

概念模型质量评价:基于用户的视角

Quality Evaluation of Conceptual Models from Users Perspectives

孙 凡 (山西财经大学 会计学院 山西 太原 030012)

摘 要: 概念模型是在信息系统需求分析过程中,对论域现象的形式化表示结果。概念模型的质量状况对信息系统开发项目的质量保证工作具有重要的作用。本文在总结现有研究成果的基础上,从概念模型用户的角度出发,提出了概念模型使用质量的概念,分析了概念模型使用质量的影响因素及影响机理,建立了一个用实证方法评价概念模型使用质量的模型。

关键词: 信息系统 概念模型 使用质量 实证方法 评价模型

概念模型是在信息系统需求分析过程中,为使相关人员更好地理解 and 沟通论域(建模领域)内容,用形式化的方法对论域的静态和动态现象进行表示的结果,是组成信息系统需求规格说明的重要内容。早在上世纪 60 年代人们就认识到了概念建模的重要性。

概念模型质量要通过质量评估工作来确定,从文献情况来看,国外学者从上世纪 90 年代开始研究信息系统概念模型的质量评估问题,到目前为止,已提出了一些质量评估框架^[1-6];而国内学者在这方面的研究还比较少。从实践情况来看,目前在需求分析过程中概念建模工作还处于“技艺”状态,概念模型质量评估还没有可靠一致的标准,甚至在专家之间都很难达成一个关于“什么是好模型”的一致意见^[7]。究其原因,在于一方面信息系统概念建模及其质量评估是一个新兴的学科,形成的共识的时间还不够;另一方面已有的研究主要从研究者的个别经验出发,或进行抽象的理论研究,对研究结果缺乏实证检验,或基于具体的实践提出一些解决具体问题的方法,而这些方法又缺乏可靠的理论支撑,无法推广开来。

能否找到一种既能使理论和实践相结合,又容易被用户接受的质量评估方法呢?笔者认为首先应该选择一种适当的质量观,这种质量观既能充分反映用户的需求,又能够将概念模型质量评估的理论和实践工作紧密地联系在一起。

1 概念模型使用质量的定义

在 ISO 质量标准中,存在若干种质量观。ISO8402

将质量定义为实体满足规定的和隐含的与需求能力有关的全部特性,并认为产品质量是产品的内在特性,由存在或缺少可度量属性而决定, Garvin 将这种质量观称为产品质量 (product quality) 观^[8]。ISO9000 将质量定义为产品或服务满足规定的或隐含的与需求能力有关的全部特征和特性,并认为质量是生产符合需求规格说明的结果,这意味着只要生产符合需求规格说明,即使需求规格说明是不适当的,产品或服务是具有质量的, Garvin 将这种质量观称为生产质量 (manufacturing quality) 观^[8]。无论是产品质量观还是生产质量观都没有考虑用户对质量的感知,由于不同的用户有不同的需求,他们可能需要不同的产品质量,而产品的作用就是帮助特定用户在特定的环境下实现特定的目标,因而产品质量和生产质量观都不适合于从用户角度出发衡量产品的质量。

真正考虑用户感知的产品质量观是由 ISO/IEC9126 所提出的计算机软件的使用质量 (quality in use)。为了解决计算机软件的可用性问题的, ISO/IEC9126-1 引进了一个新的质量模型,提出了计算机软件产品使用质量 (quality in use) 的概念:计算机软件产品使特定的用户在特定的使用环境下富有效益 (efficiency) 和生产率 (productivity) 并满意地实现特定目标的能力^[8]。使用质量是用户对包括软件在内的计算机系统的质量视图,这种广阔的质量视角传统上一直是工效学或人机工程学 (ergonomics) 的领域,它关注影响人们实现自身目标的自然和社会环境因素,其

