[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[6]
G06K 9/00

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 99102716.7

[43]公开日 1999年12月22日

[11]公开号 CN 1239260A

[22]申请日 99.2.9 [21]申请号 99102716.7

[30]优先权

[32]98.2.9 [33]US [31]020838

[71]申请人 摩托罗拉公司

地址 美国纽约

[72]发明人 卡南·帕塞萨拉斯

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

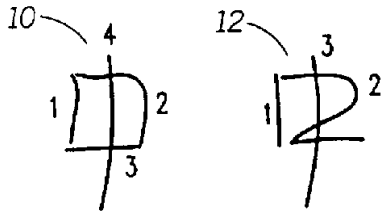
代理人 于 静

权利要求书2页 说明书13页 附图页数12页

[54]发明名称 使用多分辨率模型的手写字符记录

[57]摘要

字符模型被导出以用于若干字符。该字符模型被分为几组。从该组内每个字符 模型中提取出笔画。根据从该组内字符模型中提取出的笔画,创建用于该组的 笔画模型。对该组内每个字符模型中的每一画,都存储了与该笔画最接近的笔 画模型的索引。



ISSN 1008-4274

专利文献出版社出版

权 利 要 求 书

1．创建用于识别的字符表示法的一种方法，包括：

识别具有第一数目笔画的第一字符，以及具有第二数目笔画的第二字符，其中第一数目大于第二数目；

将第一字符的每一笔画与第一组笔画模型相比；以及

将第二字符的每一笔画与第二组笔画模型相比，其中第一组笔画模型比第二组笔画模型少。

2．创建用于识别的字符表示法的一种方法，包括：

导出用于若干字符的字符模型；

将字符模型分组；

从该组内每个字符模型中提取笔画；

根据从该组内字符模型中提取出的笔画，创建用于该组的笔画模型；以及

对于该组内每个字符模型中的每一笔画，存储最接近该笔画的笔画模型的索引。

3．依据权利要求2的所述方法，其特征在于组内每个字符模型笔画数在一个特定范围内。

4．一种使用多分辨率模型的手写字符识别的方法，该方法包括：

将若干字符模型存储在若干存储器块中，其特征在于一个存储器块包括具有特定笔画数的字符模型；

确定手写输入的笔画数；

根据手写输入的笔画数，选择一个合适的存储器块；

对合适的存储器块内的多个字符模型计算距离度量，以创建一个距离数组；

对该距离数组分类，以创建一个分类表；

从该分类表中选出至少一个备选者；以及

报出该分类表中至少一个备选者。

5．依据权利要求4的所述方法，其特征在于根据从至少一组预定义笔画模型中选出的笔画来表示若干字符模型，其中每组预定义笔画模型都是由有限数目的笔画模型构成的。

6．依据权利要求4的所述方法，其特征在于计算对合适的存储器块

（63）内的若干字符模型的距离度量，以创建一个距离数组的步骤，包括在预计算出的对个别笔画距离的距离数组中执行搜寻处理。

7．依据权利要求4的所述方法，进一步包括只要笔画和最近的笔画模型之间的距离度量超过了门限就直接存储笔画特征。

8．一种用于创建用来识别的字符表示法的装置，包括：

导出用于若干字符的字符模型的装置；

对字符模型进行分组的装置；

用于从该组内每个字符模型中提取出笔画模型的装置；

根据从该组内的字符模型中提取出的笔画，创建该组的笔画模型的装置；以及

对该组内每个字符模型中的每一笔画，用于存储与该笔画最接近的笔画模型索引的一个存储器，其中该组内每个字符模型的笔画数都在一个特定范围内。

说　明　书

使用多分辨率模型的手写字符记录

本发明一般涉及使用多分辨率模型的手写字符识别。

诸如中文和日文等亚洲语言具有几千种字符。在中国，所使用的字符集为简化汉字，国标（GB）编码标准定义了大约6800种字符。GB编码标准为当今的计算机系统中所支持的所有简化汉字定义了两字节码。台湾和香港等所使用的字符集是传统中文的地方，Big 5编码标准定义了将近13000种汉字。Big 5编码标准为当今计算机系统中所支持的所有传统中文字符定义了两字节码。日本工业标准208（JIS 208）编码标准定义了将近6300种日文汉字字符。当字符的数目太大时，字符的键盘输入变得很麻烦。在这种情况下，基于手写识别的输入方法是一种有吸引力的可选择方案。

可通过比较手写输入和词汇表中感兴趣的所有字符的模型集合来实现手写识别系统，计算输入和所存模型中每一个的距离尺寸，并从与手写输入具有最小距离的模型中选出一个或多个备选字符。对于可应用于中文及日文汉字字符识别的手写识别，可存在几种检索结果。在第一种方法中，分级表示被用于模型字符。在这种方案中，字符被表示为许多被称为字根的以特定顺序写入的小单元的集合。这些字根本身被作成笔顺序列的模型。识别通常包括将手写输入分割为几个字根，之后将它们与所存根的模型相比。虽然这种方案有效地存储了字符模型，但在识别前的分割处理限制了识别器的精确性。

在第二种方法中，模型作为整个字符存储。因为这种方法并不依赖于在识别前将输入分割成若干字根，所以通常能够得到更精确的识别器。但是，用于存储这些字符模型所需的存储器数量，以及计算量要求相对较大，并在一些应用中受到重大限制。

另外，用于中文及日文汉字字符的手写识别系统可以解决笔画顺序变化问题，也可解决笔画数目变化问题，这些笔画都是用来写同一个字符的。通常用于以笔画顺序处理变化的一种方法是，依据一些启发而重新排列这些笔画。通过这样作，避免使所写笔画必须具有精确的先后顺序。使用这样一种方案的缺点是：重新排列笔画很困难，且通常是识别系统中的错误源。

另一种方法是为每一个字符保留单独的模型，并在识别系统运行期间产生几种笔画顺序的变化。然而，这种方法，会需要额外的计算资源来从基本字符模型中产生笔画顺序的变化。

其它方法包括为每个字符保留单独的模型以及在运行期间产生新模型，产生新模型是通过连接一个或多个笔画，或者是，使用更多的依据随机编程的有效的匹配算法，以便甚至是在笔画数目不同的情况下，也能将手写输入与所存字符模型相比。然而，这两种技术在识别系统的运行期间内都需要额外的计算能力。

当今市场上的小手持设备不断增长。这些装置执行的功能从保存地址和相关信息一直到诸如寻呼及蜂窝式电话等更高级的功能。在许多这样的手持设备中，其有效处理能力与在传统个人计算机中的相比非常小。这样，在个人计算机上的手写识别所使用的算法就不能很好地用在大多数这种手持设备上。

这样，对于手写识别器存在一种需求，即在一笔一笔地写入字符或用有限的笔画连贯性写入字符时，该手写识别器要有非常高的处理速度、合适的存储器需求以及高精确度，同时也能解决写同一个字符所用的笔画顺序的变化问题，以及写同一个字符所用的笔画数目的变化问题。

以下，将通过仅参照了附图所举的例子来说明本发明的最佳实施例，其中：

图1说明了笔画数目的变化；

图2说明了摘录出来用于表示本发明最佳实施例中的笔画的14种特征；

图3说明了一对中文字符的表示方法；

图4说明了字符模型中笔画数目变化的例子；

图5说明了字符模型中笔画顺序变化的例子；

图6说明了依据本发明最佳实施例所描画的笔画模型；

图7说明了一个依据本发明最佳实施例描绘了笔画模型的特征的表；

图8说明了依据本发明最佳实施例，如何将字符模型中的笔画用与之最相近的笔画模型来表示；

图9说明了相对于传统中文字符笔画的标准数目而描绘的大量的字符图；

图10说明了相对于简化中文字符笔画的标准数目而描绘的大量的字符图；

图11说明了依据本发明最佳实施例的具有多分辨率字符模型的识别系统的流程图；

图12说明了依据本发明最佳实施例的，用于字符模型的存储器装置的方框图；

图13说明了依据本发明最佳实施例的识别设备的方框图；以及

图14说明了依据本发明最佳实施例的图13中的识别设备的流程图。

下面，将说明使用多分辨率模型的用于手写字符识别的方法。本发明提供了一种新颖的用于识别手写字符（例如中文或日文汉字字符）的技术，它能在一笔一笔地写入字符或用有限的笔画连贯性写入字符时，具有很高的处理速度、合适的存储器需求及高精确度。本发明也解决用来写同一个字符的笔画顺序的变化问题以及笔画数目的变化问题。本发明说明了如何导出一个字符模型集合以及笔画模型集合，并使用该字符模型集合以及该笔画模型集合，以方便手写识别。

