

《计算机应用研究》2001 精扩本

《计算机应用研究》编辑部 编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

目 录

研究探讨

基于“覆盖法”的规则生成	张维东	周闻钧	张维丹(1)
理解对象和过程模型的研究新发现	陈嘉莉	王泽兵(4)	
浅谈虚拟现实技术	罗 彬	刘独玉(6)	
CIMS 系统集成及规划	沈延森	丁秋林	姜 梅 王斌洋(10)
应用软件架构研究	郑 扬	张育平	李 勇(13)
PVM 网络并行系统 & 演化并行计算	刘冠荣	何 华(15)	
多媒体数据压缩的标准化及其应用	吴韶波	于 珏(16)	
用于模糊逻辑控制器高级综合的 VHDL 模型	季 钢	王 慧(18)	
对角奇偶码在 RAID 系统中容双盘错的编码方法研究	王福文	薛相海	董燕琴(19)
基于小波神经网络的混沌时间序列预测方法	江亚东	黄绍君	杨炳儒(22)
残差 GM(1,1) 的改进及其在预测个人电脑普及率中的新应用	吕 锋	梅细燕(24)	
基于细胞运动的导弹尾焰生成算法	唐好选	洪炳熔(26)	
骨牌的取胜策略研究		陈玉坤(28)	
0-1 背包问题及其经典算法	刘 娜	王正华	钟求喜(30)
一种接近最佳匹配的快速运动预测搜索算法——逐步逼近法的最优实现		叶 华(33)	
并行计算	吴 霞	袁 渊(34)	
决策支持系统的原理和结构及其在数量分类学上的应用	陈长江	蔡学清(37)	
计算最长公共子字符串长度的算法		陈云霞(39)	
VC++ 下如何利用 MATLAB 工具箱实现最优预见控制算法	袁 昊	于黎明(41)	
一个改进的神经网络结构学习算法	邱 晖	舒 勤(42)	
遗传算法在网络系统可靠性优化中的应用		陈祖大(46)	
基于遗传算法与神经网络组合的销售预测模型研究	杨 林	富元斋	黄立平(48)
基于 Web 的协同设计系统	王大鹏	林 华(50)	
MP 系统中的数据传输	李新明	李 艺(52)	
三维虚拟物体之间的碰撞检测方法研究	张庆雅	孙 东(54)	
财政宏观调控预警系统的研究与开发		单 薇(56)	
人力资源管理信息系统的分析阶段改进	侯魁丽	黄品奇	李光泉(58)
实时监控与发射决策专家系统的知识获取方法研究	王 兵	金惠杰	朱晓峰 莫建军(61)
呼叫中心中基于 GIS 的客户动态定位的研究	李 颖	王申康(64)	

软件技术

用 World Tool Kit 设计基于 PC 的虚拟现实应用系统	邵剑龙	叶艳青(66)	
用 XSL 控制 XML 内容的显示	虞万荣	张银福	杨岳湘(68)
面向对象的 Object ARX 编程	黄志真	雷 刚(70)	
基于 OS 嵌入式软件的分析与设计	管致锦	徐 慧	陈继红 王春明(72)
面向对象程序设计在监控系统软件开发中的应用	刘利雄	贺贵明	张若锋(74)
Delphi 下实时数据采集的实现	陈建忠	桂先洲	刘倬民(76)
基于组件的软件复用		张 蕾	王运峰(78)
C++ 语言中的名字技术探讨	杨世瀚	李传湘	杨学辉(79)
Synchronous C++: 一种并发性面向对象程序设计语言		雷向东(82)	
Microsoft Office 文档内部格式的研究及其应用	张 量	詹国华(83)	
使用 PB 实现系统的模块化动态管理		喻 伟(85)	
Visual C++ 调用 Matlab 的实现方法	来五星	史铁林	轩建平 杨叔子(87)
MATLAB 作为控件在 Windows 中的实现	曲红妮	闫兴美	袁震东(89)
Delphi3.0 调用 Matlab 4.0 数字信号处理函数的方法	王健琪	路国华	杨国胜 王海滨 荆西京 杨 波(91)
某自动校准系统中的软件可靠性设计	陈景亮	孙荣平	江龙平 张金石(93)
Win32 环境下串行通信的编程方法	吴元保	贾振堂	李桂香 王光华(95)
元计算系统中的资源管理		屈婉霞(98)	
基于信息原理的 MIS 信息查询设计研究	夏良华	徐 英	宋一中(100)
BP 神经网络的面向对象设计与实现	金 炜	叶富乐(101)	
用区域填充法生成带填充的等值线图	董国卿	张国平(103)	

使用 UML 开发模糊神经网络控制系统软件	任贵勇	屈彦呈	王常虹(105)
-----------------------------	-----	-----	----------

数据库技术

面向对象方法在关系数据库系统设计中的应用	姚阳春	徐魁	王霄雁(107)
KDD 在决策支持系统中的应用研究	邓芳	李怀诚	(110)
基于消息控制的计算机网络数据库系统	崔荣一	吴秋颜	崔旭
Informix 数据库中日志的研究	陈文龙	肖融	周定康(113)
大型数据库系统的定时机制分析与应用			朱建凯(115)
基于组件的三层客户/服务器数据库应用程序的设计			李文生(117)
企业决策支持系统——数据仓库			杨智明(119)
在 Developer/2000 中实现实时数据导出			易任重(121)
数据仓库在 CRM 中的应用	陈丽娟	马璟	黄丽华(123)
开发动态 Web 应用的新环境——ASP	唐宁九	袁敏	杨秋辉
基于 Web 结构的历史关系数据库系统的事务处理			吕方
PHP, ODBC 与 Web 数据库			何先波(126)
基于 Web 中间件 Net. Data 的 Digital Library 数据资源检索程序的开发			杨帆(128)
Oracle 数据库备份和恢复策略	周星	魏应彬	(129)
Oracle 数据库的安全性探析	周斌	刘波	杨岳湘(131)
VB 中异构数据库接口问题的研究及转换	穆云庆	李桂祥	李刚荣(134)
工业锅炉控制数据库系统的设计与实现			王秀敏(136)
VB 在数据采集系统中的应用	邓亚玲	王新房	胡元义(138)
基于 PB 的 Data Window 更新属性的研究与应用			高永明(139)
Power Builder 公用框架包中抽象类的设计			谭延良(142)
VC 环境下 ADO 数据库访问	刘独玉	罗彬	(143)
公用框架包中通用数据查询筛选对象的设计	徐爱萍	徐武平	(146)
管理信息系统中的主题数据库及其构造	王海军	卢延诗	(148)
	徐爱萍	徐武平	(150)
		樊康新	(152)

网络技术

如何扩展 OPENVIEW NNM 网络管理系统的功能	许博义	黄咏梅	王晓光(154)
远程网络及其应用		张大兴	洪涛(156)
光盘库、光盘服务器的选择		李秀芹	孟闻远(158)
基于 CRC 码的篡改检测和消息认证方案的设计与分析	陆正福	李亚东	王铎
Internet 网络中的信息保密	牛建军	肖力田	尹卫玲
安全服务卡设计与应用			刘英华(163)
网络安全技术剖析	杨智明	李杰	贾力(168)
防火墙与系统安全			黄国辉(170)
电子商务与网络安全	杨智明	贾力	王元亮
基于身份的数字签名方案			李杰(172)
			胡斌(174)

应用开发

大转动惯量位置数字伺服系统的运行性能研究	姚伯威	居太亮	吴潜(175)
VC 中位图在计算机动画仿真中的应用	范兴柱	楼佩煌	周国兴(176)
ASP 中基于远程数据服务的数据绑定技术的实现方法		郭江平	张辉(179)
Power Builder 中动态数据窗口的实现		陈伟	林其伟(181)
基于 MAPI 的邮件应用程序的开发与实现		张秀国	任丙忠(183)
MATLAB 环境下 PID 控制系统仿真方法研究		黄伟	郝珊(185)
共享内存多处理器的进程睡眠与唤醒		厉海燕	李新明(186)
基于微机处理的一阶检测系统动态误差校正方法及应用	涂一新	陈飞	王玉萍(188)
基于 VB 实现应用程序多显示器的显示方法		曹泽阳	高虹霓(189)
基于 Client/Server 模式的公路收费监控管理系统		王远	陈杰(191)
基于 VToolsD 的虚拟设备驱动程序设计	屈学民	张建保	巨宏博
MIS 开发过程中 Automation 技术在报表制作中的应用	邓亚玲	王新房	潘永湘
SCO UNIX 系统中定时触发器的设置和应用			刘英(194)
基于 ASP 技术的报表生成器的设计与实现	苏畅	张敏情	王法能(197)

存储过程在一个认证/计费代理中的应用	邹年圣	江国星	钟宝荣(199)
Unix 消息队列在现代化支付系统前置机子系统中的运用			黄丽娟(200)
马歇尔稳定度试验测试软件系统的设计		邹筱梅	李湘江(203)
高速公路联网收费系统的分析与设计	丁美玲	王则江	陈抗生(205)
EE-110 分布式多媒体网络系统	李小平	宋瀚涛	曲大成
局域网中多线程通信的实现及其在电力系统并行仿真中的应用	苏新民	毛承雄	陆继明(210)
基于 ARC/INFO 的可视化表面分析系统			易法令(212)
基于 Intranet/Web 的电厂管理信息系统设计与实现	姜腊林	朱树人	柳见成
网上政府的尝试——简介广州市工商局网上年检系统		陈延凯	梁晓刚(217)
以市话网为基础的数据传输的研究与实现			郑杰(218)
论邮政局金融网络的改造			钱路红(220)
校园网计费管理系统的设计与分析		郭学理	陈刚(221)
用 ASP 技术实现电话费用详细记录的 Web 查询	李庆云	孙壮志	王建(224)
基于计算机的医学影像网络化管理应用探讨	唐木涛	孙华斌	徐晓斌(226)
S7-200 PLC 的多机通讯功能及其应用		吴玉香	胡跃明(228)
加密技术在 ERP 信息通信中的应用	刘永宏	田忠和	周茜(231)
基于 H.263 的远程数字图像监控系统的软件实现		杨斌	吴晓蓉(232)
采用 Object ARX 在 CAD 软件中开发 NURBS 造型的研究		刘占军	田嘉生(235)
Web GIS 开发技术与应用	陈琳	曹忠升	冯玉才(236)
面向校园网的 Proxy 计费管理系统的设计与实现	杜海宁	吴介一	张孝林
基于地理信息系统的低压电网可视化信息系统		范新南	陈鹏(240)
自然语言处理中的中文自动文摘	吴竞华	陈根才	吴子贵(242)
MapInfo 在房产资源管理系统中的应用	谭夏梅	刘就女	邓学雄(245)
True Type 字体对 PS 字体的替代性研究		黄雄	诸葛振荣(246)
自主版权 CAD 系统——凯图图纸管理系统的开发	侯守明	徐文鹏	朱林
自然手写汉字 FS 识别法		黄襄念	程萍(250)
动态自适应汉语统计语言模型的研究		刘秉权	徐志明(253)
一种汉字边框分类算法的实现及其改进方法		李梅	张文涛(255)
长期天气预报应用系统的开发	谭桂容	苗春生	徐建文(257)
基于 PC 的 VR 飞行模拟器结构设计		吴国良	马登武(260)
某飞行器等效箭地通讯的设计与实现	郑玉航	宋忠平	王仕成(262)
用 Visual C++ 6.0 实现飞行数据的处理	方蕾	王威	顾德均(264)
面向对象的警察着装管理信息系统的研制	吴方君	易丹	易彤
基于 VB6.0 的风洞绘图系统	李伟	张卫平	周建华(268)
一种有效的考勤算法			黄启春(269)
利用 MSM7512B 构成远程数据采集系统		肖杨	沈介文(271)
手机生产线控制系统开发			叶枫(272)
网络化企业配电监控系统		崔巍	刘浩(273)
浮法玻璃生产管理信息系统的设计与实现			宋斌磊(275)
水资源管理系统管理软件的设计	沈琳	任毅	黄成(277)
销售管理信息系统的设计与实现		苑钧宏	张冀宁(279)
基于 ASP 的 Internet 数据库应用开发			张学军(281)
社区综合信息服务系统设计			程贵平(283)
基于 Windows 的集成信号分析系统			李强(285)
用 VC++ 6.0 开发 PC 机与西门子变频器的串口通信程序	陈金平	叶国铭	陈瑞琪(288)
医疗机构管理信息系统的设计与实现	王春红	梁普选	张冬雯
井下作业信息管理系统的设计与实现	龚安	唐永红	徐燕
多通道工业仪表数据采集软件的 VB 开发技术			高增海
现场数据采集解决方案及应用实例		郑晓丽	姜迪刚(295)
用 VB 实现 PC 机与单片机的串行通信方法	王亚宁	肖燊楠	卢语丹(297)
SLM 单回路调节器及其应用			步芝红(298)
基于 Lab Windows/CVI 的 VXI 总线测试系统设计			潘光斌(300)
单片机工控系统串行数据传输的差错控制编码技术		刘晓	叶锡恩(302)
PIC16C77 微处理器与分组加密		李延凤	汪小燕(304)
高性能液晶显示器模块 DMF5005N 及其应用	张维平	王仕成	吴少军(306)

