

基于领域内 KAOS 分析的企业目标规划研究

钱立宾 刘念唐 胡雨田 鲁丹 邵堃

(合肥工业大学计算机与信息学院 合肥 230009)

摘要 现有企业信息化规划方法的研究都集中于抽象的企业目标与具体的信息系统目标的匹配及转换过程,缺乏对抽象企业目标的形式化描述和深层次的分析。基于 KAOS 分析方法,提出一种基于领域内 KAOS 分析的企业目标规划方法,即通过对企业领域内的抽象企业目标、目标之间关系以及目标不一致性分析,获取更加完善、清晰一致的企业目标,建立起符合现代企业领域特征和信息化业务需求的企业目标模型,并且定义目标支撑度来对企业目标进行定量的分析与验证,以确保规划出的企业目标的正确性与可靠性。

关键词 企业信息化规划,目标规划,KAOS 方法,目标验证

中图分类号 TP311 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2014.11.017

Enterprise Goal Programming Based on Analysis of Domianial KAOS

QIAN Li-bin LIU Nian-tang HU Yu-tian LU Dan SHAO Kun

(School of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract The existing enterprise information planning's researches focus on the conversion process between the abstract enterprise goal and the specific information system target, lack formal description and deep-seated analysis of the presentative enterprise goal. This paper proposed an enterprise goal programming method based on analysis of domianial KAOS from the requirements engineering. This method gets more complete, clear and consistent enterprise goal by detailedly analyzing the abstract enterprise goal, the relationship between enterprise goals and the goal inconsistencies in enterprise domain, and builds a model of enterprise goal to meet the enterprise domain features and informational business requirements. Lastly, the paper defined the GSD(goal support degree) for quantitative analysis and verification of the enterprise goals to ensure the accuracy and reliability of the planned enterprise goals.

Keywords Enterprise information planning, Goal programming, KAOS method, Goal verification

1 引言

企业信息化规划工作^[1-4]是围绕着企业目标的实现开始的,如传统的企业信息化规划方法 BSP、CSF 和 SST 等^[5]根据企业战略来识别出企业的各种目标,经过一系列转换,得出信息系统目标;杨青等^[6,7]分析了企业规划目标与信息系统规划目标的一致性问题;张玉林等^[8]围绕企业经营战略目标,进行了基于业务流程的价值分析和变革分析;范玉顺等^[9,10]从信息化规划目标分析出面向企业信息化的模型框架;Tabatabaie 等^[11]以目标分析企业信息系统并提出基于场景的方法来评估目标分析结果。这些信息化规划方法只是对企业目标进行初步的识别,比较抽象,缺乏对企业目标进行充分的形式化描述和深层次地分析,没有对企业目标进行细致的规划分析和推演,忽略了很多关键问题,可能会给后期整个信息化实施工作带来不确定性因素。现实生活中很多实例也证明了企业信息化开发出的信息系统往往不尽如人意,有时甚至很危险,例如 2011 年的“7·23 甬温线动车交通事故”,经过调查

研究发现:高铁安全运行的线路信号调度控制信息系统的安
全性目标规划和设计存在严重的隐患。

总的来说,现有企业信息化规划方法对企业目标分析存在的一些问题主要表现在:(1)没有明显的企业目标获取机制与形式化分析方法;(2)没有深层次地考虑企业目标之间的关系;(3)缺乏对企业目标有可能产生的不一致性进行分析和消解;(4)过多对企业目标进行定性分析,缺乏对企业目标的定量分析。

针对这些问题,本文在企业信息化规划阶段引入需求工程领域能够较为精确描述问题的 KAOS 分析方法^[12,13],提出一种基于领域内 KAOS 分析的企业目标规划方法,该方法结合 KAOS 分析方法对企业领域内的抽象企业目标进行分解,发掘目标之间的关系,捕捉和消除目标不一致^[14-16],获取更加完善、清晰、一致的企业目标,并且通过定义目标支撑度这一概念来对企业目标进行定量分析与验证,确保了企业目标的正确性和可靠性,从而构建起满足现代企业领域特征和信息化业务需求的企业目标模型。通过中石化企业信息化规划

到稿日期:2013-12-09 返修日期:2014-02-09 本文受国家自然科学基金资助项目(60975033,60575035,60275022)资助。

钱立宾(1988-),男,硕士生,主要研究领域为需求工程与企业信息化;刘念唐(1992-),男,主要研究领域为电子信息工程及相关软件技术, E-mail: liuniantang133@163.com(通信作者);胡雨田(1990-),男,硕士生,主要研究领域为软件理论;鲁丹(1988-),女,硕士生,主要研究领域为软件理论及图像处理技术;邵堃(1967-),男,博士,副教授,CCF 会员,主要研究领域为软件理论与需求工程。

实例运用表明,本文方法能够较好地对企业目标进行合理规划。

本文第2节介绍企业目标层次模型;第3节详细描述企业目标规划过程;第4节描述该方法结合中石化实例的运用过程;最后是本文的结论和下一步工作介绍。

2 企业目标层次模型

企业信息化规划过程根据企业组织层次可以划分为3个组织层级,分别为企业级、领域级和职能级。根据企业层次内目标特征,企业目标依据企业抽象层次可划分为通用目标、领域目标和特定目标。相关定义如下。

