

# 基于语义的业务架构需求冲突验证研究

朱 岭 郭树行

(中央财经大学信息学院 北京 100081)

**摘要** 为了解决企业信息化过程中经常出现的需求冲突问题,提出了一种基于语义的业务架构需求冲突验证方法。首先引入了企业架构和业务架构的概念,论述了企业业务架构需求冲突的定义与影响;其次基于传统的、业务架构视角下的语义模型,提出了信息化需求冲突的一种验证方法,并进行了案例研究,以验证方法的可行性;最后对 TOGAF 架构需求及其冲突验证方法进行了研究。

**关键词** 信息化,需求冲突,语义模型,企业架构,业务架构,TOGAF

**中图分类号** TP311.5 **文献标识码** A

## Research on Conflict Detection of Business Architecture Requirements Based on Semantics

ZHU Ling GUO Shu-hang

(School of Information, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China)

**Abstract** To solve the problem that enterprises often come across conflicts in different kinds of requirements, a method to solve the conflict detection problem of business architecture requirements based on Semantics is proposed. First, this paper discusses the concepts of enterprise architecture and business architecture. Second, the definition and influence of conflicts of business architecture requirements are discussed. Then, a detection method on conflicts of project grouping is put forward based on conventional Semantic Model in the perspective of business architecture. Besides that, a case study is set to verify the feasibility of the method. Finally, the TOGAF requirements and their conflict detection method are discussed.

**Keywords** Project group, Requirements conflict, Semantics model, Enterprise architecture, Business architecture, TOGAF

企业信息化建设过程中,面对着纷沓而至的信息化需求,许多企业变得难以适从。而这些需求数量之多,质量参差不齐,有时甚至与业务产生冲突,使企业蒙受了重大的损失。有研究表明,大部分软件和系统的失败直接归因于相互冲突的需求信息,同时运行时来修复需求阶段的冲突是非常昂贵的,在 IBM 的 Rochester 实验室,运行和需求阶段的修复费用比值为 1:13。由此可见,在需求阶段尽可能检测出信息化需求冲突显得格外的重要。

面对需求冲突,国内外的学者也有了一定的研究。国外的学者,如美国的 Nuseibeh 等人<sup>[4-6]</sup>提出了一套较为完整的非一致性需求的理论框架,其中包括非一致性需求的定义、分类及其管理方法等。而国内的学者近十余年在此方面的研究也取得了一定的成果,如金芝等人<sup>[7-10]</sup>在非规范需求的检测与管理方面,提出了基于本体的领域模型等较为可行和新颖的方法,并发表了独到的见解。

尽管如此,目前对需求冲突的研究仍大多集中在中小型软件上,对于较为大型的、复杂的企业信息系统,有着明显的局限之处。其并不能很好地满足企业信息化建设的需求,割裂了不同种类需求之间的内在关系,从而导致企业信息孤岛的形成,最终违背了企业建立生态信息系统的大的方向与原则。因此文中引入企业架构与业务架构需求的概念,在架构

的视角下来研究需求冲突验证。

文中首先系统阐述了企业架构和业务架构的概念,并对业务架构需求的冲突做了较为明晰的定义与分析,再参考前人的研究成果,基于语义建立了一种业务架构需求冲突验证的方法;其次,引入一医院的实例进行案例研究,以证明该方法的可行性;最后,也是文章的创新之处,在 TOGAF 视角下重新审视企业信息化需求冲突,对冲突验证方法也做了初步的研究。

## 1 企业架构概述

企业架构是对企业多层、多角度的建模与描绘。以往,企业管理者提到企业架构时,通常会把它理解为企业的组织架构或者流程图;IT 人员则会把企业架构简单地理解为 IT 架构。人们已经认识到企业架构与企业战略和企业运营环境密切相关,企业战略决定了企业架构的形态,而企业实际的运营环境是在企业架构指导下建立起来的企业日常运作。企业架构的构成及在组织信息化中的定位如图 1 所示。

