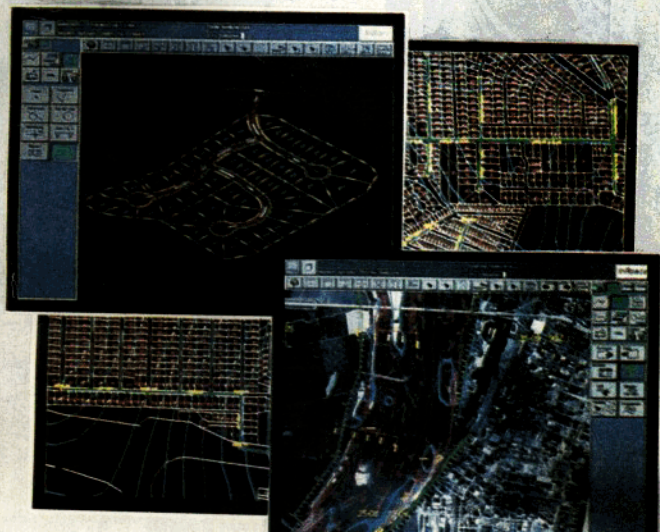


北京希望电脑公司

C 环境下地图图像矢量化 及图形编辑技术与实例

林春蔚
徐学云
程存学
朱恒余

编著



北京希望电脑公司计算机技术丛书

247415

C环境下地图图像矢量化 及图形编辑技术与实例

林春蔚 徐学云 程存学 朱恒余 编著

- 完美的图形图像输入技术
- 图形图像拼接, 裁剪, 数据压缩
- 二值图像平滑, 细化与预处理
- 二值图像跟踪矢量化
- 图形图像开窗处理, 编辑, 标注, 漫游
- 数字与图形符号的特征提取与识别
- 摆脱CCDOS及汉卡的图形汉字I/O
- TIFF, PCX, BMP等图像格式的读写
- 图形交互菜单的实现
- 奉献以上技术的算法及C语言源程序

海洋出版社

1993年·北京

内 容 提 要

本书全面地论述了计算机地图与工程图纸处理,图形交互菜单的实现,图形编辑,图形符号与手写数字识别;最后奉献出西文DOS下(摆脱CCDOS及汉卡)的图形汉字输入输出(I/O)技术,该技术可适用于西文DOS下地图标注汉字串或其它与汉字I/O有关的领域(如西文DOS下产生读者自己的汉字菜单或提示行,在读者应用中输入汉字字符串)

毫无保留地在书中奉献以上技术的软件设计算法及相应的C语言源程序!

本书适合于从事计算机图形图像处理和模式识别的工程技术人员、具备C语言基础的读者以及图形图像应用系统的用户参考使用。

需要本书的用户请直接与北京8721信箱联系, 邮编: 100081 联系电话: 2562329

(京)新登字087号

责任编辑 闫世尊

C环境下地图图像矢量化及图形编辑技术与实例

林春蔚 徐学云 程存学 朱恒余 编著

海洋出版社(北京市复兴门外大街1号)

海洋出版社发行 双青印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 27.8125 字数: 590千字

1993年8月第一版 1993年8月第一次印刷

印数: 1—5000册 定价: 23.00元

ISBN 7-5027-3529-1 / TP.196

前 言

本书所述的地图图像处理主要包括图像采集、二值化、拼接、漫游以及裁剪、压缩、预处理(平滑、膨胀与腐蚀)、细化、断线自动修补与去毛刺分枝、轮廓提取、线跟踪矢量化。

地图图形处理主要包括矢量图形压缩、矢量图形分层显示与漫游裁剪、图元删除、图元拷贝、图元移动、图元拼接、图元属性修改、文本与符号标注。

地图符号与手写数字识别主要包括特征提取、特征学习和识别软硬件系统的实现。

摆脱CCDOS及汉卡的图形汉字I/O技术主要包括软件开发技术原理、模块调用方式与驻留内存方式的西文DOS下图形汉字I/O软件实现。

目前作者已完整实现‘地图信息处理’的软件系统有四种：

1. 基于TURBO-C2.0及其所带的图形库，硬件上支持VGA、TVGA和IBM-8514A显示卡
2. 基于MICROSOFT-C5.0以上及其所带的图形库，硬件上支持VGA、TVGA和IBM-8514A显示卡
3. 基于TURBO-C2.0(或MICRO-C6.0)和AGC系列高分辨率图形卡(板上带TMS34020(10)并能支持TIGA1.0以上图形包)
4. 基于TURBO-C2.0(或MICRO-C6.0)和AGC系列高分辨率图形卡(板上带HD63484并提供底层图形软件包)

