[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06K 9/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380102485.5

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1320489C

[22] 申请日 2003.10.10
[21] 申请号 200380102485.5
[30] 优先权
[32] 2002.11.5 [33] AU [31] 2002952483
[86] 国际申请 PCT/AU2003/001342 2003.10.10
[87] 国际公布 WO2004/042644 英 2004.5.21
[85] 进入国家阶段日期 2005.4.29
[73] 专利权人 西尔弗布鲁克研究有限公司
地址 澳大利亚新南威尔士州
[72] 发明人 乔纳森·利·纳珀 保罗·拉普斯顿
[56] 参考文献
CN 1234565 A 1999.11.10
JP 09097311 A 1997.4.8
US 5730602 A 1998.3.24
审查员 韩燕_2

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司
代理人 徐 谦 杨红梅

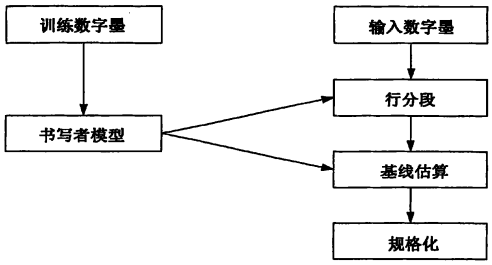
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于估算数字墨段取向的方法/系统

[57] 摘要

本发明提供一种用于通过使用笔取向信息来估算数字墨段取向的方法/系统。 在一个形式中，本发明是一种估算数字墨段的取向的方法，该方法包括下述步骤：在书写者产生所述数字墨段期间以一采样率来测量笔的方位角；以及使用采样点处所测的笔的方位角来估算所述数字墨段的取向。



1. 一种用于估算数字墨段的取向的方法，所述方法包括下述步骤：

（1）在书写者产生所述数字墨段期间以一采样率来测量笔的方位角；以及

（2）使用采样点处所测的笔的方位角来估算所述数字墨段的取向，

其中在步骤（2）中，通过从采样点的所测方位角中减去数字墨训练样本的平均方位角来估算采样点处的笔的取向，并且将所估算的取向规格化成处于0°至360°的范围内。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中所估算的数字墨段的取向随后被用在数字墨行取向规格化技术中。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中单个、固定的取向估算被用于数字墨行。

4. 根据权利要求1所述的方法，其中跨数字墨行而变化的取向估算被采用。

5. 根据权利要求1所述的方法，其中数据墨段是多于一个字符的数字墨。

6. 根据权利要求1所述的方法，其中数据墨段是行段。

7. 根据权利要求5所述的方法，其中通过测量方位角值的变化来执行行分段。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中所述取向估算使用书写者无关手写模型。

9. 根据权利要求1所述的方法，其中所述取向估算使用书写者相关手写模型，其是通过使用由书写者输入的样本数字墨来训练的。

10. 根据权利要求9所述的方法，其中书写者相关手写模型利用由书写者使用一致基线输入的样本数字墨来训练。

11. 根据权利要求9所述的方法，其中书写者相关手写模型通过使用由书

写者输入的任意样本数字墨来训练。

12. 根据权利要求 2 所述的方法，其中从以下的组中选择所述数字墨行取向规格化技术：

对取向校正的经平滑的连续估算；

曲线拟合估算取向校正。

13. 一种用于估算数字墨段取向的基于笔的计算系统，该系统包括：基于笔的计算笔，用于输入数据墨；以及处理器，

其中该处理器配置成：

（1）在书写者产生所述数字墨段期间以一采样率来测量笔的方位角；以及

（2）使用采样点处所测的笔的方位角来估算所述数字墨段的取向，

其中在步骤（2）中，通过从采样点的所测方位角中减去数字墨训练样本的平均方位角来估算采样点处的笔的取向，并且将所估算的取向规格化成处于 0°至 360°的范围内。

14. 一种用于估算数字墨段取向的基于笔的计算系统，该系统包括：

（1）基于笔的计算笔，用来输入数字墨；

（2）存储单元，用来存储手写模型；

（3）处理器，该处理器适合于：

（a）检索手写模型；

（b）接收在书写者产生数字墨段期间以一采样率的笔方位角的测量；以及

（c）通过利用手写模型修正采样点处所测的笔的方位角来估算数字墨段的取向，

其中通过从采样点的所测方位角中减去数字墨训练样本的平均方位角来估算采样点处的笔的取向，并且将所估算的取向规格化成处于 0°至 360°的范围内。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的系统，所述处理器适合于执行权利要求 2-12 中的任何一项的方法。

用于估算数字墨段取向的方法/系统

技术领域

本发明广泛地涉及基于笔的计算系统及手写（数字墨）识别系统，且具体地，涉及一种使用基于笔的计算系统来估算所产生的数字墨段的取向的方法，以及涉及用于估算数字墨段取向的基于笔的计算系统。然后所估算的数字墨段取向可以被随后用在数字墨行取向规格化（digital ink line orientation normalization）技术中。

交叉引用

在由本发明申请人或受让人所提交的下述共同未决申请中，公开了涉及本发明的各种方法、系统和装置。所有这些共同未决的申请的公开内容在此被引入作为交叉参考。

2002年10月5日：澳大利亚临时申请2002952259 “Methods and Apparatus (NPT019)”。

15 October 2002: PCT/AU02/01391, PCT/AU02/01392, PCT/AU02/01393, PCT/AU02/01394 and PCT/AU02/01395.

26 November 2001: PCT/AU01/01527, PCT/AU01/01528, PCT/AU01/01529, PCT/AU01/01530 and PCT/AU01/01531.

11 October 2001: PCT/AU01/01274.

14 August 2001: PCT/AU01/00996.

27 November 2000: PCT/AU00/01442, PCT/AU00/01444, PCT/AU00/01446, PCT/AU00/01445, PCT/AU00/01450, PCT/AU00/01453, PCT/AU00/01448,

PCT/AU00/01447, PCT/AU00/01459, PCT/AU00/01451, PCT/AU00/01454, PCT/AU00/01452, PCT/AU00/01443, PCT/AU00/01455, PCT/AU00/01456, PCT/AU00/01457, PCT/AU00/01458 and PCT/AU00/01449.

20 October 2000: PCT/AU00/01273, PCT/AU00/01279, PCT/AU00/01288, PCT/AU00/01282, PCT/AU00/01276, PCT/AU00/01280, PCT/AU00/01274, PCT/AU00/01289, PCT/AU00/01275, PCT/AU00/01277, PCT/AU00/01286, PCT/AU00/01281, PCT/AU00/01278, PCT/AU00/01287, PCT/AU00/01285, PCT/AU00/01284 and PCT/AU00/01283.

15 September 2000: PCT/AU00/01108, PCT/AU00/01110 and PCT/AU00/01111.

30 June 2000: PCT/AU00/00762, PCT/AU00/00763, PCT/AU00/00761, PCT/AU00/00760, PCT/AU00/00759, PCT/AU00/00758, PCT/AU00/00764, PCT/AU00/00765, PCT/AU00/00766, PCT/AU00/00767, PCT/AU00/00768, PCT/AU00/00773, PCT/AU00/00774, PCT/AU00/00775, PCT/AU00/00776, PCT/AU00/00777, PCT/AU00/00770, PCT/AU00/00769, PCT/AU00/00771, PCT/AU00/00772, PCT/AU00/00754, PCT/AU00/00755, PCT/AU00/00756 and PCT/AU00/00757.

24 May 2000: PCT/AU00/00518, PCT/AU00/00519, PCT/AU00/00520, PCT/AU00/00521, PCT/AU00/00522, PCT/AU00/00523, PCT/AU00/00524, PCT/AU00/00525, PCT/AU00/00526, PCT/AU00/00527, PCT/AU00/00528, PCT/AU00/00529, PCT/AU00/00530, PCT/AU00/00531, PCT/AU00/00532, PCT/AU00/00533, PCT/AU00/00534, PCT/AU00/00535, PCT/AU00/00536, PCT/AU00/00537, PCT/AU00/00538, PCT/AU00/00539, PCT/AU00/00540, PCT/AU00/00541, PCT/AU00/00542, PCT/AU00/00543, PCT/AU00/00544, PCT/AU00/00545, PCT/AU00/00547, PCT/AU00/00546, PCT/AU00/00554, PCT/AU00/00556, PCT/AU00/00557, PCT/AU00/00558, PCT/AU00/00559, PCT/AU00/00560, PCT/AU00/00561, PCT/AU00/00562, PCT/AU00/00563, PCT/AU00/00564, PCT/AU00/00565, PCT/AU00/00566, PCT/AU00/00567, PCT/AU00/00568, PCT/AU00/00569, PCT/AU00/00570, PCT/AU00/00571, PCT/AU00/00572, PCT/AU00/00573, PCT/AU00/00574, PCT/AU00/00575,

PCT/AU00/00576, PCT/AU00/00577, PCT/AU00/00578, PCT/AU00/00579, PCT/AU00/00581, PCT/AU00/00580, PCT/AU00/00582, PCT/AU00/00587, PCT/AU00/00588, PCT/AU00/00589, PCT/AU00/00583, PCT/AU00/00593, PCT/AU00/00590, PCT/AU00/00591, PCT/AU00/00592, PCT/AU00/00594, PCT/AU00/00595, PCT/AU00/00596, PCT/AU00/00597, PCT/AU00/00598, PCT/AU00/00516, PCT/AU00/00517 and PCT/AU00/00511.

发明背景

数字墨处理系统必须应对因各个书写者的不同风格导致出现的手写和绘画的巨大可变性。结果是，大多数系统执行大量预处理步骤以限制这个变化。这样的系统实例包括手写识别系统、数字签名验证系统、文档分析系统和数字墨搜索系统。

这种过程的实例是取向规格化，其被用来通过对准数字墨，使其好像利用页上的标准取向被书写（例如，对于基于拉丁字符的笔迹，在水平行上从左到右被书写）来减小输入的变化。通过以如此方法对准数字墨，墨处理系统可以忽略取向变化的影响，并且因此可以被使得较简单、较鲁棒且较精确。

取向规格化通常作为数字墨处理系统中的第一步骤之一被执行，且被用来将随后阶段（例如，行、字及字符分段、特征提取等）中的误差减至最小。总体上，数字墨段相对于标准基准角度（例如水平）的角度得到估算并且被用来对数字墨重新取向，以便于数字墨的角度与基准角度相匹配。

拉丁字符笔迹的取向规格化经常利用基线校正来进行；其中文本行的基线被定义为假想的自然行，在其上用户放置并不具有下伸部分（descender）的字符（例如“a”，“b”，“c”，“d”，“e”，“f”，“h”等）。这是通过估算数字墨段的基线且然后将墨旋转至水平而实现的。虽然大多数系统假设基线大致为线性的，但是一些系统试图通过使用较复杂的模

型，如样条来模化基线漂移[A. Henning, N. Sherkat 及 R. Whitrow，“Zone Estimation for Multiple Lines of Handwriting using Approximating Spline Functions”，Fifth International. Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition (IWFHR),pp.325-328, 1996 年 9 月]。

对数字墨的取向估算和规格化已经进行了大量研究，特别重点放在适用于光学字符识别系统的技术上。早期研究系统依赖于试探和经验阈[W. Guerfali 及 R. Plamondon, “Normalization and restoring on-line handwriting”, Pattern Recognition, 26(3), pp. 419-431, 1993; S. Madhvanath 和 V. Govindaraju, “Using holistic features in handwritten word recognition”, United States Postal Services (USPS), pp. 183-198, 1992]，连同简单的技术，如通过行程最小量的线性回归[R. Bozinocic 及 S. Srihari, “Off-line cursive script word recognition”; IEEE Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence 11, pp. 69-83, 1989]。由于这些技术的脆弱性质，开发出使用投影轮廓[A. Vinciarelli 及 J. Luettin, “A New Normalization Technique for Cursive Handwritten Words”, Pattern Recognition Letters 22, pp. 1043-1050, 2001; M. Brown 及 S. Ganapathy, “Preprocessing Techniques for Cursive Script Word’ Recognition” , Pattern Recognition 16(5), pp.447-458, 1983] 及广义投影[G. Nicchiotti 及 C. Scagliola, “Generalised Projections: a Tool for Cursive Handwriting Normalisation”, Fifth International Conference on Document Analysis and Recognition (JCDAR), 1999 年 9 月]的更复杂系统。其他技术至此已经得到开发，包括：最小平方和加权最小平方[M. Morita, S. Games, J. Facon, F. Bortolozzi 及 R. Sabourin, “Mathematical Morphology and Weighted Least Squares to Correct Handwriting Baseline Skew”, Fifth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), pp. 430-433, 1999 年 9 月； T. Breuel, “Robust least square baseline fording using a branch and bound algorithm”, Proceedings of the SPIE, pp. 20-27, 2002]，几何模化及伪凸包[M. Morita, F. Bortolozzi, J. Facon,及 R. Sabourin,

"Morphological approach of handwritten word skew correction", SIBGRAPI'98, International Symposium on Computer Graphics, Image Processing and Vision, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 456-461, 1998 年 10 月], 基于 Hough 变换的技术[A. Rosenthal, J. Hu 及 M. Brown, "Size and orientation normalization of on-line handwriting using Hough transform", ICASSP'97, Munich, Germany, 1997 年 4 月], 基于模型的方法[Y. Bengio 及 Y. LeCun, "Word normalization for on-line handwritten word recognition", Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition, pp. 409-413, 1994年10月],利用主分量分析的歪斜检测[Steinherz, N., Intrator, 及 E. Rivlin. "Skew detection via principal components analysis", Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), pp 153-156, 1999],以及利用近似样条函数的基线估算[A. Henning, N. Sherkat, 及 R. Whitrow, "Zone Estimation for Multiple Lines of Handwriting using Approximating Spline Functions", Fifth International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition (IWFHR), pp. 325-328, 1996 年 9 月]。

一些取向规格化技术已经在现有技术专利说明书中被公开，包括使用与Hough变换组合的边界投影[T. Syeda-Mahmood, "Method of grouping handwritten word segments in handwritten document images", US Patent 6,108,444]；通过发现完全包围字符图像的平行四边形界限而工作的扫描图像数字规格化系统[R. Vogt, "Handwritten digit normalization method", US Patent 5,325,447;3]；使用线性投影及聚类算法来检测直方图中对应于上伸部分（ascender）、下伸部分及基线的元素的方法[W. Bruce 等, "Estimation of baseline, line spacing and character height: for handwriting recognition", US Patent 5,396,566; J. Kim, "Baseline Drift Correction of Handwritten Text", IBM Technical Disclosure Bulletin 25 (10), 1983 年 3 月]；以及在在线签名验证系统中用于签名规格化的与绕形心的旋转组合

的最小平方计算[F. Sinden 及 G. Wilfong, "Method of normalizing handwritten symbols", US Patent 5, 537,489]。

虽然上述所说明的技术有时是有效的，但是它们经历了许多明显的限制。例如，许多假定所写文本的所有行以页上的相同的角度被取向，并且因此不能处理具有任意旋转的文本行的页。其它的限制包括这样的事实，即算法需要显著的处理资源（例如 Hough 变换）、被量化（例如 Hough 变换）、对于短段文本不好地工作（例如投影方法）、因经验估算的阈导致的脆弱（试探式及规则基技术）、或对上伸部分、下伸部分和离群者（outlier）敏感（例如最小平方回归和投影技术）。

书写用具的方位角在[R. Poyner, "Wintab Interface Specification 1.1: 16- and 32-bit API Reference" LCS/Telegraphics]中被定义为"光标绕 z 轴通过全圆范围的顺时针旋转"。换句话说，如果 x 和 y 限定纸面的水平和垂直轴，且 z 限定垂直于纸面的轴，则方位角是笔绕 z 轴的旋转。一些基于笔的计算系统，包括 Wacom 图形输入板及 Netpage 笔[K. Silverbrook 等，"Sensing Device"， WO 02/42989]，能够在数字墨产生期间测量书写用具的方位角。

发明内容

在优选实施例中，本发明被配置成用于 Netpage 连网的计算机系统，其详细说明在我们的共同未决申请中给出，具体包括 2002 年 5 月 30 日提交的题为"Sensing Device"的 PCT 申请 WO0242989，2002 年 5 月 30 日提交的题为"Interactive Printer"的 PCT 申请 WO0242894，2002 年 2 月 21 日提交的题为"Interface Surface Printer Using Invisible Ink"的 PCT 申请 WO0214075，2002 年 5 月 30 日提交的题为"Apparatus For Interaction With A Network Computer System"的 PCT 申请 WO0242950，以及 2003 年 4 月 24 日提交的题为"Digital Ink Database Searching Using Handwriting Feature Synthesis"的 PCT 申请 WO03034276 中给出。要理解到并不是每个实施将

必然体现结合基本系统在这些申请中所描述的所有或甚至大多数具体的细节和扩展。然而，系统以其最完整的形式被描述，以帮助理解其中本发明的优选实施例和方面起作用的环境。

简而言之，通过利用经不可见编码的纸的页和光学成像笔，Netpage系统的优选形式提供了对在线信息的交互式纸基界面。由Netpage系统所产生的每页被唯一地标识并且被存储在网络服务器上，并且使用Netpage笔的用户与所述纸的所有交互作用被捕获、解释和存储。数字打印技术方便了对 Netpage 文档的按需打印，从而允许交互式应用得到开发。Netpage打印机、笔和网络基础设施提供了针对传统基于屏幕的应用和在线发行服务的纸基替换形式，并且支持用户界面功能性，如超文本导航和表单输入。

典型地，打印机经由宽带连接从发行商或应用提供商处接收文档，其被打印有不可见的红外标签图案，每个标签对标签在页上的位置和唯一页标识符进行编码。当用户在页上书写时，成像笔对这些标签进行解码并且将笔的运动转换成数字墨。数字墨经过无线信道被传输到中继基站，然后被发送到网络以便于处理和存储。系统使用所存储的页描述来解释数字墨，并且通过与应用进行交互来执行所请求的动作。

应用通过发行文档向用户提供内容，并且处理由用户所递交的数字墨交互。典型地，应用响应于用户输入而产生一个或多个交互页，其被传输到网络上被存储、被再现且最终作为输出被打印给用户。通过提供服务用于文档发行、再现及递送，经认证的事务处理和安全支付，手写识别和数字墨搜索，以及利用生物计量技术的用户确认，如签名验证，Netpage系统允许复杂的应用得到开发。

概括地，本发明寻求提供一种使用笔取向信息来估算数字墨段取向的方法。在一个形式中，该技术涉及使用训练数据来建立可以针对单独书写者的笔取向模型，其被用来估算随后所写的数字墨的取向。

在此所描述的数字墨取向估算技术寻求克服或改进在现有技术中所

描述的局限性，并且通过利用从前一直不可用的或被其它系统所忽略的笔取向信息来改善目前技术。另外，本发明的一个形式可以使用训练数据来产生书写者相关笔取向模型，所述模型在取向估算期间被使用。

在广义形式中，本发明提供一种估算数字墨段的取向的方法，所述方法包括下述步骤：在书写者产生数字墨段期间以一采样率来测量笔的方位角；以及使用采样点处所测的笔的方位角来估算数字墨段的取向，其中通过从采样点的所测方位角中减去数字墨训练样本的平均方位角来估算采样点处的笔的取向，并且将所估算的取向规格化成处于 0°至 360° 的范围内。

优选地，所估算的数字墨段的取向随后被用在数字墨行取向规格化技术中。根据特定的实施例，单个、固定的取向估算被用于数字墨行，或者跨数字墨行而变化的取向估算被采用。

根据其它特定的实施例，数字墨段是多于一个字符的数字墨。同样，数字墨段可是行段（line segment）。在这个形式中，通过测量方位角值的变化可执行行分段。

在本发明又进一步的特定实施例中，取向估算使用书写者无关手写模型；取向估算使用书写者相关手写模型，其是使用由书写者输入的样本数字墨来训练的；或通过使用由书写者使用一致基线输入的样本数字墨来训练书写者相关手写模型。

在进一步的广义形式中，本发明提供一种用于估算数字墨段取向的基于笔的计算系统，该系统包括：基于笔的计算笔，用来输入数字墨；以及处理器，其配置成在书写者产生数字墨段期间以一采样率来测量笔的方位角；以及使用采样点处所测的笔的方位角来估算数字墨段的取向，其中通过从采样点的所测方位角中减去数字墨训练样本的平均方位角来估算采样点处的笔的取向，并且将所估算的取向规格化成处于 0°至 360° 的范围内。

在仍进一步的广义形式中，本发明提供一种用于估算数字墨段取向

的基于笔的计算系统，所述系统包括：

（1）基于笔的计算笔，用来输入数字墨；

（2）存储单元，用来存储手写模型；

（3）处理器，该处理器适合于：

（a）检索手写模型；

（b）接收在书写者产生数字墨段期间以一采样率的笔方位角的测量；以及

（c）通过使用手写模型修正采样点处所测的笔的方位角来估算数字墨段的取向

其中通过从采样点的所测方位角中减去数字墨训练样本的平均方位角来估算采样点处的笔的取向，并且将所估算的取向规格化成处于0°至360°的范围内。

附图简述

从通过结合附图加以描述且仅以实例方式对优选的且非限制性的本发明实施例所做的下述描述中，本发明应该更加显而易见。

图1示出对于左手和右手书写者的平均（粗体）、最小、最大和标准偏差（虚线）方位角测量；

图2示出训练及规格化过程；

图3示出在书写者产生数字墨段期间以一采样率的笔的所测方位角矢量；以及

图4示出在应用手写模型之后，所估算的图3中所示的数字墨段的取向。

图5示出基于笔的计算系统。

实施本发明的模式

下述模式被描述为应用到说明书和权利要求中以提供对本发明主题

的更精确理解。

方位角测量

数字化输入板被用来在五个不同书写者产生手写期间测量笔的方位角。通过使用 Wacom Intuos 图形输入板以 100 Hz 的采样率来采集数字墨。

通过使用 Wintab 编程器开发工具包版本 1.26（Wintab Programmer Development Kit Version 1.26）[R. Poyner, " Wintab Interface Specification 1.1: 16- and 32-bit API Reference", LCS/Telegraphics, 1996 年 5 月 9 日]来开发数据采集应用程序。

表 1 详细说明所采集的采样数据的方位角测量，这里角度被顺时针测量，其中 0°代表指向页顶部的垂直行。注意方位角测量揭示出书写者 2 是用左手的。表 2 详细说明对于左手和右手书写者，采样数据的方位角测量的平均、最小、最大及标准偏差，该数据被示出于图 1 中。

表 1 平均、最小和最大方位角测量

	用右手或左手的习惯	平均	最小	最大
书写者 1	右	130°	109°	148°
书写者 2	左	294°	275°	316°
书写者 3	右	149°	124°	173°
书写者 4	右	141°	123°	157°
书写者 5	右	133°	119°	159°

表 2 平均、标准偏差、最小和最大测量

用左手或右手的习惯	平均值	标准偏差	最小值	最大值
右	138°	11.9°	109°	173°
左	294°	8.2°	275°	316°

如可以从结果中注意到的，对于特定的书写者，在手写期间笔的方位角是相对稳定的（如由小的标准偏差和最大与最小值的差可以看出的）。

取向估算

为了使用方位角测量来估算数字墨的取向，需要一可用的手写模型。虽然此技术可借助小数目的并不需要训练的手写者无关模型（例如一个用于左手书写者且另一个用于右手书写者），但是较为精确的结果是通过使用书写者相关模型来实现的，该模型使用从书写者输入的样本来训练。为了做到这点，通过利用采用一致的、明确限定的基线所写的数字墨数据来训练系统。这个数据可以从正常的输入（例如，被约束成被水平书写的表单输入数据）或单独的训练过程得出。然后训练数据被用来产生如图 2 中所示的书写者模型。

可替换地，可通过使用可替换的取向估算技术以证实（truth）从中产生书写者相关模型的数据，利用任意的手写输入（即没有明确的训练数据）来进行训练。由于训练数据并不需要大（几个字母便足够），所以用来证实数据的技术可以是非常昂贵的（处理器强的），这是因为它对小的墨段仅运行一次。除此以外，在一些情形下失败的算法亦可以被使用，这是因为训练过程所需要的只是单体成功的取向估算。

一旦模型已经被产生，则它可以被用于行分段和取向估算以及规格化。当执行行分段时，方位角值的大跳跃（例如比书写者特定的模型所给出的期望变化大的值）是取向与前行不同的一行新文本的开始的指示。对于取向规格化，该模型可被用于产生对行段的文本取向的估算，其随后被用来执行基线规格化。

举例来说，图 3 描绘针对数字墨手写流“hello world”的所测方位角矢量。所述矢量表示在产生墨的过程中笔的取向，以及可以看出在书写期间笔相对于页的角度平滑地变化。为了估算在这个实例中数字墨的取向，采用简单的平均值方位角模型，其中训练数据集（由相同书写者所写的文本的单个水平行）中的平均方位角值被计算和存储：

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i}{n} \qquad (1)$$

其中 α_i 是在样本 i 的以度表示的方位角测量，且 n 是数字墨中的样本数。

平均值表示书写者在书写时相对于页持笔的正常方位角。为了估算每个采样点处的取向，从图 3 所示的数字墨实例的方位角值中减去所述平均值，而结果被规格化以确保它们在 0°-360°范围内：

$$a_i = \begin{cases} a_i - \bar{a} + 360° & a_i - \bar{a} \le 0° \\ \text{否则} & a_i - \bar{a} \end{cases} \qquad (2)$$

其中 α_i 是在采样 i 的以度表示的方位角测量，且 ā 是用于书写者的平均方位角值（如先前所计算的）。

从训练数据得出的平均方位角值近似为 130°。从图 3 中所示的每个所测量的方位角值中减去这个值，则给出图 4 中所示的经规格化的取向估算。如从图 4 中可以看出的，所估算的取向矢量给出文本“hello world”在数字墨路径中的每点处的弯曲基线取向的良好指示。这些取向矢量然后可以被用于数字墨行取向规格化。

一旦已经估算了墨基线取向，则许多数字墨行取向规格化技术是可能的。用于利用线性基线所写的文本的简单方法是：得到数字墨段中的采样的平均估算取向，并且旋转该墨以相反于（counter）这个取向。更多复杂的技术包括：使用取向的经平滑的连续估算（smoothed running estimate），或将曲线（例如样条）拟合于所估算的取向矢量以及变形（warp）数字墨段以确保所估算的基线是水平的且是线性的。

这展示了特定的但非限制性的实例方法，以用于通过使用书写设备的方位角来估算数字墨的取向，并且使用这个测量来执行取向规格化行分段。

通过使用基于笔的处理系统，本发明的另外特定实施例可以被实现，

其实例被示于图 5 中。处理系统 10 总体上包括经由总线 15 耦合在一起的至少处理器 11、存储器 12、基于笔的输入设备 13 和输出设备 14。还可以提供外部接口 16，用于将处理系统 10 耦合到容纳数据库 18 的存储设备 17。存储器 12 可以是任何形式的存储设备，例如易失性或非易失性存储器、固态存储设备、磁设备等。输出设备 14 可以包括，例如显示设备、监视器、打印机等。存储设备 17 可以是任何形式的存储装置，例如，易失性或非易失性存储器、固态存储设备、磁设备等。

在使用中，处理系统 10 适合于允许数据或信息存储在存储器 12 和/或数据库 17 中以及/或者从中被检索。处理器 11 经由输入设备 13 来接收指令并且可以经由输出设备 14 将结果显示给用户（或使用笔输入设备 13 的书写者）。应该理解到，处理系统 10 可是任何形式的处理系统、计算机终端、服务器、专用硬件等。

因此，根据本发明已经提供一种用于估算利用基于笔的计算系统产生的数据墨段的取向的方法和系统。

本发明还可被说成是广义地在于此处单独或共同所提及或指示的部分、元件和特征，在于两个或更多个部分、元件或特征的任何或全部组合，并且其中特定的整体在此被提及，其具有本发明所涉及的现有技术中公知的等效形式，这些公知的等效形式被视为在此被结合，就好像被单独提出的那样。

