

计算机等级考试的辅助训练系统

刘东升 邹策千 刘海波 (内蒙古师范大学 呼和浩特 010022)

摘要:本文介绍了一个用面向对象的思想方法,基于客户机/服务器支撑环境下开发与设计的考试辅助训练系统。教师可利用本系统进行学习指导各种控制,学生用键盘和鼠标回答考题,特别适合于标准化试题。

关键词: 计算机辅助教学 知识库 面向对象 题库 客户机/服务器。

一、教学模式和教学策略的选择

一般来讲,要想通过某种考试,必定要做一定数量的练习,并能对这些练习做到举一反三时,才有可能较顺利通过该项考试。就教学对象和教学内容而言,这里所指的对象是欲通过考试的应试者(按习惯还把他们称为学生);而教学内容是各种与考试有关的考试题及相应的指导信息。在计算机辅助教学(CAI)中,个别指导(tutorial)和练习与训练(drill and practice)是两个重要且常用的格式。将这两种教学模式有机的结合起来,是一种比较适合我们的教学模式。通过“练习与训练”模式使学生巩固已学过的知识,培养学生的解题技能和技巧;“个别指导”模式则对学生在练习中的答题情况(主要是对错误的分析)给出相应的学习指导。在设计本系统时,我们始终遵循以“教师为主导,学生为主体”的教学策略为主线进行,学生既能独立上机训练,接受个别指导,同时也可以由教师集中指导。

二、系统结构

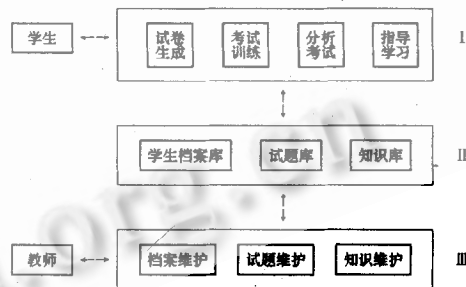


图1 系统的信息整体逻辑结构

作为一个考试的辅助训练系统,它首先应是一个题库系统,即该系统建立在试题库的基础之上。但若只有一般试题库功能的话,对学生的帮助实际上是很有限的。学生答卷后一般只知道自己的考试成绩,那些题做对了

或做错了。因此这并没有从根本上反映客观的“刺激—反应—强化—迁移”，或者“刺激—反应—强化—概括—迁移”的学习本质。根据我们选择的教学模式和教学策略，若在答卷之后增加个别指导的功能，就能很好的体现学习的本质。基于这种思想，我们认为该系统可以描述为如图 1 的形式。

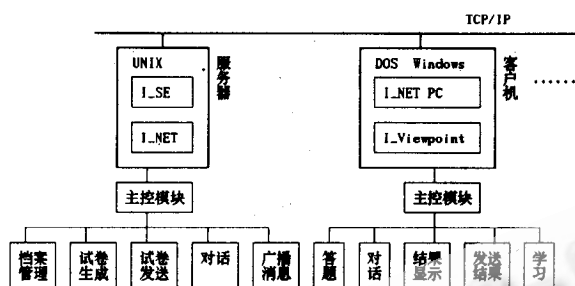


图 2 系统的整体软硬件逻辑体系结构

根据各逻辑模块的信息特点及系统运行支撑环境（客户机/服务器）的特点，我们将各模块的内容分别放在系统运行支撑环境中的不同位置。由于 II 中的内容是整个系统的主体，对整个系统而言是共享的，因此它需要很好管理和维护。在我们设计的系统中它被放在客户机/服务器支撑环境结构中安全性、可靠性且各方面指标均很优越的服务器（一般服务器采用高档微机或小型机）上，其操作系统采用 UNIX、数据库采用 INFORMIX - SQL。而 I 和 III 中主要的内容被放置到客户机（一般客户机选用中、低档微机）上，操作系统采用 DOS Windows。这样实现的系统既可提高整个系统的可靠性又可充分利用客户机本身的各种资源。本系统可以描述为如图 2 的形式。

三、数据库的组织

数据库的组织是面向学生和教师两个方面，是整个系统的核心，训练、学习、管理都是通过本模块中的数据实现。

1. 试题库的数据组织

计算机等级考试中的题型比较简单，只有多项选择、完成、改错和编程三类题型。为了管理上的方便，我们把同一题型不同级别的试题组合到一个库中。其库的基本结构可描述为：

题号	对象	难度系数	调用次数	答对次数	试题正文
----	----	------	------	------	------

在上述的库结构中，其对象的分类方法依据考试大纲中对考试内容的分类法；难度系数最初由专家指定，系统运行一段时间后根据实际情况给定；而试题正文是以 BLOB(Binary Large Object)形式存放。

