

●马费成 郝金星

概念地图在知识表示和知识评价中的应用(I)*

——概念地图的基本内涵

摘 要 概念地图是针对特定主题的个人结构化知识的一种图示方法。构成概念地图的基本要素有关系、命题、等级、意群、交叉关系和示例等。概念地图有其理论基础。其研究领域包括对其作为知识表示工具的研究,以及其作为知识评价和提取工具的研究。概念地图在知识管理中的应用,有利于知识创新、交流和共享,并可用于知识评价等。图1。参考文献36。

关键词 概念地图 知识地图 知识表示 知识提取 知识评价

分类号 F280

ABSTRACT In this paper, the authors discuss the definition, component parts, characteristics and theoretical basis of concept map, and then discuss their research fields and applications. 1 fig. 36 refs.

KEY WORDS Concept map. Knowledge map. Knowledge representation. Knowledge extraction. Knowledge evaluation.

CLASS NUMBER F280

概念地图思想最早是在20世纪70年代初由美国康奈尔大学诺瓦克(J. D. Novak)教授提出的一种教学工具^[1]。历经几十年的发展,概念地图在本身定义、理论基础、研究领域、相关研究以及应用范围等各个方面都有了质的飞跃。我国关于概念地图的研究不多,并且集中在教育领域。本文在综合国外近几十年研究成果的基础上,论述概念地图定义与组成要素、理论基础、研究领域和相关研究,最后提出概念地图在知识管理领域的(潜在)应用。

1 概念地图的定义与组成要素

通常认为,概念地图是针对特定主题的个人结构化知识的一种图示方法^[2-3]。但概念地图研究还很年轻,所以不可避免地出现多词近义及一词多义的现象。

在以往的研究中,概念地图经常和知识地图(knowledge map)^[4]、认知地图(cognitive map)^[5]、思维导图(mind map)^[6]、语义地图(semantic map)^[7]等概念混用。虽然这些概念之间存在细微差别,通常我们可以认为这些概念表达相近内容,可以在一定条件下通用。这些概念的存在,丰富了概念地图的研究。本文将在第三个问题中介绍这些内容。

概念地图本身是功能强大的知识工具,但是研究

者根据研究角度、研究层次的不同,对概念地图进行了不同的解释和说明。其主要分歧之一集中在概念地图可以表示的知识类型上。Jonassen 和 Marra^[8],以及 Novak^[9]等人认为概念地图表示个人内部认知(知识)结构,这些知识包括陈述性知识(declarative knowledge)、过程性知识(procedural knowledge)或者结构性知识(structural knowledge);Zaff 等人^[10]则认为概念地图更适合表示外部知识结构,比如空间环境结构、知识语义结构等。主要分歧之二集中在概念地图以何种图形方式表示知识结构。诺瓦克等人根据有意义学习理论,强调概念地图应该遵循等级结构^[11];Ruiz-Primo 等人认为根据 Deese^[12]的关联记忆理论解释概念地图并不一定要遵循等级结构,网状结构可能更适合表示知识间的关系。

这些分歧在短时间内很难得到较好解决。由于诺瓦克等人的研究系统并且具有坚实的理论基础,所以本文采纳其关于概念地图的定义和观点:概念地图是利用概念以及概念之间的关系表示关于某个主题的结构化知识的一种图示方法^[13]。概念地图用节点表示概念,用连接线和连接语表示概念之间的关系;节点和连线按照宽泛概念在上、具体概念在下的顺序,形成等级结构,如图1所示。