定义1(通用目标, General Goal, GG) 通用目标是作用于企业整体范围内的企业级目标,是一种策略性的、抽象的企业目标。用 $\langle GID, GName, GDef, GCons \rangle$ 描述,其中 GID 表示通用目标标示; $GName$ 表示通用目标名称; $GDef$ 是指用自然语言描述通用目标的文本内容; $GCons = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_i\}$ 表示一组通用目标约束集合。通用目标集合可以用形式化语言描述为 $GG, GG = \{GG_1, GG_2, \dots, GG_m\}$ 。

定义2(领域目标, Domianial Goal, DG) 领域目标是作用于企业某领域范围内的领域级目标,是一种领域性的、较抽象的企业目标。用 $\langle DID, DName, Dom, DDef, DCons \rangle$ 描述,其中 DID 表示领域目标标示; $DName$ 表示领域目标名称; Dom 表示领域目标所在领域,包括业务领域 $BDom$ 、服务领域 $SDom$ 和管理领域 $MDom$; $DDef$ 是指用自然语言描述领域目标的文本内容; $DCons = \{\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_j\}$, 表示一组领域目标约束集合。领域目标集合 $DG; DG = \{DG_1, DG_2, \dots, DG_n\}$ 。

定义3(特定目标, Special Goal, SG) 特定目标是作用于领域下某职能域范围内的职能级目标,是一种具体的、细粒度的企业目标。用 $\langle SID, SName, FDom, SAgent, SBeh \rangle$ 描述,其中 SID 表示特定目标标示; $SName$ 表示特定目标名称; $FDom$ 表示特定目标所在职能域; $SAgent$ 表示特定目标所对应的主体; $SBeh = \{B_1, B_2, \dots, B_h\}$, 表示一组特定目标行为集合。特定目标集合 $SG; SG = \{SG_1, SG_2, \dots, SG_k\}$ 。

企业目标层次模型如图1所示,其划分的步骤如下:

- (1)企业管理者根据企业整体领域特征和业务战略需求提出企业级通用目标 GG_1, GG_2, \dots, GG_m ;
- (2)根据企业各领域特征和通用目标约束 $GCons$, 来划分出企业领域 $Dom = BDom \cup SDom \cup MDom$;
- (3)针对企业某领域,在企业领域特征和通用目标约束 $GCons$ 的要求下,识别出领域级的领域目标 DG_1, DG_2, \dots, DG_n ;
- (4)结合通用目标约束 $GCons$ 和领域目标约束 $DCons$ 的要求,划分出领域内的职能域 $FDom = \{FDom_1, FDom_2, \dots, FDom_i\}$;
- (5)运用 KAOS 分析方法,规划出逻辑一致且合理的职能域级特定目标 SG_1, SG_2, \dots, SG_k 。

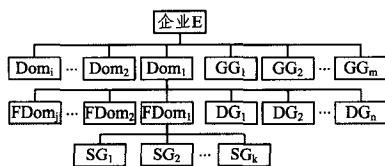


图1 企业目标层次模型

从模型划分过程可知,不同抽象层次企业目标之间,主要包含两种关系:一种是上层目标对下层目标的约束关系;另一种是下层目标对上层目标的支撑关系。其关系定义如下。

定义4(支撑关系, Support) 低层目标的实现支撑着高层目标的满足。包含3种支撑:

$$\begin{cases} SG \xrightarrow{s} DG, \text{表示特定目标对领域目标的支撑} \\ SG \xrightarrow{s} GG, \text{表示特定目标对通用目标的支撑} \\ DG \xrightarrow{s} GG, \text{表示领域目标对通用目标的支撑} \end{cases}$$

定义5(约束关系, Constraint) 高层目标的满足约束着低层目标的实现。包含3种约束:

$$\begin{cases} GG \xrightarrow{c} DG, \text{表示通用目标对领域目标的支撑} \\ GG \xrightarrow{c} SG, \text{表示通用目标对特定目标的支撑} \\ DG \xrightarrow{c} SG, \text{表示领域目标对特定目标的支撑} \end{cases}$$

通用目标、领域目标与特定目标三者之间的关系如图2所示。

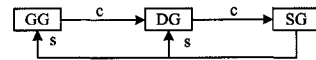


图2 GG, DG与SG之间的关系

3 企业目标规划过程

3.1 目标分解

企业信息化规划一开始获取的企业目标是企业管理者根据企业领域特征和需求提出的领域总体目标(Overall Goal, OG),信息规划人员在通用目标和领域目标的约束下,运用 KAOS 目标分析方法,按目标的分解、精化和抽象关系逐步构建企业目标树(如图3所示),确定该领域想要实现的各项目标,直到分解到目标树中叶子节点为主体的唯一的企业可操作化目标,并将企业可操作化目标按职责分配给其相应的主体,建立起企业目标模型。

