

# 基于多机制与策略约束的任务分派元模型

李春芳<sup>1,2</sup>, 谭庆平<sup>1</sup>, 乐晓波<sup>2</sup>, 肖晓丽<sup>2</sup>

(1. 国防科学技术大学 计算机学院, 湖南 长沙 410015;

2. 长沙理工大学 计算机与通信工程学院, 湖南 长沙 410076)

**摘要:**任务分派是 workflow 系统的重要工作内容。以往的任务分派研究由于缺乏对任务分派内容的全面分析与定义, 由此导致相应任务分派系统的开发质量低下。通过对任务分派机制与策略的严格区分与定义, 定义了基于多机制与策略约束的工作流任务分派元模型, 并给出该模型的参考实现。

**关键词:**任务分派机制; 任务分派策略; 工作流任务分派元模型

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)02-0001-04

## Multi Mechanism and Policy Constraint - Based Workflow Task Assignment Meta - Model

LI Chun-fang<sup>1,2</sup>, TAN Qing-ping<sup>1</sup>, YUE Xiao-bo<sup>2</sup>, XIAO Xiao-li<sup>2</sup>

(1. Computer School of National University of Defense Technology, Changsha 410015, China;

2. Computer and Communication Engineering School

of Changsha University of Science & Technology, Changsha 410076, China)

**Abstract:** Task assignment is one of the most important works in WFMS. Most of the past analysis of the task assignment rarely defined the contents of the task assignment completely, so made the implementation is bad in adaptability. With the strictly distinguish of the task assignment mechanism and task assignment policy, the multi mechanism and policy constraint - based workflow task assignment meta - model is defined and the referent implementation is provided.

**Key words:** task assignment mechanism; task assignment policy; workflow task assignment meta - model

## 0 引言

任务分派是人们实际生活中的重要内容。许多场景都需要进行任务分派, 以便能将相应任务安排给适当的人员执行。随着计算机应用的深入, 任务分派工作也越来越多地由计算机应用程序来处理。然而, 与其它信息处理不同的是, 任务分派涉及内容非常广泛, 并且呈动态发展趋势<sup>[1]</sup>。一方面, 任务分派处理时需要考虑的因素非常多, 如任务处理者所必须具备的资格、条件、工作负荷情况, 甚至要考虑到他们的意愿与兴趣、工作质量以及效率综合评价等<sup>[2,3]</sup>。另一方面, 企业的任务分派内容结构随着市场竞争以及企业战略发展目标而随时需要调整。这都使得实际任务分派的

处理显得异常复杂。

目前, IT 学者们对于工作流任务分派方面的研究也日益广泛, 但往往不能全面清晰地认识与分解工作流任务分派内容, 从而造成相应工作流任务分派系统实现动态性不足, 不能很好地满足用户需求。文中从工作流任务分派机制与策略的角度对工作流任务分派内容进行严格区分与定义, 由此构造基于多机制与策略约束的工作流任务分派元模型, 以清晰地反映任务分派内容要素, 从而可以更好地指导工作流任务分派系统的设计与实现。

## 1 任务分派机制与任务分派策略

从任务分派处理过程以及结果来看, 影响任务分派处理及其结果的因素可划分为任务分派机制与任务分派策略两种。所谓任务分派机制 (Task Assignment Mechanism), 实际上就是定义任务分派处理过程的内容, 如是否允许任务执行候选者选择任务执行、是否允许任务管理者人为参与任务分派处理过程等。而任务

收稿日期: 2008-05-07

基金项目: 湖南省自然科学基金项目 (08JJ3124)

作者简介: 李春芳 (1975-), 女, 湖南祁阳人, 硕士, 讲师, 主要从事编程技术、软件工程方面的教学工作以及工作流任务分派方面的研究; 谭庆平, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为软件工程、工作流; 乐晓波, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为工作流及 Petri 网。

