

基于社会计算的需求过程形式描述框架

张国生

(云南大学 信息学院, 云南 昆明 650091)

摘要:在需求工程过程中,引入组织学和社会学的思想和抽象概念,将软件系统视为一个组织或者社会,对软件系统进行描述、分析、建模。在需求过程中引入社会科学的理论、方法,将系统分解为成员、角色、环境、组织,用层次化的组织结构对系统的关键要素:成员、角色、交互、规则、目标、环境自上而下分解为层次子系统,将子系统关键要素映射为需求过程中具体的需求活动,用具体的需求活动及需求任务实现子系统功能,同时,对子系统及具体的需求任务进行聚集,得到系统全局组织结构,实现软件系统整体功能,为需求工程过程提出一种新的、自然的建模方法和形式描述框架。

关键词:社会学;社会计算;成员;角色;环境;组织;组织结构

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)09-0039-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.010

A Formal Requirements Processes Description Framework Based on Social Computing

ZHANG Guo-sheng

(College of Information, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: The software system is regarded as an organization or society in the requirements engineering processes. It is described, analyzed and modeled by ideology and abstract concept of histology and sociology. The theories and methods of social science are adopted in the requirements processes. The software system is decomposed of actors, roles, environment and organization. The key factors of system, including actors, roles, interactions, rules, goals and environment are decomposed of hierarchical subsystems from up to down based on the hierarchical organizational structure. The key factors of subsystems are mapped into concrete requirements activities. The functions of subsystems are completed by the concrete requirements activities and tasks. Meanwhile, all subsystems and the concrete requirements tasks are aggregated as a global system organizational structure, and construct the whole system functions. It presents a new natural modeling method and formal description framework for requirements engineering processes.

Key words: sociology; social computing; actor; role; environment; organization; organizational structure

0 引言

社会计算是近年来涌现出来的一种新的计算范式,其含义超越了传统的计算模式。社会计算起源于人们对于计算社会性的认识与需要,计算社会性表现为人们对多个计算系统或者多个组织中的资源与能力的需要,并将它们连接起来,或者引入计算系统,或者构建一个能够与多个计算单元通信的计算系统,人们提出“社会计算”的概念与模式,旨在开发可以处理与满足计算社会性有关的问题与需求。

社会计算作为一种新的计算范式,反映计算社会性需求、体现社会性计算所表现出的系统结构与动态

特性方面的特点,涉及多个信息通信计算单元,涉及社会系统,人作为计算单元,系统交互与通信,社会性思维与学习,领域知识与智能。

文献[1]提出了一种组织建模与分析的形式框架,用不同的视图对组织概念和关系进行形式化建模和分析。文献[2]用静态和动态属性对组织和环境建模,通过基于角色的形式化方法对现实世界和人工组织建模和分析。文献[3]提出了一种面向组织的系统开发方法,可用于不同的领域,从封闭到开放环境,从个体到全局视点,并开发了相应的软件支持工具。文献[4]认为组织作为表达和抽象现实世界的概念,是

一个很有前途的开端,并建立了面向组织的参考体系结构。文献[5]提出组织设计和分析的元模型。文献[6]提出一种面向组织结构的递归模型。

需求工程是整个软件工程的重要基础,传统的需求工程方法不能很好地获取各涉众方的“真实”需求,导致后续软件开发的不断返工,甚至失败。将社会计算范式引入软件需求工程过程中,探索以一种新的、自然的方式,为软件需求工程过程寻找新的建模技术和方法^[7]。

1 社会抽象

从组织学和社会学的角度,将软件系统视为一个组织或者社会,利用社会学和组织学中的思想和抽象概念对软件系统进行描述、分析和建模。从社会组织、社会关系、社会制度、社会互动、社会阶层、社会控制、社会变迁的角度研究软件系统需求工程过程所需要的方法、技术,对软件系统所具有的目标、组织行为、组织结构、系统动力学特征、组织关系、规范、角色、环境、群组、角色之间、角色与环境之间、子系统之间、子系统与环境之间交互建立社会抽象需求框架。