虽然优选实施例已经被详细地加以说明，但是应该理解到在此可以由本领域的一个普通技术人员在本发明的范围内进行各种变化、替代以及修改。

图1

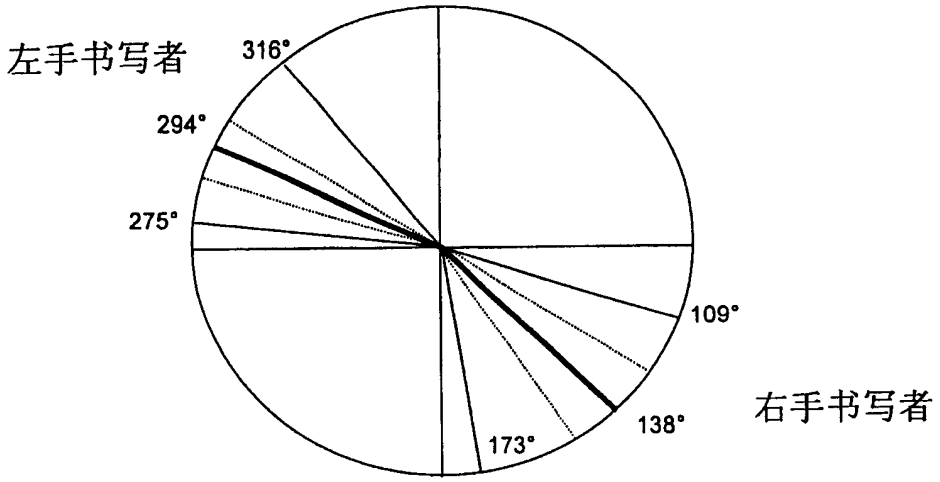

左手书写者
316°
294°
275°
109°
右手书写者
138°
173°

图2

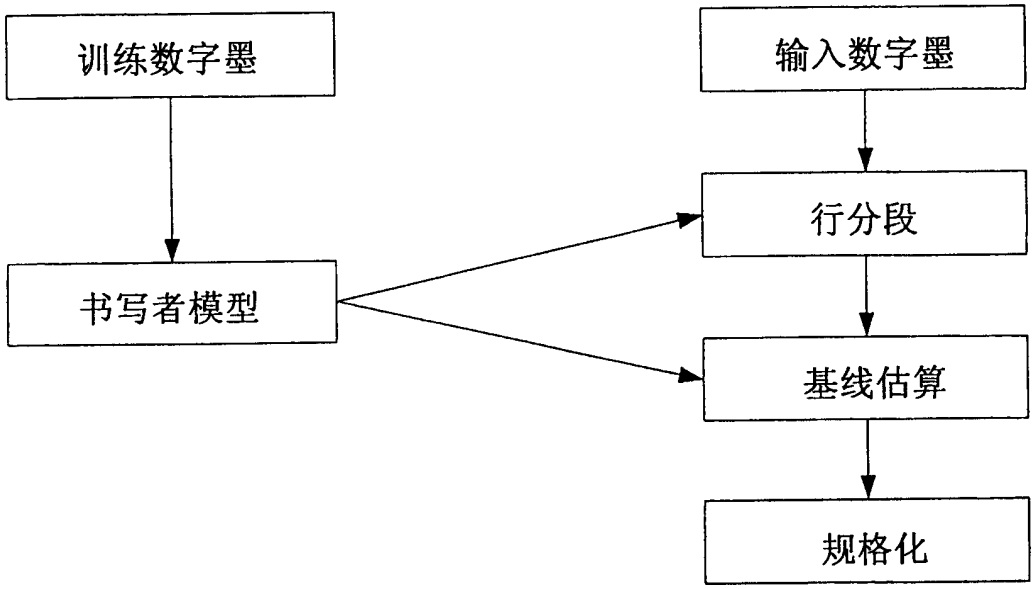

训练数字墨
输入数字墨
行分段
书写者模型
基线估算
规格化

图3



图4

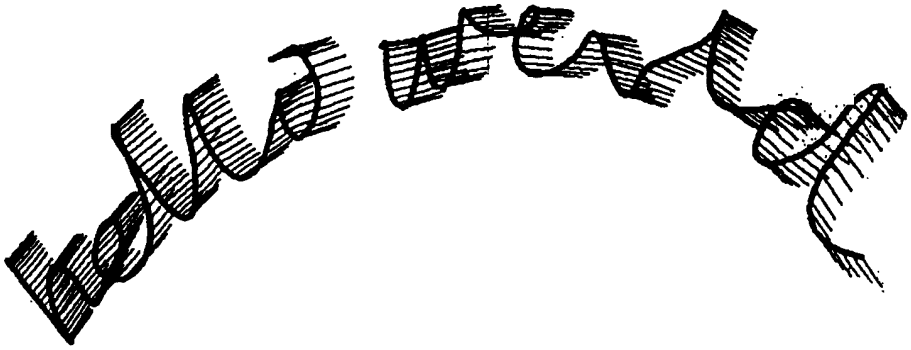


图5

