

文章编号:1001-9081(2006)10-2505-04

一个基于同步器扩充的迁移 workflow 系统模型

孙志东,曾广周,范志强

(山东大学 计算机科学与技术学院,山东 济南 250061)

(sunzd@sdu.edu.cn)

摘要:通过对迁移 workflow 系统模型各要素进行分析,构建了一个基于 Petri 网的迁移 workflow 系统模型。模型以同步器为库所,并在此上扩充了位置概念和资源与服务能力,适应了迁移环境下的变迁点火规则,动态地将迁移 workflow 系统中的任务集在迁移环境中得以体现,较好地模拟了迁移 workflow 系统整个运行过程。

关键词:模型; Petri 网; workflow 管理; 迁移 workflow 系统

中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A

Migrating workflow system model based on synchronizer

SUN Zhi-dong, ZENG Guang-zhou, FAN Zhi-qiang

(School of Computer Science and Technology, Shandong University, Jinan Shandong 250061, China)

Abstract: Owing to dynamic process definition and complicated framework, thus migrating workflow system lacks of a clear definition on the model. A migrating workflow system model based on Petri net was established through the analysis of the elements. The model acted the synchronous machine as the places, and the concept and location of resources & service capabilities were expanded to be adapted to the transition enabled rules in the migrating environment. And the task sets embodied in the migrating environment can be reflected dynamically. At last, the entire operation relocation process of migrating workflow system was simulated well.

Key words: model; Petri net; workflow management; migrating workflow system

0 引言

迁移 workflow 系统(Migrating Workflow System)是具有自组织、自学习和协同工作能力的智能 workflow 系统,是当前 workflow 研究的新方向和未来发展趋势。迁移 workflow 模型建立的核心是对动态过程的定义,而传统的工作流模型不具备动态可变和灵活的工作流运行模式,再加上执行主体本质上的自主性和学习能力,以及对资源与环境的动态依赖,使得迁移 workflow 在建模和运行时与传统工作流建模具有较大的差别。因此,迁移 workflow 建模成为当前研究工作的难点之一。

文献[1]提出的工作流模型对传统的工作流网进行了有益的扩充,但对于系统任务集中迁移变迁的描述,由于涉及到位置与移动的概念描述,实践表明该模型仍不足对迁移 workflow 系统进行有益地描述。尤其是在迁移 workflow 系统的活动中,不仅存在着业务流程中的任务集,还存在着为了实现以移动计算为特征的分布式工作流应用系统所独有的活动。其中最为频繁的是在迁移 workflow 管理引擎之下,以迁移实例为主体从一个停靠站服务器迁移到另一个停靠站服务的迁移活动,这是迁移 workflow 区别于传统集中式工作流的核心事件,体现了迁移 workflow 与传统工作流的本质区别。现有的工作流网在描述迁移 workflow 系统时存在着明显的不足,突出表现为位置概念无法得到体现,变迁点火规则不适合扩展后变迁的需要,动态路由选择无法描述,无法描述不同性质的连接等。本文从分析迁移 workflow 建模各要素出发,在扩充同步器的基础

上构建了一个迁移 workflow Petri 网模型。

1 相关的概念及知识

1.1 迁移 workflow 系统简介

文献[2]给出了一种基于移动计算范型的迁移 workflow 管理系统框架,框架由管理引擎、迁移实例和工作位置组成。管理引擎按照工作流的过程定义创建迁移实例,为其分派任务,并将其派遣到初始工作位置上启动执行。管理引擎还包括迁移实例的跟踪、回收、工作控制和多迁移实例协调等功能。停靠站服务器及与其相连的局域工作机网络是迁移实例的工作位置,工作位置为迁移实例提供所需的工作流服务和资源服务。在迁移 workflow 管理系统中,迁移实例是任务的执行主体,可以在某个工作位置上利用本地资源和本地服务执行一项或多项任务。当迁移实例发现当前工作位置不能满足其执行任务的要求时,可以携带任务说明书和当前执行结果迁移到另一个能满足其要求的工作位置上继续执行。下一个工作位置的选择决定于迁移实例的目标和当前任务的需求。当一个 workflow 由多个并行的子过程组成时,对于不同的业务处理过程,不同的迁移实例可以在不同的工作位置上生成并首先在该工作位置运行,因此迁移 workflow 模型有效提高 workflow 系统处于动态分布式环境的灵活性。

