

一种改进型的汉字字符图像细化算法

史绍强

(天津科技大学 计算机与信息工程学院, 天津 300222)

摘要:针对一般的基于图像像素的八邻域进行分析的细化算法,容易导致汉字笔划产生畸变的问题。文中提出了一种改进的汉字字符图像细化的算法,该算法在图像像素的八邻域细化算法的基础上,分析细化结果中笔划畸变的主要情况,再分别加以修正。实验结果表明,该算法能够较好地纠正传统细化算法的畸变,处理速度较快。

关键词:图像处理;图像细化;汉字的笔划

中国分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)09-0088-04

An Improved Thinning Algorithm of Chinese Ideograph Image

SHI Shao-qiang

(School of Computer & Information Engineering, Tianjin University
of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Aiming at some disadvantages of the thinning algorithm based on eight-neighborhood, which causes some stroke distortion at the cross or crotch of strokes, the article brings forward an improved thinning algorithm for binary image of Chinese ideograph. The algorithm claims that firstly do some thinning based on eight-neighborhood, and then analyses the stroke distortion, at last rectifies all of them. The experimental results proved that the method has improved the efficiency of algorithm in thinning and proceed more quickly.

Key words: image processing; image thinning; stroke of Chinese ideograph

0 引言

一个平面图像区域的骨架,经常可用来代表一定的形状结构,而这些形状和结构,通常在模式识别系统中可以代表特定的特征参数,具有很重要的意义。汉字字符图像的形状和结构在车牌汉字识别等系统中可以用来表征车牌汉字的特征^[1]。对汉字字符图像进行细化分析以得到其形状结构的简单描述,具有重要意义。

二值图像细化是图像处理的一个基本方法。汉字字符图像细化,是汉字识别系统通常要进行的一项很重要的预处理工作。目的就是在不影响汉字字符图像连通性和整体特征的情况下,得到精细的汉字字型轮廓像素,从而为更好地进行汉字的笔划等特征提取打下基础。汉字字符图像细化的一般要求^[2]通常有:

- (1)保证细化后曲线的连通性;
- (2)保证细化前后,所关心的汉字字符特征的完整性;

(3)细化处理速度快。

目前二值图像细化的算法大多仅基于图像像素的八邻域进行分析,未考虑汉字字符图像中的笔划等特征参数的实际情况,从而在对汉字字符图像进行细化后,容易产生汉字笔划特征的畸变,为此文中给出了一种汉字字符图像细化的改进算法。实验结果表明该算法较好地纠正了传统的基于图像像素的八邻域分析的细化算法中产生的畸变,方法简单,容易实现,对汉字识别系统有一定的积极意义。

1 汉字字符的特征

一般情况下,对汉字字符图像细化,其目的经常是为汉字识别做预处理,使将来汉字特征的提取更加容易,因此,汉字字符图像的细化应该是趋向于简化汉字特征提取,并且不能对汉字特征产生负面影响。

在通常的汉字识别系统中,经常会用到的汉字字符特征^[3]有:汉字的结构,汉字的笔顺,汉字的笔划。汉字的结构通常可定义汉字的结构为左右结构、上下结构、独体结构等三种;汉字的笔顺通常可定义为从上到下、从左到右;汉字的笔划通常可定义为横、竖、撇、捺等四种。

收稿日期:2006-11-26

基金项目:天津科技大学科学研究基金项目(20050225)

作者简介:史绍强(1976-),男,河北唐山人,助教,硕士,研究方向为智能控制、人工智能、模式识别和信号处理。

另外,分析汉字符的形态结构可知,汉字的笔划经常是相互交错干扰的,这样就会给汉字的笔划特征提取带来一定的难度。比如,车牌汉字字符中的“赣”字右上部的“夂”部首就有笔划撇和笔划捺相互交叉;车牌汉字字符中的“陕”字右半部的“夹”部首的笔划横与笔划撇、笔划捺相互交叉;还有车牌汉字字符中的“冀”中有多个笔划横与笔划竖的相互交叉现象等等。

还有,车牌汉字字符相对于手写体汉字字符是比较工整与规范的,不同的车牌,同一个汉字字符的采样样本之间一般变化也不会很大,但是经过观察与分析可以知道,在车牌汉字字符中的总体样本中,大多数字符的结构是比较复杂的,笔画相对较多。因此,在进行车牌汉字字符的细化时,必须考虑到车牌汉字字符的具体情况,尤其是笔划交叉的情况,否则细化的结果就会产生一定的偏差。

2 基于图像像素的八邻域分析的细化算法

汉字字符图像区域像素点形成的骨架代表了汉字字符的结构特征和笔划特征。而在一些比较大的印刷体汉字字符图像中,比如车牌汉字字符中,图像的骨架特征通常是不太精细的,这会占用较多的计算机存储空间,同时浪费大量的图像处理时间,尤其是在笔划交叉处,笔划的走向存在很大的不确定性,这些都会给后续的汉字字符识别带来很大的难度,因此通常引入一定的图像分析方法,得到一个平面图像区域的精细的骨架特征,这就是图像的细化。

常用的细化算法很多,而传统的基于图像像素的八邻域分析^[4]的细化主要针对于二值图像的细化。假设待细化的二值图像有 m 行 n 列像素点,并设 1 代表图像像素点区域,0 代表背景。考虑一个边界点 p_1 ,及其八连通的点 $p_2, p_3, \dots, p_8, p_9$,如图 1 所示。

p_9	p_2	p_3
p_8	p_1	p_4
p_7	p_6	p_5

图 1 像素点 p_1 邻近点示意图

基于图像像素八邻域分析的细化算法主要是进行两次冗余点的删除(如果删除可实现细化的效果)。算法如下所述:

第一步:判断并标记至少有一个八连通为 0 的边界点是否要删除(如果删除可实现细化的效果),而判定该删除的条件如下(必须同时满足):

- (1) $2 \leq N(p_1) \leq 6$;
- (2) $S(p_1) = 1$;

$$(3) p_2 \cdot p_4 \cdot p_6 = 0;$$

$$(4) p_4 \cdot p_6 \cdot p_8 = 0.$$

其中 $N(p_1)$ 是 p_1 的非零邻近点的个数, $S(p_1)$ 是以 $p_2, p_3, \dots, p_8, p_9$ 为序时这些点的值从 0→1 变化的次数。被判定为删除的点暂不删除,但是要加以记录。等所有边界点都被判定完后,再一起将所有标记了的点删除,接下来进入第二阶段的删除步骤。

第二步:按照如下条件进行第二阶段的删除,条件为:

$$(1) 2 \leq N(p_1) \leq 6;$$

$$(2) S(p_1) = 1;$$

$$(3) p_2 \cdot p_4 \cdot p_8 = 0;$$

$$(4) p_2 \cdot p_6 \cdot p_8 = 0.$$

同第一步一样,判定要删除的点只是加以记录而暂不删除,等最后同时删除。

对一幅汉字字符图像反复执行第一与第二步的算法步骤,直到都没有可删除的点为止,最后剩下没有被删除的点就是所要找的骨架。

图 2, 3, 4, 5 为采用传统的基于图像像素的八邻域分析的细化的一般效果图,图中给出的只是一般结构与笔划复杂度的细化情况,所选用的汉字字符是车牌汉字字符总体样本中常见的具有笔划交叉现象的典型图例。



图 2 原始图像



图 3 八邻域细化图像



图 4 原始图像



图 5 八邻域细化图像

经过细化算法的理论与实验分析可知,该算法只考虑了当前点的八邻域,而没有考虑当前点所在的笔划特征。因此所要细化的点处在笔划的交叉处时会产生笔划的畸变,从而影响汉字识别中特征提取的准确性。总结畸变的主要情况有:一是汉字的横与其他笔画如竖、撇交叉时会产生错位,如图 3 所示;二是汉字的撇和捺等笔划缩为一点,如图 5 所示。

3 改进的细化算法

经过对基于图像像素八邻域细化算法的畸变原因的分析,文中提出的算法改进思想是:

首先对待细化的图像做基于图像像素八邻域分析的细化。

其次对上述细化结果中的像素点进行分析如下:

Step1:计算像素点 p 周围像素点的个数 $N(p)$,找出汉字字符图像中的笔划交叉点;

Step2:分析在笔划交叉处有没有产生畸变,畸变定义为笔划交叉点的直线方向上像素点的个数 N 不多于 3,而其相邻行恰有 N 个像素点的间断,此时认为交叉点产生了 N 个像素点的平行错位,对此进行反向纠正;

Step3:对细化结果进行孤立点的测试,如果像素点 p 周围的像素点的个数 $N(p)$ 为 0,说明点 p 为孤立点,对此进行竖向的拉伸形成含有 3 个像素点的竖。

从以上改进算法的描述可知,算法的改进比较简单,算法复杂度较低,容易实现。

4 实验结果与分析

文中在 WindowsXP 操作系统下进行程序设计,采用 MATLAB 语言编程^[5],进行算法实现,取车牌汉字识别系统中的汉字字符图像进行实验。

算法的 MATLAB 环境实现代码如下所示。

Step1 中算法实现如下:

%该子函数用于计算像素点 $A(i,j)$ (包括该点)周围的像素点的个数。

```
function n = nsumptrx(A,i,j,x)
n=0;w=0;z=0;
[phigh,pwide]=size(A);
for w=-x:1:x
    for z=-x:1:x
        if (i+w<=phigh)&(i+w>=1)&(j+z<=pwide)&(j+z>=1)&A(i+w,j+z)==1
            n=n+1;
        end
    end
end
```

Step2 中算法实现如下(由于篇幅限制,只给出了部分程序代码):

```
[bhigh,bwide]=size(y);
for i=1:bhigh
    for j=1:bwide
        if y(i,j)==1
            m=nsumptrx(y,i,j,1);
            if m<=3
```

```
if (j+2)<bwide&y(i,j+1)==0
    &y(i,j+2)==1&y(i,j+3)==1
    &y(i,j+4)==1
    if (i-1)>=1&y(i-1,j+1)==1
        y(i,j+1)=1;
        if(y(i-1,j+1)==0)
            y(i-1,j+1)=0
        end
    elseif (i+1)<=phigh&y(i+1,j+1)==1
        y(i,j+1)=1;
        if(y(i+1,j+1)==0)
            y(i+1,j+1)=0;
        end
    else
        end
    end
end
end
end
end
end
end
```

Step3 中算法实现如下:

%以下代码用于还原在细化过度产生的独立点像素至独 3 点(即形成一个最小笔划像素点的集合。)

```
for i=1:bhigh
    for j=1:bwide
        if y(i,j)==1
            m=nsumptrx(y,i,j,1);
            n=nsumptrx(y,i,j,2);
            if (m==2&n==2)|| (m==1&n==1)
                if (i-1)>=1
                    y(i-1,j)=1;
                end
                if (i+1)<=bhigh
                    y(i+1,j)=1;
                end
            end
        end
    end
end
end
```

经过字符分割得到的车牌汉字“鲁”和“粤”的原始图像如图 2 和图 4 所示;

经过基于图像像素的八邻域分析的细化处理后得到的细化图像如图 3,5 所示。

经过改进的细化算法纠正得到最终细化如图 6,7 所示。

分析实验结果,对比图像 3 和图像 6 可知,汉字“鲁”的笔划“横”的错位畸变得到了纠正,即文中提出的改进算法纠正了基于图像像素的八邻域分析的细化

算法中产生的错位畸变。

对比图像5和图像7可知,汉字“粤”的孤立点畸变得到了纠正,即文中提出的改进算法纠正了基于图像像素的八邻域分析的孤立点畸变。

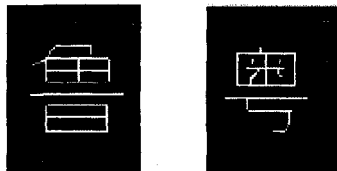


图6 改进算法细化图像 图7 改进算法细化图像

5 结论

由于传统的汉字字符图像细化主要是基于图像像素八邻域分析的算法,而没有考虑具体的汉字字符图像的骨架特征的经常出现笔划交叉的实际情况,这样就存在一定程度的细化误差。经过改进的细化算法,

(上接第84页)

简单的方法顺序调用,因此只能在运行前就安排好各调用的先后顺序,没有做到在执行过程中动态控制流程的转移。形参列表中的类型有些还不能处理,如数组类型、基类和派生类的接口问题,将来可考虑使用JAXB这样的软件做此工作。

参考文献:

- [1] 柴晓路,梁宇奇. Web Services 技术、架构及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [2] Andrews T, Curbera F. Business Process Execution Language

(上接第87页)

环境下用 Microsoft Visual C++ 6.0 实现。在改进的点方向图计算的基础上,采用合成分割法对指纹图像进行分割,从图3可以看到,该分割算法对噪声干扰具有较强的鲁棒性。从实验结果(见图5)可以看到,采用文中所述的基于方向图的指纹图像预处理方法,可以有效地去除噪声干扰,并且能够保持纹线方向和纹线特征基本不变,为准确提取指纹特征提供了保证。

参考文献:

- [1] Lam L, Lee S W, Suen C Y. Thinning Methodologies - comprehensive Survey[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1992, 14(9): 869 - 885.
- [2] 黄贤武, 苏鹏程, 柏培权. 基于方向滤波分割的指纹自动识别系统算法[J]. 中国图像图形学报, 2002, 7(8): 829 -

充分考虑到了汉字字符图像笔划经常的实际情况,对传统的算法进行了简单而有效的修正,该算法已经成功的应用到了车牌汉字字符识别系统的预处理环节上。综上所述,文中提出的改进算法,较好地纠正了传统的基于图像像素的八邻域分析的细化算法中产生的畸变,方法简单,容易实现,对汉字识别系统的图像预处理有一定的可信性。

参考文献:

- [1] 刘佐彦, 邓荣标, 孔嘉圆. 一种车牌识别算法的实现[J]. 中国科技信息, 2005, 23(2): 56 - 57.
- [2] 刘桂雄, 申柏华, 冯云庆. 基于笔划趋势分析的二值图像细化方法[J]. 光学精密工程, 2003, 11(5): 527 - 530.
- [3] 史绍强, 王英健, 唐贤璞. 基于整形特征和模糊识别的手写体汉字识别[J]. 微机发展, 2004, 14(1): 114 - 116.
- [4] 缪绍纲. 数字图像处理[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2001.
- [5] 王晓丹, 吴崇明. 基于 MATLAB 的系统分析与设计——图像处理[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.

for Web Services Version 1.1 [EB/OL]. 2002 - 07 - 30. <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/specification/ws-bpel/>.

- [3] Halloway S d. Java 平台组件开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [4] W3C Recommendation. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fourth Edition) [EB/OL]. 2006. <http://www.w3.org/TR/REC-xml/#sec-intro>.
- [5] Skonnard A, Gudgin M. XML 精要快速参考手册[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.

834.

- [3] 韩伟红, 黄子中, 王志英. 指纹自动识别系统中的预处理技术[J]. 计算机研究与发展, 1997, 34(12): 914 - 920.
- [4] 冯星奎, 颜祖泉, 肖光明, 等. 指纹图像合成分割法[J]. 计算机应用研究, 2000(1): 76 - 77.
- [5] Gorman L O, Nickerson F V. An Approach to Fingerprint Filter Design[J]. Pattern Recognition, 1989, 1(4): 381 - 385.
- [6] Jain A K, Hong L, Bolle R. On-line fingerprint verification[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19(4): 302 - 314.
- [7] 楚亚薇, 詹小四, 孙兆才, 等. 一种结合方向信息的指纹图像二值化算法[J]. 中国图像图形学报, 2006, 11(6): 855 - 860.
- [8] 冯星奎, 李林艳, 颜祖泉. 一种新的指纹图像细化算法[J]. 中国图像图形学报, 1999, 4(10): 835 - 838.