HAN Guozheng. Implementation of IEC61850 mapping to Web Services[J]. Electric Power Automation Equipment, 2013, 33(3): 136-140.
- [7] 丁明,杨为,张颖媛,等. 基于IEC61970标准的微网EMS平台设计[J]. 电力自动化设备,2009,29(10):16-20.
DING Ming, YANG Wei, ZHANG Yingyuan, et al. IEC61970 based MicroGrid energy management system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(10): 16-20.
- [8] EPRI. Harmonizing the international electrotechnical commission Common Information Model(CIM) and 61850 standards via a unified model: key to achieve smart grid interoperability objectives[R]. Palo Alto, CA, USA: EPRI, 2010.
- [9] EPRI. Harmonizing the international electrotechnical commission Common Information Model(CIM) and 61850[R/OL]. [2010-05-07]. http://my.epri.com/portal/server.pt?Abstract_id=000000000001020098.
- [10] 翟明玉,雷宝龙. 电网调度自动化系统消息中间件的特性和关键技术[J]. 电力系统自动化,2012,36(14):56-59.
ZHAI Mingyu, LEI Baolong. Characteristics and key technologies of a message-oriented middleware for power dispatching automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(14): 56-59.
- [11] 翟明玉,王瑾,吴庆曦,等. 电网调度广域分布式实时数据库系统体系架构和关键技术[J]. 电力系统自动化,2013,37(2):67-71.
ZHAI Mingyu, WANG Jin, WU Qingxi, et al. Architecture and key technologies of wide-area distributed real-time database system for power dispatching automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(2): 67-71.
- [12] 高志勇,宋康,陈勇,等. 一种通用的基于“观察者模式”的规约转换器设计方案[J]. 电力自动化设备,2011,31(9):108-110.
GAO Zhiyong, SONG Kang, CHEN Yong, et al. Design of general protocol transformer based on “observer pattern”[J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(9): 108-110.
- [13] 屈红刚,潘懋,王勇,等. 设计模式在GIS软件开发中的应用研究[J]. 计算机工程与应用,2003,39(25):1-4.
QU Honggang, PAN Mao, WANG Yong, et al. The research of design patterns on the development of GIS software[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 39(25): 1-4.
- [14] RAVIKUMAR G, KHAPARDE S, PRADEEP Y. CIM oriented database for topology processing and integration of power system applications[C]//2013 IEEE Power and Energy Society General Meeting. Vancouver, CA, Canada: IEEE, 2013: 1-5.
- [15] NORAN M N, SHUKRI Z. Adaptive breaker failure protection scheme for double busbar substation using IEC61850 GOOSE message communication[C]//2015 International Symposium Technology Management and Emerging Technologies. Langkawai Island, Malaysia: IEEE, 2015: 207-212.
- [16] KANERE K N, JOSHI A. Architecture of real time messaging

- server using duplex web services[C]//2014 International Conference Advances in Communication and Computing Technologies. Mumbai, India; IEEE, 2014: 1-5.
- [17] 米为民, 辛耀中, 蒋国栋, 等. 电网模型交换标准 CIM/E 和 CIM/XML 的对比分析[J]. 电网技术, 2013, 37(4): 936-941.
- MI Weimin, XIN Yaozhong, JIANG Guodong, et al. Comparative analysis of grid model exchange standard CIM/E and CIM/XML[J]. Power System Technology, 2013, 37(4): 936-941.
- [18] 屈志坚, 蒋士林, 王健, 等. 异步传输的分布式铁路 10 kV 电力监控系统[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(2): 129-133.
- QU Zhijian, JIANG Shilin, WANG Jian, et al. Distributed SCADA system with asynchronous data transmission for 10 kV power supply of railway[J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(2): 129-133.
- [19] 翟明玉, 雷宝龙. 电网调度自动化系统消息中间件的特性和关键技术[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(14): 56-59.
- ZHAI Mingyu, LEI Baolong. Characteristics and key technologies of a message-oriented middleware for power dispatching automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(14): 56-59.
- [20] 毕艳冰, 蒋林, 张大海, 等. 基于实时数据分发服务的智能变电站 IEC61850 的实现方法[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(7): 149-154.
- BI Yanbing, JIANG Lin, ZHANG Dahai, et al. Mapping of IEC 61850 to data distribute service for smart substation communication[J]. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(7): 149-154.
- [21] 王勃. 高速铁路牵引供电自动化网络通信系统研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2007.
- WANG Ren. Research on networks communication system of traction power supply automation of high-speed railway [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2007.
- [22] 沈宏涛, 娄奇鹤, 王勃, 等. 基于 RTPS 的变电站自动化网络通信系统研究[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(2): 25-29.
- SHEN Hongtao, LOU Qihe, WANG Ren, et al. Research on substation automation network communication system based on RTPS[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(2): 25-29.
- [23] 《运筹学》教材编写组. 运筹学[M]. 3 版. 北京: 清华大学出版社, 2005: 316-328.
- [24] 邱苑华, 冯允成, 魏法杰, 等. 运筹学教程[M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2009: 289-315.

作者简介:



屈志坚

屈志坚(1978—),男,江西南昌人,副教授,博士,主要研究方向为智能监控理论与信息处理技术(E-mail: 08117324@bjtu.edu.cn);

徐振清(1992—),男,山东菏泽人,硕士研究生,主要研究方向为电力调度自动化监控技术;

林宏平(1987—),男,福建厦门人,硕士研究生,主要研究方向为调度自动化监控信息技术;

陈秋琳(1980—),女,河南南阳人,硕士,主要研究方向为电力系统调度自动化。

Application of design pattern in compatibility processing for master station of dispatch & monitoring system

QU Zhijian¹, XU Zhenqing¹, LIN Hongping¹, CHEN Qiulin²

(1. School of Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;

2. Beijing Togest Time Automation System Equipment Co., Ltd., Beijing 100054, China)

Abstract: Aiming at the difficulty of information integration and equipment compatibility during the upgrading of dispatch & monitoring system with client/server architecture, an information integration method is proposed based on the technology of common information and message interaction. The measurement-type and control-type real-time interactive information flows are designed and the topic-queue and polling-queue models of monitoring information are built, based on which and combined with the integrated design pattern of adapter and observer, the message interaction of real-time application information is researched. It is applied to the distributed dispatch & monitoring system of west Longhai line, which shows that, its compatibility processing ability of real-time information is enhanced and the waiting time of topic-queue information flow is shorter than that of polling queue.

Key words: electric substations; dispatch; monitoring; publish/subscribe; adapter; observer; design pattern; message interaction