1.2 P/T_网(库所/变迁网)简介

P/T_网(库所/变迁网)是一类以物质资源流动为特性的 Petri 网系统。

收稿日期:2006-04-06;修订日期:2006-06-14

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60573169);山东省科学技术发展计划资助项目(031110123)

作者简介:孙志东(1973-),男,硕士,主要研究方向:智能计算与协同技术;曾广周(1947-),男,博士生导师,主要研究方向:CSCW、智能计算理论与技术、移动计算及其应用技术;范志强(1978-),男,硕士,主要研究方向:智能计算与协同技术。

定义 1 P/T_网定义为六元组 $\Sigma = (P, T; F, K, W, M_0)$, P 代表库所, T 代表变迁。其中 $(P, T; F)$ 构成有向网, 称为 Σ 的基网, K, W, M_0 依次为 Σ 上的容量函数、权函数和标识。 M_0 称为 Σ 的初始标识。

定义 2 对于 P/T_网, 令 $M \in [M_0 >]$ 且 $M \neq M_0$, 则存在序列 $\delta = M_0 t_1 M_1 t_2 \cdots t_n M_n, n \geq 1$, 使得 $\nu_i: 0 < i \leq n$, $M_{i-1} \uparrow t_i > M_i$, 且 $M_n = M$ 。反之, 若存在这样的序列 δ , 则 $M_n \in [M_0 >]$ 。

1.3 workflow 模型简介

文献[2]应用 Petri 网的基本概念讨论了业务流程的形式化, 在改进 Alast 的 WF_net^[3] 单个业务案例独立的动态行为基础上, 定义了 workflow 及 workflow 管理, 由 workflow 逻辑网的对偶网及显性内容给出了 workflow 引擎网, 为 workflow 及其引擎定义出形式化模型并给出相关的分析技术。

定义 3 $\Sigma = (P, T; F, K, W, M_0)$ 称为任务集 (Task, $<$) 的 workflow 逻辑, 记作 $WF_logic(Task)$, 或简称为 WF_logic , 其中 $(P, T; F)$ 为有限有向网, $(P, T; F, K, W)$ 为同步网, 且 $p \in P(p = \emptyset), (T, < \cdot) = (Task, <)$ 。

文献[2]提出的 workflow 模型, 业务过程的任务关系依赖就是相邻环节之间的同步。库所就是同步器, 同步器 $p = (T_1, T_2, (a_1, a_2))$ 根据 $|T_1|, |T_2|, a_1, a_2$ 来分类。分类主要依据 $a_1, |T_1|$ 及 $a_2, |T_2|$ 的关系, 分为选择和并行两类。根据 workflow 逻辑的变迁规则, p 只能等待 T_1 中的变迁发生, 然后才能授予 T_2 中变迁发生权, 所以 p 只对 T_2 有主动权。

2 迁移 workflow 系统建模各要素分析

2.1 迁移 workflow 模型中的变迁

在迁移 workflow 系统中, 由于业务过程中的任务集被映射为携带任务说明书和工作位置列表的迁移实例, 整个系统的变迁使能表现为迁移实例状态的变化。在此过程中, 任务不仅受传统任务资源驱动的影响, 且只有在迁移实例处于一个特定状态时, 才能使业务过程的任务集发生使能变迁。从整个系统的角度, 任务的变迁使能表现为仅从迁移实例状态发生的变迁中发生流动, 即作为令牌出现。而从迁移实例的角度来看, 当其处于运行状态时, 任务的变迁仅受资源的驱动。

针对这种情况, 本文把迁移 workflow 中的变迁划分为两类: 一类变迁是在迁移实例网中任务状态的变化, 即在迁移实例网中, 任务受资源驱动而发生活动。任务的资源驱动是指任务的启动由资源依赖集及相关条件决定, 这种变化是不可逆的。另一种活动就是在迁移引擎控制网中为保证迁移实例网的有效运行任务而发生的系统任务集。

