

客户/服务器系统在电网调度自动化系统中的应用

方娟妮¹, 侯伟², 宣冶¹

(1. 浙江万里学院, 浙江 宁波 315100; 2. 徐州供电公司, 江苏 徐州 416200)

摘要: 探讨了客户/服务器系统在电网调度自动化领域应用可行性, 给出了二级结构的客户机/服务器方式和工作原理, 同时为了考虑数据的同步性、完整性和安全性, 提出了双机热备和双机容错概念。最后运用面向对象技术与模块化程序设计方法相结合的思想, 实现了客户机与数据库服务器数据交换, 双服务器系统、Web 服务器与实时系统数据库服务器如何保持数据同步等问题。

关键词: 调度自动化; 客户/服务器; 模型

Application of the client/sever system in the electric power network dispatching automation system

FANG Juan-ni¹, HOU Wei², XUAN Ye¹

(1. Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China; 2. Xuzhou Power Supply Bureau, Xuzhou 416200, China)

Abstract: The paper discusses the feasibility of the application of client/sever in the Electric Power Network Dispatching Automation System, gives the mode and operating principle of two stage client/sever. In the consideration of synchronization, integrality and security of data, it produces double spare computer and double tolerant computer. Integrating the object-oriented technology and modularization design method, the functions of exchanging data between client and database servers, keeping data synchronous of double server system and keeping data synchronous between the web server and real-time database server are realized.

Key words: dispatching automation system; client/sever; model

中图分类号: TM76

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2008)02-0058-06

0 引言

随着电网的发展、计算机技术、网络技术的不断更新, 加之电网运行对自动化系统的要求不断提高, 现有的分布式系统已经不能满足实际的需要。电网调度自动化系统应采用客户/服务器模式。

1 客户/服务器系统的逻辑构成

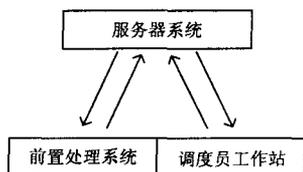


图1 客户/服务器的逻辑结构

Fig.1 Logic structure of client/sever

客户/服务器系统也是一种分布式系统, 从物理连接上看, 跟分布式系统是完全一样的。但本质上和第二代分布式系统是完全不同的, 为了区别, 本

文论述的分布式系统特指第二代系统, 有人称它为全分布式系统, 强调它只是集中式系统通过网络连接实现的物理节点的扩充。客户/服务器系统和全分布式系统的区别不在物理连接上, 而是在系统逻辑结构上。

客户/服务器结构的信息处理系统在逻辑上由客户 (Client) 和服务器 (Server) 两部分组成。图 1 是客户/服务器结构的调度自动化系统的逻辑构成, 服务器是系统的核心, 前置机和调度员工作站是系统客户机部分, 通过网络链路两大部分有机地整合在一起。通常 Client 和 Server 有各自的硬件平台, 分别称为客户机和服务器, 但是从更广泛的意义, Client 和 Server 是两个进程概念上的名词, 分别作为 Client 和 Server 的两个进程可以运行在同一台机器上, 这时同一台机器既是客户机又是服务器。Client/Server 体系结构, 符合当今计算机信息处理系统的发展潮流。对于调度自动化系统, 客户机就是系统的工作站, 如调度员工作站、

维护工作站、PAS 工作站等等, 调度自动化系统的前置机也被看成是特殊类型的工作站。而服务器就是调度自动化系统的系统服务器。

2 二级结构的客户机/服务器方式

关于二级结构的客户机/服务器方式的含义:

(1) 电网调度自动化系统是一个标准的客户机/服务器系统。系统在逻辑上由服务器系统 (Server) 和客户机系统 (Client) 两大部分组成。

(2) 作为客户机系统 (Client) 的工作站计算机包括客户机网络服务程序和应用程序两个部分。电网调度自动化系统的服务器程序、客户机的网络服务程序和客户机的应用程序三者组成了一个二级结构的客户机/服务器系统。下图 2 是客户机/服务器系统的网络模型。