目前正在以国际流行的GSS-CG1图形接口软件包为基础，实现‘地图信息处理’的C语言软件编程，届时将使我们的‘地图处理矢量化’软件有更广泛的硬件兼容性。

参加本书录入、改稿和排版工作的有：本书主要作者林春蔚的夫人蔡晓星；同事蔡晓锋和刘旭；北京黎明公司的杨晓春。本书由孙玉岐教授审稿

在本书中提供的C语言源程序是基于第3种方法的，用到了国际较有权威的TIGA2.01图形包为底层支撑软件。

目 录

第一章 地图信息处理技术基础.....	1
1.1 图形图像处理基础.....	1
1.1.1 图形与图像概念联系与区别.....	1
1.1.2 本书必备的图形图像基本概念与预备知识.....	3
1.1.3 图形软件的开发手段.....	6
1.2 地图信息处理概况.....	7
1.2.1 前言.....	7
1.2.2 地图信息处理与应用的发展动态.....	8
1.3 常用硬件环境及说明.....	9
1.4 软件环境.....	12
1.5 选用C语言处理图形图像的特点.....	13
第二章 地图图像处理与跟踪矢量化.....	14
2.1 地图信息处理系统配置与技术范围.....	14
2.1.1 地图信息处理系统配置.....	14
2.1.2 地图信息处理技术范围.....	15
2.2 地图信息处理流程.....	15
2.3 地图信息处理基础函数.....	16
2.3.1 头文件.....	16
2.3.2 光标、鼠标和TIGA初始化基础函数.....	28
2.4 图像开窗处理技术.....	35
2.4.1 光标与图形定位.....	35
2.4.2 内存开窗分块处理(Block).....	36
2.4.3 屏幕开窗处理—SETWINDOW, LCW_RECT, QKEY.....	37
2.5 先进的整图处理技术(不受屏幕分辨率限制,大图不用裁剪).....	42
2.6 地图图像采集.....	43
2.7 图像拼接、裁剪.....	43
2.7.1 图像拼接与软件实现.....	43
2.7.2 图像裁剪.....	61
2.8 图像细化预处理.....	61
2.8.1 二值图像平滑—SmoothIMAGE.....	61
2.8.2 膨胀与腐蚀—Dilate, Erode.....	66
2.8.3 橡皮擦与人工画线.....	70
2.9 地图图像数据压缩(Compress).....	79

2.10 图像细化(Thin)与细化后处理.....	80
2.10.1 Hildtoh细化算法与实现.....	81
2.10.2 并串结合细化算法与实现—BCThin.....	89
2.10.3 断线自动修补—JOINBREAK, NEIGHBOR, NODESPUR.....	98
2.10.4 毛刺分枝的自动删除—DELSPUR, FOLSPUR.....	104
2.10.5 面细化(轮廓跟踪)—centerVG.....	109
2.11 跟踪矢量化(Follow & Vectorize).....	114
2.11.1 基本概念.....	114
2.11.2 细线半自动跟踪与矢量化.....	116
2.12 图像显示漫游(Zoom).....	136
 第三章 矢量图形编辑与漫游裁剪.....	 161
3.1 矢量图形数据模式.....	161
3.1.1 线图元数据模式.....	161
3.1.2 文字图元数据模式.....	162
3.1.3 地图符号数据模式.....	163
3.2 矢量图形文件数据压缩.....	163
3.3 矢量图形编辑技术与软件实现.....	164
3.3.1 图元编辑的交互方式.....	164
3.3.2 图形编辑基础函数.....	164
3.3.3 图元属性修改.....	205
3.3.4 图元拷贝移动—CPYVG, CPYL, CPYSTR, CPYSYM.....	212
3.3.5 图元生成.....	224
3.3.6 图元删除.....	241
3.3.7 相邻线图元合并—MEGVG, REVERSEXY.....	245
3.3.8 矢量图形显示.....	249
3.3.9 矢量图形存盘与链表空间释放—AGCSAVEVG, AGCFREEVG.....	264
3.4 文本标注.....	268
3.4.1 英文字符标注.....	268
3.4.2 16点阵字模读取和标注—DISC16.....	268
3.4.3 16点阵字库变换和下装动态内存后的读取—DISDC16.....	271
3.4.4 24点阵字模读取和标注.....	274
3.4.5 矢量字库读取和标注.....	278
3.5 符号标注.....	280
3.5.1 矢量图形符号库的生成.....	280
3.5.2 矢量图形符号标注显示—DISSYM.....	282
3.6 图形漫游与裁剪(Zoom & Clip).....	285