定义 4 任务变迁。在迁移实例网中存在的业务过程任务集, 依赖任务的资源驱动发生的活动, 称为任务变迁。

定义 5 系统变迁。在迁移引擎网中为维护和管理迁移实例和停靠站服务器的正常运行而发生的活动, 称为系统变迁。

定义 6 迁移变迁。迁移实例为完成业务流程中的任务, 携带任务从工作位置迁移到另一合适位置发生的位置变迁, 称为迁移变迁。

从根本上说, 任务变迁在发生使能时都位于迁移实例网中的同一位置, 即任务变迁不发生位置的变化, 但这种变迁必须位于迁移实例网中的特定状态下才能进行。而系统变迁则不然, 系统变迁由于涉及到迁移实例、停靠站服务器及其工作

和管理引擎, 因此系统变迁发生的位置不是单一的。尤其是迁移变迁, 还将涉及到位置的变化。迁移变迁发生的两个必要条件: 1) 迁移实例执行的任务尚未完成, 即任务处于未完成状态; 2) 与位置概念紧密相连, 每次发生使能时迁移实例携带任务位置发生了变化。这两个条件缺一不可。

传统的工作流一般要由人判断隐性内容是否完成, 给出显性结论, 以判断是否是循环、重做或继续执行。显然, 仅根据任务状态的细化就将迁移变迁同时出现在 workflow 逻辑网上是不够的。一般地, 这种判断应该在 workflow 管理的实现阶段由引擎根据显性内容来调度。从理论上说, 迁移实例实施迁移只有在迁移 workflow 管理的实现阶段所发生的事件, 应当由 workflow 管理引擎根据显性内容来调度实施。但由于在迁移 workflow 中, 迁移实例是具有智能特性的自学习的实体, 迁移任务是在分布式环境中实现的任务, 是否实施位置的迁移, 依据迁移的方式完全可由迁移实例依据相关的前提条件和迁移实例的智能经验来进行, 不涉及外界因素。从具体实例来看, 迁移实例实施迁移变迁, 必须在任务未完成状态来实施。任务完成与否涉及到操作内容, 特别是隐性内容, 完全由迁移实例根据事先给出的条件和自身经验进行判断和操作。因此迁移 workflow 系统中的迁移事件区别于传统意义上的循环或重做, 同样属于 workflow 管理的范畴, 可由计算机根据 workflow 引擎管理的任务和赋与的过程定义和任务依赖关系, 由迁移实例根据携带的任务状态自主决定未完成状态的任务执行迁移事件并继续执行, 直到任务得以全部自动来完成。所以, 在迁移 workflow 系统中, 迁移事件不必由管理引擎根据显性内容, 而是由迁移实例根据隐性内容即可实施, 这样就从客观上保证了迁移变迁在整个迁移 workflow 模型中所处的位置。

2.2 迁移 workflow 模型变迁的外延

在文献[1]提出的 workflow 网中, 变迁代表业务流中的任务, 其外延即库所对应着过程中的任务状态, 表示任务相邻环节之间的同步, 因此其构造的 workflow 网的库所就是同步器。迁移 workflow 模型中任务变迁的外延同样也对应着过程中的任务的状态。随着变迁的扩充, 加之迁移 workflow 系统框架具有的复杂结构, 库所的内涵也随之发生变化, 尤其迁移变迁涉及位置变化, 其外延构造更为复杂, 已超过同步器的所包含的内容。

定义 7 迁移域。在迁移 workflow 中, 若针对某一任务, 能够提供 workflow 服务和资源服务的停靠站服务器集合, 称为迁移域。如对于位置 p_1, p_2, \dots, p_i , 能够为某一任务提供 workflow 服务和资源服务, 则将位置 p_1, p_2, \dots, p_i 归为一个迁移域 S 。

