

基于问题域的领域模型库度量

余敦辉^{1,2}, 何克清¹, 李 兵¹, 余红卫³

(1 武汉大学 计算机学院, 湖北 武汉 430070; 2 湖北大学 数学与计算机科学学院, 湖北 武汉 430062;

3 武汉市蔡甸区第五高级中学, 湖北 武汉 430000)

摘 要: 在网络化软件中, 为了便利地对领域建模所得到的巨量、多粒度、多层次的领域模型进行复用, 从而实现按需服务, 需要以问题域为单位对领域模型进行组织. 为此, 以领域问题域的内聚度和耦合度为指标, 对问题域的划分合理性进行度量, 基于该度量结果能够实现领域问题域的合并和细分等优化, 从而为实现领域问题域的强内聚和弱耦合, 提供了有力的保障, 并最终提高领域模型复用的便利性.

关键词: 网络式软件; 问题域; 领域模型

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)08-0041-03

Measure for Domain Model Base Based on Problem Domain

YU Dun-hui^{1,2}, HE Ke-qing¹, LI Bing¹, YU Hong-wei³

(1 School of Computer, Wuhan University, Wuhan 430070, China; 2 School of Mathematics and Computer Science, Hubei University, Wuhan 430062, China; 3 The 5th High School of Wuhan, Wuhan 430000, China)

Abstract: In networked software, the large numbers of domain asserts of multi-level and various granularity is obtained through domain modeling. It is necessary to organize them by use of division of problem domain in order to reuse them conveniently and then provide services on-demand. Therefore, cohesion and coupling is used to measure the rationality of the division, and to guide the merge and subdivision of problem domain. By this way, it can provide a strong guarantee to achieve the strong cohesion and weak coupling of problem domain and improve the domain model reuse convenience ultimately.

Key words: networked software; problem domain; domain model

1 引言

随着 Internet 技术的日益普及和广泛应用, 互联网上可供直接使用的服务日趋丰富, 社会对软件的开发过程提出了更高的要求 and 期盼, 如业务的无缝集成, 应用系统的敏捷开发, 面向特定领域的应用软件的自动化生成等. 为了适应这种要求, 网络化软件这种以互联网为运行平台、面向服务 (Service-Oriented) 的软件新模式越来越得到人们的认可和采用.

网络化软件^[1]是通过聚合 Internet 上的服务资

源构建而成, 集中体现了“软件即服务 (Software as a service, SaaS)^[2]”的核心思想. 其设计和开发呈现出“用户主导, 面向领域, 柔性生产”的特点. 其中, 领域的可复用的共性资产是网络化软件敏捷开发和满足用户个性化和多元化目标的重要基础^[3].

网络化软件的最终目标是为涉众用户提供多元化, 个性化, 具有高可信度和高用户体验质量的服务. 作为实现该目标的重要基础, 如何有效地组织、管理领域模型库中海量的、多粒度、多层次的领域模型, 从而有利于控制领域模型的规模和提高资产复用的便利性, 具有重要的研究意义.

收稿日期: 2010-06-12; 修回日期: 2010-07-12

基金项目: 国家“九七三”计划项目 (2006CB708302, 2007CB310801); 国家“八六三”计划项目 (2006AA04Z156); 国家自然科学基金项目 (60873083, 60803025, 60970017, 60903034); 湖北省青年杰出人才基金 (2008CDB351)

2 面向问题域的领域模型组织方式

网络化软件的领域建模是在领域实体本体和操作本体的指导下,基于 RGPS 需求元建模框架完成的^[4-5]RGPS 需求元建模框架是在网络化软件的需求工程研究中,针对网络化软件的需求建模提出的一种指导性方法.它是在领域本体(O)的指导下,尝试利用角色、目标、过程和服务刻画网络化软件用户需求的真实意图,建立能够真正满足用户需要的需求模型,为进一步提供合适的软件服务奠定基础.在 RGPS 需求元建模框架中,包括角色-目标-过程-服务四个层次的元模型^[5]:角色层(R)、目标层(G)、过程层(P)和服务层(S),同时,在四个层次间建立了相应的关联关系.通过这四个层次元模型之间的关联,能够为需求模型的互操作提供有力的支持.