在最佳实施例中，用于字符的模型以可变分辨率的方式存储。字符被作成一个若干笔画的组合（即集合或序列）。将一个字符想象为，但又不仅限于此的，可表示成单个笔画或一个笔画序列的书写语言的一个单个元素，这是很方便的。一画是在铁笔接触书写面（例如一个数字板）到铁笔被抬离书写面时墨水的片段。使用一个聚合过程（或其它装置），就可得到小量的笔画模型。将笔画模型想象成，但并不仅仅限于，一个连续墨水的模板，这是很方便的。依次使用这些笔画模型，以便能以压缩形式存储字符模型。将字符模型想象成，但并不仅仅限于，被表示为笔画模型序列的字符，这是很方便的。通过改变笔画模型的数目，以及改变得到该笔画模型所使用的数据，就可得到几种笔画模型的集合。当笔画模型的数目增加时，用于表示笔画的分辨率也增加了。这样，可根据需要在不同的分辨率处存储特征模型。以下所说明的例子针对中文及日文汉字字符。然而，本发明也能应用于以任意语言写入的手写字符及/或输入。

中文和日文汉字字符的最基本的单元是笔画。对于每个字符，其笔画的标准数目是确定的。与英文中的草书相似，在书写中文及日文汉字字符时，连续的字符也经常是连在一起的。例如，图1显示了以不同的笔画数表示的中文字符的两个模型10和12。第一个模型10显示了用四画写出的中文字符，该四画是这个字符的标准笔画数目。第二个模型12显示了一种通用书写字体，即仅使用三画就写出该中文字符。

当用来写一个字符的笔画数符合该字符的标准笔画数，则该书写字体被称作书写的“印刷”或“一笔一画”的字体。当两个或更多个连续的笔画被连在一起时，该书写字体被称作书写的“草”或“连笔”字体。中文字符的第一个模型10显示了印刷体字，而中文字符的第二个模型12则显示了书写同一个字符的草体字。在这个特定的例子中，将第一模型10中标记为2和3的笔画合并，就可得到第二模型12中标记为2的单个笔画。

笔画由特征集合来表示。以下说明代表了两种特征类型的组合，一种是基于笔画的大小，另一种是基于笔画的形状。由数字板上收集到的手写输入在被提取出笔画特征之前，先要经过预处理。数字板一般收集墨水，并将这些墨水反映为点的集合。对于每个点，能反映出铁笔尖的x和y坐标，以及相关的铁笔的上/下状态。预处理包括以下步骤：大小的标准化、平滑、重复采样以及方框滤波。

预处理的第一步是大小的标准化。将输入的墨水标刻，以便该输入墨水能符合标准大小的方框。在执行标准化的同时，输入的纵横比被保留下来。标准化所用的方框的大小为16383，所以用14比特足以表示一个坐标值。使用的方框大小为16383，所以对于预处理的平滑阶段（步骤2）有充足的分辨率。除了能够适应14比特（14比特的最大无符号数为16383）外，对于方框的大小为16383没有什么特别的意义。一般来说，从数字板上收集的墨水坐标位于0到500的范围内。选择大小为16383的方框，以便该方框能比典型的坐标值大许多。这使得平滑步骤更有效。

预处理的第二步是平滑。平滑是这样实现的，即通过顺序将当前点、紧挨着当前点的前面两个点和紧随当前点的后两个点加权平均，来及时替代当前点。数学上，可将上述操作表示为：

$$X_{i,new}=\frac{\sum_{j=i-2}^{i+2} w_j \times x_j}{\sum_{j=i-2}^{i+2} w_j} \qquad \text{（等式1）}$$

其中w_j是用来计算加权平均的加权术语。所使用的加权矢量为：

$$\begin{bmatrix} W_{i-2} \\ W_{i-1} \\ W_i \\ W_{i+1} \\ W_{i+2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \text{（等式2）}$$

注意这样选择的加权，使得在计算机中使用移动就可实现等式1中的乘法和除法。等式1中的分母增加到8，它是通过右移3位而实现的。

预处理的第三步是重复采样。重复采样是在每一对连续点之间线性内插三个点而实现。

预处理的第四步是方框滤波。方框滤波是这样实现的，即开始于第一点，并用包围该第一点的固定尺寸定义一个方框。任何落入该方框内的后续点被简单地除去。落在该方框外的第一点被保留，且该方框也被移动，以使该方框成为围绕新点的中心。在看过原始墨水中的所有点之前，一直重复进行这种方框滤波处理。方框滤波对于消除墨水中的抖动是很有用的。方框滤波还具有额外的益处，即能产生在空间上或多或少是等间距的连续的墨水点。

在预处理之后，14个特征被提取出来，以用于输入的每个笔画。必须注意的是所提取出的特征数并不仅限于14个，而可以是任意数目。图2说明了提取出的用来表示本发明最佳实施例中一个笔画的14个笔画特征。在图2中，dx 14和dy 16是笔画的大小特征，同时也是x和y面积的扩展。余下的12个特征都是依据笔画的形状。该笔画被按照大致相等的弧长分为12段。由于方框滤波器在预处理时产生了在空间上大致相等的连续的墨水点，所以将每个笔画分为12段是经济合算的。12个形状特征是直线与12条线段中每一个的末端点用直线连接所形成的夹角，在图2中它们被显示为[θ1、θ2、**、θ12]。大小特征和形状特征都在0到255的范围内被刻度，这样每个特征值都能用1字节进行存储。这样，使用14个特征的笔画就可用14字节进行存储。必须注意，由于不存在依赖于字符内笔画的绝对位置的特征，所以笔画的特征是平移不变的。

可使用各种公制单位来测量两个笔画间的相似处。两个笔画之间特征矢量的Euclidean或Manhattan距离是可以使用的公制单位的实例。在这一实施例中，本发明使用了Manhattan米来测量笔画间的相似性。如果两个笔画分别具有特征矢量[dx dy θ1、θ2、.....、θ12]以及[$\overline{dx}$ $\overline{dy}$ $\overline{\theta 1}$、$\overline{\theta 2}$、·····、$\overline{\theta 12}$]，则其Manhattan距离是

$$d=|dx-\overline{dx}|+|dy-\overline{dy}|+\sum_{i=1}^{12}|\theta i-\overline{\theta i}| \qquad \text{（等式3）}$$

必须注意也可使用加权的Manhattan距离。例如，不会希望对外形特征和大

小特征进行不同的加权。

字符是由一个或多个笔画以特定顺序书写而成的。数量上，可使用特征矢量来表示一个字符，所述特征矢量是构成该字符每个笔画的连续的特征矢量。

在中文和日文汉字字符中，有几组字符看起来非常相象。例如，图3中说明了一对看起来非常象的中文字符18和20。由于用来代表一个笔画的特征并未含有该笔画在字符内的位置信息，所以图3所示的两个字符18和20的特征矢量是完全相同的。如图所示，本发明增加了一些特征，以便能区分这些看起来相似的字符，这是通过将每个笔画的末端点与下一个笔画的起始点用直线连接起来作为一个附加的、假想的笔画而实现的。这样，在图3所示的例子中，四条附加的直线笔画22、24、26、28以及30、32、34、36被分别包括在对该字符的表示中，并用虚线圈出。

插在笔画4和5之间的直线笔画28或36为图3所示的两个字符提供了一种区别。当手写字符有n个笔画时，在每对连续笔画之间需要插入n-1条直线笔画。因为对于每个笔画有14个特征，所以用来表示具有n个笔画的一个字符的特征数目为14（2n-1）。注意，手写字符的特征矢量依赖于书写笔画的顺序。使用同一个笔画集合但使用不同的笔画顺序所写的字符会产生不同的特征矢量。

对于具有相同数目笔画的两个手写字符，可通过计算这两个字符中相应笔画之间的笔画距离总和而在数量上比较它们。当计算两个字符之间的距离度量时，对插入每对连续笔画之间的直线笔画的处理与对所写的真实笔画的处理相同。

通过对收集到的来自不同书写者的手写采样的统计分析，可得到每个字符的字符模型。本发明模仿手写中文和日文汉字字符的两个主要的变化：用来写该字符的笔画数目的变化，以及写这些笔画的顺序的变化。

从技术上说，任何字符都可用一个单独的笔画写出，而不管为该字符所指定的笔画的标准数目。然而，实际上笔画并不是随意连接的，而且还可以发现笔画连贯性的特定图案。再参见图1，图1显示了使用不同笔画数目书写一个中文字符的例子。正如先前所说明的那样，第一模型10是使用标准数目的笔画，该数目为4，所写的中文字符，而第二模型12显示了通常所用的手写体，这种手写体只用3画书写该中文字符。通过分析收集到的来自不同书写者的手写采样，可得到每个字符最常用笔画的数目，而且可用

该信息创建字符模型。

用相同的笔画数目所写的同一个字符的两个手写采样也可能会由于所写笔画顺序不同而不同。另一个变化来自连笔书写，在这种书写中，两个或更多个笔画集合连在一起，并被写为一个单独的笔画。在这种情况下，通过笔画连接的位置可引入附加变化。为创建字符模型，以便能计算笔画顺序以及笔画连续图案的变化，需要再次分析来自不同书写者的手写采样以提取出一些通用的书写体。执行上述操作使用了众所周知的聚合分析技术。例如，一个分配器算法是一种聚合过程。在分配器算法中，将每个采样一开始就随意地分配给K束中的一个，束的数目K是预先确定的。聚合集的好坏程度F是由以下等式表示的：

$$F = \sum_{k=1}^{K} \frac{1}{S_k - 1} \sum_{p,q \in C_k} d(p,q) \qquad \text{（等式4）}$$