1.1 成员

软件系统中的成员是组织及环境中基本的利益相关者,体现为层次性,既可能是一个最小单元、一个子系统,也可能是系统涉众、服务、工作空间、资源等,每个成员都与某些属性、特征相关联,成员抽象成为角色,每个成员与一定的角色相关联。成员(Actor)可以从成员类型(Actor_Type)、成员角色(Actor_Role)、成员特征(Actor_Property)、成员属性(Actor_Attribute)等维度加以描述。

定义 1:成员定义为 $\text{Actor} = (\text{Actor_Type}, \text{Actor_Role}, \text{Actor_Property}, \text{Actor_Attribute})$ 。

1.2 社会角色

在社会科学中,角色构成了社会群体或社会组织结构的基础,表示了与其个体的社会地位相适应的一整套权利、义务及其行为规范,角色具有与其社会地位相适应的权利、义务和规范^[8]。角色的权利是角色在社会组织中行使的权利,包括角色对社会资源的使用和访问控制等;义务是角色应该履行的责任,具有强制性;规范是社会组织对角色的行为约束,当角色行使其权利和履行其义务时,必须遵循其规范。

社会角色具有不同的任务,如:执行、监控、协商、技术或管理决策等相应的权利、义务和规范。任何角色都不是孤立存在的,它必然处于一个社会关系结构之中,这种社会关系结构是对社会组织的抽象描述,即社会结构。

定义 2:社会角色定义为 $\text{Role} = (\text{ID_R}, \text{RGoal},$

$\text{RCapability}, \text{RRelation}, \text{RUtility})$ 。

其中, ID_R 表示社会角色标识符; RGoal 表示社会角色目标,定义为一个 2 元组 $\text{RGoal} = \{\text{RGd}, \text{RGc}\}$, RGd 为角色目标描述, RGc 为角色目标约束,主要是资源约束; RCapability 表示社会角色所具备的能力; RRelation 表示角色关系,定义为关系约束和关联角色 2 元组, $\text{RRelation} = \{\text{RelConstraint}, \text{RelRole}\}$, 而 RelConstraint 定义为命令关系和协作关系 2 元组, $\text{RelConstraint} = \{\text{command}, \text{cooperation}\}$; RUtility 表示角色完成任务后产生的效用。

1.3 环境

环境是指处于系统外部且与系统发生交互的成分,环境根据系统边界定义不同,可能包含不同的系统成分,通常指与系统进行物质、信息或能量交换所涉及的成员、协议、过程、交互等,环境是一个相对的概念,具有层次性,可以泛指系统边界之外的所有成员与交互,也可以指一个子系统的外部成分,环境还可能涉及社会系统,比如相关的人或与之进行交互的另外的人造系统。

从环境结构的角度,一个基本的环境模型要涉及系统中的所有成员、资源、过程、外部力量、交互、系统或者子系统边界。

定义 3:环境定义为 $\text{Environment} = (\text{Actor}, \text{Resource}, \text{Process}, \text{Force}, \text{Interaction}, \text{Sys} | \text{Subsys_Boundary})$ 。

其中, Actor 表示系统中的所有成员, $\text{Actor} = \{\text{actor}_1, \text{actor}_2, \dots, \text{actor}_n\}$; Resource 表示系统中的所有资源, $\text{Resource} = \{\text{resource}_1, \text{resource}_2, \dots, \text{resource}_n\}$; Process 表示系统中的所有过程, $\text{Process} = \{\text{process}_1, \text{process}_2, \dots, \text{process}_n\}$; Force 表示系统中的所有外部力量, $\text{Force} = \{\text{force}_1, \text{force}_2, \dots, \text{force}_n\}$; Interaction 表示系统中的所有交互, $\text{Interaction} = \{\text{interaction}_1, \text{interaction}_2, \dots, \text{interaction}_n\}$; $\text{Sys} | \text{Subsys_Boundary}$ 表示系统中所有系统或者子系统边界, $\text{Sys} | \text{Subsys_Boundary} = \{\text{sys} | \text{subsys_boundary}_1, \text{sys} | \text{subsys_boundary}_2, \dots, \text{sys} | \text{subsys_boundary}_n\}$ 。