* 本文系国家社科基金项目“基于IRM及KM范式下的情报学发展模式研究”(项目编号:03BTQ012)的研究成果之一。

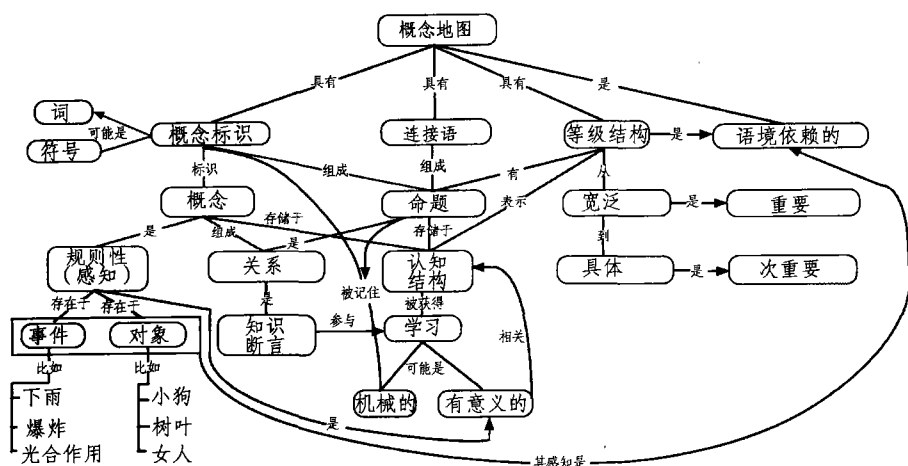


图1 反映概念地图组成要素的概念地图

构成概念地图的基本要素包括如下内容。

概念:事件或者对象所具有的规则性。

关系:由连接线和连接词组成,用于连接概念形成命题。该关系必须是有效的,而且是有意义的。

命题:由两个以上的概念及其关系构成表达意义的命题。

连接线和连接语:连接线指概念间的连线,连接语指连接线的名称,用以标示概念之间的关系和意义。

等级:指概念地图中所呈现的层次。其中上级概念比下级概念广泛,而下级概念比上级概念具体。

意群:上级概念和其所有下级概念一起构成一个意群,或者称为概念簇。

交叉关系:由连接线和连接词组成,描述不同意群之间关系。

示例:概念的具体例子。但这不是必须的。

图1是反映“概念地图”基本要素的概念地图^[14]。“概念标识”、“连接语”、“等级结构”等都是概念;“概念地图”、“等级结构”以及它们之间的“具有”关系,构成命题。概念“学习”和其下位概念“机械的”和“有意义的”构成一个意群。类似的“规则性”和其下位概念“对象”和“事件”以及它们的示例,一起构成一个意群。概念“规则性”和“有意义的”之间的关系是跨越这两个意群之间的关系,所以形成交叉关系。通过这里的描述,我们不难发现,概念地图的核心要素包括内容和结构两个方面。内容指概念和关系的内涵,体现人们正确理解知识的能力;而结构指连接关系、等级关系以及交叉关系等构成的语义

网络,可以体现人们组织知识、运用知识的能力。

2 概念地图的理论基础

概念地图作为知识提取、知识表示以及知识评价的工具有着坚实的理论基础。这些理论主要来自认知科学:包括 Ausubel 的“有意义学习理论”(Meaningful learning theory)^[15-16];Rumelhart 的图式理论(Schema Theory)^[17]和 Quillian 的语义记忆模型(Semantic memory model)^[18], Anderson 的解决问题的 ACT* 模型^[19],以及 Jonassen 等人的结构化知识理论(Theory of structural knowledge)^[20]。这些理论结合起来,很好地回答了概念地图为什么能够利用等级结构准确地表达面向特定主题的结构化知识。

Ausubel 的有意义学习理论明确区分有意义的学习和机械学习。有意义学习的精髓是将新的知识同化到已有的认知结构中;新的知识只有在和个人已有的认知结构(Advance Organizer)联系起来的时候才真正具有意义。根据有意义学习理论,知识结构具有等级,宽泛概念在上层,包含(subsume)具体概念。具体概念通过渐进差别(progressive differentiation)过程,逐次展开化为更具体的概念。包含和渐进差别经常带来概念意义的修正和变更,导致新的关系的产生。这个过程称为综合调整(integrative reconciliation),表现在概念之间的交叉关系(cross-link)。所以在概念地图中的等级结构实现了包含和渐进差别,概念之间的交叉关系,实现了概念的综合调整。各个概念之间的含义可以通过和其他概念之间的关系加以界定。这样,概念地图就可以支持学习者有意义的

学习过程。

Rumelhart 的图示理论和 Quillian 的语义记忆理论强调知识在人脑中的组织方式,也为概念地图提供了理论支持。根据 Rumelhart 的图式理论,每个人通过自己特定的图式(schema)存储知识。图式包括一系列属性以帮助我们记忆和识别知识,图式之间的联系帮助我们识别它们的含义。图式相互联系起来形成图式群(schemata),或者称为语义网络、语义记忆。学习的过程就是增加图式和重新组织图式群的过程。Quillian 的语义记忆模型,进一步明确了记忆的等级结构以及单元(units)、属性(properties)和指针(pointers)三个组成部分。当人们搜索知识的时候,大脑从那些与输入相匹配的单元出发,扩展到和该单元相邻的单元,再通过各自的指针,进一步拓展到其他单元。概念地图正是遵循这样的结构和模型,在很大程度上实现了图式理论和语义记忆模型。

