

基于规则引擎的实时关键绩效指标生成技术

娄云峰,周兴社,杨刚,李伟超

(西北工业大学 计算机学院,陕西 西安 710129)

摘要:为了适应当前瞬息变幻的市场环境,针对当前只能按照系统既定的规则和特定应用环境来监控企业中关键绩效指标的不足,提出了基于规则引擎的实时关键绩效指标(KPI)生成方法以及基于KPI变化趋势的预测方法,并建立了基于事件的KPI数据流实时可视化展示和预警机制。通过模拟实际业务表明,规则引擎可以较好地分离业务逻辑,实现KPI的灵活可配、实时推理以及有效的可视化预警;基于实时KPI变化趋势的预测模型实现企业关键信息的预判能力,提高了企业的决策效率。

关键词:业务活动监控;规则引擎;关键绩效指标;KPI预测

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)09-0059-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.015

Real-time Key Performance Indicators Formation Technology Based on Rule-engine

LOU Yun-feng, ZHOU Xing-she, YANG Gang, LI Wei-chao

(College of Computer, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: In order to adapt to the rapidly changing market environment, in view of the lack of Key Performance Indicators (KPI) of currently only system established in accordance with the rules and the specific application environment for monitoring in the enterprise, put forward a model of real-time KPI formation based on the rule engine and prediction method based on the latest changed trend of KPI, and set up the real-time data stream visualization shows and warning mechanisms based on event. By simulating the actual business, it can be found that the system can separate the business logic to realize the real-time reasoning and visualization of KPI, based on KPI prediction model to realize the assessment ability of KPI. These mechanisms can improve the enterprise decision-making efficiency.

Key words: business activity monitor; rule-engine; key performance indicators; KPI prediction

0 引言

当今的企业正面临着诸多的压力,关键是能适应瞬息变幻的市场环境,能够对环境发生变化后机制作出反应,企业才得以持续发展生存。目前对数据的实时监控还只是停留在某些特定应用环境,很多应用环境都没有得以实现^[1-2]。目前,企业信息管理模式还是用户以主动方式激发数据管理和分析功能,获取的数据和信息往往滞后于实际情况,或者因关键数据信息变化过快,仅仅依靠简单的阈值报警往往难于及时做出有效的决策,使得企业错失机会,从而蒙受不必要的损失。企业不仅需要过去数据进行查看分析,更加希望了解当前实时状态下,各种数据和信息的变化情况以及趋势预测等,希望第一时间获得提示或者收

到警报信息。另一方面,目前在业务流程中对业务规则的设计往往适应代码,即提前固定在代码中,而现在企业业务规则复杂多变。因此,如何提高业务监控的灵活性,将业务规则从编程代码中分离出来,成为可灵活配置的,更加有效地适应实际的工作变化;如何保证KPI变化检测的实时性以及实时KPI变化的预测等都是企业决策中亟待解决的问题。

文中所研究基于规则引擎的实时关键绩效指标(Key Performance Indicator, KPI)的生成方法正是基于企业以上两方面实际需求提出的。业务活动监控系统(Business Activity Monitoring, BAM)的核心思想是按照事件驱动构架(EDA)构建软件系统,在规则引擎的驱动下,结合事件触发器对业务活动进行全面整体实

时推理计算和可视化监控,并对关键数据的变化趋势进行预测。同时将业务逻辑从代码中分离出来,使企业可以根据实际的业务需求,及时发现企业中正在发生的危险以及潜在的危机,获得相关预警或提示信息,实现企业关键信息的及时判断能力。