2. 答案库的数据组织

由于标准化考试中每个试题可能有一个以上的空需学生去填写完成，因此，答案的个数与空的个数是一一对应的，如果答案放在试题库中会造成诸多不便。又由于每个试题中的每个备选答案中都含有许多信息，教师在出题时就应考虑到学生答错该题时的指导信息，且每一种可能的错误都给出相应的指导。其答案库格式可描述如下：

题号	空号	答案	正确否	指导信息
----	----	----	-----	------

其中空号表示某一试题中第几个需要填的空；答案是什么可能填入的合法解答。

3. 学生档案库

用于记录每个学生的基本情况。

学号	姓名	单位	训练 1	时间 1	成绩 1		训练 n	时间 n	成绩 n
----	----	----	------	------	------	-------	------	------	------

其中训练 i 表示第 i 次训练，时间 i 表示第 i 次训练所用的时间。

4. 学生答题记录库

为了给学生提供有效的智能辅导，就必须记录下训练后的反应信息（解答），系统根据这个反应信息才能进行有效的辅导。其库的基本结构可描述为：

学号	训练号	库题号	卷题号	解答
----	-----	-----	-----	----

其中训练号表示某一个学生进行的某一次训练；库题号表示该次训练中的试题在题库中的编号；卷题号表示该次训练中的试题在卷内的编号。为了方便学生，生成的试卷中的各题采用全卷统一编号。

四、知识库的组织

1. 面向对象的知识表达与运用

人类现有知识领域按自然的方式概括为一个相互关联的层次结构，较一般的领域位于层次结构的上部，较具体的则位于下部，见图 3。

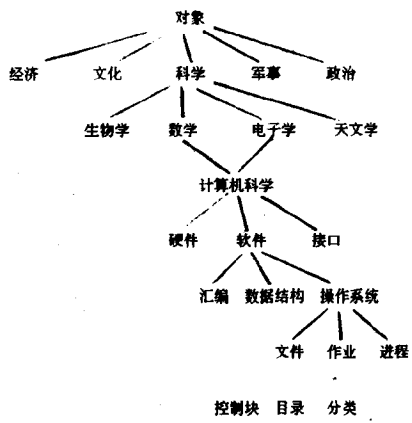


图3 知识领域的层次结构

相应的,我们用概念的对象表示各域的知识,概念化的对象保持同样的层次结构,在现实世界中,一个相对具体的概念可以被多个相对抽象的概念所蕴涵,如计算机科学同属于数学和电子学,因此,对象允许多重继承。

(1)对象。一个典型的对象可表示为:

```
class
<名>
<属性描述>
<操作方法描述>
end
```

其中,“名”记对象的名称,“属性描述”可进一步分为,

```
<继承关系描述>
<领域常识>
```

而“操作方法描述”由专用的指导规则库表示。如:

规则 1:假设 $\text{affinity}(\text{Topic}, 1, N1) = 0.9$
 $\text{affinity}(\text{Topic}, 1, N2) = 0.8$
 $\text{affinity}(\text{Topic}, 1, N3) = 0.5$
and chosen (Topic 1)

行为 挑选 N1 去学

规则 2:假设 $H(N1, N2) / * N1 \text{ 比 } N2 \text{ 难 } *$ /
understood (N1)

行为 置理解 N2 的能力为“easy”

对象具有抽象性,封装性和继承性,它们是面向对象的程序设计(object Oriented Programming)的公共特征。面向对象思想的引进,简化和方便了程序的设计。一个程序体即是各类对象的组合,程序的执行过程也即是各

类对象之间的消息传递调度过程。继承关系具有传递性,若对象 C1 继承 C2, C2 继承 C3, 则 C1 继承 C3;继承关系具有优先,对象内的描述不受继承性影响,在对象多重继承时,用模糊权值表示它和父类的关联程度,这将用于提高搜索效率。

(2)消息。对象可以发送消息,目的在于请求其它对象完成某种操作,格式为:

```
sender<名>
processing way:= <操作种类>;
message:= <消息体>;
receiver:= <名>
```