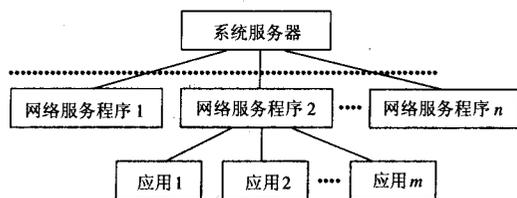


图 2 客户/服务器系统的网络模型

Fig.2 Internet model of client/server

二级结构的客户机/服务器网络模型, 不但减少了服务器和客户之间的网络链路的数量, 同时也使网络管理变得容易。

- 客户应用不直接和系统服务器打交道, 从而实现了应用角度数据的透明访问;

- 本地网络服务程序根据需要随时建立或删除和服务器之间的链路, 以提高网络效率, 降低网络负担;

- 双服务器热备份系统中, 客户端应用可不关心客户机和服务器之间数据链路的切换, 做到切换不仅是无缝的, 而且是透明的;

- 在具有多个功能服务器的系统中, 客户应用可不关心各个功能服务器逻辑和物理信息。

(3) WEB 服务器相对于 SCADA 系统, 它是一台普通的客户机; WEB 服务器相对于 MIS 系统的 IE 浏览程序, 它是系统的服务器。因此, 从 MIS 系统的 IE 浏览程序来看, SCADA 系统服务器、WEB 服务器和 IE 浏览程序三者组成了一个二级结构的客户机/服务器系统。

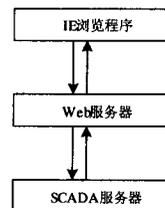


图 3 二级结构的客户/服务器系统

Fig.3 Secondary grade structure client/sever system

3 客户/服务器系统的工作原理

1) 前置机负责和 RTU 通信完成规约转换和数据预处理, 然后用点对点的方式把数据发给系统服务器。只有系统服务器和前置机进行报文通信, 并进行数据处理。系统服务器和前置机的通信一般基于 TCP/IP 标准网络通信协议。

2) 系统服务器除了对从前置机收到的报文进行处理, 还要维护系统实时数据库和历史数据库。系统服务器同时和每一台客户机 (工作站) 用点对点方式进行通信, 它们间的通信同样基于 TCP/IP 标准网络通信协议。当系统服务器收到客户机 (工作站) 的数据请求报文时, 向客户机 (工作站) 发送格式化的数据报文, 以此为客户机 (工作站) 提供功能服务。

3) 客户机 (工作站) 则负责提供用户界面, 如图形、表格以及声音、动画等功能。每一台客户机 (工作站) 都和系统服务器建立一条数据服务链路, 当需要在显示数据时, 通过和服务器相连接的服务链路向服务器发数据请求报文。客户机 (工作站) 收到服务器的数据请求报文后再按一定的方式 (如图形、表格以及声音、动画等) 提供给用户。

如上所述, 客户/服务器系统的系统服务器和分布式系统的主机 (有时候也被称为服务器) 的作用是完全不同的, 前者是功能意义上的服务器, 后者最多只是文件服务器。所谓的功能服务器, 至少包括两个含义: (1) 为客户机 (工作站) 提供功能响应; (2) 为客户机 (工作站) 提供数据库服务。

4 数据服务器和功能服务器

图 4 是客户机/服务器系统中功能服务器的网络模型。

客户机/服务器系统的服务器, 它除了是数据服务器, 更是功能意义上的服务器。它提供的服务包括两个内容:

- 数据服务

● 功能服务

而且即使是数据服务,也要比一般的数据服务器高一个层次。通常,在数据资源和客户端之间,还有一个数据处理服务程序,为客户应用提供格式化了的有效数据。另一点不同是,因为在数据资源和客户端之间有一个数据处理服务程序,所以除了提供硬盘数据服务之外,还提供内存数据服务。硬盘数据和内存数据都是由其它的功能服务程序来维护的。

