

文章编号:1001-9081(2009)07-1760-04

基于工作流的 J2EE 遗留系统改造

张 凡^{1,2}, 袁 峰^{1,3}, 王永吉¹

(1. 中国科学院 软件研究所, 北京 100190; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100190;

3. 中科方德软件有限公司, 北京 100190)

(zhangfan@itech.s.iscas.ac.cn)

摘 要:为了满足用户对软件系统内部业务过程定义的定制需求,针对流行的 J2EE 平台,以 workflow 技术为基础设计了对遗留软件系统的改造平台 JSPMP。JSPMP 利用 workflow 引擎的过程定义与任务管理能力驱动系统业务流程执行,赋予软件系统在业务过程定义方面的动态可定制性。实践证明,开发者利用此方案能够迅速改造遗留系统,满足用户多样化的过程定制需求,极大地降低了改造、定制成本。

关键词:J2EE; 遗留系统; 工作流; 流程定制; 软件工程

中图分类号: TP311 **文献标志码:** A

Workflow-based method for customizing J2EE legacy systems

ZHANG Fan^{1,2}, YUAN Feng^{1,3}, WANG Yong-ji¹

(1. Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

3. NFS-CHINA Company Limited, Beijing 100190, China)

Abstract: Focused on the popular J2EE platform, this paper gave out a workflow based method named JSPMP, to easily customize the business processes in legacy J2EE systems. JSPMP makes use of the process definition and task management abilities of workflow engines, so that it can control and customize business processes in a dynamic way. Proved by practices, JSPMP is an agile method to customize business processes in popular J2EE legacy systems, and the cost of customizing is also largely reduced.

Key words: J2EE; legacy system; workflow; customized process; software engineering

0 引言

遗留系统是多年前开发并投入使用,并且至今仍然对企业的业务极其重要的大型软件系统,具有代码规模大、文档与代码不一致、系统构架退化、代码高度耦合等特点^[1],而改造遗留系统始终是用户的一个现实需求。

Qone 是一款基于 J2EE/Struts 的软件过程管理产品,在国内过程改进领域已经得到了良好的应用和推广,同时用户也提出了很多定制需求,主要集中在三个方面:1) 界面;2) 元数据,业务描述原语,如工作产品如何定义,测试报告的内容;3) 工作流,业务过程的工作流定义。

针对目前大量的类似于 Qone 的 J2EE/Struts 遗留软件系统,本文给出基于工作流引擎 JBPM 的平台 JSPMP (JBPM Supported Process Management Platform),能够以非侵入的方式为此类遗留系统增加流程定制支持。

1 相关工作

针对遗留系统改造,目前有从软件工程方法学^[1]、面向服务架构^[2]、Agent^[3]、系统集成等多方面的研究,而工作流研究主要集中在理论^[4]和建模方法^[5],少有专门针对遗留系统的工作。文献[6]将工作流应用到软件过程管理领域,拓展了工作流的应用范围;文献[2]利用工作流改造一个银行系统以使银行业务自动化,但由于银行系统的复杂性,其采用 Web 服务方式组合异构分布子系统,不适合紧耦合的 J2EE

架构系统;文献[7]分析现有的 WFMS 应用,研究了若干改造遗留系统的难题。本文则结合遗留系统的实际特点,给出一种非侵入的工作流改造方法。

2 遗留系统的技术架构

类似于一般的 J2EE 系统,Qone 按一定的规则组合在时间和参与者上分散的软件开发活动,构建合理的软件开发过程定义。本章从层次结构和业务过程的组织方式两方面介绍其技术架构。前者以层次化的视角分析技术结构;后者从业务组织入手,剖析过程的组织执行方式。这里描述的设计模式适用于常见的 J2EE 应用。

2.1 层次结构

以 Struts 框架为基础,Qone 的层次结构分为:1) Struts 表单,负责封装业务数据单元,如 Bug 报告、审批报告,用于查询、显示数据单元,并向后台提交。2) Action, MVC 控制层,服务层和显示层的中间人,控制业务过程的组织及执行。Qone 主要有两种 Action:查询 Action 查询用户的待填写表单;响应 Action 处理用户提交的表单,这两种 Action 也是 JSPMP 平台改造 Qone 的切入点。3) 服务层,实现业务逻辑,如报告如何处理。Qone 积累了大量功能分散,不易修改的业务逻辑,试图修改服务层以满足用户定制需求,修改和维护成本都过高。4) 数据层,数据层使用 Hibernate 实现 ORM 映射。大量 J2EE 应用采用类似的层次模型。

