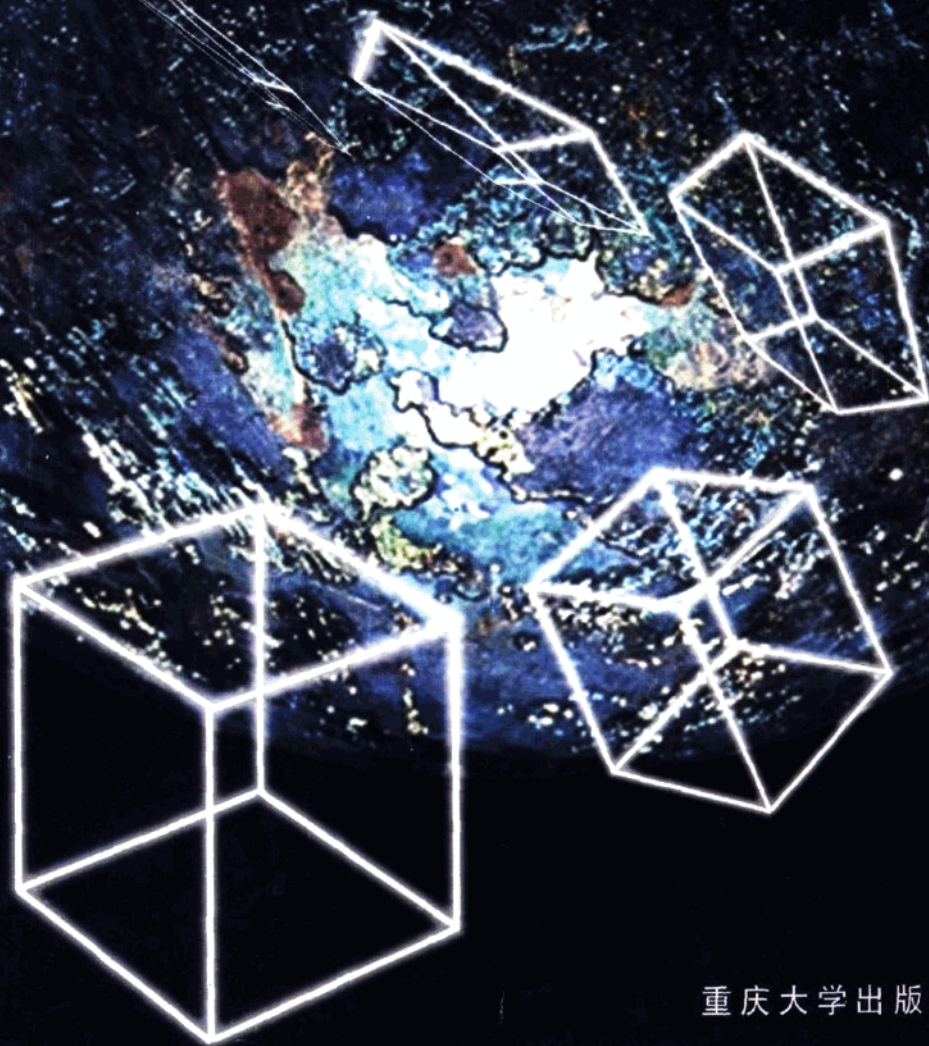


计算机绘图

丁 一 主编



重庆大学出版社

前 言

计算机绘图(CG)、计算机辅助设计(CAD)及计算机辅助制造(CAM)是近年来工程技术领域中发展最迅速、最引人注目的高新技术之一,它们已成为工业生产现代化的重要标志。可以预言,今后十年中它们将与生物工程、光纤通讯、核能技术、遗传工程等十大技术一样获得更为广泛、深远的发展,对国民经济产生举足轻重的影响。

众所周知,计算机绘图是计算机辅助设计和计算机辅助制造的重要基础。现代大学生、研究生、工程技术人员只有掌握了计算机绘图及计算机辅助设计,才能适应社会高速发展的需要。同时,计算机软、硬件的性能价格比大幅度的下降,为我们学习 CG、CAD 以及 CG、CAD 的普及应用敞开了方便之门。为此,我们在多年教学及科研实践的基础上,在原《计算机绘图》讲义的基础上,经过补充、修改和完善后编写了本书。

本书阐述了计算机绘图的基本原理、方法,并按中国工程技术人员的习惯,以较少的篇幅简洁明了地讲述了 AutoCAD14.0 的几乎所有二维操作(包括鹰眼、夹持点等),突出了实用性。

本书由丁一主编,张晓冬副主编,何玉林教授审稿;丁一编写第一、三、四、五、六、七章,张晓东编写第二、八章。本书在编写过程中,得到了有关同行专家、教师、学生的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于计算机绘图发展很快,加之时间仓促,错误之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。

