

直接图形输入法

刘伟

(郑州工学院 机械系)

王希文 魏小鹏

(大连工学院)

提 要: 本图形输入法是以显示屏代替纸, 用感应笔代替铅笔自由绘图并输出规则图形的办法。文中论述了这一新型的人—机交互的手绘图形输入原理和处理过程; 提出了有效的系统构成及图形规整算法。

关键词: 计算机图形学 (CG), 图形输入法, 图形拟合, 图形编辑, 制图综合自动化

目前, CG 的蓬勃发展已使它广泛地涉足于社会生产的各个领域, 其应用使得图形的输入这一课题更加突出。多数 CAD 系统及图形支撑软件其交互输入过程都很繁复, 辅助性的工作很不完善, 若不尽早解决会严重影响系统核心效益的发挥。

通过总结近年来国际上的各种输入方法, 主要分为三种类型: 键盘字符输入、自然语言输入和图形输入, 后两者将是最实用、最有发展前途的方法。图形输入法没有将图形或概念转换为字符、语言的中间过程, 而是突破了图形的数据尺寸和数据坐标之观念, 进行直接的图形输入; 这就大大便利了使用者设计构思的直接表达。图形输入因设备的差别主要分为两种形式, 即脱机式图形输入与直接式图形输入; 前者可采用光电扫描机将现成图纸或手绘图形扫描存储再进行处理, 后者可采用光笔或数字化板之类设备边绘图、边输入、边处理。因两种处理方法之目的均在于使计算机“理解”图形, 其处理图形的基本思想是一致的。笔者以直接手绘图形输入方式为专题, 提出并实现了一套接口系统和处理算法, 效果较满意, 具有推广价值。

1 手绘图形输入

典型的手绘图形系统原理如图 1。

手绘图形的过程分析:

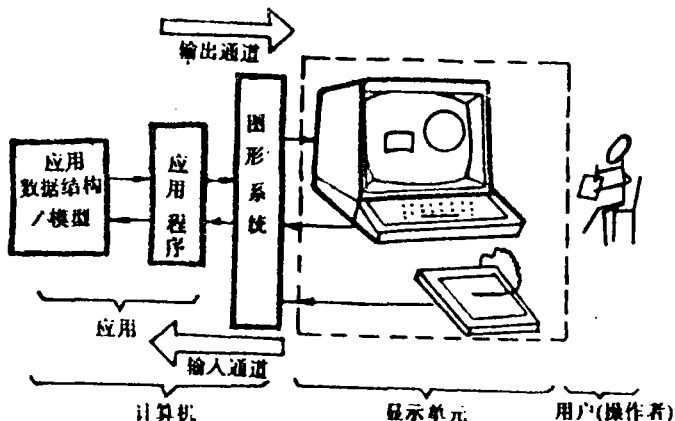


图 1

在手工绘图的过程中,使用者是先构思形状,再在绘图区的适当位置落笔、移动、留下想要表达的线型,如此不断重复这一过程;当有不满意的线条时,也以同样的方式修改线条,同时“抹”去不合适的线条部分;这是草图阶段。做为一个完善的工程图形,还要用三角板、圆规等绘图工具重新将草图进行规整,对于复杂的图形,这是繁重的重复工作。在此将手绘草图输入与规整图形过程相结合,以计算机屏幕为画板来自动化、智能化地实现这一手绘草图系统,于是有图2的数据流程。

本方法是将一般的图形问题归结为九种基本图素的组合,即:圆、椭圆、正方形、长方形、直线、圆弧、开式自由曲线、闭合自由曲线。要正确地规整这些图素,首先的就是要能正确快速地识别这些图素。