在整个迁移 workflow 事件整个过程中, 迁移变迁发生的时机包括两个方面: 1) 迁移实例被创建后, 管理引擎按照相应的派遣策略派遣迁移实例到首个工作位置。2) 迁移实例在相应的停靠站服务器里不满足迁移实例执行 workflow 资源服务和 workflow 服务的条件, 在迁移域内实施的迁移。由于迁移事件涉及到管理引擎、停靠站服务器和迁移实例 (本文暂不考虑工作机网络) 的交互行为, 涉及到迁移寻址的结果和迁移域内位置的确定, 因此在具体的案例中迁移变迁发生使能时, 不仅使一般库所 (非伴随库所) 中的托肯数发生改变, 更重要的是对系统中的其他元素发生了改变。

对于任一携带任务列表的迁移实例而言, 其工作位置是停靠站服务器, 假设其位置是在第 i 个停靠站服务器, 记为 p_i , 即将迁入的为第 j 个停靠站服务器, 记为 p_j 。从第 i 个位置迁移事件称为 $Migrate(i, j)$, 则迁移变迁 $Migrate(i, j)$ 发生使能需

要满足以下条件:1) 任务 t 处于未完成状态;2) 当前位置的工作流服务和资源服务不能满足其需要;3) 迁移查询完成并输出查询结果;4) 迁移实例处于迁移态且具有自主迁移能力。其中 p_i 是 $Migrate(i, j)$ 的前集, 而 p_j 是它的后集。在这里其前集是一个具体的位置, 而其后集则对应着迁移域, 也就是一个位置集。从理论上说, 迁移寻址的结果是一个地址集, 一般不只有一个结果, 否则就会失去迁移 workflow 分布式执行的意义。在实际中可能会出现仅存在一个结果的情况。只有在执行阶段才能确定一个具体的位置。因此, 在迁移时将涉及如何将位置模型向迁移环境映射的问题。

为了将迁移域的位置集在迁移引擎控制网中充分体现, 本文在同步器的基础上对迁移 workflow 的库所进行扩充。

1) 扩充模型中的位置概念。将位置分为迁移域位置和工作位置, 其中迁移域位置用于迁移引擎控制网, 工作位置用于描述迁移实例 Petri 子网。工作位置是由系统框架中的停靠站服务器和工作机网络的抽象, 它可细化由两个子位置结构构成: 停靠站服务器和工作机网络组成。

2) 是对工作位置的资源类型细化。停靠站服务器是迁移实例迁移的目的地, 也是任务实际执行的位置。停靠站服务器具有资源状态属性 (Wr_status)、服务能力属性 (W_s) 二个基本属性。资源状态属性、服务能力属性是工作机网络中分站点资源状态、功能等属性在停靠站服务器上的映射。迁移实例所需要的资源服务由与停靠站服务器相连接的各工作机提供。映射在停靠站服务器上的资源服务能力是该位置是否满足系统变迁点火规则的重要依据, 同样也是迁移变迁执行点火判断的重要因素。停靠站服务器中还保存一张对应工作域分站点服务能力树型图, 其中每个节点包含当前服务能力、访问权限控制信息, 是迁移实例网任务变迁点火的判据。

3) 扩充影响迁移变迁的其他资源类型。对于迁移 workflow 而言, 仅对位置的划分和工作位置资源类型细化来确定迁移变迁的外延是不够的。在迁移实例实施迁移变迁时, 迁移决策涉及的因素较多。迁移查询的结果仅是迁移实例实施迁移的一个参考因素, 整个迁移域内 CPU 资源状况、迁移路由、传输线路等, 由管理引擎向迁移实例实时提供数据, 该数据我们称之为全局数据 ($MWEngine_data$)。它和迁移实例的历史经验 ($MI_Experience_data$) 都是迁移决策时的重要因素, 直接影响迁移路由选择和迁移点火, 同样也应作为资源看待。这样在已有的资源分类的基础上, 资源类型可划分为人力资源、物力资源、数据资源、CPU 及传输线路资源等。