1 相关工作

业务活动监控系统最初是在 2002 年由高德纳咨询公司(Gartner Group)提出的,是基于企业应用集成的一种用于监控企业运营状况的中间件技术。目前,国内外学者以及企业对业务活动监控系统以及 KPI 的实时生成技术均有所研究。部分学者^[3-5]的核心思路基本上都是采用基于事件-条件-动作的框架流程,通过规则描述业务逻辑和过程控制逻辑将过程仓库作为过程性能指标的计算模型;为了满足实时计算的性能指标,采用了历史过程仓库和实时过程仓库分离的方法。对详细的事件和规则推理流程没有明确说明。另外还有文献^[6-8]采用了事件处理引擎(CEP)负责对企业业务活动进行实时监测和控制,然而在实现过程中并没有将企业业务逻辑完全从应用程序中分离出来,业务逻辑是以硬代码的形式插入到应用程序中的,系统可扩展性、灵活性以及可维护性较差。

国外 IBM 的 WebSphere Business Monitor 以及 Oracle 的 SOA 套件都实现了对企业业务活动的监控功能,并满足一定的实时性和可操作性。然而这些系统在灵活性、KPI 变化趋势的预测以及可视化展现等方面还有很多不足,对如何将企业应用中分离出的业务逻辑转化成业务规则也没有相应的配置方法。

从以上相关研究可发现,虽然目前已有很多对企业业务活动实时监控的研究,但仍存在以下不足:

1)适用性和扩展性差。绝大多数系统是将业务逻辑和活动监控系统紧密耦合在一起,导致不能够灵活配置业务和预警规则,企业业务逻辑和预警逻辑发生变化后系统很难再适用和扩展;

2)实时性不够。部分系统难以保证元数据获取和 KPI 生成的实时性,导致企业决策之后,不能及时发现存在的危险和潜在的商机;

3)没有基于 KPI 变化趋势预测功能。对于某些变化率比较大的元数据或 KPI,仅仅依靠阈值进行预警再做决策是不够的,导致企业蒙受不必要的损失。

因此,对于当前业务活动监控系统和实时 KPI 生成机制来讲,其实时性、可扩展性、灵活性以及 KPI 变化的可预测性都是极其重要和亟待解决的问题^[9]。

2 基于规则引擎的 BAM

该系统的核心需求要实现 BAM 所需达到的对企

业关键信息实时获取、生成和监控,提高决策效率,降低企业运营风险,优化企业决策的目标^[10]。它对所关心的企业服务、业务进程进行实时监控,及时发现有用信息并实时展现,提供预警功能。基于规则引擎的 BAM 功能以及与各模块之间的关系如图 1 所示。

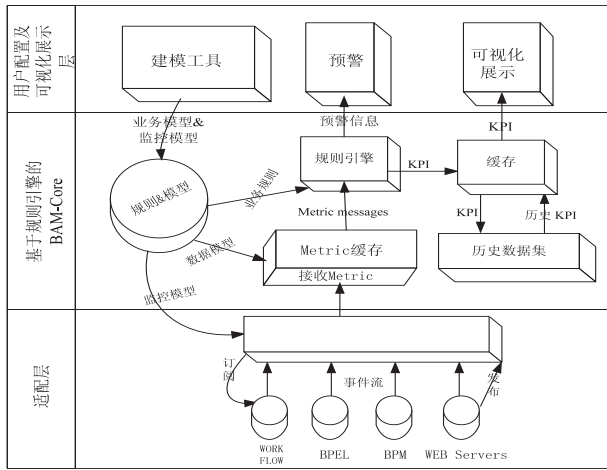


图 1 基于规则引擎的 BAM 功能及各模块关系

从整个体系结构上看,基于规则引擎的 BAM 主要划分为适配层、BAM 核心层以及配置和可视化展现层三个层次^[11-12]。各层主要功能点及其关系为:

1)事件与数据捕获:在适配层通过建立订阅/发布模式, BAM 捕获监控对象的各种事件(业务的激活、数据的发布、业务进程状态等)。对捕获事件进行分析,提取相关数据,写入缓存。

2)缓存管理:对业务度量指标 Metric 等业务相关数据进行存储、更新;对即时生成或更新的 KPI 提供缓存管理,并提供给展示模块使用;同时,根据业务需求和用户配置,对 KPI 数据持久化。