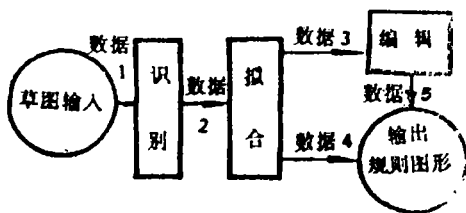


图 2

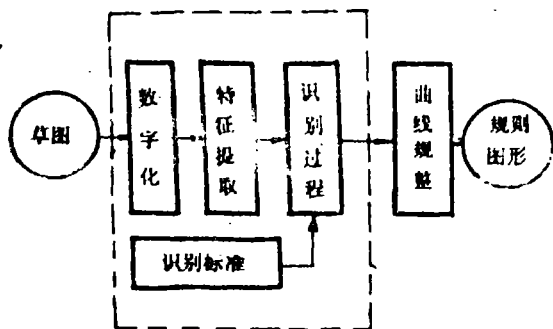


图 3

2 图形模式识别

通过分析手绘图形的数据流,得出图3识别的位置和基本步骤。

2.1 特征提取

徒手绘图时,画直线不可能达到完全笔直,这种理想与实际中的差异,就是妨碍识别的噪音。手的抖动所引起的噪音比所要表达的曲线特征小得多,即频率要高,消噪的前处理就是低通滤波的作用。

低通滤波的消噪方法还可以大量节省存贮,减少后续处理的运算量,因而它可推广应用于各种信息压缩处理过程(如地图的边界信息处理)。本处理过程重点运用了弦高比极值点方法。如图4。

算法的过程描述为:

- ①求 AB 连线的长 l ;
- ②由 i 点到 j 点计算 h 及 h/l 值;
- ③While K 点 $h/l > \varepsilon$ 且为极值点
 K 进栈 S
 K 点作为新的末点 B
 转向①

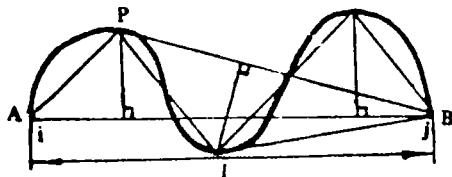


图 4

WEND

④ IF 栈空 THEN 转向⑤

ELSE 退出 S 栈一值, 赋作新始点 A; 转向①

⑤ 结束

2.2 图形分类

在此的图形分类方法可被称为图形的矢量识别方法, 其特征是沿着图形的路径进行识别, 因而就决定了此识别结构。分析九种图素总结出如下两个共性 (几何特征):

① 图形的凸凹性: 指开式线型的“C”和“S”特征, 闭合线型的凹凸性。

② 图形的自相交性: 闭式线型的“8”特征, 开式线型的“α”特征。

对图素几何特征的区别是通过计量一系列的图形匹配系数进行的, (如圆与椭圆的差别) 这些系数属于经验值, 取值应因人而异; 系数与使用者的操作共同影响着识别率。

针对以上两共性, 结合分析九种线型的特点, 就可得出一个高效的图形识别判别树。这为图形的正确规整 (拟合) 做好了准备。

3 图形的拟合与编辑处理

图形的拟合就是准确形象地表达设计者的草图构思。此九种图素的拟合分别采用了不同的思想方法实现。圆弧采用模板法, 开、闭式自由曲线分别采用开、闭式 B-Spline 曲线进行拟合。

在此将数理统计的拟合思想运用于矩形、正方形、椭圆、圆的图形拟合。各图形的回归系数是运用最小二乘法的数学思想推导的, 实践表明拟合准确效果好, 速度快, 达到预期目标。

3.1 矩形的拟合

将一般位置草图变为水平位置再拟合, 然后将拟合后矩形的位置复原。(参见图 5)
拟合公式如下:

$$\begin{cases} a = y_2 + y_3 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 y_i \\ b = x_3 + x_4 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 x_i \\ x = \frac{1}{2} (x_1 + x_2) \\ y = \frac{1}{2} (y_1 + y_4) \end{cases}$$

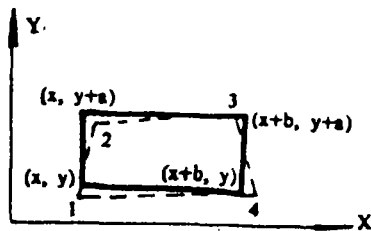


图5

3.2 椭圆的拟合

因考虑椭圆的一般位置情况要复杂得多, 建立如下线性回归方程:

$$Y = a + \hat{b}_1 x_1 + \hat{b}_2 x_2 + \hat{b}_3 x_3 + \hat{b}_4 x_4$$

由概率统计方法得:

$$a = \hat{y} - \hat{b}_1 \hat{x}_1 - \dots - \hat{b}_m \hat{x}_m$$

$$\text{其中: } \hat{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$\hat{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_j \quad j = 1, 2, 3, 4$$