1.4 社会组织结构

组织提供了一种通过角色、行为期望和权力关系(如:控制)定义的活动和交互框架。角色是组织中的重要因素,成员抽象行为的描述。组织模型是领域观察和分析的结果,描述了组织行为期望,由组织涉众的目标、规范、角色、交互决定,它提供了实现涉众需求的全局组织设计,组织具有组织结构,使得成员进入或者离开组织都得以保持,组织结构是一类具体组织的特征表现。对于复杂的软件系统,一般先设计一个高层的组织框架,同时对其进行扩展,以建立多个低层的子

系统组织结构,按照分层的形式不断分解,形成多个相关联的层次化的子系统。社会组织结构是组织内交互模式的反映,描述了同一层或相邻聚集层角色之间以及环境与角色之间的关系。

定义4:社会组织结构定义为 $OS = (ID_OS, ROLE, GOAL, ROLE_REL)$ 。

其中, ID_OS 表示社会组织结构标识符; $ROLE$ 表示社会组织结构中所包含的角色集合, $ROLE = \{role_1, role_2, \dots, role_n\}$; $GOAL$ 表示社会组织结构目标,是角色目标的集合, $GOAL = \{goal_1, goal_2, \dots, goal_n\}$; $ROLE_REL$ 表示社会组织结构中角色之间的关系集合, $ROLE_REL = \{role_rel_1, role_rel_2, \dots, role_rel_n\}$ 。

2 需求工程过程社会抽象框架

2.1 需求过程

文献[9]从需求开发过程的角度,提出需求工程过程包括可行性研究、需求导出和分析、需求描述、需求有效性验证等主要活动。

在需求工程过程中,每一个需求活动又可以划分成不同的需求任务实施不同的系统功能,需求活动可以精化为另外一个具体的需求过程、活动或任务,这样,需求过程不断层层构建、精化,直到细粒度的需求任务能够实现可操作化目标^[10-11]。

2.2 需求活动

在需求过程中,假定每一个需求活动都具有相应的输入向量,经过需求活动所包含的需求任务处理后,产生相应的输出向量,需求活动本身也可以拥有自己的属性。

定义5:需求活动定义为 $RA = (ra_in, ra_out, ra_properties)$,其中

a) ra_in 和 ra_out 分别表示需求活动的输入向量和输出向量;

b) $ra_properties$ 表示需求活动本身具有的属性,不同需求活动所具有的属性以及所包含的需求任务各不相同,所产生的输出向量也各不相同。

2.3 需求任务

定义6:需求任务定义为 $RT = (rt_in, rt_out, rt_pre, rt_post)$,其中

a) rt_in 和 rt_out 分别表示需求任务的输入向量和输出向量;

b) rt_pre 和 rt_post 为一阶谓词公式,分别表示需求任务的前置条件和后置条件,是执行该需求任务所需满足的状态以及需求任务执行后的状态。

2.4 需求活动功能分解

软件需求活动所包含的每一个需求任务实现一个可操作化目标,这些可操作化目标组合起来共同完成

需求活动的目标,所有需求活动的目标构成整个需求过程的目标,最终实现整个软件需求工程过程的目标。

设 $A(F)$ 为需求活动功能,将功能 $A(F)$ 分解为顺序执行的两个功能 $A(F_1)$ 、 $A(F_2)$,记为 $A(F) \vdash A(F_1) : A(F_2)$,称为顺序分解, $A(F_1) : A(F_2)$ 称为顺序分解结构。根据布尔条件 $B(X)$ 的真假值,将功能 $A(F)$ 分别分解为功能 $A(F_1)$ 或 $A(F_2)$,记为 $A(F) \vdash A(F_1) \mid B(X) \mid A(F_2)$,称为选择分解, $A(F_1) \mid B(X) \mid A(F_2)$ 称为选择分解结构。将功能 $A(F)$ 分解为当 $B(X)$ 为真时反复执行功能 $A(F_1)$,当 $B(X)$ 为假时退出,记为 $A(F) \vdash B(X) * A(F_1)$,称为循环分解, $B(X) * A(F_1)$ 称为循环分解结构。