分派策略(Task Assignment Policy)实际上反映的是任务执行者、任务候选者、任务处理参与者集合对象的内容,通常表达为任务分派资格、条件、筛选策略的内容等等。任务分派机制决定了任务分派的过程概貌,而任务分派策略决定了任务分派处理的具体内容。它们互相关联,又互相独立。以往的研究过于集中于对任务分派策略具体内容的研究上,并且没有能够将任务分派机制与任务分派策略内容的研究有机地结合在一起,从而没有能够很好地指导实际 workflow 任务分派的开发,造成了 workflow 任务分派系统适应性与灵活性差的弱点。

### 1.1 任务分派机制

文中将 workflow 任务分派机制的内容归结为以下内容:

(1)任务选择机制。该机制定义了任务处理候选者是否有资格参与任务选择的内容。随着企业人性化管理的逐渐深入,在满足基本条件前提下,往往可以允许任务分派对象选择任务处理执行(通常称之为拉机制,反之则为推机制)。拉机制的实现在目前企业需求中的地位越来越高,但是它也带来了更多的复杂性。首先,需要设定允许选择的时间范围,并且系统仍然要根据特定原则在多个已选择相应任务的员工对象中进行筛选。由此,在系统与用户之间进行了多次的内容交互。而相对来说,基于推机制的任务分派实现稍微简单一些,仅仅由系统根据预定义的任务分派策略内容,来决定任务候选者以及任务执行者的内容。

(2)任务拒绝机制。任务拒绝机制定义了基于推的任务分派过程中,是否允许已分派的任务执行者基于实际任务处理情况(如出差、休假等)而拒绝相应任务执行的内容。如果系统允许任务拒绝,则系统需要在其余有资格进行任务处理的人员中重新选择合适的人员完成相应处理。这种重新进行任务分派的过程称之为任务重分派(Reassign)。

(3)任务委托机制<sup>[4]</sup>。任务委托机制定义了基于推的任务分派过程中,是否允许已分派的任务执行者选择他人代替完成任务处理的内容。为了保证任务处理的有效性,当系统允许委托时,往往需要定义任务委托条件、委托对象条件以及委托处理有效时间等。任务委托已经成为实际任务处理过程不可避免的一项内容。

(4)任务指派机制<sup>[5]</sup>。任务指派机制定义在实际任务分派处理过程中系统产生的任务分派执行者人数少于实际任务处理所需人数时所采取的一种方案,也就是允许特定任务分派监控处理人员通过临时指派来完成特定任务的分派处理。如果相应情况时有发生,

则需要任务分派逻辑定义人员修改任务分派策略内容。

以上多个任务分派机制的具体内容在实际的任务分派过程中共同作用来管理实际的任务分派过程。如推机制处理过程中系统分派的有资格的任务处理人员少于实际任务处理所需人数,则需要应用任务指派机制;允许任务拒绝则不能够允许任务委托等。而归根究底,就是企业员工对象在多个任务分派实例的执行过程中操作角色在任务处理参与者、任务处理候选者、任务执行者之间进行动态转换。除此之外,特定员工具有了任务分派过程管理者以及任务分派逻辑定义者的角色,来管理任务分派过程以及任务分派处理结果,而它们的操作也是需要经过特定的条件允许的。

### 1.2 任务分派策略

任务分派策略的内容决定了特定任务的多个操作角色对象集合的具体内容。结合以往的任务分派研究,可将任务分派策略定义如下:

(1)参与者选择策略。该策略定义了任务参与者的范围,以提高任务分派处理效率,对面向项目团队的任务分派尤其有效。如项目团队名称或不包含出差、休假的在岗人员等。

(2)资格策略。说明任务处理候选者所必须满足的条件内容。如“任务 A 必须由具有角色 B 的员工对象处理”等。

(3)需求策略。说明相应任务分派策略执行条件内容。该内容往往与实际业务流程业务对象状态密切相关。如“当条件 A 满足则任务分派给……,否则任务分派给……”

(4)职责分离策略。说明整个业务流程处理过程中,任务执行者必须排斥的内容。与之相对应的有职责相同策略。如“任务 A 的执行者不能与任务 B 的执行者相同”。

(5)筛选策略。该内容说明了当任务候选者人数多于实际任务处理所需人数时所必须采取的方案内容。筛选策略决定了任务候选者到任务执行者之间转换的内容。随着社会的发展与进步,筛选策略的内容越来越呈多样化,如基于优先级、基于负载平衡、基于员工的能力素质综合评价、基于员工兴趣度、基于社会关系甚至基于任务的相似度等<sup>[6]</sup>。

