

智能探索型 CAI 软件的设计

曹奎 万年庆 (信阳师范学院 464000)

摘要:本文针对传统探索型 CAI 软件存在的缺陷,将 AI 技术引入超媒体中,给出了智能探索型 CAI 软件的设计思想,并着重讨论了该类系统的系统结构、相应的智能超媒体技术以及系统各主要组成部分的设计等几个方面的关键技术。

关键词:人工智能 探索式学习 超媒体 智能超媒体 CAI ICAI

一、引言

超媒体在教育领域里的一个主要应用就是探索式学习,这种学习方式支持学生以他们自己的速度,按他们个人的学习兴趣浏览一个相互联系的材料数据库。探索型 CAI 软件就是专门为探索型学习者而设计的,它以超媒体为核心,利用多媒体信息为用户提供活泼友好的界面,容易激发学生的学习兴趣,帮助形成学习动机,并给予学生探索学习的最大自由度。随着超媒体技术在 CAI 领域的广泛应用,它将使人们的学习环境发生革命性的变化。但是,我们也应看到超媒体应用到教育、教学环境中,也有其困难和缺陷,这就增加了软件开发的难度和复杂性^{[1][2]}。由于基于超媒体技术的探索型 CAI 软件并不能理解知识,也不知道如何找到想要的信息。此外,由于超媒体本身的固有特点,很容易使学生“迷路”,导致“认知过载”和学习失败。这些都说明了完全由学生控制学习,也是不利于学习的。归纳起来,探索型 CAI 软件有如下三方面的主要缺陷:

(1)学习者控制能力的影响:由于探索型 CAI 软件将控制权交给了学习者,其控制能力受到限制,因而不能适当地选择学习内容和运用教学策略,不能准确评估学习和预测学习过程。在这样的系统中学习,从某种程度上依赖于学习者个人的能力。

(2)认知负荷:超媒体网络为学习者提供了一个超空间,学习者需要不断定位,不断进行判断、决策,这样连续不断的判断和决策,可能造成认识负荷量加重。

(3)迷路问题:学习者在超媒体网络中学习,很容易迷失方向,不知身在何处,出现迷路现象。

本文旨在探讨将人工智能方法应用于超媒体系统中^{[3][4]},使传统超媒体具有智能能力,即智能超媒体(Intelligent hypermedia),在此基础上使探索型 CAI 软件具有传统 ICAI 的主要功能,使其成为智能探索型 CAI 软件系统。在这样的智能探索型 CAI 软件中,ICAI 的功能模块可以利用超媒体提供的友好界面来激发学生的学习兴趣 and 形成动机,同时可利用超媒体向学生提供图、文、声并茂的解释信息,而超媒体模块则可以利用知识推理技术实现教学内容和教学策略的适应性控制,对学生进行有针对性的指导,从而提高教学效果。

二、智能超媒体

超媒体类似于人工智能中的语义网络,语义网络是一种知识表示模式,它用有向图表示知识,图中结点表示概念,结点之间的链表示概念之间的关系。从语义网络的观点来看,超媒体节点表示单个概念/主题之间的语义依赖,这样,构造超媒体网络的过程就可以视为一种知识工程。区别仅在于,超媒体作者常致力于将若干个概念/主题紧密结合在一起,构成超媒体文献,而知识工程师通常致力于构造机器可解释的知识表示。既然超媒体是一种特殊的语义网络,从语义网络观点出发对超媒体的扩充,例如对超媒体概念进行结构化、嵌入过程性知识等,必然是非常自然和有效的。另一方面,超媒体系统与基于框架的系统、基于对象的系统具有非常相似的数据模型,都是已分类、划槽的实体,以及这些实体之间的联系构成的网络。基于框架和基于对象的技术中的许多思想都是值得超媒体系统借鉴的。例如,将基于框架的系统中的思想引入超媒体系统的设计,有效地结合了超媒体、产生式规则表示、推理机制和真值维护,可得到智能化的超媒体系统。

由上可知,通过对超媒体基本概念的结构化扩充、知

识的嵌入和推理机制的实现,我们将人工智能的思想、方法引入超媒体系统中,给我们解决传统探索型 CAI 软件中存在的上述 3 种缺陷提供了崭新的思路,使得我们能够综合 ICAI 和超媒体系统各自的特点,弥补了各自的不足,设计出智能探索型 CAI 软件。