2.2 过程组织方式

Qone 以 Struts 表单为逻辑单元把分散的开发活动按照一

收稿日期:2009-01-23;修回日期:2009-03-19。 基金项目:国家 863 计划项目(2007AA01Z186)。

作者简介:张凡(1983-),男,河南南阳人,硕士,主要研究方向:软件过程管理;袁峰(1977-),男,湖北咸宁人,副研究员,博士,主要研究方向:UML/MDA、软件过程;王永吉(1962-),男,辽宁盖州人,研究员,博士生导师,主要研究方向:智能软件工程、实时系统。

定标准联系起来,构造成固化且不易修改的业务过程定义,如图1所示。

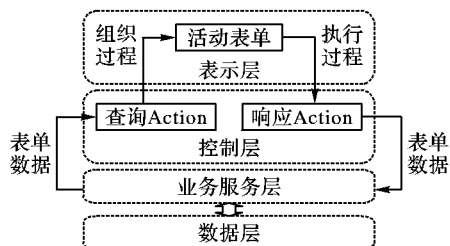


图1 改造前 Qone 业务过程组织方式

查询 Action 得到用户待完成的活动,是业务过程的实际组织者,但是组织逻辑固化在代码中,一般是先通过服务层得到数据,然后根据内置过程定义判断用户参与活动的状态,最后得到未完成活动列表。这种组织方式造成每次变动过程定义均需修改代码,增加成本。至于过程执行,用户通过填写表单参与过程执行:填写并提交一个 Bug 修复报告,相当于完成了一个 Bug 修复活动,响应 Action 根据内置的 Bug 修复过程,确定下一个参与者,并为之生成一个新的待填写表单(活动)。本文把这种代表业务过程中某一活动的表单称作“活动表单”,是工作流活动定义在系统中的对应,每个活动表单都是工作流活动定义一次实例化并分配后的结果。图1中查询 Action 的结果以活动表单的形式呈现给用户,用户填写并提交给响应 Action,完成一次过程活动的执行。可见,Qone 的这种过程组织方式在同类型的 J2EE 应用中具有明显的代表性。

3 JSPMP 平台

JSPMP 平台支持改造 J2EE 遗留系统的业务活动,本章介绍其设计思想和实现方法。

3.1 设计思想

工作流引擎 JBPM 是 JSPMP 平台的核心,它具备定义过程、维护并查询活动和过程实例的功能。只需部署定制的活动和过程定义,然后创建过程实例,JBPM 就能按照过程定义初始活动实例并分配给用户。

JSPMP 平台把 J2EE 遗留系统的表单映射为 JBPM 中的活动定义,业务过程映射为 JBPM 中的过程定义。此后,JSPMP 根据系统需要在 JBPM 引擎中创建过程实例,由 JBPM 负责根据部署的定制过程初始化活动实例并分配。由此,JBPM 中的过程和活动实例分别代表用户在遗留系统中参与的业务过程和待填写表单,遗留系统可以通过 JSPMP 平台查询 JBPM,得到这些待填写表单,以此系统业务过程组织功能被迁移到新增的 JSPMP 平台上。

如图2所示,JSPMP 平台定义了 JBPM 与遗留系统间活动、过程的映射,并能初始化过程实例,可充分利用 JBPM 的过程定义能力,定义系统业务过程,驱动系统业务过程的执行,从而支持业务过程的工作流可定制性。图3描述了 JSPMP 平台业务过程的组织方式。

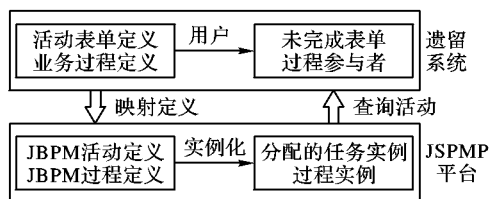


图2 JSPMP 平台设计

总之,JSPMP 平台的核心思想可概括为,在遗留系统的表单和工作流引擎 JBPM 的活动定义间建立映射关系,JSPMP

根据业务需要在 JBPM 中创建定制过程实例,由 JBPM 控制过程执行与活动分配;遗留系统则通过 JSPMP 平台查询分配给用户的活动实例,并还原成用户在系统中的活动表单,从而达到由 JSPMP 平台组织遗留系统业务过程的效果。

