

基于 Web 的智能教学系统的研究与实现

陈燕娟

(韩山师范学院 物理与电子工程系, 广东 潮州 521041)

摘要: 基于 Web 的智能教学系统综合传统的 ITS 系统优势, 同时又结合 Web 的特点, 系统具有智能性, 能够智能地引导学生学习。它是以认知科学为理论基础, 综合利用人工智能技术、教育心理学、计算机科学等多门学科的成果而形成的一种对学生实施有效教学的技术。提出了一种基于 Web 的智能教学系统模型, 给出了智能教学系统的知识库的设计、学生模型的构建方法及教学策略的设计, 并探讨了学生模型的学习评价, 最后对实现系统的关键技术进行了研究。

关键词: 智能教学系统; 学生模型; 综合评价; 教学策略

中图分类号: TP391.7

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)05-0216-03

Research and Implementation of Web - Based Intelligent Tutoring System

CHEN Yan-juan

(Physics & Electronic Engineering Department, Hanshan Teachers College, Chaozhou 521041, China)

Abstract: Web-based intelligent tutoring system synthesized the advantage of the traditional the system of ITS, joined together the Web characteristics again at the same time. ITS has the intelligence, can intelligence a study for guiding student. ITS is a technique based on cognitive science, using AI, psychics about educational and compute science etc. Proposes one kind based on the Web intelligent tutoring system model, produced the intelligent teaching system knowledge base design, the student model has constructed the method and the teaching strategy design, and discusses the student model study appraisal. Finally, the realization of the key technologies was studied.

Key words: intelligent tutoring system; student model; comprehensive evaluation; teaching strategy

0 引言

智能教学系统(Intelligent Tutoring System, ITS)是未来教学的一种重要形式, 开发以网络为依托的智能教学系统, 可以使学习者跨越时间、空间的限制, 在 ITS 的指导下进行学习。在网络化和信息化的今天, 对学习者的自主学习、终身学习以及建立全民学习、终身学习的学习型社会具有重要的意义。

1 系统设计

根据建构主义理论的目标, 基于 Web 的智能教学系统应满足以下要求: 课程资源的网上平台; 用户管理功能; 较强的交互性; 学生自我评价功能; 作业管理功能; 智能考试

功能; 智能应答功能; 智能搜索功能; 实验仿真功能。基于以上要求, 本智能教学系统由管理系统、智能评价学习系统、智能答疑系统、自动考试系统、仿真实验系统和智能搜索系统等几个系统组成, 如图 1 所示。

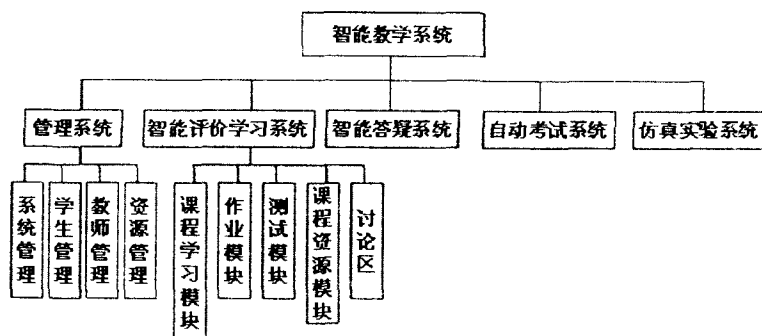


图1 智能教学系统的系统结构图

1.1 系统主要模块的设计

(1) 课程学习模块内部结构的设计。

课程学习模块的内部结构如图 2 所示。学生通过接口与系统进行交流, 进入系统的学习, 学习的结果通过测试反馈给系统; 系统根据学生的学习情况, 对学生

收稿日期: 2007-08-21

基金项目: 广东省 151 工程立项课题(GDC050)