由于对象的封装性,消息中只需指明操作种类,不必说明如何实现,我们还允许发送者不直接指明接受者,而待系统运行时刻确定。

2. 知识库的物理组织

从物理上讲,对象在知识库中以知识包形式出现,每个对象对应有一个知识包。系统设置一个知识包管理表,表元素的组成如下表。其中,优先级用于保证知识库在共同维护时的安全性,状态中列入知识的组成规模,引用状况,读写权限等。知识库管理系统借助该表实现对知识包具体操作。

Class name	知识包(对象)名
Directory	存储路径
Heritage	继承关系
Priority	优先级
Status	状态

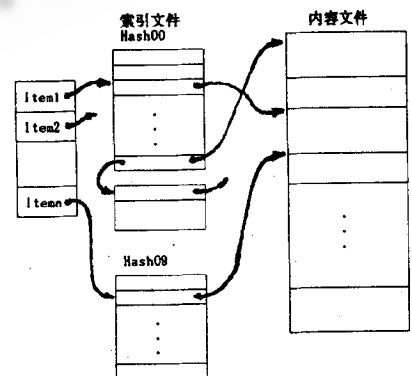


图4 知识包内知识项的索引 Hash 存储

指导信息和指导规则的数量是相当大的,且长度又不确定,我们采用索引 Hash 文件存储,既避免了顺序文件时间开销较大,又避免了纯 Hash 方法太浪费空间的不足,具体格式可描述为图 4。指导信息和指导规则的内容顺序记录在内容文件中,索引文件中登录着它们在内容文件中的地址,索引文件使用 Hash 除法检索,以拉键解决冲突。指导信息以概念名为关键字,而指导规则以序号为关键字。

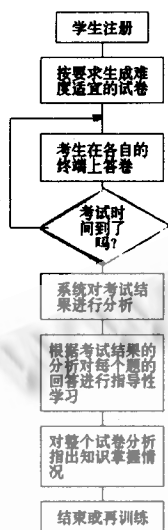


图 5 训练全过程的描述

五、面向学生的功能模块描述

本系统引进智能化的训练,特别引入信息反馈处理器概念。信息反馈处理器的主要功能是接收有关训练中出现的错误信息,因人而异的指导学生学习 and 再训练。这一部分由试卷的生成,训练与再学习和考试信息分析三部分功能模块组成,各模块间的联系可以描述为图 5 的形式:

1. 试卷生成

本系统根据每个学生过去训练成绩,既可由学生自己指定生成一套难度适宜的试卷,还可以由指导教师指定试卷的难度和考试时间进行训练或考试。根据试卷的难度和训练范围,以随机数的方法产生各试题。具体方法是:在生成试卷前首先产生指定一个知识分布数,使整个试卷的知识分布均匀,然后每次再产生另一个随机数以决定抽取试题库中哪一道题,判别该题的难度系数是否在整体试卷难度系数正负 0.1 的范围且符合知识的分布要求,以决定是否录用。

这样生成的试卷有以下优点:①不易猜题;②难度适宜,而且有适当的广度和深度;③较客观评价一个学生的水平。

2. 考试训练

考试训练开始后,学生在各自终端上用键盘、鼠标进行全屏幕选择答案、翻页,也可修改做过题的答案。将光标移到应填入答案处输入答案。考试时间的控制有两种方法,若用本系统进行联机的统一考试,则时间由教师掌握,一旦考试时间到,教师可以用网络命令中止学生考试的进行,使其转入自动评分软件;否则,考试时间可根据试卷的难度,以及学生的程度由系统控制。

3. 考试训练结果的分析

根据学生的答题记录与标准答案进行比较,得出答对的分数,然后根据分数转换表得出考分。作为一个题库系统完成上述功能已足够,但作为一个考试训练系统,就远远不够了。标准化考试中除正确答案外,另外的选择项都是所设的错误陷阱。而学习过程中出错是难免的,对学生来讲出错是学习的一个组成部分,当他们不知道如何做一个题时,就会犯这样或那样的错误,直到他们会做这件事情为止。从这种意义讲错误是不可避免的,实际上,错误也是非常有用的,每一个错误,都有一种潜力,都可以向学生提供关于他们正在学习的内容的信息,以及应该做出何种改变或调整才能达到学习的要求等。为了要从发生的错误中得到帮助、启发和提高,学生就要能收到关于错误的信息,也就是出错的反馈,因此就必须对错误进行仔细的分析、归类。学生应答的错误诊断、分析、归类是一个困难的问题。本系统主要采用了下面三种方法:相关确认法(relative example affirmation)、个人持续系数法(individual consistency)和差异比较法(difference comparison)。