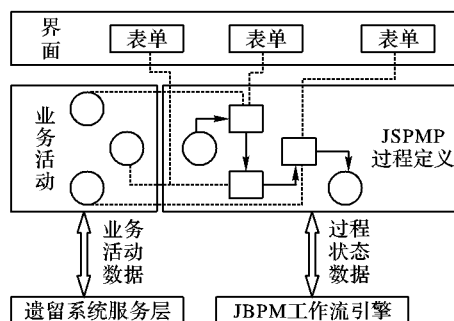


图3 JSPMP 平台的运行方式

3.2 改造后的业务过程组织方式

图4展示了 JSPMP 平台改造后系统业务过程的组织方式。与图1对比,查询 Action 以 JSPMP 平台为基础维护系统的过程状态信息,业务过程的组织逻辑被转移到 JSPMP 平台中,用户可以向 JBPM 部署定制过程,修改上层业务过程定义。

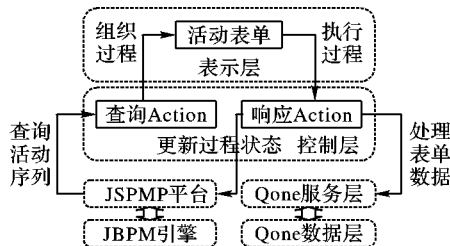


图4 改造后的业务过程组织

在系统服务层和 JSPMP 平台间存在一个接口,将活动表单映射为 JSPMP 平台的活动定义,业务过程映射为 JSPMP 平台的过程定义。为了减少对遗留系统的修改,这些映射均由 JSPMP 平台维护的。定义遗留系统和 JSPMP 平台的映射,设计查询接口,是实现 JSPMP 平台的难题,第4章介绍了 Qone 改造的解决方案。

改造后业务数据处理继续使用原系统的数据层是 JSPMP 平台的特色之一,不是修改遗留系统的数据层,而是分离业务数据(原系统)和过程状态数据(JBPM)。同时设计 JSPMP 平台和服务层间的接口,用户提交活动表单后,响应 Action 通过此接口修改 JSPMP 平台中对应活动实例的状态,保证业务数据和过程状态数据间的一致性。这种结合方式即能重用遗留代码,也有利于保证数据一致性。

改造后遗留系统遵循 JSPMP 平台部署的定制工作流过程,由 JBPM 引擎重组业务活动并驱动系统业务过程的执行,赋予系统强大的过程定制能力。

3.3 改造遗留系统的方法

本节结合 Qone 改造的实际经验,给出在遗留系统上进行 JSPMP 改造的方法步骤。

1) 确认业务过程和活动以及它们之间的关系。JSPMP 平台首先要辨别遗留系统中需定制的业务过程和活动。对于基于 Struts 框架的 J2EE 应用,用户通过填写并提交表单推动业务过程的执行,所以可以把待填写的 Struts 表单看作执行某个业务过程的步骤。JSPMP 平台把 Struts 表单定义为工作流活动,工作流过程则由一系列需不同角色用户填写的表单组成。

明确工作流活动定义后,JSPMP 平台还需分离出系统业务过程及其各自涉及的表单。Struts 表单的可重用性使业务过程和表单间可能存在多对多关系,必须仔细分析,确认需定

制的业务过程和表单间的关系矩阵。此外,过程之间、表单之间的依赖关系也需要考虑。以表单为例,遗留系统的表单间不会完全独立的,在数据上存在依赖关系。针对此情况,JSPMP 平台依照减少侵入性的原则,不修改现有依赖关系,而是限制定制过程的自由度,使其不能违背此依赖关系。

2) 定义、映射活动和过程。JSPMP 平台需定义上面确认的过程和活动,以便在 JBPM 过程定义中引用这些元素。为了减小侵入性,JSPMP 平台在融合 JBPM 引擎时,不直接侵入原系统,而是通过映射的方式把 Qone 的业务过程和活动映射为 JBPM 的过程和活动定义。