第四章 地图符号与手写数字识别.....	292
4.1 引言.....	292
4.1.1 符号文字识别技术范围.....	292
4.1.2 符号文字识别常用方法.....	292
4.1.3 符号文字识别的意义.....	293
4.2 地图符号与数字的几何拓扑特点与特征分析选择.....	293
4.3 地图符号识别的预处理.....	294
4.4 特征提取.....	302
4.4.1 端点特征提取.....	302
4.4.2 节点特征提取.....	303
4.4.3 线段特征提取.....	308
4.4.4 闭环特征提取.....	308
4.4.5 特征抽取的算法.....	309
4.5 学习规则.....	317
4.6 符号数字识别的软硬件实现.....	319
4.6.1 符号识别的硬件系统构成.....	319
4.6.2 统计法识别的软件实现.....	320
4.6.3 军标识别的小结.....	328
第五章 摆脱CCDOS及汉卡的图形汉字I/O与用户界面设计.....	329
5.1 图形汉字I/O的软件开发背景.....	329
5.2 图形汉字I/O的软件开发技术原理.....	329
5.2.1 软硬件环境.....	329
5.2.2 如何产生汉字拼音内码转换表.....	329
5.2.3 输入技术.....	332
5.2.4 输出(显示)技术.....	334
5.2.5 软件简介.....	334
5.2.6 图形汉字I/O的软件实现.....	334
5.2.7 图形汉字I/O模块的C语言调用方法.....	365
5.3 图形汉字I/O程序的驻留内存技术.....	366
5.3.1 程序驻留内存的基本方法(中断调用).....	366
5.3.2 驻留内存程序的实现.....	367
5.3.3 如何撤消驻留内存的程序.....	368
5.3.4 用C语言编驻留内存程序所要避免使用的内部函数.....	368
5.3.5 图形汉字I/O程序驻留内存的软件实现.....	368
5.4 用户交互界面介绍.....	383
5.4.1 用户接口概述.....	383

5.4.2 弹出下拉式菜单介绍.....	384
5.4.3 窗口显示技术.....	386
附录 A TIGA-340图形接口函数集.....	388
附录 B 常用图像格式 (EYE-STAR, PIC, CPI, TIFF, PCX, BMP, TGA, GIF) 及部分显示源程序.....	395
附录 C 如何使源程序从Turbo C转换到其它C语言环境.....	423
附录 D 从1724或NEC-P7打印机硬拷贝地图图像源程序.....	425
参考文献.....	438

第一章 地图信息处理技术基础

1.1 图形图像处理基础

1.1.1 图形与图像概念联系与区别

数字图像的表示和处理

数字图像(简称图像)是指在空间和亮度上都已经离散化了的图像。我们可以把一幅数字图像考虑为一个矩阵,矩阵中的任一元素对应于图像中的一个点,而相应的值对应于该点的灰度级,这样的数字阵列的元素叫做像素。总之,数字图像是由一系列像素组成的,如果所有的像素有且仅有两个灰度级(黑或白),则称其为二值图像,亦即位图;否则称其为灰度图像或彩色图像。

在地图信息处理中,当需要矢量化的纸地图扫描输入后,都将它转换成二值图像,以便于进一步的处理。至于纸图上的彩色属性在地图图形编辑时再恢复;对于照片等不便于矢量化的图片则直接按彩色或灰度方式扫描输入,不进行图像处理,直接进行图像显示和漫游。