由企业架构的定义可以发现,企业架构有助于企业业务与 IT 的迅速沟通,方便企业获得快速的业务响应和业务价值增值,使企业拥有清晰的顶层设计蓝图,也可以降低成本、节省 IT 项目投资。同时有利于企业标准化和建立较强的 IT 服

务与管理能力。正因为这些优势,企业架构化已经成为企业发展的一种趋势。

现在较为流行的企业架构主要包括以下 4 种:

Zachman 框架:由“EA 之父”Zachman 于 1987 年创立,以二维表的形式反映出项目涉众(企业规划者、系统所有者、系统设计者、系统构建者和系统开发者)与项目内容(6W 法:数据(what)、功能(how)、网络(when)、人员(who)、时间(when)和动机(why))之间的内在关联。该框架会导致文档繁杂、过于偏重方法学、偏重过程以及过分强调自顶向下的开发,从而选用该框架的企业已经越来越少。

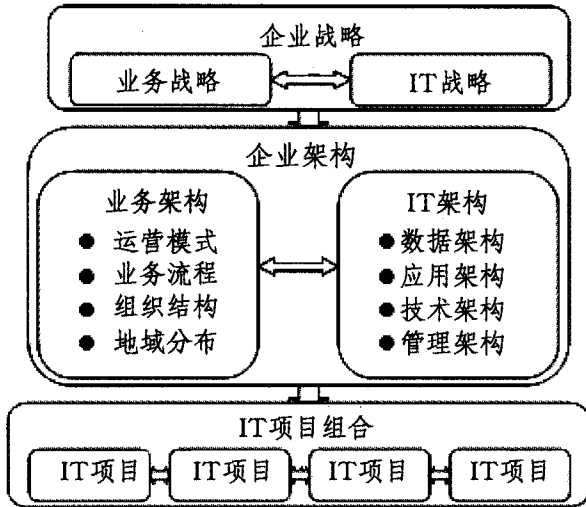


图 1 企业架构的构成及在组织信息化中的定位

TOGAF 框架:开放组织架构框架(The Open Group Architecture Framework),1995 年至今,其已成为当前最流行的框架之一,故也是下文讨论的重点。TOGAF 架构能为企业各级领导和员工描绘出一个未来企业信息化中业务、信息、应用和技术互动的蓝图,是沟通业务与信息技术间的桥梁。它由业务架构、信息架构、应用架构和技术架构构成,可以解决企业信息的不对称性,并能较好地适应企业业务变革的方向。

FEA 框架:联邦企业架构,开发于 2002 年,是美国政府在长期的电子政务实践中探索和总结出来的一个顶层架构或顶层设计。FEA 的核心思想是通过一个顶层架构来进行 IT 投资立项分析和 IT 项目管理。

DODAF 框架:最新的企业框架体系,2009 年由美国国防部提出,以元模型取代传统的核心体系结构数据模型。DODAF 通过指导如何描述系统架构及根据同一指南开发的其他体系结构描述来说明该需求。运作决策制定者可以利用 DODAF 的报告来比较备选系统的架构,并管理现有系统的演进。

## 2 业务架构需求冲突

企业的信息化需求并不是各个部门对信息化软件功能的简单罗列,而是一个系统的、多层次的、各层次之间具有清晰结构关系的、用无二义性的方式去表达的语义网络。因此,引入业务架构需求是有必要的。企业的业务架构需求与传统意义上的软件需求相比,二者都考虑了运作层面的需求,但业务架构需求对企业价值链以及各业务流程,特别是关键业务流程进行分析,明确企业在运作过程中存在的问题,最终找到运作层面对信息系统的的需求。

同时,业务架构需求还兼顾了企业的战略层面和技术层

面,即不仅要考虑企业的现状,更要兼顾企业未来的发展;同时从信息技术层面对系统的完善、升级、集成和整合提出了需求。现实生活中运作、战略和技术这 3 个层次所获取的需求并不是互相孤立的,它们有着紧密的内在联系。因此,业务架构需求的获取是一个自上而下的过程,需要对所有的、各个方面的需求进行综合的分析,才有助于企业更好地进行信息化建设。