4) 在迁移引擎控制网中, 迁移实例携带任务列表和迁移位置表, 与迁移实例结构体打包作为令牌存在。任务变迁只有在引擎网中被加上必要的限制才能使其激活。因此, 若要使任务变迁使能, 迁移实例必须位于迁移引擎网中特定位置。扩充的资源类型只有实现阶段充当局部变量, 由变迁进行读写操作, 因而不能在迁移引擎控制网中用库所中的令牌对资源类型进行区分, 而是作为实现阶段由变迁进行读和写操作。我们将工作位置的资源类型和迁移实例结构体用固定形状的令牌在停靠站子位置中进行描述, 而将扩充的资源类型作为读写变量来操作。

若已知 $WPS = \{ \langle ws_1, server_1 \rangle, \langle ws_2, server_1 \rangle, \dots, \langle ws_m, server_m \rangle \}$ 是 workflow 服务集合, 其中 ws 表示任意位置提供的服务能力, $server$ 表示任意位置服务主体。 $WPR = \{ wr_1, wr_2, \dots, wr_n \}$ 为当前位置迁移实例提供的资源集合。设迁移实例当前位置是 P_i , 其当前任务为 t , t 的服务需求为 s , 资

源需求为 r , 该任务的迁移位置表为 $M_tasklist$ 。迁移寻址 $MigrationSearch$ 的结果是一个位置集合 M_Wp , 其中 $M_Wp \subseteq WP$, 则 $P_j \in M_Wp$, 且 $P_j = MwEngine.date \wedge MigrationSearch(M_tasklist) \wedge MI.Experience.date$ 。则迁移变迁的外延如图 1 所示, 其中 $MigrationSearch(M_tasklist)$ 、 $MwEngine.date$ 为读数据, $MI.Experience.date$ 为读写数据。

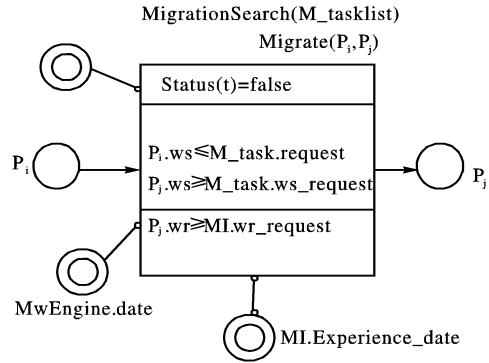


图 1 迁移变迁的外延

2.3 迁移 workflow 模型中的变迁点火规则

根据上述对变迁及其外延的分析, 迁移 workflow 模型中的变迁点火, 相应的也分为两类: 一类是发生在迁移实例网中的任务变迁点火。第二类是迁移引擎控制网中的系统变迁点火规则, 其中包括较为特殊的一类——迁移变迁点火规则。

在迁移实例网中, 任务变迁点火仍是传统意义上资源依赖上的满足。任务状态是为了保证 workflow 模型中迁移实例执行 workflow 所设置的任务不同运行阶段, 包括初始态、就绪态, 执行态、挂起态、终止态、执行后态和完成态不同运行阶段。由于任务变迁必须位于迁移实例的特定状态才能发生, 因此迁移实例当前状态用堆栈来进行保存。建立的模型必须保证各项迁移任务能够顺利进行, 因此表现在迁移实例网中, Σ 为有限无冲撞的 P/T 系统。

定义 8 任务变迁点火规则。在迁移实例网中, 任务变迁点火的条件是在 P/T 系统变迁规则基础上加上以下约束:

- 1) 迁移实例处于特定状态。
- 2) 同步器 $p = (T_1, T_2, (a_1, a_2))$ 只有在 $M(p) = a_1 \times a_2$ 时才能同步授权给 T_2 中变迁发生权。

在迁移引擎控制网模型中, 对迁移实例的状态描述为初始态、就绪态、运行态、挂起态、迁移态、终止态和结束态。为了体现动态迁移特性, 将库所在同步器的基础上增加子位置元素, 细化并扩充系统依赖资源, 同时对令牌进行了扩充。

定义 9 系统变迁点火规则。在迁移引擎控制网中, 系统变迁点火的条件是对 P/T 系统变迁点火规则的基础上加上以下约束:

- 1) 在迁移域内同一工作位置上, 变迁仅且只能发生一次。
- 2) 同步器 $p = (T_1, T_2, (a_1, a_2))$ 只有在 $M(p) = a_1 \times a_2$ 时才能同步授权给 T_2 中变迁发生权。

