

24 131-134

联机手写体汉字识别 中的笔划分类及笔划识别

TP391.4

余楚中 赵学军 彭静 郑胜林

(重庆大学工人视觉实验室, 重庆, 400044; 第一作者 35岁, 男, 讲师, 博士生)

摘要 提出了手写体汉字识别的一种笔划分类方法, 它把构成汉字系统的笔划分为7种基本单元, 并论证了它在整字识别上容忍笔划变形度大的原因。

关键词 笔划识别; 笔划合并; 笔划分类

中国图书资料分类法分类号 TP391.4

汉字识别

0 引言

联机识别

计算机

在我国, 汉字的输入一直是汉字信息处理的关键问题。目前许多汉字输入方法是编码输入方法, 这些方法不便于普通人掌握和使用, 因此联机手写汉字输入方法得到了很大的发展, 也有一些产品问世, 但不足的是联机手写体汉字识别率不是太高, 并且对人们的手写汉字也有一定要求和约束。

联机手写汉字识别的方法可以分成两大类, 一类是基于整字识别的方法, 一类是基于笔划识别的方法。大多数联机识别都是采用后一种方法。这是因为在联机识别过程中, 汉字笔划是以点坐标形式一笔一划地输入到计算机的。因此在输入过程中, 汉字的笔划规律就确定了。如果我们把汉字看成是由一定笔划组成的, 就可以根据规定的笔划数来构成所有的汉字, 显然如果规定的笔划及笔划数合理, 且笔划易于识别, 那么汉字的识别就容易解决。

构成汉字的笔划分类有许多种^[1,2]。笔者提出了一种笔划的分类方法, 以及如何有效地识别这些笔划。

1 笔划的分类

汉字笔划的分类方法有很多种, 笔划分得太细, 必然增加汉字的复杂程度, 而且也容易造成笔划的误识。笔划分类太粗, 汉字的重码相应增大, 给下一级处理带来困难。笔划的分类应该便于识别, 对书写模糊的笔划也能作出正确的分类。

在我们的研究工作中, 把构成所有汉字的笔划分为两大类, 即单向笔划和变向笔划。这里单向笔划表示笔划的走向保持在某一方向上, 即人们通常所指的基本笔划, 包括有:

- 1) 横; 2) 竖; 3) 撇; 4) 捺

* 收文日期 1997-03-11

变向笔划表示笔划的走向不只是出现在某个方向,可能会有两个或两个以上的方向,即人们通常所指的复合笔划。在本文中提出了一种新的变向笔划的定义。

第一类定义,规定变向笔划由三种笔划组成:

- 5) 顺笔划,笔划的变向是按照顺时针规律变化的,例如“J”、“J”等;
- 6) 逆笔划,笔划的变向是按照逆时针规律变化的,例如“l”、“L”等;
- 7) 混合笔划,笔划的变向既有顺时针又有逆时针规律变化的,例如“Z”、“Z”等。

第二类定义,规定的变向笔划由五种笔划组成:

- 5) 顺笔划,定义同上;
- 6) 逆笔划,定义同上;
- 7) 顺逆笔划,按照先顺时针后逆时针变化的笔划;
- 8) 逆顺笔划,按照先逆时针后顺时针变化的笔划;
- 9) 混合笔划,出现如“顺逆顺”、“逆顺逆”等多个变向的笔划。

第三类定义,规定变向笔划由五种笔划组成:

- 5) 顺二笔划,笔划的变向只出现两个方向的顺时针变化;
- 6) 顺三笔划,笔划的变向出现三个或三个以上方向的顺时针变化;
- 7) 逆二笔划,笔划的变向只出现两个方向的逆时针变化;
- 8) 逆三笔划,笔划的变向出现三个或三个以上方向的逆时针变化;
- 9) 混合笔划,笔划的变向既有顺时针又有逆时针变化。