### 2.1 定义业务架构需求冲突

首先,给出业务架构需求冲突的广义和狭义的定义。

定义 1(广义的业务架构需求冲突(集)) 把不满足软件需求规格说明的撰写标准、企业业务架构的规定以及企业未来发展的愿景的需求(集)称为广义的业务架构需求冲突(集)。

定义 2(狭义的业务架构需求冲突(集)) 需求集  $S$  是狭义的业务架构需求冲突集,是指  $S$  中包含冲突的需求描述。

### 2.2 业务架构需求元模型

该模型的前提假设为,企业中的每个子业务需求均表示企业的某个具体的业务功能,因此业务需求间是互斥的。

假定业务架构需求集为  $SOG = \{A_1, A_2, \dots, A_n; B_1, B_2, \dots, B_m\}$ ,其中  $A_n$  代表第  $n$  个冲突的业务架构需求。 $B_m$  代表企业第  $m$  个非冲突的业务架构需求。

记全体业务需求集为  $BuG = \{Bu_1, Bu_2, \dots, Bu_l\}$ ,其中  $Bu_1$  至  $Bu_{l-1}$  为企业日常的业务,而  $Bu_l$  则是与企业日常业务无关的业务集。

(1)冲突需求

设定冲突需求集  $A_i = \{SS_i; BuSi_1, BuSi_2, \dots, BuSi_p\}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),其中  $SS_i$  代表具体的业务架构需求冲突, $BuSi_1$  到  $BuSi_p$  代表与该需求相对应的第 1 个到第  $p$  个业务需求。

(2)非冲突需求

设定非冲突需求集  $B_j = \{SF_j; BuF_j\}$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ),其中  $SF_j$  代表具体的非冲突的业务架构需求, $BuF_j$  代表与该需求相对应的业务需求。

### 2.3 模型分析

对该模型分析可知:

$$SS_i \cup SF_j = A_i \cup B_j = SG (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$$

(1)

非冲突需求集  $B_j$  中,对于任意的业务架构需求,可以发现一个需求  $SF_j$  仅和一个业务需求  $BuF_j$  相对应,因此,该需求为非冲突需求。因非冲突需求不属于文中讨论的重点,所以仅在此做一下介绍,主体部分仍集中在冲突需求的研究。

冲突需求集  $A_i$  中,对于任意的业务架构需求冲突,可以发现:

若  $p=1$ ,则  $A_i = \{SS_i; BuSi_1\}$ ,此时的含义为,需求  $SS_i$  和任意一个业务需求都不相对应,则  $SS_i$  与非企业日常业务相对应,即  $Bu_l$ ,所以此时, $BuSi_1 \in Bu_l$ 。

若  $p>1$ ,则需求  $SS_i$  和  $p$  个业务需求相对应,此时则表现为需求  $SS_i$  是业务架构需求冲突。

由此,可以得到业务架构需求的两大分类:

1. 若业务架构需求并不符合企业任何一项业务需求,则称该需求为越界的需求,是冲突的一种。在企业信息化建设过程中,海量和繁杂的信息会造成大量的需求越界现象。数学表达为: $A_i = \{SS_i; Bu_l\}$

2. 若业务架构需求对应着两个或以上的、相互无交集的

业务需求,则会造成业务架构需求的冲突。在企业信息化建设过程中,若这种不一致的需求未在需求阶段得以验证,则会给设计和开发阶段带来较大的损失。数学表达为: $A_i = \{SS_i, BuSi_1, BuSi_2, \dots, BuSi_p\}$ ,其中  $i=1, 2, 3, \dots, n; p>1$ 。