Anderson 的 ACT* 理论进一步区分陈述性知识和过程知识。陈述性知识即知道“什么”的知识,亦即关于事实的知识。过程性知识指“如何做”的知识,亦即技能知识。Jonassen 等人的结构化知识理论,在强调陈述性知识和过程性知识联系的基础上,提出结构化知识。结构化知识不仅可以很好理解“什么”和“如何做”等的知识,而且更重要的,它将两者综合起来,可以回答“为什么”的知识。结构化知识帮助学习者整合陈述性知识和过程性知识,激发学习者探讨这些知识的本质以及它们之间的相关性。按照认知科学的观点,结构化知识也常常被称作认知结构、语义网络等^[21]。

3 概念地图的研究领域

从知识管理角度看,经过几十年的发展,概念地图的研究领域已由知识表示领域拓展到知识提取、表示和评价领域。

概念地图的最早研究领域之一是验证概念地图作为一种知识表示工具的效果。这是传统的概念地图研究领域,其很大范围集中在教育环境,但是其结论也可以适用于商业环境、政府环境等^[22]。以往研究主要从两种研究角度进行理论和实证研究。角度一是验证概念地图本身作为一种知识表示工具能否促进学习效果,这很大程度上说明了概念地图研究本身是有价值的。基于这种目的,研究者从概念地图构建者年龄(如小学生、中学生、大学生等),构建者知识量(如教师、好学生、差学生等),任务属性(如具体

的任务、开放的任务等),问题类型(如知识性问题、程序问题、抽象问题等),绘图方式(如手工绘图、计算机辅助绘图等),概念地图的构建方法(如给定概念的概念地图、给定关系的概念地图等),以及学科领域(如物理、化学、生物等)、时间长短(如间歇性使用、长期使用等)、色彩及媒体形式(普通媒体、多媒体等)等各个角度开展了大量的研究。角度二是通过将概念地图和其他知识表示工具(如文字、幻灯片、大纲等)进行比较,说明概念地图作为知识表示工具的优越性。这些研究,大大丰富了我们对于概念地图的认识,也得出了一些重要的结论:①使用概念地图效果明显优于不使用概念地图;②小学生通过使用概念地图能够很好地理解抽象概念;③概念地图可以帮助各个学科的研究生学会如何学习,更有效地表示知识的变更;④概念地图更加适合表示自然界的具体概念及其关系;⑤预备知识少的人(如差生)使用概念地图比大纲等文字表示工具效果明显;⑥自始至终使用概念地图比偶尔为之效果好,等等。

概念地图的研究领域之二是概念地图作为知识评价工具的研究。具体研究主要包括三个方面:第一如何有效构建概念地图,不同方式构建的概念地图决定了不同的评价方案;第二如何根据已构建的概念地图有效地分析,进而评价知识;第三如何验证该分析方法的测量指标的信度和效度(即可靠性和准确性)。从概念地图提出开始,人们就开始研究如何利用概念地图合理评价学生学习效果^[23],但是在这段时间人们对于概念地图评价研究相对零散。1996年,Ruiz-Primo 等人系统总结了前人利用概念地图评价知识的 21 种方法,提出了操作意义上的概念地图构建方法和有效评价概念地图的标准,使得离散的研究系统起来^[24]。但是由于概念地图本身的复杂性,以及知识本身的复杂性,概念地图作为评价知识的工具的研究还很不成熟。许多问题都需要深入研究。比如:①不同类型的知识如何利用概念地图加以表示,不同概念地图的构建方法评价何种类型的知识?②如何根据不同类型的概念地图,构建既方便实施又具有较高信度和效度的评价指标?③如何找出公认的概念地图的评价指标?④如何实现概念地图评价知识的自动化?等等,我们将在下一篇文章中讨论这些问题。

