

联机手写中文速记符的自动识别*

陈小苹¹ 俞铁城¹ 戴汝为²

¹(中国科学院声学研究所 北京 100080)

²(中国科学院自动化研究所 北京 100080)

E-mail: tcyu@public3.bta.net.cn

摘要 手写中文速记符的自动识别是文字类识别中的一个比较特殊的课题,实现了一个联机手写中文速记符识别系统 HCSRS(handwritten Chinese shorthand recognition system),并给出了对速记符中的基本音符、独立略符、连笔符的识别实验结果。该识别系统采用了以声符、韵符为基元的结构识别策略,为了实现基元的有效切分,提出了一种基于切分-分析-交互结构及其相应知识库的自调整切分算法 STSA(self-tuning segmentation algorithm),从而大大改进了系统的识别性能。理论分析和测试结果表明,利用计算机来实现手写中文速记符到书面汉字的同步转换是可行的。

关键词 手写中文速记符,计算机识别输入,基元切分,结构识别。

中图法分类号 TP391

手写中文速记符的自动识别是文字类识别中的一个比较特殊的课题,与汉字识别和英文识别相比,在这方面发表的文章要少得多。由于速记方法在很多情况下起着不可替代的作用,特别是由于速记符具有快速记录的优点,因此,作为语音的一种表示方法,对它的识别技术进行研究在理论和实际应用两方面都是很有意义的。

国外在 80 年代初就已有对英文 Pitman 速记符进行自动识别的报道。由于英文大多为多音节词,因此英文速记符大多为长符,由此造成对一般速记符基元切分的困难。只有寻求更有效的基元切分算法才有可能提高一般英文速记符向英文词汇的正确转换率。关于中文速记符自动识别的研究,目前已有了一些阶段性的报道^[1~5]。本文的目的就是以人群速记符为计算机输入媒介,简要论述手写中文速记符自动识别输入系统 HCSRS(handwritten Chinese shorthand recognition system)的设计原理和研制过程。

1 人群速记符自动识别策略

在“人群速记”^[7]中,一共定义了 45 个基本符号(其中声符 17 个,韵符 28 个),这些符号大致可以分为 4 类,即直线段、弧段、圈、弯钩。直线和弧段又分为两级长度、一种角度和一个总方向,圈、弯钩又有大小和书写方向之分。由基本符号可以组成 297 个基本音符,由基本音符又可组成成千上万的连笔符和非连笔复合符。人群速记中有 600 多个略符,它们代表着 600 多个常用汉语词汇。由此可见,当速记文本从书写板输入到计算机后,首先需要将速记文本中的词符即非连笔复合音符、连笔符和略符区分开,然后根据它们的结构和形状特点分别加以处理。

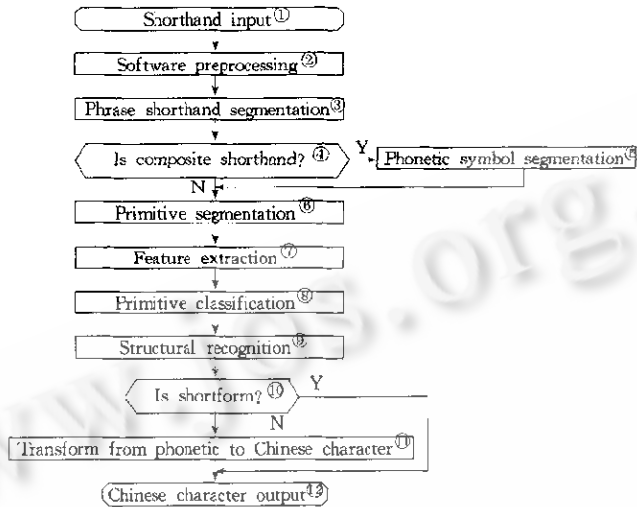
人群速记符采用流线型椭圆速记方案。由于每人的书写习惯和书写风格不同,不同人写的同一个速记符可能会有较大差别,即使是同一个人写的同一个速记符也不总是完全相同。如果对待识词符单纯用模板匹配法,则