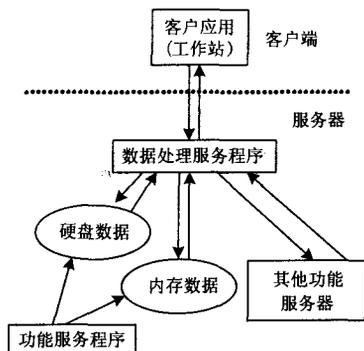


图4 客户机/服务器系统中的功能服务器

Fig.4 Function sever in client/sever system

5 客户机/服务器系统的双机热备用及容错问题

5.1 客户机/服务器系统的双机热备用问题

5.1.1 双服务器热备用的概念

服务器是客户机/服务器系统的核心部分,系统的稳定与否完全取决于服务器运行是否稳定可靠,所以在许多重要的系统中通常都要配备双服务器甚至多服务器。

系统运行时两台服务器应有主次之分,只有一台处于工作状态,另一台则处于备用状态。两台服务器都要进行各自的数据处理,但是只有工作服务器响应客户机的数据请求。

5.1.2 数据同步问题

为了使每一台服务器都可以各自独立地获取源数据,SCADA/EMS系统的前置机应和两台服务器分别建立永久的数据链路。严格地讲,源数据到达两台服务器的时间并不是完全一致的,一些统计量数据,如积分量、最大值、最小值、平均值等等,随着时间的推移其不一致性会不断积累,同步问题就变得很突出。备用机不进行数据处理,由工作机向备用机直接提供数据的方法并不合适。原因是工作机发生故障时,备用机在经过一定延时后才能检测到,这一时间间隔里数据处理就会中断。作者主

张备用机也进行统计处理,同时又和工作机进行数据同步。

双机系统还有个启动先后问题,先启动的机器肯定是处于工作状态,后启动的机器应立刻和它进行数据同步。

5.1.3 服务器之间的数据链路

网络连接如Socket、NamePipe等,都有主动方和被动方的区别,两台服务器要相互监视对方的状态,因此应建立两条数据链路。每一服务器,对其中的一条链路它是主动方,对另一条链路它是被动方。两条数据链路的方法,能避免两台服务器因自身的原因而争抢值班的现象出现。

5.1.4 客户机和服务器之间的数据链路

如果两台服务器之间的数据是严格一致的,理论上客户机可以登录到任一服务器上和其建立数据链路。一般要为系统提供一种登录的算法,这个算法应遵循以下两条原则:

(1) 平衡两台服务器的负荷;

(2) 当某一服务器发生故障或人为退出时,数据链路应立刻自动切换到另一服务器上。

如果不考虑负荷平衡,我们指定客户机必须登录到工作服务器,其登录过程可描述如下:

(1) 客户机从服务器字典里获取服务器逻辑位置信息;

(2) 试着和某一服务器建立数据链路;

服务器收到连接请求后,判断自己是工作服务器还是备用服务器。若是备用服务器,即拒绝连接。若是工作服务器,在进行身份检查后同意连接;客户机的连接请求被拒绝后马上取得另一工作服务器逻辑位置信息,重复(2);和工作服务器进行数据通信。若发生通信中断,有可能是工作服务器发生故障,原备用服务器升为工作服务器,客户机应立即去试着和另一服务器相连接;工作服务器收到手动切换命令,它立即把自己置为备用状态,同时切断所有客户机的数据链路;备用服务器收到手动切换命令,立即把自己置为工作状态,等待客户机的连接请求。

5.2 客户机/服务器系统的双机容错问题

5.2.1 双机容错的概念

双机容错和服务器双机热备用是两个不同的概念。双机热备用是功能响应上的冗余配置,而双机容错主要考虑的是数据完整性与安全性问题。

双机容错系统在金融、航空等领域已经得到了广泛应用,但在电网调度自动化领域还没有得到广泛的应用。

双机容错有两种解决方案:

- 不需要磁盘阵列,完全用双机容错软件来实现。
- 基于磁盘阵列(Cluster)和双机容错软件的方案。

第一种方案的双机容错软件有美国的 CA Bright Store HA 等。

第二种方案的双机容错软件有上海朗格 LongerHA 群集软件、台湾的 ROSE HA 群集软件等。

方案二和方案一相比较,都要配备多块硬盘,方案二还要增加磁盘阵列的硬件投资,但使用更加方便和可靠。

5.2.2 双机容错系统的硬件方案

系统需要配双机磁盘阵列柜 1 套,配以群集软件,用以解决双机数据备份和数据同步问题。

两台服务器均安装并运行群集软件(HA),两台服务器的 HA 群集软件的定时互相通信,以确认对方服务器的可用性和运行的有效性。

图 5 中的客户端(Client)为通过 TCP/IP 或 NetBEUI 协议访问主服务器的计算机系统,包括调度员工作站、维护工作站、网关工作站等计算机。

专用网络(Private Net)指专门用于运行 HA 群集软件的服务器之间的通信。三种独立互相连接的方式防止单点错误。

(1) 以太网,每台服务器必须安装两张网卡以互相通讯。

(2) RS-232,每台服务器必须有空闲的 COM 端口互相连接。

(3) 共享磁盘,为每台服务器保留的在共享磁盘上的分区。一台服务器将要与另一台服务器通讯的信息放入特殊的分区。另一台服务器将从此分区中取出信息。

即使所有专用网络都不可用,服务器仍能以公用网络探测另一台服务器的有效性。如果另一台服务器依然有效,就不会启动接管程序。但服务器变为不可用,群集软件将立刻激活接管程序。

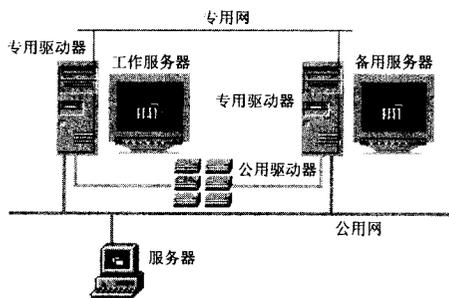


图 5 双机容错系统的硬件方案图

Fig.5 Hardware chart of double sever tolerant system

公共网络(Public Net)指专门让客户端访问

所有服务器的网络。客户端将以可切换的网络身份(例如 IP 地址或计算机名)连接到指定的服务器。如果主服务器(Active Server)变为不可用,备份服务器(Backup Server)将接管可切换的网络身份。可切换的网络身份不会代替备份服务器的原始网络身份。两个身份都是活动的。这样的好处就是客户端以原来的网络身份连接到备份服务器不会被接管程序所干扰。

如果使用特定的以太网卡,群集软件能识别网络错误。因此,如果从主服务器到公共网络的连接断开,群集软件将进行识别并启动接管程序。如果从备份服务器到公共网络的连接断开,群集软件将进行识别并警告用户。

本地驱动器(Private Drives)指服务器自己的硬盘,用来存储操作系统,以及在备份服务器接管主服务器时不需要访问的数据。共享驱动器(Public Drives)指磁盘阵列柜上的磁盘,用以存储应用程序软件以及在备份服务器接管主服务器时需要访问的有关数据。所有服务器和共享磁盘由共享 SCSI 总线连接。共享磁盘独立的总线为所有服务器提供独立的访问路径。额外的冗余和容错设备,例如镜像和 RAID 子系统能在磁盘错误时支持共享磁盘确保数据的可用性。

5.3 双机容错系统的软件组成

这里以 windows NT/2000 操作系统平台来讨论双机容错系统的软件组成。图 6 是双机容错系统的软件组成图。NT 群集软件有两个核心程序。它们作为 NT 服务的工具,能在“控制面板”的“服务”选项中进行操作。

在群集结构中实现双重服务是为了防止 NT 群集软件出现单点错误。所有服务互相监护。当一个服务失败或意外终止,继续存在的服务将重新启动失败/终止的服务。此操作完全自动且用户可以观察到。基于这种错误返回功能,群集软件能保持服务器群集的可用性。