在等式4中，S_k是第k束中的采样数目，C_k指第k束，p和q第k束中的两个普通采样，d（p，q）是采样p和q之间的距离。在聚合的一个周期中或其一个时间段开始时，每个采样被从其当前束移到能引起等式4所示“良好”程度F最大程度地减小的束处。如果将采样移动到其它任意的束并不能使值F减小，则该采样不能被简单地移动到另一个新束处。在一个时间段结束时，检测移动的采样数。如果移动的采样数大于零，则聚合的另一个时间段就开始了。如果一个时间段结束时的移动的数目为零，则聚合过程就停止了。在聚合结束时，所有相似的采样都被收集在同一束内，这里相似性被定义为用采样间的距离d（p，q）表示。这样，来自每一束的典型采样被选作一个字符模型。这样，就创建了K个字符模型，这里K是聚合算法中所用束的数目。

对每个字符的模型数的选择是致关重要的一环。具有很多模型将允许许多不同的手写体能够被识别出。然而，具有许多模型，通常意味着大的存储器及大的计算需求。本发明使用两种试探法来限制为每个字符所创模型的数目。使用第一种试探法，K的几个值试图从1开始，并且每次增加K。当经适当标准化的分数F在一个集合门限之下时，聚合处理停止，使用K的当前值。使用第二种试探法时，对K的最大限制受每个字符的制约 。甚至是在经适当标准化的分数F大于集合门限时，也不允许聚合数目超过最大限制。通过分析来自不同书写者的手写采样，创建了简化手写模型及传统

字符模型。除了笔画的标准数目外，只要需要，就可将具有最多为一画连接的各种变型也制成模型。

图4说明了字符模型中笔画数目变化的例子。在图4中的第一模型38显示了使用8画所写中文字符，这8画是书写该字符的标准笔画数。第二模型40和图4的第三模型42都显示了用7画所写的同一个中文字符。虽然第二模型40和第三模型42都具有相同数目的笔画，但它们笔画的连接位置是不同的。在第二模型40中，在第一模型38中标记为1和2的笔画连在一起，并被写成一个单独的笔画44。在第三模型42中，在第一模型38中标记为6和7的笔画连在一起，并被写成一个单独的笔画46。

图5说明了一个按字符模型中的笔画顺序变化的例子。图5显示了用6画书写的一个中文字符的两个模型48和50。这两个模型48和50的区别在于所写的标记为3和4的笔画顺序不同。

在手写识别系统中，存储字符模型，以用于单词表中所需的所有字符。为存储一个字符模型，需要存储该模型中所有笔画的特征。为解决这个问题，本发明创建了小量的笔画模型，所以能依据笔画模型表示字符模型。这样，在接收到手写输入之后，笔画就被从手写输入中提取出来了。计算一组特征，以用于手写输入中的每个笔画。存储字符模型，以用于若干字符。至少有一个字符模型是由一些笔画组成的，而这些笔画又是从至少一组笔画模型中选出的。最后，计算从手写输入中提取出的笔画之间，以及至少一个字符模型的笔画之间的距离度量。

如上所述，通过对收集到的来自字符模型的笔画进行聚合分析，从而得到笔画模型。使用K均值聚合算法来创建笔画模型。然而，也可使用其它聚合算法来得到相似的结果。为使模型的笔画更加完善，本发明使用一种增加的聚合方案，该方案推导出了预定数目的笔画模型。对于每个笔画，计算该笔画和最近的一个笔画间的距离度量，并根据这一距离度量，按增加的顺序对这些笔画进行分类。这样，将具有最大数目模型误差的固定百分比的笔画分开。通过聚合，可将具有最大数目模型误差的固定百分比的笔画用来推导出附加的笔画模型。例如，可使用在分类表末尾的百分之五十的数据来推导出附加笔画模型。可使用聚合，从而分离具有最大数目模型误差的固定百分比的笔画，并能使用固定百分比的笔画以推导出附加笔画模型，这种聚合可重复进行。

在一个实施例中，使用标准数目的笔画以及使用一笔画连接来创建用

于简化的及传统的中文字符。首先，创建38个笔画模型，之后，笔画模型的数目逐渐增加到85个、125个，最后达到141个。以两种不同方式显示了这个例子的结果。图6显示了141个笔画模型的绘图版。所有的笔画模型都被绘制成相同的比例，而小弧线表示该笔画的开始。图7中显示了141个笔画的真实特征。头两个特征是该笔画的x和y维，剩余的12个特征是标度的角度，以便其范围能从0至255。必须注意也可使用人工插在笔锋向下的笔画间的直线笔画来创建模型。在笔锋向下和笔锋向上的直线笔画之间没有区别，这样，就允许笔锋向下和笔锋向上的直线笔画共享该模型。

对于具有大量笔画的手写字符的机器识别通常要比对具有小量笔画的字符的识别容易。对具有大量笔画的手写字符的机器识别通常较容易的原因是：笔画数目越多，该字符越不会与其它字符混淆。一般来说，由于具有大量笔画的字符与具有小量笔画的字符相比，更易识别，所以，最好希望将表示字符模型所需的分辨率制成依赖于该字符的笔画数目。将用于具有大数目笔画字符的模型以低分辨率存储，这样节省了用来识别该字符的存储器和处理时间。

创建多分辨率模型的第一实施例具有几组笔画模型，这些笔画模型是以被制作成模型的字符内的笔画数目为基础的。在导出用于若干字符的模型后，将字符模型分组。例如，可将字符模型分类为三组，其中每组内字符模型的笔画数目都在一个指定范围内。具有1到5画之间的小数目笔画的字符模型落入第一组。具有6到10画之间的中等数目笔画的字符模型落入第二组。最后，具有大于10画的所有字符模型落入第三组。创建三组分离的笔画模型使用了如上所述的聚合技术，这种创建是以从三组字符模型中的每一个提取出的笔画数据为基础的。因为第一组中任意一个字符模型的笔画数目都比第二组中任何一个字符模型的笔画数目要小，所以在第一集合中的笔画模型数目要比第二集合中的笔画模型的数目要大。在同一个方面，由于第二组内任何一个字符模型的笔画数目比第三组内任何一个字符模型的笔画数目要小，所以第二集合内的笔画模型数目大于第三集合内的笔画模型的数目。这样，依据该字符笔画的用来表示字符模型的分辨率直接与笔画模型的数目相关。笔画模型的数目越多，分辨率也越高。

为每一组字符模型创建的笔画模型的数目与该组内字符模型中的笔画数目相反。对每个字符模型，则选择用于那组字符的笔画模型的集合。对于一组之中每个字符模型的每一画，存储了最好地近似了该笔画的笔画模

型的索引。

在上述例子中，由于第一组具有最少的笔画数，所以可以通过创建一个更大数目的笔画模型，从而用更高的分辨率来表示该字符模型。第三组具有最多数目的笔画，这样，少量的笔画模型足以表示这一组内的字符模型。在上述例子中，字符模型被分为三组，这刚好说明了多分辨率模型的思想。从上述的说明中，对本技术领域人员来说，可以很显然地看出可使用多于三个组来创建多分辨率模型。在极端的情况下，对于有可能的笔画数目，可创建分离的笔画模型集合。

创建多分辨率模型的第二实施例是直接存储笔画特征，而不论笔画和最近的笔画模型之间的距离度量是否超过了门限值。用任何一个笔画模型都不能模拟得很好时，这种方法对于模拟该外形笔画是尤其有用的。

在本发明的最佳实施例中，对于那些笔画书目小于小于三的字符模型，根本不会使用笔画模型。代替这些笔画模型的是，直接存储用于每个字符模型内的每画的14个特征。对于那些具有三个或更多笔画的字符模型，使用图6所示的141个笔画模型来表示这些笔画。

图8显示了一个例子，该例子显示了依据本发明最佳实施例，一个字符模型中的笔画是如何被与它们最接近的笔画模型所表示的。在图8中所示的字符模型52具有四个笔锋向下的笔画，它总共给出7画，包括插在连续的笔锋向下的笔画之间的直线笔画。集合54中分别显示了模型52中的7画中的每个。与图6中所示的141个笔画模型中的每个笔画最接近的笔画模型显示在集合65中。由于笔画模型的数目小于256，因此使用一个单个的字节对该笔画模型进行索引。因此，使用了7个字节来表示图8所示的字符模型。如果是直接存储笔画模型，则需要大约98个字节来存储该字符模型。

如上所述，用于中文和日文汉字字符的手写识别系统必须访问以下两个结果：按笔画顺序的用来写同一字符的变量，以及按笔画数的用来写同一字符的变量。为访问这个结果，本发明为每个字符模型存储了许多字符模型以便能计算出书写体中的变化，所以通用的笔画连接都被考虑在内了。通过对来自不同书写者的大量的手写采样进行统计分析，本发明已经确定了通用笔画的连接方法。

所存储的模型是用于用标准数目的笔画所写的字符，或用于使用少于标准数目笔画所写的字符。识别出一个字符的处理时间依赖于手写输入中的笔画数。当笔画数既不太少也不太多时，处理时间相对较少。这与简化