由最小二乘法可得:

$$\begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} & l_{14} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} & l_{24} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} & l_{34} \\ l_{41} & l_{42} & l_{43} & l_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b}_1 \\ \hat{b}_2 \\ \hat{b}_3 \\ \hat{b}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{1y} \\ l_{2y} \\ l_{3y} \\ l_{4y} \end{bmatrix}$$

解出线性回归方程的系数回代椭圆方程, 可解出椭圆方程的各系数, 拟合椭圆便求出来了。即:

$$\begin{cases} a = b_1 \\ b = b_2 / 2 \\ c = -1 \\ d = b_3 / 2 \\ e = b_4 / 2 \\ f = a \end{cases}$$

a、b、c、d、e、f 为椭圆方程的各系数。

圆与正方形的拟合算法要简单得多。

任何一种作图系统和绘图功能不可避免地要涉及到图形编辑功能, 这是系统能否实用推广的关键指标。结合手绘图形的过程相应地设计了一整套对九种图素的增加、删除、修改、平移和变比等编辑功能。这些功能的原则还是遵循徒手绘图的简单动作过程, 这就是运用于手绘图形输入系统的独到的智能编辑过程。

智能化编辑过程的关键是对图素的拾取技术、功能状态的自动切换。对于图形的修改采用小部分原则和运用欧拉距离进行判别。例如椭圆(圆)的修改情况是单一的, 如图 6 大椭圆修改成小椭圆; 而矩形(正方形)的修改情况较复杂, 但也不外乎图 6 所示的三种情况。

此编辑功能的另一特点是对图形档案进行直接操作, 因而在修改速度质量上效果非常好, 且可以反复操作直到图形满意为止。

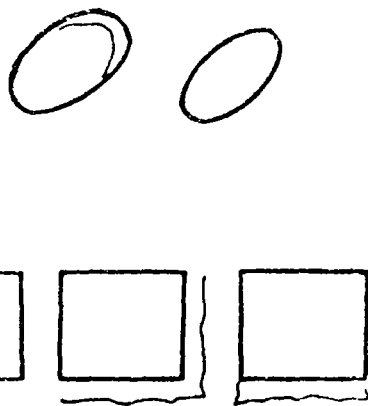


图 6

4 结 论

上述三部分只是简要的叙述了图形输入方法的一个基本系统的工作方式, 对这一输入方法在国内还未见报导, 在国际上也只是近几年才开始开发研究, 直接式手绘图形输入的基本问题也是脱机方式等的基本问题。

本系统的思想基本上在 IBM-PC 机上实现了, 因完全采用高级语言编写, 可移植于速度更高的其它机型, 从而效果将会更好。可以说本手绘图形输入系统的实验证实了图形输入是又一新的革命性的适用方法。

实际上, 在 CAD 应用中一般的工程图形只有直线和圆弧组成, 从而使处理的问题得到简化, 这对在 CAD 中的推广应用将更具有意义, 把手绘的功能广义地运用于图形输入与字符命令输入的兼容系统, 则更符合自然的书写思维过程。

全文重点论述的是图形输入的一种方式——手绘图形输入法, 实际中还有各种各样的图形和工程图纸等需要快速准确地输入计算机, 并进行存档和编辑等处理; 由此可见有待研究和解决的问题是很多的, 希望本文的直接手绘图形输入法对图形输入方法的推广应用有所启发和帮助。

参 考 文 献

- [1] 刘伟. 联机手绘图形输入的研究与实现. 大连工学院研究生学位论文. 1988.6
- [2] S.Harrington 著(美). 计算机图形学. 北京师范大学出版社
- [3] James D.Foley (美)著. 交互式计算机图形学基础. 清华大学出版社
- [4] Helmut Jansen. Handsketching As A Human factor Aspect In Graphical Interaction. computer & Graphics, Vol.9 No.3 1985
- [5] Mamoru Hosaka, Fumihiko kimura. Using Handwriting Action to Construct Models of Engineering objects. IEEE Computer Vol.15 No.11 1982

A Direct Graphic Input Method

Abstract: This paper describes the principles and processing methods, which are used for the new Human-computer interactive handsketching input. It is a method in which display screen is used instead of paper, and digitizing tablet pen in place of pencil to draw freely and output regulars grgph.

Keywords: Computer Graphics, Graphic fitting, Graphic editing, Handsketching input, Graphic input method, automation in cartographic generalization