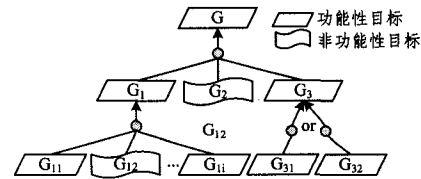


图3 目标分解出的目标树

企业目标分解到企业可操作化目标后,由其相应的主体来实现,但是有些目标需要依赖其它主体协作来完成,即目标主体依赖其它领域主体。KAOS中主体之间有目标(goal)依赖、软目标(softgoal)依赖、任务(task)依赖和资源(resource)依赖,本文为了更好地描述业务领域主体、服务领域主体与管理领域主体之间的依赖关系,引入服务(service)依赖和决策(decision)依赖,服务依赖表示业务领域主体依赖服务领域主体,为其提供某一职能服务或支撑,决策依赖表示业务或服务领域主体依赖管理领域主体,为其某一职能提供决策。

定义6(企业目标模型, Enterprise Goal Model) 根据 KAOS 方法,由企业目标构建的企业目标模型可以用五元组 $\langle D, T, G, A, AR \rangle$ 来描述,其中 D 表示领域; $T = \{achieve, cease, maintain, \dots\}$, 表示目标模式类别集合; G 表示领域内目标集合; A 表示领域内主体集合, $AR = \{goal, softgoal,$

$task, resource, service, decision$ }表示领域内主体与其它主体的依赖关系。

建立目标树构建算法,本文通过 PDL 语言^[17]来描述算法,具体描述如下。

算法1 目标树构建算法

```

输入:企业管理者提出的领域总体目标(Overall Goal,OG)。
输出:一组企业可操作化目标 OpeGoal = {OpeGoal1, OpeGoal2, ..., OpeGoali}
//初始化
void Init()
1. InitQueue(&Q)
2. InitTree(&T)
3. G=OG
4. EnQuene(&Q,G)
5. InsertChild(&T,&p,G)
//目标树创建操作
GoalTree CreatGoalTree(&T,&Q)
1. WHILE(!QueueEmpty(Q))
2.   DO DeQueue(&Q,&G[i])
3.   IF(!IsOpeGoal(G[i]))
4.     THEN G=DecGoal(G[i])
5.     FOR(j=1;j<=m;j++)
6.       DO EnQuene(&Q,G[i][j])
7.       InsertChild(&T,&p,G[i][j])
8.   ELSE InsertChild(&T,&p,G[i])
9. RETURN &T
//判断目标是否是可操作化目标
Bool IsOpeGoal(G)
1. IF(OnlyAgent(G)&&SatisfyDependum(G))
2.   THEN RETURN True
3. ELSE RETURN False

```

其中,DecGoal(G[i])是指根据企业领域特征和目标约束,分解目标 G[i],并返回一组分解后的子目标 G[i][1],G[i][2],...,G[i][m]。OnlyAgent(G)判断目标 G 主体是否唯一,通过查找企业主体库,判断目标 G 与主体库关联是否唯一。SatisfyDependum(G)判断目标 G 实现所需主体依赖是否满足。如果目标主体唯一且所需主体依赖满足,则 IsOpeGoal(G)为 True,即 G 为企业可操作化目标。

3.2 目标之间关系分析

信息规划人员从企业抽象目标开始,根据企业目标间纵向分解关系对抽象目标进行逐层精化构建如图3所示的与或目标树。在分解的基础上,根据企业目标间特征增加横向二元关系来分别表达企业目标间的正向和负向影响关系。企业目标在分解过程中的主要关系包括:

(1)纵向分解关系

①AND分解关系:企业目标 G 细化为一组子目标 G₁, G₂, ..., G_n (n≥2),满足 G 当且仅当满足所有的子目标,即 $\forall i (\bigwedge_{1 \leq i \leq n} G_i) \Rightarrow G$ 。

企业目标 G 通过 AND 分解为 G_i 与 G_j,目标 G_i 与 G_j 可以满足 G 的实现,而且企业的一组目标是随着企业目标所在 workflow 时序的执行而实现,而因此子目标 G_i 与 G_j 的时序关系需要存储于企业目标 AND 分解关系中。KAOS 方法的目标精化可以基于 3 类策略,本文根据企业目标特征,选择时间驱动的精化模式,按目标满足的先后次序划分子目标。根据

企业 workflow 时序逻辑,可以把子目标 G_i 与 G_j 的时序关系分为:

• 串行关系 (Serial)

$\exists t [E_{t \geq 0}(G_i) \rightarrow B_{t \geq t_{E(G_i)}}(G_j)]$,其中, E(G_i)表示 G_i 的终止执行, B(G_i)表示 G_i 的开始执行。t 表示目标终止/开始执行的时间。

串行关系 S(G_i, G_j)表示子目标 G_j 执行的时候,子目标 G_i 必须已经完成。

• 并行关系 (Parallel)

$\exists t [B_{t \geq 0}(G_i) \rightarrow B_{t \geq t_{B(G_i)}}(G_j)]$

并行关系 P(G_i, G_j)表示子目标 G_j 开始执行的时候,子目标 G_i 可以在任意时刻完成。

在目标分解过程中,为了增加 AND 分解出来的兄弟子目标 G_i, G_j 之间的工作流时序关系,将 AND 分解关系存储于各层目标分解过程中,可以在算法 DecGoal(G)中加入分解关系存储算法。