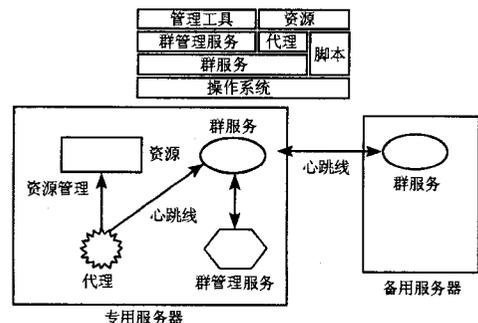


图 6 双机容错系统的软件组成

Fig.6 Software structure in double sever tolerant system

当启动了群集软件，将运行以下操作。

(1) 根据用户预先设置的专用网络，开始与另一台服务器周期性地交换信息。

(2) 需要将激活用户预先设置的资源和应用程序。

(3) 使用预定义和用户定义的程序（如代理程序）监控由群集软件防护的资源和应用程序的可用性。

(4) 启动预定义和用户定义的用于错误处理和错误恢复的程序。当主服务器变为不可用，群集软件将在群集中让主服务器脱离系统，主服务器在恢复其可用性后重新使用。

(5) 接受来自（群集）管理工具用于改变群集配置和群集操作的指令。

(6) 管理工具和 NT 事件观察器的事件记录互相影响，并通知群集操作的最新状态。

服务器将通过专用网络周期性交换信息。这种周期性的信息叫心跳。服务器心跳使接收方了解发出方的可用性。当服务器是可用的，另一台服务器将通过收到“alive”心跳信号。如果服务器变为不可用，另一台服务器将收到“sick”心跳信号，或者根本收不到任何心跳信号。那时备份服务器就要激活接管程序。

6 客户/服务器系统的优点

客户/服务器系统克服了分布式系统的全部不足，它正在逐步取代分布式系统，是当今 SCADA/EMS 系统的主流系统。主要体现在以下几个方面：

6.1 标准化网络体系

客户/服务器系统的最主要的优点是采用了标准化网络体系。

(1) 点对点方式的网络通信

服务器和客户机通过网络进行数据交换，网络通信协议采用国际通用的 TCP/IP 协议，通信方式采用基于可靠连接的点对点方式，而不是广播方式。客户/服务器系统中，前置机被认为是一特殊的客户机，它和其它客户机一样采用基于可靠连接的点对点方式和服务器通信。摒弃不可靠的广播通信方式，采用基于可靠连接的点对点方式，保证了数据不会丢失，从而分布式系统中告警信息丢失的现象在客户/服务器系统就可以完全避免。

数据库只唯一地存在于服务器上，客户机上没有数据库备份。客户机在需要显示数据时，不管是动态实时数据，还是曲线、报表以及告警历史数据，都是临时向服务器请求所需的数据。由于数据源是唯一的，客户/服务器系统根本就不存在数据不一致

性问题。另外，由于客户机上没有数据库备份，客户机只要在需要时开机。

(2) 支持网络互联（MIS 网、其它控制系统）

客户机可以是局域网（LAN）上的计算机，也可以是广域网（WAN）上的计算机，或者是通过电话拨号连接的计算机。客户机和服务器只要是网络连通的就行，和网络连接的硬件介质以及物理连接的方式无关。允许用户在安全权限许可的情况下，通过网关跨网段实现数据访问。另外，系统还可提供系统数据的跨网段主动发送。例如可根据需要，由用户自行定义选择所需数据写到 MIS 网服务器的数据库或文件之中。客户/服务器系统支持在广域网上的数据交换。系统支持远程拨号上网，允许系统工作站通过公用电话网实现远程系统维护和实时监视。

6.2 符合商用数据库规范的数据库系统

以前的 SCADA 系统，大多没有严格意义上的数据库系统，或者虽然有自己的数据系统，但无法为用户提供透明开放的数据接口。引入数据库概念是客户/服务器系统的最基本特征之一。客户/服务器系统都是基于商用数据库管理系统（DBMS）构筑系统历史数据库，报表、曲线等采样历史数据以及告警历史数据都存放在商用数据库的数据表中。系统的配置数据也都存放在商用数据库的数据表中。更高级一点，系统的图形数据也是存放在商用数据库的数据表中。对商用数据库的访问，可以用标准的 SQL 语言，或者用 ODBC；访问模式上，商用数据库本身支持客户/服务器方式。这样，用户或者第三方厂家就可以很方便地共享系统的历史数据、系统配置数据，从而为用户对系统进行二次开发提供了保证。MIS 系统若要共享 SCADA 系统的历史数据，直接访问数据库。

客户/服务器系统已经彻底摒弃了用共享内存实现实时数据库的方法。商用数据库系统都是磁盘数据库系统，还不能直接用于实时数据库，因此客户/服务器系统都有自己的实时数据库管理系统（RTDBMS）。RTDBMS 一方面要满足实时性要求，另一方面它必须遵循商用数据库规范。实时数据库（RTDBMS）和商用数据库（DBMS）是相互协作的关系。首先，RTDBMS 的数据表是通过 DBMS 的数据表来定义和描述的。其次，RTDBMS 数据表的初始数据是从 DBMS 数据表中获取的，同时，实时数据库数据表还定期向磁盘商用数据库备份数据。