作者简介: 陈燕娟(1968-), 女, 广东潮州人, 讲师, 研究方向为软件工程。

的学习进行评价,从而给出学生下一轮的学习计划,学生只能按计划进行学习,而同时系统提供学生学习这门课程的情况给任课教师。针对学生模型的情况,教学内容筛选模块在教学内容库中检索、搜集、整理和筛选出合适的教学内容。根据这些教学内容和学生模型提供的各种情况,教学选定模块在教学策略库中选出合理、科学的教学策略。

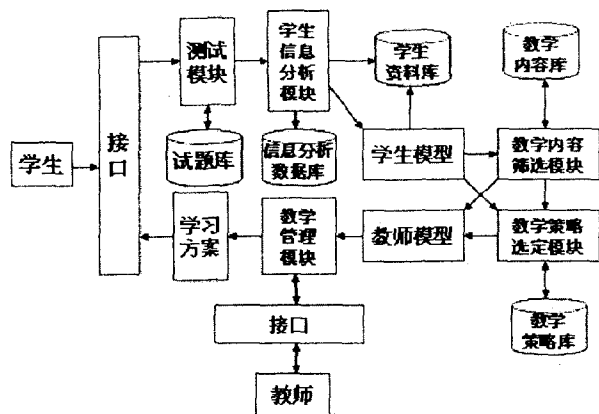


图2 课程学习模块的内部结构图

教学管理模块的任务是对学习的过程进行控制,负责根据信息分析数据库和试题库提供的数据得出学生学习情况的信息。

(2) 智能模块内部结构的设计。

系统中的每一个模块都是一个独立的子系统,都有独立的推理机制,能由输入的信息库和知识库、数据库的内容得到分析结果,而分析结果又作为下一个模块的输入信息再传递下去。智能模块的内部结构如图3所示^[1]。

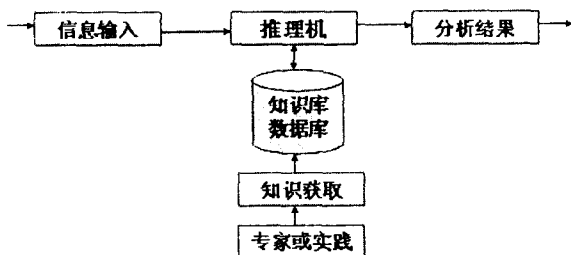


图3 智能模块的内部结构图

1.2 学科知识库的设计

学科知识库由学科知识体系库和教学内容库构成。知识体系就是知识点的集合,并且包括知识点之间的相互关系结构^[2]。知识体系库包含知识点属性和知识点链接两个数据库。知识点属性数据库是知识表示的基础,它反映知识点的集合;知识点链接数据库反映知识点之间的关系和层次结构,主要用于知识推理。而教学内容库是根据知识点来安排的。

知识点的属性包括以下几个内容:

(1)知识点的编号应该具有唯一性,根据知识点结

构图进行编号,它能够反映知识点层次,可作检索和查找用;

(2)知识点的类型有:事实、概念、技能、原理、问题求解等5种类型;

(3)知识点的难度有:容易、一般、难、很难;

(4)知识点的重要程度有:选学、一般、重要;

(5)知识点的教学目标有:识记、理解、应用、分析、综合、评价。

1.3 学生模型的设计

在智能教学系统的设计中,很重要的一个问题就是怎样建立学生模型。学生模型是了解学生学习能力、认知结构,选择最佳教学决策的前提^[3]。学生模型是指在智能教学系统中构造出了一种可靠的表示学生认知特征的数据结构,它记录着学生对知识的掌握程度,是学生知识结构的反映^[4]。

在本智能教学系统中,学生模型的结构用集合 S 表示,则: $S = \{I, W, L, T, E\}$ 。

I :学生基本信息包括学生学号、姓名、年龄、性别、学生所在系别、学生学习的专业和学生年级等;

W :记录学生作业完成情况,包括作业文件、作业名、分数、提交时间和批阅时间;

L :学生学习基本情况包括登录系统次数、学习时间、测试结果;

T :学生测试情况包括题目编号、测试次数、几次测试结果和测试分数;