功能独特的 EPSON 4 位系列单片机	吴少军	张维平	王仕成(308)
仿真软件 PSPICE 在可控硅整流电路中的应用			张 霞(310)
插卡式超声波探伤仪	曹 勇		蓝丽珍(311)
MCS-96 汇编语言测试工具的开发			汪凌芳(313)
VB 中基于 Printer 对象的打印控制	白 燕		王 鹏(314)
巧用应用程序间的数据共享实现 Windows 平台的中断	唐 毅		葛运建(316)
数据采集处理系统中打印机共享的应用研究	刘永军	张翠肖	王艳芳(317)
Delphi 实现高精度打印和所见即所得技术	张敏情	杨晓元	李德龙
机房管理系统	黄立胜		马耀飞(318)
			庞 志(320)

综述评论

数据挖掘技术概述	李 碧	王小宛(321)
OA 系统的现实意义及发展动向	徐 华	(325)
浅论电子商务发展中关于人才培养的问题	马尚才	张晨霞(327)

图形图像处理

用半剖视图帮助三维重建的算法	朱仁芝	刘 巍	张竞敏	邵鹏飞(330)
基于迭代函数系统分形图形的生成				刘 苏(332)
基于灰度和的一维投影模板匹配	张洛平	廖强华		王中伟(334)
利用自适应平滑进行图像边缘锐化		张登洪		王 君(335)
基于二维相关准则的阈值处理算法	周德龙	潘 泉		张洪才(337)
给 VB 图片框控件加上极限放大功能				张晋西(339)
眼前节图像的高焦恢复方法		张 坚		严惠民(340)
OpenGL 的处理机制及其发展展望		张红艳		郭文忠(342)
基于 Cosmo 3D 的面向对象 OpenGL 程序设计		全 凌		刘 新(344)
一种基于 Web 的矢量图样和三维实体模型的显示方法				陈海荣(346)
Genamap 的地图制作与输出	唐小焱			方昆升(348)
最佳逼近圆周的正多边形算法(II)				孙燮华(349)
计算机辅助设计凸轮轮廓曲线及其立体成型		叶世亮		方敬阳(351)
以 CAD 图形为对象的切割机数控处理系统	韩 梅			孙俊清(352)

辅助教学技术

基于超文本结构的智能化计算机辅助教学系统的研究与设计	梁艳书	孙兰凤	杨 涛(354)
《数据结构》CAI 软件设计		张永梅	马 礼(356)
基于计算机网络技术和网上信息资源的开放式主动型高校教材管理模式之研究	沈西挺	左小红	左 颖(358)
《高校教材管理信息系统》的分析与设计	郑志蕴	李春雨	谭同德
Java 多线程在信号波形显示中的应用	葛伟力	胡 静	王占伟(361)
试卷自动生成系统设计研究	张 燊	陈淑珍	田 茂(364)
基于 ASP 的网上考试系统的设计与实现	孟桂颖	金凤莲	徐凤姿
基于 Web 的考试系统	刘腾红	韩 波	徐宜华(368)
ASP 与 ADO 技术在网上考试系统中的应用	吴泽晖		魏应彬(370)
Visual FoxPro 考试系统的开发与应用			王学明(372)
用多媒体技术实现矿物学现代教学	陈敬中		杨建虎(376)
基于 B/S 模式的学生选课系统的分析与设计	施晓秋		杨焕春(379)
公共选修课管理系统的设计	刘开生	李小勇	王 瑛(381)
基于 Web 答疑系统的设计实现			王学军(382)
高校自动排课系统中的分组课排课算法	张汉君		王桂英(384)

经验技巧

使用 ASP 常遇的问题及解决	时念云	刘素芹	徐九韵(385)
以读解的方式实现 RTF 文件的打印和预览			刘广孚(387)
在开发 MS 系统时如何实现“灵活”查询	肖小珊		熊红梅(389)
在 DOS 和 Windows 操作系统下硬盘数据加密与保护方法的实现	关宇东		沈笑岩(390)
破解 CMOS 口令的可行办法	邓宏贵	罗 安	朱从旭(392)

基于“覆盖法”的规则生成

张维东 周闻钧 张维丹
(同济大学 计算机系 上海 200092)

摘要 数据挖掘是“商业智能”中非常重要的一个方面,而规则生成又是经常使用的数据挖掘手段之一。本文介绍了利用 PRISM 算法来生成规则集,并介绍了评价规则质量的一个有效方法——随机优化概率。它不但可以用来对规则集进行全局的优化,还可以更进一步用于规则的反向修剪。

关键词 数据挖掘 规则生成 覆盖法 PRISM 算法 随机优化概率(RIP)

1 企业级决策支持系统

近几年,正当我们把注意力集中在“电子商务”上的时候,在欧洲和北美,“商业智能”正变成一个越来越炙手可热的概念。所谓的“商业智能”,也就是构建面向企业以量化数据为基础的决策支持系统,从而改变企业领导层传统的凭主观决策的模式,以便在市场竞争中作出更加客观准确的决策。以数据仓库、联机分析处理以及数据挖掘技术构建的决策支持系统,正在给企业带来巨大的利润。

数据仓库、联机分析处理和数据挖掘在应用层次上的关系如图1。

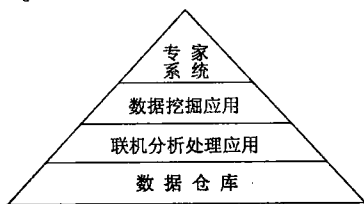


图1 数据仓库、OLAP、数据挖掘和专家系统应用层次结构

1.1 数据仓库(Data Warehouse)

决策支持系统所要求的数据库系统与传统的事务处理型的数据库不同,它是面向分析的,不要求即时更新,而是不断增加所有数据在不同时刻的快照,进行时序和趋势分析。此外,决策型的应用相对来说对时间不十分敏感,因而对性能的要求也比较宽松。数据仓库是面向主题设计的,将不同数据源的数据集成在一起,并引入适当的冗余,进行一定程度的数据综合。这样的数据库系统为分析型应用打下了良好的基础。

1.2 联机分析处理(On-Line Analytical Processing)

OLAP 擅长对数据进行不同维度,不同层次的统计分析,常用于对超立方体逻辑结构的数据进行切片、切块和旋转分析。从本质上讲,它属于验证型的分析,在分析过程中离不开人脑的参与。它需要管理人员先提出一系列的问题和假设,然后通过对相应数据的统计分析,来回答案问题或验证假设,从而构成决策的依据。

1.3 数据挖掘(Data Mining)

数据挖掘运用了统计、人工神经网络、遗传算法、规则生成和规则推理、管理学和信息论等多种方法,来发现数据之间内在的或时序上的联系,并生成能够用自然语言表述的规则,进而对新的数据进行比较准确的预测。与 OLAP 相比,数据挖掘属于探索型分析,即在分析阶

段,它基本无需人脑的干预,按照一定的算法,去发现一些隐藏的、甚至是管理人员所不可能设想出的信息,最终作为管理层决策的依据。数据挖掘逻辑视图见图2。

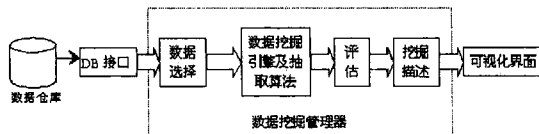


图2 数据挖掘(知识发现)逻辑视图

1.4 专家系统

专家系统包括知识库、推理机和动态数据库,适用于对非结构化的信息进行定性分析。其中知识的发现和获取往往是难以实现的“瓶颈”问题;而通过数据挖掘可以不断地生成新的规则,纳入专家系统的知识库内。专家系统通过机器的自我学习,动态调整,并经过相当时间的知识的积累,成为在某一领域具有专家水准的智能机器系统。最终可由计算机作出正确的决策,从而减少人为的决策失误。

以上的金字塔结构构成了一个完整的决策支持系统(DSS)模型。但由于技术力量和实现难度的限制(特别是专家系统),目前绝大多数的决策支持的应用都只实现了下两层的功能,少数达到了下面三层的功能要求,尚没有真正意义上的机器决策系统。

本文将只介绍数据挖掘中规则生成的算法和规则评价手段,其它部分不做展开,请读者自行参阅相关著作。

2 基于“覆盖法”的规则生成

规则是数据挖掘中一种通用的事物各个属性间蕴藏关系的表述方法。我们通常需要先取定事物的某个属性作为主属性,主属性上每个可能的取值称为一个分类值。生成规则,就是依次考虑主属性的每一个分类值,寻找能将所有具有该分类值的数据实例都覆盖的描述,同时把不是这个分类的数据实例都去除在外。通过对构造中的规则不断地进行试探,力图构造出具有最高正确率的规则。由于它每一步能找到一条覆盖某些数据实例的规则,这种方法被称为“覆盖法”。

所谓对规则的试探,就是对规则添加新的条件。添加条件后的新规则覆盖的实例数目,要比原先的少。寻找规则的基本思想就是:尽可能多地包括属于目标分类的数据实例,尽可能多地排除属于其它分类的实例。如果我们设新的规则覆盖的实例总数为 t ,其中有 p 个是属于目标分类的(该规则的正确样本), $t-p$ 个属于其它分类(错误的),那么我们要做的,就是挑选使正确率 p/t 最大的新条件。