2.5 需求工程过程形式描述框架

需求工程过程形式描述框架是基于社会组织结构的抽象模型,用成员 (Actor, 具体的角色) 或角色 (Role)、交互 (Interaction)、规则 (Rule)、目标 (Goal)、环境 (Environment) 等关键要素建立层次化的需求过程模型,并将这些关键要素融入需求活动之中,用元组 $(A_i \mid Ro_i, I_i, Ru_i, G_i, E_i)$ 代替需求活动 RA_i 中的需求活动本身 ra_body ,将关键要素元组映射到需求活动,即

$$RA_i = f(A_i \mid Ro_i, I_i, Ru_i, G_i, E_i)$$

由于形式化抽象描述模型的关键要素元组可以映射为具体的需求活动,使基于社会组织结构抽象的软件系统层次需求模型与系统需求工程过程紧密结合,将自上而下的还原论思想与自下而上的整体论思想有机结合,从定性与定量的角度对开放复杂系统进行组织结构建模^[12]。

将整个软件系统看作一个社会组织,假设系统可以被分解为多个层次,并且各个层次上的关键要素都可以捕获、分解和定义,对系统进行层次与子系统分解,形成多个相关联的层次化子系统,层层分解直到子系统能用具体的需求活动、任务实现其功能,然后,自下而上不断聚集,上层是相邻下层的聚集, ..., 第0层即为整个软件系统的全局组织结构。

系统第0层建模为:

$$Ro_0 = \{Ro_1\}, I_0 = \{I_1\}, Ru_0 = \{Ru_1\}, G_0 = \{G_1\}, E_0 = \{E_1\}$$

则系统第0层的子系统集为 $\{S_0\}$,该层上的需求活动集为:

$$\{RA_0\} = \{f(Ro_0, I_0, Ru_0, G_0, E_0)\}$$

系统第1层建模为:

$$Ro_1 = \{Ro_{11}, Ro_{12}, \dots, Ro_{1p}\}, I_1 = \{I_{11}, I_{12}, \dots, I_{1p}\}, Ru_1 = \{Ru_{11}, Ru_{12}, \dots, Ru_{1p}\}, G_1 = \{G_{11}, G_{12}, \dots, G_{1p}\}, E_1 = \{E_{11}, E_{12}, \dots, E_{1p}\}$$

则系统第1层的子系统集为 $\{S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1p}\}$,该

层上的需求活动集为:

$$\{RA_{11}, RA_{12}, \dots, RA_{1p}\} = \{f(Ro_{11}, I_{11}, Ru_{11}, G_{11}, E_{11}), f(Ro_{12}, I_{12}, Ru_{12}, G_{12}, E_{12}), \dots, f(Ro_{1p}, I_{1p}, Ru_{1p}, G_{1p}, E_{1p})\}$$

.....

系统第 n 层(最低层)建模为:

$$A_n = \{A_{n1}, A_{n2}, \dots, A_{nq}\}, I_n = \{I_{n1}, I_{n2}, \dots, I_{nq}\}, Ru_n = \{Ru_{n1}, Ru_{n2}, \dots, Ru_{nq}\}, G_n = \{G_{n1}, G_{n2}, \dots, G_{nq}\}, E_n = \{E_{n1}, E_{n2}, \dots, E_{nq}\}$$

则系统第 n 层的子系统集为 $\{S_{n1}, S_{n2}, \dots, S_{nq}\}$, 该层上的需求活动集为:

$$\{RA_{n1}, RA_{n2}, \dots, RA_{nq}\} = \{f(A_{n1}, I_{n1}, Ru_{n1}, G_{n1}, E_{n1}), f(A_{n2}, I_{n2}, Ru_{n2}, G_{n2}, E_{n2}), \dots, f(A_{nq}, I_{nq}, Ru_{nq}, G_{nq}, E_{nq})\}$$

系统除第 0 层外,每一层都可以分解为多个子系统,下层子系统关键要素聚集构成上层子系统关键要素,形成跨层连接,同样,下层子系统关键要素所映射的需求活动,聚集构成上层子系统关键要素所映射的需求活动,所有这些需求活动共同组成整个系统的需求活动,为系统需求分析提供了层次化的组织结构分析模型。