图像的基本元素是像素,故图像是点阵的概念,它的显示过程是从左到右、从上到下逐个像素点地显示。图像文件对图像的每一像素点(不管前景或背景像素)都要保存,当前景(有用的目标信息)越简单时它存储的开销越大。另外不能对图像上的任一曲线(或文字或图符)进行属性修改、拷贝、移动及删除等图形编辑操作,只能对某个矩形区域内的所有像素同时进行图像编辑操作。当图像进行放大或缩小显示时,图像信息会发生失真,特别是放大时图像目标的边界会发生阶梯效应,正如点阵汉字放大显示发生阶梯效应的原理一样。

为了广大用户共享图像数据,图像数据文件格式有一定的国际标准,图像数据文件一般包括文件头和图像数据及图像结束标志三个部分。其中文件头含有图像大小、图像数据的组织形式(压缩方式等)、颜色查找表(对于彩图)和图像类型等参数。常见的格式有TIFF、PCX、PIC和CPI等,请参考附录B。

对黑白或灰度图像可进行如下的图像处理:

1. 点处理(改查色表上伪彩,灰度图像设门限二值化)
2. 区处理(平滑腐蚀等邻域处理)
3. 帧处理(两图像叠加,取平均,相减)
4. 几何处理(图像旋转,几何校正,插值,图像无级放大缩小)

其中区处理是本文二值地图图像处理(如线细化)的基础,它要用到八邻域(见图1.1)的概念。

矢量图形的表示

首先介绍图元和图段的概念。图元是图形图像中具有一定意义的较为独立的信息单元。例如画面上一条曲线、一个矩形、一个圆、一个填充的封闭区域、一个地图符号或一个文字串等都是图元。在上述图像中称为图像图元，在下面介绍的矢量图形中称为矢量图元。图像图元和图形图元显示效果相同但数据结构不同，图像图元不能作为独立单元进行属性修改、拷贝、移动、删除等编辑操作，而矢量图元则可以。

若干图元的集合构成图段，集合内的各图元有一定的联系。图段是GKS图形标准软件和GSS-CGI计算机图形接口软件中很重要的图形概念，因为图段是它们进行图形编辑的基本单元。请读者注意，本书中不采用图段的概念，而是直接把矢量图元（线、文字、图符）作为图形编辑的基本单元。以后简称矢量图元为图元。

构成矢量电子地图的基本元素称为图元。图元可分为线类（曲线、椭圆、矩形、填充等），文字类（英文字符、点阵汉字、矢量汉字）和图形符号类（点阵符号、矢量符号）。图元由各种特定的属性（色彩、坐标、层号、关键字等）组成。

1. 线类图元

直线段、任意曲线、矩形、椭圆、闭合曲线、种子填充、填充椭圆、填充矩形。它们的构成元素有：线型、线宽、前景颜色、背景颜色、层号、类型号、采样点坐标。

2. 文字类图元

英文串、16点阵汉字、24点阵汉字、矢量汉字。它们的构成元素有：字符数目、书写角度、字大小、前景色、背景色、层号、类型号、左上角坐标、内码。

3. 图符类图元

点阵图符、矢量图符。它们的构成元素有：序号、书写角度、图符大小、前景色、背景色、层号、类型号、左上角坐标。

以上三种图元的数据结构见3.1节。

矢量图形（简称图形）是各种矢量图元的集合。其中线图元由离散点集构成，这些点可以分得很开，用显示硬件可把这些点用直线或其它简单曲线连接起来。矢量图形是计算机图形显示应用中最常见的一种。对一些线状二值图像可用矢量图形来近似表示，这样可压缩文件数据量和便于图形编辑。本文讨论的二值地图矢量化就是用折线化的矢量图形来表示，图上的文字和图符用标准点阵和矢量文字符号库重新标注。

在矢量图形文件中，所有线图元（包括矢量线、圆、矩形、填充等）都存放在矢量文件后缀加“1”的子文件（文件1）中，所有文字串（包括英文文字串、中文字串）都存放在矢量文件后缀加“2”的子文件（文件2）中，所有矢量符号都存放在矢量文件后缀加“3”的子文件（文件3）中。另外文件1还包括图形大小和图元数目等参数，这些参数存于文件头，读取法见3.3.8的函数DISVG。矢量图形的显示过程是逐个图元地显示，这与图像的显示过程绝对不同。