### 3 基于 KAOS 方法的业务架构需求冲突元模型验证

#### 3.1 KAOS 方法介绍

在需求获取中,面向目标是一种常用的方法。目标是用户所期望达到的目的,它具有层次性的特点,即对于高层来说,目标是抽象问题的描述;而对于底层来说,目标则是具体的实现方式,即技术需求描述。而 KAOS(Knowledge Acquisition in Automated Specification)则是一种面向目标需求工程的方法,是一种概念模型驱动的需求获取方法。

在 KAOS 建立的层次化目标模型中,除了最顶层的战略目标外,每个层次中的目标都能被上层目标证明其存在的合理性,也就是为什么该目标存在于模型中;同时,除最底层的叶子目标外,每个层次的目标都能被一组子目标精细化,也就是应该怎样实现此目标。利用 KAOS 方法建模的过程就是将待开发系统的战略目标精细化到各层次子目标的过程。当子目标精细化到其责任能够被分配到主体(Agent)时,便得到了目标模型。此时最底层的叶子目标也称为不可精细化的子目标。

在文中的元模型中,叶子目标集对应着企业业务集 BuG,叶子之间相互排斥,没有交集。

#### 3.2 基于语义的 KAOS 方法实现

首先引入本体这个概念,本体论是一个哲学概念,用于描述事物的本质。知识工程学者借用这个概念,是为了解决知识共享中的问题。人们发现知识难以共享常常是因为大家对同一件事用了不同的术语来表达。于是人们提出,如果能找出事物的本质,并以此统一知识的组织和知识的表达,使之成为大家普遍接受的规范,就有可能解决知识共享中的问题。

本体是对可共享概念模型的明确和形式化的规范说明。它是一个知识库的骨架,即用来描述某个领域按层次关系组织起来的一系列术语。目前,许多领域都拥有大量的本体,并借助语义网在形式化表示方面的优势,解决了语义异构问题、知识推理问题以及知识概念层次描述问题。

于是,结合前人的研究成果,提出实现企业业务架构需求冲突检验的方法:

(1)首先,对企业业务需求集 BuG 进行 KAOS 方法建模,表达为基于目标的概念驱动模型。

(2)其次,将得到的概念模型用本体语言进行描述和抽象,组建成企业级别的语义网络,并最终描述为企业领域模型。

(3)选择本体建模工具,将本体领域模型可视化表述出来,为接下来的冲突验证做准备。在文中选择的本体建模工具为 Stanford 开发的 Protégé,下文案例研究中会具体描述这一过程的实现。

(4)最后,将元模型带入可视化的本体模型,并利用推理机实现企业业务架构需求冲突的验证,推理的两种不同的结果也对应着前文提到的两种不同的冲突——在业务架构需求集  $A_i = \{SS_i; BuSi_1, BuSi_2, \dots, BuSi_p\} (i=1, 2, \dots, n)$  中:

若  $p=1$ ,则对应着冗余的需求,推理机推理的结果是自动将其划分到其他类中,即上文提到的  $Bu_i$  集;