3)业务规则分析:按照用户预定义的业务规则,生成与业务相关的规则库,依靠规则引擎推理 KPI,同时将 KPI 等业务指标与规则进行匹配、分析等操作,反馈有效结果。

4)配置工具集:提供简洁实用的用户界面;提供监控对象的配置功能;提供 KPI 等绩效指标的配置功能;提供用户预定义业务规则的配置功能;提供对仪表盘、线图、饼图、报表等显示方式的配置功能;提供对用户管理、功能管理的配置功能。

5)多样的可视化展示:提供仪表盘、饼图、曲线图、表格等多种显示模式,根据用户定制,个性化、多样化地显示监控对象的业务进程状态,及提供多种预警模式。

BAM 通过与服务对象建立监控业务连接关系,从服务对象那里获取相关的业务监控数据。获取到的业务数据被放进缓存管理模块。通过用户在 UI 处利用配置工具提供的规则编辑工具,设置的相关业务监控

规则,调用规则引擎对用户定义规则进行解析并生成规则库,处理冲突与优先级,最终生成 KPI 等用户所需的关键绩效指标,由缓存管理模块对指标进行持久化处理,同时将 KPI 按照用户自定义展现方式通过 Flex 方案展现给用户。

3 实时 KPI 生成机制

3.1 相关定义

定义一:MetaData 为被监控对象中业务数据的元数据。形式化地表示为 $D < N, S, A >$ 元组。其中, N 为数据名称, T 为类型, A 为该被监控对象逻辑位置。

定义二:Metric 为业务数据度量,即在被监控对象中业务实例某一方面的衡量和记录,它是一项从业务流程中直接获取的衡量数据或记录。形式化地表示为一个五元组 $M < N, S, V, A, T >$,其中 N 为 Metric 的名称, S 为类型, V 为 Metric 的值, A 为 Metric 所在的被监控对象的位置, T 为该 Metric 产生的时间戳。

定义三:KPI 为关键业务绩效指标,是指对企业中业务指标的一种综合量化度量,往往具有很强的业务含义,表征了一定的业务水平和变化趋势。形式化地表示为一个五元组 $K < N, S, V, B, P >$,其中 N 为 KPI 的名称, S 为类型, V 为 KPI 度量值, B 为 KPI 的阈值范围, P 为 KPI 的预测值。

3.2 实时 KPI 生成

在基于规则引擎的业务活动监控系统的基础上,文中设计的实时 KPI 生成机制分别从被监控对象元数据的获取、数据更新处理以及可视化展示与预警等几个阶段来保证数据获取和生成的实时性。

1) 被监控对象元数据获取的实时性:通过点对点异步请求-应答机制来确保获取被监控对象中的元数据列表。从元数据列表中选取需要关心的数据,采用基于主题的发布/订阅机制可以保证实时获取企业信息系统中的数据形成 Metric。

2) 处理数据的实时性:利用事件机制保证数据的实时处理以及预警和展示的触发。Metric 和 KPI 的变化作为事件源,规则引擎实现事件的监听,由事件管理器进行代理维护,当 Metric 和 KPI 事件发生后,在事件管理器中进行注册和触发,从而实现实时规则的推理、预警以及可视化展现等事件。

3) KPI 实时可视化展示:采用 Flex 消息通讯机制,将展示订阅的 KPI 数据实时推送到消息服务器,可视化展示子系统负责监听相应通道中的事件,将关心的实时 KPI 数据实时推送到仪表盘等可视化构建展现。

