

# 基于信元模型的远程开放交互式 CAI 系统的构建与实现

## Construction and Implement of Remote Open Interactive

### CAI System Based on Info-Cell Model

杨晓辉 (天津工程师范学院计算机系 300222)

**摘要:**针对教学 CAI 系统的需求,本文提出了基于信息元模型构建远程开放交互式 CAI 系统的解决方案。剖析了信息元模型的特点及其在构建 CAI 系统时的优点,并对媒体同步、系统交互给出了实现方案。

**关键词:**信息元模型 远程 CAI 系统 开放 交互 课件组合

## 1 引言

目前,人们已对 CAI 理论、技术已进行了大量的研究与开发利用。人们从 CAI 教学的理念、CAI 教学的应用模式、有关技术等方面都做了比较深入的研究,获得了丰硕的成果。产生了大量的、有价值的 CAI 课件。对课堂教学、个别化教学及远程教学提供了强有力的支持。CAI 课件形式多样、种类繁多,极大地丰富了教学资源,现已成为现代教育不可缺少的部分。CAI 发展的现状可以说在理论层面的研究已达到了一个相当深入的程度。但针对 CAI 软件开发技术与规范的成熟度目前仍不尽人意。其技术瓶颈主要是缺乏成熟的多媒体数据库系统和交互式多媒体表现语言。而在体系结构上,传统的课件大多是板块式结构,存在标准性、开放性、可扩展性与兼容性差等缺点,课件的集成与共享存在诸多的困难与不便,制约了课件的进一步优化、组合与利用。

本文采用面向对象技术,采用开放式原则构建远程交互式 CAI 系统的信息结构与功能结构,并使信息结构建立在信息元模型基础之上。旨在构造一功能完善、教学资源组合方便、有利于支持教学设计、交互性、可扩展性强的远程开放交互式 CAI 系统。

## 2 开放式软件系统构建原则

软件的开放性取决于三个方面,一是软件系统数据结构的标准化,二是软件通信协议标准化,三是软件系统功能接口的标准化。软件功能接口标准化是扩展系统服务范围的途径,数据结构标准化是增强系统互通资源的途径,而通信协议标准化是实现异种系统交换数据的途径。三者相互独立,又有一定的联系。软件通信协议标准化是数据结构标准化与软件功能接口标准化在开放性上的延伸。一个软件系统可以在数据结构上实现标准化,以实现同其他系统之间互通数据资源。然而在软件功能接口上确可以是非标准化的,反之亦然。要构建一个开放式软件系统,就要在这三方面考

虑实现标准化。若在这三方面都实现了标准化,则软件系统的开放程度就高。为此,在我们的远程开放交互式 CAI 系统构建中,引入了信息元数据建模技术和基于 Web 技术构建系统。Web 网本身就宿定了通信协议的标准化,但在软件功能上确有多种接口,如用于动态页面编程方面就有 ASP, PHP, JSP 等多种。这三种技术也分别实现了其标准。但它们在性能和功能上有所差别,因此,这就决定了选择不同的技术,会影响到系统的扩展性问题。以 Java 语言为依托的 JSP、Servlet 技术,以其跨平台特性、强大的可伸缩性及多样的开发工具,使其成为了开发基于 Web 软件事实上的标准。为此我们选择了 JSP、Servlet 技术作为开发 Web 应用程序的软件功能接口。

## 3 远程开放交互式 CAI 系统结构

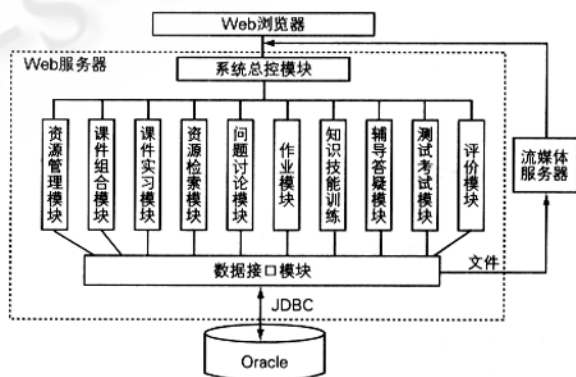


图 1 远程开放交互式 CAI 系统结构

课件组合模块支持人工课件组合和智能课件组合。不管是课件组合,还是课件学习,课件都是按知识线索树结构进行交互式展开。这样可快速定位到不同课程、不同课件及不同教学单元层次上,有利于学习效率的提高。智能课件组

合是根据作业情况、测试与考试情况及评价结论而由系统自动进行课件组合。从而实现个别化学习模式。而人工课件组合是为教师准备课堂教学课件而提供的。这也是教学 CAI 系统的主要需求之一。不同教师可针对同一门课程可组合生成多个该课程的课件。知识线索树结构如图 2 所示。