若  $p>1$ ,则对应着冲突的需求,推理机推理的结果是将冲突需求标记为红色,并将其分配到它所归属的所有冲突类

中,即上文提到的  $BuSi_1, BuSi_2, \dots, BuSi_p$ 。

## 4 实例验证

为了检验上述方法的可行性,将其应用于以下的场景,以获得医院的业务架构需求冲突验证,当然,实例也仅仅选取了医院常用的一些业务。

### 4.1 KAOS 方法构建概念驱动模型

以医院为例,首先根据医院的业务流程,借助 KAOS 方法,构建出医院的概念驱动模型,如图 2 所示。

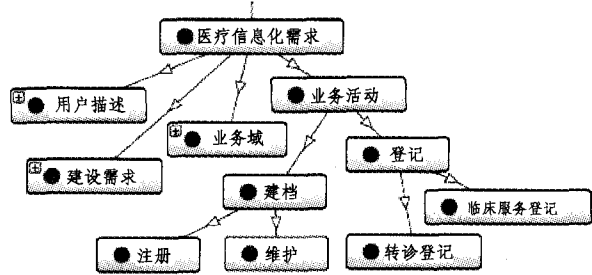


图2 基于KAOS方法的医院概念驱动模型

### 4.2 建立本体领域模型

根据上述的目标概念驱动模型,利用本体建模建立语义网络,在此基础上形成本体领域模型,如图 3 所示。

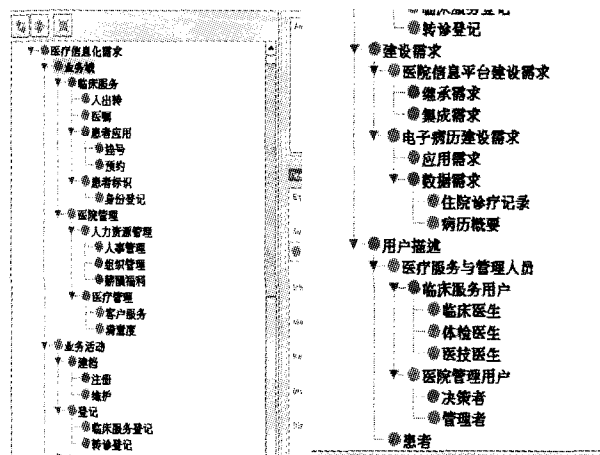


图3 医院的本体领域模型

### 4.3 业务构架需求冲突验证

主要验证上文提到的两种类型的冲突,一是冗余型冲突,二是互斥型冲突。

1. 冗余型需求:首先定义好每项基本业务活动应具有的业务特征,并定义最高层的一个类“其它”。此时,定义一个新类“新需求”,并定义其只有在具有某特定业务特征时,才能被划分到该业务中,否则,将被划分到其它类中。这时,运行 Protégé 自带的推理机,便可以发现“新需求”被直接划分至“其它”中,则证明完成了此类需求冲突的验证,如图 4 所示。

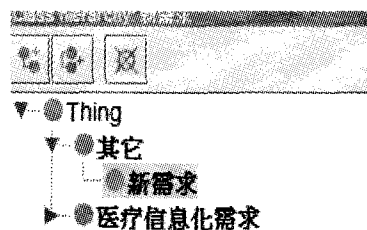


图4 医院冗余性需求验证结果

2. 互斥性需求:首先定义好每项基本业务活动应具有的业务特征,并定义最底层的目标间是互斥的。此时,定义一个新类“新需求”,并定义其对应着“挂号”与“预约”两个基本业务。运行推理机,发现此时 Protégé 会自动报错,“新需求”被标识成为红色,并在“挂号”类和“预约”类下同时出现,则证明完成了此类需求冲突的验证,如图 5 所示。

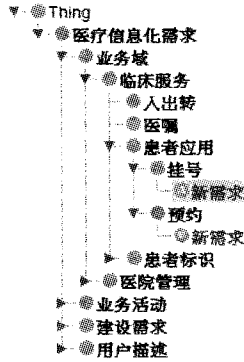


图 5 医院互斥性需求验证结果

由案例研究的结果可知,前文提出的业务架构需求冲突验证的方法是可行的。

## 5 TOGAF 需求及其冲突验证

上文已经简单地介绍了 TOGAF 框架,其在现如今乃至以后都将是企业架构标准化的发展趋势。文中又研究了业务架构需求及其冲突验证方法,而业务架构仅仅是 TOGAF 架构中普及较广的一个子架构。所以对 TOGAF 体系下需求及其冲突验证方法进行研究便十分有意义。

对于需求冲突,前人大多数的研究都集中在软件需求冲突验证的方面,而软件需求本身是非架构的。但如果站在企业的角度,对于庞大的信息系统,传统方法会暴露出自身的缺陷,比如说割裂了需求之间的内在关系,因为需求是多层次的,有业务需求,也有功能需求等等。同时,本来两层的需求——软件需求与客户需求又增加了一层——企业架构需求,即用户需求与软件需求都不应与企业宏观的愿景和其他方面的架构规划相左,而 TOGAF 框架也应作为检验用户需求与软件需求是否符合系统边界的出发点和标准。因此,下文尝试对 TOGAF 架构需求进行元模型建模,并对需求冲突进行验证。

