



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95190347.0

[51]Int.Cl⁶

G06K 9/46

[43]公开日 1996年7月31日

[22]申请日 95.5.3

[30]优先权

[32]94.5.10 [33]US[31]08 / 240,407

[86]国际申请 PCT / US95 / 05409 95.5.3

[87]国际公布 WO95 / 32485 英 95.11.30

[85]进入国家阶段日期 95.12.26

[71]申请人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯州

[72]发明人 克里斯·A·科尔奇

[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

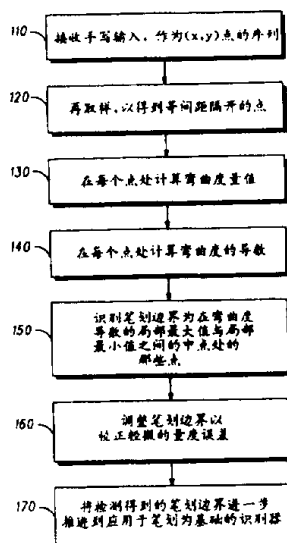
代理人 陆立英

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 手写输入笔划分段的方法

[57]摘要

本发明的识别笔划分段的方法包括在接收到的手写字输入的每个点处(110)计算弯曲度的导数(140)或弯曲度瞬时变化率的步骤。选择输入中位于弯曲度导数高的点与弯曲度导数低的随后的点之间中点上的某些点子(像素)作为笔划边界点(150)。这样的边界点不受弯曲度绝对值的影响,而只受弯曲度相对变化的影响。笔划分段边界点提供给一个以笔划为基础的识别器,用于解释手写输入的笔划(170)。



权 利 要 求 书

1. 一种用以识别含有多个墨迹像素的手写字符的方法，其特征在于包括以下步骤：

对多个墨迹像素之每个像素计算弯曲度导数值，每个弯曲度导数值表示相应像素处的绝对弯曲度的变化率；

选择一组笔划边界，以使每个笔划边界处在一个具有高弯曲度导数值的墨迹像素与一个随后的具有低弯曲度导数值的墨迹像素之间；

寻找一组笔划的位置，以使每个笔划边界位于一个笔划的末端；

计算每个笔划的至少一种笔划特征值，以产生出一个字符特征集；

应用该字符特征集来判定对所述手写字符的识别。

2. 根据权利要求 1 方法，其特征在于具有高度弯曲度导数值的墨迹像素有一个局部的最大弯曲度导数值，而具有低弯曲度导数值的随后一个墨迹像素具有一个局部的最小弯曲度导数值。

3. 根据权利要求 2 的方法，其特征在于，每个笔划边界位于具有局部最大弯曲度导数值的墨迹像素与具有局部最小弯曲度导数值的墨迹像素之间的中点上。

4. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，每个笔划边界位于具有局部最大绝对弯曲度值的点上。

5. 一种用以识别由一序列点组成的手写字符的方法，其中每个点包含三个空间座标值，其特征在于该方法包括以下步骤：

计算多个点的每个点的弯曲度导数值，每个弯曲度导数值表示出在相应点上绝对弯曲度的变化率；

选择一组笔划边界，以使每个笔划边界位于一个具有高弯曲度导数值的点与一个的随后具有低弯曲度导数值的点之间；

寻找一组笔划的位置，以使每一笔划边界位于一个笔划的末端；

计算每一笔划的至少一个笔划特征值，以产生一个字符特征集；

应用该字符特征集来判定对所述手写字符的识别。

6. 根据权利要求 5 的方法，其特征不在于，一个具有高弯曲度导数值的点具有局部的最大弯曲度导数值，一个随后的具有低弯曲度导数值点具有局部的最小弯曲度导数值。

7. 根据权利要求 6 的方法，其特征不在于，每个笔划边界位于一个具有局部最大弯曲度导数值的点与一个具有局部最小弯曲度导数值的点之间的中点上。

8. 根据权利要求 5 的方法，其特征不在于，每个笔划边界位于一个具有局部最大绝对变曲度值的点上。

说明书

手写输入笔划分段的方法

本发明涉及手写识别,具体涉及手写输入笔划分段的方法。

对于人手写体的机器识别是很难的,最近随着笔基(*pen-based*)计算装置的迅速发展,这种识别业已成为一个重要问题而被提出来。对此,现已存在许多截然不同的解决方案,而其中的一种有用的方案是将手写体划分成一序列基本的动程或“笔划”,并用这些笔划(将它们按照某种方式参数化)作为字符识别器的输入。

以笔划为基础的识别器的一个关键要求是同一字符类别的多种情况(例如不同次数和不同的书写者所写的字母“A”)每次都应被划分在一个相似的笔划组内。这有助于确保识别不太困难,因为该字符多种情况的描述对于字符识别器本身“看来”是相似的缘故。在理想情况下,一个给定字符的所有书写情况总是含有相同数目的笔划,这些笔划全都位于相同的相对位置上,并且这些笔划的特征描述对于各种情况全都很相似。虽然这种理想情况在实践中不能实现,但在一定程度上可以接近它,从而能改进识别的准确度。

在先有技术中有一种识别技术是把笔划边界设定在垂直(或“y”)方向上笔尖速度为零的一些点上,也就是,在这些点上书写开始向上移动或者开始向下移动。这样所形成的笔划组可称为“向上的笔划”和“向下的笔划”。这种方法在 *Mermelstein & Eden, Information And Control Vol. 7, PP. 255—270, 1964* 发表的文

章“*Experiments on Computer Recognition of Connected Handwritten Words*”中讨论了。这种方法的一个问题是,在垂直方向上对笔划变化过分敏感,而在水平方向上对笔划变化根本不敏感。然而,许多字符是由一些水平线条组成的,例如,字母“t”中的一横和字母“E”的三横,即使草率的写,它们在正常情况下也是多为水平的而不是垂直的。 y 速度型笔划分段器因书写中在垂直方向上笔尖的抖动有时会使一个水平横断开成为一划,经常它被断成两段、三段甚至更多段。这导致差的识别准确性,因为同一字符的多种字体情况往往被分段成为看起来各不相同的笔划组。对于纠正这种方法的不准确性所做的努力包括在产生一个新笔划之前要求最小的垂直方向变化,这只取得了有限的成功,许多同样的基本问题依然存在。

在另一种已有的技术中,这个问题是,通过在这样一些点上设定笔划边界而解决的,即在这样的点上出现局部最大弯曲,并超过某个对应于该书写体强列弯曲的阈值。因强列弯曲可能发生与笔尖的移动方向无关,故这种方法对手写输入例如语句或字符的各部分的取向不敏感。然而,以弯曲为基础的技术也有它自身的问题。例如,假定某人书写字母“L”时带有一个很渐变的弯曲,而不是强列的弯曲,以使它开始看起来它更象字母“C”。在这种情况下,如果笔划边界所需的弯曲度阈值不能满足,则这种方法不能分段。简单地降低阈值并不能解决这个问题,因为这会单纯地导致过多的笔划数目。具有过多的附加笔划与具有过少的笔划都不好,因为这又意味着同一字符的多种笔体时常被分段成不同的笔划类型。

据此,现在需要一种更准确的、无上述的方法诸如 y 速度法和

现有的弯曲度方法中存在的问题的笔划分段技术。

为此,本发明提供一种将手写输入分段成为多个笔划的方法,对于每个具体字符类别的多种笔体,都能分段出一致的笔划数目。

本发明提供一种将手写字输入分段成为多个笔划的方法,对于输入的每个具体字符类别的多种笔体分段笔划具有类似的形状和位置。

总的说来,本发明的方法包括计算手写输入中各点上的弯曲度的导数或瞬时变化率的步骤。然后,该方法选择手写输入中的某些点(或像素)作为笔划边界点,它们位于一个高的弯曲度导数点与后继的一个低的弯曲度导数点之间。这样的边界点并不受绝对弯曲度值的影响,而是只受弯曲度相对变化的影响。

图1示出按照本发明的一个优选实施例的用以识别笔划界限的操作的流程图;

图2示出用先有技术的 y 速度方法产生的手写输入分段成为多个笔划的例子;

图3示出用先有技术中弯曲度方法产生的手写输入分段成为多个笔划的例子;

图4示出用本发明的优选实施例产生的手写输入分段成为多个笔划的例子;

图5示出建立从数字化装置接收的字母“L”的点;

图6示出按照本发明的优选实施例再取样后按照恒定距离建立字母“L”的点;

图7示出本发明的优选实施例的弯曲度计算的分解图;

图8示出对于图7各点计算得到的弯曲度值的曲线图;

图 9 示出对于图 7 各点计算得到的弯曲度导数值的曲线图。

手写字符输入通常是从用户以离散的连续段的形式收集的。一个离散的连续段是由一个或多个笔划组成的,其中,一个笔划是笔与一个数字化图形输入卡或纸之类的输入装置接触期间所留下的印迹。

在本发明中,一个或多个离散的连续段是被识别的手写输入的多个单元。手写输入是电学捕获的输入,它包括但不限于以下输入:手写输入;电子输入;压力捕获的输入,例如压印的输入;电子方法例如用传真机、寻呼机或其它装置接收的输入。

一个笔划可以表示成为由输入装置以大致有规律的间隔取样的一序列的点。每个点至少可用 x 和 y 座标来描述。笔划可以利用一个数字化图形输入卡用电学方法来捕获,或在图像中线条的检测过程中从扫描的或传真的图像来得到;这样电学捕获的方法在本技术领域内是公知的。在一个优选方法中,手写输入由一个诸如个人数字助理(PDA)装置或其它装置之类的装置来接收。具有接收手写输入功能的其它装置包括但不限于以下装置:计算机、调制解调器、寻呼机、电话机、数字式电视机、交互式电视机、带有数字化图形输入卡的装置、传真装置、扫描装置、以及具有捕获手写输入能力的其它装置。通常,当笔划用电学方法捕获时,每个点以一个像素来表示,以使一个笔划可由该装置上的一系列像素来表示。

按照本发明,手写输入可以是字母的字符形式、表意字符或手写通信中字符或符号的其它形式。

参看附图,图 2 和图 3 示出:当笔划分段通过一个以笔划为基

础的识别器时,在对输入的理解中字母数字手写输入的笔划分段具有高或然率的不准确性。图 4 示出对于图 2 和图 3 的相同的字母数字输入的笔划分段,笔划分段是按照本发明的教导进行图中的这样的笔划分段通过一个以笔划为基础的识别器时具有高或然率的准确性的。

参看图 1,图中示出按照本发明教导的一种优选方法的流程图。从数字化装置或其它装置来的手写输入以 x 和 y 座标的形式(连同有关的笔尖上移或笔尖下移状态)在步骤 110 被接收。这些点通常由像素来表示。总的来说,本发明的方法在步骤 120 对手写输入再取样,以得到沿着手写输入长度以等间距离开的点。图 5 示出字母“L”500 作为再取样之前,一系列点或像素的例子。图 6 示出同一字母“L”600 在再取样之后的一系列点或像素。再取样是应用点子间距 d 610 实现的, d 值在整个手写输入是恒定的。 d 值最好选择得使手写输入的中间输入高度约为 15 至 30 倍 d 值。例如,图 6 所示的 d 值选择得可使字母的中间高度大约在 15 至 30 倍 d 值的范围内。

图 1 的优选实施例在步骤 130 计算每个再取样点处的弯曲度。图 7 示出在点 R (710)处弯曲度计算的数据描绘。在再取样点 R (710)的弯曲度定义为的距离,从该 R 点的前一点($R-1,750$)经 R 本身线性投影而得到一点 P (720)到 R 点的后一点(点 $R+1,730$)的间距。这个距离如图 7 中所示的间距 740。在手写输入端点处的弯曲度定义为等于对应的最近相邻点处的弯曲度。手写输入的内部点处的弯曲度也可以计算,从远离 R 点的两点而不是一点投影(和应用 R 点的前两点的那一点而不是 $R-1$ 点),以得到一个较强的

估值。图 8 示出图 7 所示各点得到的弯曲度值的曲线图。

例如，上例的具有逐渐弯曲的字母“L”只要“L”的两个“直线”部分明显地是比它们之间的弯曲更笔直些，就能分段成为一个垂直笔划和一个水平笔划。于是，弯曲度在趋向拐弯处增加（即弯曲度导数变高），远离拐弯处弯曲度减小（弯曲度导数变低），因而，如所希望的，在拐弯处或靠近拐弯处可有一个笔划边界。

在本发明的优选实施例中，一旦为每一再取样点获得弯曲度，再取样点的弯曲度阵列就可以被平滑，以使数字化过程引入的任何已知人为产物减到最小。所执行的平滑类型应该是一种标准方法，可根据现有的具体的数字化特性来选定。这可包括将一个点与其邻近点求平均值（对该点本身和最近点的加权得高些），用计算得到的平均值来取代所分析的点的弯曲度值。这里所用的平滑窗口的尺寸理想上应在宽于手写的低弯曲度处宽些，而在高弯曲度部分窄些，以使得在平滑过程中重要信息的丢失减到最小。因这是弯曲度本身被平滑，故一种平滑优选方式是计算初始弯曲度，根据那些弯曲度进行平滑，然后又根据计算得到的新的弯曲度进行再平滑。

在本发明的优选实施例中，对于每个再取样点，利用对任何负弯曲度值乘以 -1 来计算弯曲度的绝对值。在计算弯曲度导数中最好应用其绝对值而不用实际弯曲度值，因为本发明方法的优选实施例只考虑手写输入中拐弯的强烈性而不是对于一个给定的拐弯弯曲的方向。

如图 1 所示，该方法接着在步骤 140 计算每个再取样点处的弯曲度导数。参看图 7，点 R 处的弯曲度导数定义为点 R+1 处弯曲

度的绝对值减去点 $R-1$ 处弯曲度的绝对值后再除以 2 (也即所画的弯曲度值曲线的斜率)。图 9 示出图 7 所示的每一点上得到的弯曲度的导数的曲线图。类似于上述的应用两个以上点来求得较准确的弯曲度的度量,在存在相关点时弯曲度导数应当采用较宽的窗口 (5 点对 3 点) 来计算,而在必要时也采用较窄的窗口 (2 点对 3 点)。因弯曲度的导数在墨迹段的端点处不能够计算出,故端点处的弯曲度导数可以简单地定义为等于对应的邻近点处的弯曲度导数。

参看图 1 和图 9,该方法的优选实施例下一步的处理在步骤 150,检查新计算的弯曲度导数值的阵列,以寻找弯曲度导数的局部最大值(910)限定包括拐折端部和最大值趋向减小的点所在的位置,或弯曲度导数的局部最小值(920)限定包括拐折端部最小值趋向增加的点所在的位置。对于局部最大值之后和局部最小值之前(及时地)手写输入的每一部分,寻找出该部分的中点(930)(就该部分弧长而言的中点)。这个中点定义为 M 点(930)。在步骤 150,如果对于某一部分来说局部最大值与局部最小值之差超过一个阈值 T (940)并且 M 点处的弯曲度绝对值超过某个阈值 T' (820),则点 M 被选定作为一个笔划边界。

必须对参数 T' 和 T'' 估值,它们与弯曲度和弯曲度导数测量的单位有关。只要使用误差容限的字符识别器, T' 和 T'' 的精确值并不严格。对于用以产生本发明的一个具体实施例所执行的 T' 和 T'' 或任何其它参数的任何实验性协调中,所希望的目标是达到对具体字符类别的所有多种笔体其分段能尽可能地一致的分段。这应当实验性地通过检验该程序对要识别的手写输入的各种实际的样品

如何分段来实现。

除了上述的选定笔划边界点之外，凡是笔尖提起或笔尖落下的点也都选定为笔划边界点。在本发明的优选实施例中，在步骤160，对于以弯曲度导数为基础的边界点可移动两个点那样多，以使它们落在弯曲度绝对值为最大值的点上。利用移动弯曲度导数为基础的边界点，使弯曲度测量和弯曲度导数两者产生出相同的笔划边界，改进了笔划边界点的定位。然而，本发明的优选应用只是对一种给定的点才能应用，但是所产生少于三点的笔划是没有的。

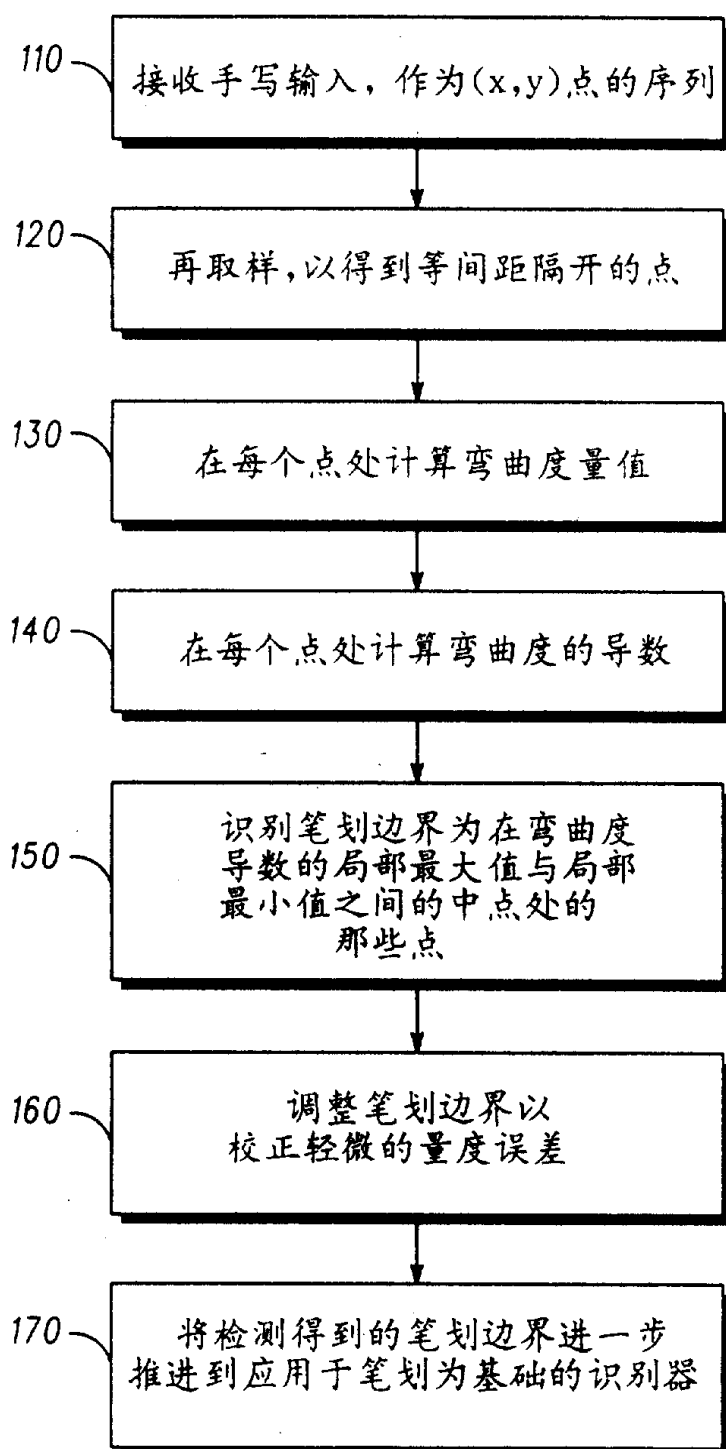
按照本发明，笔划边界点组限定了一对应的笔划组。将这些笔划传送到一个以笔划为基础的字符识别器，以便识别该手写输入。

本发明及其优选实施例涉及新颖的、更准确的笔划分段方法。按照本发明，在手写输入的多种笔体情况下，该输入重复地每一次被划分成为相似的笔划组。例如，如果该手写输入字母是由不同的书写者以不同的写出的字母“L”，则本发明及其优选实施例能较准确地每次将该字母“L”的输入划分成为相似的笔划分段边界点，而与不同的书写者的差异无关。这种笔划分段有助于对笔划为基础的识别器提供更精确的笔划解释。

本领域的技术人员发现本发明的许多实施例是有用的。一种明显的扩展是从这里描述的印刷的手写体到草体书写。笔划分段的实际方法是与字符分段的方法无关的，因而能处理草体书写的技术可方便地利用这里所述的笔划分段方法。另一个实施例是使扫描的或“脱机”书写的分段成为笔划。将应用本发明于这种任务的直截方法是执行书写体的变细修整，以获得恒定宽度的墨迹曲线。于是，因缺少暂时的信息而使交叉点和相切的拐弯看起来相似，故可以

在弯曲度导数为基础的点和交叉点上设定笔划边界。

图 1



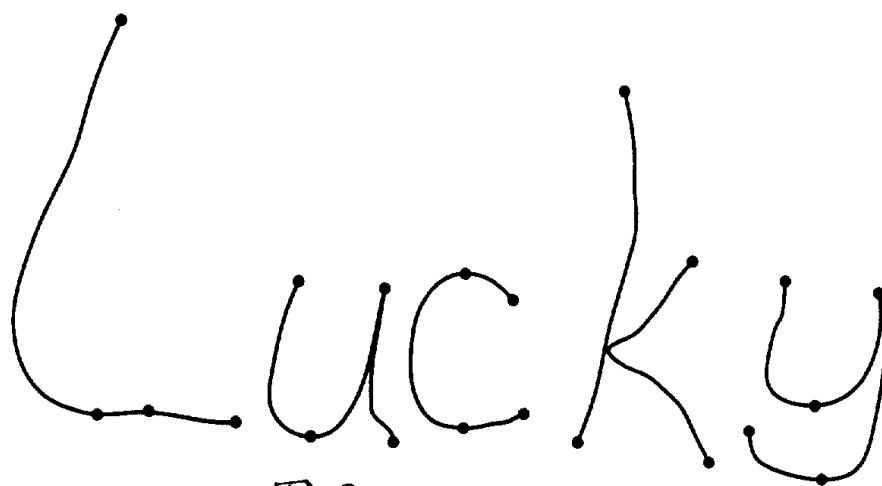


图 2

200