作 者

1998 年 12 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 计算机绘图研究内容及发展概况	(1)
一、计算机绘图研究内容	(1)
二、计算机绘图发展概况	(2)
第二节 计算机绘图的应用及发展趋势	(2)
一、计算机绘图的应用	(2)
二、计算机绘图的发展趋势	(3)
习 题	(3)
第二章 计算机绘图系统的组成	(4)
第一节 计算机绘图系统的分类	(4)
第二节 计算机绘图系统硬件	(5)
一、主机	(5)
二、图形输入设备	(6)
三、图形显示设备	(6)
四、图形绘制设备	(7)
第三节 计算机绘图系统软件	(7)
一、计算机图形标准体系	(8)
二、几种常用的绘图工具软件简介	(10)
习 题	(11)
第三章 空间实体的计算机表达	(12)
第一节 坐标系统	(12)
第二节 三维物体在计算机内的表达方法	(12)
一、线模型、面模型及体模型	(12)
二、三维物体的体素拼合	(15)
第三节 三维物体常用表示模型简介	(16)
一、结构化形体几何模型(Constructive Solid Geometry 简称 CSG)	(16)
二、边界面模型(Boundary Representation 简称 B-Rep)	(16)
习 题	(21)

第四章 图形处理技术基础	(22)
第一节 二维几何变换	(22)
一、恒等变换	(22)
二、比例变换	(23)
三、反射变换	(23)
四、错移变换	(24)
五、旋转变换	(25)
六、平移变换与齐次坐标	(26)
七、绕任意点的旋转变换及矩阵级联	(27)
第二节 三维几何变换	(28)
一、三维平移变换	(28)
二、三维比例变换	(28)
三、三维错移变换	(29)
四、三维旋转变换	(30)
第三节 三维物体投影变换	(33)
一、正投影变换	(34)
二、轴测投影变换	(37)
三、透视投影变换	(40)
第四节 开窗裁剪	(44)
一、窗口—视区变换	(44)
二、图形的裁剪	(46)
第五节 隐藏线及隐藏面的消除	(48)
一、凸多面体隐藏线的消除	(49)
二、隐藏面的消除	(50)
习 题	(53)
第五章 绘图程序设计	(55)
第一节 C 语言简介	(55)
一、概述	(55)
二、C 语言的图形函数与应用	(56)
第二节 QBASIC 语言简介	(63)
一、概述	(63)
二、QBASIC 语言的图形功能	(64)
第三节 绘图子程序(函数)设计	(68)
一、绘图子程序(函数)设计要求及基本方法	(68)
二、绘图子程序(函数)设计举例	(68)
第四节 零件图程序设计	(77)
一、利用图形拼合法生成零件图	(77)
二、利用图形运算法生成零件图	(82)

三、利用综合法生成零件图	(83)
第五节 装配图视图的程序设计	(83)
一、由调用零件图子程序组装装配图	(84)
二、消去被覆盖零件上的不可见图线	(84)
习 题	(85)
第六章 曲线的生成与绘制	(86)
第一节 三次参数样条曲线	(86)
一、三次参数样条曲线段的定义	(86)
二、三次参数样条曲线的连续性	(88)
三、三次参数样条曲线的绘制	(89)
第二节 三次 Bezier 样条曲线	(90)
一、三次 Bezier 曲线段的定义	(90)
二、Bezier 曲线的性质	(91)
三、三次 Bezier 样条曲线的绘制	(92)
第三节 三次 B 样条曲线	(93)
一、三次 B 样条曲线段的定义	(94)
二、三次 B 样条曲线的性质	(95)
三、三次 B 样条曲线的绘制	(97)
习 题	(98)
第七章 典型绘图软件 AutoCAD	(99)
第一节 概述	(99)
一、AutoCAD 14.0 运行环境	(99)
二、AutoCAD 14.0 的安装及系统组成	(99)
第二节 AutoCAD 环境设置	(101)
一、AutoCAD 绘图界面设置	(101)
二、AutoCAD 绘图环境设置	(103)
第三节 怎样开始一个新图	(109)
一、使用启动指南开始一个新图	(110)
二、使用模板图开始一个新图	(111)
三、快速启动(或从零)开始一个新图	(111)
四、在 AutoCAD 中怎样获取帮助	(112)
五、功能键简介	(112)
第四节 基本二维绘图	(113)
一、点的绘制 (POINT 命令)	(113)
二、直线绘制 (LINE 命令)	(114)
三、多重线的绘制 (MLINE 命令)	(116)
四、圆的绘制 (CIRCLE 命令)	(118)

五、圆弧的绘制 (ARC 命令)	(119)
六、椭圆的绘制 (ELLIPSE 命令)	(119)
七、矩形的绘制 (RECTANG 命令)	(121)
八、多边形的绘制 (POLYGON 命令)	(121)
九、实体绘制 (SOLID 命令)	(122)
十、轨迹线的绘制 (TRACE 命令)	(122)
十一、圆环的绘制 (DOUNT 命令)	(122)
十二、样条曲线的绘制 (SPLINE 命令)	(123)
十三、多义线的绘制 (PLINE 命令)	(123)
十四、边界设定 (BOUNDARY 命令)	(125)
十五、区域填充 (BHATCH 命令)	(126)
第五节 图形编辑命令	(128)
一、图形的擦除 (ERASE 命令) 与恢复 (OOPS 命令)	(128)
二、目标选择	(129)
三、图形的修改 (CHANGE 命令)	(131)
四、图形的切断 (BREAK 命令)	(132)
五、图线的修剪 (TRIM 命令)	(133)
六、修改图线长度及圆弧角度 (LENGTHEN 命令)	(133)
七、图形的延伸 (EXTEND 命令)	(135)
八、图线的拉伸 (STRETCH 命令)	(135)
九、图形倒圆角 (FILLET 命令)	(136)
十、图形倒角 (CHAMFER 命令)	(137)
十一、图形的映射 (MIRROR 命令)	(138)
十二、图形的陈列 (ARRAY 命令)	(139)
十三、图形的复制 (COPY 命令)	(140)
十四、图形的偏移 (OFFSET 命令)	(140)
十五、图形的旋转 (ROTATE 命令)	(141)
十六、图形的平移 (MOVE 命令)	(142)
十七、多义线的编辑 (PEDIT 命令)	(142)
十八、U、REDO、UNDO 命令	(144)
十九、图素特性编辑	(144)
二十、夹特点编辑简介	(145)
二十一、块的操作	(147)
第六节 显示控制	(150)
一、标准工具栏上显示控制按钮简介	(150)
二、ZOOM 命令和 Zoom 工具栏	(152)
三、命名视图控制显示	(153)
四、多视窗显示	(155)
第七节 文本注写	(157)

一、文本式样设置	(157)
二、文本的注写	(158)
三、文本的编辑	(161)
第八节 尺寸标注	(163)
一、尺寸标注式样设置	(163)
二、尺寸标注	(168)
三、尺寸标注的编辑	(173)
第九节 三维图形绘制简介	(175)
一、绘制三维图形基础	(175)
二、三维图形的绘制方法	(178)
三、三维实体造型举例	(182)
习 题	(187)
 第八章 AutoCAD 的二次开发与应用	(190)
第一节 概述	(190)
第二节 AutoLISP 语言程序开发	(191)
一、概述	(191)
二、AutoLISP 程序的输入、加载与运行	(192)
三、AutoLISP 程序设计要点	(192)
第三节 ADS 与 ARX 开发系统	(193)
一、概述	(193)
二、ADS 与 ARX 的组成与特点	(193)
三、ADS 与 ARX 程序的加载与运行	(194)
四、ADS、ARX 与 AutoLISP 的比较	(194)
第四节 命令组文件 SCR	(195)
一、概述	(195)
二、SCR 文件的输入与调用	(195)
三、幻灯片播放	(195)
第五节 图形交换文件	(196)
一、DXF 图形交换文件	(197)
二、AutoCAD 其它的输入、输出文件格式	(202)
第六节 AutoCAD 菜单用户化	(202)
一、概述	(202)
二、菜单源文件格式	(202)
三、用户菜单的加载	(203)
习 题	(204)
 参考文献	(205)

第一节 计算机绘图研究内容及发展概况

一、计算机绘图研究内容

计算机绘图(Computer Graphics)是随计算机科学迅速发展而形成的一门新兴学科,它研究怎样用数字计算机生成、处理和显示图形的原理、技术和方法。计算机绘图系统产生的图形,总体来看可以分为两大类:一类是线框图,它用线段来表现图形,能反映客观实体的内部结构,如工程图、曲线图形等;另一类是面图(即明暗图),它与照片相似,适于表达客观实体的外形或外貌,如飞机、轮船、汽车的外形设计,各种工艺品的造形设计等。

图形也可以称作图像,图像处理是另一门计算机技术,它将客观世界中原来存在的物体映像处理成新的数字化图像,如卫星遥感中的资源勘测、气象预报中的云图和海图处理、工程图扫描、金相图谱分析等。图像处理中关心的问题是怎样滤去噪声,压缩图像数据以便于传输和存贮,用对比增强技术突出图像中的某些特征,用复原技术使模糊的图像清晰,从扫描信息中重建二维和三维图像等。

与图像处理密切相关的另一门技术是模式识别,它研究怎样分析和识别输入的图像,找出其中蕴含的内在联系或抽象模型。例如,邮政分检设备扫描信封上手写的邮区编码,将图码图形复原为数字,并依此分拣信件;工业机器人识别传送带上的零件品种和方位,自动完成装配工序等。

还有一门专门研究几何模型和数据处理的学科,这就是计算几何。计算几何着重讨论几何形体的计算机表示和分析、综合。它研究怎样方便灵活地建立几何形体的数学模型,提高算法效率,在计算机内更好地存贮和管理这些模型数据等。

计算机绘图则着重讨论怎样将数据和几何模型变成图像,它与上述几门相关学科的关系如图 1-1 所示。

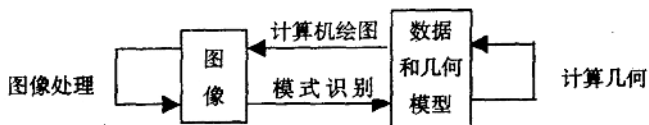


图 1-1 计算机绘图与相关学科的关系

本教材主要讨论计算机绘图部分内容,着重讲述图形处理方法、绘图软件的编制以及典型绘图软件的使用。

二、计算机绘图发展概况

计算机绘图的研究始于 50 年代,1951 年美国麻省理工学院的 Whirlwind 计算机装上了用计算机驱动的 CRT 显示字符、公式和简单的图。接着,1958 年美国的 GERBER 公司试制出了第一台平台式数控绘图机,于 1960 年又制成第一台滚筒式绘图机。从此,计算机除了能输出数字、文字之外,还能直接输出图形。1962 年麻省理工学院的 Ivan. E. Sutherland 研制的 Sketchpad 绘图系统诞生了;I. E. Sutherland 发表的题为“人—机图形通讯系统”的论文,开拓了一个有意义的研究领域——计算机绘图。在这个系统中,他用键盘和光笔完成人机对话、作图,并引进了存贮图形的数据结构等。从此,许多公司和机构围绕这一领域对计算机绘图系统的硬件和软件做了大量的研究工作,计算机绘图开始了它的黄金时代。

60 年代中期,主要发展的是光笔和矢量显示器,它们与显示处理器、显示缓存构成显示系统。但在当时由于存贮器和高速器件的价格较高,这种刷新式矢量显示器比较昂贵。到了 70 年代中期,由于微电子学的发展,半导体存贮器和微处理机等大规模集成电路的性能价格比有了很大的改善,人们借助于电视技术,大大地发展了光栅显示器。同时图形软件包与具体图形输入输出设备的相关性也得到了很大提高,正是这些软硬件的飞速发展使计算机绘图由过去的大、中型主机扩展到微机,计算机绘图已开始进入普及化与实用化的阶段。目前,计算机绘图已经深入到我国的各个领域,使得传统的工程设计工作发生了巨大变化。

第二节 计算机绘图的应用及发展趋势

一、计算机绘图的应用

图形比文字、报表更直观、逼真。所谓“一目了然”、“耳闻不如目睹”,都说明形象观察的优越性和必要性。图、文两种形式的相互结合更大大地改善了计算机交互操作的用户界面,开辟了计算机应用的很多新领域,下面简要说明某些典型应用。

1. 工程设计

这是计算机绘图在工业界应用最重要的领域。目前,计算机绘图正在迅速取代绘图板加丁字尺的传统设计方法,担负起繁重的日常出图任务以及总体方案的优化和细节设计工作。在机械设计中,数学近似分析已有一百多年历史,对于复杂的结构,传统的数学方程无法描述时,可用有限元技术解决。50 年代,计算机就能进行有限元分析。现在应用计算机绘图,能使设计者亲眼见到机件受力后的应力分布和应变结果,从而使工程设计得以优化。例如:设计汽车车身系统模型,然后在外加载的情况下,动态显示不同外载荷下、不同路面上车身的变形,从而模拟出最优化的设计。这样省去了制造样机,节约了时间、经费,同时达到了优化。

2. 科学研究

在科学研究中,计算机绘图常用于模拟复杂过程和处理数据。计算机绘图加速了由数字信息转换成二维、三维图形的过程。在量子化学中,计算机绘图可清楚地表达原子分子的运动碰撞过程的能量变化情况,当然计算机绘图还可描述复杂分子模型和物理过程。

3. 动画制作

计算机绘图可用于制作动画。在国外,计算机动画已经成为计算机绘图的一个分支,并进入了实用阶段;在国内也成功地应用二维绘图软件和三维立体造型技术制作电视节目片和广告,同时用动画还可模拟机床的振动、机构的运动使结构设计优化。如用专用绘图硬件和飞行功能模拟器结合进行飞行模拟,效果逼真,不需飞行员登机操作就能考核其驾驶水平,从而节省了大量费用。

4. 业务管理、美术设计

利用计算机绘制业务管理部门的管理图,如统计用的直方图、线条图、圆饼图、工作进程图等各种图表。这些图能形象地表明数据的关系及其趋势,提高了可视性。利用计算机绘图还可以完成服装裁剪、花布设计、鞋面设计甚至国画、书法等美术工作。

5. 辅助教学

计算机绘制的图形还可使教学内容形象直观、生动地表现出来,从而提高学生的学习兴趣 and 教学效果。

二、计算机绘图的发展趋势

1. 由二维图形软件向三维实体造型方向发展

二维图形只能表示空间设计对象的某个局部投影。然而在进行设计时,首先在人的头脑中建立起来的是一种三维物体模型,因为它能更直观、更全面地反映设计对象。一旦三维物体模型建立之后,再从三维模型生成二维视图、剖视及剖面图以及其它工程分析、强度计算、有限元分析及工艺过程等。工程人员希望直接在屏幕上通过软件(图形生成的算法及程序设计通称软件)来构造三维实体模型,并能对它进行修改及编辑。因此,目前三维实体造型是一个迫切需要解决的问题。

2. 由单一化向标准化方向发展

由于图形在计算机内是一种范围很宽而又很复杂的数据,因而对它的描述和处理也是复杂的,同时由于硬件的飞速发展,图形输入、输出设备种类繁多,使得图形软件,较难独立于I/O设备、主机、工作语言和应用领域。因此,图形软件研制成本高、可移植性差成为一个严重的问题。图形软件标准化有助于设计图形的应用程序在不同的系统之间移植,便于图形数据的交换和传送,给用户带来极大方便。因此,目前图形软件向标准化方向发展。

3. 由单纯的计算机绘图向计算机辅助设计、计算机辅助制造一体化方向发展

4. 以微机为主的网络 CAD 系统将是长期的研究重点

【习 题】

1-1 试述计算机绘图所研究的基本内容。

1-2 计算机绘图、图像处理与模式识别、计算几何的本质区别是什么?

1-3 简述计算机绘图的发展方向。

第二章

计算机绘图系统的组成

第一节 计算机绘图系统的分类

按照计算机的连接方式,计算机绘图系统可分为单机绘图系统与网络绘图系统两种。

单机计算机绘图系统是指由单台主机、图形输入设备、图形显示设备、图形绘制设备以及安装在主机上的绘图软件组成的绘图系统。

单机绘图系统适用于小规模绘图工作,如图 2-1 所示。

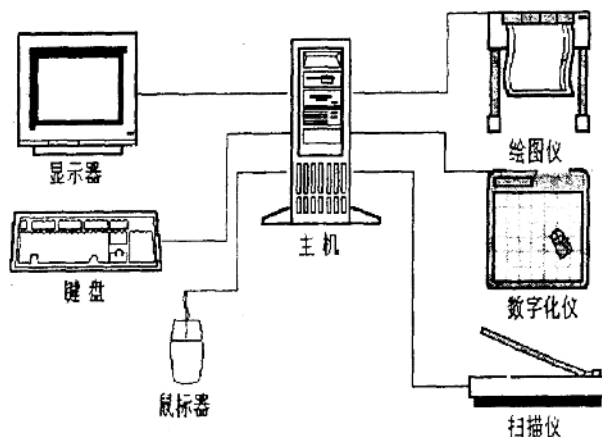


图 2-1 单机计算机绘图系统硬件连接示意图

网络绘图系统是指将多台主机、图形输入设备、图形显示设备、图形绘制设备连接而成的网络以及网络绘图软件组成的绘图系统。一个局域网绘图系统的网络连接示意图如图 2-2 所示。

网络绘图系统的优点在于使分散的计算机能实现软硬件资源的共享,系统资源利用更加合理有效,绘图效率大大提高。网络绘图系统适用于较大规模的绘图工作。

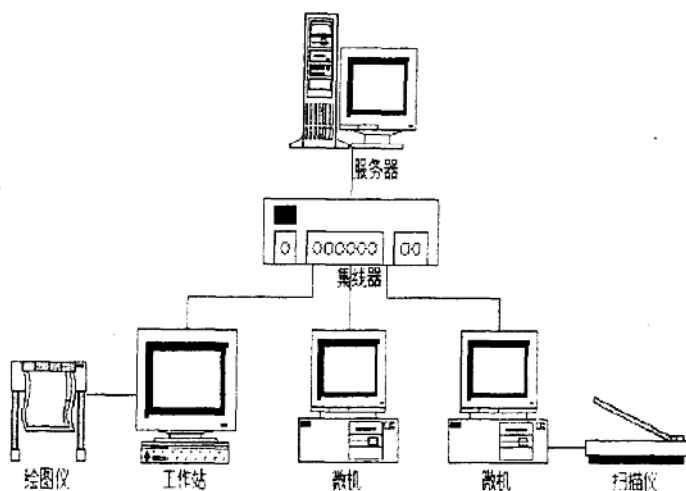


图 2-2 一种网络计算机绘图系统硬件连接示意图

第二节 计算机绘图系统硬件

一、主机

主机可分为工作站与微机两种。

1. 工作站

工作站是由 80 年代初期的大中型计算机转变而来的,它克服了大中型计算机体积庞大的缺点,增强了图形处理、网络互联和硬件可扩展性的能力,并大幅度降低了成本和价格。目前工作站的代表产品有 SUN、HP、DEC、IBM、SGI 等公司的产品。与微机相比,工作站在计算速度、虚拟存储、图形处理等方面具有优势,但随着微机性能价格比的迅速提高,工作站面临着越来越大的挑战。

2. 微机

微机主要指以 80X86 作为 CPU(中央处理单元)的计算机。衡量微机性能的主要指标有:

(1) 运算速度 运算速度以 CPU 的每秒执行指令数目来衡量。当前的运算速度已达到了 300MHz 以上。

(2) 字长 字长指 CPU 每执行一条指令可从内存提取和处理的数据位数,当前 386、486 微机的字长为 32 位,586、686 等微机的字长为 64 位。

(3) 内存容量 内存越大,可容纳和处理的程序和数据量就越大。

目前的高档微机以 686 或更高性能的 CPU 为处理器,配置 64MB 以上的内存来提高处理速度,普遍基于 Windows 95 或 Windows NT 等 32 位的多任务、多窗口操作系统。在这种配置下,微机绘图系统的性能直逼工作站系统。

由于价格便宜,性能又相对较高,高档微机十分适用于中小型绘图系统;而工作站适用于

复杂大件的三维建模、工程分析等较复杂的绘图系统。在网络绘图系统中,二者经常共存,从而取长补短,使资源得到更合理的利用。

二、图形输入设备

为了对图形实现各种输入操作,除键盘之外,还有各式各样的输入设备,如光笔、鼠标、数字化仪、扫描仪等。

1. 鼠标

鼠标是计算机的基本设备,也是计算机绘图中最常用、价格最便宜的输入设备。鼠标主要

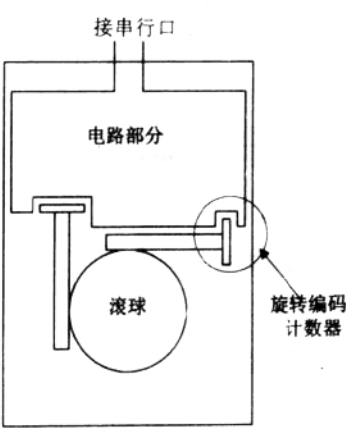


图 2-3 机械式鼠标原理示意图

用来控制屏幕上光标的位置。当鼠标在桌面上移动时,显示屏上的光标也随之移动,从而方便地到达屏幕上的任何位置。鼠标上还有 2~3 个按键,用于实现不同的操作。鼠标有机械式与光电式两种。机械式鼠标的底部有一个小球,在移动中小球带动旋转式编码计数器(X 、 Y 方向)旋转从而得到 X 、 Y 方向的相对位移,经转换通过驱动程序来控制屏幕上的光标位置,如图 2-3 所示。光电式鼠标必须在特制的鼠标垫上使用,鼠标垫上有密集的纵横线。当鼠标移动时,鼠标体内的发光二极管与光传感器相互配合,检测鼠标垫上纵横线的变动从而产生代表鼠标位移的光电信号,再经过驱动程序来控制屏幕上的光标位置。光电式鼠标定位精度高,但价格较高,又必须使用鼠标垫,因

此目前应用较广的还是方便、便宜的机械式鼠标。

2. 数字化仪

数字化仪又称图形输入板,是专门为二维绘图设计的。数字化仪有机械式、电磁感应式、光检测式等多种,其中最常见的是电磁感应式。电磁感应式数字化仪由一块图形输入板和一个游标定位器组成,如图 2-4 所示。板的下面是网格状的金属丝,不同的位置产生不同的感应电压从而代表 X 、 Y 的位置。数字化仪可在输入板指定位置或屏幕上设置的菜单区点取菜单,还可以将需绘制的图纸固定在板上,然后用数字化仪定位坐标进行描图,几乎和手绘一样方便。

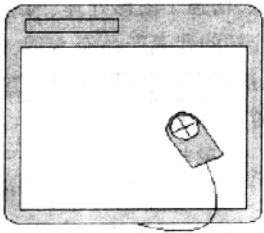


图 2-4 电磁感应式数字化仪

3. 扫描仪

扫描仪可以将图像扫描到计算机内形成点阵文件进行存贮。扫描仪的使用大大缩短了已有图纸的输入时间,是建立大型图库的有效方法。其缺点是扫描输入的图形以点阵方式存贮,因此对图形进行编辑修改很不方便。

三、图形显示设备

图形显示设备主要指图形显示器,主要器件是阴极射线管(CRT)。目前,计算机绘图系统

广泛使用的是光栅扫描式显示器。

衡量图形显示器清晰度的主要指标是分辨率。同样尺寸的屏幕,水平方向像素的数目越大则分辨率越高,显示的图形越细腻。分辨率为 640×480 表示在水平方向上有 640 个像素,在垂直方向上有 480 条扫描线。

图形显示离不开图形显示卡。由于显示每个像素的亮度和颜色均由数据来表示,因而需要较大的存储器来存贮屏幕上像素的状态。图形显示卡提供对像素状态的存取能力和图形加速能力。

四、图形绘制设备

图形绘制设备主要有打印机与绘图仪两类。

打印机有针式打印机、喷墨打印机和激光打印机三种。针式打印机结构简单、价格低廉,通常用于图形精度不高的场合,如绘制草图、打印报表等。喷墨打印机和激光打印机都可以达到较高的分辨率(300~600 点阵以上),后者具有更高的输出速度,但价格较高,且打印幅面小,在绘图中常受到幅面的限制。

绘图仪有笔式绘图机和喷墨绘图机两类。笔式绘图机分为平板和滚筒式两种,后者适用于大幅面图纸的输出。笔式绘图机的基本原理是:由 X、Y 两个方向的步进电机来驱动,使笔和纸之间产生相对运动画出线条。笔式绘图机的重复定位精度较低,因此近几年出现了喷墨绘图机,将喷墨打印的方法用于滚筒式绘图机上,使绘图质量和效率都得以提高,缺点是成本较高。

第三节 计算机绘图系统软件

随着计算机的硬件系统性能不断增强、价格迅速下降,计算机绘图系统的硬件已不是影响其功能的主要因素。一个计算机绘图系统功能是否强大、使用是否方便,更主要地取决于其软件系统所提供的图形处理能力的强弱。

计算机绘图软件可分为两大类:工具软件、应用软件。计算机绘图软件的组成体系如图 2-5 所示。

工具软件一般为商品化软件,用户无需自己编制绘图程序,只要使用工具软件所提供的绘图功能就能进行计算机绘图。这类软件如 AutoCAD 通用绘图系统、PhotoShop 图像处理系统等。

应用软件是用户根据实际绘图需要自己开发的软件,一般用于专业需要。应用软件的开发方式有两种:一种是购买商品化的工具软件,然后使用工具软件提供的二次开发工具,基于该工具软件开发自己的绘图系统,如基于 AutoCAD 开发的各种 AutoLISP 程序系统;另一种是使用高级程序语言,直接基于操作系统开发,如直接采用 C 语言提供的图形函数进行绘图。

无论哪一类绘图软件,都需要操作系统和图形标准的支持。



图 2-5 计算机绘图软件的组成体系

从 60 年代开始到现在,计算机绘图系统软件的发展经历了一个多方位的发展过程。

首先是功能的不断强大。从早期的被动式绘图到交互式绘图方式的演变;从简单的二维绘图到复杂的三维建模、模态分析;从小规模的单机绘图软件到大规模的网络用户软件。

其次是应用领域的不断扩大。目前绘图软件的应用领域已包括机械、建筑、电子、地图、轻工(服装、家具、陶瓷、工艺品)等各种专业软件系统。

第三是标准化、规范化的不断提高。随着计算机绘图软件数量的迅速增加、应用领域的迅速扩大,各种绘图软件迫切需要独立于不同的硬件平台并互相理解与兼容。为此计算机图形系统的标准体系正在不断地形成与完善。

一、计算机图形标准体系

计算机绘图系统的软件发展十分迅速,因此绘图软件的标准化、规范化问题十分重要。本节将重点介绍计算机图形系统的标准体系。

到目前为止,ISO/IEC JTC1 的第 24 技术委员会已制定出了一套较为成熟的计算机图形标准,其标准体系如图 2-6 所示。

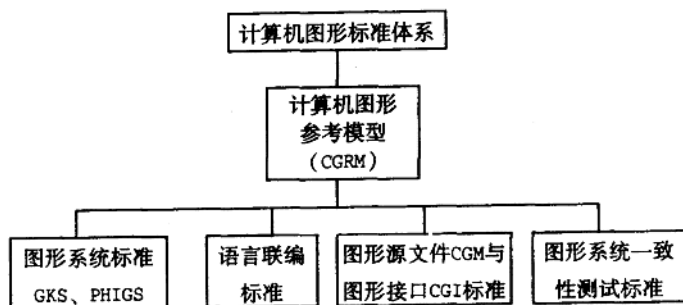


图 2-6 计算机图形系统标准体系

1. 计算机图形参考模型

建立参考模型的目的是对复杂的系统从整体方面进行约束,使得各个单元技术的发展能够协调一致。计算机图形参考模型把计算机图形标准所支持的系统称为计算机图形环境,并解释了图形环境的内部逻辑关系和外部接口。

2. 图形系统标准

图形软件标准化一直是计算机图形学的重要研究课题。制定图形软件标准的目的在于:

①解决图形软件的可移植性问题。由于图形软件较难独立于 I/O 设备、主机、工作语言和应用领域,因此图形软件研制成本高、可移植性差成为一个严重的问题。图形软件标准化有助于设计图形的应用程序在不同的系统环境中移植,便于图形数据的变换和传送,降低图形软件研制的成本,缩短研制周期。

②有助于程序员理解和使用图形学方法,给用户带来极大方便。

③提高图形软件的规范化程度,减小软件开发工作者的重复性劳动。

图形系统标准包括 GKS、GKS-3D、PHIGS 等关于独立于设备的图形系统软件包的标准。下面以二维图形核心系统 GKS 为重点,说明图形系统标准的原理与功能。

(1) GKS 的原理

众所周知,任何一种图形设备都有与自身相匹配的图形系统,二者的接口往往是专用的;而图形系统向用户提供的应用程序接口也是特殊的。显然,图形系统是非标准的,不能互换,同时各应用程序只能在相应的硬件系统中运行,不能通用,这给用户带来许多麻烦。GKS 向用户提供了一个标准的应用程序接口;向图形设备提供了标准的设备驱动程序接口。故硬件设备的类型与性能就不再为应用程序所关心,从而给编制应用程序的用户带来极大方便,而且各应用程序可以交换,能在不同系统上运行,具有很好的可移植性。GKS 已被国际标准化组织正式采纳为二维图形用户接口的国际标准,随之出现了许多采用 GKS 标准的图形软件,并实现了商品化。

(2) GKS 的层次模型

图 2-7 是 GKS 的层次模型,表示了 GKS 在图形应用系统中的地位。

将图形应用系统从里到外分为若干层次,系统的核心 GKS 与具体的语言、应用、机器、设备无关,然后逐层地加上不同的功能。各层的关系向上兼容,外层包含了内层的功能。

与图形核心系统相邻的外层是语言相关层。GKS 作为图形系统的核心,是各种应用程序的公共代码部分,系统必须为各种语言提供语言联编接口。在具体应用中,必须以符合所使用语言的约定方式把 GKS 嵌入到具体的语言层中,因此 GKS 可用多种程序语言实现。美国 1993 年公布的 GKS 文本附录已有正式的 GKS FORTRAN 语言汇集及例子。其它语言如 BASIC、PASCAL、C 与 GKS 的连接已经或正在实现。

语言相关层的外层是面向不同专业的应用层。最外层的应用程序则是对各种具体应用的实现。应用程序层通过语言相关层来调用 GKS 的功能组。

图形核心系统通过操作系统来管理各种图形资源和其它资源。所有的图形资源必须经 GKS 控制,应用程序不得绕过 GKS 而直接利用这些资源。当使用不同的输入输出设备时,只需按规定写入该设备的代码,即可调用相应的设备驱动程序。

(3) GKS 的功能

GKS 图形软件包本身是由一系列的功能集组成,它支持在绘线型或光栅型图形设备上产生二维图形的应用;它通过基本的图形输入和图段功能支持图形输入和人机交互作用;它允许图形的存储和动态修改;它将工作站作为图形处理的虚拟或逻辑设备,并提供了可以描述依赖于工作站的图元属性手段,增强了描述和利用图形设备局部功能的能力;它提供了两级图形变换,使得应用程序具备了定义和选择多重局部图形环境以灵活构造和选取整体图形的能力;它具有便于图形长期保存、图形信息交换和输入的源文件处理功能。GKS 作为通用的基础软件,可为各种图形的应用服务,应用程序按一定的规则和次序来调用这些功能集,来完成图形的输入、输出、变换及组合等工作。

80 年代中期公布的 ISO GKS 是二维图形软件的国际标准,这对于构成一个通用的图形软件标准是不够的。为此,ISO/IEC 制定了三维图形核心系统 GKS-3D 的图形国际标准作为 GKS 的补充。GKS-3D 提供三维空间下的图形功能,它包括了 GKS 的重要概念和特点,在三维空间

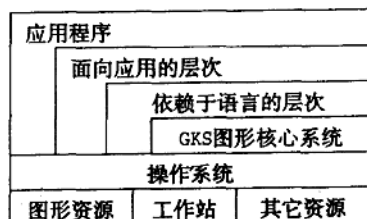


图 2-7 GKS 的层次模型

里对原 GKS 的功能进行精确定义,这样两者在实现时并不互相依赖,而设计原则和基本结构上又尽量保持一致。

3. 语言联编标准

语言联编标准是图形功能调用的子程序名和对应功能的对照表,为系统开发人员和用户提供可遵循的准则。其目的同样是为了用户的应用程序不依赖于具体的图形系统,具有良好的可移植性。

4. 图形源文件与图形接口

图形源文件(CGM)标准用于源文件解释和生成的标准化。该标准定义了图形数据物理文件的标准格式。图形系统通过源文件生成/解释器对源文件进行读写。

图形接口(CGI)用于图形终端和其它绘图机等设备接口的标准化。CGI 的应用可以省去图形设备的驱动程序或使驱动程序为最小。

5. 一致性测试

标准实现的一致性测试是信息技术领域中检查系统是否符合标准的重要技术,它越来越成为标准化工作中不可缺少的组成部分。

二、几种常用的绘图工具软件简介

计算机绘图软件的发展十分迅速并高度商品化,按照其运行的硬件平台,可将其分为基于微机的软件系统与基于工作站的软件系统。目前,常见的基于微机的软件系统有:AutoCAD、CADKEY、SolidWorks、开目、高华、宇思等系统;基于工作站的软件系统有:UG、Pro/Engineering、I-DEAS等,随着微机性价比的提高,这些主要基于工作站的软件系统也开始推出其微机版本。

1. AutoCAD 通用绘图软件包

AutoCAD 是美国 AUTODESK 公司推出的基于微机的通用绘图软件包,从 1982 年推出第一个版本,到 1997 年 5 月第 14 版已经问世。AutoCAD 是目前国内外应用最为广泛的微机绘图软件之一,既有基于 DOS 的版本,又有从 AutoCAD12.0 开始出现的基于 Windows 操作系统的版本。

AutoCAD 具有人机交互式图形输入和输出功能、辅助作图、编辑修改及尺寸文字标注等功能;除二维绘图外,能够实现三维实体建模并能得到具有真实感的透视及彩色浓淡效果图;通过设备驱动程序可以同多种外设连接;人机界面友好、直观、易学、易用,符合 X-Windows 标准。

AutoCAD 是一个开放式的图形系统,可以方便地实现菜单、线型、文字字型、填充图案的用户化;提供完善的二次开发功能,如 AutoLISP、ADS 等开发工具,提供与 FORTRAN、C++ 等高级语言的接口,实现与数据库系统的通讯,通过 DXF、IGES 等标准图形接口文件与其它绘图软件实现图形数据共享;具有动态连接嵌入(OLE)能力,可方便地与 Word、VISIO 等软件实现通讯。本书将在第七章典型绘图软件中对 AutoCAD 进行较为详细的讲述。

2. Mechanical Desktop (MDT) 三维绘图软件包

Mechanical Desktop 是美国 AUTODESK 公司在 AutoCAD 基础上开发的集三维建模与二维绘图于一体的集成软件包,用户可以利用它来构思和设计自己的产品并形成文档。Mechanical Desktop 的主要功能有:

- ① 通过尺寸驱动系统创建参数化模型;
- ② 用特征建立零件模型从而构成零件的基本形状;