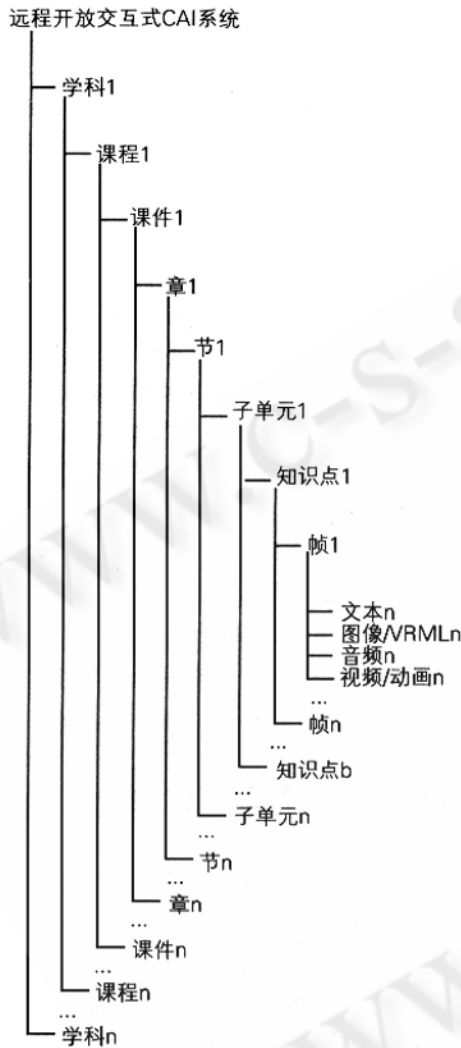


图 2 知识线索树结构

#### 4 信元模型

基于开放式 CAI 系统要满足支持教学资源的互通性,就要求系统能支持多媒体数据的多种数据结构及格式,使系统能充分利用尽可能多的教学资源,不断增强自身的教学价值。基于上述考虑,本系统应支持数据的多种数据结构及格式,如何组织它们是关系到各种数据资源能否被高效利用的关键因素。为此,我们基于教学系统及信息应用的一般特点,提出了基于信息元模型的数据组织结构,使数据在系统

内能以各种语义形式存在,提高其数据抽象能力,而将数据的底层差异封装在一个基本的数据对象之中,从而提高数据在使用与管理上的效率,同时也使得程序的设计与实现更加易于模块化,从基础上保证软件的开发质量。

#### 4.1 信元构造

信息元应具备公共化、通用化的特点。以自上而下的观点看,多媒体信息元具有一定的语义、组成信息系统应用的信息子块。以自下而上的观点看,多媒体信息元是一个或多个媒体数据元经过一定的添加与包装而合成的超数据元。

多媒体信息元必须具备如下 3 个基本特性:

- \* 数据元本身的组织附加其表现属性;
- \* 多个数据元的时空同步关系描述;
- \* 成份之间的链接描述。

基于以上观点,我们引入帧结构,并采用面向对象技术。

帧的定义如下:

$$F = LS_k \sum_{g=0}^m (T_g Pt_g) \sum_{h=0}^n (I_h Pi_h) \sum_{i=0}^o (A_i Pa_i) \sum_{j=0}^p (V_j Pv_j)$$

$m, n, o, p \geq 0$  表示媒体序列的长度,  $k$  为帧数;

$F$  表示帧;

$L$  表示媒体布局描述对象,可为空;

$S_k$  表示媒体同步描述对象序列,可为空,  $k = \max(m, n, o, p)$ ;

$T_g$  表示文本序列,  $T_o = null$ ;  $Pt_g$  为文本表现属性对象序列,  $Pt_g = null$ ;  $I_h$  表示图形/图像序列,  $I_o = null$ ;  $Pi_h$  为图形/图像表现属性对象序列,  $Pi_o = null$ ;  $A_i$  表示音频序列,  $A_o = null$ ;  $Pa_i$  为音频表现属性对象序列,  $Pa_o = null$ ;  $V_j$  表示视频/动画序列,  $V_o = null$ ;  $Pv_j$  为动画/视频表现属性对象序列,  $Pv_o = null$ ; 据以上定义,帧可以是空帧,可以是一个单媒体构成的帧、也可以是单媒体序列构成的帧、或是以上四类媒体(简便起见,图形/图像/VRML 视为一类,视频/动画视为一类)序列的任意组合构成的帧。由此可以看出,帧有很强的信息表示与表现能力。但帧缺乏一定的语义。因此我们可以将帧封装到一基本数据对象之中,并赋予这一基本数据对象各种属性,从而使其具有一定的语义,并包含本信息对象到其他信息对象的链序列。将这一信息对象作为信息系统的信息元。基于信息元模型,我们可构造出如图 3 所示的教学 CAI 系统的信息结构。