目的是让人与工作环境更加和谐,从而有更高的工效。

虽然信息系统的概念模型不同于计算机软件,但使用质量观同样适用于概念模型。因为概念模型是在信息系统的需求分析过程中为促进相关人员之间对论域现象的理解和交流而创建的,它的用户不仅包括最终用户(使用信息系统的用户),还包括系统分析人员和设计人员等等,这些类型的人员具有不尽相同的特性和需求,对概念模型具有不尽相同的质量观。另一方面,由于概念模型的质量评估是一个社会过程而非技术过程,所以更强调用户之间的沟通和一致意见的达成,这样从用户角度出发的使用质量观就更适合于概念模型的质量评估。因此,为了从用户的视角出发评价概念模型的质量,也为了使该工作尽量与软件工程质量评估的相关标准保持一致,本文将在 ISO/IEC9126-1 所提出的计算机软件使用质量概念的基础上,根据概念模型的特点,引入概念模型使用质量的定义。

计算机软件使用质量定义是针对可在计算机系统上运行的计算机程序以及配套的数据,用户可用计算机软件实现各种各样的目标,在实现这些目标的过程中体会到使用计算机软件的效益(计算机软件帮助用户实现既定目标的准确和完整程度)、生产率(完成任务过程中平均耗费单位资源所实现的效益水平)、和满意程度(用户的舒适和可接受程度)。用户使用信息系统概念模型的目标是理解和沟通论域的内容,为信息系统需求规格说明的制定打下良好的基础,在完成理解和沟通任务的过程中用户同样能够感受到使用概念模型的效益(概念模型能够帮助用户准确和完整地理解和沟通论域内容的程度)、效率(完成特定的理解与沟通任务过程中平均耗费单位资源所实现的效益水平)和满意度(用户对使用概念模型的满意程度)因此本文将概念模型使用质量定义为:

概念模型使特定用户在特定使用环境下富有效益和效率并满意地完成特定理解和沟通任务的能力,它的三个评价指标分别是效益、效率和用户满意度。

2 概念模型使用质量影响因素分析

概念模型是一个按照人类的感知用特定的建模语言通过特定的媒介(如文字、图形、解说和动画等)对论域现象的人工表示,而概念模型的使用是一个用户

通过对建模语言的理解把用特定媒介呈现的关于论域的人工表示还原为论域现象原貌并对之进行交流和沟通的过程。因此,在概念模型的使用过程中,用户特征、建模语言、建模对象和表示媒介是四个主要因素,将会对概念模型的使用质量产生影响。

2.1 用户特征对使用质量的影响作用

用户特征主要是指用户所具有的知识 and 经验,其次还包括用户的性别和年龄等方面,本文先考察用户的知识和经验对概念模型使用质量的影响作用,其他方面的影响作用留待未来进一步考察。用户对概念模型的使用由两个过程组成,一个是理解建模语言的过程,另一个是认识论域现象的过程。

首先,用户的知识和经验对其理解建模语言会产生怎样的影响呢?具体地说,这里所说的“语言理解”就是指把字面上的语词转换成这些词语所表示的意义的理解过程。一般地说,这主要包括以下的两个阶段:第一,感知阶段。这即是指对输入的语音或书面字形的印象进行早期加工(知觉加工);第二,分析阶段。这首先是指对语句的语法分析并决定词的类别及其某些含义;其次,更为重要的则是根据上下文和已有的知识和经验进行语义分析以决定句子的意义(称为“意义表征”)^[9]。由此可见,在语言理解的全部过程中,人们都离不开已有的知识和经验,而这又不仅是指在“早期加工”和“中期加工”中要用到各种语言学的知识,而主要是指正是主体已有的知识和经验为语义的理解提供了必要的背景知识或“上下文联系”。

其次,用户的知识和经验对其认识论域现象会产生怎样的影响呢?按照认知心理学的建构主义理论,认识并非主体对于客观实在的简单的、被动的反映(镜面式反映),而是一个主动的建构过程;在建构的过程中主体已有的知识背景和经验基础(认知结构)发挥了特别重要的作用;由于各个主体必然地具有不同的知识背景和经验基础(或者说,不同的认知结构),因此即使就同一个对象的认识而言,相同的认识活动也不可能完全一致,而必然地具有个体的特殊性。也就是说,按照建构主义理论,用户的知识和经验(认知结构)对其认识论域现象要产生影响,不同的用户由于具有不同的认知结构,所以其对相同的论域现象得认识程度也不尽相同。