的和传统的中文字符中笔画的分配有关。图9显示了与传统中文字符的标准笔画数相对的字符数目的一张图。

对于传统的中文，标准笔画数在1至36个之间变化。如图9所示，字符数目的峰值在12画处。当手写输入的笔画数目小于12或大于12，则与此相比对照的字符模型的数目相应地变小。直观地说，处理时间应该依赖于被比较的笔画的总数，它是字符模型数和每个模型中笔画数的乘积。对于图9所示的分配方案，对于笔画数为15的字符，其笔画的总数是最大的。这样，对于具有大约为15画的手写输入的处理时间应该是最多的。

图10中显示了相似的用于简化中文字符的标准笔画数的一个方案。图10中显示了相对于简化中文字符的字符数目的一张图。对于简化的中文，笔画数的变化为1至30，而字符数目的峰值出现在9画处。对于处理时间，最糟的情况出现在字符输入为11画时。在所存储的字符模型内搜索那些笔画，其中的存储是按照小数目的笔画模型对这些字符模型作索引而进行的。如下所述，这充分地减少了识别手写输入的处理时间。对于输入的每一画，计算并存储它与所有笔画模型的距离度量。如果在输入中有m画，并有n个笔画模型，则计算并在距离阵列中存储了m×n个距离。对于手写输入和一个字符模型之间的距离度量是这样计算的，即将输入的和模型中的相应笔画间的距离度量加在一起。字符模型中的每一画都被依据该n个笔画模型作索引，并且来自输入中相应笔画的其距离度量也被从预计算的距离阵列中读出。这样，在输入和所存储的字符模型之间的距离度量就被以非常快的方式计算出来。由于计算出的如上所述的距离阵列仅用于一组笔画模型，所以多分辨率字符模型的使用并不影响处理速度。

在本发明的最佳实施例中，当手写输入仅有一画或二画时，就不用计算距离阵列。取而代之的是，根据它们的特征直接将输入的笔画和字符模型相比。由于具有一画或二画的字符模型的数目非常少，所以这种做法是可行的。仅在手写输入的笔画数多于二时，才使用预计算的距离阵列。图11说明了依据本发明最佳实施例的具有多分辨率字符模型的识别系统的流程图。

虽然该最佳实施例在其执行过程中具有单独的一组141个模型，但也可以使用多组笔画模型。依据在步骤58处手写输入的笔画数，就可在步骤62处用来自存储器60的一组合适的笔画模型计算该距离阵列。依据手写输入的笔画数目，从字符模块存储器63中选出了合适的存储器块（以下，将参

照图12进行更详细的讨论）。计算所选存储器模块内的对所有字符模型的距离度量，以便能在步骤64处创建一个距离阵列。这个计算步骤可以进一步包括在预计算的个别笔画距离的距离阵列时，执行搜寻的过程。一旦对与输入字符具有相同笔画数的字符模型的距离度量被计算出来，则在步骤66处对该阵列的距离分类，以便在步骤68处创建一个分类表。至少能从该分类表中选出一个备选者，而且在该分类表中至少有一个备选者可由该识别系统报出。在步骤58处，如果笔画数目少于或等于门限值（例如两画），则与使用距离阵列相反，在步骤70处，使用笔画特征计算来自所有字符模型的距离度量。

图12说明了依据本发明第一实施例的用于字符模型的一个存储器装置（存储器）的方框图。若干字符模型被存储在若干存储器块中，其中一个存储器块包括具有指定数目笔画的字符模型。最好是没有两个存储器块能包含相同笔画数的字符模块。然而，本发明适用于这种情况，即多于一个存储器块包含具有相同笔画数的字符模块。然而，可将用于同一字符的模型存储在多于一个的存储器块内。例如，用两种不同笔画数所写的同一字符的模型被分别存储在两个分离的存储器块中。

这样，参见图13和图14，图中显示了在其中存储了一组指令的一个存储器媒体72，当将该指令调入微处理器74时，会使微处理器74执行以下功能：在步骤76处，从若干字符中提取笔画；在步骤78处，根据从若干字符提取出的笔画模型，得出预定数目的笔画模型；并在步骤80处，将若干字符表示为笔画模型序列。

虽然对本发明所作的说明是参照特定实施例进行的，但是对本技术领域人员来说可很容易理解其附加的优点，也能容易地进行多种修改。例如，可通过使用不同数目的特征，或通过改变特征本身来创建多分辨率模型。与在高分辨率时所用的特征数相比，处于低分辨率时所使用的特征数较小。本发明的另一个扩充是能以7种分辨率存储同一字符模型。可使用低分辨率模型作几种快速匹配，以便能对输入限制为一组可能的匹配，而最高的分辨率模型来作最后的逐条的匹配。因此，对于稍宽一点的方面来说，本发明并不仅限于特定的细节、图示或所说明的典型的装置及例证性的例子。根据前面所作的说明，各种更正、修改和变化对本技术领域人员来说都是显而易见的。这样，必须理解本发明并不仅限于前面所作的说明，而且还包括依据附加权利要求的主旨和范围的所有这类更正、修改和