在此框架下,大量的角色模型、目标模型、过程模型以及服务模型被创建.这些模型数量庞大,相互之间关系松散,如果没有一个有效的组织和管理方式,则会给领域模型的复用带来巨大的困难.为此,在网络化软件中,将整个领域的全部业务和应用功能划分为若干类,而对于同一个领域中的众多需求模型,系统将其中一些在业务上存在因果联系,或者在功能上相互依赖、相互制约的模型组织在一起,形成一个问题域.并且从隶属于同一个问题域的领域模型中抽取其基本信息,生成领域问题本体,使得针对同一问题域内的领域模型融合为一个整体.并借助于领域问题本体的指导,实现对领域模型的复用.

为实现问题域划分的自动化,系统首先基于目标模型彼此之间的语义相似性计算结果实现目标模型之间的聚类,将语义相似度大于某个设定的阈值的目标模型划分到一个问题域中,然后基于目标模型和角色模型、过程模型之间的关联,以及过程模型与服务模型之间的关联实现角色模型、过程模型以及服务模型的聚类,从而将整个领域中的所有模型聚类到不同的问题域中.

3 问题域划分合理性度量

问题域的自动划分简化了对领域模型的管理,但这种划分并不能保证一定合理,因此需要借助某些指标对其进行度量.

在网络化软件中,对领域问题域划分的合理性进行度量可以从两个方面进行:即问题域的耦合度和内聚度.从定性的角度来看,领域问题域的内聚度

是衡量该问题域内部各个领域模型之间联系的紧密程度,而领域问题域间的耦合度则是衡量不同问题域之间领域模型的关联程度.如果实现待构建应用系统的一个功能模块涉及到对两个问题域中的领域模型的复用,那么这两个问题域之间就存在耦合,而强的领域问题间的耦合度往往意味着领域问题域弱的内聚度.保持领域问题域的强内聚和弱耦合无疑可以使不同问题域面向的功能区域划分更为明确,更有利于领域模型的管理与组织,也便于复用的完成.

(1) 内聚度

内聚度是一种质量度量,描述隶属于同一个问题域中的领域模型在被复用过程中的一致程度,即它们在开发同一个待构建应用系统中被同时使用的概率.

定义 1 (问题域内聚度) 若 $Cohesion(m_i, m_j)$ 表示两个同一个问题域内的两个模型元素 m_i 与 m_j 之间的内聚度,则 $Cohesion(m_i, m_j) = P(m_i/m_j)$, 其中 $P(m_i/m_j)$ 为条件概率,指的是使用 m_j 的同时使用 m_i 的概率.领域中的第 k 个问题域 $PD[k]$ 的内聚度则表示问题域中的任意两个领域模型同时被使用的概率,其值如下: $Cohesion(PD[k]) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1 \wedge j \neq i}^n Cohesion(m_i, m_j) / (n * (n - 1))$, n 表示问题域 $PD[k]$ 中所包含的模型个数.

显然, $0 \leq Cohesion(PD[k]) \leq 1$. 若在问题域 $PD[k]$ 内只含有一些离散的领域模型,这些模型元素间完全没有关联(但这些模型元素可能和问题域 $PD[k]$ 以外的模型元素存在关联),那么 $Cohesion(PD[k]) = 0$. 一般而言,该问题域 $PD[k]$ 是不理想的,说明问题域的划分不合理.如果上述情况不存在,并且问题域 $PD[k]$ 内的模型元素和问题域 $PD[k]$ 以外的模型元素不存在关联,那么 $Cohesion(PD[k]) = 1$, 在此情况下,该问题域 $PD[k]$ 是理想的.

(2) 耦合度

耦合度也是一种质量度量,描述不属于同一个问题域中的领域模型在复用过程中的一致程度,实际上指的是不属于同一问题域的领域模型在开发同一个待构建应用系统,特别是待构建应用系统中的某个功能块时被同时使用的概率.