由以上两个方面的分析,我们可以得出这样的结

论:用户的知识和经验能够促进用户更有效地理解概念模型,从而得到更高的使用质量,本文称之为用户的知识与经验效应。

2.2 建模语言对使用质量的影响作用

建模语言的基本组成成分就是它的语法构件和语法规则,语法构件是建模语言可使用的基本词汇,而语法规则约定语法构件的使用方法。本文先研究语法构件对概念模型使用质量的影响,语法规则的影响作用留待未来作进一步的研究。那么语法构件对概念模型使用质量会产生怎样的影响作用,如何衡量这些影响作用呢? Weber、Wand、Bodart、Burton - Jones 和 Shanks 等人在这方面作了很多的研究工作,他们的研究成果可以帮助解决这个问题。

Weber^[10]等研究指出,由于本体(ontology)旨在明确地表示人类对真实世界存在的认识,所以也可把本体构件看作与人的认知构件相关。如果本体构件能很好地映射到认知构件,而语法构件和本体构件之间也有很好的映射关系,那么语法构件就能很好地映射到人类的认知构件。这就是说,如果选择好一个本体构件,它和人的认知构件相关,那么就能把这个本体构件作为基准(称为建模基准构件),衡量语法构件能否和人类的认知构件相关。如果语法构件能够和人类的认知构件相关,那么用这些语法构件创建的概念模型就很容易被人们理解。

在这种观点的支持下,他们进一步提出通过对比语法构件和建模基准构件之间的映射关系,可以揭示语法构件存在的几种缺陷:(1)构件过载(Construct overload)——几个本体构件映射为一个语法构件——将导致语法构件同名歧义(homonymy)的问题;(2)构件过多(Construct redundancy)——几个语法构件映射为一个本体构件——将导致语法构件存在同义词(synonymy)的问题;(3)构件不足(Construct deficit)——本体构件未必能映射到任意的语法构件上——将削弱用户用语法构件完整表示真实系统现象的能力;(4)构件剩余(Construct excess)——语法构件未必能映射到任意的本体构件上——将使用户搞不清楚多余语法构件的性质和目的。

这四种缺陷可分为两类,一类是语法构件的过载、过多或剩余,它反映了语法构件的清晰程度;另一类是语法构件不足,它反映语法构件的完整程度。Weber

在第一类缺陷的基础上提出了语法构件本体清晰性(ontological clarity)的概念,即语法构件不存在构件的过载、过多或剩余缺陷的程度;在第二类缺陷的基础上提出了语法构件本体不完整性(ontological incompleteness)的概念。依据语法构件的本体清晰性概念,Weber 进一步提出了以下的假定:语法构件的本体清晰性就越高,用它们创建的概念模型就越容易理解;而语法构件的本体清晰性越低,用它们创建的概念模型就越难理解。

在 Weber 提出语法构件本体清晰性概念及其对概念模型的可理解性影响的假定后,Bodart^[11]、Burton - Jones^[12]、Shanks^[13-14]等人做了一系列的实证研究,证实了 Weber 的观点。

由此可见,概念建模语言语法构件的本体清晰性越高,其使用质量也就越高,反之,使用质量越低。

2.3 建模对象对使用质量的影响作用

建模对象是指概念建模的对象,也即论域的内容。由于用户对概念模型的使用是一个对建模对象的内容进行信息加工的过程,所以可以依据西蒙的人类信息加工理论来分析它对概念模型使用质量的影响作用。

