

社会化业务流程管理及其流程推荐算法

叶岩明^{1,2,3}, 徐悦甦², 尹建伟², 任一支³, 丁 宏³

(1. 杭州电子科技大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江大学 计算机科学与技术学院, 浙江 杭州 310027;
3. 杭州电子科技大学 计算机学院, 浙江 杭州 310018)

摘 要:为了解决传统业务流程管理系统在开放性和灵活性方面的不足,提高目标用户满意度,提出一种社会化业务流程管理系统原型,并在此基础上论证了社会化业务流程建模的推荐方法。与传统的业务流程推荐算法推荐下一流程节点或片段不同,该方法主要用于挖掘匹配度高的流程执行模型元路径,有助于收敛社会化流程建模过程。实验结果表明,该方法能够有效地提高实际应用中的用户满意度。

关键词:流程推荐;社会化业务流程管理;社会化软件;流程建模

中图分类号:TP319;TP391 **文献标识码:**A

Social business process management and process recommendation method

YE Yanming^{1,2,3}, XU Yueshen², YIN Jianwei², REN Yizhi³, DING Hong³

(1. College of Information Engineer, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China;

2. College of Computer Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

3. College of Computer Science and Technology, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: To solve the insufficiency of environment-awareness and flexibility in the field of traditional business process management system and improve the satisfaction of end users, a social business process management system prototype was proposed, and the social business process recommendation method was discussed on this basis. The method was mainly used for mining process execution meta-paths that had high matching degree with the building process model fragment, which was conducive to the procedure convergence of social process modeling. The experimental evaluations were conducted and the results proved that the method could improve the degree of satisfaction for the users in practice.

Keywords: process recommendation; social business process management; social software; process modeling

1 问题的提出

随着全球经济一体化的发展,企业的经营管理模式逐渐由传统的基于“劳动分工原理”和“制度化管理理论”的垂直部门管理转变为业务流程管理,业

务流程已成为企业重要的无形资产和核心竞争力。外部经营环境的变化和企业内部条件的持续改进,使企业产生了大量新的业务流程,同时企业已有的业务流程也在不断调整变化,这些都促使企业将企业管理的重心逐渐放在业务流程的有效组织和管理

收稿日期:2015-11-21。Received 21 Nov. 2015.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61272129);国家 863 计划资助项目(2013AA01A213);教育部新世纪优秀人才计划资助项目(NCET-12-0491);浙江省自然科学基金资助项目(LR13F020002);浙江省重大科技专项计划资助项目(2012C01037-1);浙江省教育厅科研资助项目(Y201432206)。Foundation items: Project supported by the National Natural Science Foundation, China(No. 61272129), the National High-Tech. R&D Program, China(No. 2013AA01A213), the New-Century Excellent Talents Program of Ministry of Education, China(No. NCET-12-0491), the Zhejiang Provincial Natural Science Foundation, China(No. LR13F020002), the Science and Technology Program of Zhejiang Province, China(No. 2012C01037-1), and the Scientific Research Project of Zhejiang Provincial Education Department, China(No. Y201432206).

上。业务流程管理系统(Business Process Management System, BPMS)在此背景下应运而生,并迅速得到企业界和学术界的普遍重视。

从信息角度看,业务流程在整个 BPMS 中的生命周期包括设计、实施、执行和诊断四个阶段^[1-2],如图 1 所示。

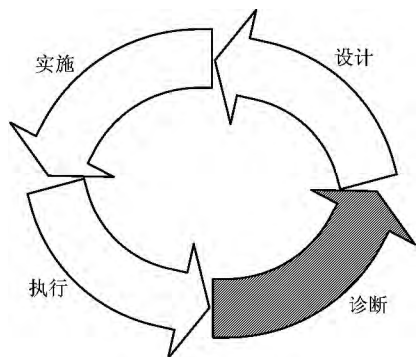


图1 业务流程生命周期

其中:①设计阶段主要根据业务需求分析进行流程定义、设计(或再设计);②实施阶段也称为配置阶段,主要根据业务流程模型的定义,将业务流程中与业务相关的操作和软件系统的相关内容关联起来,即将业务流程中的活动任务与软件系统的相关模块绑定起来,使业务流程成为软件系统中的可操作过程;③执行阶段是在 BPMS 或工作流管理系统提供的工作流引擎及相关工具的支持下,将配置好的系统运行起来,通过业务流程或工作流按照设计模型在相关引擎上自动流转,并引导或带动软件系统的相关模块和内容自动运转;④诊断阶段主要是应用各种系统分析工具对可操作过程及相关数据进行分析,以发现问题并得到改进建议。

随着企业和社会的快速发展,传统的业务流程管理系统逐渐显露出其自身的不足,存在模型与实现隔离、缺乏创新机制、信息传递门槛高以及缺乏信息融合等问题^[3-4]。除此之外,传统的业务流程管理还存在如下问题:①传统的 BPMS 是封闭式的,体现为业务流程一般是由企业集中定义,由内部员工执行。除了带来上述四大问题外,封闭式的业务流程管理方式难以适应企业多变的经营环境,例如:全球一体化使跨国企业或者跨地域运营成为常态,合并、并购频发也使得企业组织结构和业务流程调整频繁,更不用说企业间合作、产品设计和推广需要消费者参与等情况。这些都迫切需要 BPMS 由封闭式走向开放式。②传统的业务流程模型需要是良好定义的,对流程模型的完备性要求比较高,因此不适

合描述复杂流程,然而业务流程日趋复杂已成常态。③在社会化协作过程中,很多活动并不能事先预知,而事先明确定义活动和顺序正是传统业务流程管理的基础。④在传统业务流程模型中活动的执行者是确定的,而在社会化协作过程中,执行者的角色甚至都有可能是不确定的。⑤传统 BPMS 的灵活性差,流程模型与业务系统的耦合性高。