在以上结构中,课件、章、教学单元、教学子单元、试卷、试卷答案、作业等信息结构的本身都可以由信息元结构进行表示。因此可以看出,信息元本身已成为了上层各类信息结构共用的成份,这样在系统内有利于信息资源的互换使用,提高其信息资源的利用程度与共享程度,也有利于教学设计在教学信息结构上的运用。由于在知识点的信息元内及上层的知识结构组织中内涵着教师的教学设计思想,因此,在

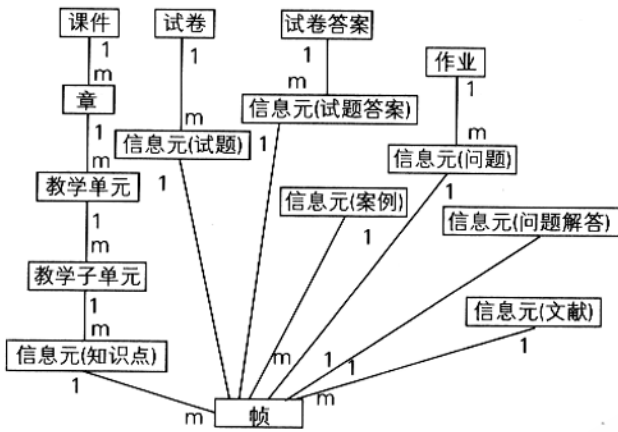


图 3 基于信息元的教学信息结构模型

课件组合时,不仅可以实现教学媒体资源的共享,也可实现教学设计的共享。

### 4.2 媒体同步

媒体同步是远程 CAI 系统中的一个关键性问题。在面向对象技术中,采用合成对象是建模时序场景的强有力工具。上文定义的帧就是采用了这一建模工具。在以帧作为

系。并按帧输出的时间先后分配帧号。

媒体对象在帧内存在需要同步的问题,帧的活动是多种媒体对象所代表的情节的一个复合情节。一个情节在时间上被它的开始和结束点所限制。情节在某些给定的对应于特殊事件的时间点进行合成。合成在该模型中仅能出现在每个情节的开始和结束点。信息元帧内媒体对象的同步关系可通过媒体同步对象序列描述。同步对象为(文本序号,图像序号,视频定位子,音频定位子),视频定位子对象为(视频序号,起始帧号,结束帧号),音频定位子对象为(音频序号,起始位置,结束位置)。通过帧输出 Servlet 将帧对象内的同步对象序列转换为 JavaScript 脚本语言形式输出到页面中,通过客户驱动维护媒体对象之间的同步关系。

### 4.3 信息元间的链接

信息元内的链接有两种情况,一是媒体一级上的链接,二是主题一级上的链接。对于媒体上的链接,不同媒体可作不同处理,对于文本媒体如:Word、PowerPoint、网页自身支持超链接功能,只须将上述文档按二进制数据格式存储并由 Servlet 按不同 MIME 类型输出即可。而对于图像、视频及声音媒体的超链接(链接到其他信息元)存储在媒体表现对象的属性之中。而信息元的链序列存储着与其他相关信息元的链接关系。

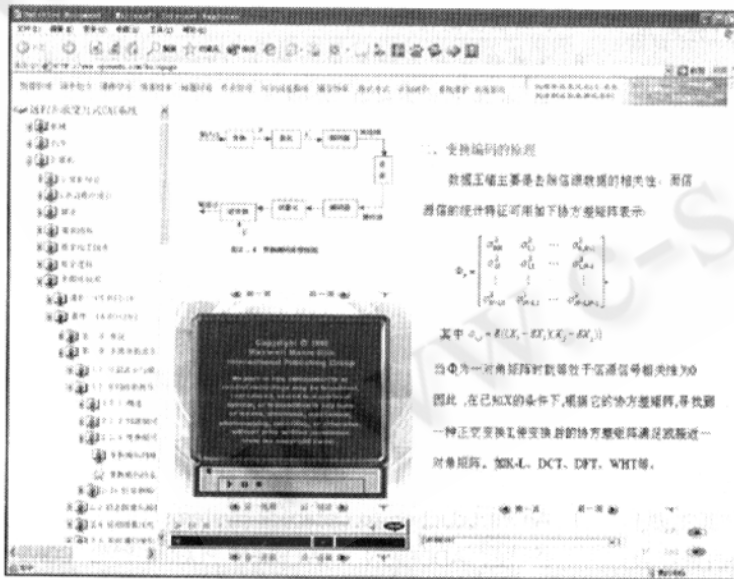


图 4 系统用户交互界面

场景表达教学情景时,就能将并发活动的角色封闭在同一个帧对象中。因此,在帧序列中,帧对象的划分是基于媒体对象的并行关系划分的,即在一个帧内媒体对象之间存在并行关系及部分串行关系,而在两个帧间媒体对象只存在串行关