映射关系确保遗留系统可继续使用原业务原语查询过程状态、处理表单,JSPMP 平台负责将其转换为 JBPM 引擎的过程和活动原语。JBPM 使用预定义的过程和活动名称定制过程,因此,查询用户待填写的活动表单可映射为根据表单的预定义的活动名称查询 JBPM 中分配给用户的同名任务实例即可。JSPMP 平台记录每一个实例化的过程,必要时为它们附加业务数据以示区别,例如 BUG 处理过程实例可能附加 BUG ID。

3) 修改查询 Action。如上面提到的,活动表单查询逻辑转移到 JSPMP 平台,所以查询 Action 需要修改:

① 确定目标表单映射的预定义的活动名称;

② 通过 JSPMP 平台接口以(用户名,活动名)查询 JBPM 中分配给用户的此活动实例,同时得到活动实例的信息,如活动 ID、分支信息;

③ 通过服务层查询活动实例对应活动表单的数据。

4) 修改表示层的表单。此外,JSPMP 改造后的表单不仅是 Struts 里的表单,还代表一个 JBPM 活动实例,所以表示层表单需要修改,以显示一些活动实例的信息,例如实例 ID 和活动分支信息。

5) 修改响应 Action。JSPMP 平台中,用户提交活动表单相当于完成对应的 JBPM 活动实例,必须及时更新 JSPMP 平台中的活动信息(图 4)。响应 Action 除了原有的业务数据处理逻辑,还需:

① 通过 JSPMP 平台接口,更新 JBPM 中对应的活动实例的状态;

② 把分支选择信息传入 JSPMP 平台,推动过程实例执行。

4 应用案例

本节以“任务报告过程”为例,介绍 JSPMP 平台改造一个 J2EE 遗留系统 Qone 的实践经验。

4.1 定制 Qone 的任务报告过程

为监控项目任务,Qone 要求用户填写周期性任务报告,报告分别需要任务负责人、审批人的处理,此过程就是任务报告过程,填写报告的周期被称作报告期。如图 5 所示:任务成员、负责人、审批人分别填写个人报告、任务报告、审批报告,而 Qone 对此过程定义仅有的约束为:

1) 个人、任务报告可以同时开始填写;

2) 填写过个人或者任务报告后,审批人即可审批;

3) 审批过的个人、任务报告,不能再修改。

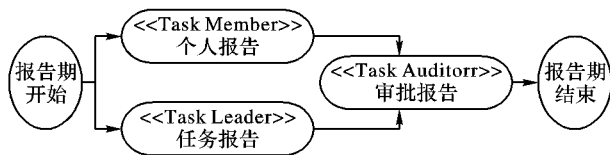


图 5 改造前的任务报告过程

但是用户经常会提出一些定制需求:

1) 顺序填写三种报告,负责人总结成员的个人报告,审

批人审批负责人的任务报告;

2) 同时填写个人报告和任务报告,并且所有用户填写完毕后审批人才能审批;

3) 选择三种报告的填写者,例如非任务成员填写报告。

上面任何一种需求都要求原 Qone 系统修改服务层(甚至数据层),成本过高。

4.2 定制工作

本节针对“任务报告过程”给出在 JSPMP 平台改造后的 Qone 上如何实现此过程的定制性。

1) 预定义的过程名、活动名。作为 Qone 业务过程和活动的体现,JSPMP 平台需预定义过程和活动名,例如:

PM_PROCESS_TASK_REPORT: 任务报告过程。

PM_TASK_MEMBER_REPORT: 个人报告活动。

预定义名称一方面简化 JSPMP 的实现,另一方面增强 JSPMP 平台的扩展性(只需新增预定义名称)。这些名称是 Qone 和 JSPMP 平台间的共同语言:用户 A 需填写的个人报告表单,等同于“JBPM 引擎中分配给用户 A,名为 PM_TASK_MEMBER_REPORT 的活动实例”。

2) 角色预定义名称以及活动实例分配。JSPMP 平台为 Qone 的角色预定义名称,定制 JBPM 过程时以此指定活动执行者,而 JSPMP 平台没有独立的角色权限管理,需要时向 Qone 查询。“任务报告过程”需定义任务成员、负责人、审批人三种角色的名称。

3) 部署过程定义。过程定义语言 JPD L 把活动、过程、角色名称组合起来,结合客户的实际需求,同时考虑上面提到的过程、任务间的依赖关系,定制任务报告过程。附件 A 是一个定制过程的例子。

