

一种基于卡通画的线条画提取方法

李兴华, 李 波, 赵景秀, 种 锋

(曲阜师范大学 计算机科学学院, 山东 日照 276826)

摘 要:给出了一种从卡通画中提取线条画的新方法。方法由三部分组成:线条提取、线条绘制和风格变换。给出了基于形态学方法细化图像,把结果中离散像素点深度优先遍历生成笔划路径集合,用不同细节来控制线条绘制,达到不同程度的抽象效果。给出了生成具有夸张风格的线条画的方法,实验结果显示用文中方法能从图像中抽象出生动的线条画。

关键词:线条画;非真实感绘制;笔划;形态学细化

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)10-0079-03

A Method for Line Drawings Abstraction Based on Cartoon

LI Xing-hua, LI Bo, ZHAO Jing-xiu, CHONG Feng

(School of Computer Science, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China)

Abstract: A novel method for turning cartoon into simple line drawings is presented. Technique consists of three parts: line extraction, line rendering and style translation. First proposes a novel line extraction method based on mathematical morphology thinning and assembles the discrete pixels into stroke paths. Then considers the feature scale with which the level-of-detail of lines is controlled in the rendering. Finally gives out a method to generate exaggerated-style line drawings. Experimental results show that the technique can generate vivid line drawings from images.

Key words: line drawings; non-photo realistic rendering (NPR); stroke; morphology thinning

0 引 言

线条画已有几千年的历史,它能生动自然地勾画出物体的形状。从图像中提取能表达其主要内容的线条画是非真实感绘制(non-photo realistic rendering, NPR)领域研究的热点。随着边缘检测和细化研究的发展,能提取出较为理想的边缘和骨架,但是边缘像素和骨架上的点都是离散的,不容易对其进行控制,文中主要目的是在图像细化的基础上,从中得到量化的线条画,并对线条画的形状加以控制。

1 相关研究

1.1 图像内容提取

把图像抽象为矢量线条画,就是除去一些无关紧要的细节信息,抽取几何参数,得到该图像的几何模型,并通过修改该几何模型,生成能表达图像主要内容的线条。文献[1]借助于人眼跟踪把一幅图像中的粗

边缘和有固定颜色的大区域边界转换成线条画。文献[2]提供了把彩色照片抽象成具有手绘风格的彩色略图方法,文献[3]主要在物体模型空间实现线条画提取和绘制研究。

1.2 基于笔划的绘制

现有的非真实感绘制研究的领域产生的风格和纯正的线条画有很大的区别。一些成熟的风格钢笔画、铅笔画、油画和水彩画等,采用特定类型的笔划在特定的未知填充图像的內部区域,而线条画是在保留图像内容的前提下,从图像中提取出简单线条。一个大的颜色变化不是太明显的区域可以由一个简单线条来表示。

文中处理方法如下:输入一幅二维卡通画,首先利用形态学方法细化图像,对细化结果中离散的像素采用深度优先遍历算法聚合成路径,最后采用B样条曲线逼近每条路径,根据抽象程度不同控制绘制路径,还给出了产生具有夸张风格线条画的方法。

2 算法实现

2.1 形态学细化

所谓细化,就是在保持图像连通性的准则下,寻找

收稿日期:2008-01-05

基金项目:山东省科技创新项目(J06B05)

作者简介:李兴华(1981-),男,山东巨野人,硕士研究生,研究领域为数字图像处理、模式识别;赵景秀,副教授,研究领域为计算机图形学、模式识别等。

图像中物体的中轴线或骨架,使之成为单像素宽的线条。形态学最基本的思想是把图像看成是点的集合,用结构元素对其进行移位、交、并等集合运算,组合构成形态学的各种处理算法。形态学细化要采用多个结构元素,如八结构元素法,让 8 个结构元素依次检测目标点,以判断目标点是否被薄化掉。细化既能够除去图像中无关紧要的信息,又能够保留物体的主要形状信息。结构元素如图 1 所示,分别旋转 90 度三次共得到 8 个结构元素。图 2 为输入灰度图形态学细化的结果。



图 1 结构元素

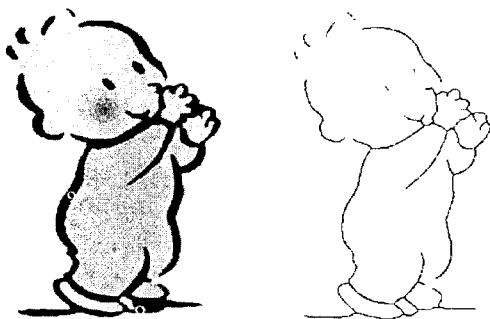


图 2 输入灰度图形态学细化的结果

2.2 产生笔划路径

这里采用深度优先遍历的方法,在遍历之前对细化后图像二值化处理,1 表示亮,0 表示暗。其算法处理过程如下:

Step1. 找到一个亮度为 1 且未被访问的像素 p 。

Step2. 如果再找不到像素 p ,则停止。

Step3. 设置一个被访问标志,然后把该像素点 p 加入到当前路径列表当中。

Step4. 计算出未被访问的像素 p 相邻像素且亮度为 1 的个数,记为 N_p 。

Step5. 如果 N_p 大于 1,记录下该像素点 p ,并且从相邻像素中选择一个作为新的点 p 。

Step6. 如果 N_p 等于 1,则把该相邻像素点作为新的点 p ,转到 Step3。

Step7. 如果 N_p 等于 0,结束该路径的搜索并把该路径加入到路径集合当中;如果没有记录到任何像素,跳回 Step1;否则回溯到最近像素作为新的像素 p ,转到 Step3。

对图像经过上述算法处理后,得到一个能表示图像笔划路径的集合。该方法能确保路径分散的部分找到原始边缘,由于该路径与其它路径没有交叉点,从某个端点开始遍历所有路径上的点即可。但对相交在一

起的几个笔划路径提取笔划处理起来要复杂。文中给出两种解决方法:第一种方法是从 A 开始到交叉点 E ,经过交叉点后分别沿两个方向遍历,和已经遍历的部分组合生成两条笔划路径 AEB 、 AEC ;第二种方法遍历顺序为从 A 开始到交叉点 E ,然后从该点起沿其中一条曲率最小的方向遍历得到路径 AEB ,剩余的点构成另一条路径,如图 3 所示。

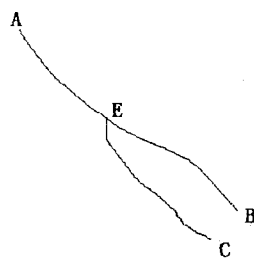


图 3 交叉路径笔划划分结果

2.3 线条画产生

为了使图像中提取出的笔划和原路径尽可能近似,这里采用 B 样条曲线逼近的方式。B 样条是一种广为使用的样条曲线,其突出优点是良好的局部控制性,把图像中路径像素有次序地放置后,从路径中选取部分特征点作为 B 样条线段的控制顶点去逼近该路径。

可以采用以下方法从笔划路径上提取特征点:第一种方法均匀采样每个笔划路径中的点;第二种方法提取曲线上局部曲率值最大的 n 个点,如图 4 所示,离散曲线上每个点 P_i 曲率的定义为该点距离线段 $P_{i-j}P_{i+k-j+1}$ 的距离和,其中 j 的取值范围是 $[0, k]$ 。根据图像抽象层次的不同,可以通过控制采样点的密度来达到,分辨率较低时采样点应该稀疏,分辨率较高时采样点应该密集。图 5(a) 所示为文中从图像中提取出的线条画,图 5(b)、(c) 所示分别为采样间隔不同时提取出的线条画上的笔划控制点。

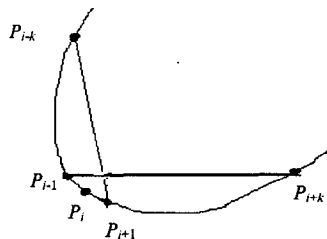


图 4 计算离散曲线上点的曲率

2.4 夸张风格笔划的产生

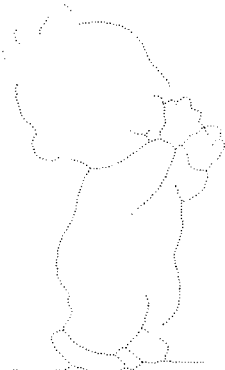
首先对笔划路径上的特征点用折线形式重绘笔划,然后对其路径变形生成新的笔划。对折线段来说,先固定两个端点,对其余点采用离散的非线性演化,根据折线顶点处的角度移动定点位置^[4]。



(a) 文中算法从图像中提取出的线条画



(b) 间隔12个点采样的结果



(c) 间隔3个点采样的结果

图 5 采样稀密不同时获得的笔划控制点

采用的公式如下:

$$P_i^{(n+1)} = P_i^{(n)} \pm F(k_i^{(n)}) * N_i^{(n)}$$

其中 $P_i^{(n)}$ 为特征点 i 第 n 次移动的结果, k_i 为点 i 处角度大小, 代表该点的曲率, N_i 为角平分线方向, 代表法线方向。通过改变 N_i 的方向, 对曲线进行平滑或夸张, 其夸张幅度也可以通过调整 $F(k_i^{(n)})$ 的大小控制。夸张风格的线条笔划效果如图 6 所示。

3 结束语

文中主要完成的工作是从卡通画中提取出具有表现力的矢量线条。从实验结果看, 从原图像抽象产生

的线条画, 保留了原图像的主要特征, 是原图像内容的简洁表示。但文中的方法还不能适用于所有的图像, 其范围有一定的限制。因而, 在此基础上可以依据一幅具有某种风格的线条画作为样本, 把图像转换为具有该样本风格的线条画^[4,5]。

探寻线条画风格转换和风格定制的方法, 是以后研究工作的重点。



图 6 具有夸张风格的线条笔划

参考文献:

- [1] DeCarlo D, Santella A. Stylization and abstraction of photographs [J]. ACM Transactions on Graphics, 2002, 21(3): 769-776.
- [2] Fang Wen, Qing Luan, Lin Liang, et al. Color sketch generation [J]. Non-Photorealistic Animation and Rendering, 2006, 5(7): 47-54.
- [3] DeCarlo D, Finkelstein A, Rusinkiewicz S, et al. Suggestive contours for conveying shape [J]. ACM Transactions on Graphics, 2003, 22(3): 848-855.
- [4] 孙玉红, 屠长河, 孟祥旭. 基于形状演化的线条画风格转换与变形 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2006, 18(2): 208-211.
- [5] 屠长河, 孙玉红, 孟祥旭. 基于样本的线条画风格转换与定制方法的研究 [J]. 计算机学报, 2005, 28(6): 965-971.

(上接第 78 页)

参考文献:

- [1] Strzalsowski T. Natural language processing in large-scale text retrieval tasks [C] // The First Text Retrieval Conference (TREC-1). Gaithersburg, MD: [s. n.], 1993: 173-187.
- [2] 李源, 郑毅, 何清, 等. 基于概念空间的文本语义索引 [J]. 计算机科学, 2002, 29(1): 20-22.
- [3] Voorhees E. Query expansion using lexical-semantic rela-

tions [C] // In Proceedings of the 17th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. Dublin, Ireland: [s. n.], 1994: 61-69.

- [4] 冯兰萍. 本体在智能信息检索系统中的应用研究 [D]. 常州: 河海大学, 2005.
- [5] 王进. 基于本体的语义信息检索研究 [D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2006.