西蒙^[15]的信息加工理论认为,人类信息加工系统的结构由输入、输出、中间的记忆和围绕着它的控制部分组成。控制部分负责控制信息进入记忆和再从记忆中输出信息。记忆分为短时记忆和长时记忆,记忆量的单位叫组块,组块在短时记忆中保持的时间都不到 1 秒。短时记忆的输出比较快,1 秒钟约可以输出 5 个组块,其输入也比较快。然而短时记忆的容量却很有限,一般是 6 个左右的组块。人的长时记忆容量是非常大的,但是,它的输入和输出很费时间。一般输入一个组块需要 8 秒,输出一个组块需要 2 秒。短时记忆是非常重要的,它直接决定了人当前的理解活动,但由于短时记忆容量有限,即使简单的事情也需要一些长时记忆里的东西,而事情越复杂,需要长时记忆里的东西就越多,人的理解越慢也越困难。

西蒙的信息加工理论揭示了这样的规律,事情越复杂,人类对它的理解越慢也越困难。把这个规律应用到建模对象上,就可以得出这样的结论:建模对象的内容越复杂,用户对它的理解将越慢也越困难,导致概念模型的使用质量就越低;反之,概念模型的内容越简单,概念模型的使用质量就越高。

2.4 建模对象对使用质量的影响作用

概念模型的表示媒介是指模型的呈现载体,一般包括文字、图画、声音和动画等。认知心理学研究表明^[16],虽然文字线性结构对同一命题的表征方法是单一的、但多媒体信息可以用文本、图像、动画、视频、声音等多种形式加以表征,可在某节点上对同一内容进行广度上的延伸。这种多重编码的方式既能让用户多角度重复某一内容的学习,也可使用户学到某一知识点的多重属性,加之采用与文本内容相关的图形、视频、动画、声音等呈现知识信息,均可丰富其表现手段,为某一知识点创设情境,提供丰富的语境信息,促进信息的加工和转化。由此可见,采用多媒体方式能使概念模型的使用质量提高,我们称这种情况为多媒体效应。

3 概念模型使用质量评估模型的建立

经过以上分析,本文建立了一个以用户特征、建模语言、建模对象和表示媒介为影响因素的评价概念模型使用质量的理论模型,其中用户特征通过其知识和经验效应对使用质量产生影响,建模语言通过其语法构件本体清晰性对使用质量产生影响,论域内容通过其复杂程度、表示媒介通过多媒体效应对使用质量产生影响。

虽然我们依据该评价模型能够从理论上定性地分析得出四个影响因素中每个因素对概念模型使用质量的影响作用,但我们还无法从理论上定量地描述每个因素对概念模型使用质量影响作用的大小,也不能从理论上定量地描述四种影响因素对概念模型使用质量每个评价指标综合作用的大小。在理论上找到这些定量关系之前,这些工作只能借助于实际的观察和测量,但而这并不意味着理论模型不起任何作用,因为只依据于实际观察和测量而不从理论上确认概念模型使用质量之间为什么存在差异会阻碍用户对概念模型所具有的优缺点的理解,因此把理论推测和实际观察结合起来的方法是一种可行的方法。

因此,在上述理论模型的基础上,我们可以建立如下的概念模型使用质量评估的实证研究模型:理论模型中所定义的概念模型使用质量的三个评价指标(效益、效率、用户满意度)可作为实证研究中因变量,这些

因变量可直接测量。理论模型中所提出的四个影响因素(用户特征、建模语言、建模对象、表示媒介)可作为实证研究中的自变量或控制变量,它们的不同水平组合导致了因变量具有不同的状态,而理论模型中所提出四种影响关系(知识与经验效应、建模语言语法构件的本体清晰性影响、建模对象内容复杂程度的影响、多媒体效应)能够为实证研究中的假设开发提供理论支持。最后,实证评价概念模型使用质量的模型如图1所示。

