

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2009.01.023

基于主动机制的防汛防旱指挥系统设计研究

宗 平^{1,2} 沈祖诒¹ 王志坚³

(1.河海大学水利水电工程学院,江苏 南京 210098;2.南京邮电大学软件学院,江苏 南京 210003;
3.河海大学计算机及信息工程学院,江苏 南京 210098)

摘要:为了满足主动性应用需求,引入主动信息系统原理设计防汛防旱指挥应用系统.采用扩展分层虚拟机的方法实现统一的主动机制,描述了事件与规则的定义,以及事件、规则和事务的处理方法.针对防汛防旱指挥的具体应用,给出了一种具备主动机制的防汛防旱指挥系统模型.该模型具有自动数据采集和主动实时监控、主动数据汇总与传递、主动报警和主动信息服务的能力,可以辅助决策者完成从获取信息到形成决策的大部分工作和实现主动的个性化服务.

关键词:防汛防旱指挥系统;主动信息系统;主动服务

中图分类号:TV877 P338⁺.9 文献标识码:A 文章编号:1000-1980(2009)01-0110-05

水利水电信息化的主要任务是在水利水电业务工作中广泛应用现代信息技术,建设水利水电信息系统的基础设施,充分发掘和利用信息资源的潜在知识,以提高防汛调度、水资源优化配置、水工程监控和水行政管理整体水平,通过信息化推动水利水电业务的现代化.目前在水利水电信息化的研究与开发工作中,用户常常希望应用系统在特殊或紧急情况下能够根据应用系统的当前状态,主动做出反应,执行对应的操作,向用户推送有关信息.但是,在现有的各种应用中仍有许多主动性需求不能完全得到满足,人们必须考虑实现主动需求的应用系统设计技术.本文提出一种基于主动机制的防汛防旱指挥系统的设计方法,以辅助决策者完成从获取信息到形成决策的大部分工作,而且可以实现主动的个性化服务,提高信息处理的水平和增强信息服务的能力.

1 主动信息系统

主动数据库是一个具有扩展功能的数据库^[1].事实上,很多应用需求是通过人机交互过程来实施的,信息系统是一个提供全面信息服务的人机交互系统^[2].信息系统记录用户数据、基于规则的日志和历史记录以及基于规则的用户设置,提供依据数据和规则的服务,允许用户选择个性输出和定义个性行为,可以解决面向信息系统行为的静态或动态的完整性约束与维护工作.由此可知,信息系统中的交互请求与数据操作的执行方式是确定信息系统能否提供主动能力的关键因素,解决主动执行机制是主动信息系统研究的核心问题.

主动性(activity)与信息系统中可执行动作相关,而这些动作的执行是由某个事件指明的,引发动作执行的事件可以来自于交互操作请求或自动运行的应用程序,也可以来自于一个数据操作命令,同时动作的执行取决于事件发生的条件和相关参数的附加约束.主动信息系统(active information system,AIS)是一个面向服务的交互式应用系统,它具有以下特征:提供与主动数据库同样的功能,通过预定义接口与外部系统通信,允许自定义基于业务规则的操作,能够识别和解释来自数据库外部或应用系统的事件,运用统一的机制执行与事件相关的动作,提供主动服务的能力.

2 主动机制的设计

AIS 的功能可以分解成 2 部分:一部分是基于数据库系统的功能,主要由数据库管理系统提供;另一部分是 AIS 提供的扩展功能,通过扩展的分层虚拟机实现.从统一机制的角度考虑,AIS 应具有如下主要扩展

收稿日期:2007-11-19

基金项目:江苏省高校自然科学基金基础研究项目(06KJB520079);国家高技术研究发展计划(863 计划)(2006AA01Z208)

作者简介:宗平(1956—),男,江苏南京人,教授,主要从事计算机应用技术研究.