错误答案可以大概地归入某种错误类型及归类应由教师出题时一起给出,通过分析,可以使学生知道自己在哪些方面不足,以便今后改进。

4. 再学习的指导

本系统根据错误诊断、分析、归类的结果,将学习指导分成两种方式,即对每个答错的题指导和整个过程训练的全面指导。具体指导过程如下:

首先对答卷中每个答错的题分别进行指导,该种指导建立在教师出题时对每一种可能的错误的分析所给出的指导信息。这种指导比较具体紧密结合为什么该题做错了的原因。例如:

在微机上运行某程序时,若存储容量不够,可以通过---来解决。

- A. 把磁盘由单面密度换为双面双密度
- B. 把软盘换成硬盘
- C. 把磁盘换成光盘
- D. 增加一个扩展存储卡

这个题的正确答案应是 D。若选择答案 B,系统会给出这样的指导信息:“选择 B 是错误的。一具程序由于存储量不够在微机上不能运行时一般是内存容量不足,而把软盘换成硬盘只能扩充外存,因此这样做解决不了问题。正确答案应是 D。”

其次进行全面指导。即根据本次答卷情况和以往答卷情况得到错误分析的结果(即主题对象),由这个对象给出指导学生的整个分析结果作消息体向主题对象发送一个请求完成指导操作的消息如下:

```
sender student
processing way: = 指导;
message: = 文件;
receiver: = topical object
```

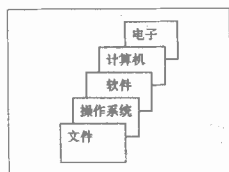


图6 虚知识库

一个对象作为消息接受者执行指导操作时需要利用按照继承关系为它构作的虚知识库例如,以“文件”为主题对象的指导,具有图6所示的虚知识库。

一旦指导过程涉及到超出现有虚库中的知识,现时的主题对象就应向直接父类对象发送一间接信息,以转送到与之关联的辅助对象进行指导学习或利用邮箱来求助于人类教师的指导。

六、面向教师的模块描述

1. 学生档案的管理

主要功能为:建立学生档案的基本情况,它主要包括

学生的姓名、学号、各次训练情况(试卷的难度、成绩、时间等)。教师通过增添学生、删减学生,以及修改学生信息等功能管理学生档案,同时可完成如排序等工作。

2. 试题库的管理

试题是以题型的不同存放在不同的库中,教师主要通过增添、删减、修改对试题库进行各种管理,这种管理是十分必要的,因为试题的难度、相关性等一系列指标一开始都是由出题教师指定,但这种指定并不一定非常符合学生的实际。因此系统运行一段时间后根据实际情况对一些参数进行必要的修订。

例如对难度系数的修订具体方法:从试题库的结构可知,每道试题在试题库中都有答对次数和调用次数两项。每道试题的难度就依据以下公式求出:

$$\text{难度系数} = (1 - \text{答对次数} / \text{调用次数}) \times 0.67$$

其中 0.67 是个实验值,是根据经验得出的正态分布。

3. 知识库的管理

本系统设计有比较完整的知识库维护机制,包括实库的建立、撤消、知识的插入、删除、检索、一致性检查及安全维护等。

七、结束语

作为一个具有智能的考试辅导系统的开发对个人而言是一项巨大且困难的工程,它需要各方面的专家通力合作才可能实现。我们希望本系统的开发能够引起广大教育工作者和计算机工作者的兴趣,开发出更好的该类系统,使我们的计算机辅助教学更加普及和提高。

致谢:本文在完成过程中得到内蒙古师大计算机系刘成章教授的悉心指导。

参考文献:

- [1] John R. Anderson, C. Franklin Boyle, Albert T. Corbett and Natthew W. Lewis, Cognitire Modeling and Intelling Tutoring, Artificial Intelligence, 1990 (42).
- [2] 曹奎,基于知识的程序设计训练系统 PES 的研究与实现,微型计算机,1994,(6):5-7
- [3] 郭瑞标,毛剑峰,李芳,唐续斌,徐伟, GUIDE: 一个 I-CAI 开发工具,计算机学报,1993,(8):633-635.