当程序要对图形文件编辑时，先把三个子文件调进内存并建立三个独立的单向链表。本程序按链表结构将该文件的所有图元调入内存，同时在大屏幕上显示所有图元。如果

该矢量文件是刚建立的新文件，则以后跟踪或编辑生成的矢量图元都按链表结构形成于内存中，只要认可，编辑后的链表内容可存到矢量文件中。

图形和图像关系

从上述可知，图形和图像是两不同的概念。

1. 图形是矢量的概念，它的基本元素是矢量图元；图像是点阵的概念，它的基本元素是像素。

2. 图形的显示过程是逐个图元地显示，其屏幕反应没有规律，仅与图元显示顺序有关；图像的显示过程是从左到右、从上到下逐个像素点地显示，其屏幕反应从上到下逐行地显示，与图像内容无关。

3. 当图形进行放大或缩小显示时，图形信息(各图元形状)不会发生失真；当图像进行放大或缩小显示时，图像信息会发生失真，特别是放大时图像目标的边界会发生阶梯效应。正如点阵汉字放大显示发生阶梯效应的原理一样。

4. 图形中能以图元为独立单元进行属性修改和拷贝移动删除等编辑操作；图像中图像图元不能作为独立单元进行属性修改、拷贝、移动、删除等编辑操作，只能对矩形区的图像块(像素的集合)进行处理。

5. 对于线类(可含文字符号和染色区)为主的图纸，在用图形表示和用图像表示效果相同时，用图形表示比用图像表示节省存储空间，特别对于彩图时前者更省空间。

本书地图图像处理及矢量化的目的就是将那些线类纸地图或工程图纸扫描后的图像转变为矢量图形，前提是矢量图形的信息量与原纸图的基本一样。相信读者从上述论述中已体会到矢量图形比点阵图像的优势所在。

1.1.2 本书必备的图形图像基本概念与预备知识

在具体讨论地图信息处理之前，这里对一些有关概念及其与本文的关系做必要的说明。

八邻域及像素代号

如图1.1所示，与图像中任一像素P相邻的8个像素称为P的八邻域，用 P_i ($0 < i < 7$)来表示，其中 P_n 称为n-近邻。此外，为了讨论的方便，在二值图像中，用“0”表示背景像素，“1”表示目标像素。

P3	P2	P1
P4	P	P0
P5	P6	P7

A	A	A
O	P	O
B	B	B

A	A	A
A	P	O
A	O	1+

(a)

(b)

图1.1 八邻域

图1.2 多重像素定义

多重像素

如图1.2所示，用A和B标记的像素群中，如果分别至少有一个像素为非零，且 $P = 1$ ，则P是多重像素。多重像素决定目标连通性。图1.2(a)所示多重像素近邻模式，包括其一次90°旋转所形成的模式；图1.2(b)所示的多重像素近邻模式，包括其三次90°旋转所形成的模式。另外，图1.2(b)中的“1+”代表“1”，“2”，“3”；其中“2”和“3”是被标记的目标像素，它们在后面有关章节里介绍。

轮廓像素

设像素 $P \in R$ (R 为连通的目標像素集合)，若P的八邻域中至少有一个像素 P_i 不属于 R ，则称P为 R 的轮廓像素。如果轮廓像素不同时满足多重像素的条件，则这种轮廓像素不影响目标 R 的连通性，在细化中可删除之。在膨胀和腐蚀中也用到这一概念。

细线

宽度为1的线称为细线。线细化的最终结果就是把所有线目标都转变为细线，只有细线才便于线跟踪与矢量化。

细化

1. 面细化：在二值图像中，提取区域性目标的内外轮廓像素的过程称为面细化，一般有轮廓跟踪法和灰度差分法。如图1.3所示的目标经面细化后的结果如图1.4所示。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0					1	1		1		
1			1	1	1	1	1	1	1	1
2		1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1					1	1	1
4	1	1	1		1			1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7			1	1	1	1	1			

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0						1	1		1	
1			1	1	1			1	1	
2		1	2	2	2	2			1	
3	1	2					2		1	
4	1	2	2			2		1		
5	1		2	2	2		1			
6	1	1	1						1	
7			1	1	1	1	1			