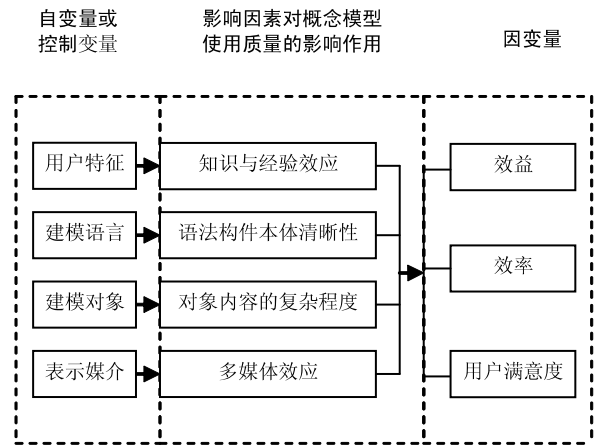


图1 概念模型使用质量的实证评价模型

4 结论

概念模型是对需求分析内容的描述,其质量对信息系统开发项目的质量保证工作具有重要的作用。本文从概念模型用户的角度出发,提出了概念模型使用质量的概念,并依据认知心理学等相关理论建立了一个实证评价概念模型使用质量的模型。实证评价模型确定了概念模型使用质量的三个评价指标,提出四个影响因素及其影响机理,能够为概念模型使用质量的实证评价工作提供指导。

该评价模型存在的不足之处在于:首先,概念模型使用质量影响因素组分的考虑还不全面,例如,用户特征中只考虑了用户的知识和经验,未考虑用户的性别、年龄、情绪等成分的影响,建模语言因素中只考虑了语法构件,未考虑语法规则的影响。其次,评价模型还停留在定性描述的层面上,未能深入到定量描述的层面上。这些不足都是未来需要进一步探索的问题。

参考文献

- 1 von Halle B. Data: asset or liability? Database Programming Design, 1991, 4 (7): 21 - 24.
- 2 Batini C, Ceri S, Navathe SB. Conceptual Database Design: An Entity Relationship Approach. Benjamin Cummings, Redwood City, CA, 1992.
- 3 Levitin A, Redman T. Quality dimensions of a conceptual view, Inform. Process. Manage. 1994, 31(1).
- 4 Lindland OI, Sindre G, Iyberg AS. Understanding quality in conceptual modelling. IEEE Software, 1994, 11 (2): 42 - 49
- 5 Kesh S. Evaluating the quality of entity relationship models. Information Software Technol, 1995, 37 (12): 681 - 689.
- 6 Witt GC, Simsion GC. Data Modeling Essentials: Analysis, Design, and Innovation, The Coriolis Group, 2000.
- 7 Moody DL. Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions, Data & Knowledge Engineering, 2005, 55(3): 243 - 276.
- 8 Bevan N. Quality in use: Meeting user needs for quality. The Journal of Systems and Software, 1999, 49(1): 89 - 91.
- 9 郑毓信, 梁贯成. 认知科学建构主义与数学教育. 上海: 上海教育出版社, 1998.
- 10 Wand Y, Weber R. On the Ontological Expressiveness of Information Systems Analysis and Design Grammarism. Journal of Information Systems. 1993, 3: 217 - 237.
- 11 Bodart F, Sim M, Patel A, et al. Should optional properties be used in conceptual modelling? A theory and three empirical tests. Inf Syst Res, 2001, 12 (4): 384 - 405.
- 12 Burton - Jones A, Weber R. Understanding Relationships with Attributes in Entity - Relationship Diagrams. Proc. of the 20th International Conference on Information Systems 1999.
- 13 Shanks G, Tansley E, Nuredini J, et al. Representing part - whole relationships in conceptual modeling: An empirical evaluation. Proc. 23rd Internat. Conf. Inform. Systems. Association of Information Systems, Seattle, WA, 2002.
- 14 Shanks G, Nuredini J, Tobin D, et al. Representing things and properties in conceptual modeling: An empirical investigation. Proc. 11th Eur. Conf. Inform. Systems, Naples, Italy 2003.
- 15 Simon HA. 人类的认知—思维的信息加工理论. 荆其诚, 张厚燊译. 北京: 科学出版社, 1986.
- 16 李勇帆. 多媒体 CAI 课件设计制作. 长沙: 国防科技大学出版社, 2001.