社会化软件的兴起为解决这些问题提供了新思路。近年来,很多学者都提出在业务流程管理中应用社会化软件并进行了部分尝试,逐渐形成了社会化业务流程管理新的研究热点^[5-10]。本文提出一种社会化 BPMS 原型,在此基础上讨论了社会化业务流程推荐和验证方法。

2 系统原型

2.1 社会化业务流程管理生命周期

社会化业务流程管理就是应用社会化软件满足业务流程管理的需要,以达到优化和提高业务流程管理效率的目的。一般来说,在上文提到的业务流程管理生命周期四个阶段中,都有机地将 BPMS 和社会化软件整合在一起,解决系统需要的社会化问题,被称为社会化业务流程管理。更广义地讲,只要在某一阶段,为解决某一社会化问题,在 BPMS 中引入社会化软件,都可称之为社会化业务流程管理。本文首先从业务流程管理生命周期四个阶段需要解决的主要问题出发,讨论每个阶段问题的解决思路,最终提出社会化业务流程管理生命周期。

在设计阶段,业务流程管理的两个关键要素是流程制定者和流程模型。在传统的业务流程管理中,流程的制定者(即流程建模者)往往由专家或内部管理层指定人员担任,作为一线人员的流程任务执行者很难有机会参与流程的制定,然而一线人员才是对业务最敏感的,由此造成上述模型和实现隔离、缺乏创新机制、信息传递门槛高和缺乏信息融合等问题,同时封闭式的建模方式难以更好地适应外部变化。让所有相关人员都参与到流程建模过程中或指定最佳建模者,是解决这一问题的最优方案,但这是不现实的,而且找出最适合的建模者也很困难。社会化软件的兴起为解决这一问题提供了一种思路。社会化软件的理论基础是所谓的“六度理论”^[11],即任何两个人之间间隔的人不会超过六个,也就是说,一个人最多通过六个人就能够认识一个陌生人。假定存在公认的最佳建模者,按照六度理

论,一定能够通过逐级邀请的方式,邀请其参与流程建模,而且其中的中间环节不会超过六个人;若不存在已知的最佳建模者,则通过逐级邀请的方式,能够邀请到大家认可的代表参与建模过程。这样就能够很好地解决上述问题,虽然有时可能并不是最优解。此外,传统的业务流程管理中,最终的流程模型是良好定义的,即活动(包括活动对应的任务、任务的执行者)是明确的,活动的相互连接关系也是明确的,而在社会化协作环境下这些条件很难满足。因此,本文采用社会化业务流程约束模型作为设计阶段的流程模型(具体定义见第2章定义1)。

实施阶段的主要任务是将业务流程模型与业务系统或业务应用关联起来。在传统的BPMS中,由于参与建模者是特定的,最终的流程模型是明确完备的,甚至流程任务的执行人员都是基本明确的(至少角色、部门等范围是明确的),实施人员比较容易根据明确的业务及相互关系,参考执行人员的工作环境来实施业务流程模型与业务系统或业务应用的关联。然而,在社会化协作环境下,设计阶段已从封闭式转到开放式,最终的流程模型也并不是良好定义的,从而导致无法以预先一次性指定的方式来指定实施人员。为了解决这一问题,本文认为同样应该通过社会化方式来邀请实施参与者,同时系统应该提供快速部署的环境,使流程管理能顺利地由执行阶段回到实施阶段,在完成相关任务流转部署后再次恢复到执行阶段的相关任务处继续流程运转。

执行阶段主要完成业务流程的自动流转和活动任务的自动分配。传统的BPMS中,所有的任务及其关系、任务执行者都是明确的,因此只需要在工作流引擎的驱动下按照流程定义逐步推进任务给各执行人即可。在社会化协作环境下,并非所有的任务和执行者都是明确的,而是在执行过程中,社会化业务流程模型的一些不确定的元素在具体执行环境下由用户或系统逐步确定。因此,整个社会化业务流程约束模型在执行后,其执行路径将会形成社会化业务流程执行模型,该模型对流程优化和各种推荐算法均至关重要。

诊断阶段的主要工作是对业务流程模型及其执行过程进行分析,并力图找到优化流程的方法。在社会化业务流程管理中,该阶段同样需要解决谁来诊断和开放式或封闭式的问题。这里类似上述阶段,也采用了社会化软件支持下的协作过程,协作的主要方法以邀请评价人员参与为主;另外,在诊断阶

段,可以充分利用社会化软件分析方法和工具来挖掘业务流程执行过程中的信息,以达到更好地优化流程的目的。

综上所述,社会化业务流程管理生命周期的描述如图2所示。在设计初始阶段,首先根据流程的范围和目标设置初始化参数。初始化参数主要包括流程目标 G 、收敛值 N 、初始指定建模参与者 $ModellerList$ 等。其中,流程目标告诉所有的流程建模参与者流程的目标及其相关的指标;收敛值避免在社会化协作过程中流程建模参与者的人数过于发散。例如,设置 $N=6$, $ModellerList=\{“zhangsan”,“lisi”,“wangwu”\}$, $G=“某业务目标”$,则初始情况下建模人员有 $zhangsan, lisi, wangwu$ 三人,这三个人可以根据流程目标分别邀请不超过6名($\leq N$)自己认为能够更好地完成流程建模的人员参与流程建模,被邀请的人员可以同意也可以拒绝参与该流程建模过程,同时被邀请的人员可以邀请不超过5名($\leq N-1$)自己熟悉的人参与流程建模;依次类推,被邀请参与流程建模的人数将控制在一定范围内。在系统运行积累了一定数据后,还可以根据用户参与流程制定的情况来判定是否建议邀请该用户,并在建议邀请时初始设置该用户受邀后的可再邀请人数。考虑到初始情况下,可能邀请的流程建模者并不能完全掌握流程制定过程中出现的所有可能情况,在具体的某一流程设计环节还可以再次邀请其他人员参与流程制定或审核。最后,审核通过,形成社会化业务流程约束模型。