(6)多人协同处理策略。随着多人决策存在的日益广泛,该策略内容的定义与处理也越来越受到重视。该策略的具体内容定义可以是简单的人数或比例定义,也可能是复杂的比例或人数信息与角色、职位等信息的结合。如“任务 A 需 5 人共同完成,其中至少两人具有高级职称,85% 以上具有中级职称,一人为书写

员”等等。

从以上关于 workflow 任务分派的内容可以看出,任务分派策略的内容非常复杂细致,与它关联的既有动态的业务流程执行过程中业务对象的状态,还与员工对象的一些基本属性(如角色、职位等)密切关联。目前往往将与员工对象有关的属性结构内容定义为企业组织结构模型(Organization Model)。

### 1.3 企业组织结构模型

不同企业的组织结构显然不同,因此要定义一个统一的企业组织机构模型是非常困难的。以往的企业组织结构模型主要针对于具体的组织结构内容进行定义,文中通过对企业组织结构内容的简单抽象定义了如图 1 所示的动态组织结构模型。在此基础上定义各企业自身的具体组织结构模型。

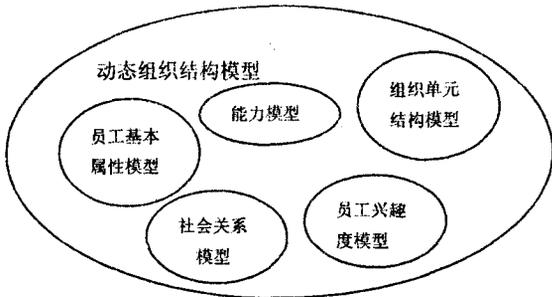


图 1 企业动态组织结构参考模型

动态组织结构模型的意义在于抽象了企业组织结构内容,使其容易被扩展与灵活定义。

(1)员工基本属性模型。该子模型定义了员工在企业中有关标识、地位以及权力的信息内容,如员工号、姓名、工作年限、职称、级别、角色、岗位、所属机构等。该部分内容往往成为资格策略密切关联的内容。

(2)组织单元结构模型。该子模型定义了组织单元实体自身的基本信息情况以及组织单元实体之间的层次属性内容。基于此,可补充角色结构模型等内容。

(3)能力模型。随着市场竞争的日益激烈,能力往往成为相应人员能够完成相应任务处理最直接具体的说明,也是任务合理性分配的一个重要标识。能力的内容结构可以是非常广泛的,如英文读写听说能力、测试能力、沟通能力及其它们的组合等。具体能力的描述可以通过类似“高”、“中”、“低”等字样来定性说明。

(4)兴趣度模型。随着社会管理水平的提高,人性化管理在企业管理的地位越来越高,由此定义了基于关注员工兴趣度的子模型。员工兴趣度的内容往往可以作为高效任务处理的一个重要依据,具有重要的实际意义。

(5)社会关系模型。该模型定义了员工与员工之间的协作程度,以便在需要多人团结协作处理任务时

合理选择相应的员工团体对象。

随着企业管理策略的不断发展与变化,企业组织结构模型的具体内容也在不断发展和变化。

## 2 基于多机制与策略约束的 workflow 任务分派元模型

基于以上分析与说明,定义基于多机制与策略约束的 workflow 任务分派元模型(Multi mechanism and policy constrained workflow task assignment meta model,简称 MMPC 模型),该模型如图 2 所示,用于指导实际的工作流任务分派系统开发。

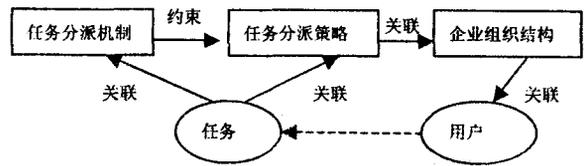


图 2 MMPC 模型

MMPC 模型通过任务分派机制与策略以及企业组织结构的描述间接定义了用户与任务之间的关联;通过这些间接关联内容的解释与执行,最终获取相应任务的候选者、执行者内容。MMPC 模型形式化定义如下:

定义 1:令  $WF$  是 workflow 系统中的业务流程集合,其中  $WF = \{WF_i | i = 1, \dots, n\}$ 。令  $TA$  是 workflow 系统中的任务集合,其中任务是 workflow 系统中资源分配以及调度的最小单位,每一任务都属于特定业务流程;文中所关注的都是人工处理类型任务,其中  $TA = \{TA_i | i = 1, \dots, m\}$ ;  $WF$  元素与  $TA$  元素之间存在一对多的映射关系。

定义 2:令  $EP$  为企业所有员工对象集合,其中  $EP = \{EP_i | i = 1, \dots, k\}$ 。令  $C$  为所有员工对象的企业组织结构信息条件约束内容集合,其中  $C = \{C_i | i = 1, \dots, t\}$ ,并且  $EP \times C \subseteq EP$ ,其中  $C$  包含了所有与任务分派可能相关的所有组织结构实体要素以及相应的约束条件内容。

定义 3:令  $TAM$  代表 workflow 系统中所有的任务分派机制信息,其中  $TAM = \{TAM_i | i = 1, \dots, p\}$ ,  $TAM_i$  可用一些原子操作进行描述,如  $task\_select(TA_i, pull)$  代表任务  $TA_i$  的任务选择机制为拉机制,  $task\_delegate(TA_i, true)$  代表任务  $TA_i$  允许委托执行,等等,其中  $i = 1, \dots, m$ 。

定义 4:令  $TAP$  代表 workflow 系统中所有的任务分派策略信息,其中  $TAP = \{TAP_i | i = 1, \dots, q\}$ ,  $TAP_i$  也可以用一些原子操作来进行描述,如  $participant\_policy(TA_i, C_j)$  代表只有具备约束条件为  $C_j$  的员工对象才

是任务  $TA_i$  的参与者对象, qualification\_policy ( $TA_i, C_j$ ) 代表具有条件  $C_j$  的用户才能完成任务  $TA_i$  的处理; filtration\_policy ( $TA_i, balance$ ) 代表基于负载平衡的筛选策略等等, 其中  $i=1, \dots, m, j=1, \dots, t$ 。

定义 5: 实际的任务分派过程是基于时间的推移而进行的, 不同时间点上任务分派处理的结果不同, 系统需要记录许多关键时间点的任务分派处理情况, 来支持系统复杂的任务分派以及重分派需求。关键时间点的内容包括任务分派就绪、开始、任务选择开始、任务分派选择结束、任务分派拒绝开始、任务分派拒绝结束、任务分派委托开始、任务分派委托结束、任务指派开始、任务指派结束、任务分派策略执行开始、任务分派策略执行结束等等。

令  $T$  为 workflow 任务分派关键时间点集合, 其中  $T = \{T_i | i=1, \dots, w\}$ 。随着任务分派关键时间点的推进, 员工的操作角色也在不断发生变化。这里的操作角色包括任务参与者、任务候选者、任务执行者、任务无关者四种。其中任务参与者代表了可参与任务执行选择的大致员工对象集合, 候选者代表了有资格完成相应任务处理的员工对象集合, 执行者代表真正可完成相应任务处理的人员集合, 而无关者代表了与该任务处理无关的人员。通过操作角色的明确定义以及区分, 明确了任务分派处理过程中的用户内容, 以便系统与相应人员完成不同的交互, 使得任务分派合理合法。令  $Participant(TA_i, T_j)$  代表任务  $TA_i$  在时间点  $T_j$  产生的任务参与者集合,  $Candidate(TA_i, T_j)$  代表任务  $TA_i$  在时间点  $T_j$  产生的候选者集合,  $Executor(TA_i, T_j)$  代表任务  $TA_i$  在时间点  $T_j$  产生的执行者集合,  $Irrespector(TA_i, T_j)$  代表任务  $TA_i$  在时间点  $T_j$  的无关者集合, 这些集合都是 EP 的子集。因此, 通过任务分派各关键时间点任务分派结果的详细记录, 正确反映多机制与策略约束的 workflow 任务分派结果, 以更好地支持合理的任务分派。