从编辑业务规则和预警规则到 KPI 的实时推理生成,最终实现实时 KPI 的可视化展示与预警的过程,如图 2 所示。

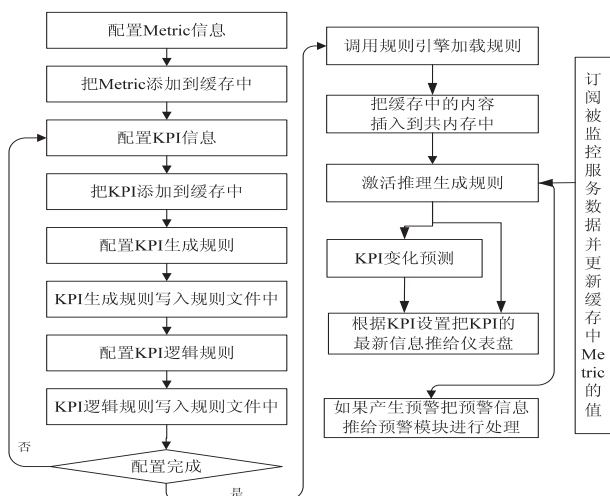


图2 实时 KPI 推理生成流程

规则引擎在实时 KPI 推理和预警的交互过程可以分为四个阶段:

1) 配置和构建规则。规则引擎从配置模块获取事实对象和规则,构建规则网络和激活规则。

2) 实施对象更新激活。规则引擎从数据获取模块更新事实对象,再次激活规则,从而推理得到实时 KPI。

3) 基于 KPI 变化趋势的预测。通过记录 KPI 的历史数据,根据其变化趋势预测得到将来时刻的变化值。

4) 展现和预警触发。规则引擎激活规则共触发两个动作,一个是把更新的 KPI 推给仪表盘,另一个是触发预警信息。

对于 KPI 推理规则的定义格式如代码 1 所示,首先是要说明与 KPI 相关的 Metric,即认为是 KPI 生成中的基本元素;其次是定义 KPI 生成需要满足的条件,一般情况下是接收到相关 Metric 的更新事件;最后便是激发 KPI 生成的规则,从 Metric 的更新完成对 KPI 的实时更新。代码 1:

```

<rule-set name="ruleengine" xmlns=".....">
<import>com. ruleengine. KPI</import>.....
<rule name="rule1">
<parameter identifier="metric1">
<class>Metric</class>
</parameter>
<parameter identifier="metric2">
<class>Metric</class>
</parameter>
<parameter identifier="kpi1">
<class>KPI</class>
</parameter>
<java: condition>.....</java: condition> .....
<java: consequence>kpi1. setValue(( metric1. getValue() ) +
metric2. getValue() /3)
If( kpi1. isSubed) dashboardRequest. sent( kpi1 );
  
```

```
</java:consequence>
</rule>
</rule-set>
```

3.3 KPI 实时变化预测

通过上述 KPI 的实时生成机制的设计,已经可以满足 KPI 生成和监测的实时性,但在实际业务中,KPI 可能在短时间内变化比较大,仅仅依靠 KPI 的阈值来进行监测和控制是不够的,在变化较大和较快的 KPI 预警之后很难及时采取有效的措施来调整业务方案,可能会造成企业一定的损失。因此,对于这样的 KPI 可以根据最近历史值的变化趋势进行预测,如果预测得到的结果超出了阈值范围,就可以产生预警信号,这样便可以通知决策者及时调整业务方案。

文中采取周期移动插值法对 KPI 进行预测,即选取最近的 N 个历史值,采用拉格朗日多项式插值法估算下一时刻 KPI 的值,当实际数值产生后,抛弃第一个数据,加入最新的数据重新组成以 N 为周期的历史值再估算下一时刻的 KPI 值。以 N 为周期的拉格朗日移动插值多项式 $L_n^N(x)$ 表示为:

$$L_n^N(x) = \sum_{k=n-N}^n l_k(x) y_k = \sum_{k=n-N}^n \frac{(x-x_{n-N}) \cdots (x-x_{k-1})(x-x_{k+1}) \cdots (x-x_n)}{(x_k-x_{n-N}) \cdots (x_k-x_{k-1})(x_k-x_{k+1}) \cdots (x_k-x_n)} y_k = \sum_{k=n-N}^n \left(\prod_{i \neq k} \frac{x-x_i}{x_k-x_i} \right) y_k \tag{1}$$