3 结束语

基于社会计算的需求工程过程形式化描述框架,将社会科学的理论、方法及研究成果引入需求工程过程中,整个系统被分解为成员、角色、环境、组织,并用层次化的组织结构对系统关键要素:成员(具体的角色)或角色、交互、规则、目标、环境自上而下分解为层次子系统,将子系统关键要素映射为需求活动,用具体的需求活动实现子系统功能,对子系统进行聚集,得到系统全局组织结构,对软件系统建立社会抽象需求框架,为系统需求分析提出新的社会思维方法。

参考文献:

- [1] Popova V, Sharpanskykh A. A Formal Framework for Modeling and Analysis of Organizations[J]. IFIP International Federation for Information Processing, 2007, 244: 343-358.
- [2] Jonker C M, Sharpanskykh A, Treur J, et al. A Framework for Formal Modeling and Analysis of Organizations[J]. Appl. Intell., 2007, 27(1): 49-66.
- [3] Dignum V, Aldewereld H. OperettA: Organization - Oriented Development Environment [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2011, 6822: 1-18.
- [4] Ebbinghaus M W, Moldt D, Reese C, et al. Towards Organization-oriented Software Engineering [C]//Proc. of Software Engineering Conference. Hamburg: [s. n.], 2007: 205-217.
- [5] Ferber J, Gutknecht O. A metamodel for the analysis and design of organizations in multiagent systems [C]//Proc. of the 3rd Int'l Conf. on Multi-Agent Systems. Paris: IEEE Press, 1998: 128-135.
- [6] 张伟, 石纯一. Agent 组织的一种递归模型[J]. 软件学报, 2002, 13(11): 2149-2154.
- [7] 金芝, 刘璘, 金英. 软件需求工程: 原理和方法[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [8] Wooldridge M, Jennings N R, Kinny D. A methodology for agent-oriented analysis and design [C]//Proc. of the 16th National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-99). Orlando, FL: [s. n.], 1999.
- [9] Sommerville I. Software Engineering [M]. 8th ed. [s. l.]: Pearson Education Limited, 2007.
- [10] 张国生. 基于层次着色 Petri 网的需求工程过程框架[J]. 计算机应用与软件, 2011, 28(8): 17-19.
- [11] 张国生. 基于层次着色 Petri 网的功能需求模型[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(11): 81-83.
- [12] 操龙兵, 戴汝为. 开放复杂智能系统: 基础、概念、分析、设计与实施[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.

(上接第 38 页)

- [J]. Proceedings of the IEEE, 2012, 100(9): 2658-2674.
- [5] 潘大胜. 计算机半结构化数据源的数据挖掘技术探析[J]. 武汉工业学院学报, 2011, 30(4): 69-72.
- [6] 万乐, 左万利, 高金. 基于主题的网页噪音去除机制[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(8): 2072-2074.
- [7] 黄荣. 基地模板的网页主题信息抽取模型[J]. 科技信息, 2011(4): 250-251.
- [8] 汪建伟, 杨冬青, 高军, 等. 一种基于分类算法的网页信息提取方法[J]. 计算机科学, 2008, 35(3): 91-93.
- [9] Zhang Li, Li Meng, Dong Nannan, et al. An Improved DOM-based Algorithm for Web Information Extraction[J]. Journal of

information and computational science, 2011, 8(7): 1113-1121.

- [10] 周合明, 奚建清. 基于模板的 Web 信息提取系统的设计与实现[J]. 计算机技术与应用, 2011, 21(11): 105-108.
- [11] Lin Shian-Hua, Chu Kuan-Pak, Chiu Chun-Ming, et al. Automatic sitemaps generation: Exploring website structures using block extraction and hyper link analysis[J]. Expert Systems with Application, 2011, 38(4): 3944-3958.
- [12] 陈治昂, 周知予, 李大学. 一种基于模板的快速网页文本自动抽取算法[J]. 计算机研究应用, 2009, 26(7): 2646-2649.

基于社会计算的需求过程形式描述框架

作者：[张国生](#)，[ZHANG Guo-sheng](#)
作者单位：[云南大学 信息学院, 云南 昆明, 650091](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

ISTIC

年，卷(期)：2013(9)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201309010.aspx