6.3 数据库容量没有限制

由于引进了数据库概念，客户/服务器系统的数

据容量只受物理内存和磁盘物理容量的限制,而没有设计上的限制。

6.4 用户层次上的开放

客户/服务器系统提供了客户应用程序访问服务器数据库(内存实时数据库和磁盘历史数据库)的透明接口。这个接口只包括两个函数:读数据函数和写数据函数。用户或者第三方厂家利用这个透明接口可以编写新的应用程序。所以客户/服务器系统为用户扩充新的功能提供了体系结构上的保证。也就是说,系统在用户层次上是开放的,保证系统可以不断地扩充新的功能,不但能满足用户当前的功能要求,还能满足用户将来的功能要求,做到系统永不落后。

6.5 系统维护方便

客户/服务器系统的维护,比之于分布式系统要容易得多。通常情况下只要维护系统的服务器就行了。另一方面,在任一台客户机上(包括电话拨号连接的远程工作站),都可以对服务器进行维护。

6.6 用户投资得到保护

当系统需要升级时,对客户机和服务器可以不同对待。当系统性能或者是系统数据容量不能满足要求时,只要升级服务器就可以了。客户机只是提供人机联系手段,对机器性能要求不高,不一定要求一同升级。而且,从服务器更新下来的计算机,可以继续用做客户机。这样,用户的硬件投资得到了保护。另外,客户/服务器系统允许不断地扩充新的功能,而且其数据库系统都是标准的商用数据库系统,因此用户的软件投资同样能得到很好的保护,用户以前的劳动成果可以得到有效延续。

7 结论

本文探讨了客户/服务器系统在电网调度自动

化领域应用可行性和其工作原理。客户/服务器系统的工作原理可以总结为,服务器的基本任务是数据维护和数据处理,并响应客户机的请求向客户机传送格式化的数据信息。客户机则负责提供用户界面,如图形、表格以及声音、动画等。系统客户机不拥有自己的数据库(实时数据库和历史数据库),所有需要的数据及信息均取自于服务器。客户/服务器系统克服了分布式系统的许多不足,是今后电网调度自动化系统结构模式的发展方向,具有很强的生命力。

参考文献

- [1] 石俊杰,孟碧波,等.电网调度自动化系统的综述[J].电力系统自动化,2004,28(8):1-5.
SHI Jun-jie,MENG Bi-bo.Review of the Electric Power Network Dispatching Automation System[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(8):1-5.
- [2] 黄立红.浅谈电网调度自动化系统的发展方向[J].中国科技信息,2005.
HUANG Li-hong. Taking About Orientation of the Electric Power Network Dispatching Automation System Development[J].China Technology Information,2005.
- [3] 尚金成,等.电力市场技术支持系统设计与关键技术研究[M].北京:中国电力出版社,2003.
SHANG Jin-cheng,et al. Research of System Design and Key Technology of Electric Power Market Technology Support[M].Beijing: China Electric Power Press,2003.

收稿日期:2006-11-17; 修回日期:2007-11-06

作者简介:

方娟妮(1977-),女,硕士研究生,从事光通信的研究;

E-mail: fangjuanni@163.com

侯伟(1979-),男,硕士研究生,从事电力自动化的研究。

(上接第57页 continued from page 57)

- [9] 啜钢,王文博,常永宇,等.移动通信原理与系统[M].北京邮电大学出版社,2005.

CHUO Gang,WANG Wen-bo,CHANG Yong-yu.Mobile Communication Principles and System[M]. Beijing University of Post and Telecommunication Press,2005

- [10] 吴志忠.移动通信无线传播[M].北京:人民邮电出版社,2002.

WU Zhi-zhong.Mobile Communication Radio Propagation[M]. Beijing:People's Post & Telecommunication Press,2005.

- [11] 林伯钢.网络与信息安全教程[M].北京:机械工业出版

社,2004.

LIN Bo-gang.Network and Information Security Tutorial[M].Beijing:China Machine Press,2004.

收稿日期:2007-05-23

作者简介:

王荣志(1980-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统通信、信息安全等;E-mail:ncepaps@sina.com

孙毅(1972-),男,副教授,研究方向电力系统通信、信息安全等。