概念地图的研究领域之三是概念地图作为知识提取工具的研究。虽然诺瓦克在其经典著作《学习如何学习》中已经提到概念地图可以有效地获取个

人知识,是一种有效的面试工具,但是由于验证概念地图提取知识效果依赖于前两者的研究,特别依赖于科学评价概念地图的研究,所以该领域研究才刚刚起步。目前已有的研究集中在利用概念地图创建知识提取系统。比如 Ford 等人^[25]利用概念地图和 Kelly's 的网格技术建立了知识获取工具 ICONKAT; Ford 等人^[26]1996 年还利用概念地图建立了心脏病学的专家系统 NUCES; Cañas 等人^[27]将概念地图和案例推理方法(case-based reasoning methodology)相结合建立了 DRAMA (Design Retrieval and Adaptation Mechanisms for Aerospace) 系统,用来提取、保持和重用专家知识。但是上述应用并没有验证概念地图作为知识提取工具的效度。2003 年, Zanting 等人^[28]通过与结构化面试方法(Structured interview methods)进行比较,结果发现概念地图易于捕获更多的抽象知识,提取更多的解释。尽管如此,我们可以和“研究领域一”中研究的内容相比较,就不难发现概念地图作为知识提取工具的研究还很初步。

4 概念地图的相关研究

除了概念地图本身的研究之外,很多和概念地图相近的研究值得我们重视。这些研究包括认知地图研究、因果图研究、思维导图研究、知识地图研究等等。

认知地图研究和概念地图研究基本同步,但是认知地图仅仅强调提取和表示人脑中各个概念之间的关系,特别是因果关系,用于组织学习和组织决策。并且把专门反映概念间因果关系的一类认知地图称为因果图(causal map)^[29]。认知地图的研究主要集中在决策学、组织学等商业相关领域。由于认知地图更加注重于捕获个人的心智模式(mental models),所以已经建立了一套较为完整的构建方法,特别是与内容无关或者是基本与内容无关(content-free)的构建方法(比如“揭示性因果图”^[30]),这些内容值得我们在进一步研究概念地图的过程中加以学习。

思维导图(mind map)是一种帮助人们接受、记忆和重组知识的有效认知工具,主要目的是帮助人们记忆知识。根据其发明人东尼·博赞的描述,思维导图是一种新的思维模式;它结合了全脑的概念,包括左脑的逻辑、顺序、条例、文字、数字,以及右脑的图像、想像、颜色、空间、整体等^[31]。其理论基础包括创造性思维理论、回忆功能理论等等。思维导图已经被广泛用到实际当中,其在实际中的成功应用,为进一

步改进概念地图提供了参考。

知识地图研究随着知识管理的兴起而日益引起人们注意。但是值得注意的是,由于知识本身的复杂性,各个研究者定义的知识地图大相径庭。广义讲,有的学者定义知识地图是描述企业内部知识源、知识资产、知识结构、知识应用以及知识发展过程的图形化工具^[32]。但是狭义的知识地图一般认为和概念地图类似。根据美国 CRESST (Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing) 的研究,从知识表示的角度,它们的差别只不过是概念和连接语采用系统既定的词汇而已^[33]。在情报学领域,最早提出概念地图的 B. C. 布鲁克斯认为知识地图描述文献中概念之间的联系,其和概念地图定义的差别也很细微^[34]。很多文献已经介绍了知识地图在知识管理中的应用,这给了概念地图新的应用空间——知识管理。

5 概念地图在知识管理领域的应用

概念地图自产生以来,已经被广泛应用到了教育领域。比如这些年来研究表明,概念地图应用到了教育的各个分支^[35]。但是我们通过分析概念地图的定义、理论基础、研究领域和相关研究不难看出,概念地图绝对不仅仅只能应用到教育领域,而具有更广阔的应用前景。诺瓦克等人甚至谈到概念地图可以应用到社会生活的各个领域,包括商业领域、政府领域、国防领域等等^[36]。其中,概念地图在知识管理领域的应用是本文的核心课题,我们在这里专门加以讨论。

(1) 概念地图作为知识表示的工具,可以提高对概念的理解。

通过对概念地图的介绍,我们不难发现概念地图可以作为知识表征的工具,以简洁明了的图形形式表现复杂的知识结构,形象地呈现各知识点之间的联系,包括新旧知识间的关系,确定因果联系,区分概念的优先次序和组织概念,显示其他有意义的观点模式,产生有意义的学习,从而提高对概念的理解。

(2) 概念地图作为知识组织和存储工具,可以促进知识创新。

概念地图可以作为知识组织工具,将文献已有的比较成熟的著录、分类、主题词标引、文摘、索引等传统整序方式经过改进后综合起来利用,运用单元知识及其链接关系构筑认知地图,也就是通过单元知识整序后,将全部文献知识构筑成非线性的、网络

