

# AUTO CAD 二次开发方法研究\*

侯济恭 杨毅华

(华侨大学计算机科学系, 泉州 362011)

**摘要** 研究 AUTO CAD 的二次开发方法, 讨论可供用户利用的界面及工具库的设计, 提出自动生成形、菜单、汉字的算法及管理方法, 并介绍一个二次开发 AUTO CAD 的基本模型。

**关键词** 计算机辅助设计, 计算机图形, 软件工具

**分类号** TP 391. 72

## 1 AUTO CAD 二次开发共性

将 AUTO CAD 应用于某行业, 开发  $\times\times$  CAD 时, 不可避免地要面临如下问题。

### 1.1 基本构件库的生成与管理

各行业均有一批标准化和系列化的元、器、零件(下称构件)。例如机械设计 CAD, 众多的标准化和系列化的零件、公差符号、粗糙度符号均可以作成标准图库供设计者利用。但是, AUTO CAD 所提供的构件(形的生成)方法原始, 问题的关键在于: 如何自动地生成基本构件库, 怎样让用户使用构件库, 其归结是构件(形)的自动生成技术和构件库的管理方法。

### 1.2 汉字信息处理

工程图中的说明文字均为简练的行业术语, 因此自动生成简练的汉字术语库, 使之象使用西文注释一样简便, 关键在于汉字的矢量化。其技术是提取现有汉字库(如 CCDOS 汉字库)中的汉字, 并将其转换为 AUTO CAD 的形。

### 1.3 菜单自动生成

根据实际工作环境, 自动地生成各种易于操作的菜单以及系统的驱动菜单。

针对以上 AUTO CAD 开发的共性, 我们提出了一套形(shape)、汉字、菜单的自动生成算法以及形库的管理方法。实践表明, 这些算法和管理方法是可行的。下面分别进行讨论。

## 2 形的自动生成

形是产生构件的最佳形式, 但是 AUTO CAD 提供的形描述方法太原始, 需要制作者了解太多的计算机知识。形的基本描述格式<sup>[1]</sup>是

\* 本文 1994-01-25 收到

\*〈形编号〉,〈字节数目〉,〈形名〉

〈矢量  $L_1$ 〉, …, 〈矢量  $L_n$ 〉

其中, 矢量  $L_n$  的描述规则如图 1, 高 4 位是形的矢量长度, 取形矢量在  $x$  轴或  $y$  轴的投影(最大者). 低 4 位是矢量走向描述如图 2, 共定义 16 个方向, 相邻方向间夹角  $\alpha$  为  $\pi/8$ . 显然, 形的自动生成的关键在于矢量  $L_n$  的描述, 这涉及: (1) 实体的提取; (2) 矢量长度的确定; (3) 矢量方向的确定; (4) 矢量间断笔处理. 本节讨论后二个问题的解决方法.

## 2.1 矢量线段走向确定

设方向  $n$ , 其与  $x$  轴夹角为  $\alpha_n$ , 如方向 4, 夹角为  $\alpha_4$ . 从图 2 可知如下命题为真.

**命题 1** 在偶数方向上,  $\alpha_n$  与  $x$  轴的夹角为  $\alpha_n = n \times \pi/8$ .

例  $\alpha_4 = 4 \times \pi/8 = 90^\circ$ ,  $\alpha_{10} = 10 \times \pi/8 = 180^\circ + 45^\circ$ .

**命题 2** 在奇数方向上,  $\text{tg} \alpha_n$  的绝对值要么为 0.44, 要么为  $0.414^{-1}$ .

**证** 对任意的角  $\alpha_n$ ,  $n$  为奇数, 有

$\text{tg}(\alpha_n) = \text{tg}(\alpha_1 \pm 90^\circ)$ ,  $n=3, 5$ ;  $\text{tg}(\alpha_n) = \text{tg}(180^\circ \pm \alpha_1)$ ,  $n=7, 9$ ;  $\text{tg}(\alpha_n) = \text{tg}(270^\circ \pm \alpha_1)$ ,  $n=11, 13$ ;  $\text{tg}(\alpha_n) = \text{tg}(360^\circ - \alpha_1)$ ,  $n=15$ .

根据以上命题, 很容易判断矢量线段的走向.