定义 2 (问题域耦合度) 若 $PD[i]$ 、 $PD[j]$ 为领域模型库中的两个问题域,且 $m_i \in PD[i]$, $m_j \in PD[j]$, 则 $Coupling(m_i, m_j)$ 表示模型元素 m_i 与 m_j

之间的耦合度,即 $\text{Coupling}(m_i, m_j) = P(m_i/m_j)$, 其中 $P(m_i, m_j)$ 为条件概率,指的是使用 m_j 的同时使用 m_i 的概率. 领域中的第 i 个问题域和第 j 个问题域的耦合度则表示这两个问题域中的任意两个领域模型被同时被使用的概率,其值如下:

$$\text{Coupling}(PD[i], PD[j]) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \text{Coupling}(m_i, m_j)}{(n * m)}, m, n \text{ 表示问题域 } PD[i] \text{ 以及 } PD[j] \text{ 中所包含的模型元素个数.}$$

同样, $0 \leq \text{Coupling}(PD[i], PD[j]) \leq 1$. 若问题域 $PD[i]$ 中的模型元素和问题域 $PD[j]$ 中的模型元素之间关联非常紧密,那么 $\text{Coupling}(PD[i], PD[j])$ 值就较大,这样的领域问题域划分不合理. 如果问题域 $PD[i]$ 中的模型元素和其他任何问题域中的模型元素之间关联都比较少,则该问题域 $PD[i]$ 比较理想.

4 问题域划分的优化

问题域的优化包括问题域的重新划分、合并和细分共三个方面. 它们完全可以基于内聚度和耦合度这两个指标的度量结果来进行.

当问题域 $PD[k]$ 的内聚度比较小,问题域中所包含的领域模型数量比较大,而问题域 $PD[k]$ 内的模型元素和问题域 $PD[k]$ 以外的本体元素关联较多时,则说明问题域的划分不准确,应重新对领域模型进行聚类以划分问题域.

另一方面,若当问题域 $PD[k]$ 的内聚度比较小、问题域中所包含的领域模型数量比较大,而问题域 $PD[k]$ 内的模型元素和问题域 $PD[k]$ 以外的模型元素关联并不多时则表示问题域 $PD[k]$ 太大,造成其中的模型元素紧密程度下降,则可对问题域 $PD[k]$ 进行细分,将它按其中的领域模型彼此之间的内聚度划分为多个问题域.

同样,当任意两个问题域 $PD[i]$ 、 $PD[j]$ 之间的耦合度都比较大,每个问题域中所包含的领域模型数量并不是太大时,则说明问题域的划分不准确,应重新对领域模型进行聚类以划分问题域.

另一方面,当问题域 $PD[i]$ 仅仅和少数的一两

个问题域如 $PD[j]$ 、 $PD[k]$ 耦合度比较大,且这几个问题域中所包含的领域模型数量都比较少时,则可对这几个问题域进行合并,并将对应的几个领域问题本体进行集成,从而将问题域 $PD[i]$ 、 $PD[j]$ 、 $PD[k]$ 合并为一个问题域.

5 结束语

本文针对网络化软件^[6]开发过程中对领域模型复用的高要求,提出了以问题域为单位对领域资产进行组织的方法. 并利用内聚度和耦合度这两个指标对问题域划分的合理性进行了度量,同时指出了这两个指标对于问题域的细分和合并的指导作用,从而确保问题域的高内聚和低耦合的实现,为提高领域模型复用的便利性、促进领域模型复用的高效性提供了有利的保障.

参考文献:

- [1] 何克清,彭蓉,王健,等. 网络化软件[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [2] Turner M, Budgen D, Brereton P. Turning software into a service[J]. IEEE Computer, 2003,36(10):38-44.
- [3] 王健. 网络化软件的需求元建模框架及关键技术研究[D]. 武汉:武汉大学,2008.
- [4] 余敦辉,何克清,李兵. NRST 及其在需求过程调度中的应用[J]. 微电子学与计算机,2008,25(9):4-6.
- [5] Wang Jian, He Keqing, Gong Ping, et al. RGPS: a unified requirements meta-modeling frame for networked software[C]// Proc. of Third International Workshop on Advances and Applications of Problem Frames(IWAAPF'08) at 30th International Conference on Software Engineering (ICSE'08). Germany, Leipzig, 2008.
- [6] Wang Jian, He Keqing, Li Bing, et al. Meta-models of domain modeling framework for networked software[C]// Proc. of the Sixth International Conference on Grid and Cooperative Computing. China, Urumchi, 2007: 878-885.

作者简介:

余敦辉 男,(1974-),博士研究生. 研究方向为软件工程、复杂网络.