当周期 N 为 3 时,有

$$L_n^3(x) = \frac{(x-x_{n-2})(x-x_{n-1})}{(x_{n-3}-x_{n-2})(x_{n-3}-x_{n-1})} y_{n-3} + \frac{(x-x_{n-3})(x-x_{n-1})}{(x_{n-2}-x_{n-3})(x_{n-2}-x_{n-1})} y_{n-2} +$$

$$\frac{(x-x_{n-3})(x-x_{n-2})}{(x_{n-1}-x_{n-3})(x_{n-1}-x_{n-2})} y_{n-1} \tag{2}$$

上式即可用作 KPI 最近 3 个历史值来进行插值预测,其中, x_i 为 KPI 第 i 个历史数据产生的时刻, y_i 为 KPI 第 i 个历史数据值。 x 为 KPI 预测点的时刻, $L(x)$ 则为 x 时刻的预测值, x 可以根据最近的几个 KPI 历史值的时刻平均预测,即

$$x = x_{n-1} + \frac{x_{n-1} - x_{n-3}}{2} \tag{3}$$

4 实 验

根据上述关键绩效指标的生成技术,该系统整体可采用基于 B/S 分布式的松耦合架构设计(如图 3 所示)。BAM 前端通过与消息服务器(JMS)通信,建立与被监控对象之间的关系,基于消息服务器的服务发布/订阅和队列机制将元数据列表以及 Metric 数据输入到 BAM-Core 中,而规则引擎则嵌入在 BAM-Core 中,根据已经配置好的规则推理计算 KPI,通过 RMI 方式在 BAM 统一配置平台下(BAM Console Management, BCM)进行灵活配置,在 BAM 客户端(BAM Presentation, BP)中通过 Flex 消息推送技术实现 KPI 数据的实时可视化展示与监控,SMS 和 Mail Alert 则基于实时 KPI 的推理和预测结果根据预警规则进行手机短信和邮件报警。

KPI 的变化趋势及预测值的动态展示采用 Flex 可视化组件在客户端 BP 中实现,包括线图、柱状图、饼图和仪表盘等,根据 KPI 数值的变化特点灵活选择合适的可视化展示组件。其中对于动态变化比较快的可采用仪表盘实时可视化展示,对于 KPI 的趋势变化及