结构的、开放性的、逐渐积累完善的活化大文献(超文本,超媒体文献),从而形成促发知识创新的新的文献类型,而绝非现有的连续生产的无序化单元文献。

(3)概念地图作为高级思维的认知工具,可以进行思维引导。

概念地图作为学习者的高级思维的认知工具,学习者在概念地图引导下或利用概念地图进行比较、分析、假设、推断、综合等思维活动,并用来支持问题解决的过程。因此,概念地图可以支持学习者高级思维活动,起到和思维导图类似的功能。

(4)概念地图作为知识提取的工具,可以提供交流共享。

概念地图也可以作为一种知识提取的工具,让各种知识元素在头脑中构建起知识网络,在进行集体讨论或者独立思考时,头脑中的网络节点通过链接触发各个相关的知识点,从而发表独创性的见解;也可以利用图形、图表等创建一种形象化的表现形式,用以交流复杂的观点;概念地图也可以用来促进知识共享。

(5)概念地图作为定量测评的工具,可以用于知识评价。

概念地图主体(去除交叉关系的概念地图)是一种等级式的树状结构,这种数据结构使得概念地图易于定量计算,计算结果也易于解释。正如前文所述,虽然概念地图作为知识评价工具很不成熟,但是人们已经初步证明了其可行性和有效性。和其他知识评价工具相比,概念地图更加友好,并且很可能具有更好的评价结果。

所以概念地图作为一种底层知识工具,具有服务于知识管理的绝大部分环节的潜力。通过将概念地图引入知识管理研究,可以进行真正意义上的“知识”管理,将知识管理研究带入一个新的阶段。

参考文献

- 1,2,13,23 Novak, J. D. and D. N. Gowin, Learning How to Learn. 1984, Cambridge, U. K.: Cambridge Univ. Press.
- 3 Dorrough, D. K. and J. A. Rye, Mapping for understanding: Using concept maps as windows to students' minds. Science Teacher, 1997. 46(1): p. 36 - 41
- 4,33 Bahr, S. and D. Dansereau, Bilingual knowledge maps (BiK - Maps) in second language vocabulary learning. Journal of Experimental Education, 2001. 70(1): p. 5 - 24
- 5,29 Narayanan, V. K., Causal Mapping: An Historical Overview, in Causal Mapping for Research in Information Technology, V. K. Narayanan and D. J. Armstrong, Editors. 2005, Idea Group Publishing: Hershey, PA. p. 1 - 19
- 6,31 Buzan, T. and B. Buzan, The Mind Map. 1996, New York: Plume.
- 7 Lambiotte, J., et al., Multirelational semantic maps. Educational Psychology Review, 1989. 1(4): p. 331 - 366
- 8 Jonassen, D. H. and R. M. Marra, Concept mapping and other formalisms as Mindtools for representing knowledge. Association for Learning Technology Journal, 1994. 2(1): p. 50 - 60
- 9,11,36 Novak, J. D., Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps TM as Facilitative Tools in Schools and Corporations. 1998, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 10 Zaff, B., M. McNeese, and D. Snyder, Capturing multiple perspectives: a user-centred approach to knowledge and design acquisition. Knowledge Acquisition, 1993. 5: p. 79 - 116
- 12 Deese, J., The Structure of Associations in Language and Thought. 1965, Baltimore: Johns Hopkins Press.
- 14 Novak, J. D., Clarify with concept maps: A tool for students and teachers alike. The Science Teacher, 1991. 58(7): p. 44 - 49
- 15 Ausubel, D., J. Novak, and H. Hanesian, Educational psychology: A cognitive view. 1978, New York: Holt, Rinehart and Winston.
- 16 Ausubel, D. P., The Psychology of Meaningful Verbal Learning. 1963, New York: Grune and Stratton.
- 17 Rumelhart, D. E., Schemata: The building blocks of cognition, in Theoretical Issues in Reading Comprehension: Perspectives from Cognitive Psychology, Linguistics, Artificial Intelligence, and Education, R. J. Spiro, B. C. Bruce, and W. F. Brewer, Editors. 1980, Lawrence Erlbaum: Hillsdale, NJ.
- 18 Quillian, M. R., Semantic memory, in Readings in cognitive science: A Perspective from psychology and artificial intelligence, E. Smith, Editor. 1988, Morgan Kaufman Publishers: San Mateo, CA. p. 80 - 101
- 19 Anderson, J., The architecture of cognition. 1983, Harvard: Harvard University Press.
- 20,21 Jonassen, D. H., K. Beissner, and M. Yacci, Structural Knowledge: Techniques for Representing, Conveying, and Acquiring Structural Knowledge. 1993, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. (下转第 49 页)