在实施阶段,一般根据社会化业务流程约束模型分解配置目标,然后根据每一个分解后得到的配置目标邀请配置人员参与流程配置。当被邀请的配置人员不能胜任或难以独立完成配置任务时,可以邀请熟知的其他人员协助参与流程配置,为了避免发散,一般采用与设计阶段收敛过程类似的收敛方法。最后,同意参与配置过程的配置人员进行配置方案的设定和审核,审核通过后进行具体的配置实施过程。

在业务流程执行时,基于规则的工作流引擎将从社会化业务流程约束中提取出当前任务的约束条件,可以采用堆栈结构存储下一任务的约束条件。初始情况下,堆栈中存储整个流程约束模型中的初始约束规则,当取出堆栈中的约束规则后,判断是否存在明确的任务执行者,若存在则触发该任务执行者,否则同样采用邀请的方式邀请任务执行者。不同的是,这里不再采用收敛邀请的方式,而是邀请不

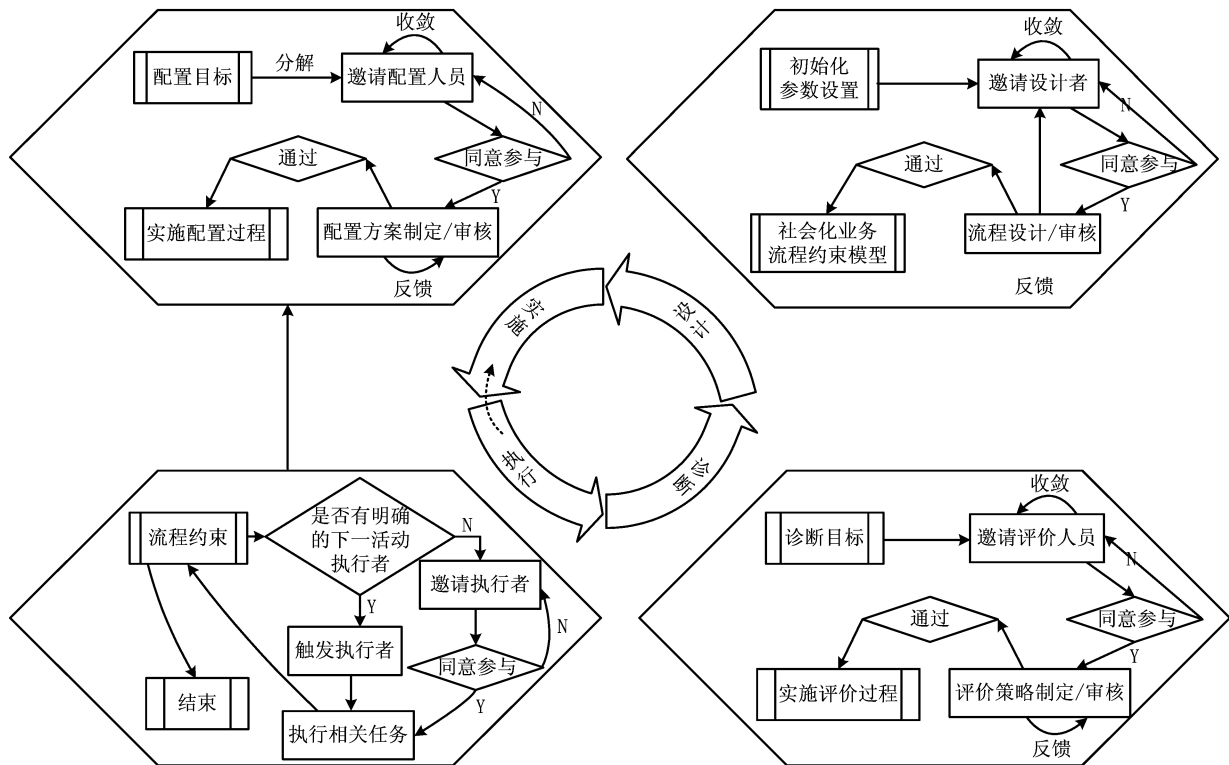


图2 社会化业务流程生命周期

成功时再邀请其他人,直到有邀请者同意执行该任务为止。在执行具体任务时,若任务执行者发现并不能很好地完成该任务,则可以将当前任务的约束条件和自己推荐的执行者一起重新写回堆栈;当任务执行者在完成当前任务、根据当前环境和流程执行情况发现需要添加流程任务时,可以设置新加任务的约束条件写回堆栈;否则,任务执行者在执行完任务后什么也不做,工作流引擎将社会化业务流程约束模型中的下一组约束规则压入堆栈。在此过程中可能产生新的任务,因此社会化业务流程管理过程中,执行阶段能够跳回到实施阶段,对任务执行环境进行重新部署。循环运行上述过程,直到堆栈中的约束规则为空时,流程执行完毕。

诊断阶段过程与设计阶段过程基本类似。所有这四个阶段的完成均需要系统的支持,因此本文提出一种社会化 BPMS 原型结构,并初步实现了其中的部分主要模块。

2.2 原型结构图

根据社会化业务流程管理生命周期的四个阶段,提出社会化 BPMS 原型结构图,如图 3 所示。

整个原型系统最核心的基础是基于规则的工作流引擎,不但因为最终流程的执行需要通过该引擎

进行任务分配和流转,而且在该引擎中常驻多个预定义的流程模型,其中包括能够实现上述四个阶段业务逻辑的流程。在此之上是四个阶段都可能使用到的工具,和以单元以及一些公共模块。设计阶段提供了直接面向用户的流程建模工具,和以图形、可扩展标记语言(eXtensible Markup Language, XML)描述等多种方式展示的流程建模界面及环境;流程建模工具中集成了流程检索、流程推荐、流程验证等模块,能够更好地为建模过程和流程模型维护服务,此外,由于社会化协作的需要,在流程工具中还提供了第三方社会化软件接口的绑定和设置功能,为协作建模提供必要的技术手段。

