

本书获北京语言大学青年学者文库基金资助

多媒体智能教学系统 研究与设计

周晓军
◎ 著

ITS



北京语言大学出版社
BEIJING LANGUAGE AND CULTURE
UNIVERSITY PRESS

本书获北京语言大学青年学者文库基金资助

多媒体智能教学系统 研究与设计

周晓军 / 著



北京语言大学出版社

BEIJING LANGUAGE AND CULTURE
UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

多媒体智能教学系统研究与设计 / 周晓军著.
—北京: 北京语言大学出版社, 2009. 10
ISBN 978 - 7 - 5619 - 2468 - 6

I. 多… II. 周… III. 汉语 - 对外汉语教学 -
多媒体 - 计算机辅助教学 - 教学研究 IV. H195 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 189696 号

书 名: 多媒体智能教学系统研究与设计

责任编辑: 徐 雁

责任印制: 汪学发

出版发行: 北京语言大学出版社

社 址: 北京市海淀区学院路 15 号 邮政编码: 100083

网 址: www.blcup.com

电 话: 发行部 82303650/3591/3651

编辑部 82303647

读者服务部 82303653/3908

网上订购电话 82303668

客户服务信箱 service@blcup.net

印 刷: 北京新丰印刷厂

经 销: 全国新华书店

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 710 毫米 × 1000 毫米 1/16 印张: 15

字 数: 238 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5619 - 2468 - 6 / H · 09189

定 价: 36.00 元

凡有印装质量问题, 本社负责调换。电话: 82303590

序

《多媒体智能教学系统研究与设计》是周晓军在他的博士论文的基础上修订完成的。他的博士论文完成于2001年，同年他的导师陈肇雄研究员和黄河燕研究员推荐他来北京语言大学网络教育学院工作。

他在北京语言大学网络教育学院工作了八年。结合工作的实际，他又继续对“智能教学系统”（Intelligent Tutoring System, ITS）领域的有关问题进行跟踪研究。本书融入了他多年从事教学和科研的新成果，添加了更多的相关开发实例，还丰富了一些网络对外汉语教学的内容。可以说这本书是他在智能教学领域长期研究和实践的结晶。

“多媒体智能教学系统”是现代教育技术领域の研究课题，而且是一个难度大、学科多、交叉广、技术新、发展快的前沿课题。在这样的领域能够持续追踪、研究、实践，八年来孜孜不倦，是很不容易的。

有人类历史以来，就有了教育；有了教育，也就有了教育技术。人类历史上文字、纸张、笔墨、书本的出现，都曾促进人类“教育技术”的进步，人类文化由于教育技术的变革与进步，得以更好地利用与传承，这是大家都了解并公认的。

目前，以IT技术为核心的现代教育技术（包括计算机、网络、多媒体、光盘、互联网通信、自然语言信息处理以及人工智能等相关技术）的革命，是一次人类历史上空前广泛而深刻的教育技术革命，这场革命还在进行之中，它将会给世界和人类的社会、文化、工作、生活带来怎样的变化，迄今为止还是难以预料的。有形的教

育技术硬件的发展，人类互通、互联、互动等新技术和方式的变革，给无形的教育理念、理论、模式、方法带来了深刻的变化。变化层出不穷，令人眼花缭乱，我们需要拭目以待、紧密跟踪、迅速判断、实践检验。

现代教育技术特别是以计算机和互联网为核心的技术用于教育，不仅要研究教育技术的理论问题，还要解决许多具体的研究与开发问题。首先必须解决教什么的问题，就是要有数字化的教学资源。更重要的是面对数字化的教学资源，要研究教师如何教、学生如何学的问题。包括研究学前阶段、学龄阶段甚至是终身的学习问题。其中，研究人类复杂的学习机制和认知心理，是一个非常重要的方面。尤其是在现代社会，面对急剧膨胀的现代知识，如何利用现代教育技术特别是人工智能等相关技术，模拟人类最优秀教师的教学行为，实现面对庞杂知识系统的最佳化的教学工程，这既是智能教学系统的研究范畴，也是系统追求的目标，当然更是一个需要花大气力才能求证的难题。