E :学生的能力评价为优秀、良好、中等、及格和不及格。

1.4 学生的总体评价设计

在基于认知教学理论指导的智能教学系统的设计中,根据模糊评价的原理来对学生总体进行评价^[5]。

评价因素集 $A = (U_1, U_2, U_3, U_4, U_5) = (\text{识记, 理解, 应用, 分析, 综合, 评价})$

评价等级集 $B = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5) = (\text{优秀, 良好, 中等, 及格, 不及格})$

在每次成绩测试后,系统自动为每个学生的各个认知能力项记分,并根据分数段的不同,将成绩划分为五类:优秀、良好、中等、及格、不及格。这个时候,评价因素集 A 与评语集 B 之间的模糊关系,可以用评判矩阵 R 来表示^[6],综合评判过程如图4所示。



图4 综合评判过程图

模糊综合评判实际上就是通过模糊线性变换对学

生学习水平进行综合的、多层次的评价。

1.5 教学策略的设计

智能教学系统中教师模块的功能由教学策略及推理机来实现的。推理机能够根据学生以往的学习记录及当前学习状态来进行推理,从而选择或获取适宜的教学策略。作为网络智能教学系统必须有丰富的教学策略,同时必须准确地描述教学策略适用何种知识(类型、难度等)以及适合于具有什么样认知结构的学生。

(1) 自动生成策略。

自动推理算法规则如下:

规则 1: 如果学生对当前知识点的所有前驱知识点均已经掌握则可以进行该知识点的学习;

规则 2: 若没有达到教学要求则不进行当前知识点的学习而继续前驱知识点的学习直到达到要求测试通过为止;

规则 3: 若没有前驱知识点则进行当前知识点的学习。

规则 4: 若当前知识点测试没有通过则继续学习该知识点。

推理过程如图 5 所示。

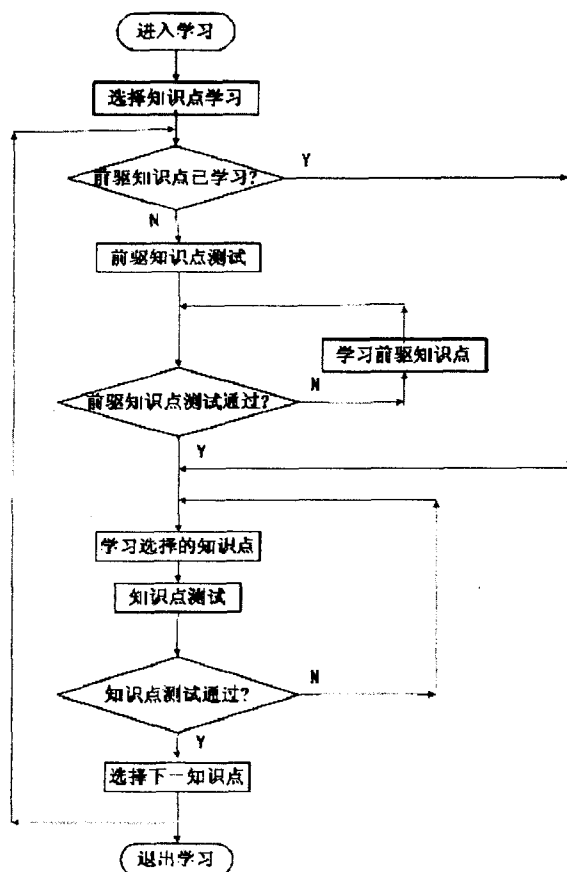


图 5 推理过程流程图

生成教学策略的知识以产生式知识表示方法来表示,即 IF-THEN 形式,本系统中的四个规则可以表

示为:

规则 1: if (有前驱知识点) and (前驱知识点的学习评价为及格) then (学习该知识点)

规则 2: if (有前驱知识点) and (前驱知识点的学习评价为不及格) then (学习重新学习前驱知识点)

规则 3: if (无前驱知识点) then (学习该知识点)