图1.3 二值图像

图1.4 图1.3经面细化后，“2”是内轮廓

2. 线细化：在二值图像中，使所有的目标都转变为细线的过程叫线细化。线细化有多种方法，如并行法、并行八边法、异步法和Hilditch法等，这些方法处理的速度和效果不同，这主要表现在能否快速准确地提取目标的中心骨架线。如图1.5所

示的线目标经本文提出的并行与串行相结合的细化算法处理后，如图1.6所示，图中“2”表示细化后保留的目标像素。

```

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

```

图1.5 线目标

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

图1.6 图1.5细化的结果

全彩色和伪彩色图像处理

计算机图像颜色是由三基色：红、绿、蓝的合成编码形成的

全彩色图像处理：由全彩色图像传感器（如彩色摄像机）输入彩色图像，经色彩解码后的RGB图像数据分别经RGB抽样并生成三基色的图像数据后，分别存于红、绿和蓝色的图像存储器中，三基色图像经RGB的灰度变换表而合成彩色显示。

在处理静态彩色图像时，采用黑白摄像机也可实现全彩色输入。只要采用分别在摄像头前加红、绿和蓝色的滤光片，连续对同一幅彩色图摄象三次（摄像机和图的位置保持不变），用软件控制分别三次采样红、绿和蓝色的图像，可用红（3比特）、绿（3比特）和蓝（2比特）来分别代表色彩，最后利用软件技术可合成真彩色图像。

伪彩色图像处理：输入黑白灰度图像，经伪彩-灰度变换，按照灰度-色彩对应关系输出彩色图像。图像的灰度变成程序指定的色彩而成伪彩色显示。同一图像对应不同的输出颜色查找表变换有不同的彩色显示效果。良好的伪彩色技术可在增强图像信息，检测图像边界和产生图像动画等方面有很多应用。

像素处理(写)方式

像素点原颜色值与当前值的操作方式为像素处理（写）方式。常见的有：

1. 覆盖(REPLACE)方式

像素点当前颜色值覆盖(替代)原有值。

2. 与(AND)方式

像素点当前颜色值和原有颜色值相与，最后的值是相与的结果。

3. 异或(XOR)方式

像素点当前颜色值和原有颜色值相异或，最后的值是相异或的结果，注意：值A和值B异或两次(偶数次)的结果还是值A，这一性质可用于产生软件方式的图形光标。

4. 透明方式

当像素的当前颜色值为背景色时，该像素的原有值不变，这个特性为图像透明，有的图形系统硬件上有该特性，如矢量与点阵字(符)对所写底图的破坏，用透明方式可作

改善，特别在无透明时点阵字（符）对所写底图的破坏较大。

1.1.3 图形软件的开发手段

计算机的信息主要有三种：文字、表格和图形图像。以前由于受技术和硬件档次限制，广大用户主要以文字和表格为信息工具。过去大家偏重使用各种文字编辑软件（如WS、PE2、EDLIN）和表格软件（如OFFICE、LOTUS-1-2-3、CCED）就是见证。

随着信息时代的发展，多媒体时代已到来，多媒体就是声、字和图的三合一，目前多媒体卡的应用逐渐普及，市场上出现了许多图文编辑系统（如WPS、华光桌面系统）使用户在微机上制作图文并茂的文档成为现实。更可喜的是广大用户逐渐意识到图形图像这一信息工具的实用性和重要性，特别是在他们的图形图像硬件日趋升档的情况下。目前国内外涌现出不少商用或专用的图形图像软件（如ACAD、GKS、CGI）和大量包含图形图像功能的通用软件（如TURBO-C2.0、WINDOW3.0）。硬件上除主机显示卡不断升档（目前流行的VGA、CVGA和TVGA）外，基于TMS34020(10)的不同档次的高分辨率图形板大有取代HD63484的势头。另外彩色扫描仪和彩色工业摄像机也不断涌进市场，绘图仪和打印机（特别是彩色喷墨式）不断更新换代。在图像领域也出现了不少高级的图像处理板及其系统（如PIP、MVP）。