我们将结合实例进行讨论,假设如下的讨论都基于这样的—个样本数据集,记录的是每次与客户谈判的一些情况。

表1 原始的样本数据集

客户所属地区	客户等级	客户信用状况	谈判内容	谈判结果
欧洲	大	一般	质量	失败
欧洲	大	一般	价格	待续
欧洲	大	良好	质量	失败
欧洲	大	良好	价格	成功
欧洲	小	一般	质量	失败
欧洲	小	一般	价格	待续
欧洲	小	良好	质量	失败
欧洲	小	良好	价格	成功
北美	大	一般	质量	失败
北美	大	一般	价格	待续
北美	大	良好	质量	失败
北美	大	良好	价格	成功
北美	小	一般	质量	失败
北美	小	一般	价格	待续
北美	小	良好	质量	失败
北美	小	良好	价格	失败
东南亚	大	一般	质量	失败
东南亚	大	一般	价格	失败
东南亚	大	良好	质量	失败
东南亚	大	良好	价格	成功
东南亚	小	一般	质量	失败
东南亚	小	一般	价格	待续
东南亚	小	良好	质量	失败
东南亚	小	良好	价格	失败

我们首先来寻找规则:If ? then 谈判结果 = 成功,这也就意味着我们以“谈判结果”作为主属性。这里对于未知的条件“?”,我们有九个选择:

客户所属地区 = 欧洲	2/8
客户所属地区 = 北美	1/8
客户所属地区 = 东南亚	1/8
客户等级 = 大	3/12
客户等级 = 小	1/12
客户信用状况 = 一般	0/12
客户信用状况 = 良好	4/12
谈判内容 = 质量	0/12
谈判内容 = 价格	4/12

右边的分数表示“正确”的实例数占按左边条件选出的实例数的比例。这里,“正确”表示“谈判结果”属性值为“成功”。例如,“客户所属地区 = 欧洲”选出了8个实例,其中有两次是谈判成功了,所以,以分数 2/8 来表示。我们选择分数值最大的 4/12,来构造规则(若有多个相等的,如第7和第9条,则需要进行仲裁,从其中选择一个):If 客户信用状况 = 良好 then 谈判结果 = 成功

这条规则并不算非常正确,因为它所覆盖的12个实例中,只有4个是正确的。我们有必要对它进一步加工,增加一个条件,再次进行试探,即

客户信用状况 = 良好 and ? then 谈判结果 = 成功
这一次,对未知条件“?”,有七个选择:

客户所属地区 = 欧洲	2/4
客户所属地区 = 北美	1/4
客户所属地区 = 东南亚	1/4
客户等级 = 大	3/6
客户等级 = 小	1/6
谈判内容 = 质量	0/6
谈判内容 = 价格	4/6

显然,我们取最后一个(覆盖的6个实例中有4个正确)。现在,规则成了如下这样:

If 客户信用状况 = 良好 and 谈判内容 = 价格 then 谈判结果 = 成功

到这儿行了吗?不一定。假定我们要寻找“完美的”(完全正确的)规则,而不考虑规则如何复杂,那我们还得继续试探。到目前为止,被规则所覆盖的数据实例如表2。

表2 客户信用状况 = 良好 且 谈判内容 = 价格 的部分数据集

客户所属地区	客户等级	客户信用状况	谈判内容	谈判结果
欧洲	大	良好	价格	成功
欧洲	小	良好	价格	成功
北美	大	良好	价格	成功
北美	小	良好	价格	失败
东南亚	大	良好	价格	成功
东南亚	小	良好	价格	失败

接下来,未知条件的候选者有五个:

客户所属地区 = 欧洲	2/2
客户所属地区 = 北美	1/2
客户所属地区 = 东南亚	1/2
客户等级 = 大	3/3
客户等级 = 小	1/3

我们要在第一和第四个之间作出选择。尽管两者分数的值都为1,但两者的覆盖程度不同。前者选中了2个正确的实例,而后者选中了3个。当正确率相等时,我们选择覆盖程度最好的,这是我们的另一条准则。现在,我们得到的最终的规则为:

If 客户信用状况 = 良好 and 谈判内容 = 价格 and 客户等级 = 大 then 谈判结果 = 成功

这确实是从样本数据集中得到的一条规则,但它仅仅覆盖了“谈判结果”=“成功”的4个实例中的3个。所以我们将涉及的这3个实例从原来的表1中删去,形成如表3的实例集。

表3 生成一条规则后当前样本数据集

客户所属地区	客户等级	客户信用状况	谈判内容	谈判结果
欧洲	大	一般	质量	失败
欧洲	大	一般	价格	待续
欧洲	大	良好	质量	失败
欧洲	小	一般	质量	失败
欧洲	小	一般	价格	待续
欧洲	小	良好	质量	失败
欧洲	小	良好	价格	成功
北美	大	一般	质量	失败
北美	大	一般	价格	待续
北美	大	良好	质量	失败
北美	小	一般	质量	失败
北美	小	一般	价格	待续
北美	小	良好	质量	失败
北美	小	良好	价格	失败
东南亚	大	一般	质量	失败
东南亚	大	一般	价格	失败
东南亚	大	良好	质量	失败
东南亚	小	一般	质量	失败
东南亚	小	一般	价格	待续
东南亚	小	良好	质量	失败
东南亚	小	良好	价格	失败

再重新从下面的规则开始:

If ? then 谈判结果 = 成功

继续按照上面相同的步骤,我们最终会找到“客户所属地区”=“欧洲”是第一个未知条件的最佳候选者,其正确率为1/7(分母为7是因为有3个实例从原始数据集中去掉了,现总共共有21个数据实例)。第二个条件的最佳解为“客户信用状况”=“良好”——1/3(这实际上经过了平局仲裁)。第三个是“谈判内容”=“价格”——1/1。完整的规则为:

If 客户所属地区 = 欧洲 and 客户信用状况 = 良好 and 谈判内容 = 价格 then 谈判结果 = 成功

这条规则实际上覆盖了原始数据集中的两个实例,其中一个又被前一条规则覆盖了。但不管怎样,两条规则在结论部分都是一致的。由于“谈判结果”=“成功”的所有实例都被覆盖了,接下来,我们可以以相同的方法寻找“谈判结果”=“失败”和“待续”的规则。

我们可以形成规则生成基本算法的伪代码:

For 每一个主属性的分类值 C

初始化实例集 E

While E 中含有分类为 C 的实例

建立一条左部为空,结论为分类 C 的规则 R

Until R 完全正确 (或不再有可用的属性) do

For 每一个未在 R 左部提及的属性 A 的每一个值 v

考虑将条件 A = v 加到 R 的左部

选择使正确率 p/t 最大的 A 和 v (当平局时选择有最大 p 的条件) 将 A = v 加入 R

将 R 所覆盖的实例从 E 中去除

上面的规则构造的算法称之为 PRISM 算法,它只产生完全正确的或称“完美的”规则。它通过正确率公式 p/t 来评价规则的成功与否,任何正确率小于 100% 的规则都被认为是“不正确的”,因为数据集中含有所有判断条件都相同而分类不同的数据实例。上面的代码,在外循环反复处理各个分类,依次生成每个分类值的规则。值得注意的是,每次我们都需要重新初始化整个样本集。然后构建某个分类的规则,并把相应的样本删除,直到数据集中没有这个分类的数据实例。构建规则都从左部为空开始,表明它首先覆盖全部的样本,随后才通过不断地试探,限制样本的数量,最终只覆盖目标分类的实例。

考察上面的完整的算法。第一行表明了,对于每个分类情况是依次考虑的,并生成能将实例区别于其它分类的规则。但在属于不同分类的规则之间,并没有蕴涵一种排序关系,因此这些规则可以以顺序无关的方式执行。顺序无关的规则具有很好的模块性,每一条都可以作为独立的“知识点”。但这也蕴涵着不利的方面,一旦适用的多条规则相冲突便无法处理。在以此种方式生成的规则集之下,一个样本实例的尝试有可能会得到多个预测结果,也就是会被多个不同分类的规则所覆盖。同时,其它的样本也有可能得不到任何分类预测。在这样不明确的情况下要作出决定,一个简单的方法是在符合的多个分类规则中,选择覆盖原来的数据集中实例数目最多的那个分类规则做预测;在找不到分类规则的情况下,选择含有样本数量最多的那个分类。客观地说,PRISM 算法产生的规则集在预测方面,不如决策表式的规则集。类似于 PRISM 算法的方法被称为“Separate—Conquer”算法。因为它不断地将覆盖的数据实例从原集合中隔离出去,并继续处理余下的部分。“Separate”的操作使数据集在处理过程中不断减小,从而极大地提高了

执行效率。

3 评价规则的手段——随机优化概率

把一条规则的价值量化的一种评价方法是考虑一条完全随机的规则能提高到与当前规则相等或比之具有更高正确率的概率,也称随机优化概率。

例如: If 客户信用状况 = 良好 and 谈判内容 = 价格 then 谈判结果 = 成功

在它所覆盖的 6 个实例中有 4 个是正确的,其预测的成功率为 4/6。我们再假设一条结论相同的默认的规则,即不管任何条件,总是预测“谈判结果”=“成功”,成功率为 4/24。两者相比,正确率从 4/24 上升到 4/6,这是一个很显著的进步。而正确率从 4/24 提高到 4/6 的随机发生的概率是 $p = 0.0014$, 即 0.14%。由此可以判断,这是一条相当好的规则(随机优化概率越小,规则质量越高)。这样一个概率值是如何计算出来的呢? 假设某个特定分类 C 下一条一般的规则 R, 设它的正确率为 p/t, 它的默认的正确率为 P/T。T 是样本数据集中全部的样本数, P 是这个特定分类所含的样本数, t 是规则 R 所覆盖的样本数, p 是规则 R 在这个分类下覆盖的样本数。以我们前面所举的这个例子, 在这个情况下, 该规则 R 的正确率 p/t 就是 4/6, 默认的正确率 P/T 就是 4/24。

那么一条完全随机的、具有和规则 R 相同的覆盖程度的规则, 要具有至少和 R 相当的正确率的概率是多少呢? 规则 R 覆盖了 t 个样本, 其中有一部分属于当前的分类 C。一条随机规则的概率的数学公式是:

$$\Pr[\text{随机选择 } t \text{ 个样本, 其中 } i \text{ 个属于分类 } C] = \frac{\binom{P}{i} \binom{T-p}{t-i}}{\binom{T}{t}}$$

其中, 括号中表示的是选择运算。这个公式所表示的意思是, 分类为 C 的样本共有 P 个, 从中挑选 i 个; 再从剩下的 T-P 个样本中挑选 t-i 个。在统计中, 这种概率分布称为超几何分布。这里, 假设选择都是非替换的。

在规则 R 所覆盖的 t 个样本中, p 个属于分类 C。这样, 一条随机选择的规则要与 R 相当或比 R 更好, 其概率为

$$m(R) = \sum_{i=p}^{\min(t,p)} \Pr[\text{随机选择 } t \text{ 个样本, 其中 } i \text{ 个属于分类 } C]$$

这种方式可以评价规则 R 的质量。由于这个值是同样好的另一条规则出现的概率, 因此值越小表明这条规则越好。但略微美中不足的是, 这个概率值计算起来比较费时。如果样本总数 T 相当大, 可以通过带替换的取样来对“随机选择 t 个样本, 其中 i 个属于分类 C”的概率作比较好的近似: $\Pr[\text{随机选择 } t \text{ 个样本,}$

$$\text{其中 } i \text{ 个属于分类 } C] = \left(\frac{P}{T}\right)^i \left(1 - \frac{P}{T}\right)^{t-i}$$

一个选定的样本, 会以固定的 P/T 的概率落入分类 C, 这就体现了带替换的选择。这样的概率分布在统计上称为二项式分布。把它运用于上面的 m(R) 的表达式, 就可以得到一条随机选择的规则要与 R 相当或比 R 更好的概率近似公式。此外, 我们还可以做更进一步的近似。由于任何分类下, 任何一条规则所覆盖的样本数通常都小于该分类包含的样本总数 P, 因此, 累加的二项式概率与非完全的 β 函数 $I_x(a, b)$ 有如下的关系:

$$\sum_{i=p}^t \binom{t}{i} \left(\frac{P}{T}\right)^i \left(1 - \frac{P}{T}\right)^{t-i} = I_{\frac{P}{T}}^t(p, t-p+1)$$

理解对象和过程模型的研究新发现

陈嘉莉 王泽兵

(浙江大学 计算机软件研究所 浙江 杭州 310027)

摘 要 报告对面向对象(OO)和面向过程(PO)模型的理解的研究新发现和新问题。主要是根据 Ritu Agarwal 等人的实验结果提出一个感兴趣的问题。

关键词 认识适应 实验方法 人为因素 模型理解 面向对象建模 面向过程建模

1 引言

分析、设计、实现和测试复杂系统的一些系统开发方法,其中,面向过程(PO)方法——特别是,结构化方法——已经统治系统开发三十多年。而面向对象方法的出现,由于其活力和吸引力已被大多数人采用并积极利用。

面向对象方法由于其封装性(encapsulation)、多态性(polymorphism)、继承性(inheritance)和可重用性(reusability)提供了从分析到设计到实现的连续的连接,这样,产生了一个模型到另一个模型的无缝连接。然而,尽管 OO 方法有其技术上优点,但实际上,已有实质性的证据表明 OO 方法不那么理想。

很显然,检查 OO 方法和 PO 方法哪个更有效很重要。过去对这方面研究很少。而模型理解对于一个大的系统更重要,它便于开发队伍成员之间的交流。而有效的交流将产生有效的系统开发质量。本文介绍两个实验结果,检查 OO 方法和 PO 方法哪个更容易理解。根据三种情况来比较:1)仅仅是结构方面;2)仅仅是行为(面向过程)方面;3)两者的结合。比较是通过实验者的回答来衡量理解的。

实验室实验是一个可行的方法,特别是当有关特殊现象的知识积累受到限制时,实验方法是较好的研究策略。实验的发现可以提炼已有的理论并可将新理论进行试验。

以下,首先介绍研究这些问题的理论背景和过去有关 OO 和 PO 的效果的经验回顾;其次介绍具体的研究问题和所采用的方法;然后得出研究结果。

2 理论背景

分析两种模型理解效果的重要参考理论是来自认知心理和人为因素。认知理论和人为因素强调一个问题的外部表示对解决问题起着重要作用。基本的认知适应模型是把问题解决看作为外部问题表示和问题解决之间联

系的结果。当认知过程与问题相适应时并且是最完全匹配时,认知适应就存在,并且能产生最优的问题解决能力。Ressey 和 Giletta^[2]用两类任务:空间和符号,并且用两种表示:图形和表格。结果得出:问题表示的有效性是随着所解决的任务改变而改变。Yadav^[3]等比较数据流图(DFDS)和集成定义方法(IDEFO),发现 DFDS 更容易学习和使用。Vessey 和 Conger^[4]比较过程、数据和面向对象方法,结果认为,对于系统分析员新手是面向过程方法更容易应用而面向对象方法最佳。Wang^[5]进行的实验比较 DFD 与 OOA 方法,得出:对于没有经验的参加者,DFD 方法更容易学习,而进一步训练之后,OOA 方法可以产生更精确的答案。

Agarwal^[6]等做了一项研究,把任务根据其内在特点分为面向过程任务和面向对象任务。正如认知适应理论所预言,当面向过程工具应用到面向过程任务时产生最优的性能,而对于面向对象的任务发现用两种工具其性能没有明显差别。

在系统分析和系统设计领域中,也有少量的工作研究用户理解。Moynihan^[7]进行的一个实验,评价功能分析法和面向对象方法哪个有效,结果认为功能分析法比面向对象法更有效。

另外,Gemino 和 Wand^[8]也进行一项实验。对一个业务问题,用三种不同表示:文本、OO 图、DFD,初步发现 OO 图和 DFD 比文本描述好,尽管 OO 图在容易使用方面排在最低,但在问题解决和理解方面排在最高。

到目前为止,在系统分析和设计中,用不同方法和工具开发的表示和模型其理解性还缺少一个结论性的证据,本文进行的研究将填补这个空白。

3 研究的问题

对给出的这些冲突观点,在研究中我们检查 OO 模型是否比 PO 模型更容易理解,根据认知适应理论认为,模型理解可能是任务的特殊性质所决定。因而,我们比较 OO 和 PO 模型理解活动是否涉及:1)仅仅是结构方

参考文献

- [1] Data Mining: Building Competitive Advantage, Robert Groth, Prentice Hall, 1999.
- [2] Data Mining Solutions: Methods and Tools for Solving Real - World Problems, Christopher Westphal, Teresa Blaxton, Wiley Computer Publishing, 1999.
- [3] Data Mining: Pratical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations, Ian H. Witten, Eibe Frank, Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
- [4] 王珊,等. 数据仓库技术与联机分析处理. 科学出版社, 1998.

收稿日期:2000-11-05

当 t 的值大于 10 时,计算非完全的 β 函数的值要比显式地计算各个二项式的系数更高效。因此,实践中我们都用上面的公式来计算规则的随机优化概率值。

4 小结

规则生成是数据挖掘中极其重要的一个领域。实践表明,利用 PRISM 算法能快速地生成一个完备的规则集。而随机优化概率不仅在对规则集的全局优化,删除过于专门的规则方面有很重要的作用;而且它还被用于规则的反向修剪。如果想要提高规则集的预测能力,需要对 PRISM 算法作出一些改进,以产生决策表式的规则集。

面,2)仅仅是行为方面,或3)结构和行为的结合。第三类是比较复杂的一类。

在这里的研究中,评估理解是通过实验对象对上面三类的 OO 和 PO 模型的理解回答,具体提出以下三类问题:

RQ1 对面向结构的应用用 OO 模型表示比 PO 模型表示是否更容易理解?

RQ2 对面向过程的应用用 PO 模型表示比 OO 模型表示是否更容易理解?

RQ3 对面向结构和面向过程兼有的应用用 OO 模型或 PO 模型哪个更容易理解?

4 实验方法和结果

采用实验室实验的研究策略是把经验数据集在一起,来回答上面提出的问题。实验材料是用两个业务信息处理系统:1)工资册系统;2)机动车注册系统。每个系统分别用 OO 和 PO 两种模型表示,对每个系统任务提出八个问题,从简单到复杂,面向结构,面向行为到面向结构与行为。实验对象有 71 人参加,分别随机安排在两个系统的实验中,接收 OO 模型和 PO 模型,根据提供的问题回答,然后用统计试验方法。试验结果如表 1 和表 2。统计试验的结果对 OO 和 PO 方法的模型理解作了一个初步的有效的评估。对于四个面向结构问题,除了实验 1 的 Q2 用 OO 和 PO 模型表示没有明显的不同,实验 1 的 Q2 用 OO 模型比 PO 模型更容易理解,对于 RQ1,表示正值的仅仅是四个简单的面向结构问题的四分之一。对于四个面向过程问题,用 PO 模型表示就显示出一些不同,对于 RQ2 都显示负值。

对于更复杂的问题,即涉及结构和过程共有 8 个问题,除了实验 1 的 Q5,其它 7 个问题显示很大的差别,用 PO 模型比 OO 模型得到更好的理解。因而对 RQ3 可以肯定对于复杂问题 PO 模型比 OO 模型更容易理解。

表 1 用 OO 模型对 PO 模型的理解表示:实验 1 结果

Question Number/Type	t - value	P - value
Q1 (structure oriented)	0.36	0.72
Q2 (structure oriented)	2.42	0.02
Q3 (both structure & process)	-3.96	0.00
Q4 (Process oriented)	-0.93	0.36
Q5 (both structure & process)	-0.57	0.57
Q6 (both structure & process)	-2.16	0.04
Q7 (Process oriented)	0.27	0.79
Q8 (both structure & process)	-2.52	0.02

注:1. 样本:对 OO 模型是 18,模型也是 18;

2. P - Value:报告

3. t - Value 值:OO 模型中间值 - PO 模型中间值,正的表示用 OO 模型好,负的表示用 PO 模型好。

表 2 用 OO 模型对 PO 模型的理解表示:实验 2 结果

Question Number/Type	t - value	P - value
Q1 (Structure oriented)	0.89	0.38
Q2 (Structure oriented)	0.76	0.45
Q3 (both structure & process)	-2.26	0.03
Q4 (Process oriented)	-0.12	0.90
Q5 (both structure & process)	-4.10	0.00
Q6 (both structure & process)	-3.03	0.00
Q7 (Process oriented)	-0.44	0.66
Q8 (both structure & process)	-4.27	0.00

注:1. 样本:OO 模型是 18,PO 模型是 17

2. P - Value:

3. t - Value:OO 模型中间值 - PO 模型中间值,正的表示用 OO 模型好,负的表示用 PO 模型好。

进一步的分析是对统计分数作一定性分析。定性分析是作更完整的理解,为什么实验者表现对模型如此的理解回答,这从认知适应理论来解释:1)人理解模型可能比处理比数据更容易;2)DFD 中处理的指向从一个模型到另一部分比 O 值的对象更好;3)如 Larkin 和 Simon^[9],要决定数据结构的哪个部分重要依赖于该数据结构提供的方法。统计试验和定性分析的结果很显然达到共识:对于复杂的应用问题发现用 PO 模型比 OO 模型更容易理解。而对于简单应用问题两种模型表示无显著差别。

5 结论与体会

几个将来的研究途径:

1)用系统开发者作为实验对象,采用实验室实验方法和数据采集策略,以形成深层次的研究。

2)OO 方法支持者认为用 UML 结合作为 OO 建模标准更容易理解,因为 UML 强调行为。

3)用认知适应的理论演变来表示我们的研究问题,提供了对基本的过程(Process)强有力的解释,而理论交替使用可以扩大人为信息系统在模型理解方面的理解,多理论使用使我们从不同角度研究这种现象,因而扩大我们的知识积累。

对本文的研究结果,即 PO 模型比 OO 模型更容易理解,作者根据自己系统开发的体验,持十分赞同的观点。同感 PO 模型易用,易理解,符合人的自然思维。而且自己目前所了解到的真正用 OO 模型用于系统开发的分析与设计的实例并不多见,基本上仍都是用 PO 模型做分析与设计,而编程实现上再用面向对象的语言如 C++ 等来实现。然而,面向对象分析与设计目前又是主流,这似乎与实际脱离。本人本着这一宗旨将这方面的研究发现介绍给大家,以引起有兴趣的同行共同探讨。

参考文献

- [1] Ritu Agarwal, Prabuddha De, and Atish P. Sinha, "Comprehending Object and Process Models. An Empirical study" IEEE TRANSACTION ON SOFTWARE ENGINEERING, Vol. 25. No. 4 JULY/AUGUST 1999.
- [2] I. Vessey and D. Galletta. "Cognitive Fit: An Empirical Study of Information Acquisition", Information Systems. Research vol. 2, no. 1, PP. 63 - 84, 1991.
- [3] S. B. Yadav, R. R. Bravocco, A. T. Chatfield, and T. M. Rajkumar, "Comparison of Analysis Techniques for Information Requirement Determination", Comm. ACM. Vol. 31, no. 9, PP. 1,090 - 1,097, 1988.
- [4] I. Vessey S. Conyer, "Requirements Specification: Learning Object, Process, and Data Methodologies", comm. ACM, vol.
- [5] S. Wang, "Two MIS Analysis Methods: An Experimental comparison", J. Education for Business, PP. 136 - 141, Tan. / Feb. 1996.
- [6] R. Agarwal, A. P. Sinha, and M. Tanniru, "Cognitive Fit in Requirements Modeling: A study of object and process Methodologies", J. Management Information systems, Vol. 13, no. 2, PP. 137 - 162, 1996.
- [7] T. Moynihan, "An Experimental Comparison of object - orientation and Functional as Paradigms for communicating system Functionality to users", J. System and software, Vol. 33, PP. 163 - 169, 1996.
- [8] W. Gemino and Y. Wand, "Empirical Comparison of object - Oriented and Dataflow Models", Proc. 18th Int'l Conf. Information systems, PP. 446 - 447, Dec. 1997.
- [9] J. H. Larkin and H. A. Simon, "why a Diagram (Sometimes) Worth Ten Thousand words", Cognitive Science, Vol. 11, PP. 65 - 69, 1987.

浅谈虚拟现实技术

罗 彬 刘独玉

(四川轻化工学院 四川 自贡 643033)

摘 要 首先回顾了虚拟现实技术的发展历史,然后介绍了虚拟现实(VR)、虚拟现实系统(VRS)、虚拟现实的关键技术以及与虚拟现实技术有密切联系的第二代 WWW 系统及其框架结构,并对虚拟现实语言(VRML)及节点、场景图、原型定义、事件路由、VRML 坐标系统和 VRML97 文档等基本概念以及虚拟现实技术的一些相关工具作了较为详细的阐述和介绍,同时列举了目前虚拟现实技术的一些应用,最后概述了虚拟现实技术的研究现状及其进展,并指出了目前虚拟现实技术应用时存在的问题和今后的发展方向。

关键词 虚拟现实 多媒体技术 实时交互 Web3D VRML

1 前言

在不久的将来,人们不仅能够全方位地眼观六路、耳听八方,而且能有触摸感,有受力的感觉,甚至还能闻到气味。在计算机仿真的世界里就像在现实生活中一样,人们所做的各种交互动作都能得到回应,敲了门就有门的响声;驰马土坡,必将尘土飞扬;扣动机枪,会发出呼啸声和火花等,这所有的情景都可以用计算机基于虚拟现实技术描绘出。人们使用虚拟现实技术不仅可以描绘出现实生活的情景,而且可以虚拟出已成废墟的古迹,甚至纯粹是想象出来的虚幻世界。所谓“虚拟现实技术”就是以灵活有效的方式,将二维、三维图形和动画、影片、声响、音乐等多种效果调和在一起,形成一个综合性的单一媒体的技术,它汇集了计算机图形学、多媒体技术、人工智能、人机接口技术、传感器技术、高度并行的实时计算技术和人的行为学研究等多项关键技术,是模拟仿真的最新、最高层次。它给用户以更逼真的体验。由于它的诱人前景,一经问世就立即受到人们的高度重视。

2 虚拟现实技术的产生与历史

1994 年 5 月,在瑞士日内瓦召开的第一次万维网(WWW)会议上,MarkPesce 和 TonyParisi 在会议上介绍了他们开发的可在万维网上运行的虚拟现实界面。而在此时,由一个情趣相投者的联谊会(BOF)马上产生了强烈的反响,他们就决定开发一种场景描述语言,这种语言可以方便地连通 Web 网。在联谊会中有一位 SGI(硅图公司)工作组的工程师表现异常活跃,名叫 GavinBell,早在 1992 年时,他和其他数名工程师就开发出了一种基于场景结构和对象描述概念,便于程序员快速、简洁地开发各种类型的交互式 3D 图形程序(此程序最初发布时的名称为 Inventor,后来命名为 OpenInventor)。在第一次会议期间初步决定,草拟出一个 VRML(VirtualRealityModelingLanguage)的初步方案在 10 月份的芝加哥的第二次 WWW 会议上讨论,BOF 成员和自愿加入开发新规范行列的热心网客们信心十足。现在摆在他们面前的是如何制定方案,是从头开发一个全新的语言,还是就一个已经存在的语言加以改造,前者要在如此短的时间内实现是不太可行,而后者实行起来还比较现实,所以最后就选择了后者。而事实上,他们没用到两周时间,就提出了 SGI 的方案,它是一个经过修改的 OpenInventor3D 模拓文件

(MetaFile,元文件)格式的的子集,再附加一些网络的相应功能和措施。SGI 将这种新的文件格式向公众开放而不需要任何的专利权和专卖权,供大家免费使用。与此同时,还有几份极有价值的提案也参与候选,而最后投票的结果是 SGI 赢得了多数。因此,在 1994 年 10 月的芝加哥第二次 WWW 会议上公布了 VRML1.0 的草案。其主要的功能是完成静态的 3D 场景,以及与 HTML 链接的功能和措施。原 SGI 的 OpenInventor 设计师 PaulStrauss 作的一个 VRML 公共域的词解释程序也在那时广泛流行,此词解释程序具有 VRML 文件的浏览器是由 DavidMott 和数名 Inventor 的工程师写成的 WebSpaceNavigator。1995 年秋,SGI 又推出了供开发人员创作的 WebSpaceAuthor 程序,这种 Web 创作工具,不仅可以在场景内交互地摆放物体,改进场景的功能,而且还可以发表 VRML 文件。

1996 年初,VRML 委员会审阅并讨论了若干个 VRML2.0 版本的建议方案,其中有太阳微系统(SunMicroSystem)的全息网(HollWeb)、微软公司(MicroSoft)的能动 VRML(ActiveVRML)、苹果公司(Apple)的超世界(Outoftheworld)、SGI 的动态境界(MovingWorlds)以及其它多种有价值的提案。VRML 委员会经修改和完善了这些提案,最后投票裁定,MovingWorlds 以 70% 的选票赢得了绝大多数,于是,1996 年 3 月,VRML 设计小组将这种方案改造成 VRML2.0 草案。

1996 年 8 月,在新奥尔良的 SIGGRAPH'96 会议上公布了 VRML2.0,1997 年 4 月提交国际标准化组织 ISO-JYCI/SC24 委员会审议,依照国际惯例,定名为 VRML97(ISO/TEC14772-1:1997),并于当年 12 月认定。VRML97 是在 VRML2.0 的基础上进行了少量功能性调整而形成的,对用户而言,两者完全一样。因此,人们通常认为 VRML97 是 VRML2.0 的国际正式名称。

在 VRML 发展的过程中,有一个非赢利性的组织叫 Web3D 的协会,主要负责有关 VRML 标准的研究、定义和推广工作,下设工作组,分别从事各个技术专题方面的研究,在推动 VRML 发展过程中 Web3D 协会起着不可磨灭的作用。

3 虚拟现实(VR)与虚拟现实语言(VRML)

VRML 的英文全称为 VirtualRealityModelingLanguage,即为虚拟现实建模语言,是第二代 WWW 的标准语言。目前,VRML 正逐渐深入我们的生活。因此,就必须了解什么是虚拟现实和虚拟现实语言。

3.1 虚拟现实 (VR)

由于虚拟现实 (VirtualReality, 简称 VR) 诞生于 20 世纪 90 年代中期, 目前尚处于一个研究、发展的阶段, 因此至今没有一个完整的、系统的定义。所以人们通常认为, 虚拟现实技术是一项新技术, 是以计算机技术为核心, 综合运用了各种最新技术, 融合视、听、触觉为一体的模仿现实的三维空间再现技术。人们通过虚拟现实系统, 再借助一定的设备 (如头盔显示器、数据手套等), 利用其自然技能与之交互, 从而达到身临其境的体验和沉浸的感觉。

虚拟现实是计算机模拟的三维环境。用户可以走进这个环境并操纵系统中的对象。而虚拟现实最重要最吸引人之处是其交互性与实时性, 通过计算机网络, 多个用户可以“进入”同一虚拟世界, 在视觉和听觉上的享受与现实生活中一样, 甚至更绚丽多彩。

3.2 虚拟现实系统 (VRS)

将虚拟现实技术应用于计算机系统中, 就形成了虚拟现实系统 (VirtualRealitySystem)。一般来说, 虚拟现实系统应具有以下特征:

- 1) 展现三维多媒体空间;
- 2) 对象的交互性;
- 3) 使用者的访问不以 VR 系统作者的设定为转移;
- 4) 以计算机系统为中心的一种应用系统。

因此, 虚拟现实系统是多媒体系统在三维时空领域的拓展, 是多媒体系统的一个子集。

3.3 虚拟现实的关键技术

3.3.1 硬件技术

- 计算机图形系统——这是运行应用软件的核心系统, 可以实时地进行视觉仿真;

- 显示器——用来实时地显示虚拟环境中计算机渲染对象的输出装置;

- 位置/方向跟踪器——当信息输入到应用程序时, 用来跟踪头部、手、工具的位置及方向的装置;

- 三维(六维)输入装置——使用户能与应用程序或虚拟空间中的对象进行交互的用户界面工具;

- 立体声发生器——用来产生立体声的装置, 它可以拓宽视觉系统的功能, 使人的感觉更逼真。

3.3.2 软件技术

- 造型——用来定义虚拟环境(包括物理及行为特征)的工具;

- 视觉仿真——对虚拟环境作实时渲染的软件;

- 对象控制——用来控制对象状态以及虚拟环境交互的软件框架;

- 音频空间化——根据三维虚拟环境产生声源的工具, 可以放到与用户在真实空间相对应的位置;

- 连网——为了管理用户与对象, 通过网络在共享的虚拟环境中进行交互的工具。

3.4 第二代 WWW 系统及其框架结构

第一代 WWW 是基于 HTML 的超文本系统, 由显示对象为二维的 Web 页面单元构成。第二代 WWW 是在第一代 WWW 的基础上发展起来的。虽然保留了部分的框架, 但已加入了虚拟现实技术, 使其发生了实质性的变化。换句话说, 第二代 WWW 是基于虚拟现实建模语言

VRML 的超媒体(多媒体技术与超文本的结合, 超媒体与时间是相关的, 它的音频、动态图像节点都具有时间相关性, 而超文本是与时间无关的)2VR 系统。因此准确的说, 第二代 WWW 系统是由一个或多个相关的 Web3D 页面组成, 并建立在一个与时间相关的 X-Y-Z 的三维坐标系统。因此就可以提供一种更加自然的访问和人机交互。因此概括起来说, 第二代 WWW 系统的特点是: 分布式; 三维; 交互式; 模拟现实和多媒体的集成。

第二代 WWW 沿用了第一代的 Client/Server 模式, 客户端是 VRML 浏览器, 它负责管理用户端资源, 向服务器发出服务请求, 定位和解释获得的 VRML 资源, 而服务器则负责管理和维护共享资源, 响应客户机的请求, 提供 VRML 文档及图像、音频、视频等相关资源。此框架可分为三层:

- 1) 用户接口层即客户端的 VRML 浏览器;
- 2) 超媒体抽象机由 VRML 文档和 HTTP 协议组成;
- 3) 虚拟的世界库由 Internet 上所有 VRML 服务器共同组成。

而目前为了解决三维图形穿越网络所需要的带宽, 已借助浏览器所在客户机的图形子系统来动态构造虚拟世界, 这样网络上传输的就只有含建模信息的 VRML 文档, 因此, 网络传输的瓶颈问题就基本解决了, 然而这样就对客户机的性能要求大大提高。

3.5 虚拟现实语言 (VRML)

按照 Web3D 协会的定义, VRML 语言是一种用于在 Internet 上构建 3D 多媒体和共享虚拟世界的开放式语言标准。使用 VRML 语言编写的文档称为 VRML 文档, 其扩展名为 .wrl。VRML 文档有两种格式: utf8 文本格式和二进制格式, 而目前常用的都是文本格式。每个 VRML 文档是一个 Web3D 页面, VRML 虚拟现实世界是由一个或多个 VRML 文档所共同展现的。不同的 VRML 文件之间通过超链接组织在一起, 共同构成了遍布全球的非线性超媒体系统。VRML 语言具有以下 4 个特点:

- 1) 开放式标准。VRML 的最新国际标准是 ISO/IEC-14772-1:1997。VRML 已经被 ISO 接受这一点就足以说明该标准所处的地位和现实意义。现在, ISO 已把它作为未来标准发展的重要模型加以开发和研究。

- 2) 基于 Internet。与以往的 3D 应用相比, 不仅是通过 Internet 来实现实体和场景, 而且其本身就通过了 Internet 探讨、研究和发布。

- 3) 3D 多媒体。VRML 未成为国际标准时, 已经是 CAD、动画制作以及 3D 建模软件等领域数据共享和数据发布的事实上的标准, 这些软件有的直接输出 VRML 格式的文档, 有的提供实用工具或插件实现这些变换, 而在最新的标准如 Mpeg-4, Java3D 等, 也都包含或者涉及到 VRML 规范。

- 4) 共享虚拟世界。VRML 就是要求作到在一个虚拟现实空间中工作和交谈, 而这个空间就是著名的 Cyberspace。现在通过 VRML97 可以部分实现这一构想。

3.6 VRML 的基本概念

要理解什么是 VRML, 那么就先认识下面的几个基本概念。

3.6.1 节点(Node)

所谓“节点”就是描述对象某一方面的特征: 如形状、材质等, 它是 VRML 文档的基本组成单元。VRML 虚拟世界的对象往往由一组具有一定层次结构关系的节点

来构造,节点具有节点名、节点类型、域、事件接口和实现五个组成部分。节点可用 DEF 语句命名,用 USE 语句引用。

节点类型可分为基本类型和用户自定义类型两大类,基本类型由系统提供,而自定义类型由用户在基本类型的基础上通过原型机制构造,它们都是对虚拟世界的某些共性的提炼。而域、事件接口和实现通常包含在节点类型的定义中,并在构造节点时被使用。域主要是描述节点的静态固有属性,因此域可以有多个,每个域都必须具有一个域值。

事件接口描述节点的动态交互属性,提供节点与外界通信的接口,同样事件接口也可以有多个。接口类型可分为事件入口和事件出口两种,事件入口是节点的逻辑接收器,负责监听和接收外界事件;事件出口是事件的逻辑发送器,负责向外界发送节点产生的事件。值得一提的是,事件具有事件值和时间戳属性,事件值即是该控制信息的本身,时间戳则标识事件发生或传递的时间。而实现则是域和事件接口机制的实现代码,它一般由系统提供。

3.6.2 场景图(SceneGraph)

所谓“场景图”是由节点按一定的层次关系组成的,它用于构造虚拟世界的主体—各种静态和动态对象。在场景图的层次模型中,上下层节点之间存在两种关系:包容和父子关系。节点的包容关系是指后代节点作为祖先节点的一个属性域;而在父子关系中,子节点并不出现在父节点的属性域中,它们集中在父节点的 MFNode 类型的子域内,依次排列,父节点必须由群节点担任,VRML97 的群节点有 8 个:Anchor, Billboard, Collision, Group, Inline, LOD, Switch, Transform。

3.6.3 原型定义

原型定义用于构造自定义节点类型。原型定义由类型名、原型接口和原型体组成。而原型定义又分内部定义和外部定义两种,内部定义使用关键字 PROTO,它的定义和使用位于同一文档内,而外部定义使用关键字 EXTERNPROTO,是定义在使用原型文档的外部。

3.6.4 事件路由

事件路由用于在节点之间建立事件链,事件链由不同节点的事件入口和出口相互衔接而成,它为事件的传播提供了传输通道,事件在事件链中依次向前传递,每经过一个节点就改变当前的一个域值,从而引发 VRML 世界一系列的变化。通过事件链不同层次的节点可以直接发生关系,因此,事件路由是对场景图的有效补充。

3.6.5 VRML 坐标系

VRML 的坐标系统分为全局坐标系统和局部坐标系统。全局坐标系统也称世界坐标系统,是场景图根节点所在的坐标系,因此,全局坐标系统只有一个。为了保证 VRML 世界对象的统一性和一致性,全局坐标系的长度单位为米,角度单位为弧度。而局部坐标系是全局坐标系经一次或多次变换得到的坐标系。在一个场景中,局部坐标系可以有多个,坐标系的变换使用 Transform 节点描述。

3.6.6 VRML97 文档

VRML97 的文档采用标准的文本格式,一个完整的 VRML97 文档由 5 部分组成:文件头、注释和空白、场景图、原型和事件路由。文件头位于 VRML 文档的第 1 行,

它标识语言的版本和字符集。VRML97 的文件头为: #VRMLV2.0utf8。

4 虚拟现实技术的相关工具

4.1 制作虚拟现实的工具软件

由于虚拟现实技术是一门新兴的交叉科学,目前还处在进一步研究、完善与初步应用过程中,因此现今还没有一个非常优秀的 VRML 编写器。所以,推动 VRML 的应用过程进行得十分艰难。虚拟现实技术本身就要求的是艺术的三维造型和天马行空的创意,但由于现今计算机软件在这一方面技术支持的缺乏,所以大量的程序员面对枯燥的 VRML 代码不得不退后三尺,同时要把那些大量的数字和三维空间的模型联系起来就更是一件头痛的事情。

幸好,目前已有一些相对较为完善的 VRML 编写器已经面市,其中较为优秀的是 InternetSpaceBuilder3.0。它是定位在建筑的 VRML 上的,做到了真正的所见即所得,同时还配以 IE 和 Netscape 的 VRML 浏览插件,可以用它预览,而且还有强大的帮助模块。另一款是 Canoma,它能够根据你提供的照片生成三维模型,而且使用简单,但是它却不能根据人的幻想思维而构建虚拟世界(虚拟虚幻景象或许是 VRML 最精妙之处),这也许正是它的致命缺点。值得一提的是当今世界最为流行的三维动画造型软件 3DMAX 也可以较好地三维模型和动画输出成 VRML 格式。

4.2 浏览虚拟现实的工具软件

4.2.1 Microsoft VRML 2.0 Viewer

这是微软内嵌于 IE 4.0 的 VRML 2.0 浏览器,安装 IE 4.0 时可以作为 Internet 工具选项安装(3.2MB)。点击网页上 .wrl 文件的超链接,可以自动启动该浏览器。启动后自动下载 .wrl 文件,解释并生成动态的 3D 场景。初始场景出现后,您就可以用屏幕右侧和下边的按钮在“虚拟世界”中漫步了。按钮用于控制漫步方式,Walk, Pan, Turn, Roll, Gato, Stady, Zoom out, Straighten up, View, Restore 等从字意上您可以体会到它们的含意。左边垂直工具条上的按钮是用于控制你的漫步方式的,而屏幕底部的工具条上的按钮则是为了修改和恢复你的漫步结果的。

4.2.2 Cosmo Player 2.0

这是 SGI 公司为支持 VRML 2.0 制作的浏览器,可以在网上下载,既可以安装在 IE 4.0 上,也可以安装在网景公司的 Communicator 4.0 上。它的屏面布置与 Microsoft VRML 2.0 Viewer 相似。在屏幕下边提供按钮: Go, Slide, Tilt, Rotate, Pan, Zoom, Straighten 等。所不同的是增加了 Gravity 和 Float 用于在地面上步行或在天空上飞行。该浏览器的按钮工具条更像一个游戏机的面板。

4.3 浏览虚拟现实的硬件设备

目前已经开发出来的虚拟现实再现装置,如视觉方面有头盔式立体显示器等;在听觉方面有三维音箱等;还有力觉、触觉、运动感方面的数据手套、数据衣,以及一些语音识别、眼球运动检测装置,未来还会开发出味觉、嗅觉系统。到了那时,虚拟现实将更加真实。

5 虚拟现实技术的应用

VRML 能在不同的应用领域以三维形式输出可视化数据。VRML 提供了新的用户界面,使用者能以更直观

的方式与三维世界中的对象交互。三维数据表达比二维数据更直观和更易理解。采用 VRML 能给人以更大的启发、营造更为逼真的三维虚拟世界。

VRML 已成为业界标准。Microsoft, IBM, Netscape, Apple, Oracle, SGI, Sony 等 50 余家著名的大公司都支持 VRML。VRML 的管理团体正式命名为 AG。三维代表着未来, VRML 在国防、科研、教育、建筑、娱乐、商务、旅游业等方面已得到广泛应用。

5.1 国防

ARPA 和美国陆军合作开发基于虚拟现实技术的实时分布仿真系统 SIMNET, 它通过互联网或者卫星联接了美国和德国在内的二百多台坦克模拟器, 同时也可以接入装甲兵、机械化步兵、空军和野战军防空阵地并进行合同军事演习。通过广泛使用模拟器和仿真网络, SIMNET 可使多个操作者在异地参与同一场景的战斗, 由于 SIMNET 还可以仿真天气、阻碍物和声音效果, 使作战人员产生身临其境的感觉, 在实践中取得了良好的效果。VR 技术也同时应用于战略、战理的研究中, 并取得了一定的成绩。

5.2 远程教育

目前, 国内外一些高等院校已利用 VRML2.0 语言, 成功开发了基于集成声音、图像及其它多媒体技术的三维空间的远程教育中心, 它制造了一个完全的立体化模型, 虚拟出真实的校园环境, 用户进入教育中心就如同进入学校一样, 可以进行提问、考试等实时教学和交流。

5.3 商业应用

对于那些想与用户建立直接联系的公司或企业, 尤其是那些在他们主页上向客户发送电子广告的公司, VRML 技术具有特别的吸引力, 不仅其表现效果好, 而且同等质量和同等长度的 VRML 文件仅为 MPEG 文件的 1/300 左右。

5.4 娱乐

许多游戏公司都在其产品上部分实现了虚拟现实环境, 特别是在局域网, 已使实时性变为现实。由于 VRML 技术能够提供良好的多人之间交互功能, 提供更加逼真的虚拟环境, 从而使人们能够享受到其中的乐趣和奥妙, 体验到美好的娱乐享受。难怪微软公司预计, 未来大部分的个人电脑游戏都是基于虚拟现实设计的。

5.5 操作训练和教育导览

对于许多不能失误的高难度仪器训练或是需不断反复练习的操作动作, 如外科手术、飞机驾驶、核子潜艇操作等, 可以利用虚拟现实来作为新进人员的训练。

传统的多媒体导览都是平面的, 而三维空间的虚拟现实则可以将空间概念表达得更真实更清楚。例如可以用在海底探险、生态教育、交通规则教育、导览系统、残疾人学习等多个领域。

5.6 设计与规划

基于虚拟技术的设计即虚拟设计, 如产品设计、景观设计、管线工程设计、拍片场景设计以及室内设计等。虚拟设计不仅可以作到在设计时即时预览, 而且可以作到随时观看并作实时修改, 甚至连实体模型都可以免去。

5.7 建筑业

房地产销售时, 商家可以让用户在家中操作基于虚拟现实技术构建的三维房屋的多媒体来观看房屋布局、室内造型设计等效果, 这样既直观又方便。而对于期房

销售, 虚拟漫游能将几年后才能建成的小区, 在电脑上建成, 购房者能直观地看到、感受到小区建成后的样子, 还可带着购房者在小区内漫游, 模拟购房者要求站在指定位置观看小区环境, 同时销售人员可带购房者在电脑上的样板间中漫游, 漫游过程中有关户型的相关信息能进行实时查询。如: 户型结构布局、使用面积等。在虚拟漫游中, 步移景异, 任意角度的画面都可打印成一定尺寸的效果图, 而且还可将小区环境漫游, 室内户型漫游, 输出动画, 加上物业解说、配音后, 刻成 VCD 光盘, 送给有意向的购房者, 使购房者坐在家中能细细观看小区全貌、房型结构空间布局、真实详尽的物业展示更能打动购房者, 甚至还可以将虚拟漫游制作成 360 度全景环视, 可以放到网上宣传。

5.8 旅游业

对于年代比较长的旅游景观或较珍贵的文物古迹, 利用虚拟现实技术不仅可以再现远古的场景, 而且可以较真实的虚拟出真实的文物古迹, 甚至还可以虚拟出本身不存在的历史传说。比如, 借助虚拟现实技术可以再现远古时代的恐龙, 甚至还可以和恐龙“交谈”。

5.9 其它应用领域

如数字化原型; 人机工程测试; 科学技术可视化; 军事任务规划及战场可视化; 金融可视化; 动作表演; 预演生产线的运行状况; 检查产品的内部布置是否合理等。

6 虚拟现实技术的发展现状及其进展

美国是 VR 技术的发源地, 美国 VR 技术研究技术的水平也就基本上代表了国际 VR 发展的水平。目前, 美国在该领域的基础研究主要集中在感知、用户界面、后台软件和硬件 4 个方面。

在美国拥有一大批高水平的研究所和公司, 美国国家航天局和美国国防部高级研究计划重点致力于航天、军事和教育上的 VR 应用, NASA 和休斯顿大学联合开办的虚拟环境技术实验室也对包括太空训练、哈勃太空望远镜控制、虚拟医疗、作战模拟、数据可视化和智能辅助培训等方面进行了研究。MIT 的媒体实验室专门从事人机接口研究, 目前他们建立了一个进行不同图形仿真的 BOLIO 测试环境, 利用这一测试环境, MIT 已经建立了一个虚拟环境下的对象运动跟踪动态系统, 同时, 他们还在进行“路径计划”与“运动计划”等研究。北卡罗来纳大学计算机系也是最早研究 VR 的著名研究机构, 他们的主要方向是: 分子建模、航空驾驶、外科手术仿真和建筑仿真。贝尔实验室主要从事 VR 环境下的语音建模和提高人际通信联系能力的问题。此外著名的 VR 研究机构还有: SGI, SUN, 3D Lab, Loma Linda 大学医学中心和 SGI 研究中心等。有关 VR 的规范大部分是美国提出的。

欧洲对 VR 也有相应研究, 德国 Fraunhofer 计算机图形学研究所开发了可以实时显示图像和声音的 VR 组合工具, 英国在远地再现和娱乐领域也有一定成果, 荷兰应用科学研究所的物理与电子实验室研究了通用导弹发射点火仿真组织。

日本的 VR 研究, 大部分集中在游戏方面, 一部分集中于人机接口技术方面。NEC 研制了一种系统, 它可以让操作都使用“代用手”来处理三维 CAD 中的形体模型。ATR 研究所研制了手势识别系统, Tsukuba 大学研制了受力反馈系统。

VR 技术是一项投资大、风险高的科技领域, 我国与一些发达国家还有差距, 政府和有关科研单位根据我国

CIMS 系统集成及规划

沈延森 丁秋林 姜 梅 王斌洋

(南京航空航天大学 计算机应用研究所 江苏 南京 210016)

摘 要 以某 863-CIMS 应用示范工程为背景,首先从全新的角度阐述了 CIMS 系统集成的概念及内涵,然后系统地论述和总结了在 CIMS 系统集成规划中所需遵循的原则以及几个关键问题,最后给出了某 CIMS 系统的信息集成规划实例。文中内容不仅对 CIMS 系统集成规划提供了一定的理论指导和实践范例,而且还为其它类型信息系统的集成规划提供了有益的参考。

关键词 CIMS 集成 系统集成 信息集成 信息系统

1 CIMS 系统集成

自从我国实施“863 计划”以来,CIMS 主题领域内的“CIMS 应用示范工程”得到了长足的发展。作为企业(尤其是制造业)信息化的利器,CIMS 的技术核心在于系

系统集成。这主要是因为企业的运营是一个十分复杂的分工与合作系统,如何在不同的职能之间做好密切的联系工作(即不同职能之间的集成)便成为企业运营成败的关键。而这些职能又对应于 CIMS 中各分系统或子系统的应用逻辑和功能,故职能之间的集成需求导致对 CIMS 各应用功能分系统之间集成的需求。

所以,我们可以从两个角度来看待 CIMS 的系统集成:职能+技术,当然这里的技术主要是指信息技术。从职能角度看 CIMS 系统集成即引出了“职能集成”(即

收稿日期:2001-01-03

基金项目:国家 863/CIMS 应用示范工程[863-51189 (通字)092]

的国情制定了 VR 技术的研究战略,九五计划和国家自然科学基金会都把虚拟现实技术列入了研究项目,清华大学对虚拟现实的临场感进行了研究,有不少方案和方法独具特色,比如球面屏幕显示和图像随动、克服立体图闪烁的措施和深度感试验测试等方面。哈尔滨工业大学已经成功地虚拟出人的高级行为中特定人脸图像的合成,表情的合成和唇动的合成等,并正在研究人说话时的头势和手势动作,语音和语调的同步等。北京航空航天大学在硬件和软件方面的研究也获得了很大的进展。长沙国防科技大学研制了一种基于实景图像的虚拟现实创作平台 HVS,浙江大学也在 VR 方面进行了较深入的研究。此外,西北工业大学、上海交通大学、长沙国防科技大学、华东船舶工业学院、安徽大学等单位也进行了一些研究工作和尝试。

7 虚拟现实技术存在的问题及其发展方向

虚拟现实技术要想获得较为理想的实现,还存在较为严重的问题,从硬件方面来说,数据存储设备的速度、容量还不够,显示设备的昂贵造价和它显示的清晰度等问题也未很好解决。从软件上讲,由于硬件的原因,使得软件的开发费用十分惊人,而且软件的效果受到时间和空间的很大影响,许多理论和算法还未完善。而且,目前网络的带宽也还不能完全达到要求,同时人们对大脑和人类行为的认识还有待于进一步提高。

虽然虚拟现实技术目前已在许多领域都有相应的应用,但它还处在应用的初级阶段。因此虚拟现实技术的发展方向已是很明确的:进一步研究开发可以面向家庭的高质量观察设备,并开发与观察设备配套的软件工具;开发生成体视图像的软件平台;探索制作高质量作品的方法;开拓在机械设计、生产、试验、训练、演习、教育、游戏、旅游等专业领域的应用。

8 结束语

(1) 虚拟现实作为一项综合技术,集成了计算机图形学、多媒体、人工智能、多传感器、网络、并行处理等技术的最新研究成果,为我们创建和体验虚拟世界提供了有力的支持。实时的三维空间表现能力、人机交互式的操作环境能够给人带来身临其境的感受。

(2) 虚拟现实技术是一门新兴的前沿性交叉学科,因此,目前还处在一个不断发展完善、初级应用阶段。

(3) 虚拟现实技术的应用前景非常看好,随着国际互联网技术的普及,网络技术和硬件设施的飞速发展,虚拟现实技术必将成为未来网络多媒体发展的主流和标准。

参考文献

- [1] Ames A L, Nadeau D R, Moreland J I. VRML 资源手册. 宗志方. 北京:电子工业出版社,1997.
- [2] 徐保民. 多用户界面与群体感知技术. 第一次全国 CSCW 学术会议论文集,1998.
- [3] 孙立峰. 虚拟会议系统中的协同感知研究. 第一次全国 CSCW 学术会议论文集,1998.
- [4] 张士芬,冯开平. 用虚拟现实语言开发远程图学教育软件. 昆明理工大学学报,1999,(4):12-16.
- [5] 刘一松. 多用户 VRML 技术在构造 3D 人-人交互界面中的应用. 计算机工程,1999,(11):55-57.
- [6] ISO. VRML2.0[S] Specification,1996.
- [7] Marrin C. Proposal for a VRML2.0. informative Annex-External Authoring Interface Reference. <http://cosmosoftware.Com/products/Eaireference.html>,1997-01-21.
- [8] 胡忠华,樊爱华. 虚拟现实工具. 计算机仿真,1997,14(3):61-64.
- [9] 黄心渊,弋建涛. 电脑动画直通车. 北京:科学出版社,1998.
- [10] 杨崇源,张永红. VRML 在数字地球中的应用,遥感信息,1999,(4):25-28.
- [11] 黄心渊. 虚拟现实技术与应用. 北京:科学出版社,1999.
- [12] 曾芬芳. 虚拟现实技术. 上海:上海交通大学出版社,1997.

各职能部门或其职能之间的集成)的概念,从信息技术角度看 CIMS 系统集成即引出了“技术集成”(即各信息分或子系统之间的网络集成、数据或信息集成、功能集成乃至过程集成)的概念。因此,从某种程度上我们可以认为:“CIMS 系统集成”=“职能集成”+“技术集成”,其中“职能集成”是 CIMS 系统集成的目标,“技术集成”是实现“职能集成”的手段。从另外一方面看,构建 CIMS 的最终目的在于企业运营效率的“整体优化”,达到此目的的主要手段是“职能集成”,因而提出了“职能集成”的需求,而“职能集成”的需求又导致了“技术集成”的需求,这三者之间的关系如图 1 所示。要达到企业运营的“整体优化”,需要管理工作(主要负责“职能集成”的逻辑)和信息系统建设者(主要负责“技术集成”的实现)之间的共同努力,而本文则主要从“技术集成”也即信息技术的角度来考虑 CIMS 的系统集成。

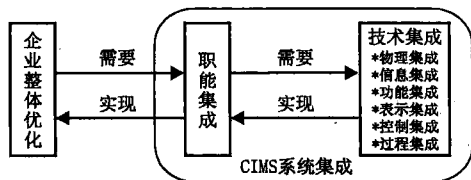


图 1 CIMS 系统集成概念图

由于 CIMS 系统是一个十分复杂的系统,它一般包含了几个应用功能分系统和一到两个支撑分系统,其“技术集成”主要涵盖:支撑环境分系统的内部集成;支撑分系统和应用功能分系统之间的集成;各应用功能分系统的内部集成;各应用功能分系统之间的集成。鉴于当前的 CIMS 系统一般由几个应用较为成熟的商品化软件组成(如 MRPII/ERP, PDM, CAD/CAM 软件等)且大部分商品化软件都提供了适应不同操作系统、数据库平台的版本和目前较为成熟的网络集成技术、日益标准化的数据库平台,其集成规划与设计工作的难点和关键一般在于各应用功能分系统之间的集成。而在 CIMS 工程实施的初级阶段,各应用功能分系统之间集成的基础和关键又在于信息集成,这将为后期的功能集成和过程集成提供统一完善的信息或数据平台和环境。因此,信息集成已成为 CIMS 的系统集成(主要指“技术集成”)乃至整个 CIMS 系统的基础和关键。

2 CIMS 系统集成规划的原则及关键问题

基于上节对 CIMS 系统集成概念的理解,并结合我们在某“863 - CIMS 应用示范工程”系统集成开发过程中的成功经验,我们总结了在 CIMS 系统集成(主要指信息集成)规划中必须遵循的一些原则,并指出了几个需要注意的关键问题。值得指出的是,下面的一些原则和几个关键问题在系统集成的详细设计阶段(另有专题讨论)也是必须遵守和需要注意的。

2.1 规划原则

(1) 开放性原则。开放性原则也即意味着系统后期的可扩充和可维护,根据软件工程理论,系统维护在整个软件的生命周期中所占比重是最大的,因此,提高系统的开放性是提高信息系统性能和延长其生命周期的必备手段。开放性在 CIMS 的系统集成规划 and 设计工作中具体体现在:关键软硬件的选型;数据存储结构的设计;程序结构的可配置性;集成体系结构和详细设计预留的供外界访问的接口;部分模块功能的参数化等。

(2) 全局或共享数据的完整性和一致性原则。全局

或共享数据的完整性和一致性是 CIMS 信息集成乃至整个系统集成的关键和基础,因为它直接关系到集成系统运行结果的正确性和可用性。在 CIMS 的系统集成规划和设计中其具体表现为:合理设计共享数据库或中间数据库;建立各分系统或子系统之间的数据关联;合理设计各分系统或子系统之间的直接数据调用接口和间接调用接口;要考虑到系统的可靠性对数据的完整性和一致性的影响等。

(3) 可靠性原则。可靠性涉及到不同层次和不同级别,如硬件和网络系统的可靠性,OS, DBMS 等软系统平台的可靠性,应用软件本身的可靠性。在这里,我们主要考虑自开发应用软件(如接口或数据转换程序,涉及到直接或间接调用其它分系统或子系统的数据的程序模块)本身的可靠性及其保证措施。

(4) 安全保密原则。安全和保密性对任何一个信息系统来讲都是至关重要的,它和可靠性一样,也有着不同的级别或层次。对一个向 CIMS 这样的集成化的信息系统来说,安全保密原则实际上体现了对系统全局数据或信息不同级别或层次的保护。在 CIMS 系统集成和规划中要充分考虑各分系统或子系统之间功能或数据访问权限以及各类用户权限的分配和限制,并提供相应的安全措施。

(5) 经济性原则。基于企业现有的经济状况和成本竞争的现实,我们在进行系统集成规划和设计时不得不考虑候选方案的经济性。

(6) 实用性原则。实用性就是能够最大限度地满足实际工作需要,这是每个信息系统在建设过程中都必须考虑的一项原则,它实际上体现了对用户需求的忠实理解,同时它还是信息系统对用户最基本的承诺。

上述诸原则在实际系统集成规划与设计并不是相互独立的,相反,它们之间有着较为密切的联系,有的原则之间相互牵制,而有的原则之间又相互促进。如可靠性对全局数据的完整性和一致性有着很大的影响,某些方面的不可靠有时甚至会严重破坏全局数据的完整性和一致性。全局数据的完整性和一致性可以说是其它所有原则的基础,没有它,别的原则就无从谈起或者根本没有意义,因为我们很难想象基于不完整和不一致的数据之上运行的系统将会给企业带来多么混乱的影响。开放性原则和经济性原则之间是相互牵制的,同时开放性原则将有利于实现全局数据的完整性和一致性。因此,我们在 CIMS 的系统集成规划与设计阶段必须综合考虑这些原则以及它们之间的相互关系和影响,如果我们把上述不同的原则看成是系统集成总体目标的不同维,我们所要做的就是根据用户在系统集成方面的需求在这些维之间寻求一种平衡或优化,即寻求系统集成目标的最优解。

2.2 需要注意的几个关键问题

(1) 紧扣用户需求,明确系统集成的目标(包括近期目标和长远目标)。在信息系统构建领域,需求是一切的来源和驱动力。需求决定了我们的系统集成目标,决定了我们所采用的系统集成方案和技术路线,因此,不管是在系统集成的规划与设计阶段还是在实施或实现阶段,我们都必须坚持以需求为导向。用户短期的迫切需求将决定系统集成的近期目标,长远的需求将决定系统集成的长远目标,我们必须明确区分近期目标和长远目标,这样我们才能把握系统集成开发不同阶段的重点所在,同时系统集成的长远目标又要求我们初期的系统集成规划

和设计方案具有足够的开放性。

(2) 不要盲目追求系统的先进性以及过分强调绝对集成和绝对自动化。在本文中, 我们并没有把先进性作为 CIMS 系统集成规划与设计的一个原则来考虑, 这主要是考虑到以下一些因素。首先最先进和最成熟往往是矛盾的, 最先进的技术一般来说不管是在功能的全面性和可靠性等方面都不够成熟, 它只是代表着某个技术领域的发展趋势, 随着技术的日新月异, 最先进的技术很有可能会在较短的时间内被更新的且趋于成熟和稳定的技术所代替。其次, 一味地追求最先进的技术将使系统的构建成本大大增加, 从而大大降低系统的经济性。另外, 最先进的技术往往需要高素质的人材, 这一点对处于信息化初级阶段或是初次实施 CIMS 工程的企业而言显得要求过高, 从而降低了系统的实用性。况且, 国内有些信息系统(包括 CIMS 项目)的构建由于盲目追求先进性而导致系统投资巨大、运营和维护成本过高甚至无法实施的不乏其例。因此, 针对最先进和最成熟这两者, 在 CIMS 系统集成规划与设计我们更偏向于后者。当然, 如果可能的话, 最成熟和最先进的技术应是更好的选择。

(3) 平台要尽量一致。这里的平台包括开发平台和商品化软件的运行平台, 尤其是数据库平台, 这样可以保证数据格式的一致性, 避免过多的数据接口和数据转换, 而且统一的数据库平台将有利于实现全局或共享数据的完整性和一致性。当然, 对于原有比较成熟的不同平台上的应用系统也可以保留, 通过接口程序进行数据转换(本文中的实例即是这样做的)。

(4) 统一的信息分类编码。CIMS 的信息分类编码是一项基础性的工作, 我们之所以要把它纳入到 CIMS 的系统集成规划与设计之中, 是因为: 它是 CIMS 信息描述的一个重要部分, 是连接 CIMS 各组成部分的纽带, 它为实现全局或共享数据的完整性和一致性乃至 CIMS 的信息集成提供了底层的直接支持。我们在 CIMS 系统集成的规划与设计中对各类信息进行统一分类和编码, 设计统一的代码控制与维护系统。

3 CIMS 的系统集成规划

3.1 系统集成规划的主要内容

CIMS 工程的系统集成规划一般归属于 CIMS 系统总体范畴, 是总体设计工作的关键内容之一, 它主要涉及以下几个内容:

- 关键软硬件的选型。在关键软硬件选型时, 必须充分考虑到其对系统集成的支持程度, 即可集成性。尤其是在商品化软件选型时, 必须考虑该软件的开放性, 如使用何种 DBMS, 有哪些开发接口, 支持哪些标准协议以及通讯、互操作标准。

- 系统集成体系结构。根据目标系统的总体逻辑结构和各组成成分系统或子系统的特点确定系统的集成体系结构, 即系统的总体集成方案, 这是最为关键的一步。

- 统一规划整个 CIMS 的信息分类及编码方案。由于这部分内容相对较为独立且内容较多, 加上已有较多的文献进行了论述, 故在本文中未列出全部的信息分类及编码方案, 只是在系统集成详细设计中体现了部分的信息分类及编码控制策略。

- 确定系统集成中的关键技术。确定系统集成开发中的技术难点和重点, 并作为系统集成详细设计阶段展开的直接依据。

3.2 某 CIMS 系统总体逻辑结构

为了便于后面的讨论, 我们首先给出本文中涉及的某 CIMS 工程的系统总体逻辑结构图(CIMS 总体设计工作的一部分), 其中包括一个支撑环境分系统和四个应用功能分系统, 具体如图 2 所示。

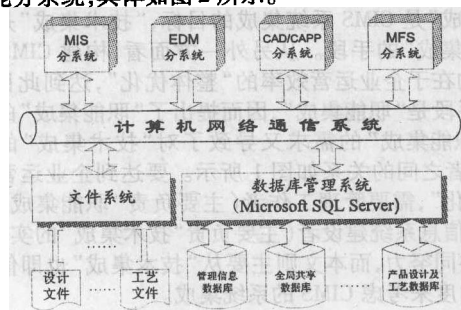


图 2 某 CIMS 工程的系统总体逻辑结构

3.3 规划实例

我们本着 1.1 中的几个原则和 1.2 中需要注意的几个关键问题, 密切结合用户的需求和系统的集成目标, 对某 CIMS 工程的系统集成进行了规划。在这里, 我们主要给出其规划内容的核心——系统集成体系结构(即系统集成的总体方案), 具体如图 3 所示, 正如前面所述的, 在这里示出的主要是该系统的信息集成体系结构。在 CIMS 系统集成详细设计中, 针对此体系结构进行展开并设计了详细的集成实现方案(已另行撰文讨论)。

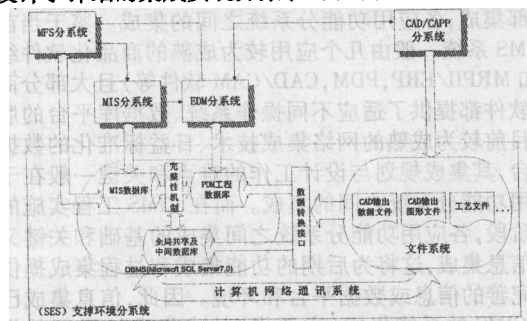


图 3 某 CIMS 工程的信息系统集成体系结构

4 结论

本文首先从一个较新的视角理清了对 CIMS 系统集成概念的理解, 并指出了信息集成和系统集成的关系以及信息集成在 CIMS 系统集成中的关键和基础地位, 然后着重从信息集成的角度, 结合某具体的“CIMS 应用示范工程”总结和探讨了 CIMS 系统集成规划的主要内容、规划 and 设计原则以及规划和设计中必须注意的几个关键问题, 同时给出了某 CIMS 工程的系统信息集成规划实例。目前, 该 CIMS 系统运行良好且已通过验收和鉴定, 由此证明我们的集成规划方案是可行的。由于 CIMS 是一个典型且较为复杂的信息系统, 所以, 本文不仅对 CIMS 系统而且对大多数信息系统的系统集成规划都有所裨益。

参考文献

- [1] Rogers S. Pressman. Software Engineering - A Practitioner's Approach, Prentice Hall, 1999.
- [2] Victoria Stavridou, Integration in Software Intensive Systems. The Journal of Systems and Software, 1999, 48, 91-104.
- [3] 薛劲松, 宋宏. CIMS 的总体设计. 北京: 机械工业出版社, 1997.