第四类定义,规定变向笔划由七种笔划组成,即第二类笔划中的后三种和第三类笔划中的前四种笔划组成。

以上所讨论的各类笔划定义各有其特点,在第一类笔划的定义中,笔划数较少,易于识别,尤其是对于那些很特殊的手写体笔划的识别,更容易进行分类。在研究过程中,我们作了一个小小的试验,把四种基本笔划和第一类中的三种变向笔划作为构成所有汉字的笔划单元,组成一种七笔划汉字编码输入方法,结果表现这种方法简单,不用学很快就能进行汉字的输入,而且重码相当少,不足的是对于有很多笔划的汉字,击键数较多,但是在联机汉字识别中,笔划的输入是通过书写板自动输入到计算机中的,笔划的识别是靠计算机来自动完成的。其它几类笔划的定义,是对第一类笔划扩展,把笔划的定义分得更细,使得汉字识别过程中的下一级分类容易处理,但对于书写模糊的笔划容易造成笔划的误识。在我们的研究中,趋向于采用第一类笔划的定义^[3]。

2 笔划识别前的噪声处理

由于在原始笔划点坐标数据中,有大量的冗余和噪声,必须对这些输入数据进行预处理以消除这些冗余和噪声。处理的方法有很多^[4]。

本文根据汉字的特点,把笔划走笔方向进行8方向编码,如图所示,将坐标平面的360度分为8个区,按顺序编号为1、2、3、4、5、6、7、8。原始数据的滤波处理分为两步,第一步是对原始点坐标的滤波,第二步是对由这些点坐标所计算出的方向码的滤波。

2.1 原始坐标数据的滤波

2.1.1 平滑滤波处理,由于同一笔划中相邻点具有一定相关关系,不可能出现距离较大的

相邻点,本文采用了一种有限的平滑处理方法。

$$X_p = \alpha X_p + (1 - \alpha)X_t, \quad L_{\min} < \Delta < L_{\max}$$

$$Y_p = \alpha Y_p + (1 - \alpha)Y_t, \quad L_{\min} < \Delta < L_{\max}$$

$$\Delta = \sqrt{(X_t - X_{p(t-1)})^2 + (Y_t - Y_{p(t-1)})^2}$$

噪声点 $\Delta > L_{\max}$; 冗余点 $\Delta < L_{\min}$

其中, (X_t, Y_t) 是笔划在 t 时刻的坐标, 下标 p 表示经过平滑后的数据, α 是平滑系数, $0 \leq \alpha \leq 1$, α 越大, 平滑后两点相关性越大, 反之 α 为 0, 不进行平滑处理, L_{\min} 和 L_{\max} 是判别冗余点和噪声点的距离阈值。

2.1.2 笔划方向码的确定, 根据输入点坐标, 由下式来产生笔划方向码:

$$k = (Y_p - Y_{p(t-m)}) / (X_p - X_{p(t-m)})$$

其中, k 是两点间的变化斜率, 根据斜率来确定出相应的方向码, m 是在计算 t 时刻的方向码时, 所取的前第 m 点坐标。在实际中 m 的选取, 带有很大的技巧和直感, 通常取 $m = 1$, 即只在两相邻点上计算方向码, 显然这不能克服抖动所带来的噪声, m 取得太大, 容易造成方向的错判, 在我们的研究中, 根据所定义的四种基本笔划和三种变向笔划, 选取 $m = 5$ 。

2.2 方向码的滤波处理

由于在实际书写过程中, 输入的笔划并不很标准, 在方向码序列中, 还含有大量的噪声和人为的错笔, 这就需要对方向码进行滤波。

2.2.1 笔划起始处和终止处的噪声 人们的书写习惯容易在落笔和抬笔引入噪声, 一般消除同一笔划的前两个方向码和后两个方向码, 能克服这种噪声。

2.2.2 笔划平直处的噪声 笔尖的抖动容易造成在一串相同的方向码中混有一个或两个不同的方向码, 删除这个方向码, 即可克服这种噪声。

2.2.3 笔划变向处的噪声 在笔划变向处容易引入噪声, 出现一个或两个方向码与前后方向码不相同, 删除它们来克服这种噪声。

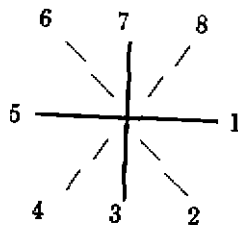
2.2.4 带笔噪声 这基本上是人为了的噪声, 通过下面将介绍的笔划合并方法来消除这种噪声的影响。