流程模型定义好后,需要在流程配置环境中为流程执行各个任务所需的软件系统进行关联。流程配置环境中集成了流程任务管理,软件接口管理、参数映射管理和 Web 设计器等核心模块。其中:流程任务管理主要负责对业务流程模型进行任务分解和配置,并查看具体任务的配置情况,包括任务执行人、数据传递、相关软件接口等的设置情况。有些任务的流转和执行需要第三方软件支持,为更好地管理系统中集成的第三方软件,配置阶段中的软件接口管理主要负责第三方软件及其接口的注册和管理。

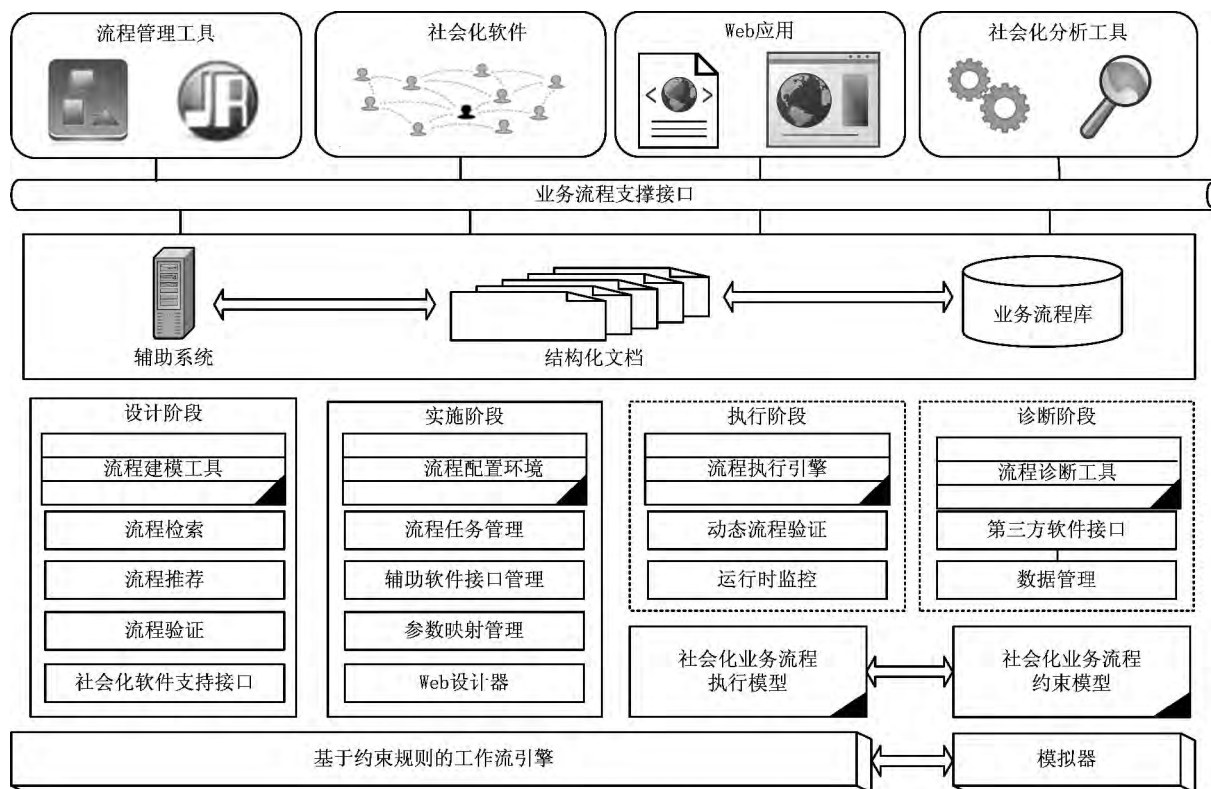


图3 社会化业务流程管理系统原型

此外,在流程执行过程中,全局数据和部分局部数据是跨越多个流程任务传递的,而且在社会化协作过程中,数据的流转往往存在不可预知的情况,甚至存在与第三方软件的数据交互过程,如果仅在任务管理中进行数据绑定将严重影响系统的可维护性,因此,配置阶段提供了统一的参数映射管理模块,以方便用户对流程数据进行集中统一的维护管理。对于不需要辅助软件系统支持的任务和一些 O2O 类型(线上发布任务和反馈任务执行情况,线下完成任务)的任务,可以设计简单的 Web 页面来承载流转业务描述和任务分配,Web 设计器即是为此服务的。执行阶段主要是从业务流程模型中按照逻辑关系提取任务,并完成业务流程的自动流转和活动任务的自动分配,因此,该阶段的核心是流程执行引擎。需要强调的是,在前面的分析中已经提到社会化业务流程模型不一定是完备的,因此在执行过程中还可能出现一些模型中没有定义的任务,因此需要在执行前判定这些任务是否会产生错误导致整个流程执行失败,即需要一个动态流程验证过程。此外,运行时监控模块是流程顺利执行的保障,该模块能够反馈流程执行情况,并给出相应的处理建议。最终,流程模型在执行后,需要对其进行相应的分析以找到优化流程的方法,流程诊断工