### 3 基于多机制与策略约束的任务分派系统设计及实现

从以上对任务分派机制以及分析与定义可知, 它们分别具有不同的描述与实现特征。其中, 任务分派机制内容通常是一些具有选择性内容与少量的设定性内容(如任务委托机制中往往需要声明任务委托条件以及任务委托人及委托对象内容), 往往不涉及复杂的

判断逻辑。而任务分派策略内容除了一些简单的选择性描述(基于优先级还是基于负荷平衡的筛选策略)与设定性描述(如会审人数或比例信息), 还有很多内容最终可以用 if...then...else 形式进行描述, 因此它们具有不同的实现方式。

随着人们对于应用程序开发的不断深入, 人们发现光定义类似 J2EE 这样的开发框架仍然是非常不够的, 大量的业务逻辑处理仍然以杂乱无章的形式被定义与执行, 由此导致相应业务逻辑处理定义与处理质量和效率低下, 严重地影响到了系统的灵活性和适用性。基于此, 人们开始将业务中一些核心逻辑单独定义与处理, 以集中描述系统可复用的核心策略内容, 并提高相应内容描述的灵活性与适应性, 从而提高整个系统的开发质量与效率, 这就是规则系统。由于任务分派策略包含着大量的业务处理逻辑, 因此任务分派策略部分的处理可以由规则系统来完成。将规则系统引入到 workflow 任务分派系统的实际设计与实现过程中, 可以大大提高任务分派定义质量以及任务分派处理效率。MMPC 的参考实现模型如图 3 所示。

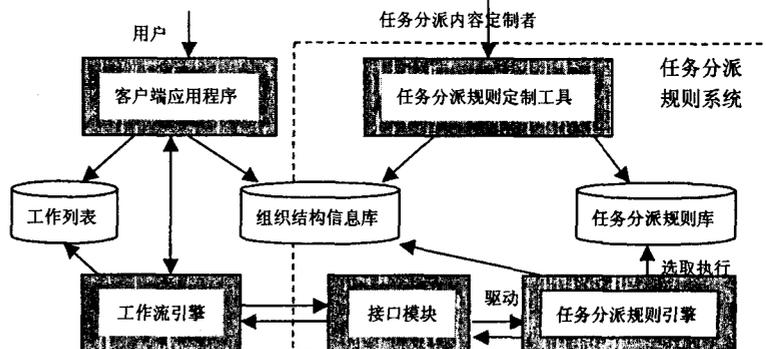


图 3 MMPC 的参考实现模型

MMPC 的参考实现模型主要由以下几个关键信息处理单元组成:

(1) 任务分派规则定制工具。业务人员通过该工具不仅定义任务分派策略内容, 还可以定义任务分派机制内容, 以直接反映企业的任务分派需求。系统分别解释它们, 并将它们分别存储到任务分派规则库中。

(2) 任务分派规则引擎。该处理单元主要用于完成任务分派策略规则的匹配以及规则执行, 以便当工作流引擎需要完成特定任务的策略处理时, 可以根据传递过来的事实对象(如业务流程实例对象、任务对象、业务流程中临时变量等)找出适合的任务分派策略执行, 并将产生的对象反馈给工作流引擎。

(3) 工作流引擎。该处理单元主要用于完成任务分派机制内容的获取、判断以及执行, 并根据任务分派

通常解决的办法是:

一,所有的动画图片必须使用相同的色彩模式以及透明色彩。如,以角色动画所在的应用程序的色彩模式为基础来设置你的角色的色彩模式。否则,当图片被加载的时候,或许会出现图片色彩被重新绘制。

二,可以通过限制使用的色彩的数量减少这种情况的影响,同时用数量更少的色彩,可能会减小角色文件的大小。

### 4.3 分支设计的问题

可以使用“分支”来创建(不确定的)循环的动作。然而,注意一旦一个循环动作播放的时候,其他的动作将不能够播放,直到下一个事件(event)的到来才能停止动作的播放,比如:当用户按下“push-to-talk”键或者应用软件调用 Stop 方法时。因此,在创建一个循环动作之前,要谨慎地考虑前后所要使用的动作(以免陷入循环而影响其它动作的播放)。