功能、事件驱动机制、主动规则机制、主动事务处理和主动功能接口。

2.1 事件与处理

事件是指一件被关注事情的发生^[3]。在 AIS 内外发生的一系列事件将会使系统状态发生变化，AIS 将由此确定是否触发以及何时触发相关主动规则来对事件的发生或状态的变化做出反应。事件描述机制和监测方式由事件的来源决定，来自于数据库内部的事件由数据库管理系统识别，来自于数据库外部或来自于应用系统的事件由 AIS 中扩展功能构件事件处理器识别。主动数据定义语言提供统一的形式规约，用于描述和定义主动信息系统中的外部事件。用户可以通过主动数据定义语言来定义基于业务领域的个性化事件，以满足主动的业务需求。

AIS 中的事件有基本事件、复合事件、宏事件、自定义事件和应用程序事件等。基本事件描述发生在数据库内部或外部的事件；复合事件为通过一系列逻辑操作符连接起来的事件集合；宏事件为带参数描述结构的复合事件；自定义事件用于描述基于应用领域的业务规则；应用程序事件用于描述系统与外部环境间的通信或与用户的交互行为。

在 AIS 环境中的所有事件可以分成 2 大类：一类是系统事件，当用户预先说明后，由系统识别和处理；另一类是用户自定义事件，由用户自己识别和处理，并对系统产生相应的影响，这些事件对应用环境具有依赖性，特别是事件的语义与具体应用相关^[4]。因此，在 AIS 中，自定义事件与应用程序事件的识别与处理必须由 AIS 中的事件处理器构件来完成，其中时间事件由专门的时间事件探测机制进行处理。复合事件表达式采用扩展语义树的方式^[5]，将复合事件用树型（tree）结构来表示，复合事件和树型结构一一对应，通过对树的操作实现对复合事件的处理。

2.2 规则与处理

AIS 中的规则可以分成 2 大类：一类是基于数据库管理系统的规则表达式；另一类是基于 AIS 的规则表达式。这 2 种规则表达式的表示形式不同，语义表述能力不同，实现机制也不同。AIS 的规则表示形式如下：

```
rule_specification ::= RULE rule_name
                        ON event_id
                        WHERE condition
                        DO action_id
                        [ STATE( active | nonactive ); ]
                        [ PRIORITY num ; ]
                        [ VERSION num ; ]
                        [ EXPLAIN string ; ]
                        [ EC_COUPLING( immediate | delayed | separate ); ]
                        [ CA_COUPLING( immediate | delayed | separate ); ]
                        END_RULE
```

该表达式基于（EC）*A 模式^[6]，其中 E 表示事件，C 表示条件，A 表示动作。（EC）*A 模式建立了事件与条件之间的关联关系，即条件是事件相关联的。规则可以与多个条件相关联，细化了条件关联的粒度，提高了 AIS 的灵活性^[7]。AIS 的规则保留了 ECA 模式下的基本构成部分，同时扩展了新的选择项。这些选择项改进了主动规则的形式描述结构，提高了主动规则的语义描述能力。

规则的处理模式是对 AIS 执行过程的描述。在被动系统环境下，所有动作都是对特定请求的反应，而在主动应用环境下，主动动作的执行是由给定时间或者特定事件来触发的。实际应用中存在大量的规则，不同的规则之间可能存在语义相关性。因此，AIS 中的规则处理机制必须解决规则的冲突、规则的汇流性、规则的终止性和规则的嵌套处理等问题^[8]。

2.3 主动事务处理

在 AIS 中，事务执行所产生的事件可以再次触发主动规则，而主动规则是作为触发事务的子事务执行的，由此可能产生复杂的规则并发执行关系^[9]。因此，在 AIS 中需要扩展和改进传统的事务模型。嵌套事务模型根据处理方式的不同，分为基本嵌套事务模型和改进的嵌套事务模型。

基本嵌套事务模型由父事务引发嵌套子事务形成事务树，嵌套事务自底向上通过根事务提交。如果根事

务中止则所有事务树中止,这种事务模型能保证顶层事务的原子性.基本嵌套事务的一种变形是事务,通过向下的锁继承机制支持事务间的并发^[10],允许子事务访问父事务所操纵的数据.