规则 4: if (知识点的学习评价为及格) then (继续学习该知识点)

(2) 教学策略模板库的设计。

教学策略模板由“教学策略元素”以一定的方式组成。教学策略模板提供了一系列标准化的教学序列框架,用于对某一类知识进行教学。这一序列构成了一个教学策略模板,该教学策略模板可以用于对概念性知识进行教学。所有的教学策略模板存放在“教学策略模板库”中。

2 系统的实现

由于网络教学应用的需要,以及考虑系统的可维护性和可扩充性,系统采用 Browser/Web/DataBase 的三层体系结构,系统的三层体系结构如图 6 所示^[7]。

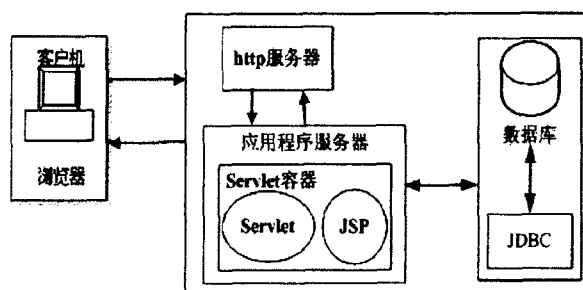


图 6 基于 Java 技术的 Web 应用体系结构图

Web 服务器接受请求,通过应用程序服务器执行一个 Java 服务器端小程序 Servlet 并返回其输出,从而实现与客户机进行信息资源的交互。其中,客户 PC 机为浏览器运行平台;提供教学内容的个性化展示的由 HTML 和 JSP 实现;Web 服务器生成页面由 JSP 和 Servlet 实现;处理学生模型提取、动态规划,习题测试、学生模型的更新维护以及教学控制等则由 Servlet 及 JavaBean 实现;数据库服务器提供学生模型库、教学内容库、教学策略库、试题库等。

3 结 语

基于 Web 的智能教学系统的研究可以说仍然处于研究阶段,其主要的研究方法就是将远程教学技术与传统的智能教学系统相结合,运用人工智能技术来更加有效地实现教学的个性化和智能化。

(下转第 223 页)

$$\begin{bmatrix} 1/4 & 3/5 & 2/9 & 1/10 \\ 0 & -4/5 & -2/3 & -3/10 \\ 0 & 0 & 5/9 & -1/5 \\ 0 & 0 & 0 & 9/10 \end{bmatrix}$$

图 5(c)的仿真波形和图 5(b)类似,唯一有区别的是图 5(c)得到的输出是 L 的转置矩阵的逆矩阵元素,这点在之后做矩阵乘法时需要注意。

可以从图中看出,得到矩阵如下:

$$(L^T)^{-1} = \begin{bmatrix} 3f800000 & 0 & 0 & 0 \\ bf400001 & 3f800000 & 0 & 0 \\ 3ecccc8 & bf999999 & 3f800000 & 0 \\ 3de38e3c & beaaaaaa & be638e35 & 3f800000 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -3/4 & 1 & 0 & 0 \\ 2/5 & -6/5 & 1 & 0 \\ 1/9 & -1/3 & -2/9 & 1 \end{bmatrix}$$

把 L 、 U 矩阵相乘即可得到 A 的逆矩阵 C ,如图 5(d)所示。端口 dout1~4 分别输出 C 矩阵的 1~4 行,每行之间延迟一个时间单元输出,即 A 的逆矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} bdccccbe & 3e999995 & 3e4cccd2 & 3dcccccd \\ 3e999995 & 3dcccccl & bf19999b & be99999b \\ 3e4ccccca & bf19999a & 3f19999a & be4cccc9 \\ 3dcccccf & be99999b & be4cccc9 & 3f666665 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} -0.0999999 & 0.2999999 & 0.2000000 & 0.1000000 \\ 0.2999999 & 0.1000000 & -0.6000000 & -0.3000000 \\ 0.1999999 & -0.6000000 & 0.6000000 & -0.1999999 \\ 0.1000000 & -0.3000000 & -0.1999999 & 0.8999999 \end{bmatrix}$$