3 笔划方向码合并处理及笔划识别

通过上述方法, 根据原始坐标数据, 获得了所需的笔划方向码, 在确定七种笔划代码之前, 还得再对笔划方向码进行合并处理。由于不同的书写习惯, 往往书写笔划时有些变异, 例如, 写撇“丿”时, 可能先写成竖“丨”, 再才是“丿”, 因此, 对这些笔划方向码应作出合并处理。处理原则是: 首先对同一笔划中的方向码进行合并处理, 得到两组数, 第一组数, 代表输入笔划的方向码序列 $M_i (i = 1, \dots, n), 1 \leq M_i \leq 8$, 相邻方向 M_i 与 M_{i-1} 经合并后, 不可能是同方向的码值, 第二组数代表方向码序列 M_i , 所对应的某方向上的方向码数, $N_i (i = 1, \dots, n)$ 。

然后再对方向码序列 M_i 进行合并处理, 当 $|M_{i+1} - M_i| = 1$ 或 $|M_{i+1} - M_i| = 7$ 成立时, 表示 M_{i+1} 与 M_i 是相邻的两个方向, 由于采用了我们所定义的七种笔划, 可以对相邻两个方向合并为一方向, 当两个方向的方向数之比

$$N_{i+1}/N_i \leq K \text{ 时, } M_{i+1} \text{ 与 } M_i \text{ 合并为 } M_i; N_{i+1}/N_i > K \text{ 时, } M_{i+1} \text{ 与 } M_i \text{ 合并为 } M_{i+1}$$



附图 笔划走笔方向编码图

$n' = n - 1$, 其中方向数为: $N_i = (N_{i+1} + N_i) / 2$

得到两组新数 $M_i, N_i, (i = 1, \dots, n')$, 式中 K 是合并阈值, 可根据实际书写情况进行调整, 一般 $K = 1$. 根据上述原则, 可再对方向码序列 M_i 进行合并处理. 有了正确的笔划方向码序列 M_i , 我们就能对笔划进行正确的分类, 实现笔划识别, 其识别过程如下:

笔划名称	笔划代码	方向代码
横	1	1, 8, 7
竖	2	3
撇	3	4, 5
捺	4	2

第一, 判断方向码序列 M_i 的方向码数 n' 是否为 1, 即是否是单方向的基本笔划, 由右表可查出对应的笔划码.

第二, 如果 $n' > 1$, 即是变方向的复合笔划, 根据下式可以确定出顺笔划、逆笔划、混合笔划. 如果 $-4 \leq M_i - M_{i+1} \leq -1$ 或 $-4 \leq M_i - M_{i+1} \leq 7$

对于所有 $i = 1, \dots, n'$ 成立, 那么输入笔划顺笔划, 代码是 5. 如果

$$1 \leq M_i - M_{i+1} < 4 \quad \text{或} \quad -7 \leq M_i - M_{i+1} < -4$$

对于所有 $i = 1, \dots, n'$ 成立, 那么输入笔划是逆笔划, 代码是 6. 否则所有其它情况, 输入笔划是混合笔划, 代码是 7.

4 结束语

提出的笔划定义形式及笔划识别方法, 对笔划变形的容忍度相当大, 笔划识别率可以达到 99% 以上, 在作者的其它论文中, 讨论了基于这种笔划识别来完成整字识别的方法, 已经实现了对国标二级汉字的识别, 识别率和识别速度达到了当今联机汉字识别的先进水平.

参 考 文 献

- 1 张中. 汉字识别技术. 北京: 清华大学出版社, 1992. 63~76
- 2 胡家忠. 计算机文字识别技术. 北京: 气象出版社, 1994. 52~67
- 3 贾永康. 识别联机手写体汉字的多级分类方法. 信号处理, 1995, (12), 32~34
- 4 刘迎建. 联机手写体汉字识别的理论与实践. 中文信息学报, 1988, 2(4): 13~16

A Method of Stroke Classification and Recognition in On-line Handwritten Chinese Character Recognition

Yu Chuzhong Zhao Xuejun Peng Jing Zheng Shenglin

(Laboratory of Artificial Vision, Chongqing University)

ABSTRACT A method of stroke classification and recognition in on-line handwritten chinese character recognition is presented. It has advantages of high degree of tolerance to stroke variance and high recognition rate.

KEYWORDS stroke recognition; stroke combination; stroke classification