具作为诊断阶段的主要用户接口,内置了相关的分析和优化模块。社会化业务流程管理生命周期中普遍采用社会化软件进行支持,而且社会化业务流程约束模型和执行模型也都体现了业务的社会化协作过程,因此采用社会化分析工具能够更好地挖掘和分析流程模型的社会化属性,为流程优化提供依据。第三方软件接口模块主要为在诊断工具中引入成熟的社会化分析工具提供支持。诊断过程需要大量的流程相关数据,数据管理模块主要为诊断过程提供数据管理服务。

除了四个阶段各自需要的工具和模块外,第二层还存在一些公共模块,其中最主要的是社会化业务流程约束模型和执行模型。业务流程库、流程文档和辅助系统是整个原型系统的第三层,最上层的管理工具和外部系统通过业务流程支撑接口与原型系统的下三层进行通信。

3 基本定义

下面就构建社会化业务流程约束模型和执行模型及其流程相似度进行讨论。

定义 1 社会化业务流程约束模型。社会化业务流程约束模型是一个五元组 (A, E, ξ, R, Ψ) , 其中:

A 是业务流程活动的集合, 每一个活动包含一个特定的任务;

E 是所有活动可能执行者的集合, 在特定情况下可以看作社会化软件用户集合的一个子集;

$\xi: A \rightarrow \{subset(E)\}$ 是活动到可能执行者的映射函数, 每个活动的可能执行者集合都是 E 的子集, 也是整个社会化软件用户集合的子集;

R 是活动之间关系的有限集合, 通常 $R = \{before, after, and, or, undefined\}$;

$\Psi: A \times A \rightarrow R$ 是活动关系映射函数。

由定义 1 可以看出, 首先, 社会化业务流程约束模型中, 活动之间并没有严格的关系, 因此可方便地在执行期间插入新的活动节点或根据实际情况确定执行的顺序。其次, 活动的执行者以可能执行者的方式出现, 在运行时再根据实际情况确定实际执行者; 当某活动的可能执行者为空时, 原则上可由任意用户充当该活动的执行者。

定义 2 社会化业务流程执行模型。社会化业务流程执行模型是一个四元组 (S, D, P, X) , 其中:

S 是业务流程所有被执行活动的集合, 集合中每个元素在流程图中可表示为活动节点;

$D \subseteq S \times S$ 表示业务流程实际执行时活动间的关系集合, 集合中每个元素在流程图表示为边;

P 是所有被执行活动的实际执行者集合;

$X: S \rightarrow P$ 是活动到实际执行者的映射函数。

由定义 2 可见, 在社会化业务流程执行模型中, 活动与活动之间的连接关系以及每个活动的执行者都是明确的。需要指出的是, 对应于同一个社会化业务流程约束模型, 可能存在多个社会化业务流程执行模型, 而且通过所有的社会化业务流程执行模型可以进一步明确紧邻活动节点关系为 *and* 或 *or* (当活动节点的出度为 1 时, 该活动节点与下一紧邻活动节点的关系是 *and* 或 *or* 均可, 一般限定为 *and*)。社会化业务流程执行模型实际上与传统业务流程模型相似, 除了完备性(考虑所有分支情况)以外, 在某种程度上前者可以看作是后者一个包含开始活动与结束活动的连通子图。

下面给出社会化软件的形式化定义。

定义 3 社会化网络软件。一个社会化网络软件 SN 是一个五元组, $SN = (U, M, F, L, K)$, 其中:

U 是节点的有限集合, 每一个节点表示一个用户, 这里用户可以是真实的用户, 也可以是某些软件系统;

M 是系统中用户所拥有资源的集合, 如微博系

统中用户所拥有的微博消息(包括已发、转发、评论、回复等消息)就是资源;

$F: U \times M \rightarrow \{method_1, method_2, \dots\}$ 是用户和资源之间的拥有属性映射函数, 例如微博系统中, 用户和消息资源之间的关系为 $\{tweeted, retweeted, remarked, replied, none\}$;

$L = \{L_1, \dots, L_m\}$ 是用户关系的有限集合, 例如在最简单的微博系统中只有“好友”(friendship)这一种用户关系;

$K: U \times U \rightarrow L$ 是用户之间关系的映射函数。

定义 4 社会化网络模式。一个社会化软件的社会化网络模式为 $SN = (B, O)$, 其中:

B 是标签的有限集合, 一般来说, 在社会化网络中每个用户及其活动消息都有一个或多个社会化标签, 这些标签可以表明用户在网络及其某流程执行中的角色、身份或地位, 在没有设计标签系统的社会化网络中, 可以用用户、活动消息等名称直接作标签;

O 是用户之间以活动消息的传播方式表征的流程模型执行过程中的一种临时关系集合, 一般定义为 $O = \{and, or, none\}$ 。

定义 5 流程模型元路径。一个社会化业务流程模型的流程元路径是定义在社会化网络模式 $SN = (B, O)$ 之上的一条包含开始活动和结束活动的路径, 该路径在执行时具有不可再分的特点, 一般表示为 $B_1 \xrightarrow{\sigma_1} B_2 \cdots B_n \xrightarrow{\sigma_n} B_{n+1}$ 。

下面以“微信车队”为例解释社会化业务流程执行模型。相关报道称在打车软件流行之前, 杭州就已经出现出租车司机微信车队, 提高了司机的收入至少 20% 以上, 而这个完全民间的组织采用的就是社会化协作的群组管理方式, 即每个组有若干位司机, 由组长进行服务质量管理、协调等, 组长一般不固定或轮值。业务管理的大致流程为: 小组内每个司机自行发展客户, 且都有稳定的客户群, 如果有接不过来的业务, 则通过微信发给组长, 组长使用群发功能分享信息, 标准的流程是发两条信息, 第一条是分享订单, 信息中有乘客用车的时间和地点; 某位司机有空接单并回复后, 组长以第一条接单的信息为准, 再次群发告知其他人, 已经有人接单, 大家不必再回复。需要强调的是, 为了保证服务质量和避免高跳单率, 一般情况下微信车队仅接受预约服务, 不接受即时叫车服务。但在特殊情况下, 熟悉的客户可以向自己联系的司机请求即时叫车并对指定账号