### 5.1 TOGAF 需求定义

TOGAF 框架下的建模原理和之前提到的方法类似,只是由原来的软件-用户双层结构变为 TOGAF-软件-用户三层结构,这三层结构之间的关系为:用户需求是最原始的需求,功能需求是用户需求的转化与明晰化,是从软件的角度来描述需求。最高层的为系统需求(TOGAF 需求),是从企业角度建立目标层的需求准则。最终用户需求与功能需求必须符合 TOGAF 需求。简而言之,用户需求是来源,企业愿景和 TOGAF 需求是目标和出发点,功能需求是最终的形式表达。

接下来要继续进行的工作是,建立 TOGAF 架构需求体系。

首先,将 TOGAF 架构需求分为 4 个子架构需求:业务架构需求(BAR, Business Architecture Requirement)、技术架构需求(TAR, Technology Architecture Requirement)、安全架构需求(SAR, Safe Architecture Requirement)和数据架构需求

(DAR, Data Architecture Requirement),它们之间是互相独立的。

接着,在每个不同的子架构中,分别引进相应需求所对应的、要实现的目标:业务目标(BG, Business Goal)、技术目标(TG, Technology Goal)、安全目标(SG, Safe Goal)和数据目标(DG, Data Goal)。

此时,TOGAF 架构需求冲突检验的工作也转化为了如何导出 TOGAF 视角下的不同的需求与 SRS(Software Requirement Specification, 软件需求说明书)之间的冲突,即如何导出 BAR 与 BG、TAR 与 TG、SAR 与 SG 和 DAR 与 DG 之间的矛盾。

### 5.2 TOGAF 下的需求冲突验证方法

从以上 4 个子架构角度,分别对 TOGAF 架构需求冲突导出方法做出定义与描述:

(1)BAR 与 BG:它们之间对应着一种分解的关系,是 is\_a 的关系,定义其为 is\_a\_decomposition 关系。即通过下层的概念类与上层业务的矛盾导出需求的冲突。具体的实现方法可用 KAOS 目标分解法来实现。利用 KAOS 中的目标模型(Goal Model)在不同层次上对待开发系统进行需求建模。高层次上将待开发系统分解为各个子系统,低层次上将高层次目标精细化。这对应着传统的一维需求冲突。

(2)TAR 与 TG:它们之间对应着一种继承的关系,是 is\_a 关系的变种,定义其为 is\_a\_inheritance 关系。其中具体包括基础设施、数据库设计、网站制作、网页测试和系统维护等技术需求,需求冲突体现为技术架构需求并不能继承企业的技术目标。而该种情况也可通过上文用 Protégé 建立的本体模型实现冗余性需求的检测。

(3)SAR 与 SG:它们之间对应着一种实现的关系,也是 is\_a 关系的变种,定义其为 is\_a\_realization 关系。具体如企业对备份技术、防火墙和报警系统的架构需求等,需求冲突体现为安全架构需求并不能实现企业安全目标的规定内容。其也可实现冗余需求的检测。

(4)DAR 与 DG:它们之间对应着一种符合的关系,同样是 is\_a 关系的变种,定义其为 is\_a\_accordance 关系。该部分要求系统中的数据保持规范性与一致性,因主观因素较强,难以建模实现冲突的自动化检验,因此现实中该需求的冲突问题中大部分仍采取工程师利用经验与知识库进行人工判断的方式。