99.02.15

变化。

说 明 书 附 图

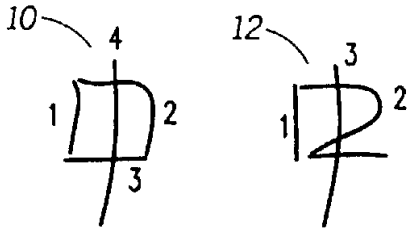


图 1

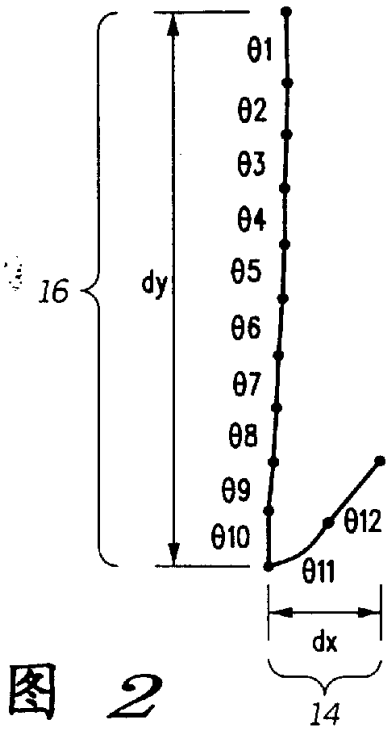


图 2

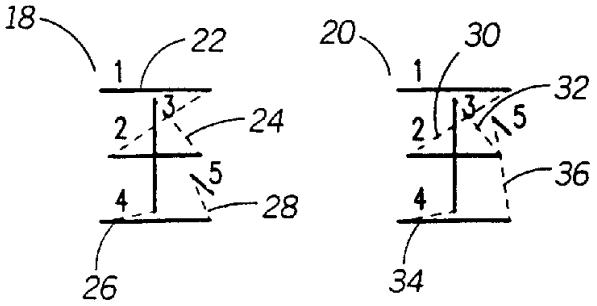


图 3

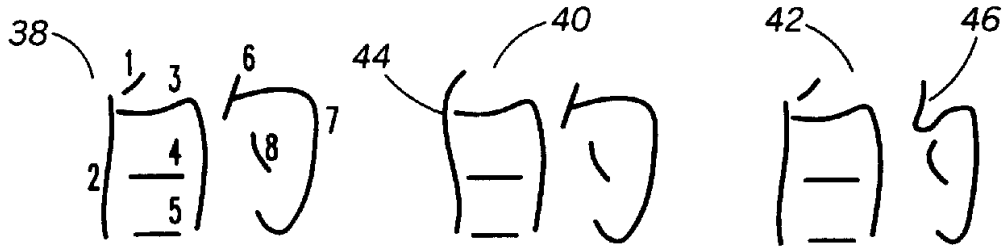


图 4

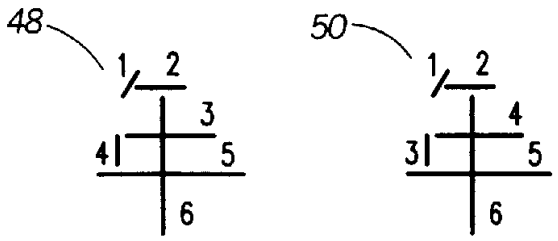


图 5

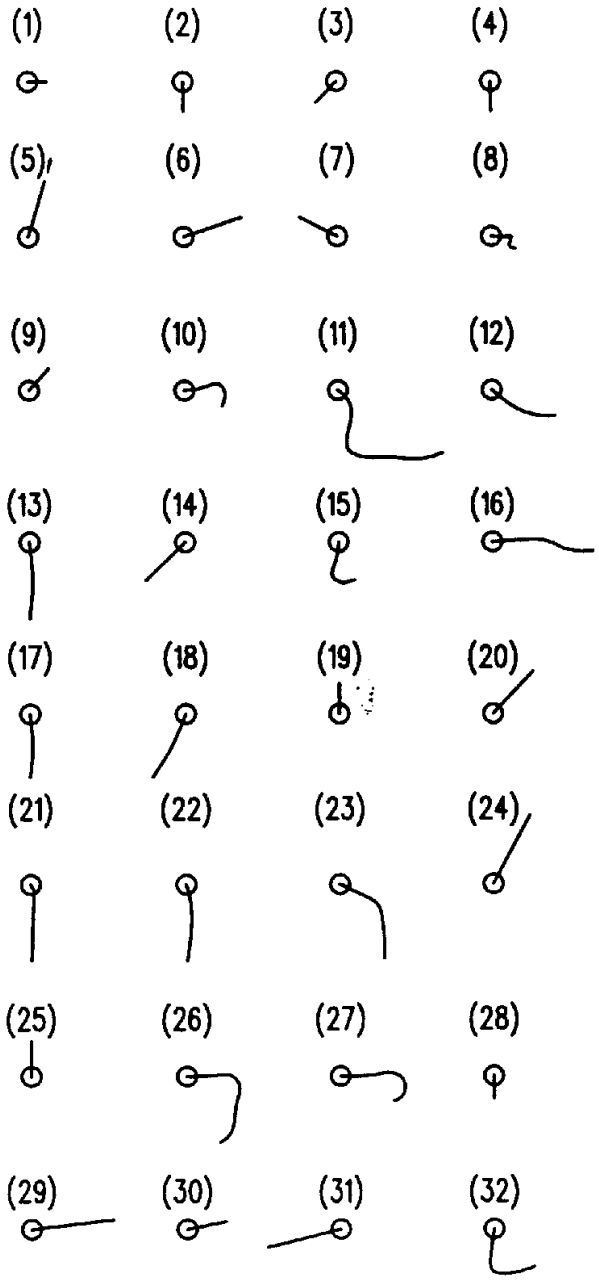

(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
(9)
(10)
(11)
(12)
(13)
(14)
(15)
(16)
(17)
(18)
(19)
(20)
(21)
(22)
(23)
(24)
(25)
(26)
(27)
(28)
(29)
(30)
(31)
(32)

图 6A

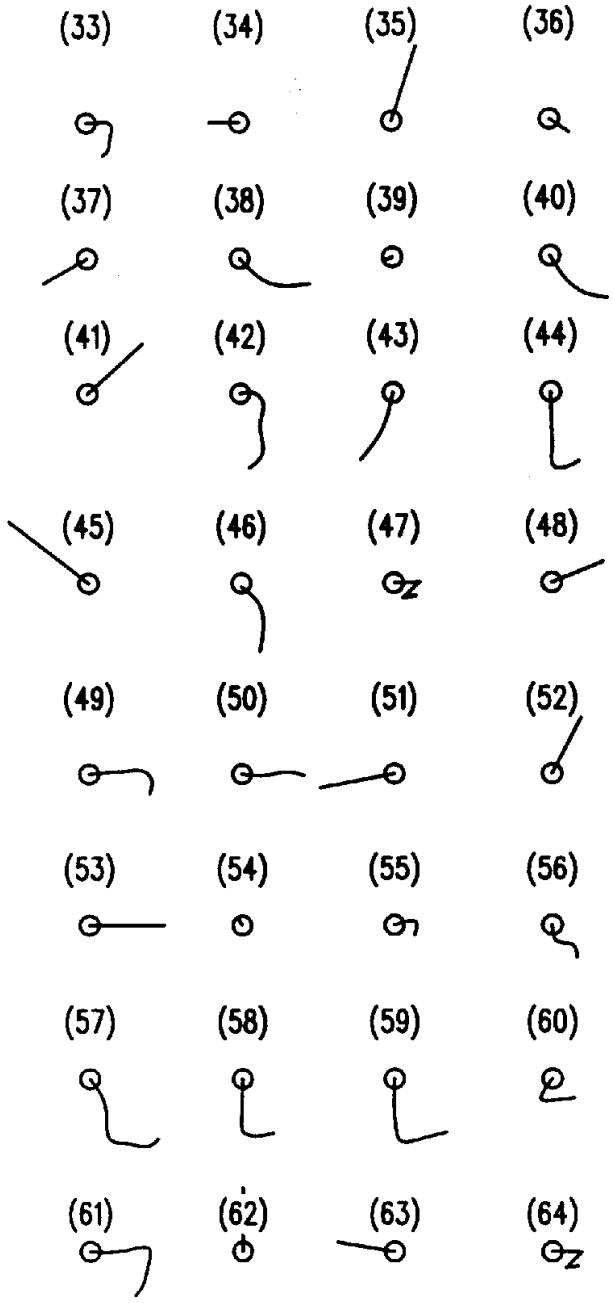

(33)
(34)
(35)
(36)
(37)
(38)
(39)
(40)
(41)
(42)
(43)
(44)
(45)
(46)
(47)
(48)
(49)
(50)
(51)
(52)
(53)
(54)
(55)
(56)
(57)
(58)
(59)
(60)
(61)
(62)
(63)
(64)

图 6B

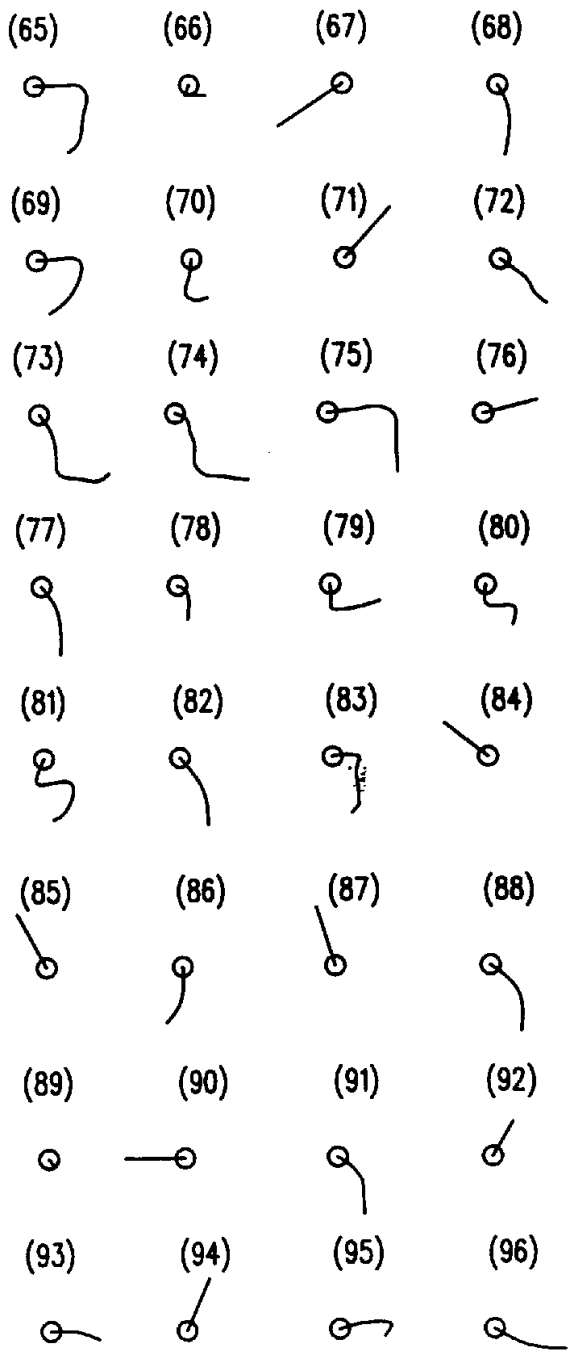

(65)
(66)
(67)
(68)
(69)
(70)
(71)
(72)
(73)
(74)
(75)
(76)
(77)
(78)
(79)
(80)
(81)
(82)
(83)
(84)
(85)
(86)
(87)
(88)
(89)
(90)
(91)
(92)
(93)
(94)
(95)
(96)