4) 任务报告过程的自动实例化。JSPMP 平台管理已初始化过程实例,但需要 Qone 主动初始化这些过程。因为每个报告期都要填写一次任务报告,所以在报告期开始时生成任务报告过程实例,如图 6 所示。此外,每个实例化的任务报告过程均与一个(项目任务,报告期)二元组联系的,需为任务报告过程附加实例(项目任务 ID,报告期),以区分不同任务、不同报告期的过程实例。

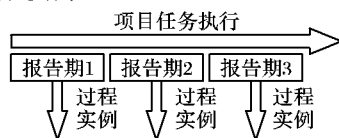


图 6 初始化任务报告过程实例

4.3 定制后 Qone 的任务报告过程

图 7 是定制后的任务报告过程。其中,个人、任务、审批报告间有前后约束关系,并且用户能够通过选择分支控制过程执行,三种角色的执行者也是在过程执行时向 Qone 动态查询。JSPMP 改造后的任务报告过程有很大的定制灵活性,可以满足用户复杂的定制需求。

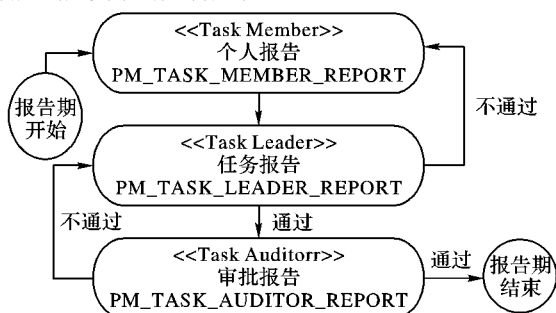


图 7 改造后 Qone 的任务报告过程

此外,JSPMP 平台把任务报告过程的定义与执行委托给

JBPM 引擎管理。系统改造者只需修改过程定义文件(JPDL),即可以很小的代价定制 JSPMP 平台管理的业务流程(任务报告过程)。下面给出对应于图7的过程定义文件(JPDL)片段:

```
<start state name = "开始状态" >
  <transition to = "个人报告"/>
</start state >
<task node name = "个人报告" create - tasks = "false"
  signal = "last - wait" >
  <task name = "PM_TASK_MEMBER_REPORT"/>
  <event type = "node - enter" >
    <action class = "DispatchTaskAction" > <taskName > PM_
      TASKMEMBER_REPORT </taskName >
    <swimlaneName > taskMember </swimlaneName >
  </action >
</event >
<transition name = "任务报告" to = "任务报告"/>
</task node >
```

可见,JSPMP 平台可以充分发挥工作流的理论与技术优势,为类似的 J2EE 遗留系统定制灵活的业务过程。

5 讨论

JSPMP 平台既有优势也存在潜在问题。优势包括:1)坚持非侵入原则,设计出 JSPMP 平台与遗留系统间的接口,避免直接修改遗留系统。2)日志功能,JSPMP 平台维护系统状态,集中记录每一次状态变化,小到一次表单提交,大到一次业务过程的结束。分析这些日志,既有助于发现系统瓶颈,也可以分析系统业务特点。3)业务和状态数据分离,遗留系统记录系统的业务数据,JSPMP 平台记录系统的状态信息,避免侵入遗留系统的同时解决了一些工作流应用的难题,例如回退就可以使用分支实现而不会丢失业务数据。

潜在问题:1)不完全支持移除活动节点的过程定制,JPDL 虽可以定义缺失业务活动的过程定义,例如没有“审批报告”的任务报告过程,但只有在系统中不依赖此活动数据的前提下才可行,局限性很明显。2)新增活动定义,JPDL 只

能使用遗留系统已有的业务活动定制已有的业务过程。如果用户需要增加业务单元,就不能直接使用 JSPMP 平台。但是,JSPMP 平台的可扩展性保证,它能立即利用系统新增的业务活动。

6 结语

本文介绍了利用工作流引擎定制遗留系统业务过程定义的平台 JSPMP。通过实际应用案例,证明 JSPMP 可为以过程为中心的 J2EE 遗留系统增加工作流定制支持。然而,JSPMP 平台的适用范围被系统的技术架构与实现所限制,有必要进一步扩展 JSPMP 平台,使其能够应用于更多类型的遗留系统。为了做到这一点,可以扩展 JSPMP 平台自身,增加一些组件,不完全依赖于遗留系统已有的逻辑单元,例如独立的数据共享组件、角色控制组件等。