迁移变迁是在迁移引擎控制网的层次上发生的, 它在整个模型中处于系统的上层。迁移变迁是系统变迁中具有特殊意义的一类变迁, 只有在实现阶段发生才有意义, 这也是迁移 workflow 动态过程定义的体现。迁移实例实施迁移变迁时要考虑以下因素: 1) 以任务点火规则和资源依赖情况作为判据, 迁移依赖于工作位置的工作流服务与资源, 即所在停靠站服务器的综合服务能力。2) 迁移路线上站点 CPU 占用情况、通信线路的占用情况等因素必须由管理引擎综合进行考虑,

并向迁移实例实时反馈。3) 迁移实例本身具有自学习能力, 能够通过把迁出前的状态与已经历过的形势进行类比, 来获得更高智能水平的迁移决策, 并最终做出判断。综合上述因素, 最终根据迁移实例的迁移方式(强迁移和弱迁移), 由迁移实例做出综合最优选择, 若为强迁移则由迁移实例自动实施, 若为弱迁移则由管理引擎强制实施。本文限于篇幅的需要, 仅讨论强迁移这种情况。

定义 10 迁移变迁点火规则。 $Migrating(i, j) = migrate_to(p_1) \text{ if } b_1 \cdots migrate_to(p_n) \text{ if } b_n$ 只有在下列条件下才能满足:

对于 $\forall i$: 其中 p 是规则的当前位置库所, 而 p_i 是规则的迁移目标库所。 $b_i = Status(t) \wedge P_j, answer \wedge (P_j, ws \geq M_task. ws_request) \wedge P_j, wr \geq MI. wr_request$

3 模型及其正确性分析

由文献[1]可知在迁移工作流中既存在着迁移实例网中的迁移任务集, 又存在着迁移引擎控制网的系统任务集。迁移任务集与迁移实例结构体作为令牌存在于迁移引擎控制网中的, 而这是两个层次构建的任务集, 是无法在同一个迁移工作流逻辑网中出现的。

定义 11 逻辑任务集(Logical Task)。迁移实例在迁移域内任一工作位置上所执行的迁移任务与系统活动, 我们定义为逻辑任务。在整个迁移域内的逻辑任务集合, 称为逻辑任务集。记作 (L_task, S) , 其中 S 为迁移实例的迁移域。

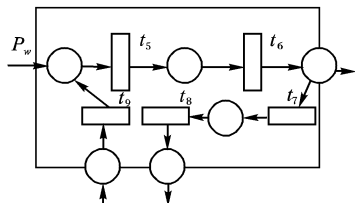


图2 逻辑任务

其中变迁的含义: t_5 复制资源和工作流服务, t_6 工作流任务执行, t_7 迁移查询, t_8 执行迁出, t_9 迁入。

逻辑任务集将业务流程中的任务集与系统任务集得到统一, 存在于迁移工作流网中。位于 p_w 的逻辑任务如图2所示, $L_task_i = (t_5, t_6, t_7, t_8, t_9)$, 其中 $t_6 = (ts_i, p_i), p_i \in S, ts_i \in M_task, i = 1, 2, \dots, n, P_w = wp_1 \cup wp_2 \cup wp_3 \cup \dots \cup wp_k$, 且 $P_w \subseteq WP, wp_i \in WP, 1 \leq k \leq n, M_task = (ts_1, wp_1) \cup (ts_2, wp_2) \cup \dots \cup (ts_n, wp_n)$, 其中 ts_i 为任务片, 且 $ts_1 \cup ts_2 \cup \dots \cup ts_n = M_Bp, (ts_1, < \cdot), (M_Bp, <)$ 称为迁移工作流系统业务进程的业务集, 其中 M_Bp 为有限集合。

这样, 逻辑任务集将业务流程中的任务集与系统任务集得到统一, 共同存在于迁移工作流网中, 迁移工作流系统业务过程转化为: 提交业务目标、任务规划、创建迁移实例、迁移到指定工作位置、执行逻辑任务, 传输结果, 最后回收缓存复用或杀死等具体活动组成。