改进的嵌套事务模型^[11]与 AIS 在不同耦合模式下规则的执行方式相关.一般将耦合模式分为立即型耦合模式、延迟型耦合模式和分离型耦合模式 3 大类.通过对不同耦合模式的实现,提供多种事务模型的支持能力.立即型耦合模式可用基本嵌套事务模型实现.延迟子事务是由延迟型耦合模式形成的子事务,该子事务要延迟到所有上层事务结束后,在提交前才执行.如果上层事务派生出多个延迟型子事务,则这些子事务可以在上层事务结束后并发执行.分离子事务是分离型耦合模式形成的子事务,该子事务独立于父事务,可与父事务并行执行,但提交处理则依赖于其父事务.

2.4 主动功能接口

用户对 AIS 的请求与获得的服务是通过 2 种不同接口来实施的:一个是被动服务子系统;另一个是主动服务子系统.被动服务子系统提供传统的数据操作请求接口,这是一个人机交互的界面,用户通过这个界面接口向应用系统提出数据访问请求,应用系统接受请求并处理,然后将处理结果通过该接口反馈给用户.值得注意的一点是,这里的交互方式是被动的和固定的,只有用户的请求才能导致应用系统处理的响应,所有的系统处理和操作语义都在应用系统设计时被明确定义.主动服务子系统界面是 AIS 的扩展接口.事实上,主动服务子系统界面不仅面向用户,同时也面向应用系统内部的其他组成部分. AIS 中事件的处理存在 2 种不同反馈方式:一种方式是将处理结果主动反馈给源事件的触发者,这里的反馈路径可以是直接的,也可以是间接的;另一种方式是将处理结果依据给定的条件传递给系统中的其他功能构件,或者触发新的事件,这种系统内部的事件触发与传递机制需要专门的控制管理构件来保证其正确性,避免产生有关时序的错误.显然,这里的系统处理与操作语义与事件相关,与系统中事件处理方法也相关.

3 基于主动机制的防汛防旱指挥系统设计

本文给出一个基于主动机制的防汛防旱指挥系统设计方案与实现的技术途径,以保证防汛防旱信息的时效性,提供有效的汛情与险情报警、多源信息的综合分析以及决策信息的支持服务能力.

3.1 体系结构

基于主动机制的防汛防旱指挥系统体系结构如图 1 所示.

表示层即为用户表现层,以用户图形界面为用户提供交互界面,通过 HTTP 等协议访问 WEB 服务器,用于接受用户的输入,并向应用服务器发出处理请求,显示返回的处理结果.表示层以浏览器为系统的主要客户端,同时支持移动设备与系统的交互.主动界面解决外部事件与应用系统对应动作之间的交互问题,提供主动信息服务的功能.应用层即为业务逻辑层,包括 WEB 服务器和应用服务器,通过标准的通信协议协同事务处理,共同完成客户端请求的响应.应用层负载着系统的业务逻辑处理事务.为保证业务逻辑的正确性、完整性以及高度可重用性,采用构件技术,将防汛防旱事务处理的各类业务逻辑封装成各类组件.系统通过数据库方式对各类数据进行管理和存取,并将 WEB 应用服务器与数据库服务器部署在不同的物理设备上.统一的主动机制保证了系统内部各种主动处理的正确性、完整性和一致性,并控制着主动处理功能的执行流程,满足主动处理需求的正确语义.数据层位于系统体系结构的最底层,为整个系统提供数据支撑.数据管理平台存储和管理水雨情、工情、险情、灾情、气象、水利空间数据等.主动功能接口(active function interface, AFI)作为一个特殊层次的中间件,扩展了传统信息系统中的主动处理能力,通过该层接口可以将来自于数据库外部或应用程序的主动请求处理集成到数据库管理系统中.