在分析探索型 CAI 软件产生缺陷原因的基础上,我们认为将超媒体扩展为智能超媒体主要是对传统超媒体中的一些重要概念进行扩展,一方面对超媒体的节点、链和锚进行结构化扩展;另一方面在超媒体的节点和链中嵌入知识,允许链进行随机计算甚至推理,也使多媒体信息的表现具有智能化。

1. 智能超媒体节点

传统超媒体中的节点只是一些信息的简单堆积,是无结构的。智能超媒体系统中大多数节点都是有结构的,节点的结构化是知识表征的需要,结构化节点包含节点类型和内容等方面的信息。

(1)节点的类型。智能超媒体的节点按功能划分为三类:多媒体表现类节点,组织类节点和推理类节点。

①表现类节点与传统超媒体基本相同,包括文本节点、图形节点、图像节点、声音节点、视频节点、混合多媒体节点和按钮节点等。

②组织型节点是组织节点的节点,是关于节点内容如何组织的知识。组织型节点包括各媒体的目录节点和索引节点。

③推理型节点辅助链的推理与计算,它包括对象节点和规则节点。对象节点用于描述对象,规则节点用于保存规则。

(2)节点的内容。智能超媒体的节点是结构化的,它包括三方面的内容:知识槽列表、信息槽列表和锚列表。其中知识槽用来具体表示知识点,包括组织性知识和领域知识,大都以产生式规则表示,它是知识推理的需要;信息槽提供对知识槽详细说明的多媒体信息,是为满足提供丰富解释信息的需要,信息槽提供的信息中包含着与链相连接的锚;锚列表将这个节点与其他节点连接起来。

2. 智能超媒体的链

智能超媒体系统中的链是由知识点间的层次关系及语义联系等信息定义的,它同样也是结构化的,并且具有计算和推理能力。

(1)链的类型。链的类型说明节点或锚之间的连接语义,主要有三大类:基本结构型链、组织型链和推理型链。

①基本结构型链:是构成超媒体的主要链的形式,是一种实链,它包括基本链和交叉索引链。

②组织型链和推理型链:是用于节点的组织 and 一般机器推理与程序化的链。这种链主要包括索引链、Is-a 链、Has-a 链、蕴含链和执行链等。在语义丰富的智能超媒体中,推理型链的含义是由谓词定义的,我们可以通过逻辑编程来增强超媒体嵌入谓词的能力。这样,链可以实时地在逻辑运行当中建立,因此推理型链是一种虚链或实时链。

(2)链的内容。链的内容通常包括起始节点或锚、目标节点、链的类型、属性及函数等,智能超媒体中链的一个很重要特征是起始节点与目标节点的链接关系是多对多的,而传统超媒体中是多对一的。链的属性说明链本身的性质,它与起始节点和目标节点无关。链的函数是超始节点或锚到目标节点的映射,当用户选择链时,该函数就会被调用,其结果将是最终的目标节点。显然,在该链模型中,链既可以是静态的,也可以是动态的。静态链的起始和目标节点本身是固定的,即基本结构链(实链),而动态链的目标节点是由链的函数决定的,是一种虚链或实时链。正是虚链才使得 ICAI 的思想在超媒体系统中得以实现,如图 1 所示。

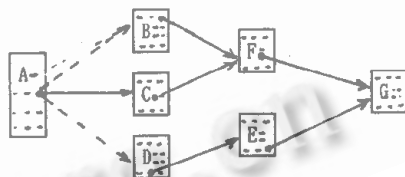


图 1 具有 7 个节点的智能超媒体结构示意图
图中:·实箭头:表示基本结构链(实链),由作者定义,链和目标节点是 1 对 1 的关系
·虚链头:虚链,由链函数计算得到目标节点,锚与目标节点是 1 对多的关系

3. 智能超媒体的推理

有了组织和推理型节点和链,超媒体在已确定的推理模型上就能协助推理,进行各种运算。在智能超媒体中推理节点与链构成的网络就可看成是一个语义网络,因而最简单最适合于智能超媒体的推理模型就是两级推理相结合的方法,即基于语义网络的推理和基于产生式规则的推理。在基于智能超媒体的探索型 CAI 中,可以

通过嵌入节点中的产生式规则知识实施教学决策,即确定教学内容和教学方法,基于语义网络的推理用于确定教学内容,而基于产生式规则的推理用于确定教学方法。基于语义网络推理通过沿层次链的继承性或主动扩散就可以进行推理,其中最简单的形式就是采用主动扩散进行推理现计算。所谓主动扩散就是从两个节点开始,向与这两个节点相连的各方向节点扩散,被扩散的节点再向其他节点扩散,围绕两个超始节点源形成一个扩散范围。当某些概念从两个方向被同时扩散时,就能得出一个结论。当然,推理过程如何纳入超媒体的各种操作中,如何与数据库相配合,结合检索与查询的过程处理相应的推理过程等问题,需要在超媒体网络设计时加以充分的考虑。

三、智能探索 CAI 软件的系统设计

根据探索发现式学习的特点和系统设计目标,智能探索型 CAI 软件系统设计的主要任务就是设计它的系统结构及各组成部件。系统结构是教学软件各部分教学内容的相互关系及其组成部件,它反映了教学软件的主要框架及其教学功能。它实质上是一个基于智能超媒体的多媒体信息的组织结构,即一个智能超媒体网络结构,逻辑上由以下几个部分组成,如图 2 所示。

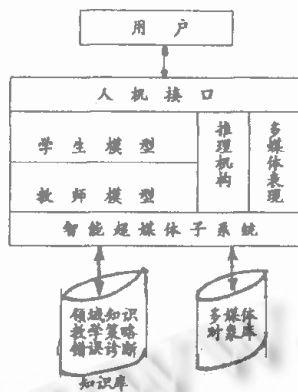


图 2 智能探索型 CAI 软件的系统结构

1. 智能超媒体知识库

知识库的建立主要实现教学信息向智能超媒体模型的知识变换,进行知识库的层次化和结构化处理,并通过推理机构进行多媒体教学信息的存取控制。建立知识库的关系是领域知识的任务分析和智能超媒体的结构设计。

(1)领域知识的任务分析。在确定了知识库所支持的任务类型后,就可进行领域知识的任务分析,即确定教学内容的知识结构。首先确定知识库所包含的领域知识范围,在此基础上把教学内容分为若干个知识单元,每个知识单元内包含有若干个知识点,找出各个知识点、知识点的基本类型(如具体概念、抽象概念、规则等)、知识点的层次关系及语义联系等信息。领域知识的分析结果将是一张知识点网络图(描述性知识)和一个领域知识规则表(过程性知识),从而形成了一个智能超媒体网络结构。知识点网络图是建造知识库的框架,其中每个知识点都将成为智能超媒体网络的一个结点,而知知识点的关系是定义节点之间链接的依据。领域知识分析得到的规则表经形式化表示后构成规则库,它是教学软件对学生错误进行诊断的重要依据。领域知识分析的另一项工作是将每一个知识点进一步细分成多个单独学习的子知识点,这些子知识点就是知识库节点中的知识槽,领域知识分析的结果为智能超媒体的结构设计提供了重要依据。

(2)知识超媒体的结构设计。在领域知识分析的基础上,就可进行知识库中结点、链和槽的设计。如知识库中要包含哪些类型的节点和链、各类节点都包含哪些知识槽、链有哪些属性等。智能超媒体结构设计的主要要求之一是要满足教学策略的实现和学生错误诊断功能的需要。智能教学系统的主要特点就是能对学生进行因材施教的个别指导,因此恰当的教学策略至关重要。一个理想的教学模式是教师首先了解学生水平,然后根据学生水平选定教学方法,由教学方法选择教学内容,根据教学内容制定相应的实验和问题,再由学生完成的结果判断学生掌握的程度。如此反复,直到所学内容符合教学要求。因此,根据教学策略和学生错误诊断功能的要求,智能超媒体的结构设计和知识嵌入至少应实现如下几方面的功能:

- ①隐藏掉知识库中学生不需学习的节点和链。
- ②根据学生模型,能准确地呈现或指示出学生需复习或应立即学习的知识,这是实现多种教学策略的需求。
- ③给出有针对性的学习指导或建议。
- ④分析判断出学生学习的问题或症结。