定义 12 迁移工作流网。 $\sum = (P, T; F, K, W, M_0)$ 称为逻辑任务集 $(L_Task, < \cdot)$ 的工作流网, 记作 $MWF_net(L_Task)$, 或简称为 WF_net , 其中 $(P, T; F)$ 为有限有向网, $(P, T; F, K, W)$ 为同步网, 且 $\forall p \in P(\cdot p = \emptyset), (T, < \cdot) = (L_Task, <)$ 。如图3所示。

图中变迁表示的意义: t_1 提出业务目标, t_2 规划任务, t_3 创建 MI / 迁入 MI, t_4 派遣到工作位置, L_task 执行逻辑任务, t_5 复制资源和工作流服务, t_6 工作流任务执行, t_7 迁移查询, t_8 执行迁出, t_9 迁入, t_{10} 传输任务完成结果, t_{11} MI 回收或杀死。

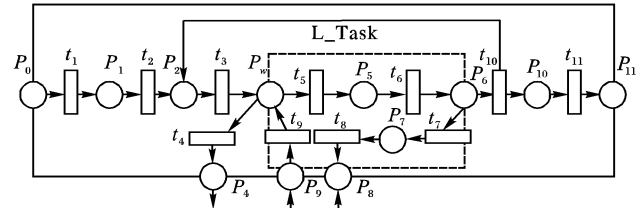


图3 迁移工作流网

由于迁移工作流网给出的是所有迁移工作流案例共享的路径框架, 其中的冲突(选择同步器)由案例属性消解, 并做出选择。所以只要根据本文对迁移工作流系统模型中各要素的分析, 来证明定义12的迁移工作流网具有畅通性便可证明其正确性, 即保证该工作流逻辑入口库所中的令牌经传递(串行器)、复制及合并能流动到一个终点库所, 而且与冲突消解方案无关。

通过对上述基于 Petri 网的模型的转化, 很容易对其进行验证。例如, 假设在初始状态 p_0 有一个令牌, 利用 P/T 系统的可达性分析, 可以方便地验证标记 M 是可达的。抵达 M 的点火序列如下:

$$p_0 t_1 p_1 t_2 p_2 t_3 P_w (L_task, S) p_6 t_{10} p_{10} t_{11} p_{11}$$

在此序列中, 迁移实例在整个迁移域内为执行完成迁移任务并实施多次迁移, 只有在迁移任务完成后最终被回收作缓存复用或被杀死。

最后对定义12的迁移工作流网语义进行分析。工作流语义是用案例属性中的显性内容消解冲突, 为具体的迁移工作流案例确定实际路径。因此, 只要看它能否正确的消解冲突就能得以判断。在图3底层的迁移工作流逻辑中 $p = (\{t_6\}, \{t_7, t_{10}\}, \{1, 1\})$ 为选择同步器, 要从 t_6, t_8 中选择一个。 t_6, t_8 的判断条件函数分别是 t 和非 t , 对于 t 的执行后情况任何值只能有这两种选择, 所以无论在任何情况下都能正确地消解冲突。

4 结语

本文基于停靠站服务器的迁移工作流管理系统框架下, 对迁移工作流系统模型建模各要素进行了分析, 构建了一个基于 Petri 网的迁移工作流系统模型。模型的库所在同步器的基础上扩充了位置概念和资源与服务能力, 通过定义迁移环境下的变迁点火规则, 动态地将迁移工作流系统中的任务集在迁移环境中得以体现, 最后对构建的迁移工作流网进行了正确性分析。下一步, 我们将对整个迁移工作流系统的业务过程进行形式化描述, 针对迁移工作流系统的复杂结构, 使用层次建模的方法来构建和完善现有的迁移工作模型。

参考文献:

- [1] 袁崇义. Petri 网原理与应用[M]. 第2版. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [2] 曾广周, 党妍. 基于移动计算范型的迁移工作流研究[J]. 计算机学报. 2003, 26(10): 1343 - 1349.
- [3] VAN DER ALAST W, VAN HEE K. Workflow Management Models, methods and systems[M]. 1st edition, MIT Press, 2002.