(SETQ A (ANGLE P1 P2));

(SETQ S (/ A (/ PI 4)));

(SETQ R (REM S 2));

语句 1 取点  $P_1, P_2$  的夹角  $\alpha_n$ ; 语句 2 取  $\alpha_n$  的值  $n$ ; 语句 3 判断  $n$  是否为整数. 以上是对偶数方向的方向确定. 对奇数方向的确定比较麻烦, 下面介绍其算法.

**算法 1** 奇数  $\alpha_n$  矢量线段生成.

设坐标点  $P_1 = (x_1, y_1), P_2 = (x_2, y_2)$ . (1) 求  $K = |(y_1 - y_2)/(x_1 - x_2)|$ ; (2) 根据  $x_1 > x_2, y_1 > y_2$  的真假值判断  $\alpha_n$  的走向  $\alpha$ ; (3) 由  $K, \alpha$  确定  $\alpha_n$ ; (4) 生成  $L_n$  描述字.

例 求图 3 矢量  $L_n$  的角  $\alpha_n$ .  $x_1 > x_2$  假;  $y_1 > y_2$  真;  $K = 2.41$ . 因此, 方向为  $\alpha_{15}$ .

## 2.2 断笔处理

设矢量  $L_n$  的坐标为  $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ , 后继矢量  $L_{n+1}$  的始坐标为  $(x_n, y_n)$ , 若  $(x_2, y_2) \neq (x_n, y_n)$ , 就必须作断笔处理(图 4). 所谓断笔, 就是将笔从  $(x_2, y_2)$  处抬起, 运动至  $(x_n, y_n)$ , 再将笔落下(称落笔), 然后生成矢量  $L_{n+1}$  的形描述. 断笔处理主

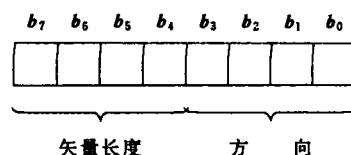


图1 矢量描述

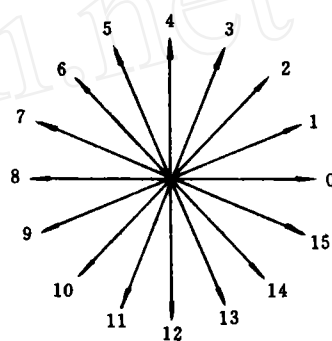


图2 走向定义

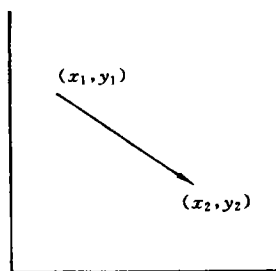


图3 矢量  $L_n$

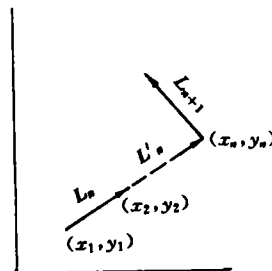


图4 笔运动示意

要是生成矢量  $L'_n$ . 其算法是:(1) 生成抬笔代码;(2) 生成  $L'_n$  描述字;(3) 生成落笔代码.

对于标准矢量,  $L'_n$  的形描述可采用上节所述方法. 对于非标准矢量, 则可利用命令代码 8,  $(x, y)$ . 其中,  $(x, y)$  为相对位移量, 其绝对值小于 127, 另一个可供利用的代码 9,  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n), (0, 0)$ . 其中,  $(x_i, y_i)$  是相对位移量,  $(0, 0)$  为位移结束标志.

在 AUTO CAD 中, 抬笔命令代码 2, 落笔命令代码为 1.

例 ‘大’ 的形描述(图 5)为

```
* 201, 34, DA
2, 8, (6, 12),
1, 8, (8, 1),
2, 8, (-4, 3), 1, 04c,
9, (-2, -5), (-2, -3), (0, 0),
2, 083, 1,
9, (1, -4), (3, -4), (0, 0), 0
```

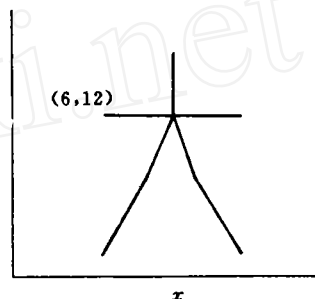


图 5 ‘大’ 的计算机输出

算法 2 断笔生成.