* 本研究得到中国科学院王宽诚博士后工作奖励基金(No. 1998-37)和山东省科委重点项目基金(No. 1994-179)资助。作者陈小苹,女,1969 年生,博士,助理研究员,主要研究领域为手写体识别,语音识别,训音压缩。俞铁城,1940 年生,研究员,博士生导师,主要研究领域为语音分析和识别,数据压缩编码,语音合成。戴汝为,1932 年生,研究员,博士生导师,主要研究领域为模式识别,人工智能,人机界面。

本文通讯联系人:俞铁城,北京 100080,中国科学院声学研究所五室

本文 1999-05-20 收到原稿,1999-07-29 收到修改稿

不仅会增加建立模板的困难,而且识别率也不容易提高.对人群速记符的进一步分析表明,尽管每个人的书写各有差异,但是组成同一音符的声符和韵符却有很大的可比性,而且它们的变化一般都在容许范围内,不致引起人们的误解.为此,我们采用了以声符和韵符为识别基元的结构识别策略,这样不但避免了大模板的制作,而且使系统对非特定人书写模式的适应性增强.图1给出了一种可行的人群速记符自动识别方案.



①速记符输入,②软件预处理,③词符切分,④是否复合音符?⑤音符切分,⑥基元切分,⑦特征抽取,⑧基元分类,⑨结构识别,⑩是略符?⑪音字转换,⑫汉语输出.

Fig. 1 Block diagram of handwritten shorthand recognition system
图1 手写速记符自动识别原理框图

2 数据采集和预处理

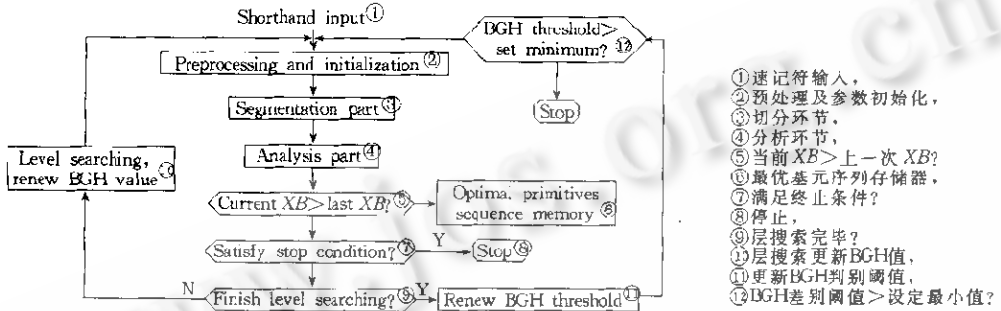
在联机手写人群速记符识别系统的研制过程中,我们采用了 WT-92 图文输入板作为数据采集装置.当笔在书写板上书写时,笔尖与书写板接触点的 X,Y 坐标值以一定的速率被采样送到计算机.由于人手的抖动、外界的干扰以及书写板的量化噪声和感应噪声的影响,使得采集的原始数据中有很多飞点、毛刺点.另外,由于书写时笔速的快慢变化,使得采样点数据之间的间隔疏密不均,速度快时,坐标点间距较大,反之,数据点较密集.显然,这样的坐标点序列不能如实地反映出速记符的本来形状,原有的特征也由于采样速度及各种干扰和噪声的影响变得模糊或者消失,因此,对于这种数据首先需要进行预处理.预处理主要包括剔除飞点、空间采样、剔除虚假抬笔点、滤波等几个方面.