智能教学系统是一项跨学科的研究，也是人工智能领域的重要研究和应用课题，很久以来就是国际社会研究和关注的热点之一，它关系到人类教育、文化的传承与创新，社会知识、科技的持续与发展。在IEEE、ACM、AAAI、AIED等国际知名学术团体联合支持下，以“智能教学系统”命名的国际会议1988年在加拿大蒙特利尔首次召开，随后每四年召开一届，从1996年开始又改为每两年召开一届，迄今已经召开了九届。会议得到全球相关各个领域专家的广泛关注和参与，促进了智能教学系统的研究与发展。

本书是中国较早关注智能教学系统研究与设计的专著之一，我认为本书有以下主要特色：

一、本书是作者的博士论文，虽然首先关注的是理论和方法上的创新，但是仍有很强的工程化特色。作者不是为研究而研究，为创新而创新，他的研究和创新都是密切联系实践的、指导实际应用的。所以，他的研究总是与工程化的考虑紧密结合在一起的，为了迅速、有效地开发系列化的多学科的多媒体教学软件，他改变了既往智能教学系统专注于一门课程的研究方法，探索了很多工程化问题，体现了工程化的思想。面对多样化、多元化知识领域，他提出了知识的领域无关研究方法、层

次多媒体知识点以及一体化系统构建，他的一些观点和方法已经融入当时的相关研发工作中，提高了实际研发效率并降低了开发成本。

二、目前，一般可以检索到的智能教学系统的研究文献，大多以介绍某门课程或某一类系统研发为主，本书则是全面系统地分析和讲解智能教学系统四大模块，即教师模型、学生模型、领域专家、人机接口。这突出了本书与其他类似文献不同的完整性和系统化的特色。作者还提出了知识树增长模型和映射机制，实现了一体化的知识系统构建，并通过知识点学习循环实现教学过程的优化，这也是本书与其他文献的系统所不同的特色部分。

三、语言教学除了涉及一般的语言知识内容的学习和传授外，更重要的是语言技能的训练，包括听说读写的训练和语言的理解，这是本书不同于一般只是研究知识内容教学系统的其他文献的又一个特色。当然，语言教学系统对自然言语理解技术（特别是汉语理解技术）和多媒体人机接口提出了很高的要求，当前的自然语言理解技术现状限制了智能化语言教学系统的发展，但是本书还是在相关章节在现有技术环境下讨论了汉语教学（特别是对外汉语教学）系统的构建与尝试，比如，第十四章 E-Chinese 汉语网平台的设计与实现。作者认为，语言特别是汉语面向全球的远程教育，为智能教学系统的研究与开发提供了肥沃的土壤。他相信计算机和互联网的推进，必将能够孕育出一代最适用的智能教学系统。

四、总体来看，我认为跟踪、研究、探索、开发、实践，是本书最重要的特色，也是作者本人的长期研发宗旨。人类教育领域正在发生的深刻变革，现代教育技术正在进行的实践，无论我们是自觉还是不自觉，是清醒还是不够清醒，是主动还是被动，我们都将被裹挟进去，都将参与其中。我们不知道新的数字化的、多媒体的、网络的、交互的、终身的、随时随地的学习社会、学习理论、学习模式、学习方法是什么样的，至少现在还没人能够清楚地、准确地描绘出来。如果能有描述的话，大概也不会是一律的、统一的、一成不变的。

数字化教育正在不断地迅速发展，现代教育技术正在普及、推广、应用之中，有关的理论、方法、技术正被越来越多的人用于教学实践，我们似乎已经看到现代教育技术革命的大潮奔涌，已经听到涛声阵阵。

我希望《多媒体智能教学系统研究与设计》这本书，能够帮助而不限制一切勇于实践现代教育技术革命的读者，打开眼界，放开手脚，走向世界，迎接未来。

张 普
2009 年于北京

前 言

智能教学系统 (Intelligent Tutoring System, ITS) 作为人工智能问题的重要研究课题, 内容涉及人工智能、计算机科学、认知科学、教育学、心理学、行为科学等多个领域, 是一门综合性极强的交叉性学科。智能教学系统主要研究如何通过计算机模拟人类优秀教师, 采取因人施教的教学策略, 实现最有效的个别化的学习。自 20 世纪 70 年代以来, 经过 30 年的发展, 智能教学系统取得了较大的进展。现代计算机的发展和普及, 特别是多媒体和网络技术与计算机性能的不断发展, 加速了计算机应用于人类教育的过程。在智能教学系统功能不断完善、智能特征不断提高的同时, 如何进一步适应用户要求不断提升、多媒体文件格式复杂多变、软件升级换代速度加快、软件开发成本不断攀升的需要, 如何从整体上而不是局部地构建高智能、高交互、高灵活的自适应自组织高智能的多媒体智能教学系统, 构成了本书研究工作的目标之一。

为实现上述目标, 本书着重在两个核心问题上开展研究。一是知识的智能组织, 主要是围绕系统的知识特性, 将知识获取、知识表示、知识存储、知识结构等方面的内容, 在领域专家的研究中予以体现; 二是知识的动态运用, 主要是围绕系统教学功能的实现上, 按因材施教的智能教学思想, 综合运用多种用户建模技术, 根据不同学生的学习特点和具体要求, 通过相应的教学策略, 进行知识的智能调度, 实现系统的教学目标, 从而完成智能教学过程。

本书提出了基于 SC 文法的复杂知识划一表示方法和细粒度知识模型构建方法, 在简化知识处理难度、加速知识整理速度的同时, 通过知

识点结构化层次属性标注,促进了 ITS 系统复杂知识之间广泛语义联系的实现;创造性地提出了面向 ITS 的知识树增长模型,通过知识树动态构建、知识点结构和语义的映射过程,实现学生模型和教师模型动态一体化构建,并与动态教学规划和知识学习过程完全集成;系统采用面向对象的设计方法以及运用软件代理的策略,使得系统结构清晰,智能良好,系统的智能化功能添加或改进更加方便;通过层次知识索引实现知识存储与知识调用无关,在保证知识有机联系的同时,使得知识可以动态智能化添加和系统维护,保证对学生错误的正确定位和实时诊断,便利知识智能化查询;通过基于 SC 文法规则机制的智能推理方法,实现了启发式的知识搜索和调用,开展教学过程的智能化控制和实现;开放的软件结构和设计方法,便利了系统的扩展;在系统的学习规划以及系统体系化开发上,运用了机器学习机制和概率统计分析方法;通过知识内容与知识学习无关策略保证了系统领域无关的特性,使得系统可以作为一个通用的开发环境,进行广泛的多媒体智能教学系统的进一步研究和系列化开发。在本书的这些研究工作中,系统性地融合了遗传算法的基本方法和进化计算的设计思想,通过知识点学习循环和知识树映射,促进了系统的自适应持续优化,保证了系统的个别化最优化智能教学过程。

利用上述研究方法,针对成人教育特点,本书围绕 MBA 教学,开展了比较系统的多媒体智能教学系统 MIMBATS 的研究与设计工作,设计了系统的整体框架,并对上述方法作出了比较全面的思考和规划,在具体实现方法上进行了一定程度的探讨。同时,针对情景模拟教学方法,本书综合运用多媒体和虚拟现实集成(VR-MM)技术,提出了适用于情景模拟教学的实现情景模拟语言教学的思想,基于 VRML 设计了有关场景与交互机制,实现了多重知识导航方法,并与系统的其他部分相整合。为促进 VRML 进入教学,本书还集中介绍了多种 VRML 建模方法。

实际上,本书所提出的设计思想和构建方法的最佳实现环境是当今发展最快的计算机全球互联网。因而,在本书的最后,作为多媒体智能教学系统的一个重要研究和运用领域,适应多媒体智能教学系统的网络化发展方向,针对现代 Internet 便利的协同式教学环境,网络技术中运

用较多的分支定向技术、用户拉技术、系统推技术以及智能多代理系统的方法，本书提出了广义知识库的概念，着重考虑了网络环境下用户建模的新特点。对多媒体智能教育网站建设，在功能设计和研究方向上本书也作出了一些初步的思考。

Foreword

As an important research area in the field of artificial intelligence, Intelligent Tutoring System (ITS) is a multidisciplinary science, which is related to artificial intelligence, computer science, cognitive science, pedagogy, psychology and behavior science, etc. The goal of an ITS is to reproduce the behavior of an excellent human tutor who can adapt his teaching to the rhythm of the specific learner, realizing the most effective individualized instruction. Since its beginning in the 1970's, ITS has evolved for 30 years through many stages with remarkable achievements. With the development and popularization of modern computers, especially the rapid development of modern multimedia technologies, network technologies and the performance of the computer, the application of computers in human education has been speeded up greatly. Facing the situation of increasing function perfection and intelligent characteristics of ITS, this book aims at developing highly intelligent, interactive, flexible and adaptive multimedia intelligent tutoring integrated system in order to satisfy the increasing demand of intelligent, complicated and fast-changing multimedia formats, swiftly upgraded computer software and the climbing prices of the R&D expenses.

For the goal mentioned above, this book focuses its research on two kernel issues; one is the intelligent organization of the knowledge which evolves studies on knowledge in the research of domain expert, including knowledge acquisition, representation, storage, structure, etc.; the other is

the dynamic deployment of knowledge which uses integrated multiple user modeling technologies according to different learning style, preference and detailed requirement of the individual student and carries out intelligent knowledge adjustment to reach the teaching goal of the system and fulfill the individualized intelligent instruction process.

This book puts forward SC-grammar based on formalism for complex domain knowledge and fine-grained knowledge modeling approaches, which promotes the realization of broad semantic relationships of the complicated knowledge of the ITS by structural and hierarchical attributes annotation of the knowledge concept. At the same time, it simplifies knowledge processing and speeds up knowledge arrangement. With the innovation of the knowledge tree augmentation model, it realizes the integrated and dynamic construction of student model and teacher model, seamlessly integrating with dynamic teaching planning and knowledge learning process and dynamic construction of the knowledge tree and the mapping of the knowledge concept structure and its semantics. Using object-oriented design (OOD) and software agents application, a clear structure, high intelligence of the system is achieved with intelligent functions easy to add and/or modify; knowledge storage and calling are independent to each other by hierarchical indexing of the knowledge, keeping the knowledge interrelated, making knowledge can be added and maintained dynamically and systematically, in the meanwhile, assuring correct locating and real-time diagnosing of students errors and making intelligent retrieval of knowledge much easier. With intelligent reasoning using rule mechanism based on SC-grammar, heuristic search and calling adaptively is achieved and intelligent control and implementation of instruction process are realized; with open structure and design of the system, the system is easy to extend. On the basis of the learning plan and structural development, machine learning mechanism and probability and statistical analysis are adopted; domain-independent property is achieved with content-learning free strategy, making the system foster further and systematical development of varied multimedia intelligent tutoring system. In all these R&D works, some basic approaches

from recent advanced genetic algorithms (GA) and system design mythologies of evolutionary computation are systematically incorporated for the continuous self-adaptive optimization of the system, assuring the whole process of the individualized optimum intelligent tutoring to be carried out.

Using research approaches mentioned above and taking MBA project with the characteristics of education being considered in detail, systematic research and design of a multimedia intelligent MBA tutoring system (MIMBATS) are carried out. General system architecture is designed with much more careful and complete thinking and planning. The implementation approaches are discussed in depth. In the meanwhile, scenario simulation instruction using virtual reality and multimedia (VR-MM) is adopted in teaching Chinese as a second language, with specific learning scene been constructed and multiple navigation methods been designed and implemented in detail.

As a matter of fact, the most suitable realizing environment for the design and implementation of this book is the increasingly developing world-wide-web (WWW). Therefore, as an important research and application area of multimedia intelligent tutoring system and in order to satisfy the developing direction of multimedia intelligent tutoring system, considering the convenient cooperative education environment of the Internet at contemporary times, using recent-developed network technologies such as direction branching, user-pull, system-push, intelligent multiagent systems, the last chapter of this book puts forward a generalized knowledge database and takes into account of new properties of user modeling in network environment. Some primary considerations are made in the book on function design and research direction of the multimedia intelligent education websites.

目 录

第一章 引论	1
1.1 ITS 与相关学科研究	1
1.2 发展现状与存在的问题	4
1.3 研究内容与选题理由	6
1.4 研究思路与研究特点	7
第二章 研究综述	11
2.1 ITS 研究背景	11
2.1.1 CAI	11
2.1.2 ITS	16
2.1.3 智能教育网站与远程多媒体教学系统	17
2.2 ITS 的研究内容	19
2.2.1 概念理解	19
2.2.2 结构组成	20
2.2.3 ITS 研究的主要问题	22
2.3 国内外 ITS 研究状况	27
2.3.1 国内外研究工作总结	27
2.3.2 典型系统介绍	28
2.3.3 ITS 国际会议	33
2.4 ITS 发展思考	34
2.4.1 计算机在教育中的应用趋势分析	34
2.4.2 ITS 学科发展	37

第三章 领域无关的多媒体 ITS	40
3.1 问题的提出	40
3.2 研究思路和研究方法	42
3.2.1 机器翻译与 ITS	42
3.2.2 SC 文法体系	47
3.2.3 智能多代理系统	49
3.3 基于 SC 文法的知识表示	51
3.4 系统智能结构设计	54
3.5 智能推理机制	58
3.6 基于 SC 文法的代理解释器运行实例	59
3.7 智能教学策略	61
3.8 智能知识组织	64
3.9 教学实例分析	65
3.9.1 知识树和知识森林	65
3.9.2 知识点层次索引	65
3.9.3 知识点属性标注	66
3.9.4 知识树映射	67
3.9.5 教学过程智能控制	68
3.10 结论与展望	68
第四章 ITS 开发环境	69
4.1 要点探索	69
4.2 平台主要内容介绍	70
4.3 系统开发平台的面向对象的方法	72
4.3.1 知识点对象	72
4.3.2 知识树类	75
4.3.3 教学策略对象	76
4.3.4 规则对象	76
4.3.5 情景案例对象	78
4.4 库命令函数	79
4.5 平台实现	81
4.6 平台的通用性和扩展性	82

4.7 讨论与展望	83
第五章 学生建模	85
5.1 引言	85
5.2 经典学生模型介绍	86
5.2.1 覆盖模型	87
5.2.2 差别模型	87
5.2.3 干扰模型	88
5.3 学生模型功能设计	89
5.4 学生模型知识表示	91
5.4.1 改进的覆盖式学生模型	91
5.4.2 静态学生信息获取	92
5.4.3 面向对象的学生类结构	94
5.4.4 学生知识树	95
5.5 学习评估模型	95
5.6 学生建模实例	99
5.7 问题讨论	99
5.8 评价和展望	100
第六章 教师模型与错误诊断	102
6.1 引言	102
6.2 功能设计	103
6.3 模块设计	104
6.3.1 设计原理	104
6.3.2 模块设计	105
6.4 教学调度	107
6.5 错误诊断	109
6.5.1 现有技术分析	109
6.5.2 错误诊断策略	109
6.5.3 错误诊断方法步骤	109
6.5.4 错误诊断失误处理	111
6.6 学生反馈	111
6.7 实例运行分析	112

6.8 结论与讨论	113
第七章 MIMBATS 总体设计	115
7.1 问题描述	115
7.2 MIMBATS 设计目的	116
7.3 设计原则	116
7.4 系统功能设计	117
7.5 MIMBATS 模块设计考虑的内容	118
7.5.1 教学内容和教学对象	118
7.5.2 MBA 教学方法	119
7.6 MIMBATS 模块设计	120
第八章 MIMBATS 领域专家	123
8.1 功能设计	123
8.2 知识表示	123
8.3 智能推理	124
8.4 多媒体知识库设计	126
8.5 知识点属性赋值和权重计算	129
8.6 知识组织策略	130
8.7 知识库维护	130
第九章 多媒体智能人机接口	132
9.1 引言	132
9.2 要点探究	133
9.3 智能用户接口	134
9.4 接口设计	136
9.5 多媒体技术运用	137
9.5.1 多媒体作用分析	137
9.5.2 多媒体运用原则	138
9.5.3 多媒体动态选择	139
9.5.4 自然语言人机接口	140
9.6 结论与展望	140
第十章 基于 VRML 的网络情景模拟教学	142
10.1 引言	142