整个矩阵求逆过程从输入第一个 A 矩阵元素到输出所有 A 的逆矩阵元素共花费了 38 个时钟周期。

从上面的仿真波形中可以看出,除去由浮点数精度所限带来的截断误差(仅为 10^{-7} 数量级),4 阶矩阵求逆的结果和理论所得的值完全吻合。

用 smic 的 $0.18\mu\text{m}$ 工艺对 Verilog 代码进行综合,可得整个电路的面积约为 $2.29\text{mm} \times 2.29\text{mm}$,最长路径约为 25ns ,时钟频率约为 40MHz 。由于整个求逆电路主要由 LU 分解、上三角矩阵求逆、矩阵相乘三部分构成,三者可以实现流水线操作,因此,考虑到工程上通常是大量数据需要处理,其实际的工作效率可以提

高 3 倍左右。

文中的最长路径是由 DesignWare 中调用的除法器决定的,不考虑流水线,时钟频率可以达到 40MHz ,对于一般的工程问题完全可以满足要求。文献[2]中提出的结构虽然只需要 $5n = 20$ 个时钟周期就可以完成整个求逆过程,但是由于它基本处理单元中运算操作相当复杂,必然会对其时钟频率产生一定的影响而导致整个求逆运算实际的运算时间变长。综上所述,从运算时间的角度来讲,文中的结构相比于文献[2]来说损失有限,但从硬件开销和硬件实现的难易程度来讲,文中的结构优势明显。

4 结束语

运用心动阵列硬件实现了矩阵的 LU 分解以及上三角矩阵的求逆算法,从而实现了非奇异方阵的快速求逆。结构设计中采用了心动阵列,模块内部结构规则,基本处理单元和传输控制信号简单,非常易于硬件实现,且运算精度较高,适用科学研究和工程应用中矩阵求逆的实时求解。

参考文献:

- [1] EL-Amawy A. A systolic architecture for fast dense matrix inversion[J]. IEEE Trans. Comput., 1989, C-38(3):449-455.
- [2] EL-Amawy A, Dharmarajan K R. Parallel VLSI algorithm for stable inversion of dense matrices[J]. IEEE Proceedings, 1989, 136:575-580.
- [3] Chern M, Murata T. A fast algorithm for LU decomposition and matrix inversion[C]//Proc. Int. Conf. on Parallel Processing. Columbus, OH:[s.n.], 1983:79-86.
- [4] 李庆扬,王能超,易大义. 数值分析[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2004.
- [5] 陈国良. 并行算法的设计与分析[M]. 北京:高等教育出版社,1994.
- [6] Kahan W. IEEE Standard 754 for Binary Floating-Point Arithmetic[D]. Berkeley, CA:Elect. Eng. & Computer Science University of California, 1996.

(上接第 218 页)

参考文献:

- [1] 王 岚,乐毓俊. 计算机自动推理与智能教学[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2005:306-308.
- [2] 王 陆,王美华. ITS 系统中基于关系模型的知识表示[J]. 北京大学学报:自然科学版,2000(9):659-664.
- [3] 刘以安,管捍权. 学生模型库的设计思想和实现方法[J]. 华东船舶工业学院学报,1999,13(5):38-40.
- [4] 陈 颖,何钦铭,王申康. 基于超文本结构的智能计算机辅助教学系统[J]. 计算机研究与发展,1998(5):442-446.
- [5] 张 跃,邹寿平,宿 芬. 模糊数学方法及其应用[M]. 北京:煤炭工业出版社,1992:146-212.
- [6] 杨 卉,王 陆. 智能教学系统中两层动态学生模型的研究[J]. 电化教育研究,2005(1):72-75.
- [7] 中科永联高级技术培训中心. MVC[EB/OL]. 2006. <http://www.itisedu.com/phrase/200603071552065.html>.