以上所述的软硬件的发展，在为用户提供直接应用软件及相应系统的同时，也为进一步的图形开发创造了多种手段。目前常见的开发手段如表1.1所示。

表 1.1 图形软件开发方法

采用的支撑软件	性能与特点
1. 直接对硬件编程	速度最快，充分利用硬件性能，编程复杂，程序无兼容性
2. BIOS的0X10号中断	有简单绘图功能，有BIOS级兼容性，编程费劲，速度不快
3. 图形卡的支撑图库	图形功能强，不考虑硬件属性，兼容性较高，编程方便
4. 程序语言所含图库	功能较多，有设备级兼容性，编程方便，通用性差
5. 国际标准图形软件	基础图形功能丰富，编程方便，兼容性最好，但工程量大

本书作者对表1.1的几种方法都具体编程过，其中第5种方法把GSS-CGI图形接口软

件包作为基础。目前作者已完整实现了地图信息处理功能的方法有第3和第4种方法，其中在本书中提供的源程序是基于第3种方法的，以国际较有权威的TIGA2.10为支撑软件。

1.2 地图信息处理概况

1.2.1 前言

无论古代、现代还是将来，图形总是重要的信息形式。在计算机图形图像技术应用于地图制作之前，各部门一般都使用纸的地图或工程图纸。纸图在查阅、计算距离和标注地名符号等方面都是人工操作；另外不能对一幅纸地图进行修改、缩小比例和分层读图，至于地图局部放大只能借助于放大镜，被放大的区域很小且操作不方便。

随着技术的发展，人们对地图的要求进一步提高。由于传统纸地图效率、速度和精度很低，因此难以适应现代和未来科技发展。

如何改进纸地图，使之能满足电子化和自动化的应用需要呢？这在计算机技术及图形图像技术比较成熟的今天，把纸地图经过一系列处理而转换成可以在屏幕上显示的电子化地图已具备理论和技术基础。为了讨论问题方便，我们对矢量电子地图定义如下：当纸地图经过计算机图形图像系统光-电转换量化为点阵数字图像，经图像处理和曲线矢量化后，生成可以显示、修改、文字符号标注、漫游、计算和打印的矢量地图数据文件，我们把这种与纸地图相对应的计算机数据文件称为矢量电子地图。这种电子地图工作时需要有应用软件和硬件系统的支撑。对电子地图的操作是以人机交互方式，通过应用软件对硬件设备的控制来实现的。

构成矢量电子地图的基本元素称为图元。图元可分为线类（曲线、椭圆、矩形、填充等），文字类（英文字符、点阵汉字、矢量汉字）及图形符号类（点阵符号、矢量符号），图元由各种特定的属性（色彩、坐标、层号、关键字等）组成。

在先进的硬件系统及相应的地图应用软件支持下，矢量电子地图与纸地图相比有如下优点：

- A. 计算距离和标注地名符号快速准确；
- B. 可对地图局部放大，全图缩小和移动显示，漫游功能很强；
- C. 分层显示地图（当对地图上各种信息分不同层归类存放后，则可以显示某些层，关闭不显示的层）；
- D. 可以以图元为单位进行信息编辑修改，人机交互画线标注符号文字，删除地图上多余的信息；
- E. 可以通过计算机网络以电波方式进行电子地图传递，传递的速度快，保密性强；
- F. 如果能有效解决地图符号自动分割和识别问题，则能实现电子地图的智能化这里智能化是指自动矢量化和自动标注符号，最佳路径优化选择和自动跟踪目标等。

矢量电子地图与点阵地图图像相比有如下优点:

- A. 相同信息量下前者的文件相对要小得多, 图越复杂表现越明显;
- B. 前者可以以图元为单位进行信息编辑修改删除, 人机交互画线标注符号文字; 后者只能以像素为基本单位(如矩形图像块)进行拷贝, 移动和删除, 即它的编辑功能很差;
- C. 前者可对所有图元分层显示, 后者只能做到对整图某区域(矩形区)的开窗显示控制。

矢量电子地图的上述优点非常适合当前及未来各部门图形电子化的需要。尽管有些技术目前还不完善, 但发展的潜力很大。因此近年来国内外有许多部门从多种角度, 针对不同应用领域或学术方向对电子地图技术进行研究, 在国际上图形图像技术和模式识别技术迅速发展的推动下, 这些研究已具备相当规模和学术水平。目前软硬件上有向三维立体方向发展的趋势。