(1) 取  $L_n$  末点座标 LAST. (2) 取  $L_{n+1}$  始点座标 FIRST. (3) 求点 LAST 与点 FIRST 之间距离  $d$ , 断线 LAST-FIRST 与  $x$  轴夹角  $\alpha_n$ . (4) 根据  $d, \alpha_n$  的值, 执行如下之一操作: (a)  $\alpha_n$  为标准矢量方向, 则生成标准矢量线段描述字; (b)  $d$  值小于 127, 则生成 8 代码: 8,  $(x, y)$ ; (c)  $d$  值大于 127, 则生成 9 代码: 9,  $(x_1, x_2), \dots, (x_n, y_n), (0, 0)$ .

### 3 汉字库自动生成

汉字库自动生成算法主要是利用 CCDOS 的汉字点阵<sup>[2]</sup>. 对任一个汉字(16×16 点阵, 如图 6), 其任意点  $P$  (边界除外) 均有八个方向可以延伸, 此八个方向恰与的形方向定义吻合, 为  $\alpha_0, \alpha_2, \alpha_4, \alpha_6, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{12}, \alpha_{14}$  (图 7). 若沿  $P$  的某一确定方向延伸下去, 就形成汉字的笔划. 例如,

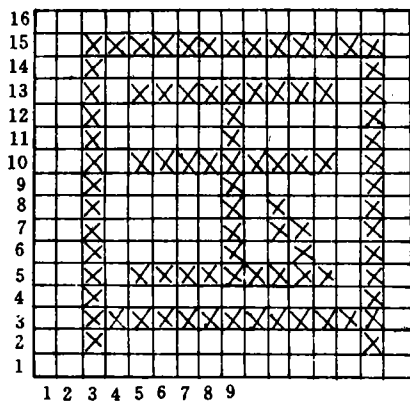


图 6 汉字点阵

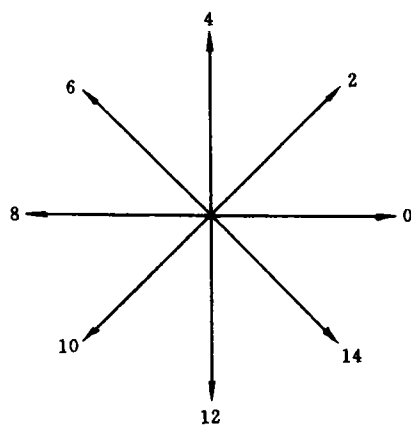


图 7 点的延伸方向

从点(3, 15) (图 6) 沿  $\alpha_0$  延伸, 便形成了“国字”的横笔, 据此可得确定汉字笔划的算法.

### 算法3 单笔划确认.

设  $P_0$  为单笔划始点,  $P$  是沿  $\alpha_n$  方向上的点.

(1) 如果  $P$  在  $\alpha_n$  方向上存在点  $P_n$ , 则(a) 记下  $P_n, P_n$  送  $P$ ; (b) 转 1. (2) 如果  $P$  在  $\alpha_n$  方向上不存在点, 则(a)  $P_0 \sim P$  为一单笔划; (b) 将  $P_0 \sim P$  转化为形.

考虑到笔划的连贯性, 可将上一笔划的末点  $P$  作为下一笔划的始笔  $P_0$ , 从而有

### 算法4 连贯性处理.

(1) 扫描  $P_0$  周边, 确认周边点  $P$ . (2) 若  $P$  不存在, 则返回主程序. (3) 若  $P$  存在, 则(a) 确定方向  $\alpha_n$ ; (b) 执行算法 3; (c) 执行算法 4. 其中, (c) 步保证笔划一直连贯下去. 有了这两个基本算法, 可有

### 算法5 汉字矢量化.

(1) 取汉字点阵  $M$ , 将映象点阵  $M'$  清空. (2) 从点  $M(1, 16)$  始, 以行为序扫描  $M$ . (3) 若  $M$  非空, 则(a) 得点  $P_0$ ; (b) 执行算法 4; (c) 转 2. (4) 若  $M$  为空, 结束.

## 4 构件名菜单生成与管理

一个  $\times \times$  CAD 系统可能包含上千个构件, 因此, 用菜单方式显示构件名以方便用户操作是非常必要的. 一个形文件是一个文本文件, 其基本结构如图 8(参见节 2). 由于标题行最末一个参数是形名, 因此很容易从形文件中提取形名, 问题的关键是如何生成 AUTO CAD 的标准菜单以及菜单的管理, 以下分别讨论.