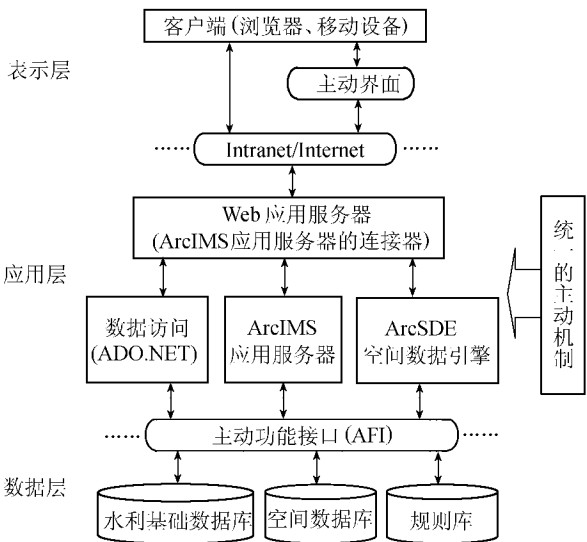


图 1 主动机制的防汛防旱指挥系统体系结构

Fig. 1 Structure of flood prevention and drought relief command system based on active mechanism

表示层通过 HTTP 协议与应用层进行交互.应用层中,WEB 服务器与地图应用服务之间通过 ArcIMS 应用服务器的连接器实现.应用层与数据层之间的交互主要通过 ADO.NET 实现,其中地图应用服务器和空间数据库之间的数据访问通过 ArcSDE 实现.AFI 提供对数据库中事件和规则的交互访问接口.在各个功能模块中,标准的或通用的处理流程均被封装在构件中,提高应用系统的结构化程度和设计质量,便于软件复用.

3.2 主动机制的实现方法

3.2.1 自动数据采集和主动实时监控

在客户端应用程序中设置基于特殊事件或特定时间的触发器,实现基于应用环境要求的或者定时的主动数据抽取处理.基于触发器定义的主动数据抽取功能是扩展的主动信息处理功能.这样,能够主动采集用户关心的基于特定条件的防汛防旱信息,或者应用环境产生的特定防汛防旱信息,保证了采集信息的针对性.当涉及历史数据或特殊数据时,在数据库中建立一个专门的基本关系,用于存放和维护这些标志数据,实现对相应数据的主动监控和处理.水雨情数据自动测报系统为数据实时主动进入信息系统奠定了基础,而开发的基于触发器的主动数据抽取方式实现了防汛防旱信息的主动实时监控,特别是对异常数据状态、极值数据状态的主动监控,完成了自动数据采集和主动实时监控功能.

3.2.2 主动数据汇总与传递

主动式防汛防旱指挥系统提供了统一的主动处理机制,实时主动传递的数据通过触发器机制定义来解决实时性和主动性.数据的汇总和相关处理通过规则来描述,达到在不需要用户干预、不中断应用程序运行的情况下,同时对外部传入数据库的数据进行实时处理.采用无线自组织网络能够解决特殊环境下的数据通信问题,从而满足应用环境中的主动需求,能够描述主动处理语义,并为知识发现和决策支持提供信息基础.

3.2.3 主动报警

主动报警处理工作反映在 2 个方面,一方面是对信息系统运行过程中产生的错误或者异常情况的报警,另一方面是对已有错误的自动恢复功能.汛期水雨情监测实质上是对水库所在流量雨量站和水位控制站水雨情数据的采集,并特别关注超过设定特征值的水雨情的瞬时状态.即对某些特定事件的主动快照功能,在某些事件发生时,系统能够将这些瞬时状态自动记录在数据库中或主动通过输出设备提供给用户,以实现主动报警功能.自动记录通过定义在相关数据上的触发器来实现,主动输出通过定义相关规则来实现.水雨情监测设备与通信系统设备的稳定性、可靠性不能完全保证进入数据库数据的正确性.通过定义基于业务处理需求的主动规则,可以主动地对错误进行标志与处理,对部分能够确定错误类型和正确值的错误具有主动纠错的能力.