1.2.2 地图信息处理与应用的发展动态

本书作者着手于研究课题工作时, 对国内一些研究地图信息处理的单位进行了详细调查, 同时也参考了国外一些关于地图信息处理的文献, 现将目前的地图处理研究应用情况总结如下:

1. 有些单位至今仍采用半自动地图输入设备(如数字化仪)进行纸图模拟-数字转换和矢量化, 其工作过程是以纸地图为背景, 在数字化仪上用光笔(或鼠标器)沿着纸地图上的目标逐点描图采样。这种方法不涉及地图图像处理, 自动化程度低, 工作量大且生成的电子地图误差大。

2. 有些单位已采用先进的自动地图输入设备(如工业摄像机或扫描仪), 而且在地图信息处理方面已做了大量开发性工作, 但在具体的一些技术上, 如位图拼接, 线细化和线跟踪矢量化等方面不够完善, 这些都有待于进一步提高和加强。另外这些单位都没有研究地图上符号自动分割和识别问题。

3. 有些单位已采用先进的自动地图输入设备(如工业摄像机或扫描仪), 在地图信息处理(图像预处理及曲线符号自动识别矢量化)方面实现全部自动化并生成与ACAD兼容的地图矢量文件, 但只对较规则的工程图纸及少数简单的纸地图有效, 对那些含大量汉字和符号(特别文字符号和图上曲线有相交时)的地图则矢量化效果很差。因为复杂背景图像下汉字和地图符号的分割和识别还不尽完善。

4. 国内有关单位一般都是为某一特定用途从事研究和开发, 采用的设备和规则都各有其特点和风格。目前全国还没有一个统一的电子地图制作规范。

5. 国外在电子地图领域从事学术性研究的多, 从事工程性研究和应用开发的少。从目前的一些文献看, 他们在地图符号自动分割和识别方面进行了预研且技术先进, 但这些研究一般是对实验性的地图或规则的电子线路图进行信息处理, 目前难以达到实用

阶段。

6. 当前市场上常见的图形显示系统的最高分辨率只有 1280×1024 像素点, 然而一幅完整的电子地图大小往往超过 1280×1024 , 因此显示终端对于超过其最大分辨率的电子地图只能进行局部显示或压缩整图显示, 也可以用漫游的方式来显示各个局部(先把大图送进图形卡大容量DRAM)。

由这一现状可知: 矢量电子地图技术是一个有很大发展潜力的新技术领域, 它的研究涉及计算机图形学、图像处理、模式识别和数据结构等学科。目前的有关技术和理论研究已经有了较大规模和较高水平, 但还有一些技术有待于进一步改进与提高。特别是地图符号文字分割和识别问题还没有很好解决, 从而阻碍了电子地图的智能化。电子地图的效率和实用性与其硬件系统密切相关, 其中主机的速度和图形显示系统的分辨率是关键, 这两者都有待于进一步提高。

1.3 常用硬件环境及说明

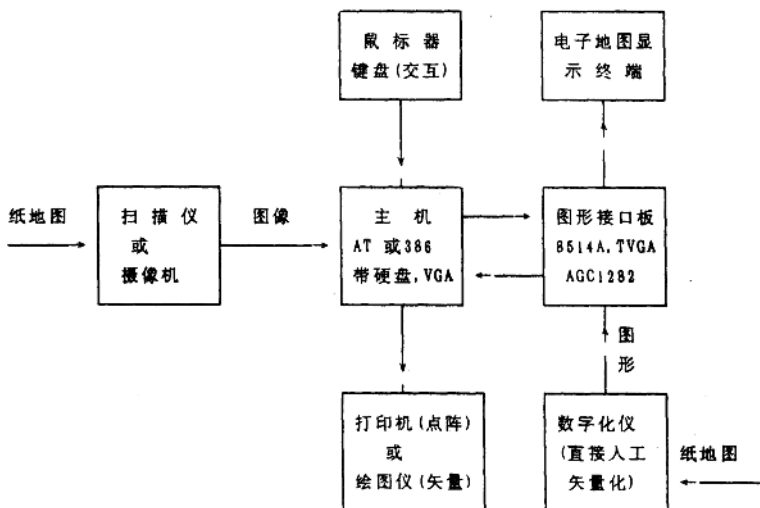


图1.7 常用硬件环境