### 4.1 构件名菜单生成

AUTO CAD 菜单窗口每次只能显示 21 个菜单项, 而每一个形名文件至多有 128 个形名, 一个形名菜单应分为二部分: 主菜单和 7 个分菜单, 它们的结构分别如图 9, 10 所示.

主菜单的程序如下

```
*** SCREEN
** main
[main] $ S=main
[set1] $ S=SET1
:
[set8] $ S=SET8
[QUIT] ^ C menu ACAD;
```

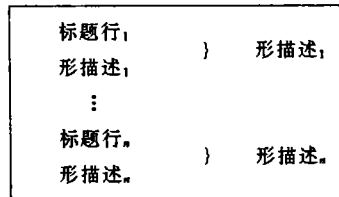


图8 形文件基本结构

程序中每一行语句激活一个分菜单, 最后一行返回 ACAD 主菜单(系统菜单).

分菜单程序如下

```
*** SETi
[SETi] $ S=SETi
SHAPE1
:
SHAPE18
[LAST] $ S=
[NEXT] $ S=SETi+1
[MAST] $ S=main
```

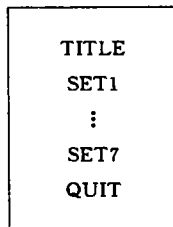


图9 主菜单结构

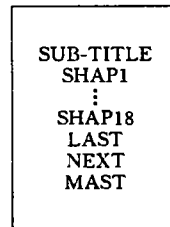


图10 分菜单结构

其中 LAST 命令使菜单返回激活者; NEXT 命令使激活下一个菜单集; MAST 返回主菜单、主菜单与分菜单、分菜单与分菜单之间构成一个链, 这将非常方便用户对构件的选择.

## 4.2 菜单库生成与管理

把形文件名组成一个树形目录,再将形文件名作为菜单显示.当用户选中某一形文件名后,系统的主要动作:(1)加载形文件;(2)加载相关形名菜单.以上动作的程序为

[形文件名]^C LOAD 形文件名; menu 形菜单文件名;

由于直接利用系统提供的菜单程序设计方法,因此显得非常简单.

## 5 ×× CAD 基本结构

二次开发 AUTO CAD,使成为×× CAD 的另一关键技术是对 AUTO CAD 命令的解释和控制权,可用 AUTO LISP 编写管理程序.一个×× CAD 的大体层次结构如图 11,下面为其各层次功能:

(1) 总控. 显示系统功能,调度和管理各子模块的运行,负责系统资源的分配,命令解释;(2) 构件生成. 生成用户的构件并将 S 存入某一形文件 f;编译 f,在相应的形菜单中加入其形名;(3) 汉字生成. 生成用户的汉字,将其存入汉字库,重新编译汉字形文件;(4) 构件管理. 显示构件名,根据用户选择加载构件文件,将构件图装配于用户指定区域;(5) 构件查询. 提供用户查询某一构件名及其基本图样功能.

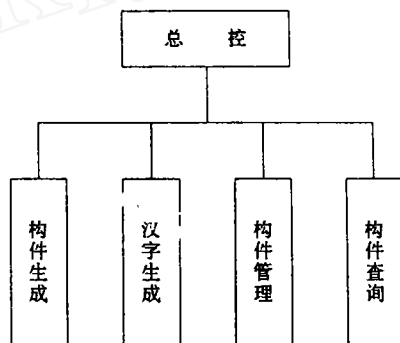


图11 ××CAD基本结构

## 参 考 文 献

- 1 赵家惠. AUTO CAD 计算机绘图软件. 北京:国防工业出版社,1989. 120~160
- 2 蒋贤春. 点阵汉字无级变倍算法. 计算机学报,1992,1(1):50~54

## Methodology of Developing AUTO CAD Secondarily

Hou Jigong Yang Yuhuai

(Dept. of Computer Science, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

**Abstract** In reference to the method of developing AUTO CAD secondarily, the author discusses the interface available for use and the design of its tool box; and then gives the method of generating shape, menu, and Chinese character automatically and the method of their management; and finally, poses a basic model of developing AUTO CAD secondarily.

**Keywords** computer-aided design, computer graphics, software tool