在线支付少量定金(如果客户跳单则定金不退),这时司机将把不能亲自处理的即时叫车请求发给组长,由组长在快速核实定金支付情况后群发标注为即时叫车的信息,等待有司机接单并以第一接单信息为准委派任务。不考虑结算等环节,该流程可以简化描述为如图4所示的流程样例。

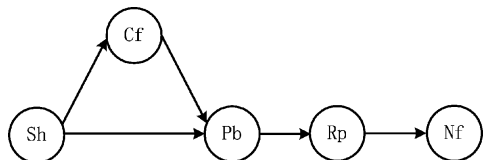


图4 微信车队服务流程模型样例 p

如图4所示,微信车队服务社会化业务流程模型 p 中包括5个活动,分别标记为Sh,Cf,Pb,Rp,Nf,其中:活动Sh表示分享订单信息给组长;Cf表示组长确认即时叫车服务定金;Pb表示组长群发订单信息;Rp表示司机回复预约订单;Nf表示组长将订单最终接单信息通知所有司机。假设系统为流程活动执行者的活动消息分别加上内容为share,confirm,publish,reply和notify的标签。显然,在该流程中,活动Sh的Split类型为Split-Or,则该流程模型的流程执行元路径有两条,用活动标签表示,则分别是 $\text{share} \xrightarrow{\text{or}} \text{confirm} \xrightarrow{\text{and}} \text{publish} \xrightarrow{\text{and}} \text{reply} \xrightarrow{\text{and}} \text{notify}$ 和 $\text{share} \xrightarrow{\text{or}} \text{publish} \xrightarrow{\text{and}} \text{reply} \xrightarrow{\text{and}} \text{notify}$;如果用活动标记来表示,则分别是 $\text{Sh} \xrightarrow{\text{or}} \text{Cf} \xrightarrow{\text{and}} \text{Pb} \xrightarrow{\text{and}} \text{Rp} \xrightarrow{\text{and}} \text{Nf}$ 和 $\text{Sh} \xrightarrow{\text{or}} \text{Pb} \xrightarrow{\text{and}} \text{Rp} \xrightarrow{\text{and}} \text{Nf}$ 。如果将关系and和or标记为 O_1 和 O_2 ,则用活动标记表示的元路径可以表示为字符串形式: $\text{Sh}O_2\text{Cf}O_1\text{Pb}O_1\text{Rp}O_1\text{Nf}$ 和 $\text{Sh}O_2\text{Pb}O_1\text{Rp}O_1\text{Nf}$ 。

需要说明的是,当流程模型中存在Split-And的分支结构时,例如图5所示的流程模型 q ,如果活动节点X的split类型为and(由于流程执行时有良好结构的约束,活动节点W的join类型一定为and),则该流程模型只有一条元路径,用活动标记表示为 $s \xrightarrow{\text{and}} X \xrightarrow{\text{and}} Y/Z \xrightarrow{\text{and}} W \xrightarrow{\text{and}} e$,用字符串表示为 sR_1XR_1Y/ZR_1WR_1e 。

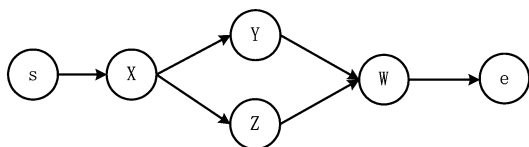


图5 社会化业务流程执行模型样例 q

定义6 字符串编辑距离(String Edit Distance, SED)。给定两个字符串 x 和 y 的字符串编辑距离记为 $\text{SED}(x,y)$,其值等于通过插入字符、删除字符、替换字符等操作从字符串 x 转化为字符串 y 的最小操作次数。

定义7 流程元路径相似度。给定任何两个流程元路径 ep_1 和 ep_2 (字符串标记为 lep_1 和 lep_2),它们之间的相似度为

$$\text{Sim}_{ep}(ep_1, ep_2) = 1 - \frac{\text{SED}(lep_1, lep_2) - \text{abs}(|lep_1| - |lep_2|)}{\min(|lep_1|, |lep_2|)}$$

式中 $|lep_1|$ 和 $|lep_2|$ 分别为元路径字符串标记 lep_1 和 lep_2 的字符长度。业务流程执行路径在很多情况下都与流程的某一元路径完全相同,即使在有些情况下不同,其相似度计算方法也一致。

下面给出社会化业务流程模型的相似度计算方法。

定义8 社会化业务流程相似度。给定任何两个社会化业务流程模型 p_1 和 p_2 ,假定 p_1 有 m 条元(执行)路径(标记为 $p_1 \text{ ep}_1, p_1 \text{ ep}_2, \dots, p_1 \text{ ep}_m$), p_2 有 n 条元(执行)路径(标记为 $p_2 \text{ ep}_1, p_2 \text{ ep}_2, \dots, p_2 \text{ ep}_n$),如果 $m > n$,则两个业务流程的相似度

$$\text{Sim}(p_1, p_2) = \frac{\sum_{i=1}^n \max(\text{Sim}_{ep}(p_1 \text{ ep}_i, p_2 \text{ ep}_j) \mid j \in \{1, \dots, m\})}{\min(m, n)}$$

本文所述的流程推荐算法是基于上述流程相似度来计算的,但与传统的流程推荐算法中推荐结果是当前流程建模片段的下一候选节点不同的是,社会化业务流程环境下流程推荐的结果是满足相似度要求的流程路径或完整流程模型;被推荐的流程路径或模型对用户而言更多的是一种相关业务背景的学习或提示,这有利于不同层次的建模者达成共识。