最后,根据前文提到的业务架构需求元模型,对 TOGAF 需求架构进行重新定义与描述:

$$SOG = \{A_1, A_2, \dots, A_n; B_1, B_2, \dots, B_m\} \quad (2)$$

$$A_i = \{SS_i; BuSi_1, BuSi_2, \dots, BuSi_{p_1}; TeSi_1, TeSi_2, \dots, TeSi_{p_2}; SaSi_1, SaSi_2, \dots, SaSi_{p_3}; DaSi_1, DaSi_2, \dots, DaSi_{p_4}\} (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$B_j = \{SF_j; BuF_j; TeF_j; SaF_j; DaF_j\} (j=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

$$ToG = \{BuG; TeG; SaG; DaG\} \quad (5)$$

其中, SOG 为业务架构需求集, A 为冲突需求集, B 为不冲突需求集, ToG 为 TOGAF 视角下的需求目标集。SS 为冲突需求, SF 为不冲突需求, Bu 为业务架构需求, Te 为技术架构需求, Sa 为安全架构需求, Da 为数据架构需求。BuG 为业务目标集, TeG 为技术目标集, SaG 为安全目标集, DaG 为数据目标集。

**结束语** 本文首先引入了企业架构的概念,并给出了业

务架构需求冲突的元模型。接着,文中对业务架构需求冲突进行建模,探索出导致需求冲突的方法,并以医院的案例对方法的可行之处进行验证。其中用到了 KAOS 方法以及语义网络、本体建模等技术。本文的创新之处在于,在 TOGAF 视角下,尝试着对企业架构需求冲突进行验证,并取得了初步的进展。当然,对于技术架构需求、安全架构需求和数据架构需求这些子需求还有很多地方无法建模实现冲突检测,这也是今后继续研究扩展的方向。

### 参 考 文 献

[1] 郭树行,兰雨晴,金茂忠. 多维状态驱动的需求过程方法研究[J]. 四川大学学报:工程科技版,2007,39(Supp.):32-36  
 [2] 郭树行,高静,兰雨晴,等. 面向可信的构件本体建模研究[J]. 南京大学学报,2005,41:90-95  
 [3] GuoShu-hang, LanYu-qing, JinMao-zhong, et al. A New Method of Requirements Engineering Process Design[C]//Proceeding of the 4<sup>th</sup> International Conference on Advances in Computer Science and Technology. Langkawi, Malaysia, To be included AC-TA xplore,2008  
 [4] Nuseibeh B, Easterbrook S, Russo A. Leveraging inconsistency in software development [J]. IEEE Computer, 2000, 33(4): 24-

29

[5] Nuseibeh B, Easterbrook S, Russo A. Making inconsistency respectable in software development [J]. Journal of Systems and Software, 2001, 58(2):171-180  
 [6] Nuseibeh B, Easterbrook S. Requirements engineering: A roadmap[C]//Finkelstein A, ed. Proc. of the 22<sup>nd</sup> Int'l conf. on Software Engineering, Future of Software Engineering Track. Limerick; IEEE Computer Press, 2000; 35-46  
 [7] Jin Z, Lu R, Bell D. Automatically multi-paradigm requirements modeling and analyzing: An ontology-based approach[J]. Science in China(Series F), 2003, 46(4): 279-297  
 [8] Lu Ru-qian, Jin Zhi, Wan Rong-lin, et al. An approach of acquiring requirement information base on domain knowledge[J]. Journal of Software, 1996, 7(3): 137-144  
 [9] 金芝. 基于本体的自动需求获取[J]. 计算机学报, 2000, 23(5): 486-492  
 [10] 朱雪峰, 金芝. 关于软件需求中的不一致性管理[J]. 软件学报, 2005, 16(7)  
 [11] 涂成茂. 一种基于 KAOS 和 XML 的横切关注点识别方法[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(9)  
 [12] 朱麟, 张友华, 李绍稳, 等. 基于本体的 HACCP 体系只是获取与知识表示[J]. 数字技术与应用, 2009: 69-71

(上接第 92 页)