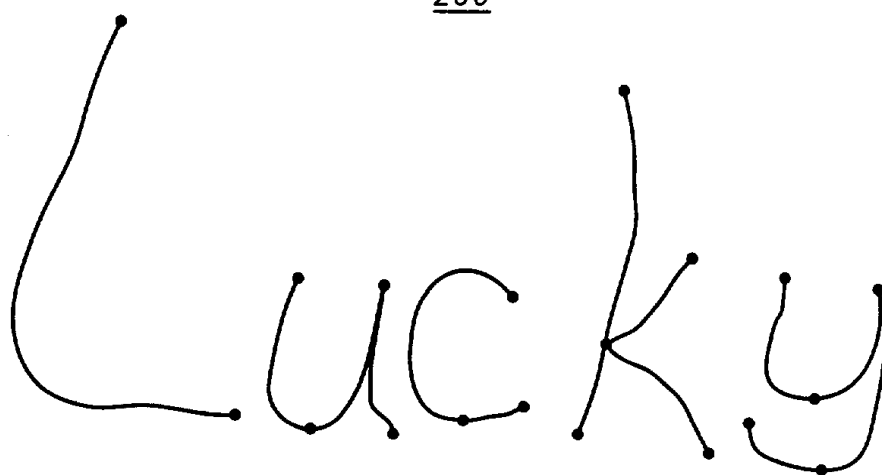


图 3

300

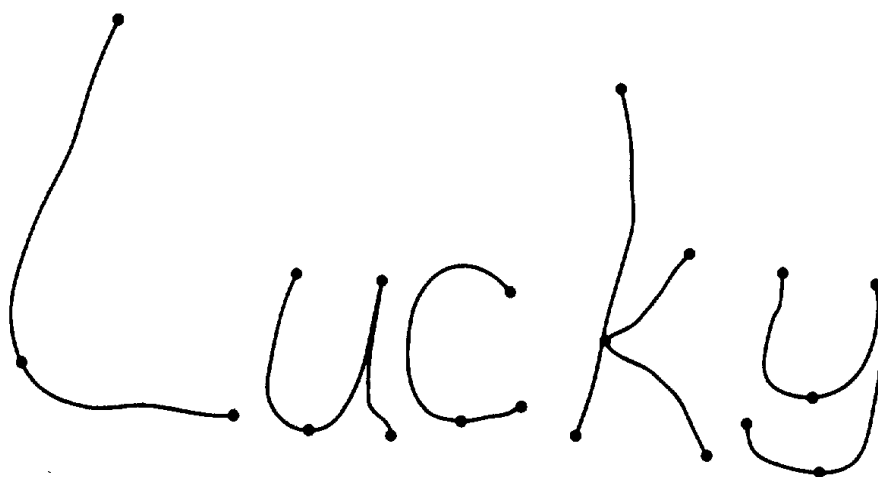


图 4

400

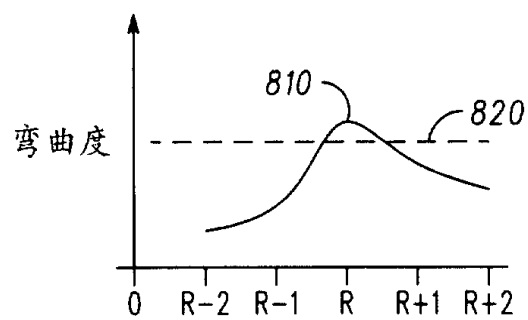
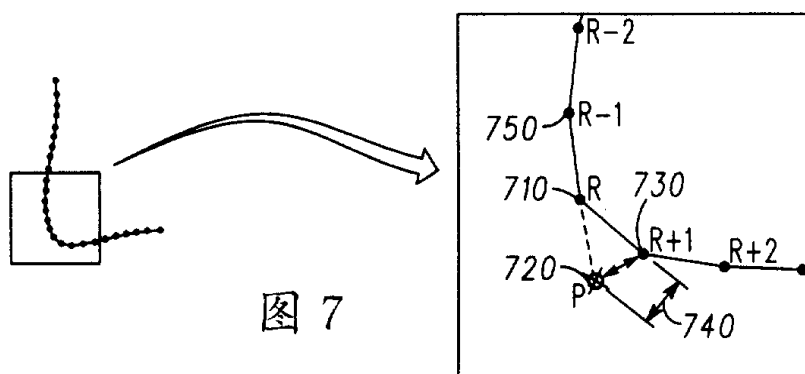
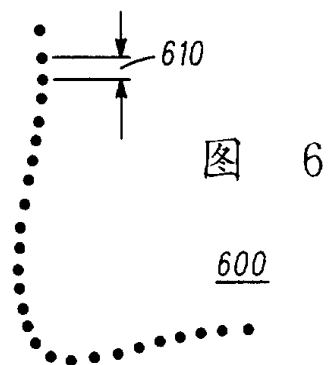
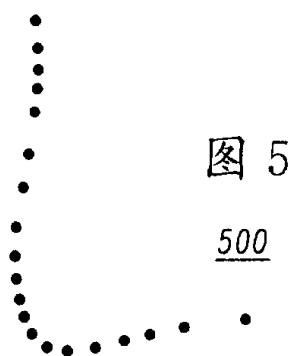


图 8

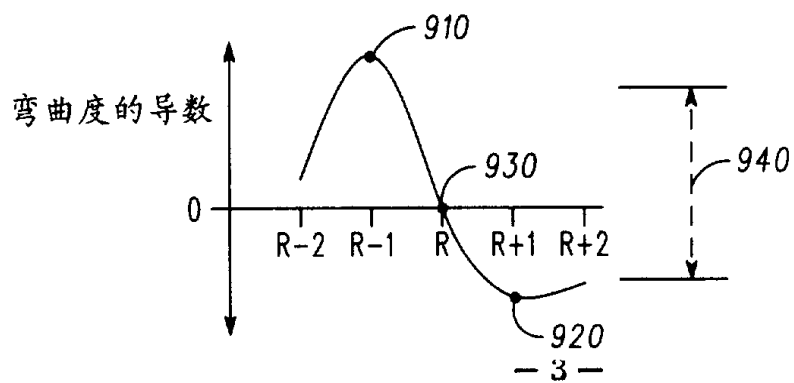


图 9