飞点通常由书写板的量化噪声和感应噪声引起,可采用距离判别法剔除飞点,当某一点和其相邻点的距离大于设定值 ΔD_f 时,则被认为是飞点.空间采样就是去除采样坐标序列中与上一点距离小于采样阈值 ΔD_s 的坐标点.虚假抬笔点经常出现在笔画的起始端、结束端以及书写方向明显变化处,通常采用判断抬笔点和随后的落笔点之间距离或时间间隔的方式来辨别虚假抬笔点,当求得的距离值大于设定值 ΔD_r 时,则确认是真正的抬笔点,否则认为是虚假抬笔点,并予以剔除.对速记符进行滤波处理时,我们采用了距离判别法.设定距离阈值 ΔD_{f1} 和 $\Delta D_{f2}(\Delta D_{f1} < \Delta D_{f2})$,对任一采样点 P_i ,计算它与前一点 P_{i-1} 之间的距离 D .当相邻两点的距离在 ΔD_{f1} 和 ΔD_{f2} 之间时,认为是合理的点;如果距离小于 ΔD_{f1} ,则认为是冗余点,剔除该点,用卜一点代替;如果距离大于 ΔD_{f2} ,则插入新的坐标点.

3 基元的切分

对于速记符的基元切分,我们可看成是求最佳切分点组合的问题.给定的未经切分的速记符可看成是初始状态,根据速记符本身的特征信息找出可能的切分点,每种切分点的组合都看作是一种新状态,在该状态下求得

的速记符基元序列表示置信度(又称为识别置信度)就是该状态的估计值,对产生的所有新状态下的识别置信度进行比较,取最大值所对应的状态作为目标状态,或者对每一个新状态下的识别置信度与某一设定阈值进行比较,如果某次置信度大于该阈值,则认为其对应的状态为目标状态,否则,利用启发式信息再产生新的状态,直到满足算法终止条件为止.在本文中,我们利用分层规划思想将这两者结合在一起使用.在不同层次上,我们根据最大值原则确定局部目标状态,然后将局部目标状态下的识别置信度与设定阈值比较,由此确定是否继续产生新的状态并进行测试.基于上面的分析,本文给出了一种自调整切分算法 STSA(self-tuning segmentation algorithm),如图 2 所示为 STSA 算法的工作原理框图.



- ① 速记符输入,
- ② 预处理及参数初始化,
- ③ 切分环节,
- ④ 分析环节,
- ⑤ 当前 $XB >$ 上一次 XB ?
- ⑥ 最优基元序列存储器,
- ⑦ 满足终止条件?
- ⑧ 停止,
- ⑨ 层搜索完毕?
- ⑩ 层搜索更新BGH值,
- ⑪ 更新BGH判别阈值,
- ⑫ BGH差别阈值 $>$ 设定最小值?

Fig. 2 Block diagram of self-tuning segmentation algorithm (STSA)
图2 STSA流程框图

该算法包括切分环节、分析环节、交互环节 3 个部分,各环节的功能和相互关系如下所述.

3.1 切分环节

给定一个待切分的速记符,首先要做的就是根据特征将速记符切分成基元序列,然后对切分点进行组合生成新的状态.我们将速记符的基元选为笔画(包括直线段和弧段)、圈/环、钩等几种,这样,速记符中各基元之间可能存在的连接有以下几种类型,即笔画-圈/环、圈/环-笔画、笔画-钩、钩-笔画、笔画-笔画等.对速记符的基元切分可按下面的判别准则,由简到繁,确定性由大到小分 4 个步骤完成:(1) 通过寻找封闭点或近似封闭点确定圈/环与笔画之间的边界;(2) 通过检测书写方向的突变确定钩-笔画的连接点;(3) 通过检测较高曲率的一段区域来确定笔画-钩的连接点;(4) 通过检测区域特征和局部特征,利用模糊分类原理来确定笔画之间的边界点.为了大致确定这几种情形下的切分点,我们给出了下面的有关边界函数的定义.

定义 1. 封闭点是指沿着笔顺方向,长度大于 4mm,直线距离小于 1mm 的两个点.

定义 2. 尖点的边界函数定义为

$$B_j(i) = INT(E|c(i)| / (F + G|d(i)|)),$$

其中 $d(i)$ 是第 i 个采样点和第 $i+1$ 个采样点的直线距离; $c(i)$ 是第 i 个采样点处的曲率; INT 表示取整; E, F, G 为常数,根据实验而定.该公式将书写方向的突变和笔尖的停顿信息结合在一起,不管是 $c(i)$ 的突增还是 $d(i)$ 突降都会得到一个较大的边界函数值.

定义 3. 高曲率点的边界函数定义为

$$B_q(i) = H \times \min(1, mc(i)^2),$$

其中 $c(i)$ 为第 i 个采样点处的曲率; H, m 为常数,根据实验而定.

为了确定笔画之间的连接点,我们求取某点对特定笔画基元边界点的隶属度,并根据其值的大小来判断.笔画基元个数共有 17 个,每个基元都有两个边界点,即起点和终点,这样共有 34 种笔画连接点(即边界点).每个连接点 i 可用其区域曲率 $x_1(i)$,角度 $x_2(i)$ 和局部书写方向 $x_3(i)$ 等特征值表示,因此,有如下定义.

定义 4. 笔画间连接点的边界函数定义为

$$B_b(i) = round\{J \times \max_{j=1}^{34} f^{(T_j)}(i)\},$$

其中

$$f^{(T)}(i) = \max_{j=1}^{34} [st_1^{(T)}(i), st_2^{(T)}(i)] \times st_3^{(T)}(i),$$

$$st_k^{(T)}(i) = 1 - \min(|x_k(i) - x_k(i)^T|/L), \quad k=1,2,3.$$

上式中的 *round* 表示取不大于括号内数的最大整数; *J* 和 *L* 为常数; $x_k(i)^T$ 表示 *T*_{*k*} 类连接点的理论特征值, 其值根据实验而定.

边界函数应该能反映某一点为边界点即切分点的可能性大小, 某一点的边界函数值越大, 它越有可能是边界点. 对上面定义的 3 种边界函数, 我们分别根据其确定性大小给出了相应的标度阈值, 尖点的边界阈值最大, 其次是高曲率点, 笔画连接点的边界阈值最小. 因此, 对任一点的边界估计函数可定义如下.

定义 5. 第 *i* 个点的边界估计函数 *BGH*(*i*) 定义为

$$BGH(i) = \max[B_j(i), B_q(i), B_b(i)].$$

对于这些可能的切分点, 我们不是盲目地产生所有可能的状态, 而是根据它们作为切分点的确定性大小分成不同的层次, 依次在每一层上进行状态的生成和测试. 这样可以保证最有可能的切分点状态总是被优先生成, 而确定性较小的切分点状态迟后产生, 从而大大减少了状态搜索时间, 提高了搜索效率.

3.2 分析环节

对速记符进行切分主要是为了识别, 切分点找得准确与否只有从识别结果才能判断. 对速记符的识别效果可以用切分后各子段的基元表示置信度和各基元之间的相关度来衡量. 当给出某种切分点序列时, 我们首先是对切分后的各子段进行分类, 然后求出速记符的基元序列表示置信度, 它除了与每个子段的基元表示置信度有关以外, 还与相邻基元之间的相关度有关. 下面给出了有关定义.

假设当前切分点序列状态 *S* 下的切分点数为 *m*, 这些切分点将速记符分成 *m*+1 个子段.

定义 6. 待分类子段 *X* 的第 *i* 个模式特征 x_i 对任一给定基元 *P* 的隶属度可由下面函数求得

$$f_i^{(P)}(x_i) = \frac{1}{1 + |x_i - x_i^P|^{e_i}/A_i}, \quad i=1,2,\dots,n.$$

其中 x_i^P 表示基元 *P* 的第 *i* 个特征的理论值; *A_i* 和 *e_i* 均为大于零的常数, 其值通过实验而定. 这样, 子段 *X* 对任一基元 *P* 的隶属度可通过对各特征分量的隶属度进行线性组合求得, 即

$$LSD^P = \sum_{i=1}^n w_i f_i^{(P)}(x_i), \quad i=1,2,\dots,n.$$

加权向量 *W* 的作用是突出子段特征向量中单个特征的重要性, 其分量必须满足以下约束条件: $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

定义 7. 第 *i* 个子段 *S_i* 的基元表示置信度 *JB*(*i*) 等于 *S_i* 对给定各基元的最大隶属度减去 *S_i* 对给定各基元的次最大隶属度.

定义 8. 第 *i* 个子段的基元 *J*(*i*) 和第 *i*+1 个子段的基元 *J*(*i*+1) 之间的相关度定义为

$$XG(i, i+1) = \begin{cases} 1, & \text{if } J(i) \text{ 与 } J(i+1) \text{ 表示的音素相连有意义;} \\ 0.001, & \text{其他.} \end{cases}$$

如果两个基元所表示的音素相连有意义, 则认为两个基元相关, 并取值为 1, 否则认为不相关, 取值 0.001.

定义 9. 在切分状态 *S* 时的基元序列表示置信度定义为

$$XB = \prod_{i=1}^m JB(i) \times JB(i+1) \times XG(i, i+1),$$

其中 *m* 表示切分点数. 当 *XB* 值达到设定阈值时, 则认为已找到正确的切分点序列; 否则产生新状态进行测试.

3.3 交互环节

分析函数除了对状态的性能进行评价外, 还可引导采用哪些切分点组成新的状态. 切分点的选择是由边界估计函数值及阈值来确定的, 也就是说, 速记符的基元序列取决于边界估计函数值 *BGH* 的大小和阈值 *THR* 的选择. 由此可见, 改变基元序列有两种途径, 一种是改变判别阈值, 另一种是修整边界估计函数值. 由于基元之间的连接类型不同, 我们不可能采用单一的阈值来确定不同类型的连接点. 为此, 我们设置了 3 个阈值, 分别用来判断突变点、高曲率连接点和笔画之间的连接点, 采用分层搜索法寻找较优的切分点组合. 首先取第 1 个阈值,

找出所有可能的切分点,并对它们进行组合测试,求取相应的 XB . 在搜索过程中,对那些使 XB 增大的切分点,增大它的边界函数值,反之,则减小其边界函数值. 最后,求取所有切分点组合中的最大 XB 值,如果该值大于置信度阈值,则相应的切分点为所求边界点,否则,取第 2 个边界阈值,重复前面的步骤,直到最大 XB 值大于置信度阈值或者选定的下一个边界阈值小于设定下限值为止. 边界函数 BGH 的修整公式定义如下.

定义 10. 给定一待识速记符,其采样点序列表示为 $\{b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_N\}$, 假设 BGH_n 表示当前搜索层某一状态下各采样点的边界估计函数向量, XB 为相应的基元序列表示置信度, 则修整后的下一个状态的边界估计函数向量 BGH_{n+1} 为

$$BCH_{n+1} = BGH_n + h \times BCH_n \times D_n.$$

其中 h 为一个 0~1 之间的数; D_n 表示为各采样点的边界函数修整方向, 它为一个 N 维对角阵, 可表示为 $\{d_{ii} | i=1, 2, \dots, N\}$, 其中

$$d_{ii} = \begin{cases} 1, & \text{if } \frac{\partial XB}{\partial b_i} > 0; \\ -1, & \text{if } \frac{\partial XB}{\partial b_i} < 0; \\ 0, & \text{其他.} \end{cases}$$

通过调整 h 值可调整算法的收敛速度, 但是为了保证算法有收敛解, h 值不宜选得过大, 其值由具体实验而定.

由于速记符中的基元和单独书写的基元相比变异性较大, 因此, 即使在正确切分后也可能造成对基元的误识. 这时, 应根据各种连接情形在切分点附近做适当调整, 这是基元分类时应注意的问题.

综上所述, 切分环节从速记符的采样点坐标序列出发, 最终产生一种可能的基元序列表示. 它主要包括一个边界函数的数据结构和相应的操作, 还包括有关切分的知识库和基元分类操作. 分析环节的作用是, 根据基元序列中的基元表示置信度和基元之间的相关性知识来评价切分的正确性. 它主要包括一个切分性能估计函数、基元知识库、协调知识库. 交互环节的作用是根据性能评价结果以及速记符的结构特征和几何特征调整切分环节的边界函数值以及边界函数判别阈值, 从而在原有切分的基础上重新确定切分点的个数和位置.

4 基元的特征抽取和分类

要识别各基元, 首先需要对其性质作各种测量, 并将这些测量值作为分类用的特征. 模式特征的选择没有一定的规则可循, 应视具体情况而定. 在人群速记符的特征抽取过程中, 我们发现下面两条准则非常有效:

(1) 如果分类问题中有 m 个类别, 那么所选特征个数 n 应至少大于 $\log_2 m$, 所选的每个特征应尽量将候选类别分成类内个数大致相等的两类.

(2) 所选的特征最好使类别呈现二分叉树状, 在不同层次上最好采用同样的特征进行分类.

人群速记符具有明显的形状特征和结构特征, 如符号长短、大小, 是否有圈、钩或短笔画, 符号是否弯曲以及弯曲方向等. 根据上面的特征选择准则, 我们选用了 6 个特征, 即方向角、曲率、长度、斜率、 X 轴书写方向和旋转方向.

人群速记符的基元主要有笔画、圈/环、钩、短画及其他韵符基元几种. 笔画共有 17 种类型, 我们抽取了笔画长度、首尾端连线斜率、斜率符号、笔画平均曲率及曲率符号 5 个特征. 圈/环总共有 8 个类别, 我们抽取了 4 个特征, 分别是最大曲率、平均曲率、最大曲率和平均曲率比值、平均曲率符号. 钩共有 5 种类型, 其类别可根据钩的最大曲率、平均曲率、曲率符号及最大曲率点与终点的 X 坐标差值符号这 4 个特征来区分. 短画共有 8 个, 可根据平均曲率、首尾端连线斜率、斜率符号以及首尾端点 X 坐标差值特征来区分. 除了圈/环、钩、短画这些韵符基元外, 还有 8 个基元, 可用封闭点、圈的周长、圈或钩的旋转方向、尾缀的方向这 4 个特征来描述. 上述所有这些特征都可用前面选择的 6 个特征来表示.

由于速记符中的基元特征比较模糊, 很难用精确的语言加以描述, 因此, 我们采用了模糊分类法. 由前面的特征抽取准则可知, 韵符段和声符段的特征都使相应的基元呈二分叉树状的层次结构, 每采用一个特征, 便可将

样本模式分为两个子类,在子类中采用另一个特征会使候选类别数继续减少,这使分类过程大为简化,因此,在对基元进行分类时,我们还采用了多级分类策略。

对基元分类的目的是要得到基元所对应的声母或韵母。人群速记中的声符基元是与唯一的声母相对应的(n/l除外),但是韵符基元却一般与多个韵母相对应,比如与逆时针小圈韵符对应的韵母就有i和uang。为了确定相应的韵母,还需要根据声母和韵母的拼写规则来确定。

在对符号的识别中,除了略符识别结果为汉语词汇以外,非连笔复合音符和连笔符的识别结果均对应于拼音。为了得到全汉语文本,还需要利用词汇学知识将拼音序列变换为汉语词汇,这是今后需要进一步研究的问题。

5 识别实验

我们主要从3个方面对HCSRS系统进行了测试:(1)对297个基本音符的识别性能分析;(2)对532个独立略符的识别性能分析;(3)对包含各种基元连接类型的200个常用连笔符的切分及识别性能分析。

实验所用的数据库由A,B,C三人书写,每个符号各写3遍。表1给出了对A,B,C三人书写的基本音符和略符的平均正确识别率。

Table 1 Average correct recognition rates for basic phonetic symbols and shortforms written by writers A, B and C

表1 对A,B,C三人书写的基本音符和略符的平均正确识别率

Average correct recognition rates ^① (%)		Writers ^②		
		A	B	C
Types ^③	Basic phonetic symbols ^④	97.5	92.1	90.8
	Shortforms ^⑤	92.6	90.7	89.7

①平均正确识别率,②书写者,③类型,④基本音符,⑤略符。

对A书写的600个连笔符的平均正确切分率和识别率分别为94.5%和87.5%,对B和C书写的连笔符的平均正确切分率和识别率均在80%以上。

6 结束语

理论分析和实验结果表明,利用计算机来实现手写中文速记符到书面文字的同步转换是可行的。速记符自动识别系统的研制不仅为语音识别问题提供了一种可能的解决途径,而且它将产生巨大的社会效益和经济效益:

(1) 它可提供一种新型的高速中文输入手段,输入速度可达100~200个汉字/分钟,比键盘输入速度快2~3倍。

(2) 为开发和研制手写高速中文输入新产品打下了必要的技术基础。

(3) 为便携式计算机提供新的中文输入界面。

该系统经过进一步的改进和完善将会在许多领域发挥重要作用,比如会议记录、法庭记录、办公室字处理系统的文本快速输入等场合。另外,这种系统还可作为聋哑人参加会议、讲座时的辅助工具,又可为电视节目实时提供字幕。

参考文献

- Chen Xiao-ping, Qiao Yi-zheng. Dynamic programming recognition of Pinyin notations in Chinese handwritten shorthand. Journal of Chinese Information, 1997,11(2):55~62
(陈小苹,乔正正. 手写中文速记符中音符的动态规划识别方法. 中文信息学报, 1997,11(2):55~62)
- Chen Xiao-ping, Qiao Yi-zheng. Primitive segmentation and classification of linking symbols in handwritten Renqun's shorthand. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 1998,11(1):118~123
(陈小苹,乔正正. 手写人群速记符中连笔符的基元切分和分类. 模式识别与人工智能, 1998,11(1):118~123)

- 3 Chen X, Qiao Y. On-Line recognition of shortforms in Renqun's handwritten shorthand. In: The 17th International Conference on Computer Processing of Oriental Languages (ICCPOL'97). Hong Kong, 1997. 281~284
- 4 Chen X, Qiao Y. On-Line Recognition of Renqun's handwritten shorthand. In: The 4th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR'97). Ulm; Germany, 1997. 941~944
- 5 Chen Xiao-ping, Yu Tie-cheng. A study on recognition method of shortforms in Chinese handwritten shorthand. In: Yuan Bao-zhong ed. The 4th International Conference on Signal Processing (ICSP'98). Beijing: Electronics Industry Press, 1998. 1245~1248
- 6 Chen Xiao-ping, Li Wei-ye, Qiao Yi-zheng. On-Line recognition of basic symbols in Chinese handwritten shorthand. In: Proceedings of 1996 Chinese Control and Decision Annual Conference. Ji'nan, 1996. 446~450
(陈小苹,李伟业,乔正.联机手写中文速记符中基本符的识别.见:1996年中国控制与决策学术年会会议论文集.济南,1996.446~450)
- 7 Liao Ren-qun. Renqun's Shorthand. Guangzhou: Guangzhou Section of Science Popularization Press, 1985
(廖人群.人群速记.广州:科学普及出版社广州分社,1985)

Automatic Recognition of On-Line Handwritten Chinese Shorthand

CHEN Xiao-ping¹ YU Tie-cheng¹ DAI Ru-wei²

¹(Institute of Acoustics The Chinese Academy of Sciences Beijing 100080)

²(Institute of Automation The Chinese Academy of Sciences Beijing 100080)

Abstract Automatic recognition of handwritten Chinese shorthand is a special issue of character recognition subject. There is little literature on this subject. This paper implements an on-line recognition system for HC-SRS (handwritten Chinese shorthand recognition system) and provide experimental results for the recognition of basic phonetic shorthands, shortforms, and linking shorthands. In this system, a structural recognition strategy based on the primitives of initial consonant symbol and rhyme symbol is applied. For efficient segmentation of primitives, a novel STSA (self-tuning segmentation algorithm) based on the segmentation-analysis-interaction configuration and corresponding knowledge sources is presented in this paper, which greatly improves the performance of the system. Theoretical analysis and experimental results show that it is feasible to realize the simultaneous transformation from handwritten Chinese shorthands to written Chinese characters through computer.

Key words Handwritten Chinese shorthand, computer recognition input, primitive segmentation, structural recognition.