图 6C

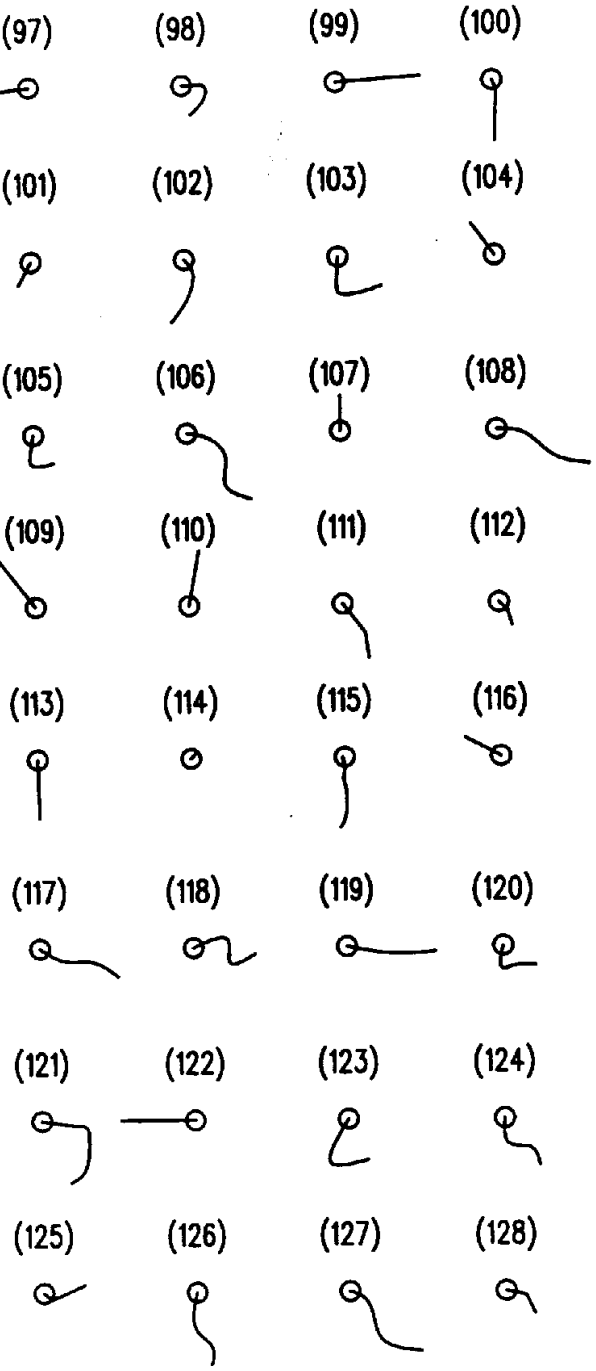

(97)
(98)
(99)
(100)
(101)
(102)
(103)
(104)
(105)
(106)
(107)
(108)
(109)
(110)
(111)
(112)
(113)
(114)
(115)
(116)
(117)
(118)
(119)
(120)
(121)
(122)
(123)
(124)
(125)
(126)
(127)
(128)

图 6D

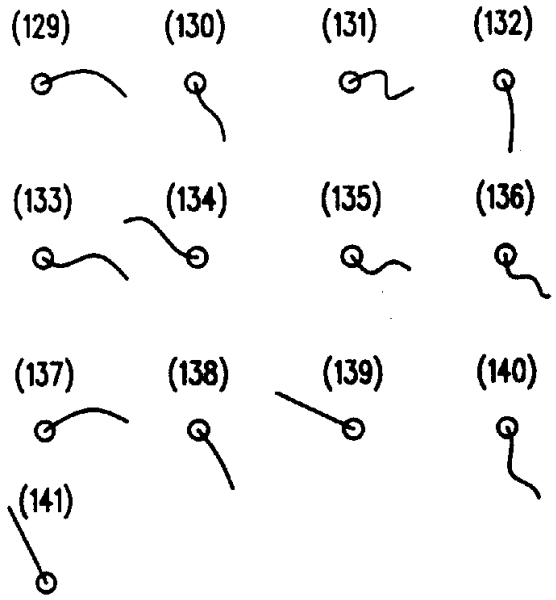


图 6E

MODEL	dx	dy	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	θ6	θ7	θ8	θ9	θ10	θ11	θ12
1	5	1	251	251	251	250	249	250	249	249	250	250	250	251
2	1	10	63	64	65	65	65	66	66	66	66	66	66	66
3	6	6	95	95	95	95	95	95	95	95	95	96	96	96
4	2	17	62	64	65	65	66	66	66	67	67	67	67	67
5	13	30	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
6	22	5	249	247	247	246	246	246	247	247	248	249	250	250
7	8	9	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
8	8	10	241	248	253	5	28	54	68	75	76	69	58	54
9	5	7	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
10	14	9	238	243	245	246	248	253	15	44	64	73	77	79
11	49	31	35	67	63	72	64	25	14	9	4	253	241	221
12	17	10	17	22	23	23	21	18	15	14	11	9	8	8
13	3	38	60	62	63	64	64	64	65	66	66	66	68	71
14	12	14	90	91	91	92	92	92	92	93	93	93	94	94
15	9	13	66	71	72	74	74	69	49	16	254	248	248	248
16	31	35	238	248	255	2	10	23	21	12	6	254	229	189

图 7

MODEL	dx	dy	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	θ6	θ7	θ8	θ9	θ10	θ11	θ12
17	2	27	60	62	63	64	64	64	65	65	65	65	66	67
18	12	26	69	73	75	76	77	77	78	79	80	81	83	86
19	1	8	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
20	12	15	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
21	4	53	60	61	63	63	64	64	64	65	66	66	69	75
22	15	42	50	54	59	64	65	66	67	68	67	68	71	82
23	25	54	7	15	24	41	55	60	61	60	60	60	64	97
24	19	47	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204
25	3	21	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
26	18	31	244	250	1	18	48	64	67	68	70	72	77	90
27	23	17	239	245	247	248	251	4	28	53	66	70	74	81
28	1	5	58	58	58	59	60	59	60	60	59	59	59	59
29	38	7	250	250	250	250	250	250	251	251	252	255	1	2
30	12	3	248	246	246	245	245	245	245	246	246	246	247	247
31	26	11	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
32	19	22	62	66	67	68	65	56	28	5	253	251	250	247
33	13	19	238	244	249	5	35	61	69	71	72	72	73	78
34	10	2	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129
35	5	40	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
36	4	3	25	25	26	27	29	29	30	30	30	30	29	29
37	15	7	110	109	109	109	109	109	109	110	110	110	110	110
38	29	18	28	36	36	30	20	11	7	5	3	1	253	248
39	2	1	109	109	109	109	108	107	106	106	106	106	106	105
40	40	24	32	43	45	40	28	15	10	7	4	0	248	237
41	21	24	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
42	12	36	0	14	40	65	67	63	61	62	64	66	70	85
43	21	34	75	78	79	81	83	84	86	87	89	90	92	94
44	9	32	60	63	66	66	63	63	64	66	59	27	246	233
45	33	30	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
46	13	58	38	48	60	64	65	66	65	66	67	68	73	91
47	9	9	240	251	2	24	64	85	93	96	82	250	242	242
48	17	10	7	251	245	240	237	236	236	237	239	242	243	243
49	28	8	246	249	249	249	250	251	252	255	15	44	63	72
50	38	15	8	15	10	3	0	255	0	3	10	16	21	23
51	39	14	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
52	27	55	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	205
53	54	9	255	0	1	0	0	0	255	255	255	255	0	0
54	2	2	162	162	162	162	162	162	163	163	163	163	163	163
55	6	5	236	239	243	245	255	7	34	54	72	77	79	77

图 7A

MODEL	dx	dy	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	θ6	θ7	θ8	θ9	θ10	θ11	θ12
56	10	10	47	49	45	33	17	13	17	26	36	44	43	38
57	37	42	42	49	53	56	58	51	31	13	7	1	246	227
58	15	30	65	68	69	67	67	69	66	47	8	252	255	255
59	22	39	61	62	64	63	61	59	51	27	8	254	248	237
60	15	13	74	81	84	87	85	59	252	245	244	245	247	248
61	29	28	240	246	247	249	255	21	51	64	68	70	77	97
62	9	54	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
63	23	5	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
64	15	14	237	245	250	5	42	77	89	94	92	13	245	245
65	26	40	241	248	251	2	31	56	63	66	68	70	77	100
66	6	5	80	81	79	72	40	19	255	249	245	245	244	245
67	23	20	99	99	99	99	99	99	99	99	100	100	100	100
68	11	47	50	54	63	65	64	64	65	70	73	67	51	23
69	19	24	246	247	249	3	32	65	74	77	80	82	89	103
70	9	22	66	70	71	70	69	70	72	67	34	250	244	244
71	23	37	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
72	21	19	16[illegible]	25	28	31	38	42	42	36	28	21	18	16
73	29	27	52	58	62	62	54	36	12	3	255	250	241	228
74	57	34	21	56	50	64	53	19	13	10	7	4	254	244
75	40	56	240	250	254	10	39	58	61	61	60	59	61	91
76	27	13	243	242	241	240	240	240	242	240	241	241	242	241
77	19	49	38	43	50	59	62	60	62	64	65	66	70	89
78	7	16	23	39	48	56	60	62	64	65	68	68	67	68
79	23	14	63	69	68	56	19	252	247	246	245	244	239	229
80	13	18	63	67	64	51	22	6	3	13	34	56	64	66
81	16	32	72	76	68	15	246	254	33	65	74	78	85	104
82	24	60	39	41	42	53	57	59	60	55	53	53	53	106
83	10	26	243	253	22	60	69	64	57	60	65	71	81	96
84	14	18	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
85	13	30	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
86	8	21	60	66	69	70	70	69	69	71	74	77	81	84
87	7	28	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
88	22	57	26	33	41	54	60	62	62	62	61	61	64	92
89	2	1	52	52	51	45	24	24	16	16	14	14	13	15
90	22	14	126	126	126	126	126	126	126	126	127	127	127	127
91	18	39	31	34	36	42	54	58	61	62	61	61	67	85
92	7	18	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207
93	13	4	2	3	3	6	8	9	11	12	16	22	25	27
94	31	48	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202