在“branching”选项板中,也可以创建一个“Exit Branching(退出分支)”。“退出分支”是指,当前这个动作已被结束,而下一个动作尚未开始之前,所要分支到的那个帧。

定义退出分支能够使得动作从一帧过渡到下一帧更为平滑。退出分支不能被创建成循环形式,而且必须要能退出动作的最后一帧。

(上接第 3 页)

规则引擎处理结果完成任务分派处理。任务分派处理结果存储到工作列表中。

(4)接口模块。它是 workflow 引擎以及任务分派规则引擎信息交互的桥梁,实现 workflow 引擎与任务分派规则引擎的并行处理,从而提高整个 workflow 系统的任务分派处理效率。

(5)客户端应用程序。不同的操作角色通过不同的客户端应用程序获取工作列表中特定工作项的不同内容,以完成不同的任务处理操作(如查看或处理等)。

由上可知,基于任务分派机制以及任务分派策略的不同描述特征,需要采取不同的实施策略。通过 workflow 引擎以及任务分派规则引擎的分工协作,可以提高整个 workflow 系统的任务分派质量和效率,提高整个 workflow 系统的灵活性和可移植性。

## 4 结束语

通过对任务分派内容的合理划分与定义,建立基于多机制与策略约束的任务分派元模型,从而全面反映任务分派要素;基于任务分派机制以及策略的不同实现策略,给出相应的工作流任务分派系统参考实现,

## 5 结束语

Microsoft Agent 是一种集智能化与人性化于一体的新技术,在多媒体软件开发中具有广阔的应用前景。然而国内软件开发者通常都是调用国外,特别是微软公司开发的角色动画(如圣诞老人),而这种角色动画具有浓郁的西方文化特征,因而,不一定适合国内软件用户使用,从而在一定程度上影响了软件开发的质量。因而,通过文中的 Microsoft Agent 角色设计与开发介绍,能为广大软件开发人员开发出适合自己软件特征的角色动画提供帮助,从而开发出具有丰富个性特征的多媒体软件。

### 参考文献:

- [1] The Developer's Introduction to Microsoft Agent[EB/OL]. [2007-10-11]. <http://www.microsoft.com/msagent/dev/docs/default.asp#MIND>.
- [2] Microsoft Agent SDK documentation[EB/OL]. [2007-10-11]. <http://www.microsoft.com/msagent/dev/docs/default.asp#SDK>.
- [3] 朱永海.制作 Microsoft agent 角色课件动画[J]. 中小学信息技术教育,2007(9): 64-67.
- [4] 朱永海. Microsoft Agent 语音技术的 Authorware 调用[J]. 计算机技术与发展,2008,18(8):169-173.
- [5] 贾建华. 语音合成及语音处理[D]. 长沙:中南大学,2002.

以满足企业复杂多样的任务分派需求,提高 workflow 任务分派系统开发效率以及质量。

### 参考文献:

- [1] Shen Minxin, Tzeng Gwo-Hshiang, Liu Duen-Ren. Multi-criteria task assignment in workflow management Systems [C]//Hawaii Int'l Conf on System Sciences. Hawaii, USA: [s. n.],2003.
- [2] 张晓光,曹健,张申生.策略约束面向角色和团队关系的工作流任务分配管理[J]. 计算机研究与发展,2002, 39(12):1556-1562.
- [3] Muehlen M Z. Organizational Management in Workflow Applications - Issues and Perspectives[M]. [s. l.]:Kluwer Academic Publishers,2004:271-291.
- [4] Atluri V, Warner J. Supporting Conditional Delegation in secure workflow management systems[C]//Proceedings of the tenth ACM symposium on Access Control models and technologies. New York, USA:[s. n.],2005.
- [5] 曹健,张申生,周晓俊,等.面向团队工作的柔性工作流任务分配方法[J]. 计算机集成制造系统 CIMS,2003, 9(11):1006-1011.
- [6] 陈传波,赵伟伟.一种自主工作流任务分配策略[J]. 华中科技大学学报:自然科学版,2005,33(6):20-22.