2. 学生模型

智能探索型 CAI 软件中的学生模型表示学生的学习历史、当前的知识背景以及解题行为等方面的知识,它不仅要反映学生的知识结构,还要反映学生的认知特点,以及与学习有关的非智力因素。它一般应包括如下内容:该模型为正确评价学生的知识水平、诊断出其错误原

因提供了有用信息,并作为实施教学策略的依据。它包括如下3个单元:

(1)错误诊断:错误诊断是系统的重要组成部分,诊断知识的丰富程度及诊断策略与推理机制的选取直接影响系统的性能。错误诊断知识采用产生式规则表示,所有这些规则组成一个错误诊断规则库,我们采用将认知学生模型与交互式学习环境相结合的方式,通过二者性能的互补来克服基于认知学生模型的错误诊断的缺陷。

(2)学生知识水平评价:根据学生学习、练习或其他教学行为得到的结果对学生的学习情况和认知能力进行综合评价,它主要包括学习目标的认知能力(包括识记、理解、应用、分析、综合、评价)等。

(3)学生学习档案:它主要包括

- ①学生的知识结构(包括学习进度和知识水平)
- ②学习断点和练习断点
- ③错误知识点(包括重点教学对象和补救教学对象)
- ④知识库浏览记录
- ⑤学习历史(包括学习方式、学习速度等)、练习历史和已学习过的内容记录
- ⑥非智力因素(包括年龄、性别、学习环境设置)

3. 教学模型

教学模型是一组关于系统应该教什么内容、什么时候教以及怎样教的详细规定。它具有领域知识、教学策略和人机对话等方面的知识,负责与学生通信,并在需要时提供帮助,选择补救材料。系统采用“以学生为中心”和开放式教学方法,强调发现式学习,并在适当时候显示恰当的指导。

智能探索型 CAI 软件采用的教学策略决定的教学方法有:裁剪讲解、复习、示例、教师干预、学生自由选择等,为了给学习者进行学习活动的自由度,系统在每一选择中可以由用户进行设置。教学策略一般采用教学过程知识的产生式规则表示,这些规则组成教学方法库。与一般的 ICAI 系统一样,在智能探索型 CAI 软件中如何解决好系统的干预程度尤其重要。系统打扰学生范围过大、次数过多,则妨碍学生的独立思考和主动性,会失去探索式学习的优势;否则,学习得不到及时指导,就与传统的探索型 CAI 软件没有太大区别,失去系统智能化的

意义。因此,系统中要采用一定的策略,既能发挥探索式学习的特点,鼓励学生通过自己纠正自己的错误进行思考,获取新知识;又能克服传统探索型 CAI 软件存在的缺陷。

四、结束语

本文讨论的智能探索型 CAI 软件,以智能超媒体技术为核心,使系统能根据学生的学习情况和其他因素考虑教学内容和教学方法,克服了传统探索型 CAI 软件的缺陷,显著改善了教学环境,更能发挥出探索式学习的巨大潜力,从而进一步提高了教学效果。它是超媒体技术教学应用的重要发展方向。

尽管智能探索型 CAI 软件的研究与开发具有广阔的前景,但是要开发一个完善的智能探索型 CAI 软件是相当困难的。一方面智能超媒体技术仍处于研究阶段,还有许多课题有待解决,如推理的实现、多媒体信息的智能化表现等;另一方面智能超媒体教学系统的理论研究还未成熟,有些方面在技术实现上还有困难,如“智能化”与“探索式学习”(实质上是“系统控制”与“学生控制”)之间的关系。本文的讨论表明:从克服传统探索型 CAI 软件存在的三个缺陷出发,研究相关的智能超媒体技术,在此基础上,建造一个理想的智能探索型 CAI 系统是可行的。

参考文献

- [1] Conklin, Jeff., Hypertext: An Introduction and Survey. IEEE Computer, September 1987, 17 - 41.
- [2] Marchionini, G., Hypermedia and Learning: Freedom and Chaos. Education Technology, November 1988, 28 (11), 8 - 12
- [3] Duchastel, P., Integrating Hypermedia into Intelligence Truing. In A. Oliveira (Ed.), Structures of communication and intelligent help for hypermedia courseware. New York: Springer Verlag, 1991.
- [4] 余盛可,超媒体系统中的人工智能方法,计算机科学,NO.1,1994

(来稿时间:1999年3月)