参考文献:

- [1] 袁峰,李明树. 基于从 SPEM 到 XPD L 的转换支持软件过程的执行[J]. 软件学报,2007,18(9): 2141 - 2152.
- [2] 罗海滨,范玉顺,吴澄. 工作流技术综述[J]. 软件学报,2000,11(7): 899 - 907.
- [3] 方进,王铁成,石志宽. 基于 UML 的工作流建模[J]. 计算机工程与设计,2004,25(9): 1572 - 1575.
- [4] BECKER J, MUEHLEN M Z. Workflow application architectures: classification and characteristics of workflow-based information systems[EB/OL]. [2008 - 11 - 20]. [http://www.workflow-research.de/Publications/PDF/JOBE_MIZU_MAGI-WFHandbook\(2002\).pdf](http://www.workflow-research.de/Publications/PDF/JOBE_MIZU_MAGI-WFHandbook(2002).pdf)
- [5] BRAHE S, SCHMIDT K. The story of a working workflow management system[C]// Proceedings of the 2007 international ACM Conference on Supporting Group Work. New York: ACM, 2007: 249 - 258.
- [6] 徐斌. 支持异地协同遗留系统再工程的软件工程方法研究[D]. 杭州: 浙江大学,2004.
- [7] 詹剑锋,程虎. 基于 Mobile Agent 技术的遗留系统再工程方法[J]. 软件学报,2002,13(12): 2343 - 2348.
- [7] 黄金杰,李士勇,左兴权. 一种 T-S 型粗糙模糊控制器的设计与仿真[J]. 系统仿真学报,2004,16(3): 480 - 484.
- [8] GRECO S, MATARAZZO B, SLOWINSKI R. Rough approximation by dominance relations[J]. International Journal of Intelligent Systems, 2002, 17(2): 153 - 171.
- [9] SHAO MINGWEN, ZHANG WENXIU. Dominance relation and rules in an incomplete ordered information system[J]. International Journal of Intelligent Systems, 2005, 20(1): 13 - 27.
- [10] YANG XIBEI, YANG JINGYU, WU CHENG, et al. Dominance-based rough set approach and knowledge reductions in incomplete ordered information system[J]. Information Sciences, 2008, 178(4): 1219 - 1234.
- [11] QI YUNSONG, SUN HUIJIANG, YANG XIBEI, et al. Approach to approximate distribution reduct in incomplete ordered decision system[J]. Journal of Information and Computing Science, 2008, 3(3): 189 - 198.
- [12] TSUMOTO S. Statistical evidence for rough set analysis[C]// Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Fuzzy Systems. New York: IEEE, 2002: 757 - 762.
- [13] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.
- [1] 唐彬,李龙澍,李伟,等. 一类对 Jenolek 属性约简算法的新的改进方法[J]. 系统仿真学报,2005,17(05): 1087 - 1091.
- [2] 邓大勇,黄厚宽,李向军. 不一致决策系统中约简之间的比较[J]. 电子学报,2007,35(02): 252 - 255.
- [3] 支天云,苗夺谦. 二进制可辨矩阵的变换及高效属性约简算法的构造[J]. 计算机科学,2002,29(2): 140 - 143.
- [4] 蒙祖强,史忠植. 一种新的基于简化二进制可辨矩阵的相对约简算法[J]. 控制与决策,2008,23(9): 976 - 980.
- [5] 董超俊,刘智勇,刘贤坤. 基于粗糙集的区域交通控制交通量属性约简[J]. 系统仿真学报,2006,18(6): 1524 - 1528.
- [6] TSUMOTO SHUSAKU. Automated extraction of medical expert system rules from clinical databases based on rough set theory[J]. Information Sciences, 1998, 112(1): 67 - 84.

(上接第 1759 页)

系的数据约简方法相比,该方法不但考虑了决策系统中属性取值的序值性,还避免了基于等价关系的属性约简方法对数据噪声过于敏感的不足。此外,我们还可以通过改变相关度阈值来调节算法的约简精度,从而使算法能在数据约简及保持数据完备性之间求得平衡,这一特性更符合实际应用的要求。

参考文献: