

中国CAD/CAM研究新进展——

第五届全国CAD/CAM学术会议论文集

ADVANCES IN CAD/CAM OF CHINA

*Proceedings of the 5th National Academic
Conference on CAD/CAM*

钟毓武 程景云 等编

電子工業出版社

1 中国 CAD/CAM 研究新进展——

第五届全国 CAD/CAM 学术会议论文集

ADVANCES IN CAD/CAM OF CHINA

*Proceedings of the 5th National Academic
Conference on CAD/CAM*

何成武 程景云 等编

电子工业出版社

新登字 055 号

内 容 提 要

《中国CAD/CAM研究新进展——第五届全国CAD/CAM学术会议论文集》收编了400余位作者的论文204篇，集中反映了1991—1993年期间，我国CAD/CAM研究、开发、应用等所取得的最新进展。全书分为两部分：前一部分是关于CAD/CAM的一般方法与系统，包括：智能CAD、计算机图形学(图形理论和技术)、计算机图形学(图形生成和应用)、人机交互、图象处理、多媒体与图视化技术、工程数据库；后一部分是CAD/CAM技术在各行各业中的应用研究，包括：电子电路CAD/CAM、机械CAD/CAM、建筑与轻工CAD/CAM、交通CAD/CAM。

该书内容丰富、新颖、实用，适合广大CAD/CAM研究、开发、应用人员和有关院校师生阅读参考。

中国 CAD/CAM 研究新进展——
第五届全国 CAD/CAM 学术会议论文集

何成武 程景云 等编

责任编辑 黄宝兴(特约) 史明生 倪亦泉

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

八九〇〇一部队印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 57 字数: 1365千字

1993年10月第1版 1993年10月第1次印刷

印数: 1100 册 定价: 98.00元

书号: ISBN 7-5053-2279-6/TP·631

序

全国第五届CAD/CAM学术会议的召开和本论文集的编撰大致反映了自从1991年上届会议召开之后的短短两年中,我国CAD/CAM研究所取得的长足进步。例如,七五期间涌现的一大批CAD系统正在发挥效益,CAD技术已在各个行业的主要设计院所和企业中得到广泛应用。专门从事CAD/CAM研究、开发、销售的国家和部门的工程研究中心、各类重点和开放实验室、公司、研究室等如雨后春笋,层出不穷,各种学术团体主持的CAD/CAM会议如春潮澎湃,纷纷涌现,《计算机辅助设计与图形学学报》、《计算机辅助工程》等学术刊物如春芽破土,茁壮成长。随着我国对外开放政策的进一步扩大和国民经济的持续增长,随着八五期间,国家、部门、单位对开发新的CAD系统和二期工程纷纷注入新的活力,尤其国家科委主持的八五科技攻关项目《CAD应用工程》,遍及若干主要的工业、科研和教育部门,将有力地促进着CAD软件的实用化、国产化、产业化。我们深信,我国的CAD/CAM研究已经到达一个新的里程碑,一个百花齐放、百鸟争鸣的春天已经来临。

本论文集共收录400余位作者的论文204篇。它是经过程序委员会和评审组的认真评审,从约300篇稿件中精选出来的。这些论文可以分成两部分共11组。前一部分是关于CAD/CAM的一般方法与系统。它分为如下7组:

- 智能 CAD
- 计算机图形学 (图形理论和技术)
- 计算机图形学 (图形生成和应用)
- 人机交互
- 图象处理
- 多媒体、图视化技术
- 工程数据库

后一部分是CAD/CAM技术在各行各业中的应用研究。它分为如下4组:

- 电子电路 CAD/CAM
- 机械 CAD/CAM
- 建筑、轻工 CAD/CAM
- 交通 CAD/CAM

在这里,我们以本次会议的名义,衷心感谢主办单位上海海运学院为本次会议的成功召开所进行的卓有成效的组织工作。感谢协办单位、赞助单位(名单附前)给予的鼎力支持。感谢程序委员会和组织委员会全体成员(名单附前)的通力合作。感谢论文评审组倪亦泉、王重华、郭波、龚学贤、沈翼之、俞焕杨、陈一如、陈仁宝、许锡春等成员,以及《计算机辅助工程》编辑部黄宝兴、闵中芳、施慧、陈效路等在编辑出版本论文集过程中付出的辛勤劳动。

最后,我们向本论文集的全体作者和与会的领导、贵宾、代表们致以诚挚的谢意。

全国第五届 CAD/CAM 学术会议程序委员会主席 何成武
组织委员会主席 程景云

1993 年 10 月于上海

目 录

一、 智能 CAD

面向对象的知识库技术		沈康辰 (1)
一个智能 CAD 的模型和实现方法	孙杨镇	姜常青 (6)
美术图案智能 CAD 系统中的图案构成	陆玮琳	潘云鹤 (11)
人工神经网络技术在工程图符号识别中的应用研究		张树生 (15)
一维布局问题的神经网络方法	周青山 邹 勇	胡健栋 (20)
用神经网络实现机械 CAD 中所用图表数据的存储	石博强	高润庆 (22)
基于概念层的 IDSS 智能性研究		施 欣 (26)
液压支架 CAD 智能化、实用化开发		姚建国 (32)
面向对象的零件知识库		刘 凯 (38)
中国语智能计算机辅助设计		孙金庆 (42)
基于混合型知识表达模式的自然语言文本生成	陈 芳 袁保宗	林碧琴 (48)
高精度插齿刀设计专家系统	郭文亮 李文斌	牛志刚 (51)
轴类零件工作图的智能设计与绘制	吴凤林 张新竹	任家骏 刘孝乾 (53)
基于约束推理的二维变量设计	明新国 马登哲	严隽琪 张中生 (57)
有图形显示的专家系统	徐裕民 周宜群	徐力一 (61)
分离塔设备技术改造专家支持系统的研究	温晓明 毛依军	费维扬 (64)

二、 计算机图形学 —— 图形理论和技术

几何连续样条的递推公式	李 华	刘慎权 (70)
向量型二次参数曲面的可展分类	曹 源	华宣积 (74)
NURBS 在几何造型中的应用技巧	张英杰 张铁昌	魏生民 (79)
工程图线段快速矢量化方法	郭 晔	张 平 (84)
四点法的保凸性		蔡志杰 (87)
曲线造型设计的加密细分算法及其性质	吴宗敏 叶 青	刘剑平 (92)
关于散乱数据的五次 C' 插值	姜寿山 杨海成	侯增选 (94)
任意参数曲线用弧长参数表示的数值方法	方 遼 张启松	刘 仲 (101)
入控制三次参数样条曲线的实用程序设计	刘贤喜 董仁杰	聂成方 (104)
正交多项式曲面拟合法作边缘检测的卷积核	马洪明	吴宏宇 (107)
参数曲面带光顺项的拟合	赵炳彦 吴永力	李仲东 (109)
Hash 方法在几何建模中的应用研究		徐文高 (111)
无漂移等值线跟踪	陈经辉 翁史烈	袁路平 阮雪榆 (116)
二维与三维等值线图		陈诗笠 徐平均 (120)
等值线图的计算机绘制		王建郁 (122)
河床演变分析中的等值线图绘制问题	李爱民 李 浩 张 燕	汪杏才 (126)

四维数据点集等值曲面的构造	陈幼鸣 许有信	王 勇	(131)
一种实现二维图形遮盖消隐的新方法		姚文福	(136)
消隐方法研究和在 INFEGAS 中的实现	于西俭	冯晓慧	(138)
分段扫描消隐算法的实现		张光星	(140)
圆弧裁剪算法研究		朱宇红	(145)
实验数据的 CAD 处理和曲线拟合		金桂三	(148)
空间三维立体真实图形的研究与应用		叶球孙	(150)
基于三视图的立体重构算法研究 —— 立体上的前边提取与重长边消除		王文海	(157)
基于三视图的立体重构算法研究 —— 从立体上的边组建立体上的面		王文海	(163)
基于三视图的立体重构算法研究 —— 非完全基本回路的完全化		王文海	(169)
基于三视图的立体重构算法研究 —— 消除幻图并重构立体		王文海	(173)
基于三视图的立体重构算法研究 —— 从立体上的面组建基本体		王文海	(177)
基于三视图的立体重构算法研究 —— 从三视图恢复立体上的顶点和边		王文海	(188)
任意多面体内点的射线分类算法	杜 云	盛焯焯	(201)
从单视图到多视图的参数化设计方法的研究	孙 伟	张申生	(206)
拉格朗日插值问题的计算机算法		方碧林	(212)
基于段码的离散曲线求交	杜江川	刘鸿健	(214)
平面多边形求交算法的计算机实现		李新友	(220)
多边形顶点凸凹状况的自动识别		武运兴	(226)
剖面显示体数据的两种方法	文四立 唐卫清	刘慎权	(228)
区分零交方向的视差直方图立体视觉匹配	马洪明	江小军	(237)
空间点修改的一种算法	王拉柱 梁振珊	朱心雄	(239)
花型图案的平滑放大方法		卢朝阳	(242)
NuPS Level 2 中的半色调技术	徐福培 吴 钊	饶俊英	(246)

三、 计算机图形学 —— 图形生成和应用

基于知识的动画生成	马华东	刘慎权	(251)
基于曲线轮廓的汉字映射技术的研究	岳 华	蔡士杰	(256)
广告条幅标语字模设计与制作系统 CMDS	顾 进	蔡士杰	(263)
一个圆弧并轮廓动态生成与修改的算法	王钰旋	庞云阶	(268)
AUTO LISP 程序中断的处理方法		高树苍	(270)
AUTO CAD 在宗地图绘制中的应用	陈守厂 王延亮	翁皖生	(274)
AUTO CAD 图形的标准化与应用		刘 刚	(276)
SPARC 工作站西文 AUTOCAD 的改造与应用	徐 进 彭继轩	李中建	(279)
QIF-1 数据格式到 ADINA 数据格式的转换程序		蒋光福	(283)
以中间文件为媒介的数据交换接口	吴慧中	张 强	(289)
机械制图软件多边形区域剖面线填充算法	田茂明	吕淑芳	(293)
基于单元造型的浓淡调匀算法——映射扫描法		王永辉	(297)
气动计算图形后置处理		常 钢	(302)
有限元分析计算中的可视化技术及实现		武君胜	(304)

基于 X-WINDOW, 交互式的计算机石油测井曲线编辑系统	李与星	李凤森	(310)
TRANSPWTER 开发系统上三维静磁场的图形显示	彭玉青	沈雪勤	(314)
制图学中名字放置问题及其 PROLOG 实现	刘宏亮	吴蔼成	彭澄廉 (317)
EIS 生态系统 CAD 支撑软件中的矢量地图生成系统		王从寿	(322)
计算机辅助生成线描云朵图形		于金辉	(327)
一个溅水计算机动画模型		于金辉	(329)
场显示技术在石油测井中的应用	吴昱升	王介生	李凤森 (331)
机翼翼型廓线的单圆弧拟合与数控加工	贝公亮 刘松涛	高岳兴	张筑生 刘根洪 (334)

四、 人机交互技术

UIMS 和软件工程	程景云	龚学贤	倪亦泉	(339)
人一计算机界面 (HCI) 设计的管理方法		葛伟华	张福炎	(345)
UIMS 中的用户界面控制机构设计	唐卫清	文四立	刘慎权	(350)
图形用户接口的设计、开发工具及应用	倪亦泉	程景云	龚学贤	施 慧 (355)
一个面向对象的用户界面管理系统 UIDIS		程 华	王介生	李凤森 (361)
菜单自动生成工具 MTOOL				李伟青 (366)
直接操纵建立用户界面: (NPU UIMS)	黄柏素	陈小群	赵振亚	(370)
菜单的设计与自动生成		邵平平	李正凡	(376)
用 Trug BASIC 语言实现下拉式菜单		陈 东	陈丽玲	(381)
一种简单实用的计算机软件接口		宋玉银	诸秀萍	(382)
注塑模具 CAD/CAE 数据接口技术	陈 兴	简龙昌	李德群	(386)
AUTO CAD 图形数据的开窗处理		陈品祥	王廷尧	(391)
基于专家系统的智能界面		陈一如	陈效路	(394)
使用 Auto LISP 语言编写用户菜单		孟超英	陈鸿畴	(400)
工程图纸分析及其与 AUTO CAD 接口的实现	刘春雨	刘积仁	李华天	(404)
人机交互与人工智能	程景云	倪亦泉	郭 波	龚学贤 (409)

五、 图像处理

真实感图形生成的辐射度技术			吴恩华	(413)
RLL 压缩算法在诊断中的应用	樊 勇	向 东	魏道政	(419)
卫星云图的三维重建及显示	林昌东	徐宗元	陈家平	(423)
计算机图象技术在油藏数值模拟上的应用	赵 刚	马远乐	朱书堂	(427)
正向纹理映射和反混淆技术	张英杰	张铁昌	魏生民	(433)
图形图象处理在彩色整页拼版系统中的应用	陈友斌	张晓东	庄镇泉	(438)
CAD 系统中体视图象的生成与显示		郭朝勇	董国耀	(445)
图象的矢量化及矢量图形的 CAD 技术			金志伟	(447)
二值图象骨架化的数学原理与细化算法		杨晓梅	杨启和	(453)

六、 多媒体技术与图视化技术

并行处理技术在多媒体中的应用	薛一波	韩承德	夏培肃	(456)
多媒体技术的前景	郭 波	程景云	倪亦泉	(459)
多媒体系统及其发展	钱 涛	胡上序	金连甫	(464)
Open Windows 环境下的一个多媒体编辑器	徐 丹	潘志庚	石教英	(468)
Program Animation and Its Implementation	Chen Jingyun Shen Yizhi Ding Zhaolei Mai Sanqing			(474)
基于可视知识的几何形状特征的表示和识别	王建翔		刘慎权	(483)
多媒体数据库表达模型的研究	张 霞	刘积仁	李华天	(490)
一个用于办公自动化的多媒体网络的设计与分析			李新月	(496)
图示语言的新进展	程景云	袁 玫	张 健	方 林 (499)
科学计算可视化在核爆反应过程模拟中的应用			翟战强	赵 宏 (505)
工程制图试题库系统发展现状及趋势			蔡 雷	(507)
结构化可视模型及分子晶胞模型显示	朱森良	刘雪薇	诸葛芸	(511)
一个基于写作系统和动画软件的物理 CAI 系统			郑又琴	(516)
HELPTOOL —— 一个超文本系统的设计	单迎春	王介生	李凤森	(520)
 七、 工程数据库				
实体造型及图形数据库管理系统	张为民		林慎机	(524)
分布式数据管理与通讯系统 IEMAC 的体系结构	陈君拔		金护平	(530)
ANSS 系统的数据库与数据通讯	李锡荣	陈君拔	李小慧	(538)
航道水深图库管理和处理系统	王卫安	陈道熙	盛升国	(543)
一个工程数据库版本管理模型的设计	黄 乐		陈华生	(548)
市政工程基础数据库系统的实现	杨 松		杨晓梅	(552)
 八、 电子电路 CAD/CAM				
适用于 MOS 电路的快速时域模拟器 FTSIM	何 磊	章开和	唐璞山	(555)
电路穷尽测试的线性反馈移位寄存器系列	邵建华	童家榕	章开和	唐璞山 (561)
三态电路测试	崔晓天	苟玉坤	何新华	魏道政 (565)
电子 CAD 框架中的设计过程管理研究			叶沙野	李思昆 (570)
一个全过程交互的船舶电器设备布置程序系统			唐生庭	(576)
基于 STG 的时序电路验证与测试生成	何新华	崔晓天	葛玉坤	魏道政 (580)
电子线路计算机辅助设计系统 Yingge CAD 的设计与实现	胡 军	王争鸣	许立军	(585)
一种微机自动跟踪动态实时输入的技术			叶球孙	(590)
VLSI 计算机辅助逻辑最小化算法策略分析			王芳雷	周静娴 (594)
CAD 在通信系统优化中的应用研究			达新宇	(599)
基于真值表结构的 FPGA 的逻辑映射	张 阳	张 平	吴 昌	赵 丽 (604)
适应总线结构的 PCB 自动布局算法			严晓浪	(608)
逻辑设计的时间验证			黄继进	(610)
数字电液次最优控制系统的算法及其 CAD 实现			赵福元	(610)
			王锡淮	肖健梅 (615)

微机在电路板设计与制作中的应用	葛广英	徐得波	(620)		
本质安全电路计算机辅助分析	李维坚	张燕美	赵建辉 (623)		
电话图形配线 CAD 系统	刘方鑫	郑又琴	杜立柬 (628)		
管对串生成的一种优化算法	陈冬妮	蔡懿慈	洪先龙 (632)		
开关网络逻辑综合设计 MOS 电路	冯 丹	徐则琨	李之棠 (637)		
单纯形加速法 PID 参数优化设计软件	陈 东	李 晋	(642)		
V1.0 彩电 PCB 设计软件及应用	庄万春	孙江敏	(647)		
微机上突破 640KB 内存的编程技术	王聪生	张清婷	(649)		
集成化测试开发系统: TeDS —— 系统概述		杨乔林	(652)		
电子 CAD 选型点滴		龚 锐	(657)		
基于 GIS 的计算机辅助电信综合管理系统 CATIS	刘晓明	李庆刚	李连岐	吴 博	魏晓峰 (659)
PLA 替换算法中的布局策略				簿建国 (664)	
PARTS: 一个 PGA 封装自动布线系统	黄浦江	应昌胜	任怀龙	吴洪江 (667)	
CAD 在电话线路中的应用				应启亮 (671)	
Automatic Generation of EDIF Parser tools Using Lex and Yacc				Zhang Yang He Xinping (673)	
九、机械 CAD/CAM					
桥式起重机 CAD 系统	杨家贵	梁海燕	王寅涛	(676)	
门座起重机起升机构计算软件的研制		黄崇斌	刘 娜	(681)	
面向 CIMS 的 CAPP 系统研究		孔繁胜	钟 镛	(688)	
CIMS 环境下回转体零件 CAD 系统的应用活动模型的研究	孙守迁	江 力	何志均	(692)	
一个回转体类机械零件特征造型系统 —— HZICAD	张应中	罗晓芳	冯辛安	(698)	
NC 编程系统的二次开发技术	黄迪生	刘 芳	李凤荣	(703)	
CAD 中机械零件的自动参数绘图			李涛生	(708)	
锅炉集箱、汽包的自动化设计软件包的建立			王雁霞	(713)	
微机 CAD 系统应用之研究		郑象政	罗榕青	(715)	
七十七吨自卸车液力传动装置关键部件(行星架)强度、刚度分析研究		吴晓萍	陈 超	(719)	
车身覆盖件模具 CAD/CAM 曲面造型方法		解维玲	卢金火	(725)	
An Interactive Automobile Body CAD System on Microcomputer				Zhao Bingyan Wang Yulin (729)	
水泥搅拌机 CAD 系统研制	宋玉银	诸秀萍	周振江	(735)	
基于微型计算机的空冷器机械 CAD 系统			刘惠光	(738)	
一种用于集成化系统的执行控制结构			刘天时	(744)	
后张法预应力钢束计算机辅助设计系统	陈 蓝	黄锦源	徐尚达	(751)	
潜水电泵 CAD 设计(摘要)		孙博文	徐明义	(758)	
加工中心 NC 加工的动态模拟技术		庄莅之	刘玉军	(760)	
一个结构 CAD 中的有限元前处理系统		王重华	姜达吟	(764)	

新型内燃联合动力循环的 CAD 系统	吴孟余	章学来	(768)
空间网架结构 CAD 实现		田茂明	(771)
注塑模 CAD/CAM 系统建模 —— 特征造型技术	顾正朝	应道宁	王尔健 (773)
用于注塑模分析软件网格自动生成技术	袁中双	李德群	肖景容 (778)
带预选搜索步深的两维一刀切矩形优化排料		黄继进	(783)
DMY: 一个集成的模具 CAD/CAM 系统		姚稚辉	袁勤勇 (787)
机械 CAD 与 CAPP 集成初探		周登文	莫欣农 (791)
机械计算机辅助设计 (M-CAD) 技术分析		朱 明	(797)
网架结构微机 CAD 技术研究	杜守军	魏建国	何洪明 (804)
装载机工作装置 CAD 软件包		魏槐英	徐 鹏 (809)
GAP-L: 一个用于数控车床的图形自动编程系统		王晓伟	(811)
优化微机 CAD 性能		廖洪富	(813)
核电站安全壳牛腿结构改形分析	陈俊杰	廖卫斌	(815)

十、建筑与轻工 CAD/CAM

拱坝的计算机辅助立模施工	徐宗元	季江民	曹荣发	许其光	(820)
简议 HCADMS 房图辅助绘制管理系统				丁 军	(824)
上海市防汛泵站计算机调度控制中心的图形数据一体化系统				郑 森	(827)
机场工程 CAD 软件的开发及其应用			楼设荣	邓学钧	(831)
表壳的参数化辅助设计			程贵平	盛焕焯	(835)
鞋楦建模与楦面展平方法的研究			吴成东	宣国荣	(840)
一个综合服装设计 CAD 系统 —— GMDS			姜晓红	叶澄清	(845)
计算机辅助棉织工艺设计系统	潘庆成		奚一鸣	范文娟	(849)

十一、交通 CAD/CAM

计算机辅助船舶技术经济论证				沈 炎	(856)
河道平面二维水流的数值模拟				黄碧珊	(859)
车辆总体技术智能 CAD 系统的研究			黄中慧	张正新	(864)
道路 CAD 技术的现状与发展趋势				王国兴	(869)
机场飞行场平面尺寸 CAD			蔡良才	邓学钧	(872)
基于 GIS 的港务货运监视系统			张 帆	潘云鹤	(878)
港口平面计算机辅助设计软件 —— DEGS	杨兴晏		王长水	吴今权	(882)
重力式码头微机辅助设计系统 (GWCAD) 简介				肖泽铿	(886)
城市道路路线计算机辅助设计系统研制探讨				陈 硕	(888)
内河航道测绘系统的实现				赵 凡	(893)
用反馈设计法实现码头计算机辅助管理	姜 峰		赵乃义	关增伟	(898)
集装箱多用途码头装卸工艺 CAD 软件包介绍			秦 佳	顾 群	(902)
微机 CAD 系统开发中的集成技术	张龙祥		李陶深	徐 清	(907)

面向对象的知识库技术

沈康辰

上海海运学院, 200135

【摘要】本文提出了独立的、共享知识库的概念和构造这样的知识库所要解决的知识表示、知识库结构、知识库管理和知识库设计等方面的问题。

一、 独立的共享知识库的技术

专家系统(Expert System, 或缩写为 XS) 和基于知识的系统(Knowledge-Based System 或 KS)的技术是应用人工智能解决各个应用领域中许多实际问题的重要技术。这类系统通常都由推理机、知识库、知识获取系统、解释系统和其它一些界面所组成。知识库用于存放系统已知的知识和系统在推理、解题过程中动态获取的知识。大多数这样的系统都采用一种或几种形式来表示它们的知识实体。知识库(或 KB)则常常只是一些知识实体的线性集合体。一个系统的KB只为这个系统的推理或解题服务, 知识库KB是一个XS或KS的重要组成部分。

在一个应用领域, 收集或获取必要的知识, 用某种形式表示出来, 并把它们整理或组织成一个能够实际应用的知识库, 往往需要做大量工作。一个这样的知识库不应该仅仅依赖于某个系统, 应能让多个系统、多个用户共享。这种要求已经在一些应用领域中提出来了。例如各种规范、标准、法规等都记载着某一领域中比较成熟的知识。这些知识如能计算机化并形成知识库系统, 能为许多用户服务。工程规范知识库应能为各种工程应用程序、CAD系统共享, 以完成推理、解题、设计等任务。

建立有一定规模的、独立的、共享的知识库系统(KBS), 由于它面向多个应用问题, 服务多个用户, 需要解决一系列的技术问题。研究工作的重点是建立能够通用的知识表示方法、知识库结构和推理机, 研究和开发知识库管理系统(KBMS)。

知识表示 在开发专家系统时, 一般强调知识表示方法对于特定的应用问题和推理机的有效性与应用问题紧密结合。对于KBS, 则必须找到一种独立于具体应用问题的、通用的、有效的知识表示方法。它应有统一的形式, 又能覆盖现在广泛应用的各有特点的知识表示方法的表示能力。

知识表示语言 它应将上述知识表示具体化为计算机语言。它是知识库语言的重要组成部分, 是用户(知识工程师)描述各种知识实体的工具。

知识库结构 由大量知识实体集合而成的知识库必须具有有效的结构和存贮模式, 以保证系统时间和空间方面的效率, 支持高效的推理和解题方法。这一方面的研究工作目前还十分有限。

推理、解题方法 各个用户应用共享知识库的目的不同, 推理、解题、学习、联想的方法亦不同。KBS必须提供对各种推理、解题方法的支持, 并根据知识库的内容, 提供与知识内容紧密有关的、基本的推理、解题方法。

灵活、方便的界面 KBS要与各种不同的应用系统、数据库系统，或直接与用户交换信息，界面的友善与有效性是KBS成功的关键之一。

知识库管理系统 能够按照一定的结构把用某种方式表示的知识实体组织并存贮起来，提供通用的、基本的推理机，具有灵活、方便的用户界面，这是对KBMS的基本要求。它还应具有通用的知识获取和编辑、知识库完备性、一致性检查、推理结果的解释等一系列功能。KBMS是一个独立于具体应用程序并独立于具体知识库的软件。KBMS和KBMS管理下的一个特定的知识库KB一起构成一个特定的知识库系统KBS。

知识库设计 为了形成一个知识库，某一领域存在于人们头脑中或用某种形式记录在各种介质上的知识，必须转换成KBMS能够接受的、用某种知识表示方法、按一定结构组织在一起的一组知识实体。这种转换工作是知识库设计的主要任务。知识库设计可分为概念设计、系统设计和详细设计等阶段，也可分为逻辑设计和物理设计等部分。

综上所述，KBS独立于具体的应用，而它的支撑软件KBMS既独立于具体的应用，又独立于具体的知识库。这种独立性是软件开发者所追求的目标之一。它对软件的开发、维护和应用所带来的好处是众所周知的。然而它也是KBS研究工作所要解决的一系列问题的根源。

二、面向对象的知识表示KOR

本文定义面向对象的知识表示KOR如下。

(1) 知识对象

知识对象表示应用领域中实体或概念以及与此有关的知识。例如知识对象“5号梁”表示这根特定梁及与这根梁有关的知识。知识对象“结构”表示结构这个概念以及与结构有关的知识。一个知识对象由与它有关的特性和行为来描述。特性由一组“属性项”表示，行为由一组“方法”表示。属性项反映这个知识对象的静态特征。例如这根梁的跨度、截面尺寸、材料强度等。方法描述这个对象在受到对象外的刺激或作用后所产生的动态反应。例如这根梁在受到外载后所引起的应力分布和变形状况。知识对象所受的外部刺激或作用称为“消息”。

(2) 知识对象类和知识对象实例

具有同样的属性项和方法的一组对象属于同一知识对象类。因此，知识对象类是对象的一个有名的集合。

同一类的各个知识对象，虽然具有一组相同的属性项，但属性项的值可以各不相同。这些不同的知识对象是这同一知识对象类的各个不同的实例。例如“梁”类对象都有“跨度”属性项，每个梁的实例可有不同的跨度值。

(3) 知识对象类和类的层次结构

各个知识对象类可以组织在一个或多个类层次结构中，如果这些类之间存在拓广和限定关系。两个类之间若有这种关系，则一个类是另一个类的超类，反过来，则称为子类。例如“构件”类是“梁”类的超类，“梁”类是“构件”类的子类。类之间的层次结构形成一个有向无环图。类与类之间的关系除了拓广和限定关系以外，也可以是其它关系。

一个子类的所有实例也是它的超类的实例。反之，一个超类可以有不属于它的子类的实例。

(4) 继承性

超类中定义的属性项和方法也是子类的属性项和方法。这称为子类继承了超类的特性和

行为。

超类中定义的属性项和方法可以在子类中重新定义。即子类中的属性项或方法可以和超类中的属性项和方法有相同的名字，但有不同的定义。在这种情况下，子类各个实例的属性或方法都遵循子类的定义。这样的继承规则保证了知识可按逐步完善的方式积累起来。

(5) 方法

方法由知识对象类定义，但应用在这个类的各个实例和它的子类的各个实例中。

方法受到知识对象以外传来的消息而被激活，产生有关的动作。例如梁对象中可以有一个“应力分析”的方法，当从梁的外部传来一个“载荷”消息后，应力分析方法即被激活，产生分析有关的动作，返回应力分布的结果。在动作的过程中也可能包括向其它对象发送消息的动作，从而激发一连串对象中各个不同的方法，以便在这些对象间互相传递知识形成推理的过程。例如梁在进行应力分析的动作时可能向一个“材料”对象发送消息以获取材料特性方面的知识。

(6) 知识对象间的动态联系由消息来描述。一条消息由接受这条消息的知识对象名，该对象中的方法以及与这个方法有关的参数组成。

虽然，面向对象的表示方法KOR借鉴了面向对象技术中的许多重要概念，作了适当延伸。

面向对象的知识库模型OKBM

本文用面向对象的表示方法KOR研究知识库的结构，提出了面向对象的知识库模型OKBM。

在OKBM中，一个知识库由两部分组成，记为KB=CB+OB

(1) 对象定义库CB

CB由各个知识对象类 C1, C2, ..., Cp 的定义组成，其中任意一个类 Ci 由属性项 Ai1, Ai2, ..., Aini 的定义和方法 Mi1, Mi2, Mimi 的定义组成。

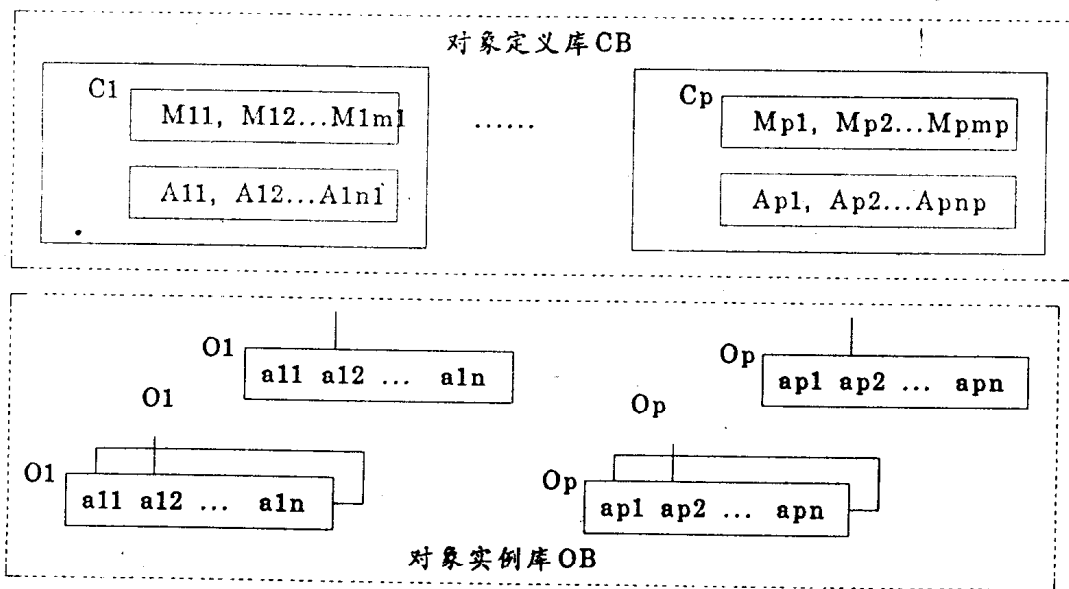


图 3-1 OKBM 模型中的对象定义库和对象实例库

(2) 对象实例库 OB

它由各个对象类的所有实例对象组成。例如对象类 Ci 的各个实例对象为 Oi,

$O_1^i, \dots, O_{n_1}^i$ 。对于任意一个实例对象 O_i ，它所要存放在实例库中的仅仅是这一对象的一组属性项的值 ($O_{i_1}, O_{i_2}, \dots, O_{i_{n_1}}$)。

```

1   KB c7s2p18 of DECISION-TABLE
2   {
3       PNO="C7S2P18"
4       TEXT-ID="TXT-C7S2P18"
5       C PlateType=="SimpleSupport"
6       C PlateType=="Continue"
7       C Status=="Bending"
8       C Status=="Shearing"
9       C h<c
10      C Bl<0.1Lc
11      A (Y, N, Y, N, Y, I)==L<=Lo+H
12      A (Y, N, Y, N, N, I)==L<=Lo+C
13      A (Y, N, N, Y, I, I)==L<=Lo
14      A (N, Y, Y, N, I, Y)==L<=Lc
15      A (N, Y, Y, N, I, N)==L<=1.1Lc
16      A (N, Y, N, Y, I, I)==L<=Lo
17  }
```

图3-2 一个决策表实例对象

图3-2显示的就是用属性项值所表示的一个实例对象。

一个知识库KB，不管它有多大，所包含的对象类的数目总是很有限的。因而对象定义库CB可以采用线性的或其它简单的存贮模型。

对于一个大型知识库，对象实例库OB有较大的规模。由于OB只包括每个对象的属性项的值，因而它完全可以采用数据库技术中许多成熟的存贮模型来存放。变长记录的存贮技术在这里显然十分适用。其它各种索引、链路技术和优化技术都可用在OB中。OB也可直接用一个现成的数据库管理系统来管理。从这个意义上看，面向对象技术实现了知识库管理向数据库管理的转换。

面向对象知识库管理系统OKBMS

OKBMS应该具有以下功能和相应的组成部分。

(1) 支持面向对象的知识表示语言KORL，供知识工程师定义知识对象类和描述对象实例。图3-1和图3-2所使用的语言是这种语言的例子。

(2) 设有对象编辑器OED，供用户输入、修改、编辑知识对象或浏览知识库。

(3) 对象管理器OMGR负责各个对象类和对象实例的存取。各种必要的索引和链路被用来提高对象的存取效率。

(4) 实例对象转换器OTRF仅当实例对象由现成的数据库管理系统管理时才需要。OTRF负责将一个对象实例的一组数据项值转换成数据库模式规定的一个或几个记录，然后由DBMS存入数据库中。反之，则由数据库取出相应的记录，组合成需要的一个对象实例的一组数据项值。

(5) 知识对象推理机 INFM 实际上是一个总控程序, 它启动推理过程, 激发一连串的对象, 在此过程中不断的发出知识对象的存取命令, 或向数据库发出存取数据的命令, 向用户询问或解释的命令等, 直至完成整个推理、解题、联想或学习的任务。

(6) 解释程序 EXPR 向用户解释推理的进程及得到的结果。

(7) 数据库界面 DBINTF 和用户界面 USINTF 分别负责推理过程中向数据库存取数据和与用户对话。OKBMS 的结构如图 4-1。

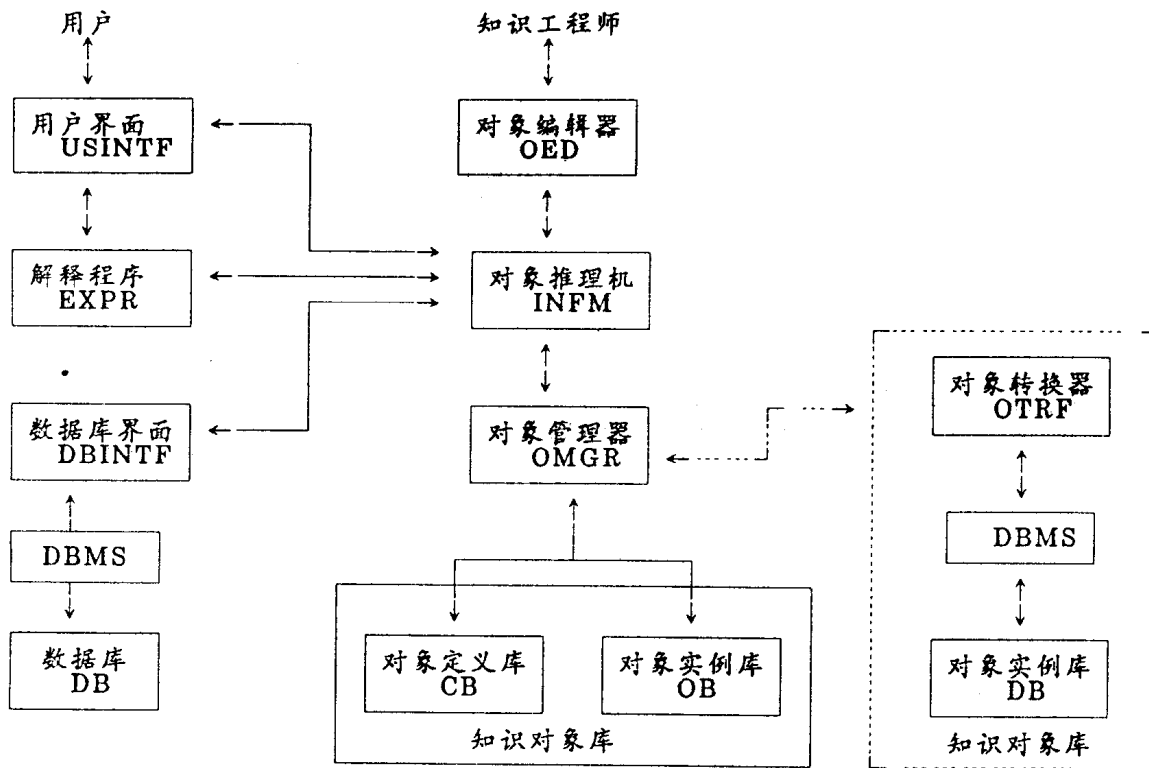


图 4-1 面向对象的知识库管理系统 OKBMS 的结构

参考文献

1. Shen, Kangchen, et al., Knowledge Based Engineering Code management System KECOMS and Its Interface to Engineering Databases, Proc. of the Int. Conf. on Expert Systems In Engineering Applications, 1989, 10.
2. 沈康辰, 吴钦蕃, 朱帮银. 智能工程规范管理系统. 计算结构力学及其应用, 第6卷, 第2期, 1989.5
3. 钱晓江, 沈康辰. 智能工程规范管理系统中多层知识表示和推理方法的研究. 工程建设中智能辅助决策系统, 电子工业出版社, 1990.10.

一个智能CAD的模型和实现方法*

孙扬镰 娄常青

杭州市 浙江大学CAD&CG国家重点实验室、土木系, 310027

[摘要] 论文从分析当前土建工程设计软件应改进的方面着手, 提出一个智能CAD系统的模型在智能、结构和使用等方面应该具有的特点。并从知识库内容、规模、知识获取方法、知识库的发展等方面阐述智能部分实现方法, 还阐述了数值分析部分实现方法和系统的数据结构。

[关键词] 智能CAD、模型、实现方法。

经过多年的研究, 计算机在土建工程的分析和绘图方面已得到了广泛的应用, 土建工程分析和绘图软件曾大幅度地提高了设计的质量和效率, 已经成为土建工程设计必不可少的工具。目前缺少的是能够用于土建工程设计全过程的设计软件。总结国外学者[1],[2]和笔者的研究认为目前用于土建工程的设计软件应在以下方面加以改进:

1. 设计过程中存在着许多非结构性的问题。如拱坝设计中的方案生成、修改和选择。这类问题与一些概念、观点、判断和工程经验相关, 难以用固定的数学公式表达, 难以用传统的计算机软件解决。而专家系统则是解这类问题的有效手段。
2. 工程判断是设计过程中本质性的问题。设计软件不但要有能力为设计人员的判断决策提供尽可能多的帮助, 而且要有充分的人机交流渠道, 让设计者掌握设计过程的主导权。
3. 土建工程分析程序目前还没有全部统一, 还在开发一些新的分析程序。因此土建工程设计软件最好采用独立程序集成形式, 仅仅改动或增加一些输入输出模块, 就能更换或增加系统中的分析程序。
4. 设计软件应包含一个数据库, 供设计、分析、绘图交互应用。使设计人员能方便地从三者中的任意一个转到另一个。如从方案设计转到分析计算或绘图。
5. 系统能在微机上运行, 从而能为小的设计单位服务。

一、系统特点

按上述观点, 笔者开发了一个具有智能的拱坝CAD系统, 取名为EAOP。和一般的拱坝CAD系统相比有如下特点:

1.1 系统具有智能

所谓智能是指子系统中存在专家系统。专家系统的特点是将知识和推理分开, 分别建立知识库和推理系统, 知识库中存放互不连贯的知识。系统运行时, 由推理系统从知识库中提取用于解题的知识, 形成求解序列, 再求出问题的解答。由于知识和推理分开, 由于知识库

* 本课题属国家自然科学基金资助项目。

中知识是不连贯的,使库中知识易于阅读,宜于表达方案生成、修改和判断中专家们经验性、判断性和经常要修改的知识。从而使系统具有以下三方面的功能:

1. 系统利用专家知识和经验可以同时生成十个各不相同的初始方案 [3]。

2. 系统可以运用存放在知识库中的修改方案的专家知识将远离约束条件的初始方案迅速拉回到约束边界附近,再结合优化设计方法和人工在终端上修改设计参数的方法使方案落在约束条件的容差范围内,并逼近主要目标的局部极值。通过修改方案可以获得数十个各具特色的可行方案。[4]

3. 系统用多目标模糊全局优化方法对每一个可行方案给予评价。评价时,系统可以同时考虑八个目标和八个有容差的约束条件。凡是没有容差的约束条件均在方案可行性分析时予以考虑,即将不符合约束条件的方案先剔除,其余方案再参加评价。目标包括坝体体积、单位高度柔度系数、工期等,约束条件包括最大拉压应力、坝肩稳定安全系数、坝体最大倒悬度、坝体最大厚度等。工程设计追求的目标,并非都能定量表示,常常还包含一些只能定性表示的目标,如施工难易、美观与否。还有一类目标如工期长短,虽然可以定量表示,但要用到许多一时还无法确定的资料,例如施工方法和机械等,在研究拱坝体形方案时常常还难以给出准确的计算值,只能由有经验的工程师给出一个大致估计,即相当于定性指标。为此系统八个目标中包括四个定量目标和四个定性目标。定量目标系统可算出确切的数值。定性目标只能由用户给出定性指标。EAOP系统中包含着多种计算目标和约束的隶属度、确定权系数和进果用户要求,系统还可代用户选择方法。

知识和推理分开的另外二个优点是:

(1) 可以把常用的各种推理方法汇总成为推理包,作为专家系统构造工具,用以提高开发效率。

(2) 由于知识库很容易修改补充,这就为系统自己学习创造了条件,可研制机器学习系统来不断改进和提高知识库。

1.2 系统的结构特点

EAOP系统的结构如图1所示,由许多独立的子系统组成。它们可以归纳成两大类型:数值分析型系统和智能型系统。数值分析型系统用于分析坝体应力、坝肩稳定性和进行体型优化等方面。智能型系统如前所述用于设计方案的生成、修改、评价和机器学习。由于每个子系统可以独立运行,故系统运行方式十分灵活。系统不必每次从头开始运行,可以从前一次运行中断处继续运行。用户也可跳过几个子系统运行。对修改方案的子系统用户可以按任意次序选用,可以只用其中一种并重复运行多次。系统可以方便地从设计、分析、评价和绘图等方面的任意一种转到另一种。从而保证用户在设计过程中起主导作用。

子系统的独立性还便于用户阅读和理解、便于部分子系统更新和维护,为子系统标准化和在不同系统中交流子系统创造了条件。如本系统中方案评价和机器学习子系统稍加修改后就可以移植到其它智能设计系统中应用。

1.3 系统使用特点

系统用C语言、FORTRAN 77语言和浙江大学人工智能研究所研制的专家系统构造工具ZIP/E编写。系统可以在386型微机的DOS系统下运行,故时空效率高,易于移植和维护。机种的普遍性使系统能够为地县一级设计单位服务。

通常,把系统分成许多独立子系统,在运行时将增加大量操作命令和子系统之间的数据传送,使应用复杂化。本系统通过对设计软件数据结构的特点的研究,开发了一个可供大部分子系统用的标准接口。还建立了数据库和一批批处理程序,把各种可能运行方式所要求的一连串命令变成一条命令,以方便系统使用。