[3] 胡明涵, 张刚, 任飞亮. 模糊形式概念分析与模糊概念格[J]. 东北大学学报, 2007, 28(9): 1274-1277  
 [4] Qu K S, Zhai Y H, Liang J Y, et al. Study of decision implications based on formal concept analysis [J]. International Journal of General Systems, 2007, 36(2): 147-156  
 [5] Wu W Z, Leung Y, Mi J S. Granular computing and knowledge reduction in formal contexts [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2009, 21(10): 1461-1474  
 [6] Pei D, Li M Z, Mi J S. Attribute reduction in fuzzy decision formal contexts[C]//Proceedings of MLC. 2011; 204-208  
 [7] Yang H Z, Leung Y, Shao W M. Rule acquisition and attribute reduction in real decision formal contexts [J]. Soft Computing, 2011, 15(6): 1115-1128  
 [8] Li J H, Mei C L, Lv Y J. Knowledge reduction in real decision

formal contexts [J]. Information Sciences, 2012, 189: 191-207

[9] Li J H, Mei C L, Lv Y J. Incomplete decision contexts: Approximate concept construction, rule acquisition and knowledge reduction [J]. International Journal of Approximate Reasoning, 2013, 54(1): 149-165  
 [10] 杨丽, 徐阳. 基于格值逻辑的模糊概念格[J]. 模糊系统与数学, 2009, 23(5): 15-20  
 [11] 吴强, 周文, 刘宗田, 等. 基于粗糙集理论的概念格属性约简及算法[J]. 计算机科学, 2006, 33(6): 179-181  
 [12] 魏玲, 祈建军, 张文修. 概念格与粗糙集的关系研究[J]. 计算机科学, 2006, 33(3): 18-21  
 [13] 宋笑雪, 张文修, 李红. 变精度对象概念格的构造及其性质[J]. 计算机科学, 2010, 37(12): 197-200, 214  
 [14] 刘保相, 张春英. 一种新的概念格结构区间概念格[J]. 计算机科学, 2012, 39(8): 273-277

(上接第 104 页)

于”。最优方案是  $R_2$ , 此结论与文献[9]应用模糊数学方法和布林法所得到的结果一致。

**结束语** 完整的 Vague 方案优选方法是 Vague 集的一种新方法。这种方法的思路是:在待优化的设计方案中,对单个指标提取最理想数据,组成理想设计方案的数据;应用 Vague 集的相似度量分析,得到待优化的设计方案的(相对于理想设计方案的)优劣排序。从而给诸如圆锥滚筒主结构传动方案优化设计问题,提供了一种 Vague 集应用的新方法。

### 参 考 文 献

[1] Gau Wen-lung, Buehrer D J. Vague sets[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1993, 23(2): 610-614  
 [2] 王昌. 一种新区间值 vague 集及其在模式识别中的应用[J]. 计算机科学, 2010, 37(10): 221-224, 274  
 [3] 彭安华. Vague 集的相似度量分析在材料选择中的应用[J]. 煤

矿机械, 2006, 27(5): 891-893

[4] 张均富, 梁丽. 基于 Vague 集的绿色包装设计评价方法[J]. 包装工程, 2007, 28(2): 110-112  
 [5] 王鸿绪. 单值数据转化为 Vague 值数据的定义和转化公式[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(24): 42-44  
 [6] 王鸿绪. 关于区间值数据向 Vague 值数据转化公式的研究[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(23): 56-58  
 [7] 王鸿绪. 区间值数据向 Vague 值数据的转化公式[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(18): 43-44  
 [8] 张伟. 圆锥滚筒主结构传动的优化设计[J]. 煤矿机械, 2009, 30(5): 15-17  
 [9] 娄建国. Vague 集之间的相似度量及其在方案决策中的应用[J]. 工程设计学报, 2005, 12(6): 325-328  
 [10] 刘华文, 王凤英. Vague 集的转化与相似度量[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(32): 79-81, 84  
 [11] 王鸿绪. Vague 集之间的相似度量公式及其应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(26): 198-199