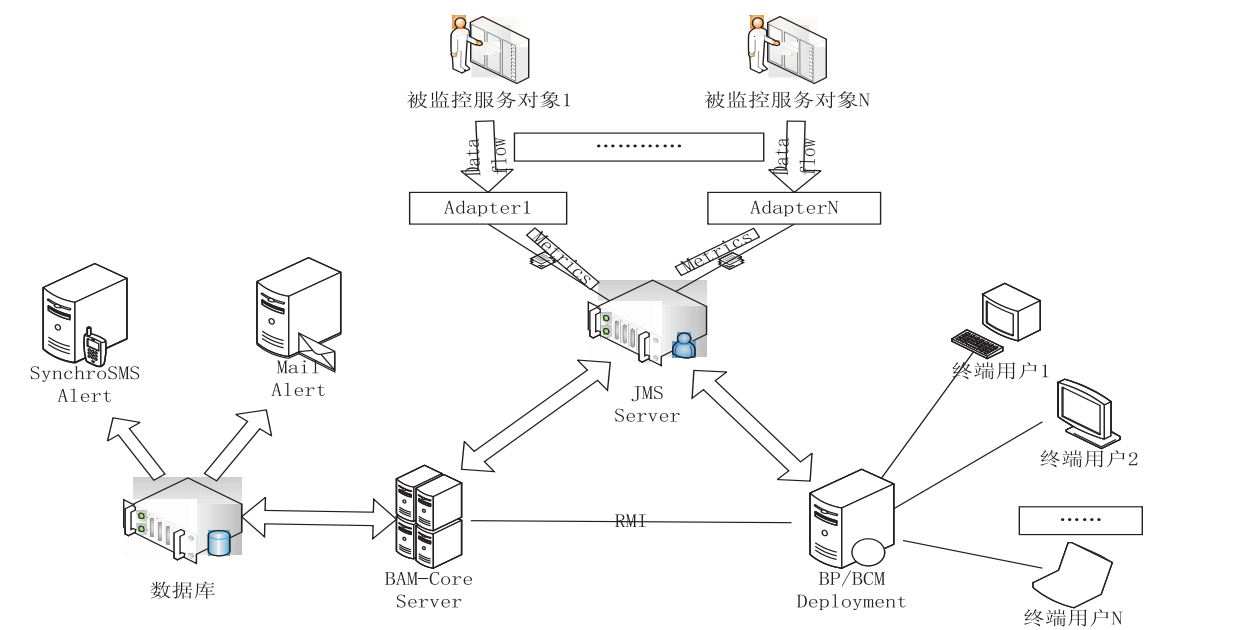


图 3 基于规则引擎的 BAM 系统部署

(下转第 209 页)

```
//向数据库增加数据方法
public int add( Object obj) throws ProcessException { template.
save( obj);
return 1; }
```

4 结束语

通过介绍软件的配置环境和软件开发过程,把整个使用 J2EE 规范开发的应用系统详细地进行了讲解,从系统启动加载的 web.xml 到数据源的引入配置,从前面的 jsp 页面开发到后面的 JAVA 程序实现,体现了开发的完整性,使学习 J2EE 的人们更深入地了解整个开发过程,更快地掌握当前较为热门的系统开发方法,促进信息化的发展。

参考文献:

[1] 任悦,刘海霞. 基于 J2EE 平台的大学生满意度调查系统的设计研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版),2012,40(5):157-160.

[2] 张晓琳,李辉. 基于 J2EE 的高校固定资产管理系统设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2012,22(8):177-180.

[3] 汪涛. 基于 J2EE 架构的医疗自助服务系统的设计与实现[J]. 中国医学教育技术,2012,26(3):340-341.

(上接第 62 页)

预测等采用线图或者是柱状图进行可视化实时监控,可看到 KPI 的变化趋势,及其下一个周期预测值。

5 结束语

企业业务活动监控的实时性、可扩展性以及可预测性成为了当今复杂多变的市场环境中的关键,文中提出的基于规则引擎的实时 KPI 生成机制以及预测模型可以有效地实现一定的实时性和扩展性,并具有一定的预测能力。实时性体现在业务活动运行过程中对企业性能指标能够及时的自动化反馈,及时为决策者提供最新的业务执行情况;可扩展性要求在业务监控系统中能够实现业务逻辑的灵活接入和配置;可预测性使得监控者可以获得按照最近变化趋势的下一周期的预测值,为决策者提供更加充裕的决策时间。

参考文献:

[1] 王丹. 业务活动监控系统(BAM)的设计与实现[D]. 北京:北京邮电大学,2011.

[2] 王兴华. 基于商业智能的企业业务活动监控平台 BAM 的构建[D]. 上海:复旦大学,2011.

[3] Kang J G, Han K H. A business activity monitoring system supporting real-time business performance management [C]//Proc. of the 3rd International Conference on Conver-

[4] 张友兵,姜木霖,夏鹏涛. 基于 J2EE 的整车订单业务系统的研究与设计[J]. 武汉理工大学学报·信息与管理工程版,2011,33(6):982-985.

[5] 丁知平. 基于 J2EE 架构的远程教学系统的设计与实现[J]. 计算机与数字工程,2011,39(10):208-211.

[6] 刘珍,杨胜斌,张锦鸿. 基于 J2EE 的在线作业管理系统设计与开发[J]. 计算机与现代化,2011(7):154-156.

[7] 郭军军,刘刚. 一种基于 J2EE 平台的通用 WEB 票据打印服务技术[J]. 计算机应用与软件,2010,27(6):163-168.

[8] Hunt J, Loftus C. Guide to J2EE: Enterprise Java [M]. London: Springer, 2003.

[9] Casalino M M, Thion R, Hacid Mohand-Said. Access Control Configuration for J2EE Web Applications: A Formal Perspective[J]. Trust, Privacy and Security in Digital Business, 2012, 7449:30-35.