算法2 目标分解关系存储算法

```

输入:AND分解出来的子目标 Gi, Gj
输出:Gi, Gj 之间时序关系 = {S(Gi, Gj), P(Gi, Gj)}
//AND分解关系存储
Goal[] DecGoal(G)
1. ....//目标分解操作
2. IF(IsSerial(Gi, Gj))
3.   THEN Store(S(Gi, Gj))
4. IF(IsParallel(Gi, Gj))
5.   THEN Store(P(Gi, Gj))

```

②OR分解关系:企业目标 G 细化为一组子目标 G₁, G₂, ..., G_n (n≥2),满足 G 当且仅当满足所有子目标的任意一个,即 $\exists i (\bigvee_{1 \leq i \leq n} G_i) \Rightarrow G$ 。

(2)横向贡献关系

①正向影响关系

• 依赖关系 (Dependency):如果企业目标 G_i 的满足是企业目标 G_j 满足的前提,那么目标 G_j 实现依赖于目标 G_i 实现。

• 促进关系 (Promote):如果企业目标 G_i 的满足对于企业目标 G_j 满足有正面影响,那么目标 G_i 实现促进目标 G_j 实现。

• 等价关系 (Equal):如果企业目标 G_i 的满足隐含着企业目标 G_j 的满足,即目标 G_i 的满足导致目标 G_j 的满足,并且目标 G_j 的满足导致目标 G_i 的满足,那么目标 G_i 的实现等价于目标 G_j 的实现。

②负向影响关系

如果企业目标 G_i 的(部分)满足阻碍企业目标 G_j 满足,或者目标 G_i 发生例外行为阻碍目标 G_i 的满足,那么目标 G_i 与目标 G_j 或者单个目标 G_i 出现目标不一致性。本文下一节将对企业目标不一致性进行详细介绍分析。

3.3 目标不一致性分析

在目标规划分解过程中,信息规划人员可以发现和捕捉企业目标的不一致性,企业目标不一致性可以分为两大类,一类是企业目标之间的不一致性,包括矛盾和分歧两种情况;另一类是单个企业目标产生的不一致性,包括竞争和障碍。企业目标不一致性的 4 种情况描述如下。

(1) 矛盾 (Conflict): 在企业某领域 Dom 中, 企业目标 SG_1, \dots, SG_k ($2 \leq i \leq k$) 内的一组行为 B_1, \dots, B_j 之间产生矛盾, 即 $\forall x (\bigwedge_{1 \leq i \leq j} B_x) \Rightarrow \text{False}$, 其中 $B_x \in SG_1 \cup \dots \cup SG_k$ 。

(2) 分歧 (Divergence): 在企业某领域 Dom 中, 当出现边界条件 C 时, 企业目标 SG_1, \dots, SG_k ($2 \leq i \leq k$) 内的一组行为 B_1, \dots, B_j 之间产生分歧, 即 $\{ \exists C, \forall x (\bigwedge_{1 \leq i \leq j} B_x) \} \Rightarrow \text{False}$, 其中 $B_x \in SG_1 \cup \dots \cup SG_k$ 。

(3) 竞争 (Competition): 在企业某领域 Dom 中, 当出现边界条件 C 时, 单个企业目标 SG_i ($i \in [1, k]$) 内的一组行为 B_1, \dots, B_j 之间在 SG_i 内产生竞争, 即 $\{ \exists C, \forall x (\bigwedge_{1 \leq i \leq j} B_x) \} \Rightarrow \text{False}$, 其中 $B_x \in SG_i$ 。

(4) 障碍 (Obstruction): 在企业某领域 Dom 中, 当出现边界条件 C 时, 单个企业目标 SG_i ($i \in [1, k]$) 内的一个行为 B_j 会对 SG_i 的实现产生障碍, 即 $\{ \exists C, \exists x (B_{x=j}) \} \Rightarrow \text{False}$, 其中 $B_x \in SG_i$ 。

识别出企业目标的不一致性关系, 通过目标不一致性关系矩阵 R 来描述。

$$R = \begin{bmatrix} & SG_1 & SG_2 & \dots & SG_h \\ SG_1 & r_{11} & & & \\ SG_2 & r_{21} & r_{22} & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \\ SG_h & r_{h1} & r_{h2} & \dots & r_{hh} \end{bmatrix}$$

$1 \leq h \leq k, r_{ij} = \{ \oplus, \otimes, \Delta, O, \text{Non} \}$, 其中, \oplus 表示矛盾关系, \otimes 表示分歧关系, Δ 表示竞争关系, O 表示障碍关系, Non 表示目标无不一致性关系, 在 R 中不作标记表示。

识别出企业目标的不一致性后, 信息规划人员根据 KAOS 目标不一致性消解策略^[14], 结合企业领域特征与目标约束, 来建立符合企业目标不一致性消解的启发式规则 θ , 通过 θ 消除不一致的企业目标, 消解目标不一致性关系, 获取目标一致的关系矩阵 R' , 即 $r'_{ij} = \text{Non}$, 即 $R \xrightarrow{\theta} R'$ 。企业目标不一致性消解启发式规则 θ 的具体步骤为:

(1) 在一个领域 Dom 中, 获取一组企业目标 $SG_1, \dots, SG_n, 1 \leq h \leq k$, 且 SG_1, \dots, SG_n 之间产生目标不一致性。

(2) 根据 KAOS 目标不一致性消解策略, 对 SG_1, \dots, SG_h 之间不一致性进行检测与分析。

(3) 在企业领域特征和 GG、DG 的目标约束要求下, 调整企业目标, 得到一组新的且逻辑一致的企业目标 SG'_1, \dots, SG'_n 。

(4) 目标验证。若目标验证不合理, 则跳入(3); 合理, 则进入步骤(5)。

(5) 得到一组逻辑一致且合理的优化后企业目标 SG'_1, \dots, SG'_n , 且满足 R' 。

(6) 结束。

获取一组优化后的逻辑一致企业目标, 调整后的新目标可能会与其它目标发生不一致性, 需要再次捕捉目标之间不一致性, 通过企业目标不一致性消解启发式规则 θ 来消解目标不一致性。信息规划人员通过不断迭代, 权衡目标之间不一致性关系, 最终达到企业目标的整体一致性, 规划出企业所有逻辑一致且合理的企业目标。

3.4 目标验证

企业信息化规划是企业信息化建设实施的基础, 正如本文引言中所说, 企业目标规划不合理, 可能会给后期信息化建

设实施工作带来不确定性因素, 因此, 消解目标不一致性而调整的企业目标必须要验证其合理性。为了能够验证目标的合理性, 本文提出了目标支撑度的概念, 定义如下:

定义 7 (目标支撑度, Goal Support Degree, GSD) 企业特定目标 SG 的实现企业的通用目标 GG 或领域目标 DG 满足的支撑程度, 称作目标支撑度, $GSD(SG) \in [-1, 1]$ 。

$$GSD(SG) = \begin{cases} [-1, 0), & \text{SG 对 GG 或 DG 负支撑作用} \\ 0, & \text{SG 对 GG 或 DG 无支撑作用} \\ (0, 1], & \text{SG 对 GG 或 DG 正支撑作用} \end{cases}$$

企业特定目标对通用目标、领域目标关联的目标支撑度可以根据目标行为与目标约束之间的作用求出, 如某企业特定目标 SG 的行为集合 $SBeh = \{ B_1, B_2, \dots, B_h \}$, 某通用目标 GG 的约束集合 $GCons = \{ \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_k \}$, 根据目标之间作用关系, 求出 SG 对 GG 的目标支撑度, 其计算步骤如下:

(1) 确定 SG 中的行为集合 $SBeh = \{ B_1, B_2, \dots, B_h \}$ 对 GG 的支撑作用量。信息规划人员根据领域专家运用 Delphi 方法^[18], 根据目标行为 SBeh 对 GG 的作用量进行统计分析, 记为 $[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_h], \alpha_i \in [-1, 1]$, 那么 SG 中整体行为对 GG 的支撑作用量为:

$$\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_h) / h \quad (1)$$

(2) 确定 GG 中的约束集合 $GCons = \{ \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_k \}$ 对 SG 中行为的约束作用量。信息规划人员同理根据目标约束对行为的作用进行统计分析, 记为:

$$\begin{bmatrix} B_1 & B_2 & \dots & B_h \\ \delta_1 & \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1h} \\ \delta_2 & \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2h} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \delta_k & \beta_{k1} & \beta_{k2} & \dots & \beta_{kh} \end{bmatrix}, \beta_{ij} \in [-1, 1]$$

其中, $\beta_i = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h \beta_{ij}$, 可得 GG 对 SG 的约束作用量为:

$$\beta = \frac{(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k)}{k} \quad (2)$$

(3) 计算 SG 对 GG 的目标支撑度:

$$GSD(SG \rightarrow GG) = \alpha + \beta \quad (3)$$

其中, $\alpha + \beta = 1, \alpha, \beta$ 的值取决于层次目标对企业的重要程度。

信息规划人员运用以上步骤进行统计分析, 得出企业领域内特定目标与领域目标、通用目标关联的目标支撑度, 建立起目标支撑矩阵 W。

$$W = \begin{bmatrix} & GG_1 & GG_2 & \dots & GG_m & DG_1 & DG_2 & \dots & DG_n \\ SG_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ SG_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ SG_h & x_{h1} & x_{h2} & \dots & x_{hm} & y_{h1} & y_{h2} & \dots & y_{hn} \end{bmatrix}$$

其中, $1 \leq h \leq k, x_{ij} \in [-1, 1], y_{ij} \in [-1, 1]$ 。

计算出目标 SG_i 的平均目标支撑度:

$$GSD(SG_i) = \frac{1}{m+n} \left(\sum_{j=1}^m x_{ij} + \sum_{j=1}^n y_{ij} \right) \quad (4)$$

最后运用目标支撑度验证调整后企业目标的合理性, 目标验证方法步骤如下:

(1) 根据企业特定目标的目标支撑度计算步骤, 建立企业目标调整前即不一致性目标 SG_1, \dots, SG_n 的目标支撑矩阵

W, 计算出一致性目标的平均目标支撑度 $GSD(SG_i)$ 。

(2) 同理, 建立调整后即优化后企业目标 SG_1', \dots, SG_n' 目标支撑矩阵 W' , 计算出优化后目标的目标支撑度 $GSD(SG_i')$ 。

(3) 依据获取的调整前和调整后的平均目标支撑度来判定目标的合理性, 如果 $GSD(S_i') \geq GSD(S_i)$, 则优化后目标 S_i' 合理, 符合企业信息化规划要求。

目标验证提高了企业信息化质量, 确保了信息化规划成功, 降低了信息化风险和成本, 是企业信息化的重要保障和基础。企业信息化规划获取后的企业目标, 保证了企业目标的一致性、完备性、现实性和有效性。

4 中石化企业实例应用分析

本文结合中国石化企业全面实施信息化建设过程中的规划问题, 结合 KAOS 分析方法, 从目标的提取、分解、不一致性和验证等方面进行了应用分析, 初步验证了本文方法作为一种信息化规划的辅助分析手段的有效性。

4.1 中石化企业目标分解

中石化企业信息规划人员根据企业目标层次模型划分步骤, 将中石化企业划分出企业业务领域 $B_{Dom} = \{B_{Dom}_1: \text{物料业务领域}; B_{Dom}_2: \text{商业客户领域}; B_{Dom}_3: \text{财务会计领域}; B_{Dom}_4: \text{销售业务领域}\}$, 服务领域 $S_{Dom} = \{S_{Dom}_1: \text{财务资产领域}; S_{Dom}_2: \text{人力资源领域}; S_{Dom}_3: \text{基建发展领域}; S_{Dom}_4: \text{安全数质量领域}; S_{Dom}_5: \text{信息管理领域}\}$, 管理领域 $M_{Dom} = \{M_{Dom}_1: \text{经营管理领域}; M_{Dom}_2: \text{党政管理领域}; M_{Dom}_3: \text{审计管理领域}; M_{Dom}_4: \text{纪律监察领域}; M_{Dom}_5: \text{法律事务领域}\}$, 其中企业通用目标 $GG = \{GG_1: \text{可行性}; GG_2: \text{控制预算和减少成本}; GG_3: \text{增加企业效益}; GG_4: \text{提高经营服务效率}; GG_5: \text{提高产品质量}\}$ 。由于篇幅所限, 本文对领域的划分以中石化销售业务领域为例, 中石化销售业务领域划分出领域内的职能域 $F_{Dom} = \{F_{Dom}_1: \text{合同管理职能域}; F_{Dom}_2: \text{订单管理职能域}; F_{Dom}_3: \text{产品配货职能域}; F_{Dom}_4: \text{发票管理职能域}\}$, 其中销售领域目标 $DG = \{DG_1: \text{获得竞争优势}; DG_2: \text{及时供给产品与服务}; DG_3: \text{市场灵敏性}\}$, 建立起如图 4 所示的中石化企业目标层次模型。

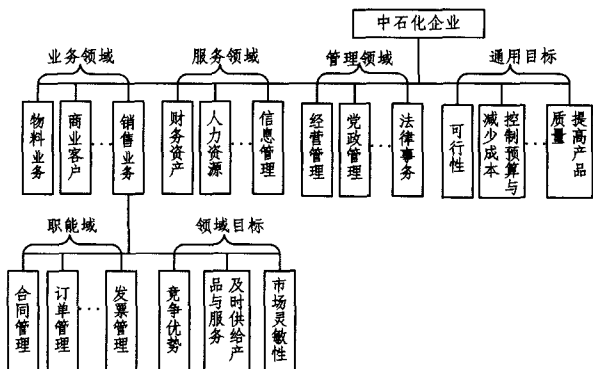


图 4 中石化企业目标层次模型

中石化企业根据划分出的层次模型, 来建立各领域的企业目标模型, 以销售领域为例, 如图 5 所示。销售领域内的 4 个职能域通过目标分解建立各自目标树, 如产品配货职能域。中石化企业管理者对产品配货职能域的业务总体目标 OG 是 Goal Achieve [及时地配货管理], 运用 KAOS 分析方法对

OG 进行分析, 依据目标树构建算法建立如图 5 所示的产品配货职能域的配货管理目标树, 其中可操作化目标 OpeGoal [创建出库单] 依赖物料领域主体提供 GOAL [核对出库单] 依赖, 可操作化目标 OpeGoal [发货及时性] 依赖物料领域主体提供 SoftGoal [物流及时性] 依赖。