图 7B

MODEL	dx	dy	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	θ6	θ7	θ8	θ9	θ10	θ11	θ12
95	20	10	246	250	247	244	245	247	252	7	38	66	78	84
96	34	22	16	26	26	19	9	4	5	9	11	7	0	239
97	37	22	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
98	12	14	239	243	246	253	14	46	72	81	84	86	84	84
99	31	3	3	255	254	254	254	255	255	255	255	255	1	2
100	11	46	49	54	62	65	64	63	64	67	67	64	64	78
101	4	10	68	73	75	78	79	79	80	81	82	83	85	84
102	16	24	48	50	50	58	69	71	71	74	78	82	86	93
103	24	24	60	66	68	67	59	39	10	255	252	250	246	240
104	6	15	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
105	6	12	64	69	71	72	74	74	71	60	30	5	253	252
106	51	46	7	28	37	48	56	51	36	26	20	13	2	229
107	1	33	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
108	35	33	5	14	23	30	32	28	24	19	14	8	251	223
109	23	32	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172
110	14	47	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196
111	29	45	40	43	43	44	53	59	60	59	58	58	64	100
112	5	7	10	14	24	31	44	51	57	59	59	56	45	41
113	4	61	61	63	63	63	64	64	64	64	65	65	69	79
114	1	2	213	213	214	214	215	216	218	218	219	218	218	219
115	10	32	56	61	66	66	61	60	63	66	67	68	72	79
116	14	7	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148
117	29	13	17	24	20	11	5	3	4	7	12	18	22	23
118	21	16	240	244	246	252	18	55	62	32	250	242	240	239
119	50	13	4	9	7	5	1	0	0	0	0	2	2	1
120	14	9	65	70	68	61	33	2	249	246	245	246	248	247
121	24	29	1	4	4	9	29	54	64	69	72	74	81	96
122	30	3	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
123	13	20	65	71	72	73	76	78	73	27	252	246	250	252
124	15	15	51	58	57	48	26	9	6	9	19	34	44	44
125	9	6	68	1	240	237	235	235	237	238	238	239	239	238
126	15	40	64	67	68	52	32	40	60	75	72	49	32	39
127	56	26	25	46	45	43	27	13	12	9	6	1	251	240
128	7	6	58	57	49	253	230	239	5	20	41	57	44	22
129	40	37	233	239	244	249	4	17	34	34	27	19	250	188
130	14	25	53	60	61	50	37	34	37	52	60	62	59	65
131	23	33	9	14	17	33	57	72	71	56	27	4	3	249
132	16	54	54	57	64	63	63	63	64	76	89	59	3	248
133	34	20	33	39	21	254	247	246	250	1	9	16	28	30

图 7C

MODEL	dx	dy	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	θ6	θ7	θ8	θ9	θ10	θ11	θ12
134	49	7	140	160	164	167	162	160	157	154	120	108	115	119
135	20	13	52	51	31	253	243	243	247	250	7	32	37	37
136	10	15	59	58	49	20	2	12	40	57	63	64	45	40
137	46	54	230	239	245	255	11	22	14	1	251	247	237	215
138	30	50	49	50	49	47	53	57	59	58	56	55	63	115
139	34	22	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
140	26	33	48	56	62	58	51	41	30	33	38	44	57	85
141	24	53	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180