[10] Hunt J, Loftus C. J2EE Connector Architecture [M]. [s. l.]: [s. n.], 2003:563-576.

[11] 田娟,徐钊. 基于 J2EE 的 MVC 设计模式的分析与思考[J]. 计算机与现代化,2010(10):54-58.

[12] 彭明喜,童梅,雷霆. 基于 J2EE 架构的快速开发框架平台[J]. 电信快报:网络与通信,2012(9):11-15.

gence and Hybrid Information Technology. Hainan, China: IEEE, 2008:473-478.

[4] 何浪,史维封,董建刚. 基于事件驱动的面向服务计算模型[J]. 计算机工程,2010,36(18):57-59.

[5] 陈向东. 一种新的基于事件面向服务的 BAM 系统设计与研究[J]. 计算机应用研究,2012,29(3):977-980.

[6] Schiefer J, List B, Bruckner R M. Process data store: a real-time data store for monitoring business processes [C]//Proc. of the DEXA 2011. Berlin: Springer-Verlag, 2011:760-770.

[7] Grigori D, Casati F, Dayal U, et al. Improving business process quality through exception understanding, prediction and prevention [C]//Proc. of the 27th VLDB Conference. Rome, Italie: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2001:159-168.

[8] Wang Yang, Xie Jiang, Wang Zhenyu. Event-based publish/subscribe system model [J]. Computer Science, 2008, 33(1): 111-116.

[9] 管东升,吕小刚,赵云丰. 基于能力成熟度的信息系统监理过程改进研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(1):137-139.

[10] 黄杰,孙莉. 商业智能在电力公司决策支持系统的研究与应用[J]. 计算机应用与软件,2010,27(1):221-223.

[11] 陈世平,饶凯华,赵磊,等. 企业关键绩效系统的软件架构设计与实现[J]. 控制管理,2009,25(5-3):25-27.

[12] Cai Lei, Liu Zhihui. Design and Implementation of Real-time Monitoring System of Sand-wind Activity [C]//Proc. of ICISE 2010. Hangzhou, China: IEEE, 2010:6571-6575.

作者: 娄云峰, 周兴社, 杨刚, 李伟超, LOU Yun-feng, ZHOU Xing-she, YANG Gang, LI Wei-chao
作者单位: 西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安, 710129
刊名: 计算机技术与发展

ISTIC

英文刊名: Computer Technology and Development

年, 卷(期): 2013(9)

参考文献(12条)

1. 王丹 业务活动监控系统(BAM)的设计与实现 2011
2. 王兴华 基于商业智能的企业业务活动监控平台BAM的构建 2011
3. Kang J G. Han K H A business activity monitoring system supporting real - time business performance management 2008
4. 何浪. 史维封. 董建刚 基于事件驱动的面向服务计算模型[期刊论文]-计算机工程 2010(18)
5. 陈向东 一种新的基于事件面向服务的BAM系统设计研究[期刊论文]-计算机应用研究 2012(03)
6. Schiefer J. List B. Bruckner R M Process data store:a real-time data store for monitoring business processes 2011
7. Grigori D. Casati F. Dayal U. et al Improving business process quality through exception understanding, prediction and pre-vention 2001
8. Wang Yang. Xie Jiang. Wang Zhenyu Event-based publish/subscribe system model 2008(01)
9. 管东升. 吕小刚. 赵云丰 基于能力成熟度的信息系统监理过程改进研究[期刊论文]-计算机技术与发展 2011(01)
10. 黄杰. 孙莉 商业智能在电力公司决策支持系统的研究与应用[期刊论文]-计算机应用与软件 2010(01)
11. 陈世平. 饶凯华. 赵磊 企业关键绩效系统的软件架构设计与实现 2009(5-3)
12. Cai Lei. Liu Zhihui Design and Implementation of Real-time Monitoring System of Sand-wind Activity 2010

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201309015.aspx