在流程推荐前,先要对流程模型进行预处理,其主要任务是将每一个流程模型分解为流程元路径集合。本文流程推荐算法的伪代码如图6所示。

Input: process; p , process resource lib; p_lib , threshold; θ 。

Output: recommendation process set;RPS。

- 1: Initialize recommendation process set;RPS
- 2: $\text{EPp} \leftarrow \text{get meta path set of } p$
- 3: for each q in p_lib do
- 4: $\text{EPq} \leftarrow \text{get meta path set of } q$
- 5: $V = 0$
- 6: for each ep_i in EPp do
- 7: $M = 0$
- 8: for each ep_j in EPq do

```

9:      M=((Sim_ep(ep1, ep2)>M)? Sim_ep(ep1, ep2):M
10:   end for
11:   V=V+M
12: end for
13: Sim=V/min(|EPp|, |EPq|)
14: if(Sim>θ) then RPS.add(q)
15: end for
16: return RPS

```

图 6 流程推荐算法伪代码

4 实验评估

社会化业务流程管理相对于封闭的传统业务流程管理来说更具开放性,理论上通过社会化软件的辅助,任何人都可能参与到业务流程管理中,但这并不意味着整个过程是无限发散的。除了参与者邀请人数需要收敛外,更重要的是对业务的认知和流程的定义能够最终趋于一致。因此,本文实验首先限定可能的参与人员,其次对于各个环节的结果,参与建模者需 2/3 以上同意方可通过。以整理的某区域事业单位行政申请、审批流程数据集(共 1500 个流程)作为业务流程约束模型库的初始值。实验环境为:处理器 Intel(R)Core(TM)2 Duo E7200, 2.53 GHz; 3.24 GB 内存; Windows XP 32 位操作系统。

实验的主要目的是对某区域事业单位的某些申请、审批流程进行优化建模和评估。首先确定 3 个职能部门(记为 G_1, G_2, G_3)的 9 项申请/审批事项(每个职能部门 3 项,分别记为 A1_1, A1_2, A1_3, A2_1, A2_2, A2_3, A3_1, A3_2, A3_3)作为实验对象,每个审批事项初始化设置流程建模参与者范围为 30 人以内,其中:专家 5 人,职能部门审批人员 5 人(含主管领导 1~2 人),申请或审批事项相关企业业务代表 20 人。实验开始时,要求 G_1 部门的 A1_1, A1_2, A1_3 审批事项采用传统的建模方式; G_2 部门的 A2_1, A2_2, A2_3 审批事项采用本文提出的社会化建模方式,但不提供流程推荐方式; G_3 部门的 A3_1, A3_2, A3_3 审批事项采用本文提出的社会化建模方式,并提供流程推荐方式。

在社会化业务流程管理中,流程建模的准确度和有效性有待进一步研究。在现代企业管理中,时间和满意度是两个重要的考核因素,因此本文的实验重点从这两方面展开。通过实验得到 A1_1~A3_3 这 9 个业务流程的建模时间如图 7 所示。由图 7 可以看出, A1_1, A1_2, A1_3 三个流程的建模时间相对较短,这很可能是传统的业务流程建模采用以专家为主的方式,由于专家对业务的固有认知趋同而使建模的熟练程度相对较高、花费的时间最少;相比而言, A2_1, A2_2, A2_3 三个流程的建模时间最多,很可能与部

分参与建模者对建模过程并不熟悉、大家的意见相对比较分散有关; A3_1, A3_2, A3_3 三个流程的平均建模时间位于前两类建模之间,这是因为推荐的辅助减轻了参与建模者对建模过程不熟悉的作用,同时推荐在一定程度上具有收敛意见的作用。

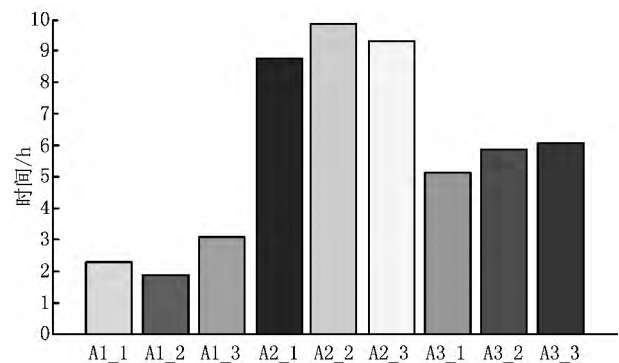


图7 建模时间

在满意度实验方面,每个业务流程不管实际流程建模者的数量多少,每组 30 个可能的流程建模者最终都要匿名对流程模型给出满意度值,实验结果如图 8 所示。

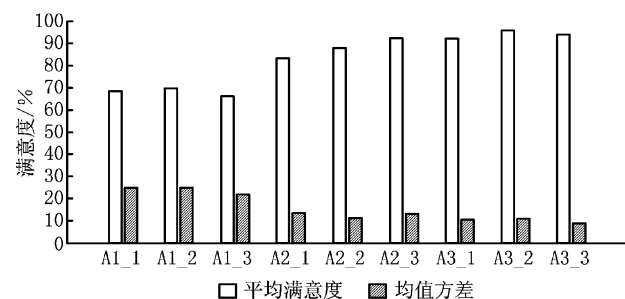


图8 满意度及均值方差

由图 8 可以看出, A1, A2, A3 三组流程的满意度依次增加,满意度的均值方差依次减小,充分说明社会化业务流程管理中,社会化参与度越高、满意度越高;其次,在存在推荐的情况下,参与者的意见能够更好地收敛。