图 7D

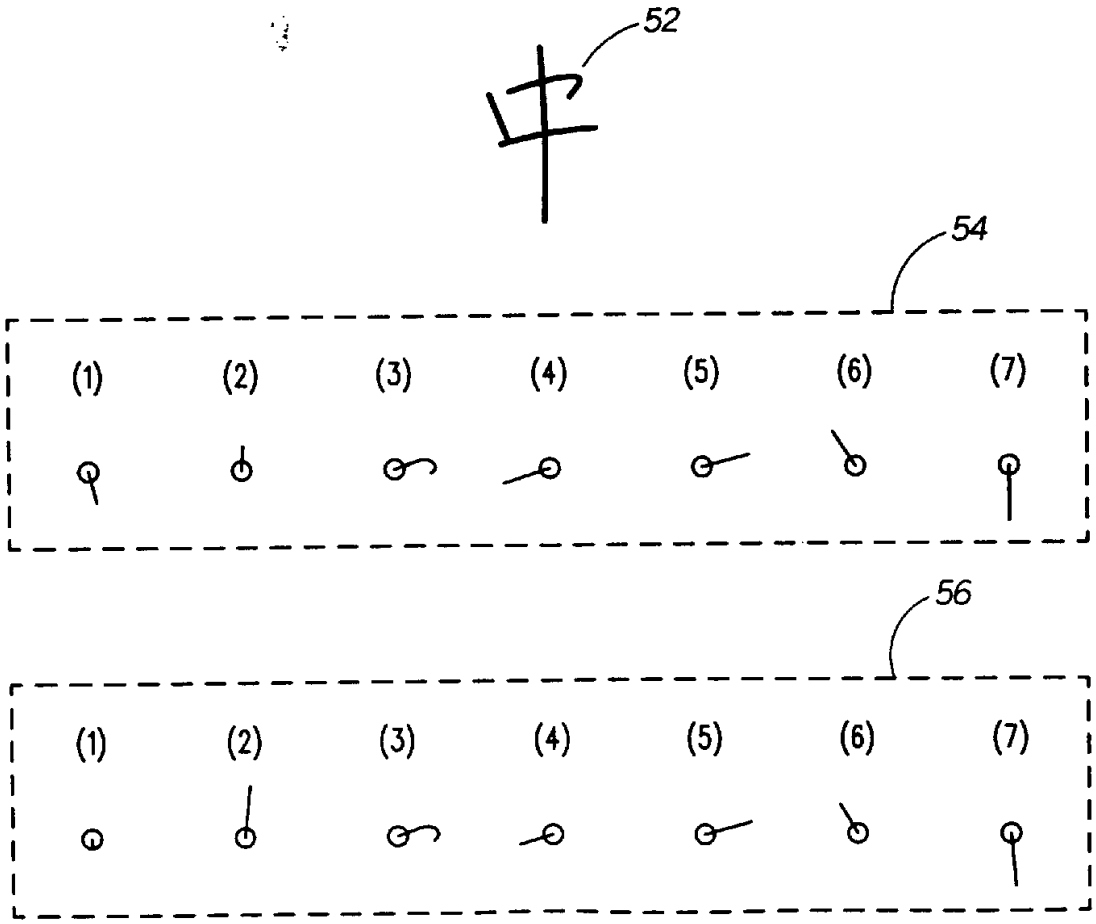


图 8

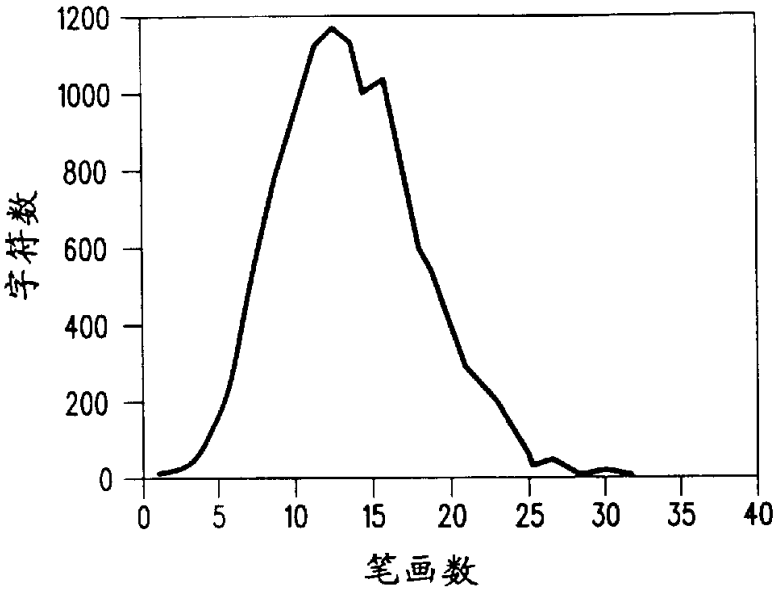

1200
1000
800
600
400
200
0
字符数
0
5
10
15
20
25
30
35
40
笔画数

图 9

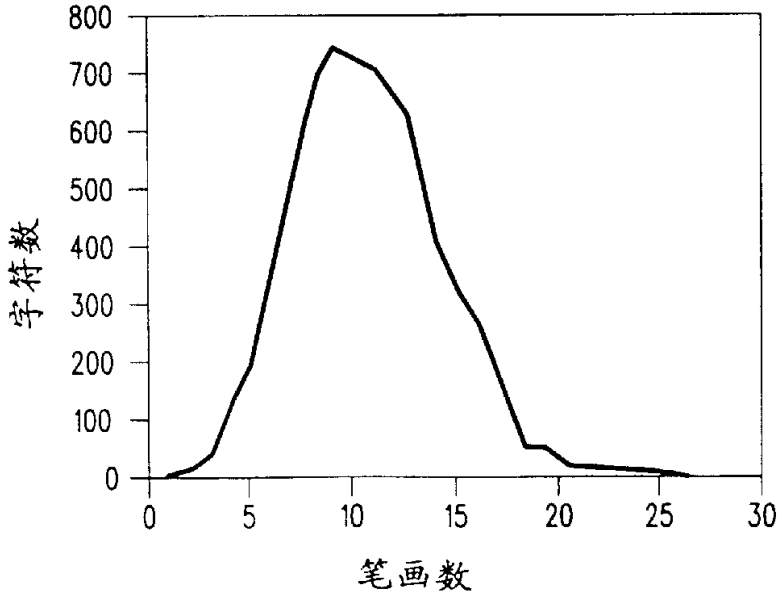

800
700
600
500
400
300
200
100
0
字符数
0
5
10
15
20
25
30
笔画数

图 10

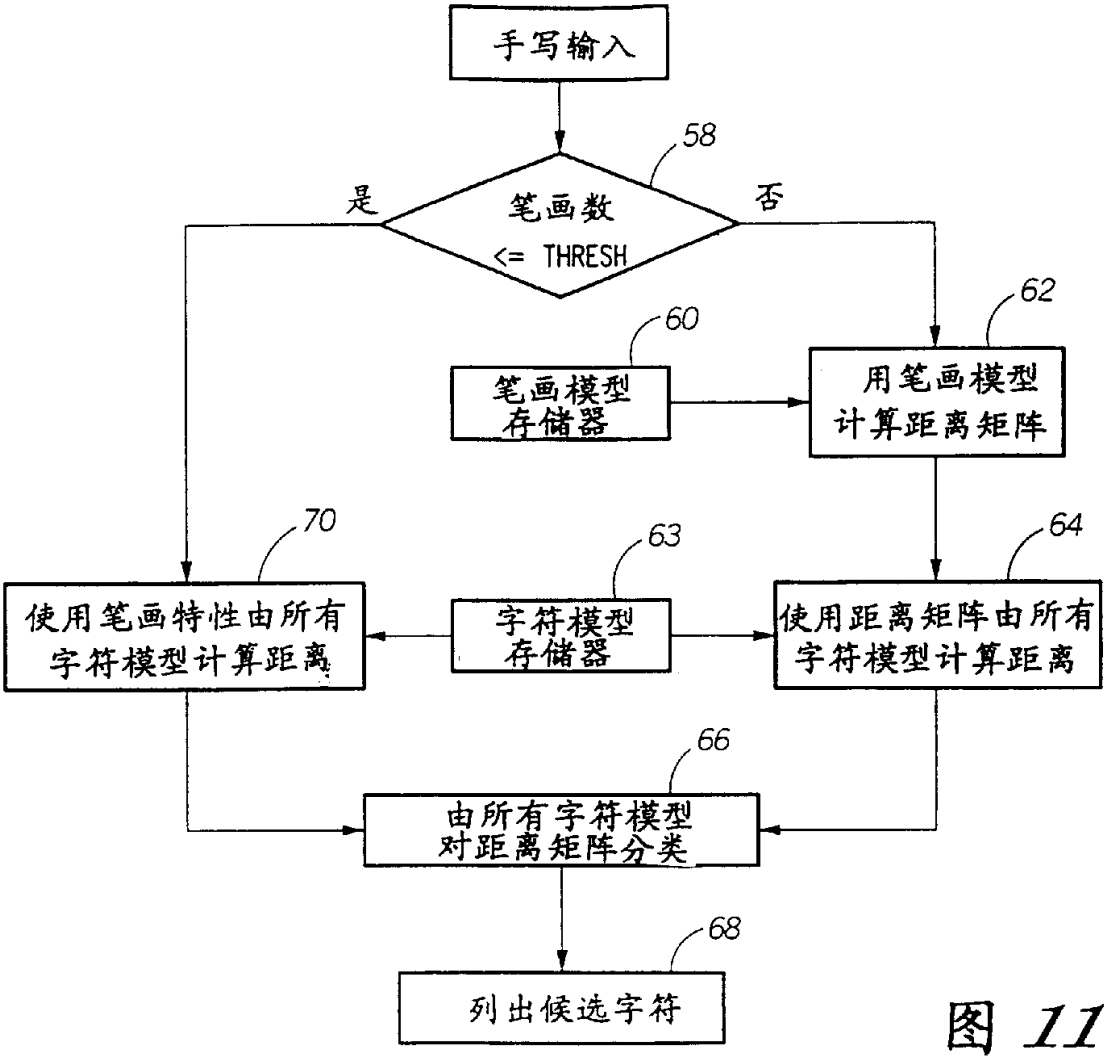

手写输入
58
笔画数
<= THRESH
是
否
60
笔画模型
存储器
62
用笔画模型
计算距离矩阵
70
使用笔画特性由所有
字符模型计算距离
63
字符模型
存储器
64
使用距离矩阵由所有
字符模型计算距离
66
由所有字符模型
对距离矩阵分类
68
列出候选字符

图 11

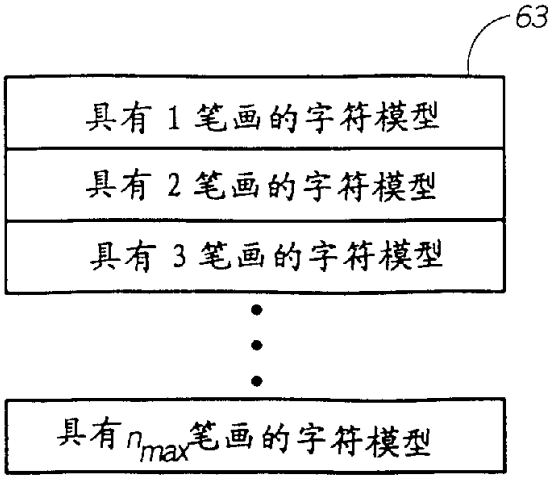

63
具有 1 笔画的字符模型
具有 2 笔画的字符模型
具有 3 笔画的字符模型
具有 n_{max} 笔画的字符模型

图 12

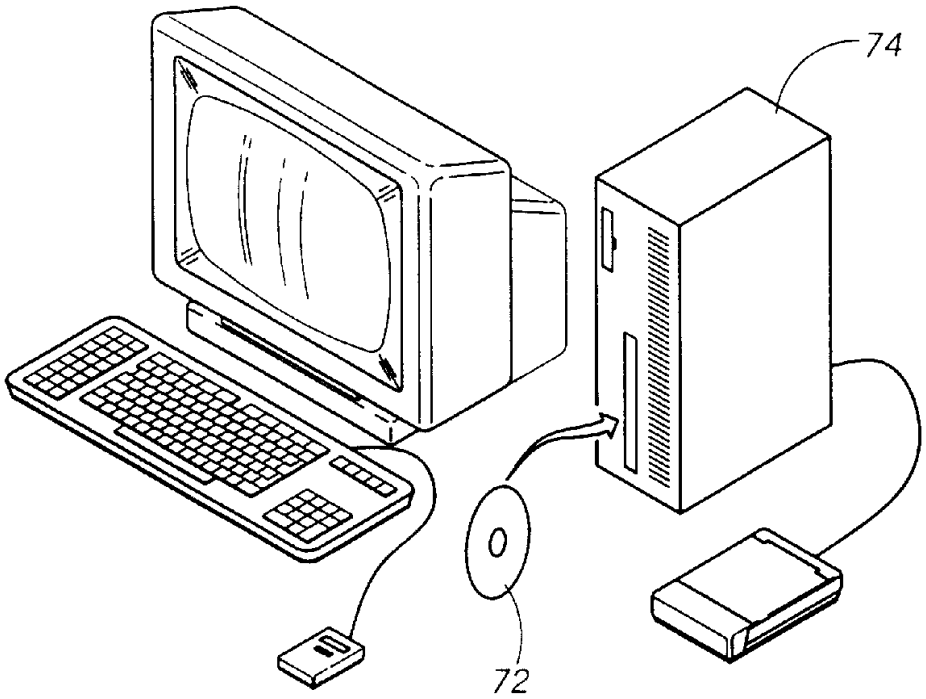

74
72

图 13

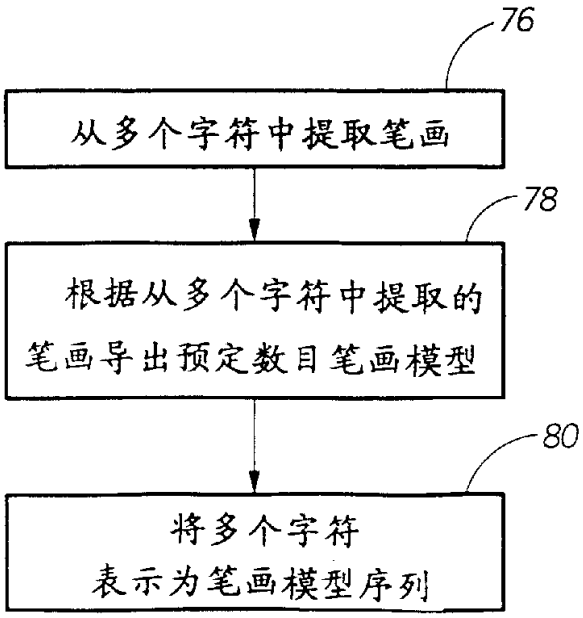

76
从多个字符中提取笔画
78
根据从多个字符中提取的笔画导出预定数目笔画模型
80
将多个字符表示为笔画模型序列

图 14