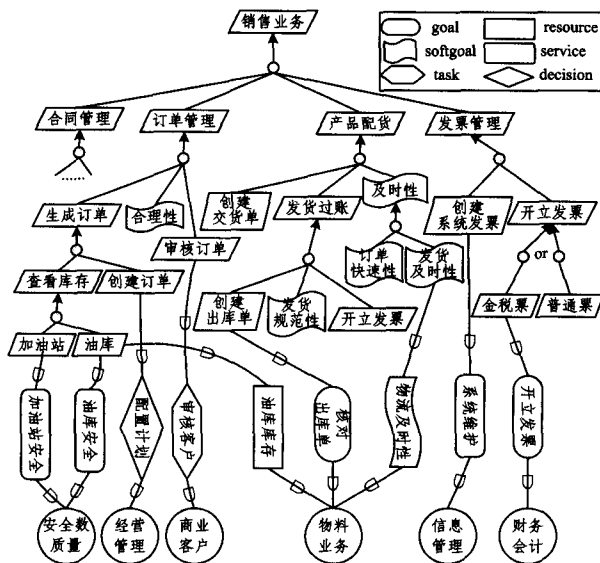


图 5 销售领域企业目标模型

4.2 中石化企业目标分析

在产品配货职能域目标树中, 企业特定目标 $SG_1: \text{Goal Maintain [订单快速性]}$ 要求销售业务快速有效地处理订单, 其目标行为 $SBeh_1 = \{B_{11}: \text{订单按下单时间排序}; B_{12}: \text{正确有效处理订单}; B_{13}: \text{快速处理订单}\}$, 而另一个企业特定目标 $SG_2: \text{Goal Maintain [发货规范性]}$ 要求销售业务按流程规范操作, 其目标行为 $SBeh_2 = \{B_{21}: \text{根据交货单创建出库单}; B_{22}: \text{订单按流程配货操作}; B_{23}: \text{货物质量检查}; B_{24}: \text{货物数量核对}\}$ 。当流程过多或有时某一流程积累订单过多时, 会导致后面流程停滞, 不能及时处理客户订单。因此, 当出现边界条件 C: 发货操作流程过多或某时某一流程积累订单过多时, 目标行为 B_{13} 与 B_{22} 会产生不一致性, 即 SG_1 与 SG_2 两者之间产生目标分歧, 其用 KAOS 语言^[19]形式化地描述为:

Divergence Goal Maintain [订单快速性] \wedge Goal Maintain [发货规范性]
InformalDef “销售业务按流程操作发货可能导致不能及时处理客户订单”

FormalDef

$\exists s: \text{Sale}, g: \text{Goods}, p: \text{Procedure}, o: \text{Order} \diamond ((\cdot)_{p_{\max}} s. \text{processed} \rightarrow \cdot \leq_0 g. \text{send}) \wedge \diamond \leq_0 o. \text{handled}$

根据企业目标不一致性消解启发式规则 θ , 信息规划人员调整 B_{13} , 记为 B'_{13} : 缩减复杂流程或者对某些流程并行处理; 调整 B_{22} , 记为 B'_{22} : 对处理复杂或时间过长的流程增加适当工作人员, 从而快速有效地处理订单。调整后的 SG_1 和 SG_2 分别记为 SG'_1 和 SG'_2 。

最后对规划后目标进行验证。首先求出单个企业特定目标对通用目标或领域目标的支撑度, 本文以 SG_1 与 GG_1 为例, GG_1 的目标约束 $GCons_1 = \{\delta_{11}: \text{经济可行}; \delta_{12}: \text{技术可行}; \delta_{13}: \text{确保生产作业计划执行}; \delta_{14}: \text{符合国家政策与法律}\}$, 首先 $SBeh_1$ 对 GG_1 的支撑作用量 $[\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3] = [0.6, 0.5, 0.5]$, 则根据式(1)计算出 $\alpha = 0.53$; $GCons_1$ 对 $SBeh_1$ 的约束作用量为:

$$\begin{bmatrix} & B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ \delta_{11} & 0.7 & 0.6 & 0.6 \\ \delta_{12} & 0.6 & 0.4 & 0.5 \\ \delta_{13} & 0.4 & 0.3 & 0.3 \\ \delta_{14} & 0.5 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

则根据式(2)得 $\beta=0.49$ 。最后,由式(3),其中 a, b 由企业管理者取值均为 0.5 ,那么 $GSD(SG_1 \rightarrow GG_1)=0.5 \times 0.53 + 0.5 \times 0.49 \approx 0.5$ 。

同理,可求出各个企业特定目标对通用目标和领域目标的支撑度,建立起目标间的关联矩阵,不一致性目标 SG_1 与 SG_2 的目标支撑矩阵为:

$$\begin{bmatrix} & GG_1 & GG_2 & GG_3 & GG_4 & GG_5 & DG_1 & DG_2 & DG_3 \\ SG_1 & 0.5 & 0.6 & 0.5 & 0.6 & -0.1 & 0.5 & 0.8 & 0 \\ SG_2 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.3 & -0.5 & -0.6 \end{bmatrix}$$

根据式(4)计算得, $GSD(SG_1)=0.4250$; $GSD(SG_2)=0.1500$ 。

优化后,目标 SG_1' 和 SG_2' 的目标支撑矩阵为:

$$\begin{bmatrix} & GG_1 & GG_2 & GG_3 & GG_4 & GG_5 & DG_1 & DG_2 & DG_3 \\ SG_1' & 0.5 & 0.4 & 0.5 & 0.7 & 0.1 & 0.6 & 0.9 & 0 \\ SG_2' & 0.5 & 0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.3 & 0.4 & -0.2 & -0.4 \end{bmatrix}$$