## 5 系统的交互

系统交互在功能上主要有如下需求:教学媒体的上载、查询、教学知识单元的组合构建(包括各级知识单元或媒体的共享与重组)、信息元交互式展示、知识技能操练、作业提交与批阅、网上辅导、在线考试等。其核心和难点是教学知识单元组合构建与信息元交互式展示。

交互界面的简洁性、易操作性及知识导航的清晰性是本系统实现用户界面时的出发点。为此,在系统登录后,在主页顶部给出系统主要功能模块菜单。而在菜单下部直接进入课件展示界面。其用户交互界面如图 4 所示。知识单元组合和展示均以知识线索树为主线(知识线索树以 Applet 实现),通过右击树中结点弹出快捷菜单,提供新建下级结点、修改和删除本结点功能。在新建信息元和修改

信息元时,系统提供按帧构建的功能,在构建帧时分为三个阶段:媒体组合阶段、帧内媒体同步安排阶段和帧布局阶段。在媒体组合阶段应有媒体上载和媒体查询功能,并将媒体组

合到本帧内,并为该媒体建立媒体表示对象;在同步安排阶段,提供媒体视听功能,并能获取媒体播放位置。建立四个组合下拉列表框,分别选取需要同步的各类媒体,并通过音视频流位置调整,建立音视频定位子,并将组合结果显示到一个窗口中,以方便用户了解媒体组合情况,当组合结果满意时可进行提交。在布局安排阶段,可在预先制作好的布局模板中选择之一建立帧的布局对象。当所有帧建立结束,为本信息元建立相关的信息元链序列。信息元展示过程的交互性通过使用 ActiveX 控件、JavaScript 并配以一定的 Servlet 实现。交互式媒体及信息元链序列中的 URL 均为如下形式: `http://www.openedu.com/goinfocell?type=knowledge&position=学科名/课程名/课件名/章名/节名/子单元名/知识点名`。由 goinfocell 决定发回浏览器的信息元页面。

## 6 系统的实现

本系统的实现充分利用 Oracle 内部的面向对象技术及嵌套表技术,通过对对象内的嵌套表极大地缩小了数据检索范围,并通过对象 REF 可直接定位到检索的对象,大大提高了系统检索性能。采用 Oracle 的 BLOB 数据类型存储所有文本、图像文件格式的数据,由其媒体对象属性对其进行解释。而波形音频、视频均以 BFILE 类型存储,并放在媒体服务器之下。合理分配服务器端及浏览器端工作负荷。充分利用 HTML、JavaScript、Applet、JSP 及 Servlet 的各自优势。按功能、层次实现所有模块编码。

## 7 结束语

本文针对目前远程教学平台仍存在教学资源匮乏、系统

封闭,教学资源使用不便,交互性不强等缺点,从底层提出了基于信息元模型构建远程开放交互式 CAI 系统方案。该方案其低层数据结构稳定、通用性强、共享程度高,上层信息结构构建容易、易于扩展,并能够很好地支持系统功能的扩展。系统不仅能实现教学媒体的组合,同时也支持课件以下各层次的组合,在教学子单元中可直接实现将各类型的信息元组合进来,因而在更大程度上支持了教学设计的实现与共享。由于系统的教学资源是在系统的使用过程中逐渐积累的,且可跟踪资源的使用率,因而系统具有自我繁殖与自我优化的能力。随着系统的不断扩充与完善,相信本系统必将在未来的教学中发挥巨大的作用。

### 参考文献

- 1 陈一秀,CAI 开发平台的基本结构,计算机工程与应用,2001;9:65-67。
- 2 马华东编著,多媒体技术原理及应用,清华大学出版社,2002.1。
- 3 [美]William G. Page, Jr. 等著,王磊等译,Oracle 8/8i 开发使用手册,机械工业出版社,2003.3。
- 4 Ian Graham 著,袁兆山等译,面向对象方法原理与实践,原书第三版 2003.3 第一次印刷。
- 5 John Bell Tony Loton 等著,马树奇等译,Java Servlets 2.3 编程指南,2002.7。
- 6 飞思科技产品研发中心编著,Oracle9iJ2EE 应用开发指南,电子工业出版社,2003.1。