送给信息过滤模块。搜索引擎中的机器人可以在固定的时间搜索动态的信息资源并抽取新的信息资源,然后对这些新的信息资源建立索引,最后将这些索引输入索引库。这个模型的运作过程如下:

(1) 用户通过用户界面和登录(新用户)来登记自己的信息,或是直接登录数字图书馆(老用户)。

(2) 用户可以定制自己的信息需求和个性化的页面,或者作为用户反馈评价所获得的信息。这些定制信息和评价信息将被送入用户文档数据库来作为用户文档。这一步可以跳过继续。

(3) 用户输入检索提问,这些问题将会被传入信息检索模块。信息检索模块会从动态信息资源中检索出同用户提问相匹配的信息。

(4) 被检索出的信息被传送到信息过滤模块。信息过滤模块将会根据在用户文档库中由评价信息和定制信息形成的用户文档,推送个性化的信息到用户的个性化定制页面。

在这个运作过程中,信息过滤模块可以根据用户定制信息将定制化的信息推送给用户。因此,数字图

书馆可以通过应用信息过滤技术实现个性化的信息服务。

参考文献

- 1 Gao Wen, Huang Tiejun. China-US Million Book Digital Library Project. The Proceedings of Digital Library-IT Opportunities and Challenges in the New Millennium, Beijing, China, 2002
- 2 Nicholas J. Belkin, W. Bruce Croft. Information Filtering and Information Retrieval: Two Sides of the Same Coin?. Communications of ACM, vol. 35, no. 12, 1992
- 3, 4 URI HANANI, BRACHA SHAPIRA, PERETZ SHOVAL. Information Filtering: Overview of Issues, Research and Systems. User Modeling and User-Adapted Interaction 2001(11):203-259

焦玉英 武汉大学信息管理学院教授,博士生导师。通信地址:武汉。邮编 430072。

王 娜 武汉大学信息管理学院 2005 级博士生。通信地址同上。(来稿时间:2005-10-20)

(上接第 9 页)

- 22 Novak, J., Learning, creating and using knowledge: Concept maps™ as facilitative tools in schools and corporation. 1998, Mahwah, NJ: LEA.
- 24 Ruiz - Primo, M. and R. J. shavelson, Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. Journal of Research in Science Teaching, 1996. 33(6): p. 569 - 600
- 25 Ford, K. M., et al., ICONKAT: An integrated constructivist knowledge acquisition tool. Knowledge Acquisition, 1991. 3(215 - 236)
- 26 Ford, K. M., et al., Diagnosis and explanation by a nuclear cardiology expert system. International Journal of Expert Systems, 1996. 9: p. 499 - 506
- 27 Canas, A. J., D. B. Leake, and D. C. Wilson, Managing, Mapping and Manipulating Conceptual Knowledge: Exploring the Synergies of Knowledge Management and Case-based Reasoning. 1999, Menlo Park, CA: AAAI Press.
- 28 Zanting, A., N. Verloop, and J. D. Vermunt, Using interviews and concept maps to access mentor teachers' practical knowledge. Higher Education, 2003. 46: p. 195 - 214
- 30 Nelson, K. M., et al., Understanding software operations support expertise: A revealed causal mapping approach. MIS Quarterly, 2000. 24(3): p. 475 - 507
- 32 Eppler, M. J. Making knowledge visible through intranet knowledge maps: Concepts, Elements, Cases. in Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences. 2001. Hawaii.
- 34 陈锐等. 知识、知识经济、知识管理. 图书情报知识, 1999 (3)
- 35 Stoddart, T., et al., Concept maps as assessment in science inquiry learning: A report of methodology. International Journal of Science Education, 2000. 22(12): p. 1221 - 1246

马费成 武汉大学信息资源研究中心主任、教授、博士生导师。通信地址:武汉大学信息管理学院。邮编 430072。

郝金星 武汉大学和香港城市大学博士生。主要从事信息经济与信息资源管理、信息系统的学习和研究。通信地址同上。(来稿时间:2006-01-17)