5 相关工作

社会化业务流程管理是近年来业务流程管理领域的研究热点。早在 2009 年和 2010 年,文献[12]和文献[4]作为引用较多的代表性文章论述了社会化软件与 BPMS 整合的思想,并分析了部分问题的解决思路 and 存在的挑战,但在当时社会化业务流程管理的说法并未引起广泛关注。之后,文献[5, 6, 13-14]从不同角度分别描述了社会化业务流程管理的实现过程或体系结构,标志着社会化业务流程管理逐渐开始引起学术界的广泛重视。其中,文献[5]提出基于 BPMN 2.0 的扩展集设计社会化业务流程的应用场

景,并简要介绍了通过社会化扩展业务流程建模标注(Business Process Modeling Notation, BPMN)模型实现快速原型生成的套件结构,但该文献没有设计社会化业务流程管理整体系统结构;在此基础上,文献[13]和文献[6]分别提出一种能够将流程执行 Web 应用与主流社交平台连接的方法和一种称为 BPM4People 的社会化 BPMS 结构;文献[14]提出一种面向目标(goal-oriented)的社会化 BPMS 结构;文献[15]介绍了一种称为 SUPER 的基于社会化的 BPMS 框架。遗憾的是,大部分文献的论述都集中在流程设计阶段,很少从业务流程管理的全生命周期分析业务流程管理的社会化问题。

2012 年,IBM 在主题为“社交商务,智慧协同”的 IBM 社交网络大会——企业社会化管理创新专场上发表了《社会化业务流程管理(Social BPM)》的专题演讲,详细阐述了 IBM 公司在社会化业务流程管理方面的研究和解决方案,标志着企业界已经开始进军社会化业务流程管理领域。相比而言,不管企业界还是学术界,目前国内对社会化业务流程的研究仍处于起步阶段。

6 结束语

本文分析了传统业务流程管理中的诸多问题,并提出一种社会化 BPMS 原型,同时给出了社会化业务流程推荐的算法。实验结果表明,本文提出的 BPMS 原型及其流程推荐方法可以有效提高用户的满意度。社会化业务流程管理是近年来兴起的研究热点,是社会化软件与业务流程管理相结合、以解决传统业务流程管理在社会化协作方面的不足应运而生的,希望本文的论述能够为国内该领域的研究起到抛砖引玉的作用。后续将针对复杂商业环境下流程建模及执行中的博弈过程及流程模型的社会化网络分析优化方法做进一步研究。

参考文献:

- [1] VAN DER AALST W M P, TER HOFSTEDE A H M, WESKE M. Business process management: a survey[M]. Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2003.
- [2] WESKE M. Business process management: concepts, languages, architectures[M]. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2012.
- [3] SCHMIDT R, NURCAN S. BPM and social software[C]//Proceedings of Business Process Management Workshops.

作者简介:

叶岩明(1979—),男,甘肃文县人,杭州电子科技大学信息工程学院副教授,硕士生导师,浙江大学计算机科学与技术学院博士,研究方向:工作流、流程挖掘与推荐、社会计算等, E-mail: yeym@hdu.edu.cn;
徐悦铨(1989—),男,山东潍坊人,博士研究生,研究方向:文本挖掘、推荐系统、服务计算;
尹建伟(1974—),男,江苏徐州人,教授,博士生导师,研究方向:中间件技术、企业信息系统集成、服务计算等;
任一支(1981—),男,安徽铜陵人,副教授,研究方向:复杂网络和网络安全;
丁宏(1963—),男,浙江杭州人,教授,博士生导师,研究方向:网络与信息安全、信息处理与信息系统。

- Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2009: 649-658.
- [4] EROL S, GRANITZER M, HAPP S, et al. Combining BPM and social software: contradiction or chance? [J]. Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice, 2010, 22(6/7): 449-476.
- [5] FRATERALI P, BRAMBILLA M, VACA C. A model-driven approach to social BPM applications[C]//Proceedings of Social BPM: Work, Planning, and Collaboration Under the Impact of Social Technology. Lighthouse Point, Fla., USA: Future Strategies Inc., 2011: 95-112.
- [6] BRAMBILLA M, FRATERALI P, VACA RUIZ C K. Combining social web and bpm for improving enterprise performances: the bpm4people approach to social bpm[C]//Proceedings of the 21st International Conference Companion on World Wide Web. New York, N. Y., USA: ACM, 2012: 223-226.
- [7] MOLHANEC M. Enterprise systems meet social BPM[C]//Proceedings of Advanced Information Systems Engineering Workshops. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2012: 413-424.
- [8] MATHIESEN P, WATSON J, BANDARA W, et al. Applying social technology to business process lifecycle management [C]//Proceedings of Business Process Management Workshops. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2012: 231-241.
- [9] PFLANZL N, VOSSSEN G. Challenges of social business process management[C]//Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences. Washington, D. C., USA: IEEE, 2014: 3868-3877.
- [10] RANGIHA M E, KARAKOSTAS B. Process recommendation and role assignment in social business process management[C]//Proceedings of Science and Information Conference. Washington, D. C., USA: IEEE, 2014: 810-818.
- [11] WATTS D J. Six degrees: the science of a connected age[M]. New York, N. Y., USA: WW Norton & Company, 2004.
- [12] JOHANNESSON P, ANDERSSON B, WOHED P. Business process management with social software systems—a new paradigm for work organisation[C]//Proceedings of Business Process Management Workshops. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2009: 659-665.
- [13] BRAMBILLA M, FRATERALI P, VACA C. BPMN and design patterns for engineering social BPM solutions[C]//Proceedings of Business Process Management Workshops. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2012: 219-230.
- [14] RANGIHA M E, KARAKOSTAS B. A goal-oriented social business process management framework[J]. Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 2014, 8(9): 2900-2906.
- [15] MAAMAR Z, SAKR S, NOURA FACI A B, et al. SUPER: social-based business process management framework[C]//Proceedings of the 12th International Conference on Service Oriented Computing. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2015: 413-417.