根据式(4)计算得, $GSD(SG_1')=0.4625$; $GSD(SG_2')=0.2750$ 。

由 $GSD(SG_1') \geq GSD(SG_1)$, $GSD(SG_2') \geq GSD(SG_2)$ 可知,优化调整后的企业特定目标 SG_1' 和 SG_2' 合理,完成了企业目标不一致性消解。

结束语 企业目标规划是企业信息化规划的前提。为了提高企业信息化质量,确保信息化规划成功,降低信息化风险和成本,本文提出一种企业目标规划方法。该方法从企业抽象层次对企业领域和目标分类,以建立企业目标层次模型;在企业领域内,运用KAOS分析方法,分解抽象企业目标,获取精化的企业目标;发掘目标之间的关系,建立子目标之间时序关系,从而发现企业一些遗漏或隐含的关键性因素。通过可操作化目标对企业目标分解粒度把握,能够实现资源的合理分配和目标主体的清晰,以及主体之间依赖的确定,建立起符合现代企业领域特征和信息化业务需求的企业目标模型。同时,对常常忽略的企业目标不一致性进行了详细的分析,结合KAOS目标不一致性消解策略,制定了企业目标不一致性消解启发式规则,消除了企业目标的不一致性和二义性;并且通过定义目标支撑度这一概念对企业目标进行定量的分析与验证,确保了企业目标的正确性和可靠性。本文主要是围绕着企业信息化规划过程中企业目标的规划和优化,没有考虑如何将优化后的企业目标更好地融合到信息化实施过程中,因此还需要结合企业信息化实践进行进一步的研究。

参考文献

[1] Cho C, Cho N W. Design of a BPR-Based information strategy planning (ISP) framework[M]// Computational Science and Its Applications (ICCSA 2005). Springer Berlin Heidelberg, 2005: 1297-1305

[2] 吴迪, 贾卓生. 基于工作流的项目流程化信息管理系统设计[J].

计算机科学, 2008(3): 120-122

[3] Mun J, Shin M, Lee K, et al. Manufacturing enterprise collaboration based on a goal-oriented fuzzy trust evaluation model in a virtual enterprise [J]. Computers & Industrial Engineering, 2009, 56(3): 888-901

[4] Quartel D, Engelsman W, Jonkers H, et al. A goal-oriented requirements modelling language for enterprise architecture[C]// IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2009 (EDOC'09). IEEE, 2009: 3-13

[5] 范玉顺. 信息化管理战略与方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008

[6] 杨青, 王学军, 戴伟辉. 企业规划与信息系统规划目标统一建模[J]. 系统工程学报, 2003, 8(2): 115-122

[7] 杨青, 陈忠民, 黄丽华. 基于能力的公司规划与信息系统规划战略关系实证研究[J]. 管理工程学报, 2007, 21(3): 141-145

[8] 张玉林, 陈剑. 企业信息化战略规划的一种新的分析框架模型[J]. 管理科学学报, 2005, 8(4): 88-97

[9] 王伟然, 范玉顺. 面向信息化规划的模型管理[C]// 2005 亚洲国际过程自动化技术与装备展览会论文集, 2005

[10] 范玉顺. 企业信息化管理的战略框架与成熟度模型[J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14(7): 1290-1296

[11] Tabatabaie M, Polack F A C, Paige R F. Evaluating Goal-Oriented Analysis in the Domain of Enterprise Information Systems [M]// Enterprise Information Systems. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 62-70

[12] Brown G, Cheng B H C, Goldsby H, et al. Goal-oriented specification of adaptation requirements engineering in adaptive systems[C]// Proceedings of the 2006 international workshop on Self-adaptation and self-managing systems. ACM, 2006: 23-29

[13] Crook R, Ince D, Nuseibeh B. Using i^* to Model Access Policies; Relating Actors to Their Organizational Context[M]// Social Modeling for Requirements Engineering. MIT Press, 2011: 313-316

[14] 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): 1221-1231

[15] Jureta I J, Borgida A, Ernst N A, et al. Techne: Towards a new generation of requirements modeling languages with goals, preferences, and inconsistency handling[C]// 2010 18th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE). IEEE, 2010: 115-124

[16] Alrajeh D, Kramer J, Lamsweerde A, et al. Generating obstacle conditions for requirements completeness[C]// Proceedings of the 2012 International Conference on Software Engineering. IEEE Press, 2012: 705-715

[17] Feng F, Akiyama K, Liu Y, et al. Utility of PDL progenitors for in vivo tissue regeneration; a report of 3 cases[J]. Oral diseases, 2010, 16(1): 20-28

[18] Lilja K K, Laakso K, Palomki J. Using the Delphi Method[C]// Technology Management in the Energy Smart World. IEEE, 2011: 1-10

[19] Quartel D, Engelsman W, Jonkers H, et al. A goal-oriented requirements modelling language for enterprise architecture[C]// IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2009 (EDOC'09). IEEE, 2009: 3-13