3.2.4 主动信息推送服务

针对应用需求,描述防汛防旱指挥需要的信息需求,建立基于业务规则的主动规则库,按照系统设定的防汛防旱指挥模型,综合分析相关的水雨情、工情、险情和灾情以及防汛防旱物资等数据,特别是相关的历史灾害与典型年灾害等数据,形成防汛防旱指挥的决策支持信息,主动推送给防汛防旱指挥部门或防汛防旱指挥人员.主动信息推送服务功能促进了信息的流动,保证了用户获取信息的科学性、全面性与精确性,从而增加了信息的利用率,真正发挥了信息系统具备的信息服务能力.

4 结 语

本文针对防汛防旱应用环境,给出了基于主动机制的防汛防旱指挥系统的设计模型,说明了自动数据采集与实时监控、数据的主动汇总与传输、主动报警和主动信息推送服务等功能的实现方法,从而实现了防汛防旱指挥工作的辅助决策支撑功能,发挥了信息系统具备的信息服务能力,特别是主动信息服务能力.应用 AIS 来实现防汛防旱指挥系统,可以达到为水利部门决策者提供分析问题、建立模型、模拟决策过程和方案的环境,调用各种信息资源和分析工具,帮助决策者提高决策水平和质量的目的.

参考文献:

- [1] DAYAL U, DITTRICH K. A tutorial: active database system[C]//Proceedings of the 17th International Conference on VLDB. Barcelona: Morgan Kaufmann, 1991: 317-326.
- [2] GOLDIN D, SRINIVASA S, SRIKANTI V. Active databases as information systems[C]//Proceedings of the International Database

- Engineering and Applications Symposium. Washington ,D.C. : IEEE Computer Society ,2004 :123-130.
- [3] GEHANI N ,JAGADISH H V ,SHMUELI O. Event specification in an active object-oriented database[C]//Proceedings of the International Conference on Management. San Diego : ACM SIGMOD ,1992 :81-90.
- [4] ZONG Ping ,QIN Jun. The scheme design for active information system[J]. Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering System ,2006 4252 :1087-1094.
- [5] CHAKRAVARTHY S ,KRISHNAPRASAD V ,ANWAR E ,et al. Composite event for active databases : semantics contexts and detection [C]//Proceedings of the 20th International Conference on VLDB. Santiago : Morgan Kaufmann ,1994 :606-617.
- [6] DAYAL U. Active database management system[J]. Sigmod Record ,1989 ,18(3) :150-169.
- [7] BEHREND S H. Beschreibung ereignisgesteuerter aktivitaeten in datenbankgestuetzten Informations systemen[D]. Deutschland : Universitaet Oldenburg ,1995.
- [8] ALIKEN A ,WIDOM J ,HELLERSTEIN J M. Behavior of database production rules : termination ,confluence ,and observable determinism [R]. San Jose ,California ,USA :IBM Almaden Research Center ,1992.
- [9] BEERI C ,BEREMSTEIN P A ,GOODMAN N. A model for concurrency in nested transaction system[J]. Journal of ACM ,1989 36(2) :230-269.
- [10] 左万利 ,金阳. 事务框架下主动规则的并发控制算法[J]. 吉林大学自然科学学报 ,2001(2) :284-288.
- [11] 周志远 ,吴娟娟 ,林国璋 ,等. AO2DB 系统 C/S 模型及并发控制的设计与实现[J]. 北京理工大学学报 ,2001 21(1) :44-47.

Design of flood prevention and drought relief command system based on active mechanism

ZONG Ping^{1,2} , SHEN Zu-yi¹ , WANG Zhi-jian³

(1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

2. Software College , Nanjing University of Posts and Telecommunications , Nanjing 210003 , China ;

3. College of Computer and Information Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract : To satisfy the active requirements in applications , the principles of active information system were introduced to design the flood prevention and drought relief command system. The united active mechanism was realized by use of the method of the extended layered virtual machine. The definitions as well as the processing method of events and rules were described. A model of the flood prevention and drought relief command system based on the active mechanism was put forward according to the specific application. The flood prevention and drought relief command system is of automatic data acquisition , active real time supervision , active data transfer , active warning and active information service. It can assist the decision-makers to accomplish a majority of tasks from acquiring information to making decisions and to realize the active individual service.

Key words : flood prevention and drought relief command system ; active information system ; active service